

UCN 246-701.M

GOVP 19917289

# 인천국제공항 PMS 노선의 자기부상화를 위한 기획조사사업

A Study on the Feasibility of Maglev for the  
People Mover System in Incheon International Airport

연구기관

한국기계연구원 / 현대정공주식회사

과 학 기 술 부

# 제 출 문

과학기술부 장관 귀하

본 보고서를 「인천국제공항 PMS 노선의 자기부상화를 위한 기획조사사업」의 최종보고서로 제출합니다.

1999

주관연구기관 : 한국기계연구원

주관연구책임자 : 박화영

연 구 원 : 김인근 이상록 박찬일  
                  감태현 김정흠 유문환  
                  이종우 조흥제 이종민  
                  김봉섭 성호경 권용기  
                  임세빈 박주형 이성우  
                  나종필 이태한

공동연구기관 : 현대정공주식회사

공동연구책임자 : 박계서

연 구 원 : 박일철 김국진 김혁주  
                  김중환 강병관 한정수  
                  우이완 박성호 이종성  
                  강리택 강덕원 신광균  
                  김경식 이재익 김희경  
                  김규철 권정원 고영호  
                  이현종 정종상 이명호  
                  배운성 이일한

협조 기관 : 건설교통부 신공항건설기획단  
                  인천국제공항공사  
                  한국전기연구소

# 여 백

# 요 약 문

## I. 제 목

인천국제공항 내부노선의 자기부상화를 위한 기획조사사업

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

본 연구는 국책연구개발사업으로 개발된 도시형 자기부상열차의 인천국제공항 내 PMS 노선 적용 가능성 검토를 목적으로 수행하게 되었다.

과학기술부의 국책연구개발사업은 1989년 12월 부터 진행해 왔으며 현재 실용화 모델 시제품 차량의 주행시험이 대덕 한국기계연구원 1.1km 시험선로상에서 실시되고 있다.

1989년부터 1993년까지의 1단계 국책연구의 내용은 자기부상열차의 구현을 위한 요소기술 개발이 중심이 되었으며, 1994년부터 1998년까지의 2단계 국책연구는 도시형 자기부상열차 초도 시제품 차량을 개발하고 시험하는 것이 주된 내용으로서, 이로써 탄생한 시제품 차량이 UTM(Urban Transit Maglev)-01 이다.

UTM-01은 우리나라에서 독자적으로 개발한 최초의 실용성 있는 자기부상열차라는 점 뿐만 아니라 첨단 경전철 분야 최초의 실용화모델 이라는 의의를 지니고 있다.

인천국제공항은 1990년대 초부터 건설에 착수하여 2001년 1월 1단계 개항을 목표로 추진되고 있으며, 내부에는 교통센터로부터 국제업무지역을 연결하는 PMS(People Mover System)노선과, 주청사와 4개 탑승동을 연결하는 IAT(Intra Airport Transit) 노선을 건설할 예정이다.

국제업무지역은 개항시에는 완전하게 조성되지 않지만, 개항 이후 단계적으로 공항 관련 업무용 빌딩과 호텔, 위락시설등이 들어서게 되며, 여기에 건설될 PMS 노선의 운행 차종으로 국내기술로 개발한 자기부상열차를 채택한다는 것은 상징성과 함께 국책연구 개발 성과 확산의 계기가 될 수 있다는 점에서 의의가 크다.

아울러, 개항 이후 국제업무지역의 활성화 시점까지는 수년간의 시간적 여유가 있기 때문에 충분한 시험을 거쳐 시스템의 성능을 완전하게 검증한 후 활용하는 시범적 사업 대상지로서 최적이다. 이에 따라, 국책연구개발팀이 중심이 되어 PMS 노선을 대상으로 한 자기부상식의 기술적, 경제적 타당성 검토와 실시계획(안)을 도출함으로써 인천국제공항 건설 기본계획에 반영할 것을 제안하는 것이 본 기획조사사업의 기본 목적이다.



### III. 연구개발의 내용 및 범위

본 기획조사연구의 범위는 크게 나누어 기술.경제적 타당성 검토와 실시계획(안) 도출이며, 실시계획(안)은 건설계획, 환경 및 안전관리계획, 건설 후 관리 및 운영계획을 포함한다.

기술.경제적 타당성 검토의 비교검토대상 기종은 자동운행이 가능한 첨단 경전철 시스템 들이며, 실시계획(안)은 사실상 기본설계를 마친 수준까지 세부적으로 다룸으로서 기술적인 관점에서의 세밀한 평가와 정책 결정에 도움이 될 수 있도록 하였다.

### IV. 연구개발 결과 및 활용 계획

본 연구를 통해 PMS 노선에서의 자기부상식(UTM) 적용 타당성이 다각도로 검증되었다고 판단된다. 시스템 설치 비용과 운영비도 기본설계 수준의 실시계획(안) 도출 과정에서 정밀하게 산출되었고 고무바퀴식 등 타 경전철 시스템에 비해 상대적으로 저렴한 것으로 나타났다.

본 기획조사연구 결과는 앞으로 건설교통부가 추진하는 경전철 사업 정책자료로서의 활용이 기대되며, 한편으로는 교통시스템분야에 있어서 국책연구 성과를 토대로 한 실용화 시범사업 추진계획 모델로서의 가치와 활용이 기대된다.

# Abstract

## I. Title

A Study on the Feasibility of Maglev for the People Mover System in Incheon International Airport.

## II. Purpose

The purpose of this study is to look into the feasibility of applying Maglev, developed through National R&D Project, for the People Mover System in Incheon International Airport. The National R&D Project started at Dec. 1989 and currently test of a prototype vehicle on the 1.1km test track in KIMM is in progress. At the first stage of the project (1989- 1993) the key technologies are developed. During the second stage from 1994 to 1998, the first prototype vehicle set is developed and tested, which is named as UTM(Urban Transit Maglev)-01. UTM-01 is not only the first test vehicle developed domestically but also it is the first practical model of advanced light rail system in Korea.

Incheon International Airport started construction in the early 1990's, and targeted to open in 2001. Two subtle lines are planned to be constructed - PMS(People Mover System) line that connects Transportation Center and International Business Area and IAT(Intra Airport Transit) that connects the main building and 4 boarding buildings. International Business Area will not be completed until the opening of the airport, but buildings, hotels, and resort facilities will be constructed step by step. Utilizing maglev developed domestically as PMS is very meaningful in the aspects of sybolization of Korean technology and utilization of the result of a National R&D Projects. International Business Area is the best place for the test operation of UTM since there is several years of time span before it is activated in full scale and allows enough time for test and evaluation. It is the basic purpose of this study to look into the technological and economic feasibility and to work out an action plan of utilizing UTM for PMS line.

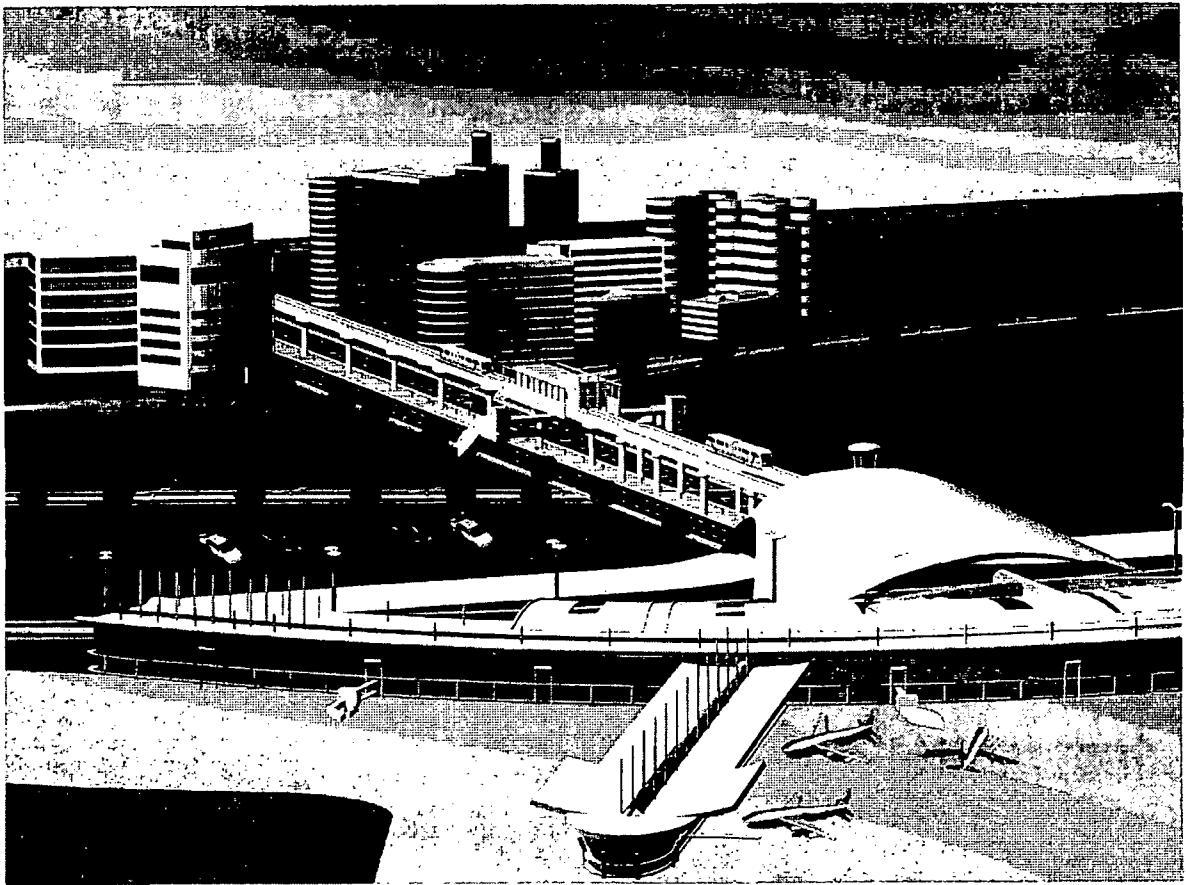
### **III. Scope and Contents**

The scope of the research is basically to study economic and technological feasibility and to work out an action plan of utilizing maglev for PMS line. The action plan contains construction plan, environmental and safety plan, and plan for management and operation after construction. Several advanced light rail systems are included for comparison. The action plan is prepared in detail including basic design so that it would be useful for close evaluation and decision-making.

### **IV. Results**

Through this study the feasibility of utilizing UTM in PMS line is verified. The construction costs and operating costs are calculated in detail and shows UTM is cheaper than any other light rail system. It is expected that the results of this study would be used as a reference for the light rail projects pursued by Ministry of Construction and Transportation. It is also expected that this study provide a good model for utilization plan of the results of National R&D Projects.

# 총괄 요약



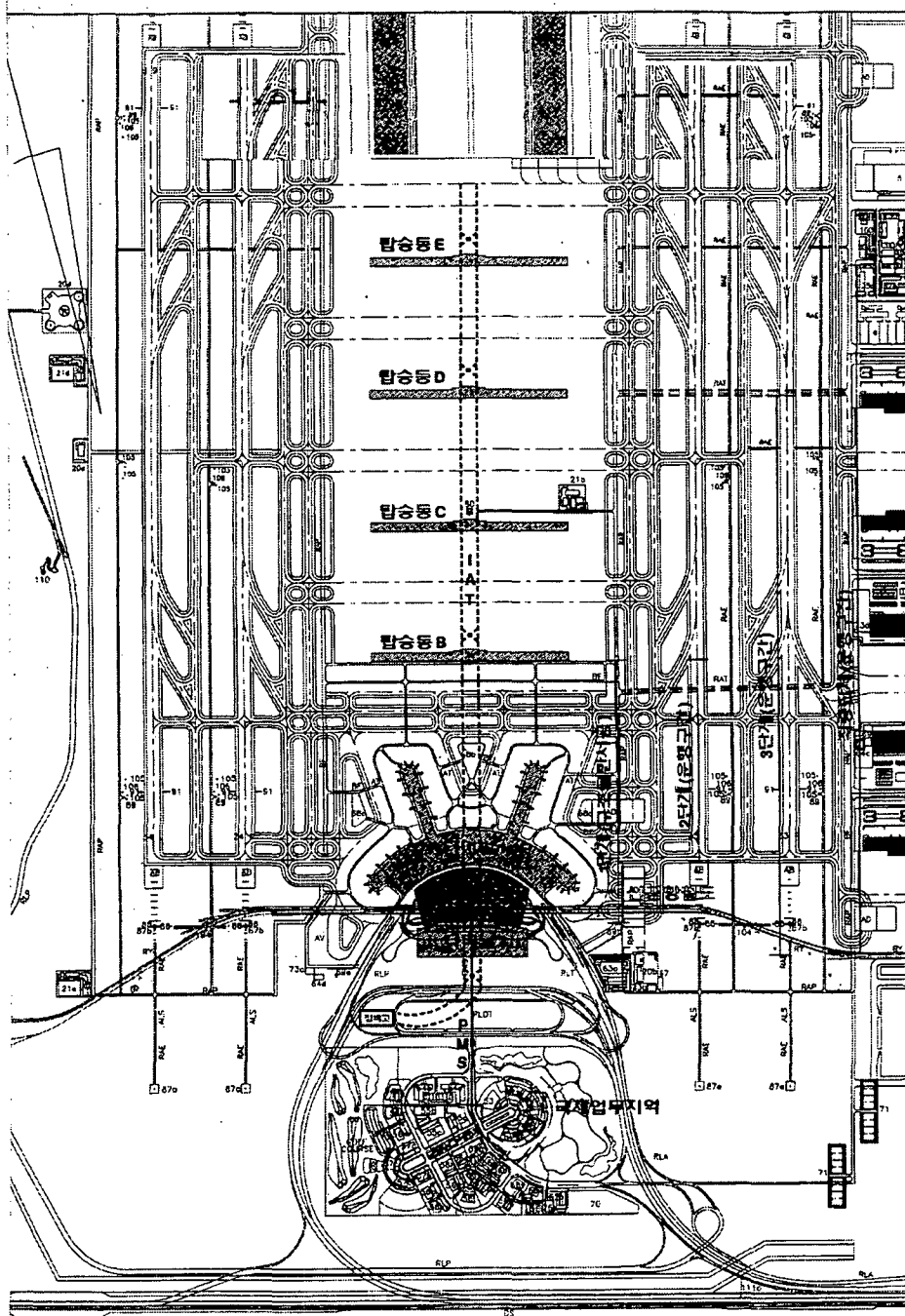


## 1. PMS 노선 기획조사사업 배경

인천 국제공항 내부 교통시스템으로 검토해 온 고무차륜 및 철차륜식 경전철과 더불어 순수 국내 독자기술로 개발한 도시형 자기부상열차(UTM)를 인천 국제공항내 교통센터와 국제업무지역을 연결하게 될 PMS 노선에 적합한 시스템인 지를 검토하기 위해 기술적, 경제적 타당성을 조사하고, 자기부상열차 적용을 위한 건설계획, 건설 후 관리 및 운영계획 등의 수립을 위해 기획조사사업을 수행.

## 2. 인천 국제공항 내부 교통시스템 개요

- PMS 노선(People Mover System)
  - 교통센터에서 국제업무지역간 여객 수송을 위한 고가 무인 자동열차
  - 운행구간 : 교통센터 ↔ 장기주차장 ↔ 국제업무지역(복선 1.8km)
  - 운행계획 : 당초 국제업무지역 조성이 완료되어 활성화되는 2020년에 개통예정이었으나 2005년에 개통되는 IAT 노선에 자기부상열차 적용 방안을 협의하는 과정에서 조기 건설방안 논의
  - 운행방법 : 양방향 왕복식
  
- IAT 노선(Intra Airport Transit)
  - 여객터미널과 각 탑승동간 여객수송을 위한 지하 무인 자동열차
  - 운행구간 : 터미널 2 ↔ 터미널 1 ↔ 탑승동 B,C,D,E(복선 3.4km)
  - 단계별 운행계획 :
    - 1 단계 (2000 년) : 교통센터 ↔ 탑승동 B간 지하구조물 1.2km 시공
    - 2 단계 (2005 년) : 터미널 1 ↔ 탑승동 B간 2개역 운행(0.96km)
    - 3 단계 (2010 년) : 터미널 2 ↔ 탑승동 D간 5개역 운행(2.8km)
    - 최종단계(2020 년) : 터미널 2 ↔ 탑승동 E간 6개역 운행(3.4km)
  - 운행방법
    - 2 단계 : 양방향 왕복식
    - 3단계 이후 : 순환방식



< 인천 국제공항 내부 교통시스템 노선도 >



### 3. 기술적, 경제적 타당성 검토결과

□ 기술적 측면

(1) 검토대상 교통시스템

구 분	철차륜식		고무차륜식		자기부상식
	Dockland LRT (DLR)	ALRT MARK II	VAL 208	C 100	
모 델	회 전 형	선 형	회 전 형	회 전 형	선 형
개 발 사	GEC(英)	UTDC(加)	MATRA(佛)	ADtranz(美)	현대/기계연

(2) 등판능력

철차륜식		고무차륜식		자기부상식
DLR	ALRT MART	VAL 208	C 100	U T M
3 %	8 %	7 %	7 %	8 %

PMS 및 IAT 노선 건설 검토과정에서 IAT 노선은 터미널1에서 교통센터로 나오는 구간에 6%, PMS 노선은 교통센터의 남측 순환도로 상부 구간에 4% 그리고 차량기지에서 역사2로 나오는 구간에 6%의 구배 설치가 불가피한 관계로, 3% 이상의 구배에는 적용할 수 없는 회전형 전동기 구동방식의 철차륜식인 GEC DLR은 부적합.

(3) 소 음

(단위 : dB(A))

구 분	철 차 륜		고무차륜	자기부상
	Maryland LRT <sup>주1)</sup>	DLR	VAL 208	UTM
실 내	71.8	-	75	66.6
실 외	81	78.5	80	67.3

주1) 철차륜식 DLR 실내소음 자료가 공개되어 있지 않아 이와 유사한 Maryland 연접형 경전철(ADtranz 납품) 자료를 인용.

자기부상시스템은 실내외 소음이 철차륜이나 고무차륜에 비해 현저히 낮아 공항 내부건물에서 운행할 경우 최적인 것으로 판단.



(4) 진동특성 및 승차감

검토대상 교통시스템에 대한 진동특성 및 승차감 데이터가 보고된 바 없어 국내 자기부상열차 UTM과 일본 자기부상열차 HSST 및 국내 일반전동차를 비교 검토하였음.

국내개발 UTM의 진동특성 및 승차감은 일본 HSST와 동등수준이며, 일반 전동차에 비해서는 매우 우수함

1) 진동특성비교

(단위 : g)

구 분	국내 UTM	일본 HSST	국내 전동차
상하방향	0.02	0.02	0.10
좌우방향	0.01	0.01	0.10

2) UIC 승차감 지수비교

(단위 : Wz)

구 분	UTM 승차감 지수	국내 전동차 승차감지수 요구치
상하방향	1.4	2.5 이하
좌우방향	1.7	2.5 이하

※ 승차감 평가기준

- 승차감 지수 1 미만 : 승차감이 아주 우수
- 승차감 지수 1.0 ~ 2.0 : 승차감이 우수
- 승차감 지수 2.0 ~ 2.5 : 승차감이 양호
- 승차감 지수 2.5 ~ 3.0 : 승차감이 보통
- 승차감 지수 3.0 ~ 3.5 : 승차감이 불량
- 승차감 지수 3.5 이상 : 승차감이 아주 불량





(5) 최고 운행속도 및 가,감속능력

구 분	철차륜식		고무차륜식		자기부상식
	DLR	ALRT MART	VAL 208	C100	UTM
최고운행속도(km/h)	80.0	72.0	80.0	48.0	80.0
최대가속도(m/s)	1.10	1.28	1.30	0.97	1.00
최대감속도(m/s)	1.30	0.98	1.30	0.97	1.00

고무차륜식 ADtranz C 100은 인천 국제공항 측에서 제시한 최고 운행속도 기준치인 72 km/h에 훨씬 미달되며, 가,감속도도 기준치인 0.98 m/s에 미흡

(6) 자기부상열차의 신뢰도, 가용도, 정비도

구 분	UTM - 01		PMS 용	
	국책2단계 (결과)	국책3단계 (목표)	시운전 (목표)	정상운행 (목표)
신뢰도(MKBSF)	9,000 + α	80,000	100,000	120,000
정비도 (MTTR)	0.86	2.70	2.70	2.70
가 용 도 (%)	97	99	99	99.5

- UTM-01 국책 2단계 RAMS 결과치는 98.6~99.5 까지 10 개월간 주행거리 9,000 km, 왕복 운행횟수 1,000회 및 운행시간 1,250 시간을 기준한 것으로 운행거리가 짧아서 신뢰도가 낮은 것으로 나타났으나 주행거리가 많아지면 신뢰도가 상향될 것임
- UTM 운행결과 신뢰도에 영향을 미치는 신뢰성 서비스 중결함은 1건만이 발생하였고, 운전자 조작실수, 실험목적으로 부품 교체에 의한 결함 등 비신뢰성 결함은 50 건이 발생하였음
- 타시스템의 신뢰도가 정량화 되어 있지 않아 상대비교가 어려움



(7) 전자파 영향

전자파는 광범위한 주파수 영역에서 갖는 일종의 전자기 에너지이며, 그 종류 및 특징은 다음과 같음

전자파 종류		전 계 (A/m)	자 계 (Gauss)
발생 요인		전압의 크기	전류의 크기
특징	일반경전철	주행중 전압의 변화가 거의 없으므로 전계의 세기는 거의 일정 (전압변동 : DC750~825V)	주행중 전류의 변화가 크므로 자계의 세기도 변함 (전류변동 : 100~1,200 A)
	자기부상열차	주행중 전압의 변화가 거의 없으므로 전계의 세기는 거의 일정 (전압변동 : DC1,500~1,650 V)	주행중 전류의 변화가 크므로 자계의 세기도 변함 (전류변동 : 100~800 A)

- 전계는 크기가 거의 일정하고 주위의 전도성 물체에 의해 쉽게 제거되기 때문에 자계에 비해 그 영향이 작으며, 일반적으로 규정치가 없음
- 초전도 자기부상열차는 100mm 정도 부상, 시속 500km 주행으로 전류가 크기 때문에 주위의 누설 자속치가 높으나, PMS 노선에 적용코자 하는 상전도 흡인식 자기부상열차는 10mm 부상, 시속 100km 이내로 주행하므로 누설 자속치가 낮음
- 국내 UTM과 부상 및 추진방식이 같은 일본 HSST 자기부상 열차와 누설자속 측정치를 비교하면 다음과 같음.

(단위 : Gauss)

측정 위치	일본 HSST	국내 UTM	생활주위 권장자계 (유럽전기기술 표준화)
실내, 바닥에서 1 m 높이	3	3.5	- 직류 : 400 이하
실외, 차체면에서 1 m 거리	2	2.3	

- 상전도 흡인식 자기부상열차를 포함한 대부분의 열차는 추진장치에서 90% 이상의 전력을 소모하며, 추진장치의 제어주파수는 0~2 kHz의 저주파수 대역에 있으므로 자계가 갖는 에너지가 작을뿐아니라 GHz 단위의 공항 관제 시설물 등과 사용 주파수 대역이 틀리므로 전자파 간섭이 없음.



(8) 안전성

자기부상열차는 대차가 레일을 감싸는 구조로 되어 있어 철차륜식 차량에서 발생할 수 있는 차륜탈선이나 고무차륜 방식에서 발생할 수 있는 펑크 등의 염려가 없어 매우 안전성이 높음

(9) 환경성

철차륜이나 고무차륜은 레일과 접촉하여 주행함으로써 철분진, 고무분진 등 인체에 유해한 물질이 발생하는 반면, 자기부상열차는 레일과 비접촉으로 주행함으로 유해물질이 발생하지 않으며, 또한 소음, 진동, 승차감이 타교통 시스템에 비해 월등히 우수하여 환경친화적 시스템임

(10) 국산화

- 자기부상열차는 순수 국내기술로 개발되었기 때문에 기술이전 및 유지보수 부품의 조달이 용이함.
- 국내에서 기술을 보유하고 있지 않은 외국의 경전철을 도입할 시는 Total 시스템의 도입이 필수적인 관계로 비용이 증대되고 외국사의 기술특허 보유에 따라 국내 기술이전에 애로사항이 있으며, 유지보수 부품의 조달이 용이하지 않음



□ 경제적 측면

(1) 건설비

교통시스템별 건설비의 사례조사를 통한 상대 비교결과 자기부상열차의 km당 건설비가 가장 저렴함

(단위 : 억원)

구 분	철 차 료 식		고무차륜식		자기부상식
	MARK II	DLR(C200형)	VAL 206	C-100	UTM-01
km당건설비	494	535	825	869	470

(2) 유지보수비

자기부상열차의 경우 차륜, 차축, 베어링, 드라이빙 기어, 기어 커플링 및 회전형 모터가 없으므로 이와 관련된 유지보수 설비가 불필요하여 초기 건설비가 저렴할 뿐 아니라 총운영비의 30~40%를 차지하는 유지보수비도 대폭 절감됨

(3) 전력비

자기부상열차는 선형 유도전동기를 사용함으로써 회전형 모터 적용 철차륜식에 비해 약 20~30%의 전력소모가 많으나, 차륜과 레일간의 접촉저항이 큰 고무차륜식 시스템과는 유사함 .

□ 결 론

상기에서 살펴본 바와 같이 기술적, 경제적 측면에서 자기부상 열차가 공항내 교통시스템으로 가장 적합한 것으로 판단됨



## 4. PMS 노선 건설계획

□ 사업관리 개요

주 요 내 용	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 건설 기간중 조직, 종합시험 및 시운전 기간중 조직, 운영 기간중 조직 구성.</li> <li>· 최소한의 인력으로 최대한의 효율을 얻기 위한 사업관리팀 조직구성</li> <li>· System간 부조화 방지를 위한 System Engineering 조직구성.</li> <li>· 사업수행 일정 및 사업비 투입계획 수립.</li> <li>· 품질관리, 환경 및 안전관리 계획수립.</li> <li>· 기술자문 및 감리 계획수립.</li> </ul>
------------------	---

□ 사업수행 일정

구 분		년도	'99				2000				2001				2002				2003				'04'
		4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	1/4				
승인 및 계약		승인 계약																					
공 중	토목	설 계		상하부공																			
	궤도	설 계		제 작		설치/검사																	
	건축	설 계		발주		역사/기지																	
	전력	설 계		제 작		설치/시험																	
	신호	설 계		제 작		설치/시험																	
	통신	설 계		제 작		설치/시험																	
	검수 설비	설계 및 검수계획수립				제작/설치/시험																	
	차량	설 계				제작/조립/시험				반입													
종합 시험																			□				
시운전 및 교육																			□				
실용화 운행																			□				



□ 건설방안

주 요 내 용	<p><b>OPTION 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실용화 운영을 전제로 건설</li> <li>- 1.8 km 복선, 차량 3편성(6량),</li> <li>- 역사 3개소 및 차량기지 1개소</li> <li>- 관련 E &amp; M 설비 설치</li> </ul> <p><b>OPTION 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 실용화 운영을 전제로 건설</li> <li>- 1.8 km 복선, 차량 1편성(2량)</li> <li>- 역사 1개소 및 차량기지 1개소</li> <li>- 관련 E &amp; M 설비 설치</li> </ul> <p><b>OPTION 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 성능 및 신뢰도 입증을 위한 시험선 건설</li> <li>- 1.2 km 단선, 차량 1편성(2량)</li> <li>- 격납고 1개소</li> <li>- 최소한의 E &amp; M 설비</li> </ul>
------------------	---

□ 사업비 투입계획

(단위 : 백만원)

	년	도	2000	2001	2002	2003	합	계
OPTION 1	건설사업비		18,910	71,429				90,339
	시험 및 시운전비				1,803	2,306		4,109
	합	계	18,910	71,429	1,803	2,306		94,448
OPTION 2	건설사업비		18,910	59,577				78,487
	시험 및 시운전비				1,754	2,207		3,961
	합	계	18,910	59,577	1,754	2,207		82,448
OPTION 3	건설사업비		13,293	9,104				22,397
	시험 및 시운전비				1,744	2,187		3,931
	합	계	13,293	9,104	1,744	2,187		26,328



□ 시스템 설계개요

주 요 내 용	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 무인 자동운전방식 시스템 도입</li> <li>· 국산화 부품사용으로 비용 최소화</li> <li>· 시스템 이중화에 의한 안전성 확보</li> <li>· Fail-Safe 원칙에 입각한 시스템설계</li> <li>· 소음/ 진동 등 환경친화적 시스템 설계</li> <li>· 비용 최소화로 유지보수 효율화 차량기지 설비 설계</li> <li>· 역사내 승객 안전을 위한 스크린 도어 및 지체</li> <li>· 부자유자를 위한 승강기 설치</li> <li>· 역사 및 기지내 공조 및 환기설비 및 위생설비 설치</li> </ul>
------------------	--

□ 시스템 성능

항 목		성 능
설 계 최 대 속 도		100 km/h
운 행 최 고 속 도		80 km/h
최 대 가 속 도		3.6 km/h/s
최대감속도	상 용	3.6 km/h/s
	비 상	4.5 km/h/s
저 크 한 계		0.8 m/sec <sup>3</sup>
최 대 등 판 능 력		8 %
최 소 곡 선 통 과 능 력		R 60 m
최 대 수 승 인 원		4,440 인/시간, 방향
실내소음치(바닥에서 1.6 m)		65 dB(A) 이하



□ 시스템 건설계획

차 량	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 차 종 : 상전도 흡인식 자기부상열차</li> <li>· 대차수량 : 3대/량</li> <li>· 열차편성 : 2량1편성(Mc1 Mc2)</li> <li>· 차량치수 : L 14.50 × W 3.00 × H 3.95 m</li> <li>· 공차중량 : 18톤/량</li> <li>· 최대 탑승인원 : 148명/량</li> </ul>
궤 도	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 형 태 : 지상 고가궤도(복선)</li> <li>· 총연장 : 1.8 km (운행1.23 km, 차량기지 인입구간 0.57 km)</li> <li>· 분기기 : 차량기지 인입구간 2개소</li> </ul>
정 차 장	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 정차장 4개소(건설 3개소, 교통센타내 정차장은 교통센타 건설에 포함)</li> <li>· 승강장 형태 : 섬식(승객 편의)</li> <li>· 승강장 치수 : 길이 35 x 폭 5m</li> </ul>
차 량 기 지	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 위 치 : 국제업무지역 남측 공원지역을 성토하여 부지조성</li> <li>· 건 평 : 1,785 평(지하 154평, 1층 1,331평, 2층 : 290평, 옥탑층 : 10평)</li> <li>· 주요설비 : 유치선, 검수설비, 세척장, 중앙제어실, 수변전실, 사무실 등</li> </ul>
전 력 설 비	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전력제어/ 감시설비(SCADA) : 차량기지내 설치</li> <li>· 입력전원 : 3Φ 4W, 22.9kV, 60Hz</li> <li>· 가선전압 : 1,500VDC</li> <li>· 가선방식 : 제3궤조(궤도의 양측면)</li> </ul>
신 호 설 비	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 중앙제어실 설비 : 차량기지내 설치</li> <li>· 지상 신호설비 : 전자연동장치, ATC</li> <li>· 차상 신호설비 : ATP,ATO</li> </ul>
통 신 설 비	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 음성통신 : 전화, 열차무선</li> <li>· 제어용 데이터통신 : 열차무선, 신호설비 제어, CCTV 제어, 방송제어, 전기시계</li> <li>· 화상통신 : CCTV</li> </ul>
검 수 설 비	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 차량기지 인입구에 세차설비</li> <li>· 차량기지 검수고내 천정크레인 등 각종 검수설비</li> </ul>





## 5. PMS 노선 운영계획

□ 운영개요

주 요 내 용	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 무임체계로 AFC 설비배제</li> <li>· 화재탐지 설비 및 스크린도어 설치와 열차간 충돌방지 시스템을 통한 승객의 안전성 확보</li> <li>· 운영효율 증진을 위한 수송체계 구축</li> <li>· 예기치 못한 사고에 대한 긴급구난 및 환경관리 대책 수립</li> </ul>
------------------	---

□ 운행개요

주 요 내 용	구 분	1 단 계 (2004~2009)	2 단 계 (2010~2019)	3 단 계 (2020~ )
	수송수요(명/시간,방향)	1,200	1,700	3,400
	운 행 시 간	07:00~20:00 (13 시간)	06:00~22:00 (16 시간)	05:00~24:00 (19 시간)
	운전시격(분)	10	8	4
	1일 주행거리(km)	182	288	684
	1일 운행횟수(회)	156	240	570
	운 행 차 량	2량 1편성	2량 1편성	2량 2편성
	예 비 차 량	-	2량 1편성	2량 1편성
	총소요차량	2 량	4 량	6 량

□ 유지보수 개요

주 요 내 용	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 철저한 예방점검 및 보수체계 수립</li> <li>· 최첨단 시스템 구축으로 인력과 비용절감</li> <li>· 특수한 전문성을 요하는 정비업무는 외주 용역처리</li> <li>· 검수요원의 정예화로 유지보수 체계수립</li> <li>· 철저한 직무 기술교육을 통한 안전성 및 신뢰성 확보</li> </ul>
------------------	---



## 6. PMS 노선 건설후 활용방안

인천국제공항은 세계 교통의 중추적 역할을 담당할 국제 관문으로써 최첨단 기술의 집약체인 자기부상열차를 세계 최초로 2004년 1월부터 실용화 운영하여 한국의 국제적 위상을 높이고 대외홍보 효과를 극대화시키면서 이용객에게 편의를 제공함은 물론 국제업무 지역의 조기 활성화 유도

- ① 첨단기술 실용화로 대내외에 국가 기술력 홍보효과
- ② 인천 국제공항 이미지 제고
- ③ 국제업무지역에 대한 민자유치 활성화 유도
- ④ 공항청사 등 행정관리지역 근무인원에 대한 편의 제공
- ⑤ 항공탑승 대기승객에게 볼거리 제공
- ⑥ 학생 및 관광객에게 교육 및 견학장소로 활용  
(독일, 일본수준의 견학센터 설치)

## 7. 정책 건의사항

- 인천 국제공항내 PMS 노선에는 최첨단 경전철 교통시스템인 자기부상열차가 가장 적합하고, 우리의 기술로 건설 가능한 교통시스템임
- 지금까지의 국책연구 성과가 PMS 노선에서 열매 맺을 수 있도록 국가전략(부처가 협력) 사업으로 추진 필요

PMS노석기획주사사업보고서

# 전체 목차



 現代精工株式會社  
HYUNDAI PRECISION & IND. CO., LTD  
 한국기계연구원  
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS



# 목 차

## 제 1 부 기술적, 경제적 타당성 검토

1.	기획조사사업 수행배경 및 경위	-----	-1- 1
1.1	배 경	-----	-1- 1
1.2	경 위	-----	-1- 1
2.	인천 신공항 개관	-----	-2- 1
2.1	착공 및 개항	-----	-2- 1
2.2	단계별 사업규모	-----	-2- 1
2.3	신공항 주요시설	-----	-2- 1
3.	신공항 내부노선 적용 교통시스템 기술검토	--	-3- 1
3.1	검토대상 시스템	-----	-3- 1
3.2	교통시스템별 주요 기술사양	-----	-3- 4
3.3	각 교통시스템별 기술사양 비교	-----	-3-18
3.4	노선별 설계기준 대비 교통시스템 적합도 비교평가	-----	-3-19
4.	자기부상열차의 기술적 타당성 검토	-----	-4- 1
4.1	자기부상열차의 요소기술 현황 및 확보기술	-----	-4- 1
4.2	자기부상열차의 주요 기술특성	-----	-4- 5
5.	자기부상열차의 경제적 타당성검토	-----	-5- 1
5.1	건설비	-----	-5- 2
5.2	운영비	-----	-5- 7
6.	종합결론	-----	-6- 1
6.1	기술적 측면	-----	-6- 1
6.2	경제적 측면	-----	-6- 6
6.3	결 론	-----	-6- 6



7. 참고자료 : 자기부상열차 개발현황  
 및 시장전망 ----- | -7- 1

7.1 국내외 자기부상열차의 개발현황 ----- | -7- 1

7.2 자기부상열차의 시장전망 ----- | -7-16

제 II 부 건설 계획

1. 사업개요 ----- II-1- 1

1.1 개요 ----- II-1- 1

1.2 사업수행 체계 ----- II-1- 5

1.3 사업수행 책임 ----- II-1- 6

1.4 사업수행 업무내용 ----- II-1- 7

1.5 사업 일정계획 ----- II-1-11

2. 사업관리 및 E & M 시스템 엔지니어링 -- II-2- 1

2.1 수행조직 ----- II-2- 1

2.2 사업관리 계획 ----- II-2- 2

2.3 E & M 시스템 엔지니어링 계획 ----- II-2- 8

2.4 사업비 투입계획 ----- II-2-22

3. 설계계획 ----- II-3- 1

3.1 토목/ 건축 설계계획 ----- II-3- 1

3.2 E & M 시스템 설계계획 ----- II-3-70

4. 제작 및 시공계획 ----- II-4- 1

4.1 제작계획 ----- II-4- 1

4.2 시공계획 ----- II-4- 3

4.3 견실시공 보장계획 ----- II-4- 5

5. 종합시험 및 시운전계획 ----- II-5- 1

5.1 개요 ----- II-5- 1

5.2 기본방침 ----- II-5- 1

5.3 차량시스템 ----- II-5- 2

5.4 전력공급 ----- II-5- 6



5.5	신호시스템	-----	II-5- 9
5.6	통신시스템	-----	II-5-17
5.7	검수설비	-----	II-5-26
5.8	종합인터페이스 시험	-----	II-5-28
6.	품질관리계획	-----	II-6- 1
6.1	건설 품질관리	-----	II-6- 1
6.2	E & M 시스템 품질관리	-----	II-6- 4
7.	교육훈련계획	-----	II-7- 1
7.1	개 요	-----	II-7- 1
7.2	교육훈련 대상과 직무의 분류	-----	II-7- 1
7.3	교육훈련 방법	-----	II-7- 1
7.4	교육계획서의 작성	-----	II-7- 1
7.5	교육요원의 요건	-----	II-7- 2
7.6	교육인원의 제한	-----	II-7- 2
7.7	교 재	-----	II-7- 2
7.8	교육내용	-----	II-7- 3
7.9	교육훈련 과정의 구분	-----	II-7- 3
8.	기술감리 및 자문계획	-----	II-8- 1
8.1	기술감리 계획	-----	II-8- 1
8.2	기술자문 계획	-----	II-8- 2

제 III부 환경 및 안전관리계획

1.	환경관리 계획	-----	III-1- 1
1.1	공사 기간중 환경 관리 계획	-----	III-1- 1
1.2	운영 기간중 환경 관리 계획	-----	III-1-10
2.	안전관리 계획	-----	III-2- 1
2.1	공사기간중 안전 관리 계획	-----	III-2- 1
2.2	운영기간중 안전관리 및 사고예방 계획	-----	III-2- 4



제 IV부 건설 후 관리 및 운영계획

1.	운영 계획 -----	IV-1- 1
1.1	PMS 활용 방안 -----	IV-1- 1
1.2	수송 계획 -----	IV-1- 1
1.3	운전 계획 -----	IV-1- 4
1.4	이용자 편의를 위한 운영체계 구축계획 -----	IV-1- 8
2.	차량 및 시설물 유지보수계획 -----	IV-2- 1
2.1	개요 -----	IV-2- 1
2.2	유지보수계획 -----	IV-2- 2
2.3	차량 유지보수 -----	IV-2- 5
2.4	고정설비 유지보수 -----	IV-2- 8
3.	운영 조직 -----	IV-3- 1
3.1	조직 -----	IV-3- 1
3.2	팀별 업무 -----	IV-3- 2
3.3	단계별 소요인원 -----	IV-3- 3
3.4	최종단계 소요인원 산출 내역 -----	IV-3- 3
4.	인력수급 및 관리계획 -----	IV-4- 1
4.1	분야별 기술교육 -----	IV-4- 1
4.2	인력확보 방안 -----	IV-4- 3



# 부록 : E & M 시스템 사양계획

## 제1장 열차운행 및 성능

1.	운행조건	-----	1-1- 1
1.1	기후조건	-----	1-1- 1
1.2	선로(궤도)조건	-----	1-1- 1
1.3	하중조건	-----	1-1- 6
1.4	운전조건	-----	1-1- 6
1.5	유지보수 조건	-----	1-1- 6
2.	주요제원, 성능 및 운행방법	-----	1-2- 1
2.1	제 원	-----	1-2- 1
2.2	성 능	-----	1-2- 2
2.3	운행방법	-----	1-2- 2
3.	성능 분석	-----	1-3- 1
3.1	주행 성능	-----	1-3- 1
3.2	소음 특성	-----	1-3- 7
3.3	진동 및 승차감 특성	-----	1-3-18
3.4	RAMS(신뢰도, 가용도, 정비도, 안전도) 분석	-----	1-3-23

## 제2장 차량시스템

1.	차량 일반	-----	2-1- 1
1.1	일 반	-----	2-1- 1
1.2	차량 제원	-----	2-1- 1
1.3	차체 및 대차프레임의 설계기준	-----	2-1- 2
1.4	제작상의 요구사항	-----	2-1- 3
2.	구 체	-----	2-2- 1
2.1	일 반	-----	2-2- 1





2.2	각 구성품에 대한 설명 -----	2-2- 1
2.3	구체의 강도 -----	2-2- 3
3.	설 비 -----	2-3- 1
3.1	일 반 -----	2-3- 1
3.2	객실부 -----	2-3- 2
3.3	운전실 설비 -----	2-3- 9
4.	대 차 -----	2-4- 1
4.1	일 반 -----	2-4- 1
4.2	대차프레임 -----	2-4- 1
4.3	지지장치 및 완충장치 -----	2-4- 1
4.4	견인장치 -----	2-4- 2
4.5	기초 제동장치 -----	2-4- 2
4.6	배장기 -----	2-4- 3
5.	제동장치 -----	2-5- 1
5.1	일 반 -----	2-5- 1
5.2	제동방식 및 시스템 구성 -----	2-5- 2
5.3	제동의 종류 및 기능 -----	2-5- 3
5.4	압축공기 공급장치 -----	2-5- 4
5.5	공기배관 -----	2-5- 6
6.	차상 전원공급시스템 -----	2-6- 1
6.1	개 요 -----	2-6- 1
6.2	집전장치 -----	2-6- 3
6.3	보조전원장치(Aux. Power Unit) -----	2-6- 3
6.4	축전지(Battery) -----	2-6- 5
6.5	주회로 차단기(HSCB) -----	2-6- 6
7.	추진시스템 -----	2-7- 1
7.1	개 요 -----	2-7- 1
7.2	추진용 전동기 -----	2-7- 2
7.3	추진용 VVVF Inverter -----	2-7- 5



8.	부상/안내시스템 -----	2-8- 1
8.1	개 요 -----	2-8- 1
8.2	부상용 전자석(Magnet) -----	2-8- 3
8.3	부상/안내 제어기 -----	2-8- 5
8.4	전력변환장치(Chopper) -----	2-8- 7
9.	종합제어관리장치(TCMS) -----	2-9- 1
9.1	개 요 -----	2-9- 1
9.2	TCMS 구성 및 기능 -----	2-9- 3
9.3	각 장치별 기능 및 사양 -----	2-9- 6
9.4	화면표시장치의 화면구성 -----	2-9-11
10.	차상 신호 장치 -----	2-10-1
10.1	개 요 -----	2-10-1
10.2	기능 및 사양 -----	2-10-2
11.	차상 통신 장치 (열차 무선 이동국 장치) -	2-11-1
11.1	개 요 -----	2-11-1
11.2	구 성 -----	2-11-2
11.3	기 능 -----	2-11-2
11.4	사 양 -----	2-11-4
12.	차체 전기장치 -----	2-12-1
12.1	실내조명 -----	2-12-1
12.2	안내 표시기 -----	2-12-2
12.3	방송장치 -----	2-12-8

제3장

전력공급시스템

1.	개 요 -----	3-1- 1
2.	수.변 전 -----	3-2- 1
2.1	전력계통 -----	3-2- 1



2.2	수.변전설비 -----	3-2- 1
2.3	주요 설비 사양 -----	3-2- 3
3.	전력감시·제어설비(SCADA) -----	3-3- 1
3.1	시스템 구성 -----	3-3- 1
3.2	SCADA 용 COMPUTER 설비 -----	3-3- 1
3.3	SCADA 시스템 소프트웨어 -----	3-3- 4
4.	가 선 -----	3-4- 1
4.1	가선방식 -----	3-4- 1
4.2	가선설비 -----	3-4- 1
5.	송배전설비 -----	3-5- 1
5.1	송전설비(수전선로) -----	3-5- 1
5.2	배전설비 -----	3-5- 1
6.	역사 전기설비 -----	3-6- 1
6.1	전원공급 방식 -----	3-6- 1
6.2	급전설비 -----	3-6- 1
6.3	부하설비 -----	3-6- 1

제4장

**신호시스템**

1.	개 요 -----	4-1- 1
1.1	시스템 구성 -----	4-1- 1
1.2	신호 계획 -----	4-1- 4
2.	종합 운행 제어장치(TTC) -----	4-2- 1
2.1	구성 및 기능 -----	4-2- 1
2.2	시스템 사양 -----	4-2- 3
2.3	소프트웨어 -----	4-2-14
3.	지상 설비 -----	4-3- 1



- 3.1 ATP/TD ----- 4-3- 2
- 3.2 전자 연동 장치 ----- 4-3- 5
- 3.3 위치 보정용 지상 코일 및 ATO 승강장 송/수신기 ----- 4-3-10
- 3.4 지상 TWC 장치 ----- 4-3-17
- 3.5 전원 장치(RU, Rectifier Unit) ----- 4-3-19
  
- 4. 차상 설비 ----- 4-4- 1
- 4.1 개 요 ----- 4-4- 1
- 4.2 운전 방식 ----- 4-4- 1
- 4.3 ATC 시스템의 구성 및 기능 ----- 4-4- 8

제5장

**통신시스템**

- 1. 개 요 ----- 5-1- 1
- 1.1 통신설비의 목적 ----- 5-1- 1
- 1.2 통신설비의 종류 및 규격 ----- 5-1- 2
- 1.3 통신설비 구성일반 ----- 5-1- 2
- 1.4 통신 시스템 구성도 ----- 5-1- 5
  
- 2. 네트워크 설비 ----- 5-2- 1
- 2.1 NMS(Network Management System)시스템 -- 5-2- 1
- 2.2 LAN(Local Area Network)시스템 ----- 5-2- 1
  
- 3. 운영관리를 위한 통신설비 ----- 5-3- 1
- 3.1 전자식 자동교환기 설비 ----- 5-3- 1
- 3.2 일반전화 및 공중전화 ----- 5-3- 4
  
- 4. 열차운전을 위한 통신설비 ----- 5-4- 1
- 4.1 사령전화설비 ----- 5-4- 1
- 4.2 열차무선설비 ----- 5-4- 5
- 4.3 화상전송설비 ----- 5-4-22
  
- 5. 여객서비스를 위한 통신설비 ----- 5-5- 1



5.1	안내 방송설비	-----	5-5- 1
5.2	안내 게시기 설비	-----	5-5- 6
5.3	전기시계 설비	-----	5-5- 9
6.	설비보전을 위한 통신설비	-----	5-6- 1
6.1	TALK BACK 설비	-----	5-6- 1
6.2	설비보전용 무선설비	-----	5-6- 3
7.	통신설비용 전원설비	-----	5-7- 1
7.1	개 요	-----	5-7- 1
7.2	무정전 전원장치 (UPS)	-----	5-7- 1
7.3	전원장치 구성방안	-----	5-7- 2

제6장

**중앙 제어실**

1.	개 요	-----	6-1- 1
1.1	주요 제어장치	-----	6-1- 1
1.2	주요 운영	-----	6-1- 1
2.	종합 운행제어장치	-----	6-2- 1
2.1	열차 번호 제어	-----	6-2- 1
2.2	열차운행 상태제어	-----	6-2- 2
2.3	Supervision 과 Monitoring	-----	6-2- 2
2.4	운영 및 조정	-----	6-2- 2
2.5	열차 운행 관련 통계처리 및 자료보관	---	6-2- 3
3.	전력 제어장치(SCADA SYSTEM)	-----	6-3- 1
3.1	전력 감시와 제어	-----	6-3- 1
3.2	SCADA 시스템 설비	-----	6-3- 1

제7장

**역사설비**

1.	개 요	-----	7-1- 1
----	-----	-------	--------



2.	설계조건	7-2- 1
2.1	외기조건(인천기준)	7-2- 1
2.2	실내 온습도 조건	7-2- 1
2.3	기기 발생열 부하	7-2- 1
2.4	실내 허용 소음도	7-2- 2
2.5	실내 허용 조건	7-2- 2
3.	스크린 도어	7-3- 1
3.1	개 요	7-3- 1
3.2	설비구성 및 기능	7-3- 1
3.3	스크린도어 구성	7-3- 3
3.4	안전 센서류	7-3- 5
3.5	역사 Sub-System	7-3- 6
3.6	조작반	7-3- 8
4.	냉난방 설비	7-4- 1
4.1	기본방향	7-4- 1
4.2	에너지원 선정	7-4- 1
4.3	냉방기별 선정	7-4- 1
4.4	각 실별 냉난방 방식	7-4- 2
4.5	각 실별 냉난방 방식 개요	7-4- 2
4.6	냉 ·온열원 기기 용량	7-4- 2
5.	소화설비	7-5- 1
5.1	소방관련 규정의 적용	7-5- 1
5.2	소화설비의 적용	7-5- 1
6.	승강설비	7-6- 1
6.1	승강설비의 배치계획	7-6- 1
6.2	엘리베이터 설치계획	7-6- 1
7.	자동제어 설비	7-7- 1



8. T·A·B  
(Testing, Adjusting and Balancing) ----- 7-8- 1

9. 유지관리 계획 ----- 7-9- 1

제8장

차량기지설비

1. 개요 ----- 8-1- 1

2. 설계조건 ----- 8-2- 1

2.1 외기조건(인천기준) ----- 8-2- 1

2.2 실내 온습도 조건 ----- 8-2- 1

2.3 기기 발생열 부하 ----- 8-2- 2

2.4 관련 법규 검토 ----- 8-2- 2

2.5 실내 허용 소음도 ----- 8-2- 3

2.6 실내 허용 조건 ----- 8-2- 3

3. 냉난방 설비 계획 ----- 8-3- 1

3.1 기본방향 ----- 8-3- 1

3.2 에너지원 선정 ----- 8-3- 1

3.3 열원 온도 조건 ----- 8-3- 1

3.4 냉방기별 선정 ----- 8-3- 2

3.5 각 실별 냉난방 방식 ----- 8-3- 2

3.6 각 실별 냉난방 방식 개요 ----- 8-3- 3

3.7 냉온열원 기기 용량 ----- 8-3- 3

3.8 냉난방 배관 ----- 8-3- 3

4. 환기 설비 계획 ----- 8-4- 1

4.1 환기 설비 개요 ----- 8-4- 1

4.2 환기방식의 선정 ----- 8-4- 1

5. 차량 검수 설비 ----- 8-5- 1

5.1 개요 ----- 8-5- 1

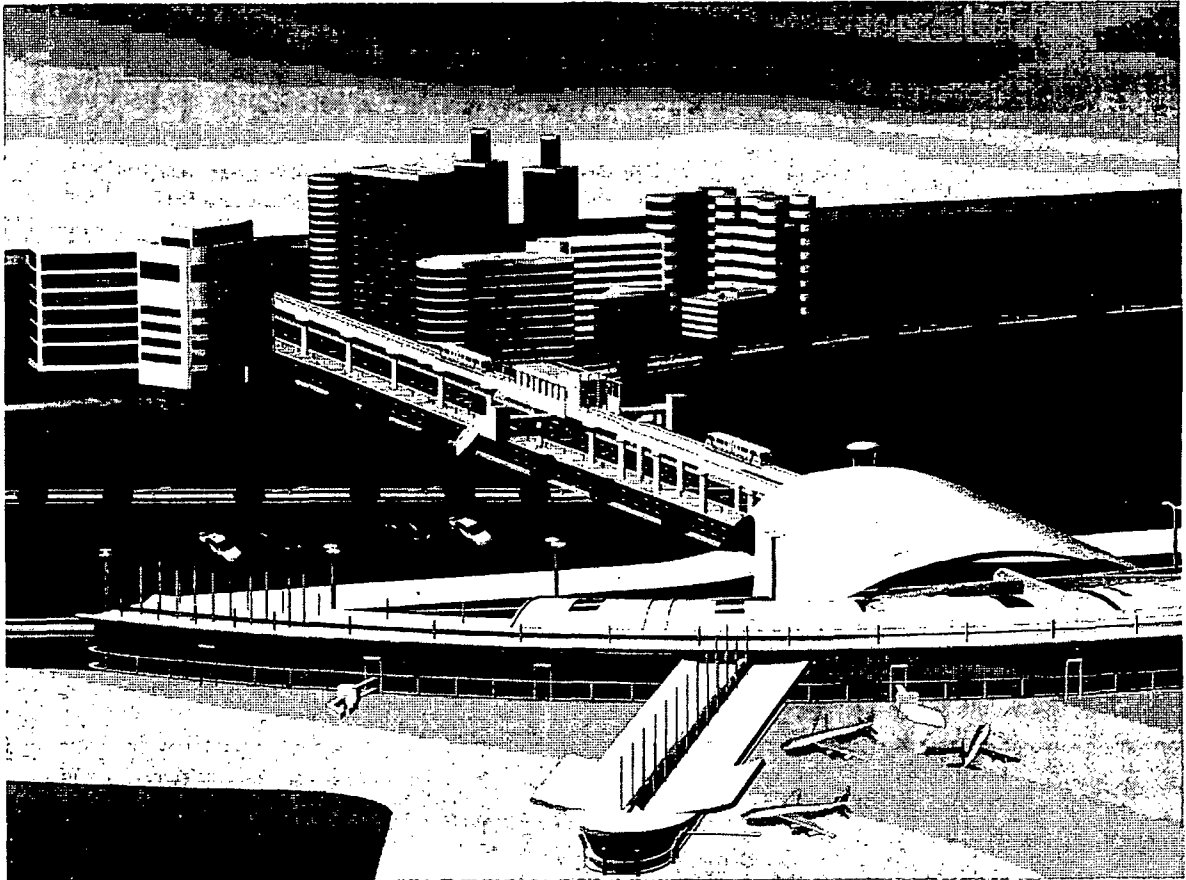
5.2 검수시설 ----- 8-5- 1



5.3	주요 검수설비 List	8-5- 2
6.	위생설비 계획	8-6- 1
6.1	급수방식	8-6- 1
6.2	급탕설비	8-6- 1
6.3	오배수 및 통기설비	8-6- 1.
7.	소화설비 계획	8-7- 1
7.1	개 요	8-7- 1
7.2	적용 소화설비	8-7- 1
8.	자동 제어 설비	8-8- 1
9.	T ·A ·B (Testing, Adjusting and Balancing)	8-9- 1
10.	에너지 절감 계획	8-10-1
11.	유지 관리 계획	8-11-1
12.	기타 설비 계획	8-12-1



제 1 부 기술적, 경제적 타당성검토





# 목 차

1.	기획조사사업 수행배경 및 경위	-----	-1- 1
1.1	배 경	-----	-1- 1
1.2	경 위	-----	-1- 1
2.	인천 신공항 개관	-----	-2- 1
2.1	착공 및 개항	-----	-2- 1
2.2	단계별 사업규모	-----	-2- 1
2.3	신공항 주요시설	-----	-2- 1
3.	신공항 내부노선 적용 교통시스템 기술검토	--	-3- 1
3.1	검토대상 시스템	-----	-3- 1
3.2	교통시스템별 주요 기술사양	-----	-3- 4
3.3	각 교통시스템별 기술사양 비교	-----	-3-18
3.4	노선별 설계기준 대비 교통시스템 적합도 비교평가	-----	-3-19
4.	자기부상열차의 기술적 타당성 검토	-----	-4- 1
4.1	자기부상열차의 요소기술 현황 및 확보기술	-----	-4- 1
4.2	자기부상열차의 주요 기술특성	-----	-4- 5
5.	자기부상열차의 경제적 타당성검토	-----	-5- 1
5.1	건설비	-----	-5- 2
5.2	운영비	-----	-5- 7
6.	종합결론	-----	-6- 1
6.1	기술적 측면	-----	-6- 1
6.2	경제적 측면	-----	-6- 6
6.3	결 론	-----	-6- 6
7.	참고자료 : 자기부상열차 개발현황 및 시장전망	-----	-7- 1
7.1	국내외 자기부상열차의 개발현황	-----	-7- 1
7.2	자기부상열차의 시장전망	-----	-7-16



## 1. 기획조사사업 수행배경 및 경위

### 1.1 배 경

인천국제공항 내부 교통시스템으로 검토해 온 고무차륜식 및 철차륜식과 더불어 순수 국내 독자기술로 개발한 자기부상열차(UTM)가 인천국제공항내 교통센터와 국제업무지역을 연결하게 될 PMS(People Mover System) 노선에 적합한 시스템인지를 검토하기 위해 자기부상열차의 기술적, 경제적 타당성을 조사하고, 건설계획, 건설후 관리 및 운영계획 등의 수립을 위해 '98.11~ '99.6까지 과학기술부 기획조사연구사업을 수행.

### 1.2 경 위

- 98. 9.16 : 국무총리께서 기계연 방문, UTM 시승
  - 실용화 준비를 위한 4 km 급 시범(시험)노선 설치 검토 지시
  - 인천국제공항내 자기부상열차 설치검토 지시
- 98. 9.24 : 국무조정실 국장급 회의 → 총리 지시사항 추진 협의
- 98.10.16 : 과학기술부 장관 인천국제공항 방문 → 자기부상 적용 제안
- 98.11.16 : 인천국제공항 PMS의 자기부상화를 위한 기획조사사업 착수
  - 수행기간 : 98.11.16~99. 6.15
  - 수행기관 : 기계연구원/현대정공(주) 공동
  - 유관기관 : 건설교통부, 인천국제공항공사 등
- 99. 3 초 : 기획조사사업 해외시찰단 현지조사(독일, 일본)
  - 국무조정실, 예산청, 과학기술부, 건설교통부, 인천국제공항공사, 기계연구원, 현대정공(주) 공동
- 99. 5.3 : 국무조정실 국무조정회의
  - '99.5.31까지 「인천국제공항 PMS의 자기부상열차화 사업의 타당성 조사」를 완료하여 그 결과를 건설교통부에 제출.
  - 건설교통부(인천국제공항공사)에서는 '99.8.31까지 타당성 조사에 대한 검토를 완료.
  - '99.10월말까지 사회간접자본건설추진위원회에 상정하여 심의 확정함.
- 99. 5.18 : 과학기술부 장관 인천국제공항 방문



## 2. 인천 신공항 개관

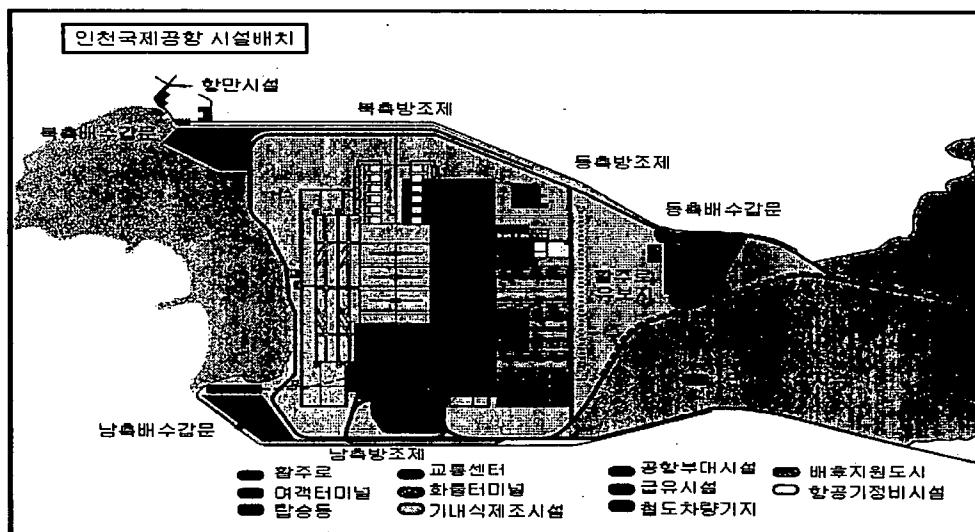
### 2.1 착공 및 개항

- 사업착공 : 1992. 11
- 개 항 : • 1 단계 : 2001. 1  
          • 2 단계 : 2020.

### 2.2 단계별 사업규모



### 2.3 신공항 주요시설





1) 주요시설

○여객터미널 :

- 제2 여객터미널은 길이 1.060 m, 너비 149 m, 높이 33 m로써 지하 1층, 지상 4층의 구조이며 연면적이 11만2천평이다.
- 추후 제1여객터미널 혼잡시 교통센터 남단에 인접하여 제2여객 터미널 설치를 계획하고 있다.(2010년 이후 예상)

○활주로 :

- 길이 3,750 m, 폭 60 m(갓길포함 84 m) 평행활주로 4개(1단계 2개)를 2근접 2독립 형태로 배치
- 우측 2개 활주로 우선 건설하고 개항시 1개 활주로만 가동

○교통센터 : 신공항철도(서울~신공항), PMS, IAT, 도로교통수단이 모두 통과하는 신공항 지상교통체계의 중심지로 2001년 개항시 완공

○국제업무지역 : 여객터미널 남측지역에 위치하며 공항관리청사, 업무용 빌딩, 호텔, 상업 편의시설, 공원, 녹지가 단계적으로 조성

- 시설규모 : 총 49,661 평

- 호 텔 : 9,890 평 2 동 (1,000 실)
- 업 무 지 역 : 11,771 평 6 동
- 상업 편의시설 : 3,675 평 1 동
- 기 타 : 24,325 평 (공항관리청사, 도로, 공원/녹지)



- 주요 건축기준



- 고도제한은 활주로 표면으로부터 45 m로 하고 건폐율은 60 %, 용적율은 호텔 700 %, 업무용 및 상업편의시설 400 % 이하

### ○ 신공항 내 전력 공급시설 :

- 24시간 운영하는 신공항의 안정적인 전력공급을 위해 열병합발전소가 설치되며 한전 전원을 예비 전원으로 사용한다.
- 열병합발전소는 에너지 효율이 80%에 이르는 첨단에너지 시설로서 1단계에는 127 MW급으로 건설된다.

## 2) 신공항 내부 교통시스템

### ○ PMS(People Mover System) 노선 :

- 신공항 지상교통체계의 중심지인 교통센터와 국제업무지역을 연결하는 신궤도 교통시스템으로서 고가궤도로 건설(약 1.8 km, 복선)
- 당초 국제업무지역 조성이 완료되어 활성화되는 2020년에 개통 예정이었으나 2005년에 개통되는 IAT 노선에 자기부상열차 적용방안을 협의하는 과정에서 조기건설 방안 논의

### ○ IAT(Intra Airport Transit) 노선 :

- 터미널2~교통센터~터미널1~탑승동(4개) 연결노선(3.4 km, 복선)
- 단계별 운행계획
  - 1단계(2000 년) : 교통센터~탑승동 B간 지하구조물 1.2 km 시공
  - 2단계(2005 년) : 터미널 1~탑승동 B 2개역 운행(0.96 km)
  - 3단계(2010 년) : 터미널 2~탑승동 D 5개역 운행(2.80 km)
  - 최종단계(2020 년) : 터미널 2~탑승동 E 6개역 운행(3.40 km)

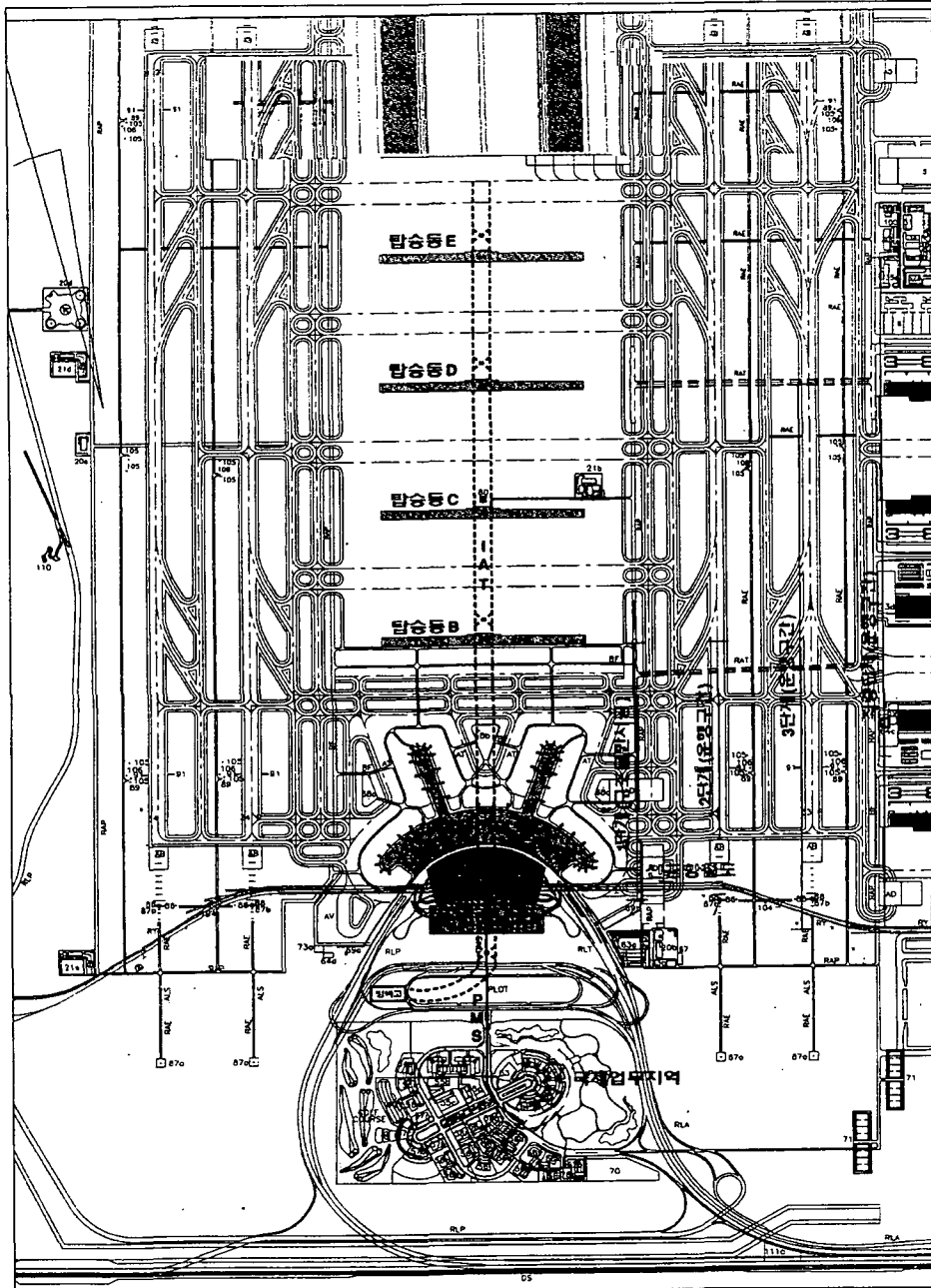


그림 2-1 신공항 내부 교통시스템



### 3. 신공항 내부노선 적용 교통시스템 기술검토

#### 3.1 검토대상 시스템

- 지난 1993년 6월 및 9월에 교통부에서 외국기관인 Lea+Elliott, Inc에 의뢰하여 IAT노선을 대상으로 실시한 기획조사 보고서 「AGT System Criteria」에서 고무차륜 방식 3개 기종 및 철차륜 방식 3개 기종을 검토대상으로 선정한 바 있음.
- IAT와 PMS 노선에 공히 적용될 수 있는 교통시스템으로는 인천 국제공항공사에서 기고려중인 고무차륜식 및 철차륜식과 더불어 국내 순수 독자기술로 개발된 자기 부상열차를 추가하여 검토하고자 함

< 표 3-1. 검토대상 교통시스템 >

차륜방식	모 델 명	개 발 회 사	비 고
고무차륜	VAL 256	MATRA (프랑스)	현재모델 VAL 208
	C 100	AEG (미 국)	현재 ADtranz로 변경
	Subway Car	Bombardier(캐나다)	
철제차륜	DLR (Dockland LRT)	GEC (영 국)	검토당시 AEG C200 주1)
	ALRT MARK II	Bombardier(캐나다)	UTDC Division
	Conventional Rapid Rail Car	각 국	
자기부상식	UTM(Urban Transit Maglev)	한국 기계연구원 현대정공(주)	

주 1) Lea+Elliott, Inc에서 검토당시 AEG C200 모델을 검토하였으나, 검토당시 C 200이 개발되지 않은 상태로 영국에서 운행중인 London Dockland Light Rail(DLR)을 기본으로 하였으나, 이후 C 200의 운행 사례가 보고된 바가 없음.

- 검토대상 시스템은 IAT 노선의 단면설계, 최대구배 설정 등을 위해 제시된 것으로서 상기 시스템은 세계적으로 공항내 내부노선 및 주요도시에서 운행중에 있으며, 각 교통시스템별 운행사례는 표 3-2 및 표 3-3과 같다.





< 표 3-2. 해외 주요 공항내 시스템별 운행사례 >

국가	설치 지역	개통 년도	노선연장 (km)	역수	차량수 (량)	모델명	개발사
미국	Tampa 공항	1971	2.2	8	8	C 100	ADtranz
	Seattle 공항	1973	2.7	8	24	C 100	ADtranz
	Atlanta 공항	1980	7.0	14	31	C 100	ADtranz
	Miami 공항	1980	0.8	2	6	C 100	ADtranz
	Orlando 공항	1981	3.5	6	18	C 100	ADtranz
	Las Vegas 공항	1985	0.8	2	4	C 100	ADtranz
	Tampa 공항(Terminal F)	1987	0.8	2	4	C 100	ADtranz
	Chicago O'Hare 공항	1992	4.2	5	23	VAL 256	Matra
	Pittsburgh 공항	1992	1.5	2	4	C 100	ADtranz
	Denver 공항	1994	3.9	7	16	C 100	ADtranz
	Newark 공항	1995	7.3	7	12	MONO RAIL	ADtranz
Honolulu 공항	1998	4.9	12	19	C 100	ADtranz	
영국	London Gatwick 공항	1988	0.6	2	2	C 100	ADtranz
	Birmingham 공항	1984	0.6	2	4	MAGLEV	GEC
	Gatwick 공항(Terminal N)	1988	2.4	2	6	C 100	ADtranz
	London Stansted 공항	1991	2.8	4	5	C 100	ADtranz
프랑스	Paris Orly 공항	1991	7.2	4	16	VAL 256	Matra
독일	Frankfurt 공항	1994	3.8	3	8	C 100	ADtranz
싱가폴	Changi 공항	1990	1.3	3	3	C 100	ADtranz



< 표 3-3. 해외 주요도시 시스템별 운행사례 >

국 가	적용도시	개통년도	노선연장 (km)	역 수	차량수 (량)	모델명	개발사
프랑스	Lille 1호선	1983	13.2	18	108	VAL 206	MATRA
	Lille 2-1 호선	1989	12.0	18	58	VAL 206	MATRA
	Lille 2-2 호선	1994	0.4	1		VAL 206	MATRA
	Lille 2-3 호선	1995	3.1	4		VAL 206	MATRA
	Lille 2-4 호선	1999	12.7	15	120	VAL 208	MATRA
	Lille 2-5 호선	2000(예정)	3.5	5		VAL 208	MATRA
	Toulouse	1993	10.0	15	16	VAL 206	MATRA
	Toulouse 연장선	2003(예정)	2.5	3	58	VAL 208	MATRA
	Rennes	2001(예정)	9.3	15	32	VAL 208	MATRA
미 국	Miami	1986	7.1	21	29	C 100	ADtranz
	Detroit	1987	4.7	13	13	ALRT MARK II	Bombardier
	Jacksonvil	1989	1.0	3	2	VAL 206	MATRA
대 만	Taipei	1996	10.8	12	102	VAL 256	MATRA
이태리	Turin	2004(예정)	9.6	15	92	VAL 208	MATRA
영 국	Dockland	1987	27.0	35	20	DLR	GEC
캐나다	Toronto	1985	7.0	6	24	ALRT MARK II	Bombardier
	밴쿠버	1986	28.8	20	114	ALRT MARK II	Bombardier



### 3.2 교통시스템별 주요 기술사양

#### 3.2.1 MATRA VAL 208

- 1) 승객 수송능력 :
  - 정원 : 98 명/량
  - 최대 : 111 명/량
- 2) 열차편성 : 2 량 1 편성(Married-pair, 타이페이), 6 량 1 편성 가능(미국)
- 3) 운행방식 : 왕복식, 순환식, 복합 순환식(pinched loop)가능
- 4) 추진 시스템 : AC 전동기, ON-Board type 제어장치
- 5) 현수장치 :
  - 1 차 : 고무 바퀴식(직경 473 mm)
  - 2 차 : 0.368 m(14.5 inches) 공기 스프링, 댐퍼
- 6) 전력공급 방식 :
  - 가선전압 : 750 VDC
  - 집 전 : 주행면의 좌우측에 설치된 수평 가이드 레일.  
(제 3 궤조방식)
- 7) 안내 시스템 :
  - 대차당 4 개의 안내 바퀴가 궤도의 양 측면을 따라서 주행.
  - 분기방식 : 레일사이에 홈을 따라서 유도되는 가이드 롤러가 있으며, 분기시에는 분기기의 위치에 따라서 본선에서 분기된다.
- 8) 공기조화설비 : 적용
- 9) 최고 속도 : 80 km/h
- 10) 차량중량 :
  - 공차 : 15.6 (ton)
  - 만차 : 22.25 (ton)
- 11) 최대 가속도 : 4.68 km/h/s
- 12) 최대 감속도 :
  - 상용 : 4.68 km/h/s
  - 최대 : 8.64 km/h/s

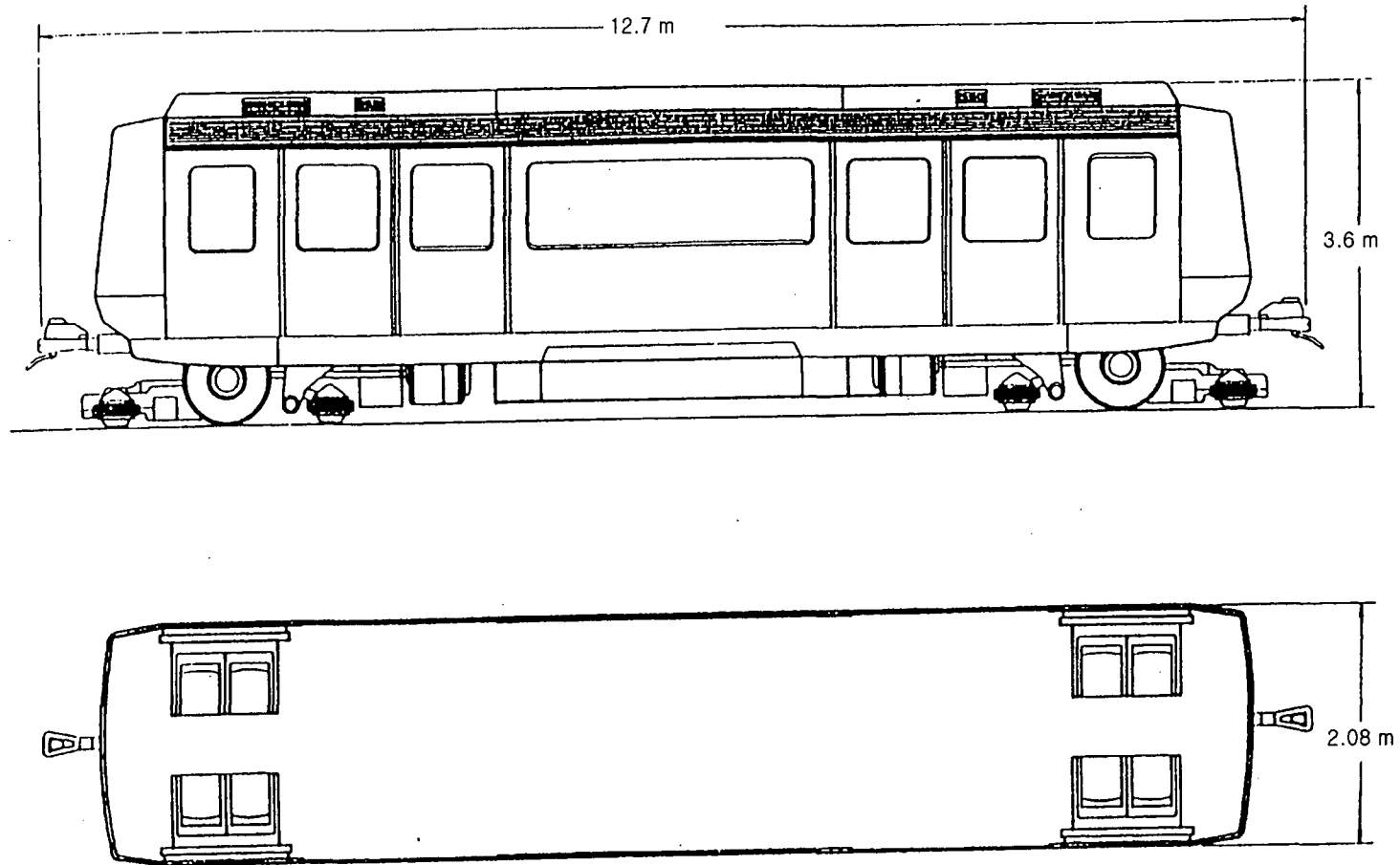


그림 3-1. VAL 208 RUBBER - TIRED TRANSIT SYSTEM



### 3.2.2 ADtranz C100

- 1) 승객 수송능력 :
  - 정원 : 98 명/량
  - 최대 : 155 명/량
- 2) 연결장치 : 각 차량 끝단에 자동 연결기(기계(1)/전기(2)/완충장치(3))설치  
수동모드상에서도 연결가능.
- 3) 운행방식 : 왕복식, 순환식, 복합 순환식(Pinched Loop)가능
- 4) 추진 시스템 : DC 직권 전동기, ON-Board type 제어장치
- 5) 하중 지지장치 :
  - 1 차 : 고무 바퀴(직경 473 mm)
  - 2 차 : 공기 스프링, 댐퍼, 판 스프링
- 6) 전력공급 방식 :
  - 가선전압 : 3 상 600 VAC, 60Hz
  - 집전 : 중앙의 가이드 빔에 설치(제 3 궤조 방식)
- 7) 안내 시스템 : 차량의 수평 휠은 가이드웨이 중앙에 설치된 I 빔을 따라 운행
- 8) 공기조화설비 : 적용
- 9) 최고 속도 : 48 km/h
- 10) 차량중량 :
  - 공차 : 14.8 (ton)
  - 만차 : 27.56 (ton)
- 11) 최대 가속도 : 3.528 km/h/s
- 12) 최대 감속도 :
  - 상용 : 3.528 km/h/s
  - 비상 : 10.94 km/h/s

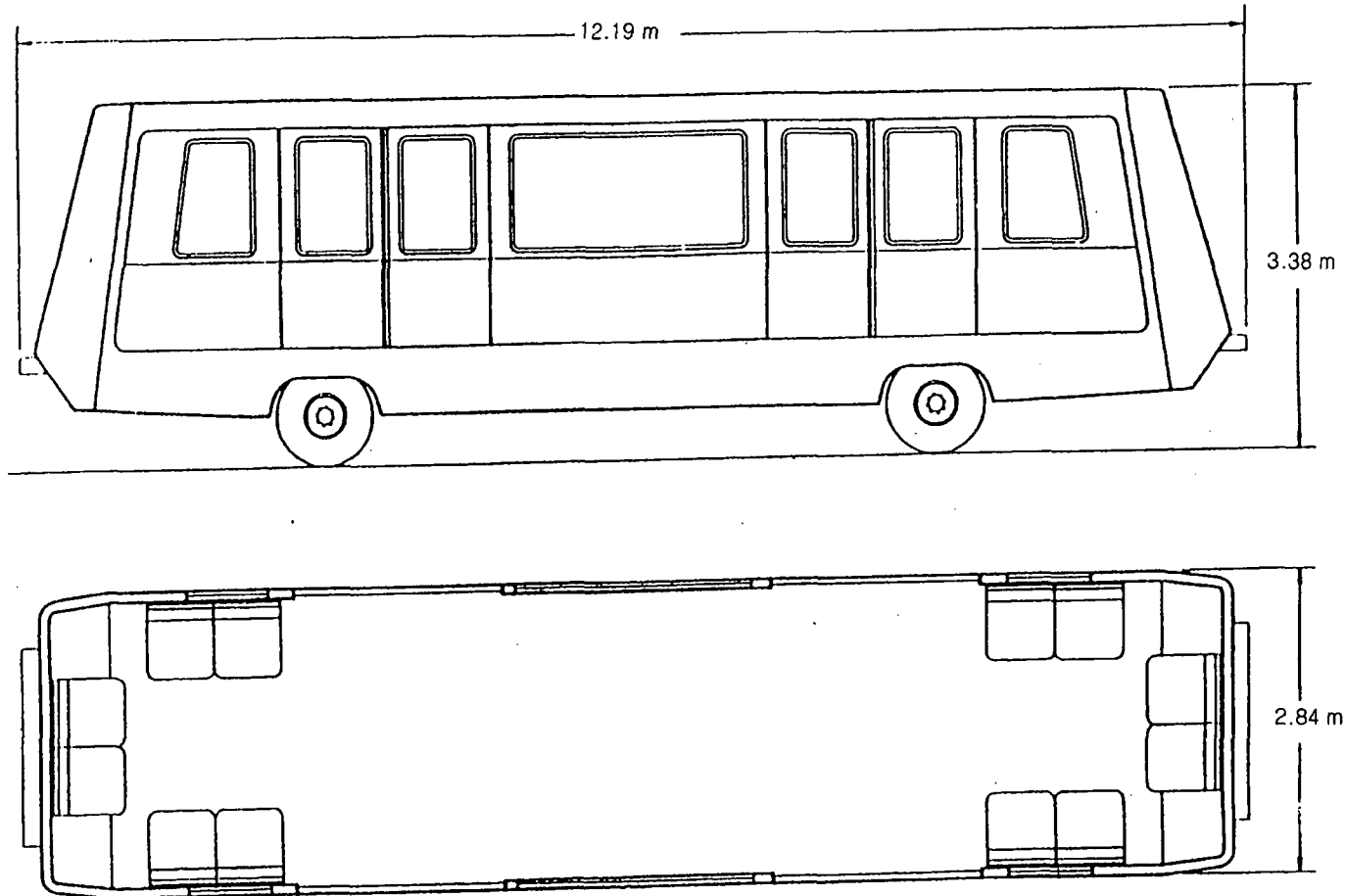


그림 3-2. ADtranz C-100



### 3.2.3 BOMBARDIER RUBBER-TIRED SUBWAY CAR

- 1) 승객 수송능력 :
  - 정원 : 150 명/량
  - 최대 : 245 명/량
- 2) 편 성 : 3 량 1 편성 (6 량 1 편성까지 가능)
- 3) 운행방식 : 순환식, 왕복식, 복합순환식(Pinched Loop) 가능
- 4) 추진 시스템 : DC 전동기, ON-Board type 제어장치
- 5) 현수장치 :
  - 1 차 : 고무타이어
  - 2 차 : 공기 스프링, 판 스프링
- 6) 전력공급 :
  - 가선전압 : 750 VDC
  - 집전 : 제 3 궤조 방식
- 7) 안내시스템 : 량당 4 개의 고무 타이어와 콘크리트 궤도에 2 개의 철레일로 구성
- 8) 공기조화설비 : 적용
- 9) 최고 속도 : 72.5 km/h
- 10) 차량중량 :
  - 공차 : 26.99 (ton)
  - 만차 : 44.8 (ton)
- 11) 최대 가속도 : 4.94 km/h/s
- 12) 최대 감속도 :
  - 상용 : 6.35 km/h/s
  - 비상 : 6.35 km/h/s

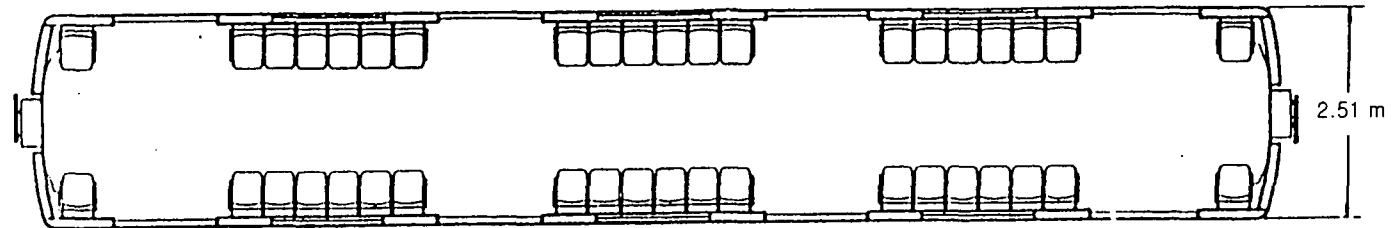
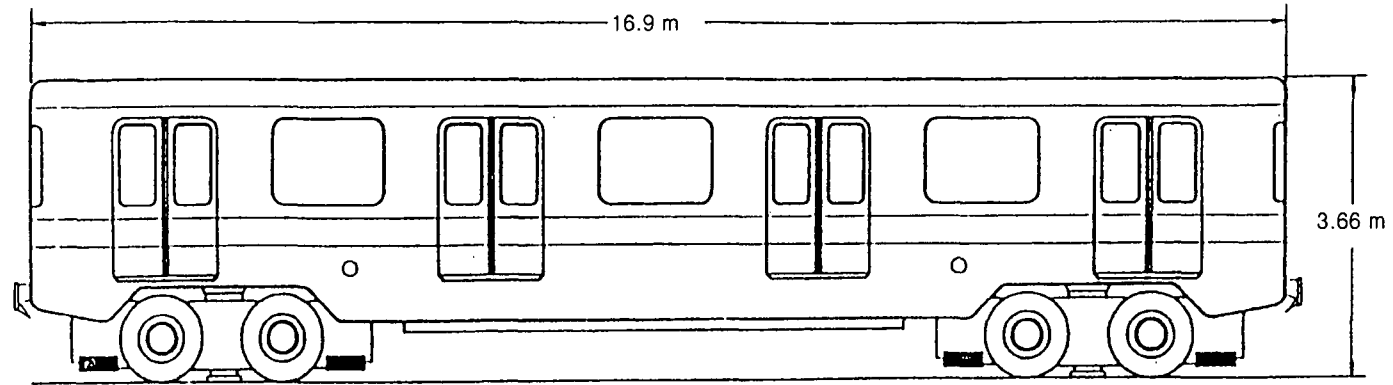


그림 3-3. BOMBARDIER RUBBER-TIRED SUBWAY CAR





### 3.2.4 GEC DLR

- 1) 승객 수송능력 :
  - 정원 : 218 명/편성
  - 최대 : 284 명/편성
- 2) 연결장치 : 연접 대차형, 각 차량에 자동 연결기
- 3) 운행방식 : 순환식, 왕복식, 복합순환식(Pinched Loop) 가능
- 4) 견인 전동기 : Chopper, DC 회전형 전동기
- 5) 하중 지지장치 :
  - 1 차 : 철차륜
  - 2 차 : 공기 스프링, 댐퍼
- 6) 전력공급 :
  - 가선전압 : DC 750
  - 집전 : 제 3 궤조방식
- 7) 안내시스템 : 일반레일(궤간 1.44m)
- 8) 공기조화설비 : 적용
- 9) 최고 속도 : 80 km/h
- 10) 차량중량 :
  - 공차 : 39.3 (ton)
  - 만차 : 60.0 (ton)
- 11) 최대 가속도 : 3.96 km/h/s
- 12) 최대 감속도 :
  - 상용 : 4.68 km/h/s
  - 비상 : 4.68 km/h/s

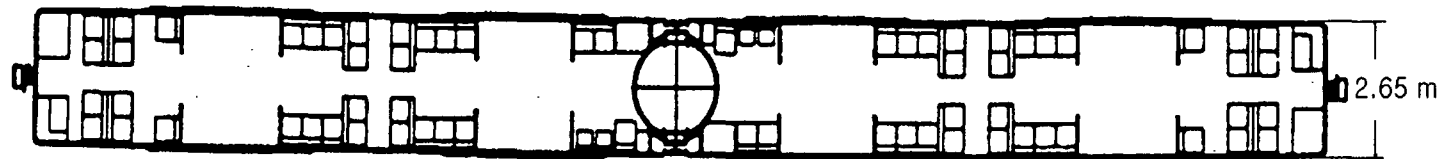
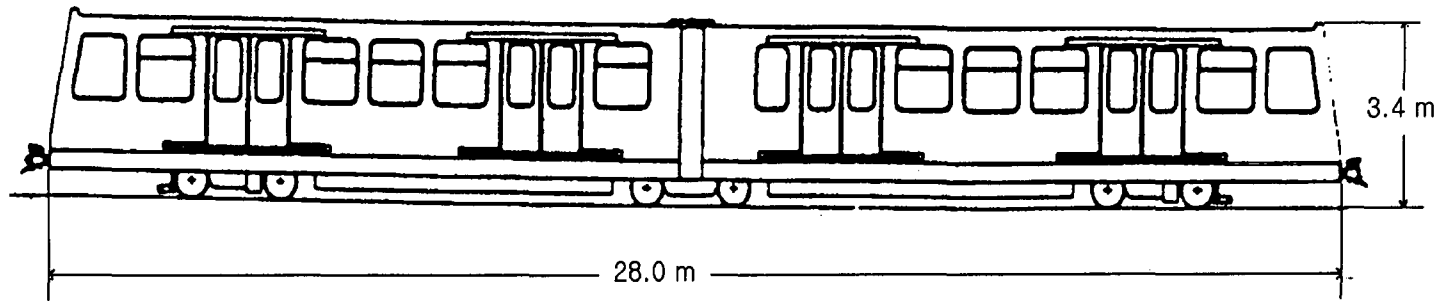


그림 3-4. GEC · DLR



### 3.2.5 UTDC ALRT MARK II

- 1) 승객 수송능력 :
  - 정원 : 146 명/량
  - 최대 : 256 명/량
- 2) 편성 : 2 ~ 6 량 1 편성
- 3) 운행 방식 : 순환, 왕복 및 복합 순환식 가능
- 4) 추진 시스템 : 선형 유도전동기, VVVF Inverter
- 5) 하중 지지장치 :
  - 1 차 : 철차륜 (직경 460 mm)
  - 2 차 : 탄성고무
- 6) 전력공급 방식 :
  - 가선전압 : 600 VDC (750 VDC Optional)
  - 집전 : 두 개의 Bus Bar 를 주행용 레일과 평행하게 설치  
(제 3 궤조방식)
- 7) 안내 방식 : 철차륜과 철레일
- 8) 공기조화설비 : 적용
- 9) 최고 속도 : 72 km/h
- 10) 차량 중량 :
  - 공차 : 19.3 (ton)
  - 만차 : 36.4 (ton)
- 11) 최대 가속도 : 4.6 km/h/s
- 12) 최대 감속도 :
  - 상용 : 3.5 km/h/s
  - 비상 : 4.2 km/h/s

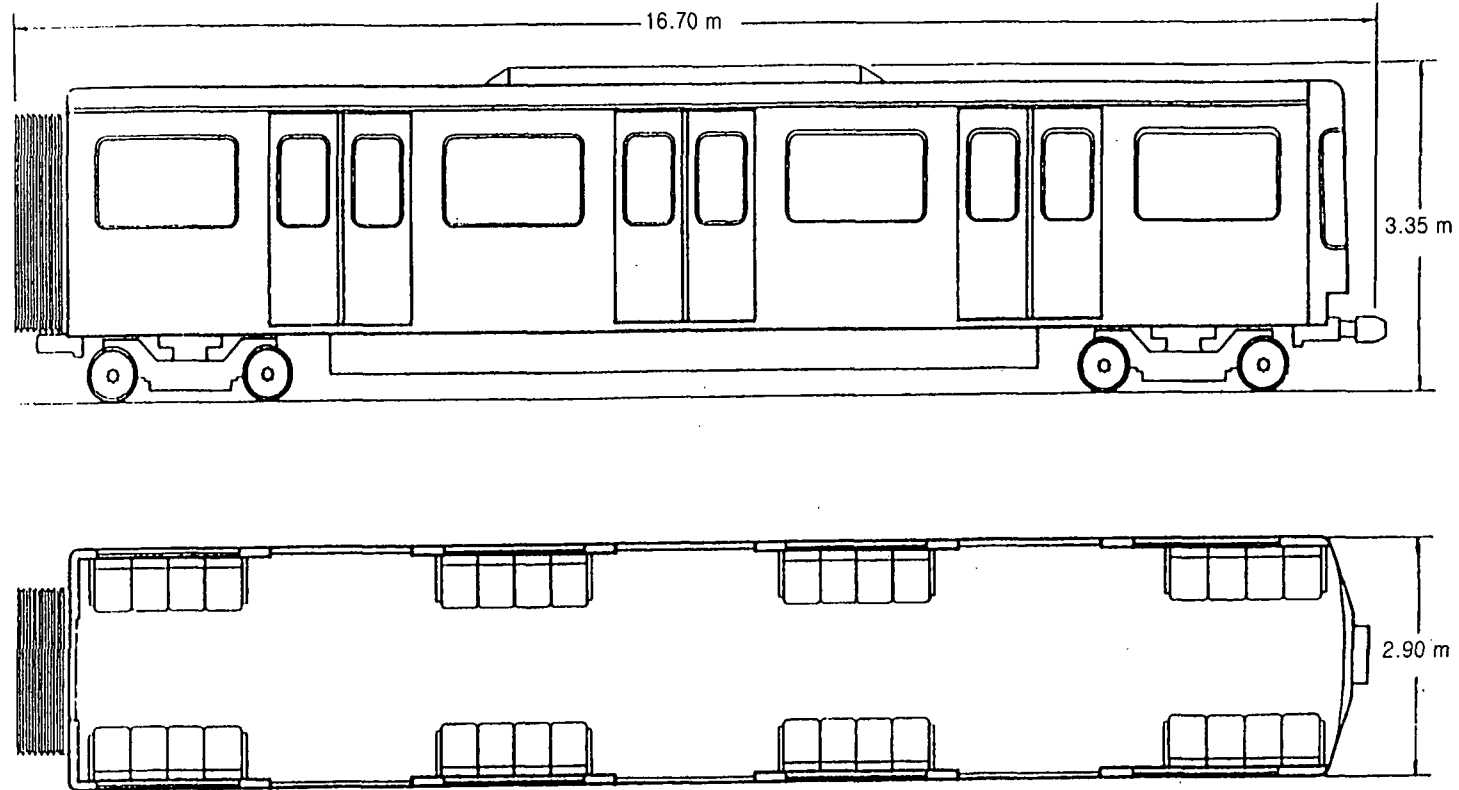


그림 3-5. UTDC ALRT MARK II



### 3.2.6 Conventional Rapid Rail Car (일반 전동차)

- 1) 승객 수송능력 :
  - 정원 : 220 명/량
  - 최대 : 335 명/량
- 2) 편성 : 2 ~ 10 량 1 편성
- 3) 운행 방식 : 순환, 왕복, 복합 순환식 가능
- 4) 추진시스템 : 회전형 전동기
- 5) 하중 지지장치 :
  - 1 차 : 철차륜
  - 2 차 : 공기 스프링, 댐퍼
- 6) 전력공급 방식 :
  - 가선전압 : 600 VDC 혹은 750 VDC
  - 집전 : 제 3 궤조방식
- 7) 안내방식 : 철차륜과 철레일
- 8) 공기조화설비 : 선택
- 9) 최고 속도 : 100 km/h
- 10) 차량 중량 :
  - 공차 : 35.8 (ton)
  - 만차 : 65.7 (ton)
- 11) 최대 가속도 : 3.2 km/h/s
- 12) 최대 감속도 :
  - 상용 : 3.2 km/h/s
  - 비상 : 3.5 km/h/s

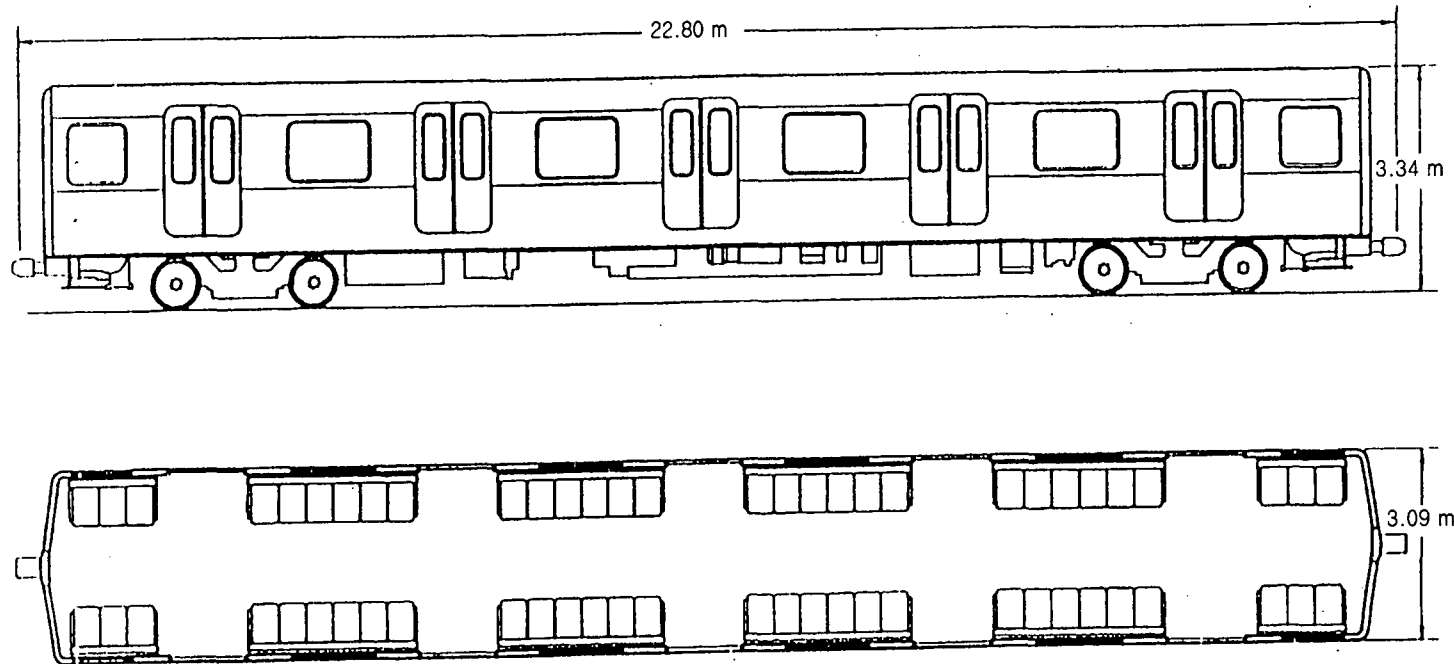


그림 3-6. CONVENTIONAL RAPID RAIL CAR



### 3.2.7 자기부상열차

- 1) 승객 수송능력 :
  - 정원 : 116 명/량
  - 최대 : 148 명/량
- 2) 연결장치 : 2량 1편성, 4량 1편성 가능
- 3) 운행방식 : 순환식, 왕복식, 복합 순환식 가능
- 4) 견인전동기 : 선형 유도전동기, VVVF Inverter
- 5) 현수장치 :
  - 1차 : 전자석
  - 2차 : 공기 스프링, 댐퍼
- 6) 전력공급 :
  - 가선전압 : 1500 VDC
  - 집전 : 궤도 양측면에 가선 설치(제 3 궤조방식)
- 7) 안내시스템 :
  - 상용 : 전자석에 의한 횡방향제어
  - 비상 : 안내 휠(4개/대차)
- 8) 공기조화설비 : 적용
- 9) 최고 속도 : 80 km/h
- 10) 차량중량 :
  - 공차 : 18.0 (ton)
  - 만차 : 28.0 (ton)
- 11) 최대 가속도 : 3.6 km/h/s
- 12) 최대 감속도 :
  - 상용 : 3.6 km/h/s
  - 비상 : 4.5 km/h/s

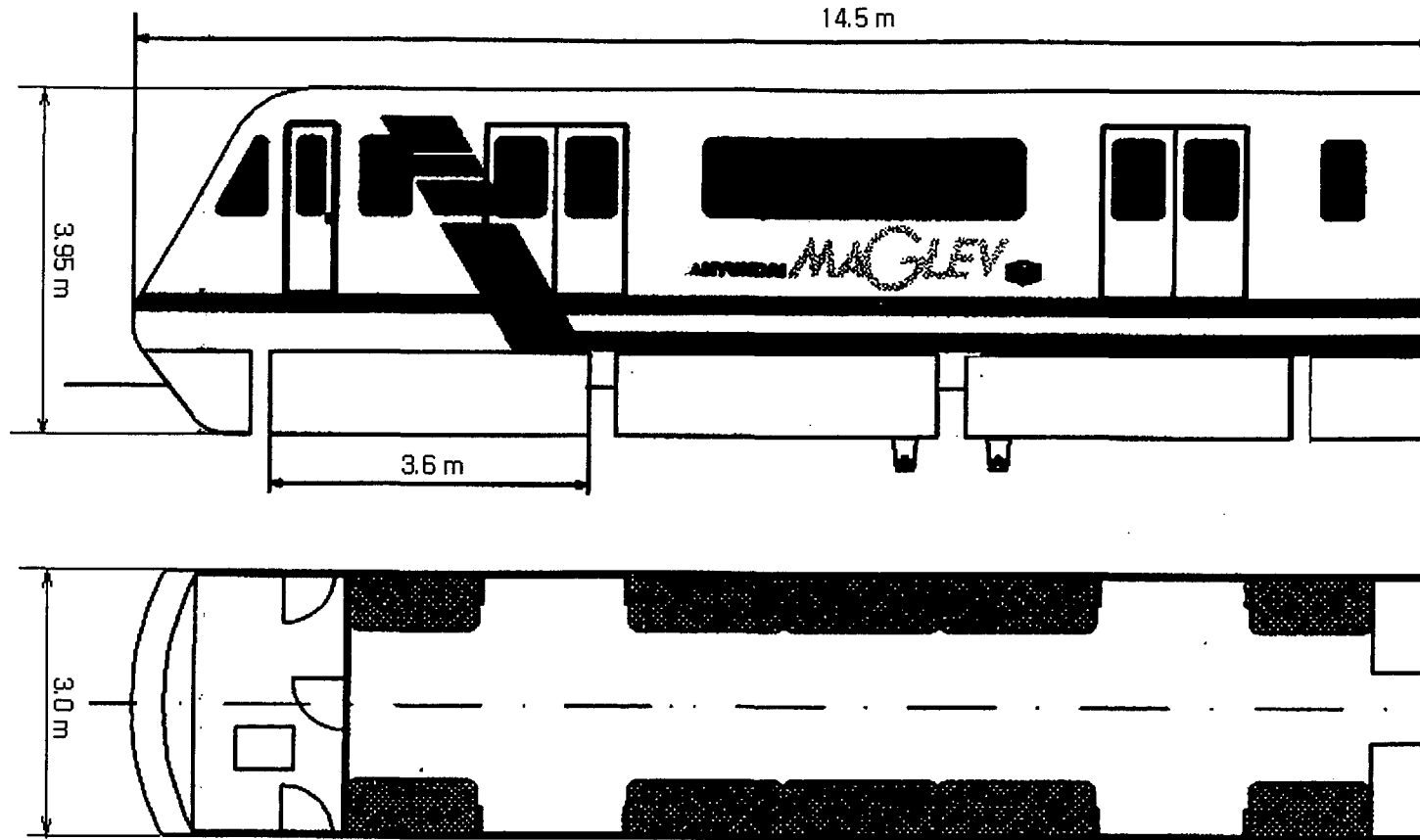


그림 3-7. 자기부상열차(PMS 노선용)





3.3 각 교통시스템별 기술사양 비교

항 목		고무차륜 방식			철차륜 방식			자기부상열차
		VAL 208	C100	Subway Car	DLR	ALRT MARK II	Conventional Rapid Rail Car	PMS 적용 열차
량당 수송능력(명)	정 원	98	96	150	218/Unit	146	220	116
	최 대	111	155	245	284/Unit	256	335	148
열차편성(량)		1 or 2 or 4 or 6	1 or 2 or 3	1 or 2 or 3	1 Unit	2 ~ 6	2 or 4 or 8	2 or 4 or 6
차량치수(L x H x W, m)		12.7 x 3.6 x 2.08	12.19 x 3.38 x 2.84	16.9 x 3.66 x 2.51	28.0 x 3.4 x 2.65	16.7 x 3.35 x 2.90	22.8 x 3.34 x 3.09	15.0 x 3.95 x 3.0
운행 방식		- 순환식(Loop) - 복합순환식(Pinched Loop) - 왕복식(Shuttle) 가능	좌 동	좌 동	좌 동	좌 동	좌 동	좌 동
견인 전동기		AC 회전형 전동기	DC 회전형 전동기	DC 회전형 전동기	DC 회전형 유도전동기	선형 유도전동기	회전형 전동기	선형 유도전동기
하중지지		- 1 차 : 고무차륜 - 2 차 : 공기스프링 + 댐퍼	- 1 차 : 고무차륜 - 2 차 : 공기스프링 + 댐퍼 + 판스프링	- 1 차 : 고무차륜 - 2 차 : 공기스프링 + 판스프링	- 1 차 : 철차륜 - 2 차 : 공기스프링 + 댐퍼	- 1 차 : 철차륜 - 2 차 : 탄성 고무	- 1 차 : 철차륜 - 2 차 : 공기스프링 + 댐퍼	- 1 차 : 전자석 - 2 차 : 공기스프링 + 댐퍼
가선전압(V)		DC750	AC600(3 상)	DC750	DC 750	DC600, 750	DC600, 750	DC1,500
집전 방식		제 3 궤조	제 3 궤조	제 3 궤조	제 3 궤조	제 3 궤조	제 3 궤조	제 3 궤조
안내방식		4 개의 안내 휠, 1 개의 안내 Roller	횡방향 휠 Center I Beam,	4 개의 안내 휠, 1 개의 안내 Roller	철차륜 및 레일	철차륜 및 레일	철차륜 및 레일	전 자 석
최고 운행속도(km/h)		80	48	72.5	80	72	100	80
량당중량 (ton)	공 차	15.6	14.8	27	39.3/Unit	19.3	35.8	18
	만 차	22.25	27.56	44.8	60.0/Unit	36.4	65.7	28
최대 가속도 (km/h/s)		4.68	3.5	4.94	3.96	4.6	3.2	3.6
최대 감속도 (km/h/s)	상 용	4.68	3.5	6.35	4.68	3.5	3.2	3.6
	비 상	8.64	10.9	6.35	4.68	4.2	3.5	4.5
최대 등판능력 (%)		7	7	7	3	8	3	8
최소 곡선통과능력 (mR)		40	40	40	38	60	100	60



### 3.4 노선별 설계기준 대비 교통시스템 적합도 비교평가

- 최근 신공항공사에서는 「Lea + Elliott」의 보고서 「AGT System Criteria」를 기본으로 하여 PMS 및 IAT 노선 설계기준을 표 3-2와 같이 설정하였다.

< 표 3-2. IAT 및 PMS 노선 설계기준 >

구 분	IAT	PMS	비 고
구축한계(B×H) (m)	5.0×4.5	5.0×4.5	
최고 운행속도 (km/h)	72	72	
최대 가속도 (m/sec <sup>2</sup> )	0.98	0.98	
최대 감속도 (m/sec <sup>2</sup> )	0.98	0.98	상용감속도
수 송 수 요 (PPHD)	14,400	3,376	
편 성 량 수 (량)	3~5	2	
운 행 방 식	Pinched Loop	복선 셔틀	
운 전 시 격 (분)	1.81	4.0	
플랫폼 길이 (m)	70	43	
플랫폼 높이 (m)	1.65	1.65	
최 급 구 배 (%)	6	6	
최소곡선반경 (m)	200	200	

- 해외 주요 공항 및 도시지역에서 대표적으로 많이 운영되고 있는 고무차륜식 2종(VAL 208, C 100), 철차륜식 2종(DLR, ALRT MARK II)와 더불어 자기부상식(UTM)을 선정하여, 상기 설계기준 대비 교통 시스템별 적합도를 비교평가한 결과는 표 3-3 및 표 3-4와 같다.



< 표 3-3. PMS 노선 설계기준 대비 교통시스템 적합도 비교평가 >

● : 충족/우수, ○ : 미흡

설계조건 (인천국제공항공사 제시)	평가기준	고무차륜식				철차륜식				MAGLEV UTM (자기부상식)	
		MATRA VAL 208		ADtranz C100		GEC DLR(회전형 모타)		UTDC ALRT MARK II (리니어 모타)			
건축물 구축한계 : 5.0×4.5 (m)	차량크기(폭×높이)	2.08×3.60	●	2.84×3.38	●	2.65×3.40	●	2.90×3.35	●	3.00×3.95	●
운행 속도 : 72 km/h 이상	운행속도	80	●	48	○	80	●	72	●	80	●
최대 가속도 : 0.98 m/sec <sup>2</sup>	최대 가속능력	1.30	●	0.97	○	1.1	●	1.28	●	1.00	●
최대 감속도 : 0.98 m/sec <sup>2</sup> (상용시)	최대 감속능력	1.30	●	0.97	○	1.3	●	0.98	●	1.00	●
수송 수요(인 / 방향.시간) : 3,376 PPHD	수송능력	3,330	●	4,650	●	4,260	●	7,680	●	4,440	●
	(최대 승차인원/량)	111		155		284		256		148	
(편성수 : 2량 기준)	(편 성 수)	2 량		2 량		1 Unit		2 량		2 량	
(운행시격 : 4분 이하)	(운행시격)	4 분		4 분		4 분		4 분		4 분	
역사길이 : 43 m	편성당 길이	25.40	●	24.38	●	28.00	●	33.40	●	30.00	●
	(량당 길이)	12.70		12.19				16.70		15.00	
최급 구배 : 6 %	최대 구배 등판능력	7 %	●	7 %	●	3 %	○	8 %	●	8 %	●
최소 곡선반경 : 200 m	최소 곡선 통과능력	40 m	●	40 m	●	38 m	●	60 m	●	60 m	●



< 표 3-4. IAT 노선 설계기준 대비 교통시스템 적합도 비교평가 >

● : 충족/우수 , ○ : 미흡

설계조건 (인천 국제공항공사 제시)	평가기준	고무차륜식				철차륜식				MAGLEV UTM (자기부상식)	
		MATRA VAL 208		ADtranz C100		GEC DLR(회전형 모타)		UTDC ALRT MARK II (리니어 모타)			
건축물 구축한계 : 5.0×4.5 (m)	차량크기(폭×높이)	2.08×3.60	●	2.84×3.38	●	2.65×3.40	●	2.90×3.35	●	3.00×3.95	●
운행 속도 : 72 km/h 이상	운행속도	80	●	48	○	80	●	72	●	80	●
최대 가속도 : 0.98 m/sec <sup>2</sup>	최대 가속능력	1.30	●	0.97	○	1.1	●	1.28	●	1.00	●
최대 감속도 : 0.98 m/sec <sup>2</sup> (상용시)	최대 감속능력	1.30	●	0.97	○	1.3	●	0.98	●	1.00	●
수송 수요(인 / 방향.시간) : 14,400 PPHD	수송능력	14,785	●	20,646	●	18,914	●	33,099	●	19,713	●
	(최대 승차인원/량)	111		155		284		256		148	
(편성수 : 2량 기준)	(편성수)	4 량		4 량		2 Unit		4 량		4 량	
(운행시격 : 4분 이하)	(운행시격)	1.8 분		1.8 분		1.8 분		1.8 분		1.8 분	
역사길이 : 70 m	편성당 길이	50.80	●	48.76	●	56.00	●	66.80	●	60.00	●
	(량당 길이)	12.70		12.19				16.70		15.00	
최급 구배 : 6 %	최대 구배 등판능력	7 %	●	7 %	●	3 %	○	8 %	●	8 %	●
최소 곡선반경 : 200 m	최소 곡선 통과능력	40 m	●	40 m	●	38 m	●	60 m	●	60 m	●



## 4. 자기부상열차의 기술적 타당성 검토

### 4.1 자기부상열차의 요소기술 현황 및 확보기술

주요 장치에 있어서 기존 열차와 자기부상열차의 차이는 표 4-1과 같다.

〈 표4-1. 기존 열차와 자기부상열차의 차이점 〉

항 목		기존 열차	자기부상열차	비 고
차체지지 방식		철, 고무차륜	전자석으로 차체를 부상	대차 형태가 틀림
구동 방식 (추진)	전동기	회전형 전동기	선형 전동기	
	전력변환 (제어)	VVVF Inverter 또는 Chopper	VVVF Inverter	
제동 방식	전기적	회생제동	회생제동	
	기계적	공기제동	공기제동	
보조전원 방식		Static Inverter	Static Inverter	
집전 방식		가공선식 또는 제3궤조 방식	제3궤조 방식	

상기 표에서 보는바와 같이 자기부상열차는 기존 열차와 비교하여 차체지지 및 구동 전동기 방식을 제외하고는 기본적으로 같다.

기존 열차는 바퀴에 의한 기계적인 힘으로 차체가 지지되는 반면 자기부상열차는 전자석에 의한 전기적인 힘으로 차체가 지지된다.

또한 기존 열차는 회전 전동기에 의한 회전력으로 바퀴가 구동하지만 자기부상열차는 바퀴가 없으므로 선형 전동기를 사용한다.



### 4.1.1 차체지지(부상)의 기술

상전도 흡인식 자기부상열차의 부상시스템은 다음 그림과 같이 전자석, 전력 변환장치(Chopper), 제어기 및 Sensor로 구성되며, 부상 제어기의 제어 값이 Chopper에 전달되고 Chopper는 제어 값에 따른 전력을 변환하여 전자석에 인가하며, 이 때 전자석에서 발생하는 힘으로 차체를 지지(부상)하게 된다.

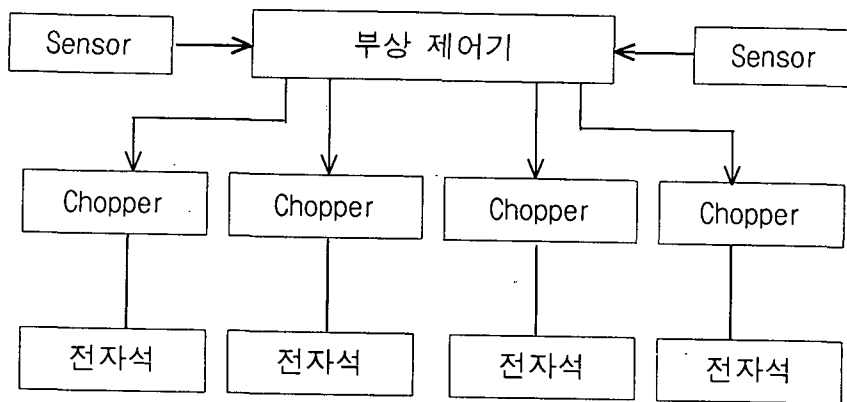


그림 4-1. 부상시스템 구성도

#### 1) 전자석

전자석은 리액터, 변압기 및 전동기 등과 같이 철심, 코일 및 절연부로 나누어진다. 따라서 해석 및 제작상에 있어서의 기술도 이들과 거의 유사하며, 일반 산업체에도 많이 적용되고 있어 국내기술로 설계, 제작이 가능함

#### 2) Chopper

최근의 전동차에서는 유도(교류)전동기의 사용으로 VWF Inverter에 의한 전력변환을 하고 있지만, 종래 직류 전동기를 사용한 전동차에서는 Chopper에 의한 전력변환을 하였다. 자기부상열차의 부상용 전력도 직류이므로 이것을 변환하기 위해서는 Chopper를 사용하며, 이는 직류 전동기용 Chopper와 동일한 기술이다. 국내 전동차용 Chopper는 '88년에 개발하여 서울지하철 및 부산지하철에 적용한바 있으므로 국내기술로 신뢰성있는 제품의 설계, 제작이 가능함



3) 부상 제어기

부상 제어기의 경우 기존 열차에서는 사용하지 않는 기술이며, 그 방식에는 아날로그와 디지털이 있으며, 디지털은 하드웨어와 소프트웨어 부분이 있다. 국내의 경우 자체적으로 아날로그 방식의 제어기를 개발·적용해 왔으나 EXP0'93용 자기부상열차에서는 독일로부터 아날로그 기술의 지원을 받아 성공리에 전시·운행을 마친바 있다. 이 기술을 바탕으로 도시형 자기부상열차(UTM-01)에서는 디지털 방식으로 변경하였으며, 디지털 제어기는 산업체에서 널리 사용되고 있는 VME 시스템의 사용으로 우수한 안정성과 신뢰성을 확보하게 되었다.

- '89년 HML-01                    아날로그 방식
- '90년 KOMAG-01                아날로그 방식
- '91년 HML-02                    아날로그 방식
- '92년 KIMM시제                 아날로그 방식
- '93년 HML-03(EXP0'93)        아날로그 방식(독일의 기술지원)
- '95년 UTM-01 1호 차량        디지털 방식(DSP Board)
- '97년 UTM-01 2호 차량        디지털 방식(VME Bus System)

4.1.2 구동(추진) 기술

자기부상열차의 구동 전동기로는 기존 회전형 대신 선형 전동기 방식을 사용하지만 전력변환장치는 회전형 전동기와 같은 VWF Inverter를 사용한다.

1) 선형 유도전동기

회전형 전동기와 선형 전동기는 설계 및 제작에 있어서 기본적으로는 거의 동일한 기술이지만, 회전형 전동기는 1차와 2차 축의 공극이 작고, 프레임 구조가 밀폐형으로 되어있으나 선형 전동기는 공극이 크고, 개방형으로 되어 있기 때문에 국내기술로 신뢰성있는 제품의 설계, 제작에 문제가 없음



2) VWF Inverter

회전형 전동기를 사용하는 차륜식은 열차의 가/감속시 회전운동을 직선운동으로 변화하는 과정에서 레일과 바퀴 사이에서 Slip과 Sliding이 발생할 수 있으나, 자기부상열차는 이러한 현상이 없으므로 전력변환장치인 VWF Inverter의 설계가 차륜식 보다 용이하므로 국내기술로 신뢰성있는 제품의 설계, 제작에 문제가 없음

국내 VWF Inverter의 주요 개발실적은 다음과 같다.

- '92년 300kVA급 개발
- '95년 전동차용 1500kVA급 GTO Inverter 개발
- '96년 자기부상열차용 1000kVA급 GTO Inverter 개발
- '96년 「전동차용 견인전동기 가변속 제어장치 기술」 국산 신기술 인정서(KT) 획득
- '97년 자기부상열차용 1000kVA급 IGBT Inverter 개발
- '97년 전동차용 1600kVA급 IGBT Inverter 개발

**4.1.3 보조전원장치 기술**

모든 차종의 열차에는 구동에 필요한 전원 외 냉·난방, 공기압축기, 조명 및 각종 제어용 전원들이 필요하며, 이들의 전원형태(교/직류, 전압레벨 등) 및 용량은 차이가 있을 수 있지만 보조전원장치의 Scheme은 거의 동일하므로 자기부상열차용 보조전원장치도 같은 기술을 이용하므로 신뢰성 확보에 문제가 없음. 국내 보조전원장치의 주요 개발실적은 다음과 같다.

- '90년 철도청 1호선용 개발
- '90년 서울시 2호선용 개발
- '91년 부산시 1호선용 개발
- '93년 철도청 과천선용 개발
- '94년 철도청 일산선용 개발
- '95년 「DSP를 이용한 190kVA급 보조전원장치 기술」 국산 신기술 인정서(KT) 획득
- '96년 자기부상열차용 3 Level IGBT SIV 개발
- '97년 전동차용 IGBT SIV 개발





## 4.2 자기부상열차의 주요 기술특성

### 4.2.1 소음특성

#### 4.2.1.1 개 요

최근 운행되고 있는 모든 열차들은 승객에게 보다 편리하고 안락함을 주기 위해 기능뿐만 아니라 소음, 승차감 등을 고려한 설계·제작이 이루어지고 있다.

자기부상열차는 궤도와 비접촉으로 주행하므로 바퀴식 열차에 비하여 소음레벨이 낮지만 가·감속시 각종 전장품의 磁氣音이 존재한다.

본 검토에서는 현재 개발되어 있는 도시형 자기부상열차(UTM-01)와 타 차종과의 소음치를 비교·검토하고자 한다.

#### 4.2.1.2 소음 발생원

소음의 발생원은 구조물, 궤도, 설비 및 차량 등이 복합적인 형태로 작용하므로 전반적인 시스템 측면에서 접근해야 한다. 이러한 소음들의 저감 대책에서 가장 기초적인 원칙은 먼저 소음의 발생원을 규명하고 소음의 큰 요인부터 작은 요인의 순으로 저감 대책을 수립해 나가는 것이 일반적이다.

고속형 열차의 경우 가장 큰 소음원은 공력소음이지만 저속형 바퀴식 열차의 경우에는 바퀴와 레일사이에서 발생하는 마찰음, 차량과 차량 사이의 연결부에서 발생하는 기계음 그리고 각종 전장품의 스위칭시 발생하는 磁氣音 등이 있을 수 있다. 그러므로 소음저감의 대책은 특정한 분야만의 관련 사항이 아닌 종합적인 시스템 측면에서 검토되어야 하는 관계로 용이하지가 않다.

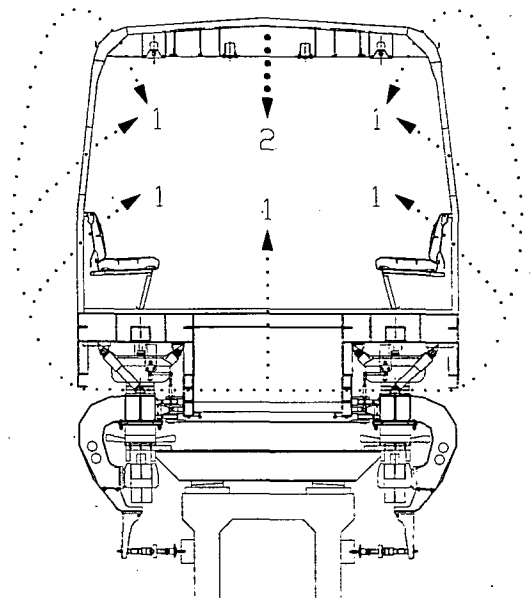
그러나 자기부상열차는 일정 높이를 부상하여 차량이 궤도와 비접촉으로 주행하기 때문에 기계적 마찰음은 거의 없다. 그러므로 전장품의 스위칭시 발생하는 磁氣音이 상대적으로 가장 큰 요인이 되고, 그 중에서도 열차의 가·감속시 추진계통의 전장품에서 발생하는 소음이 주요 요인이 되고 있다.



#### 4.2.1.3 소음 전파경로

차체의 외부에 취부된 기기들로부터 발생된 소음이 실내로 전파되는 경로는

- 대차나 차체의 구조물을 통하여 진동의 형태로 차체를 가진하여 실내로 전달 (구조음 : Structure-borne noise) 되기도 하고
- 출입구나 창문 등의 개구부를 통하여 직접적으로 실내로 전달(공기음 : Air-borne noise) 되기도 한다.
- 또한 발생된 소음이 공기중을 통하여 전파되어 차체를 가진 시킴으로써 실내로 유입되는 2차 고체음(Second structure-borne noise)의 형태도 있다.



- 1 : 외부로부터 전달되는 공기소음
- 2 : 내부 기기에 의한 공기소음

그림 4-2. 차량내부 소음전파경로



(가) 실내 소음

표 4-2 는 국내외 주요 차종별 실내 소음의 측정치를 보여주고 있다.

표 4-2. 실내 소음치의 비교

차 종	소음레벨 [dB(A)]	수직 측정점	열차속도 [km/h]	비고
고무차륜 (VAL)	75	객실중앙바닥에서 위로 1.5m	75	
철차륜 (마닐라 경전철)	70	객실중앙바닥에서 위로 1.5m	60	현대정공 납품 연접형 경전철
철차륜 경전철 (Maryland)	71.8	객실중앙바닥에서 위로 1.5m	64	ADtranz 납품 연접형 경전철
기존 지하철	80~83	객실중앙바닥에서 위로 1.6m	75	
자기부상열차 (HSST-100L)	64.3	객실중앙바닥에서 위로 1.2m	60	
자기부상열차 (UTM-01)	66.6	객실중앙바닥에서 위로 1.6m	38.5	

실내 소음치의 비교에서 각 차종별 소음의 측정점과 속도(UTM-01 을 제외)는 거의 비슷하다. 기 개발된 UTM-01 은 선로 여건상 38.5km/h에서 측정되었지만 그림 1-5 의 일본 중 저속형 자기부상열차 HSST-100L 의 실내 소음 측정 결과에서 볼 수 있 듯이 자기부상열차의 경우 궤도와 비접촉 방식으로 주행하고 또한 저속으로 주행하 므로 풍압에 의한 소음의 영향이 적기 때문에 속도변화에 따라 소음치는 거의 일정 하다. 따라서 기 개발된 UTM-01 의 경우에도 시속 70km 로 주행하여도 현재와 비슷 한 수준의 소음특성을 나타낼 것으로 판단된다.

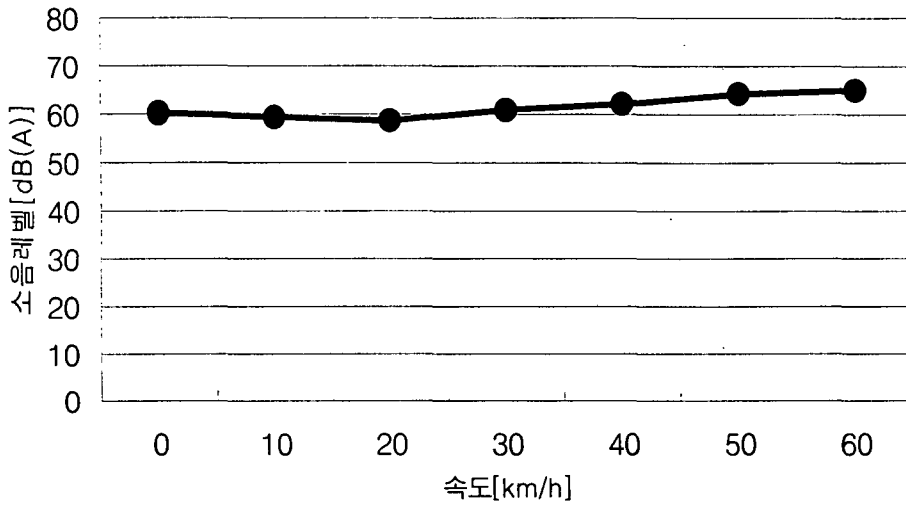


그림 4-3. 속도에 따른 자기부상열차 실내 소음(HSST-100L)

표 4-2 에서

- 고무차륜의 경우 75 dB(A)
- 철차륜의 경우 70~72 dB(A)
- 기존 지하철의 경우 80~83 dB(A)
- 자기부상열차는 64~67 dB(A)의 소음치를 나타냈다.
- 도시형 자기부상열차는 현재 실내 소음치가 일본 HSST-100L 에 비하여 2 ~ 2.5 dB(A) 높게 나타나며, 이것의 주된 원인은 차체 하부에 취부되어 있는 주요 전장품에서 각종 시험 데이터를 취득하기 위하여 차체하부에 개구부를 많이 설치해 두었기 때문이다. 그러므로 국책연구 3 단계 사업이 진행되는 동안 차량의 개조를 통하여 이러한 개구부를 제거한다면 일본 HSST-100L 과 거의 같은 수준이 될 것이다.

(나) 실외 소음

표 4-3 은 고무차륜 경전철, 철차륜 경전철, 일본 자기부상열차 HSST-100L 및 국내 자기부상열차 UTM-01 의 실외 소음측정치 및 보정소음치를 보여주고 있으며 표 4-4 는 국내 및 독일 정부에서 규제하고 있는 지역별 규제 소음치를 나타내고 있다.



표 4-3. 실외 소음치의 비교

차 종	열차속도 [km/h]	수평 측정점	수직 측정점	측정소음레벨 [dB(A)]	보정소음레벨 [dB(A)]
고무차륜 (VAL)	64	궤도중심에서 15m	궤도면에서 위로 1.5m	77.5	80.9
철차륜 경전철 (영국 Dockland)	65	궤도중심에서 7.5m	궤도면에서 위로 1.5m	82	78.5
철차륜 경전철 (Maryland)	64	궤도중심에서 15m	궤도면에서 위로 1.5m	77.5	81.0
자기부상열차 (HSST-100L)	54	궤도중심에서 12.5m	지면에서 위로 1.2m	65	65.0
자기부상열차 (UTM-01)	40	궤도중심에서 12.5m	지면에서 위로 1.2m	67.3	67.3

표 4-4. 국내 및 독일에서 규제한 지역별 소음치

구 분		지역별 소음규제치 [dB(A)]				비 고
		병원 지역	주거 지역	도심 지역	산업 밀집 지역	
국내	주간 (06:00~22:00)	70		75		환경부 “소음·진동시행규칙” (병원, 주거지역은 경계지역으로 부터 50 m 이내 지역으로 규정)
	야간 (22:00~06:00)	60		65		
독일	주간 (06:00~22:00)	57	59	64	68	독일연방 규정



UTM-01의 소음 측정은 부상, 추진 및 운행속도대가 비슷한 일본 HSST-100L과 비교를 위해 12.5m에서 측정하였으나 고무차륜 및 철차륜과는 측정위치가 다른 관계로 정확한 상대비교가 곤란하여 UTM-01의 측정점을 기준으로 소음레벨을 보정하여 보았다.

소음레벨 보정을 위해서는 다음과 같은 사항을 고려하였다.

- 차량에서 발생하는 소음원은 실제로 무시할 수 없는 부피를 가지고 있고 또한 각 소음원 마다 서로 다른 소음방사 특성을 가지고 있다. 하지만 외부소음을 계산하기 위하여 궤도 중심선으로부터 주미터(각 장치의 최대길이의 5배정도) 이상 떨어진 거리에서는 이들 장치들은 점음원으로 모델링 될 수 있다.
- 편성차량에서는 이들 점음원들을 이 궤도중심선을 따라 길게 나열 되어 있으므로 각각의 점음원들의 위치와 음향방사파워를 알 수 있다면 쉽게 계산되어질 수 있으나 여기서는 서로 다른 거리에서의 편성차량에 대한 소음레벨만을 알고 있으므로 다음과 같이 각 차량의 소음원을 각 장치들의 집합인 선음원으로 가정하였다.

그리고 소음보정을 위해 다음과 같은 보정식을 적용하였다

$$L = L_0 - 10 \text{Log} \frac{r}{r_0} \quad , \quad \text{for } r < \frac{l}{\pi} \quad - (1)$$

$$L = L_0 - 20 \text{Log} \frac{\pi r}{l} - 10 \text{Log} \frac{l}{\pi r_0}$$

여기서 l : 선음원의 길이 (차량편성의 길이:m)

$$, \quad \text{for } r > \frac{l}{\pi} \quad - (2)$$

L<sub>0</sub> : r<sub>0</sub> 지점에서의 소음레벨 (dB A)

L : r 지점에서의 소음레벨 (dB A)

r : 측정거리와 보정거리를 비교하여 큰 값(m)

r<sub>0</sub> : 측정거리와 보정거리를 비교하여 작은 값(m)



이 때 차종별 보정인자 값은 표 4-5 와 같다.

표 4-5. 차종별 보정인자 값

차종	r	R <sub>0</sub>	l / π	적용식	L	L <sub>0</sub>
고무차륜 (VAL)	*15	12.5	8.3	(2)	77.5	80.9
철차륜 (Dockland)	12.5	*7.5	9.2	(2)	78.5	82
철차륜 (Maryland)	*15	12.5	8.0	(2)	77.5	81
자기부상열차 (HSST-100L)	12.5					
자기부상열차 (UTM-01)	12.5					

\* : 실제 소음을 측정한 거리 :보정된 소음값

이와 같이하여 보정된 실외 소음치는 표 4-3에서 보는 바와 같이 고무차륜과 철차륜 차종의 경우 소음레벨이 78 ~ 81dB(A) 정도로 나타나고, 자기부상열차의 경우 65 ~ 67 dB(A)로 나타났다. 그 결과 자기부상열차가 그 외 타 차종에 비해 소음 성능이 매우 우수함을 알 수 있다.

#### 4.2.2 진동 및 승차감 특성비교

##### 4.2.2.1 개 요

일반적으로 철도차량의 진동은 구동장치의 진동, 휠/레일의 접촉에 의하여 발생한다. 이중에서 휠/레일의 접촉에 의하여 발생하는 진동이 차량의 진동의 대부분을 차지한다. 따라서 휠/레일에서 발생한 진동이 차체에 전달되지않도록 1차, 2차 헨가장치를 선정하여야 한다. 그러나 자기부상열차의 경우는 주행방식이 휠과 레일의 접촉에 의한 것이 아니고 전자석의 자기력을 이용한 비접촉식 주행을 하므로 진동 측면에서 일반 철도차량에 비하여 훨씬 유리한 특성을 가진다. 따라서 본 시험은 한국기계연구원에 설치되어있는 시험선로에서 UTM-01의 주행중 진동 가속도를 직접 측정하여 자기부상열차의 진동 특성을 고찰하였다.



4.2.2.2 진동 특성 평가

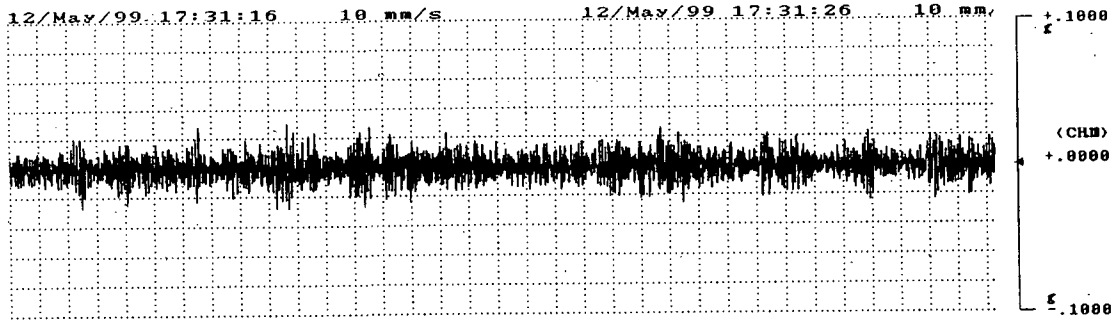
UTM-01의 진동특성을 평가하기 위하여 시험에서 측정한 진동 가속도 값을 일본의 자기부상열차 HSST 개발시 측정한 값과 비교하였으며, 또한 국내 전동차의 진동 가속도 측정값과도 비교하였다. HSST 시험결과는 시험구간을 30km/hr의 주행속도로 주행할 때의 진동 가속도 값이고, 국내 전동차의 진동 가속도는 상용주행중 측정한 것으로 평균 70km/hr로 주행할 경우의 데이터이다. UTM-01의 시험결과는 시험 주행중 30km/hr에 해당하는 구간의 진동 가속도이다.

각각의 진동 가속도의 평균치를 비교하면 다음 표와 같다.

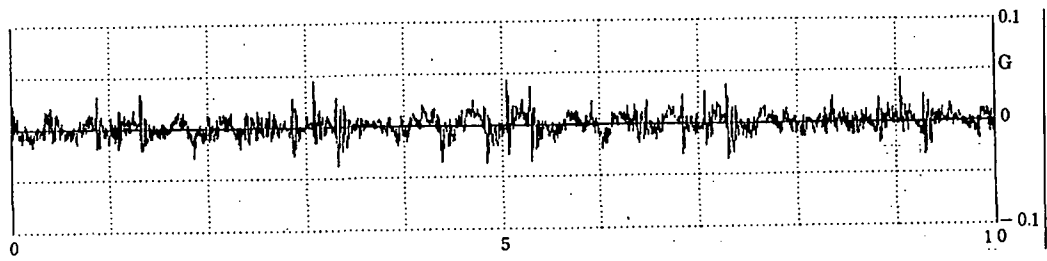
구 분	UTM-01	HSST	국내 전동차
상하방향	0.02 G	0.02 G	0.1 G
좌우방향	0.01 G	0.01 G	0.1 G

그림 4-4와 그림 1-8에 UTM-01과 HSST의 차체 진동 가속도를 비교하여 나타내었다. 그림 4-4는 차체의 상하방향 진동가속도를 나타낸 것이고, 그림 4-5는 차체의 좌우방향 진동가속도를 나타낸 것이다. 이상의 데이터로 보아 UTM-01의 진동 수준은 HSST와 동등 수준이며, 기존의 전동차에 비하여 아주 우수한 진동 특성을 가지고 있음을 알 수 있다.



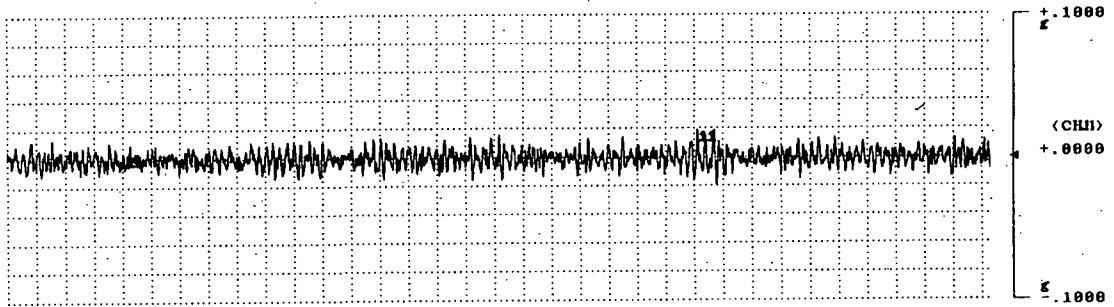


UTM -01

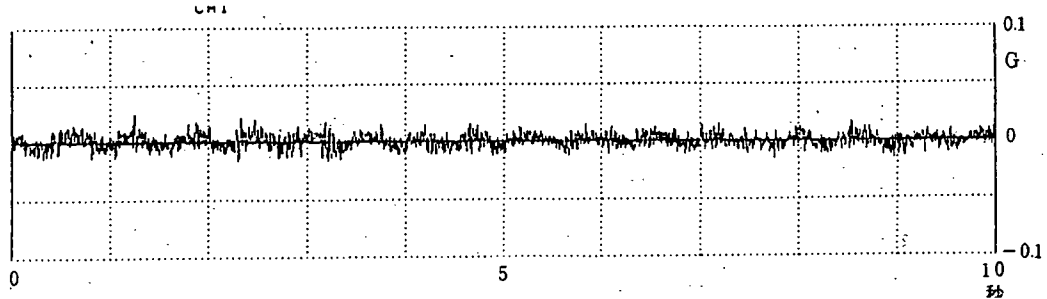


HSST

그림 4-4. 차체 상하방향의 진동가속도



UTM - 01



HSST

그림 4-5. 차체 좌우방향의 진동가속도



### 4.2.2.3 승차감 평가

철도차량의 승차감을 평가하는 방법으로는 UIC에서 기준으로 삼고 있는 승차감 지수에 의한 평가방법과 일본 국철에서 적용되고 있는 승차감 지수 선도에 의한 평가방법이 있다. 이들은 차량의 진동가속도 중에서 승객이 가장 민감하게 느끼는 주파수의 진동에 대한 가중치를 적용하여 승차감을 평가하는 방법이다.

UIC에서 규정하고 있는 승차감 지수에 대한 평가기준은 다음과 같다.

UIC 승차감 지수 평가기준

UIC 승차감 지수 (상하·좌우 공통)	평가
1 미만	아주 우수
1~2	우수
2~2.5	양호
2.5~3	보통
3~3.5	불량
3.5 이상	아주 불량

그리고 UIC 승차감 측정기를 사용하여 측정한 자기부상열차의 UIC 승차감 지수는 다음과 같다.

자기부상열차의 승차감 지수 단위 : Wz

	승차감 지수	국내 전동차의 승차감 지수 요구치
상하방향	1.4	2.5 이하
좌우방향	1.7	2.5 이하

UIC 승차감 지수를 보면 상하방향 승차감 지수는 1.4이었고, 좌우방향 승차감 지수는 1.7이었다. 이는 일반 전동차의 승차감 지수 요구치가 상하 및 좌우방향에 대하여 각각 2.5 이하인 것과 비교하면 승차감이 아주 양호한 것을 알 수 있다.



일본국철의 승차감 평가 기준은 진동 가속도를 주파수 별로 비교하여 승차감을 평가하고 있다. 승차감의 평가는 각 주파수별 진동가속도가 승차감 지수 선도의 어디에 위치하느냐에 의하여 평가한다. 일본국철의 승차감 지수에 의한 평가 기준은 다음과 같다.

- 승차감 지수 1 이하 : 승차감이 아주 좋음
- 승차감 지수 1 ~ 1.5 : 승차감이 좋음
- 승차감 지수 1.5 ~ 2 : 승차감이 보통
- 승차감 지수 2 ~ 3 : 승차감이 나쁨
- 승차감 지수 3 이상 : 승차감이 아주 나쁨

그림 4-6 과 4-7 에 UTM -01 의 진동 가속도를 주파수 분석하여 일본국철의 승차감 평가 기준에 적용한 결과를 나타내었다. 그림 4-6 는 상하방향 진동 가속도를 나타낸 것이고, 그림 4-7 은 좌우방향 진동가속도를 나타낸 것이다. 그림을 보면 상하방향 가속도는 모든 주파수에서 승차감 지수 1 이하이므로 상하방향 승차감은 아주 좋은 것을 알 수 있으며, 좌우방향 가속도의 경우 8Hz 부근에서 승차감 지수 1.5 보다 조금 높고, 다른 주파수에서는 승차감 지수 1 보다 작으므로 좌우방향 승차감도 매우 좋은 것으로 평가할 수 있다.

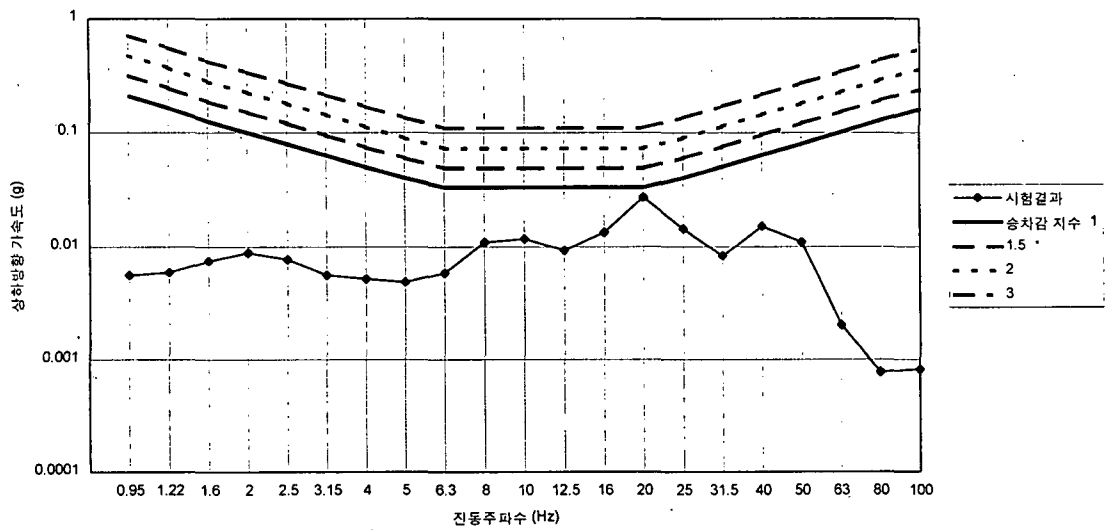


그림 4-6. UTM - 01 의 상하방향 진동가속도 주파수 특성

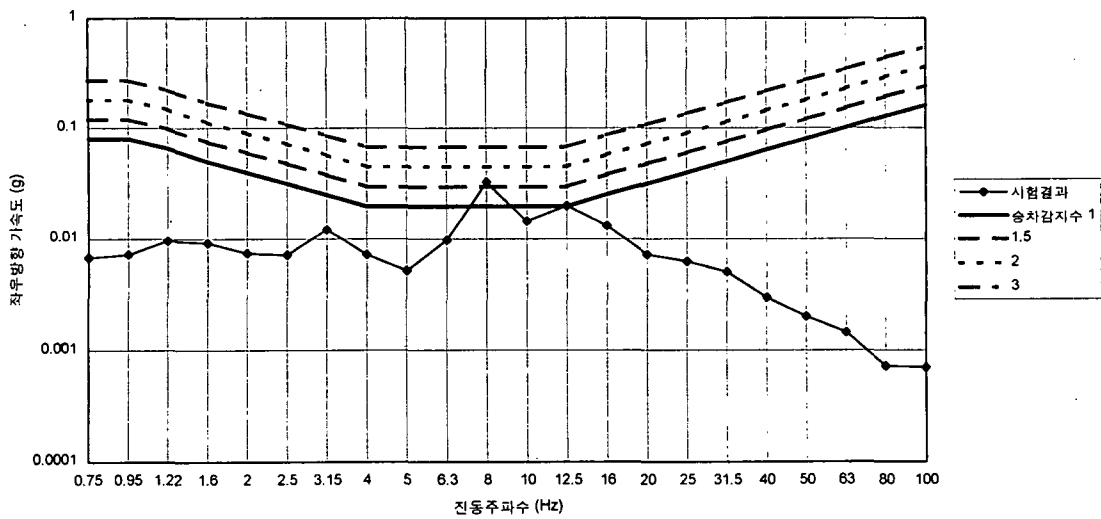


그림 4-7. UTM - 01 의 좌우방향 진동가속도 주파수 특성

이상의 UTM-01에 대한 진동 가속도 및 승차감 시험결과를 일본의 자기부상열차 HSST에 대한 시험 데이터와 비교하고, 또한 국내 전동차의 진동 가속도 데이터와 비교분석한 결과 UTM-01의 진동 및 승차감 특성은 일본에서 개발한 자기부상열차인 HSST와 동등 수준이며, 또한 국내의 전동차에 비하여 매우 우수함을 알 수 있다.



#### 4.2.3 자기부상열차의 신뢰도(RAMS)

최근 개발되고 있는 각종 시스템은 개발비 및 유지보수비 등을 절감하고 기술의 다양화를 이루기 위해 시스템의 신뢰도 및 안전도 등의 중요성이 부각되고 있으며 이러한 신뢰성 및 안전성을 확보하기 위하여 RAMS(Reliability, Availability, Maintainability 및 Safety) 업무를 수행한다.

(상세내용 : 부록 1장 3.4절 참조)

##### 1) RAMS의 절차

RAMS 업무는 먼저 고장을 신뢰성 결함, 비 시험 결함 및 비 신뢰성 결함으로, 또한 신뢰성 결함은 치명 결함, 중 결함, 경 결함 및 서비스 결함으로 정의하고, 이 정의에 따라 설계에서 폐기까지의 고장을 파악하여 신뢰도, 정비도 및 가용도의 평가척도(계산식)에 의거 RAMS를 분석한다.

##### 2) UTM의 RAMS 분석 및 향후 목표

대전 EXPO'93에서 전시·운영된 자기부상열차 HML-03은 EXPO 기간(93일)동안 완전 무사고로 3,000km 운행, 12만명의 관람객을 수송한바 있다.

한편 순수 국내기술로 개발된 UTM-01의 RAMS 분석을 위해 기계연 시험선로에서 '98.6월부터 '99.5초까지 약 10개월의 주행시험을 통하여 각종 정보를 수집한 결과 주행거리 9,000km, 왕복운행회수 5,000회 및 운행시간 1,250시간으로 나타났으며, 이 기간동안 고장은 비 신뢰성 결함 47건, 신뢰성 결함은 4건이 발생하였다.

이상의 결과를 평가척도에 적용하여 RAMS를 분석하면 다음과 같이 신뢰도는 9,000 MKBSF, 가용도는 97%로 나타났다.



〈 표4-6. UTM-01 RAMS 분석 결과 및 향후 목표치 〉

요소	UTM-01		PMS 자기부상열차		비 고
	국책2단계 (결과)	국책3단계 (목표)	시운전 (목표)	정상운영 (목표)	
신뢰도 (MKBSF)	9,000	80,000	100,000	120,000	PMS 자기부상열차의 목표치는 외국에서 발주되고 있는 RAMS의 목표치
정비도 (MTTR)	0.86 (비계획)	2.7 (계획)	2.7 (계획)	2.7 (계획)	
가용도	97%	99%	99%	99.5%	

UTM의 국책2단계에서는 신뢰성 보다는 주요 장치의 기능 및 성능에 초점을 두었으며, 주행 누적거리가 짧아서 신뢰도 및 가용도 등이 상업화 목표치에 비하여 미흡한 것으로 분석되었다.

그러나 현재 국책3단계에서는 주요 장치 및 주변 장치들의 신뢰성 향상에 역점을 두어 전체 시스템의 신뢰도를 획기적으로 향상시키고자 업무를 수행하고 있으며, PMS 노선에 적용코자 하는 자기부상열차에서는 건설 후 1년6개월의 시운전을 통하여 상기의 RAMS 목표치를 달성하고자 한다. 기존 차륜식 열차의 경우 많은 부분의 회전체들이 운행중 마모 또는 손실되는 관계로 신뢰도가 저하되지만 자기부상열차는 회전체가 없으므로 실용화 시점에서는 차륜식에 비해 신뢰도가 상승될 것으로 판단된다.

#### 4.2.4 자기부상열차의 안전성

##### 1) 차량 전복 및 탈선

철차륜, 고무차륜식의 열차는 곡선 주행시 궤도면에서 작용하는 수직력과 원심력의 합이 궤도 중심선에서 1/3 지점을 벗어나면 차량이 전복될 가능성이 높으므로 곡선반경에 따라 제한속도를 규정하고 있다.



또한 철차륜식의 경우 곡선 주행시 원심력에 의해 차륜에 작용하는 횡방향 힘 및 수직방향 힘의 비에 따라 차륜이 탈선할 가능성도 있다.

자기부상열차는 대차(Bogie)가 레일을 감싸고 있는 구조이므로 전복이나 탈선 등의 위험이 없다.

## 2) 레일 전복

철차륜식은 곡선 주행시 차륜에 작용하는 횡방향 힘이 과도할 경우 레일의 체결구가 견디지 못하고 레일이 침목으로부터 벗어날 수 있다.

자기부상열차는 레일과 비접촉으로 주행하므로 레일 전복의 위험이 없다.

## 3) 주행 안정성

철차륜식은 차륜이 경사각을 가지고 주행하므로 윤축의 좌우 운동이 발생되고 이에 따라 차륜의 과도 마모 등의 현상으로 탈선이 될 수 있으며, 고무차륜은 주행 마찰로 인한 타이어 파손 등의 가능성이 있다.

자기부상열차는 전자석이 항상 레일을 추종하여 주행하므로 외부의 힘에 의해 요동이 있을 수 없으며 또한 만약의 경우를 대비하여 안내휠을 취부한다.

### 4.2.5 자기부상열차의 전자파

자기부상열차는 전자석의 힘으로 부상하여 주행하므로 일반적으로 자계(누설자속)의 발생이 클 것으로 생각하기 쉽다. 그래서 본 절에서는 자기부상열차에 있어서 전자파의 영향에 대해 검토코자 한다.

#### 1) 전자파의 특성

전자파(Electromagnetic Waves)는 직류부터  $10^{22}$ Hz(감마선)에 이르기까지 광범위한 주파수 영역을 갖는 일종의 전자기 에너지이며, 주파수가 높을수록 파장이 짧아지고 전자파가 갖는 에너지는 증가한다.



전자파는 전압의 크기에 의해 세기가 결정되는 전계와 전류의 크기에 의해 세기가 결정되는 자계가 있으며, 부하(전류)의 변화에 대해서 전압이 일정하면 전계는 일정한 강도를 유지하며, 또한 전계는 주위의 전도성 물체에 의해 거의 제거된다. 따라서 전계에 의한 영향은 생략하고 자계에 의한 영향만 검토코자 한다.

자계의 세기를 나타내는 단위로는 Gauss(G)를 사용하며, 지자계는 0.5, TV 주위는 5, 헤어 드라이기는 10 G 정도의 자계가 발생한다.

유럽전기기술표준회(CENELEC)는 생활 주변에서 직류 자계를 400 G, 통상적인 주파수의 교류 자계를 5~6 G 이하로 권장하고 있다.

2) 자기부상열차의 누설자속

초전도 반발식 자기부상열차의 경우에는 100 mm 정도의 부상을 위해 매우 큰 전력이 소모됨에 따라 주위의 누설자속치도 크지만 상전도 흡인식 자기부상 열차의 경우에는 부상에 소비되는 전력은 차량전체 소비전력의 10% 전후에 불과하다. 자기부상열차에서 발생하는 자계의 세기는 비슷한 주행성능을 갖는 타열차와 별 차이가 없다.

다음은 자기부상열차의 가/감속시 실내 및 실외에서 측정된 누설자속의 크기를 나타내고 있다.

표4-7. 자기부상열차의 누설자속 측정치 - 주행중 실내

측정위치	일본 HSST-100L	국내 UTM-01	비 고
바닥면	10 G	11.5 G	
바닥에서 0.5m	5 G	6 G	
바닥에서 1m	3 G	3.5 G	





표4-8. 자기부상열차의 누설자속 측정치 - 주행중 실외

측정위치	일본 HSST-100L	국내 UTM-01	비 고
차체면	3 G	3.5 G	
차체에서 1m	2 G	2.3 G	
차체에서 2m	1.8 G	2 G	

상기 표에서 보는바와 같이 자기부상열차의 주변 누설자속치는

- 실내의 경우 : 착석 승객의 가슴 부위 3 ~ 3.5 G
- 실외의 경우 : 승강장 대기 승객의 인접 부위 2 ~ 2.3 G 로 측정되었으며, 이 수치들은 CENELEC의 권장 값 이하임을 확인할 수 있다.

열차의 외부로 누설되는 자계의 세기는 거리에 따라 급격히 감소하고, 특히 자기부상열차 등 대부분 열차의 자계는 0~2 kHz의 저주파수 대역에 있으므로 자계가 갖는 에너지가 작기 때문에 이들로부터 일정거리 이상에 설치되어 있는 GHz 단위의 공항 시설물에는 영향을 주지 않을 것이며, 오히려 마이크로파(300MHZ~300GHZ) 범위의 통신 주파수를 사용하는 핸드폰 등의 영향이 더 클 것으로 판단된다.

#### 4.2.6 자기부상열차의 환경성

철차륜식과 고무차륜식 열차의 경우 주행시 궤도(레일)와 차륜의 마찰에 의해 분진을 발생시키며, 특히 실내 또는 지하에서 운행될 경우 고무차륜에서 발생하는 고무분진은 인체에 매우 유해하나 자기부상열차는 궤도와의 비접촉으로 주행하므로 이러한 유해물질이 전혀 발생되지 않으므로 매우 환경친화적이다.

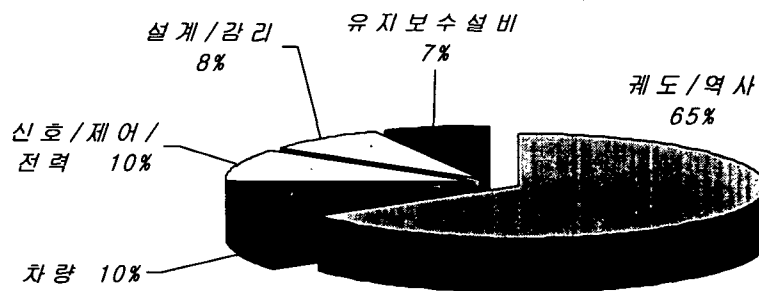


## 5. 자기부상열차의 경제적 타당성 검토

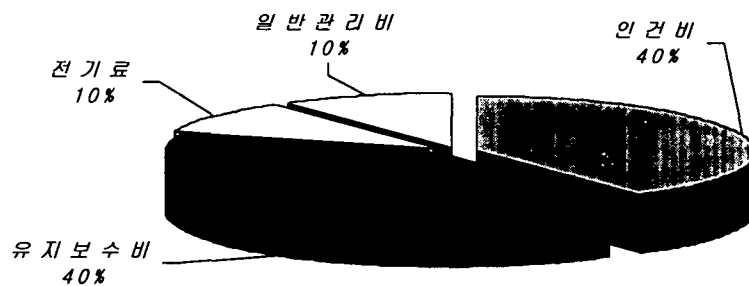
궤도차량은 건설후 최소 20년 이상을 사용하는 것을 기본으로 하기 때문에 건설비, 운영비 및 유지보수비 등 Total Life Cycle Cost 개념하에 경제성 검토가 이루어져야 할 것이다.

- 최근 건설, 운영중인 총연장 5~10 km 내외 경전철 노선의 비용에 대한 구조는 일반적으로 다음과 같이 분석됨.

건설비용구조



운영비용구조



- 건설비에 있어서 차량비가 차지하는 비중은 전체의 10 % 내외인 반면, 토목, 궤도비용이 전체의 50~65 %를 차지하고 있음.
- 운영비에 있어서 인건비와 유지보수비가 각각 40 % 정도로 높은 비중을 차지하고 있음.



## 5.1 건설비

### 5.1.1 건설비 구성

건설비용은 선로, 궤도, 정차장, 차량기지, 역설비, 유지보수 설비, 전력공급 및 신호/ 통신에 대한 건설비와 승객 수송을 위한 차량 구입비로 나눌 수 있다.

#### 1) 차량비용

외국의 대부분 경전철은 특허기술인 경우가 많아 차량 가격이 높고, 기술이전 및 국산화에 상당한 기간이 소요되는 경우가 대부분임.

따라서 MATRA VAL 208이나 ADtranz C 100과 같은 고무차륜 방식의 차량은 국내 개발경험이 없어 기술이전에 의한 제작이 불가피하고, 주요 핵심부품은 수입에 의존하여야 하므로 차량비용이 고가가 될 것으로 예상됨

자기부상 열차는 순수 국내 독자기술로 개발된 것으로 기술이전 비용 등을 절감할 수 있음.

#### 2) 선로, 궤도비용

- 고무 차륜 방식의 차량에서는 겨울철 노면의 결빙방지를 위해 주행노면에 전기열선을 설치하여야 하는 관계로 고가의 비용이 예상됨.
- 자기부상열차의 경우 주행면과 비접촉 주행으로 별도의 설비가 불필요함.

#### 3) 토목, 건축비용

공항에 타시설물과의 조화를 고려하여 설계되어야 하며, 이는 특정 교통시스템에 종속된 비용이 아니므로 고무차륜 방식이나 자기부상열차 중 어떠한 교통시스템이 선정되어도 거의 비슷할 것으로 사료됨

#### 4) 유지보수 설비비

운영될 차량 시스템 및 차량 수에 따라 유지보수 설비의 종류와 수량이 달라지기 때문에 교통시스템별로 많은 차이가 있으며, 공통설비를 제외하고 차량시스템에 따라 갖추어야 할 특수설비는 다음과 같다.



표 5-1. 교통시스템별 특수소요 유지보수 설비

철차륜 방식	고무차륜 방식	자기부상열차
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차륜삭정을 위한 선반 및 전삭기</li> <li>- 차륜압입을 위한 윤축프레스</li> <li>- 차축 결함조사를 위한 차축 초음파 탐상기</li> <li>- 축상 및 구동부 베어링 유지보수설비</li> <li>- 회전형 모터 분해조립 설비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 작동구동부 베어링 유지보수설비</li> <li>- 축상 및 구동부 베어링 유지보수설비</li> <li>- 회전형 모터 분해조립 설비</li> </ul>	- 없음

5) 전력공급, 신호, 통신설비비

각 교통시스템별로 거의 대동 소이할 것으로 판단 됨.

**5.1.2 건설비 검토**

국내의 경우 아직까지 경전철을 건설한 사례가 없기 때문에 외국의 사례를 조사 하였다.

- 1) 일본의 경우 표 5-2에서 보는바와 같이 기존 지하철 km당 건설비가 200~300 억엔이나 경전철의 경우 지하철 대비 약 30 % 수준이다.

표 5-2. km당 건설비 비교(일본)

구 분	지 하 철	경 전 철	가이드웨이 버스
km당 건설비 (억엔)	200~300	60~100	30

자료 : 일본의 신교통시스템, APM III 국제회의자료, '91.10



2) 표 5-3은 '99년 2월 미국 교통성의 보고자료로써, 대표적인 경전철 노선의 km당 건설비를 비교한 자료로 고무차륜 방식이 645~869억, 철차륜 방식이 494~535억원으로 고무차륜 방식이 고가임을 알 수 있다.  
(km당 원화건설비는 건설 당시의 US\$를 현재가치의 US\$ 및 원화로 환산하였음)

표 5-3. 주요 경전철 노선의 km 당 건설비 비교표

노 선	개통년도	노선 연장 (km)	정거장수 (개소)	총건설비 '94 US\$(M)	km당 건설비 '94:US\$(M)	km당 건설비 '99: 억원
Vancouver Sky Train (리니어모터카) * UTDC사 <b>MARK II</b>	1단계 : 86 2단계 : 94	28.8	20	1,133	39.4	494
London Dockland (철차륜식경전철) * GEC사 <b>DLR</b>	1단계 : 87 2단계 : 93	27.0	35	1,152	42.7	535
Lille 1,2호선 (고무차륜식) * Matra 사 <b>VAL 206</b>	1단계 : 83 2단계 : 89	25.3	36	1,664	65.8	825
Miami Metromover (고무차륜식) * ADtranz사 <b>C 100</b>	1단계 : 86 2단계 : 94	7.1	21	492	69.3	869
Denver Airport APM (고무차륜식경전철) * ADtranz사 <b>C 100</b>	'94	3.9	7	149	51.4	645

자료 : Automated People Mover Application : A Worldwide Review  
'99.2, U.S. Department of Transportaton



3) 표 5-4는 '91.3월에 일본 운수 경제연구센타가 프랑스 Lille 1호선의 MATRA VAL 206 건설비를 발표한 것으로 현재의 원화 가치로 환산하면 km당 건설비가 약 601 억원 정도임

< 표 5-4. 프랑스 Lille시 1호선 건설비용 >

구 분	건설비용(US\$)	비 율 (%)
차 량 (2량 1편성 × 38 편성)	45,562,000	11.7
Guideway (총 12.7 km, 지상, 지하, 고가)	170,098,000	43.9
역 사 (26 m × 17 개소)	74,851,000	19.3
신호, 통신, 자동운행 시스템	24,317,000	6.3
전력공급 설비	11,620,000	3.0
유지보수설비 (Maintenance & Parking)	23,196,000	6.0
Engineering & Project Management	38,106,000	9.8
합 계	387,750,000	100.0

자료 : 일본 운수 경제연구센타, '91. 3

- 상기 사례조사에서 살펴 보았듯이 교통시스템별 건설비는 건설 노선길이, 투입될 차량수, 역사수량, 기지 및 유지보수 설비비용 등 고려되어야 할 사항이 많기 때문에 일률적으로 상대 비교가 곤란하다.
- 그러므로 정확한 건설비 비교검토를 위해서는 동일노선에 각기 다른 교통 시스템 으로 건설하는 조건으로 관련업체로부터 소요될 건설예산을 접수하여야 하나, 현시점에서 이와같은 방법에 의한 비교는 어려운 실정이다.



5.1.3 교통시스템별 PMS 노선 적용시 건설비 추정

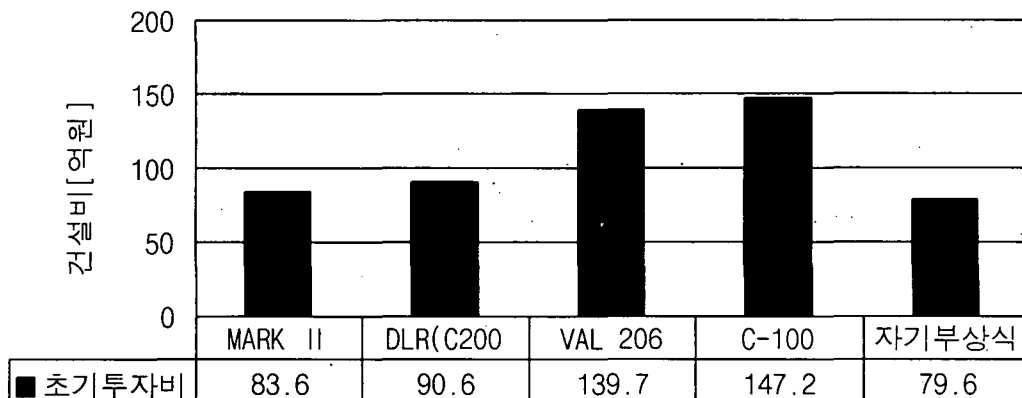
인천 국제공항 PMS 노선에 자기부상열차를 도입할 경우 초기건설 투자비 측면에서의 경제적 타당성을 검토하기 위해 앞서 검토된 교통시스템을 동일노선에 건설한다는 가정하에 표 5-5와 같이 건설비를 추정하여 보았으며, 이를 연간 소요비용으로 환산하여 그림 5-1에 나타냈다. (20년간 사용하고, 할인율은 7%로 적용)

< 표 5-5. 차종별 PMS 적용시 건설비 비교 >

단위 : 억원

구분	철차륜식		고무차륜식		자기부상식 <sup>주1)</sup>
	MARK II	DLR(C 200형)	VAL 206	C-100	UTM 01
km당 건설비	494	535	825	869	470
PMS 적용시	889	963	1,485	1,564	846

주1) : 자기부상식의 건설비는 연구개발 성격의 사업관리비는 제외



< 그림 5-1. 각 시스템의 연간비용 환산 >

따라서, 자기부상열차가 타 교통시스템들에 비해 건설비 측면에서 연간 4~ 67억원의 비용 절감효과가 있음.



## 5.2 운영비

표 5-6은 해외에서 운행중인 경전철의 운영비 구성을 비교한 것으로써, 인건비 및 유지보수비가 가장 많은 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다.

< 표 5-6. 운영비목별 구성비율(%) >

구 분	인 건 비	전 력 비	유지보수비	관 리 비
프랑스 (Lille VAL)	39	14	39	8
오사카 (New Train)	42	17	31	10

자료 : 부산 경전철 도입을 위한 기본방향, 교통개발연구원, '95. 5

운영비 검토에 있어서는 비교 대상 교통시스템의 실제 소요된 운영비용 Data를 공개하지 않은 관계로 시스템간 정량적 상대 비교는 곤란하다. 따라서 본 검토에서는 정성적으로 비교·검토코자 한다.

### 1) 인건비 및 관리비

인건비 및 관리비는 유지보수 및 기타 부문(운전관리, 경영관리)으로 나눌 수 있으며, 운전관리 및 경영관리에 필요한 인력은 차종에 관계 없이 거의 비슷한 수준이지만, 유지보수에 필요한 인력은 차종에 따라 상당한 차이를 보인다. 즉 유지보수에 필요한 시설의 규모, 장비의 숫자 및 예비품의 규모 등에 따라 인력 수요가 달라진다.





참고로 MATRA VAL과 자기부상열차의 운영요원 계획을 살펴보고자 한다.

< 표 5-7. VAL과 자기부상열차의 운영요원 계획 >

항 목		V A L	자기부상열차	비 고
		Lille VAL 1호선	PMS 노선	
건 설	노선길이(km)	12.7	1.8	
	차량수량(량)	76	6	
	역 사(개소)	17	4	
조 건	차량기지(개소)	1	1	
	운 전	무인운전	무인운전	
운 영 요 원 (명)	관 리	22	3	
	운 영	74	10	
	유 지 보 수	85	19	
	총 계	181	32	
km당 운영요원수(명)		14.3	17.8	

※ 자기부상은 최대 수송수요 발생 시점 기준임('제IV부 건설후 관리 및 운영계획' 참조)

표 5-7에서 보는 바와 같이 자기부상열차의 km당 운영요원수가 VAL 시스템 보다 약간 많은 것은 PMS 노선이 VAL Lille 노선에 비해 건설규모는 작으나 신호/통신 설비, 중앙제어실 설비 및 전력공급 설비 등 운행에 필요한 관련 설비들을 모두 설치하여 운영하여야 하기 때문이다.

만약 건설규모가 비슷한 조건이라면 자기부상열차의 경우 유지보수 업무가 월등히 적기 때문에 타 차종에 비해 운영요원의 수가 크게 감소할 것이다.



2) 유지보수비

- 운영비중 유지보수비는 유지보수요원의 인건비를 제외하고 각종 설비의 부품 교체, 유지보수 장비의 관리 및 유지보수 건물의 관리에 필요한 비용을 말하며 유지보수를 많이 필요로 하는 차종일수록 유지보수비가 크게 소요된다.
- 고무차륜이나 철차륜식 열차의 경우 차륜을 비롯하여 동력 전달장치, 즉 회전형 모터, 기어 커플링, 드라이빙 기어 및 각종 구동부 베어링 등 유지보수를 하여야 할 대상이 많은 반면, 자기부상열차의 경우는 구동 및 회전 부품이 없어 일반차량 대비 유지보수비가 절반 수준으로 추정 됨.

3) 전력비

전력소비는 열차에서 소비하는 부분과 부대설비에서 소비하는 부분으로 나눌 수 있지만 전력소비의 대부분은 열차운행에 따른 것이다.

차종별 전력소비의 경향은 표6-8과 같다.

< 표 5-8. 차종별 전력소비의 경향 >

항 목	철 차 륜 식 (회전 전동기)	고무차륜식	자기부상식	비 고
견인전동기 손실	소	중	대	
견인력 손실	중	대	소	
	*전달기구에서 손실 발생 *점착계수(0.18)	*전달기구에서 손실 발생 *점착계수(0.3)	*전달기구없음 *차륜 없음	
기 타 전 력	소 (보조전력)	소 (보조전력)	중 (보조+부상전력)	
전 력 소 비	100%	120~130%	120~130%	철차륜 기준



## 6. 종합결론

### 6.1 기술적 측면

#### (1) 등판능력

< 표 6-1. 교통 시스템별 등판능력 비교 >

철차륜식		고무차륜식		자기부상식
DLR	ALRT MART	VAL 208	C 100	U T M
3 %	8 %	7 %	7 %	8 %

PMS 및 IAT 노선 건설 검토과정에서 IAT 노선은 터미널1에서 교통센터로 나오는 구간에 6%, PMS 노선은 교통센터의 남측 순환도로 상부 구간에 4% 그리고 차량기지에서 역사2로 나오는 구간에 6%의 구배 설치가 불가피한 관계로, 3% 이상의 구배에는 적용할 수 없는 회전형 전동기 구동방식의 철차륜식인 GEC DLR은 부적합.

#### (2) 소 음

< 표 6-2, 교통 시스템별 소음비교 >

(단위 : dB(A))

구 분	철 차 륜		고무차륜	자기부상
	Maryland LRT <sup>주1)</sup>	DLR	VAL 208	UTM
실 내	71.8	-	75	66.6
실 외	81	78.5	80	67.3

주1) 철차륜식 DLR 실내소음 자료가 공개되어 있지 않아 이와 유사한

Maryland 연접형 경전철(ADtranz 납품) 자료를 인용.

자기부상시스템은 실내외 소음이 철차륜이나 고무차륜에 비해 현저히 낮아 공항 내부건물에 운행시 최적인 것으로 판단.



(3) 진동특성 및 승차감

검토대상 교통시스템에 대한 진동특성 및 승차감 데이터가 보고된 바 없어 국내 자기부상열차 UTM 과 일본 자기부상열차 HSST 및 국내 일반전동차를 비교 검토하였음.

국내개발 UTM 의 진동특성 및 승차감은 일본 HSST 와 동등수준이며, 일반전동차에 비해서는 매우 우수함

1) 진동특성 비교

(단위 : g)

구 분	국내 UTM	일본 HSST	국내 전동차
상하방향	0.02	0.02	0.10
좌우방향	0.01	0.01	0.10

2) UIC 승차감 지수비교

(단위 : Wz)

구 분	UTM 승차감 지수	국내 전동차 승차감 요구지수
상하방향	1.4	2.5 이하
좌우방향	1.7	2.5 이하

※ 승차감 평가기준

- 승차감 지수 1 미만 : 승차감이 아주 우수
- 승차감 지수 1.0 ~ 2.0 : 승차감이 우수
- 승차감 지수 2.0 ~ 2.5 : 승차감이 양호
- 승차감 지수 2.5 ~ 3.0 : 승차감이 보통
- 승차감 지수 3.0 ~ 3.5 : 승차감이 불량
- 승차감 지수 3.5 이상 : 승차감이 아주 불량



(4) 최고 운행속도 및 가,감속능력

< 표 6-3. 교통 시스템별 주행능력 비교 >

구 분	철차류식		고무차류식		자기부상식
	DLR	ALRT MART	VAL 208	C 100	UTM
최고운행속도(km/h)	80.0	72.0	80.0	48.0	80.0
최대가속도(ㄱ)	1.10	1.28	1.30	0.97	1.00
최대감속도(ㄱ)	1.30	0.98	1.30	0.97	1.00

고무차류식 ADtranz C 100은 인천 국제공항 측에서 제시한 최고 운행속도 기준치인 72 km/h에 훨씬 미달되며, 가,감속도도 기준치인 0.98 ㄱ에 미흡

(5) 자기부상열차의 신뢰도, 가용도, 정비도

< 표 6-4. 자기부상열차의 신뢰도, 정비도, 가용도 목표치 >

구 분	U T M - 01		P M S 용	
	국책2단계 (결과)	국책3단계 (목표)	시운전 (목표)	정상운행 (목표)
신뢰도(MKBSF)	9,000 + $\alpha$	80,000	100,000	120,000
정비도 (MTTR)	0.86	2.70	2.70	2.70
가 용 도 (%)	97	99	99	99.5

- UTM-01 국책 2단계 RAMS 결과치는 98.6~99.5 까지 10 개월간 주행거리 9,000 km, 왕복 운행횟수 1,000회 및 운행시간 1,250 시간을 기준한 것으로 운행거리가 짧아서 신뢰도가 낮은 것으로 나타났으나 주행거리가 많아지면 신뢰도가 상향될 것임
- UTM 운행결과 신뢰도에 영향을 미치는 신뢰성 서비스 종결함은 1건만이 발생하였고, 운전자 조직실수, 실험목적으로 부품 교체에 의한 결함 등 비신뢰성 결함은 50 건이 발생하였음
- 타시스템의 신뢰도가 정량화 되어 있지 않아 상대비교가 어려움



(6) 전자파의 영향

전자파는 광범위한 주파수 영역에서 갖는 일종의 전자기 에너지이며, 그 종류 및 특징은 다음과 같음.

< 표 6-5. 전자파의 종류와 특징 >

전자파 종류		전 계 (A/m)	자 계 (G)
발생 요인		전압의 크기	전류의 크기
특징	일반경전철	주행중 전압의 변화가 거의 없으므로 전계의 세기는 거의일정 (전압변동 : DC750~825V)	주행중 전류의 변화가 크므로 자계의 세기도 변함 (전류변동 : 100~1,200 A)
	자기부상열차	주행중 전압의 변화가 거의 없으므로 전계의 세기는 거의일정 (전압변동 : DC1,500~1,650 V)	주행중 전류의 변화가 크므로 자계의 세기도 변함 (전류변동 : 100~800 A)

- 전계는 크기가 거의 일정하고 주위의 전도성 물체에 의해 쉽게 제거되기 때문에 자계에 비해 그 영향이 작으며, 일반적으로 규정치가 없음
- 초전도 자기부상열차는 100mm 정도 부상, 시속 500km 주행으로 전류가 크기 때문에 주위의 누설 자속치가 높으나, PMS 노선에 적용코자 하는 상전도 흡인식 자기부상열차는 10mm 부상, 시속 100km 이내로 주행하므로 누설 자속치가 낮음
- 국내 UTM과 부상 및 추진방식이 같은 일본 HSST 자기부상열차와 누설자속 측정치를 비교하여 보면 다음과 같음.

< 표 6-6. 누설자속치 비교 >

(단위 : Gauss)

측정 위치	일본 HSST	국내 UTM	생활주위 권장자계 (유럽전기기술 표준회)
실내, 바닥에서 1 m	3	3.5	- 직류 : 400 이하
실외, 차체면에서 1 m	2	2.3	



- 상전도 흡인식 자기부상열차를 포함한 대부분의 열차는 추진장치에서 90% 이상의 전력을 소모하며, 추진장치의 제어주파수는 0~2 kHz의 저주파수 대역에 있으므로 자계가 갖는 에너지가 작을 뿐 아니라 GHz 단위의 공항 관제 시설물 등과 사용 주파수 대역이 틀리므로 전자파 간섭이 없음.

(7) 안전성

자기부상열차는 대차가 레일을 감싸는 구조로 되어 있어 철차륜식 차량에서 발생할 수 있는 차륜탈선이나, 고무차륜 차량에서 발생할 수 있는 펑크 등의 염려가 없어 매우 안전성이 높음

(8) 환경성

철차륜이나 고무차륜은 레일과 접촉하여 주행하므로써 철분진, 고무분진 등 인체에 유해한 물질이 발생하는 반면, 자기부상열차는 레일과 비접촉으로 주행하므로 유해물질이 발생하지 않으며, 또한 소음, 진동, 승차감이 타교통 시스템에 비해 우수하여 환경친화적 시스템임

(9) 국산화

- 자기부상열차는 순수 국내기술로 개발되었기 때문에 기술이전 및 유지보수 부품의 조달이 용이함.
- 국내에서 기술을 보유하고 있지 않은 외국의 경전철을 도입할 시는 Total 시스템의 도입이 필수적인 관계로 비용이 증대되고 외국사의 기술특허 보유에 따라 국내 기술이전에 애로사항이 있으며, 유지보수 부품의 조달이 용이하지 않음



## 6.2 경제적 측면

### (1) 건설비

교통시스템별 건설비의 사례조사를 통한 상대 비교결과 자기부상열차의 km 당 건설비가 가장 저렴함

< 표 6-7. 교통시스템별 km당 건설비 비교 >

(단위 : 억원)

구 분	철 차 른 식		고무차륜식		자기부상식
	MARK 11	DLR(C200형)	VAL 206	C-100	UTM-01
km당건설비	494	535	825	869	470

### (2) 유지보수비

자기부상열차의 경우 차륜, 차축, 베어링, 드라이빙 기어, 기어 커플링 및 회전형 모터가 없으므로 이와 관련된 유지보수 설비가 불필요하여 초기 건설비가 저렴할 뿐 아니라 총운영비의 30~40 %를 차지하는 유지보수비도 대폭 절감됨

### (3) 전력비

자기부상열차는 선형 유도전동기를 사용함으로써 회전형 모터 적용 철차륜 식에 비해 약 20~30 %의 전력소모가 많으나, 차륜과 레일간의 접촉저항이 큰 고무차륜식 시스템과는 유사함

## 6.3 결 론

상기에서 살펴본 바와 같이 기술적, 경제적 측면에서 자기부상 열차가 공항내 교통시스템으로 가장 적합한 것으로 판단됨





## 7. 참고자료 :

### 〈 자기부상열차 개발현황 및 시장전망 〉

#### 7.1 국내외 자기부상열차의 개발현황

국내외 자기부상열차의 기술방식은 아래와 같이 3가지 방식으로 대별된다.

표 7-1. 자기부상열차의 기술방식

부 상	추 진	기 종	특 징
상전도 흡인식	선형 유도식: LIM	UTM(한국), HSST(일본)	중저속형
상전도 흡인식	선형 동기식: LSM	TRANSRAPID(독일)	고속형
초전도 반발식	선형 동기식: LSM	MLX(일본)	고속형

##### 7.1.1 국내 자기부상열차의 개발현황

국내 자기부상열차의 연구개발은 다음과 같이 기초연구 단계, 실차모델 개발 단계 및 실용화모델 개발 단계로 나눌 수 있다.

###### 1) 기초연구 단계(1985 ~ 1989)

- 기초자료 수집 및 연구
- 해석 프로그램 및 Tool 개발
- 축소모델(현대정공(주) HML-01, 02)을 통한 실험적 연구

###### 2) 실차모델 개발 단계(1990 ~ 1993)

###### 한국기계연구원( 89.12 ~ 93.7)

1989년 12월부터 과기부 국책연구 1단계 사업으로

- 부상, 추진 및 전력변환기술 등 요소기술 개발
- 2대의 1/2 Scale 대차 개발
- 100m 시험선로 및 Full Scale 대차 개발, 각종 동특성 시험
- 총 연구비 : 45억원(과기부 출자)



현대정공( '91.1 ~ '93.11)

EXPO'93 전시운행용 HML-03 개발

- 승차인원 : 100명(좌석 40)
- 설계속도 : 최대 100km/h
- 선로 : 단선 고가 560m
- EXPO 기간(93일)중 3,000km 주행, 12만명 수송
- 총 연구비 : 약 200억원

3) 실용화모델 개발 단계(1994.5 ~ 1998.8)

과기부 국책연구2단계 사업으로

- 한국기계연구원 주관, 현대정공(주) 공동, 전기연구소, 현대중공업 협동
- 경전철 규모의 2량1편성 도시형 자기부상열차(UTM-01) 개발
- 승차인원 : 120명(좌석 40)/량
- 설계속도 : 최대 110km/h
- 열차제어 : ATS(Automatic Train Stop) 방식
- 선로 : 단선 고가 1.1km, 최대구배 6% , 최소곡선 60mR
- 분기기 : 평행이동식 1대
- 국산부품 95% 적용
- 총 연구비 : 78억원(과기부 48, 현대정공 30)

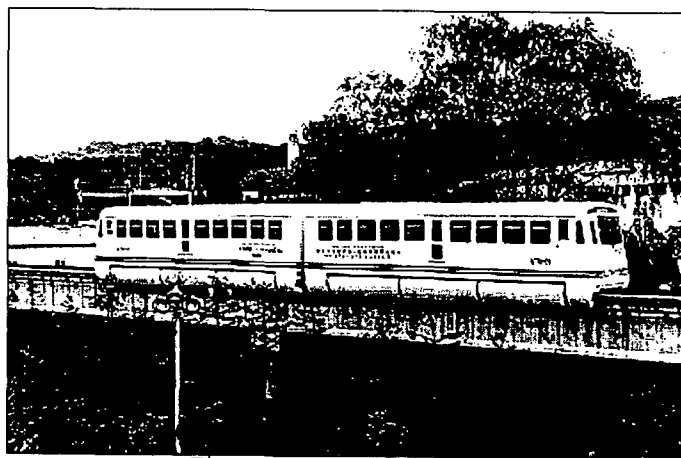


그림 7-1. UTM-01의 외형



그림 7-2. UTM-01 실내

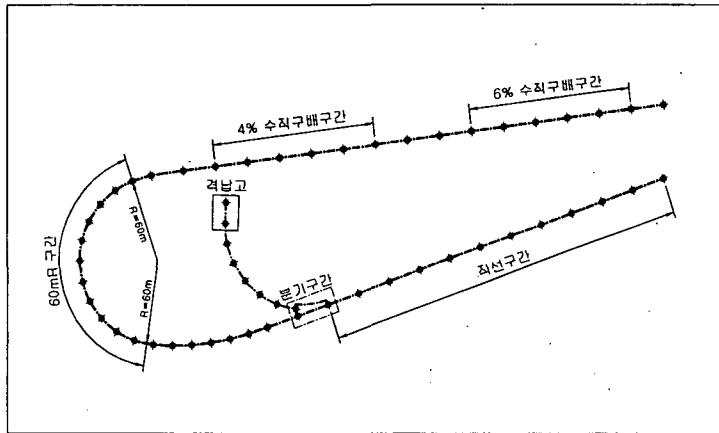


그림 7-3. 기계연내 자기부상열차 1.1km 시험선로 형상

4) 종합시스템 구축 및 시스템 안정화 단계(1998.11 ~ 2000.9)

과기부 국책연구3단계 사업으로

- 현대정공(주) 주관, 한국기계연구원 협동, 전기연구소, 현대중공업 위탁
- UTM-01의 주요 전장품 성능개선 및 열차종합제어관리장치 개발
- 신호/통신시스템. 기술개발
- 고성능 분기기(관절식) 개발
- 차량개선 및 주행시험
- 총 연구비 : 70억원(과기부 40, 현대정공 30)



### 7.1.2 일본 HSST 자기부상열차

#### 1) 개발이력

- 1972년 일본항공에서 자기부상열차 개발 착수
- 1975년 200m 궤도에서 상전도 흡인식 HSST-01호기 부상, 주행에 성공, 1978년 목표속도 300km/h 달성
- 1978년 HSST-02호기 공개시승(8인승)
- 1985년 HSST-03호기 꾸쿠바 과학박람회 전시주행
  - 좌석수 50
  - 610,000명 수송HSST Corporation 설립 : 일본항공으로부터 권리양도
- 1986년 HSST-03호기 밴쿠버 교통박람회 전시주행
  - 470,000명 수송
- 1988년 HSST-04호기 사이타마 박람회 전시주행
  - 좌석수 70
  - 240,000명 수송
- 1989년 요코하마 박람회에서 자기부상열차 영업수송을 위한 철도사업법 면허를 획득  
HSST-05호기 요코하마 박람회 전시운영
  - 2량1편성
  - 좌석수 158/편성
  - 1,260,000명 수송
- 1990년 나고야 중부에 1.5km 시험선로 건설 착수
- 1991년 HSST-100S 제작/시험개시
  - 2량1편성(차량길이 8.5m)
  - 량당 3대의 대차
  - 승차정원 44명(좌석수 24)HSST Corporation, 나고야철도, 愛知현 합작으로 중부 HSST 개발(주) 설립(시험전담)



- 1993년 HSST Development Corporation 설립, HSST Corporation로부터 권리양도(연구개발, 설계 및 E/G)
- 1995년 HSST-100L 제작/시험개시
- 1998년 영업운전에 필요한 모든 주행시험(100S-6만 km, 100L-4만 km) 및 평가 완료

2) 시험선 및 설비운영 현황

- HSST 시험선로 형태(나고야 중부)

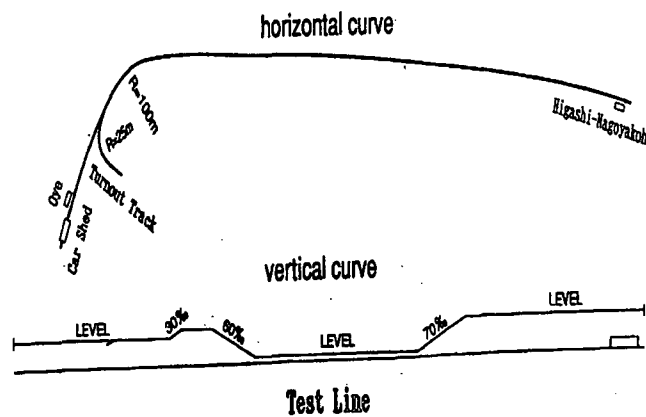


그림 7-4. 일본 중부 나고야 HSST 시험선로

- 시험선로 사양
  - 선로연장 : 1.5 km
  - 궤도구조 : 단선고가 PC/Steel
  - 최소곡선반경 : 본선 100m, 분기선 25m
  - 최대구배 : 7%
  - 최대 Cant : 8 °
  - 분기장치 : 3관절수평회전식 1기



○ 설비운영

- 시험인원 : 중부 나고야 HSST사 10명
- 설계 및 엔지니어링 인원 : 동경 HSST사 60명
- 차량제작 : 일본차량, 東急차량
- 전장품 제작 : 미쯔비시, 동양전기 등

3) 실용화 계획

○ 일본내

① 오후나와 요코하마 드림랜드선

- 단선 5.3km, 5개역
- 6개월내 결정

② 히로시마 공항과 시라이치 역

- \* 1 단계 : 단선 8.3km
- \* 2 단계 : 복선 4.7km

③ 2005년 아이치에서 개최되는 세계박람회를 대비 후지가오카 전철역과 신주지역을 연결하는 Line

- 복선 11km, 10개역

○ 해외

① 미국 Foxwood Connection Line

② 멕시코시티(13.5km, Double Track)

③ 브라질 리오데자네이로(30km, Double Track) 등의 상업화를 검토중에 있음.



4) 실용화 추진체계

- 중저속용 자기부상열차의 조기 실용화를 위해 나고야철도, 愛知현, HSST사가 중심으로 HSST 개발(주) 설립
- 愛知현의 위탁으로 「實用化研究調査委員會」를 설립하여 HSST의 차량, 궤도, 신호/통신, 전력공급 및 각종 시험결과를 확인하였고, 기존 철도와 비교하여 안전성, 신뢰성, 안락성, 저진동, 유지보수비 절감 등 도시내 교통시스템으로 충분한 타당성 입증  
(實用化研究調査委員會)  
: 학계(동경대), 운수성, 건설성, 愛知현, 나고야철도 관계자들로 구성되어 있으며, HSST의 실용성을 평가
- HSST 자기부상열차 개발과 관련하여 HSST 개발(주)를 중심으로 일본내 다수의 철도차량 관련 회사가 참여 유기적인 협력관계 유지  
- 東急車輛製造(株), 名鐵엔지니어링(株), 名鐵住商工業(株), 나고야電子엔지니어링(株), 東洋電機製造(株), 住友電氣工業(株), (株)京三製作所, 일본車輛製造(株), 나고야電氣工業(株) 외 3개사



### 7.1.3 독일 Transrapid 자기부상열차

#### 1) 개발이력

- 1969 ~ 1973 Krauss-Maffei사에 의해 Transrapid 01 ~ 04 개발  
(상전도흡인식, 선형유도전동기식)
- 1978 AEG, BBC, Krauss-Maffei, MBB, Thyssen에 의해  
Transrapid Consortium 구성
- 1979 함부르크 국제 박람회에서 6개월간 TR05 운행
  - 상전도흡인식, 선형동기전동기식
  - 50,000 명 수송
- 1980 TR06 및 Emsland 시험선 건설시작
- 1981 독일 철도청과 Lufthansa 공동, 시험전담회사 MVP 설립
- 1983 TR06 개발(2량 1편성, 400kph급)
- 1984 Emsland 시험선 개통(21.5 km)
- 1986 TR07 개발(2량 1편성, 500 kph급)
- 1987 Emsland 시험선 10 km 추가건설 완공  
TR06 406 km 시험 성공
- 1988 함부르크 박람회 TR07 소개  
Emsland 시험선에서 TR07 시험 시작
- 1999 TR08 제작중(상업노선용)
  - 차량 : Thyssen, ADtranz, - 신호통신 : Siemens



그림 7-5. TR-07 운행장면





2) 시험선 및 설비운영 현황

- 1987. 총 31.5 km Emsland 시험선 건설(24 km 정부소유, 7.5 km Private)
- Transrapid 시험 및 계획수립을 위해 「Federal Ministry of Research and Technology」의 요청에 의해 독일철도청(DB) 및 LH의 자회사로 MVP사를 설립하여 시험선 운영

○ 시험선 형태 및 사양

- 총연장 31.5 km
- 최소곡선반경 1,000 m
- 최대 Cant 12°
- 최대구배 10 %
- 직선 12 km
- Switch 3개의 Steel Bending

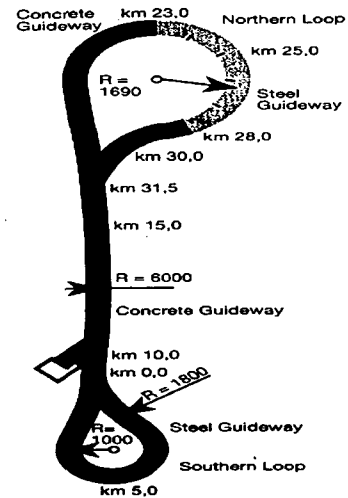


그림 7-6. 엠스랜드 시험선

- 시험 대상 : 차량, 추진시스템, Guide Way, Control System
- 시험시설 방문센터 운영중 500,000 명 이상 방문 및 유료시승(25 DM/인)
- 차량 유지보수 공장 운영
- 운영인원 : 60 명
- 투자비 : 10억 DM(약 7000억원)

3) 실용화 계획

- 1994. 10. MAGLEV Planning Company를 설립하여 실용화 상세계획 수립  
MAGLEV Planning Company 자본구성
  - 정부 : 50 %
  - DB, Thyssen, Siemens, ADtranz : 50 %



- Berlin-Hamburg 실용화 일정계획
  - 99. 6 계획승인
  - 2003 선로 건설
  - 2004 시험운영 및 Commissioning
  - 2005 상업운영 개시
- Berlin-Hamburg Line 계획
  - 노선길이 292 km(Double Track)
  - 운행속도 건물밀집 지역 : 250 kph  
야외지역 : 450 kph
  - 운행 소요시간 1시간
  - 운행시격 20분
  - 수송수용 11.4 백만~15.2 백만명(약 40,000명/Day)
  - 운행시간 오전 6시~오전 1시
  - 열차소요 102량
- Berlin-Hamburg Line 건설비, 운영비 수익예측(1996년 기준)
  - 건설비 및 정거장 61억 DM(약 42.7조원)
  - 설비비 37억 DM(약 25.9조원)  
(차량, 신호, 통신, 전력공급)
  - 총 98억 DM(약 68.6조원)
  - 운영비 2.5억 DM/년(약 1750억원)
  - 수익 7~9.5억 DM/년  
(약 4900~6335억원)

4) 실용화 추진체계

- 독일연방 50%, DB, Thyssen, Siemens, ADtranz 50% 지분으로 「Maglev Planning Company」를 설립하여 체계적인 실용화 계획 수립
  - Route Planning
  - Regional Policy Harmonization(RPH)  
(Berlin, Brandenburg, Mecklenburg, Schleswing, Hamburg)



- 수송수요
  - Construction Planning
  - Funding 방법
  - 수입 예측
  - 운영비 예측
- Federal Ministry of Research and Technology의 지원하에 시험 전담회사 운영(MVP)
- DB가 주축이 되어 실용화 추진중

#### 7.1.4 일본 MLX 자기부상열차

##### 1) 개발이력

- 1962년 Linear Motor 추진부상식 철도의 연구개시
- 1970년 초전도 자기부상의 기초시험장치 완성
- 1972년 ML100, 시속 60km, 최초의 유인 부상주행에 성공
- 1973년 동경, 오사카간 Linear 중앙신간선 노선도 확정
- 1977년 ML-500, 미야자끼 시험선에서 주행시험 개시
- 1979년 ML-500, 최고시속 517km 달성
- 1987년 MLU001, 유인주행으로 시속 400km 달성
- 1989년 초전도 자기부상식 철도 검토위원회에서 야마나시 시험선의 건설결정
- 1990년 야마나시 시험선 건설
- 1994년 미야자끼 시험선에서 실용형 차량(MLU002N)으로 시속 430km 주행에 성공
- 1997년 야마나시 시험선에서 주행시험 개시(MLX01) 유인주행 세계기록 시속 531km 달성

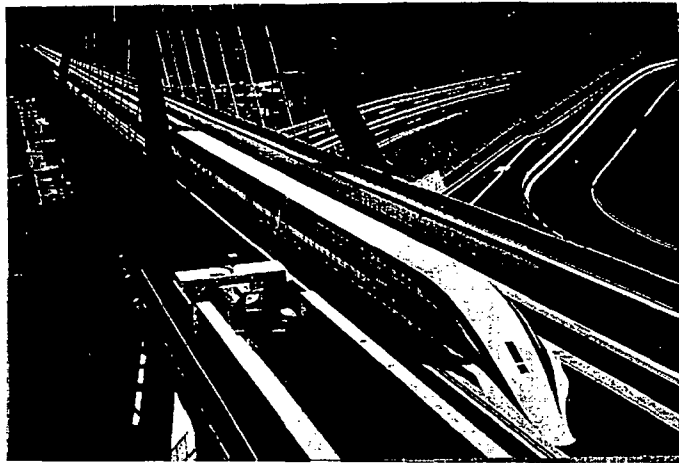


그림 7-7. MLX01의 시험운행

2) 시험선 및 설비운영 현황

○ 시험선 위치 및 사양

- 위 치 : 동경부근 야마나시현
- 총 연 장 : 42.8km(선행개시구간 : 18.4km)
- 터널길이 : 34.6km(16km)
- 지상구간 : 8.2km(2.4km)
- 최소곡선반경 : 8,000m
- 최대구배 : 4%
- 궤도중심 거리 : 5.8m

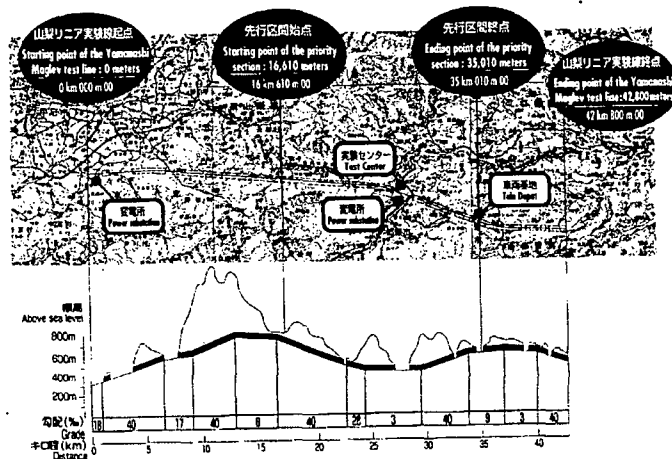


그림 7-8. 야마나시 시험선



○ 설비운영

- 시험 : 1일 14회 왕복주행
- 연구기술자 : 총 70명
- 차량제작 : 히다치, 미쯔비시, 가와사끼, 도시바
- 차량설계 : JR 동해, RTRI

○ 시험선 투자

- 현재까지 시험선 18.4km 및 시스템 개발에 450억 $\yen$  투자, 향후 300억 $\yen$  추가 투자 예정

3) 실용화 계획

- 시험선로중 선행개시구간(18.4km) 외 나머지(16.6+7.8km) 구간은 2년내 건설 완료
- 전시험선로(42.8km)에서의 시험 종료후 동경 ↔ 오사카간(500km) Linear 중앙 신간선 건설 예정(70조원 소요 예상)
  - 총선로길이 : 500km(기존 신간선 530km)
  - 중간역수 : 7개소(편성당 1개역에만 정차)
  - 시 격 : 6분
  - 열차편성 : 5 ~ 6량 1편성
  - 승차인원 : 1000명/편성

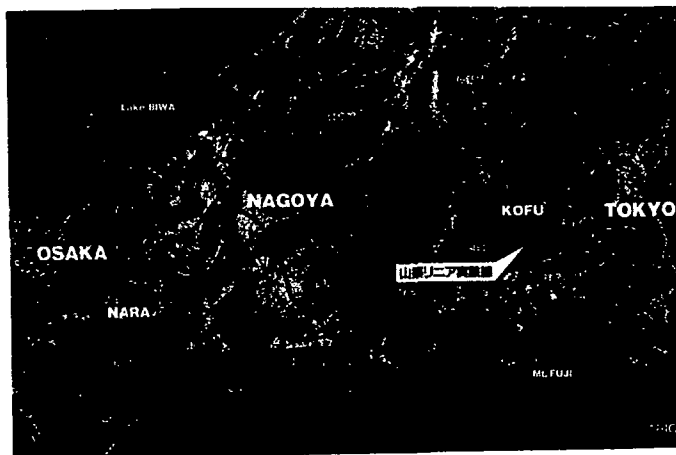


그림 7-9. Linear 중앙 신간선 건설계획도

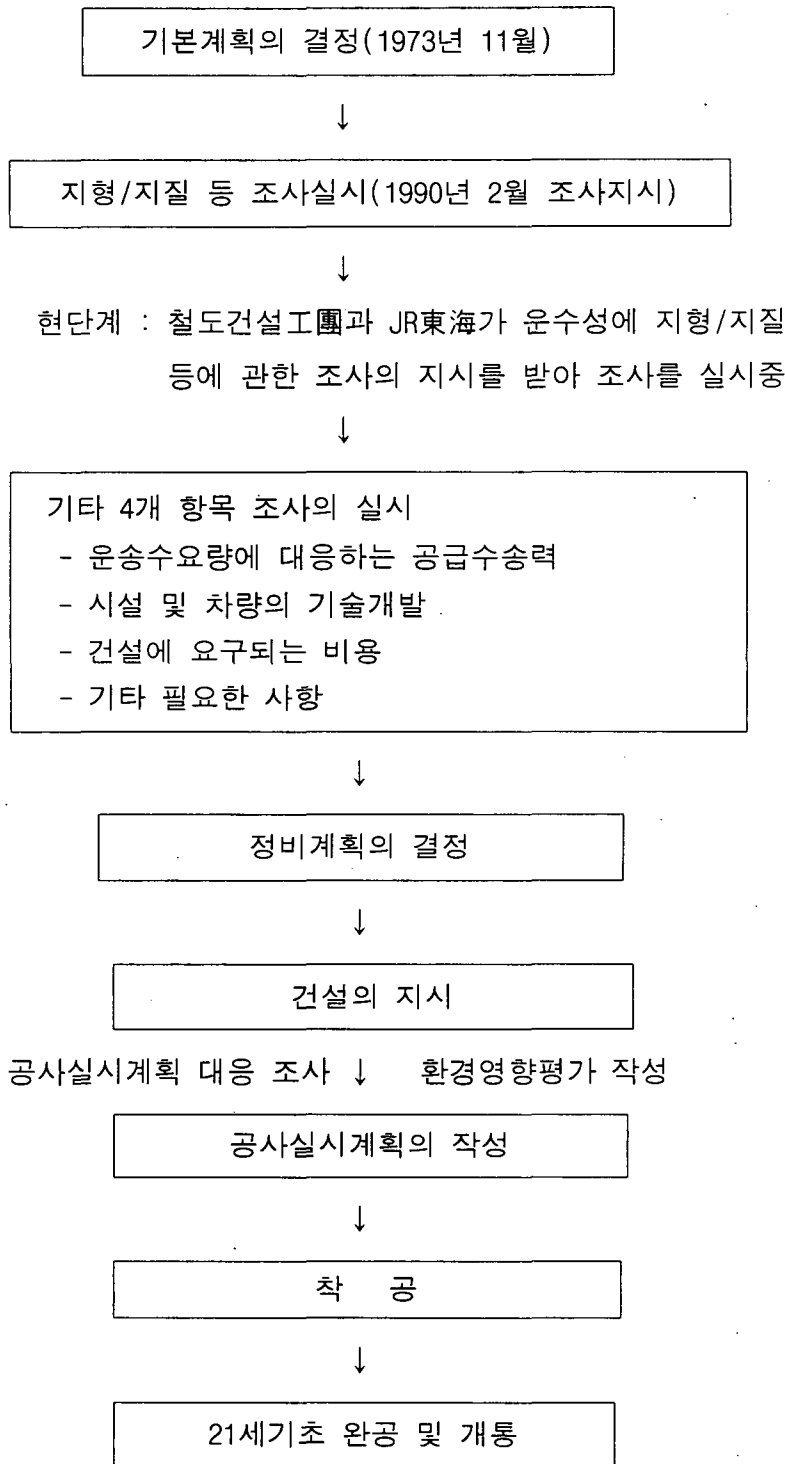


4) 실용화 추진체계

- 일본 국가차원에서 전국 신간선 정비법 공포(1970)
- 전국 신간선 철도 정비법을 바탕으로 중부 신간선 기본계획 노선으로 결정(1973)
- 운수성에서 JR Central와 철도건설공단에 동경 - 오사카간 지형 및 지질조사 지시(1990)
- 운수성이 초전도 자기부상식 철도에 관한 기술개발의 원활한 추진 지시(1990)
- 운수성이 야마나시 시험선의 건설계획, 기술개발 기본계획 승인(1990)
- 각 지방정부가 『Linear Chuo Express 건설촉진 기성동맹』 결성, 실용화 추진
  - 동경도/가나카와현/야마나시현/나가노현/기후현/愛知현/미에현/나라현/오사카부



◎ Linear 중앙 신간선(동경 ↔ 오사카) 실용화를 위한 업무순서





## 7.2 자기부상열차의 시장전망

순수 국내기술로 개발된 자기부상열차는 우수한 성능, 환경성, 경제성 및 안전성 등을 갖고 있는 경전철 규모의 신교통시스템으로서, 향후 국내외의 경전철 사업의 대상 노선에 충분한 경쟁력을 갖게 될 것으로 판단된다.

도시권 교통체계에서 신교통시스템인 경량전철은 교통권역의 영역을 확장시켜 시민의 통행기회를 증진시키고, 대중교통 이용자들의 접근성을 향상시키며, 교통체계의 효율적 운영을 제공하고, 도시 구도성장의 가이드라인을 제공할 뿐 아니라 교통혼잡 문제를 완화하고, 최소의 비용으로 편의시설을 제공 등의 역할을 하기 때문에 이미 선진 외국에서는 신교통시스템이 상당히 발전되어 있으며, 최근 국내에서도 건설계획 등이 발표되고 있다.

철도기술연구원에서 조사한 자료에 의하면 국내의 경우 경전철 민자유치 예상 노선으로 선정된 경전철 사업규모는 총 6개 노선 88.9 km에 2조 6천 5백억원 정도이며, 대상사업에서 제외되었지만 각 지방 자체단체에서 건설계획이 발표된 경전철 노선은 37개 노선에 총연장 578 km에 이르고 있으며, 또한 해외의 경우에도 동남아 국가를 비롯하여 총 132개 노선이 계획되고 있는 것으로 조사되었는 바 국내에서 인천 국제공항 PMS 노선에서 자기부상열차를 실용화할 경우 향후 시장전망이 매우 밝다고 하겠다.

### 7.2.1 국내 경전철 사업계획

#### 1) 현재 선정된 경전철 민자유치 대상노선

노 선 명	노 선 구 간	연 장	사업기간
서울~하남노선	서울(강동)~하남(창우동)	10.5km	'95 ~ 2001
사상~김해노선	부산(사상)~김해(삼계동)	24.5km	'95 ~ 2001
의정부 노선	서울(도봉)~의정부(송산)	14.27km	'96 ~ 2002
부산 초읍선	사직운동장~서면	7.3km	'97 ~ 2002
부산 영도선	부산역~태종대	11.1km	'98 ~ 2003
경기 용인선	신갈~용인~에버랜드	21.3km	'97 ~ 2003

자료 : 경량전철시스템 기술개발사업, 철도연, '99.3





2) 건설계획이 발표된 경전철 대상노선

지 역	노 선 구 간	연장(km)
서 울	압구정 ~ 청담 ~ 대치 ~ 포이 ~ 논현	-
	신길 ~ 노량진 ~ 상도동 ~ 신림 ~ 신길	-
	신도림 ~ 목동 ~ 가양 ~ 상암	-
	우이동 ~ 수유역	3.3
부 천	1호선(신흥동 ~ 중동신도시 ~ 신흥동 순환)	11.0
	2호선(소사동 ~ 김포공항)	13.5
인 천	인척역 ~ 월미도 ~ 북항 ~ 송림동	9.0
안 양	평촌 ~ 신림	9.7
	1호선 (인덕원 ~ 남서울역)	10.5
	2호선 (산본역 ~ 인덕원)	6.9
성 남	삼성유원지 ~ 이매자연공원	15.6
광 명	구로역 ~ 남서울역	10.5
안 산	라성호텔앞 ~ 우성아파트	10.9
고 양	1호선 (구인산 순환)	17.0
	2호선 (원당 ~ 방화역)	8.0
시 흥	1호선 (부천역 ~ 인천)	11.2
	2호선 (안산 ~ 시화공단 순환)	19.7
의 왕	내손동 ~ 부곡지구	7.8
김 포	개화동 ~ 김포읍	8.0
수 원	동서선 (성대 ~ 경희대)	11.3
	남북선1 (이목동 ~ 삼성반도체)	12.0
	남북선2 (파장동 ~ 곡반정동)	10.5
천 안	신천안 ~ 온양	56.3
마 산	마산 ~ 창원 ~ 진해	25.0
양 산	양산읍 ~ 호포면	8.4
울 산	1호선 (번영교 ~ 울산대교 ~ 번영교 순환)	32.2
	2호선 (번영교 ~ 석남사)	8.2

자료 : 경량전철시스템 기술개발사업, 철도연, '99.3

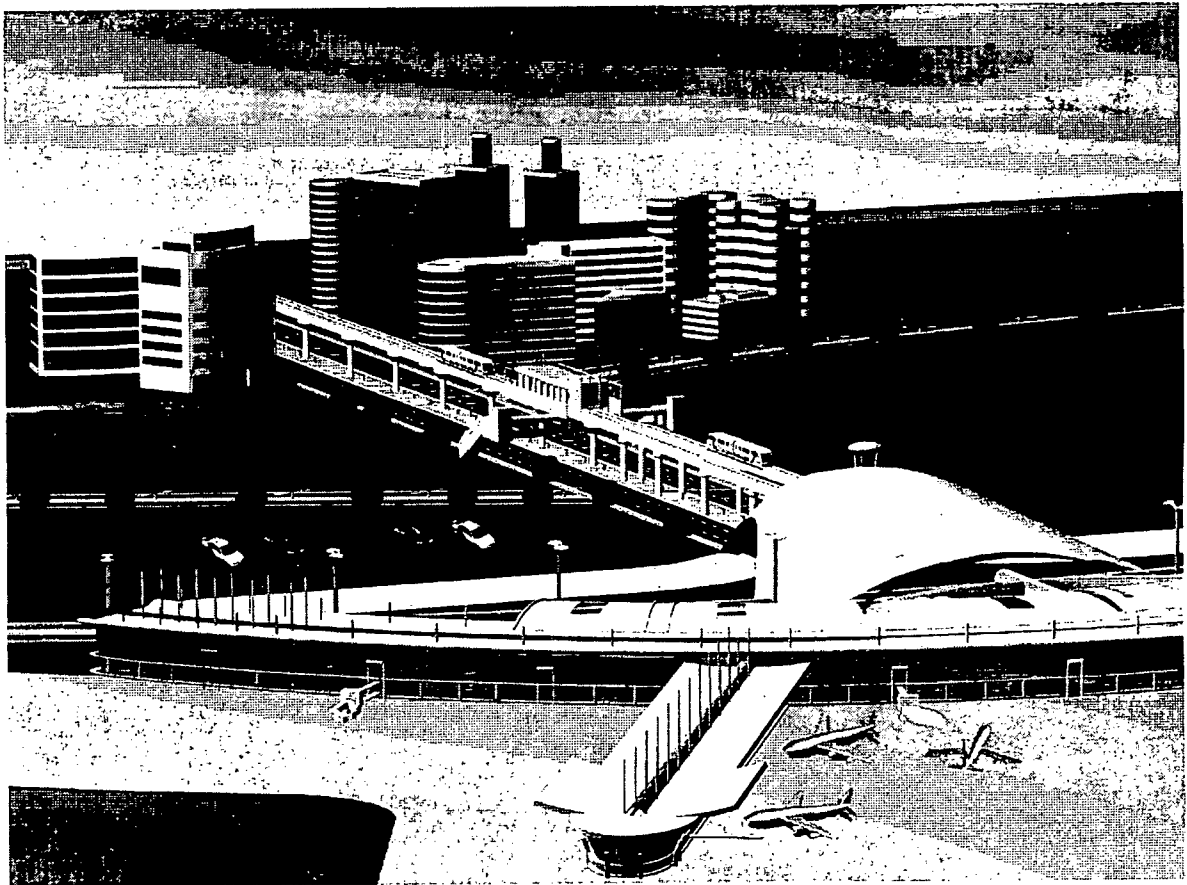


7.2.2 국외 경전철 운영현황 및 건설계획

국명	운영노선수	건설계획 노선수	국명	운영노선수	건설계획 노선수
아르헨티나	1	1	필리핀	1	1
오스트리아	6		스위스	4	1
벨기에	5		튀니지	2	
불가리아	1		이태리	5	4
브라질	2	7	일본	39	4
캐나다	4	1	북한	2	
중국	2	25	멕시코	5	2
체코	69		네덜란드	4	1
이집트	31		노르웨이	8	
핀란드	12		폴란드	7	
프랑스	13	15	포르투갈	8	
독일	314	5	루마니아	13	
홍콩	2		러시아	18	
헝가리	30		싱가폴	1	
인도		9	스페인	1	6
타이완	1	1	스웨덴	15	1
태국		2	우크라이나	54	
콜롬비아	1	2	영국	8	8
오스트레일리아	5	2	미국	43	14
말레이시아	1	1	베네수엘라	1	
파키스탄	2	2	덴마크		1
푸에르토리코		1	도미니카		1
터키	2	5	아일랜드		1
벨라루스	3		남아프리카공화국	1	1
뉴질랜드	1	1	에스토니아	3	1

- 운영 751개 노선, 건설계획 127개 노선
- 자료 : 경량전철 시스템 기술개발사업 (철도연, 99. 3)

# 제Ⅱ부 건설 계획





# 목 차

		Page
1	사업개요 -----	II-1- 1
1.1	개 요 -----	II-1- 1
1.2	사업수행 체계 -----	II-1- 5
1.3	사업수행 책임 -----	II-1- 6
1.4	사업수행 업무내용 -----	II-1- 7
1.5	사업 일정계획 -----	II-1-11
2	사업관리 및 E & M 시스템 엔지니어링 -	II-2- 1
2.1	수행조직 -----	II-2- 1
2.2	사업관리 계획 -----	II-2- 2
2.3	E & M 시스템 엔지니어링 계획 -----	II-2- 8
2.4	사업비 투입계획 -----	II-2-22
3.	설계계획 -----	II-3- 1
3.1	토목/ 건축 설계계획 -----	II-3- 1
3.2	E & M 시스템 설계계획 -----	II-3-70
4.	제작 및 시공계획 -----	II-4- 1
4.1	제작계획 -----	II-4- 1
4.2	시공계획 -----	II-4- 3
4.3	건실시공 보장계획 -----	II-4- 5



		Page
5.	종합시험 및 시운전계획 -----	II-5- 1
5.1	개 요 -----	II-5- 1
5.2	기본방침 -----	II-5- 1
5.3	차량시스템 -----	II-5- 2
5.4	전력공급 -----	II-5- 6
5.5	신호시스템 -----	II-5- 9
5.6	통신시스템 -----	II-5-17
5.7	검수설비 -----	II-5-26
5.8	종합인터페이스 시험 -----	II-5-28
6.	품질관리계획 -----	II-6- 1
6.1	건설 품질관리 -----	II-6- 1
6.2	E & M 시스템 품질관리 -----	II-6- 4
7.	교육훈련계획 -----	II-7- 1
7.1	개 요 -----	II-7- 1
7.2	교육훈련 대상과 직무의 분류 -----	II-7- 1
7.3	교육훈련 방법 -----	II-7- 1
7.4	교육계획서의 작성 -----	II-7- 1
7.5	교육요원의 요건 -----	II-7- 2
7.6	교육인원의 제한 -----	II-7- 2
7.7	교 재 -----	II-7- 2
7.8	교육내용 -----	II-7- 3
7.9	교육훈련 과정의 구분 -----	II-7- 3
8.	기술감리 및 자문계획 -----	II-8- 1
8.1	기술감리 계획 -----	II-8- 1
8.2	기술자문 계획 -----	II-8- 2



## 1. 사업개요

### 1.1 개요

본 계획서는 인천국제공항공사에서 계획하고 있는 인천국제공항내 교통센터(TC)에서 국제업무지역(IBC)을 연결하는 내부철도「PMS 노선」에 대해 한국기계연구원과 현대정공(주)이 공동으로 과학기술부의 특정연구개발 과제로 「자기부상열차의 적용을 위한 기획조사사업」에 의거 건설계획을 작성하였다.

본 건설계획서는 PMS 노선의 개념정립을 위한 것으로서, 본 사업의 수행시 인천국제공항공사측과 충분한 협의를 거쳐 사양 등을 수정, 보완할 예정이다.

PMS 노선 건설의 주요 목표는

- 안전하고 신뢰성 있는 시스템 제공
- 승객을 고려한 환경 친화적 시스템 제공
- Total Life Cycle Cost 를 고려한 가장 경제적 시스템 제공에 있다.

#### 1.1.1 노선위치

- 인천 국제공항내 교통센터(TC) ~ 국제업무지역(IBC)

#### 1.1.2 건설기간 및 개통시기

- 건설 : 2000. 1. ~ 2001. 12. (24 개월)
- 종합시험 : 2002. 1. ~ 2002. 6. ( 6 개월)
- 시운전 : 2002. 7. ~ 2003. 12. ( 18 개월)
- 정상운영 : 2004. 1. ~



### 1.1.3 시스템 개요

#### 1.1.3.1 선로(궤도)

- 궤도 : 지상 고가궤도(복선)
- 총연장 : 1.8 km (운행 1.23 km, 차량기지 인입구간 0.57 km)
- 분기기 : 차량기지 인입구간 2 개소

#### 1.1.3.2 정차장(역사)

- 정차장 4 개소(건설 3 개소, 교통센타내 정차장은 교통센타 건설에 포함)
- 승강장 형태 : 섬식(승객 편의)
- 승강장 치수 : 길이 35 x 폭 5m

#### 1.1.3.3 차량기지

- 위치 : 국제업무지역 남측 공원지역을 성토하여 부지조성
- 건평 : 1,785 평(지하 154 평, 1층 1,331 평, 2층 : 290 평, 옥탑층 : 10 평)
- 주요 설비 : 유치선, 검수설비, 세척장, 중앙제어실, 수변전실, 사무실 등

#### 1.1.3.4 차 량

- 차 종 : 상전도 흡인식 자기부상열차
- 대차수량 : 3 대/량
- 열차편성 : 2 량 1 편성(Mc1 - Mc2)
- 차량치수 : L 14.50 x W 3.00 x H 3.95 m
- 공차중량 : 18 톤/량
- 최대 탑승인원 : 148 명/량



### 1.1.3.5 전력설비

- 차량기지내 전력제어/ 감시설비(SCADA)
- 각 역사(교통센터 제외) 전기설비
- 입력전원 : 3 $\phi$  4W, 22.9kV, 60Hz
- 가선전압 : 1,500VDC
- 가선방식 : 제 3 궤 조(궤도의 양측면)

### 1.1.3.6 신 호

- 차량기지내 중앙제어실 설비 : 운행제어장치(TTC), 전력제어/ 감시설비(SCADA)
- 지상 신호설비 : 전자연동장치, ATC
- 차상 신호설비 : ATC, ATO

### 1.1.3.7 통 신

- 음성통신 : 전화, 열차무선
- 제어용 테이타통신 : 열차무선, 신호설비 제어, CCTV 제어, 방송 제어, 전기시계
- 화상통신 : CCTV

### 1.1.3.8 검수설비

- 차량기지 인입구에 세차설비
- 차량기지 검수고내 천정크레인 등 각종 검수설비



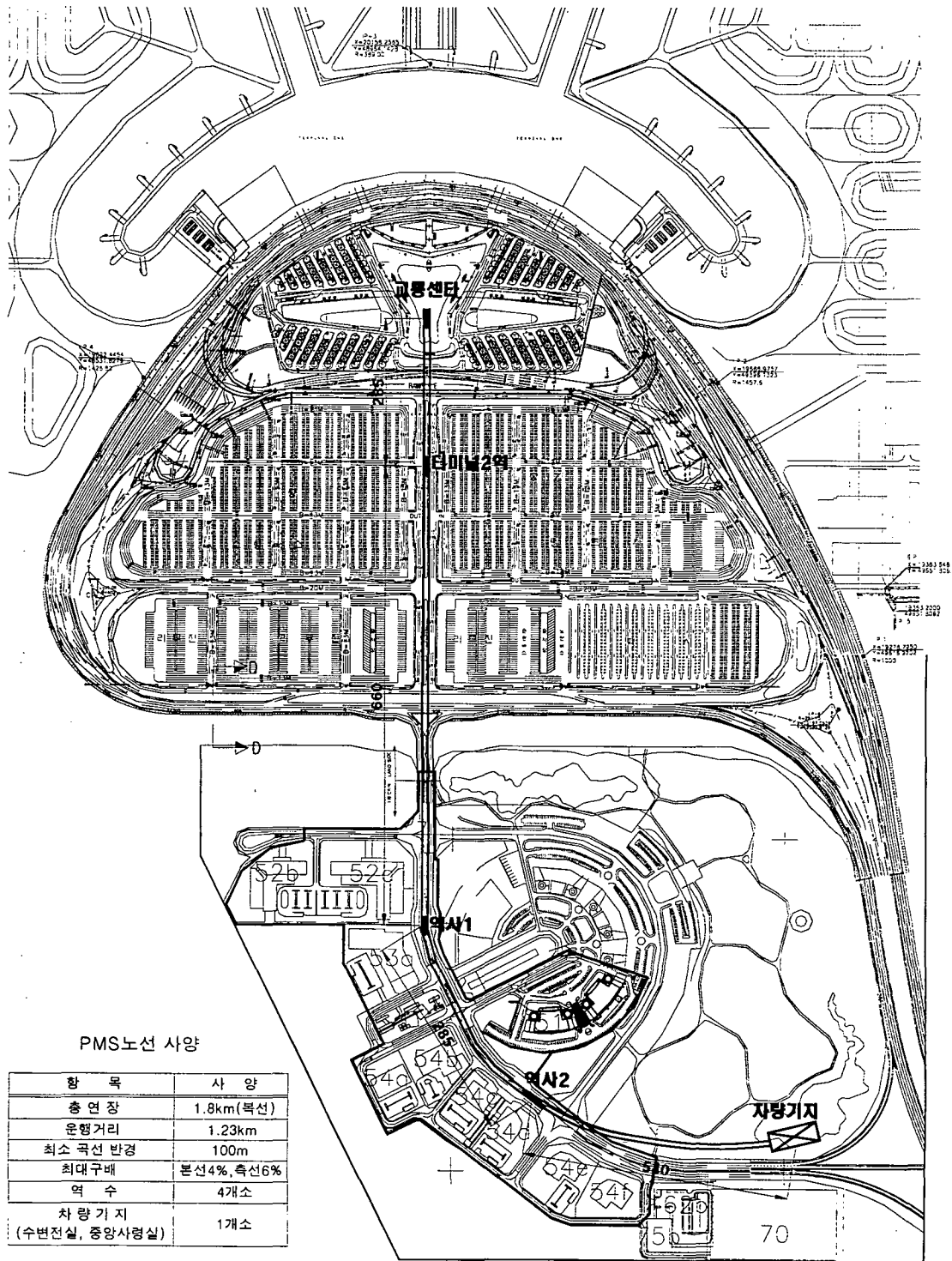


#### 1.1.4 열차성능

- 설계 최대속도 : 100km/h
- 운행 최대속도 : 80km/h
- 최대 가속도 : 3.6km/h/s
- 최대 감속도(상용) : 3.6km/h/s
- 소음한계(실내) : 65dB(A)

#### 1.1.5 열차운행 (최대 수송수요 발생단계 기준)

- 운행방법 : 양방향 왕복운행
- 열차편성 : 2량 1편성(Mc1 - Mc2)
- 역 정차시간 : 30 초
- 1 왕복 소요시간 : 7 분
- 운행편성 : 2 편성
- 시격(Headway) : 4 분
- 최대 수송능력 : 4,440 명/시간 ·방향



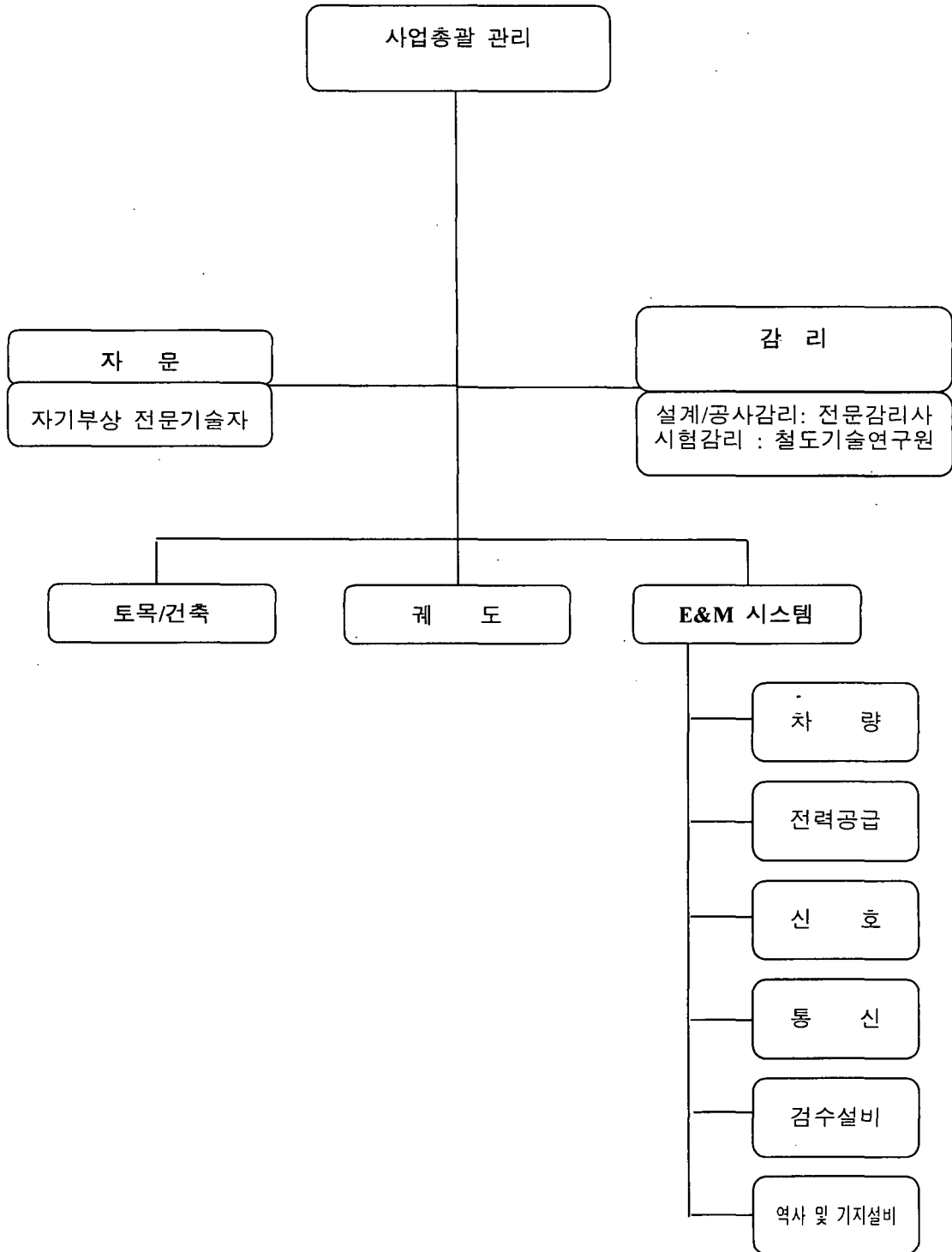
PMS노선 사양

항 목	사 양
총연장	1.8km(복선)
운영거리	1.23km
최소 곡선 반경	100m
최대구배	본선4%, 측선6%
역 수	4개소
차량기지 (수변전실, 중앙사령실)	1개소

PMS 노선도



### 1.2 사업수행 체계





### 1.3 사업수행 책임

분 야	수행 책임	비 고
사업 총괄 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>·사업 총괄관리 및 감독책임</li> <li>·사업 총괄계획 수립 및 시행</li> <li>·계약체결 및 계약이행 관리</li> <li>·사업 Risk 분석</li> <li>·공정 및 일정 관리</li> <li>·건설관리(시공감독) 및 품질 관리</li> <li>·시스템 종합 시험 및 시운전</li> <li>·자문계획 수립 및 시행</li> <li>·감리계획 수립 및 시행</li> <li>·토목/건축/궤도와 E&amp;M 시스템간의 인터페이스 및 Integration 종합/조정/관리</li> <li>·E&amp;M 시스템 분야 설계, 제작, 납품, 시공에 대한 책임</li> <li>·E&amp;M 시스템에 대한 시스템 인터페이스 및 시스템 Integration 시행</li> <li>·E&amp;M 시스템 설치 및 supervision</li> <li>·E&amp;M 시스템 시험</li> <li>·E&amp;M 시스템 품질 관리</li> <li>·E&amp;M 시스템 운용자 교육 및 유지보수 교육 수행</li> <li>·E&amp;M 시스템에 대한 RAMS 계획 수립 및 분석</li> <li>·E&amp;M 시스템에 대한 EMC 계획 수립 및 관리</li> </ul>	



1.4 사업수행 업무 내용

단계	분야	수행 업무	작업결과물
기본설계단계	계획서	·사업 총괄 관리계획 작성 - 공사계획 - 일정계획 - 자문계획 - 감리계획	·사업 총괄 관리계획서
		·E&M 시스템엔지니어링 계획 작성 - 시스템 Integration 계획 - 시스템 Interface 계획 - RAMS 계획 - EMC 계획	·시스템 엔지니어링 계획서
	계약	·계약서 작성/협상/체결 - 건축/토목/궤도 분야 - E&M 시스템 분야	·분야별 계약서
	품질관리	·공급자 품질관리시스템 감사 - 토목/건축/궤도 - E&M 시스템	·공급자의 ISO 9000 품질 보고서
	요구조건 및 규격서	·성능 요구조건 수립 - 토목/건축/궤도 - E&M 시스템	·기술규격서
		·시스템 통합 규격 - 건축/토목/궤도 분야 - E&M 시스템 분야	·통합규격서
	위험요소분석	·사업 위험요소 분석	·분석보고서



단계	분야	수행 업무	작업결과물
상 세 설 계 단 계	인터페이스	·E&M간의 인터페이스 관리/조정/해결	·ICD
		·E&M과 토목/건축/궤도와의 인터페이스 관리/조정/해결	·ICD
		·상위 기관과의 인터페이스 조정/연락	
	RAMS	·철도시스템에 대한 신뢰도 계획서 작성	·신뢰도 보고서
		·철도시스템에 대한 Safety Plan 작성	·안전 요구조건
		·시스템 안전보고서 작성	·Safety 보고서
	EMC	·EMC 계획서 작성	·EMC 요구조건
	규격/설계	·설계 검토 - 건축/토목/궤도 분야 - E&M 시스템 분야	·설계검토 보고서
		·규격 검토 및 승인 - 건축/토목/궤도 분야 - E&M 시스템 분야	·승인
		·설계도면 검토 및 승인 - 건축/토목/궤도 분야 - E&M 시스템 분야	·승인
		·설계진행 감독 - 건축/토목/궤도 분야 - E&M 시스템 분야	·설계진행 보고
		·설계 진행 공정보고 - 건축/토목/궤도 분야 - E&M 시스템 분야 - 종합	·월간 공정보고
기타	·접지 및 BONDING 조건	·접지 요구조건	



단계	분야	수행 업무	작업결과물
제 작 / 조 립 / 납 품  단 계	시험	·E&M 공급업체의 시험 및 검사계획 검토 및 승인	·승인
		·E&M 공급업체의 시험 및 검사 규격 검토 및 승인	·승인
		·E&M 주요 부품 시험 참관	·시험보고서
		·E&M 최종검사 참관/승인	·시험보고서
	제작/조립/ 납품/건설	·E&M 제작/조립 감독	·일정 Check
		·납품관리	·납품확인
		·건설관리	·일정 Check
		·제작/조립/납품 공정보고 - 건축/토목/궤도 분야	·주간/월간 보고
	계획서/ 보고서/ 목록	·통합 설치계획 작성	·통합설치계획
		·E&M 시스템 RAMS 보고서	·RAMS 보고서
		·E&M 시스템 예비부품 확정	·예비부품 리스트
	위험요소분석	·잠재 위험 요소 분석	



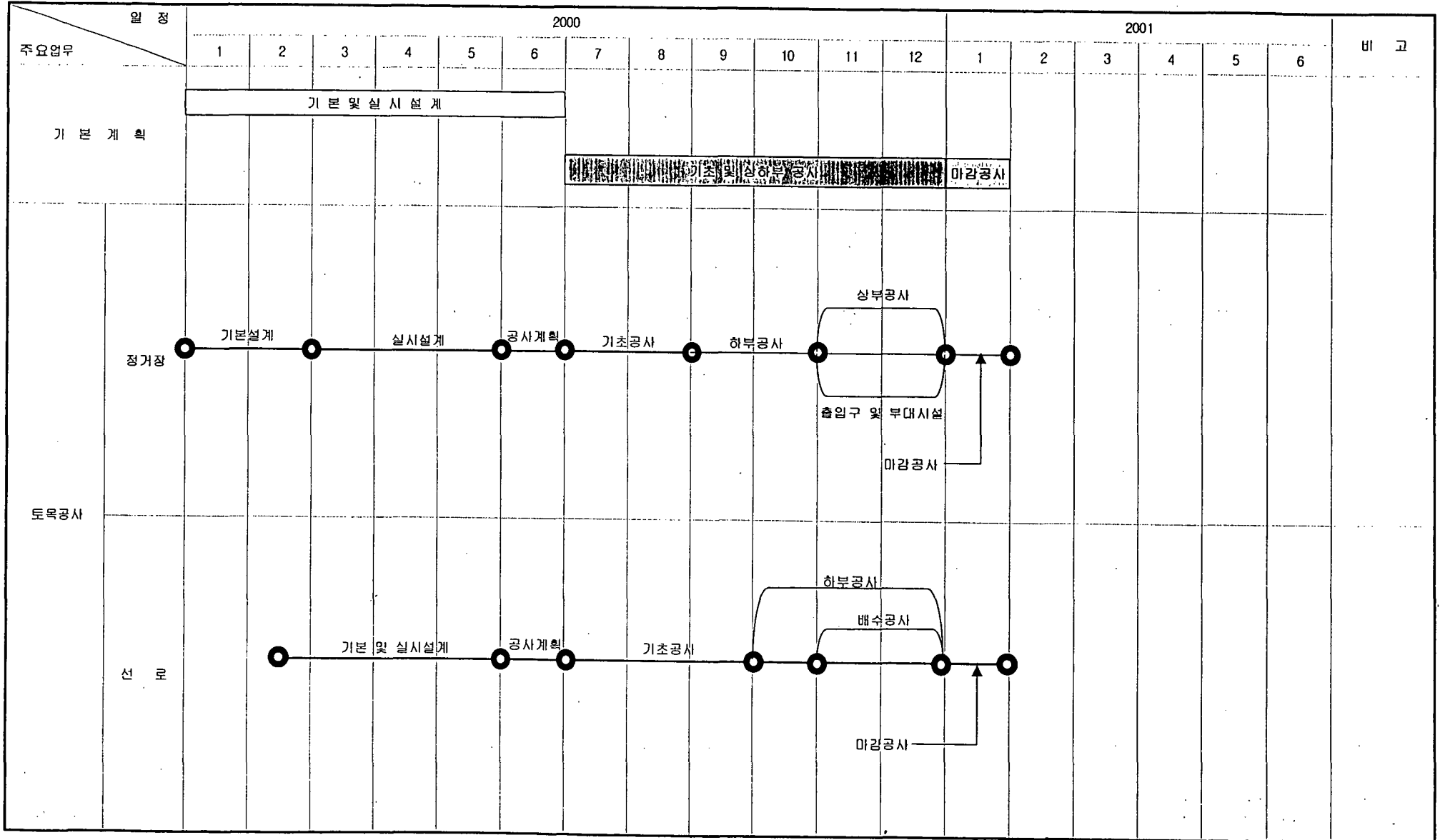
단계	분야	수행책임	작업결과물
설치 및 시운전 단계	현장관리	·현장 설치작업의 품질관리 - 건축/토목/궤도 분야 - E&M 시스템 분야	·보고서
		·인터페이스 확인 및 해결	
		·현장 안전관리 계획 - 건축/토목/궤도 분야 - E&M 시스템 분야	·안전관리계획
		·설치방법 승인 - 건축/토목/궤도 분야 - E&M 시스템 분야	·승인
		·설치작업 진행 및 감독 - 건축/토목/궤도 분야 - E&M 시스템 분야	
		·공정 보고	
	종합시험 및 시운전	·현장 통합 시험계획 작성 및 감독	·통합 시험 계획서
		·설치된 장비의 시험 참관	·시험보고서
		·종합 시운전 절차서 작성	·시운전절차서
		·시운전 시험결과보고서 작성	·시운전 결과 보고서
기타	·시스템 운영 및 정비 교범 - 궤도 분야 - E&M 시스템 분야	·운영/정비교범	





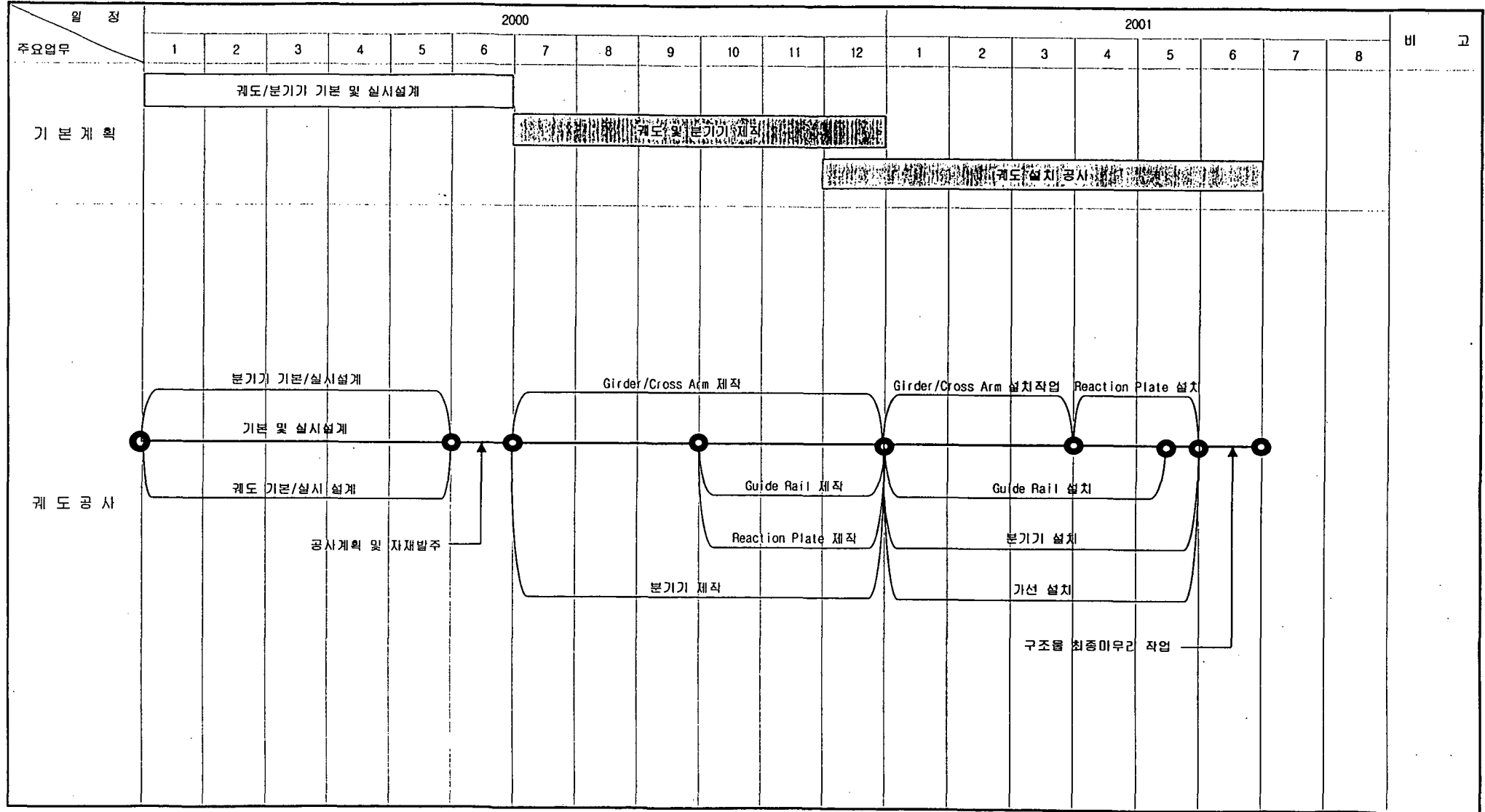


1.5.2 토 목



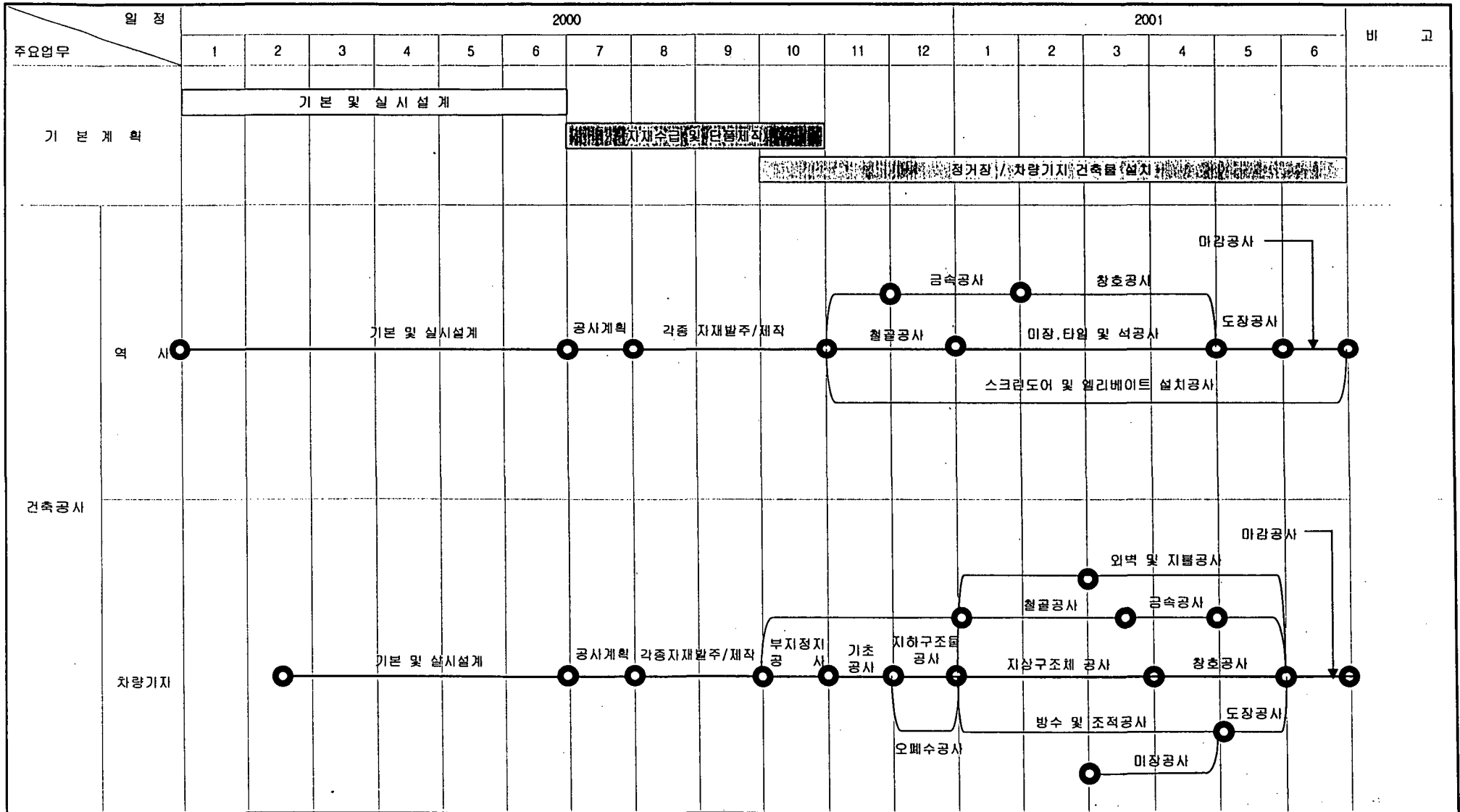


1.5.3 궤도



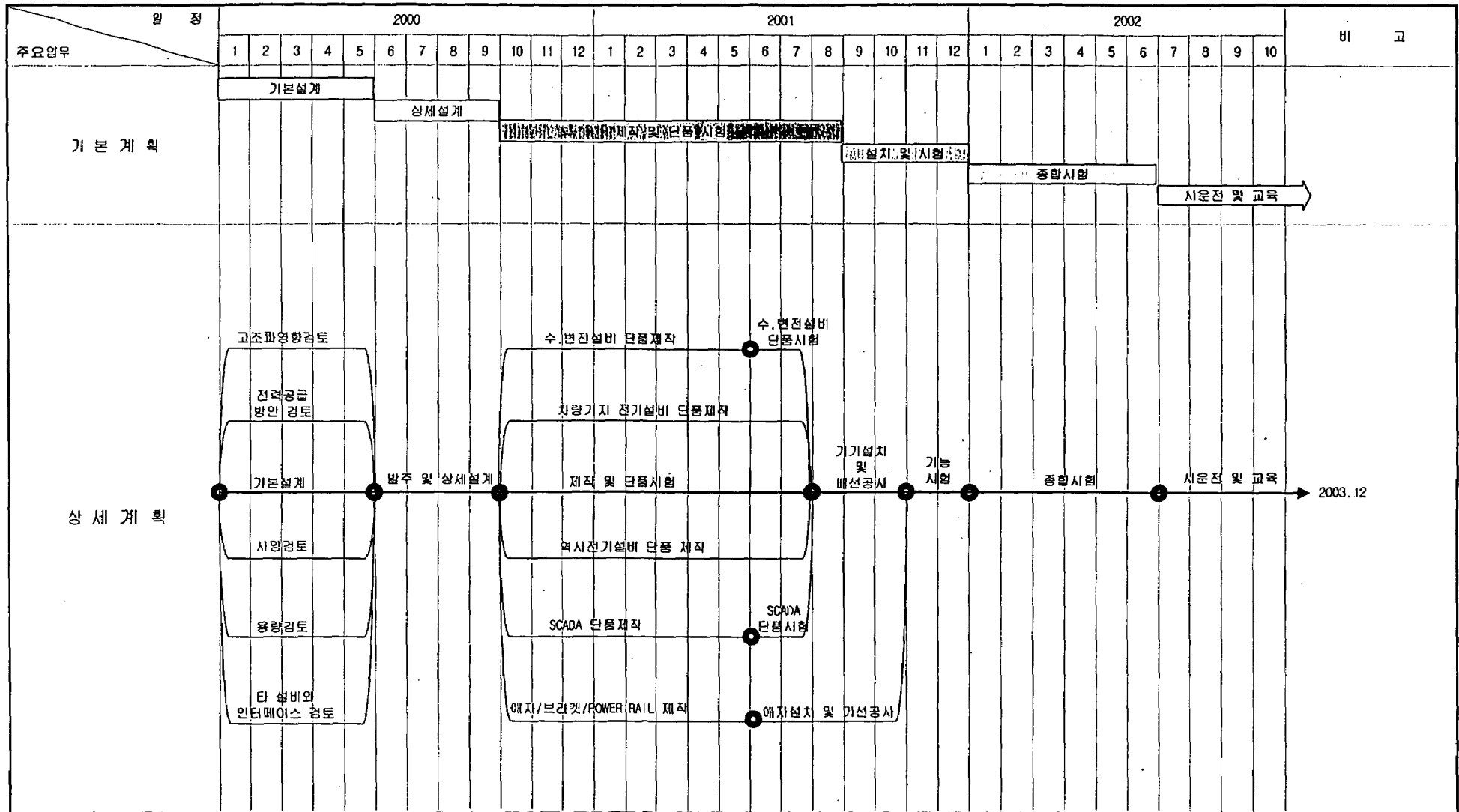


1.5.4 건축





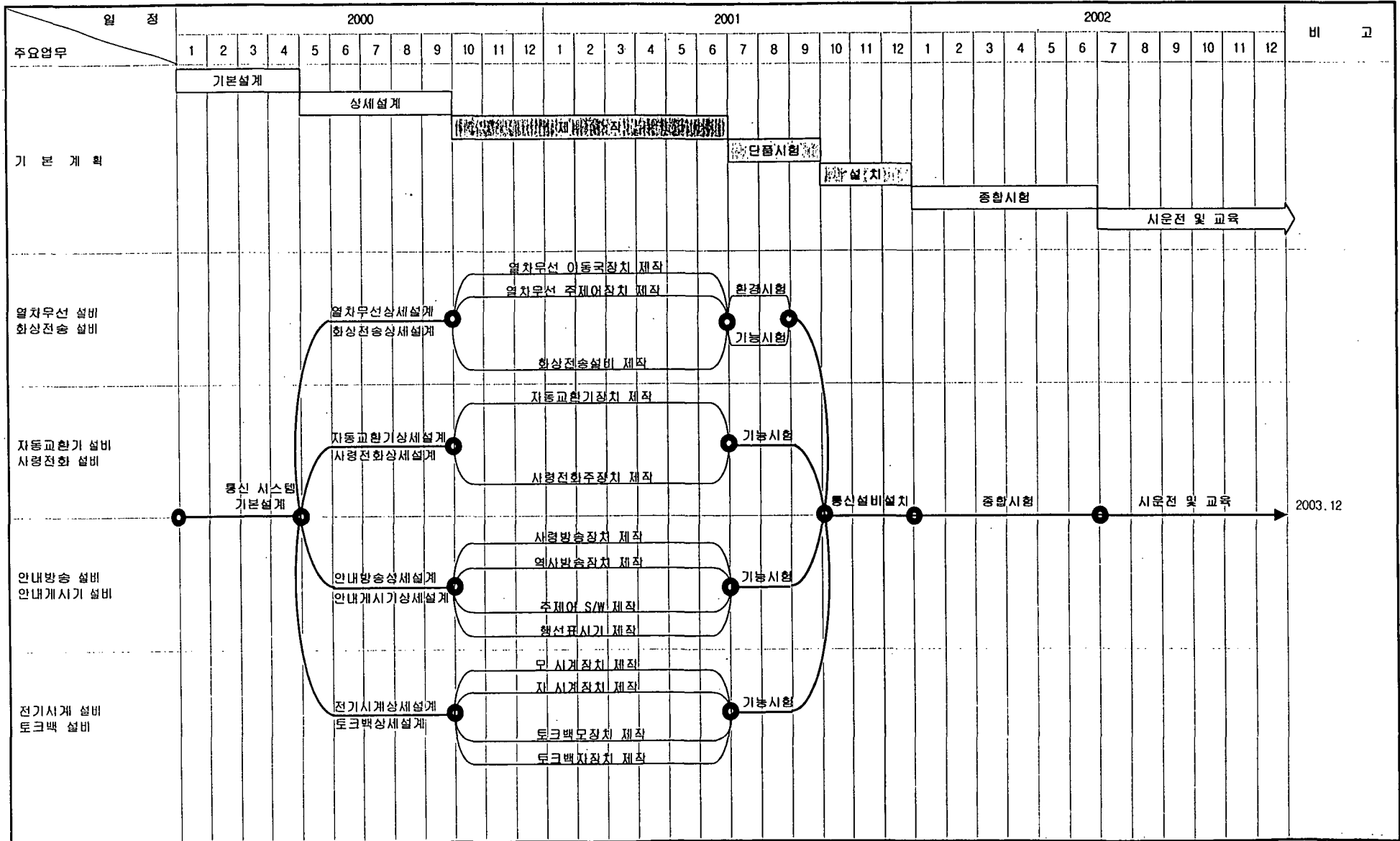
1.5.5 전 력





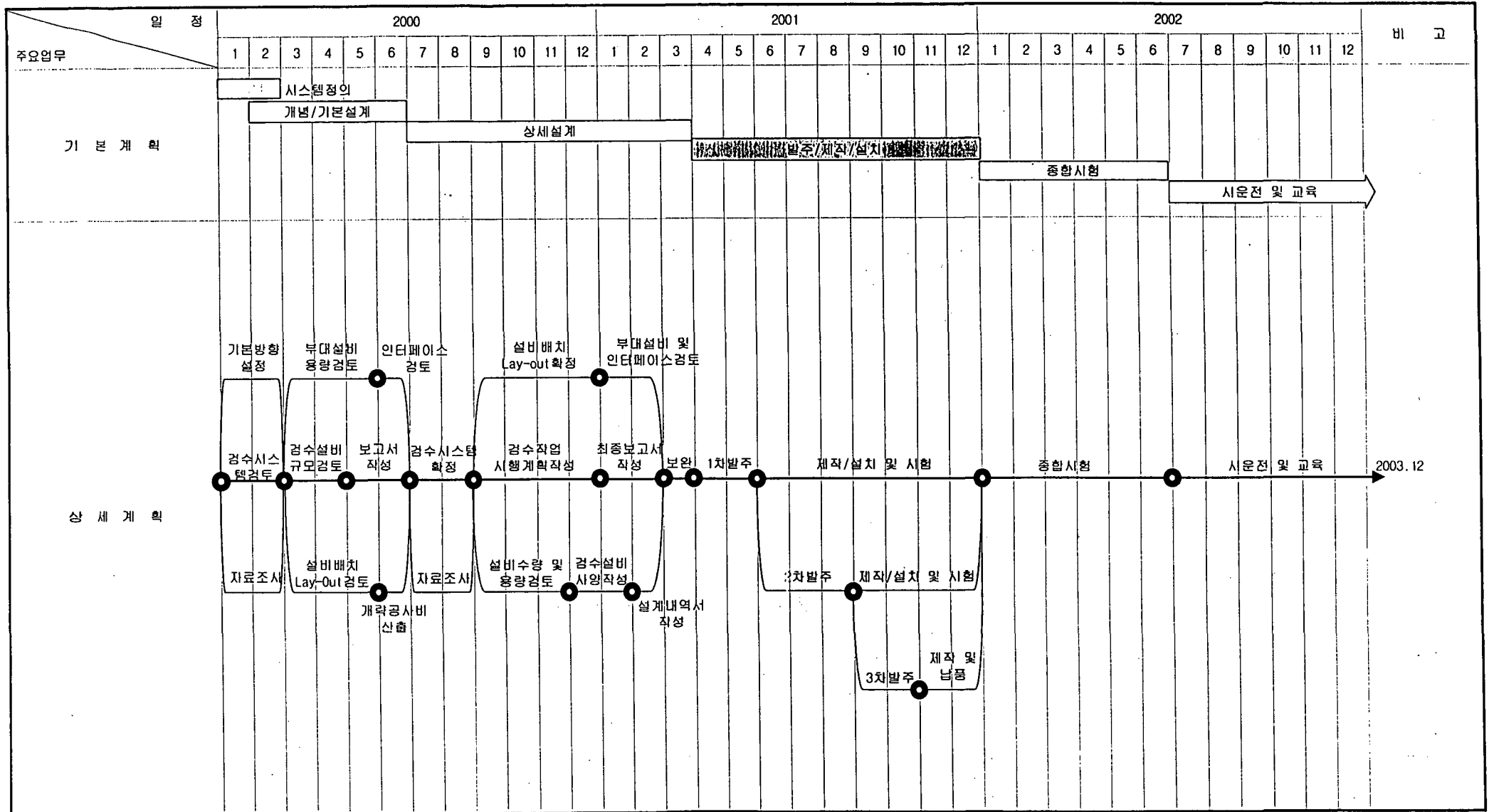


1.5.7 통신





1.5.8 검수설비

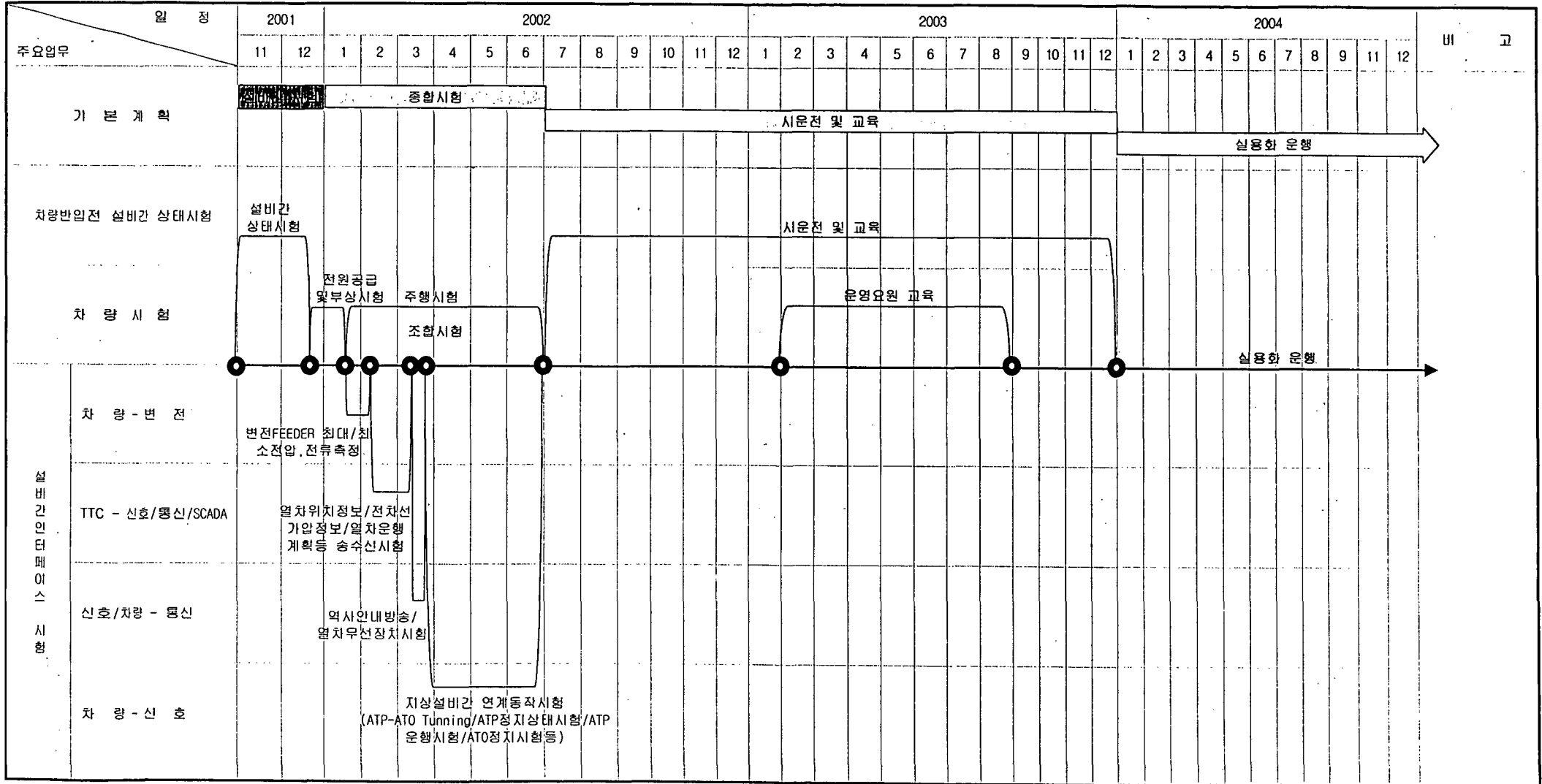








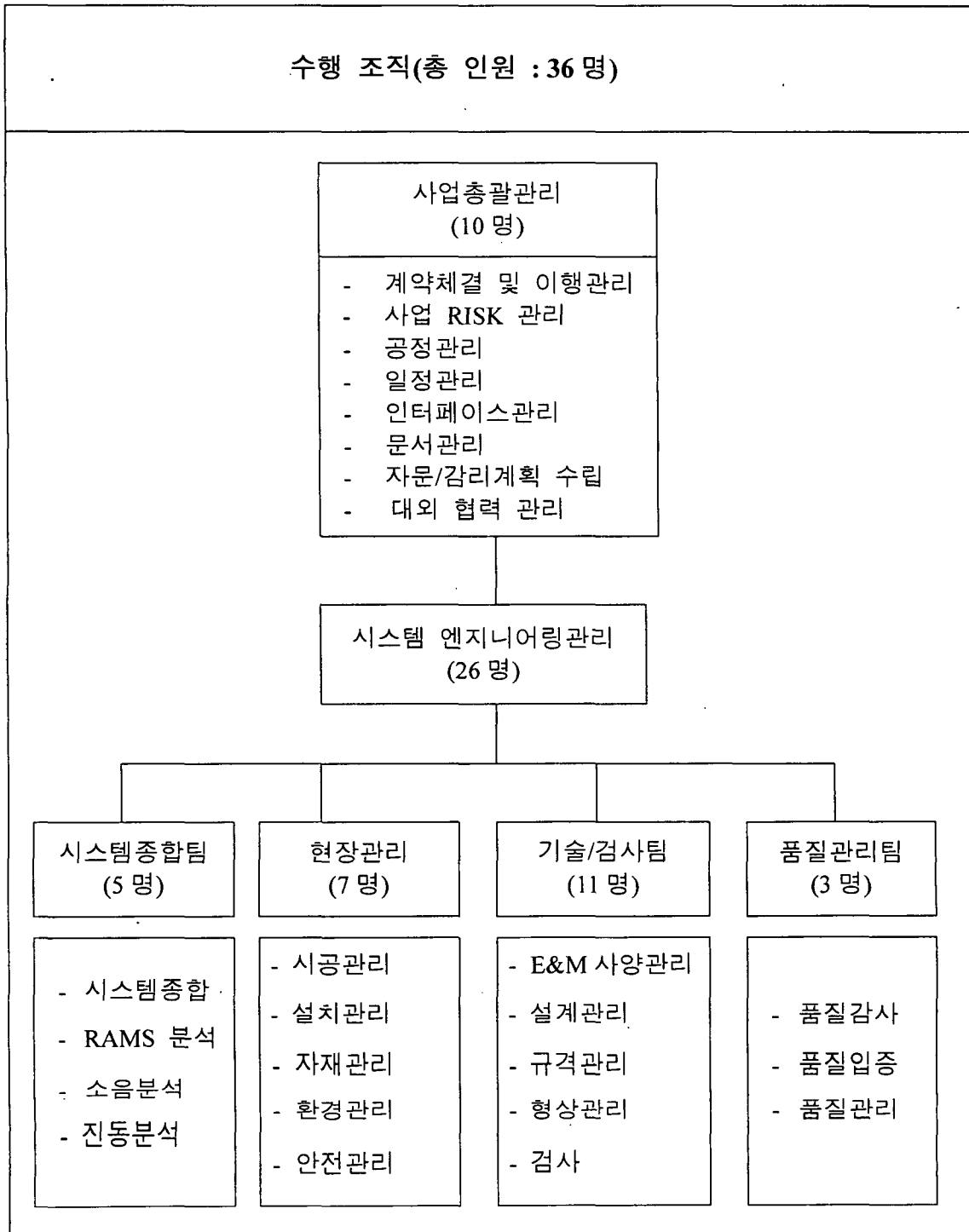
1.5.10 종합시험





## 2. 사업관리 및 E&M 시스템엔지니어링

### 2.1 수행 조직





## 2.2 사업관리 계획

### 2.2.1 내용 구성

사업관리 계획서는 사업 전반에 걸쳐 관리 지침서로 활용되며 다음과 같은 내용으로 구성된다.

- 조직
- 일정계획
- 비용관리 방안
- 자원 투입계획
- 장비 획득 및 관리
- 작업범위
- 위험요소 관리방안
- 협의 및 보고
- 자료 및 데이터 관리
- 환경보호 계획

### 2.2.2 계획 수립

#### 2.2.2.1 WBS(Work Breakdown Structure) 구축

- 전체 작업항목에 대한 WBS 구축하고 항목별 작업 수행자를 지정
- 작업을 단위작업으로 구분하고 작업물량을 산출하여 공기를 추정하고, 예산을 수립
- 각 작업간의 선후관계를 고려한 시공계획을 수립하고, 자원 최적화를 통해 인  
원, 장비 등의 투입계획과 자재의 조달계획을 수립



#### 2.2.2.2 상세계획 수립

- 구축된 WBS에 의거 보다 세분화된 분야별 작업계획 수립
- 상호 연관이 있는 작업들을 Link화

#### 2.2.2.3 토목/건축/궤도와 E&M 시스템간의 인터페이스 관리계획 수립

- 토목/건축/궤도와 E&M 시스템간의 시스템 인터페이스 사항을 종합/조정/관리
- 전체 작업항목에 대한 WBS(Work Breakdown Structure)를 구축하고 각 항목별 수행책임 및 인터페이스 사항을 종합하여 작성

#### 2.2.2.4 자문계획 수립

- 토목/건축/궤도 및 E&M 시스템에 대한 자문 계획을 수립 및 시행

#### 2.2.2.5 감리계획 수립

- 토목/건축/궤도 분야에 대한 시공 감리계획 수립 및 시행
- E&M 시스템에 대한 설계 감리계획 수립 및 시행

#### 2.2.2.6 계획 수립의 전제사항

- 공정계획은 목표년도에 공사가 완공되는데 차질이 없도록 계획을 수립하고 계획대로 추진되도록 지원사항을 사전에 조치
- 외자재 공급은 설치공사에 지장없이 공급



- 철도건설의 기본공정인 토목공사 추진을 위한 유관기관과의 협의업무는 공사에 영향을 주지 않도록 사전에 집중 관리

### 2.2.3 계획 수행

#### 2.2.3.1 공정 및 계약관리

- 공정관리 기법에 의한 주기적 진도관리 분석시행
- 분석 결과에 따른 대책수립 및 계획 수정
- 실적에 대한 통계 분석 및 정리
- 주간 및 월간 작업현황에 대한 공정보고
- 주별, 월별 공정회의를 개최하고 계획대비 실적검토와 문제점분석/대책 강구
- 계획보다 공정이 지연될 경우 그 부진원인을 분석하여 만회대책 수립
- 사업비 및 계약이행사항 관리
- 예산 집행 계획 수립 및 실시

#### 2.2.3.2 현장관리

##### 1) 설치 계획

각 공급업체는 공급 품목에 대한 현장 설치계획을 아래와 같은 내용을 포함하여 작성한다.



- 설치 담당자
- 설치방법
- 설치시 인터페이스사항
- 사용 장비
- 소요인력
- 작업 요구조건
- 안전 고려사항
- 검사 및 시험계획
- 참조 규격 및 도면

2) 통합 설치계획

각 공급업체의 설치계획을 토대로 선, 후행 설치작업 관계를 표시한 통합 설치계획을 작성하여 이를 기준으로 현장 관리를 실시

3) 현장 품질관리 및 보증

- 일별 설치 작업내용이 설치기준에 적합한지를 조사하고 검사
- 작업 절차에 따른 작업 수행여부에 대한 현장 작업 기록 감사

4) 현장 안전관리

- 현장 안전관리계획을 수립 및 수행



- 현장 작업자들에 대한 안전교육을 통해 안전규칙 및 안전 요구조건을 숙지

#### 5) 시험 및 시운전

(1) 다음과 같은 단계별로 시험을 실시하며 시험 참관계획 수립

- 각 장비 설치후
- 서브시스템에 대한 운영 및 성능 입증 시험
- 서브시스템과 타 시스템과의 통합 시험
- 전체 철도시스템에 대한 시운전 및 운영 성능 입증 시험

(2) 시험 계획을 조정, 통합 계획 수립 및 참관

(3) 다음과 같은 세부 현장 시험 일정계획 수립

- 시험항목 및 내용
- 시험 규격
- 수락 기준
- 시험일 및 기간
- 검사 및 참관 요구조건

#### 2.2.3.3 공정보고

작업진척 및 문제점에 대한 공정보고를 월별로 실시하며 공정보고 내용에는 다음과 같은 내용이 포함된다.





- 기본계획 대비 작업 진척도
- 작업완료 예정일
- 작업 수행 내용
- 발생 문제점
- 불 일치품에 대한 품질관리 보고서
- 예산 집행 실적
- 위험요소에 대한 관리 현황

#### 2.2.3.4 부진공정 관리

##### 1) 부진공정 분석

월간공정 실적율이 15% 이상 지연되거나 누계공정 실적율이 5% 이상 지연 시 부진의 원인을 분석하고 만회대책을 수립하는 것을 원칙으로 함

- 부진공정 관리에 대한 원인 분석
- 주 공정선(Critical Path)의 영향 및 변경 가능성 검토

##### 2) 만회대책

###### (1) 작업 지연이 주 공정상에서 발생할 경우

- 자원(Resource) 추가 투입 및 공정병행 등 다각적 방향 검토
- 전체 공정에 미치는 영향예측 및 사전조치 수행

###### (2) 작업지연이 여유공정에서 발생하는 경우

- 후속 작업 일정 재조정



## 2.3 E&M 시스템 엔지니어링 계획

### 2.3.1 시스템 엔지니어링 개요

#### 2.3.1.1 필요성

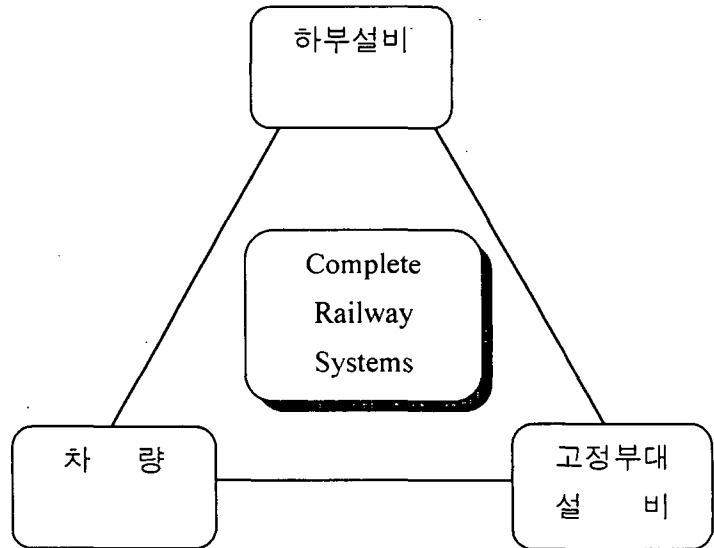
- 1) 자기부상열차 시스템은 각종 첨단기술과 함께 장기간 수행되는 대형사업으로 차량, 전기, 신호, 통신설비 등 각 개별 시스템이 유기적으로 추진함
  
- 2) 프로젝트 초기 단계에서 Top Level Requirement 가 결여될 경우
  - 설계단계에서 중대한 문제 야기
  - 예기치 못한 높은 프로젝트 비용 및 운용비용 발생
  - 운행중 신뢰도 확보 불가
  
- 3) 시스템 Integration 이 결여될 경우
  - 시스템 성능 결여
  - 종합 시운전 지연
  - 안전성 위험
  - 경제성 및 효율성 결여



2.3.1.2 목적

1) 상위 레벨 요구조건 설정

- 성능 (Performance)
- 신뢰성 (Reliability)
- 가용성 (Availability)
- 정비성 (Maintainability)
- 안전도 (Safety)



2) 운영/보수유지 계획 및 서브시스템 사양의 요구조건 설정 및 시스템

Integration

- 차량
- 전력공급
- 신호
- 통신

3) 일관성 있고 조직적인 Interface 관리

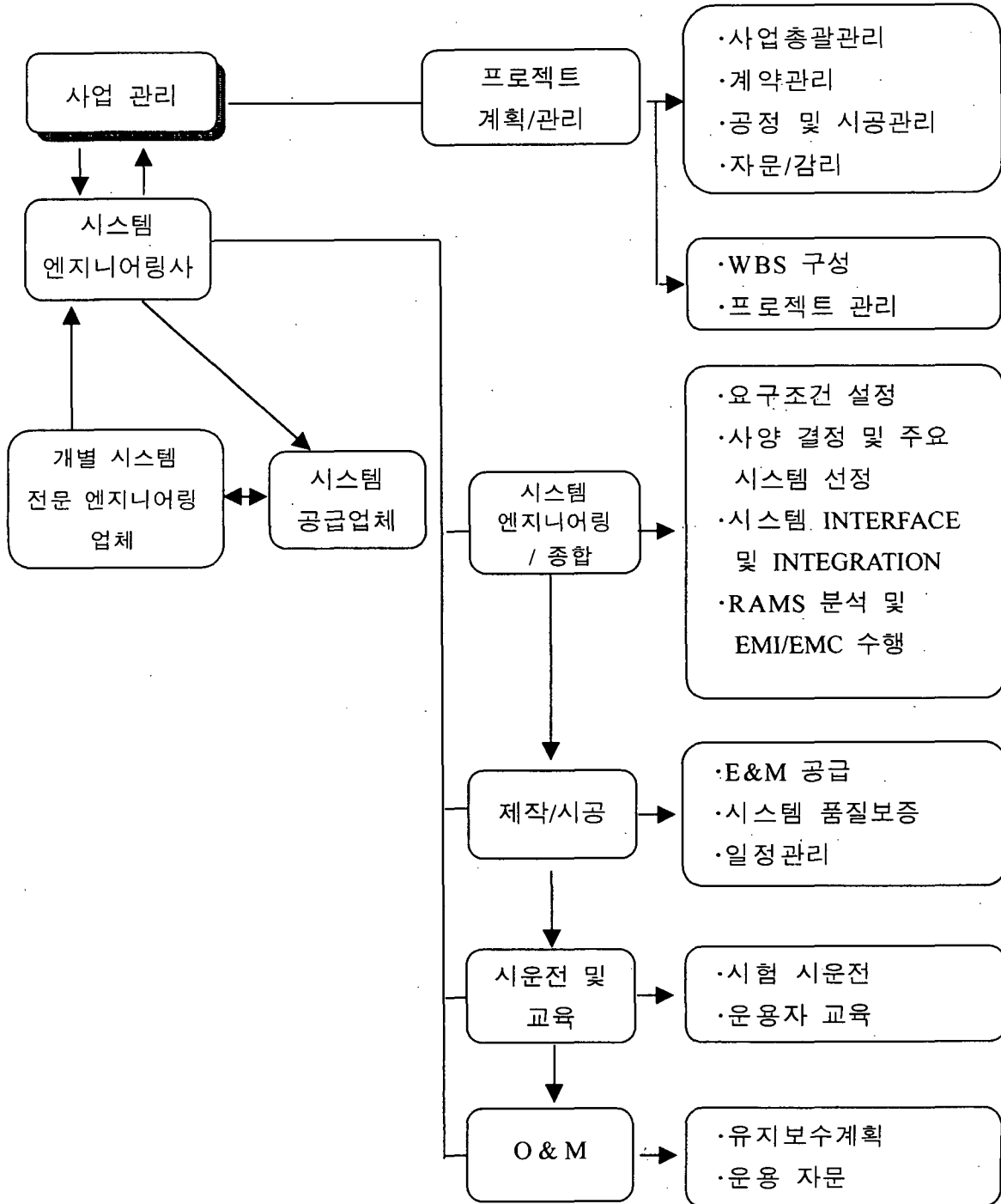
주 계약자와 하청계약자

4) 단계별 요구조건이 일치되도록 통합된 시험 계획 수립

5) 시스템 설비공급



2.3.1.3 수행 절차





### 2.3.2 시스템 종합(Integration) 및 인터페이스

- 프로젝트를 성공적으로 수행하기 위해서는 시스템 인터페이스 및 관리역할이 필수적으로 요구된다.
- 모든 Sub System의 성능요구조건이 정의되어야 하고, 이와 같은 것은 초기단계에서 Total System Level의 성능과 기능을 정의 함으로써 가능 하다.
- 차량과 서브시스템과의 시스템 Integration 및 Interface를 계획단계에서부터 시스템 공급에 이르는 전과정에 대하여 수행함으로써 시스템의 신뢰도, 가용도, 안전도 및 보수유지도가 높은 시스템을 공급하고자 한다.

#### 2.3.2.1 시스템 종합(Integration)

##### 1) 시스템 요구조건 설정

- (1) 전체 시스템 요구조건 설정
- (2) 각 시스템별 요구조건 설정

##### 2) 시스템 사양 결정

- (1) 전체 시스템 사양 결정  
차량 편성, 운전계획, 선로 및 배선계획 확정
- (2) 각 서브시스템 사양 결정  
신호, 통신, 전기, 기계설비 사양 결정

##### 3) 시스템 성능 규격서 작성

고객의 요구조건을 토대로 작성된 시스템 사양을 기준으로 철도운영, 신뢰도, 가용도, 정비도, 안전도 및 EMC를 고려한 각 시스템 성능 규격서 작성



4) 설계 관리

(1) 설계 검토

- 시스템 설계 검토 : 전체 시스템 요구조건과 일치 여부 검토
- 개념 설계 검토 : 기본설계 내용이 계약요구조건과 일치하는지 검토
- 설계 진행 검토 : 개념설계 검토시 발생한 문제점에 대한 설계 보완 여부 검토
- 예비 설계 검토 : 설계도, 규격, 산출기준, 시험보고서 등을 검토
- 최종 설계 검토 : 예비설계 검토시 발생한 문제점에 대한 설계 보완 여부 검토

(2) 설계 입증

- 설계 결과가 기본 요구조건에 일치하는지를 다른 방법으로 계산
- 유사 프로젝트의 설계 결과와 비교

(3) 설계 확인

설계 입증 완료후 시험을 통해 설계 확인

2.3.2.2 시스템 인터페이스(Interface)

인천국제공항의 PMS 노선에 제안되는 자기부상열차는 현재까지 개발된 기술중 최첨단 기술을 채용하고 있어 각 서브시스템간에 원활한 연계동작을 위해 철저한 인터페이스 제어가 필요하다.

1) 인터페이스 항목

- (1) 차량-신호시스템간 인터페이스



- (2) 차량-통신시스템간 인터페이스 : 차량의 각종 기기에서 발생하는 특정 고조파에 대비하여 통신설비의 노이즈 방지대책
- (3) 차량-신호-통신시스템간 인터페이스 : 차량 운행에 따른 신호 케이블, 통신 케이블에 대한 유도장애 방지대책
- (4) 차량-전기-신호시스템간 인터페이스 : 차량의 전력회생에 따른 전력계통 및 신호 설비간 인터페이스
- (5) 전기-신호-통신시스템간 인터페이스 : 통신전송설비와 각 분야별 설비간 인터페이스

## 2) 인터페이스 관리

### (1) ICDs(Interface Control Documents) 작성

- 외부기관과의 인터페이스 사항 작성(인천국제공항공사, 한전, 통신공사 등)
- E&M 시스템과 토목/건축과의 인터페이스 사항 작성
- E&M 시스템간의 인터페이스 사항 작성

### (2) 인터페이스 책임 할당 및 조정

- 각 인터페이스 사항에 대한 업무 수행 및 책임 주체를 선정
- 신규 발생된 인터페이스 사항에 대한 업무 수행 조정

### (3) 인터페이스 관리

- ICDs 점검 및 보완



- 새로운 인터페이스 사항 검토 및 추가
- 인터페이스 관리를 위한 회의 개최
- 인터페이스 우선 순위 결정
- 인터페이스 해결 여부 확인

### 2.3.3 RAMS 관리

#### 2.3.3.1 개요

1) RAMS란 신뢰도(Reliability),가용도(Availability), 정비도(Maintainability), 안전도(Safety)와 관련한 설계업무의 종합이다.

R	Reliability	백만km 운행시간당 고장건수(MTBF)
A	Availability	$MTBF / (MTBF + MTTR)$
M	Maintainability	고장발견 및 고장품 교환 용이성의 설명
S	Safety	위험정도의 분류, 빈도, 평가 등 복합적인 작업

- MTTR : Mean Time to Repair      MTBF : Mean Time Between Failure

2) 설계업무의 종합으로 RAMS 를 사용하는 주 이유는 다음과 같다.

- 가용도 및 정비도가 전체시스템 최적화의 중요 요소
- 보수유지비용은 시스템 구입 및 운영비용을 포함한 전체비용의 많은 부분을 차지하기 때문에 보수유지비용의 최적화
- 안전도는 고객 및 시스템 공급자 모두에게 경제적 위험 요소로 작용





### 2.3.3.2 RAMS 계획

#### 1) 시스템 보장 계획

시스템 보장 계획은 시스템의 신뢰도, 가용도, 정비도를 보장하기 위해 다음과 같은 활동으로 계획한다.

##### (1) 설계 단계

- 신뢰도 및 정비도 예비 분석
- 가용도 예비 분석
- 신뢰도, 정비도, 가용도 요구조건 설정
- 서브시스템 보장계획 작성
- 서브 시스템 기능 분석

##### (2) 제작 및 설치 단계

- 서브시스템 신뢰도, 정비도, 가용도 분석
- + 고장분석 및 중요 항목 리스트 작성
- + 신뢰도 예측
- + 예방 및 사후 정비 분석
- 시스템 보장계획 보완
- 신뢰도, 정비도, 가용도 시험 수행

#### 2) 안전도(Safety) 계획

안전도 계획은 요구되는 시스템 안전 수준을 달성하기 위해 다음과 같은 활동으로 계획한다.



(1) 설계 단계

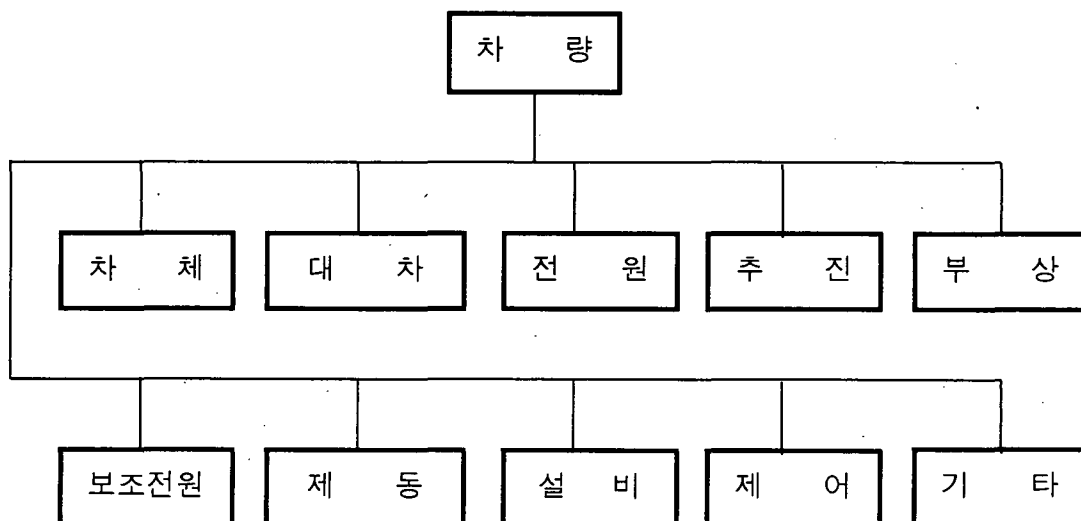
- 시스템 Safety Plan 준비
- 예비 위험요소 확인 및 분석
- 위험요소 관리 체계 구축
- 시스템 및 서브시스템 안전 요구조건 설정

(2) 제작 및 설치 단계

- Safety Plan 보완
- 안전도 시험 및 데이터 분석
- 안전 설치보고서 작성
- 안전도 관리

2.3.3.3 RAMS 분석

- 높은 신뢰도, 가용도, 정비도 및 안전도를 갖는 시스템을 설계하기 위해 RAMS 분석을 수행한다.
- RAMS 분석을 위해 차량시스템의 경우 다음과 같이 각각 다른 시스템으로 구성하며, 다른 Sub-System도 같은 방법에 의해 중요 요소를 구분하여 구성한다.





1) 신뢰도 및 가용도 분석

출발/정상운행/정지/비상정지와 같은 운행조건 하에서 각기 다른 시스템에 대해 예상되는 고장을 평가분석 한다.

- 시스템내의 고장
- 시스템과 관련된 고장
- 외부영향
- 정비와 관련된 고장

2) 정비도 분석

설계단계에서 간편한 정비 및 정비시간 단축을 위해 모듈화 설계 등 기본적인 방법 외에도 차량에 내장된 고장진단 컴퓨터시스템을 이용하는 것이 바람직하다. 정비도 문제는 프로젝트 수행동안 운영자측과의 협의를 통하여 심도 있게 논의 되어야 하고 다음사항을 검토한다.

- 접근성
- 교환 용이성
- 자기진단 가능성
- 표준공구 사용 가능성
- 모듈화
- 부품취급 용이성(중량, 크기, 형상 등)

3) 안전도 분석

안전도 분석을 위해서는 적절한 분석도구를 사용하여 체계적이고 반복적인 작업이 필요하며, 특히 제동, 출입문, 제어시스템 및 신호시스템에 특별한 주의가 요구되며, 안전과 관련된 사항은 다음과 같다.

- 화재, 폭발 및 충돌
- 탈선
- 인체손상
- 전기충격 등



안전도 분석을 통하여 분류된 위험요소에 대한 조치사항은 다음과 같다.

- 위험요소를 상,중,하로 구분하고 이것들을 설계에 반영하여 제거하거나 최소화
- 위험에 노출되지 않도록 차단조치
- 시스템 운영, 차량운행, 보수유지의 편의를 위해 부품의 국산화
- 제거할 수 없는 위험요소를 최소화
- Redundancy, Fail-safe 설계를 통하여 위험요소를 최소화

#### 2.3.4 EMI/EMC

##### 2.3.4.1 EMC 요소

1) 환경에 영향을 미치는 전자파 간섭의 기본구성은 다음과 같다.

- 전도/복사/방사선
- 전달 매개체 및 경로
- 수신체

2) 부품의 어느 부분이 상황에 따라 상기 기본요소의 하나로 작용할 수 있으나 EMC 문제는 이와 같은 요소들이 상호작용시에 발생한다.

3) 전자파 간섭 위험에 대처하기 위해서는 시스템과 EMC 기본요소와 어떠한 관계가 있는지를 이해하는 것이 필요하다.



EMC Source	Coupling Path	EMC Receptor
<u>일반 Source</u> - 무선송신기 * 통신 * 방송 * 레이더 - 전동기 - 스위치 - 형광등 - 전열기 - 용접기 - 컴퓨터 및 주변기기  <u>철도시스템 Source</u> - 가선 - 부상/추진 - 전력공급 - 신호 - 통신	<u>Radiated</u> - 안테나 → 안테나 - Case Radiation - Case Penetration - Field → Wire - Wire → Field - Wire → Wire  <u>Conducted</u> - 접지 - 전력공급선 - 커넥팅 케이블	- 무선수신기 - 아날로그 센서 - 아날로그 증폭기 - 제어시스템 - 컴퓨터 - 모니터 - 신호설비 - 통신설비

#### 2.3.4.2 EMC 관리

##### 1) EMI/EMC 계획

EMI/EMC 계획은 다음과 같은 내용으로 작성한다.

- 설계 요구조건
- 전자파 발생 요소
- 시험 참관 계획



2) 설계 점검 리스트

공급자가 EMI/EMC 설계 규격에 맞추어 설계 했는지를 점검하는 리스트를 작성하여 설계를 관리한다.

3) EMC 시험

(1) 시험계획서

각 시스템 제작업체가 작성하는 시험계획서에는 다음과 같은 내용이 포함되어야 한다.

- 시험 목적 및 기간
- 수행될 시험에 대한 정의
- 시험 중점 사항
- 시험설비 요구조건
- 시험 절차
- 합격 수준

(2) EMC 시험 항목

시스템 성능보증을 위해 다음과 같은 EMC 시험을 실시한다.

- 정전기 방전 내성시험 : 사용자 또는 타물체로부터 방전되는 정전기에 대한 내성시험
- 방사 고조파 전자계 내성시험 : 타기기 또는 원인불명의 전자파 에너지에 대한 내성시험
- 서-지 내성시험 : 타장치의 스위칭과 낙뢰현상으로 인한 과전압에 의해 야기될 수 있는 단방향성 서-지에 대한 내성시험
- 고조파 전자계에 의해 유도된 전도 장애 내성시험
- 전원주파수 자기장에 대한 내성시험



4) 시험 및 시험 결과보고서

- 공급자는 승인된 시험계획에 따라 시험을 수행하여야 하며, 감독자가 시험 참관을 원할시 이를 허락해야 한다.
- 공급자는 시험 완료후 1개월 이내에 시험 결과보고서를 제출해야 하며 다음과 같은 내용이 포함되어야 한다.
  - + 시험장 Layout
  - + 장비 배치
  - + 특수 시험장비
  - + 시험장비 교정 데이터
  - + 케이블 길이
  - + 장비 응답시간
  - + 시험 결과

5) EMI/EMC 입증

시험결과와 EMI/EMC 요구 규격을 비교하여 규격 만족여부를 검토하고 규격 불만족시에는 원인을 규명하고 재 시험을 실시한다.

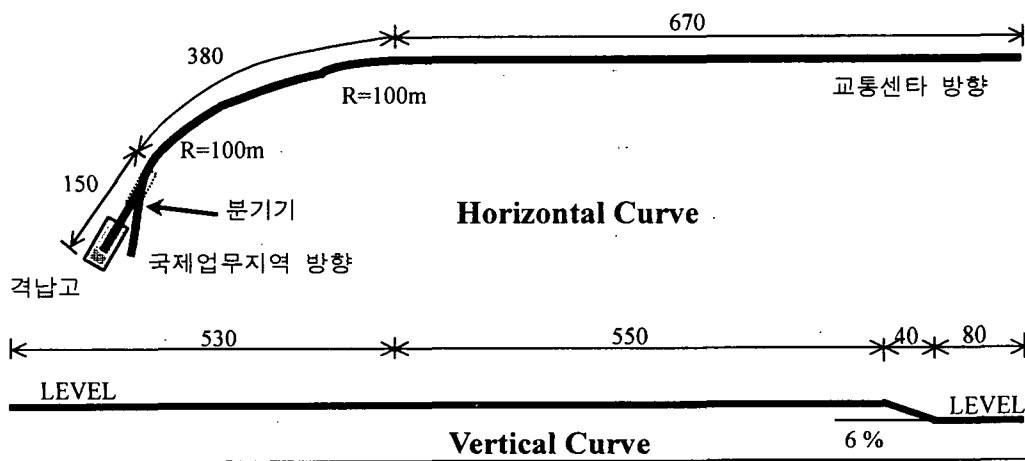


## 2.4 사업비 투입계획

### 2.4.1 총 사업비

PMS 사업과 관련한 총 사업비는 건설기간에 소요되는 사업비와 종합시험 및 시운전기간 중 소요되는 시험비를 각 OPTION 별로 구분하여 산출

- OPTION 1: 실용화 운영을 전제로 건설
  - 1.8 km 복선, 차량 3 편성(6 량),
  - 역사 3 개소 및 차량기지 1 개소
  - 관련 E & M 설비 설치
- OPTION 2: 실용화 운영을 전제로 건설
  - 1.8 km 복선, 차량 1 편성(2 량)
  - 역사 1 개소 및 차량기지 1 개소
  - 관련 E & M 설비 설치
- OPTION 3: 성능 및 신뢰도 입증을 위한 시험선 건설
  - 1.2 km 단선, 차량 1 편성(2 량)
  - 격납고 1 개소
  - 최소한의 E & M 설비



선로길이 (km)	1.2 (단선)
최대구배 (%)	6
최소곡선반경(m)	100
Cant Angle (°)	3
분 기 기	수평굴절식 1 개소

- OPTION 3 시험선로 개요 -





(단위 : 백만원)

구 분		금 액			비 고
		OPTION 1	OPTION 2	OPTION3	
건설사업비	조사비	150	150	150	
	설계비	2,728	2,487	647	
	공사비	75,253	63,977	18,900	
	보상비	-	-	-	
	부대비	6,501	6,166	-	
	제세공과금	-	-	-	
	사업관리비	5,707	5,707	2,700	
	소 계	90,339	78,487	22,397	
종합시험 및 시운전비	인건비	2,077	2,077	2,077	
	전력수도료	672	538	538	
	예비부속품	910	910	910	
	유지보수비	84	70	40	
	시험감리비	366	366	366	
	소 계	4,109	3,961	3,931	
총 계	94,448	82,448	26,328		



2.4.1.1 건설사업비

1) 조사비

조사비는 사업 시행을 위한 측량비와 지반 조사비로 구분하여 산출.

(단위 : 천원)

구 분	금 액			비 고
	OPTION 1	OPTION 2	OPTION 3	
지 반 조 사 비	120,000	120,000	120,000	
측 량 비	30,000	30,000	30,000	
합 계	150,000	150,000	150,000	



2) 설계비

설계비는 공사의 시행을 위한 설계에 소요되는 비용으로 각 분야별로 기본설계비와 실시설계비로 구분하여 산출.

(단위 : 천원)

구분	OPTION 1			OPTION2			OPTION 3		
	기 본 설계비	실 시 설계비	소 계	기 본 설계비	실 시 설계비	소 계	기 본 설계비	실 시 설계비	소 계
토목	179,794	555,364	735,158	179,794	555,364	735,158	38,800	118,800	157,600
건축	246,076	393,722	639,798	168,963	270,341	439,304	31,255	50,007	81,262
궤도	151,577	468,204	619,781	151,577	468,204	619,781	57,000	175,800	232,800
전기	39,505	118,131	157,636	39,505	118,131	157,636	21,600	64,400	86,000
신호	51,500	154,501	206,001	51,500	154,501	206,001	16,950	50,550	67,500
통신	31,053	92,862	123,915	31,053	92,862	123,915	5,600	16,720	22,320
기계 설비	29,022	88,548	117,570	18,701	57,586	76,287	-	-	-
검수 설비	31,534	96,902	128,436	31,534	96,902	128,436	-	-	-
합계	760,061	1,968,234	2,728,295	672,627	1,813,891	2,486,518	171,205	476,277	647,482



3) 공사비

공사비는 공사의 시행을 위한 재료비, 노무비, 경비, 일반관리비 및 시공 이윤의 합계로 각 분야별로 산출.

(단위 : 천원)

공종	구분	금액			비고
		OPTION 1	OPTION 2	OPTION 3	
토목		19,977,117	19,977,117	4,000,000	
건축		10,210,343	6,782,176	1,600,000	
궤도		16,841,860	16,841,860	6,000,000	
전기		3,835,422	3,835,422	2,000,000	
신호		5,049,062	5,049,062	1,500,000	
통신		2,985,911	2,985,911	400,000	
기계설비		2,961,462	1,851,631	-	
차량		10,106,959	3,368,986	3,400,000	
검수설비		3,284,803	3,284,803	-	
합계		75,252,939	63,976,968	18,900,000	



4) 부대비

부대비는 사업의 시행과 관련한 환경영향평가비 및 감리비 등의 제비용 이다.

(단위 : 천원)

구 분	금 액			비 고
	OPTION 1	OPTION 2	OPTION 3	
감 리 비	3,894,941	3,696,018	-	
환경영향 평가비	200,000	200,000	-	
교통영향 평가비	109,000	109,000	-	
에너지 사용계획	48,000	48,000	-	
안 전 점 검 비	225,600	225,600	-	
자 문 비	1,000,000	1,000,000	-	
보 험 료	1,024,376	887,518	-	
합 계	6,501,917	6,166,136	0	



5) 사업관리비

사업관리비는 건설기간(2000년 1/4 - 2001년 4/4 분기) 동안 사업관리와 시스템 엔지니어링 업무를 수행하기 위해 소요되는 비용이다.

(단위 : 천원)

구 분		금 액			비 고
		OPTION 1	OPTION 2	OPTION 3	
총괄사업관리비	직접인건비/경비	1,714,083	1,714,083	2,700,000	
	소 계	1,714,083	1,714,083		
시스템엔지니어링비	직접인건비	1,584,357	1,584,357		
	경비	2,408,222	2,408,222		
	소 계	3,992,579	3,992,579		
합 계		5,706,662	5,706,662		



2.4.1.2 종합시험 및 시운전비

종합시험 및 시운전(2002년 1/4 분기- 2003년 4/4 분기)을 수행하는 인원에 대한 인건비와 전력수도료, 예비 부속품비, 유지보수비 및 시험감리비로 구분하여 산출

(단위 : 천원)

구 분		금 액			비 고
		OPTION 1	OPTION 2	OPTION 3	
인건비	시험총괄 주관	975,523	975,523	975,523	
	E & M 시험	975,523	975,523	975,523	
	시설 관리	126,185	126,185	126,185	위 탁
소 계		2,077,231	2,077,231	2,077,231	
전력수도료		672,958	538,654	538,654	
예비부속품		909,526	909,526	909,526	
유지보수비		83,770	69,795	40,000	
시험감리비		365,694	365,693	365,693	
합 계		4,109,179	3,960,899	3,931,104	



2.4.2 연도별 사업비 투입계획

(단위 : 백만원)

구분		OPTION 1					OPTION 2					OPTION 3				
		2000	2001	2002	2003	합계	2000	2001	2002	2003	합계	2000	2001	2002	2003	합계
건설사업비	조사비	150				150	150				150	150				150
	설계비	1,910	818			2,728	1,741	746		2,487	453	194			647	
	공사비	10,746	64,507			75,253	11,082	52,895		63,977	11,340	7,560			18,900	
	보상비					-									-	
	부대비	3,250	3,251			6,501	3,083	3,083		6,166					-	
	재세공과금					-									-	
	사업관리비	2,854	2,853			5,707	2,854	2,853		5,707	1,350	1,350			2,700	
소계	18,910	71,429	-	-	90,339	18,910	59,577	-	-	78,487	13,293	9,104	-	-	22,397	
구분		OPTION 1					OPTION 2					OPTION 3				
		2000	2001	2002	2003	합계	2000	2001	2002	2003	합계	2000	2001	2002	2003	합계
중합시험 및 시운전비	인건비			1,017	1,060	2,077			1,017	1,060	2,077			1,017	1,060	2,077
	전력수도료			272	400	672			227	311	538			227	311	538
	예비부속품			303	607	910			303	607	910			303	607	910
	유지보수비			28	56	84			24	46	70			14	26	40
	시험감리비			183	183	366			183	183	366			183	183	366
	소계	-	-	1,803	2,306	4,109	-	-	1,754	2,207	3,961	-	-	1,744	2,187	3,931
총계		18,910	71,429	1,803	2,306	94,448	18,910	59,577	1,754	2,207	82,448	13,293	9,104	1,744	2,187	26,328

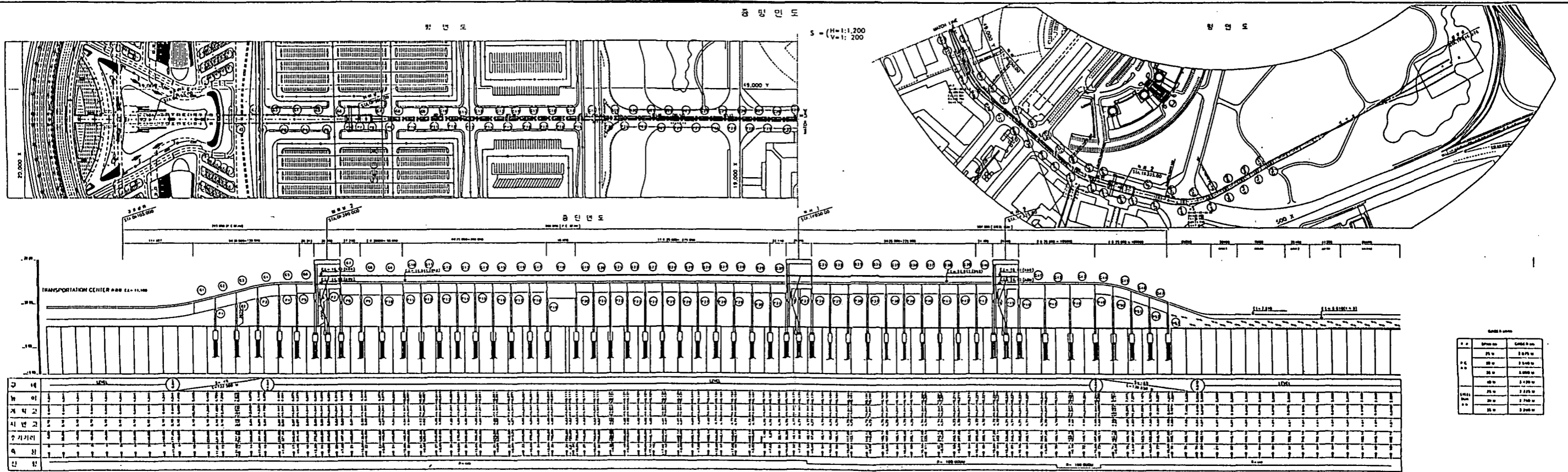




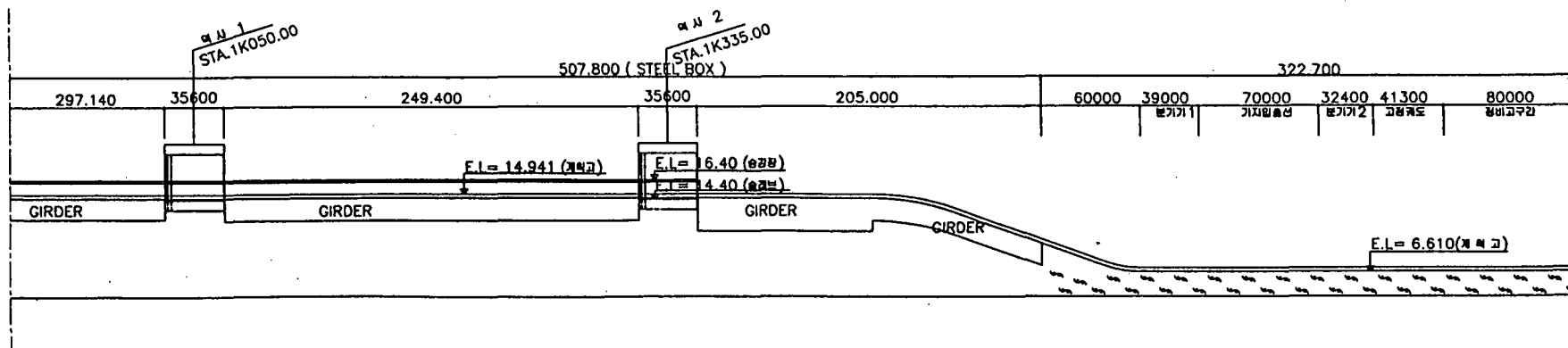
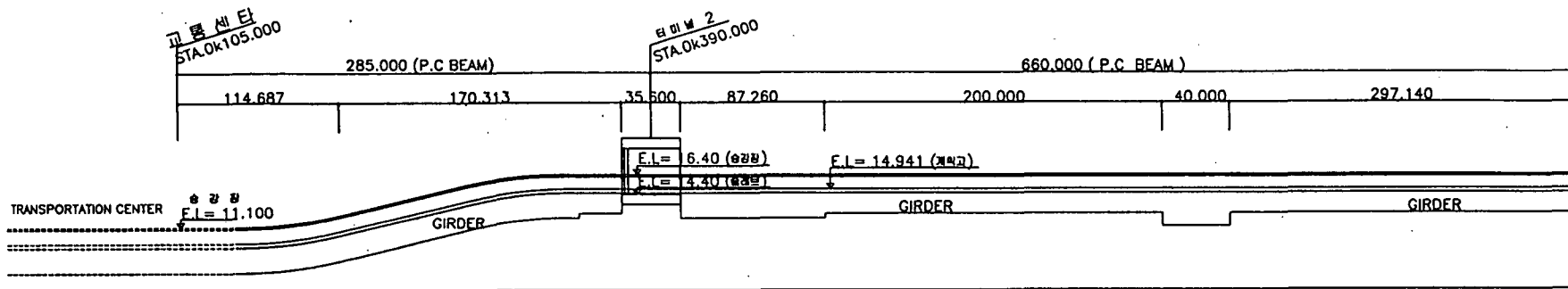
2.4.3 연도별 사업비 확보계획

(단위 : 백만원)

구	분	OPTION 1					OPTION 2					OPTION 3				
		1999	2000	2001	2002	합 계	1999	2000	2001	2002	합 계	1999	2000	2001	2002	합 계
건설사업비	조사비	150				150	150				150	150				150
	설계비	1,910	818			2,728	1,741	746			2,487	453	194			647
	공사비	10,746	64,507			75,253	11,082	52,895			63,977	11,340	7,560			18,900
	보상비					-					-					-
	부대비	3,250	3,251			6,501	3,083	3,083			6,166					-
	제세공과금					-					-					-
	사업관리비	2,854	2,853			5,707	2,854	2,853			5,707	1,350	1,350			2,700
	소 계	18,910	71,429	-	-	90,339	18,910	59,577	-	-	78,487	13,293	9,104	-	-	22,397
	인건비	OPTION 1					OPTION 2					OPTION 3				
		1999	2000	2001	2002	합 계	1999	2000	2001	2002	합 계	1999	2000	2001	2002	합 계
				1,017	1,060	2,077			1,017	1,060	2,077			1,017	1,060	2,077
				272	400	672			227	311	538			227	311	538
				303	607	910			303	607	910			303	607	910
				28	56	84			24	46	70			14	26	40
				183	183	366			183	183	366			183	183	366
소 계	-	-	1,803	2,306	4,109	-	-	1,754	2,207	3,961	-	-	1,744	2,187	3,931	
총	계	18,910	71,429	1,803	2,306	94,448	18,910	59,577	1,754	2,207	82,448	13,293	9,104	1,744	2,187	26,328



구분	단위	수량	비고
1	㎡	1,200	지붕 면적
2	㎡	800	외벽 면적
3	㎡	1,500	내벽 면적
4	㎡	2,000	바닥 면적
5	㎡	1,000	천장 면적
6	㎡	1,500	외벽 면적
7	㎡	1,000	내벽 면적
8	㎡	1,500	바닥 면적
9	㎡	1,000	천장 면적





### 3. 설계계획

#### 3.1 토목/건축 설계계획

##### 3.1.1 궤도 선형계획

##### 3.1.1.1 평면선형

###### 1) 기본 고려사항

- 인천국제공항 교통센터의 기 계획된 시설
- 국제 업무지역 내 도로계획과 중앙분리대 이용
- 장래 "터미널 2"와의 연계성
- 공원부지 내 차량기지 설치
- 열차 운행형태 : 복선 셔틀형으로 본선에는 분기기를 설치하지 않으며, 차량기지 인입부근에만 분기기를 설치
- 비상통로 : 궤도와 궤도의 중심에 너비 1.2 m 이상의 비상통로를 확보하여 비상시 승객들의 대피통로로 사용

###### 2) 평면선형 제원

PMS 노선의 평면선형 제원은 다음과 같다.

표 3-1. PMS 노선 평면선형 제원

	R	IA	TL	CL	SL
IP. 1	100	26-38-23.3	23.321	45.798	2.723
IP. 2	100	26-50-10.57	23.499	46.136	2.764
IP. 3	100	42-48-20.99	39.195	74.710	7.407



PMS노선의 본선 중심간 거리는 5.0m~12.0m로써 IP.1, IP.2는 이심원을 적용하였다. 또한 정거장 시점 혹은 종점에서는 반향곡선 설치가 불가피하나 이는 속도 및 캔트 등에 따라 생기는 완화곡선에 의하여 곡선반경이 결정되어지므로 설계시 필히 검토되어야 한다.

### 3.1.1.2 종단선형

#### 1) 기본 고려사항

- 인천국제공항 교통센터의 기 계획 종단
- 교통센터(TC) 남측 순환도로 통과높이 (3.35m~4.12m 이상) 확보를 위하여 4%의 상구배 설치
- 국제 업무지역 내 도로와의 통과높이는 4.5m 이상 확보

#### 2) 종단선형 제원

(첨부 '선로의 종단 선형은 다음장의 종평면도 및 종단면도 참조')



### 3.1.2 궤도구조물 계획

#### 3.1.2.1 궤도의 설계기준

##### 1) 설계방법

가) 자기부상열차용 궤도의 설계는 정적계산을 원칙으로 하고, 특히 지진 충격 등 동적영향을 검토할 필요가 있는 경우에는 동적계산을 행한다.

나) 철근 콘크리트 구조물의 설계방법은 강도설계법을 적용하고, 프리스트레스 콘크리트 구조물 등과 같이 허용응력 설계법이 타당한 경우에는 허용응력 설계법을 적용한다.

##### 2) 설계에 고려하는 하중

###### 가) 사하중

사하중은 재료의 실중량을 원칙으로 하고, 재료의 실중량을 구할 때 사용하는 단위중량의 기준값들을 표 3-2에 제시하였다

표 3-2. 재료의 단위중량표

재 료 의 종 류	단위중량 (kg/m <sup>3</sup> )
강 주 강	7,850
알 루 미 늬	2,800
철근 및 프리스트레스 콘크리트	2,500
무 근 콘 크 리 트	2,350
시 멘 트 몰 타 르	2,150
목 재	800

###### 나) 차량하중

자기부상열차의 기본사양을 참고로 하여, 설계하중은 2.0 ton/m의 등분포 하중이 작용하는 것으로 하였다.

###### 다) 충 격

차량이 주행시 발생하는 충격의 영향은 일반적인 도로교의 충격계수를 적용하였다. 이때 도로교의 충격계수  $i$ 는 다음 식으로 계산된다.



$$i = \frac{15}{(40+L)}, \quad L : \text{경간}(m)$$

라) 풍하중

- a) 교량상에 차량이 없을 경우에는 교량의 연직투사면으로 300 kg/m<sup>2</sup>가 작용하는 것으로 가정한다.
- b) 교량상에 차량이 있을 경우에는 교량 및 차량의 연직투사면으로 150 kg/m<sup>2</sup>가 작용하는 것으로 가정한다.

마) 원심하중

원심력은 곡선궤도구간에서 발생하며, 원심력의 크기는 다음과 같은 식으로 계산한다.

$$F(t) = \frac{WV^2}{127R}$$

여기에서, W : 차량중량 (ton)

V : 차량의 주행속도 (km/hr)

R : 궤도의 곡률반경 (m)

바) 제동하중

차량하중의 10%가 레일면상 일정높이에서 차량의 주행방향으로 작용하는 것으로 한다.

사) 온도변화의 영향

a) 콘크리트 구조물의 경우

- ① 부정정 구조물의 구조해석에서는 일반적으로 구조물에 균일한 크기의 온도상승이 있다고 보고 이를 구한다.
- ② 온도변화의 범위는 지역별 평균기온을 고려하여 결정하되, 보통의 경우 20 °C 를 표준으로 한다. 그러나 바닥의 최소치수가 70 cm 이상인 경우에는 표준을 15 °C 로 한다.
- ③ 바닥판과 기타부분의 온도차에 의하여 생기는 단면력을 산출하는 경우의 온도차는 5 °C 를 기준으로 하고 온도분포는 바닥판과 기타부분에 있어서 균일하다고 본다.



b) 강 구조물의 경우

- ① 온도변화의 범위는 가설시의 온도를 기준으로 하고, 온도변화의 범위는  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  에서  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$  를 표준으로 한다.
- ② 강재의 열팽창계수는  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  에 대하여  $1.2 \times 10^{-5}$  으로 한다.
- ③ 콘크리트 및 철근의 열팽창계수는  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  에 대하여  $1 \times 10^{-5}$  으로 한다.

아) 충돌하중

선로의 끝부분에는 차량충돌시 차량의 충격 흡수를 위한 별도의 안전 방호 시설을 설치하며, 이러한 방호시설은 만약의 경우 차량이 일정속도로 충돌하더라도 충돌하중을 감당할 수 있는 구조물로 한다.

3) 재료 및 강도

가) 재료의 사용기준

a) 콘크리트

- ① PC 콘크리트  $\sigma_{ck} = 400\text{ kg/cm}^2$
- ② 철근 콘크리트  $\sigma_{ck} = 270\text{ kg/cm}^2$

b) 철근

SD 30  $\sigma_y = 270\text{ kg/cm}^2$

c) PC 강재

SWPC 7B  $\varnothing 12.7\text{ mm}$

d) 구조용 강재

주요구조물 SS 400

나) 콘크리트 강도설계의 안전 규정

a) 일반사항

- ① 콘크리트 구조물의 부재나 단면은 본 항에서 규정하는 하중계수와 강도감소계수에 의해 계산된 극한하중에 의한 설계단면력과 적어도 같은 크기의 설계강도를 갖도록 설계한다.
- ② 부재는 사용하중하에서 적절한 성능과 기능을 확보하기 위하여 본 항 이외의 모든 설계기준을 만족하도록 한다.





b) 설계하중조합

① 설계단면력

- ㉞ 부재나 단면의 소요강도는 아래에서 규정한 하중계수를 사용한 하중조합에 따라 계산된 휨, 축방향력, 전단 및 비틀림 등으로 나타낸 극한 외력에 대한 설계단면력 U에 기초를 둔다.
- ㉟ 구조물이나 구조부재는 가장 불리한 재하조건을 고려하여 계산된 극한 외력에 대하여 설계하여야 한다.
- ㊱ 아래에 규정된 하중조합 중에 가장 불리한 외력을 일으키는 조합을 사용하여 설계단면력을 계산한다. 이때 구조물의 특성, 재하 환경으로 인하여 강설, 강우 또는 특수 과재하중 등이 재하되는 경우 이와 같은 특수 활하중의 재하효과도 하중조합에 포함시켜야 한다.

② 주요하중조합의 하중계수는 표 3-3와 같다.

표 3-3. 하중조합 일람표

구조물의 종류 하 중		Girder		
		사 하 중	1.2	1.2
하 중 계 수	열 차 하 중	1.8	0.6	1.8
	총 격	1.8	0.6	1.8
	원 심 하 중	1.0	1.4	
	제 동 하 중			1.8
	풍 하 중	1.0	1.4	



c) 설계강도

① 공칭 및 설계강도

㉓ 힘, 축방향력, 전단 또는 비틀림으로 표시되는 부재나 단면의 강도는 설계기준의 규정과 가정에 따라 계산된 공칭강도로 한다.

㉔ 단면의 공칭강도에 강도감소계수  $\varphi$  를 곱하면 단면의 설계강도를 구할 수 있다.

② 강도감소계수  $\varphi$

㉓ 휨부재, 힘과 축방향 인장을 겸하여 받는 부재 :  $\varphi_f = 0.85$

㉔ 축방향 인장부재 :  $\varphi_t = 0.85$

㉕ 축방향 압축부재, 힘과 축방향 압축을 겸하여 받는 부재

㉖ 나선 철근으로 보강된 철근콘크리트 부재 :  $\varphi_c = 0.70$

㉗ 그 이외의 철근 콘크리트 부재 :  $\varphi_c = 0.65$

㉘ 압축부재의 축하중강도  $P_n$ 이 공칭균형 축하중강도  $P_b$ 보다 작을 경우,  $\varphi_c$  값은 해당  $\varphi_c$  값과  $P_n=0$ 에 대한 해당  $\varphi_c$  값 사이에서 직선보간법을 적용하여 구한다.  $P_n \leq 0.05 \sigma_{ck} A_g$ 인 경우에 부재의 설계 휨강도는 휨만이 작용하는 공칭휨강도에  $\varphi_f$  값을 곱한 값으로 한다.

㉙ 전단과 비틀림 :  $\varphi_v = 0.70$

㉚ 장주영향으로 모멘트확대계수를 고려하는 압축부재 :  $\varphi_b = 0.65$

㉛ 무근 콘크리트 :  $\varphi_{pc} = 0.55$

다) 콘크리트 및 철근의 허용응력설계의 안전규정

a) 콘크리트의 허용응력

① 허용 휨 압축응력

$$\sigma_{ca} = 0.40 \sigma_{ck}$$

② 허용 압축응력 (무근의 확대기초와 벽체에서)

$$\sigma_{ca} = 0.25 \sigma_{ck}$$

③ 허용 휨 인장응력 (무근의 확대기초와 벽체에서)

$$\sigma_{ca} = 0.42 \sqrt{\sigma_{ck}}$$



④ 허용전단응력

㉑ 보 및 1 방향 전단 (1방향 슬래브 및 확대기초)

㉒ 콘크리트의 허용 전단응력

$$\tau_{ca} = 0.25 \sqrt{\sigma_{ck}}$$

㉓ 전단보강이 있는 부재의 최대허용 전단응력

$$\tau_{ca} = 1.15 \sqrt{\sigma_{ck}}$$

㉔ 2 방향 전단 (2 방향 슬래브 및 확대기초)

$$\tau_{ca} = 0.25 \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \sqrt{\sigma_{ck}} \leq 0.50 \sqrt{\sigma_{ck}}$$

전단보강이 있는 경우의 허용전단응력은 건설부 제정 <콘크리트 표준시방서>에 따른다.

⑤ 압축부재의 콘크리트 허용응력

압축부재에서의 콘크리트의 허용응력은 건설부 제정 <콘크리트 표준시방서>의 규정에 따라 콘크리트 유효강도의 40% (안전율 2.5) 를 취한다.

b) 철근의 허용응력

① 휨부재 철근의 인장 및 압축에 대한 허용 응력

$$\sigma_{sz} = 0.5 \sigma_y$$

다만 1,300 kg/cm<sup>2</sup> 이상, 1,800 kg/cm<sup>2</sup> 이하로 한다.

② 압축부재 철근의 허용응력

압축부재 철근의 허용응력은 건설부 제정 <콘크리트 표준시방서>의 규정에 따라 철근의 항복강도는 40% (안전율 2.5) 를 취한다.

c) 조합하중에 의한 허용응력

설계계산에 사용되는 허용응력은 구조물의 종류 및 하중의 조합에 따라서 허용응력에 표 3-4에 제시된 계수를 곱하여 얻어진 값으로 한다.



표 3-4. 허용응력에 곱하는 계수

구조물의 종류	하중의 조합	계수
PC Girder 와 상부궤도	사하중 + 차량하중 + (충격) + PS 력 + 온도변화	1.0
Steel Girder 와 상부궤도	사하중 + 차량하중 + (충격) + 원심하중 + 풍하중 + 2 차응력	1.0

4) 사용성 검토

가) 균열에 대한 검토

- a) 균열폭에 의한 검토를 행할때는 일반적으로 아래 식에 따라 구한 균열 폭  $W$ 가 표 3-9에 제시된 균열폭의 제한치  $W_a$ 보다 작도록 한다. 여기에서  $\sigma_s$ 를 구할 때의 휨모멘트는 (사하중 + 차량하중 + 충격)의 하중조합을 사용한다.

$$W = 0.001081 \times R \times \sigma_s \times \sqrt{d_c} \times A \text{ (cm)}$$

표 3-5. 균열폭의 제한치  $W_a$  (cm)

환경조건	일반적 환경	부식성 환경	특히 심한 부식성 환경
$W_a$	0.005 c	0.004 c	0.0035 c

- b) 부재에는 하중에 의한 균열을 제어하기 위하여 필요한 철근 외에도 필요에 따라서 온도변화, 건조수축 등에 따라 균열을 제어하기 위한 용심 철근을 배치한다.
- c) 균열제어를 목적으로 하는 철근을 필요에 따라서 부재단면의 주변에 분산시켜 배치한다. 이 경우 철근 직경 및 간격을 가능한 작게한다.
- d) 축방향 철근 및 이것과 직교하는 각종 횡방향 철근의 배치간격은 원칙적으로 30 cm 이하로 한다.



나) 처짐에 대한 검토

- a) 처짐검토는 차량하중 작용시에 대하여 검토한다.
- b) 보의 처짐

① 탄성처짐

보의 즉각적인 탄성처짐은 콘크리트의 탄성계수와 다음 식에 의한 단면 2차 모멘트를 사용하여 계산해야 한다.

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} \leq I_g$$

여기에서,

$$M_{cr} = \sigma_{ru} \frac{I_g}{y_t}$$

$$\sigma_{ru} = 2.0 \sqrt{\sigma_{ck}}$$

$I_g$  : 콘크리트 총단면에 대한 2차 모멘트

$I_{cr}$  : 균열환산단면의 2차 모멘트

$M_{cr}$  : 균열모멘트

$\sigma_{ru}$  : 콘크리트 휨인장강도

$y_t$  : 철근을 무시한 총단면의 중립축에서 인장축까지의 거리

$M_a$  : 보에 작용하는 최대 모멘트

연속지간에 대해서는 정모멘트와 부모멘트에 대한 위험단면의 단면 2차 모멘트를 상기 식에 의해 구하여 그 평균치를 사용한다.

② 장기처짐의 계산

휨부재의 크리프 및 건조수축에 의해 생기는 추가적인 장기처짐은 해당 지속하중에 의한 탄성처짐을 윗 식에 의하여 계산하고 다음 계수를 곱한다.

$$\lambda = \frac{\xi}{1 + 50P}$$

여기에서, P는 단순 및 연속지간에서는 지간 중앙단면, 그리고 캔틸레버에서는 지지부재에서의 단면의 압축철근비이다.  $\xi$ 는 지속하중의 재하기간에 따라 달라지는 계수이고, 상기식에서  $\xi$ 는 다음과 같이 취한다.



㉞ 5년 또는 그이상일 경우에는 2.0

㉟ 12개월 미만일 경우에는 1.4

㊱ 6개월 미만일 경우에는 1.2

㊲ 3개월 미만일 경우에는 1.0

③ 처짐의 허용한계

처짐량은  $L / 4,000$  이하로 설계하며, Camber 량은 처짐의 약 50% 정도로 한다.

다) PC Girder 의 경우에는 8 Hz 이하가 되도록 하고, Steel Girder 의 경우에는 11 Hz 이하가 되도록 한다.

라) 구조물의 제작시 허용오차는 Girder Beam 의 경우에는  $\pm 5\text{mm}$  를 적용하고, 상부궤도에서는 각 부분에 대하여 기계가공시에 적용하는 일반공차를 적용하도록 한다.

### 3.1.2.2 PC Girder의 설계

1) PC Girder는 직선구간에 적용하며, Span에 따라 높이를 결정하여 그림 3-2와 같은 구조로 설계한다.

2) 선로는 높은 정도(精度)의 평탄성을 유지하여 주행시 차량의 안정성을 확보하고 쾌적한 승차감을 제공한다.

3) Girder는 상부궤도 및 차량의 하중을 지지할 뿐만 아니라 부상·안내와 추진용 레일이 설치되므로 자체의 높은 정밀도가 요구되고, 시공시에 세심한 배려 및 완벽한 품질관리를 수행하여 요구하는 설치허용오차를 만족시킨다.



4) PC Girder의 설계 순서도

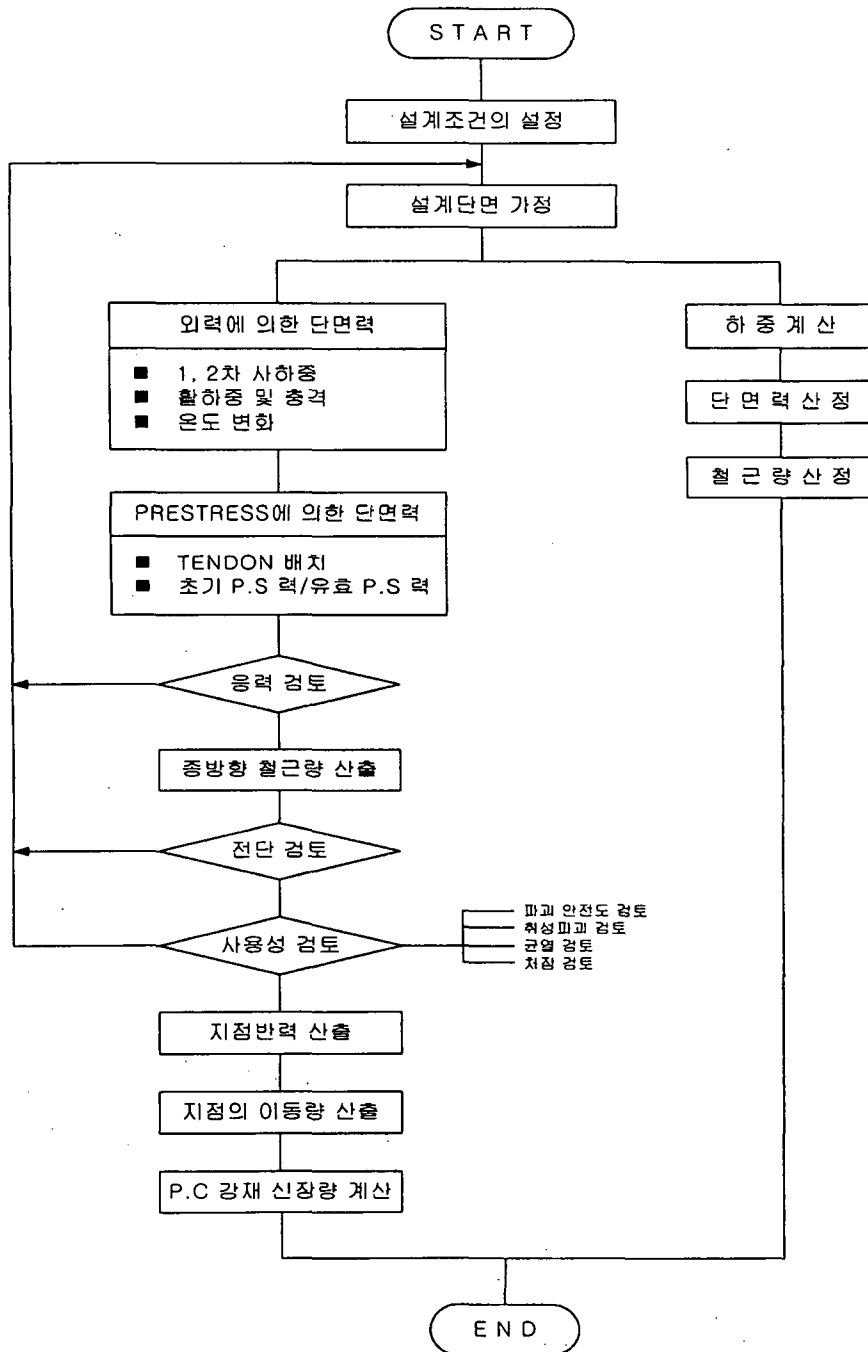
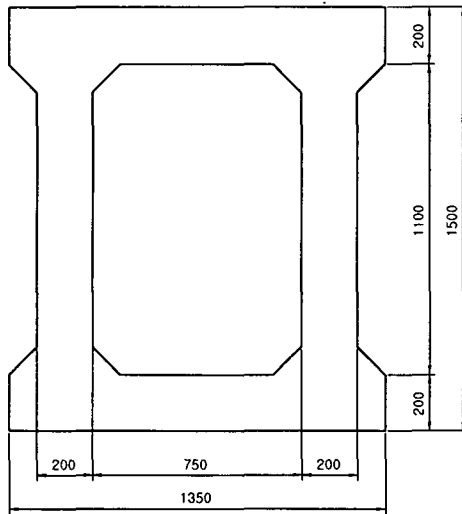


그림 3-1. PC Girder의 설계 순서도



( 단위 : mm)

Span	25 m	30 m	35 m	40 m
H1	1,675	2,140	2,600	3,020
H2	2,075	2,540	3,000	3,420

그림 3-2. PC Girder 의 설계단면





### 3.1.2.3 Steel Girder 의 설계

1) 선로의 곡선구간에는 Steel Girder를 설치하며, 설계단면은 그림 3-3 과 같다.

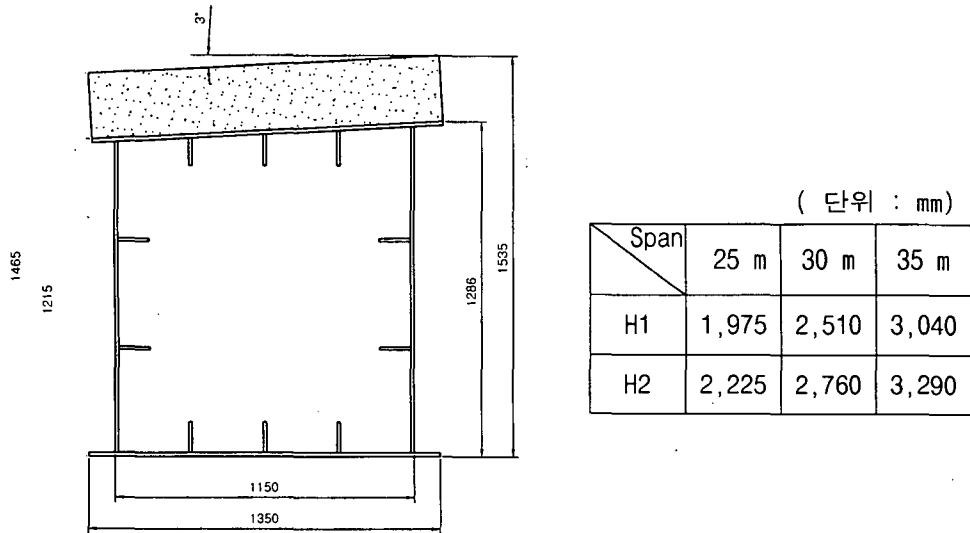


그림 3-3. Steel Girder 의 설계단면



3) Steel Girder의 설계 순서도

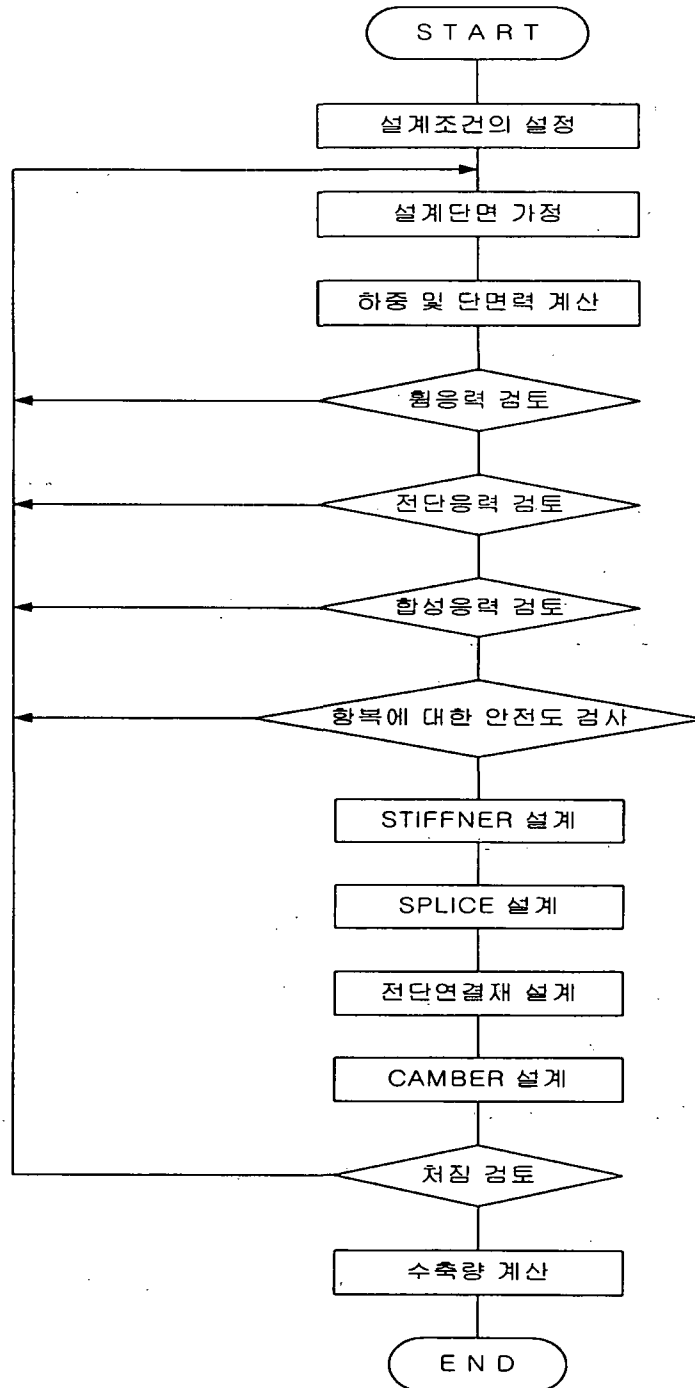


그림 3-4. Steel Girder의 설계 순서도



### 3.1.2.4 상부궤도의 설계

- 1) 자기부상열차용 상부궤도는 차량의 부상 및 안내와 추진의 대향면 역할을 하여 차량의 주행 안정성 및 승차감에 직접적인 영향을 미치므로 제작 및 설치에 있어 높은 정밀도를 요구한다.
- 2) 자기부상열차용 상부궤도의 일반 단면과 설계치수는 그림 3-5와 같으며, 그 오차 기준은 다음과 같다.

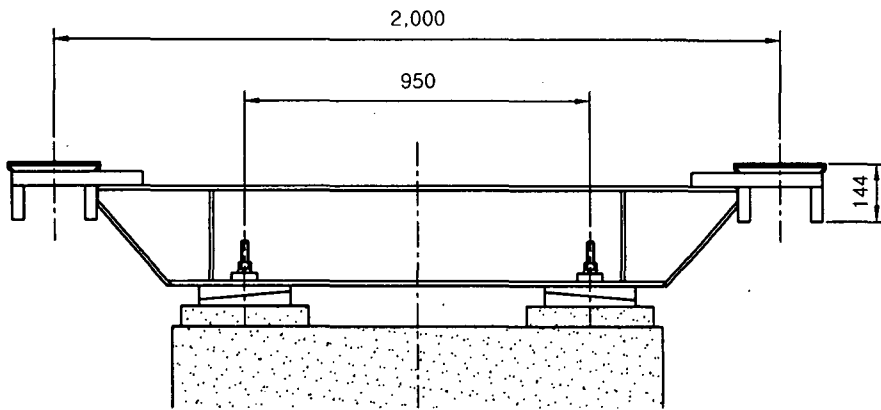


그림 3-5. 상부궤도의 단면도와 설계치수

- 가) Guide Rail 사이의 궤간은  $2,000 \pm 1 \text{ mm}$ 가 되도록 한다.
  - 나) Anchor Bolt 사이의 거리는  $950 \pm 1 \text{ mm}$ 가 되도록 Cross Arm의 하면에 천공된 조립용 구멍을 사용하여 Girder와 체결한다.
  - 다) Guide Rail과 Reaction Plate의 조립시 조립높이는  $143 \pm 0.5 \text{ mm}$ 가 되도록 한다.
- 3) 그림 3-6에는 PC Girder를 사용하는 직선궤도의 길이방향 설치예를 나타내었으며, 그림 3-7에는 Steel Girder를 사용하는 곡선구간에서의 설치예를 나타내었다.

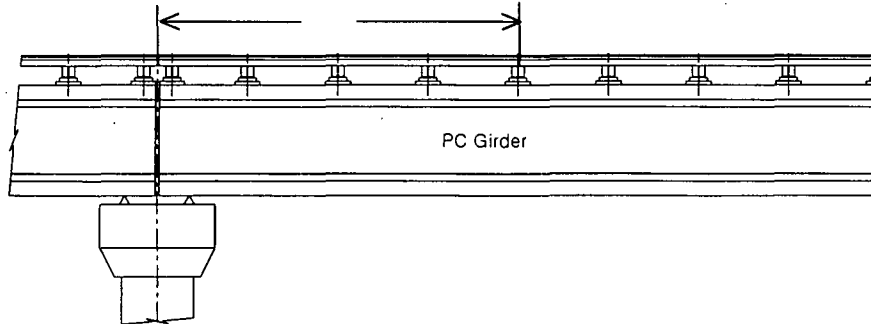


그림 3-6. 직선궤도 길이방향의 상부궤도 설치예 (PC Girder 구간)

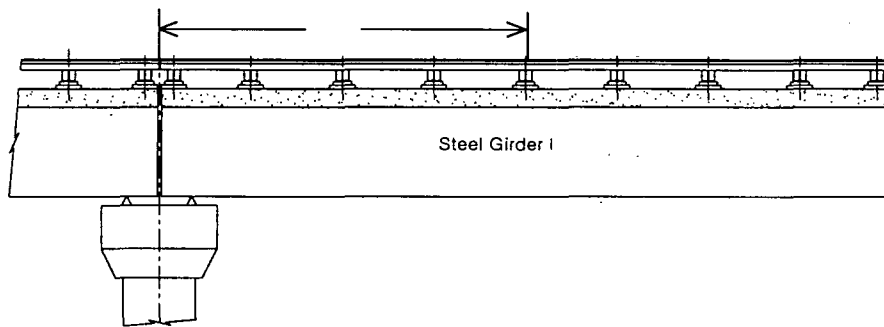


그림 3-7. 곡선궤도 길이방향의 상부궤도 설치예 (Steel Girder 구간)

- 가) Guide Rail 및 Reaction Plate의 단위설치길이는 여러 가지 Girder의 길이(25m, 30m, 35m, 40m)를 고려하여 5m로 한다.
- 나) 단위설치길이 5m에서 Guide Rail의 Level 변화가  $\pm 2\text{mm}$  이내가 되도록 설치한다.
- 다) 이음매부에서의 수직단차는  $\pm 1\text{mm}$  미만이 되도록 설치한다.
- 라) 이음매부에서의 간격은 설치시의 기온을 고려하여 설치해야 하며, 온도 변화는  $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  까지를 고려하고 강재의 열팽창계수는  $1.2 \times 10^{-5} / ^{\circ}\text{C}$  로 하여 Guide Rail 사이에 간섭이 발생하지 않도록 한다.



마) Guide Rail의 이음매 사이에 길이방향 및 상하방향의 변형을 완화시킬 수 있는 Key를 설치한다.

바) 곡선구간에서 상부궤도의 선형은 설계치 곡률반경에 대하여 오차가 1% 이내가 되도록 설치한다.

4) Guide Rail의 단면은 그림 3-8과 같다.

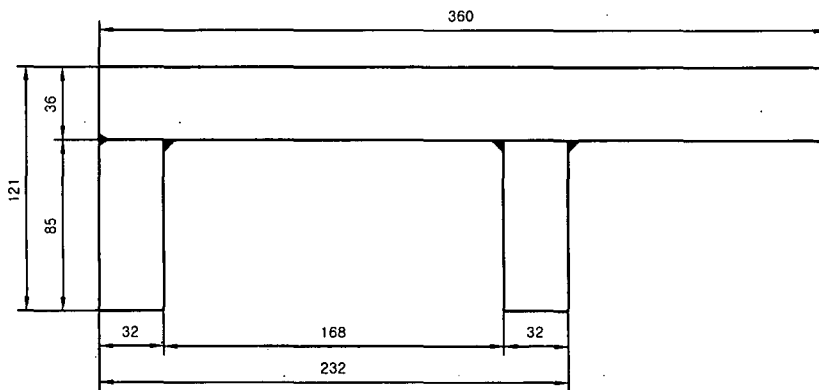


그림 3-8. Guide Rail의 단면도



5) Cross Arm의 형상 및 치수는 그림 3-9과 같다.

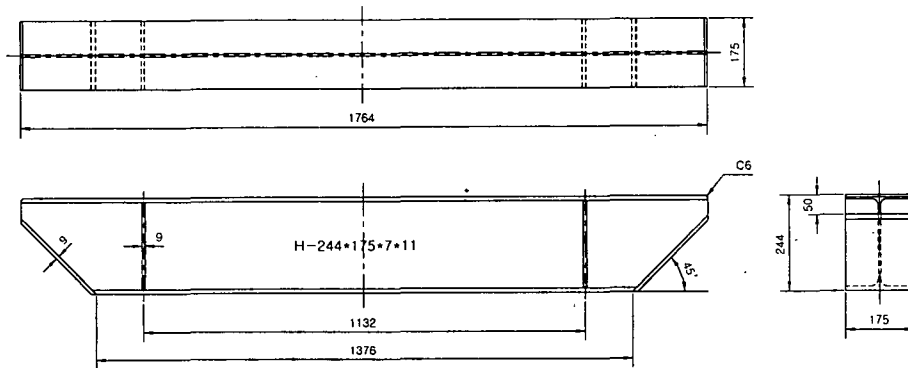


그림 3-9. Cross Arm의 형상 및 치수

- 가) Cross Arm은  $244 \times 175 \times 7 \times 11$ 의 H형강을 사용한다.
  - 나) Cross Arm의 길이는 1,764 - 2mm로 한다.
  - 다) Cross Arm의 높이는  $244 \pm 0.1$  mm가 되도록 한다.
  - 라) 차량주행중에 발생하는 굽힘모멘트를 견디기 위하여 9mm 두께의 강판으로 이루어진 보강재를 6개 설치한다.
- 6) Reaction Plate는 선형유도전동기의 2차측으로 추진력을 발생시키는 역할을 담당하며, Back Iron과 Al Reaction Plate의 두 부분으로 구성된다. Back Iron 및 Al Reaction Plate의 단면은 그림 3-10 및 3-11과 같다.
- 가) Back Iron의 폭은 239 mm로 하고, 높이는  $15 \pm 0.1$  mm로 한다.
  - 나) Back Iron은 Guide Rail의 상면에 볼트로 고정시킨다.
  - 다) Back Iron에 Al Reaction Plate를 고정시키기 위한 Curling 작업을 하기 이전에, Back Iron의 측면을 Guide Rail의 윗면에 용접한다.

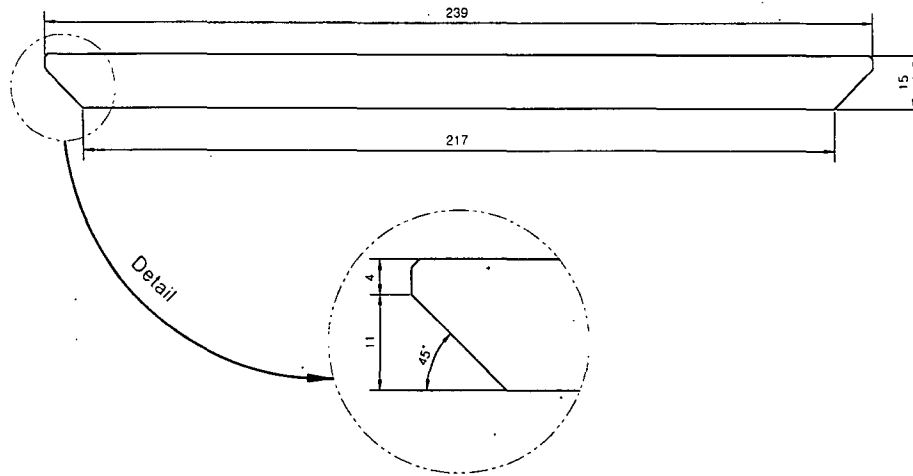


그림 3-10. Back Iron의 형상 및 치수

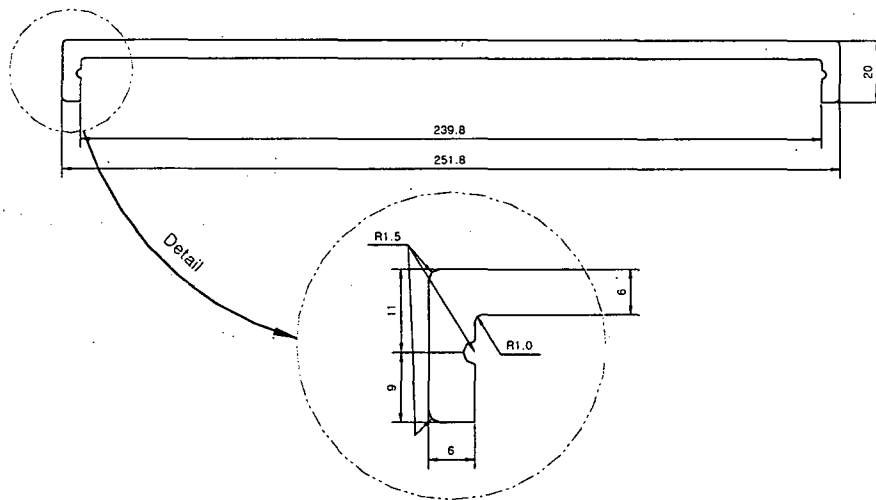


그림 3-11. Al Reaction Plate의 형상 및 치수

다) Al Reaction Plate는 압출형재를 사용하고, 내측 폭은 239.8 mm, 높이는 6 mm로 한다.



- 라) Back Iron의 상면에 완충 및 접촉역할을 하는 Pad를 설치한 후 AI Reaction Plate의 Curling 작업을 수행한다.
- 7) 높이조절용 Wedge는 시공시나 교정작업시 Guide Rail의 설치높이를 미소조정하는데에 사용되며, Wedge 대한 형상 및 치수는 그림 3-12과 같다.
  - 가) Wedge를 제작할 때 상면과 하면 모두 원활한 접촉을 위하여 기계가공한다.
  - 나) Wedge에서 조정할 수 있는 Guide Rail의 설치높이는 약  $\pm 2\text{mm}$ 로 한다.

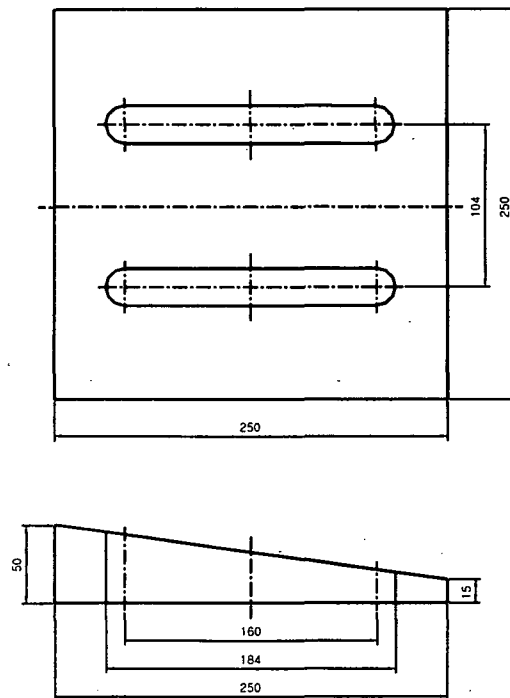


그림 3-12. 높이조정용 Wedge의 형상 및 치수





### 3.1.3 분기기

#### 3.1.3.1 개요

분기기란 차량의 진행방향에 맞추어 궤도를 이동하고 설정시키는 장치로서 자기부상열차 분기기의 경우에는 차량 및 궤도의 특성에 의하여 분기기의 구조가 복잡해지고 이동거리가 길어지며 대형화되어지는 특징이 있다.

분기기의 종류에는 고속형 자기부상열차에 적합한 강제급힘식과 중저속형 자기부상열차에 적합한 굴절식 및 평행이동식 등이 있으며, 분기기의 동작시간에 의하여 차량의 배차간격이 결정되어지는 것을 고려할 때 2~3분대의 배차간격을 유지하기 위해서는 동작이 20 초 이내로 완료되는 고속의 분기기가 반드시 필요하다.

중저속형의 차량에 가장 적합한 형태의 고속형 분기기가 굴절식 분기기이며, 본 선로와 같이 역사 근처에서 차량의 진로를 변경시키기 위해서는 고정된 직선선로에서 또다른 직선선로로 진입할 수 있는 분기형식을 취해야 하며 이에 가장 적합한 형태가 "S" 자 형태의 굴절식 분기기라고 할 수 있다.

본 선로에 적용할 분기기는 2가지의 형태를 지니고 있으며, 그림 3-13에 나타내었다. 분기기 1은 차량의 주행선로를 설정하기 위하여 단선에서 복선으로 분기되는 형태이며, 분기기 2는 차량기지로의 입출에 사용되며 단선에서 3선으로 분기되는 형태를 취하고 있다.

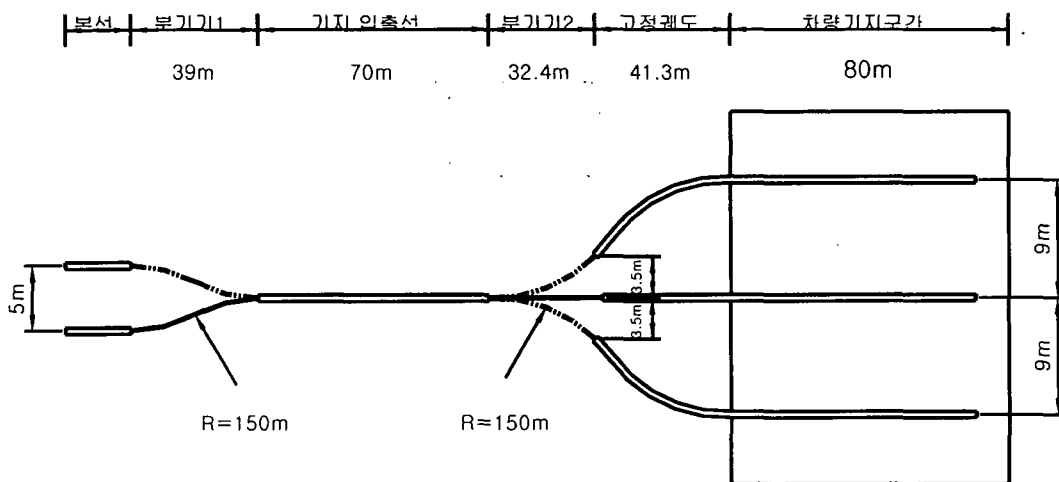


그림 3-13. PMS 선로에서 분기기의 설치위치 및 형태



### 3.1.3.2 분기기의 구성

분기기에 대한 구성은 다음과 같다.

- 1) 부상용 Guide Rail
- 2) Cross Arm
- 3) AI Reaction Plate 체결용 Back Iron
- 4) Steel Girder
- 5) Girder 이송용 Saddle
- 6) Girder 이송용 Rail
- 7) Girder 이송용 Saddle 보호용 Stopper
- 8) Girder 이송용 Moving Air Cylinder
- 9) Girder Locker 장치
- 10) Girder Angle 조절용 장치
- 11) 부상용 Guide Rail Up-Down 용 장치
- 12) Cross Arm 고정용 T-Locker 장치
- 13) 이동단 단부 레일 고정용 S-Locker 장치
- 14) 상부궤도 전후 이동용 Base 및 Pusher 장치
- 15) 급전용 Power Rail 단부 Slider Clipper 장치
- 16) 전기 Control Panel 및 제어용 PLC



### 3.1.3.3 분기기 설계 및 제작

분기기의 평면도 및 측면도를 그림 3-14에 나타내었다.

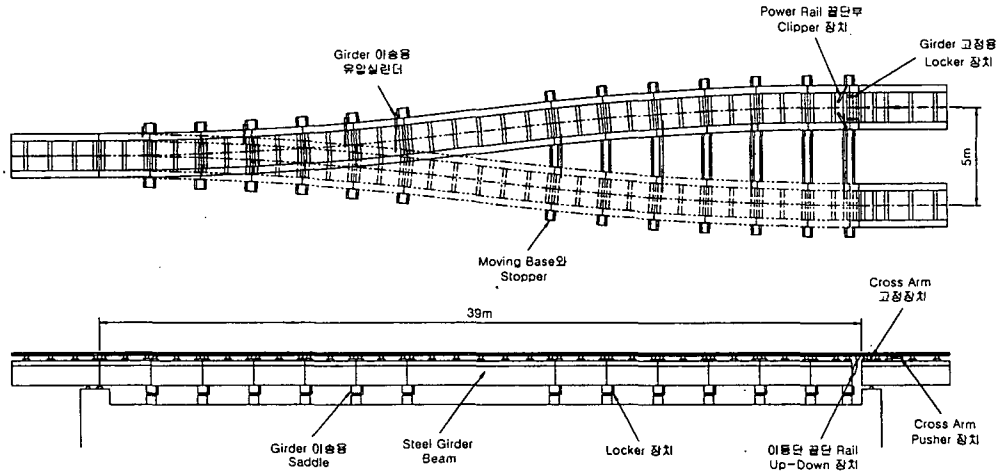


그림 3-14. 분기기의 평면도 및 측면도

#### 1) 부상용 Guide Rail의 제작과 설치

- 가) 부상용 Guide Rail은 SS 400을 사용하여 제작한다.
- 나) 단면형상과 제원은 일반궤도부와 동일한 설계기준을 적용한다.
- 다) 부상용 Guide Rail은 단위제작길이가 2,600mm인 제품을 30본 제작하여 Cross Arm의 양쪽 측면부에 용접하여 설치한다.
- 라) Guide Rail 제작과 설치시에는 분기장치가 동작중에 Girder의 단락부에서 간섭이 발생치 않도록 Guide Rail 사이의 간격을 약 40mm로 유지한다.
- 마) 이동단 단부에서의 Guide Rail 설치시 이동시에는 상부로 들어올려 간섭이 발생치 않도록 하고 이동이 완료된 후에는 제위치로 내려앉힐 수 있는 구조로 한다.
- 바) 고정단 단부에서는 열팽창에 의한 Guide Rail의 길이변화를 보정할 수 있도록 Girder의 길이방향으로 Sliding이 가능한 구조로 제작하여 설치한다.



2) Cross Arm의 제작과 설치

- 가) Cross Arm의 재질은 SS 400을 사용한다.
- 나) 단면형상과 제원은 궤도일반부의 설계기준을 적용한다.
- 다) Cross Arm은 Steel Girder 1본에 3개씩 설치한다.
- 라) Cross Arm은 Girder에 Anchoring 작업을 하여 완전 고정한다.
- 마) 고정단 단부에서의 Cross Arm 설치에 Guide Rail이 Girder의 길이방향으로 Sliding이 가능한 구조가 되어야 하므로 Cross Arm 하면에 Sliding Base를 설치하여 원활한 Sliding이 발생되도록 유도하고, 차량의 운행시 진동이 발생하지 않도록 Girder에 완전 고정시킬 수 있는 구조로 설치한다.

3) Back Iron 및 AI Reaction Plate의 제작과 설치

- 가) Back Iron의 재질은 SS 400을 사용하고 Reaction Plate의 재질은 AI을 사용한다.
- 나) Back Iron과 AI Reaction Plate의 단면형상과 제원은 일반궤도부의 설계기준과 동일하게 적용한다.
- 다) 설치수량은 단위제작길이가 2,600 mm인 제품 30본이 설치되도록 하며, Guide Rail과 볼트로서 체결토록 한다.

4) Steel Girder의 제작과 설치

- 가) Steel Girder의 재질은 SS 400을 사용한다.
- 나) Steel Girder는 그림 3-14에 나타난 것과 같이 설치한다.
- 다) Steel Girder는 단위제작길이가 2,600 mm인 제품을 13본 제작하여 설치한다.
- 라) Girder를 제작할 때에는 분기장치의 이동시에 간섭을 고려하여 충분한 간격을 유지해 놓도록 한다.
- 마) Girder의 단면형태는 제작과 요소부품들의 설치가 용이하도록 제작한다.



- 바) Girder 의 하면 단부에는 Saddle 과 체결되는 Center Pin 을 설치하여 이 동시에 각각의 Girder 가 회전 가능하도록 한다.
  - 사) Girder 2 본이 1 개의 Saddle 상부에 설치되도록 하며, 하나의 Girder 는 볼트체결로서 Saddle 과 완전고정시키고 다른 하나는 회전을 허용하기 위하여 Saddle 상부에 단순지지한다.
  - 아) Girder 의 내부는 회전각도 조절용 유압실린더 및 유압라인과 전선 등이 설치될 수 있도록 여유공간을 확보하고, Bracket 등을 제작하여 설치한다.
  - 자) 제작되는 Girder 중 양쪽 끝단에 있는 Girder 의 형태는 Center Pin 및 상부케도 Up-Down 장치의 설치를 고려하여 제작한다.
- 5) Girder 이송용 Saddle 의 제작과 설치
- 가) Girder 이송용 Saddle 에 대한 설치위치는 그림 3-14과 같으며, 상세한 외형은 그림 3-15 과 같다.
  - 나) Saddle Frame 은 Girder 및 상부케도의 하중에 충분히 견딜 수 있는 강도를 갖도록 제작한다.
  - 다) Saddle 의 구조는 유압실린더나 Wheel 등을 교체할 필요가 있을 경우 분해와 조립이 용이한 구조로 한다.

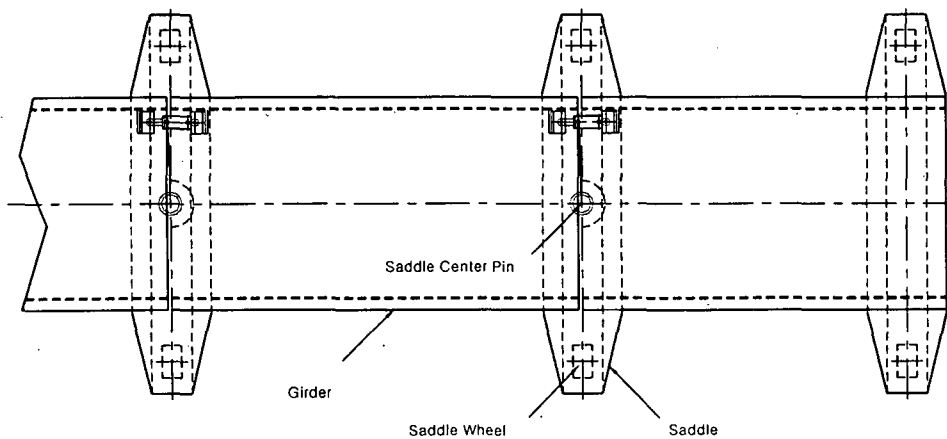


그림 3-15. 이송용 Saddle 의 외형



라) Saddle 과 Girder는 S45C 계열의 열처리한 Center Pin 및 볼트로서 체결하며, 조립도는 그림 3-16과 같다.

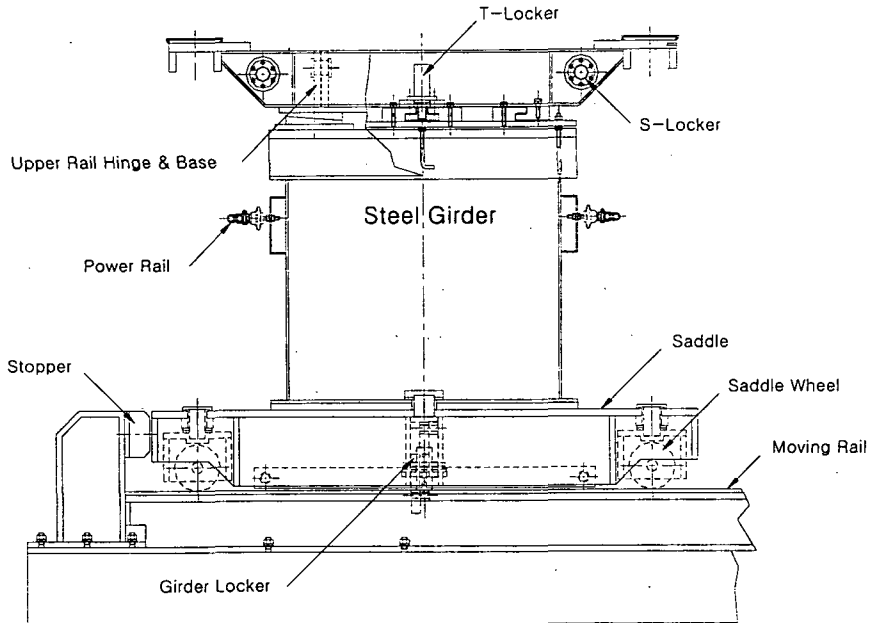


그림 3-16. 이송용 Saddle 과 Girder 의 조립도

- 마) Girder 2 분이 하나의 Saddle 위에 설치되도록 하며, 그중 하나의 Girder 는 Saddle 과 볼트체결로서 완전고정시키고, 다른 하나는 분기장치의 이동시 Girder 의 회전이 가능하도록 Saddle 위에 단순지지한다.
- 바) Saddle 에는 2 개의 Wheel 을 설치하며, Wheel 은 Roller Type 으로 열처리를 한다.
- 사) Wheel 에 사용되는 축은 작용하중들을 충분히 견딜 수 있도록 한다.
- 아) Saddle 의 측면부에는 분기장치의 동작이 완료된 후에 Saddle 및 Girder 를 이송용 Rail 과 일체가 되도록 고정시킬 수 있는 Locker 장치를 설치한다.



6) Girder 이송용 Rail 의 제작과 설치

- 가) Girder 이송용 Rail 의 형상 및 설치위치는 그림 3-14과 같다.
- 나) Girder 이송용 Rail 의 설치는 분기장치의 동작경로를 정확히 예측하여 Saddle 의 Wheel 이 탈선되지 않도록 형상을 결정하여 설치한다.
- 다) Girder 이송용 Rail 의 재질은 S45C 를 사용하도록 하며, 마모를 방지하기 위하여 열처리 및 연마공정을 실시한다.
- 라) Girder 이송용 Rail 의 설치시 설치 Level 의 오차를  $\pm 0.5\text{mm}$  이하로 하여, 분기장치의 동작시에 과하중이 작용하는 것을 방지한다.
- 마) Girder 이송용 Rail 의 표면에 오일 등으로 윤활작용을 할 수 있는 장치를 설치한다.

7) Saddle 보호용 Stopper 의 제작과 설치

- 가) Stopper 의 용도는 분기장치의 Saddle 이 이동시 정해진 위치에 도달하면 더 이상의 진행을 방지하고, 완충작용을 하기 위해 설치한다.
- 나) Stopper 의 설치위치는 Girder 이송용 Rail 의 양끝단에 설치되도록 하며, 설치수량은 26 개소로 한다.
- 다) Stopper 는 Saddle 이  $0.15\text{m/sec}$  의 속도로 충돌시에도 견딜수 있는 구조로 한다.

8) Girder 이송용 유압 실린더의 제작과 설치

- 가) Girder 의 이송에 사용되는 유압실린더의 수량은 모두 8 개소이고, 설치 단면은 그림 3-17과 같다.
- 나) 분기장치의 동작시 Guide Rail 의 단락부에서 간섭현상이 발생하지 않도록 각각의 Cylinder 의 속도를 조정한다.

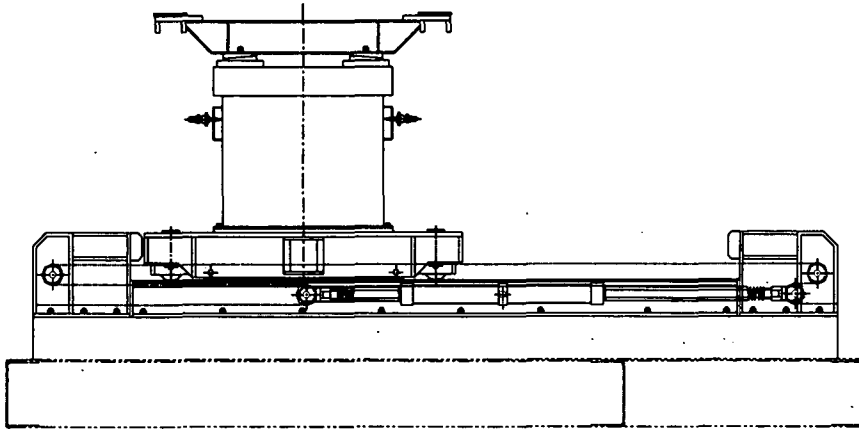


그림 3-17. Girder 이송용 유압 실린더의 설치단면

9) Girder Locker 장치의 제작과 설치

- 가) Girder Locker 장치의 용도는 분기장치의 이동이 완료된 후 Saddle 과 이송용 Rail 을 고정시킴으로써 정위치 조정 및 외란에 의한 영향을 감소시키는 데에 있다.
- 나) Girder Locker 장치용 유압실린더의 설치수량은 13 개소이며, 설치위치는 그림 3-14와 같다.
- 다) Girder Locker 장치용 유압실린더를 설치할 때에는 분기장치의 동작시 Locker 장치와 이송용 Rail 사이의 간섭이 발생치 않도록 설치한다.
- 라) Locker 장치의 동작이 완료된 후에는 Locker 장치가 이송용 Rail 의 면과 충분한 접촉이 유지되도록 한다.

10) Girder Angle 조절용 장치의 제작과 설치

- 가) Girder Angle 조절용 유압실린더는 분기장치의 진로가 각각 직선과 곡선으로 설정될 때 Guide Rail 사이의 간격을 40mm 미만으로 유지시키기 위하여 사용한다.
- 나) Girder Angle 조절용 유압실린더는 이동되는 Girder 의 단락부마다 총 24 개가 설치된다.
- 다) Air Cylinder 의 작동거리를 정확히 결정하여 Girder 에 과다한 힘이 가해지지 않도록 설치한다.





11) 부상용 Guide Rail Up-Down 용 장치의 제작과 설치

가) 부상용 Guide Rail Up-Down 용 장치는 분기장치의 동작시 이동단의 단부와 고정단의 단부 사이의 간섭을 방지하기 위하여 이동시에 Guide Rail 및 상부궤도 부분을 상방향으로 들어올리고, 이동이 완료된 후에는 원위치로 복원시키는 장치이다.

나. 부상용 Guide Rail Up-Down 용 장치 및 유압실린더의 설치수량은 1 개소이다.

다. 부상용 Guide Rail Up-Down 용 장치에 대한 조립도는 그림 3-18과 같다.

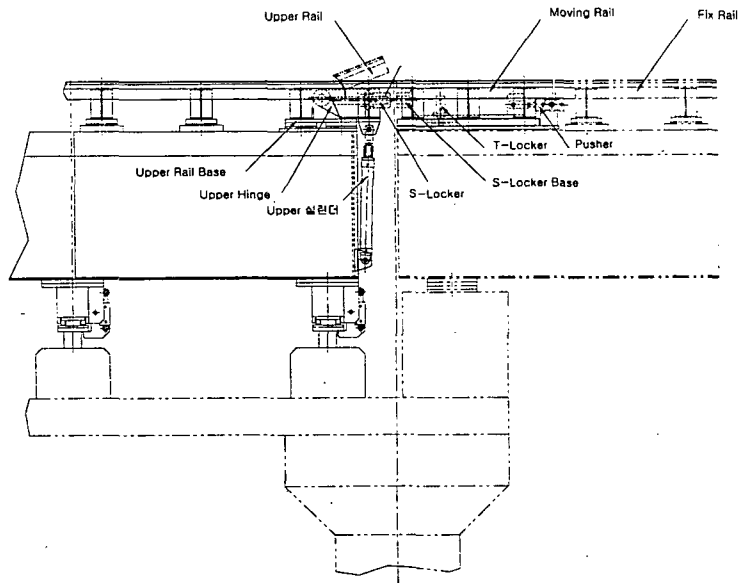


그림 3-18. 이동단 끝부분 Upper Rail 과 고정단의 Cross Arm 이동 및 고정장치

라) 부상용 Guide Rail Up-Down 장치부에 사용되는 Guide Rail 은 Hinge 를 중심으로 원활한 회전운동이 가능하도록 제작한다.

12) Cross Arm 고정용 T-Locker 장치의 제작과 설치

가) 분기기의 이동시 고정단 단부의 Guide Rail 이 열의 영향에 의한 길이변화의 영향으로 간섭 현상이 발생할 우려가 있으므로 이런 현상을 방지하고자 고정부 Guide Rail 의 일부를 Girder 의 길이방향으로 전후진 시켜야 하며, 이때 Cross Arm 과 Slider 면과의 유격으로 인하여 차량주행시 진



동이 발생할 소지가 많으므로 이를 방지하기 위하여 분기장치의 이동이 완료된 후에는 유압실린더로 Cross Arm의 T자형 Frame 자체를 Girder에 밀착시키는데에 사용한다.

- 나) T-Locker의 설치수량은 직선으로 설정되는 고정단 단부에 1개소와 곡선으로 설정되는 고정단 단부에 1개소로 모두 2개소가 설치되며, 치수 및 형상은 그림 3-18과 같다.
  - 다) Girder에 설치되는 Slider Base는 Sliding이 원활하게 이루어질 수 있도록 가공하여 설치한다.
- 13) 이동단 단부 레일 고정용 S-Locker 장치의 제작과 설치
- 가) 이동단 단부 레일 고정용 S-Locker 장치의 용도는 분기장치의 이동이 완료된 후 이동부 단부를 고정단 단부에 고정시키기 위하여 사용한다.
  - 나) S-Locker의 설치수량은 이동부 단부에 2개소이며, Bracket은 고정단 단부에 각 2개씩 4개를 설치한다.
  - 다) S-Locker의 설치위치는 그림 3-18과 같으며, S-Locker를 설치할 때에는 후진시 Girder의 횡방향변형에 의하여 Pilot Pin이 Bracket에서 분리되지 않는 경우가 없도록 특별히 윤활작용 등에 주의를 기울인다.
- 14) 상부궤도 전후 이동용 Base 및 Pusher 장치의 제작과 설치
- 가) 상부궤도 전후 이동용 Pusher 장치의 용도는 이동단 단부와 고정단 단부의 간섭을 방지하기 위하여 Guide Rail 등을 Girder의 길이방향으로 이동시킬 때 사용한다.
  - 나) 상부궤도 전후 이동용 Pusher 장치는 고정단 단부에 각 1개소씩 2개소를 설치하며, 설치위치 및 형상은 그림 3-18과 같다.
  - 다) 상부궤도 전후 이동용 Base는 윤활이 잘 되도록 제작한다.



15) 급전용 Power Rail 단부 Slider Clipper 장치의 제작과 설치

가) 이동단 단부에 설치되는 Power Rail 은 분기장치의 이동시에 Steel Girder나 곡성이 다른 고정단 단부의 Power Rail 과의 Short 현상을 방지하기 위하여 그림 3-19와 같이 유압실린더를 사용하여 이동시에는 Girder 의 외측으로 밀어내도록 설치한다.

나) 외팔보 형태가 되는 이동단 단부의 Power Rail은 Pantograph 의 통과시에도 변형이나 파손되지 않도록 충분한 강도를 갖는 구조로 제작한다.

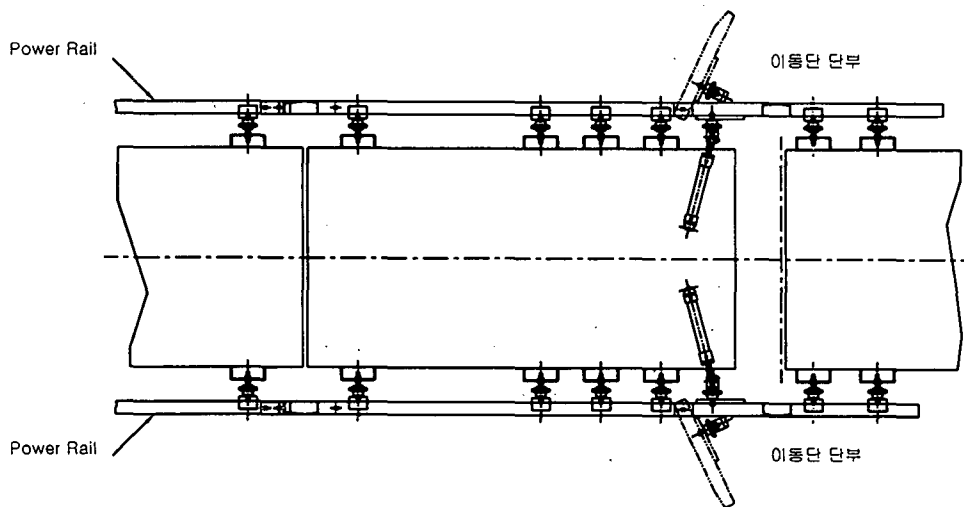


그림 3-19. Power Rail 단부의 Slider Clipper 장치

16) 전기 Control Panel 및 제어용 PLC 1 식 제작과 설치

가) 전기 Control Panel 및 제어용 PLC 를 제작 · 설치한다.

나) 분기장치의 작동중에 오동작이 발생하면 복원시에는 오동작이 발생한 바로 전단계에서부터 작동이 시작되도록 한다.



3.1.3.4 분기기의 작동순서

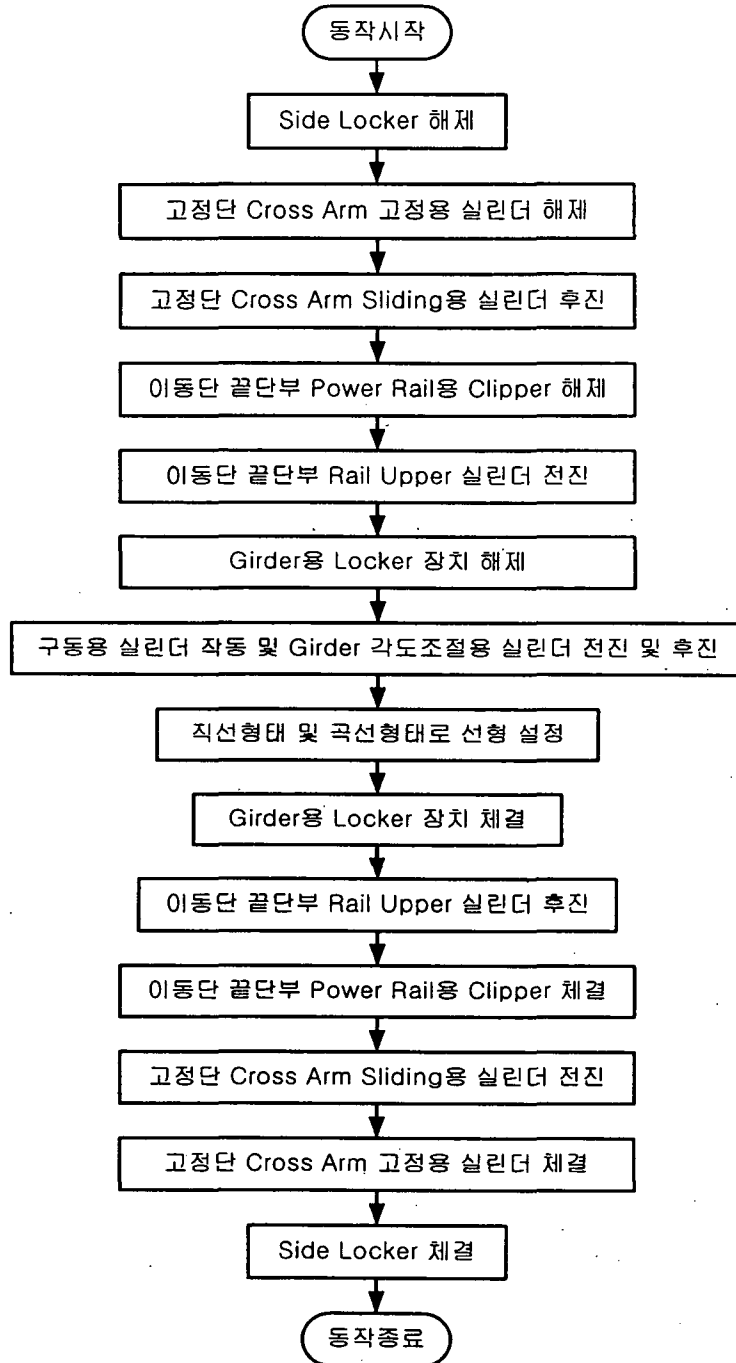


그림 3-20. 분기기의 작동순서도



### 3.1.4 역사 계획

#### 1) 계획의 기준

##### 가) 계획의 방향

##### (1) 기능성

- (가) 승객들이 출입할 수 있는 통로, 승·하차를 위한 승강장 및 기능실을 갖는다.
- (나) 무입승차 및 무인운전방식을 원칙으로 한다.
- (다) 각종설비(급·배수설비, 기계설비, 소방설비, 전기설비)의 중앙관리 SYSTEM이 확립되도록 한다.

##### (2) 편리성

- (가) 동선은 단순화 및 최적화하여 동선의 혼잡이 발생하지 않도록 하여야 하며, 역세권 분석을 통하여 노면교통 및 이용을 배분에 따른 적정규모의 교통시설(계단, 승강설비)을 적용하여 승객이 편리하여 이용할 수 있도록 한다.
- (나) 시민 및 장애인이 이용하는데 편리하도록 승강 설비(엘리베이터)를 설치 한다.
- (다) 지상 교통망과의 연계성을 확보하여야 하며, 자전거 보관소 설치로 동선상의 연계성이 확보되도록 한다.
- (라) 정거장내 시설물의 현대화 및 이용의 편리성과 유지관리의 효율을 도모할 수 있도록 한다.



(3) 경제성

- (가) 통로부분의 불필요 공간을 최소화하고 하차객의 밀도가 높을 것으로 예상되는 공간은 적정규모의 여유공간을 확보한다.
- (나) 방재, 방법 등 유지관리를 고려한 공간계획을 경제성이 확보되도록 한다.
- (다) 정거장 연접 건축물과의 겸용 출입구를 설치하여 주변미관 향상과 노면보행자 통행의 원활을 도모하고 공사비의 절감을 기할 수 있도록 한다.

나) 계획의 목표

(1) 주변환경과의 조화성

- (가) 주변 주변환경 및 질서고려
- (나) 미관, 시민 휴식공간 제공
- (다) 현대적이고 미래지향적인 의장성 창출

(2) 쾌적환경 제공

- (가) 적정공간 및 기능제공
- (나) 효율적 시설, 설비계통 합리화
- (다) 구조물의 방수 및 배수고려
- (라) 승객의 안정성 제시

(3) 동선계획

- (가) 승객동선의 단순화
- (나) 승객동선의 방향성 제시

(4) 장애인, 노약자 편의시설 제공



2) 역사별 건축계획

가) 역사개요

역사별 분류		교통센터	T2	역사-1	역사-2
정거장 형식		섬 식	섬 식	섬 식	섬 식
승강장 폭		8.9	5.0	5.0	5.0
승강장 길이		43	35	35	35
선형 조건		직 선	직 선	직 선	직 선
위치		교통센타내	터미널2	국제업무지구	국제업무지구
면 적	승강장 층	.	175m <sup>2</sup>	175m <sup>2</sup>	175m <sup>2</sup>
	통로층	.	185m <sup>2</sup>	185m <sup>2</sup>	185m <sup>2</sup>
	외부 계단	.	32.8m <sup>2</sup>	32.8m <sup>2</sup>	32.8m <sup>2</sup>
	계	(교통센타내 설치)	392.8m <sup>2</sup>	392.8m <sup>2</sup>	392.8m <sup>2</sup>
스크린도어 설치여부		설치함	설치함	설치함	설치함
기계 설비		교통센타내 자체설비	냉난방방식 : ROOF TOP공조기	냉난방방식 : ROOF TOP공조기	냉난방방식 : ROOF TOP공조기
전기 설비		교통센타내 자체설비	비상조명등 : UPS설비	비상조명등 : UPS설비	비상조명등 : UPS설비
장애인 시설			ELEV 설치	ELEV 설치	ELEV 설치



(3) 경제성

- (가) 통로부분의 불필요 공간을 최소화하고 하차객의 밀도가 높을 것으로 예상되는 공간은 적정규모의 여유공간을 확보한다.
- (나) 방재, 방법 등 유지관리를 고려한 공간계획을 경제성이 확보되도록 한다.
- (다) 정거장 연접 건축물과의 겸용 출입구를 설치하여 주변미관 향상과 노면보행자 통행의 원활을 도모하고 공사비의 절감을 기할 수 있도록 한다.

나) 계획의 목표

(1) 주변환경과의 조화성

- (가) 주변 주변환경 및 질서고려
- (나) 미관, 시민 휴식공간 제공
- (다) 현대적이고 미래지향적인 의장성 창출

(2) 쾌적환경 제공

- (가) 적정공간 및 기능제공
- (나) 효율적 시설, 설비계통 합리화
- (다) 구조물의 방수 및 배수고려
- (라) 승객의 안정성 제시

(3) 동선계획

- (가) 승객동선의 단순화
- (나) 승객동선의 방향성 제시

(4) 장애인, 노약자 편의시설 제공





2) 역사별 건축계획

가) 역사개요

역사별 분류		교통센터	T2	역사-1	역사-2
정거장 형식		섬 식	섬 식	섬 식	섬 식
승강장 폭		8.9	5.0	5.0	5.0
승강장 길이		43	35	35	35
선형 조건		직 선	직 선	직 선	직 선
위치		교통센타내	터미널2	국제업무지구	국제업무지구
면 적	승강장 층	.	175m <sup>2</sup>	175m <sup>2</sup>	175m <sup>2</sup>
	통로층	.	185m <sup>2</sup>	185m <sup>2</sup>	185m <sup>2</sup>
	외부 계단	.	32.8m <sup>2</sup>	32.8m <sup>2</sup>	32.8m <sup>2</sup>
	계	(교통센타내 설치)	392.8m <sup>2</sup>	392.8m <sup>2</sup>	392.8m <sup>2</sup>
스크린도어 설치여부		설치함	설치함	설치함	설치함
기계 설비		교통센타내 자체설비	냉난방방식 : ROOF TOP공조기	냉난방방식 : ROOF TOP공조기	냉난방방식 : ROOF TOP공조기
전기 설비		교통센타내 자체설비	비상조명등 : UPS설비	비상조명등 : UPS설비	비상조명등 : UPS설비
장애인 시설			ELEV 설치	ELEV 설치	ELEV 설치



나) 건축계획

(1) 입면계획

(가) 계획의 개념

인천국제공항 내부의 노선임을 감안할 때 첨단이미지를 상징화시키는 디자인을 사용한다.

(나) 계획의 목적

- 인천국제공항을 상징하는 이미지를 창출하여 미래지향적인 도시의 이미지 표출
- 교통센터와 국제 업무지구를 연결하는 교통시설 연결망의 도로상의 Landmark로서의 지역적 상징성 부여

(다) 계획의 방향

- 역사의 지붕선에 비행기의 동체 또는 날개선에서 유추한 유선형을 도입
- 주변거리와 조화된 분위기를 기대한다.
- 승강장 및 통로내벽은 SCREEN DOOR 사용 및 개방감 확보를 위한 GLASS GLAZING을 사용
- 단지 상징성만 가지고 있는 역사가 아니라 이용객이 쉽게 이용 가능한 문화의 장으로써 역할을 해야 한다.
- 외국인으로 하여금 우리 문화의 선진성을 알릴 수 있는 DESIGN이 되어야 한다.



(2) 마감자재 계획

(가) 목적

사용되는 자재는 균집성, 연속성, 시대성에 적합하고 내구성이 있어야 하며, 색채와 질감이 승객에게 주는 심리적 영향과 TOTAL DESIGN 개념에서의 통일성, 유지관리의 용이성 등을 고려하여 자재 선정의 기준을 마련 설계의 질을 향상시키고 시공 및 유지관리의 원활을 도모코자 함

(나) 재료선택의 원칙

- 불연성이고 가능한한 국산 KS 규격품 사용
- 내구성, 내후성, 내식성, 내수성, 청결성, 내마모성이 우수하고 유지보수가 용이한 재질 및 마감방법 선택
- 공기단축 및 기능, 인력난을 고려하여 최대한 건식공법을 채택하여 불연자재를 사용
- 많은 종류, 재료의 사용을 피하고 석면 함유 자재 등 인체에 유해한 자재의 사용을 금함
- 자재의 지정색은 변색되지 않는 자재를 사용
- 사용자재는 경량전철선 전체의 색상 조화가 이루어져야 하며, 조화나 점이의 원리 위주로 하고 부분적인 디자인의 특성을 요하는 부분은 파조나 대조의 원리로 계획

(다) 각부 재료선택의 원칙

바닥 재료

내마모성, 내수성, 내진성, 미끄럼방지, 마모시에도 색상이 유지



되는 재료, 청소 및 유지관리가 용이한 재료  
(자기질 타일 사용 금지)

벽, 기둥재료

내구성, 내수성, 내진성, 눈부심이 없는 재료, 손이 닿는 부분은  
오염 및 훼손이 되지 않는 재료, 미관 색상이 우수한 재료, 유지  
관리가 용이한 재료

천정 재료

흡음성, 질감이 좋은 재료, 불연, 난연재료, 오염, 부식에 강한  
재료, 유지관리가 용이한 재료



(라) 외장재 비교

구분	법량	금속계 외장재		콘크리트계 외장재	
		알루미늄	스테인레스	P.C 판넬	G.R.C 판넬
주재질 기본사용	법량용 철판 (THK:1.6~2.0mm 법량피복0.1mm이상)	1) 전해발생 알루미늄 2) 주조알루미늄 합금품	SUS 304 (18-8 일본제 스테인레스강판)	P.C CON'C 패널	내알카리성 유리섬유+CON'C (섬유질 보강 CON'C패널)
외관성 (DESIGN)	우수함	우수-보통	보통	보통	우수함
규격	최대 1,200×2,400cm	1) 성형품:자유 2) 기성품 최대 1,500×3,500cm	최대 1,250×3,500cm	자유	자유
색, 광택	타일 및 유리와 동등하며 색을 자유로이 선택할 수 있다.	전해발생으로 색이 한정되며 단조로운 감을 준다.	알루미늄수지 도장 및 칼라도장이 가능 보통 전해발생으로 단조로운감을 준다.	통상 콘크리트와 동시에 시공하며 타일을 부착하는 경우가 있음	물소수지 코팅등 마감의 선택이 자유롭다. 색상선택이 자유롭다.
형상	원칙적으로 자동화생산이며 개성이 강하다.	가공품의 형상이 제약되어 있으며 주조품은 고급감이 있다.	성형 및 굴곡가공이 주로 있으며 자동화도 가능하다.	비용과 면적별로 성형품이 제한됨. 특수형상 가능	평면, 곡면, 특수형태등 성형에 대체로 자유로움
시공법	우수	우수	우수	우수	우수
시공방법	비교적 대형판넬로 철골에 부착 시공 (UNIT 공법 가능)	좌동	좌동	비교적 대형판넬로 철골에 부착시공 중량물이므로 구체보강이 필요함	비교적 대형판넬로 철골에 부착시공 P.C판넬보다 경량임
내후성	타일과 동일한 무기질 법량을 소성처리한 것으로 내후성이 우수함	전해발생품으로 경년변화, 변색이 일어나며, 내후성은 양호하다	내후성이 비교적 우수함	마감재료에 따라 변화가 있음 에폭시계 도로 타일 부착방법도 사용	물소수지도로 사용으로 내구성이 우수함
내식성	법량측은 전혀 부식이 없다	이종금속과 접합부에 전해부식 및 이상 부식 발생	염분과 고온으로 대기에서 부식되나 내식성은 비교적 우수	양호	양호



(마) 내장재 비교

- 바닥 재료

- 테라조 타일 : 승객이 주로 이용하는 승강장에 사용 가능

장점	강도가 강하고 색상이 다양하다. 규격이 다양하며 크기의 오차가 없이 균일하다.
단점	중량물이므로 운반시 모서리 등의 파손 우려가 있다. 백시멘트가 변색되어 색상이 얼룩질 우려가 있다.

- 화강석 : 승객의 왕래가 많은 통로층 및 승강장에 사용 가능

장점	내마모성이 강하고 가공성이 좋다. 타자재(테라조타일)와 적응성이 크다.
단점	색상이 단조롭고 가격이 고가이다. 파손시 보수가 어렵다.

- 칼라하드너 : 기계실에 주로 사용

장점	색상이 다양하다. 가격이 저렴하다. 시공이 용이하다.
단점	쉽게 더러워진다.

벽재료

- 자기질타일 : 승객이 주로 이용하는 통로에 사용 가능

장점	내마모성이 강하다. 흡수율이 낮다. 규격과 색상이 다양하다.
단점	비틀림 현상이 발생한다. 진동에 의한 탈락현상이 발생한다.



- 화강석판 : 계단 난간부분에 사용, 통로층에 사용 가능

장점	내마모성이 강하고 가공이 용이하다. 타자재와 적응성이 강하다.
단점	색상이 단조롭다. 가격이 비싸다.

- 수성페인트 : 기능실에 주로 사용

장점	시공이 용이하다. 가격이 저렴하다. 색상이 다양하다.
단점	지속적인 유지관리가 필요하다.

- 천정재료

- 알루미늄판넬 및 타일(W:200,300,평판등)  
: 통로 및 승강장에 주로 사용

장점	색상, 규격, 형태가 다양하다. 시공이 간편하다. 파손시 보수가 용이하다.
단점	충격에 약하다. 복원력이 약하다.

- 규산질 천정판(THK 6M/M) : 기능실에 사용

장 점	가격이 저렴하다. 흡음성이 좋다. 시공이 간편 보수가 용이하다.
단 점	충격에 약하다. 쉽게 더러워진다.



(3) 색채계획

(가) 색상선택의 원칙

- 역사전체의 이미지를 부각시킬 수있는 동일 종류의 색상을 선정 사용한다.
- 여러가지 안내판 및 광고판의 식별이 용이한 색상을 선택한다.
- 바닥, 벽, 천정순으로 그 명도를 높여 안정감과 명쾌감을 줄수 있는 색상으로 한다.
- 승객에게 안정감과 따뜻한 느낌을 주는 색상으로 한다.
- 조명에 의해 색의 순응도를 고려한다.

(나) 각부 색상 선택의 원칙

- 바닥색상  
먼지등 오염물질이 쉽게 눈에 띄지 않는 색으로 한다.
- 벽 색상  
바닥과 천정의 중간색의 분위기로 하며 역명판, 광고판과의 조화를 이루는 색으로 한다.
- 천정색상  
천정에서의 난반사에 의한 조명과 실내의 확장, 청결함을 위해서 밝은 계통의 색으로 한다.

(다) 색상비교

- 난색계  
여러가지 어두움과 연한 하나의 색과 중간색의 배경, 약간의 포색으로 한다.





- 포색계  
색상의 바로 반대편에 있는 하나의 강함과 퍼짐은 한쪽의 색이 두드러지게 하되 동일계는 안된다.
- 분리포색계  
포색계와는 같지만 한편의 반대색에 대해서는 한편 또는 바로 이웃의 색을 병용한다.

(4) 정거장 출입구 설치계획

(가) 목적

정거장 출입구는 정거장 이용승객과 육교보도를 이용하는 통행인의 통행을 고려하여 최적 규모를 결정함과 더불어 노면 통행의 원활을 기하고 승강장에서의 차량내 밀도가 적절히 배분되도록 승강장내의 계단위치를 고려 출입구를 설치함으로써 이용시민에게 편리를 도모한다.

(나) 설치기준

- 외부 출입구 위치는 각 방향에서의 접근이 원활하고 지상 대중교통수단과의 연계성을 검토하여 결정
- 정거장 주변 인접건물과의 연결통로 설치방안 고려
- 외부출입구 및 내부출입구는 주,야간시 횡단보도로서의 이용이 가능하도록 고려
- 정거장 내부시설 보호를 셔터 등의 장치를 설계에 반영



(다) 외부출입구

- 계단구배는 1:2의 경사도로 단높이 165mm×330mm으로 계획
- 계단의 양측벽에는 핸드레일을 설치하여 노약자, 장애인 이용 편의 도모
- 외부 출입구 계단의 구조물로부터 배면대지경계와의 폭은 최소 2m 이상 확보하되, 도로 및 인접대지의 차량진출입에 장애가 없도록 계획

(라) 내부출입구

- 계단의 양측벽에는 핸드레일 설치
- 계단의 구배는 1:2 경사로, 단높이 165mm×330mm 적용하고 에스컬레이터와 병행 설치하는 계단의 구배는 법규내 조정 가능

(5) 시설물 설치계획

(가) 표지판 기준

- 안내표지판  
통로부분에 설치, 점검 보수할 수 있도록 한다.
- 요시판  
역명, 출입구, 방향, 계단, 공중전화, 비상구, 열차도착표시 등을 간단명료하고 연속성있게 배열한다.
- 광고판  
안내 표시판과 분리시키며 승객의 방향 결정 지점을 피해야 한다.



(나) 시설물 기준

- 공중전화 박스  
실내에 배치되고 제한된 공간에서 사용빈도가 높기 때문에 개방형으로서 실용적으로 조작될 수 있도록 한다. 재료나 형태는 현대적 감각을 줄 수 있는 것으로 해야하며 내구성 있는 재료를 선택한다.
  
- 벤치(BENCH)  
승강장에 설치하며, 견고하며 산뜻한 감각을 줄 수 있는 재료를 선택한다.
  
- 휴지통 및 재떨이  
앉거나 서서도 사용이 편리한 높이로 계획하고 운반이 용이한 형태로 한다. 색상은 정거장 주조색과 조화를 이루도록 계획한다.
  
- 신문판매소 및 음료자판기  
승객의 통행에 지장이 없으며 이용 가능한 위치를 고려한다.



(6) 장애인 편의시설 설치계획

(가) 목적

정거장에 설치되는 각종 장애인 편의시설이 토목, 건축, 전기, 설비, 신호, 통신 등의 각 분야의 복합공정으로 이루어져 있어 각 분야별 연계 추진되어야 하며, 특히 각 분야간에 통일화와 표준화를 기하고 장애인이 편리하게 이용할 수 있도록 계획한다.

(나) 설치근거

- 장애인 복지법 제33조 및 같은 법 시행령 제 30조
- 장애인 편의시설 및 설비의 설치기준에 관한 규칙(보건복지부령 제1호)
- 도시계획 시설기준에 관한 규칙 제 6조)
- 건축법 시행령 제48조, 같은법 시행규칙 제 29조



(다) 설치기준

장애인 편의시설 설치기준은 다음과 같다.

구분	대상장애인	대상 및 설치위치	규격	비고
계단 핸드레일	지체장애인	모든 정거장 내부 및 외부계단		
공중전화	지체장애인	모든 정거장 공중전화설치 위치 별 각 1개소	공중전화 높이 조정 (전화높이 800)	
승강장 안전타일	시각장애인	모든 정거장 승강장 연단부	승강장 연단부에 철차 경고타임 및 승강장 위치 표시	
안내방송 (음성신호)	시각장애인	모든 정거장	열차진입시 시각장애인이 열차의 도착 및 진행방향 을 알수 있는 안내방송	
점자 유도타일	시각장애인	모든 정거장의 승객 공간	시각장애인의 승하차동선 및 각종 시설을 이용하는 동선체계의 연속성 유지	
장애인용 안내판	지체장애인 시각장애인	모든 정거장	장애인 편의시설의 종류, 위치 이용방법등이 각종 정보전달을 위한 SIGN SYSTEM 및 세부안내도	
계단난간 점자표시	시각장애인	모든 정거장의 내.외부 계단 핸드레일	시각장애인을 위한 내.외 부 계단이용 안내를 위한 점자안내표시	
장애인용 엘리베이터	지체장애인	모든 정거장		



(라) 세부 시설기준

- 계단난간 높이 및 경사로 구배
  - 경사로 구배는 1/12 이하로 한다.
  - 경사로의 최소 유효폭은 1.2m이상으로 한다.
  - 경사로의 참은 길이 10m, 고저차 75cm이내 마다 1.5m×1.5m의 참을 설치 한다.
  - 경사로의 손잡이는 경사로 길이에 높이 80cm~85cm 이내로 노면과 평행하게 설치한다.
  
- 계단
  - 계단 및 참의 유효폭은 1.2m 이상으로 한다.
  - 계단의 디딤판은 33cm 철판은 16.5cm로 한다.
  - 계단의 양측에 손잡이를 연속하여 설치하고 손잡이 끝부분은 층수, 위치 등을 나타내는 점자 표지판을 부착한다.
  - 외부출입계단의 경우 지상에서 첫단의 높이는 15cm 이상으로 하고 휠체어 이용에 편리하도록 한다.
  - 계단의 핸드레일은 양측벽에 2단으로 설치하며 상단은 높이 85cm 이하로 하며 하단은 75cm 높이로 설치한다.
  
- 장애인용 승강기
  - 승강기의 크기는 1.6m×1.35m 이상으로 하고 출입구폭은 0.9m 이상으로 한다.
  - 승강기 건물바닥과의 틈은 2cm이하로 한다.
  - 장애인의 이용이 편리하도록 승강기조작버튼, 점자 및 음성신호 등을 설치한다.
  - 승강기형식은 유압식 및 권상식으로 한다.



- **공중전화**
  - 공중전화 3개소당 1개소는 장애인용으로 설치한다.
  - 설치높이는 0.7m 이상으로 한다.
  - 공중전화대 하부는 무릎 및 발판이 들어갈 수 있도록 높이 0.6m 이상 깊이 0.45m이상의 공간을 확보한다.
  
- **승강장 끝단**

승강대끝으로부터 2.0m 부분에 폭 30cm의 경계블럭을 바닥에 설치한다.
  
- **점자블럭 설치**

외부계단 → 통로 → 승강장으로서의 동선유도를 위하여 바닥에 30cm 폭의 점자유도 블럭을 연결성있게 설치한다.
  
- **출입구 손잡이**
  - 장애인이 이용하는 곳의 출입구 손잡이는 막대기형 또는 레벨형을 사용한다.
  - 손잡이의 높이는 85~90cm 이내로 한다.



3.1.5 차량기지 계획

1) 개요

- 가) 차량기지는 열차의 운영을 위한 전진기지로서 차량의 정비, 수선, 세척, 유치등의 업무를 효과적으로 수행할 수 있도록 이에 필요한 설비 및 시설을 확보한다.
- 나) 차량기지의 위치는 열차의 효율적인 운용을 고려하여 국제업무지역 남측 공원부지에 1개소를 설치하는 것으로 계획하였으며, PMS노선에 필요한 동차량 편성수는 2편성을 수용하도록 계획한다.
- 다) 차량기지는 토목, 건축, 궤도, 전기, 신호, 통신, 기계 및 검수설비등을 포함하는 종합 시공으로 열차의 안전운행 및 효율적인 차량기지가 건설되도록 계획한다.

2) 시설규모

가) 위치 : 신공항 국제업무지역 남측공원 부지

나) 차량기지 규모

구 분	항 목	규 모	비 고
부지(m <sup>2</sup> )	대지면적	23,898.4 m <sup>2</sup>	
	연면적	6,079.9 m <sup>2</sup>	용적률 : 25.4%
	건축면적	4,576.9 m <sup>2</sup>	건폐율 : 19.1%
주차장	주차대수	55대	화물차 11대 포함





다) 주요시설물 개요

	규모	연면적(m <sup>2</sup> )	건축면적(m <sup>2</sup> )	구조	비고
검수고	지하1층, 지상2층	5,903	4,400	철골조	경정비 2개소 중정비 1개소
폐수처리장	지상1층	71.38	71.38	R.C	
세척고펌프실	“	43.2	43.2	R.C	
경비실	“	62.32	62.32	R.C	
합 계		6,079.9	4,576.9		

3) 기반시설 계획

가) 부지정지 계획

차량기지 부지는 국제업무지역 남측공원 부지를 활용하는 것으로 이 공원 지역은 연약지반으로 부지 정지 부분은 여성토로 자연침하에 의한 개량과 건물기초는 파일로 계획하였으며, 인입 궤도의 급격한 변화를 억제하기 위하여 부지 계획 고가는 EL=6.61이 되도록 성토한다.

나) 우배수 계획

차량기지 우배수 계획은 우수와 오·폐수를 분리하여 배수하는 분류식으로 계획하였으며 두 배수 관로는 우수지로 배수하도록 한다.

다) 오·폐수 처리계획

(1) 폐수처리 계획

(가) 설계기준

폐수량 : 10m<sup>3</sup>/day (max.)

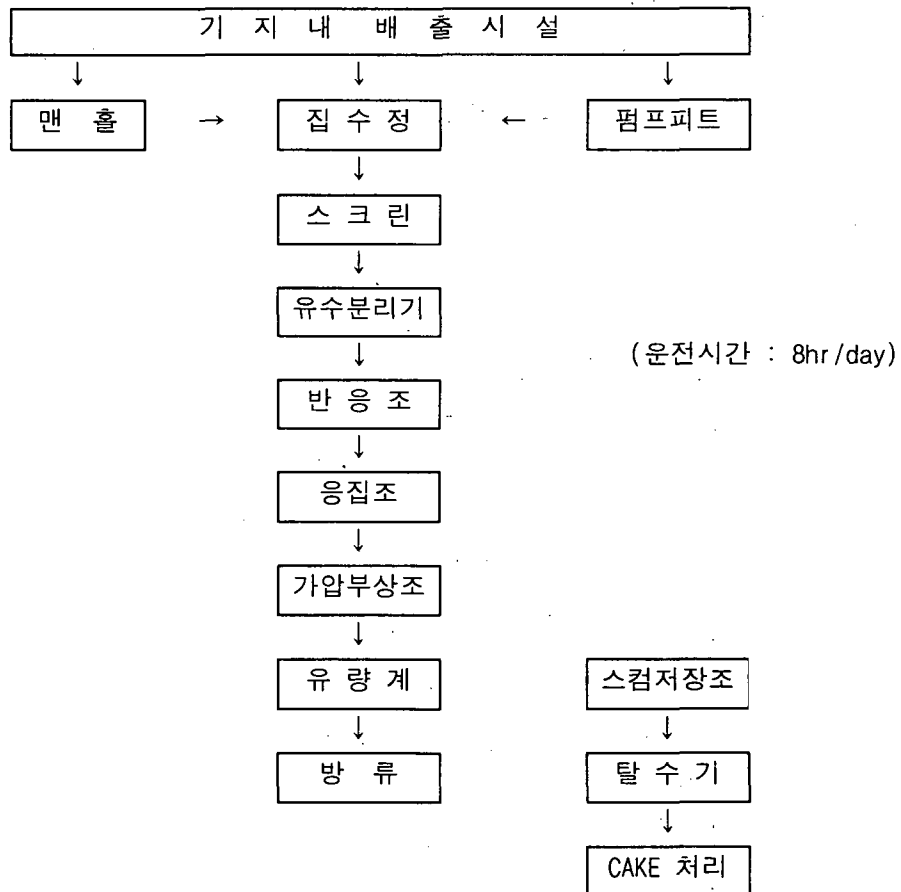


- 원수 및 처리수질

항 목	pH	COD	SS	n-H	음이온 계면활성제
유입수질	6~8	200	20	30	15
처리수질	6~8	90이하	80이하	3이하	30이하

※ 차량수선 및 세척시 발생폐수로 비중이 가벼운 오일 및 구리스가 포함 되어 있으며, 먼지, 미세무기물 및 합성세제 포함

(나) 처리계통도



(다) 주요특성

- 스크린 설비

폐수 처리 시설에 유입되기 이전에 폐수내 포함되어 있는 협잡물,



SS성분을 제거하여, 회전 기기나 배관 등의 유지 관리에 필요하며 처리 시스템의 정상 운전에도 도움을 줄 수 있도록 설계한다.

- 유수분리 설비

폐수중에 포함된 유분(n-H)은 처리효율이 가장 좋은 CPS(Coales Plate Seperator)형 유수분리기로서, 99% 정도를 차지하고 있는 6  $\mu\text{m}$  이상의 유분을 효과적으로 처리하며, 상부에 부상된 유분은 Oil Skimmer로 수집하여 처리한다.

- 가압부상설비

약품투입으로 반응을 일으키며, 이때 응집된 폐수는 압력탱크에서 가압된 미세공기가 물과 함께 공급된 가압부상에서 완벽하게 처리한다.

(라) 주요시설 및 크기

시설명	규격 (유효용량)	수량	재질
스크린조	600W×1000L×600H (0.18m <sup>3</sup> )	1 set	RC
유수분리조	2m <sup>3</sup> /hr	1 set	SS41
유량조정조	1500W×2400L×3500H (10m <sup>3</sup> )	1 set	RC
반응조	900W×500L×900H (0.3m <sup>3</sup> )	1 set	SS41
응집조	900W×900L×900H (0.6m <sup>3</sup> )	1 set	SS41
가압부상조	900W×1300L×1200H (1.0m <sup>3</sup> )	1 set	SS41
방류수조	600W×1000L×600H (0.18m <sup>3</sup> )	1 set	RC
스킴저장조	900W×500L×1200H (0.5m <sup>3</sup> )	1 set	SS41
탈수기	Filter press : 500 $\ell$	1 set	STS + SS41
관리실	3000W×3000L (9.0m <sup>2</sup> )	1 set	

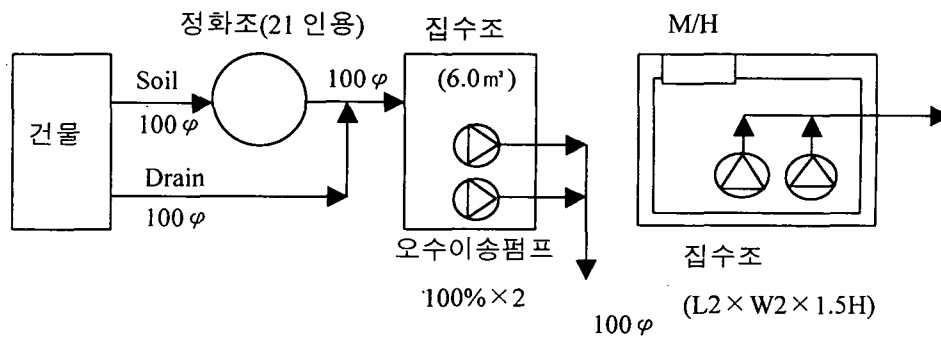


(2) 오·폐수 처리계획

(가) 설계기준

- 동시근무 인원 : 21명
- 일평균 오수량 : 5.25m<sup>3</sup> /day
- 관 거
  - 오수관경 : 100mm
  - 배수관경 : 100mm
  - 펌프토출관경 : 100mm

(나) 처리계통도



(다) 설비계산

- 일평균 오수량
  - 일 최대 급수량 : 250 ℓ /day
  - 평균 오수량 : 250 ℓ /day
  - 배출계수 : 1.0
- ※ 일평균 오수량 = 250 ℓ /day × 1.0 × 21인 = 5,250 ℓ /day
- 집수조 용량(여유량 15%) : 6.0 m<sup>3</sup>
- 오·폐수 펌프
  - 용량 : 12 m<sup>3</sup> /hr



- 양정 : 10mAq

- 펌프 토출 관경

$$\begin{aligned} Di &= \sqrt{\frac{1.2732 \times 1,000,000 \times Q}{V \times 3,600}} \\ &= \sqrt{\frac{1.2732 \times 1,000,000 \times 12}{0.5 \times 3,600}} \\ &= 92mm \end{aligned}$$

Q : 유량 (m<sup>3</sup>/hr)

V : 속도 (m/sec)

라) 도로계획

차량기지 부지내 도로는 차량기지 근무지를 위한 주차장 계획에 맞추어 실시 설계시 반영한다.



4) 건축계획

가) 개 요

(1) 목 적

차량기지는 자기부상열차 운영을 위한 전진기지로서 차량정비, 청소, 검수 및 경정비, 중수선 기능수행으로 운영원활, 안전운행을 도모하고 운영요원의 업무 등을 효과적으로 수행할 수 있도록 이에 필요한 시설을 갖춘다.

본 기지는 이와 같은 전체적인 목표하에서 원활한 기능을 수행하고, 경제성을 고려하여 전반적인 발전계획에 상응하는 미래지향적인 시설로 건설한다.

- 기지 업무의 상호기능 분석 및 업무수행의 편의성 제공
- 각 시설 유지관리의 효율성 극대화 및 효과적인 동선처리
- 쾌적한 작업환경 조성
- 토지이용 효율의 극대화 및 주변지역과 균형적 발전유도

(2) 기본 방향

과업단위	과업설명	수행계획/수행기법
배치계획	차량기지내 건물기능을 최대한 발휘할 수 있는 방안 모색	- 검수고 : 배선계획 및검수설비 - 기타 건물 기능분석에 의거 배치
규모계획	장비설치 및 근무인원수에 가장 적절한 규모산정	- 검수설비계획 및 장비 설치계획에 따라 건물 규모 계획 - 근무인원수에 의거 규모 계획
평면계획	관련실 분석 총별 ·실배치가 원활하도록 계획	- 부지여건에 적합하며 방향을 고려한 계획 - 검수설비계획 및 장비배치계획에 의거한 계획
구조계획	건물특성에 적합한 구조 채택	- 기능 ·구조물 장 ·단점 및 경제성 고려 - 장 SPAN 건물은 철골조 계획 - 단 SPAN 건물은 R ·C 구조계획
외벽재료 계획	건물규모 및 용도에 적합한 재료선정	- 미관 및 경제성 시공고려 - 기타 건물 : 유지관리 고려
실내재료 계획	건물용도에 적합한 재료 선정	- 사용부위별 특성선정 및 경제성을 검토하여 선정



나) 건축계획

(1) 건물 및 시설물 배치 계획

(가) 기본방향

- 입지적 특성을 최대한 활용한 토지의 효율적이용
- 건물기능별 원활한 동선계획
- 주변환경과의 조화

(나) 건물 및 시설물 배치 방침

- 차량기지내 주요시설인 검수고 및 세척고 등은 기지내 궤도의 배선계획 및 검수설비 LINE계획에 따라 배치한다.
- 운영 및 관리팀은 검수와의 연계성을 고려하여 검수고에 인접된 배치가 되도록 한다.
- 복리후생시설은 기지내 전체인원이 편리하게 사용할 수 있도록 보행동선이 가장 용이한 위치에 배치한다.
- 변전소는 검수고와 인접 배치한다.
- 폐수처리 시설은 기지내 폐수를 처리한다.
- 초소시설은 CCTV 시설로 대체하여 경제적이며 효율적인 설계가 되도록 한다.



(2) 소요면적 산출기준

실명	철도청기준	서울지하철 2호선	서울지하철 3,4호선	창동 지축 기지	채 택 안
사무실	국장 : 33M <sup>2</sup> /인 과장 : 16.5M <sup>2</sup> /인 3급을 : 6M <sup>2</sup> /인 일반직 : 5M <sup>2</sup> /인	책상사용인원 : 5M <sup>2</sup> /인 책상을 사용하지 않는 인원 : 1.5M <sup>2</sup> /인	책상 사용인원 : 5M <sup>2</sup> /인 접객 공간 : 20M <sup>2</sup> 캐비닛공간: 20M <sup>2</sup>	책상사용인원 : 5M <sup>2</sup> /인 책상을 사용하지 않는 인원 : 1.5M <sup>2</sup> /인 접객 공간 : 20M <sup>2</sup> 캐비닛공간: 10M <sup>2</sup>	책상사용인원 : 5M <sup>2</sup> /인 책상을 사용하지 않는 인원 : 1.5M <sup>2</sup> /인 접객 공간 : 20M <sup>2</sup> 캐비닛공간: 10M <sup>2</sup>
휴게실	운전자 대기실 : 1.65M <sup>2</sup> /인	① 당일근무자× 1/2 × 3M <sup>2</sup> /인 ② 당일근무자× 0.33M <sup>2</sup> /인	당일근무자× 1.5M <sup>2</sup> /인	당일근무자× 1.5M <sup>2</sup> /인	당일근무자 ×1/2 × 1.2M <sup>2</sup> /인
교양실	회의실 : 20M <sup>2</sup> /100인 1인증가마다 : 2M <sup>2</sup>				
강 당				동시사용인원 × 0.5M <sup>2</sup> /인	동시사용인원 × 0.5M <sup>2</sup> /인
화장실	변소 및 세탁소 0.25M <sup>2</sup> ×직원수 (최대 7M <sup>2</sup> 이상)	건축설계자료집 3권(14P) -일반사무실의 직원용 변기수	지하철 건설에 의한 자료로 변기수 및 면적 산출	공장 : 대변기 30인, 소변기 20인 세면기 20-25인당 1개 사무소 : 대변기30-60인 소변기25-50인 세면기 30-60인당 1대 (남:여 = 2:1)	공장 : 대변기 30인, 소변기 20인 세면기 20-25인당 1개 사무소 : 대변기30-60인 소변기25-50인 세면기 30-60인당 1대 (남:여 = 2:1)
침 실		당일근무자× 3M <sup>2</sup> /인 (개인 캐비닛 포함)	당일근무자× 3.5M <sup>2</sup> /인 (개인 캐비닛 포함, 숙직인원 제외)	당일근무자× 3.5M <sup>2</sup> /인 (개인 캐비닛 포함, 숙직인원 제외)	당일근무자× 3.5M <sup>2</sup> /인 (개인 캐비닛 포함, 숙직인원 제외)
식당및 주 방	0.85×수용인원 (전체 1/3이내)	당일근무자 ×1/2×1.5M <sup>2</sup> /인 + 주방 면적 (1/2 : 2인 교대식사)	식당면적 : 당일근무자 ×1/2×1.2M <sup>2</sup> /인 주방면적 : 식당면적×1/3	식당면적 : 당일근무자 ×1/2×1.2M <sup>2</sup> /인 주방면적 : 식당면적×1/3	식당면적 : 당일근무자 ×1/2×1.2M <sup>2</sup> /인 주방면적 : 식당면적×1/3
숙직실	최소 9M <sup>2</sup> 1인 증가마다 3M <sup>2</sup>	숙직인원×5M <sup>2</sup> /인	숙직인원×5M <sup>2</sup> /인	숙직인원×5M <sup>2</sup> /인	숙직인원×5M <sup>2</sup> /인
강의실				0.9 - 1.8M <sup>2</sup> /인	0.9 - 1.8M <sup>2</sup> /인





(3) 건물별 세부계획

(가) 기본방향

- 합리적 공정관리 및 작업동선 최소화
- 작업의 안전성 도모 및 작업환경 최적화
- 장래 변화에 대한 대응 고려

(나) 평면계획

- 작업의 흐름과 연결이 원활하도록 관리의 합리화를 기함
- 차량검수 시설은 차체수선설비, 부품수선설비 및 지원시설 등으로 구분하며 집중 배열하여 작업의 효율화 및 능률화를 꾀함
- 사무실, 창고, 화장실 등의 부대시설은 작업장과의 연관성, 기능을 고려하여 필요한 위치에 적절하게 배치
- 검수고 내 궤도 LINE에 따라 각 작업이 이루어 질수 있도록 작업장을 배치하고, 부분적으로 중량물의 이동이 필요한 곳에는 그에 따르는 장비를 둘 수 있도록 함
- 청소선, 검수선, 정비선이 각각 1선씩, 총 3선이 검수고 내에 설치됨
- 중앙제어실을 전망에 유리한 2층전면에 설치하여 차량 감시가 용이하도록 함
- 지하층에 공기압축기실을 설치

(다) 입면계획

- 철골조인 검수고의 외장재료는 경제성, 미관, 내구성, 단열성, 유지관리 등을 고려하여 단열 복합판넬을 사용하고 내부기능실 벽체는 블록쌓기로 계획함



(라) 단면계획

- 검수선 하부에 PIT를 설치하여 차량하부를 검사할 수 있도록 통로를 확보함
- 차량 전기선으로부터 작업자를 보호하기 위한 펜스를 절연성물질로 설치

(마) 폐수처리장

- 차량 세척과 기름의 유출로 인한 오수와 폐수를 분류하여 처리하는 건물로 기능의 구성에 따라 실을 배치

(바) 세척고 펌프실

- 주로 차량의 세척이 행해지는 곳이며 세척수 배출을 신속히 하기 위하여 노면에 SLOPE를 둠
- 옥외 세척기에 세척수를 공급하기 위하여 펌프실을 설치

(사) 경비실

- 차량기지의 진입부에 설치하여 근무자와 외부방문자의 감시 및 안내기능을 담당



(4) 마감자재계획

(가) 기존차량기지 건물별 외장자재 비교

건물명	서울지하철								대구1호선 (월배)		부산1호선 (노포)		비고
	2호선 (군자)		3호선 (지축)		4호선 (창동)		5호선						
	지붕	외벽	지붕	외벽	지붕	외벽	지붕	외벽	지붕	외벽	지붕	외벽	
주공장			1	5			1	1	1	1	5	5	
검수고	1	2	1	5	1	5	1	1	1	1	5	5	
모타카실	4	2	2	2	2	2	4	3	4	3	4	6	
차량기지			4	6	4	6	4	6	4	3	4	6	
관리사무소													
복리후생동			4	6	4	6	4	6	4	3	4	6	
수위실	4	3	4	6	4	6	4	3	4	3	4	6	
경비초소	4	2	1	4	1	4	4	7	4	3	4	6	

NOTE

지붕

1. 단일복합판넬 지붕판넬
2. H형강위 콘크리트 슬라브
3. TRUSS위 콘크리트 슬라브
4. 콘크리트 슬라브(R.C라멘조)
5. 메탈 지붕판넬

외벽

1. 단일복합판넬 외벽판넬
2. 1.0 B 붉은벽돌 치장 쌓기
3. 0.5 B 붉은벽돌 + 시멘트벽돌
4. 보강 블럭쌓기
5. P.C판넬위 페인트 마감
6. 시멘트 벽돌위 타일
7. 시멘트 벽돌위 수성페인트

(나) 외장자재 적용안

- 각 건물의 단면도, 입면도 및 지붕층 평면도 참조

(5) 실내 마감재료 계획

(가) 일반사항

- 특수 내부 기능에 따라 성능적 결정
- 일반 사무 기능에 따른 일반적 결정



(나) 실내 마감재의 요건

주요실 구분	기계 및 하중을 요하는 실	특수 산업	일반 업무
	기계실, 전기실, 작업실등	전산실, 식당등	사무실
바닥	내구성 내오염성 방진성 유지 관리	내구성 내소음성 청결성 보수 용이	내구성 내소음성 청결 및 유지관리 보수 용이
벽	내화성 내구성 흡음 및 차음 단열성	흡음 보호색 내화성 단열성	흡음 내화성 청결성 단열성
천정	내화성 흡음 및 차음 흡음 및 차음	흡음 보호색 내화성	흡음 내화성 절단 용이



(다) 실내 마감재료의 적용

실 명	바 닥	벽	천 정
기 계 실	T200무근콘크리트위 하드너마감	수성페인트	노출콘크리트 면처리후 수성페인트
압축공기실	제물치장콘크리트위 하드너마감	수성페인트	노출콘크리트 면처리후 수성페인트
창 고	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
유지보수팀 사무실	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
관리팀사무실	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
회 의 실	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
접 견 실	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
차량검수 사무실	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
자 료 실	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
탈 의 실	T150판넬히팅위 비닐쉬트	수성페인트	T9.5석고보드
화 장 실	액체방수 B종위 자기질타일	자기질타일	알미늄 천장판
식 당	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
공구/계기실	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
변 전 실	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
부품창고	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
전 자 실	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
중앙제어실	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
운영팀사무실	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
신호기계실	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드
샤 워 실	액체방수 B종위 자기질 타일	자기질타일	알미늄 천장판
침 실	T150판넬 히팅위 비닐쉬트	수성페인트	T9.5석고보드
교 육 장	시멘트몰탈위 비닐무석면타일	수성페인트	T9.5석고보드



(6) 색채 계획

(가) 색채 조절의 필요성

색에는 여러 가지 특성이 있으며, 그들 특성을 이해하고 적절히 적용한 색채 조절을 함으로써 직접적인 효과로는 눈의 피로를 경감시키고, 결과적으로는 감정의 유지를 기대할 수 있음은 물론 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

- 근로 의욕 향상
- 출근률의 상승
- 불량품의 감소

(나) 색의 특성

색에는 여러 가지 특성이 있으며, 색의 기능을 고려하여 그 특성별로 다루어 보면 다음과 같다.

- 선명성  
선명한 색을 칠하여 사람의 눈을 끌 수 있으나 지나치면 불쾌감을 준다.
- 특이성  
주위의 색과 다른 색이 있으면 사람의 흥미를 끌 수 있으나 심하면 불협화감이나 눈의 피로를 유발시키고 불안감을 야기한다.
- 적응성  
사용 목적에 대하여 적절한 색이어야 하며, 보는 사람에게는 유효하고 호감을 일으키는 색이 좋다.



- 현실성  
오렌지 색에서 곧 오렌지가 연상되는 것처럼 현실의 색깔과 관련이 깊은 색을 택한다.
- 고유성  
특정한 색을 특정한 내용으로 결부시켜 사용하면 색의 고유 의미가 생기며, 이미지를 고정화할 때 쓴다.

(7) 구조 계획

(가) 구조 계획의 목표

모든 구조물은 그들의 내구기간동안 받는 하중에 대하여 충분한 안정성을 가지고 동시에 그들의 기능을 적절하고 경제적으로 발휘할 수 있도록 설계되어야 한다. 경제성과 강도는 대부분의 경우 양립할 수 없는 입장이므로 작용하중, 구조물의 강도, 안전성에 대하여 균형 있게 조화시켜 경제적인 건물을 설계하는 것이 구조계획의 목표이다.

구조계획 단계에서 결정되는 골조형식, 기둥, 보 등 주요구조재의 배치와 크기, 사용재료의 종류, 설계강도, 내진, 내풍계획 등은 본 건물에서 중요한 비중을 차지하는 건설비의 절감 및 미적인 요구를 충족시킬 수 있는 안전한 구조물의 건설에 반영되어야 한다.

(나) 건물별 구조계획

- 검수고
  - 기초 : 강관파일 + 철근콘크리트 독립 기초
  - 구조체 : 철골조



- 외벽 : 단열 복합 패널
  - 내벽 : S.G.P. 판
  - 지붕 : 철골 트러스 + 단열 복합 패널
- 폐수 처리장, 세척고, 펌프실, 경비실
- 기초 : 철근 콘크리트 독립 기초
  - 구조체 : 철근 콘크리트 라멘조
  - 외벽 : 1.0B 시멘트 벽돌 + 50mm 단열재 + 0.5B 붉은 벽돌
  - 내벽 : 1.0B 시멘트 벽돌
  - 지붕 : 철근 콘크리트 슬라브

(8) 실별면적 기준

구분		인원(人)		산출근거	계획면적
부장		1	일근	1×16.5m <sup>2</sup>	16.5m <sup>2</sup>
관리	관리팀	과장	1	"	2인×5m <sup>2</sup> 인 +20m <sup>2</sup> +10m <sup>2</sup>
	사무실	사원(갑)	1	"	
	관리	서류, 문서보관		20m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup>
	창고	계			60m <sup>2</sup>
운영	사무실	과장	1	"	6인×5m <sup>2</sup> /인 + 20m <sup>2</sup> + 10m <sup>2</sup> /인
		대리	2	"	
		사원(갑)	3	"	
		사원(을)	9(3)	3조 2교대	
	창고			20m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup>
	침실	교대자		3人×3.5m <sup>2</sup>	10.5m <sup>2</sup>
	계				





구 분		인원(人)		산 출 근 거	계 획 면 적	
부장		1	일근	1×16.5m <sup>2</sup>	16.5m <sup>2</sup>	
유지 보수 팀	사무실	과장	1	"	6인×5m <sup>2</sup> /인 + 20m <sup>2</sup> +10m <sup>2</sup> /인	60m <sup>2</sup>
		대리	2	"		
		사원(갑)	3	"		
		사원(을)	6(2)	3조 2교대		
	창고			7개분야×15m <sup>2</sup>	105m <sup>2</sup>	
	침실	교대자		2인×3.5m <sup>2</sup>	7.0m <sup>2</sup>	
	계					172m <sup>2</sup>
차량 검수 팀	사무실	과장	1	"	5인×5m <sup>2</sup> /인 + 20m <sup>2</sup> +10m <sup>2</sup> /인	55m <sup>2</sup>
		대리	2	"		
		사원(갑)	2	"		
		사원(을)	11(4)	3조 2교대		
	창고	서류보관		20m <sup>2</sup>	20m <sup>2</sup>	
	침실	4인		4인×3.5m <sup>2</sup>	13.5m <sup>2</sup>	
	계					88.5m <sup>2</sup>

구 분	산 출 근 거	계 획
기 타	화장실 대변기 1대/30인 : 소면기 1대/20인 : 세면기 1대/20~25인 :	2대 2대 2대
	욕실/탕의실 5인×2.0m <sup>2</sup> /인+10×3/4	17.5m <sup>2</sup>
	식당/주방 28인×1/2×1.2+16.8×1/3	22.4m <sup>2</sup>
	휴게실/매점 28인×1.5m <sup>2</sup> /인	42.0m <sup>2</sup>
	교육실 45인×0.8m <sup>2</sup> /인	36.0m <sup>2</sup>



(9) 검수고 실별 면적

층 별	실 명	면 적		비 고
		㎡	평	
지하층	기 계 실	140	42.35	
	저 수 조	70	21.17	
	압축공기실	100	30.25	
	창 고	75	22.69	
	기타 시설	125	37.81	계단실, 복도
	소 계	510	154.27	
1층	유지보수팀 사무실	70	21.17	
	창 고	35	10.59	
	관 리 팀 사무실	35	10.59	
	회 의 실	35	10.59	
	접 견 실	35	10.59	
	차량 검수 사무실	105	31.76	
	자 료 실	35	10.59	
	탈 의 실	35	10.59	
	화 장 실	42	12.70	
	식 당	98	29.64	
	공구/계기실	100	30.25	
	변 전 실	340	102.85	
	부품 창고	180	54.45	
	전 자 실	180	54.45	
	작 업 장	2,680	810.70	
	기 타 공유 시설	395	119.48	계단실, 복도
	소 계	4,400	1,330.99	
2층	중앙제어실	255	77.14	
	운 영 팀 사무실	70	21.17	
	창 고	35	10.59	
	신호기계실	105	31.76	
	침 실	50	15.12	
	교 육 장	120	36.30	
	기 타 공유 시설	325	98.31	화장실, 샤워실, 계단실, 복도
	소 계	960	290.40	
	옥 탑 층	33	9.98	
	합 계	5,903	1,785.64	



### 3.2 E & M 시스템 설계계획

#### 3.2.1 차량 시스템

##### 3.2.1.1 설계개요

- 종합제어정보관리장치에 의한 열차안전운행 및 유지보수성의 향상
- 경량화에 의한 에너지 절감
- 시스템의 이중화로 신뢰성 및 안정성 향상
- 승객의 승차감 향상을 위한 저소음, 저진동 설계
- 환경 친화적 설계

##### 3.2.1.2 주요제원 및 성능

가. 주요제원

항 목	제 원	비 고
가 선 전 압	1,500 VDC	1,000 ~ 1,800 VDC
가 선 방 식	Way-Side 방식	
차 량 치 수	L14.50, W3.00, H3.95 m	
차 량 자 중	18 ton/량	
만 차 중 량	28 ton/량	
열 차 편 성	2 량 1 편성	
정원 탑승인원	116 명(좌석 36)/량	4 명/m <sup>2</sup>
최대 탑승인원	148 명(좌석 36)/량	5 명/m <sup>2</sup>



나. 성능

항 목	성 능	비 고
설계 최대속도	100 km/h	
운행 최대속도	80 km/h	
최대 가속도	3.6 km/h/s	하중 10ton/량까지 일정
상용 최대 감속도	3.6 km/h/s	하중 10ton/량까지 일정
비상 최대 감속도	4.5 km/h/s	하중 10ton/량까지 일정
저 크 한 계	0.8 m/s <sup>3</sup>	
부 상 방 식	상전도흡인식(EMS)	전자석수 24 대/량
부 상 공 극	10 mm	

3.2.1.2 차량편성 개념

차량의 기본 편성은 2량1편성을 기본으로 구성되며, 차량당 주요 구성은 다음과 같다.

표 3-6. 차량 주요구성품

구 분	M <sub>c1</sub>	M <sub>c2</sub>	비 고
대차	3 대	3 대	
운전석	○	○	
보조전원공급장치	○		
주 전력변환장치		○	
공기 압축기	○	○	
집전장치	○	○	

범례 : ○ (적용여부)



### 3.2.1.3 차량 구성

#### 1) 구 체

- 자기부상열차의 구체는 알루미늄 압출재 및 판재로 이루어짐.
- 구체는 주행 중 발생하는 정하중 및 동하중에 견딜 수 있는 강성 및 강도를 가질 수 있도록 하며, 구조는 경량화 된 최적의 구조체로 설계한다.
- 구체의 기본 구성  
구체의 기본 구성은 다음과 같다.

표 3-7. 구체 주요 구성품

구 분	주 요 구 성	설 계 기 준
언더프레임	주골조, 볼스타 구조, 연결기 포켓, 각종 기기 취부용 브라켓트	수직하중(승객하중, 기기하중), 수평하중 및 대차를 통해 전달되는 하중에 견디도록 설계
측 골 조	중천정 골조, 출입문 골조, 창문 골조, 외판	
지붕 골조	카라인, 퍼라인, 켄트레일, 외판	
전두부 골조	수직, 수평방향의 압출재에 외판을 씌운 구조	
전 단부골조	기기취부 브라켓트, 보강압출재	

#### 2) 설 비

- Man-Machine Interface 를 충분히 고려한 설계
- 운전자 및 승객의 편의성과 안락성을 추구하는 인체 공학적 설계
- 무보수 유지화를 위해 강도를 갖는 설비품 재질선택
- 각종 기기배치는 운전 조작이 용이하도록 설계
- 설비 기본 구성  
주요 설비품 구성은 다음과 같다.



표 3-8. 주요 설비구성품

구 분	주요 구성품	설계사양	비 고
객실부	의자	좌석 : 36 석	
	창문	밀폐형	
	손잡이	2 열	
	객실출입문	Plug-in Type(2set)	좌·우
	단부 출입문	Sliding Type(1set)	
	전두 출입문	Hinge Type(1set)	
	실내조명등	실내조명 300lux 이상	
	방송장치	자동안내방송	
	냉방장치	용량:10,000kcal/hr 이상	전·후 각 1 대씩
	난방장치	소비전력:700W(개)	
	승객 안내용 Display		
	바닥	단열/방음효과가 뛰어난 재질 선택	
	단열·방음재		
	내장판류	적당한 강도와 내구성을 갖는 재질 선택	
운전실부	행선표시기, 차량번호표시기		
	운전대	미려한 외관	
	ATC/ATO 장치		
	종합제어관리장치		
	무선장치		
	방송장치		
	승강장 감시모니터		
	각종 수동 조작기기		

3) 연결기

- 연결장치 구성 : 연결기, 연결막, 연결통로
- 선두차 전면에는 연결기막 설치(비상견인용)
- 완충장치는 상하, 좌우, 전후 방향으로 충분한 완충 기능을 유지할 수 있도록 설계함



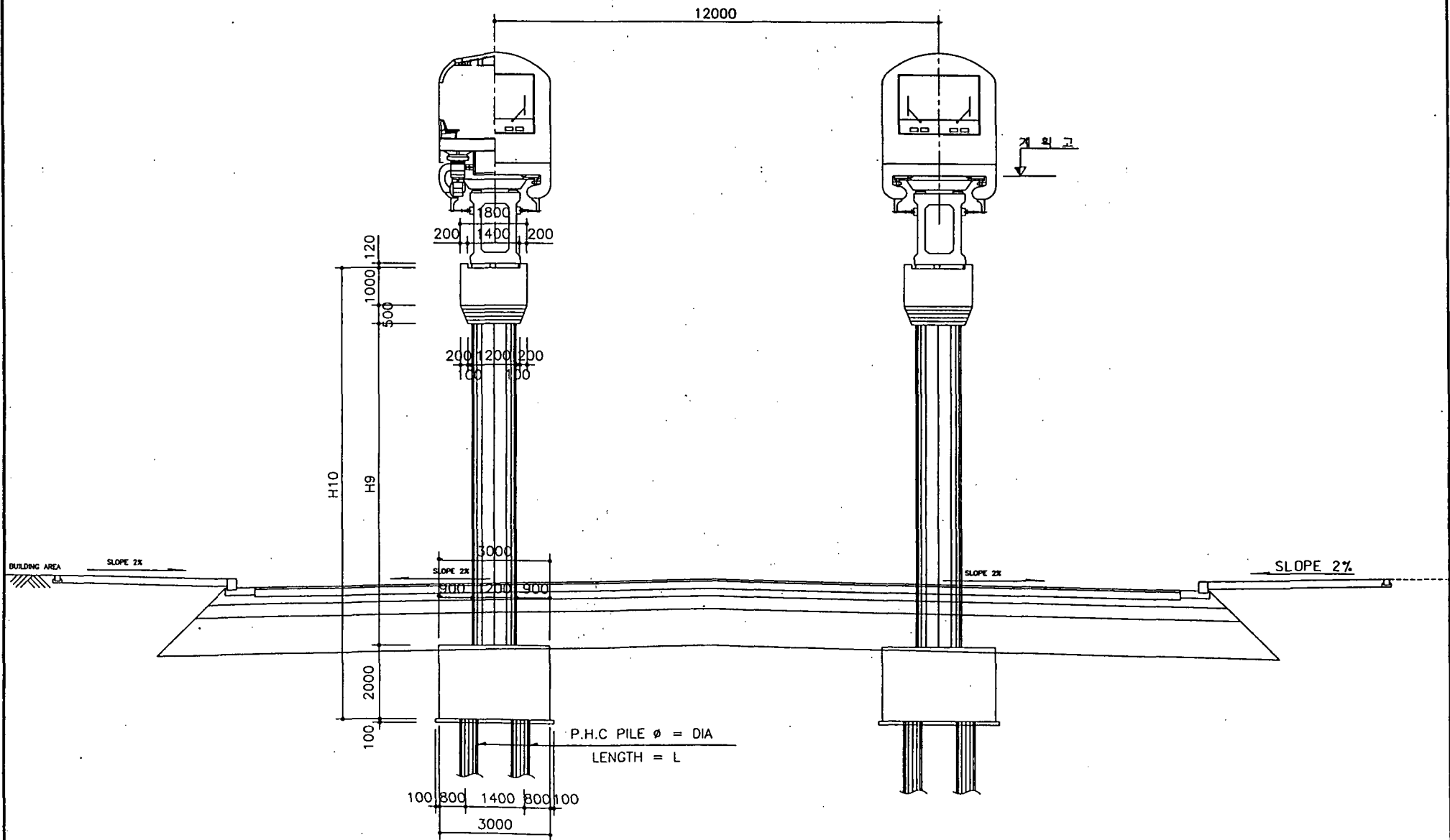
#### 4) 대 차

- 대차는 운행 중 승차감이 양호할 수 있도록 기계적 소음 발생은 없도록 설계 하며 무엇보다 유지보수를 최소화할 수 있도록 설계함.
- 대차의 구성품은 최대 하중조건과 운행시 발생하는 충격하중에 충분히 견딜 수 있는 강도를 가지도록 설계.
- 대차 프레임은 경량화, 단순화된 알루미늄 압출재/판재 용접구조로 제작함
- 1차 현수장치는 전자식, 2차 현수장치는 공기 스프링이 사용되며, 각 현수 장치는 우수한 직선 및 곡선 주행 성능과 승차감을 확보할 수 있도록 함
- 주요 제원
  - 길이 : 3,600 mm
  - 높이 : 916 mm
  - 폭 : 3,000 mm

#### 5) 제동장치

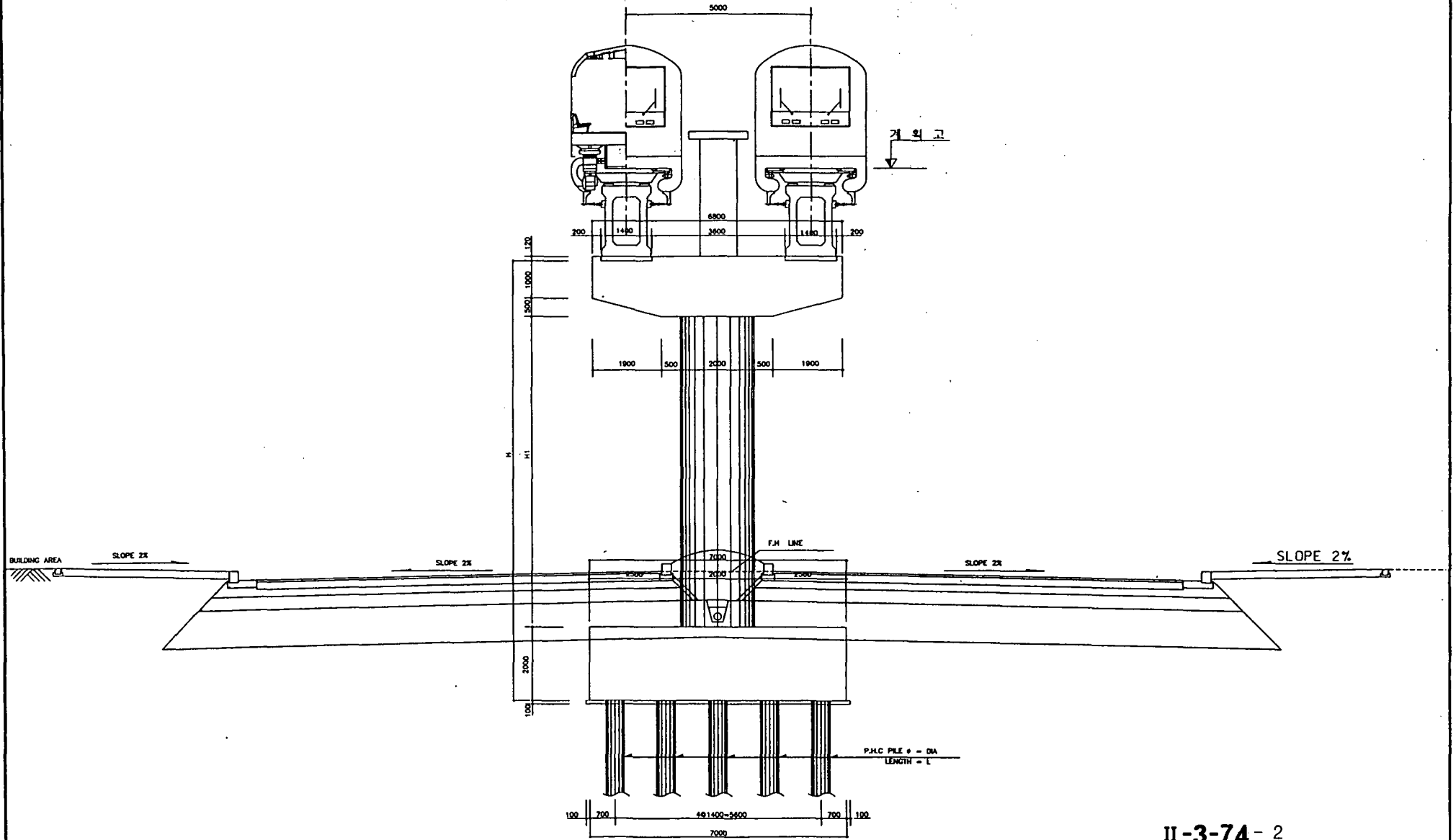
- 회생제동과 공기제동이 연속적으로 병용(Blending)되며, 제동 지령력이 회생 제동력을 초과하면 공기제동에 의해 적절히 보충되도록 함
- 회생제동의 사용을 최대화하여 상용제동시 브레이크 라이닝의 마모를 최소화 함
- 편성 차량에서 일부 차량의 회생제동 고장이 발생하면 그 차량은 공기제동으 로 전환되어 작용하며 다른 구동차는 계속적으로 회생제동을 사용하도록 함
- 공기제동장치는 빠른 응답성과 고성능의 아날로그 전기 지령식 제동 장치로 ATC/ATO 운전 및 수동 운전이 가능하도록 함
- 제동은 상용제동, 비상제동 및 주차제동으로 구성

선 일 반 도 (1)  
S = NONE



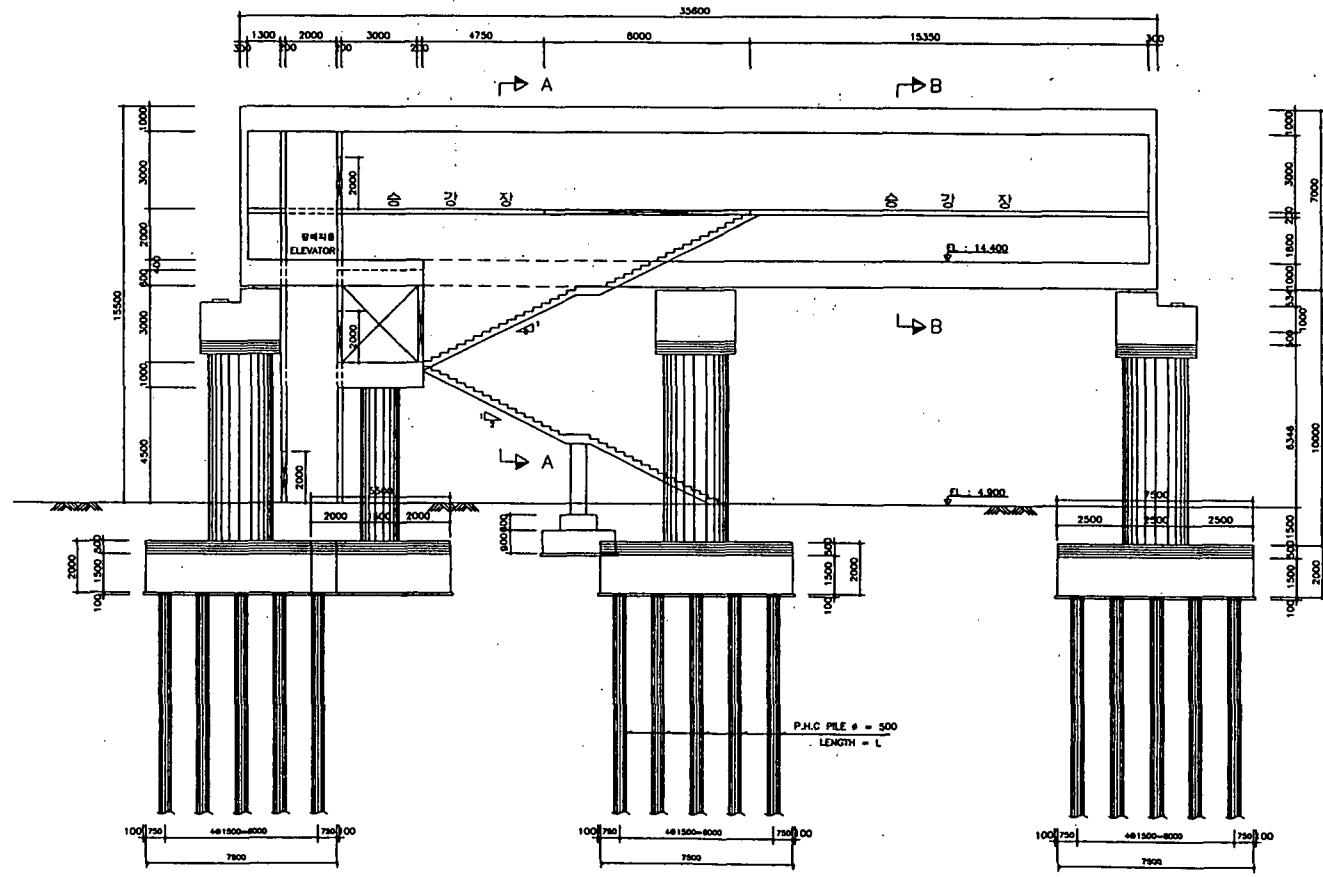


본 선 일반도 (2)  
S = NONE



정 거 장 일 반 도 (1)  
S = 1 : 100

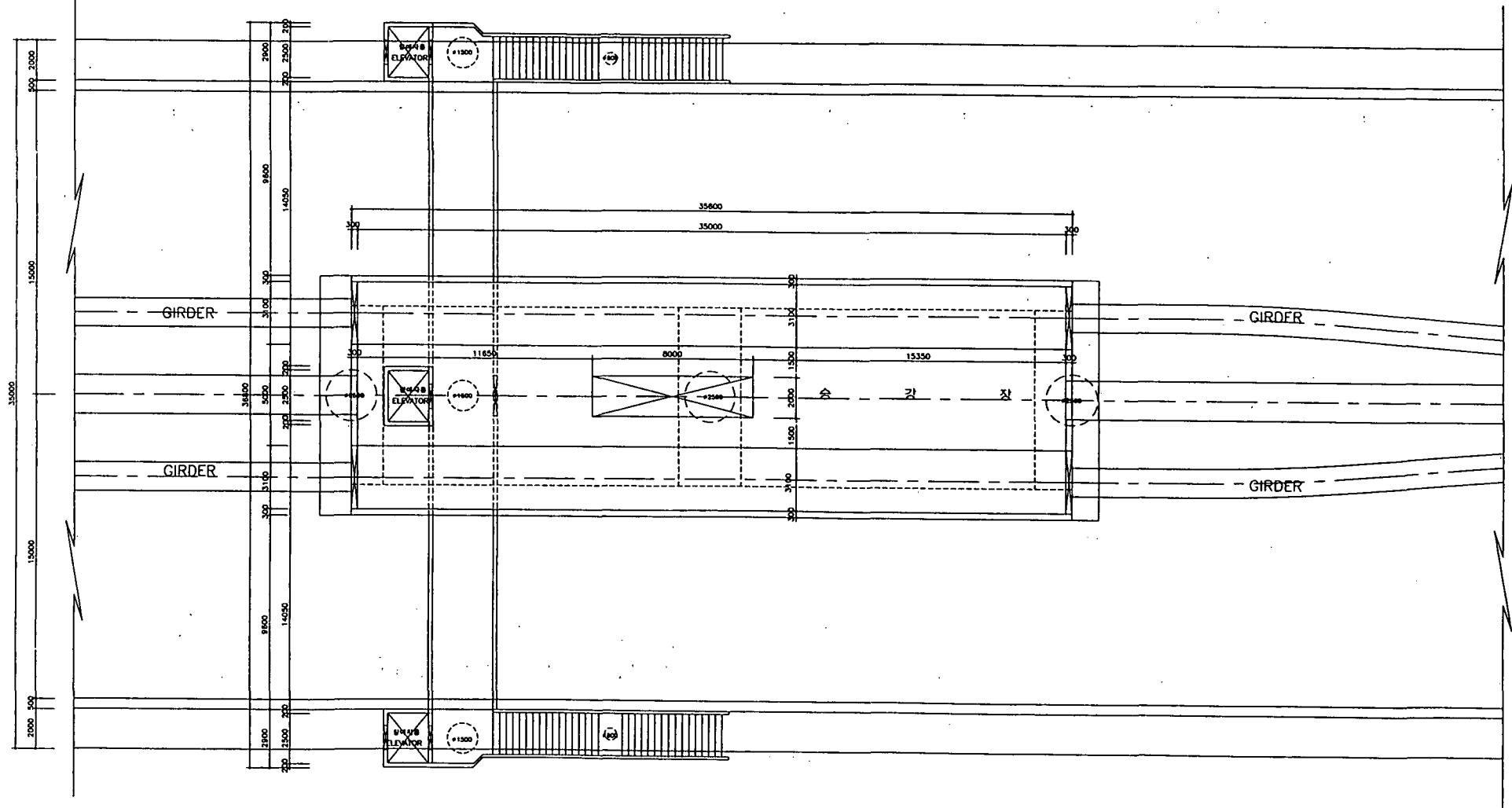
배 단 면 도





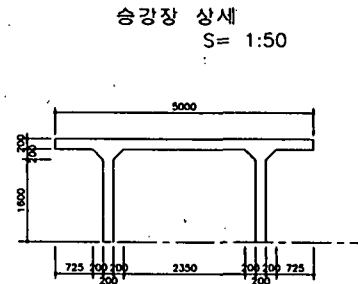
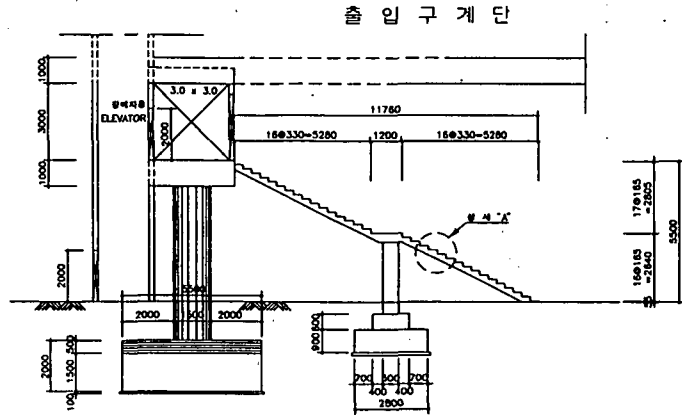
정 거 장 일 반 도 (3)  
 S = 1 : 100

승 강 장 층 평 면 도

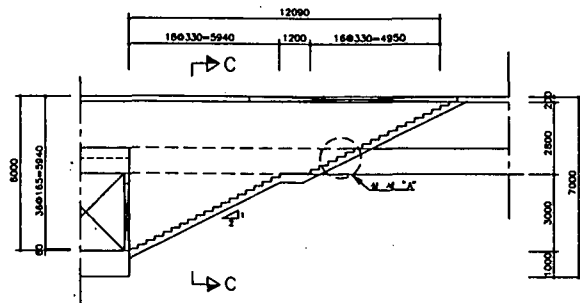




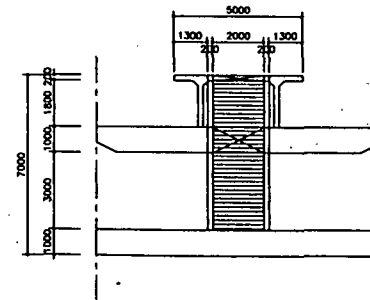
정 거 장 일 반 도 (5)  
S = 1 : 100



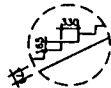
승 강 장 계 단



단 면 C - C



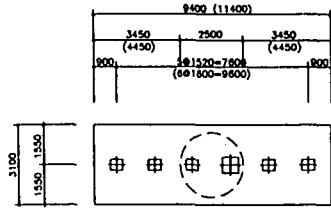
상 세 "A"



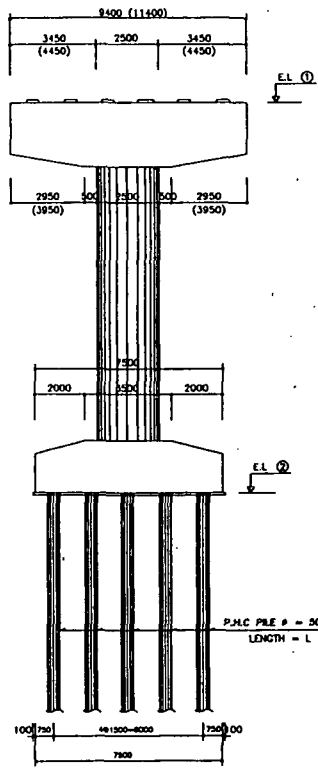
# 교각 일반도 (1)

정 거 장 S = 1 : 100

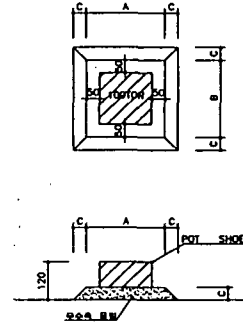
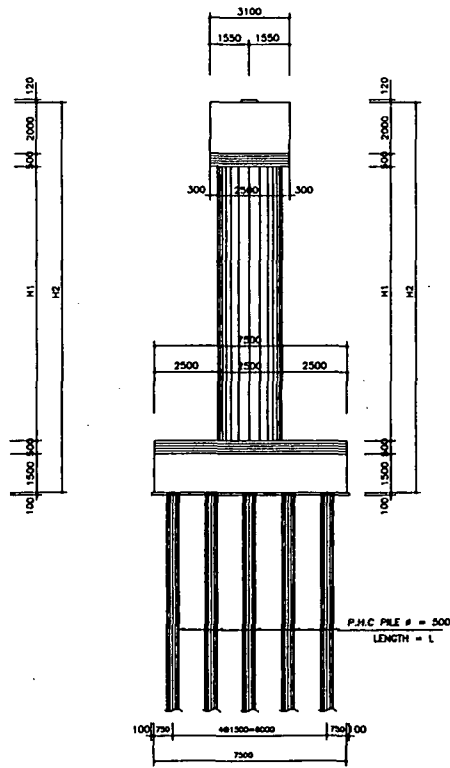
평면도



장면도

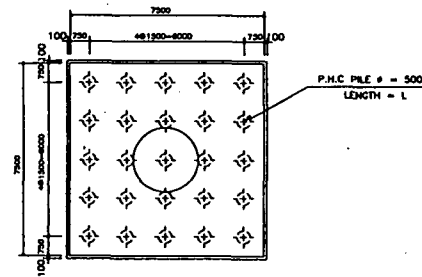


측면도



구분	A	B	C
교각 폭	524	524	47
방망발기등간	480	400	18
방망발기등단	470	400	21

저판

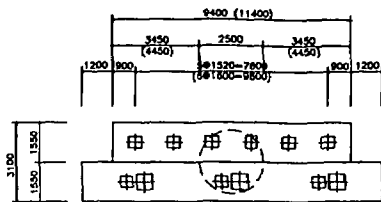


구분	P7	P33	P45
EL ①	13.280	13.280	13.280
EL ②	1.540	1.270	1.210
H1	7.740	8.010	8.070
H2	11.740	12.010	12.070
DA	500	500	500
L	35.000	35.000	35.000

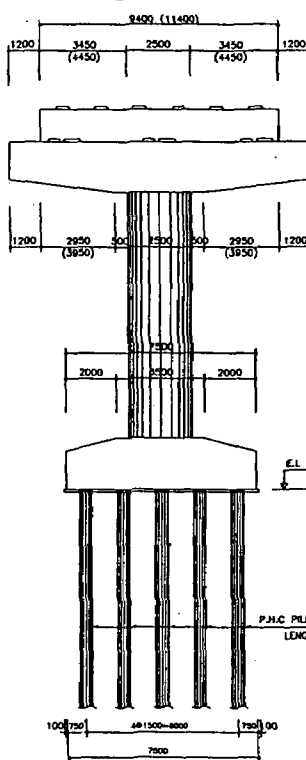
( ) 은 P31 4사함.

교각 일반도 (2)  
정기장 S = 1 : 100

평면도

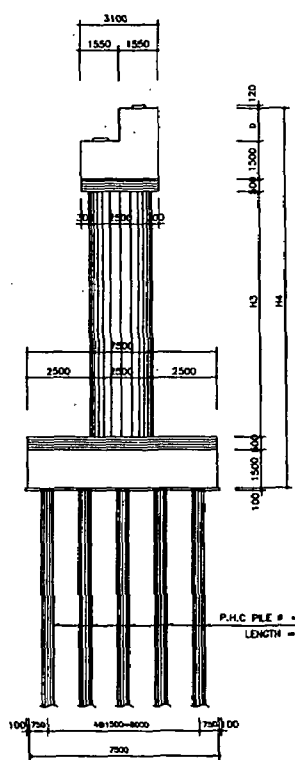


정면도

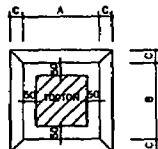


P.H.C PILE # = 500  
LENGTH = L

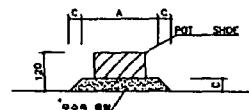
측면도



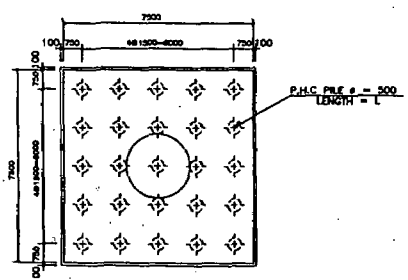
P.H.C PILE # = 500  
LENGTH = L



구분	A	B	C
상부부재용	524	524	47
하부부재용	460	400	18
상부부재용	470	400	21



저판



구분	P0	P8	P32	P34	P44	P46
EL ①	13.280	13.280	13.280	13.280	13.280	13.280
EL ②	1.530	1.530	1.280	1.270	1.220	1.210
H3	7.894	7.716	7.501	7.511	7.876	6.821
H4	11.730	11.730	12.000	12.010	12.060	12.070
P	534	534	999	999	684	1749
DM	500	500	500	500	500	500
L	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000

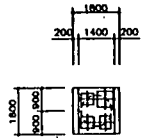
( ) 은 P30, P32 4H#.



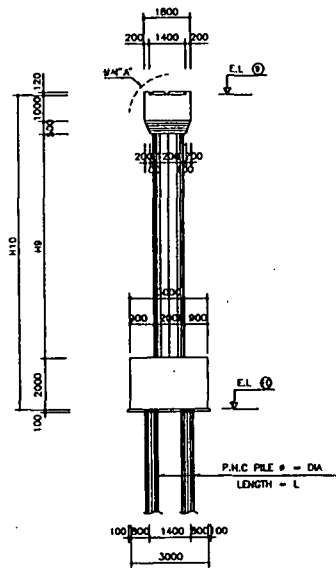
# 고각 일반도 (3)

평 선 (1) S = 1 : 100

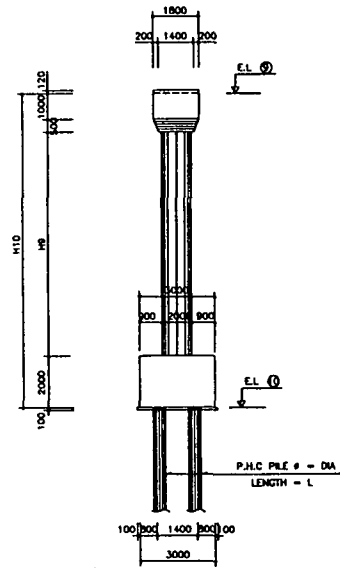
평면도



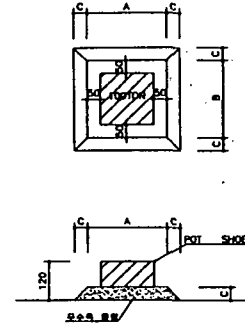
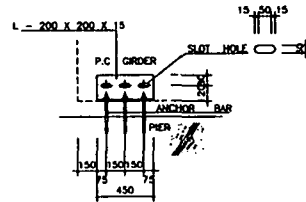
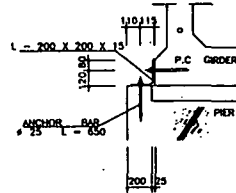
정면도



측면도



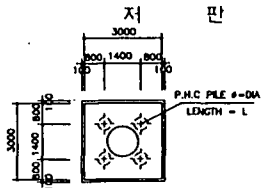
상세 "A"



구분	A	B	C
상부받거름판	524	524	47
중부받거름판	480	400	18
하부받거름판	470	400	21

구분	P1	P2	P3	P4
EL ㉑	8.783	9.963	11.178	11.879
EL ㉒	1.600	1.600	1.590	1.580
H8	3.863	4.863	6.088	6.799
H10	7.183	8.363	9.588	10.299
L	35.000	35.000	35.000	35.000
DA	500	500	500	500

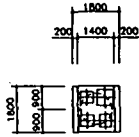
저판



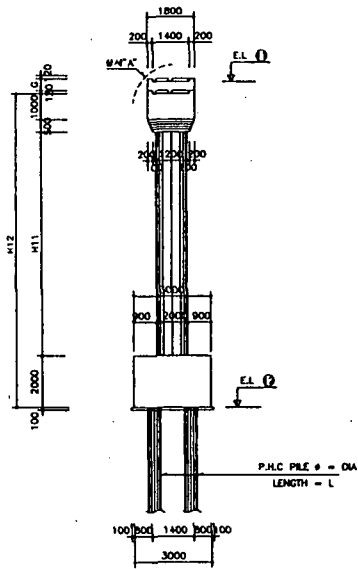
# 교각 일반도 (4)

평 선 (1) S = 1 : 100

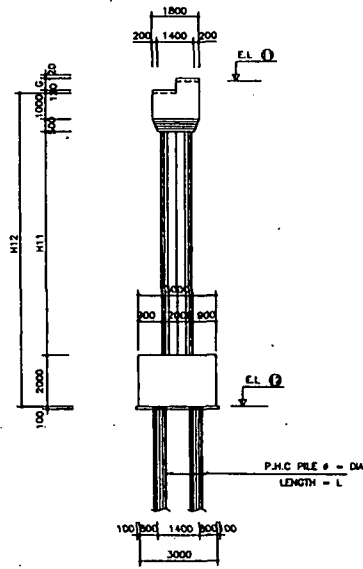
평면도



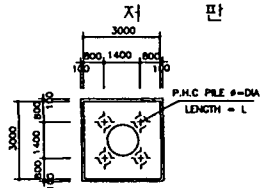
정면도



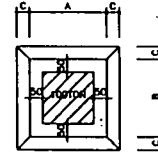
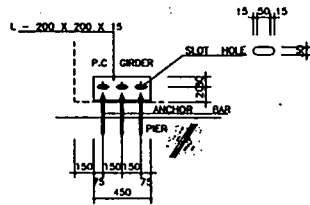
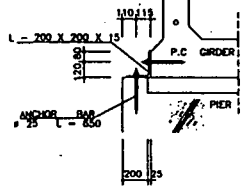
측면도



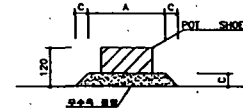
자



상세 "A"



구분	A	B	C
상부상기부단	524	524	47
중부상기부단	460	400	16
하부상기부단	470	400	21

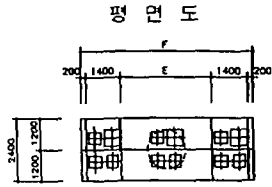


구분	PS
EL 0	12.824
EL 1	1.570
H11	7.289
H12	11.254
L	35.000
DA	500
C	485

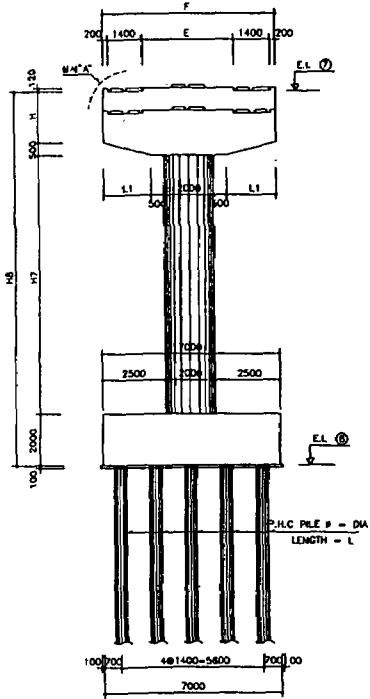


# 교각 일반도 (6)

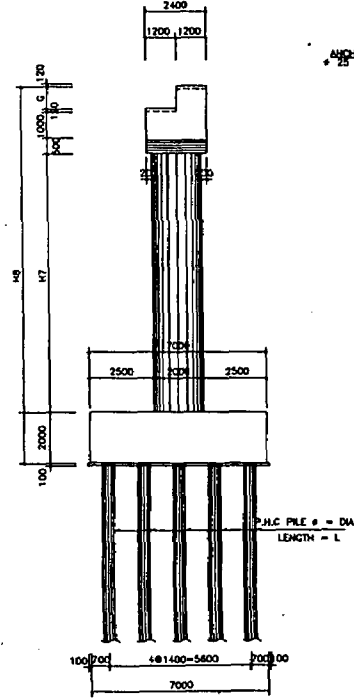
평 선 (2) S = 1 : 100



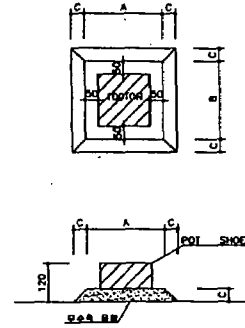
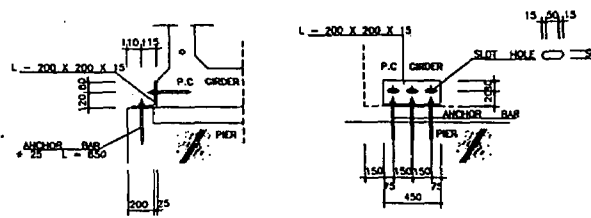
정면도



측면도

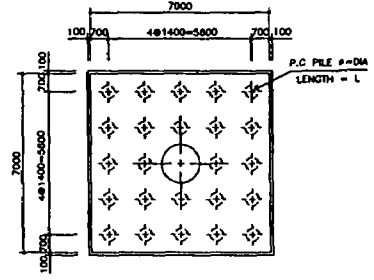


상세 "A"

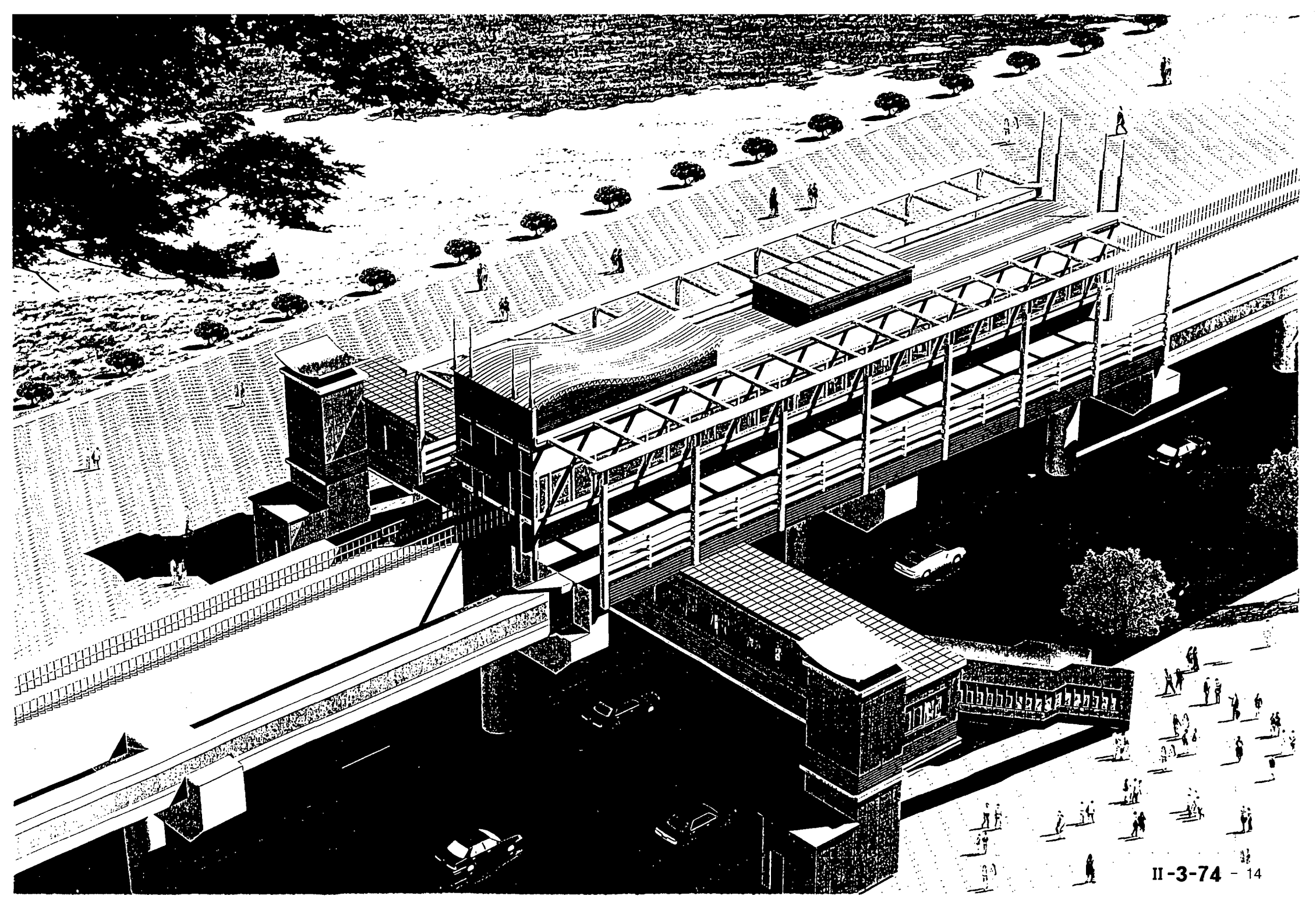


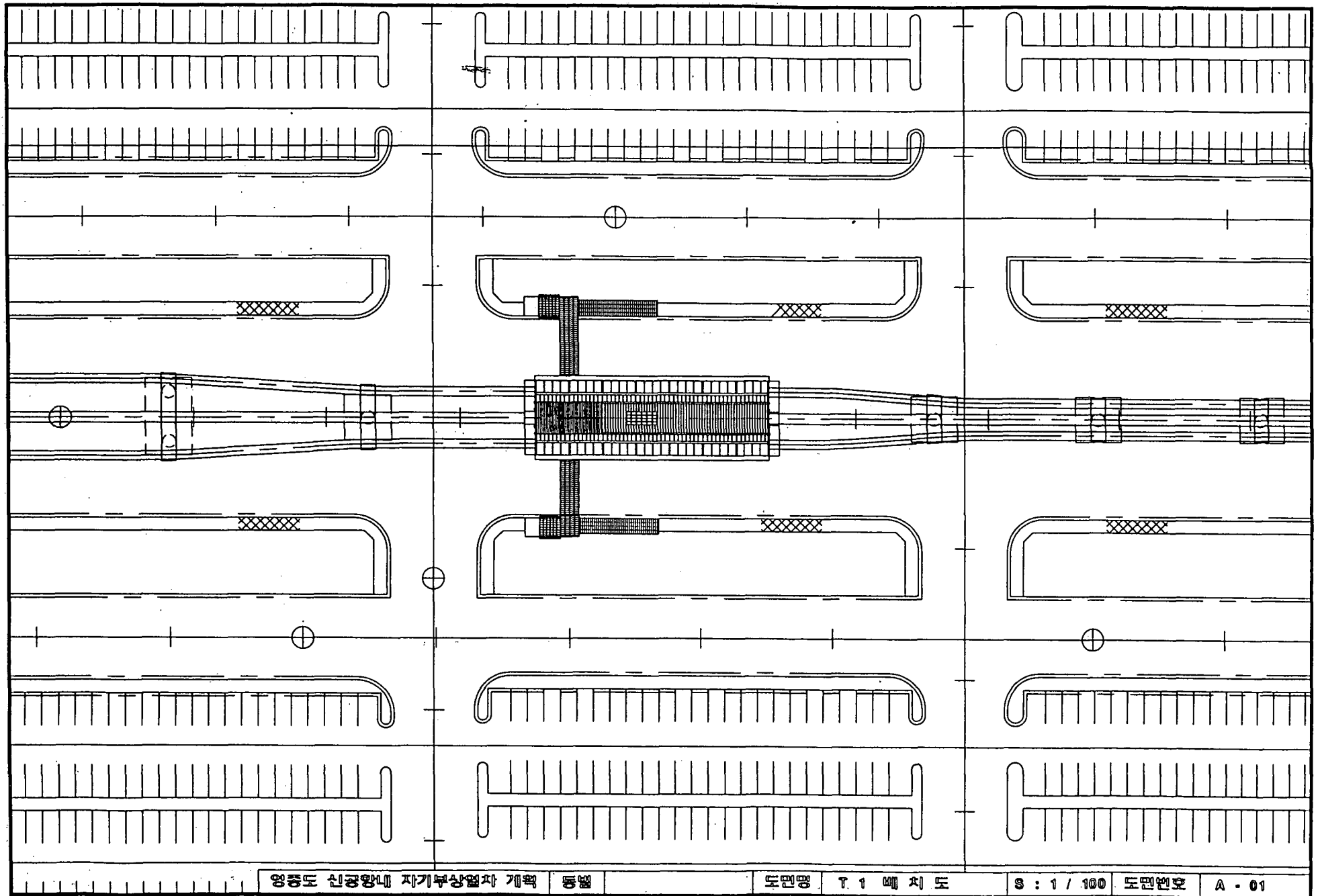
구분	A	B	C
교각부	524	524	47
상부받기둥단	460	400	18
하부받기둥단	470	400	21

저면도



구분	P5	P11	P18	P20	P48
E.L ①	12,746	12,746	12,746	12,746	11,576
E.L ②	1,570	1,480	1,350	1,330	1,180
H7	7,091	7,201	7,311	7,331	5,711
H8	11,126	11,286	11,396	11,416	10,396
E	6,886	3,800	3,800	3,800	3,800
F	10,066	6,800	6,800	6,800	6,800
G	485	485	1,345	1,345	1,065
H	1,585	1,585	1,585	1,585	2,185
L	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000
L1	3,533	1,900	1,900	1,900	1,900
DA	500	500	500	500	500



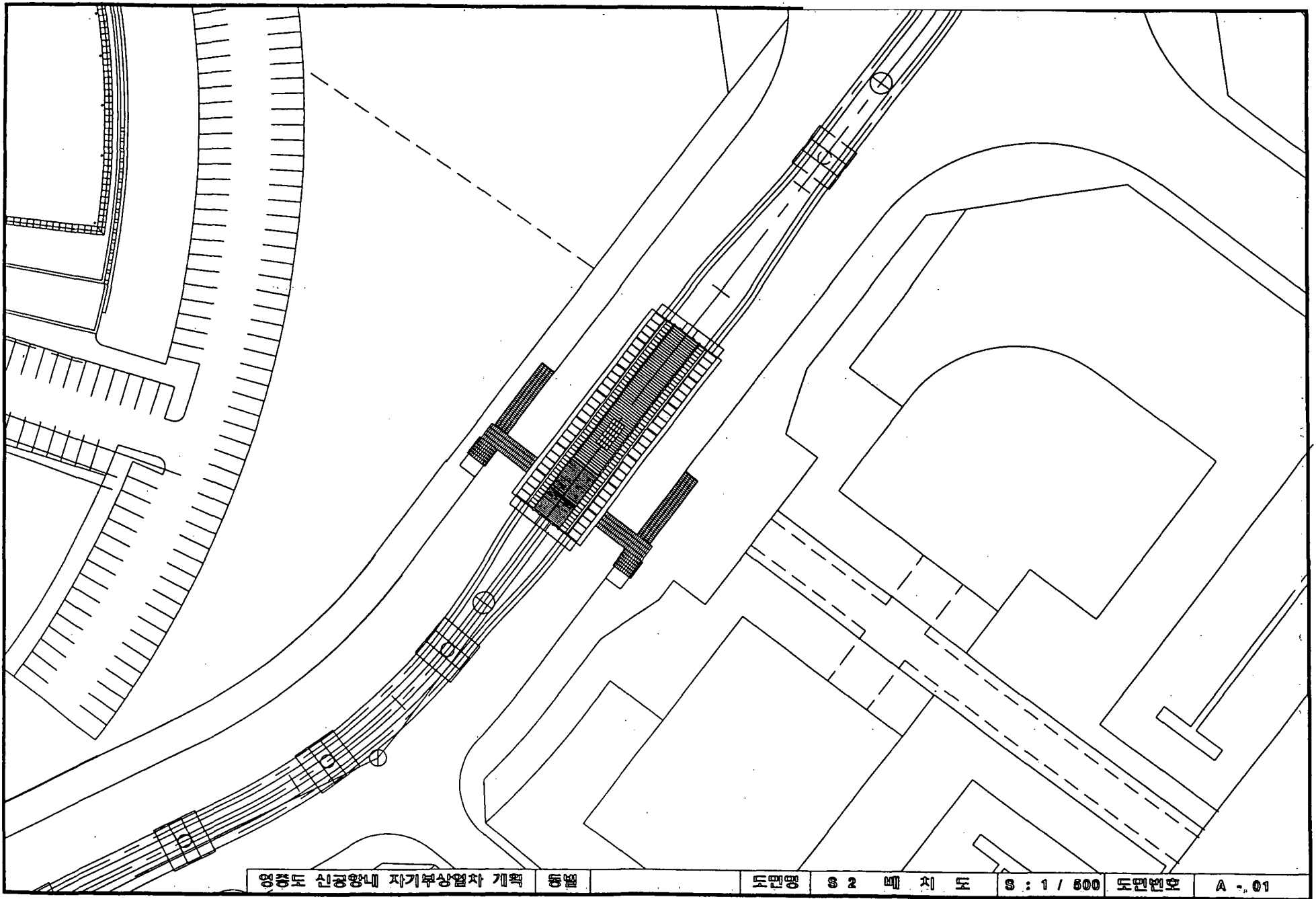


영중도 신공항내 자기부상열차 계획 동별

도면명 T 1 배치도

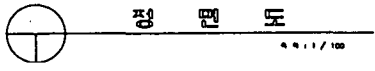
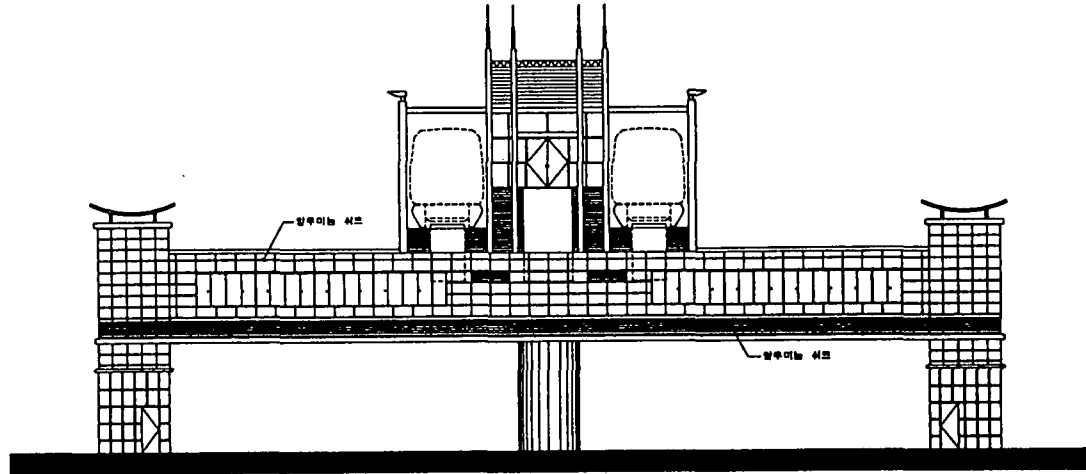
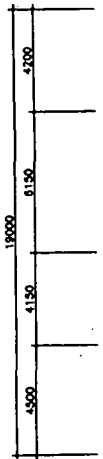
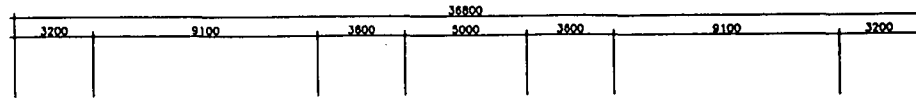
S : 1 / 100 도면번호 A - 01



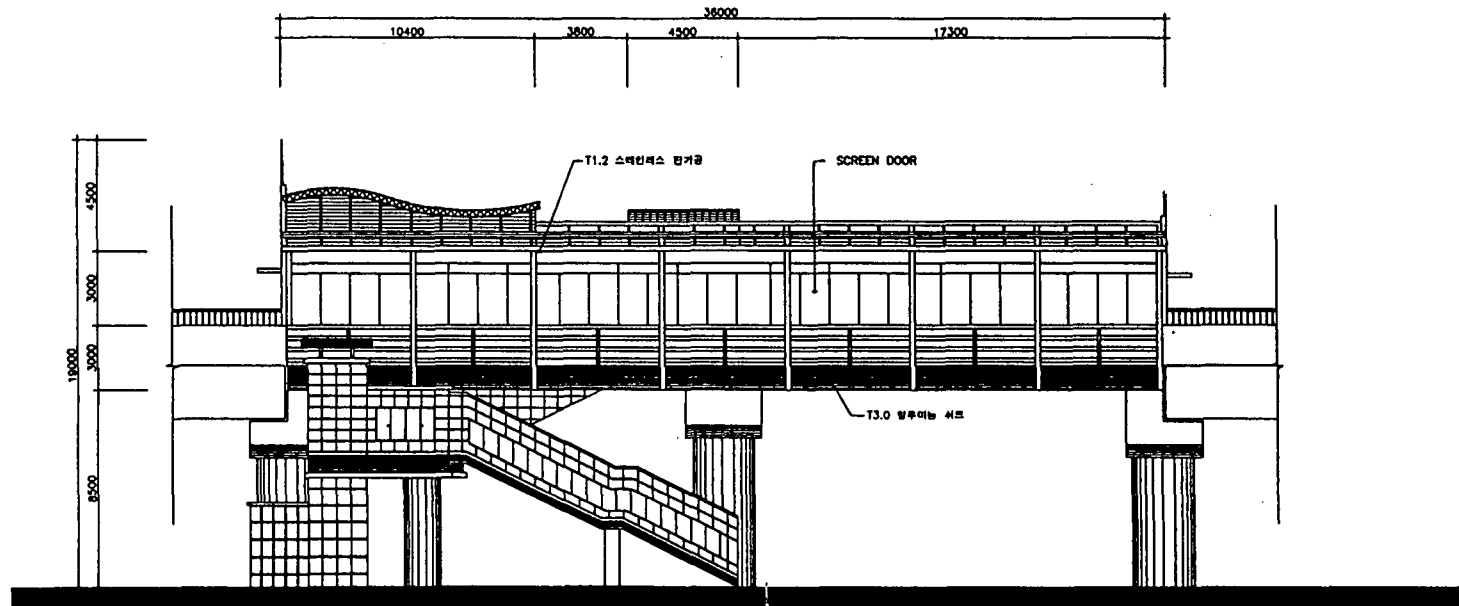


영등포 신영동에 자기부상열차 계획 예원 시공예 S 2 배치도 S : 1 / 500 도면번호 A - 01

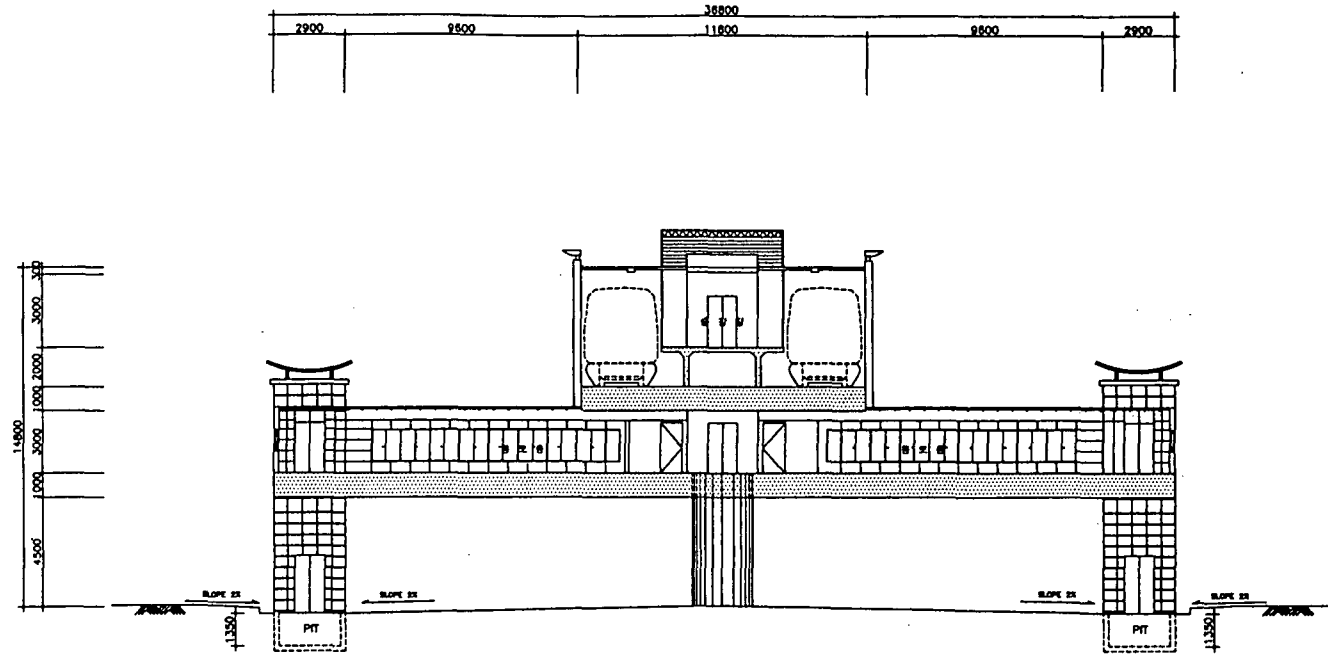





영광도 신강항내 자기부상열차 계획	설계	도면명	상면도	S : 1 / 100	도면번호	A - 06
--------------------	----	-----	-----	-------------	------	--------

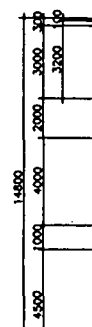
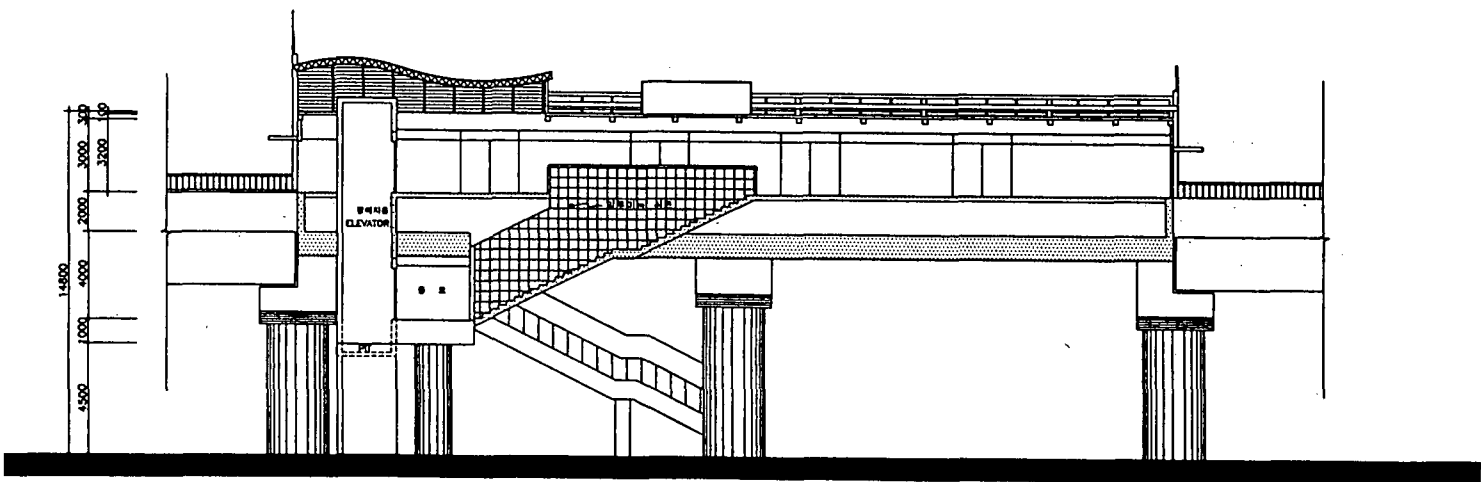
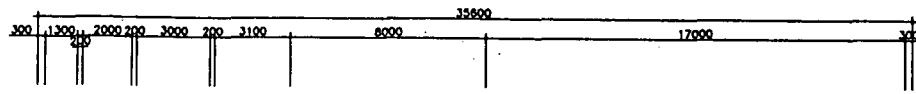



우 수 평면  
 1/100



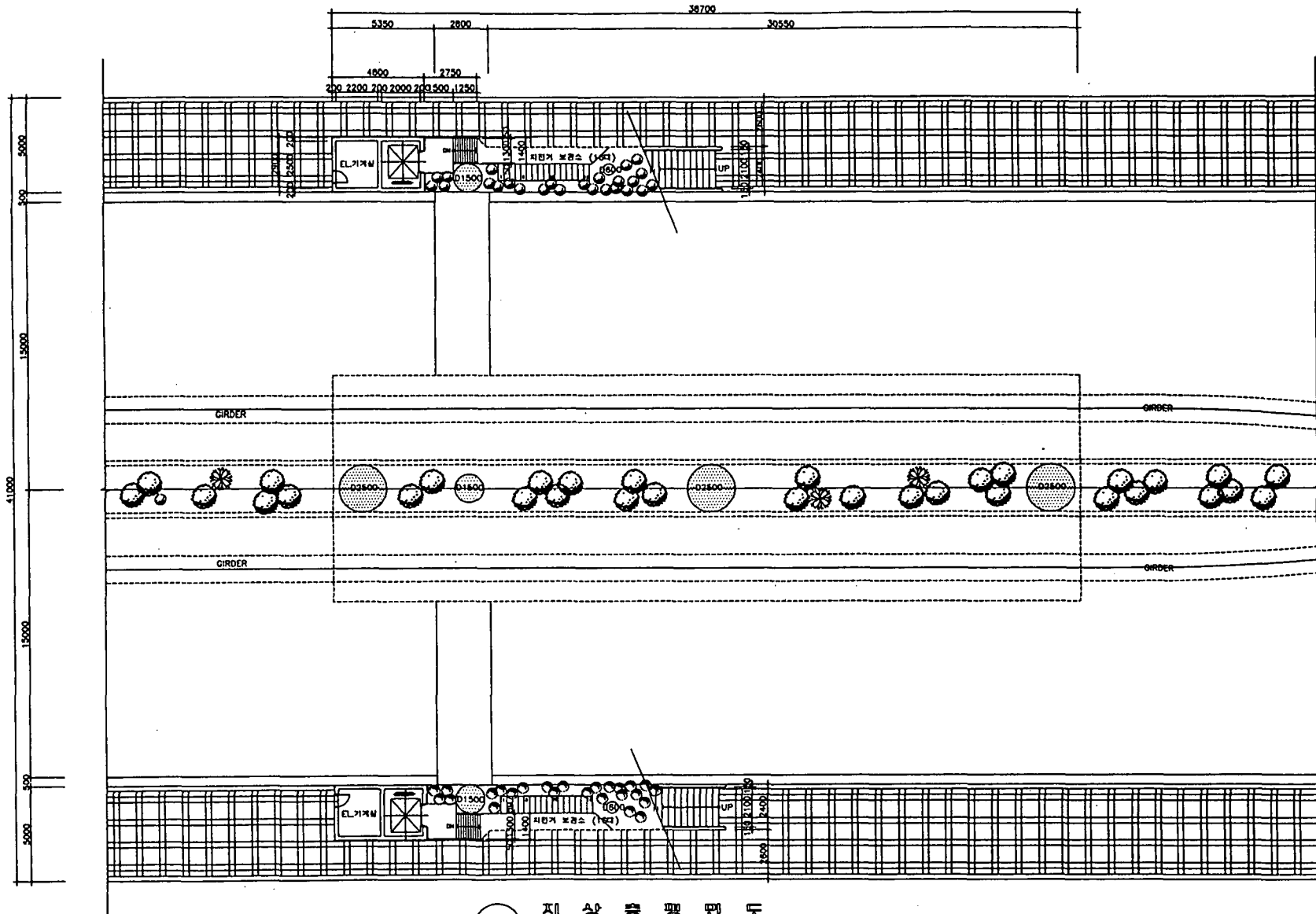

 주안면사무소 - 1  
 1981.11.10

88년 11월 10일 신영환 건축사사무소 설계	영남	주안면사무소 - 1	S : 1 / 100	도면번호	A - 00
---------------------------	----	------------	-------------	------	--------

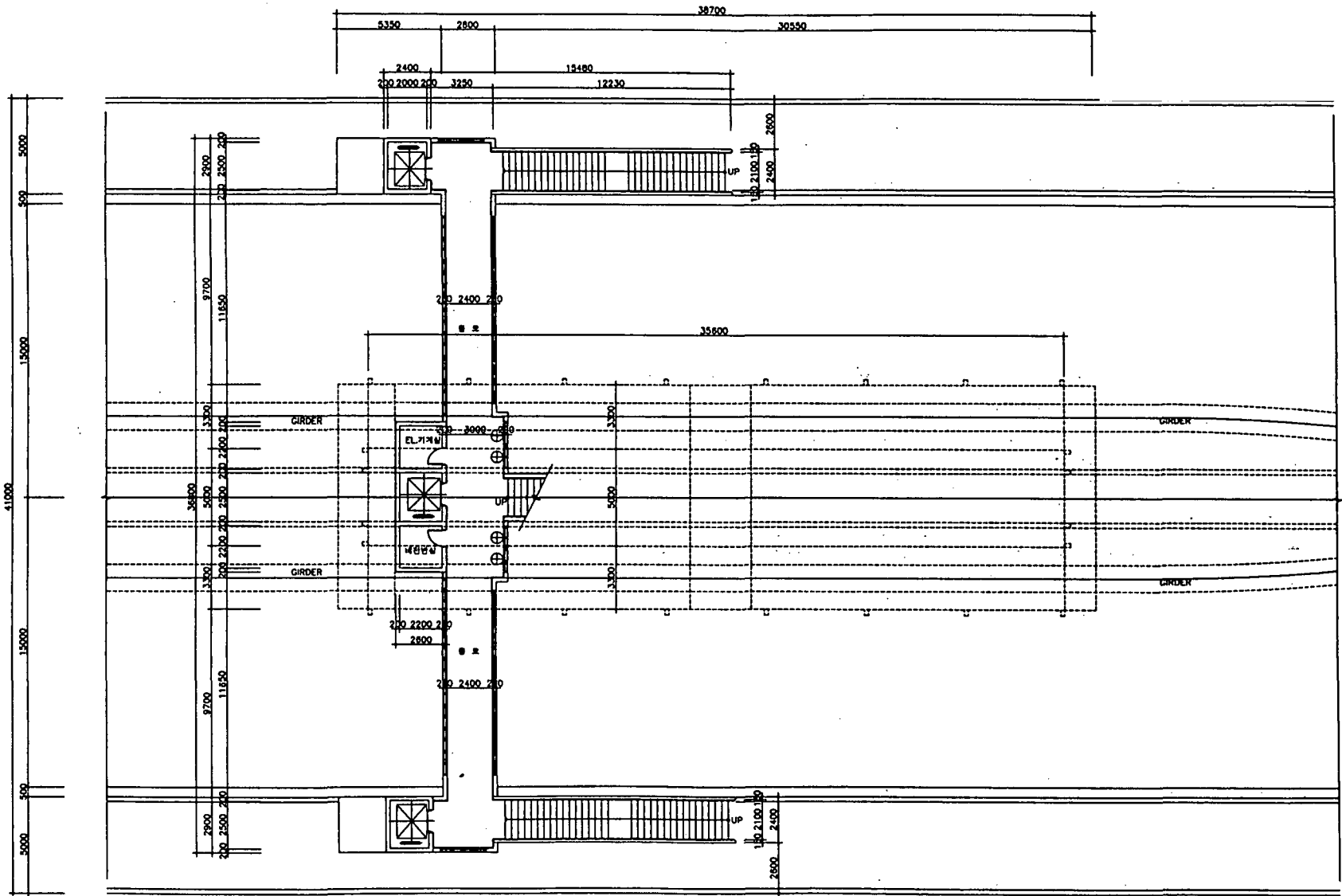




 주관면 2  
 1/4 : 1 / 100

영종도 신영항내 자기부상철차 계획	예원	도면명	주관면 2	1/4 : 1 / 100	도면번호	A - 09
--------------------	----	-----	-------	---------------	------	--------



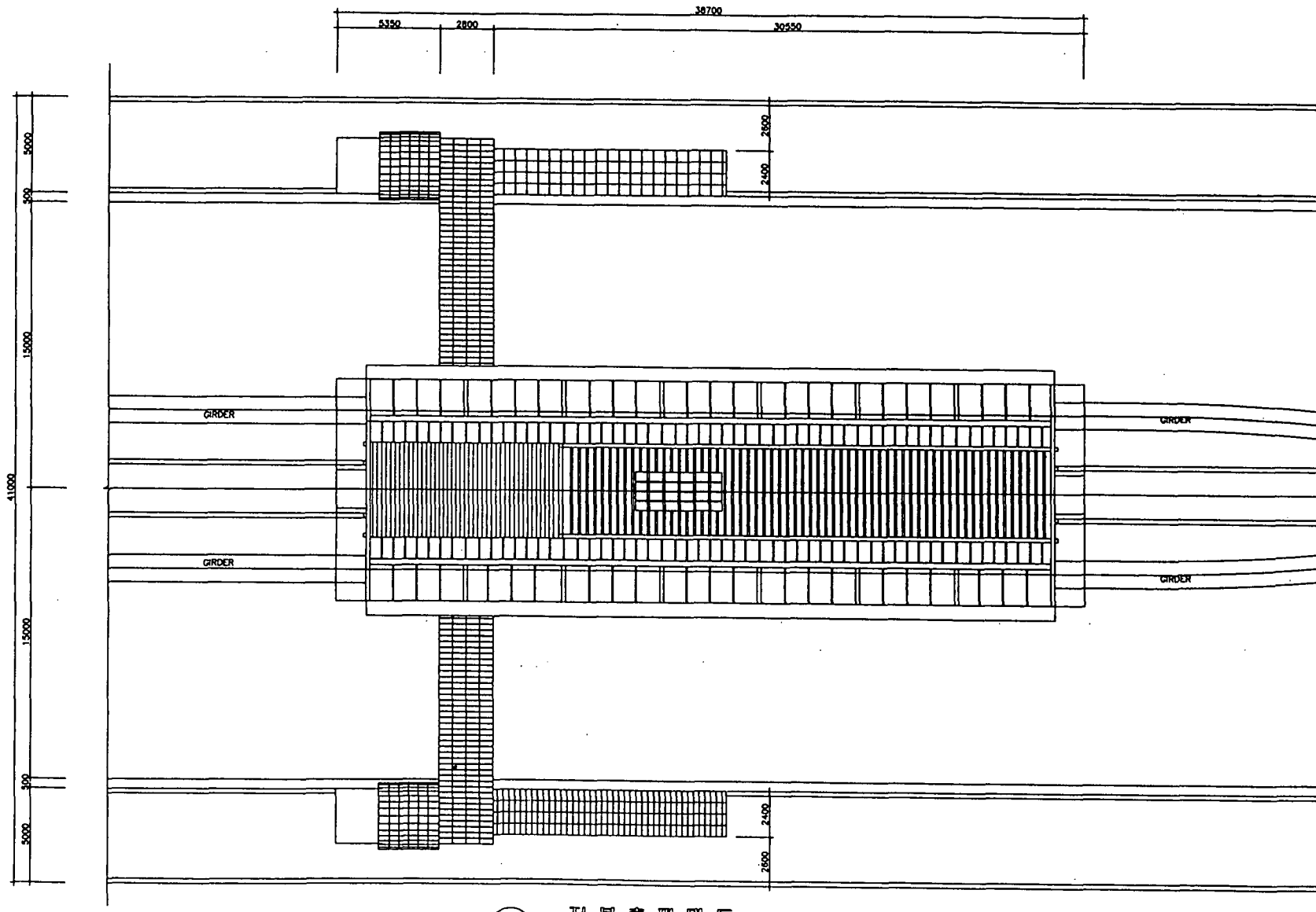
지상층 평면도  
 1/100




 예원건축사  
 1/18

• 부기 •  
 ⊕ : 평면인적 4계수 표시

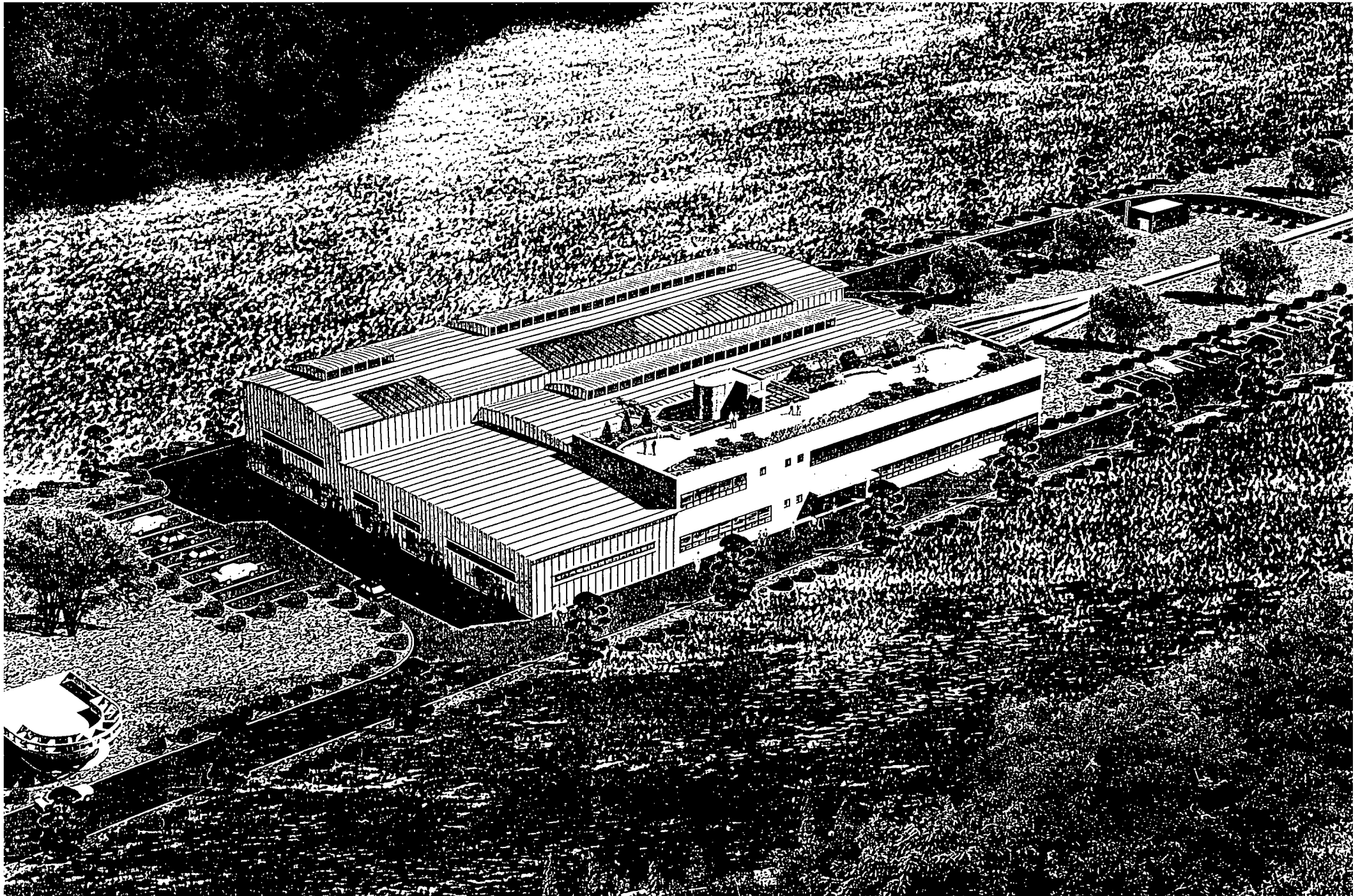


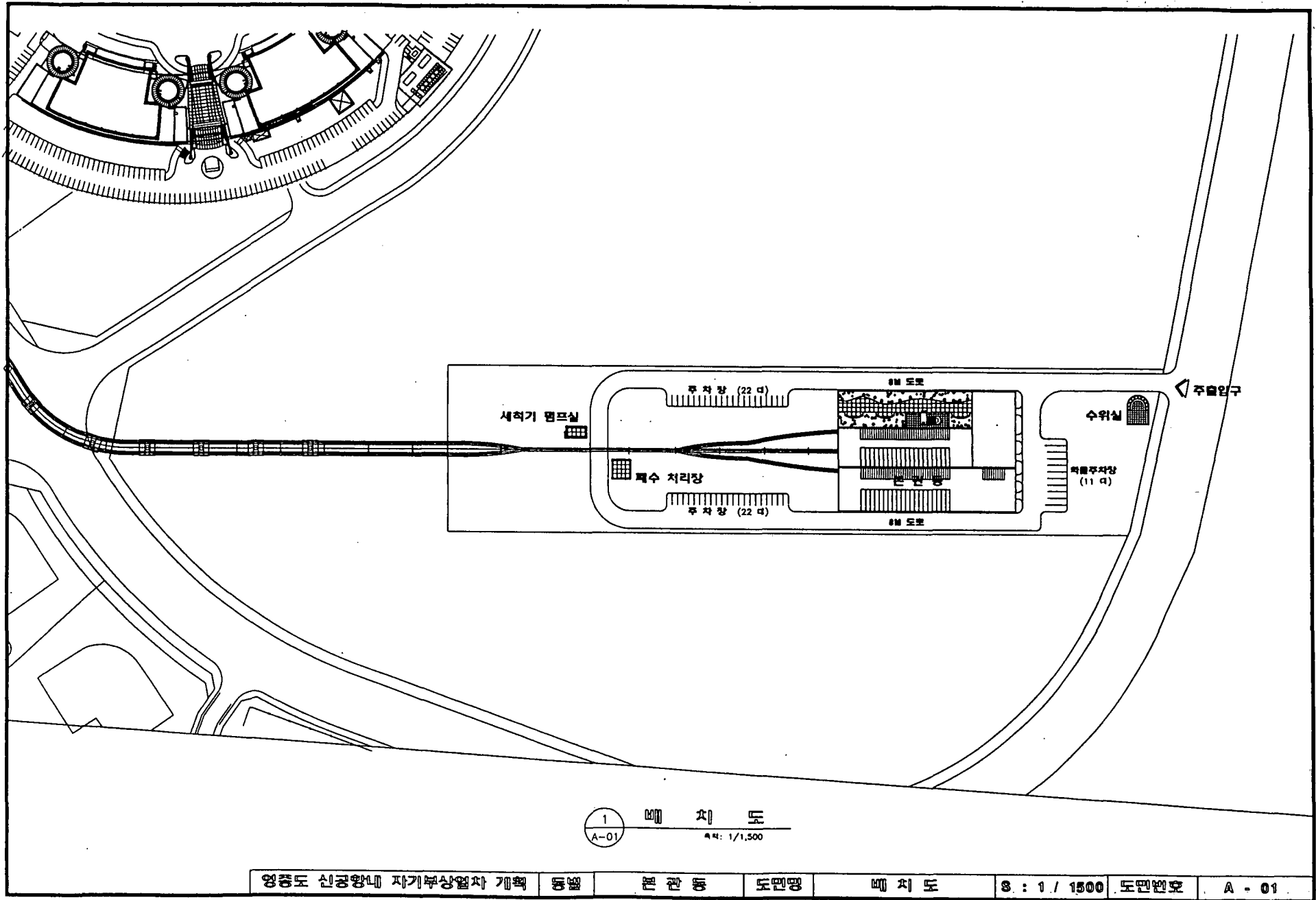


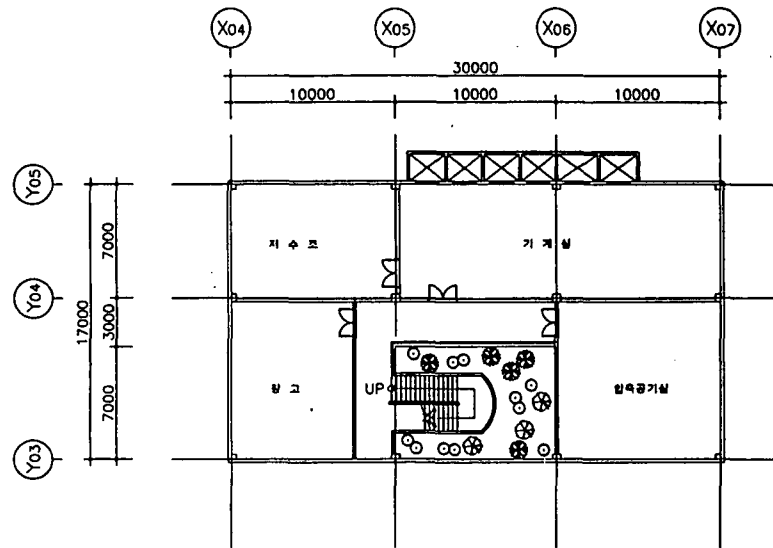
지붕하 평면도  
A 4 : 1 / 100

영양도 신영양내 자기부상열차 계획	영역	도면명	지붕하 평면도	Scale	1 / 100	도면번호	A - 05
--------------------	----	-----	---------	-------	---------	------	--------



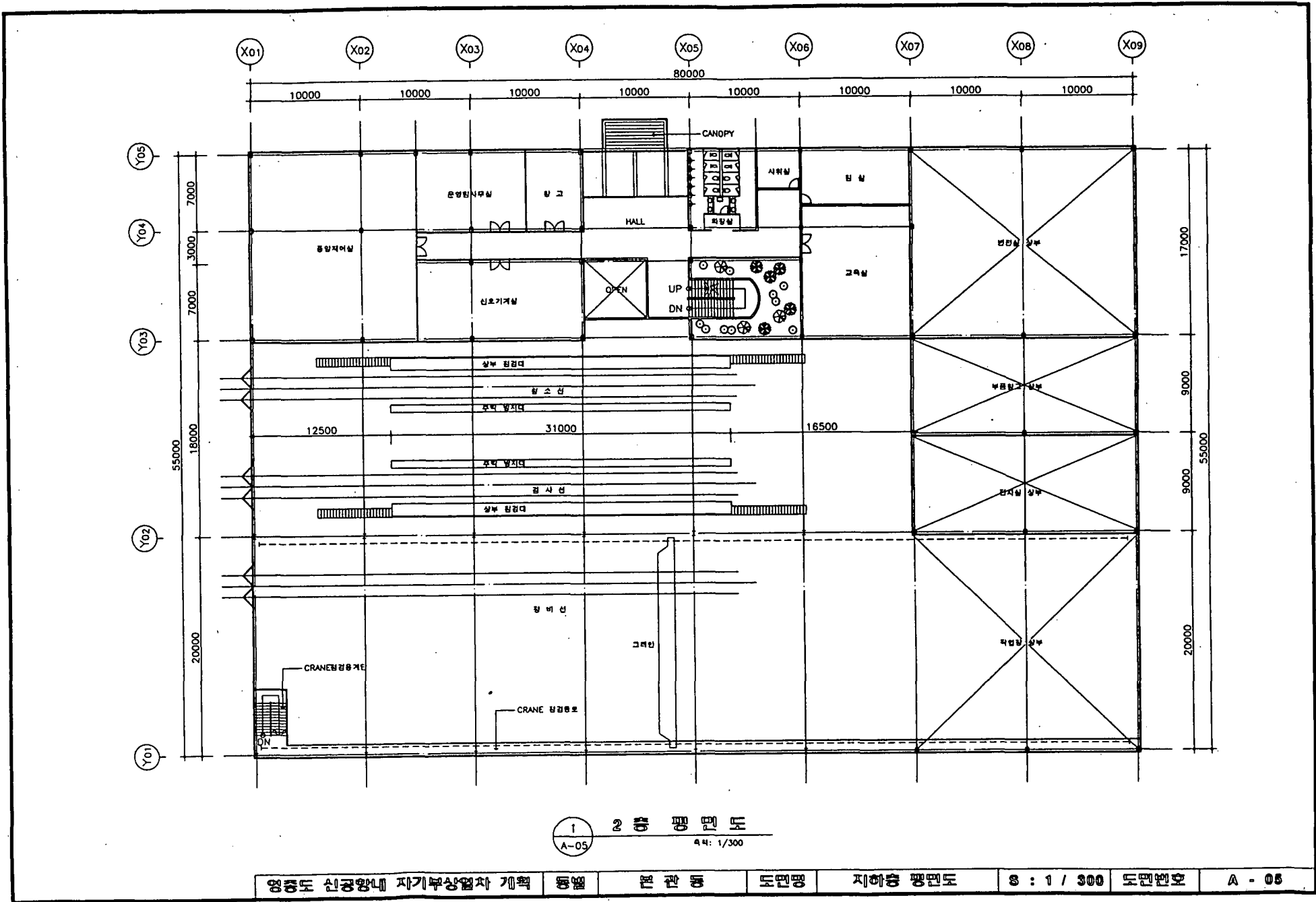






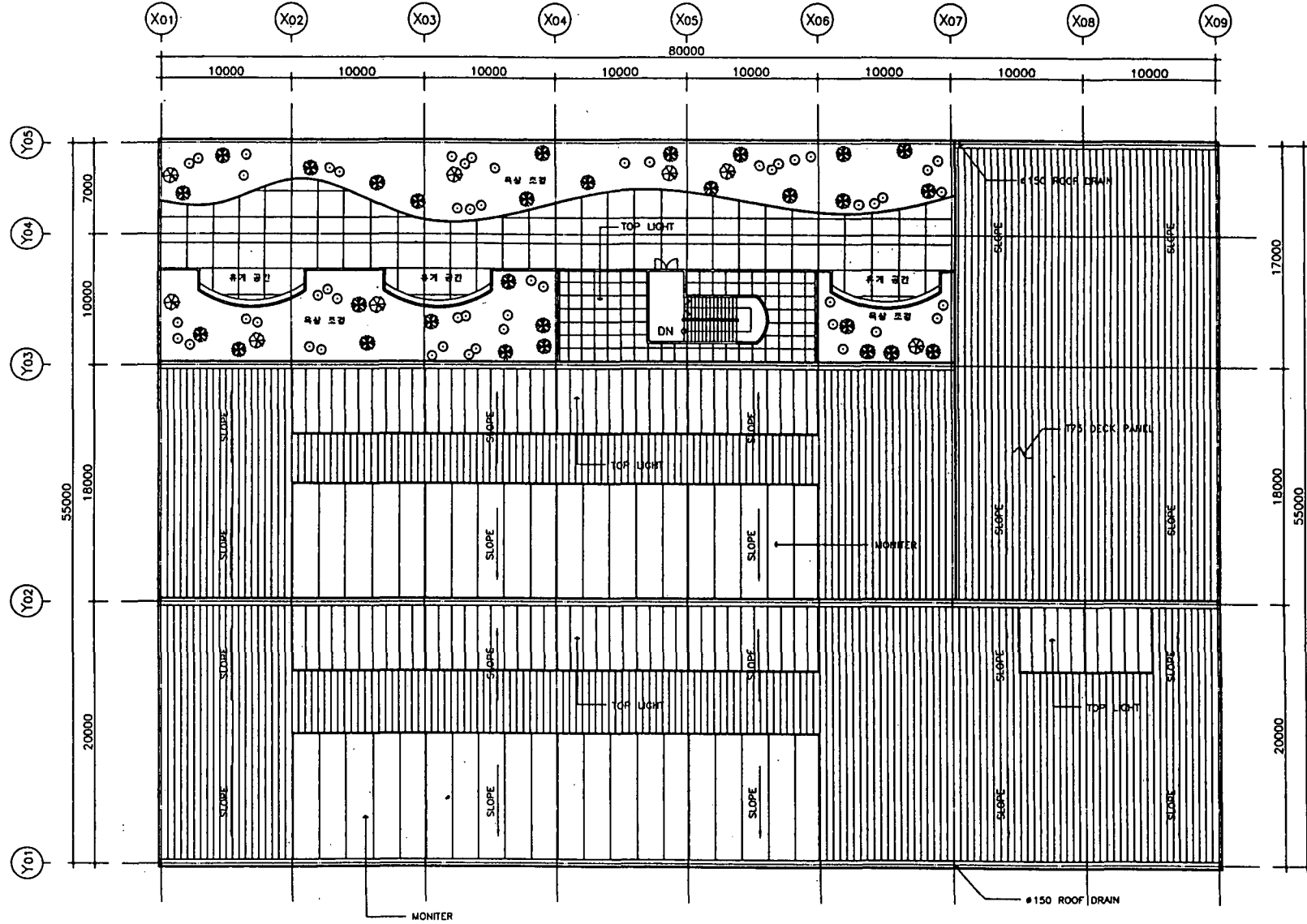
1 지하상영면도  
A-03 축척: 1/300





1 2층 평면도  
A-05 4차: 1/300

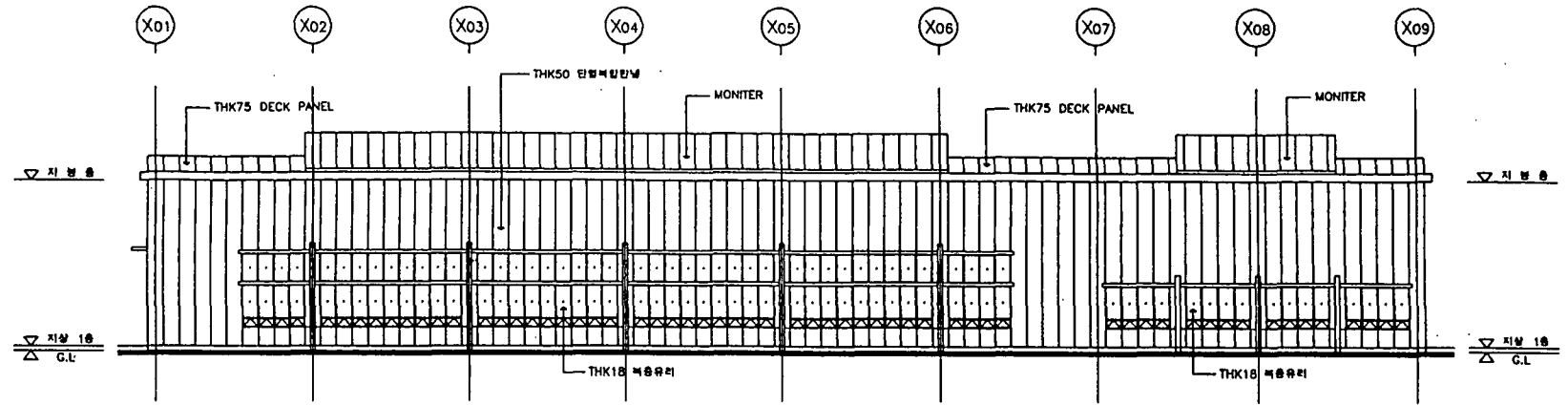
영양도 신영양도 자기부상열차 계획	예원	김영애	도원영	지하철 평면도	S : 1 / 300	도면번호	A - 05
--------------------	----	-----	-----	---------	-------------	------	--------



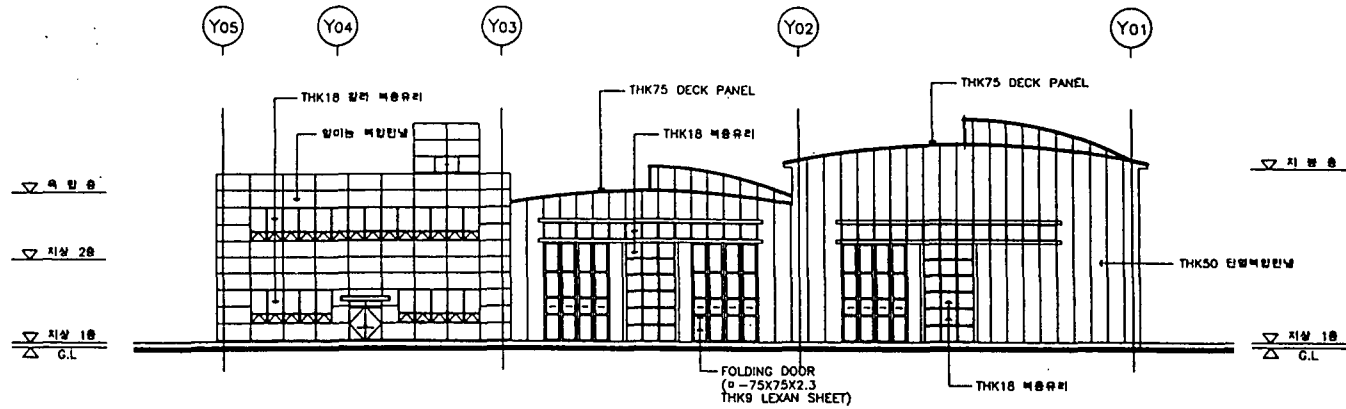
1 지형상 평면도  
A  
단: 1/300

영양도 신영양내 자기부상열차 계획	영역	평면	단면	지형상 평면도	S : 1 / 300	도면번호	A - 06
--------------------	----	----	----	---------	-------------	------	--------



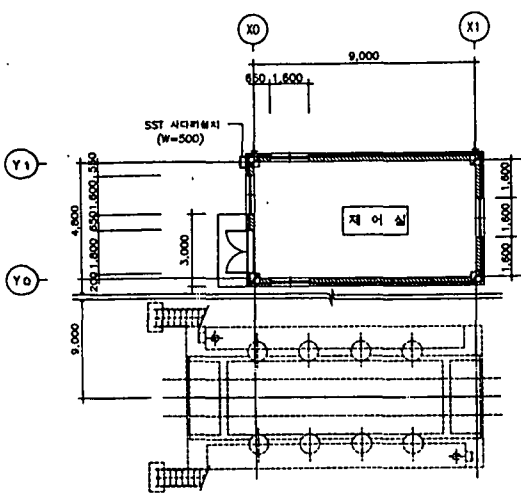


1 입면도 - 1  
A-08  
축척: 1/300

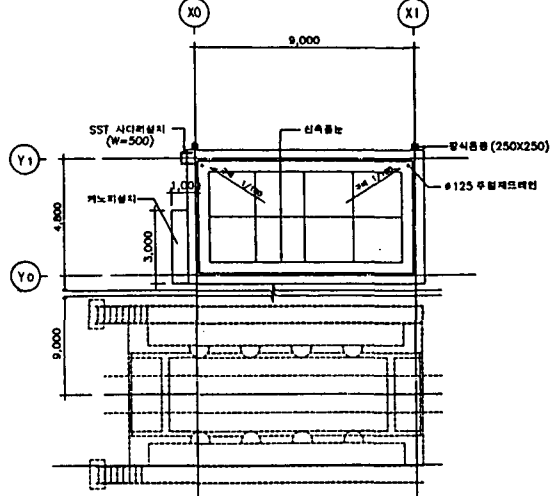


2 입면도 - 2  
A-08  
축척: 1/300

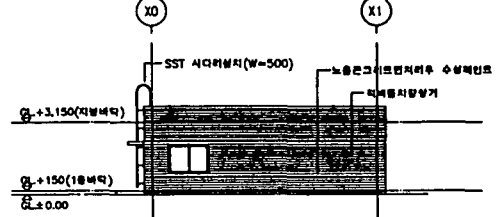




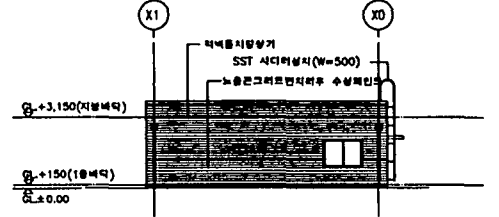
1 1층 평면도  
A-10  
축척: 1/200



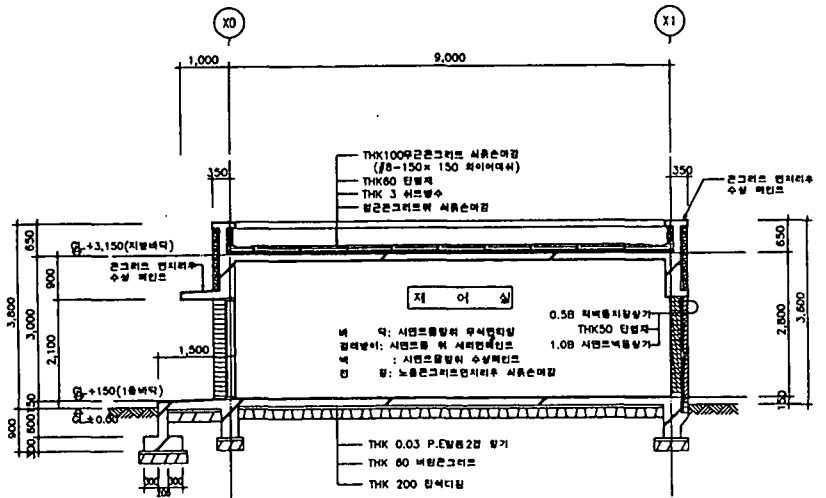
2 2층 평면도  
A-10  
축척: 1/200



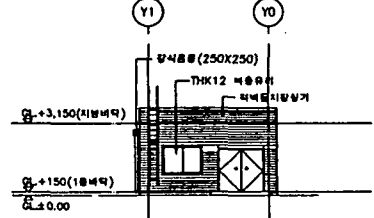
3 평면도  
A-10  
축척: 1/200



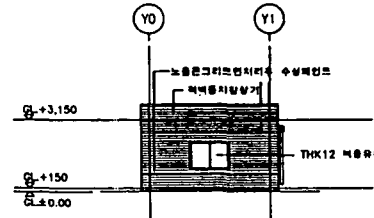
4 평면도  
A-10  
축척: 1/200



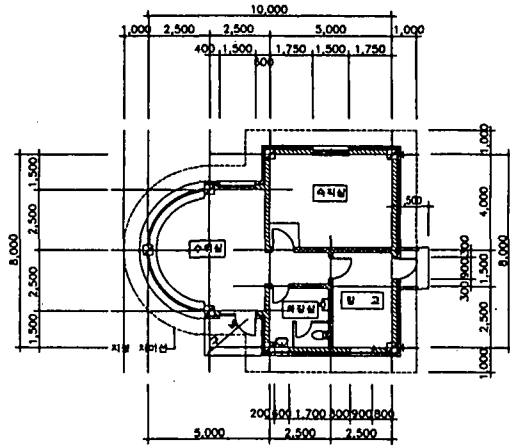
7 주단면도  
A-10  
축척: 1/400



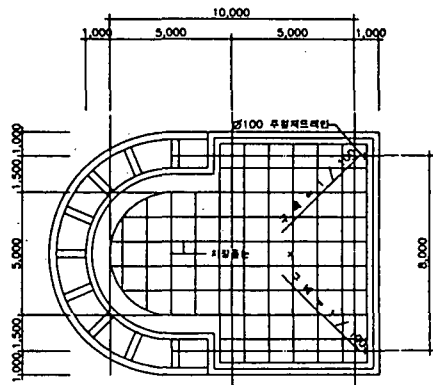
5 좌측면도  
A-10  
축척: 1/200



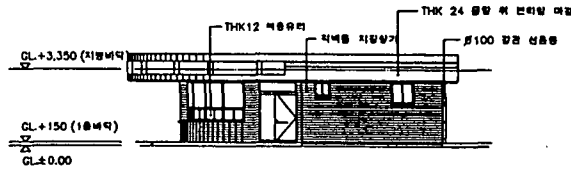
6 우측면도  
A-10  
축척: 1/200



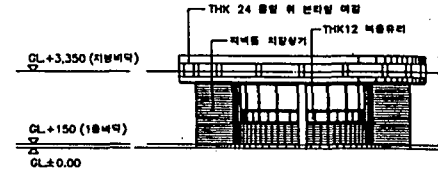
1 상 평면도  
A-11  
축척 : 1 / 200



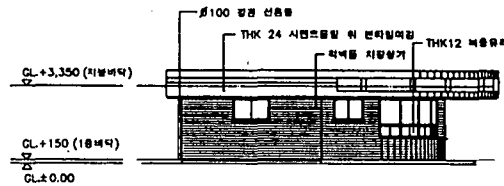
2 지붕상 평면도  
A-11  
축척 : 1 / 200



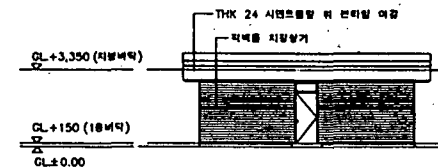
3 우 평면도  
A-11  
축척 : 1 / 200



4 정 평면도  
A-11  
축척 : 1 / 200

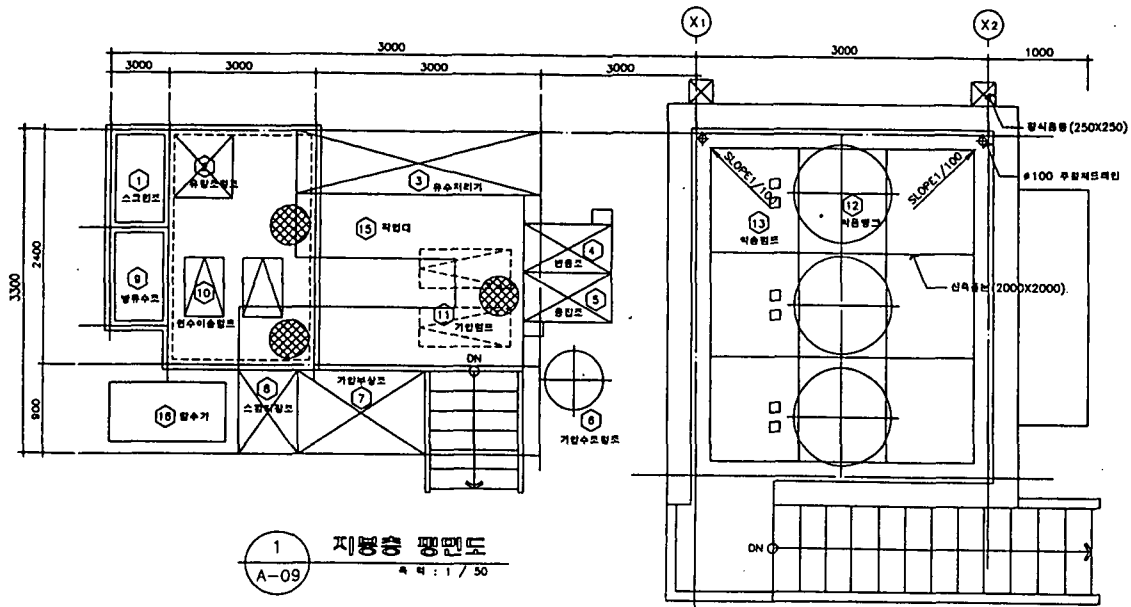


5 좌 평면도  
A-11  
축척 : 1 / 200

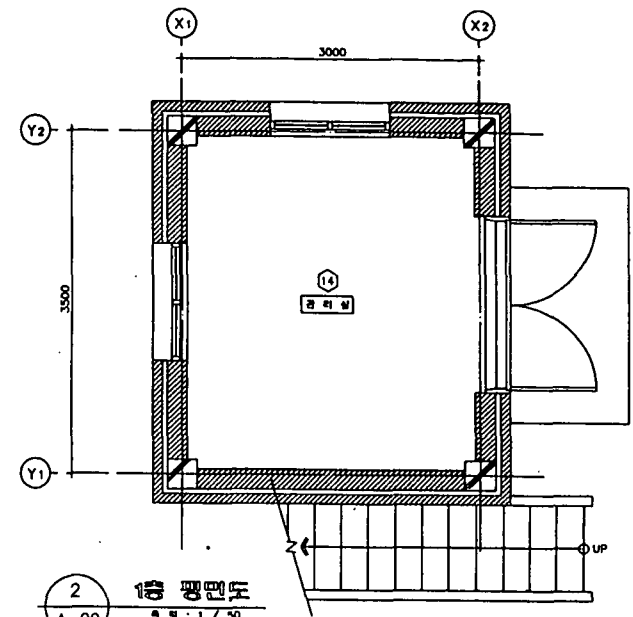


6 배 평면도  
A-11  
축척 : 1 / 200

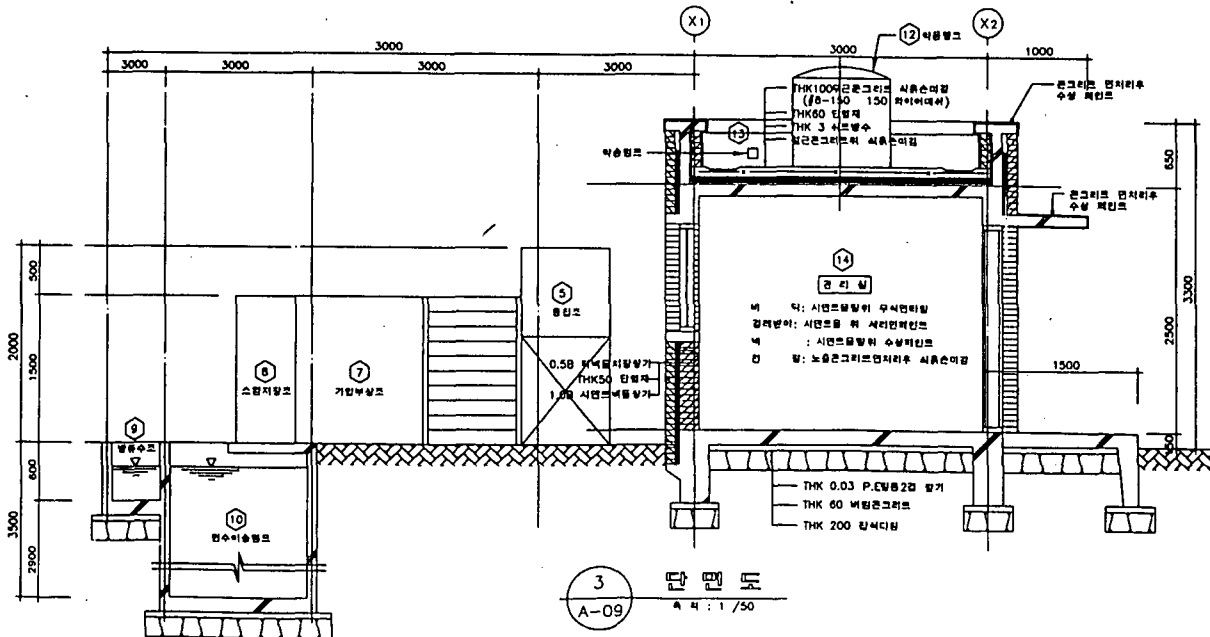




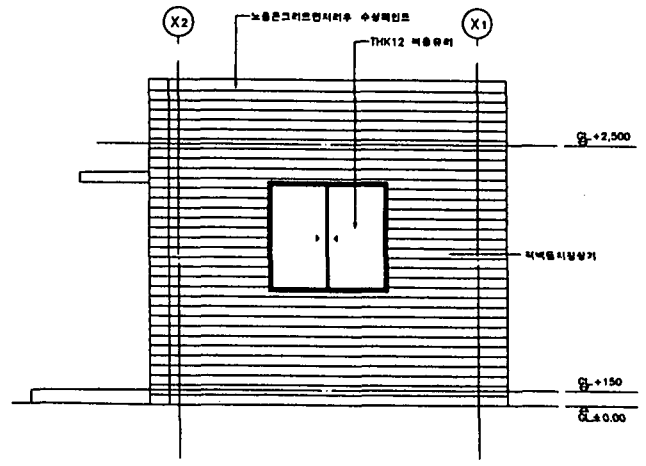
1 지면상 평면도  
A-09  
축척: 1/50



2 방 평면도  
A-09  
축척: 1/50



3 방 평면도  
A-09  
축척: 1/50



4 입면도  
A-09  
축척: 1/50



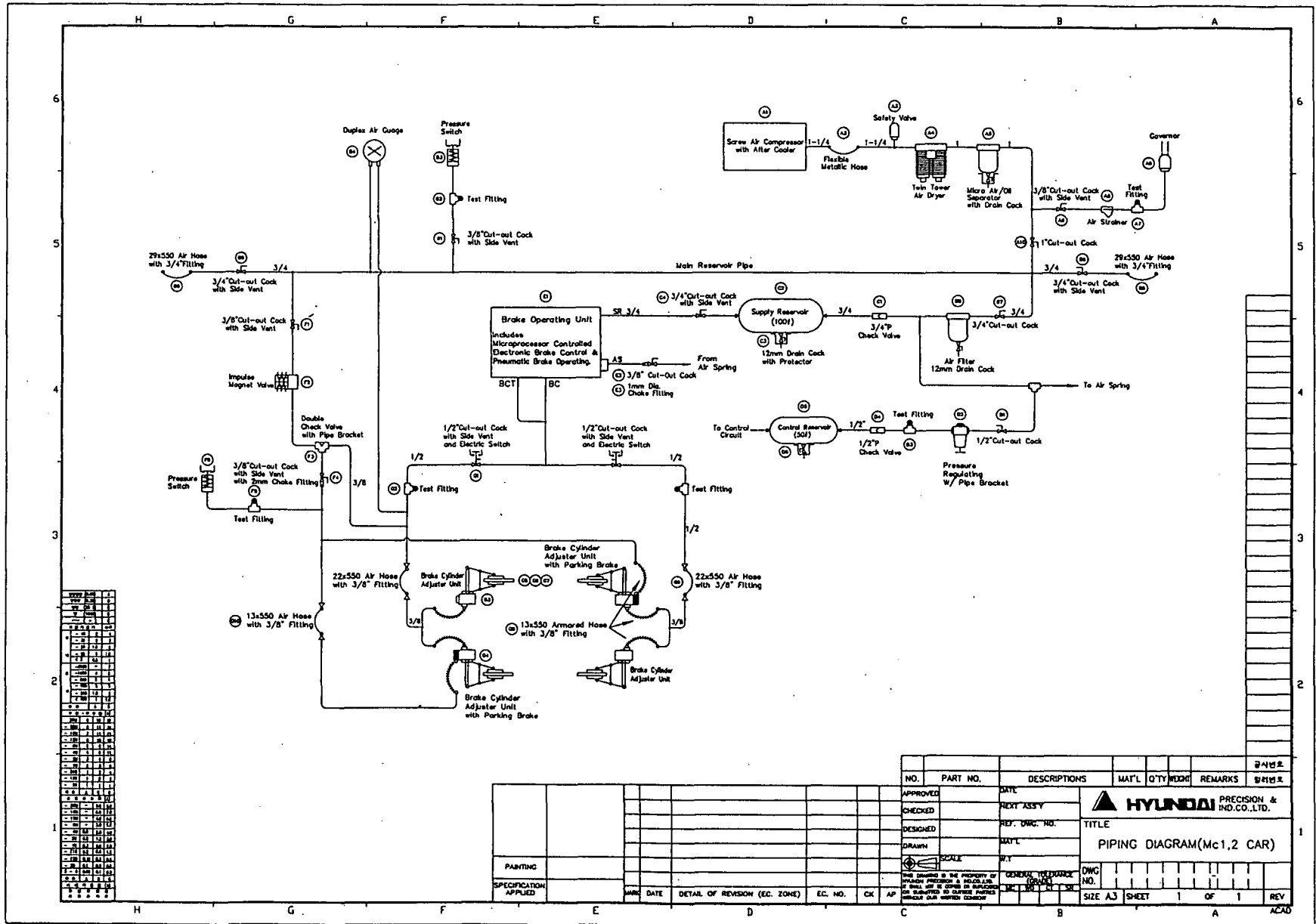














6) 전기장치

보조전원공급장치(APU)

(가) APU는 차량의 부상에 필요한 전원 및 각종 승객 서비스 장치에 필요한 전원을 공급하며, 첨부와 같이 구성된다.

(나) APU는 가선으로부터 1,500 VDC를 수전 받아 다음과 같은 전원으로 변환하여 출력한다.

- 직류 300 V : 부상용 주전력
- 교류 3상 220 V : 냉난방, 공기 압축기 및 조명 등 전력
- 직류 100 V : 축전지 충전, 각종 제어기 및 비상 전력

(다) APU는 열차제어관리장치(TCMS)와 연계하여 자기진단 및 고장의 감시 등을 위한 모니터링 기능을 갖는다.

추진장치

(가) 1대의 주 전력변환장치(WWF Inverter)로 2차량분 12대의 선형 유도 전동기(SLIM)를 일괄 제어하며, 그 구성은 다음과 같다.

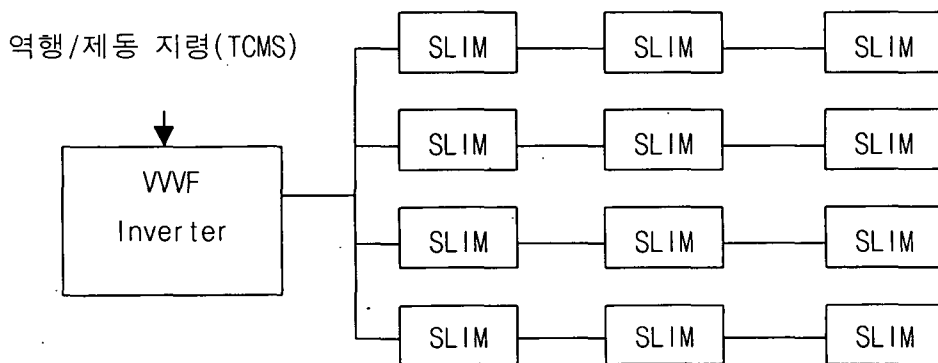
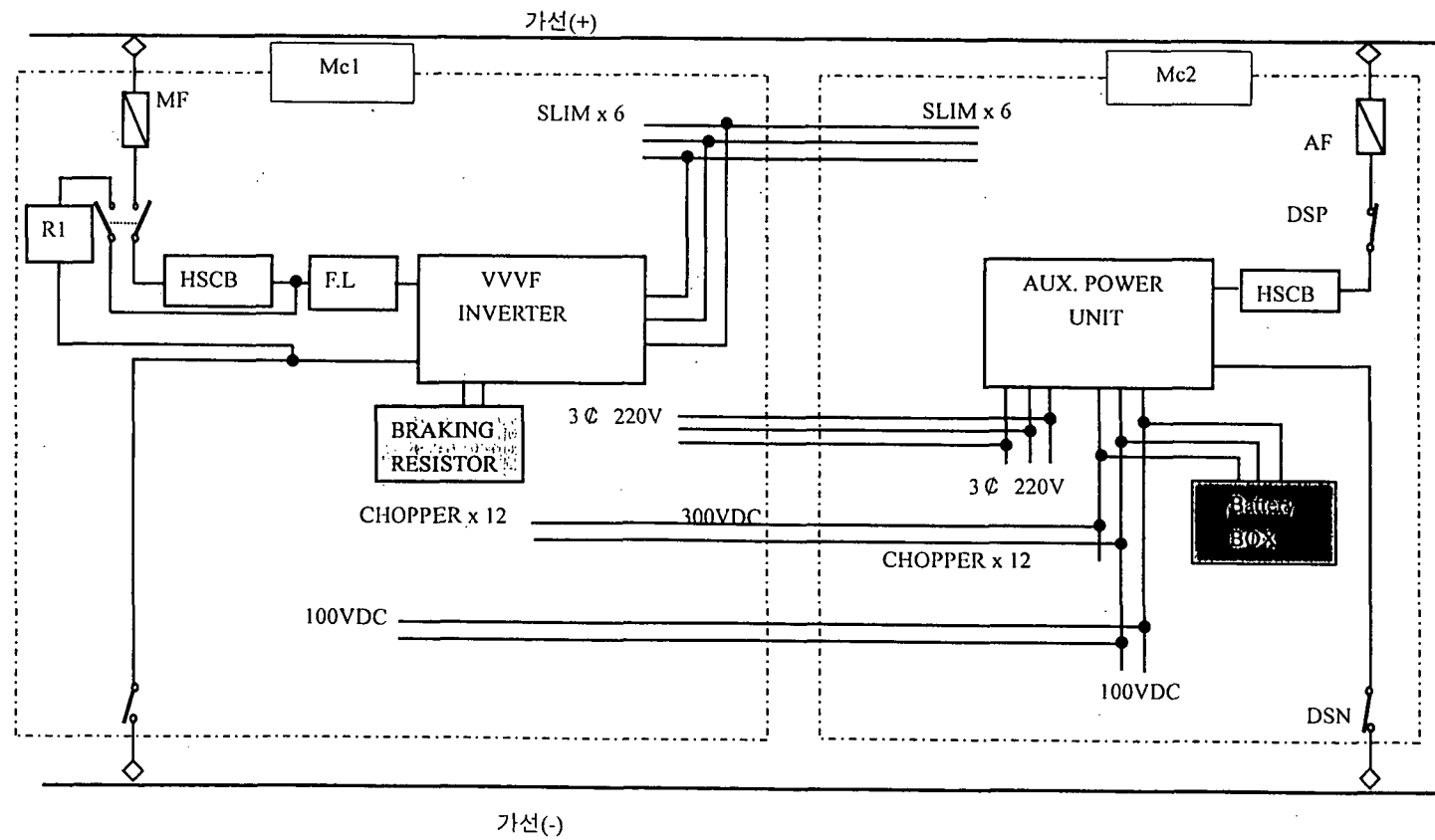


그림 3-21. 추진장치 구성도



차상 전원공급시스템 구성도



- (나) 선형 유도전동기(SLIM)는 H 중 절연, 자연냉각방식으로 설계·제작하며, 만차 상태(30 톤), 45 km/h 까지는 일정한 추진력이 발생한다.
- (다) 전력변환장치 VWF Inverter 는 전압형(VSI), PWM 제어방식으로 하며, IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) 소자를 사용하여 소형, 경량화 하고 소음을 저감 시킨다.
- (라) 추진장치의 제어는 32 Bit DSP 를 사용하며, 열차제어관리장치(TCMS)와 연계 하여 자기진단 및 고장의 감시 등 각종 제어의 모니터링 기능을 갖는다.

부상/안내 장치

- (가) 부상/안내 제어는 각 대차 당 독립적으로 이루어지며, 그 구성 및 각 단품의 기능은 다음과 같다.

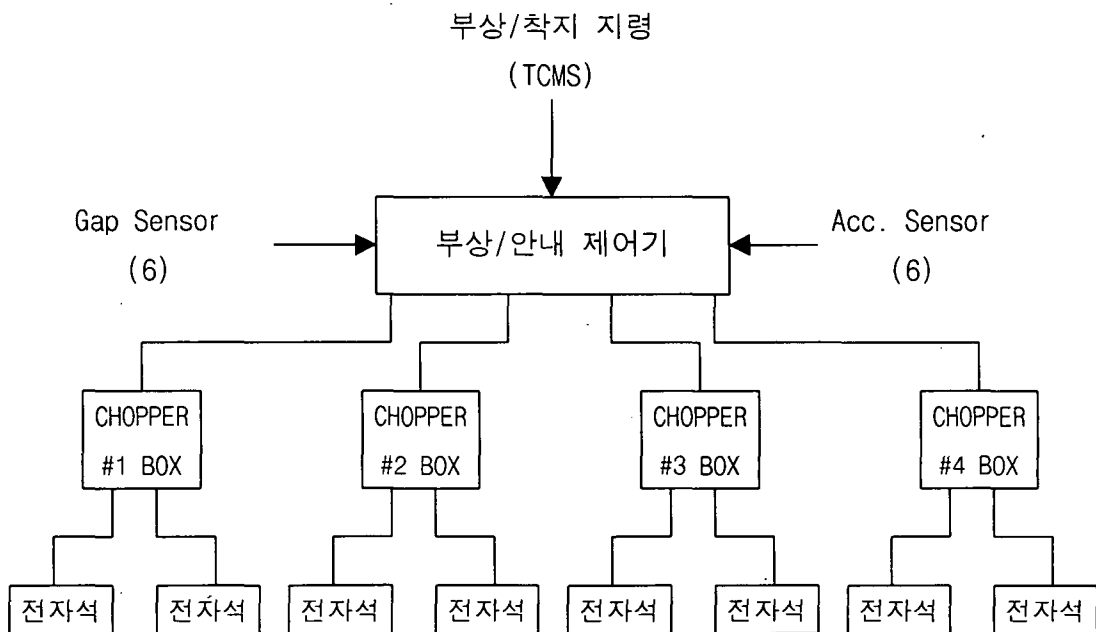


그림 3-22. 부상/안내 장치의 구성도



- 전자석 : 부상 및 안내력 발생
- Chopper : 제어기의 신호에 의해 전자석에 공급되는 전력을 변환
- 제어기 : 수직/횡 방향의 갭 및 가속도 센서로부터 신호를 받아 설정한 갭을 추종하기 위한 신호를 Chopper 에 출력
- 갭 센서 : 전자석과 레일간 수직 및 횡 방향 갭 측정
- 가속도 센서 : 전자석과 수직 및 횡 방향 가속도 측정

(나) 부상용 전자석은 H 종 절연, 자연 냉각 방식, 만차 중량 30 톤, 설계 최대 속도 100km/h 의 조건으로 설계 제작

(다) Chopper 는 PWM, 2 상한 방식, 스위칭 소자로는 IGBT 를 사용하며 2 unit 를 1 Box 로 한다.

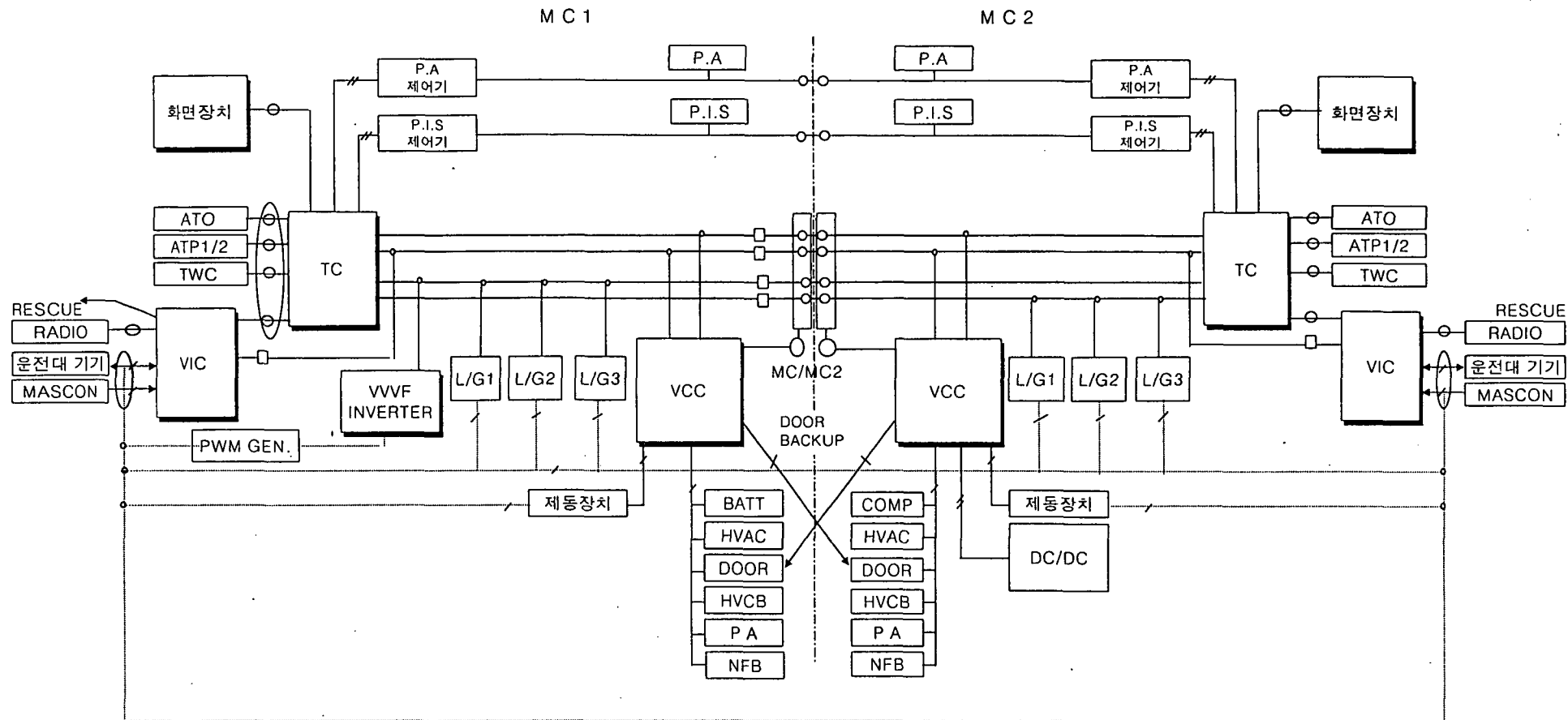
(라) 부상/안내 제어기는 VME-Based 디지털 제어기를 이용, 4kHz 의 제어 주파수로 설계 제작하며, 1 차량분 3 대의 제어기를 하나의 Rack 에 취부한다.

#### 종합제어관리장치(TCMS)

종합제어관리장치는 주요 기기의 제어 및 동작상태를 실시간으로 감시하여 운전자에게 열차운행에 필요한 정보를 제공하며 고장 및 열차운행 기록을 메모리에 기록/관리하여 차량의 검수업무를 효율적으로 지원하며, 첨부와 같이 구성되어 있다.

#### (가) 주요 기능

- ◆ 부속 시스템 감시 및 제어 기능
  - 운전실 제어 및 감시 기능
  - 고전압장치제어 및 감시 기능
  - 추진장치 제어 및 감시기능
  - 제동장치 제어 및 감시기능
  - 보조전원장치 제어 및 감시기능
  - 차체 전기장치 제어 및 감시 기능
  - 차상신호보안장치 감시 및 제어기능
  - 종합정보관리장치 자체진단 기능



TCMS 구성도

—□—	: LON WORKS	범례
—○—	: RS485 COM.	
—/—	: CURRENT LOOP COM.	
—/—	: DIGITAL/ANALOG I/O	



- ◆ 운전자 지원 기능
  - 출고 전 시험기능
  - 열차 상태 및 표시 기능
- ◆ 검수기능
  - 일상 및 월상검사 기능
  - 고장상태 현시 및 기록
  - 고장 추적 데이터 기록
  - 비용발생 관련 데이터 현시 및 기록
- ◆ 시운전 기능

## 7) 신호 설비

### ATP (Automatic Train Protection)

ATP 시스템은 ATP/TD 루프로부터 신호 파형을 수신하여, 이 신호 파형을 차상 ATP 시스템에서 해석한 후, 해석된 ATP 속도 코드 값 정보를 TSPD 장치에서 검출된 속도 정보(열차의 실제 속도)와 비교한다. 비교한 결과가 특정 속도 값 이상의 과속 조건이 되면, 자동으로 제동 지령을 출력하여 열차의 주행속도가 한계 값 이하(필요 시 열차 정차 속도 값까지)가 되도록 한다. 이외에 출입문의 열림과 닫힘을 제어하는 TCMS로 출입문의 제어권을 허락하는 제어 신호를 발생한다.

### ATO (Automatic Train Operation)

완전 자동 운전 모드 혹은 자동 운전 모드를 선택하게 되면, ATO 제어 시스템의 기능이 시작되어, ATP 시스템으로부터의 출발 명령 수신 후, ATP 속도 한계에 따라 열차를 자동 운행한 후, ATO 승강장 송/수신기의 위치 정보를 수신하여, 목표 정차 지점에 열차를 자동 정차 시키는 기능을 수행한다.

### TWC (Train to Wayside Communication)

차상-지상간 양방향 통신 시스템은, 차상과 지상간의 각종 운행 및 상태 정보, non-vital 제어 정보를 경로로서의 기능을 수행한다. TWC 장치는 다음과 같은 데이





터들을 전송한다. TWC 장치의 송/수신 데이터는 시스템의 운영 개념에 따라, 다소 달라질 수 있으며, 해당 제어 명령 및 정보는 차량 내 해당 장치와의 인터페이스 (TCMS 혹은 하위 제어 장치)가 적절하게 이루어진 상태를 전제로 한다.

**열차 위치 검출용 보조 장치**

열차 위치 검출용 차상 장치는, 기존의 지상 궤도 회로를 대신하는 열차 검출용 장비로서의 기능을 수행하는 설비이다.

차상 TD 장치는, TD 송신기, ATP/TD 안테나 및 안테나 Junction Box 로 구성되며 이들의 기능은 다음과 같다.

◆ TD 송신기

- TD(Train Detection, 열차 검출) 신호를 전송한다.
- Check In 신호 전송기와 Check Out 신호 전송기로 구성된다.
- 이중계로 구성된다.

◆ ATP/TD 안테나

- ATP/TD 안테나는 지상 ATP/TD 루프로부터 ATP 신호를 수신하고, TD 신호를 지상 ATP/TD 루프로 전송한다.

◆ 안테나 Junction Box

- 안테나 Junction Box 는, 케이블의 접속 및 임피던스 매칭 사용된다.
- ATP 신호 수신을 위한 공진 캐패시터가 이 장치 내부에 설치된다. 공진 캐패시터의 값은 좌측 Unit 및 Unit 간에 상이한 값을 가진다.

**열차 속도/위치 검지 장치(TSPD, Train Speed & Position Detection)**

열차 속도/위치 검지장치는, 차상의 전두부와 후두부에 Optical Speed Sensor 를 장착하여 전송되는 속도 검출용 신호를 차상에 전송하는 장치로서, 이렇게 검출된 속도 정보는 ATP 장치의 제한 속도와 비교된다. 그리고 이 Sensor 를 통하여 시작점으로부터의 상대 위치를 검지하게 된다.



기존의 속도 센서를 대체하는 개념으로서 사용되며, ATO 장치의 자동 열차 주행 제어 및 ATP 장치의 과속 방지 및 정지 상태 검출에 대한 속도정보를 제공하는 기능을 수행한다.

8) 열차무선장치

VHF 대 (146MHz~174MHz)을 이용, 중앙제어실과 열차기관사간 운전지령 통화를 하기 위하여 차량에 설치하는 차량 이동국장치이다.

- 완전 대기 2중화 구조

Front 측과 Rear 측에 Train Radio Equipment 를 탑재하여 2중화를 도모하고 있다. Working 측에 이상이 발생했을 경우 Standby 측에 자동적으로 절체된다.

- Front/Rear 상태감시

Front 측과 Rear 측은 Digital 전송에 의해 상호 상태를 항상 감시하고 있다.

- 송수신기는 Synthesizer 방식

주파수 설정의 간략화 및 Crystal 공통화에 의한 보수의 간소화

- Maintenance Channel 의 장비

Maintenance Channel 을 장비하고 있으므로 긴급 시 구내 EPABX 가입자 전화기 및 Personal Portable Radio 와 통화할 수 있다.

- 송신 출력단은 소형, 고성능 LSI 를 사용

- 수신 전계 비교에 의한 Hand Over Operation

구 성

표 3-9. 차상 열차무선장치 주요구성품

구 분	수 량	비 고
송수신부	1 set	
제 어 부		HAND - SET 포함
전 원 부		DC/DC CONVERTER 포함
안 테 나		



## 기 능

- 운전 개시 시에 차량설비로부터 열차번호를 입력하면, 통화를 할 때에는 열차 번호가 자동으로 송출된다.
- 통화 CH 선택 스위치에 의해서 사령실과 통화할 수 있다.
- SPEAKER 와 VOLUME 조정기가 이으며, 열차 운전석에서 충분한 음량을 청취할 수 있도록 한다.
- LOCAL 과 REMOTE 스위치가 있다. 평시에는 LOCAL MODE 장치를 조절해서 선택 취급하고, REMOTE MODE 는 송신기 고장 등 이상이 발생한 경우 REMOTE 장치로 전환(열차 TC1 과 TC2 간)해서 선택 취급한다.
- 통화상태 및 고장표시가 있다.
- SPEAKER 에서는 음성 외에 호출 음은 개별호출과 일제호출(OPEN) EMER 음이 구별되어야 한다.
- 동일 ZONE 의 타 열차 통화상태를 확인 할 수 있고, 통화내용을 모니터 할 수 있다.
- EMER Channel 을 송수신할 경우 램프표시가 되며, 전 열차가 모니터 할 수 있다.
- 차량고장 등이 발생되어 기관사가 현장확인을 위해 CORDLESS 전화기로 현장에서 중앙제어실과 통화가 가능하다.
- 차량 이동국장치의 유지보수 및 각종 시험을 행할 목적으로 시험대를 포함한 시험대 장치를 공급한다.
- CORDLESS 전화기의 축전지는, 2 시간 이상 연속통화가 가능하여야 하며 축전지 마모시 교체가 가능하도록 설계한다.
- 송수화기 ON 상태에서 사용하지 않고 30 초 동안 방치시 경보 음이 송출된다.
- 차량 이동국 시험장치는 차량 이동국 장치의 각종부분의 점검 및 보수를 하기 위한 설비이다.
- 열차무선 차상장치는 자기 진단기능이 있어야 하고, 전동차내 장치된 각종기에 대한 기능을 자동검사 하는 장치에서 열차무선 차상장치의 주요기능 및 성능에 대하여 정보확인 시 출력된다.



### 3.2.2 전력공급시스템

#### 3.2.2.1 개 요

- 전력공급 시스템은 열차의 운행에 지장이 없는 용량이어야 하며 공급신뢰성의 관점에서 수전 및 배전계를 첨부와 같이 이중 구조로 한다.
- 조작 및 보수상의 관점에서 원격감시제어장치(SCADA)에 의한 중앙집중 감시제어를 하고 수.변전소의 무인화를 도모한다.
- 신공항내 변전소로부터 3 $\phi$  4W, 22.9kV, 60 Hz의 전압을 수전하여 이를 DC 1500V로 변환시켜 열차에 전력을 공급한다.
- 차량기지 및 각 역사에는 AC 22.9kV를 3 $\phi$  4W, 380V, 60 Hz로 강압시켜 배전 케이블을 통하여 공급토록 한다.

#### 3.2.2.2 수.변전 설비

- 수.변전 설비는 차량기지내 1 개소를 설치한다.
- 수.변전실로부터 상.하행선별로 급전한다.
- 열차전원 공급은 3 조의 정류기중 2 조는 상시 사용하며, 1 조는 예비로 사용한다.
- 수.변전설비의 소요전력과 용량은 다음과 같다.

표 3-10. 수변전설비의 소요전력

항 목	열 차 운 행	부 대 설 비
1 시간 평균전력(Y)	1500(kW)	200(kW)
순시최대전력(Z)	4000(kW)	500(kW)
정류기 1 조출력	2000(kW)	
정류기 설치대수	3 대(1 대 예비)	



### 3.2.2.3 차량기지 및 역사 전기 설비

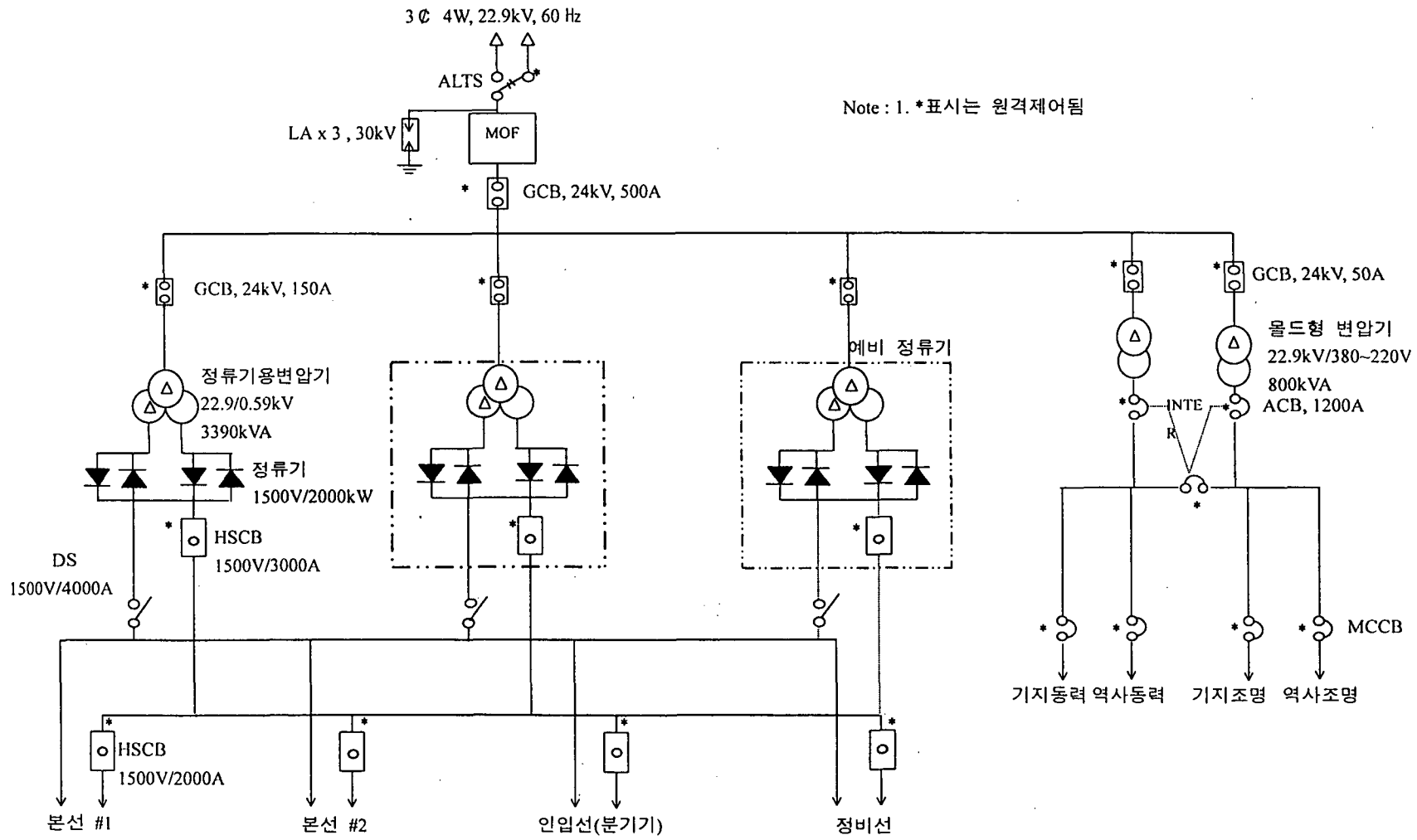
- 수.변전실에서 강압한 3 $\phi$  4W, 380V 60 Hz를 차량기지 및 각 역사에 공급한다.
- 신호.통신 등의 전원은 각 역사 배전반에서 공급한다.

### 3.2.2.4 가선(Power Rail)

- 전압은 DC 1500V로 하며, 지지 애자에 의해 궤도의 양측면에 설치한다.
- 알루미늄 합금과 스텐레스강과의 복합재인 ALSUS 강체 TROLLEY로 한다.
- 전도부에는 도전성, 내식성을 갖춘 알루미늄 합금으로 하며, 습동면에는 내마모성, 내식성이 있는 스텐레스강을 사용한다.

### 3.2.2.5 전력감시 제어 설비(SCADA)

- 수.변전 설비는 무인 방식으로 운용되며, 중앙제어실로부터 원격감시제어된다.
- 원격감시제어장치는 제어표시 및 계측을 할 수 있는 자동 및 수동 방식의 것으로 고속, 고신뢰성을 가진다.



Note : 1. \*표시는 원격제어됨

전력공급시스템 구성



### 3.2.3 신호 시스템

신호 시스템은 마이크로 프로세서의 발달과 vital 및 fail-safe 논리의 확립으로 자동운전을 지향하고 있고, 또한 Hardware/Software 의 이중계 구성 및 이중화로 안전성을 높임으로서 이상적인 운영을 기대할 수 있다.

신호 시스템은 크게 다음 3가지 장치로 첨부와 같이 구성되어 있다.(구성도 참조)

#### 종합 운행 제어장치(TTC, Total Traffic Control)

종합 운행 제어장치는 전체 신호 제어 시스템에 대한 감시와 효율적인 운영 관리, 필요시 운영자의 개입 등이 가능한 종합적인 제어 설비이다. 지상 및 차상 신호 제어 시스템의 안전 보장 논리를 바탕으로 운영자에 대한 종합적인 인터페이스를 담당하는 설비이다.

#### 지상 신호 설비(Wayside Equipment)

지상 신호 설비는 TTC를 통한 일련의 제어 명령을 안전 보장 논리(fail-safe)에 의해 실제 제어 명령을 구현하는 설비이다. 차상 신호 제어 설비와의 긴밀한 인터페이스를 통해, 차량의 효율적인 운행 및 직접적인 제어를 담당하는 설비이다.

#### 차상 신호 설비(Carborne Equipment)

차상 신호 설비는 TTC 및 지상 신호 설비의 제어 명령을 직접적으로 차량에 전달하는 설비로서 안전 제어에 대한 최종 확인 기능 및 구현을 담당하는 설비이다. 지상 설비를 통한 각종 제어 명령을 수신하여 차량을 제어하며, 차량 및 차상 신호 설비의 각종 상태 정보를 지상으로 전달하여 운영자의 감시가 가능하도록 해준다.

#### 3.2.3.1 종합 운행 제어장치(TTC)

인천 신공항 PMS 노선에 적용되는 자가부상열차의 종합 운행 제어장치(TTC, Total Traffic Control)는 열차의 자동 및 무인 운전을 완벽하게 지원하기 위하여 정보처리 기능들을 분산해서 처리하고, 주요 설비들은 하드웨어적으로나 소프트웨어적으로



로 이중계 또는 이중화 처리가 가능하도록 구성한다.

TTC는 다음과 같은 Sub-System으로 구상되어 기능적인 분산처리가 이루어지며, 이들 Sub-System 간의 유기적인 결합에 의해 TTC의 최종적인 기능인 진로 제어, 열차 번호 제어, Line Supervision 및 시스템 감시, 열차 운영 및 조정, 열차 운행관련 통계 처리 및 자료 보관과 같은 기능들이 구현된다.

#### **TCC(Total Control Computer)**

중앙 제어실에 설치되며, 신뢰성을 높이기 위해 하드웨어는 이중화(Dual) 구조의 FT(Fault Tolerant) 시스템으로 구성하고, 소프트웨어도 각종 응용 프로그램을 이중화하여 종합적인 정보처리가 항상 가능하도록 구성한다. TCC는 열차 운행 및 현장 신호설비의 감시 및 직접적인 제어와 관련된 종합적인 Traffic 제어 기능을 수행한다.

#### **MSC(Management Support Computer)**

중앙 제어실에 설치되며, 열차의 기본계획 관리, 운전실적 관리, 열차 주행 시뮬레이션, 현장 및 조작 기록의 재현 등 주로 열차 운행 관리 기능을 수행한다.

#### **Console Control System**

Operator Console, Maintainer Console, Programmer Console, TCC용 시스템 Console로 구성된다. 각 Console은 시스템 안정성을 위해 고기능의 산업용 Workstation과 Console Terminal을 사용한다.

#### **Traffic Supervision Monitor Panel 시스템**

중앙 제어실에 설치되며, 중앙 제어 구간의 역 신호 설비 및 열차의 운행 상황을 종합적으로 표시하여 주고, TCC와 MSC 장애 시 또는 Operator의 필요에 의해 푸시 버튼에 의한 수동 진로 제어도 가능하다. 정상적인 상태에서의 표시 정보들은 TCC에 의해 구동되며, TCC 장애 시나 Maintainer 및 시스템 관리자의 필요에 따라 MSC에 의해 구동 될 수 있다.





### TNM(Train Network Management) 시스템

중앙 제어실에 설치되며, TTC 내의 각 구성 요소들을 관리할 수 있는 네트워크 관리 시스템으로써 주기능은 네트워크 장애를 신속히 탐지하고 네트워크의 Traffic 량을 측정함으로써 병목지점을 조기에 파악하여 운용자가 상황에 대처 할 수 있도록 한다.

### FEP(Front End Processor)

FEP는 지상의 신호설비(ATC, Interlocking System, Track-Side Functional Module)와 TTC 간의 Serial Communication 통로를 제공하고, 이를 통하여 수집된 정보를 TTC의 TCC로 LAN을 통하여 고속으로 데이터를 송수신하는 기능을 수행한다. 이 장비는 TCC의 통신부하를 줄여주는 기능과 시스템의 확장성, 유지보수의 편리성, 단말의 부분적 Error를 극복할 수 있는 기능을 수행한다.

기능의 특성상 Redundancy 기능을 가져야 하며, Active Module의 Status 및 중요 데이터를 Back-up Module에서 동시에 보유하도록 하여, Active Module의 장애 시 통신 채널의 단절을 방지하도록 한다.

### LAN(Local Area Network) 시스템

고신뢰성을 위해 이중계로 구성되어 한 개의 LAN에 장애가 발생하더라도 예비계가 상용계로 자동 절체 되어, 연속적으로 각 시스템 간의 데이터가 중단 없이 상호 교환되도록 한다.

### 3.2.3.2 지상 설비

지상 신호 설비(Wayside Equipment)는, 자동 열차 제어를 위한 실외 설비(Out-Door Equipment), 신호기 및 진로 표시등, 실내 신호 취급실 혹은 기기실(SCR: Signal Control Room)에 설치되는 제어 장치, 취급자의 운행 제어 정보를 송/수신하기 위한 인터페이스 기능 등으로 구성된다. 지상 신호 설비의 구성은 다음과 같다.



**전자 연동 장치(Interlocking System)**

전자 연동 장치는, 지상 신호 설비의 fail-safe 제어 기능을 구현하는 핵심 장비로서 각 Local 의 신호기기실 내에 설치되며, 수집되는 각종 정보에 대해 요구되어지는 정보만을 TTC와 인터페이스 한다. 열차 위치 검출 장치에서 수신된 위치 및 궤도 점유 정보를 기준으로 열차의 안전운행을 짜여진 프로그램에 따라 진행 시키는 제어 설비이다.

**열차 검출 장치(TD, Train Detection)**

열차 검출 장치는 차량의 위치를 효율적으로 식별하여 열차간의 간격 및 선로 조건에 따른 속도 코드 정보 전송을 위한 장치이다.

**자동 열차 보호 장치(ATP, Automatic Train Protection)**

자동 열차 보호 장치는, 열차 검출 장치에서 수신된 정보 및 선로 조건에 따라 주행이 가능한 속도 정보를 차상의 자동 열차 보호 장치에 전송하는 장치이다.

**GPS(Global Positioning System)**

열차의 위치 및 속도를 검출하는 보조 시스템의 방법으로 GPS 장치를 이용하여, TD 및 TSPD의 이중화를 시킨다. 지상의 설비로부터 차상의 GPS 장치를 통하여 열차의 절대 위치를 검지하고 이 위치를 통하여 속도를 검출한다.

**자동 승강장 제어 장치(ATO Station Control)**

자동 승강장 제어 장치는, 상기의 전자 연동 장치와 연계하여 승강장 내의 열차 제어 및 Screen Door 제어 설비와의 인터페이스에 관한 기능을 수행하는 장비이다.

**지상 TWC 장치**

지상 TWC 장치는, 차량으로 운행에 필요한 정보를 송신하며 지상에서 필요한 열차의 정보를 수신하는 장치로서, 차상-지상간의 양방향 통신 시스템 중 지상 시스템 부분을 이야기 한다.



### 3.2.3.3 차상 설비

#### ATP (Automatic Train Protection)

열차가 운행 될 운전 MODE 를 선택하고 열차속도 검지장치로부터 입력 되는 속도 CODE 를 해석하여 전동차의 최대 속도를 제한 하게 된다. 이 최대 속도와 SPPED PICK UP 회로로부터 입력되는 현재의 운행 속도를 비교하여 과속 검지 및 과속 시 전동차와 승객을 보호하는 기능을 수행 한다. 이외에 출입문의 열림과 닫힘을 제어 하는 TCMS 로 출입문의 제어권을 허락하는 제어 신호를 발생 한다. 기타 기능으로 회차 기능을 수행할 수 있도록 한다.

#### ATO (Automatic Train Operation)

ATO 장치는 RAIL 에 설치되어 있는 PSM MARK 로부터 발생되는 전파를 안테나로 받아 각 PSM MARK 로부터 입력된 서로 다를 주파수를 분석하여 전동차가 정위치 정차를 수행 할 수 있도록 거리 보정 기능을 수행 한다. 이 기능으로 ATO 감시하에 무인운전을 구현한다.

#### TWC (Train to Wayside Communication)

차상-지상간 양방향 통신 시스템은, 차상과 지상간의 각종 운행 및 상태 정보, non-vital 제어 정보를 경로로서의 기능을 수행한다.

#### 열차 위치 검출용 보조 장치

열차 위치 검출용 차상 장치는, 기존의 지상 궤도 회로를 대신하는 열차 검출용 장비로서의 기능을 수행하는 설비이다.

#### 열차 속도/위치 검지 장치(TSPD, Train Speed & Position Detection)

열차 속도/위치 검지장치는, 차상의 전두부와 후두부에 Optical Speed Sensor 를 장착하여 전송되는 속도 검출용 신호를 차상에 전송하는 장치로서, 이렇게 검출된 속도 정보는 ATP 장치의 제한 속도와 비교된다. 그리고 이 Sensor 를 통하여 시작점으로부터의 상대 위치를 검지하게 된다. 기존의 속도 센서를 대체하는 개념으로서 사용되며, ATO 장치의 자동 열차 주행 제어 및 ATP 장치의 과속 방지 및 정지 상태 검출에 대한 속도정보를 제공하는 기능을 수행한다.



### ADU(Aspect Display Unit)

ADU는 Tc 차량 운전실내에 설치되는 장비로서, 기관사에게 열차의 주행 속도, 지상 설비에서 수신된 속도 코드 정보 현시, 무인 및 자동 운전시의 회복 모드의 선택, 출발 전 시험시의 속도 코드 수신 확인에 대한 인지, 기타 ATC/ATO 장치의 운행 관련 정보 현시의 기능을 수행한다.

### ATO 안테나

ATO 안테나는 레일 사이에 설치된 정위치 정차용 지상 마커 코일을 검출하는데 사용된다. 이러한 정위치 정차용 마커는 차량에 탑재된 ATO 시스템에 의해 생성되는 정위치 정차 프로파일을 보정하는데 필요한 기준점으로 사용된다. 차상 마커 및 지상 마커는 모두 수동 마커로써 자체적으로는 전기장을 발생시키지 않는다. 두 코일이 가까이 근접했을 때 상호 작용에 의하여 ATC/ATO 시스템 장치내의 해당 전자 회로가 포설 마커에 해당하는 일정 주파수에서 공진하게 된다.

### BAU(Break Assurance Unit)

BAU는 열차가 최소 감속을 이상의 감속율로 감속되고 있는지를 검증한다. BAU는 방향성이 있으므로, 열차의 진행 방향과 동일한 평면에 설치되어야 한다. ATC 장치 내에는 1개의 BAU가 설치된다.

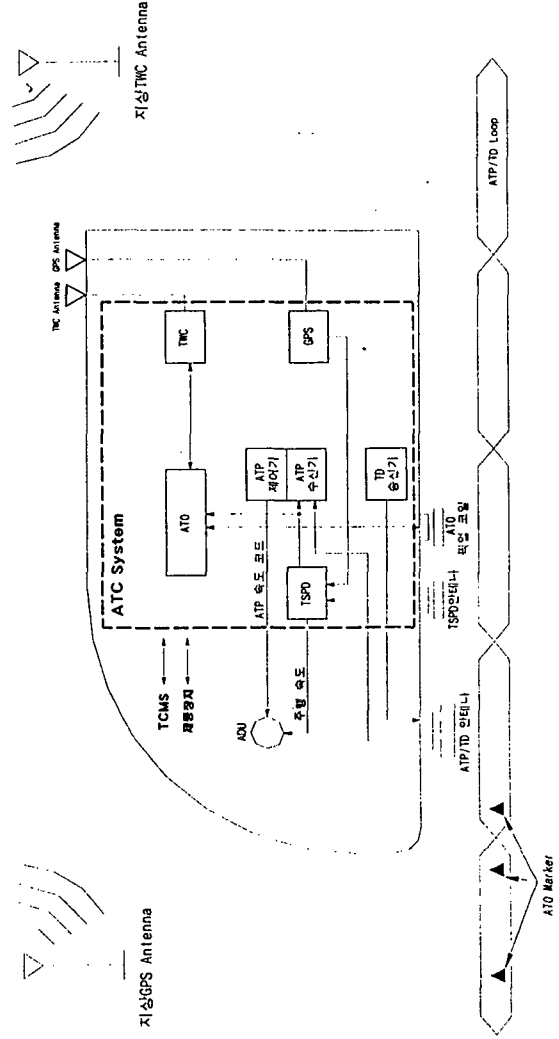
### Mode S/W

1 편성 차량에는 ATC 장치가 2 세트 설치되며, 각각의 ATC/ATO 장치 및 연관 차량 인터페이스 부분은 전차의 운전 모드 입력을 필요로 한다. 운전 모드 선택 스위치는 4개의 고정 위치(무인 운전 모드, 자동 운전 모드, ATC 수동 운전 모드, 비상 운전 모드) 및 1개의 스프링 복귀 위치(기지 운전 모드)를 설정할 수 있다.

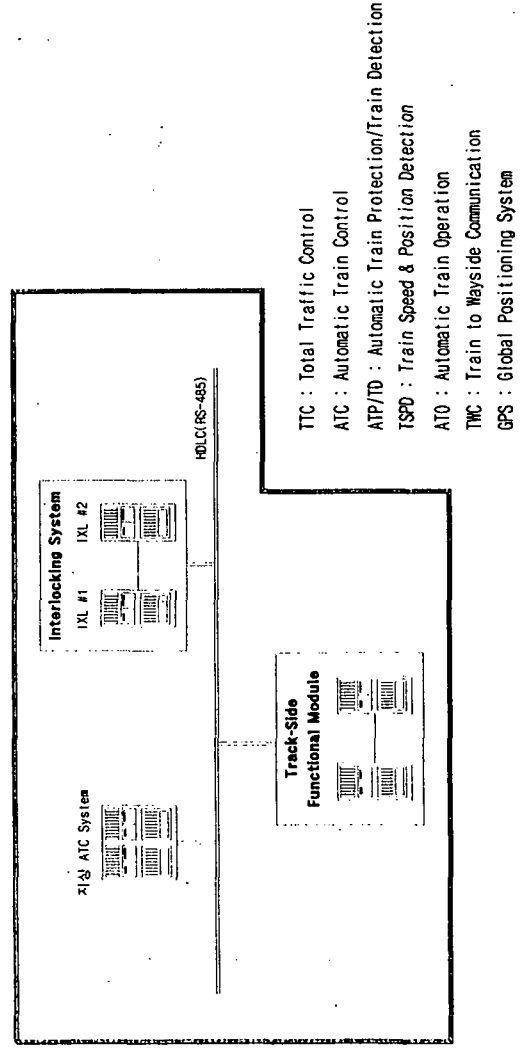
각 위치를 설정함에 따라, 해당 접점이 연결됨으로써 ATC/ATO 장치 또는 연관 차량 인터페이스 장치로 입력이 전달되어 해당 동작을 하게 된다.



# CARBONE

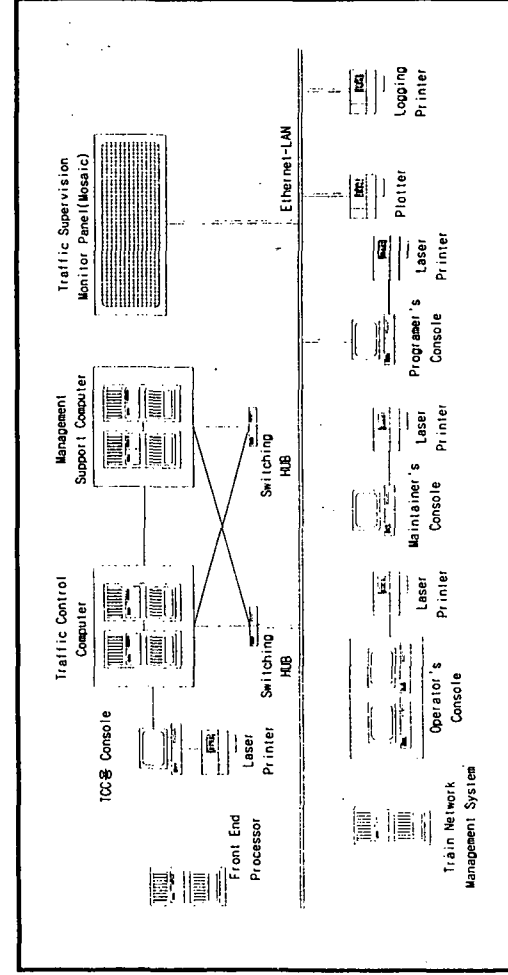


# WAY-SIDE



- TTC : Total Traffic Control
- ATC : Automatic Train Control
- ATP/TD : Automatic Train Protection/Train Detection
- TSPO : Train Speed & Position Detection
- ATO : Automatic Train Operation
- TWC : Train to Wayside Communication
- GPS : Global Positioning System

# TTC



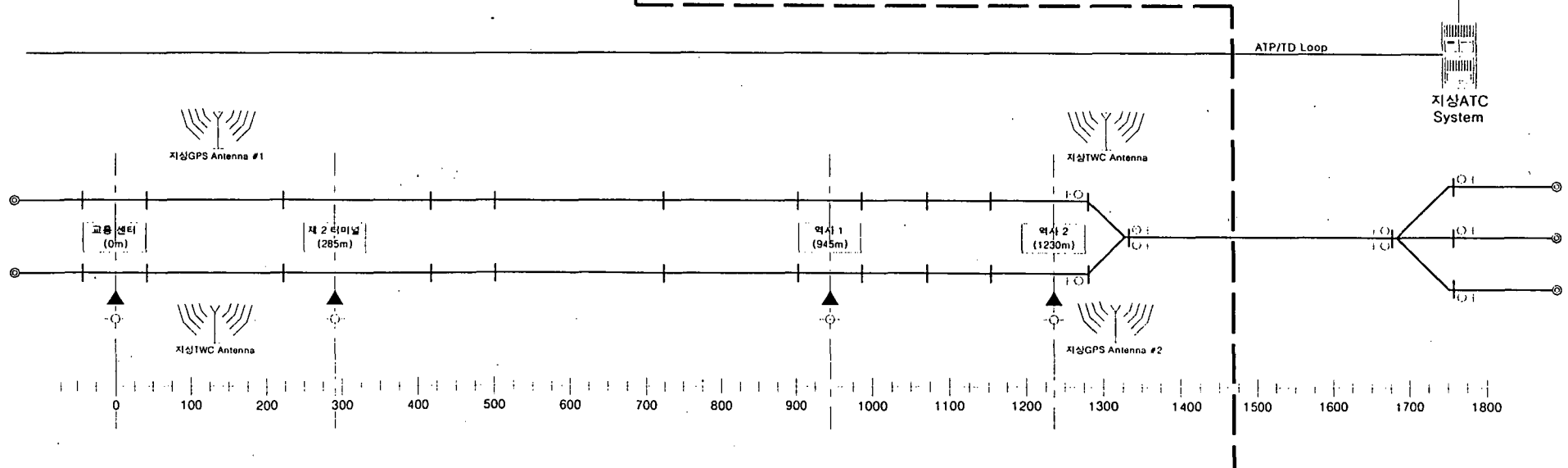
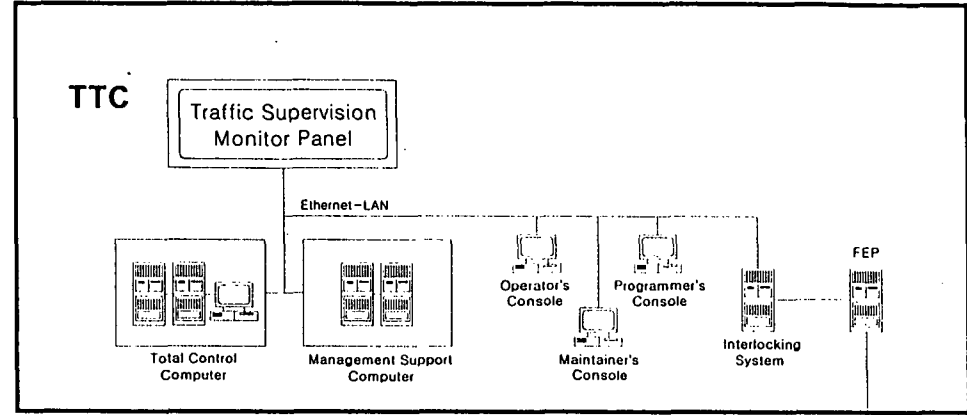
신호시스템 구성도



# DEPOT

LABEL	DESCRIPTION
+	ATP Circuit Boundary
⊙	End Of Track
⊖	정위치 정차점
○	신호기
▲	ATO 승강장 부프코일

TTC	Total Traffic Control
ATC	Automatic Train Control
ATP	Automatic Train Protection
TWC	Train to Wayside Communication
GPS	Global Positioning System



신호 계획



### 3.2.4 통신시스템

PMS 노선에 적합하고 높은 신뢰도를 가진 통신설비를 시설하며, 향후 설치될 통신 설비 간 호환성 및 연계성을 고려하고 효율적인 운영관리와 향후 증설 등을 감안하여 첨부와 같이 설비를 구성한다.(구성도 참조)

#### 3.2.4.1 네트워크 설비

중앙제어실내의 통신 및 신호 시스템들을 관리할 수 있는 네트워크 관리 시스템으로써 주기능은 네트워크 장애를 신속히 탐지하고 네트워크의 Traffic량을 측정함으로써 병목지점을 조기에 파악하여 운용자가 상황에 대처 할 수 있도록 한다.

#### 3.2.4.2 운영관리를 위한 설비

구내 자동교환설비, 일반전화 및 공중전화, FAX 동보장치등 영종도 신공항 PMS 노선의 전체시스템 운영을 하는 운영 관리자의 업무 및 일반 업무와 승객들을 위한 편의를 제공하는 설비이다.

#### 3.2.4.3 운영관리를 위한 설비

중앙 제어실 직통전화설비, 열차무선설비, 화상전송설비 등 긴급 또는 비상시 열차 운전 관련한 운전지령 및 종합제어실과 열차승무원 또는 승객과의 통화, 역사/감시 구역 등의 감시가 가능하도록 설치되는 설비이다.

#### 3.2.4.4 여객서비스를 위한 설비

안내방송설비, 안내 게시기 설비, 전기시계 설비 등 역사 내 승객에게 여객 정보를 제공하고 시설물의 안전한 이용을 위한 승하차 안내 및 승객 유도를 위하여 설치되는 설비이다.



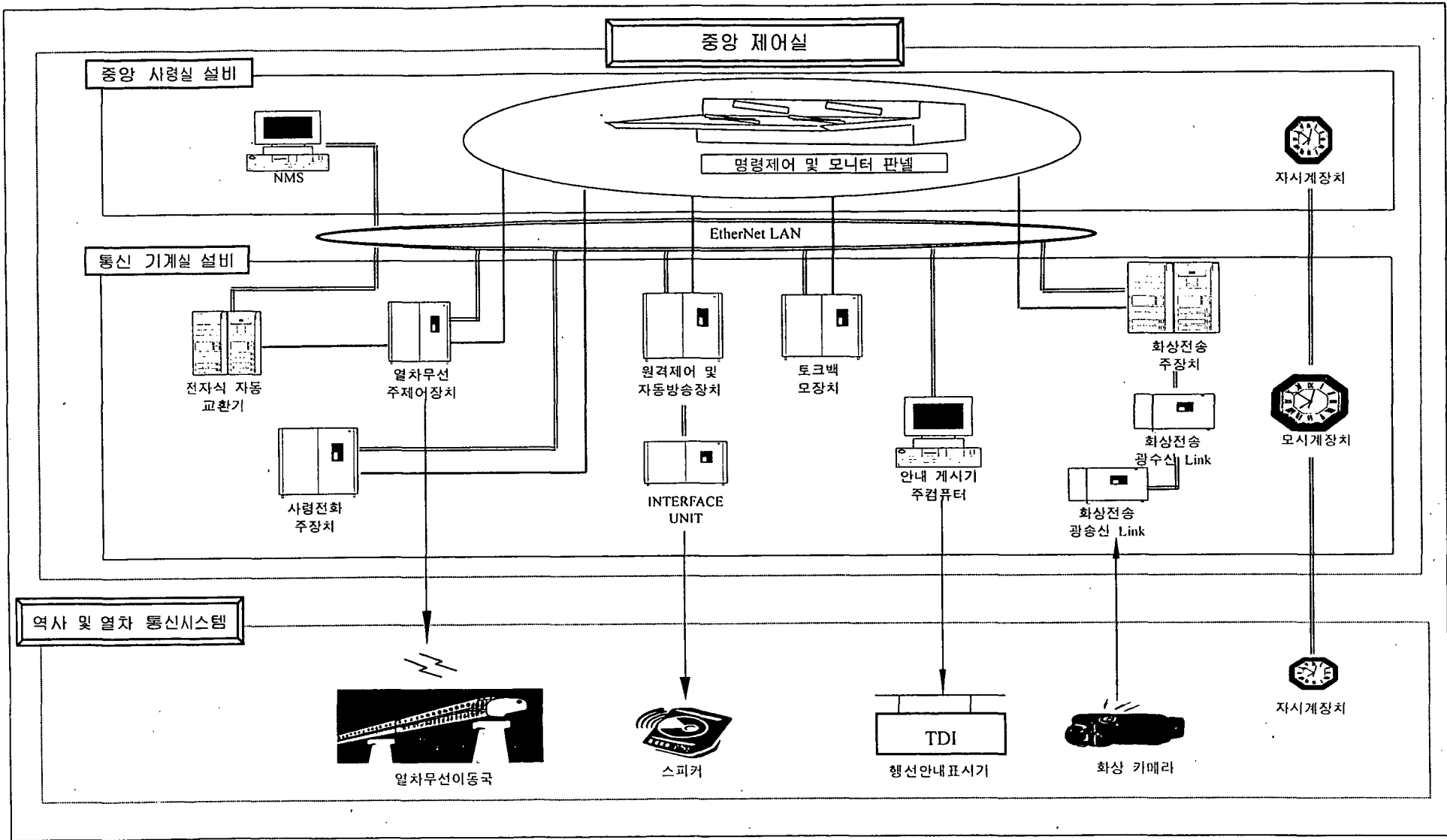
#### 3.2.4.5 설비보전을 위한 설비

TALK BACK, 설비보전 용 무선설비 등 본선 및 기지 내 각종설비의 유지관리를 위해 필요한 설비로 현장작업자와 유관부서와의 통신이 가능하도록 설치되는 설비이다.

#### 3.2.4.6 통신설비용 전원설비

통신설비의 안전한 운용을 위하여 무정전 전원장치(UPS)를 설치한다.





통신시스템 구성도



### 3.2.5 중앙 제어실

중앙 제어실은 열차의 운영을 제어하고 감시(Monitoring)하는 시스템으로, 시스템 자체의 신뢰성이 무엇보다 중요하다.

#### 3.2.5.1 주요 제어 장치

##### 종합 운행 제어장치(TTC)

종합 운행 제어장치(Total Traffic Control)는 열차 운영을 종합적으로 감시, 제어한다.

##### 전력 제어장치(SCADA)

전력 제어장치(Supervision Control And Data Acquisition)는 전력을 감시하고 제어한다.

#### 3.2.5.2 주요 운영

- Traffic supervision : 본선 전 구간과 기지 입구까지의 선로상황을 운영
- Power supervision : 전력 계통에 대한 상황을 운영
- Control room manager : 중앙제어실과 역사요원, 기지 요원들 간의 중재 역할 수행
- Depot supervision : 기지 구간에 대한 열차상황을 감시
- 시각표 작성 및 수정, 통계업무, 기타업무
- 운영자는 Workstation을 통하여 모든 상황을 실시간으로 감시 할 수 있으며 열차의 운용, 유지, 보수 등의 지령을 즉시 통지 할 수 있다.
- 컴퓨터의 수량과 중앙 제어실 설비를 최소화 하기 위하여 몇 가지 기능을 한 대의 Workstation에서 수행할 수 있도록 모든 자료는 LAN을 통해 공유할 수 있도록 구성한다.



### 3.2.5.3 종합 운행 제어장치 (TTC)

종합 운행제어 장치는 본선에서의 각 열차의 위치, 정해진 운행 시각표에 따른 열차 운행제어 및 조정 등을 수행한다.

각 Workstation에는 현재의 열차상황이 열차시각표와 함께 나타나며 비 정상상황 발생시 즉각 조치를 수행할 수 있도록 각 Supervision을 구성한다.

열차 운행상황에 대한 연속적 감시를 위하여 Traffic Supervision Monitor Panel을 설치하고 각 Workstation에서 감시, 제어 토록 구성한다.

본선에서의 자기부상열차의 운행은 중앙제어실의 Traffic Supervision의 조작 없이 무인운전으로 정해진 시각표에 따라 운행되며, 열차번호, 열차상태 등의 차량 data를 계속 중앙 제어실로 전송한다.

### 3.2.5.4 전력제어 감시장치 (SCADA System)

전력제어 장치는 전력공급원의 상태를 연속적으로 감시, 제어하며, 전력공급원의 고장이나 이상 시에는 즉시 감지되고, 조치되어야 한다. 중앙 제어실의 Power Supervision는 기지 전기실, 역 전기실을 제어한다. SCADA System은 전선로의 전력장치에 대한 전체적 관점에서의 제어를 담당한다.



### 3.2.6 역사설비

#### 3.2.6.1 역사 설비의 종류

- 스크린 도어
- 냉난방 설비
- 전기 설비 (부록 3 장 참조)
- 통신 설비 (부록 5 장 참조)
- 소화 설비 : 승강장에 소화기 비치
- 승강 설비
- 위생 설비 : 청소용 수전 1 개소를 승강장마다 설치
- 자동 제어 설비 : 공조/ 승강/ 가스 설비의 감시와 제어 수행

#### 3.2.6.2 스크린 도어

##### ◆ 기능

- 선로와 승객을 격리시켜 승객의 안전 확보
- 열차 출입문과 연동

##### ◆ 각 구성품의 기능

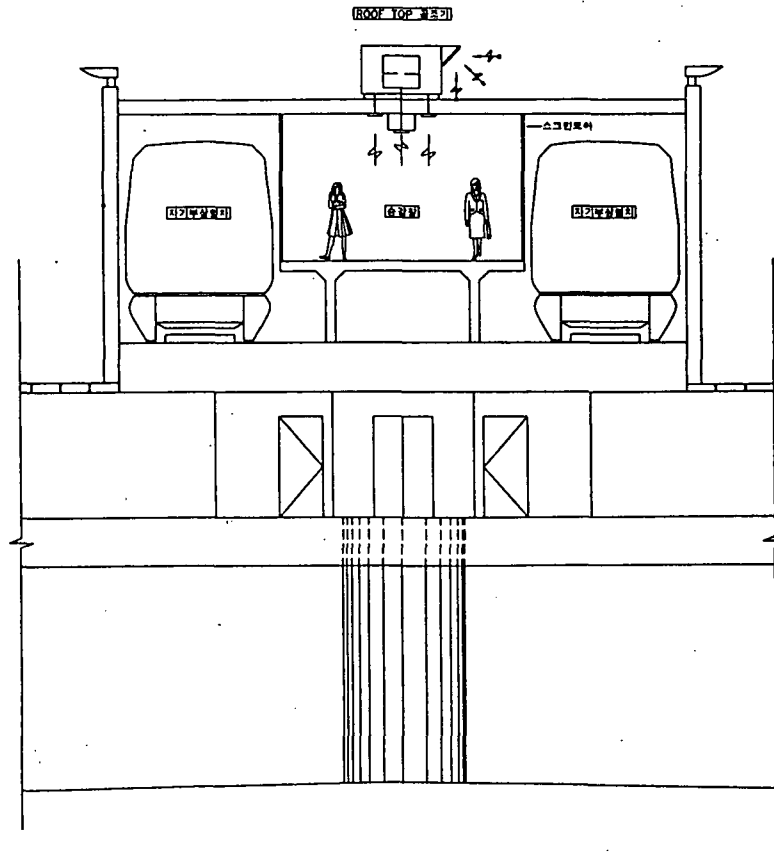
- 플랫폼 스크린 도어 : 선로와 승객을 격리
- 도어 엔진 : 스크린 도어의 개폐 동작을 수행
- 안전 센서 : 승객 및 휴대품의 접촉을 감지
- 역사 sub-system : 각 플랫폼의 도어의 개폐를 제어
- 조작반 : 수동 개폐 및 동작 상태 확인

#### 3.2.6.3 냉난방 설비

- 에너지원 : 전력 (냉방) 및 도시가스 (난방)
- 냉방기 방식 : 왕복동식 콘덴싱 유니트
- 공조기 용량 : 8,000 CMH

#### 3.2.6.4 승강기 주요 제원

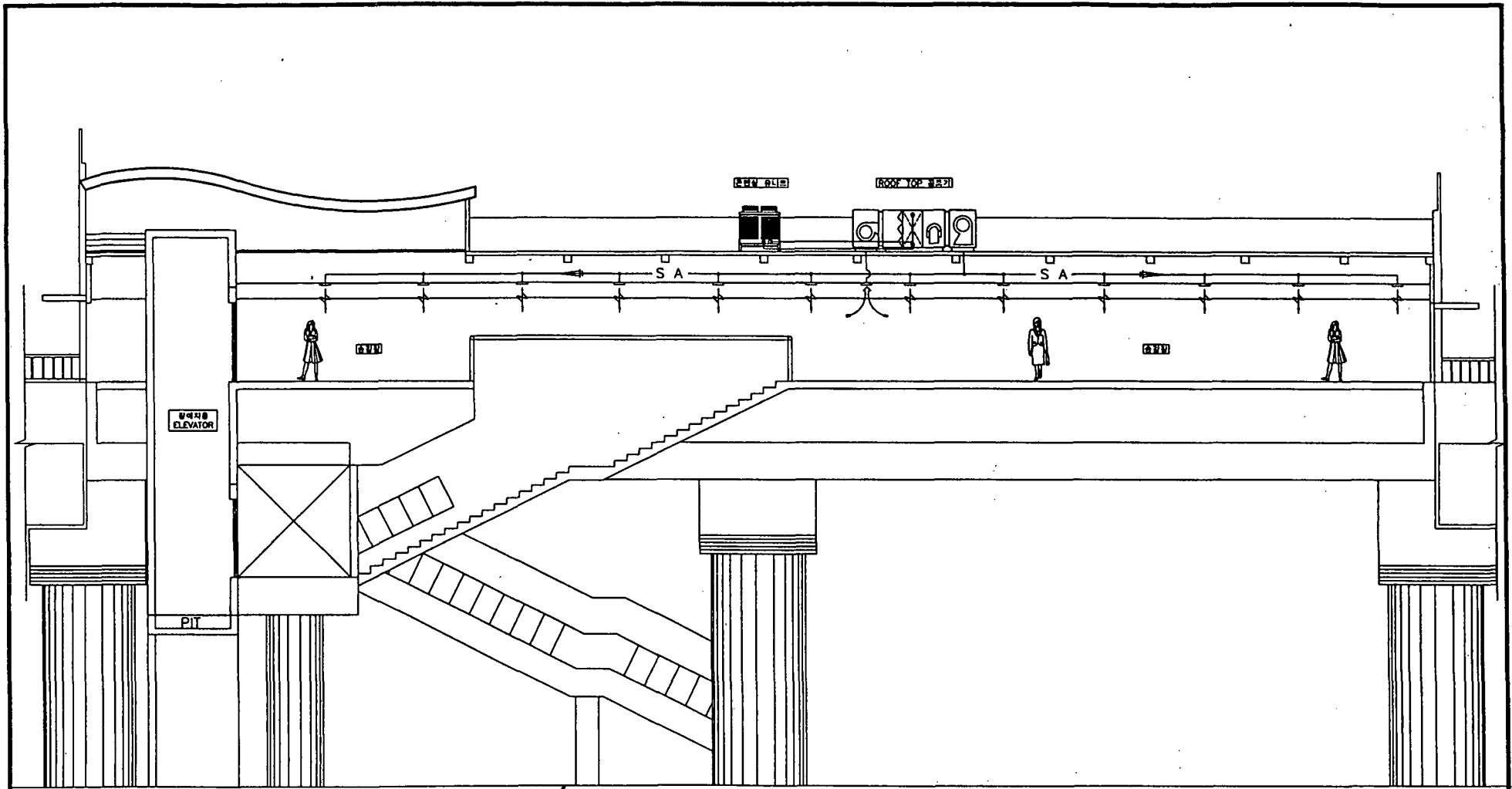
- 정원 : 15 인
- 적재 중량 : 1,000 kg
- 속도 : 30 m / min
- 전원 : 3 상 380 V, 60 Hz



승강장 승강기부근 계층도 - 2

44 : NONE

영월도 신영향내 자기부상열차 계획	해평	도면명	승강장 승강기부근 계층도 -2	S : NONE	도면번호	04
--------------------	----	-----	------------------	----------	------	----



상강장 원조차로 계통도 - 1

44 : NONE

영양도 신영양대 자기부상열차 계획	예	도면명	상강장 원조차로 계통도 - 1	S : NONE	도면번호	44 - 03
--------------------	---	-----	------------------	----------	------	---------



### 3.2.7 차량기지 설비

#### 3.2.7.1 차량 기지 설비의 종류

- 냉난방 설비
- 환기 설비
- 검수 설비
- 위생 설비
- 소화 설비
- 자동 제어 설비
- 기타 설비 : 급수전, 공기관, 윤활유 주유 설비 등

#### 3.2.7.2 냉난방 설비

- 에너지원 : 도시가스 및 경유
- 냉방기 방식 : 냉온수기식
- 각실별 냉난방 방식
  - 사무실 및 일반 실내 : 냉온수기 및 FCU
  - 중앙제어실 : 향온 향습기
  - 검수고 : 가스 히터 (복사식)



### 3.2.7.3 · 환기 설비

- 기계실 : 1종 환기 (자연 급기, 기계 배기)
- 검수고 / 사무실 : 자연 환기
- 샤워실 /화장실 : 3종 환기 (자연 급기, 기계 배기)

### 3.2.7.4 검수설비

차량기지 내에 차량의 유치, 검사 및 청소작업 등을 위한 검수설비 계획을 수립하여 차량의 효율적 운영을 도모하고자 한다.

궤도차량은 선로, 차량, 전기 등의 많은 설비를 사용하여 승객, 화물 등을 안전하고 정확하게 수송하는 업무로서, 안정된 수송을 확보하기 위해서는 이들 설비들이 항상 정상적으로 기능을 유지하는 것이 중요하다.

특히, 차량은 수송에 직접 관계되는 설비로서, 고장이 발생하면 즉각 수송에 영향을 미치게 되므로 승객에 대한 서비스 저하를 방지하기 위해서는 차량의 높은 신뢰성이 요구된다.

일반적으로 높은 신뢰성을 효율적으로 유지하기 위해서는, 차량의 사용조건을 고려하여 설계, 제작, 사용의 각 단계에서 가장 유효한 정책을 확립하는 것이 필요하지만, 궤도차량과 같이 장기간에 걸쳐 사용하는 설비에서는 그 기능을 유지하기 위한 예방정책과 관련시설의 확보가 필요하다.

다음은 PMS 노선에서 운행될 차량의 주요 검수시설 규모를 검토하여 차량기지 건설 계획에 반영토록 한다.

- 차량 기지는 차량의 유치, 정비, 검사 및 수선을 행하는 장소로서, 일정 기간마다 열차의 검수업무를 수행할 수 있는 각종 시설을 계획한다.
- 기지는 차량운행을 제어할 수 있는 설비와, 전력을 공급하는 수변전설비를 원격 감시 제어할 수 있도록 관련 시설을 갖춘다.
- 차량 기지는 열차를 운행하는 승무원 및 운영요원의 거점으로써, 필요시설을 계획한다.





- 차량 유지보수 시설은 주요부품의 기능 및 상태 점검 등을 주로하는 경정비 시설과 주요부분의 분해 검사 및 수선을 주로하는 중정비 시설로 구분하여 계획한다.
- 검수선 : 운영을 마친 차량을 편성한 상태로 주요부분의 기능 및 상태 점검 등을 수행할 수 있도록 차량지붕 점검대, 작업대 등의 관련시설을 갖춘다.
- 세척선 : 운영을 마친 차량을 편성한 상태로 차체 내·외부를 세척, 청소할 수 있도록 관련시설을 갖춘다.
- 정비선 : 차량의 대차와 차체를 완전히 분해하고 조립할 수 있도록 천정크레인, 상하부품 착탈기, 작업대 등의 관련시설을 계획한다.
- 부상시험 : 1개월 검사 이상의 정기검사, 임시검사 및 고장수리 등을 완료한 후 구내에서 부상 시험을 실시할 수 있도록 관련시설을 갖춘다.
- 단품공장 : 차량의 주요 단품을 해체하여 상태 및 기능시험 등을 수행할 수 있는 설비를 갖춘다.
- 자동검사장치 : 전용 컴퓨터시스템에 의해 열차의 검사를 자동화, 정밀화 및 성력화 하며, 검사내용의 변경 및 차량 탑재기기의 사양이 변경할 경우에 대비하여 패턴/모듈화 하여 쉽게 추가 및 변경할 수 있도록 한다.
- 구성 : 컴퓨터 및 주변기기, ATC 시험장치 등 검사 실행장치, ATC 단말기 등

### 3.2.7.5 위생 설비

- 급수 방식 : 기계실내의 저수조로부터 펌프를 사용하여 상향 공급
- 급탕 방식 : 온수 보일러 및 스테인레스 저장조 설치
- 오배수 처리 설비 : 단독 정화조 설치

### 3.2.7.6 소화 설비

- 소화기 : 차량기지 전층에 설치
- 옥내 소화전 : 검수고내 설치

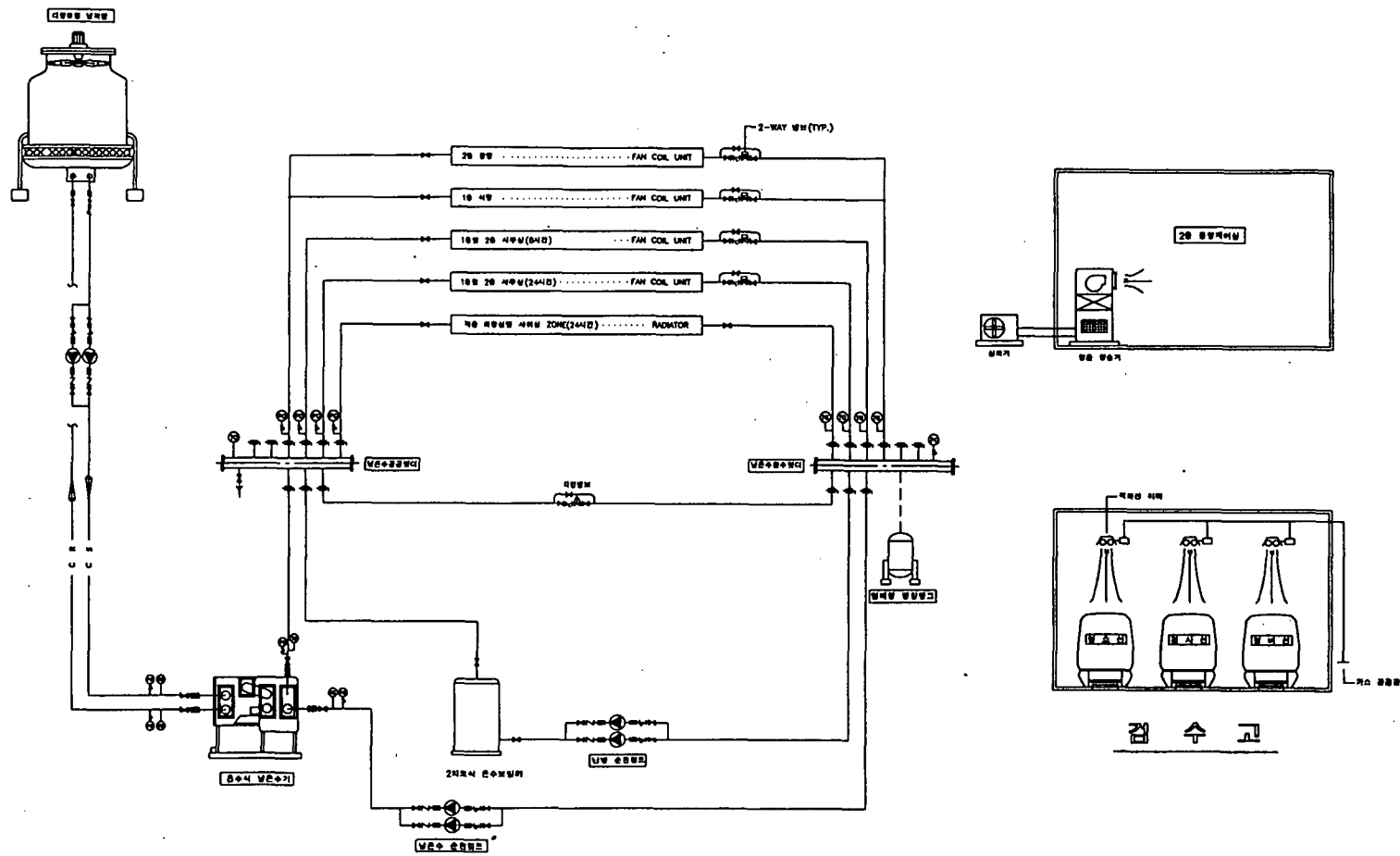


### 3.2.7.7 자동 제어 설비

- 기능 : 열원 / 환기 / 위생 / 가스 설비에 대한 감시와 제어 기능 수행

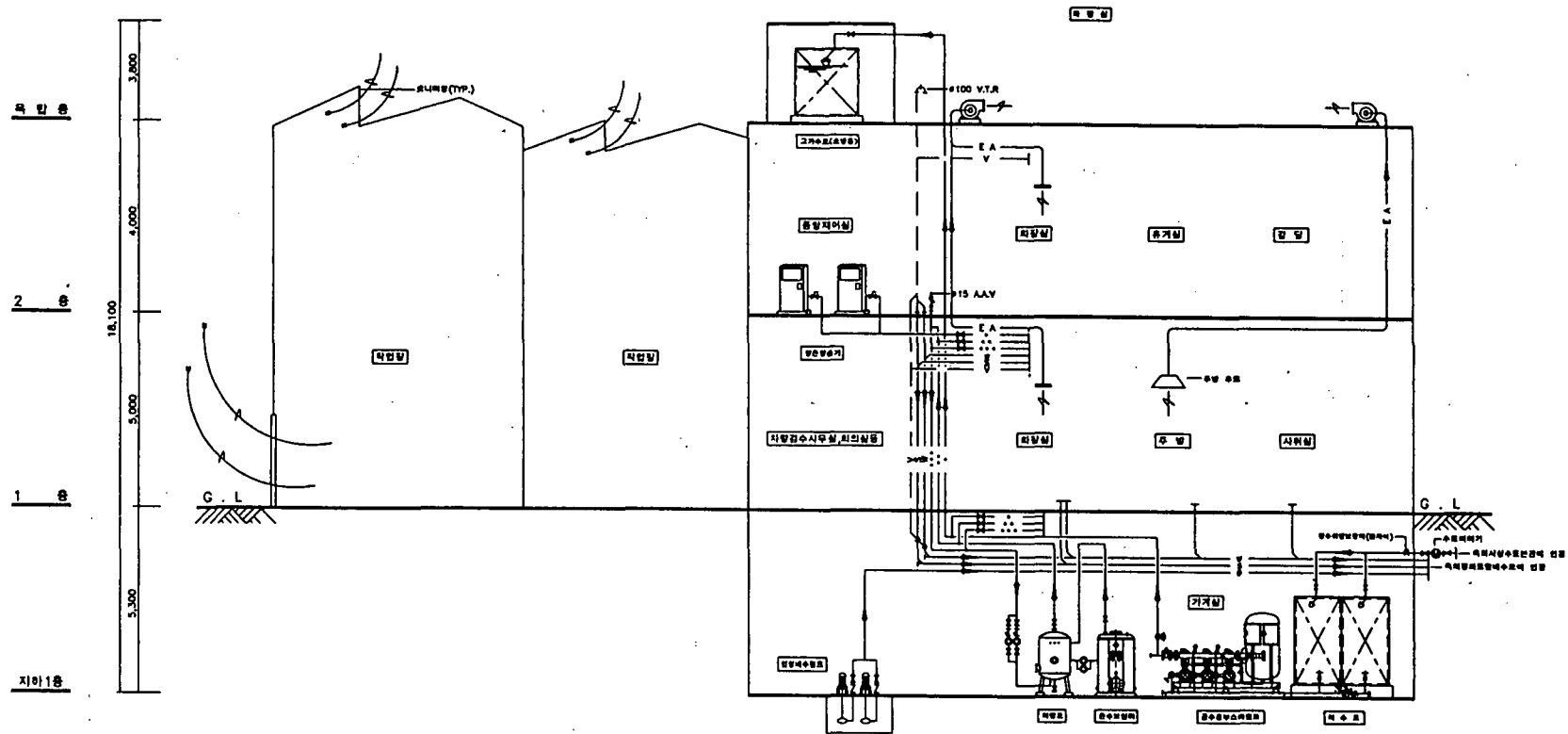
### 3.2.7.8 TAB (Testing, Adjusting, Balancing) 업무 수행

- 목적 : 기계 설비 구성 요소간의 조정과 균형 유지
- 작업 내용 : 장비의 성능, 에너지 소비, 각종 환경 요소의 측정
- 효과 : 에너지의 절약과 쾌적한 환경 조성



차량기지공조배관흐름도

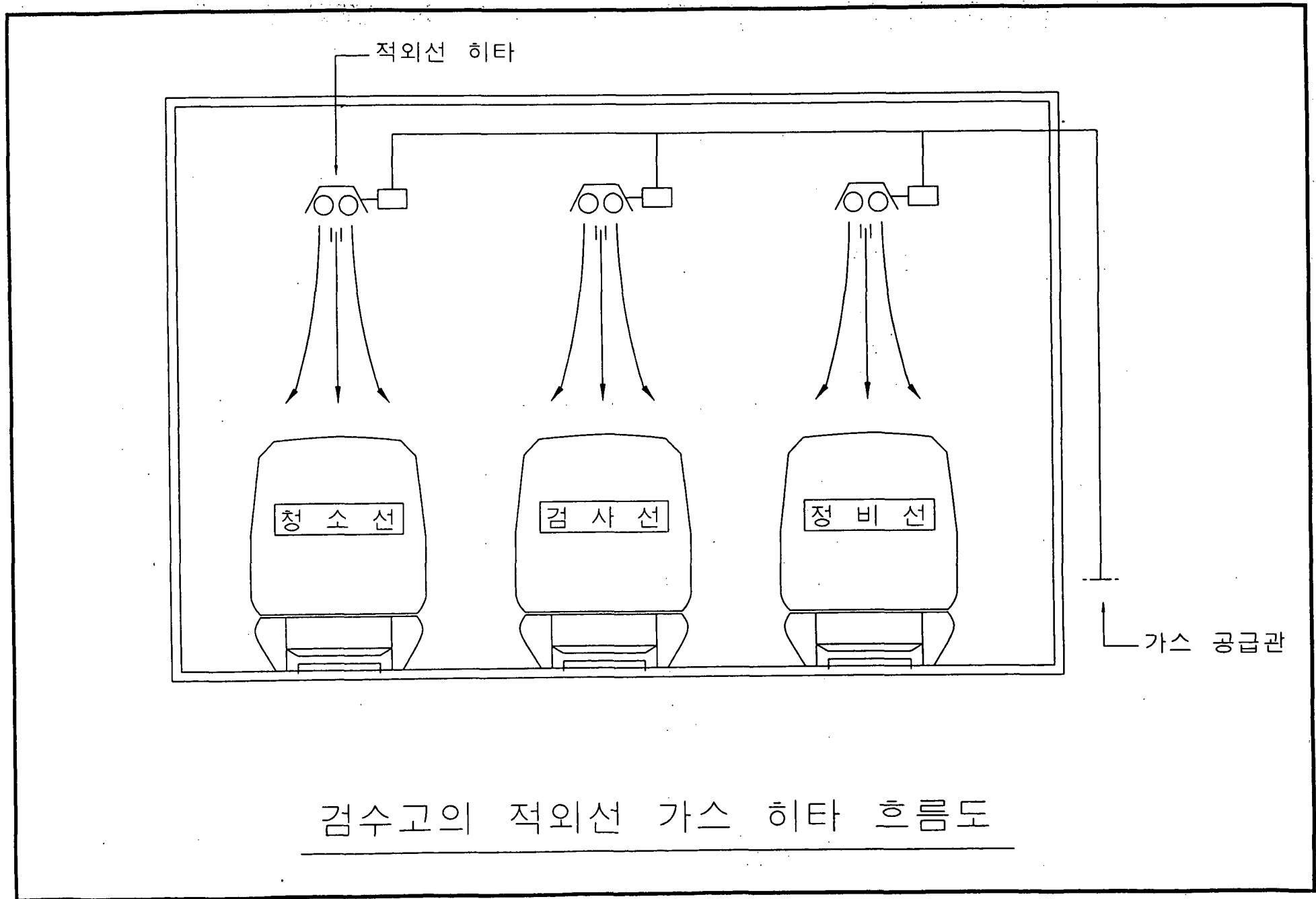
속도 : NONE



차량기지위생배관계통도

44 : NONE

영종도 신공항내 자기부상열차 계획	종별	도면명	차량기지 위생배관 계통도	S : NONE	도면번호	Ⅱ - 02
--------------------	----	-----	---------------	----------	------	--------



검수고의 적외선 가스 히타 흐름도



## 4. 제작 및 시공계획

### 4.1 제작 계획

#### 4.1.1 제작 기본개요

자기부상열차는 경량의 알루미늄 차체와 IGBT 전력소자 및 컴퓨터 제어장치를 사용한 첨단 차량으로서 표준화 및 금형화 등의 혁신적인 설계개념을 도입하여 완성된 도면에 의거 현대정공(주)이 제작하고 각 시스템은 철도 시스템 분야에 경험이 풍부한 전문업체에서 제작한다.

차량 및 시스템 제작 계획은 다음의 내용을 기초로 한다.

- 1) 차량 및 시스템 제작업체는 계획된 납기내에 우수한 성능의 설비를 제작, 납품할 수 있도록 체계적이고 종합적인 제작 공정계획을 작성 관리한다.
- 2) 완성된 제품은 철저하고 완벽한 시험 및 자체 검사를 실시한 후, 여러 기관의 입회하에 검사 및 운전을 시행하여 완벽한 상태로 납품한다.
- 3) 이와 같은 목표의 실현을 위하여 제작업체는 설계에서 시험에 이르는 전체 공정상에 있어서 제작과정을 철저하게 관리/감독을 자체적으로 실시함으로써 최고품질의 성능을 갖도록 계획한다.



4.1.2 시스템별 제작계획

구 분	제작항목	제작사	비 고
차 량	·차체/대차 ·실내설비 ·전장/기장 ·제동	현대정공(주)	
전력설비	·수전 / 변전설비 ·전력 감시 ·제어설비	전문업체	
차상/지상신호설비	·차상 ATC 및 TSPD 장치 ·지상장치(선로변설비) ·지상장치(제어시스템)	전문업체	
중앙 제어실 설 비	·Traffic control computer ·Console System ·Network Management System ·Traffic Supervision Monitor ·열차무선 중앙제어장치 ·SCADA	전문업체	
차상/지상통신설비	·열차무선설비(기지국, 이동국) ·화상전송설비/안내표시기 ·자동교환설비, 방송설비 ·전기시계/토크백설비	전문업체	
궤 도	·궤도 토목건축물 ·부상레일 ·Reaction Plate ·집전레일 ·분기기	전문업체	
건축/토목	·노반/노선 ·정차장/차량기지 ·중앙제어실 ·정차장/차량기지 ·중앙제어실	전문업체	
승강장 자동 출입문	·출입문 패널 ·기계장치 ·전기장치	전문업체	



## 4.2 시공 계획

### 4.2.1 인력 및 장비 투입계획

#### 1) 기술인력 투입계획

- 본 사업관련 기술인력은 분야별 기술 등급으로 구분하였으며, 협력회사의 보유기술인력을 활용하여 투입 예정임.
- 고가교 공사 및 유사 공종의 시공 유경험자와 도시철도 건설 및 철도건설에 경험있는 기술인력을 투입할 계획임.
- 본 사업은 토목, 궤도, 건축 및 시스템(전기, 기계, 신호, 통신 등)의 많은 기술분야와 공종으로 나누어지고 상호 연관된 복합 공종의 건설공사로 공정 및 공종에 따라 기술인력을 투입할 계획임.

#### 2) 장비투입 계획

- 본 사업에 투입되는 설비 및 장비는 시공사의 보유장비를 최대한 활용하며, 특수장비 및 설비는 임대하는 것으로 함.
- 본 사업에 투입되는 주요장비를 공정 및 공종에 따라 반입할 계획임.

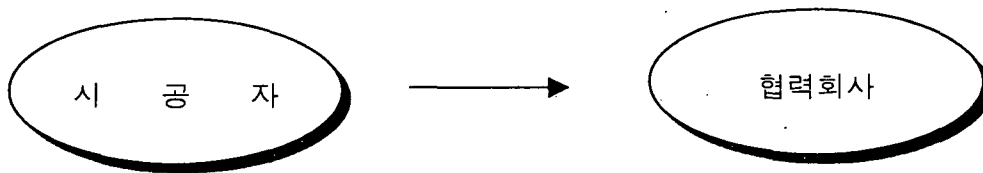




#### 4.2.2 시공자 선정 및 공구분할 계획

##### 1) 시공자 선정

- (1) 토목·건축분야는 충분한 기술력과 유사 공종의 경험이 많은 해당 전문 건설업체 (협력회사) 를 활용 시공할 계획임.
- (2) 향후 공사수행 과정에서 협력회사 선정에 있어 전문건설업체의 정예화된 기술인력이 투입될 수 있도록 전문건설업체 선정기준을 강화할 계획임.



·책임 및 건설시공

·각사별 축척기술 적용

·기술공유 및 선진화

· PQ 및 시공계획서

· 접수 검토 평가

· 유사공종 실적업체

##### 2) 공구분할 계획

- 건설구간이 1.8 km 인 관계로 단일 공구로 계획
- 여러 공구로 분할 공사하는 것으로 계획 변경시에는 각 공구가 유사한 공사 물량을 갖도록 배분하고 노반 및 설비공사 공기를 감안하여 공구 분할



## 4.3 건설시공 보장계획

### 4.3.1 건설시공을 위한 관리 계획

#### 4.3.1.1 건설시공을 위한 사전대비책

- 설계와 관련하여 건설기술관리법, 전력기술관리법, 정보통신공사업법에 의하여 해당면허를 가진 감리전문 회사의 설계감리를 받도록 하며, 또한 공사시 시공사로 하여금 인천국제공항 공사가 지정하는 감리전문 회사의 감리를 받도록 하여 부 실시공의 여지를 사전에 방지하도록 함.
- 사업시행자는 시공자로 하여금 ISO9001, ISO14001의 제규정에 의거하여 품질보증 계획 수립 및 준수가 철저히 이행되도록 관리, 감독.
- 건설기술관리법의 제규정에 따라 시공 중 철저한 안전진단을 대내외 기관을 통해 실시하여 무재해 상태로 본 사업 시설물이 건설되도록 함.

#### 4.3.1.2 공사관리 계획

- 감리자에 의한 공사관리
- 시공자의 공정계획 수립 및 정기적인 공정보고
- 정기적인 공정회의 개최
- 품질관리팀의 정기적인 현장점검
- 공정지연시 종합적인 만회대책 수립 및 시행



#### 4.3.1.3 시공계약시의 요구조건

- 건설사업 이행보증
- 권리 및 의무양도 금지
- 정기적인 공정보고
- 기술인력을 유경험자로 투입
- 사용자재의 사전승인
- 철저한 품질관리
- 안전 및 환경관리
- 하자보수 이행보증

#### 4.3.2 사업이행 보증계획

##### 4.3.2.1 이행보증 보험 가입계획

PMS 사업은 인천국제공항 기초시설의 일환으로 건설되는 대규모 사업으로서 본 사업의 원만한 이행을 담보하기 위하여 사업이행 보증보험에 가입할 계획임.



4.3.2.2 이행보증 보험 가입 내용

보 험 종 목	이행 (계약) 보증보험
보 험 계 약 자	
피 보 험 자	
보 험 가 입 금 액	사업비중 제세공과금 및 부대비중 보험료를 제외한 금액의 10% 이상에 해당되는 보증금
보 상 하 는 손 해	사업시행자로 지정받은 보험계약자가 협약서상의 의무를 이행하지 아니함으로써 피보험자가 몰수 또는 귀속시켜야 할 보증금을 대신 지급
보 험 기 간	착공일 ~ 준공일 + 60일
보 증 내 용	PMS 사업 이행보증

4.3.3 보험가입계획

PMS 사업의 성공적인 사업 추진과 건설시공을 보장하기 위하여 공사와 관련된 위험을 유형별 및 단계별로 파악하여 예기치 못한 사고 및 상황에 적극 대처하기 위해 담보력 및 공신력이 큰 보험사를 선정하여 경제적인 보험비용으로 담보할 수 있는 보험가입을 계획하고 있음.

4.3.3.1 보험가입의 목적

- PMS 사업의 성공적 추진
- 건설공사 수행중 발생가능한 제반위험에 효율적으로 대처
- 사고 발생시 재정적 부담 극소화/공사복구에 신속하고 능동적으로 대처
- 공사목적물의 안전유지 및 관리



4.3.3.2 가입할 보험

1) 공사중 가입대상 보험

(1) 건설공사보험 (CAR : Contractors' All Risks Insurance)

PMS 사업과 관련하여 공사기간중 공사장 안에 있는 공사물건(본공사 목적물, 가설공사)에 우연한 사고로 인하여 발생한 손해를 보상하여 주는 전 위험담보 보험(All Risks Insurance)으로 피보험자(공사발주자, 시공자, 기타 공사관계자)의 선택에 따라 공사중 제3자의 신체나 재산에 손해를 입힘으로써 부담하여야 할 법률상의 배상책임이나 공사용기계·장비 및 주위재산, 잔존물 제거비용 등을 추가하여 부보할 수 있는 보험임.

구 분	내 용	비 고
보 험 대 상 물	① 재물손해 공사물건(본공사 목적물, 가설공사), 현장사무소 및 공사용자재, 잔존물제거비용 담보 및 특별약관 첨부로 보험담보범위 확대 ② 제 3자 배상책임 ① 에서 부보된 목적물의 공사와 관련하여 제 3자의 신체나 재산에 손해를 입힘으로써 계약자가 부담하여야 할 법률상 배상책임 담보	전위험 담보
담 보 지 역	PMS 건설구간(치량기지 포함)	
부 보 기 간	총공사기간	
예 정 부 보 금액 또는 보상한도액	① 총공사 예정금액 ② 5억원/사고	100%가입으로 비례보상 배제
보 험 요 율	① + ② : 0.763% 수준	



(2) 사용자 배상책임보험 (Employers Liability Insurance)

PMS 사업과 관련하여 근로자에게 업무수행중 사고로 인하여 발생한 손실로 법정재해보상을 초과하여 피보험자가 추가로 부담하게 되는 법률상의 배상책임손해를 담보하는 보험

구 분	내 용	비 고
보험대상물	손해배상금 (요양보상, 휴업보상, 장해보상, 유족보상, 장례비보상) 소송비용, 협력비용	산재보험 초과보상
부보 기간	전체 공사기간	
예정부보금액	공사기간동안 투입되는 근로자의 총임금(공사비의 30%)	
보험 요율	0.971% 수준 : 보상한도액 [1억원/인, 2억원/사고]기준	

(3) 전문인 보상보험 (Professional Indemnity Insurance)

피보험자인 전문직업인(설계 및 감리업자 등)이 전문인으로서의 행위 및 의무를 수행하는 도중 그러한 전문적 행위의 과실, 태만 및 소홀로 인한 직접적인 결과로서 제기될 수 있는 손해배상청구에 대하여 법률적 배상책임 금액과 관련 법률비용을 보상



구 분	내 용	비 고
보험대상물	전문적 행위의 과실, 태만 및 소홀로 인해 제기될 수 있는 손해배상청구	
예정부보금액	설계비 + 감리비	
보험 요율	1.5% 수준	

(4) 중장비 안전보험(Contractor's Plant & Equipment Package Policy)

중장비의 운행, 관리에 따른 우연한 사고로 인한 재물손해 담보

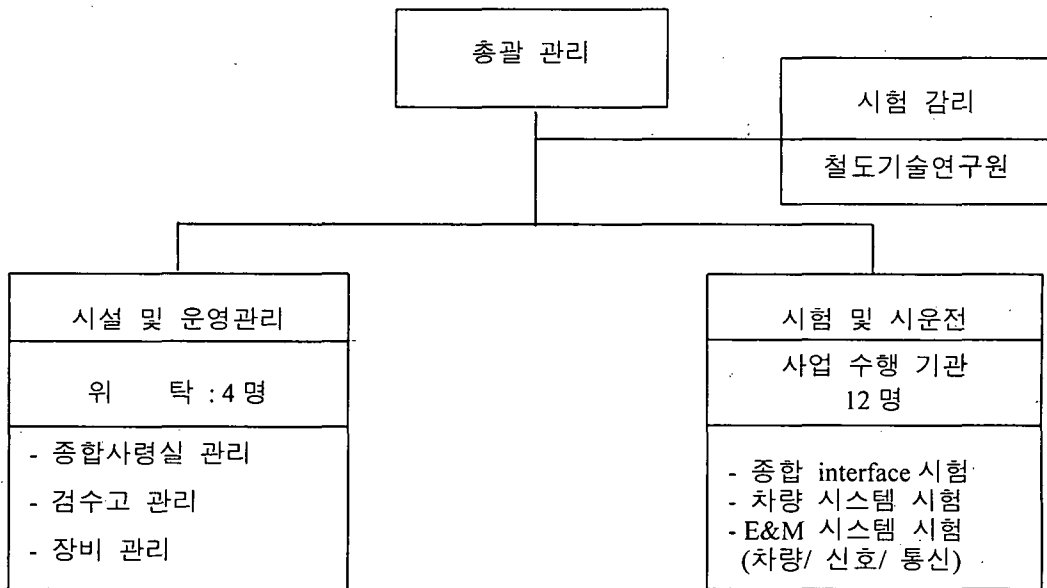
구 분	내 용	비 고
보험 대상물	재물손해담보 부문	
부보 기간	보험계약일로부터 1년	
예정부보금액	50억원	
보험 요율	0.9% 수준	



## 5. 종합시험 및 시운전계획

### 5.1 개요

모든 시스템은 설계, 단품 제작, 단위 시스템 제작, 시스템 구성, 종합 인터페이스 및 시운전 등 단계별 적절하고 필수적인 시험과 검사를 실시하며, 각각의 시험은 설계조건과 부합되도록 한다. 시험, 검사 및 시운전을 성공적으로 수행하기 위해서 아래와 같은 조직을 구성하여 운영한다.



### 5.2 기본 방침

- 시험사양서는 신호, 통신설비를 비롯한 제반설비와 차량에 관한 시험계획과 시험에 따른 업무분장을 포함하며, 성능 및 요구조건을 확인할 수 있도록 종합적이고 체계적인 계획을 작성한다.
- 시험계획서는 제반설비와 차량의 구성품에 대한 성능 및 시스템으로서 상호작용이 확인되고 이해될 수 있도록 작성한다.
- 종합시험 기간에는 주요 장치 공급사의 해당기술자가 현장에 상주하여 시험에 참여토록 한다.





- 기 개발된 기성품의 경우 구성품의 신뢰도를 확인할 수 있는 자료제출로 시험을 갈음한다.
- 시험결과 기능 및 성능이 기준을 만족하지 못할 경우는 수정작업계획서를 작성하여 관련 시스템에 대한 수정작업을 실시한다.

### 5.3 차량시스템

#### 5.3.1 시험의 종류 및 시험항목

차량의 시험은 사양서 규정에 의한 설계 및 제작의 검증과 성능확인을 위하여 최초 제작되는 차량 및 구성품에 대한 형식시험(Type Test)과 전체 차량에 대해 시행하는 전수시험(Routine Test)으로 구분한다.

##### 1) 구성품 시험

###### 형식시험

구성품의 형식시험 항목은 다음과 같다.

구체하중시험	대차하중시험	주요전장품 및 기타시험
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수직하중시험</li> <li>- 수평하중시험</li> <li>- 비틀림하중시험</li> <li>- 고유진동수 시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 대차 프레임 하중시험</li> <li>- 대차내 제동장치시험</li> <li>- 완성대차시험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 선형유도전동기 시험</li> <li>- 부상용 전자석 시험</li> <li>- VWF 인버터 시험</li> <li>- 보조전원장치 시험</li> <li>- 부상용초퍼/제어기 시험</li> <li>- ATC/ATO 장치 시험</li> <li>- 종합제어관리장치 시험</li> </ul>

###### 전수시험

구성품의 전수시험 항목은 다음과 같다.

- 구성품 시험대상 전품목에 대해서 외관, 구조 및 치수 검사를 실시한다.
- 대차는 완성대차 하중시험을 실시한다.



- 선형 유도전동기, VVVF 인버터 제어장치, 보조전원장치, ATC / ATO 장치, 종합제어관리장치 등은 다음과 같은 시험을 실시한다.
  - 외관, 구조 및 치수검사
  - 성능 및 동작시험
  - 저항기의 저항치 시험
  - 전압 및 주파수 특성시험
  - 저압 기동시험
  - 온습도 및 진동시험을 포함한 환경시험
  - 정류시험
  - 회생시험
  - 부하 변동시험
  - 노이즈 인가시험
  - 기계적 강도시험
  - 하중시험
  - 각종 전기 및 제어장치와의 조합성능 및 시스템 인터페이스 시험
- 일반적으로 공기를 사용하는 각종 기기는 동작 특성시험과 공기 누설시험을 실시한다.

## 2) 완성차 시험

편성차량의 형식시험은 시험을 완료한 구성품과 시스템을 장착하여 편성된 차량이 사양서에 규정된 기능 및 성능을 만족하는지 확인하기 위한 것으로, 최초로 제작된 차량 1편성에 대하여 시험을 실시한다.

또한 중량측정, 차량한계 측정, 곡선통과 시험 및 차체 리프팅시험 등은 형식시험만 실시한다.

- 외관 및 구조검사

구체의 외관, 도장상태, 배관 및 배선, 각종 부품의 취부 및 체결상태

- 측정에 의한 검사

중량, 차량한계, 차체 및 대차의 치수, 곡선통과 및 절연저항 등의 측정



- 주요 기능시험

주요기능품의 요구기능 및 시스템 인터페이스 검토

3) 종합시험

완성차 시험이 완료된 자기부상열차를 본선 차량기지에서 항목별 공차, 만차 조건에 따라 형식 및 전수시험으로 구분하여 시행

- 시험조건

- 시험 장소 : 인천 국제공항 PMS 선로상
- 편 성 : 실제 운영시와 동일한 편성(2량 1편성)
- 운전 속도 : 실제 운용속도
- 주행 거리 : 연거리 100 km 이상 (왕복운전을 원칙으로 함)
- 선로 조건 : PMS 전선로상

- 시험항목

- 역행시험 (형식 / 전수)
- 가속도시험 (형식 / 전수)
- 제동시험 (형식 / 전수)
- 감속도시험 (형식 / 전수)
- 최고속도시험 (형식)
- 운영 데이터 측정시험 (형식)
- 소음 및 진동시험 (형식)
- 집전상태 시험 (형식 / 전수)
- 주회로 기기의 상태 시험 (형식 / 전수)
- 유도장해시험 (형식)
- 보조전원장치 시험 (형식 / 전수)
- 냉난방기 시험 (형식 / 전수)
- 지상 설비와의 연계동작 시험 (형식 / 전수)
- 개방운전 시험 (형식)
- 각종 보호장치 동작 확인시험 (형식)



### 5.3.2 시험 계획서 및 사양서의 내용

시험을 성공적인 수행을 위해 다음사항을 포함한 시험계획서와 시험사양서를 작성하고, 이에 준하여 시험 및 검사를 실시한다.

#### 1) 시험 계획서

- 시험계획 전반에 관한 개요설명
- 시험에 사용되는 기기 및 부속설비
- 시험의 종류, 적용 규격, 판정기준 및 시험절차
- 시험시행 인원 및 조직표
- 시험장소, 일정, 및 소요시간
- 시험 대상차량 및 구성품의 수량과 선정기준
- 기 타

#### 2) 시험 사양서

- 시험 대상 및 범위
- 적용 규격
- 시험 장소
- 시험 방법 및 절차
- 사용 기기와 설비의 목록
- 측정 자료의 목록
- 제출보고서의 형식
- 주요 원자재에 대한 제작사의 재료 시험성적서
- 기 타



### 5.3.3 적용 규격

시험 및 검사의 규격은 KRS 및 KS 규격의 적용을 원칙으로 하되, 필요시에는 JRS, JIS, ISO, IEC 및 DIN 등의 규격을 적용한다.

## 5.4 전력공급

전력공급 시스템은 사양서 규정에 의한 설계 및 제작의 검증과 성능확인을 위하여 최초 제작되는 구성품에 대한 형식시험(Type Test)과 전 구성품에 대해 시행하는 전수시험(Routine Test)으로 구분한다. 구성품의 주요 시험 항목은 다음과 같다.

- 외관, 구조 및 치수검사
- 성능 및 동작시험
- 전압 및 주파수 특성시험
- 저압 기동시험
- 온습도 및 진동시험을 포함한 환경시험
- 정류시험
- 부하 변동시험
- 노이즈 인가시험
- 기계적 강도시험
- 각종 전기 및 제어장치와의 조합성능 및 시스템 인터페이스 시험

### 5.4.1 수.변전 설비

- 22.9 kV 교류차단기
  - 구조 및 외관검사
  - 절연저항 측정
  - 회로 시험(회로점검, SEQUENCE TEST)
  - 기계적 동작 시험
  - 극성시험



- 상용주파 내전압 시험
- 계기용 변성기의 부분방전 시험
- 개폐류 및 배선 점검
  
- CHARGER & BATTERY PANEL
  - 구조 및 외관검사
  - 절연저항 측정
  - SEQUENCE TEST
  - 동작 시험
  - 전압 변동을 시험
  
- TRANSFORMER
  - 구조 및 외관검사
  - 절연저항 측정
  - PROTECTION DEVICE CHECK
  - SCADA 및 AC SWGR 와 INTERLOCK CHECK
  - 권선저항 측정
  - 변압비 측정 및 극성시험
  - 상용주파 내전압 시험
  - 임피던스 시험
  - 효율 및 전압 변동을 계산
  - 부분방전 시험
  - 온도시험
  - 무부하 시험
  
- RECTIFIER
  - 구조 및 외관검사
  - PROTECTION DEVICE CHECK
  - INSULATION LEVEL CHECK



- SCADA 및 AC SWGR 와 INTERLOCK CHECK
- 제어장치 기능검사
- 저 전압/전 전류시의 기능검사
- 전 전압/저 전류시의 기능검사
- 불평형 과전압, 과전류 검사

● 직류 고속도차단기

- 구조 및 외관검사
- PROTECTION RELAY 설정 및 동작상태 CHECK
- INSULATION LEVEL CHECK
- SCADA 및 교류차단기와 INTERLOCK CHECK
- 사용주파 내전압 시험
- 계기용 변성기의 부분 방전시험
- 전기적 접속상태 검사

나. 차량과 인터페이스 시험

- 변전설비 DC 1500V 최대, 최소 전압 측정
- 변전설비에서 방출되는 고조파 측정
- 전압 RIPPLE 측정

5.4.2 SCADA

가. 단품 시험

- 온.습도 시험
- 진동 및 충격 시험

나. 타 설비와의 인터페이스 시험

- TTC 와 열차위치정보 송.수신 시험



- 가선 가압정보 송.수신 시험
- 전력기기 상태(ON, OFF, OPEN, CLOSE) 확인
- CENTER와 RTU 간 정보 송.수신 시험

### 5.4.3 가선 설비

#### 가. 단품시험

- 애자의 절연내력 시험
- 가선의 전도율 측정
- GUIDE WAY와 상대 거리 측정
- km 당 R,L 값 측정

#### 나. 타 설비와 인터페이스 시험

- 집전상태 측정
- 대지와와의 절연저항 측정

## 5.5 신호 시스템

신호 시스템은 차상 시스템, 지상 시스템, 중앙제어 시스템과 같은 시스템으로 구분되며, 각 시스템은, 수 개 또는 수십 개의 단위 시스템으로 구성된다.

이 단위 시스템은 단품 개념의 UNIT으로 구성된다.

따라서, 신호 시스템에 관한 시험의 개념은 크게 설계 단계, UNIT 제작 단계, 단위 시스템 제작 단계, 시스템 조성단계, 타 시스템과의 연계 단계로 구분되며, 이런 설계/제작/검증의 프로젝트 진행의 단계에 따라 적절하고, 필수적으로 행하여 지는 시험을 규정한다.





### 5.5.1 시험항목

설계/제작/검증의 각 단계에서 행하여 지는 시험의 종류는 공통적인 시험 항목과 특정 단계에서 실시 할 수 있는 시험으로 구성된다.

이에 각 프로젝트 진행단계 전체에 적용되는 시험은 다음의 항목으로 구성된다.

#### 5.5.1.1 외관/치수(VS)

이 시험의 목적은 제품의 치수, 외형상태, 도장상태, 조립 상태 등을 검사한다.

이 시험에서, 치수 등은 제작을 위해 작성된 도면 및 사양서에 의거하여 검사하게 되며, 외형 상태는 면취, 표면 가공 상태, 등의 요소를 점검한다.

도장 상태는 KS 규격에 의거, 광택 정도, 표준 색상에 의거한 정확성을 확인한다.

조립 상태는 각 시스템 및 UNIT의 제품 특성 및 구성에 따라 결선 상태, 취부 및 선용 볼트류의 이완 상태, (토크렌치 등을 사용하여 고정하는 힘이 규정될 경우는 명기된 규격을 만족 하는지를 확인)등을 확인 하며, 특히 PCB 의 경우는 Soldering heating test, 삽입된 부품의 soldering 처리, 표면 코팅 상태 등을 확인한다.

wire/connector/connection 경우는 선번호 표기 상태 및 통일, 접속 상태, 케이블 웨이의 처리 등을 확인한다.

#### 5.5.1.2 환경 시험(EV)

제품의 특성에 따라 UNIT 또는 개별 시스템 단위로 실시하게 되며, 통상적으로 온 습도, 진동, 전자파 시험으로 구성되며, 최초 1개 UNIT 또는 시스템에 대하여 적용하도록 한다.

##### 온습도 시험

온습도 시험은 고온 시험, 저온 시험, 습도시험으로 구분되며, 각 시험은 제품이 고온상태/저온 상태/다습한 환경 조건에서의 내성을 검사하는 시험으로서, 일반적인 환경 및 각 시험상의 특정한 환경 조건에서 정상적인 기능 및 동작을 수행하는지의 여부를 확인한다.



### 진동 및 충격 시험

진동 및 충격 시험은 공진시험, 진동 기능 시험, 진동 내구 시험, 충격 시험으로 구분되며, 제품의 공진 주파수를 찾고, 이 과정에서 제품의 기능 및 동작의 정상 여부를 확인하게 되며, 또한 특정 공진 주파수에서의 제품의 진동에 대한 내구성을 확인하게 된다. 아울러 제품의 충격에 대한 내성을 확인한다.

#### 5.5.1.3 방수 시험(WR)

설치 및 동작 환경이 외기에 노출되어 수분 또는 침수의 가능성이 큰 제품의 경우 누수 시험 및 침수시험으로 구분된다. 제품의 설치 및 동작 환경에 따라 적절한 시험을 선택하거나, 2 가지 시험 모두를 선택하도록 한다.

누수 시험의 경우, 외기에 노출되어 강우, 결로(結露), 결빙 등에 의해 제품의 틈새 및 이음매로 인한 수분 침투가 예상되는 제품에 실시되며, 이는 노즐을 통해 일정 압력의 물을 일정 시간 뿌렸을 때에 제품의 방수 상태, 동작, 기능의 정상 여부를 확인한다.

침수 시험의 경우 설치 및 동작 환경이 침수 가능성이 높은 제품에 적용되며, 이는 일정시간 동안 물에 담근 후 다시 꺼낸 후, 제품의 방수 상태, 동작 및 기능의 이상 여부를 확인한다.

#### 5.5.1.4 WIRING 시험(WI)

UNIT에서 전체 시스템에 걸쳐 수행되어지며, UNIT의 경우 내부 배선, UNIT와 UNIT 사이, 단위 시스템내부, 단위 시스템과 단위 시스템, 전체 시스템에 의해 적절한 경계를 구분하여 RUNNING LIST 의거하여 시험하되 궁극적으로 제품 자체 및 각 제품간 사이의 WIRING 또한 시험이 빠지는 부분이 없도록 부분 부분을 나누어 실시한다.



#### 5.5.1.5 접지 검사(ET)

UNIT에서 전체 시스템에 걸쳐 수행되어 지며 전원, 신호, 통신선 자체 및 상호간의 절연, 접지, 간섭 상태를 검사하며, 전원, 신호, 통신선의 각각과 대지와의 절연 특성을 검사한다.

#### 5.5.1.6 POWER 검사(PW)

UNIT에서 전체 시스템에 걸쳐 수행되어 인입 전원에서 각 시스템부의 REGULATOR, RECTIFIER, DC/DC CONVERTER까지의 각 단계별, 단위 시스템/UNIT 단위로 전원 계통별 검사를 실시하며, 전원 변동에 따른 내구성, 일정 출력 유지 상태 등을 검사한다.

#### 5.5.1.7 UNIT FUNCTION TEST(FN\_UNIT)

UNIT에서 수행되어 각 단위 시스템 또는 unit 단위에서는 각 단위 채널의 동작 상태의 기능검사를 실시하고, 또한 시스템의 하드웨어/소프트웨어의 안정성을 검사하게 되며, 제품의 aging을 포함하며, 각 하드웨어/소프트웨어를 조합 시킨 상태에서 성능을 검증하는 시험을 검사한다.

#### 5.5.1.8 INTERFACE TEST (IF\_TEST)

단위 시스템별 입/출력 LIST, interface spec에 의해 시험되며, 입력 및 출력 특성 시험의 경우 최대 입력 범위, 최저 입력 범위 등을 시험하게 되며, R/F의 경우 입출력 신호가 일정 특정 범위 내 인지를 시험하게 된다. 또한 data 통신의 경우 미리 약속된 data의 위치 및 설정/해제의 조건에 따라 설정되는지를 시험한다.



#### 5.5.1.9 ASSEMBLE FUNCTION TEST(FN\_ASSEM)

단위 시스템들을 조합하는 과정에서, 각 단위 시스템들에 대하여 simulation 조건을 형성하여 각 장치의 수행 기능 LOGIC 들을 검증하도록 한다. 즉, 실제차량 또는 본선의 외부조건을 형성하여 가상적인 상황을 설정하고 원래의 고유 기능의 구현이 정확한가를 검사하고, 이상상태에서의 처리 기능 등을 검증하게 된다.

#### 5.5.1.10 INTERFACE ADJUST (IF\_ADJT)

시스템을 조합하여 각 단위 시스템들과의 연계 동작, 기능을 구현함에 있어, 각 시스템간의 신호들의 전압, 전류, 신호 결합 계수 등을 조절하며, 이는 각 연계되는 시스템들의 물리적인 거리 및 조건에 의해 선로 임피던스, 정전용량 등의 변화에 따른 신호의 감쇠, 왜곡 등을 방지하기위한 조절을 실시한다.

#### 5.5.1.11 INTERLOCKING FUNCTION TEST. (FN\_IXL)

지상 시스템의 정상적인 구성을 완료하고, 가상적인 점유 정보 및 진로 선택에 따른 연동동작 검증하게 되며, 이때 연동동작에 명기 또는 예상되는 상황을 발생시켜, 원래 설계된 수순 및 절차에 의해 동작 되는지를 검증한다.

#### 5.5.1.12 TRAFFIC CONTROL FUNCTION TEST (FN\_TRAFFIC)

지상 및 TTC의 정상적인 구성을 완료하고, 가상적인 점유 정보 및 진로 선택에 따른 연동동작 검증하게 되며, 이때 연동동작에 명기 또는 예상되는 상황을 발생시켜, 원래 설계된 수순 및 절차에 의해 동작 되는지를 검증한다.



#### 5.5.1.13 LINE CONTROL test (FN\_LINECONTROL)

지상, TTC, 차량의 정상적인 구성을 완료하고, 실제적인 점유 정보 및 진로 선택에 따른 연동동작 검증하게 되며, 이때 연동동작에 명기 또는 예상되는 상황을 발생시켜, 원래 설계된 수순 및 절차에 의해 동작 되는지를 검증한다.

#### 5.5.1.14 DYNAMIC TEST

상업 운행과 동일한 조건 하에서 차량, 신호, 변전, 역사 설비등과 연계하여 정상 및 이상상태에 따른 상황을 설정하여 예상 또는 규정한 처리 동작을 수행하는지 검증하는 시험을 실시한다.

### 5.5.2 장치별 실시 시험항목

상기의 시험들은 각 제품의 제조 공정에서부터 최종적인 타 시스템과의 연계 시험 까지 매 단계별로 필요로 하는 시험 항목들이 관리 및 시험되도록 한다.

#### 5.5.2.1 차상장치 시험항목

차상 신호 장치는 ATP, ATO, TWC, ANTENNA 류로 구성되며 차상장치에 대하여 시행 되는 시험은 다음과 같다.

- 1) 외관/치수(VS)
- 2) 환경 시험(EV)
  - 온습도 시험
  - 진동 및 충격 시험
  - 전자파 시험
- 3) 방수 시험(WR)
- 4) WIRING 시험(WI)
- 5) 접지 검사(ET)



- 6) POWER 검사(PW)
- 7) UNIT FUNCTION TEST(FN\_UNIT)
- 8) INTERFACE TEST (IF\_TEST)
- 9) ASSEMBLE FUNCTION TEST(FN\_ASSEM)
- 10) INTERFACE ADJUST (IF\_ADJT)
- 11) INTERLOCKING FUNCTION TEST (FN\_IXL)
- 12) TRAFFIC CONTROL FUNCTION TEST (FN\_TRAFFIC)
- 13) LINE CONTROL test (FN\_LINECONTROL)
- 14) DYNAMIC TEST

#### 5.5.2.2 지상장치 시험항목

##### 신호실 기기 시험항목

전자 연동장치, ATP/TD, TWC 장치 등으로 구성되며 다음의 시험들을 시행한다.

- 1) 외관/치수(VS)
- 2) 환경 시험(EV)
  - 전자파 시험
- 3) WIRING 시험(WI)
- 4) 접지 검사(ET)
- 5) POWER 검사(PW)
- 6) UNIT FUNCTION TEST(FN\_UNIT)
- 7) INTERFACE test (IF\_TEST)
- 8) ASSEMBLE FUNCTION TEST(FN\_ASSEM)
- 9) INTERFACE ADJUST (IF\_ADJT)
- 10) INTERLOCKING FUNCTION TEST (FN\_IXL)



### 선로 기기

거리 식별 장치, ATP/TD 회로, ATO 회로, TWC 회로 등으로 구성되며 다음의 시험들을 시행한다.

- 1) 외관/치수(VS)
- 2) 환경 시험(EV)
  - 온습도 시험
- 3) 방수 시험(WR)
- 4) WIRING 시험(WI)
- 5) 접지 검사(ET)
- 6) POWER 검사(PW)
- 7) INTERFACE TEST (IF\_TEST)
- 8) ASSEMBLE FUNCTION TEST(FN\_ASSEM)
- 9) INTERFACE ADJUST (IF\_ADJT)

### 지상장치 조합시험항목

신호실 기기 및 선로기기가 구성된 후 다음의 시험을 시행한다

- 1) TRAFFIC CONTROL FUNCTION TEST (FN\_TRAFFIC)
- 2) LINE CONTROL test (FN\_LINECONTROL)
- 3) DYNAMIC TEST

### 5.5.2.3 TTC 시험항목

TTC는 통신 중계 장치, MAIN COMPUTER, NETWORK 장비, DISPLAY UNIT, 기타 주변기가 등으로 구성되며 다음의 시험을 시행한다.

- 1) 외관/치수(VS)
- 2) WIRING 시험(WI)
- 3) 접지 검사(ET)



- 4) POWER 검사(PW)
- 5) UNIT FUNCTION TEST(FN\_UNIT)
- 6) INTERFACE test (IF\_TEST)
- 7) ASSEMBLE FUNCTION TEST(FN\_ASSEM)
- 8) TRAFFIC CONTROL FUNCTION TEST (FN\_TRAFFIC)
- 9) LINE CONTROL test (FN\_LINECONTROL)
- 10) DYNAMIC TEST

## 5.6 통신시스템

통신 시스템은 중앙제어실과 역사 및 차상설비로 구분되며, 각각 별도의 기능을 하는 설비들로 구성된다. 따라서 영종도 신공항 PMS 노선에 설치될 각 통신설비들의 시험종류 및 평가 항목들은 각 설비별로 특성에 맞는 단품기능시험을 수행하며, 각 설비별로 다음과 같은 공통적인 시험을 수행한다.

### ◎ 외관/치수검사

- 이시험은 제품의 치수, 외형상태, 도장상태, 조립상태등을 검사한다. 치수 등은 제작을 위해 작성된 도면 및 사양서에 의거하여 검사하며, 외형상태는 면취, 표면가공상태등을 점검한다.

### ◎ 전원전압변동시험

- 전원 변동에 따른 내구성, 일정 출력 유지 상태등을 검사하여  $\pm 10\%$ 범위에서도 정상적으로 동작하는지를 검사한다.

### ◎ 단위기능시험

- 각 UNIT별로 수행되며, 각 시스템의 단위 시스템 또는 UNIT단위에서는 단위 채널의 동작상태 검사 및 시스템의 하드웨어/소프트웨어의 안정성을 검사한다.





◎ 조합시험

- 단위 시스템별 입/출력 LIST, 인터페이스 사양에 의해 시험을 수행한다.

5.6.1 열차무선설비

열차무선설비는 시스템의 특성상 무선주파수에 의한 통신을 수행하므로 전파법에 의한 RF(Radio Frequency) 관련 시험을 수행하며, 열차무선 이동국장치의 경우 차상에 설치되므로 차상에 적용되는 온습도 및 진동/충격 시험등을 추가로 시험한다.

◎ 환경시험

제품의 특성에 따라 UNIT 또는 개별 시스템 단위로 시험하며, 온습도, 진동시험으로 구성된다.

1) 온습도시험

- 온습도 시험은 고온시험, 저온시험 습도시험으로 구분되며, 각 시험은 제품이 고온상태/저온상태/다습한 환경 조건에서의 내성을 검사하는 시험으로서, 일반적인 환경 및 각 시험상의 특정한 환경조건에서 정상적인 기능 및 동작을 수행하는지의 여부를 확인하는 시험이다.

2) 진동/충격시험

- 진동 및 충격시험은 공진시험, 진동기능시험, 진동내구시험, 충격시험으로 구분되며, 제품의 공진주파수를 찾고 이과정에서 제품의 기능 및 동작의 정상여부를 확인하게되며, 특정 공진주파수에서의 제품의 진동에 대한 내구성 확인 및 충격에 대한 내성을 확인한다.

◎ 단품 기능시험

- 1) 외관/치수 검사
- 2) 전원전압변동 시험



3) 송신주파수 시험

- 시험방법 ; 열차무선 장치의 전원을 투입한 후 송신기를 무변조상태로 On 하여 반송주파수를 측정하여 기준주파수와의 편차를 판정한다.  
§ 계산식 ; 주파수편차 = 편차주파수 / 기준주파수 × 100
- 판 정 ; 상시시험결과 시험주파수에 대한 편차가 허용치의 범위내에 있는가를 판정한다.
- 기술기준 ; 무선설비 규칙 제3조

4) 송신출력 시험

- 시험방법 ; 열차무선 장치의 전원을 투입한 후 송신기를 무변조 상태로 On 하여 송신출력이 안정된 상태로 도달한 출력을 측정한다.
- 판 정 ; 상시시험결과 송신출력에 대한 편차가 허용치의 범위내에 있는가를 판정한다.
- 기술기준 ; 무선설비 규칙 제16조 ; 10W를 기준으로 상한20%, 하한20%이내

5) 불요파 방사 시험

- 시험방법 ; 열차무선 장치의 전원을 투입한 후 송신기를 무변조상태로 On 하여 반송주파수의 1/3~3배범위까지의 불요파를 측정하되 30dB 이상의 Band Pass Filter를 통과한 전력을 측정한다. 이때의 불요파 방사전력과 기본파 방사전력에 대한 비를 구한다.
- 판 정 ; 상시시험결과 기본파 방사전력과 불요파방사전력과의 비가 허용치의 범위내에 있는가를 판정한다.
- 기술기준 ; 무선설비 규칙 제5조 ; 40dB낮고 2.5uW이하(-66dB이하)

6) 최대주파수 편이 시험

- 시험방법 ; 종합특성시험을 할 수 있는 변조분석기(FM Liner Detector)를 사용하고 이때 저역Filter를 20KHz로 설정한 후 열차무선 장치로 규정한 변조 주파수를 변조한다. (변조 주파수:500Hz, 1KHz, 3KHz) 변조입력을 표준변조 입력 Level보다 +30dB증가 시켰을 때 이때의 주파수 편이의 최대치(지시치)를



구한다. 또한 연속 Tone 스�কে치를 갖는 경우는 300Hz HPF를 설정하여 측정한다.

- 판 정 ; 상기 시험결과 무변조와 변조시의 Level차가 규정치와 적합한가를 측정한다.
- 기술기준 ; 40dBm 이상

7) 변조 왜율 시험

- 시험방법 ; 종합특성시험을 할수 있는 변조분석기(FM Liner Detector)를 사용하여 저역Filter를 20KHz로 설정하고 또한 De-emphasis를 75us로 설정한 후 1KHz의 정현파 신호를 70%변조를 가한다. 열차무선 장치의 송신시 반송주파수를 FM Liner Detector에 인가하여 복조출력된 신호를 왜율 분석기에 의하여 측정한다. 또한 연속 Tone 스�কে치를 갖는 경우는 300Hz HPF를 설정하여 측정한다.
- 판 정 ; 상기 시험결과 왜율분석기의 측정치가 규정치와 적합한가를 측정
- 기술기준 ; -20dB 이하 (10%이하)

8) 수신 감도 시험

- 측정조건 및 시험방법
  - 열차무선 장치의 Squelch 동작을 OFF 시키고 Signal Generator를 희망파 주파수로 설정한다.
  - Signal Generator를 OFF하면 잡음출력 신호가 커지게 되며 이때의 출력을 기억한다.
  - RF Sginal Generator의 감쇠기를 서서히 감소해가면 수신기의 잡음이 서서히 감소한다. 이 잡음이 기억된 신호보다 -20dB로 될 때까지 감소시킨다. 이때의 Level 지시치가 감도를 나타낸다.
- 판 정 ; 상기 시험결과 RF Signal Generator의 출력 Level 값이 규정치와 적합한가를 측정한다.
- 기술기준 ; 무선설비 규칙 제97, 98조 : 2uV이하



9) SQ 감도 시험

- 측정조건 및 시험방법
  - Signal Generator를 희망파 주파수로 설정한다.
  - Signal Generator를 1KHz 70% 변조상태로 설정한다.
  - RF Sginal Generator의 감쇠기를 서서히 증가시켜 수신기의 SQ동작이 OFF될때까지 증가시킨다. Train Radio Equipment의 복조출력의 Signal Noise Ratio을 측정한다. 이때의 SNR Level 지시치를 측정한다.
- 판 정 ; 상기 시험결과 SNR의 출력 Level값이 규정치와 적합한가를 조사한다
- 기술기준 ; SNR 25dB±5dB

10) AF 출력시험

- 측정조건 및 시험방법
  - SG를 희망파 주파수로 설정한다.
  - SG를 1KHz 70% 변조 상태로 설정한다.
  - RF Sginal Generator의 출력을 20dBu(-90dBm)로 설정한다.
  - Train Radio Equipment의 복조출력을 Distortion Meter에 의하여 측정한다.
- 판 정 ; 상기 시험결과 왜율이 규정치와 적합한가를 조사판정한다.
- 기술기준 ; 무선설비규칙 제97, 98조 ; 20dB이상 (10%이하)

11) 신호 대 잡음(S/N)비 시험

- 측정조건 및 시험방법
  - Signal Generator를 희망파 주파수로 설정한다.
  - Signal Generator를 1KHz 70% 변조상태로 설정한다.
  - RF Sginal Generator의 출력을 20dBu(-90dBm)로 설정한다.
  - Train Radio Equipment의 복조출력을 무변조시와 변조시의 Level차를 측정한다. 무변조시의 Noise Level을 0dBm으로 기준설정하고 1KHz의 정현파 신호를 70% 변조를 가한다.



- 판 정 ; 상기 시험결과 무변조와 변조시의 Level차가 규정치와 적합한가를 측정한다.
- 기술기준 ; 35dB 이상

12) 통과 대역폭 시험

- 측정 및 시험방법
  - 열차무선장치의 Squelch 동작을 OFF 시키고 Signal Generator를 희망파 주파수로 설정한다.
  - Signal Generator를 OFF하면 잡음출력 신호가 커지게 되며 이때의 출력을 기억한다.
  - RF Signal Generator의 감쇠기를 서서히 감소해가면 수신기의 잡음이 서서히 감소한다. 이 잡음이 라)항의 기억된 신호보다 -20dB로 될때까지 감소시킨다. 이때의 Level 지시치가 감도를 나타낸다.
  - RF Signal Generator의 RF 출력을 상기의 감도치보다 6dB 저하점에 놓고 RF Signal Generator의 주파수를 (+), (-)측으로 이조시키되 6dB 저하로 인해 이때의 (+)측으로 이조된 주파수와 (-)측으로 이조된 주파수를 합산한 값이 통과 대역폭이다.
- 판 정 ; 상기 시험결과 통과 대역폭이 규정치와 적합한가를 측정한다.
- 기술기준 ; 무선설비 규칙 제97, 98조 (8.0KHz 이상)

13) 인접채널 선택도 시험

- 측정조건 및 시험방법
  - RF Signal Generator 1을 희망파(1KHz정현파로변조),RF Signal Gnerator 2를 방해파(400Hz 정현파로 변조)로 설정한다.
  - RF Signal Generator 2를 끄고 Signal Generator 1을 시험 주파수로 기준감도를 측정하고 그 측정치를 기록한다.
  - RF Signal Generator 1의 출력을 위의 감도측정치보다 3dB 증가 시킨다.
  - RF Signal Generator 2의 출력 주파수를 시험주파수보다 12.5KHz 높게 하고 그 출력을 조정하여 수험기기의 복조신호의 SINAD가 다시 12dB로



될 때의 RF Signal Generator 출력 Level, 이때의 방해파 수신기의 입력 전압을 구한다. 주) SINAD는  $(S+N+D) / (N+D)$ 이다.

(S:신호, N:잡음, D:왜율)

RF Signal Generator 2의 출력 주파수를 시험주파수보다 12.5KHz 높게 하고 그 출력을 조정하여 수험기기의 복조신호의 SINAD가 다시 12dB로 될 때의 RF Signal Generator 출력 Level, 이때의 방해파 수신기의 입력 전압을 구한다.

상, 하 주파수 방해파 수신기 입력전압에 대한 기준감도의 비를 dB 단위로 표시한다.

- 판 정 ; 상기 시험결과 인접채널 선택도의 측정치가 허용치와 적합한가를 측정한다.
- 기술기준 ; 60dB 이상 ( $\pm 12.5\text{KHz}$ 에서)

#### 14) 전원전압 변동시험

- 측정조건 및 시험방법
  - 열차무선장치의 입력전압을 DC75V~DC125V까지 가변하여 개폐하였을 때 동작에 이상이 없어야 한다.
- 시험장비 ; 가변 가능한 전원부 (DC70V~DC125V)

#### 15) 소비전력 시험

- 측정조건 및 시험방법
  - 열차무선장치를 송신상태로 설정한다.
- 기술기준 ; DC100V에서 1.5A이하

#### 16) 절연저항 시험

- 측정조건 및 시험방법
  - 열차무선장치의 입력전원(+), (-) 단자와 접지간의 절연저항을 측정한다.
- 기술기준 ;  $5M\Omega$  이상



### 17) 구조 시험

- 각 Unit 취부상태, 콘넥터 접속상태 검사
- 전자파 간섭을 억제하기 위하여 2중 접지구조로 제작되었는가의 검사
- 각종 Unit은 유지보수에 편리하도록 Plug In Type으로 제작되었는가의 검사
- 본 장치에 사용되는 인쇄회로기판들은 1.6t의 Glass Epoxy수지를 사용하였는가

### 5.6.2 화상전송설비

카메라, MATRIX 등 각 장치의 성능 및 동작상태를 시험하거나 외관, 치수, 정격, 도장상태등을 검사한다.

#### ◎ 단품 기능시험

##### 1) 외관/치수 검사

##### 2) 전원전압변동 시험

##### 3) 정격검사

- 인입전원에서 각 시스템의 REGULATOR, RECTIFIER, DC/DC CONVERTER까지의 각 단계별, 단위 시스템단위로 전원 검사를 하며, 전원 변동에 따른 내구성, 일정 출력 유지 상태등을 검사한다.

##### 4) 성능검사

- 각 단위 시스템별 성능 사양에 따라 시스템성능을 검사한다.

### 5.6.3 안내방송설비

안내방송설비는 FM/AM 주파수와 관련된 시험을 수행한다.



◎ 단품 기능시험

- 1) 외관/치수 검사
- 2) 전원전압변동 시험
- 3) 절연저항시험
  - 안내방송장치의 입력전원(+), (-) 단자와 접지간의 절연저항을 측정하여 기준치 이상인지를 검사한다.
- 4) 주파수 범위 측정시험
  - 반송주파수를 측정하여 기준주파수와의 편차를 판정한다.
- 5) 왜율 측정시험
  - 안내방송장치의 송신시 반송주파수를 FM Liner Detector에 인가하여 복조출력된 신호를 왜율 분석기에 의하여 측정한다.
- 6) 신호 대 잡음비 시험
  - AM/FM 방송주파수의 신호 대 잡음비가 일정값 이상인지를 검사한다.
- 7) 임피던스 측정시험
  - 각 UNIT별 입,출력 임피던스를 측정한다.
- 8) 출력감도 시험

5.6.4 안내게시기 설비

◎ 단품 기능시험

- 1) 외관/치수 검사
- 2) 전원전압변동 시험
- 3) 단품기능 시험
- 4) 조합시험





### 5.6.5 토크백설비

◎ 단품 기능시험

- 1) 외관/치수 검사
- 2) 전원전압변동 시험
- 3) 단품기능 시험
- 4) 조합시험

### 5.6.6 전기시계설비

◎ 단품 기능시험

- 1) 외관/치수 검사
- 2) 전원전압변동 시험
- 3) 단품기능 시험

## 5.7 검수설비

### 5.7.1 개 요

차량검수에 필요한 각종설비에 대하여, 제작 및 설치 납품단계에서 적절한 시험 평가가 수행될 수 있도록 관련계획을 수립 시행한다.

### 5.7.2 시험 성능 평가

가. 재료와 주요부품 시험 평가

- 1) 조립체 또는 모듈의 강도 및 안전성에 영향을 주는 모든 부품은 조립전 평가가 이루어져야 한다.



- 2) 주요 부품을 구성하는 단품중에서 주물이나 단조에 의해 제작된 단품은 임의로 선정한 샘플의 성능평가로 대체할 수 있으며, 기계적 성질과 성분분석을 포함한 인증이 포함되어야 한다.
- 3) 특히 용접강도가 요구되는 부분은 적절한 시험 방법에 의해서 입증되어야 하고, 장비의 성능에 영향을 주는 특정부품은 성능 보증서로서 평가되어야 한다.

나. 조립전 성능검사

- 1) 기초공사나 시설물에 고정되는 부품은 장착되기 전에 성능시험을 해야 하며 가능한 조립체 상태에서 성능시험을 해야한다.
- 2) 적용성여부, 기능시험, 하중시험, 성능시험, 환경 및 소음시험, EMC시험 등이 수행되어지며, 모든 검사는 발주자가 지정하는 기준을 만족시켜야 한다.

다. 조립 설치후 검사

- 1) 조립검사는 각 부품간의 상호연관된 기능과 완성품 상태의 기능 및 조립 상태가 양호한지 검사한다.
- 2) 도면에 특별히 공차를 명기치 않았을 경우에는 조립 설치후 치수 및 외관검사를 시행하며, 도면에 공차가 명기된 경우에는 도면에 준한다.

라. 시운전 및 인수시험

- 1) 설치 및 시운전후 후 완성품 상태에서 시운전 및 인수시험을 수행한다. 설치후 접근이 어려운 부품이나 기초공사에 고정되는 기계 구조물의 외관
- 2) 치수 및 가공상태의 검사는 설치 및 시운전 이후 별도의 점검 및 검사 대신할 수 있다.



## 5.8 종합인터페이스 시험

### 5.8.1 개요

종합 인터페이스 시험은 건축, 궤도분야 및 E&M 분야가 공동으로 각종 시설 및 설비에 대한 종합시험을 체계적으로 수행하여 각 시스템간의 인터페이스 점검을 목적으로 한다.

구 분		내 용	비 고
건축한계측정		건축한계 확보여부 측정 토목, 건축, 전기, 신호, 통신	공동시험
차량시험		선로조건, 제한속도, 가감속, 승차감, 소비전력, 보호동작	운전사령통제
유도장애 및 기계적 간섭시험		가선전류 및 고조파측정, 접지방안, 기계적 간섭	공동시험
개 별 시 험	변전	설치시험, 절연 및 내압시험, 조작 및 연동시험	설비별 시험
	송배전	설치시험, 절연 및 내압시험	설비별 시험
	신호설비	설치시험, 모의연동시험, 종합기능시험, H/W시험, S/W시험, DTS시험	설비별 시험
	통신설비	Cable 특성시험, 개별기능시험	설비별 시험
종 합 시 험	운전분야	열차위치정보 송수신 시험, 열차운행계 획 전송시험, ATP운행시험, ATO운행시 험, 정위치 정차시험 등	공동시험 (설비간 인터 페이스 시험)
	유도장애 분야	전력계통, 신호/통신계통 유도장애	공동시험



### 5.8.2 차량 반입전 각 설비간 상태시험

- 차량 반입전 각 설비별 개별 시험 및 설비간의 상태시험을 실시한다.
- TTC 와 SCADA(변전)간 열차위치정보 송수신 시험, 가선가압정보 송수신 시험
- TTC 와 신호간 현장상태/제어정보 송수신 시험 및 표준시간/열차운행계획 전송 시험
- TTC 와 통신간 열차위치정보, 표준시간, 열차운행계획 전송시험
- 신호와 통신간 역사 안내계시기, CCTV 제어시험

### 5.8.3 차량 반입후 설비간 인터페이스 시험

- 차량과 변전간 변전 Feeder 의 최대/최소 전압, 최대전류 측정시험
- TTC 와 SCADA 간 열차위치정보 송수신 시험, 가선가압정보 송수신 시험
- TTC 와 신호간 현장상태/제어정보 송수신 시험 및 표준시간/열차운행계획 전송 시험
- TTC 와 통신간 열차위치정보, 표준시간, 열차운행계획 전송시험
- 신호와 통신간 역사 안내계시기, CCTV 제어시험
- 통신과 차량간 열차무선장치 대지상국 시험
- 신호와 차량간 유도장애 시험, 지상설비 연계동작 시험, TWC 송수신시험, 무인 운전모드 시험, 속도코드의 연속시험, 열차회차 시험, 정위치 정차 시험, 출입 문개폐 시험, 안내방송시험 등

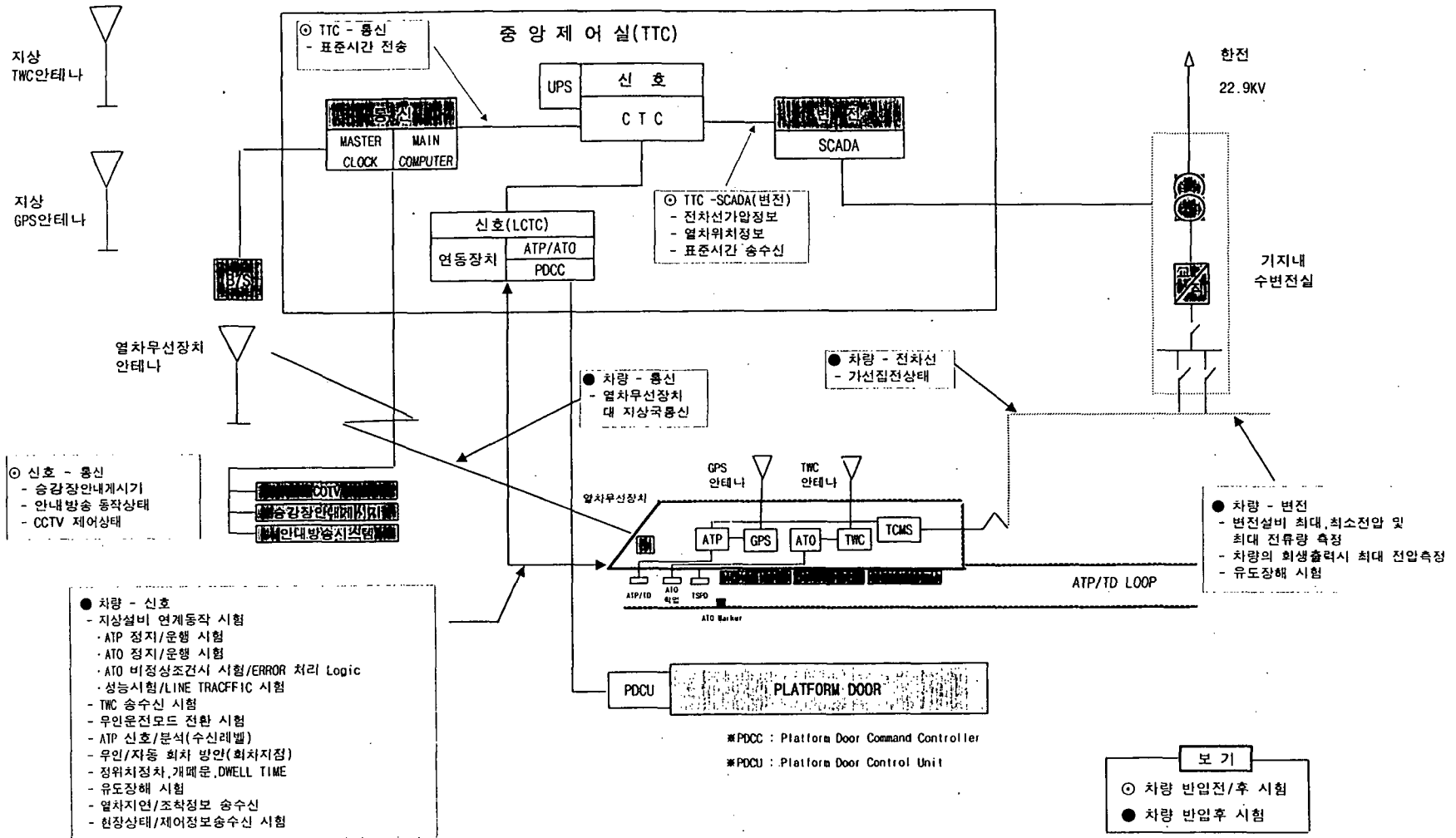


그림 5-1. 종합 인터페이스 시험계통



## 6. 품질관리 계획

### 6.1 건설 품질관리

#### 6.1.1 품질관리 방침

공사의 품질향상	설계시 : 당 현장에 적합한 시방 규정 작성 공사시 : 시방서 규정에 따라 계획 및 실시
설계입력 자료관리	설계시 : 토질 및 지반조사와 실내시험자료의 적정이용, 기술이론의 적정성 판단과 입력자료의 오류 점검 공사시 : 설계결과와 현장일치 상황 판단을 위한 계측실시
시공 결과의 확인 및 대책	설계시 : 품질기준 시방규정 및 관리방안 수립 공사시 : 시방서, 설계도면에 의거한 정확한 시공, 기준 미달시는 재시공 및 보강 등 대책수립

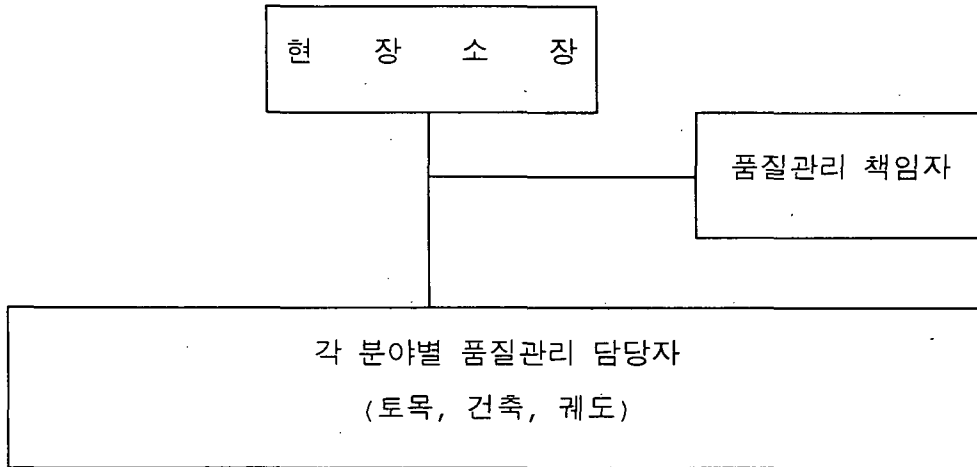
#### 6.1.2 품질관리의 기준

구 성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시공중 품질관리 : 사후 검사에 이용할 사전관리 사항 포함</li> <li>• 규 격 관 리 : 시공완료 후 구조물의 규격 확인</li> </ul>
품 질 보 증	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공사 시공 전 품질관리 계획과 품질관리 담당자 선임</li> <li>• 공사내용의 면밀한 파악 후 적절한 품질관리 실시</li> <li>• 측정 및 시험결과는 각 공종마다 관리도표를 작성하여 공사 시공시 활용</li> </ul>
관리항목 및 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 규격관리 : 규격관리 기준에 따라 관리하고, 설계치와 실측치를 대비하여 기록관리</li> <li>• 품질관리 : 품질관리 기준에 따라 실시하고, 그 관리 내용에 따라 공정능력도 또는 품질관리도를 작성</li> </ul>
품질관리의 순서	관리항목의 선정→품질표준의 결정→작업표준의 결정→작업표준의 교육, 훈련 및 작업실시→품질조사→관리도 작성→이상의 판정 및 수정



6.1.3 현장 품질 관리

1) 품질관리 조직



2) 주요 업무

현 장소 장	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장 품질관리 계획의 수립·운영 및 품질관리 활동의 종합 추진, 현장의 모든 품질문제 해결에 관한 최종적 책임을 짐</li> <li>직원 및 협력회사 교육</li> </ul>
품질 관리 책임자	<ul style="list-style-type: none"> <li>품질관리 지도·감독 및 현황관리, 현장 품질관리 활동 추진상 문제점 파악·개선, 협력업체 품질관리 지도·감독</li> <li>품질보증부서와 업무 협조</li> </ul>
품질 관리 담당자	<ul style="list-style-type: none"> <li>각 부문별 품질관리 담당</li> </ul>



3) 품질관리 계획서 작성

품질관리 계획서	<ul style="list-style-type: none"> <li>중점관리대상으로 선정된 공종에 대한 계획 수립</li> </ul>
품질관리 세부 계획서	<ul style="list-style-type: none"> <li>각 세부 공종별로 상세 계획 수립</li> </ul>
시험 품질 관리 계획서	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장의 필요한 모든 시험사항에 대해 작성</li> </ul>
활동 과정 별 품질 관리계획서	<ul style="list-style-type: none"> <li>구입자재 및 외주제작자재에 대한 계획 수립</li> </ul>
품질 관리 계획서 의 실행	<ul style="list-style-type: none"> <li>해당 공종별로 구체적 활동대상을 3단계로 구분 시행</li> <li>지속적인 설계도서 및 시공법의 타당성, 효율성 검토</li> <li>타공종과의 연관성 고려, 문제점 도출 및 개선사항 강구</li> <li>하자·재시공방지를 위한 예방품질관리활동 강화</li> </ul>

1) 현장 품질관리 흐름도

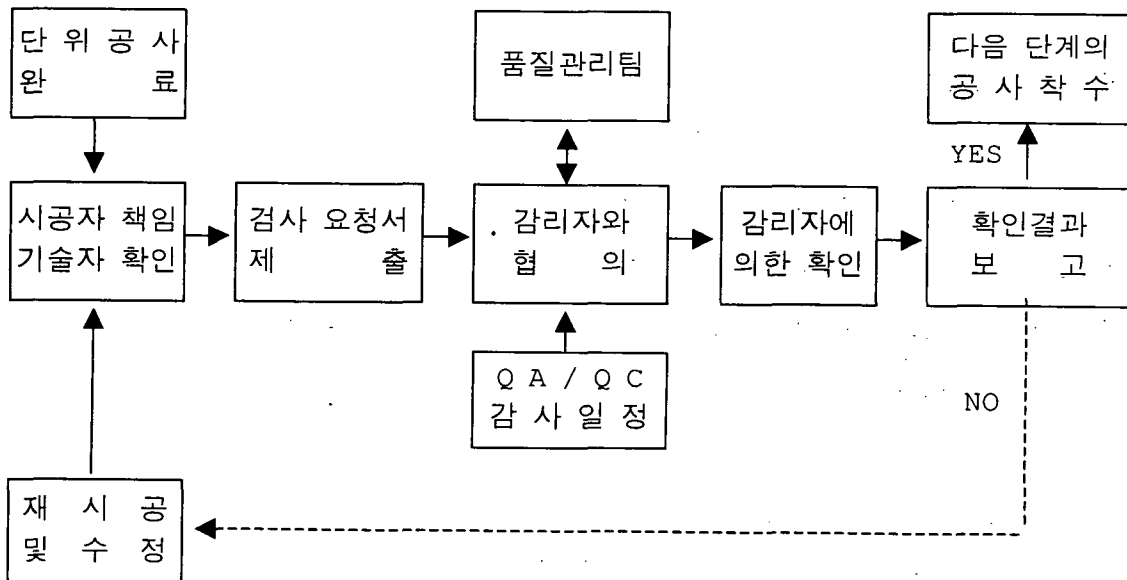


그림 6-1. 현장 품질관리 흐름도





## 6.2 E&M 시스템 품질관리

### 6.2.1 개 요

자기부상열차와 E&M 시스템과 관련된 모든 부품 및 제품의 성능, 안전 및 신뢰성을 확보하기 위해 국제품질시스템의 요건뿐만 아니라, 관련 기관의 요구사항을 충족시킬수 있도록 품질시스템을 계획한다.

### 6.2.2 품질방침

모든 부품 및 제품의 성능, 안전 및 신뢰성을 유지 발전시키기 위해 국제품질보증 시스템상의 요건뿐만 아니라, 고객의 기대 및 요구사항을 충족시키는 고품질의 생산/공급하는 것을 기본 품질 방침으로 한다.

이 품질 방침을 적절히 이행하기 위해 다음과 같은 사항을 수행한다.

- 조직의 기능과 책임을 정하고 품질관리 절차와 수행방법을 문서화 한다.
- 품질방침을 구체적으로 시행하기 위하여 분기별로 품질 목표를 수립, 시행한다.

### 6.2.3 품질시스템

품질시스템은 제작업체에서 생산제품에 대하여 국제규격(ISO 9001) 요건에 따라 제작업체로서의 능력을 입증하고 설계에서 서비스에 이르기까지의 모든 단계에서 부적합을 예방함으로써 기본적으로 고객만족을 달성하기 위한 것이며 제품의 기획, 영업, 설계, 개발, 생산, 구매, 검사 및 서비스에 대해 적용한다.

#### 1) 품질시스템의 문서화

품질보증매뉴얼에 기술되어 있는 업무를 상세히 설명하는 품질문서와 그의 업무를 수행하면서 산출되는 품질 기록으로써 구분되고 그 문서는 다음과 같다.



- 품질문서
  - 품질보증 매뉴얼
  - 규정
  - 절차서
  - 지침서(요령서, 기준서)
- 시행문서
  - 품질계획서
- 품질기록

#### 6.2.4 품질관리 활동

제품 성능의 신뢰성을 입증하기 위해 최초 계약단계에서 설계, 제작, 시험 등의 일련의 항목들에 대해 철저한 관리 감독을 하여 품질보증을 입증하며, 단계별 세부 활동 항목은 다음과 같다.

##### 1) 계약검토

계약 사항을 검토, 확인하고 그 내용을 조정할 수 있는 절차를 제정, 유지해서 품질 요구사항에 만족시킨다.

##### 2) 설계관리

설계 담당 팀장은 규정된 요구사항이 충족된다는 것을 보장할 수 있도록 제품의 설계를 관리하고, 검증하기 위해 모든 설계활동을 수행하며, 설계공정에 참여하는 서로 다른 그룹의 조직적 및 기술적 연계성을 정하여 필요한 정보는 문서화되고 전달되며 정기적으로 검토한다.



설계관리는 다음과 같이 일련의 절차에 의해 수행한다.

- 설계입력
- 설계출력
- 설계검토
- 설계검증
- 설계변경

3) 공정관리

품질에 직접적으로 영향을 미치는 생산 공정이 적절한 관리 상태에서 수행된다는 것을 보장하기 위해 공정관리를 수행한다.

또한 분기별 기본 생산 계획을 작성하여 필요 부서에 송부하며 제품에 대한 작업지시서를 발행하고 접수된 기본 생산 계획에 따라 생산 공정을 수행할 수 있도록 세부 일일 생산 계획서를 작성하여 현장에 배포한다. 특히, 용접, 열처리, 도장, 비파괴 시험등의 공정은 충분한 자격이 부여된 자에 의하여 수행되며 공정능력의 지속적 유지를 보장하기 위한 공정 진행에 필요한 적절한 장비와 인원의 감시, 통제, 관리, 적합한 작업 환경을 계속 유지되도록 한다.

4) 검사 및 시험

제품이나 부품에 대한 제작사양서나 계약서에 규정한 요구사항이 만족된다는 것을 검증하기 위한 검사 및 시험 업무에 대한 절차를 수립 관리하며 검사의 종류는 다음과 같다.

- 수입검사 및 시험
- 공정검사 및 시험
- 최종검사 및 시험



## 7. 교육훈련 계획

### 7.1 개요

PMS 노선의 차량 및 설비는 유지보수의 중요성을 감안하여 철저한 교육훈련을 통하여 운용 유지에 만전을 기할 수 있도록 한다. 본 교육 훈련은 PMS 차량 및 설비의 향후 운용 유지를 위한 기술의 필요성에 따라 다음과 같이 실시한다.

### 7.2 교육훈련 대상과 직무의 분류

- 정비 요원 : 일상 점검, 수정 정비작업, 차량의 Overhaul 및 장비의 교체 작업
- 운용 요원 : 차량 및 주요 설비의 운용 (평상시 / 비상시)

### 7.3 교육 훈련 방법

- 시범운행을 계획하고 있는 기간(약 1년 6개월)내 정비 및 운용요원에게 이론적 강의 및 실습의 형태로 시설되어 있는 모든 설비에 대하여 정비 및 운용이 충분히 가능하도록 교육한다.

### 7.4 교육 계획서의 작성

각 직무에 따른 요원들의 교육을 위해서는 먼저 교육 계획서가 작성되어야 한다. 이 교육 계획서에 포함될 내용은 다음과 같다.

- 교육 일정 (이론 / 실습 포함)
- 교육 목적, 시간표, 교육 인원, 교육 기간
- 교육 시설
- 교재



- 교육 장소
- 교육 수준 (교육 이수 후 요구되는 업무 능력)
- 교육 요원의 자격
- 교육 후 평가 방법

## 7.5 교육 요원의 요건

- 해당 직무에 대하여 숙련된 수행능력을 가진자
- 우수한 교육 능력을 가진자

## 7.6 교육 인원의 제한

- 교육을 실시할 경우 가능한 15명 이내의 단위로 교육한다.

## 7.7 교 재

### 7.7.1 교재의 형태

- 각 지침서 및 교안은 복사가 용이하도록 제작
- 종류 : 일반 문서, OHP 필름, 비디오 테이프 등

### 7.7.2 교재의 내용

- 교육 목적
- 교육 일정
- 교안 (장비, 시스템, 회로 등의 그림)
- 실습 내용
- 참고 자료
- 평가 양식



### 7.7.3 교재의 공급

- 각 교육과정별 교재는 교육 시작 1개월 이전에 준비할 것
- 교재는 매 교육기간마다 1조씩 제공

## 7.8 교육 내용

### 7.8.1 이론 교육

- 시스템 일반
- 원리 및 기초 이론
- 각종 계산법
- 해석 결과

### 7.8.2 실습 교육

- 시범
- 공장 견학
- 고장 진단 및 조치 훈련
- 특수 장비와 계측 기기의 사용법

## 7.9 교육훈련 과정의 구분

### 7.9.1 정비 요원 과정

#### 1) 목적

- 차량의 유지보수 업무 수행을 위한 기술의 습득



2) 교육 시기

- 교육 계획 승인 후 28 주 이내

3) 교육 내용

(1) 제 1 단계 : 차량 일반

- 기기 배치
- 제어 방식
- 부시스템과의 연계
- 차량의 성능
- 특수 기능
- 기기의 사양
- 작동 절차

(2) 제 2 단계 : 시스템 유지보수 교육

- 예방 정비 작업
- 보수 작업
- 장비의 교체 방법
- 유지보수 작업 후 시험
- Overhaul 방법 (세부 시스템, 측정 장비 등)

(3) 제 3 단계 : 각 장치별 유지보수 기술

- 차량 구조
- 추진 장치



- 제동 장치
- 대차 및 현수 장치
- 전기 장치
- 공기 배관
- 공기 조화 설비
- 출입문
- 연결기 및 연결 통로
- 통신 시스템
- TCMS
- ATC / ATO 장치
- 각종 실내 설비

#### 7.9.2 운용 요원 과정

##### 1) 목적

- 상용 운전을 위한 기술과 지식의 습득

##### 2) 교육 시기

- 교육 계획 승인 후 18 주 이내

##### 3) 교육 내용

- 상용 운전 기술, 긴급상황에서의 조치법, 안전장치의 작동법 등





## 8. 기술감리 및 자문계획

### 8.1 기술감리 계획

- 본 사업은 사업의 중요성 및 많은 승객의 안전에 지대한 영향을 미치는 신공항 내 교통시설이라는 측면에서 철저한 기술감리가 성공적 추진을 위한 관건이다.
- 따라서 건설기술 감리법 제 28 조의 규정에 의하여 설계 및 시공에 대한 감리는 건설교통부에 등록된 감리 전문회사에, 시험에 대한 감리는 철도기술연구원에 기술감리 업무를 위탁하여 시스템의 신뢰성 및 성능에 대해 만전을 기하고자 한다.
- 또한 본 사업의 기술감리 기관에 대해서는 감리업무의 독립성을 부여하며, 감리 대가의 지불을 위해서는 계약서에 별도의 지불방법이 명시된 내용에 따라 법률(하도급법)에 규정된 조건에 의한다.
- 본 사업의 공정성과 원활한 진행을 위하여 기술감리 기관은 다음의 내용을 감리토록 한다.
  - 설계결과의 검토, 확인
  - 시공관리 : 계획, 공정 및 적합성 등
  - 품질관리, 시험 및 시험결과에 관한 검토
  - 재해 예방대책 및 안전관리의 확인
  - 설계변경에 관한 사항의 검토
  - 공사 진척 사항
  - 각종 가설시설에 대한 안정성 검토
  - 기타 환경보존 등

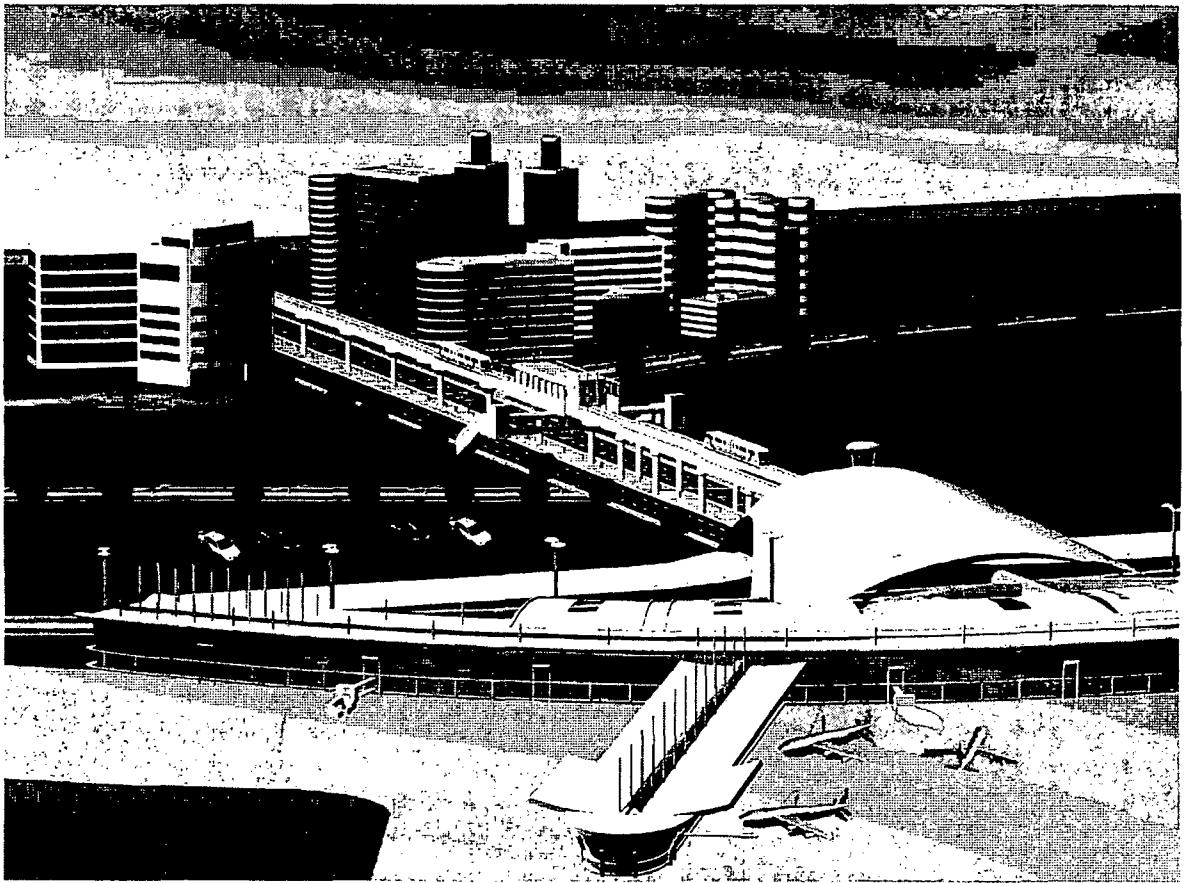


## 8.2 기술자문 계획

- 본 PMS 노선에 적용될 자기부상열차는 그 특징상 첨단 교통시스템으로 분류할 수 있다.
  
- 따라서 본 사업의 성공적인 완수를 위해서는 자기부상열차개발에 풍부한 노하우를 보유한 독일 또는 일본의 엔지니어로부터 설계 및 시험 단계에서 기술자문을 받고자 계획하고 있다.

PMS노선기획조사사업보고서

# 제표부 환경 및 안전관리계획



 現代精工株式會社  
HYUNDAI PRECISION & IND. CO., LTD

 한국기계연구원  
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS



## 목 차

1.	환경관리 계획	-----	III-1- 1
1.1	공사 기간중 환경 관리 계획	-----	III-1- 1
1.2	운영 기간중 환경 관리 계획	-----	III-1-10
2.	안전관리 계획	-----	III-2- 1
2.1	공사기간중 안전 관리 계획	-----	III-2- 1
2.2	운영기간중 안전관리 및 사고예방 계획	---	III-2- 4



## 1. 환경관리 계획

### 목 적

인천국제공항 PMS 건설공사로 수반되는 환경오염(비산먼지, 소음, 진동, 폐기물 처리, 수질 등)을 관계법규에서 정하고 있는 기준 이하로 될 수 있도록 환경저해 요인별로 대책을 수립 후 시공에 임하여 자연환경 및 생활환경의 보전과 근로자에게 쾌적한 작업환경을 제공함으로써 안전사고의 사전예방과 원활한 공사 수행을 하고자 함.

열차운영시 야기되는 열차이용 승객에 대한 환경관리 계획 및 선로주변, 차량기지에서 발생하는 오염으로 야기될 문제점을 사전에 예방하고 선로주변의 환경을 수시로 점검하여 쾌적한 상태에서 운행될 수 있도록 환경관리 계획을 수립하여 시행하고자 함.

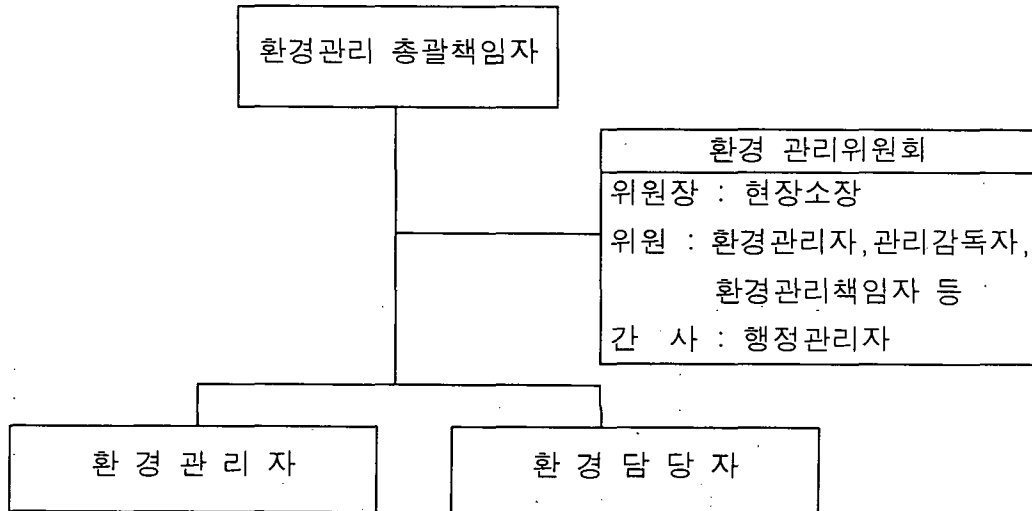
### 1.1 공사기간중 환경관리 계획

#### 1.1.1 중점 검토사항

- 공사중 발생하는 비산먼지 등에 의한 대기오염으로 인해 미치는 영향검토
- 건설현장에서 발생 가능한 수질오염으로 인한 영향 검토
- 건설폐자재 등의 폐기물에 의한 영향 검토
- 각종 건설장비의 가동에 의한 소음진동으로 인한 영향 검토
- 건설현장의 경관 훼손방지에 대한 검토
- 공사기간중 교통처리 방안 검토



1.1.2 건설환경 관리체계



1.1.3 관리조직 및 주요 업무

관리조직	주요 업무
환경관리 총괄책임자	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경관리업무 총괄책임</li> <li>- 현장점검 및 사업장 환경개선에 대한 지시</li> <li>- 대관민 협조체제 구축</li> </ul>
환 경 관 리 자	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경관리업무계획의 수립</li> <li>- 환경관리의 올바른 이행여부 확인검토(점검, 평가)</li> <li>- 환경오염조사, 원인분석, 예방대책의 기록 및 유지관리</li> <li>- 현장직원(협력업체 포함) 교육 및 홍보</li> </ul>
환 경 담 당 자	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 배출물질의 배출기준 준수 및 감량화방안 연구개발, 효율적 처리</li> <li>- 배출방지 시설의 정상기능유지 및 운영자료 비치, 기록보존, 철거, 신·증설 보수시 승인 요청</li> <li>- 관리책임자 및 경영관리자의 환경관련 업무지시 이행</li> </ul>
환경관리 위 원 회	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장공사와 관련한 환경관리 제반사항</li> <li>- 환경오염방지 시설의 설치·운영에 관한 사항</li> <li>- 자연환경보존 및 폐기물 발생저감, 재활용촉진에 관한 사항</li> <li>- 환경문제 발생시 조사, 조치에 관한 사항</li> </ul>



1.1.4 공사시 환경관리 계획

1) PMS 노선 건설공사시 수반되는 환경오염(비산먼지, 수질, 폐기물처리, 소음, 진동, 경관훼손 등)을 관련 법규에서 정하고 있는 기준 이하로 될 수 있도록 환경저해 요인별로 대책 수립후 공사 수행.

2) 공사시 환경관리계획

구 분	환경 관리 계획	비 고
비산먼지	·공사장 내의 주기적인 살수 ·세륜, 세차 시설의 설치 ·이동식 방진망 설치 ·공사차량 규제	
수질오염	·절, 성토지역 환경관리 ·유분함유 폐수의 환경관리 ·레미콘 제조현장에서의 발생 폐수에 대한 환경관리	
폐기물처리	·건설 폐자재 등 폐기물에 대한 환경관리	
소음 ·진동	·작업시간대 제한 ·저소음 ·저진동 공법의 선정 ·저소음 건설기계의 선택 ·공사차량 주행속도 제한 ·가설 방음벽 설치	
경관훼손방지	·녹지훼손 방지대책 수립 ·미관저해 방지대책 수립	

1.1.4.1 비산먼지에 대한 환경관리 계획

1) 공사장 내의 주기적인 살수

- 계획노선 및 공사차량 운행구간에 주기적인 살수
- 살수량 : 약 300~400cc/m<sup>2</sup>

2) 세륜 ·세차시설의 설치

- 공사장비로 인한 토사유입이 예상되는 지점에 설치
- 대기환경보전법 제4조 제2항 「비산먼지발생억제시설에관한기준」에 의거 다음과 같이 세륜 ·세차시설을 설치



세 료 시 설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수조의 넓이 : 운반차량의 1.5배 이상</li> <li>- 수조의 깊이 : 20cm 이상</li> <li>- 수조의 길이 : 운반차량 전장의 2배 이상</li> <li>- 수조의 정확도 : 수조의 탁도가 20도 이하로 유지되도록 청정수 순환 시설을 설치</li> <li>- 탁도가 10도 이상 오염된 수조수는 항상 교환될 수 있도록 장치 설치</li> <li>- 운반차량은 수조 통과시 수조내에서 3회 이상 전·후진하여 바퀴 등의 흙과 먼지를 제거한 후 통과</li> </ul>
세 차 시 설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 살수높이 : 차량의 바퀴로부터 적재함까지 살수 가능한 높이</li> <li>- 살수길이 : 운반차량 전장의 1.5배 이상</li> <li>- 살수방법 : 양측에서 동시에 살수가 가능한 자동 또는 반자동 시설</li> <li>- 수 압 : 10kg/cm<sup>2</sup> 이상일 것</li> <li>- 3분이상 정차하여 차체나 바퀴 등에 묻은 분진을 완전히 제거후 출발</li> <li>- 세료·세차시 처리를 위한 적절한 간이 시설을 설치 운영</li> </ul>

3) 공사차량 규제

- 주행차량의 적재시 적재함 상단 5cm까지 적재
- 주행차량의 적재시 적재함을 덮개로 덮어 운영

1.1.4.2 건설현장에서 수질오염에 대한 환경관리 계획

1) 절·성토 지역에서의 환경관리 계획

- 가배수로 설치
- 다짐철저
- 침사지 및 유수지 설치
- 법면에 식목과 병행한 토사유실 방지시설 설치





2) 유분함유 폐수의 환경관리 계획

공사장에서는 중장비의 세척시 유분을 함유한 폐수가 발생되어 외부로 유출되는 경우, 토양 및 수계를 오염시키게 되므로 장비보수 및 세척은 폐수 수집 관로 설비를 갖춘 일정 장소에서 시행하며 다음과 같이 유수분리 처리를 실시

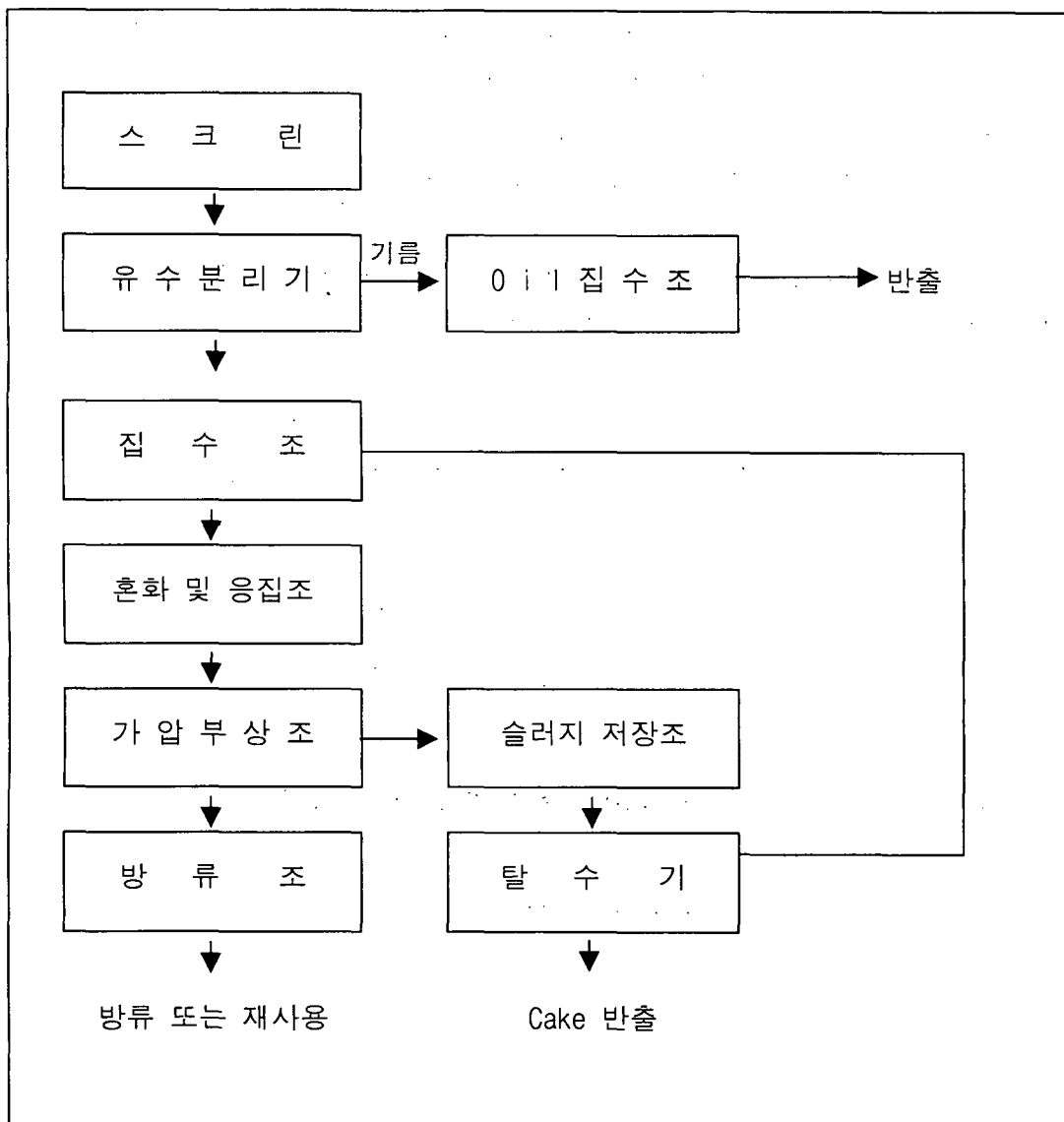


그림 1-1. 유분함유 폐수 환경관리 절차



3) 레미콘 제조현장(배치플랜트)에서의 발생폐수에 대한 환경관리계획.

인천국제공항 PMS 건설사업을 수행하기 위해 설치되는 배치플랜트에서 발생하는 폐수는 세제 등으로 인해 약알카리성이며 폐수의 성상을 고려하여 물리·화학적 처리방법을 도입하고 폐수중의 COD, SS는 침사시설 및 침전 시설을 통과시키므로써 제거하여, 기준치 이내로 처리하며, 처리수는 일시 저장 후 생산공정에 재 사용함.

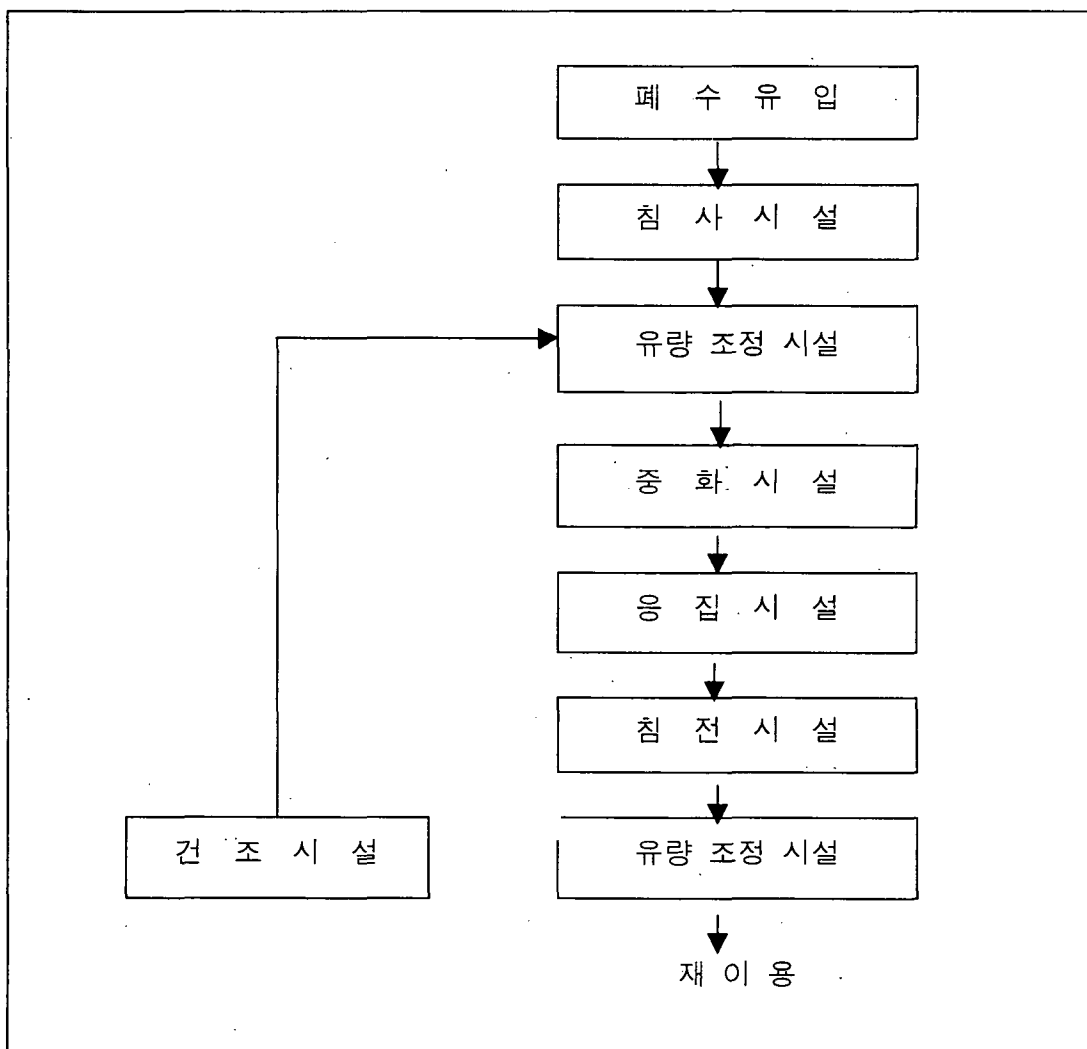


그림 1-2. 레미콘 제조현장의 발생폐수 환경관리 절차



1.1.4.3 건설폐자재 등 폐기물에 대한 환경관리 계획

현장에서 발생하는 건설폐자재 등의 폐기물은 수거단계에서부터 분리수거하여 가능한 많은 양이 재활용될 수 있도록 하고, 나머지는 위탁처리할 계획임.

<건설폐기물 활용계획>

공종	세부공	활용계획
토공	콘크리트 포장깨기	- 30cm 이내로 소할하여 노체 유용
	아스콘 포장깨기	- 폐기물 처리업체 위탁
	벌개제근	- 연료용은 해당업체 매각 - 주민들에 공여(사용가능분) - 공사장에 화목으로 사용 - 건조시켜 소각 또는 처리업체 위탁
배수공	콘크리트 잔토	- 타설시 철저한 다짐으로 폐기물 발생 억제 - 각 구조물별 현장 청소 철저
	거푸집, 동바리 비계 가공잔재(목재)	- 주민들에 공여 - 매각 처리 - 사용 불가분 소각, 연소재는 위생봉투 처리 또는 지정장소 매립
구조물공	시공이음용 스티로폼	- 위생봉투 처리
	구조물 터파기 잔토	- 노체유용 성토
	철근 가공잔재	- 매각 처리
	PVC 배수구	- 주민들에 공여 - 사용 불가분 위탁처리
포장공	아스팔트 공드럼	- 매각 처리
	아스콘 포설	- 발생 최대 억제 - 노견도로 이용



#### 1.1.4.4 건설소음으로 인한 영향의 환경관리 대책

##### 1) 공사시 장비가동으로 인한 건설소음의 환경관리 대책

###### - 작업시간대 제한

작업시간대 및 작업공정은 주변의 생활시간대 혹은 생산시간대를 고려하여 주간에 실시하고 야간작업(18:00~06:00)은 가능한 한 지양

###### - 저소음·저진동 공법의 선정

항타작업시 디젤해머에 의한 타격식 타입공법 대신에 프리보링공법 등을 선택하고, 포장면 파쇄시 해머식이나 대형 브레이크 대신 압쇄기에 의한 공법 등을 채택하여 소음·진동을 저감.

###### - 저소음 건설기계의 선택

규제기준 등을 고려하여 가능한 한 저소음 건설기계나 적정 용량의 건설기계를 사용하여 소음·진동을 저감.

###### - 공사차량 주행속도제한

주행속도를 20km/hr 이하로 규제

###### - 가설방음벽 설치

공사시의 소음을 예측하여 영향이 예상되는 지역에 가설방음벽을 설치

##### 2) 발파소음으로 인한 환경관리 계획

###### - 발파시간을 사전에 통보하여 시간대 조정

###### - 발파횟수를 최소화하며 미진동 발파공법을 적용

###### - 저소음, 미진동폭약(함수폭약, 정밀폭약, CCR 등)을 사용

#### 1.1.4.5 건설현장의 경관훼손 방지대책

##### 1) 녹지훼손 방지대책

- 현존식생을 양호한 상태로 유지하기 위하여 개발구역을 최대한 축소시키도록 함.



- 각종 토목 공사시에는 표토를 확보하여 식재시 활용함으로써 식생의 안정을 도모
- 토목공사 시행 후 발생하는 비탈면의 안전성과 미관을 고려하여 식생공법을 하도록 함.

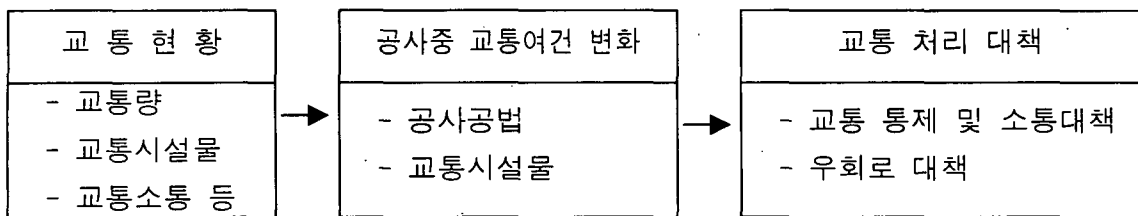
2) 미관저해 방지대책

- 공사현장이 외부와 차단될 수 있도록 차단막을 설치하고 사업장 경계 부에는 펜스(Fense)를 설치하며, 또한 펜스에는 시각적인 면을 고려하여 그림 등의 도색을 함.

1.1.5 공사기간중 교통처리 계획

1.1.5.1 교통처리대책 수립과정

공사기간중 교통처리 대책을 수립하기 위해서는 우선 공사전의 교통여건 즉, 교통량 및 교통시설물 등을 파악하고 공사기간중 교통여건의 변화를 검토한 여건 변화에 따른 교통소통 및 안전상의 문제점을 도출하고 이에 따라 적절한 교통처리 대책을 수립



1.1.5.2 공사기간중 교통처리 방안

주변도로의 적절한 위치에 경광등, 노면표시, 위험표지판 등 안내표지판을 설치



### 1.2 운영기간중 환경관리 계획

- PMS 노선 운영으로 인하여 주변환경오염(오·폐수, 폐기물처리 등)에 의한 영향을 검토, 환경저해 요인별로 대책 수립후 운영.
- 운영시 환경관리계획

구 분	환 경 관 리 계 획	비 고
오·폐수	<ul style="list-style-type: none"> <li>·정거장내 오수정화조에서 1차 처리</li> <li>·1차 처리된 오수는 관거로 연결하여 해당 하수처리장에서 최종 처리</li> <li>·검수고내의 폐수는 폐수처리하여 방류</li> </ul>	
폐기물처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>·정거장내 재활용 폐기물 수집함 설치 운영</li> <li>·청소대행업자를 통하여 위탁처리</li> <li>·폐기물을 폐기물 관리법에 의하여 처리</li> <li>·음식물 쓰레기는 타 폐기물과 분리수거하여 재활용할 수 있도록 계획</li> </ul>	

#### 1.2.1 중점 검토사항

- 1) 정거장 이용객과 역의 오수발생 및 차량기지의 폐수발생으로 인해 수질환경에 미치는 영향검토
- 2) PMS 운행시 발생하는 폐기물로 인한 영향검토
- 3) PMS 운행시 발생하는 소음·진동에 의한 영향검토



## 1.2.2 운영시 환경관리 계획

### 1.2.2.1 실내 대기에 미치는 환경관리 계획

#### 1) 정거장 환기방식 결정

환기방식에는 자연환기방식, 제1종 환기방식, 제2종 환기방식 등이 있으므로 본노선의 정거장 환기방식을 결정함에 있어 여러 가지 환기방식을 비교 검토하여 최적의 환기방식을 결정

### 1.2.2.2 오·폐수 발생으로 인한 환경관리 계획

#### 1) 정거장 이용객 및 역에 의한 오수발생으로 인한 환경관리 계획

- 정거장에서 발생하는 오수는 정화조를 설치하여 1차 처리토록 계획
- 1차 처리된 오수는 각 배수구역별 하수처리장 연결관거로 연결하여 각 해당 하수처리장에서 최종처리토록 함.

#### 2) 차량기지에서 발생하는 폐수로 인한 환경관리계획

- 차량기지에서 발생하는 폐수는 다량의 유분을 함유하고 있으므로 차량기지 내에 설치되는 폐수처리장에서 처리공정을 거쳐 우수지로 직접 방류함.

### 1.2.2.3 열차운행시 발생하는 폐기물로 인한 환경관리 계획

#### 1) 이용객 및 역에 의해 발생한 폐기물처리 계획

- 역사내에 재활용폐기물 수집함을 설치하여 재활용이 가능한 폐기물을 별도 수집하여 자원 재생공사 또는 민간재생업체에 판매 또는 제공
- 각 역사별로 청소대행업자를 통하여 위탁처리하며, 폐기물은 폐기물관리법에 의하여 처리



2) 차량기지에서 발생한 폐기물처리 계획

- 일반폐기물 처리계획

차량기지에서 발생하는 폐기물은 재활용폐기물을 분리 수집하여 자원재생 공사 또는 민간재생업체에 판매 또는 제공하고, 기타 일반폐기물은 가연성과 불연성으로 구분하여 폐기물처리계획에 의거 처리

- 지정 폐기물

저장용기에 보관하여 지정폐기물처리업체에 위탁처리 실시

- 음식물쓰레기

음식물쓰레기는 타폐기물과 분리수거하여 인근 음식물쓰레기 퇴비화시설에서 처리하여 재활용할 수 있도록 계획

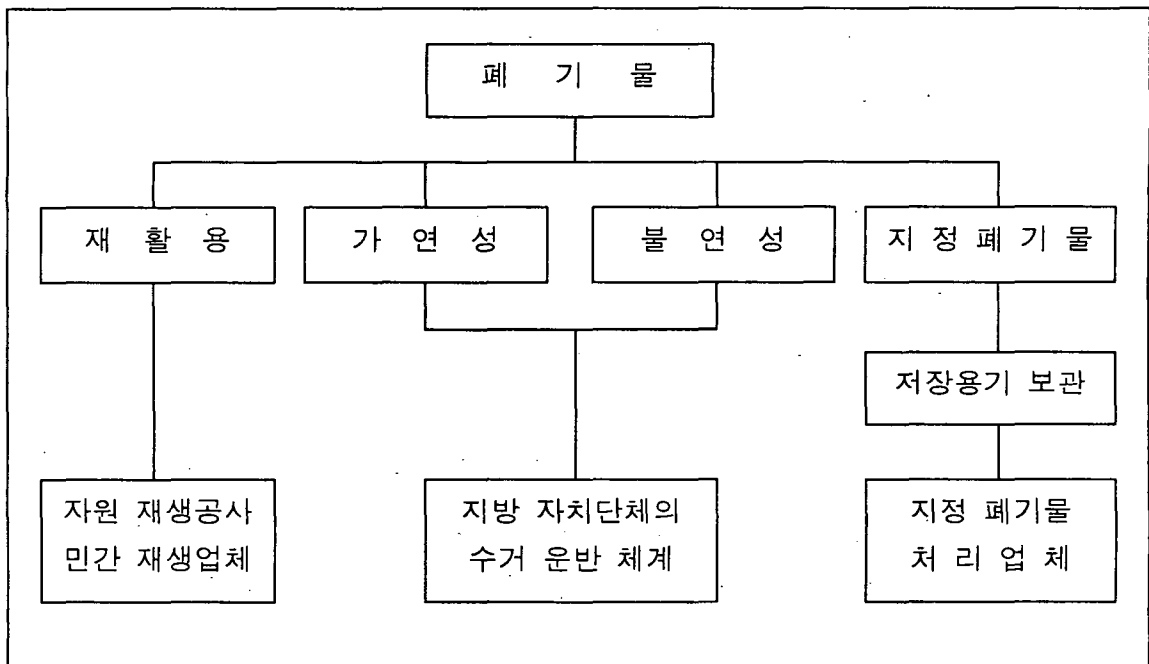


그림 1-3. 폐기물 처리 계통도





#### 1.2.2.4 열차운행시 발생하는 소음/진동 저감 대책

1) 토목분야

고가 운행시 발생하는 진동 및 소음을 고려 가능한 한 강재의 사용을 억제하고 콘크리트 구조물로 계획하였고 유도상 구조로 스투브를 설치

2) 궤도분야

고급 양질의 궤도를 사용하여 기본적인 소음·진동 저감

3) 차량에서 발생하는 소음·진동 저감대책

(1) 차량에는 실제로 많은 소음원이 존재하는데, 크게 추진장치, 보조장치 소음으로 나눌 수 있고 이러한 것이 차량의 속도, 선로조건, 차체의 방음처리 여부, 각종 소음발생 기계장치 등의 인자들의 결합여부에 의해 소음수준이 결정됨.

(2) 추진시스템은 가변전압가변주파수방식(VVVF)으로서, 고속 스위칭에 적합한 최신 기술인 IGBT 소자를 사용하여 기존 GTO소자보다 높은 스위칭 주파수를 실현하여 소음을 저감.

(3) 에어컨, 보조전원장치, 공기압축기 등 보조장치의 소음을 줄이기 위하여 기기 회전에 대한 진동이 절연 되도록 하여 발생하는 소음을 저감시키고, 효과적인 방진 고무를 장착하여 소음 및 진동을 저감.

(4) 대차의 2차 현가장치는 공기스프링을 장착하여 차량의 진동을 저감하는 동시에 승차감 향상을 기함.



### 1.2.3 염해방지 대책

#### 1.2.3.1 토목시공 분야

##### 1) 시멘트

각종 시멘트 중 해수의 작용에 대하여 특히 내구적인 시멘트는 고로 슬래그 시멘트, 중용열 포틀랜드 시멘트, 플라이애쉬 시멘트로 사용고려이상의 시멘트는 내염성 이외에도 장기재령의 강도가 크고 수화열이 적은 이점이 있어서 해양 콘크리트에는 이러한 시멘트를 사용고려

##### 2) 철근피복두께

해수와 같은 염화물의 작용을 받으면 콘크리트는 쉽게 알칼리성을 상실하게 되어 곧 철근이 부식될 우려가 있으므로 피복두께를 크게함.

#### 1.2.3.2 차량분야

1) 철도차량의 경량차체 재질로 알루미늄합금의 사용이 증가되고 있으며, 알루미늄합금은 활성이 큰 금속이지만 그 표면에 보호작용이 우수한 산화피막이 덮혀 있으므로, 강재에 비해 매우 양호한 내식성을 가짐.

2) 염분에 대한 내식성이 강한 알루미늄 6000계 합금을 차체에 사용

3) 도장의 경우, 알루미늄합금에 대해 부적절한 도장재가 많으므로 도장재를 적절히 선정하고, 무도장의 경우 적절한 주기로 세척을 실시하고 외판의 오염을 제거하여 부식방지를 도모함.



## 2. 안전관리 계획

### 목 적

- 안전관리는 각종시설물 및 장비를 체계적으로 점검·보수하여 사고발생 요인을 제거하고 사고발생시 적절한 초동대처로 신속한 수습과 복구를 시행하여 이용시민에게 최고의 서비스를 제공하고 PMS의 안전운행을 확보하는데 그 목적이 있음.
- 안전관리계획은 공사기간 중의 안전관리계획과 운영기간 중 사고예방 차원의 안전관리계획을 수립함.

### 2.1 공사기간 중 안전관리 계획

#### 2.1.1 시공중 안전관리 중요 고려사항

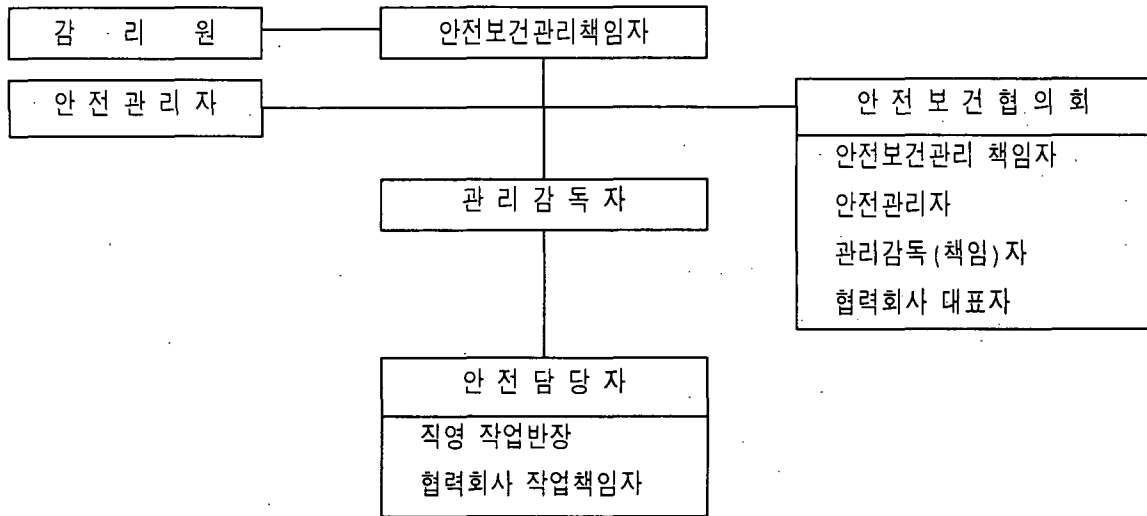
- 1) 안전관리 조직의 편성과 효율적인 운영방안 점검
- 2) 공사장 안전점검과 기록유지 분석
- 3) 안전취약 지역에 대한 적절한 보강대책 수립
- 4) 위험요소에 대한 반복점검 실시
- 5) 공사중 종사원에 대한 정기적인 안전교육 실시
- 6) 자율적인 안전관리를 위한 전 종사원 안전관리 요원화

#### 2.1.2 안전관리 조직편성 및 임무

건설공사의 안전시공 추진을 위해서는 안전조직이 갖추어져야 하고 안전조직은 현장규모와 작업내용에 따라 구성하며 동시에 산업안전보건법의 해당규정에 명시된 업무도 수행되도록 함.



2.1.2.1 조직편성 (공구)



2.1.2.2 임 무

담당	임무내용
시공자	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 안전보건 관리책임자               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 현장의 전반적인 안전보건 문제를 책임지고 추진</li> </ul> </li> <li>○ 안전관리자 (법정자격자)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 안전에 관한 기술적인 사항에 대하여 안전보건 관리책임자를 보좌하고 관리감독자 및 안전담당자에 대하여 감리·조언</li> </ul> </li> <li>○ 근로기준법, 산업안전보건법, 산업재해 보상보험법 및 기타 관계법규를 준수</li> </ul>
관리감독자	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 공사와 관련된 당해업무와 소속직원을 직접지휘, 감독하는 부서이거나 그 직위를 담당하는 자로서 당해업무와 관련된 안전보건상의 업무를 수행</li> </ul>
안전담당자	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 특별히 위험방지를 필요로 하는 작업에 종사하는 관리감독자 중에서 지정 해당작업의 안전업무를 수행</li> </ul>
감리원	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시공자의 안전관리자를 지도·감독하며 공사전반에 대한 안전관리 사전검토, 실시확인 및 평가, 자료의 기록유지 등 사고예방을 위한 제반 안전관리업무에 대한 감리 수행</li> </ul>



2.1.3 안전점검 요령

구 분	점 검 내 용
일 일 점 검	현장감독 및 소장 합동점검 점검리스트 작성 조치결과 기록 유지 현장 안전점검 일일 결산 실시
수 시 점 검	사업시행자 및 시공사의 안전담당자 점검
특 별 점 검	하절기 (폭우, 태풍, 혹서기) 동절기 (폭설, 혹한기) 해빙기

2.1.4 안전교육

구 분	교 육 내 용
대 상	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전 공사종사요원, 특히 실제공사에 임하는 기능공, 인부, 작업반장 등</li> </ul>
교육내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 정신교육 : 시공자의 주인의식, 공사종사원의 사명과 각오, 안전의식 구조의 개혁</li> <li>○ 안전관리교육 : 안전관리의 개념, 작업안전, 시공안전관리, 작업장 안전관리, 장비 안전관리, 공사장 주변 안전관리</li> </ul>
교육요령	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 매일작업 개시 전 : 작업개요 및 안전상 주의사항</li> <li>○ 1회 교육시간은 20~30분 정도 1시간 이내</li> <li>○ 분야별, 공종별로 분리교육</li> <li>○ 작업착수 전 안전선언 실시</li> </ul>
작업현장 안전교육 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 작업복장에 관한 사항</li> <li>○ 작업장 내에서의 행동에 관한사항</li> <li>○ 교통안전 관리에 관한 사항</li> <li>○ 장비 안전관리에 관한 사항</li> </ul>



## 2.2 운영기간중 안전관리 및 사고예방 계획

### 2.2.1 안전관리 대책 (사고예방 계획)

#### 2.2.1.1 안전점검

##### 1) 개통전 안전점검

- 열차운전에 필요한 제반설비 기능의 이상 유무
- 각종 시설물 시공 상태
- 시운전에 관련된 안전관계 제반 사항

##### 2) 일상안전지도점검

- 순회점검/규정 위반자 지도 단속
- 안전저해요인 시정 조치
- 취약지점 발견 조치

##### 3) 분기종합안전점검

- 자체 안전관리 실태 확인
- 각종시설 장비관리 상태 점검

##### 4) 특별점검

- 사고위험지역 선정 점검 실시
- 계절별점검 : 해빙기, 하절기, 동절기

##### 5) 외부전문가 초빙 안전점검

- 대 상 : 안전운영이 우려되는 분야
- 실시시기 : 필요시



2.2.1.2 안전교육 및 훈련

1) 종합안전관리 교육

- 안전관리 중요성 및 안전의식 고취
- 관계규정 및 지시사항
- 각종 사고사례 원인분석 및 예방대책

2) 법정교육

- 신규채용시 교육(8시간 이상) : 위탁 및 현업
- 작업내용 변경시 교육(8시간 이상) : 현업
- 유해, 위험 작업시 특수교육 실시 : 현업

3) 자체교육

- 안전수칙 및 기준
- 작업상 안전관리
- 사고예방과 업무 개선책
- 분야별 직무이론 및 실기

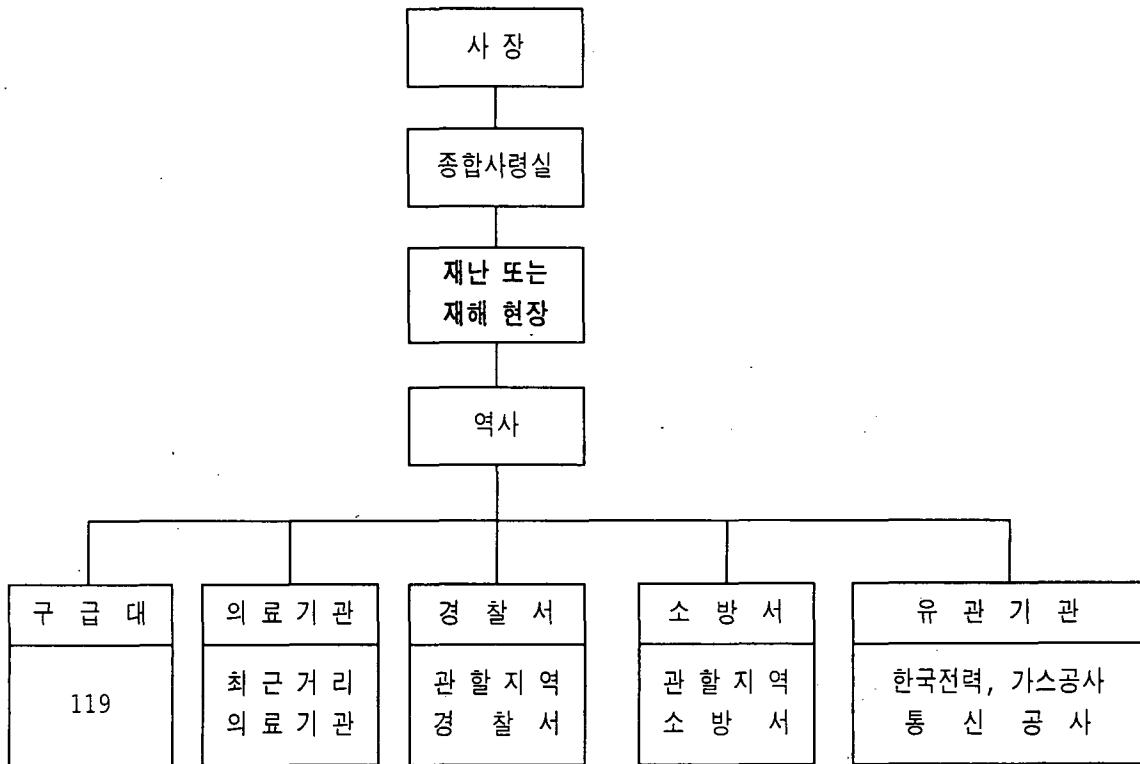
4) 모의사고 훈련

서 명	모 의 훈 련 내 용	비 고
PMS 운영부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 승객사상사고 발생시 조치훈련</li> <li>○ 사고(장애)발생시 전언통신 훈련</li> <li>○ 출입문 고장시 조치훈련</li> <li>○ 열차사고 발생시 조치 훈련</li> <li>○ 구원열차 연결 훈련</li> <li>○ 고배선 단전시 복구훈련</li> <li>○ 케이블 손상시 접속 훈련</li> <li>○ 각 분야별 훈련내용에 의한 종합 통제 훈련</li> </ul>	



2.2.2 사고(장애)시 복구체계

2.2.2.1 보고 및 협조 체계







2.2.3 재해 예방 및 긴급구난 대책

1) 화재 구조활동 절차

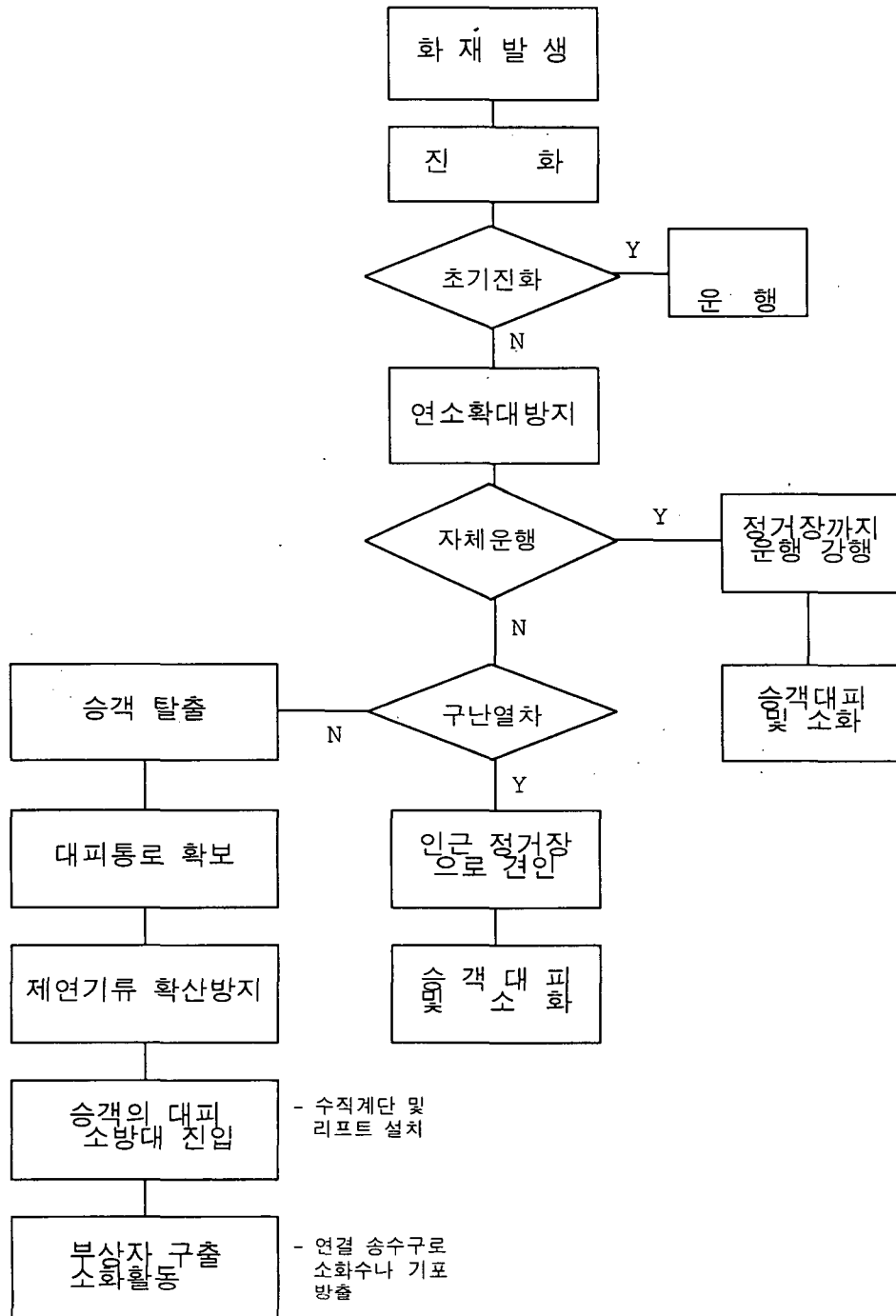


그림 2-1. 화재 구조활동 절차



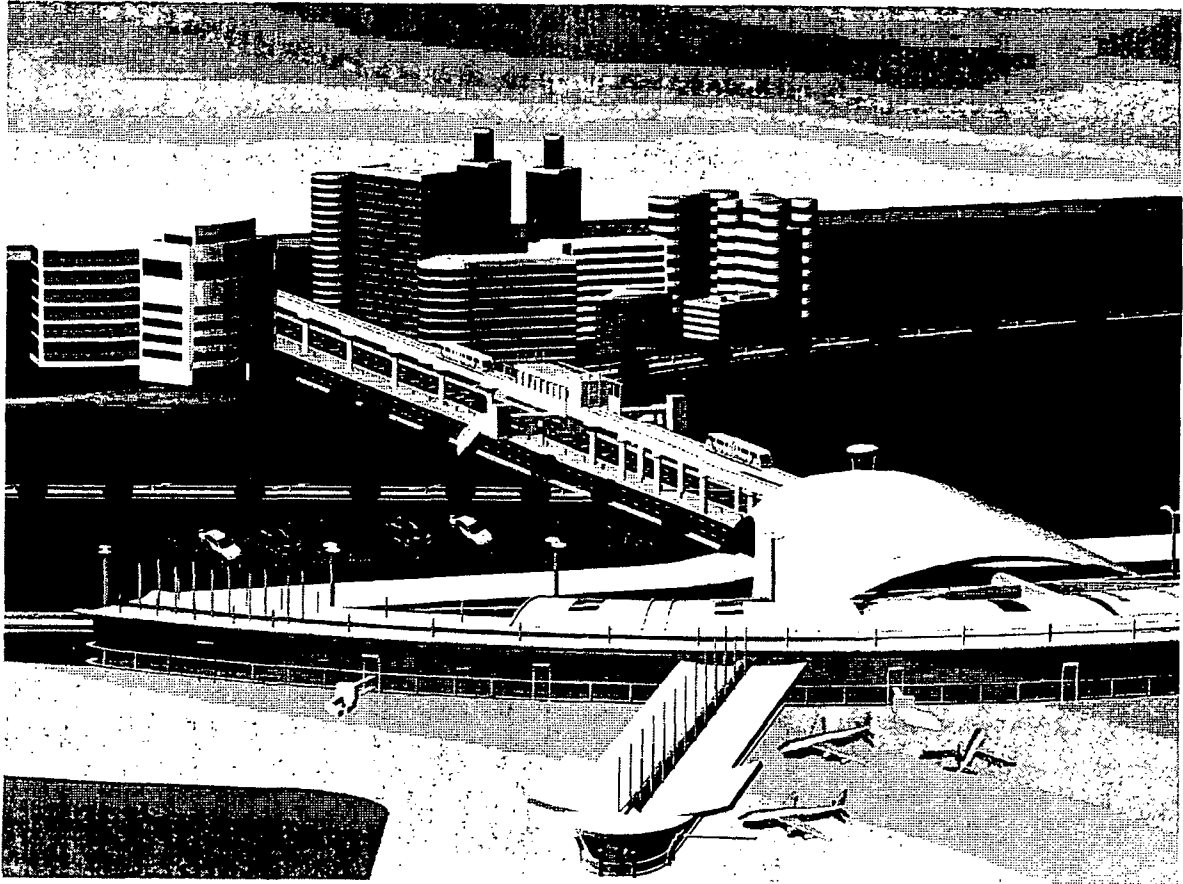
2) 차량 고장시 긴급 구난 대책

구분	경고장시	중고장시	
		2량중 1량 고장시	2량 전량 고장시
조치 방안	<ul style="list-style-type: none"> <li>·마지막역까지 정상 운행(승객합승)</li> <li>·승객하차후 기지로 자체운행, 이동</li> <li>·고장부위 수리후 재운행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·고장지점에서 가장 가까운역까지 운행 후 승객 하차</li> <li>·2량중 미고장차량으로 고장차량을 견인하여 기지로 이동</li> <li>·예비편성차량 투입, 운행</li> <li>·고장차량 수리후 시험주행→예비차량으로 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·고장지점에서 비상 출입문을 통하여 승객하차</li> <li>·승객은 비상통로를 이용 가장 인접한역으로 이동</li> <li>·기지내 예비편성차량으로 고장차량을 견인하여 기지로 이동</li> <li>·고장차량 수리후 시험주행→예비차량으로 사용</li> </ul>

3) 차량내 화재 예방 대책

- 차량 주요부 불연내화재 사용
- 난연성 재질의 전선 사용
- 비상 통화장치 설치
- 소화기(소화용)와 축전지(예비용 조명 및 환기장치 작동 등) 탑재
- 각 차량에는 비상대피용 출입문 설치

# 제Ⅳ부 건설후 관리 및 운영계획





## 목 차

1.	운영 계획	IV-1- 1
1.1	PMS 활용 방안	IV-1- 1
1.2	수송 계획	IV-1- 1
1.3	운전 계획	IV-1- 4
1.4	이용자 편의를 위한 운영체계 구축계획	IV-1- 8
2.	차량 및 시설물 유지보수계획	IV-2- 1
2.1	개요	IV-2- 1
2.2	유지보수계획	IV-2- 2
2.3	차량 유지보수	IV-2- 5
2.4	고정설비 유지보수	IV-2- 8
3.	운영 조직	IV-3- 1
3.1	조직	IV-3- 1
3.2	팀별 업무	IV-3- 2
3.3	단계별 소요인원	IV-3- 3
3.4	최종단계 소요인원 산출 내역	IV-3- 3
4.	인력수급 및 관리계획	IV-4- 1
4.1	분야별 기술교육	IV-4- 1
4.2	인력확보 방안	IV-4- 3



## 1. 운영계획

### 1.1 PMS 활용방안

인천국제공항은 세계 교통의 중추적 역할을 담당할 국제 관문으로써 최첨단 기술의 집약체인 자기부상열차를 세계 최초로 2004년 1월부터 실용화 운영하여 한국의 국제적 위상을 높이고 대외홍보 효과를 극대화 시키면서 이용객에게 편의를 제공 함은 물론 국제업무지역의 조기 활성화 유도

#### PMS 활용방안

- ① 첨단기술 실용화로 대내외에 국가 기술력 홍보효과
- ② 인천 국제공항 이미지 제고
- ③ 국제업무지역에 대한 민자유치 활성화 유도
- ④ 공항청사 등 행정관리지역 근무인원에 대한 편의 제공
- ⑤ 항공탑승 대기승객에게 볼거리 제공
- ⑥ 학생들에게 교육 및 견학장소로 활용

### 1.2 수송계획

#### 1.2.1 수송수요 예측

수송수요 예측은 수송계획 및 열차운행계획 수립에 직접적인 영향을 주는 매우 중요한 요소이다. 따라서, 인천 국제공항 교통센터와 국제업무지역(IBC)간을 운행하는 PMS(People Mover System) 노선의 수송수요는 국제업무지역이 완공되는 2020년의 최대 3,400명/시간·방향을 기준으로 하여 PMS 개통 시작연도인 2004년과 중간단계인 2010년을 대상으로 아래와 같이 예측하였다.



구 분	1단계	2단계	3단계
	2004~2009	2010~2019	2020~
첨두시 최대 수송수요 (명/시간·방향)	1,200	1,700	3,400

주 : IBC 발생 교통량 예측에 따르면 2004년 수요는 2020년의 약 35%, 2010년 수요는 약 50% 수준이므로 최대 수송수요는 각각 1,200명, 및 1,700명으로 추정

1.2.2 운행시간

구 분	1단계 (2004~2009)	2단계 (2010~2019)	1단계 (2020~)
운행 시작	07:00	06:00	05:00
운행 종료	20:00	22:00	24:00
1일 운행시간	13시간	16시간	19시간

1.2.3 탑승인원

단위 : 명

구 분	좌 석	입 석	계	비 고
정원/량	36	90	112	·입석정원기준 : 4명/m <sup>2</sup>
만차/량	36	112	148	·입석최대기준 : 5명/m <sup>2</sup>



1.2.4 편성당 탑승인원

단위 : 명

구 분	정 원	최 대	비 고
2량 편성	224	296	

1.2.5 운전시격에 따른 시간·방향당 수송능력

구 분	운전 시격	운전회수 (회/시간)	수송능력 (명/시간·방향)	비 고
정 원	3.5분	17	3,808	
	4.0분	15	3,360	
	8.0분	7.5	1,680	
	10.0분	6	1,344	
최 대	3.5분	17	5,032	
	4.0분	15	4,440	
	8.0분	7.5	2,220	
	10.0분	6	1,776	



1.2.6 단계별 운전시격

단 계	수송수요 (명/시간·방향)	운전시격 (분)	비 고
1 단 계 (2004~2009)	1,200	10.0	정원기준
2 단 계 (2010~2019)	1,700	8.0	정원기준
3 단 계 (2020~ )	3,400	4.0	정원기준

1.3 운전계획

1.3.1 기본운전성능

- 구동방식 : 상전도 흡인식 부상, 선형유도전동기 추진
- 열차편성 : 2량 1편성(Mc1 + Mc2)
- 궤 간 : 2,000 mm
- 차량제원 : 14.50m(길이) × 3.00m(폭) × 3.95m(높이)
- 자 중 : 18.0 ton/car
- 최대승객하중 : 10.0 ton/car
- 총 중 량 : 자중 ----- 36 ton  
최대승객하중시-- 56 ton
- 가선전압 : 역행시----- DC 1,500V  
회생제동시 ----- DC 1,650V





- 최대속도 : 운행 - 80 km/h  
설계 - 100 km/h
- 최대가속도 : 3.6 km/h/s
- 최대감속도 : 상용 - 3.6 km/h/s  
비상 - 4.5 km/h/s
- 제동방식 : 회생제동 병용, 전기지령식 공기제동
- 역정차시간 : 30 초

1.3.2 열차운전 시뮬레이션

구 분	교통센터→역사2	역사2→교통센터	비 고
주행거리(km)	1.2	1.2	
소요시간(분)	3.05	3.20	
표정속도(km/h)	23.6	22.5	
소비전력량(kwh)	38kWh	40kWh	1 편성 기준

• 교통센터 → 역사 2

STATION		거리 (km)	운행시간(분)		비 고
From	To		주행	정지	
교통센터	제2터미널	0.285	0.56	0.50	
제2터미널	역사 1	0.660	0.92	0.50	
역사 1	역사 2	0.285	0.57	0.00	
계		1.230	2.05	1.00	



• 역사 2 → 교통센터

STATION		거리 (km)	운행시간(분)		비 고
From	To		주행	정지	
역사 2	역사 1	0.285	0.59	0.50	
역사 1	제2터미널	0.660	0.97	0.50	
제2터미널	교통센터	0.285	0.64	0.00	
계		1.230	2.20	1.00	

1.3.3 열차운행계획

열차운행은 종단역에서의 회차없이 시발역과 종단역 사이를 왕복운행하는 것으로 계획

1) 열차편성

목표년도별 수송수요를 충족할 수 있도록 계획하며, 열차 편성량수는 운용의 효율성을 감안하여 2량 고정 편성으로 한다.

2) 표정속도

열차운전 시뮬레이션 결과를 기준으로 표정속도를 설정하되 열차운행의 예기치 못한 사태에 대비하여 여유시간을 고려한다. 당 노선의 경우 표정속도는 22 km/h로 설정한다.

3) 운전시분

표정속도에 의해 산출하며 열차 운행상의 여유시간을 고려하여 표정시간을 3.5분으로 설정한다.



4) 단계별 운전회수 및 주행거리

단 계	시격(분)	운전회수(회)	주행거리(km)	비 고
1 단 계 (2004~2009)	10.0	156	187.2	
2 단 계 (2010~2019)	8.0	240	288	
3 단 계 (2020~ )	4.0	570	684	

5) 소요 편성

소요편성수는 운행차량과 예비차량을 합한 총수량으로 다음과 같다.

단 계	편성 × 운전시격	소요편성수			비 고
		운행	예비	소요	
1단계 (2004~2009)	2량 × 10분	1	-	1	
2단계 (2010~2019)	2량 × 8분	1	1	2	
3단계 (2020~)	2량 × 4분	2	1	3	



## 1.4 이용자 편의를 위한 운영체계 구축계획

### 1.4.1 기본방향

첨단의 차량과 시스템을 적용하여 안전한 운행, 연계 수송체계 구축 및 편의시설 확충으로 승객에게 편의성을 제공하고 환경 친화적인 시설 공급으로 쾌적한 이용이 가능토록 함.

### 1.4.2 편리성 측면

#### 1) 연계 수송체계 구축

편리성 확보여부는 타 교통수단과의 환승이 얼마만큼 잘 고려되었는가에 의해 좌우되므로 연계버스, 승용차 등의 교통수단과 환승이 원활하도록 계획

#### 2) 정거장 편의시설 확보

- 장애인이용 편의시설 : 장애인용 엘리베이터, 유도블록, 화장실, 공중전화부스 등 설치
- 에스컬레이터, 무선통신 시스템 설치

#### 3) 탄력적인 수송계획 수립

시간대별로 탄력있게 수송계획을 수립하여 첨두시에는 짧은 운행시각에 의한 서비스 제공

#### 4) 차량내 승객 편의장치 확보

- 자동안내 방송장치, 실내등 조도개선, 냉난방, 승객안내 표시장치, 행



선표시장치

-장애인 시설 설치

### 1.4.3 안전성 측면

#### 1) 신뢰성있는 차량시스템 적용

- 컴퓨터 제어에 의한 자동열차 시스템 운용
- 시스템 전체의 안전측 동작(Fail-safe) 원리 적용
- 지상 및 차상장치의 이중화
- 차량에 안전장치용 설비 구비 : 인터폰, 방재시스템 등

#### 2) 안전시설물 설치

- 승강장애 스크린도어 설치
- 정거장에 환기설비, 소화설비 구비

### 1.4.4 쾌적성 측면

#### 1) 환경 친화적인 차량

- 소음 및 진동 최소화
- 시야 확보가 용이한 대형창문 배치
- 친밀한 차내 분위기 제공

#### 2) 쾌적한 환경조성을 위한 설비 구비

- 차량내 냉·난방 설비
- 승강장내 스크린도어 설치로 쾌적함 유지
- 정거장내 공조, 환기설비 구비



## 2. 차량 및 시설물 유지보수계획

### 2.1 개요

#### 2.1.1 유지보수 개념

시스템의 경제적 수명과 운영 효율을 최대로 발휘하기 위해 차량 및 고정 부대 설비에 관한 유지보수를 실시한다.

##### 2.1.1.1 운행 중 준비

- 시스템 및 부품을 정기적으로 감시
- 일정 시간 경과 및 주행중 예방정비를 위한 부품교환

##### 2.1.1.2 차량 정비 시간 최소화

유지보수 및 정비고 설비가 유지보수 작업 계획에 따라 정비 유지 시간이 최소화 되도록 설계

##### 2.1.1.3 주요 부품 교환

- 정비고는 차량의 주요 부품을 분해, 조립이 가능한 설비를 갖춤
- 신품 또는 수리된 차량 부품과 창고에 보관, 반출되는 차량부품은 취부전 충분한 시험을 거쳐 부품교환
- 고정 부대설비 (전력공급, 신호, 통신 등) 부품들도 차량 부품과 같은 방식으로 취급



### 2.1.2 유지보수 목적

- 1) 정시성, 안정성, 승객 만족과 관련하여 요구되는 운행성능 수준을 유지
- 2) 운행 중 설비부품의 손상 및 고장을 최소화 하기 위해 적절한 계획 수립/시행
- 3) 운행 중 시스템 충격 최소화
- 4) 시스템의 수명 및 효율 최대화
- 5) 효율적인 유지 보수품 준비
- 6) 적절한 기지 및 정비고 설비 준비

## 2.2 유지보수계획

### 2.2.1 유지보수계획

유지보수를 위해 요구되는 인력, 정비지침서, 설비 및 예비품의 결정을 위해 유지보수의 계획이 필요하고 내용은 다음과 같다.

#### 2.2.1.1 인력채용 및 교육

- 유지보수 인력채용은 유지보수 경력을 갖고 있는 정규교육 이수자를 채용
- 시스템 공급 계약자가 훈련 계획 수립 시행

#### 2.2.1.2 정비지침서

정비지침서에는 정비 방법 및 수준이 기술될 것이며 조립도면, 결선도, 정비지침, 예비품 카다로그 포함

#### 2.2.1.3 장비 및 설비

정비에 요구되는 특수 공구 및 계기류 제시



#### 2.2.1.4 예비품 및 소모품

추후에 추천 예비품 및 소모품 목록을 포함한 구매선 정보제공

#### 2.2.2 정비수행

정비는 차량 및 고정설비에 대해 다음과 같이 2가지 방법으로 수행된다.

- 1) 예방정비 : 주어진 주기로 수행되는 계획 정비  
세척, 검사, 시험, 오일교환, 급유, 소모품 교환 등
- 2) 비계획정비 : 고장 또는 사고발생이 우려되어 즉시 정비가 요구되는 계획되지 않은 정비

##### 2.2.2.1 차량 유지보수

- 매일 승객을 위한 환경을 청결히 하기 위한 운행된 차량의 청소 및 세척
- 개별 차량에 대한 주기적 유지보수 및 정비
- 전체적인 운행에 지장을 받지 않도록 비계획 정비 작업 수행

##### 2.2.2.2 고정설비 유지보수

- 시스템이 가동되지 않는 동안 유지보수가 가능한 곳에서 정기적 유지보수 수행
- 운행 중 수리 및 유지보수를 위한 운행 담당자와 고정설비 담당 부서의 유기적 협조에 의한 유지보수 수행





### 2.2.3 유지보수 대상 시스템

유지보수는 차량의 주요장치와 주요 고정설비를 대상으로 실시한다.

#### 2.2.3.1 차량의 주요 장치

- 차체 및 대차
- 전력공급
- 추진 및 제동 장치
- 보조전원장치
- 부상장치
- 실내설비
- 제어 및 통신 장치

#### 2.2.3.2 주요 고정설비

- 1) 궤도장치
  - 분기기 및 고정장치
  
- 2) 전력공급
  - 수변전설비
  - 집전설비
  - SCADA 설비
  
- 3) 신호
  - 제어 및 감시설비
  - 전자연동장치
  - ATP/ ATO 장치



4) 통신

- 라디오/전화/시계설비
- 승객정보 시스템
- CCTV

5) 역사설비

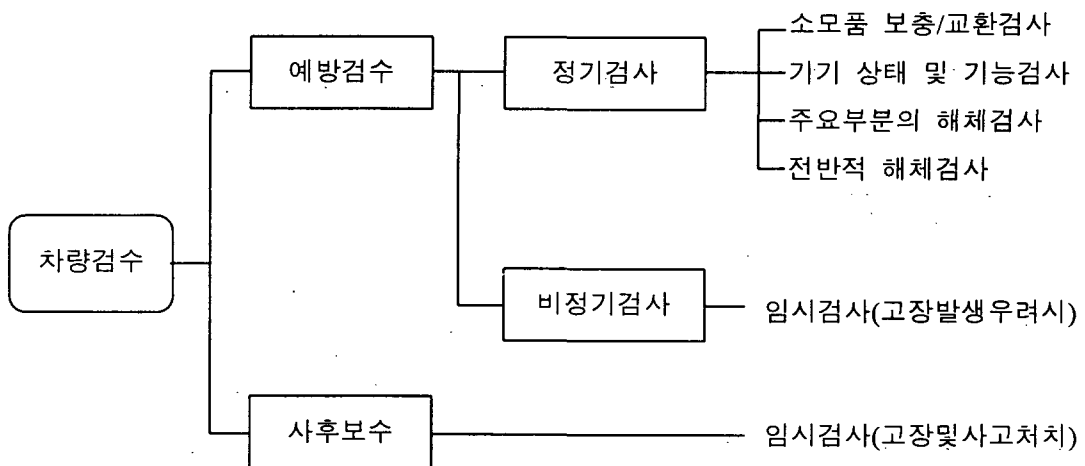
- 전등/HVAC 설비
- 스크린 도어 등

6) 기지 및 정비고 설비

- 기지 및 WORKSHOP 설비

## 2.3 차량 유지보수

### 2.3.1 차량 검수체계





### 2.3.2 정비 분류

#### 2.3.2.1 예방정비

지정된 주기에 수행되는 계획 정비로서, 일정 시간이나 주행거리가 경과된 차량을 대상으로 하며 주요 부품의 감시 정보 DATA를 이용하여 정비

- 일상 실내 청소
- 주기적인 정비
- 주요 부품 관리 및 교체

#### 2.3.2.2 OVERHAUL

정비 계획에 따라 특정 부품의 교환 및 수리

#### 2.3.2.3 비계획 수리

불가피 하게 발생하는 고장에 적절히 대처하기 위해 비계획 정비 수행

### 2.3.3 검수 업무

#### 2.3.3.1 정기검사

- 1) 입출고 검사 : 열차의 입출고시 이상 유무를 점검한다.
- 2) 3일 검사 : 3일 마다 차량 주요부의 상태 및 기능을 점검한다.
- 3) 1개월 검사 : 1개월 마다 집전장치, 추진용 전동기 및 인버터, 부상용 전자석 및 제어기, 대차, 제동장치, 연결장치, 축전지 등의 상태 및 기능을 점검한다.



- 4) 1년 검사 : 1년 마다 집전장치, 추진용 전동기 및 인버터; 부상용 자석 및 제어기, 대차, 제동장치, 연결장치, 축전지 등을 분해하여 검사하고 절연저항등을 측정한다. 정비선에서 검사, 시험종료 후에는 본선에서의 시운전을 실시하여 종합기능을 확인한다.
  
- 5) 전반검사 : 3년을 초과하지 않는 기간 내 차량의 주요부를 해체하여 전반적으로 검사 수선, 교체하고 절연저항 및 절연내력시험을 행한다. 정비선에서 검사, 시험 종료 후에는 본선에서의 시운전을 실시하여 종합기능을 확인한다.

#### 2.3.3.2 비정기 검사

- 1) 임시검사 : 사고 혹은 고장발생 우려시 필요에 따라 임시 검사를 실시한다.
- 2) 인수검사 : 신규제작 및 도입된 차량의 상태와 기능을 검사한다.

#### 2.3.3.3 청소 업무

- 1) 소청소 : 운행중인 차량에 대하여 간단히 시행하는 청소
- 2) 중청소 : 운행 3일마다 닦기와 먼지제거 등을 반복적으로 시행한다.
- 3) 대청소 : 1개월마다 세제, 물, 기름, 청소기 등을 사용하여 차량 내·외부 전반의 묵은 때를 제거한다.
- 4) 자동차체세척 : 열차가 기지내로 입고할 때, 기지 입구에 설치된 자동세척기로 차체 외부를 세제와 물을 이용하여 자동 세척한다.



#### 2.3.3.4 기지 관련업무

- 운행관리 : 차량 운행계획에 따라 열차의 입고 및 출고를 관리한다.
- 검수관리 : 기지에서 차량의 운행, 검수와 관련하여 기획업무, 운영업무 및 실적 관리, 자재 관리, 외주관리, 각종 서류대장관리 등을 한다.

#### 2.3.3.5 보수업무

운용에 관련된 분기기, 궤도, 전력설비, 신호기기, 운송장치 등의 시설 및 설비를 보수하고 보전상태를 관리한다.

### 2.4 고정설비 유지보수

고정설비 유지보수는 검사 및 시스템 CHECK 에 중점을 둔다.

#### 2.4.1 궤도

레일의 불규칙도, 고정장치의 이완상태, 구조물의 이상유무 등을 검사

##### 1) 주간검사

차량 운행이 중단된 상태에서 전선로의 일반적인 상태 검사

##### 2) 월간정비

- 레일간 거리, 측정 및 정비
- CROSS LEVEL 측정 및 정비
- TWIST 측정 및 정비
- JOINT GAP 측정 및 정비
- 레일 파손 등 육안검사



3) 3개월 정비

신호, 통신선 점검 및 유지보수

4) 1년

궤도 상태 기록

### 2.4.2 전력공급 설비

안정된 전원공급을 위해 고장전 부품 교환등의 조치

1) 주간 : 주 전력 공급장치 점검

2) 월간 : 비상 발전기 점검, SCADA 기능 점검

3) 3개월 : 고속 DC 회로 차단기 및 배터리 충전기 시험 및 검사

4) 6개월 : 고압 AC 회로 차단기 시험 및 검사

5) 1년 : 2차 보호 시스템 시험, 검사, 보정

6) 3년 : 1차 보호시스템 시험, 검사, 보정, 부품교환

### 2.4.3 신호설비

신호시스템은 컴퓨터에 의해 제어되는 시스템으로 차상설비는 ATC 자체가 자기진단 하며 지상설비는 LCTC에서 자기진단



#### 2.4.4 통신설비

1) RADIO

- 주간 : Feeder system 의 기능 시험 및 검사
- 월간 : 성능시험과 함께 Station base 의 검사

2) 전화

- 주간 : 비상전화의 기능 및 상태 점검

3) CCTV

- 월간 : 기능 및 상태점검, 카메라 청소

4) 화재경보

- 주간 : 기능시험
- 3개월 : 배터리 점검, 중앙제어실 Link 상태, 화재경보 판넬 점검
- 1년 : Detector 청소 및 점검
- 5년 : 배선점검

#### 2.4.5 역사설비

1) 전등

- 일상 : 육안검사
- 5년 : 결선시험

2) HVAC

- 주간 : 기능검사
- 월간 : 필터청소

3) 플랫폼 도어

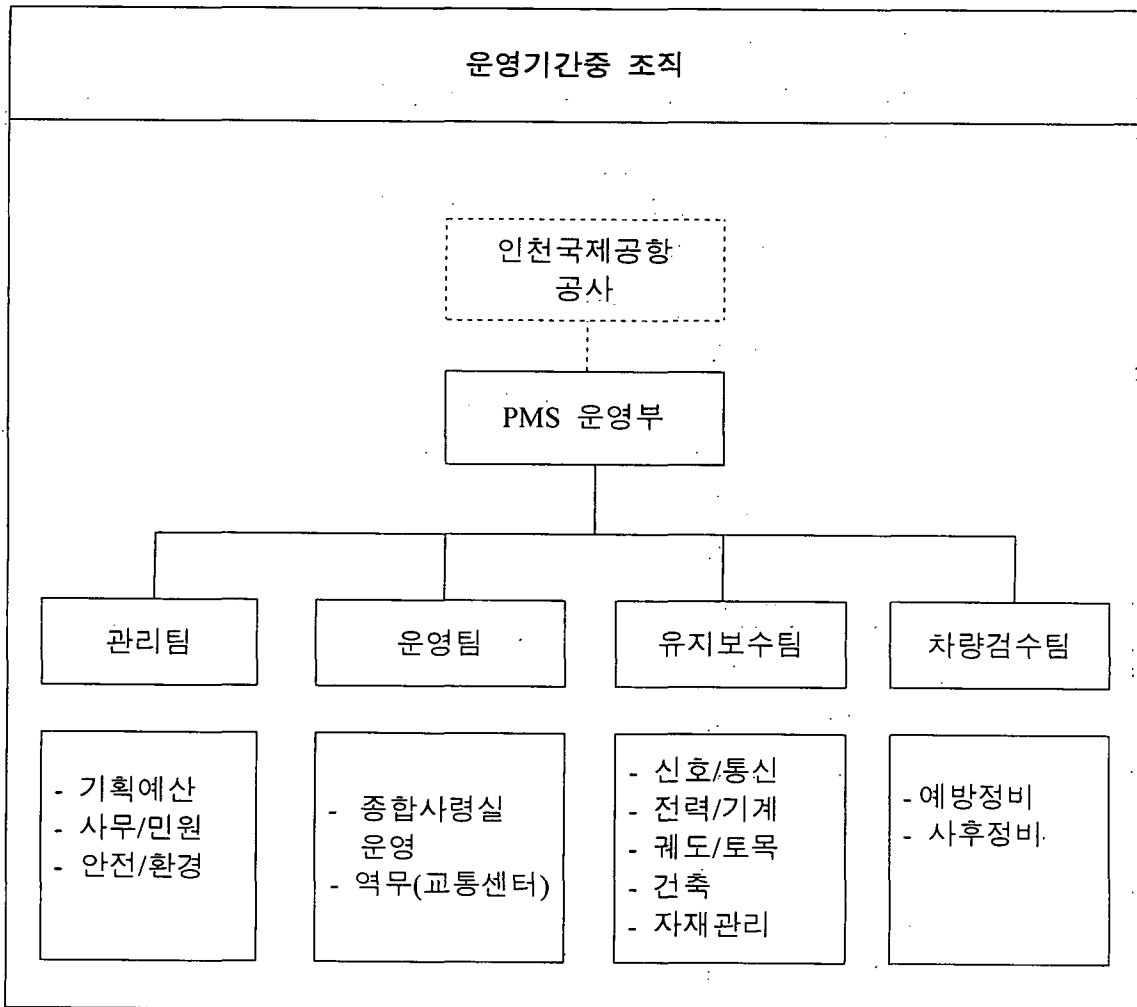
- 일상 : 중앙 제어실에서 상태점검



### 3. 운영조직

#### 3.1 조직

건설후 운영은 인천국제공항공사 산하에 PMS운영부를 신설, 최소한의 운영인원으로 열차의 효율적인 운행과 완벽한 시스템 유지보수가 이루어질 수 있도록 운영팀, 유지보수팀, 검수팀과 이를 지원하기 위한 관리팀으로 구성하며 세부 조직 및 인원은 다음과 같이 편성된다.







### 3.2 팀별 업무

구 분	담 당 업 무
관리팀	<ul style="list-style-type: none"> <li>·운영예산 편성</li> <li>·소속직원의 교육 및 훈련</li> <li>·부서내 행정 및 근태 처리</li> <li>·전산시스템 관리</li> <li>·인원 및 안전관리</li> <li>·모든 운영 및 유지보수 활동에 대한 감시 및 분석</li> </ul>
운영팀	<ul style="list-style-type: none"> <li>·열차운전 취급 및 운행정리, 열차운행 감시 및 통제</li> <li>·운전보안시설물 기능 감시, 열차운행 계획 수정</li> <li>·열차운행 결과 집계, 선로 보수작업의 승인(선로 차단)</li> <li>·비상사태 발생시 안전조치, 사고발생시 응급복구 지휘</li> <li>·교통센터 역무</li> </ul>
유지보수팀	<ul style="list-style-type: none"> <li>·전철 급전설비, 배전설비, 변전설비 관리 및 유지보수</li> <li>·신호설비 관리 및 유지보수</li> <li>·통신설비 관리 및 유지보수</li> <li>·기계설비 관리 및 유지보수</li> <li>·토목, 건축, 궤도 시설물 관리 및 유지보수</li> <li>·역사내 시설물 관리와 승객유도 및 질서유지</li> <li>·역사 순회점검 및 보수</li> <li>·유지보수용 자재관리</li> <li>·유지보수계획 수립</li> </ul>
차량검수팀	<ul style="list-style-type: none"> <li>·차량검수 및 정비(예방정비 및 사후정비)</li> <li>·차량이력 관리 및 운행차량 기능 점검</li> <li>·정비차량 성능시험</li> <li>·검사고내 기계 및 시험장비 관리 및 운용</li> <li>·고장차량 비상운전</li> <li>·차량 정비계획 수립</li> <li>·외주관리 및 자재관리</li> <li>·기지 총괄 관리</li> </ul>



### 3.3 단계별 소요인원

구 분		1 단계	2 단계	3 단계
기 간		2004년~2009년	2010년~2019년	2020년~
1일 운행시간		07:00~20:00	06:00~22:00	05:00~24:00
PMS 운영부	관리팀	1 명	2 명	3 명
	운영팀	6 명	8 명	10 명
	유지보수팀	6 명	9 명	15 명
	차량검수	2 명	3 명	4 명
계		15 명	22 명	32 명

### 3.4 최종단계 소요인원 산출내역

구 분	업무 분야	산출 기준	소요인원
관리팀	본부/총무/기획 등	2 인, 출근율(0.9)	3
운영팀	중앙제어실	2 인, 3 조 2 교대, 출근율(0.9)	7
	역무원	1 인, 3 조 2 교대, 출근율(0.9)	3
유지보수팀	순회유지보수	1 인, 3 조 2 교대, 출근율(0.9)	3
	전기	2 인, 출근율(0.9)	3
	신호/통신	2 인, 출근율(0.9)	3
	토목구조물	2 인, 출근율(0.9)	3
	자재 관리/계획수립	2 인, 출근율(0.9)	3
차량검수팀	사후정비	0.2 인/량, 6 량	2
	예방정비	0.2 인/량, 6 량	2
계			32



## 4. 인력수급 및 관리계획

### 4.1 분야별 기술교육

분야별 필요 기능 자격 및 교육훈련 내용은 아래의 표와 같고 상세 내용은 제 II부 7장의 ‘교육훈련계획’ 참조

분야	필요기능 및 자격	필요교육훈련
차량	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기계, 전기, 전자기술</li> <li>• 현장근로자 : 공고졸 이상</li> <li>• 관리자 : 이공계 전문대졸 이상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자기부상열차 관련               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술교육</li> </ul> </li> <li>• 실습 및 이론 병행교육</li> </ul>
전기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전기시설물 점검보수</li> <li>• 전기 관련 자격증 및 이공계 이수, 전기분야 경력자</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 직무교육</li> <li>• 위탁교육</li> </ul>
신호	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전자기기, 정보처리, 유선설비, 기계분야</li> <li>• 전자, 전산 종목 자격증 소지자</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 경력사원 : 2-3주</li> <li>• 보안원 : 현장교육</li> <li>• 신규자 : 8주</li> </ul>
통신	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정보통신, 일반통신, 유무선통신 설비의 조작이나 설치 기능</li> <li>• 정보처리, 전자설비, 무선설비, 전파통신, 유선설비 분야 기사 및 기능사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 디지털전송장비, 열차무선, 화상전송, 각종 방송설비</li> <li>• 이론교육</li> <li>• 실습교육</li> </ul>



분야	필요기능 및 자격	필요교육훈련
사령	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 종합사령 : 관련분야 경력 5년 이상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실습, 훈련으로 1-3개월 자체 교육</li> </ul>
보선	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 토목구조물 및 시설물 유지보수</li> <li>• 토목기사, 보선기사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기술인력 : 6개월</li> <li>• 선로원 : 6개월</li> </ul>
설비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 승강설비, 공조, 환기, 냉난방 설비, 위생급수설비, 소방설비 점검 보수(다기능 업무 수행)</li> <li>• 기계, 전기 관련 자격증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 직무교육 : 외부 전문기관</li> <li>• 위탁교육 : 6주</li> <li>• 자체교육 : 2주</li> <li>• 수습교육 : 3개월</li> <li>• 안전교육</li> <li>• 비상복구훈련</li> </ul>
건축	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건축기사</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 건축시설물 유지관리</li> </ul>
관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 근로기준법 등 관련법의 이해, 기획능력, 안전관리, 정보처리, 회계처리, 전산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신규 임용자 교육</li> <li>• OJT 교육</li> </ul>



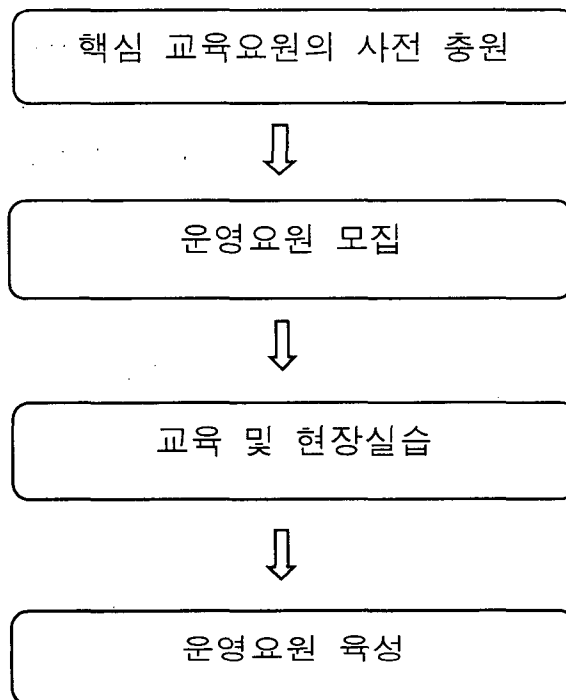
## 4.2 인력확보 방안

### 4.2.1 운영인원의 확보방안

- 경력사원은 철도운영 유 경험자에 대해 합리적인 전형과정을 통하여 선발
- 신규사원은 유능한 인재를 확보하여 능력개발을 위한 합리적 교육훈련 실시

### 4.2.2 운영인력의 육성방안

- 운영요원의 양성에 역점
- 핵심 교육요원들을 사전에 영입하여 교육 및 현장실습을 통한 기간요원을 양성  
하며, 핵심 교육요원들은 교육후 현업에 복귀



제 V 부 부 록 (E & M 시스템 사양계획)





# 목 차

## 제1장

### 열차운행 및 성능

1.	운행조건	-----	1-1- 1
1.1	기후조건	-----	1-1- 1
1.2	선로(궤도)조건	-----	1-1- 1
1.3	하중조건	-----	1-1- 6
1.4	운전조건	-----	1-1- 6
1.5	유지보수 조건	-----	1-1- 6
2.	주요제원, 성능 및 운행방법	-----	1-2- 1
2.1	제 원	-----	1-2- 1
2.2	성 능	-----	1-2- 2
2.3	운행방법	-----	1-2- 2
3.	성능 분석	-----	1-3- 1
3.1	주행 성능	-----	1-3- 1
3.2	소음 특성	-----	1-3- 7
3.3	진동 및 승차감 특성	-----	1-3-18
3.4	RAMS(신뢰도, 가용도, 정비도, 안전도) 분석	-----	1-3-23

## 제2장

### 차량시스템

1.	차량 일반	-----	2-1- 1
1.1	일 반	-----	2-1- 1
1.2	차량 제원	-----	2-1- 1
1.3	차체 및 대차프레임의 설계기준	-----	2-1- 2
1.4	제작상의 요구사항	-----	2-1- 3
2.	구 체	-----	2-2- 1



2.1	일 반	2-2- 1
2.2	각 구성품에 대한 설명	2-2- 1
2.3	구체의 강도	2-2- 3
3.	설 비	2-3- 1
3.1	일 반	2-3- 1
3.2	객실부	2-3- 2
3.3	운전실 설비	2-3- 9
4.	대 차	2-4- 1
4.1	일 반	2-4- 1
4.2	대차프레임	2-4- 1
4.3	지지장치 및 완충장치	2-4- 1
4.4	견인장치	2-4- 2
4.5	기초 제동장치	2-4- 2
4.6	배장기	2-4- 3
5.	제동장치	2-5- 1
5.1	일 반	2-5- 1
5.2	제동방식 및 시스템 구성	2-5- 2
5.3	제동의 종류 및 기능	2-5- 3
5.4	압축공기 공급장치	2-5- 4
5.5	공기배관	2-5- 6
6.	차상 전원공급시스템	2-6- 1
6.1	개 요	2-6- 1
6.2	집전장치	2-6- 3
6.3	보조전원장치(Aux. Power Unit)	2-6- 3
6.4	축전지(Battery)	2-6- 5
6.5	주회로 차단기(HSCB)	2-6- 6
7.	추진시스템	2-7- 1
7.1	개 요	2-7- 1
7.2	추진용 전동기	2-7- 2





7.3	추진용 VVVF Inverter	2-7- 5
8.	부상/안내시스템	2-8- 1
8.1	개 요	2-8- 1
8.2	부상용 전자석(Magnet)	2-8- 3
8.3	부상/안내 제어기	2-8- 5
8.4	전력변환장치(Chopper)	2-8- 7
9.	종합제어관리장치(TCMS)	2-9- 1
9.1	개 요	2-9- 1
9.2	TCMS 구성 및 기능	2-9- 3
9.3	각 장치별 기능 및 사양	2-9- 6
9.4	화면표시장치의 화면구성	2-9-11
10.	차상 신호 장치	2-10-1
10.1	개 요	2-10-1
10.2	기능 및 사양	2-10-2
11.	차상 통신 장치 (열차 무선 이동국 장치)	2-11-1
11.1	개 요	2-11-1
11.2	구 성	2-11-2
11.3	기 능	2-11-2
11.4	사 양	2-11-4
12.	차체 전기장치	2-12-1
12.1	실내조명	2-12-1
12.2	안내 표시기	2-12-2
12.3	방송장치	2-12-8

제3장

**전력공급시스템**

1.	개 요	3-1- 1
2.	수.변 전	3-2- 1



2.1	전력계통 -----	3-2- 1
2.2	수.변전설비 -----	3-2- 1
2.3	주요 설비 사양 -----	3-2- 3
3.	전력감시 ·제어설비(SCADA) -----	3-3- 1
3.1	시스템 구성 -----	3-3- 1
3.2	SCADA 용 COMPUTER 설비 -----	3-3- 1
3.3	SCADA 시스템 소프트웨어 -----	3-3- 4
4.	가 선 -----	3-4- 1
4.1	가선방식 -----	3-4- 1
4.2	가선설비 -----	3-4- 1
5.	송배전설비 -----	3-5- 1
5.1	송전설비(수전선로) -----	3-5- 1
5.2	배전설비 -----	3-5- 1
6.	역사 전기설비 -----	3-6- 1
6.1	전원공급 방식 -----	3-6- 1
6.2	급전설비 -----	3-6- 1
6.3	부하설비 -----	3-6- 1

제4장

**신호시스템**

1.	개 요 -----	4-1- 1
1.1	시스템 구성 -----	4-1- 1
1.2	신호 계획 -----	4-1- 4
2.	종합 운행 제어장치(TTC) -----	4-2- 1
2.1	구성 및 기능 -----	4-2- 1
2.2	시스템 사양 -----	4-2- 3
2.3	소프트웨어 -----	4-2-14



3.	지상 설비 -----	4-3- 1
3.1	ATP/TD -----	4-3- 2
3.2	전자 연동 장치 -----	4-3- 5
3.3	위치 보정용 지상 코일 및 ATO 승강장 송/수신기 -----	4-3-10
3.4	지상 TWC 장치 -----	4-3-17
3.5	전원 장치(RU, Rectifier Unit) -----	4-3-19
4.	차상 설비 -----	4-4- 1
4.1	개 요 -----	4-4- 1
4.2	운전 방식 -----	4-4- 1
4.3	ATC 시스템의 구성 및 기능 -----	4-4- 8

제5장

**통신시스템**

1.	개 요 -----	5-1- 1
1.1	통신설비의 목적 -----	5-1- 1
1.2	통신설비의 종류 및 규격 -----	5-1- 2
1.3	통신설비 구성일반 -----	5-1- 2
1.4	통신 시스템 구성도 -----	5-1- 5
2.	네트워크 설비 -----	5-2- 1
2.1	NMS(Network Management System)시스템 --	5-2- 1
2.2	LAN(Local Area Network)시스템 -----	5-2- 1
3.	운영관리를 위한 통신설비 -----	5-3- 1
3.1	전자식 자동교환기 설비 -----	5-3- 1
3.2	일반전화 및 공중전화 -----	5-3- 4
4.	열차운전을 위한 통신설비 -----	5-4- 1
4.1	사령전화설비 -----	5-4- 1
4.2	열차무선설비 -----	5-4- 5
4.3	화상전송설비 -----	5-4-22



5.	여객서비스를 위한 통신설비	-----	5-5- 1
5.1	안내 방송설비	-----	5-5- 1
5.2	안내 게시기 설비	-----	5-5- 6
5.3	전기시계 설비	-----	5-5- 9
6.	설비보전을 위한 통신설비	-----	5-6- 1
6.1	TALK BACK 설비	-----	5-6- 1
6.2	설비보전용 무선설비	-----	5-6- 3
7.	통신설비용 전원설비	-----	5-7- 1
7.1	개 요	-----	5-7- 1
7.2	무정전 전원장치 (UPS)	-----	5-7- 1
7.3	전원장치 구성방안	-----	5-7- 2

제6장

중앙 제어실

1.	개 요	-----	6-1- 1
1.1	주요 제어장치	-----	6-1- 1
1.2	주요 운영	-----	6-1- 1
2.	종합 운행제어장치	-----	6-2- 1
2.1	열차 번호 제어	-----	6-2- 1
2.2	열차운행 상태제어	-----	6-2- 2
2.3	Supervision 과 Monitoring	-----	6-2- 2
2.4	운영 및 조정	-----	6-2- 2
2.5	열차 운행 관련 통계처리 및 자료보관	---	6-2- 3
3.	전력 제어장치(SCADA SYSTEM)	-----	6-3- 1
3.1	전력 감시와 제어	-----	6-3- 1
3.2	SCADA 시스템 설비	-----	6-3- 1



제7장

역사설비

1.	개 요	7-1- 1
2.	설계조건	7-2- 1
2.1	외기조건(인천기준)	7-2- 1
2.2	실내 온습도 조건	7-2- 1
2.3	기기 발생열 부하	7-2- 1
2.4	실내 허용 소음도	7-2- 2
2.5	실내 허용 조건	7-2- 2
3.	스크린 도어	7-3- 1
3.1	개 요	7-3- 1
3.2	설비구성 및 기능	7-3- 1
3.3	스크린도어 구성	7-3- 3
3.4	안전 센서류	7-3- 5
3.5	역사 Sub-System	7-3- 6
3.6	조작반	7-3- 8
4.	냉난방 설비	7-4- 1
4.1	기본방향	7-4- 1
4.2	에너지원 선정	7-4- 1
4.3	냉방기별 선정	7-4- 1
4.4	각 실별 냉난방 방식	7-4- 2
4.5	각 실별 냉난방 방식 개요	7-4- 2
4.6	냉 온열원 기기 용량	7-4- 2
5.	소화설비	7-5- 1
5.1	소방관련 규정의 적용	7-5- 1
5.2	소화설비의 적용	7-5- 1
6.	승강설비	7-6- 1
6.1	승강설비의 배치계획	7-6- 1
6.2	엘리베이터 설치계획	7-6- 1



7. 자동제어 설비 ----- 7-7- 1

8. T·A·B  
(Testing, Adjusting and Balancing) ----- 7-8- 1

9. 유지관리 계획 ----- 7-9- 1

제8장

차량기지설비

1. 개요 ----- 8-1- 1

2. 설계조건 ----- 8-2- 1

2.1 외기조건(인천기준) ----- 8-2- 1

2.2 실내 온습도 조건 ----- 8-2- 1

2.3 기기 발생열 부하 ----- 8-2- 2

2.4 관련 법규 검토 ----- 8-2- 2

2.5 실내 허용 소음도 ----- 8-2- 3

2.6 실내 허용 조건 ----- 8-2- 3

3. 냉난방 설비 계획 ----- 8-3- 1

3.1 기본방향 ----- 8-3- 1

3.2 에너지원 선정 ----- 8-3- 1

3.3 열원 온도 조건 ----- 8-3- 1

3.4 냉방기별 선정 ----- 8-3- 2

3.5 각 실별 냉난방 방식 ----- 8-3- 2

3.6 각 실별 냉난방 방식 개요 ----- 8-3- 3

3.7 냉온열원 기기 용량 ----- 8-3- 3

3.8 냉난방 배관 ----- 8-3- 3

4. 환기 설비 계획 ----- 8-4- 1

4.1 환기 설비 개요 ----- 8-4- 1

4.2 환기방식의 선정 ----- 8-4- 1



5.	차량 검수 설비	8-5- 1
5.1	개 요	8-5- 1
5.2	검수시설	8-5- 1
5.3	주요 검수설비 List	8-5- 2
6.	위생설비 계획	8-6- 1
6.1	급수방식	8-6- 1
6.2	급탕설비	8-6- 1
6.3	오배수 및 통기설비	8-6- 1
7.	소화설비 계획	8-7- 1
7.1	개 요	8-7- 1
7.2	적용 소화설비	8-7- 1
8.	자동 제어 설비	8-8- 1
9.	T ·A ·B (Testing, Adjusting and Balancing)	8-9- 1
10.	에너지 절감 계획	8-10-1
11.	유지 관리 계획	8-11-1
12.	기타 설비 계획	8-12-1

PMS노선기획조사사업보고서(부록)

# 제 1 장 열차운행 및 성능





# 목 차

- 1.        **운영조건** ----- 1-1- 1
  - 1.1.      **기후조건** ----- 1-1- 1
    - 1.1.1.    **외기조건** ----- 1-1- 1
    - 1.1.2.    **적설량** ----- 1-1- 1
  - 1.2.      **선로(궤도)조건** ----- 1-1- 1
    - 1.2.1.    **노선도** ----- 1-1- 1
    - 1.2.2.    **궤도방식** ----- 1-1- 1
    - 1.2.3.    **선로길이** ----- 1-1- 1
    - 1.2.4.    **궤 간** ----- 1-1- 2
    - 1.2.5.    **최대구배** ----- 1-1- 2
    - 1.2.6.    **최소곡선반경** ----- 1-1- 2
    - 1.2.7.    **최대켄트** ----- 1-1- 2
  - 1.3.      **하중조건** ----- 1-1- 6
    - 1.3.1.    **최대승객하중** ----- 1-1- 6
  - 1.4.      **운전조건** ----- 1-1- 6
  - 1.5.      **유지보수조건** ----- 1-1- 6
    - 1.5.1.    **차량검수** ----- 1-1- 6
  
- 2.        **주요제원, 성능 및 운행방법** ----- 1-2- 1
  - 2.1.      **제 원** ----- 1-2- 1
  - 2.2.      **성 능** ----- 1-2- 2
  - 2.3.      **운행방법** ----- 1-2- 2



3	성능 분석	-----	1-3- 1
3.1.	주행성능	-----	1-3- 1
3.1.1	분석조건	-----	1-3- 1
3.1.2	분석결과	-----	1-3- 2
3.2.	소음특성	-----	1-3- 7
3.2.1.	개 요	-----	1-3- 7
3.2.2.	소음발생원	-----	1-3- 7
3.2.3.	소음전파경로	-----	1-3- 8
3.2.4.	시험차량의소음특성	-----	1-3- 9
3.2.5.	PMS 노선 자기부상열차의 소음성능목표	--	1-3-15
3.3.	진동및승차감 특성	-----	1-3-18
3.3.1.	개 요	-----	1-3-18
3.3.2.	진동특성평가	-----	1-3-18
3.3.3.	승차감평가	-----	1-3-20
3.4.	RAMS(신뢰도,가용도, 정비도, 안전도)		
	분석	-----	1-3-23
3.4.1.	개 요	-----	1-3-23
3.4.2.	RAMS 분석 및 평가 척도	-----	1-3-23
3.4.3.	도시형자기부상열차의 RAMS 분석	-----	1-3-26
3.4.4.	사업단계별 RAMS 목표	-----	1-3-33
3.4.5.	PMS 노선 자기부상열차의 RAMS 업무수행		
	계획	-----	1-3-34



## 1. 운행 조건

인천 신공항 PMS 노선에 적용되는 자기부상열차 및 그 구성품은 다음에 기록된 차량 운행 조건과 성능을 충족하도록 한다.

### 1.1 기후 조건

#### 1.1.1 외기 조건

- 25℃ ~ +40℃ 온도 범위에서 모든 기기는 정상적 기능을 가지며, 특히 저온시의 동결에 대한 대비를 한다.

#### 1.1.2 적설량

적설량 20 cm의 경우에도 하부 기기가 정상적인 기능을 하도록 한다.

### 1.2 선로 (궤도) 조건

#### 1.2.1 노선도

그림 1-1 참조 (PMS 노선도)

#### 1.2.2 궤도 방식

- 인천국제공항공사의 계획에 의해 그림 1-2 와 같이 교통센터~터미널 2 구간은 Single Track 으로 복선을 구성함
- 터미널 2~역사 2 는 그림 1-3 과 같이 Double Track 으로 구성함
- 역사 2~차량기지까지는 Double Track 을 단선으로 구성되며 기지 입출을 위한 분기기가 설치됨

#### 1.2.3 선로 길이

교통센터에서 국제업무지역을 연결하는 노선으로 총 1.8 km(복선)



- 본선 1.23 km
- 측선 및 차량기지내 0.57 km

#### 1.2.4 궤간

- 2,000 mm(그림 1-2 및 1-3 참조)

#### 1.2.5 최대 구배

- 본선 40 ‰
- 측선 60 ‰

#### 1.2.6 최소 곡선반경

- 본선 100 mR
- 측선 100 mR

#### 1.2.7 최대 켄트

- 3 °

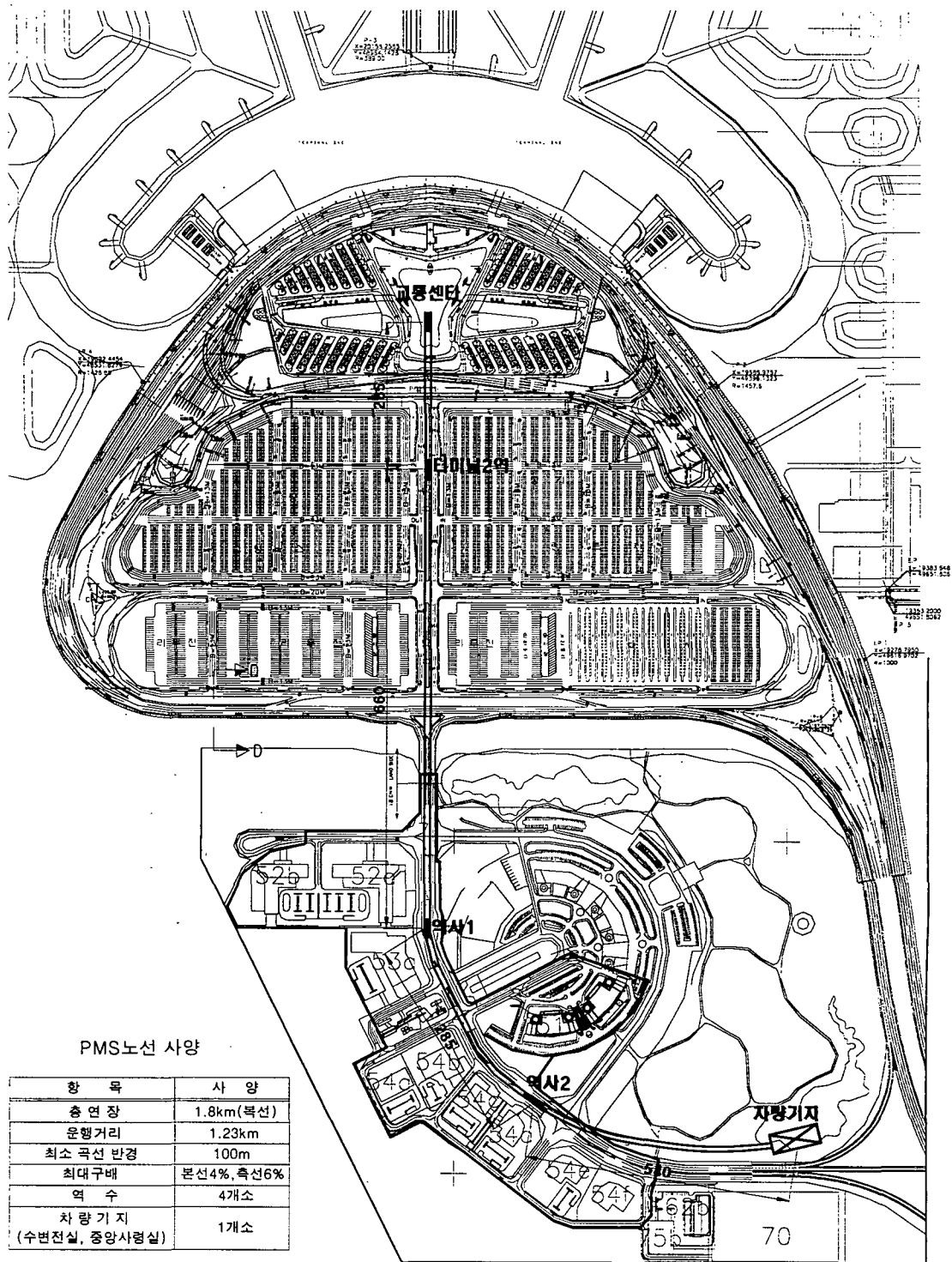


그림 1-1. PMS 노선도

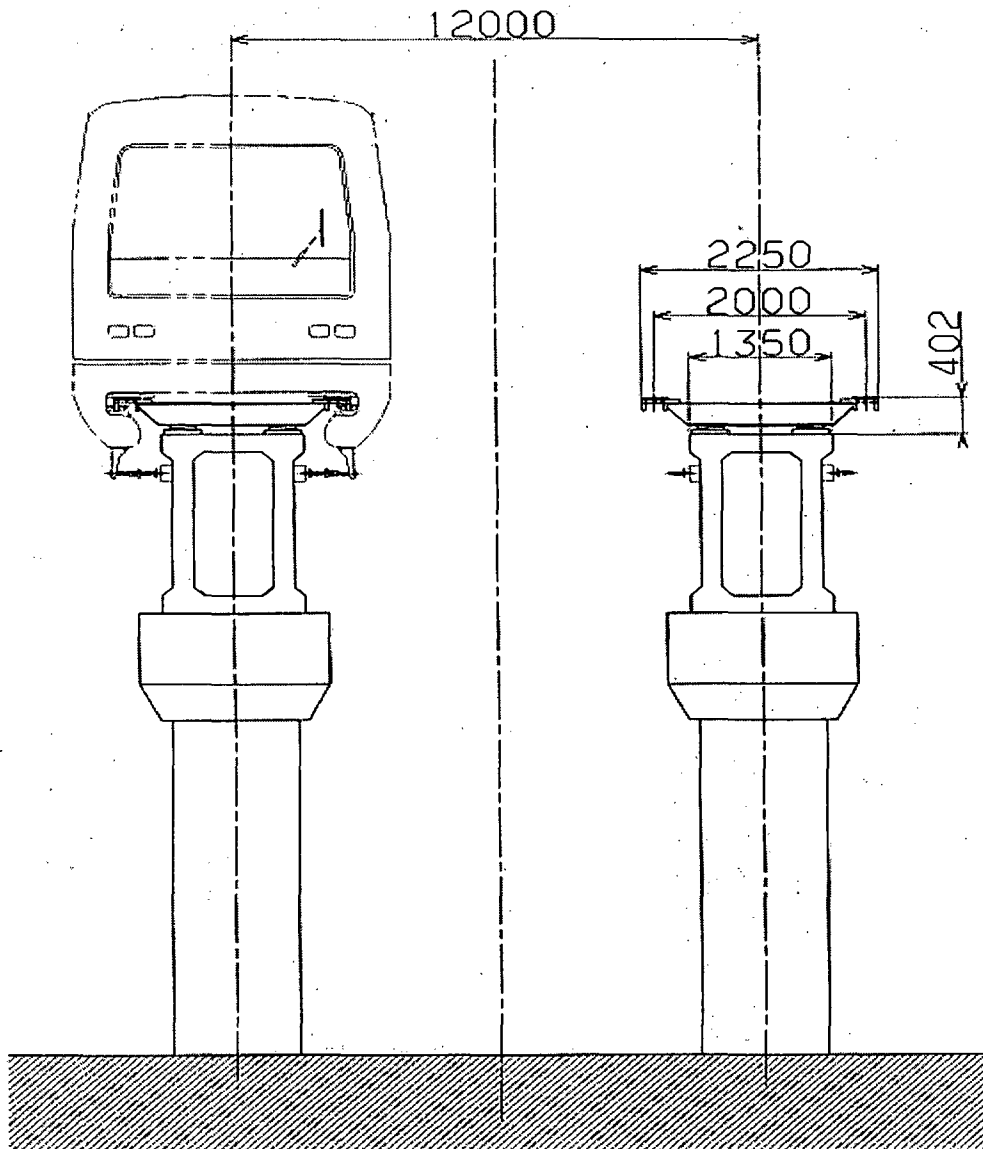


그림 1-2. 궤도 단면도 (교통센터 ↔ 여객터미널 2)

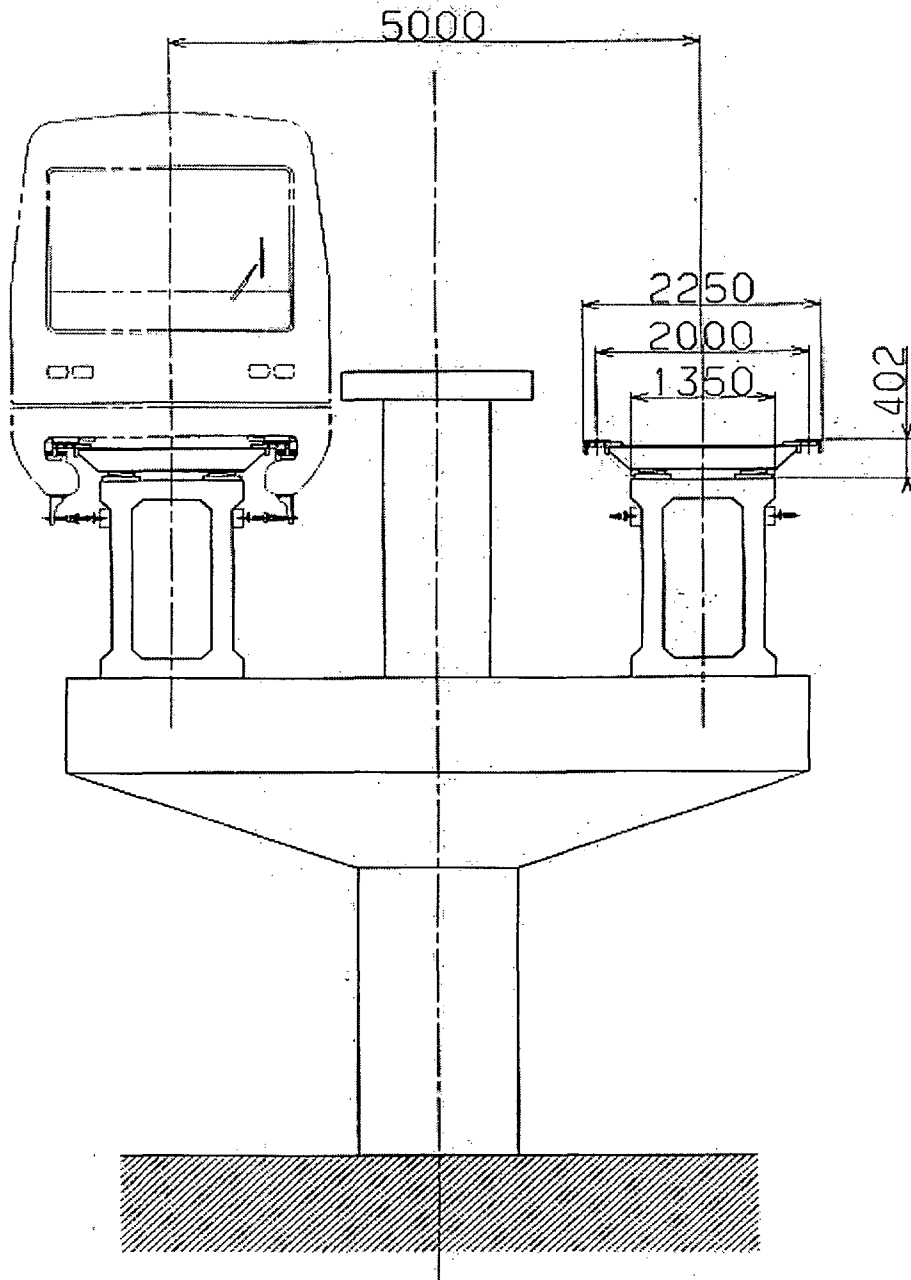


그림 1-3. 퀘도 단면도 (여객터미널 ↔ 역사2)



### 1.3 하중 조건

#### 1.3.1 최대 승객 하중

- 성능 기준 : 10.0 ton / 량
- 강도 기준 : 15.0 ton / 량

### 1.4 운전 조건

- 편성 열차는 1일 평균 300km를 주행하는 것으로 한다.
- 각 정차역에서 최소 30초의 정차시간을 갖도록 하며, 이 시간은 지상의 ATO 신호에 의해 가변될 수 있도록 한다.

### 1.5 유지보수 조건

#### 1.5.1 차량 검수

- 차량 기지에서의 검사는 다음을 기준으로 한다.

검사의 종류		검사 주기	검사 장소
경정비	3일 검사	72시간	차량 기지내 검사장
	1월 검사	1개월	
중정비	중요부 검사	40만km 이상 (3년)	
	전반 검사	80만km 이상 (6년)	

- 종합제어관리장치(TCMS)를 통하여 차량의 운행정보, 고장검지, 운행중 이상시 운전자 응급대처지시 및 월간검사 정도의 차상 자동검사기능 등을 갖추어 신속한 고장 복구가 가능하도록 한다.





## 2. 주요 제원, 성능 및 운행방법

### 2.1 제원

항 목	제 원	비 고
가선전압	1,500 VDC	1,000 ~ 1,800 VDC
가선방식	Way-Side 방식	
차량치수	L14.5, W3, H3.950 m	
차량자중	18 ton/량	
만차중량	28 ton/량	
열차 편성	2 량 1 편성	
정원 탑승인원	116 명(좌석 36)/량	4 명/m <sup>2</sup>
최대 탑승인원	148 명(좌석 36)/량	5 명/m <sup>2</sup>
부상방식	상전도흡인식(EMS)	전자석수 24 대/량
부상공극	10 mm	
부상제어	디지털제어기/Chopper	
추진방식	선형 유도전동기(SLIM)	6 대/량(2 량 일괄제어)
추진제어	VWF Inverter 가감속제어	
제동방식	회생비용 전기지령 공기제동	



## 2.2 성능

항 목	성 능	비 고
설계 최대속도	100 km/h	
운영 최대속도	80 km/h	
최대 가속도	3.6 km/h/s	하중 10ton/량까지 일정
상용 최대 감속도	3.6 km/h/s	하중 10ton/량까지 일정
비상 최대 감속도	4.5 km/h/s	하중 10ton/량까지 일정
저크한계	0.8 m/s <sup>3</sup>	
최대등판능력	8 %	
최소곡선통과능력	60 mR	
실내소음	65 dB(A)	바닥에서 1.6 m

## 2.3 운행 방법 (최대수송수요 발생 단계 기준)

항 목	운행 방법	비 고
운영 거리	1.23 km	
역 사 수	총 4 개소	
역당 정차시간	30 초	
1 왕복 소요시간	7 분	
운영 편성수	2 량 2 편성	
시격(Headway)	4 분	
시간당 운행회수	15 회	2 편성운영
최대 수송인원	4,440 명/시간 ·방향	



### 3. 성능 분석

#### 3.1 주행 성능

##### 3.1.1 분석 조건

###### 3.1.1.1 운행 최대속도

선로조건 및 승차감 등을 고려하여 열차의 운행 최대속도는 80km/h 로 한다.

###### 3.1.1.2 가속도

운전시격 및 승차감을 고려하여 최대 가속도는 3.6km/h/sec 로 한다.

###### 3.1.1.3 감속도

운전시격 및 승차감을 고려하여 상용 최대 감속도는 3.6km/h/s 로 한다.

###### 3.1.1.4 역 정차 시간

각 역사에서의 정차시간은 30 초를 기본으로 한다.

###### 3.1.1.5 운행구간

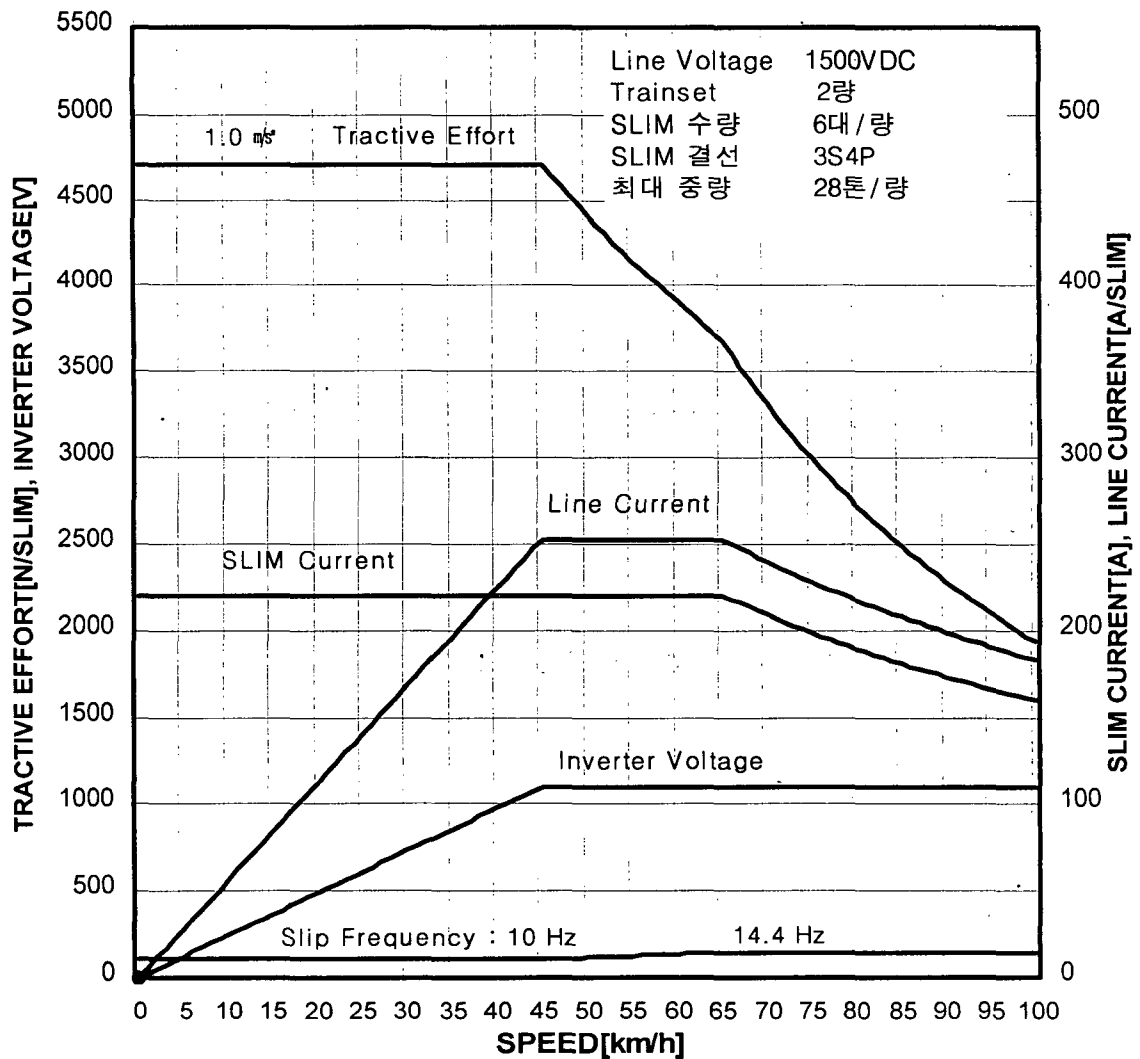
교통센터→터미널 2→역사 1→역사 2→역사 1→터미널 2→교통센터를 왕복운행 한다.



### 3.1.2 분석 결과

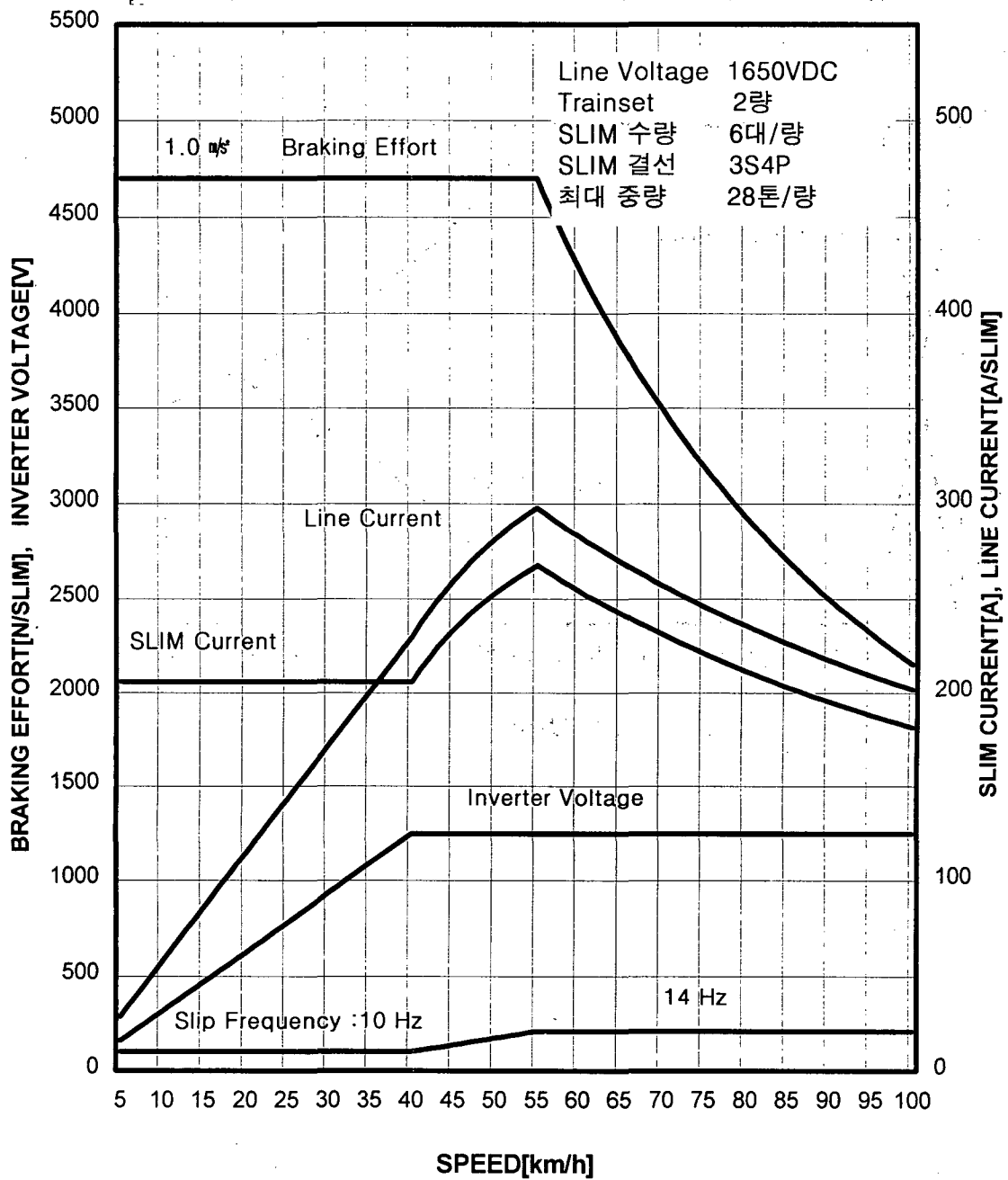
- 만차하중, 최대 가속시 견인 전동기(SLIM)의 견인력 4.7 kN
- 만차하중, 최대 감속시 견인 전동기(SLIM)의 회생제동력 4.7 kN
- 만차하중, 최대 운행속도시 전자석(Magnet)의 요구 부상력 13 kN
- 운행 표정속도 : 21.4 km/h
- 운행 평균속도 : 34.0 km/h
- 왕복운행 소요시간 : 6.74(약 7) 분

#### 3.1.2.1 속도 대 견인력 특성



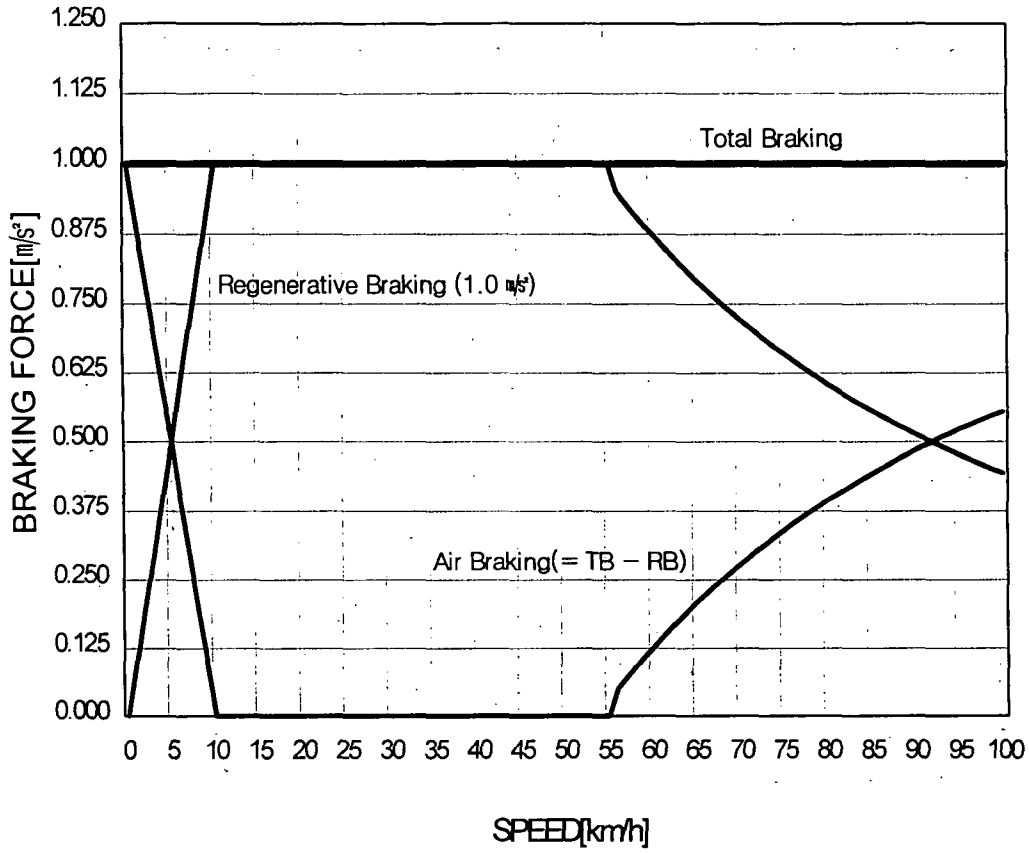


3.1.2.2 속도 대 회생제동력 특성



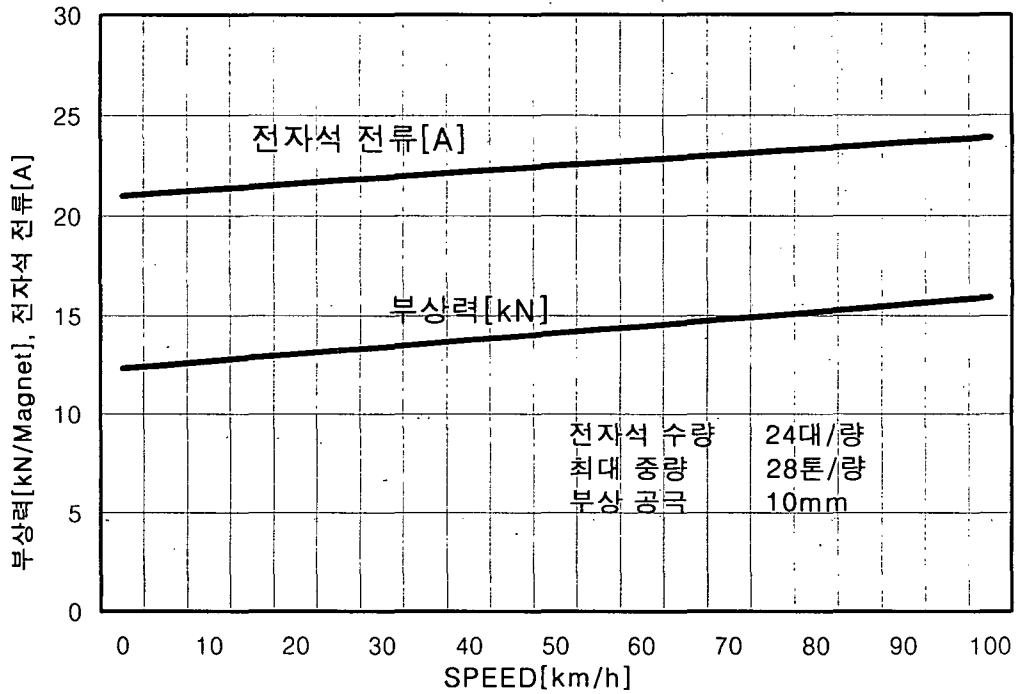


3.1.2.3 속도 대 전체제동력 특성



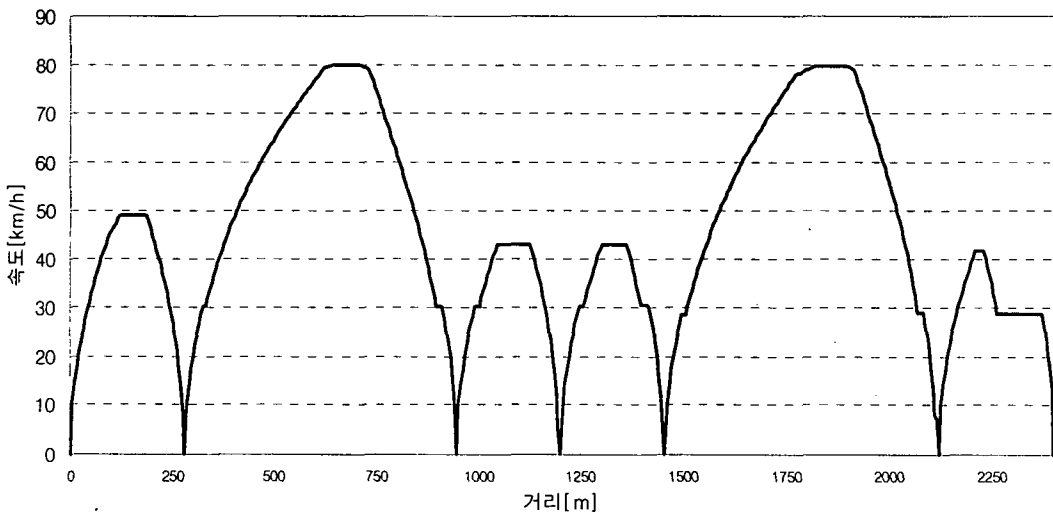


3.1.2.4 속도 대 부상력 특성



3.1.2.5 주행특성곡선(Run Curve)

◆ ALL OUT RUNNING





3.1.2.6 주행성능 해석 결과 요약

STATION		DISTANCE [m]	TIME[min]		RMS CURRENT[A]	
FROM	TO		RUN	STOP	MM	FL
교통센터	제2터미널	280	0.56	0.50	133	465
제2터미널	역사1	665	0.92	0.50	149	614
역사1	역사2	255	0.57	0.50	126	391
역사2	역사1	255	0.59	0.50	126	392
역사1	제2터미널	665	0.97	0.50	148	599
제2터미널	교통센터	280	0.64	0.00	115	364
TOTAL		2400	4.24	2.50	133	471
			6.74			





## 3.2 소음 특성

### 3.2.1 개요

최근 운행되고 있는 모든 열차들은 승객에게 보다 편리하고 안락함을 주기 위해 기능 뿐만 아니라 소음, 승차감 등을 고려한 설계·제작이 이루어지고 있다.

자기부상열차는 궤도와 비접촉으로 주행하므로 바퀴식 열차에 비하여 소음레벨이 낮지만 가·감속시 각종 전장품의 磁氣音이 존재한다.

본 검토에서는 현재 개발되어 있는 도시형 자기부상열차(UTM-01)와 타 차종과의 소음치를 비교·검토하고, PMS 노선에 적용코자 하는 자기부상열차의 소음성능의 목표를 제시코자 한다.

### 3.2.2 소음 발생원

소음의 발생원은 구조물, 궤도, 설비 및 차량 등이 복합적인 형태로 작용하므로 전반적인 시스템 측면에서 접근해야 한다. 이러한 소음들의 저감 대책에서 가장 기초적인 원칙은 먼저 소음의 발생원을 규명하고 소음의 큰 요인부터 작은 요인의 순으로 저감 대책을 수립해 나가는 것이 일반적이다.

고속형 열차의 경우 가장 큰 소음원은 공력소음이지만 저속형 바퀴식 열차의 경우에는 바퀴와 레일사이에서 발생하는 마찰음, 차량과 차량 사이의 연결부에서 발생하는 기계음 그리고 각종 전장품의 스위칭시 발생하는 磁氣音 등이 있을 수 있다. 그러므로 소음저감의 대책은 특정한 분야만의 관련 사항이 아닌 종합적인 시스템 측면에서 검토되어야 하는 관계로 용이하지가 않다.

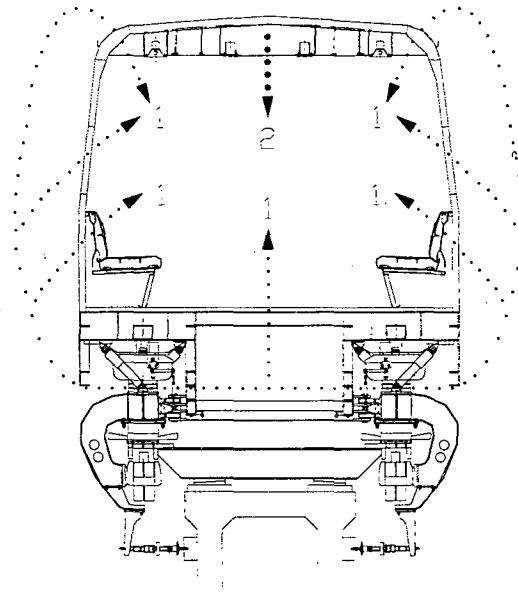
그러나 자기부상열차는 일정 높이를 부상하여 차량이 궤도와 비접촉으로 주행하기 때문에 기계적 마찰음은 거의 없다. 그러므로 전장품의 스위칭시 발생하는 磁氣音이 상대적으로 가장 큰 요인이 되고, 그 중에서도 열차의 가·감속시 추진계통의 전장품에서 발생하는 소음이 주요 요인이 되고 있다.



### 3.2.3 소음 전파경로

차체의 외부에 취부된 기기들로부터 발생된 소음이 실내로 전파되는 경로는

- 대차나 차체의 구조물을 통하여 진동의 형태로 차체를 가진하여 실내로 전달 (구조음 : Structure-borne noise) 되기도 하고
- 출입구나 창문 등의 개구부를 통하여 직접적으로 실내로 전달(공기음 : Air-borne noise) 되기도 한다.
- 또한 발생된 소음이 공기중을 통하여 전파되어 차체를 가진 시킴으로써 실내로 유입되는 2차 고체음(Second structure-borne noise)의 형태도 있다.



- 1 : 외부로부터 전달되는 공기소음
- 2 : 내부 기기에 의한 공기소음

그림 1-4. 차량내부 소음전파경로



### 3.2.4 시험차량의 소음특성

#### 1) 소음측정 시험

자기부상열차에 있어서 소음 발생은 추진계통의 전장품이 주요 요인이며, 따라서 소음측정 시험에서는 추진용 인버터의 스위칭 주파수 변화에 따라 주행중 차량의 실내 소음을 우선적으로 측정하였으며, 그 결과는 표 1-1 과 같다.

표 1-1. 실내 소음의 측정치

추진력 Step	스위칭 주파수 [Hz]	소음레벨 [dB(A)]	측정시 속도 [km/h]
3	380	71.3	10.3
	500	61.9	10.4
	750	63.0	10.6
	1000	60.5	10.3
	1250	60.8	11.4
4	380	77.7	34.4
	500	66.6	38.5
	750	69.2	38.2
	1000	62.5	34.4
	1250	62.1	35.2
	1500	61.6	25.9
	1750	61.6	25.0
	2000	61.2	28.7

● 측정위치 : 차량의 객실중앙 바닥에서 위로 1.6m 지점

표 1-1 에서 인버터의 스위칭 주파수를 증가할수록 소음치가 감소함을 알 수 있다. 그러나 스위칭 주파수의 과다한 증가는 인버터의 발열 문제를 야기할 수 있으므로 현재 500Hz로 설정하여 운영하고 있으며, 이 때 실내 소음은 약 66.6 dB(A)로 나타나고 있다.

실내 소음측정의 결과에 따라, 인버터의 스위칭 주파수를 500Hz로 설정한 상태에서 실외 소음을 측정하였으며, 그결과는 표 1-2 와 같다.



표 1-2. 실외 소음의 측정치

열차속도 [km/h]	측정위치	소음치 [dB(A)]	비 고
40	- 궤도중심에서 12.5m - 지면에서 위로 1.2m	67.3	

2) 주요 차종별 소음치 비교

(가) 실내 소음

표 1-3은 국내외 주요 차종별 실내 소음의 측정치를 보여주고 있다.

표 1-3. 실내 소음치의 비교

차 종	소음레벨 [dB(A)]	수직 측정점	열차속도 [km/h]	비 고
고무차륜 (VAL)	75	객실중앙바닥에서 위로 1.5m	75	
철차륜 (마닐라 경전철)	70	객실중앙바닥에서 위로 1.5m	60	현대정공 납품 연접형 경전철
철차륜 경전철 (Maryland)	71.8	객실중앙바닥에서 위로 1.5m	64	ADtranz 납품 연접형경전철
기존 지하철	80~83	객실중앙바닥에서 위로 1.6m	75	
자기부상열차 (HSST-100L)	64.3	객실중앙바닥에서 위로 1.2m	60	
자기부상열차 (UTM-01)	66.6	객실중앙바닥에서 위로 1.6m	38.5	

실내 소음치의 비교에서 각 차종별 소음의 측정점과 속도(UTM-01을 제외)는 거의 비슷하다. 기 개발된 UTM-01은 선로 여건상 38.5km/h에서 측정되었지만 그림 1-5의 일본 중저속형 자기부상열차 HSST-100L의 실내 소음 측정 결과에서 볼 수 있



듯이 자기부상열차의 경우 궤도와 비접촉 방식으로 주행하고 또한 저속으로 주행하므로 풍압에 의한 소음의 영향이 적기 때문에 속도변화에 따라 소음치는 거의 일정하다. 따라서 기 개발된 UTM-01의 경우에도 시속 70km로 주행하여도 현재와 비슷한 수준의 소음특성을 나타낼 것으로 판단된다.

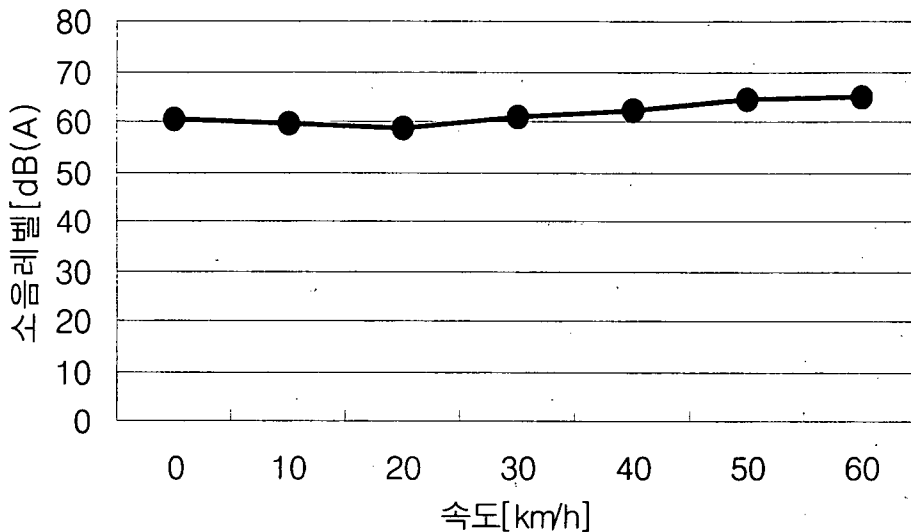


그림 1-5. 속도에 따른 자기부상열차 실내 소음(HSST-100L)

표 1-3에서

- 고무차륜의 경우 75 dB(A)
- 철차륜의 경우 70~72 dB(A)
- 기존 지하철의 경우 80~83 dB(A)
- 자기부상열차는 64~67 dB(A)의 소음치를 나타냈다.
- 도시형 자기부상열차는 현재 실내 소음치가 일본 HSST-100L에 비하여 2 ~ 2.5 dB(A) 높게 나타나며, 이것의 주된 원인은 차체 하부에 취부되어 있는 주요 전장품에서 각종 시험 데이터를 취득하기 위하여 차체하부에 개구부를 많이 설치해 두었기 때문이다. 그러므로 대책연구 3 단계 사업이 진행되는 동안 차량의 개조를 통하여 이러한 개구부를 제거한다면 일본 HSST-100L과 거의 같은 수준이 될 것이다.



(나) 실외 소음

표 1-4는 고무차륜 경전철, 철차륜 경전철, 일본 자기부상열차 HSST-100L 및 국내 자기부상열차 UTM-01의 실외 소음측정치 및 보정소음치를 보여주고 있으며 표 1-5는 국내 및 독일 정부에서 규제하고 있는 지역별 규제 소음치를 나타내고 있다.

표 1-4. 실외 소음치의 비교

차 종	열차속도 [km/h]	수평 측정점	수직 측정점	측정소음레벨 [dB(A)]	보정소음레벨 [dB(A)]
고무차륜 (VAL)	64	궤도중심에서 15m	궤도면에서 위로 1.5m	77.5	80.9
철차륜 경전철 (영국 Dockland)	65	궤도중심에서 7.5m	궤도면에서 위로 1.5m	82	78.5
철차륜 경전철 (Maryland)	64	궤도중심에서 15m	궤도면에서 위로 1.5m	77.5	81.0
자기부상열차 (HSST-100L)	54	궤도중심에서 12.5m	지면에서 위로 1.2m	65	65.0
자기부상열차 (UTM-01)	40	궤도중심에서 12.5m	지면에서 위로 1.2m	67.3	67.3

표 1-5. 국내 및 독일에서 규제한 지역별 소음치

구 분		지역별 소음규제치 [dB(A)]				비 고
		병원 지역	주거 지역	도심 지역	산업 밀집지역	
국내	주간 (06:00-22:00)	70		75		환경부 “소음·진동시행규칙” (병원, 주거지역은 경계지역으 로부터 50m 이내 지역으로 규 정)
	야간 (22:00-06:00)	60		65		
독일	주간 (06:00-22:00)	57	59	64	68	독일연방 규정



UTM-01의 소음 측정은 부상, 추진 및 운행속도대가 비슷한 일본 HSST-100L과 비교를 위해 12.5m에서 측정하였으나 고무차륜 및 철차륜과는 측정위치가 다른 관계로 정확한 상대비교가 곤란하여 UTM-01의 측정점을 기준으로 소음레벨을 보정하여 보았다.

소음레벨 보정을 위해서는 다음과 같은 사항을 고려하였다.

- 차량에서 발생하는 소음원은 실제로 무시할 수 없는 부피를 가지고 있고 또한 각 소음원 마다 서로 다른 소음방사 특성을 가지고 있다. 하지만 외부소음을 계산하기 위하여 궤도 중심선으로부터 주미터(각 장치의 최대길이의 5배정도) 이상 떨어진 거리에서는 이들 장치들은 점음원으로 모델링 될 수 있다.
- 편성차량에서는 이들 점음원들을 이 궤도중심선을 따라 길게 나열 되어 있으므로 각각의 점음원들의 위치와 음향방사파워를 알 수 있다면 쉽게 계산되어질 수 있으나 여기서는 서로 다른 거리에서의 편성차량에 대한 소음레벨만을 알고 있으므로 다음과 같이 각 차량의 소음원을 각 장치들의 집합인 선음원으로 가정하였다.

그리고 소음보정을 위해 다음과 같은 보정식을 적용하였다

$$L = L_0 - 10 \text{Log} \frac{r}{r_0} \quad , \quad \text{for } r < \frac{l}{\pi} \quad - (1)$$

$$L = L_0 - 20 \text{Log} \frac{\pi r}{l} - 10 \text{Log} \frac{l}{\pi r_0} \quad , \quad \text{for } r > \frac{l}{\pi} \quad - (2)$$

여기서 l : 선음원의 길이 (차량편성의 길이:m)

L<sub>0</sub> : r<sub>0</sub> 지점에서의 소음레벨 (dB A)

L : r 지점에서의 소음레벨 (dB A)

r : 측정거리와 보정거리를 비교하여 큰 값(m)

r<sub>0</sub> : 측정거리와 보정거리를 비교하여 작은 값(m)



이 때 차종별 보정인자 값은 표 1-6 와 같다.

표 1-6. 차종별 보정인자 값

차종	r	r <sub>0</sub>	l / π	적용식	L	L <sub>0</sub>
고무차륜 (VAL)	*15	12.5	8.3	(2)	77.5	80.9
철차륜 (Dockland)	12.5	*7.5	9.2	(2)	78.5	82
철차륜 (Maryland)	*15	12.5	8.0	(2)	77.5	81
자기부상열차 (HSST-100L)	12.5					
자기부상열차 (UTM-01)	12.5					

\* : 실제 소음을 측정한 거리       :보정된 소음값

이와 같이하여 보정된 실외 소음치는 표 1-4에서 보는 바와 같이 고무차륜과 철차륜 차종의 경우 소음레벨이 78 ~ 81dB(A) 정도로 나타나고, 자기부상열차의 경우 65 ~ 67 dB(A)로 나타났다. 그 결과 자기부상열차가 그 외 타 차종에 비해 소음 성능이 매우 우수함을 알 수 있다.





### 3.2.5 PMS 노선 자기부상열차의 소음성능 목표

PMS 노선에 적용코자 하는 자기부상열차는 최상의 쾌적감을 얻기 위해 다음과 같은 업무를 수행하여 일본 HSST-100L 수준과 거의 동등한 실내 소음성능 목표를 달성코자 한다.

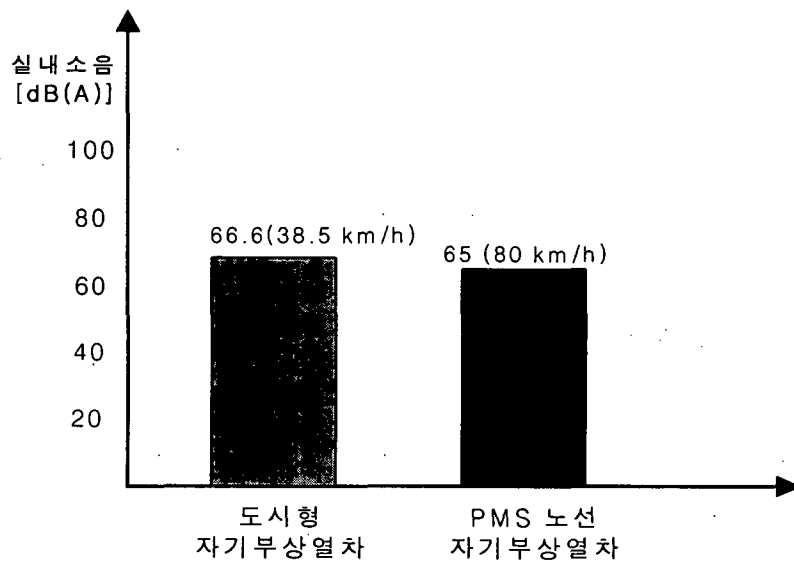


그림 1-6. PMS 노선 자기부상열차의 실내 소음 목표치

#### 1) 주요 전장품

차량의 주요 전장품인 VWF Inverter, DC/DC Converter 등에서 발생하는 소음을 낮추기 위해 단품 제작시 다음 사항을 고려하여 설계를 한다.

- 전장품이 취부 되는곳에 진동 방지를 위한 방진재 채택
- 고조파 억제를 위한 스위칭 주파수 특성을 갖도록 설계



### 2) 기타 부속기기음

열차의 환기 및 냉난방을 위한 각종 팬은 열차내부의 또 다른 소음원이 될 수 있으므로 이들 소음을 제거하기 위해서는 열차 설계단계에서 저소음 팬을 선정하고, 덕트라인을 소음전달 및 발생이 적은 구조로 한다.

### 3) 차음/방음

승객에게 소음 전달을 최소화하기 위해서는 소음원으로부터 방사된 공기 전달음이 차내에 침입하지 못하도록 음향투과손실(Transmission Loss)이 큰 재료를 사용하며, 무엇보다 외부와 개방되는 부위가 없도록 설계한다.

### 4) 단부, 벽 및 지붕구조

차체의 단부, 벽 및 지붕구조를 관통하여 지나가는 각종 케이블과 덕트는 그 틈새를 완전히 밀봉하여 공기등의 유입을 차단하며, 외판과 내판 사이에는 흡음효과를 갖는 단열재로 채워 음향투과손실(TL) 값이 40 dB정도 되도록 설계한다. 일반적으로 무겁고 감쇠계수가 높은 재료일수록 소음을 차단하는 효과는 크지만 비용과 차량 총중량의 증가를 수반하게 되므로 이에 대한 고려를 하여 설계 한다.

### 5) DOOR 구조

일반전동차의 출입문 구조는 공기음이 직접적으로 유입이 용이한 구조인 반면, PMS 노선에 투입될 자기부상열차는 밀폐 효율이 높고 소음차단 성능이 우수한 Plug-in-Type 으로 하여 최대한 소음 차단을 한다.



## 6) WINDOW 부

다른 벽면은 외판과 내판의 이중구조로 형성되나, 창문은 다른 구조에 비해 다소 소음 차음이 취약한 구조이므로 동 차량은 진공층을 가진 이중창 구조로 하며, 중간에 제진 효과를 가진 얇은 필름을 삽입한 형태의 접합강화 유리로 하므로써 소음 감소 효과를 극대화 한다.

## 7) DUCT 부

자기부상열차는 밀폐형으로 제작되기 때문에 공기순환을 위해 배기팬 취부는 필수적이다. 그러므로 소음이 직접적으로 실내로 침투하게 되므로 취부 덕트부는 급격한 덕트의 굴절을 피하고 유동장내에 날카로운 모서리와 같은 장애물을 최대한 없애도록 하며 흡음재를 부착하여 보다 더 소음을 낮추도록 설계한다.

## 8) 바닥구조

자기부상열차의 구조상 차량 중앙 부위 바닥 하부에 전장품이 장착되어 상시 점검의 필요성이 대두되고 있으므로 점검카바 설치시 소음에 취약할 수가 있다. 따라서 음향투과손실(TL) 값이 큰 것을 선택해야 하나 TL 값이 높은 재료는 중량 또한 무겁기 때문에 이러한 사항을 고려하여 하니콤 구조의 바닥판을 설치하며 특히, 전장품의 소음 스펙트럼을 분석하여 소음 주파수 특성에 맞는 재료를 추가로 취부하여 객실내로의 유입 소음을 최대한 억제하도록 설계한다.

이러한 이중 하니콤 구조로 하면 음향투과손실(TL)값은 약 30 dB 정도가 될 것으로 예상된다.



### 3.3 진동 및 승차감 특성

#### 3.3.1 개요

일반적으로 철도차량의 진동은 구동장치의 진동, 휠/레일의 접촉에 의하여 발생한다. 이 중에서 휠/레일의 접촉에 의하여 발생하는 진동이 차량의 진동의 대부분을 차지한다. 따라서 휠/레일에서 발생한 진동이 차체에 전달되지 않도록 1차, 2차 현가장치를 선정하여야 한다. 그러나 자기부상열차의 경우는 주행방식이 휠과 레일의 접촉에 의한 것이 아니고 전자석의 자기력을 이용한 비접촉식 주행을 하므로 진동 측면에서 일반 철도차량에 비하여 훨씬 유리한 특성을 가진다. 따라서 본 시험은 한국기계연구원에 설치되어있는 시험선로에서 UTM-01의 주행중 진동 가속도를 직접 측정하여 자기부상열차의 진동 특성을 고찰하였다.

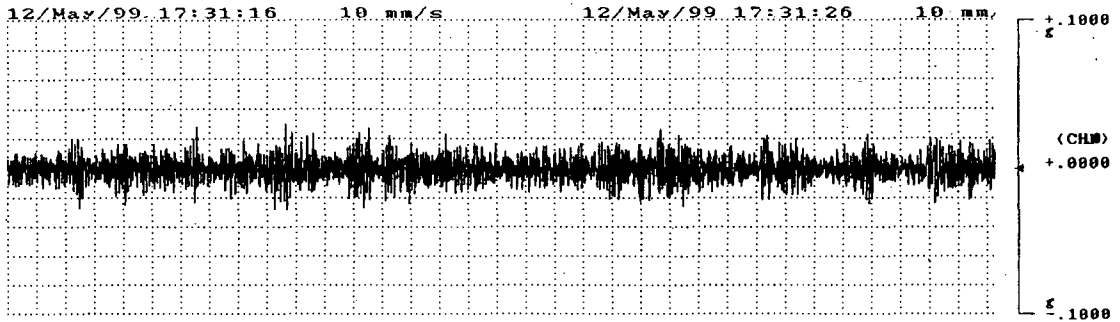
#### 3.3.2 진동 특성 평가

UTM-01의 진동특성을 평가하기 위하여 시험에서 측정한 진동 가속도 값을 일본의 자기부상열차 HSST 개발시 측정한 값과 비교하였으며, 또한 국내 전동차의 진동 가속도 측정값과도 비교하였다. HSST 시험결과는 시험구간을 30km/hr의 주행속도로 주행할 때의 진동 가속도 값이고, 국내 전동차의 진동 가속도는 상용주행중 측정한 것으로 평균 70km/hr로 주행할 경우의 데이터이다. UTM-01의 시험결과는 시험주행중 30km/hr에 해당하는 구간의 진동 가속도이다.

각각의 진동 가속도의 평균치를 비교하면 다음 표와 같다.

	UTM-01	HSST	국내 전동차
상하방향	0.02 G	0.02 G	0.1 G
좌우방향	0.01 G	0.01 G	0.1 G

그림 1-7 과 그림 1-8에 UTM-01과 HSST의 차체 진동 가속도를 비교하여 나타내었다. 그림 1-7은 차체의 상하방향 진동가속도를 나타낸 것이고, 그림 1-8은 차체의 좌우방향 진동가속도를 나타낸 것이다. 이상의 데이터로 보아 UTM-01의 진동 수준은 HSST와 동등 수준이며, 기존의 전동차에 비하여 아주 우수한 진동 특성을 가지고 있음을 알 수 있다.



UTM -01

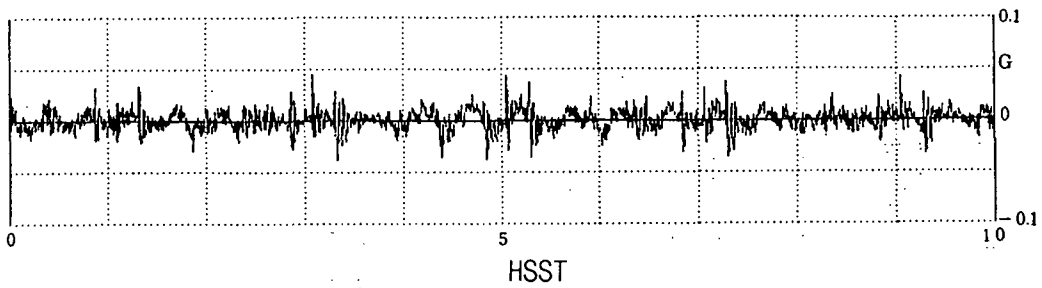
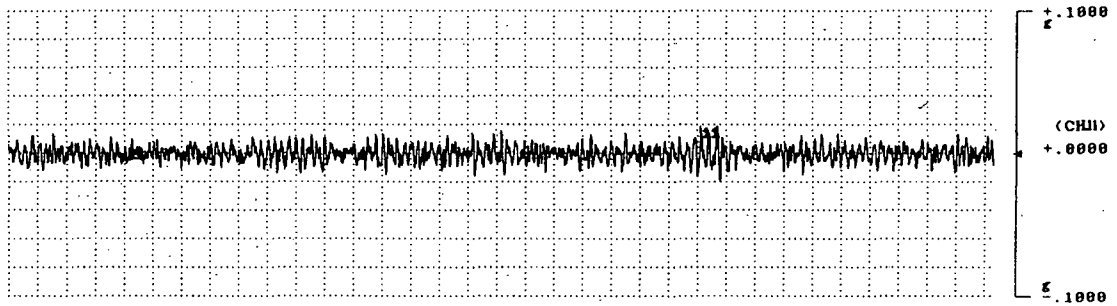


그림 1-7. 차체 상하방향의 진동가속도



UTM - 01

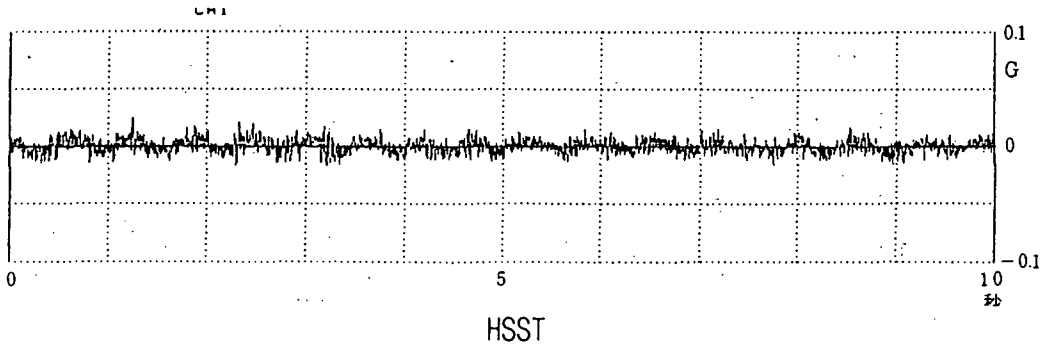


그림 1-8. 차체 좌우방향의 진동가속도



### 3.3.3 승차감 평가

철도차량의 승차감을 평가하는 방법으로는 UIC에서 기준으로 삼고 있는 승차감 지수에 의한 평가방법과 일본 국철에서 적용되고 있는 승차감 지수 선도에 의한 평가방법이 있다. 이들은 차량의 진동가속도 중에서 승객이 가장 민감하게 느끼는 주파수의 진동에 대한 가중치를 적용하여 승차감을 평가하는 방법이다.

UIC에서 규정하고 있는 승차감 지수에 대한 평가기준은 다음과 같다.

UIC 승차감 지수 평가기준

UIC 승차감 지수 (상하·좌우 공통)	평가
1 미만	아주 우수
1~2	우수
2~2.5	양호
2.5~3	보통
3~3.5	불량
3.5 이상	아주 불량

그리고 UIC 승차감 측정기를 사용하여 측정한 자기부상열차의 UIC 승차감 지수는 다음과 같다.

자기부상열차의 승차감 지수 단위 : Wz

	승차감 지수	국내 전동차의 승차감 지수 요구치
상하방향	1.4	2.5 이하
좌우방향	1.7	2.5 이하

UIC 승차감 지수를 보면 상하방향 승차감 지수는 1.4 이었고, 좌우방향 승차감 지수는 1.7 이었다. 이는 일반 전동차의 승차감 지수 요구치가 상하 및 좌우방향에 대하여 각각 2.5 이하인 것과 비교하면 승차감이 아주 양호한 것을 알 수 있다.



일본국철의 승차감 평가 기준은 진동 가속도를 주파수 별로 비교하여 승차감을 평가하고 있다. 승차감의 평가는 각 주파수별 진동가속도가 승차감 지수 선도의 어디에 위치하느냐에 의하여 평가한다. 일본국철의 승차감 지수에 의한 평가 기준은 다음과 같다.

- 승차감 지수 1 이하 : 승차감이 아주 좋음
- 승차감 지수 1 ~ 1.5 : 승차감이 좋음
- 승차감 지수 1.5 ~ 2 : 승차감이 보통
- 승차감 지수 2 ~ 3 : 승차감이 나쁨
- 승차감 지수 3 이상 : 승차감이 아주 나쁨

그림 1-9와 1-10에 UTM -01의 진동 가속도를 주파수 분석하여 일본국철의 승차감 평가 기준에 적용한 결과를 나타내었다. 그림 1-9는 상하방향 진동 가속도를 나타낸 것이고, 그림 1-10은 좌우방향 진동가속도를 나타낸 것이다. 그림을 보면 상하방향 가속도는 모든 주파수에서 승차감 지수 1이하이므로 상하방향 승차감은 아주 좋은 것을 알 수 있으며, 좌우방향 가속도의 경우 8Hz 부근에서 승차감 지수 1.5보다 조금 높고, 다른 주파수에서는 승차감 지수 1보다 작으므로 좌우방향 승차감도 매우 좋은 것으로 평가할 수 있다.

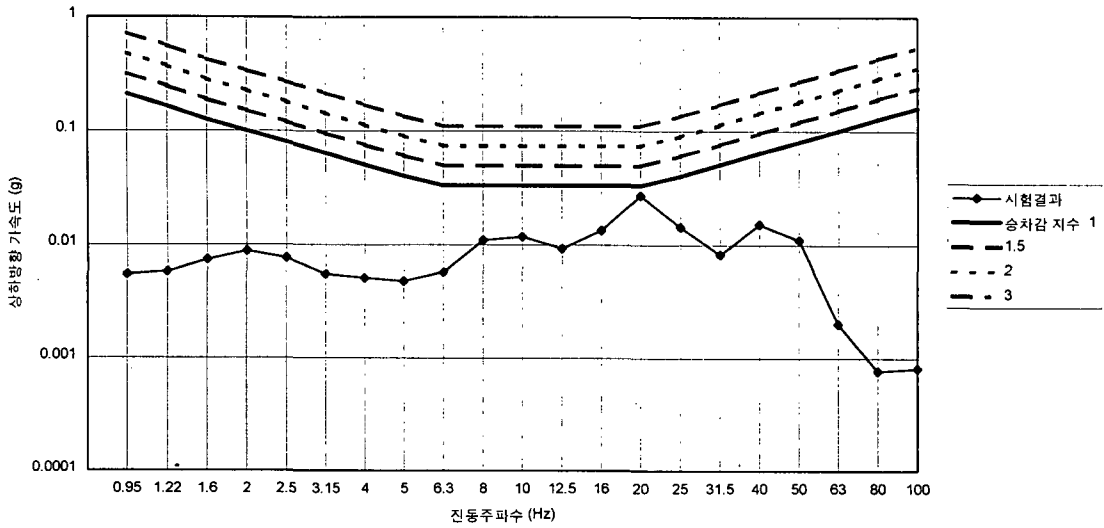


그림 1-9. UTM - 01 의 상하방향 진동가속도 주파수 특성

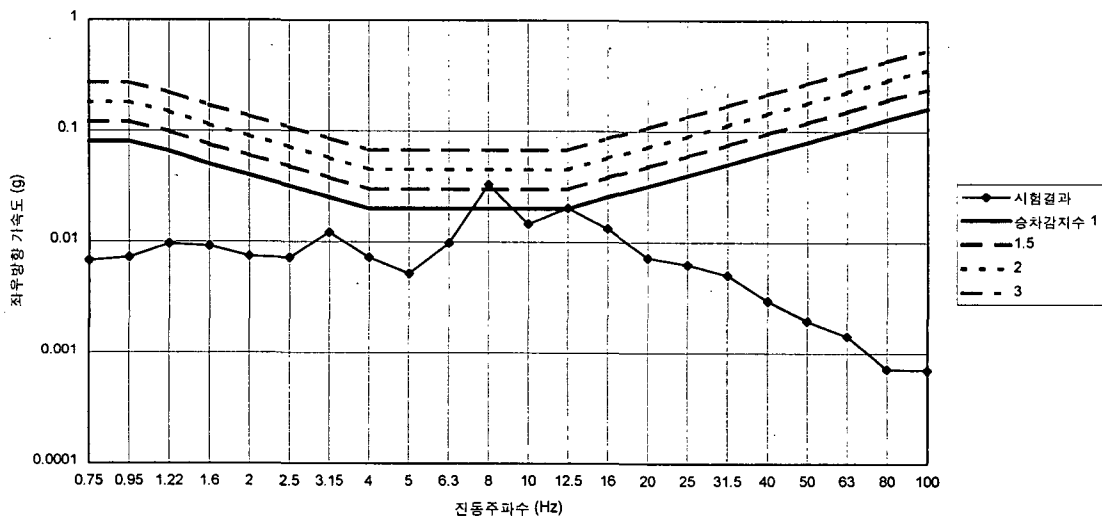


그림 1-10. UTM - 01 의 좌우방향 진동가속도 주파수 특성

이상의 UTM-01에 대한 진동 가속도 및 승차감 시험결과를 일본의 자기부상열차 HSST에 대한 시험 데이터와 비교하고, 또한 국내 전동차의 진동 가속도 데이터와 비교분석한 결과 UTM-01의 진동 및 승차감 특성은 일본에서 개발한 자기부상열차인 HSST와 동등 수준이며, 또한 국내의 전동차에 비하여 매우 우수함을 알 수 있다.





### 3.4 RAMS (신뢰도, 가용도, 정비도, 안전도) 분석

#### 3.4.1 개요

최근 개발되고 있는 각종 시스템에서는 개발비 및 유지보수비를 절감하고 기술의 다양화를 이루기 위해 시스템의 신뢰도 및 안전도의 중요성이 부각되고 있으며, 이러한 신뢰성 확보 및 안전성의 보장을 위하여 RAMS(Reliability, Availability, Maintainability & Safety)업무를 수행한다. RAMS 업무는 제품의 개념 설계에서부터 폐기시까지 수행되는 것으로 현재 국내에서는 1980년대 말부터 방산 장비 개발 시 수행되었고, 민수분야, 특히 철도차량 분야에서는 미국의 품질보증제도에서 발전된 ISO 9000 인증을 위하여 1990년대 중반부터 수행되고 있다. 이러한 추세에 부응하기 위하여 기개발된 도시형 자기부상열차에 대한 시험 운영을 통해 RAMS 분석을 수행하고 이 결과를 토대로 PMS 노선에 적용하고자하는 자기부상열차의 신뢰도 및 안전도 확보를 위한 업무를 수행한다.

#### 3.4.2 RAMS 분석 및 평가 척도

##### 3.4.2.1 고장의 정의

##### 1) 신뢰성 결함 : 신뢰도 분석을 위한 것

##### 가) 치명 결함

- 제품의 사용, 유지 또는 보관중 위험을 초래할 것으로 예상되는 결함.
- 최종 제품의 기본적인 기능에 치명적 영향을 미칠것으로 예상되는 결함.

##### 나) 중 결함

치명 결함정도는 아니나 제품단위의 실용성을 실질적으로 저하시켜서 소기의 목적을 달성하기가 곤란하다고 판단되는 결함.

(운영시 발생이 되지말아야 할 결함)



다) 경결함

제품 단위의 실효성을 저하시키지 않는 결함 또는 정해진 기준에서 벗어나  
지만 제품 단위를 유효하게 사용하거나 조작하는데 거의 영향이 없는 결함.  
(운행시 발생하여도 탑승객이 감지하지 못하는 결함)

라) 서비스 결함

치명·중·경결함 중 정비시간이 2분이상 소요된 결함

2) 비 시험 결함 : 계획정비 사항

운행중 결함이 발생치 않았으나 비교 시험을 하기 위해 교체한 사항이나, 비교  
시험 또는 특수 목적을 위해 품목을 교체하여 시험하던 중 교체품목으로 인하여  
발생된 결함.

3) 비 신뢰성 결함 : 정비도 분석을 위한 것

- 문제점이 예상되어 설계변경을 하였으나 아직 적용이 되지 않아 발생한 결함.
- 규격미달로 간주되었으나 규격의 적합성 검토에 따라 결함이 아닌 사항.
- 운전자의 조작실수로 인해 발생한 결함.
- 정비자의 실수로 인해 발생한 결함.
- 규정된 정비도구, 시험장비 이외 도구 사용으로 인해 발생한 결함.
- 1차 결함으로 인해 발생한 2차 결함(중속결함, 정비는 불필요)
- 우발적인 사고로 인하여 발생한 결함.
- 부적절한 환경에서 운행시 발생한 결함.
- 회로의 특성상 발생한 사항.
- 정상적인 마모로 인해 발생한 결함.
- 예방정비사항(사전에 계획된 정비 사항으로 사전에 고장을 예방하기 위해 수행되는 정비활동)



3.4.2.2 평가척도

1) 신뢰도

$$MK(T)BF = \frac{\text{총주행거리(운영시간)}}{\text{결함발생건수}}$$

MK(T)BF : Mean Kilometer(Time) Between Failure

$$MK(T)BSF = \frac{\text{총주행거리(운영시간)}}{\text{서비스결함발생건수}}$$

MK(T)BSF : Mean Kilometer(Time) Between Service Failure

2) 정비도

$$MTTR = \frac{\text{총 비계획정비시간}}{\text{총 비계획정비건수}}$$

MTTR : Mean Time To Repair

$$MR = \frac{\text{총 정비공수(Man - Hours)}}{\text{총 운영시간}}$$

MR : Maintenance Ratio

$$MK(T)BMA = \frac{\text{총 운행거리 (시간)}}{\text{총 정비회수}}$$

MK(T)BMA : Mean Kilometer (Time) Between Maintenance Action

3) 가용도

$$\begin{aligned} \text{가용도} &= \frac{\text{총 운영시간}}{\text{총 운영시간} + \text{총 고장정비시간}} \\ &= \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \end{aligned}$$



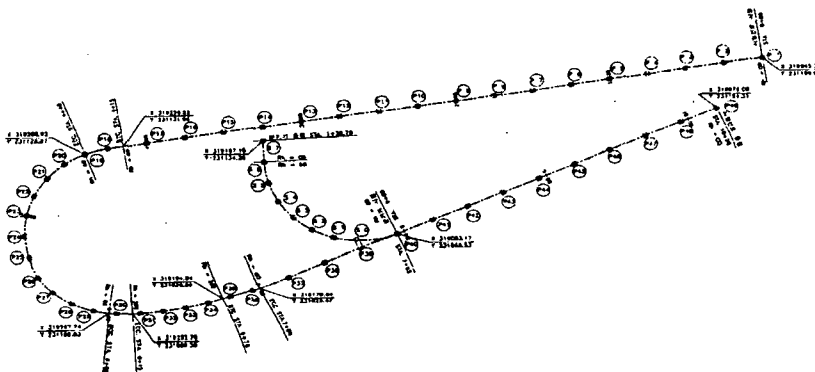
4) 안전성

- 안전성분석은 운행중 발생한 결함 및 영향을 분석하여 치명도가 높은 고장 형태에 대하여 실시함.
- 안전성 평가를 위한 위험분류

위험분류	위험 등급	위험영향	비고
파국 (Catastrophic)	I	인명의 사망, 전체 시스템 손실	
치명 (Critical)	II	인명의 중상, 심각한 직업병, 주요 시스템의 손상	
한계 (Marginal)	III	인명의 경미한 상해, 경미한 직업병, 시스템의 경미한 손상	
무시 (Negligible)	IV	한계 결함보다는 경미한 인명의 상해, 직업병, 시스템의 손상	

3.4.3 도시형 자기부상열차의 RAMS 분석

3.4.3.1 UTM - 01 시험노선의 형상





3.4.3.2 운행 현황

UTM-01은 '98. 6. 30부터 시험운행을 실시하였으며, RAMS 분석을 위한 정시마감 시점은 '99. 5. 4까지 운행한 결과로 분석을 실시하였다. UTM-01의 운행현황은 다음과 같다.

운행기간	주행거리(km)	왕복운행회수(회)	운행시간(hr)
'98. 6. 30 ~ '99. 5. 4	9,000	5,000	1,250

3.4.3.3 결함 및 정비 현황

구분	결함내용	결함건수	정비 단계	평균 정비인원 (명)	총 정비 소요시간 (시간)	비고
비신뢰성 결함	정비 실수	5건	승무원 정비	1	2.4	정비도, 가용도 분석대상
	조작 실수	11건	승무원 정비	1	5.5	
	시험 목적	25건	전문가 정비	3	30.0	
	예방정비 미실시	5건	승무원 정비	1	3.5	
	2차 결함	1건 (정비 불요)	-	-	-	
	소계	47건			41.4	
신뢰성 결함	경결함	3건	승무원 정비	1	0.1	신뢰도 분석대상
	중결함	1건	전문가 정비	3	1.5	
	소계	4건			1.6	
총 계		51건 * 총 정비회수 : 50회			43.0	

- 신뢰성 결함 내용

- Chopper Fault ----- 2건 (경결함)
- 보조전원장치 Fault ----- 1건 (경결함)
- 가선 체결용 Bolt 불량으로 인한 전력 공급 중단 --- 1건  
(중·서비스결함)



- 자료는 다음과 같은 시험운행일지 및 고장발생/정비기록표의 작성에 의해 수집되었다.

시 험 운 행 일 지				작성자		확인자	
작성일자: 199 . . . . .							
일련번호 :				시험제목 : 자기부상열차 운행시험			
장 비 명 : 자기부상열차(시제 호)				시험주관 :			
시험일시 : 199 . . . . .				시험장소 :			
시험참가자:		- 한국기계연구원 :					
		- 현대정공 :					
		- 한국전기연구소 :					
		- 현대중공업 :					
환 경 조 건		금 일 운 행 현 황			총 운 행 현 황		
온 도	℃	운행시간	hr	누적운행시간	hr		
습 도	%	운행횟수	회	누적운행횟수	회		
날 씨		운행거리	km	누적운행거리	km		
고장발생 유/무	유 <input type="checkbox"/> 무 <input type="checkbox"/>		정비 유/무	유(계획정비 <input type="checkbox"/> 비계획정비 <input type="checkbox"/> ) , 무 <input type="checkbox"/>			
	(고장발생/정비기록표:고장내용) ☞ 일련번호 ;			(고장발생/정비기록표:정비내용) ☞ 일련번호 ;			
구 분	운행 / 시험내용					비 고	
세부내용							
특기사항							
계획사항							



고장 발생 및 정비 기록표				작성자	확인	
장비명 : 자기부상열차(시제 호) 계획정비 <input type="checkbox"/> , 비계획정비 <input type="checkbox"/>						
작성일자: 199 . . . . .						
고장내용	고장발생일시	199 . . . . .	날씨	온도	℃	
	고장발생환경	<input type="checkbox"/> 주행시(출발, 운행중, 정시) <input type="checkbox"/> 시험시 <input type="checkbox"/> 정비/검사시 <input type="checkbox"/> 기타( )				
	고장부품번호	예상 고장 원인				
	고장 부품명	1. 부품 결함 <input type="checkbox"/> 2. 조립불량 <input type="checkbox"/> 3. 조작실수 <input type="checkbox"/> 4. 정비실수 <input type="checkbox"/> 5. 부적절한 환경/공구 <input type="checkbox"/> 6. 예방정비미 실시 <input type="checkbox"/> 7. 정상적인 마모 <input type="checkbox"/> 8. 사고 <input type="checkbox"/> 9. 기타 <input type="checkbox"/>				
	고장 부품수량					
	누적운행시간					hr
	누적운행횟수					회
	누적운행거리					km
▶ 고장 발생 경위 :  ▶ 고장 부품 상태 :  ▶ 기능적 현상 :						
정비내용	정비개시/완료일자	199 년 월 일 ~ 199 년 월 일	정비단계(수준)	승무원 <input type="checkbox"/> 정비 I <input type="checkbox"/> 정비 II <input type="checkbox"/> Depot <input type="checkbox"/>		
	정비 부품번호		정비 부품명			
	정비 부품수량		정비 대기시간	일	시간	
	소요 금액	₩	총정비 소요시간	분 (min)		
	순수정비 소요시간	인 분(min)	정비 구분	교환 <input type="checkbox"/>	보수 <input type="checkbox"/>	
	▶ 정비 사항 :			정비소요 부품번호	부품명	수량 (EA)
▶ 고장원인 :						
▶ 사용 공구 및 장비 :						



### 3.4.3.4 RAMS 요소별 분석 현황

#### 1) 신뢰도

- 경결함 이상 :  $9,000 / 4 = \underline{2,250}$  MKBF
- 중결함 이상 :  $9,000 / 1 = \underline{9,000}$  MKBF
- 서비스결함 :  $9,000 / 1 = \underline{9,000}$  MKBSF

#### 2) 정비도

##### 가) 정비간 평균주행거리(MKBMA)

- 비계획 정비간 평균 주행거리(MKBUMA) :  
총 주행거리/총 정비횟수 =  $9,000 / 50 = \underline{180.00}$  MKBUMA
- 정비단계별 비계획 정비간 평균 주행거리(MKBUMA)
  - 승무원정비(MKBUMA)  
총 주행거리/총 승무원 정비회수 =  $9,000 / 24 = \underline{375.00}$  MKBUMA
  - 전문기술지원이 요구되는 정비(MKBUMA)  
총 주행거리/총 전문기술요구 정비회수 =  $9,000 / 26 = \underline{346.15}$  MKBUMA

##### 나) 평균 정비시간(MTTR)

- 평균 비계획 정비시간(MTTR)  
총 정비시간/총 정비회수 =  $43.0 / 50 = \underline{0.86}$  MTTR
- 정비단계별 평균 비계획 정비시간(MTTR)
  - 승무원정비(MTTR)  
총 승무원 정비시간/총 승무원 정비회수 =  $11.5 / 24 = \underline{0.48}$  MTTR





- 전문기술지원이 요구되는 정비(MTTR)  
 총 전문가 정비소요시간 / 총 전문기술 요구 정비회수  
 = 31.5 / 26 = 1.21 MTTR
- 중결함이상 평균 비계획 정비시간(MTTR)  
 총 중결함 정비시간 / 총 중결함 정비회수 = 1.5 / 1 = 1.5 MTTR

다) 정비율(MR)

$$MR = \text{총 정비공수(Man-Hours)} / \text{총운행시간}$$

$$= 106.0 / 1250 = \underline{0.085} \text{ (명)}$$

3) 가용도

시험결과에 의한 가용도 분석은 설계평가를 위한 가용도만 분석하였으며, 분석 결과는 다음과 같다.

$$\text{가용도} = \frac{\text{총 운행시간}}{\text{총 운행시간} + \text{총 고장정비시간}}$$

$$= \frac{1250}{1250 + 43} = 0.967$$

그러므로 UTM-01의 가용도는 약 97 % 이다.

4) 안전성

시험중 발생한 결함을 분석한 결과 승무원/탑승객에 인적 피해를 유발시키는 결함 및 장비에 치명적인 결함은 한번도 발생하지 않았으며, 결함별 위험 등급 분석 결과는 다음의 표와 같다.



위험등급	결함발생건수	비 고
I (파국)	-	안전에 영향을 미치는 I, II, III등급의 결함은 발생되지 않았음
II (치명)	-	
III (한계)	-	
IV (무시)	51	
총계	51	

5) UTM - 01의 RAMS 결과 및 분석 종합

RAMS 요소	시험결과	비 고
내구도	9,000 + $\alpha$ km	
신뢰도	9,000 MKBSF	서비스결함 기준
정비도	0.86 MTTR	비계획정비 기준
가용도	97 %	작동시간 기준
안전성	위험 III등급 이상 결함 없음	



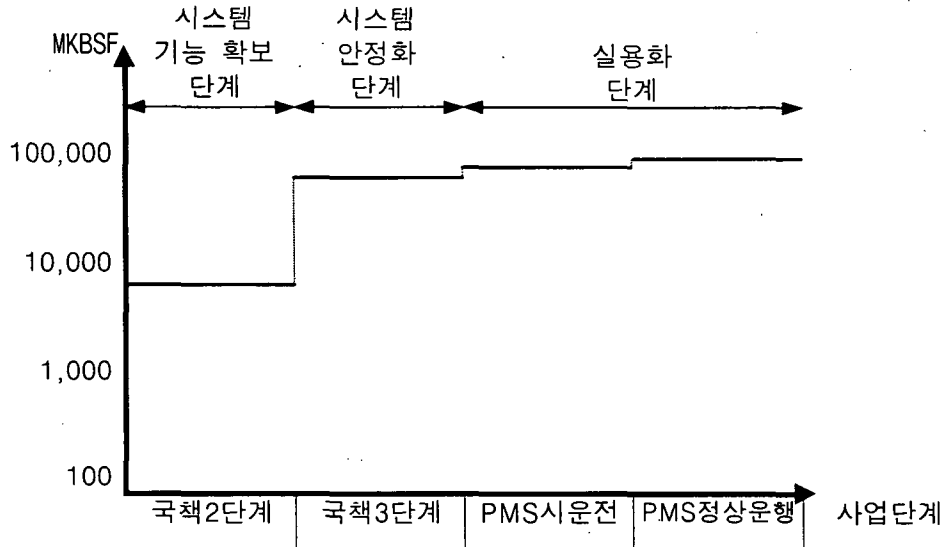
3.4.4 사업 단계별 RAMS 목표

사업 요소	국책2단계 (결과)	국책3단계 (목표)	PMS 열차(목표)		비 고
			시운전	정상운행	
신뢰도 (MKBSF)	9,000	80,000	100,000	120,000	PMS의 목표치는 외국에서 발주되고 있는 RAMS의 목표치에 의거
정비도 (MTTR)	0.86	2.7	2.7	2.7	
가용도	97%	99%	99%	99.5%	
내구도	완성차량 수명 : 30년(360만 km)				
안전성	▷ 파국(Catastrophic) 고장형태는 6,000년에 한번, ≙ 43,800,000 MTBF ▷ 치명(Critical) 고장형태는 60년에 한번, ≙ 438,000 MTBF				

- 국책연구 2 단계에서는 UTM-01 의 설계, 제작시 신뢰도 보다는 부상, 추진시스템 등 주요 전장품의 기능 및 성능 확보에 초점을 두었기 때문에 일부 주변 장치들의 신뢰성이 다소 부족하였고, 또한 신뢰도 평가의 바탕이 되는 주행누적거리가 짧아 상용화 목표치에 비하여 신뢰도가 낮게 나타남.
- 또한 연구개발단계인 관계로 계획정비가 이루어지지 않고 문제 (고장) 발생 시에만 정비 활동을 수행하였기 때문에 정비도는 목표치(2.7MTTR)보다 양호하게 나타남.
- 국책연구 3 단계에서는 UTM-01 의 주요 전장품 뿐만 아니라 주변 장치들의 신뢰성 향상에도 역점을 두며, 충분한 주행 시험을 통해 전체 시스템의 신뢰도를 획기적으로 향상시키고자 계획하고 있으며, PMS 자기부상열차의 신뢰도 목표치는 건설 후 1년 6개월의 시운전 기간동안 100,000 MKBSF 를 달성하고, 정상 운행시에는 120,000 MKBSF 를 달성하고자 함.



- 신뢰도 향상 목표



### 3.4.5 PMS 노선 자기부상열차의 RAMS 업무 수행 계획

#### 3.4.5.1 기본 방침

- 시스템의 설계 단계에서부터 시스템의 신뢰도 및 안전성에 대한 분석을 실시하여, 상용화에 필요한 신뢰도를 보장한다.
- 차량 시스템을 이루는 하부 시스템에 대한 Mission Block Diagram(MBD)와 Reliability Block Diagram(RBD)을 작성하여 전 시스템에 대한 신뢰도를 예측하고, 취약 시스템에 대한 보완 작업을 실시한다.
- 시운전시 운행일지 및 고장 정비일지를 통하여 시스템의 신뢰도 및 안전도에 대한 자료를 확보하고, 수집된 자료를 전산화하여 RAMS 업무를 수행한다.



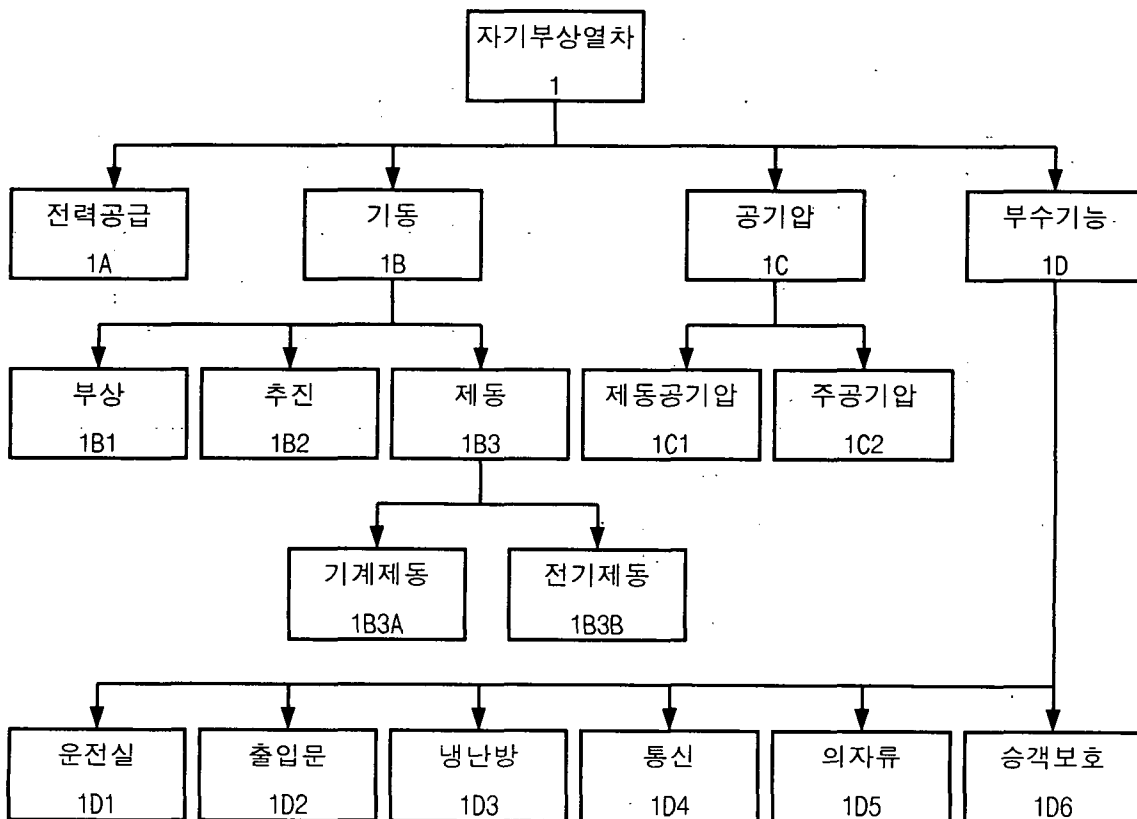
3.4.5.2 설계 단계에서의 RAMS 업무 수행 계획

1) 신뢰도 분석 방안

- 자기부상열차의 하부 시스템을 Block Diagram으로 분화하여, 시스템간의 신뢰도 관계를 규정한다.
- 하부 시스템의 Failure Rate(100 만시간당 고장발생건수)를 합산함으로써 전체 시스템의 Failure Rate를 구하고, 이를 통하여 전체 시스템의 MTBF를 구한다.

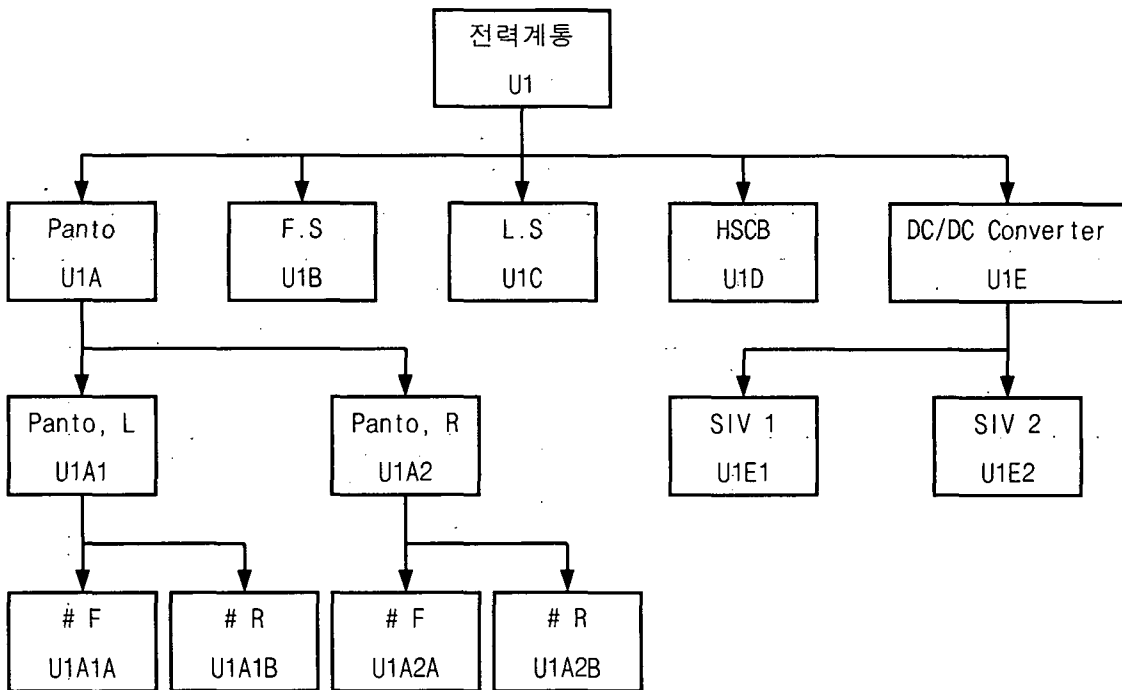
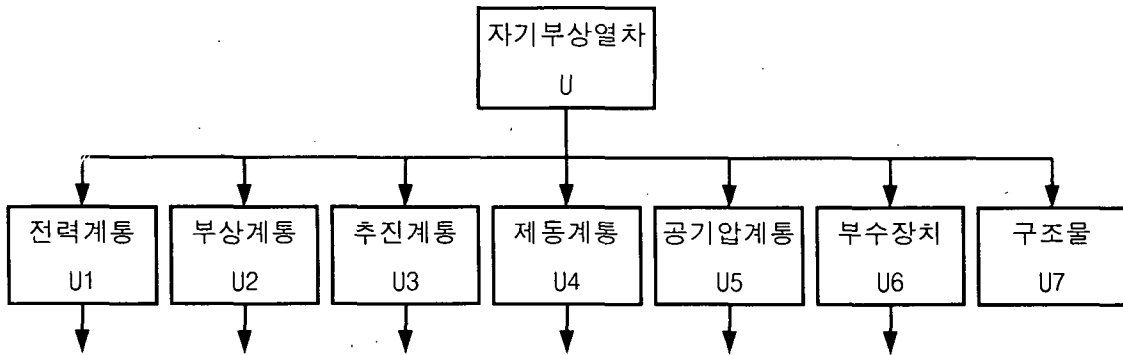
$$(\text{전체시스템의 } MTBF) = \frac{1,000,000\text{시간}}{\sum(\text{하부시스템의 } Failure \text{ Rate})} \quad [\text{시간/건}]$$

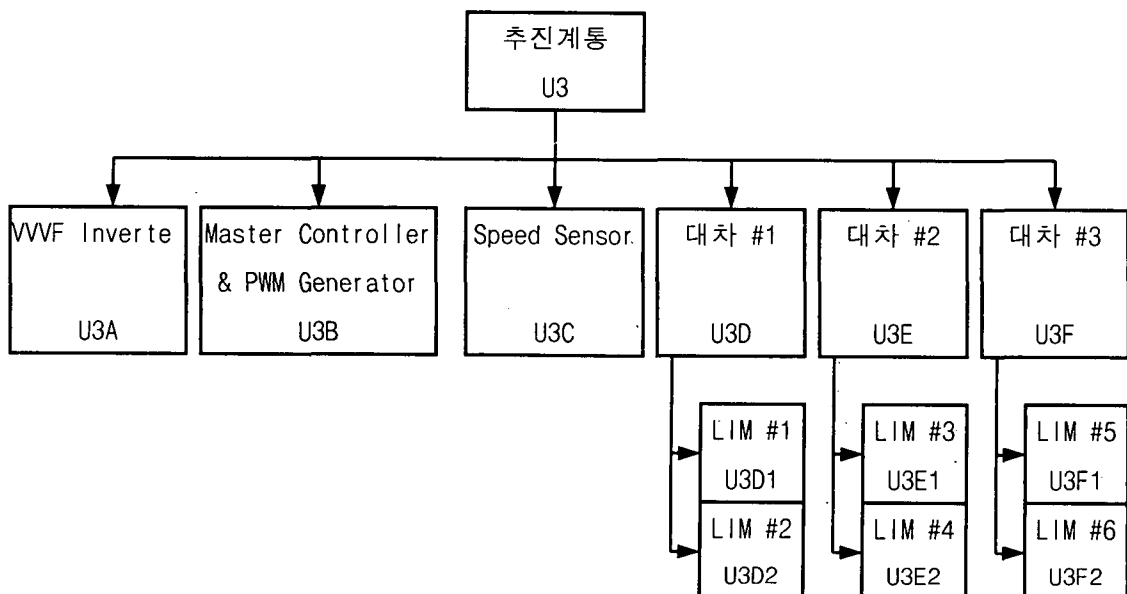
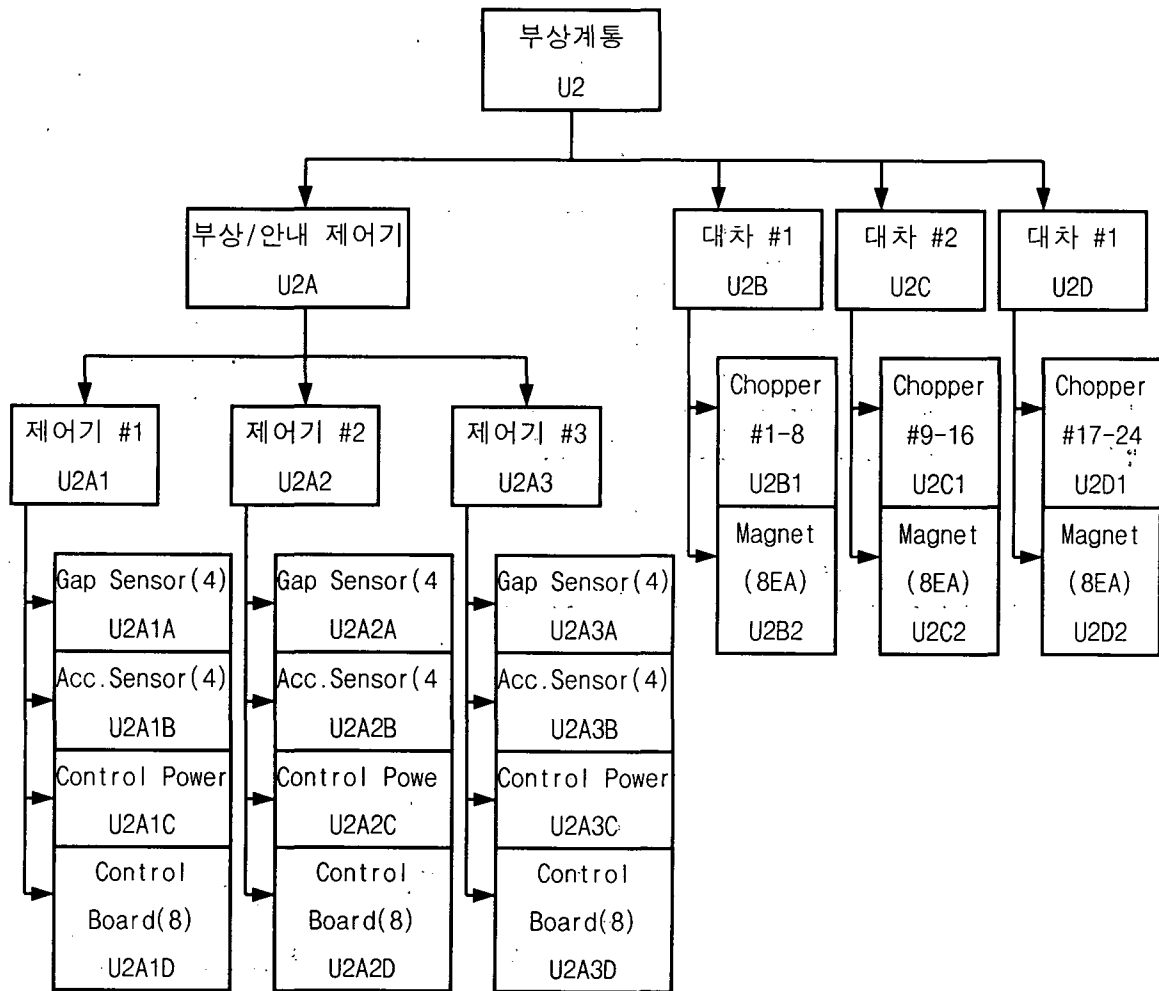
가) Mission Block Diagram (예)

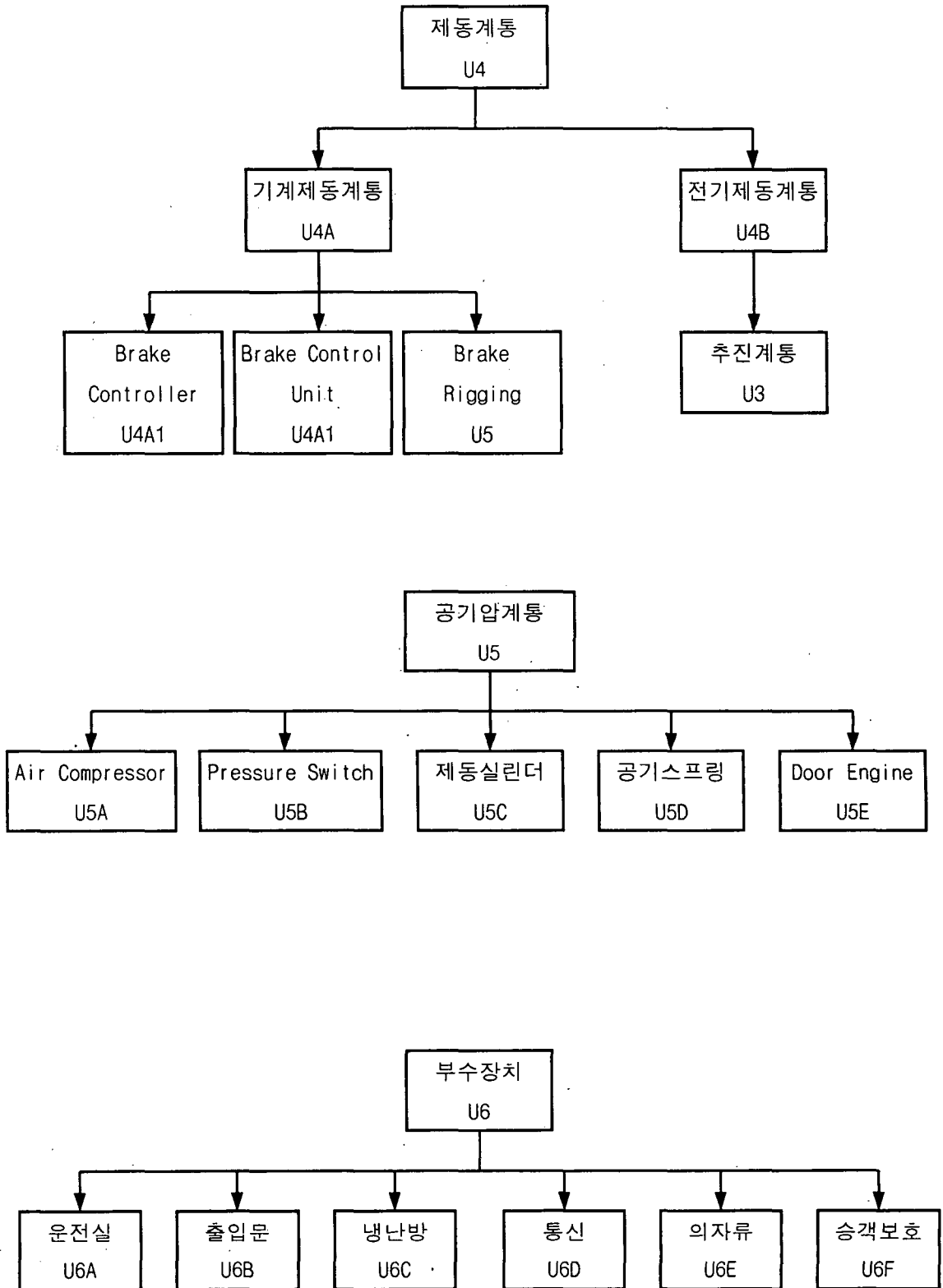




나) Reliability Block Diagram (예)











다) 신뢰도 분석 결과 (예)

RBD	RBD Name	Library Name (구성품목)	Failure Rate (/E6 hours)	관련근거	수량	System 신뢰도		Mission 신뢰도			비고
						failure rate	MTBF	대상	failure rate	MTBF	
U	자기부상열차				1	4946.4212	202		3763.3590	266	
U1	전력계통				1	101.5522	9,847		87.3928	11,443	
U1A	Panto				1	14.2995	69,933		14.2995	69,933	
U1A1	Panto L				1	7.1498	139,865		7.1498	139,865	U1A1A & U1A1B
U1A1A	#F	Spring, Torsion	14.2995	2-127, Unk, GM	1	14.2995	69,933	○	14.2995	69,933	
U1A1B	#B	Spring, Torsion	14.2995	2-127, Unk, GM	1	14.2995	69,933	○	14.2995	69,933	
U1A2	Panto R				1	7.1498	139,865		7.1498	139,865	U1A2A & U1A2B
U1A2A	#F	Spring, Torsion	14.2995	2-127, Unk, GM	1	14.2995	69,933	○	14.2995	69,933	
U1A2B	#B	Spring, Torsion	14.2995	2-127, Unk, GM	1	14.2995	69,933	○	14.2995	69,933	
U1B	F.S	Fuse	21.8594	2-61, Com, GM	1	21.8594	45,747	○	21.8594	45,747	
U1C	L.S	Switch	14.1594	2-128, Mil, GM	1	14.1594	70,624	수동			
U1D	HSCB	Circuit Breaker, Current Trip	7.1489	2-21, Unk, GM	1	7.1489	139,882	○	7.1489	139,882	
U1E•						44.0850	22,683		44.0850	22,683	
U1E	DC/DC Convert	Power Transmitter	14.6950	2-100, Sum	1	14.6950	68,050	○	14.6950	68,050	
U1E1	SIV I	Power Transmitter	14.6950	2-100, Sum	1	14.6950	68,050	○	14.6950	68,050	
U1E2	SIV II	Power Transmitter	14.6950	2-100, Sum	1	14.6950	68,050	○	14.6950	68,050	



2) 신뢰도 향상 방안

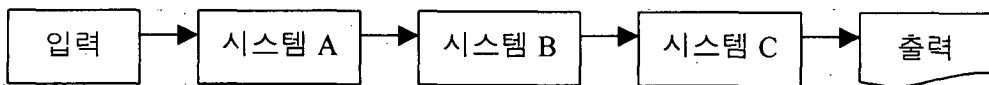
가) 취약 시스템의 보완

분석된 신뢰도 자료에 따라 취약 시스템을 선정하고, 취약 시스템의 신뢰도를 향상시키기 위한 활동을 적극 전개하여 전체 시스템의 신뢰도 향상을 도모한다.

나) 병렬 시스템의 구현

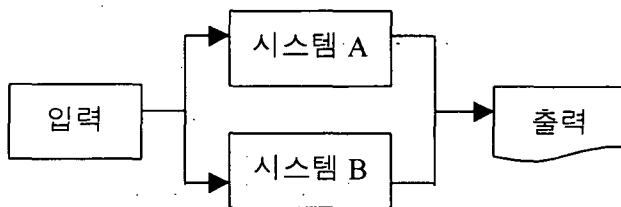
한 시스템에서의 하부 시스템의 종류는 직렬 시스템, 병렬 시스템, 그리고 복합 시스템으로 나뉘어진다. 그리고 각 시스템의 신뢰도의 관계는 다음과 같이 계산된다.

- 직렬 시스템



신뢰도 :  $R_s = (R_a)(R_b)(R_c)$

- 병렬 시스템

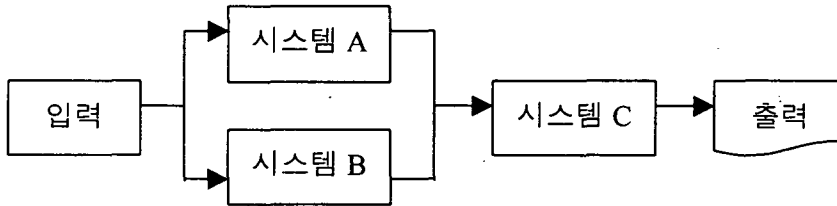


신뢰도 :  $R_s = 1 - (F_a)(F_b) = 1 - (1 - R_a)(1 - R_b)$

( $F_a, F_b$  : 각 시스템의 고장률)



- 복합 시스템



$$\text{신뢰도} : R_s = \{1 - (F_a)(F_b)\}(R_c) = \{1 - (1 - R_a)(1 - R_b)\}(R_c)$$

즉 직렬 시스템의 경우 하나의 하부 시스템의 기능이 정지하였을 경우 전체 시스템의 기능이 정지하는데 비해, 병렬 시스템의 경우 한 하부 시스템의 기능이 정지하더라도 다른 하부 시스템이 정지된 하부 시스템의 기능을 대신할 수 있다. 그러므로 전체 시스템의 신뢰도를 향상시키기 위해서는 신뢰도가 상대적으로 낮은 하부 시스템에 대하여 병렬 구조를 갖도록 설계한다.

3.4.5.3 제작 및 시험 단계에서의 RAMS 업무 수행 계획

1) 신뢰도 및 정비도 향상 방안

가) 각 부품에 대한 환경 시험의 강화

하부 시스템의 신뢰도를 높이기 위해서 하부 시스템을 이루는 부품에 대한 환경 시험을 강화한다. 즉 각 단품의 환경 조건을 더욱 강화하여 부품을 선별하면 이 시험을 통과한 부품들은 실제 운행 환경하에서 보다 양호하게 동작할 수 있을 것으로 기대할 수 있다.



나) 예방 정비의 강화

시스템의 작동이 중단되는 것을 막기 위해서 예방 정비를 강화한다. 예방 정비의 수행을 통하여 신뢰도가 낮은 부품에 대한 교체 작업을 수행할 수 있으며, 기기의 마모 및 파손으로 인한 사고를 미연에 방지할 수 있다. 이러한 예방 정비의 수준 및 빈도를 결정할 때에는 신뢰도뿐 아니라 비용의 관점을 동시에 고려한다.

다) 교체 부품의 기능별 모듈화

차량에 적용된 교체 부품을 기능별로 모듈화하여 고장 발생시 모듈을 교체하는 방식으로 정비를 수행한다. 그리고 모듈에 대한 정비는 추후에 별도로 수행한다. 모듈을 교체하는 방식을 통하여 차량 시스템이 정비 작업으로 인하여 가동 정지 시간을 줄일 수 있게 되어 시스템의 가용도를 높일 수 있게 된다.

2) 신뢰도 관리의 기본 방침

- 운행일지 및 고장/정비 기록표의 작성을 통하여 시스템의 신뢰도를 평가하기 위한 자료를 수집한다.
- 운행 / 고장 / 정비 기록을 전산화하여 신뢰도 관리 업무의 용이성과 신속성을 추구한다.

PMS노선기획조사사업보고서(부록)

## 제 2 장 차량시스템



# 목 차

1.	차량일반 -----	2-1- 1
1.1.	일 반 -----	2-1- 1
1.2.	차량제원 -----	2-1- 1
1.3.	차체및 대차프레임의 설계기준 -----	2-1- 2
1.3.1.	수직하중 -----	2-1- 2
1.3.2.	수평하중 -----	2-1- 2
1.3.3.	충격하중 -----	2-1- 2
1.3.4.	내구성 및 처짐량 -----	2-1- 2
1.4.	제작상의 요구사항 -----	2-1- 3
2.	구 체 -----	2-2- 1
2.1.	일 반 -----	2-2- 1
2.2.	각 구성품에 대한 설명 -----	2-2- 1
2.2.1.	언더프레임 -----	2-2- 1
2.2.2.	측구조 -----	2-2- 1
2.2.3.	지붕구조 -----	2-2- 2
2.2.4.	전두부구조 -----	2-2- 2
2.2.5.	단부구조 -----	2-2- 2
2.2.6.	운전실칸막이 -----	2-2- 3
2.3.	구체의강도 -----	2-2- 3
3.	설 비 -----	2-3- 1
3.1.	일 반 -----	2-3- 1
3.2.	객실부 -----	2-3- 2



3.2.1.	단열·방음재	2-3- 2
3.2.2.	창문	2-3- 2
3.2.3.	의자	2-3- 2
3.2.4.	손잡이	2-3- 3
3.2.5.	출입문	2-3- 3
3.2.6.	냉방장치	2-3- 5
3.2.7.	난방장치	2-3- 6
3.2.8.	소화설비	2-3- 7
3.2.9.	내장판	2-3- 7
3.2.10.	바닥판	2-3- 7
3.2.11.	연결기	2-3- 8
3.3.	운전실설비	2-3- 9
3.3.1.	일반	2-3- 9
3.3.2.	운전대	2-3- 9
3.3.3.	운전실전면창	2-3-10
3.3.4.	운전실측창	2-3-10
3.3.5.	창닫이	2-3-11
3.3.6.	난방기	2-3-11
3.3.7.	차광판	2-3-11
4.	대차	2-4- 1
4.1.	일반	2-4- 1
4.2.	대차프레임	2-4- 1
4.3.	지지장치 및 완충장치	2-4- 1
4.4.	견인장치	2-4- 2
4.5.	기초 제동장치	2-4- 2
4.6.	배장기	2-4- 3



5.	제동장치 -----	2-5- 1
5.1.	일 반 -----	2-5- 1
5.2.	제동방식 및 시스템 구성 -----	2-5- 2
5.2.1.	제동방식 -----	2-5- 2
5.2.2.	상용제동 제어의 우선 순위 -----	2-5- 3
5.2.3.	제동시스템 -----	2-5- 3
5.3.	제동의종류 및 기능 -----	2-5- 3
5.3.1.	상용제동 -----	2-5- 3
5.3.2.	비상제동 -----	2-5- 4
5.3.3.	주차제동 -----	2-5- 4
5.3.4.	정차제동 -----	2-5- 4
5.4.	압축공기 공급장치 -----	2-5- 4
5.4.1.	일 반 -----	2-5- 4
5.4.2.	전동 공기압축기 -----	2-5- 5
5.4.3.	주요제원 -----	2-5- 5
5.5.	공기배관 -----	2-5- 6
6.	차상 전원공급시스템 -----	2-6- 1
6.1.	개 요 -----	2-6- 1
6.2.	집전장치 -----	2-6- 3
6.3.	보조전원장치(Aux. Power Unit) -----	2-6- 3
6.3.1.	일 반 -----	2-6- 3
6.3.2.	보조전원장치의 부하 -----	2-6- 4
6.3.3.	보조전원장치의 구성 -----	2-6- 4
6.3.4.	주요사양 -----	2-6- 5
6.4.	축전지(Battery) -----	2-6- 5
6.4.1.	일 반 -----	2-6- 5
6.4.2.	사 양 -----	2-6- 6





6.5.	주회로차단기(HSCB)	2-6- 6
6.5.1.	일 반	2-6- 6
6.5.2.	주요사양	2-6- 7
7.	추진시스템	2-7- 1
7.1.	개 요	2-7- 1
7.2.	추진용 전동기	2-7- 2
7.2.1.	일 반	2-7- 2
7.2.2.	주요사양	2-7- 3
7.2.3.	선형유도전동기의 특성곡선	2-7- 4
7.3.	추진용 VVVF Inverter	2-7- 5
7.3.1.	일 반	2-7- 5
7.3.2.	VVVF INVERTER 사양	2-7- 6
7.3.3.	주요 구성품의 기능	2-7- 7
8.	부상/안내시스템	2-8- 1
8.1.	개 요	2-8- 1
8.2.	부상용 전자석(Magnet)	2-8- 3
8.2.1.	일 반	2-8- 3
8.2.2.	주요사양	2-8- 3
8.2.3.	전자석의 부상력 특성	2-8- 4
8.3.	부상/안내 제어기	2-8- 5
8.3.1.	일 반	2-8- 5
8.3.2.	주요사양	2-8- 5
8.3.3.	주요 구성품의 기능	2-8- 5
8.4.	전력변환장치(Chopper)	2-8- 7
8.4.1.	일 반	2-8- 7
8.4.2.	전력회로부의 구성	2-8- 7
8.4.3.	제어 회로부의 구성	2-8- 8



8.4.4.	주요사양	2-8- 9
9.	종합제어관리장치(TCMS)	2-9- 1
9.1.	개 요	2-9- 1
9.2.	TCMS 구성 및 기능	2-9- 3
9.2.1.	TCMS 구성	2-9- 3
9.2.2.	기 능	2-9- 3
9.3.	각 장치별 기능 및 사양	2-9- 6
9.3.1.	편성제어 컴퓨터	2-9- 6
9.3.2.	인터페이스 컴퓨터	2-9- 7
9.3.3.	차량제어 컴퓨터	2-9- 8
9.3.4.	Train BUS 통신사양	2-9- 9
9.3.5.	Local BUS 통신사양	2-9- 9
9.3.6.	화면표시장치	2-9-10
9.3.7.	지상장치	2-9-10
9.4.	화면표시장치의 화면구성	2-9-11
9.4.1.	운전자 인터페이스 화면	2-9-11
9.4.2.	운전화면	2-9-12
9.4.3.	상태화면	2-9-13
9.4.4.	고장정보화면	2-9-14
10.	차상신호장치	2-10- 1
10.1.	개 요	2-10- 1
10.2.	기능및 사양	2-10- 2
10.2.1.	ATP	2-10- 2
10.2.2.	ATO	2-10- 2
10.2.3.	TWC	2-10- 2
10.2.4.	열차위치 검출용 보조장치	2-10- 3



10.2.5.	열차 속도/위치 검지장치	-----	2-10- 4
11.	차상 통신장치(열차 무선 이동국장치)	--	2-11- 1
11.1.	개 요	-----	2-11- 1
11.2.	구 성	-----	2-11- 2
11.3.	기 능	-----	2-11- 2
11.4.	사 양	-----	2-11- 4
12.	차체전기장치	-----	2-12- 1
12.1.	실내조명	-----	2-12- 1
12.1.1.	AC 형광등	-----	2-12- 1
12.1.2.	DC 형광등	-----	2-12- 1
12.1.3.	전조 및 후미등	-----	2-12- 2
12.2.	안내표시기	-----	2-12- 2
12.2.1.	설정기	-----	2-12- 2
12.2.2.	객실 안내 표시기	-----	2-12- 5
12.2.3.	정면 행선 표시기	-----	2-12- 6
12.2.4.	열차 번호 표시기	-----	2-12- 7
12.3.	방송장치	-----	2-12- 8
12.3.1.	일 반	-----	2-12- 8
12.3.2.	정격 및 사양	-----	2-12- 9
12.3.3.	기 능	-----	2-12-10



## 1 차량 일반

### 1.1 일반

자기부상열차의 차량구조는 일반 전동차와 마찬가지로 차체와 대차로 크게 구분되며 차체는 기본적으로 바퀴식 열차와 거의 유사하나, 대차의 경우는 차량의 지지 및 구동방식이 전혀 다른 구조를 가지고 있다. 차체의 상상에는 열차 운행을 조정하는 운전실과 승객을 수용하는 객실이 있고, 상하에는 운행에 필요한 전력변환장치, 전력공급장치 및 공기 압축기등 여러 기기들이 설치되며, 대차에는 차량의 부상/안내용 전자석과 추진용 선형유도전동기, 감속 및 정지를 위한 공기제동장치 등이 취부된다. 그리고 차체와 대차 사이에는 2차 현수장치가 설치된다.

차체 및 대차의 주재료는 알루미늄 합금이다. 따라서 기존의 전동차에 비하여 중량을 크게 감소시킬 수 있으며, 제작시 가공성을 향상시킬 수 있다. 그리고 차량의 외관은 공기역학적 특성 및 미관을 고려하여 설계하며 차체와 대차의 길이는 궤도 조건 및 부대상황에 맞게 제작되며, 곡선 구간 운행시 원활한 주행성능을 갖기 위해서는 대차의 길이를 작게 만들 필요가 있으며 대차의 수량에 따라 차체의 길이가 결정된다.

### 1.2 차량제원

- 차량편성 : 2량1편성
- 차량치수 : 14,500(L) × 3,000(W) × 3,950(H) mm
- 대차치수 : 3,600(L) × 3,000(W) × 916(H) mm
- 객실높이(바닥-천정) : 2,000 mm
- 대차수량 : 3대/량
- 대차자중 : 3Ton/대



## 1.3 차체 및 대차프레임의 설계기준

### 1.3.1 수직 하중

- 차량의 운행중 발생 할 수 있는 최악의 하중조건으로 최대 승객하중과 동하중 계수를 고려하여 최대 43T에 견딜 수 있도록 설계한다.

### 1.3.2 수평 하중

- 차체의 탄성 한계 내에서 연결기 중심선을 따라 구체 양단부에 가하는 압축하중으로 하중 50 T에 견딜 수 있도록 설계한다.

### 1.3.3 충격 하중

- 충격 에너지는 연결기의 드래프트 기어에 의해 주로 흡수되고 그 이상은 연결기 포켓부의 소성변형 에너지로 흡수하도록 한다.
- 차량의 단부 및 전두부는 충격을 받을 경우 지붕, 캔트레일, 측구조 및 하부구조에 그 하중을 전달할 수 있도록 충분한 강도를 가지도록 한다.

### 1.3.4 내구성 및 처짐량

- 차량의 전 운행 기간동안 피로에 의한 파괴가 일어나지 않도록 설계한다.
- 최대하중시 차체의 휨 량은 다음 식에 의해 정해지는 최대값 이하 이어야 한다.

$$\delta = A / 1000 \text{ (mm)}$$

A : 대차 중심간 거리(mm)

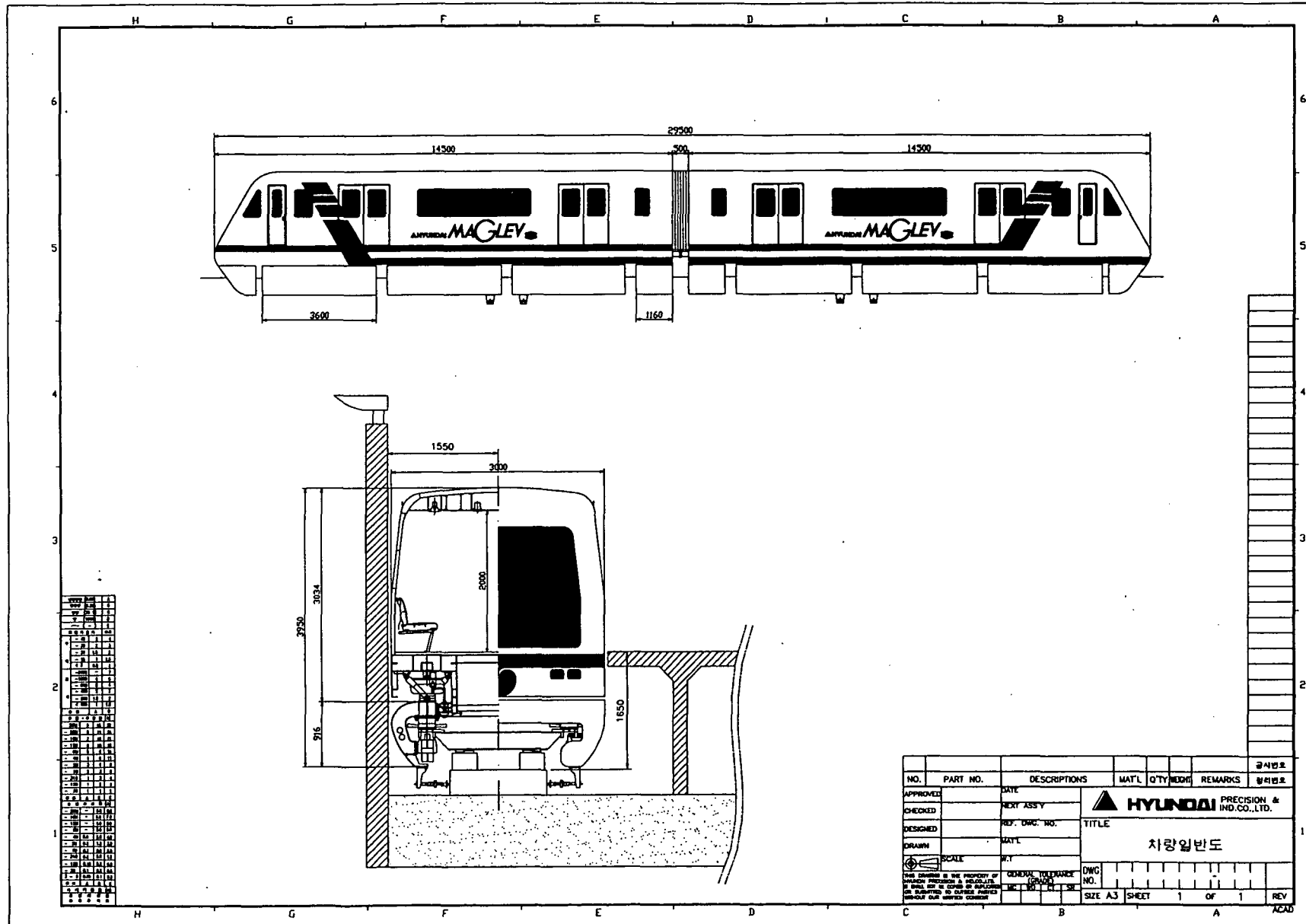


## 1.4 제작상의 요구 사항

- 차체는 불연성의 재료로 제작하는 것을 원칙으로 하며, 불연성 재료를 사용할 수 없는 경우에는 난연성 재료 및 구조를 갖춘다.
- 차체는 동일한 도면에 의해 제작되어야 하며, 주요 부품 및 구체를 조립하기 위한 치수는 허용 공차 이내에 있도록 한다.
- 차체는 최대 하중과 운행 조건 하에서의 시스템의 기능을 만족하도록 충분한 강성 및 강도를 가지도록 한다.
- 모든 부품은 부식되지 않도록 제작되어야 하며, 특히 화학적 성질이 다른 금속이 서로 접촉하는 부위에서는 전기적 부식이 발생하지 않도록 한다.
- 모든 체결부품(Fastener)들은 진동에 의해 풀리지 않도록 한다.



[그림 2-1 차량일반도]





## 2. 구 체

### 2.1 일 반

- 자기부상열차의 구체는 경량화를 위해 알루미늄 압출재 및 판재로 이루어진다.
- 구체는 언더프레임, 측구조, 지붕구조, 단부구조, 전두부구조 및 실내에 설치되는 운전실 칸막이로 구성된다.
- 구체는 승인된 사양에 의거하여 용접 구조로 제작한다.
- 구체는 주행중 발생하는 정하중 및 동하중을 견딜 수 있는 강성 및 강도를 가져야 하며, 구조 및 재질은 경량화된 최적의 구조체로 한다.

### 2.2 각 구성품에 대한 설명

#### 2.2.1 언더프레임(Under frame, 하부구조)

- 언더프레임은 주구조, 볼스터구조, 연결기 포켓, 그리고 각종 브래킷으로 이루어진다.
- 언더프레임은 수직하중(승객하중 및 각종 기기하중), 연결기를 통해 전달되는 수평하중 및 대차를 통해 전달되는 하중을 충분히 견딜 수 있도록 한다.
- 전방 및 후방 볼스터 하부에는 차체를 매달아 올릴 수 있는 패드를 설치한다.

#### 2.2.2 측구조 (Side Structure)

- 측구조는 차 길이 방향 및 높이 방향의 알루미늄 압출재를 용접하여 제작하며, 출입문 기둥 등이 포함된다.
- 출입문, 창문 등에 대해서는 변형이나 응력집중을 최소화하기 위해 보강구조를 갖춘다.
- 외판은 완전한 방수가 되도록 한다.





### 2.2.3 지붕 구조 (Roof Structure)

- 지붕 구조는 주구조, 중천정 구조, 및 외판으로 구성되며, 주구조는 다시 카라인, 퍼라인, 캔트레일로 구성된다.
- 중천정 구조 내의 냉방기를 취부하기 위한 부분에는 압출재로 만들어진 보강재를 취부한다.
- 지붕 구조에는 냉방기용 공기 덕트가 포함되며 이 덕트 내면에는 단열재를 취부한다.
- 지붕 전체는 방수 구조로 이루어지며, 지붕 구조의 가장자리에는 빗물흐름을 설치한다.
- 지붕 구조 내부에는 응결수 배출용 배수관을 설치한다.
- 냉방기 주위와 지붕의 중심선에는 미끄럼 방지 시설을 갖춘다.

### 2.2.4 전두부 구조 (Cab Structure)

- 전두부 구조는 수직, 수평 방향의 압출재의 용접 구조에 외판을 씌운 구조로 한다.
- 전두부 구조는 지붕 구조로부터 작용하는 하중에 충분히 견디고, 차량의 충돌 시 운전자와 승객을 보호할 수 있는 구조로 설계한다.
- 전두부에 부착할 외판은 공기역학적 특성과 미관을 고려하여 디자인한다.
- 전두부 외판은 곡면 가공이 용이하고 필요한 강도를 만족하는 재질로 제작한다.
- 운전자의 시계를 확보하기 위해 강도를 해치지 않는 범위 내에서 가능한 한 큰 전면창을 갖도록 설계한다.

### 2.2.5 단부 구조 (End Structure)

- 단부 구조는 코너포스트, 도어 포켓, 보강재, 외판 등으로 이루어진다.
- 단부 출입문을 기준으로 한쪽에는 도어포켓을 설치하며 다른 한쪽에는 기기 취부용 브래킷 등을 설치한다.



- 단부구조의 외측에는 통로와 연결막을 설치하기 위한 브라켓을 취부한다.
- 지붕 구조로부터 전달되는 하중에 충분히 견디도록 한다.

### 2.2.6 운전실 칸막이 (Partition)

- 운전실과 객실을 구분하는 구조로 압출재와 판재로 제작한다.

## 2.3 구체의 강도

- 구체의 제작시 응력해석 및 하중시험을 실시하여 계산 및 측정된 응력이 구체의 항복 강도를 초과하지 않도록 한다.
- 항복점이 명확하지 않을 경우 0.2%의 영구 변형을 일으키는 응력을 항복점으로 한다.



### 3. 설비

#### 3.1 일반

실내 설비의 설계에서는 Man-machine Interface를 충분히 고려하며 각종 설비품들은 인체공학적으로 설계하여 운전자와 승객의 편의성과 안락성을 추구한다. 실내의 색상은 차분하고 부드러운 색상으로 하며, 승객의 안전을 위해 각종 설비품들의 모서리는 둥글게 만든다. 그리고 공기 조화 설비에는 응결수를 방지하기 위한 조치를 취하여야 하며 객실의 전 영역에 걸쳐 차음 및 단열을 위한 시공을 한다.

객실 내의 설비품의 경우 차량의 다른 부품들과는 달리 승객이 직접 접촉할 수 있는 상태에 있다. 그리하여 정상적인 작동 환경과는 달리 승객들에 의해 필요 이상의 힘을 받는 경우가 많다.. 또한 실내 설비품의 경우 무보수유지화(Maintenance-free)의 경향이 있으므로 이를 만족하기 위해서는 설비품이 충분한 강도를 가져야 한다. 다음 그림2 - 1은 객실 내부의 개념도이다.



그림 2 - 1. 객실내부 개념도



## 3.2 객실부

### 3.2.1 단열·방음재

구체를 이루는 측벽, 단부벽, 그리고 천정에는 두께 30~60mm의 단열재를 취부하며 이들 단열재는 차량 내의 단열의 목적 이외에 소음 차단 기능도 수행할 것이다. 또한 공기 덕트 내부에는 결로 방지 및 소음차폐 효과를 만족하기 위해 네오프렌제 고무를 취부한다. 바닥의 일부분 및 DOOR POST등과 같이 단열재의 취부가 곤란한 부분에는 코팅을 한다.

### 3.2.2 창문

자기부상열차는 고가(高架)로 운행하기 때문에 가급적 승객의 시야를 넓게 하기 위해 차량의 측창문은 넓게 설계하며, 유리는 최소 6.0 mm 이상의 두께를 가지는 이중 접합 안전 유리로 하고 유리 사이에는 소음 차폐 효과 및 하절기 자외선 차단 효과를 위해 필름지를 삽입한다. 모든 창문은 충격에 의한 하중을 견딜 수 있도록 튼튼하게 취부하며, 유리 취부 부위에는 빗물이 스며들지 않도록 방수 조치를 한다. 또한 공기조화설비의 고장시 환기를 위해 단부측 측창은 반개폐식 창으로 한다.

### 3.2.3 의자

- 승객용 의자는 알루미늄 Frame을 사용하고 쿠션을 좋게 하기 위한 설계를 하며 의자 카바지 색상은 별도로 정한다.
- 등쿠션을 포함한 긴 의자를 측출입문 사이의 차체 측벽을 따라 종방향으로 배치한다.
- 의자는 분해, 조립이 쉬워야 하며 난방기, 반사판 및 구멍이 뚫린 스테인레스제의 난방 보호판은 의자 받침 하부에 설치한다.
- 운전실에 설치되는 의자는 높이 및 전후 위치 조정이 가능하도록 하며, 견고하게 설치한다.



### 3.2.4 손잡이

차량 내의 손잡이는 혼잡시에도 승객들이 충분히 이용할 수 있도록 배치하며 손잡이의 위치는 천정(2열), 출입문 옆 의자 모서리에 설치한다.

손잡이의 강도는 비상 제동시 승객의 관성을 지지할 수 있는 재질의 제품을 사용하고 손잡이의 표면은 매끈하고 청소가 용이하며, 미려하고 부식이 잘 되지 않도록 한다.

### 3.2.5 출입문

모든 문은 경량화를 위해 알루미늄 재질로 제작하며 특히 대량의 승객들이 승하차할 수 있도록 차량의 전/후에 적절한 거리를 두고 2set씩 총 4set로 구성을 한다. 일반전동차의 출입문 방식이 슬라이딩 구조로 되어 있지만 동 차량에는 승객의 안전 및 소음 차폐 효과를 높이기 위해 Plug-In-Type 구조를 가진 출입문을 사용한다. 그외의 운전실부 출입문 및 객실과 운전실 사이의 출입문은 Hinge-Type으로 제작하며 차량과 차량 사이의 단부 출입문은 슬라이딩 구조로 제작한다.

- 승객용      측출입문 : 4set / 량
- 운전실      측출입문 : 2개 / 량
- 단    부      출    입    문 : 1개 / 량
- 운전실 - 객실간    출입문 : 1개 / 량

#### 3.2.5.1 승객용 측출입문

- 형      식 : Sliding-Plug-In Type, 공기실린더구동 (ATO 및 수동제어) ATO 신호나 스위치에 의해 전기적으로 제어되는 공기 도어엔진에 의해 개폐된다.
- 높      이 : 1860 mm 내외
- 폭      : 1360 mm 내외



- 재 질 : 알루미늄 합금
- 작동 시간 : 개 2.5±0.5초, 폐 3.0±0.5초
- 유 리 : 투명 이중 접합 안전유리
- 관련 설비 : 개문 경고등 (차내, 차외 및 운전실), 비상용 콕 (수동 개폐 가능)

### 3.2.5.2 운전실 측출입문

- 형식 : 힌지형, 수동 개폐 (창문도 힌지형, 개폐 가능)  
창문은 철저하게 방수/방음 처리를 하며 잠금장치가 설치된다.
- 높이 : 1860 mm 내외
- 폭 : 600 mm 내외
- 재질 : 알루미늄 합금
- 유리 : 투명 이중 접합 안전유리

### 3.2.5.3 단부 출입문

- 형식 : 부드럽게 열리고 닫히는 슬라이딩식 구조
- 높이 : 1860 mm 내외
- 폭 : 900 mm 내외
- 유리 : 투명 이중 접합 안전유리

### 3.2.5.4 운전실 - 객실간 출입문

승객의 시야 확보를 위해 출입문 상단은 유리로 제작되며 잠금장치가 취부된다.

- 형식 : 수동 힌지형 (운전석 내측으로 열림)
- 높이 : 1860 mm 내외
- 폭 : 600 mm 내외



- 재질 : 알루미늄 합금

### 3.2.5.5 출입문 제작상의 유의사항

- 문 내부에 흡음·단열재를 취부 : 충분한 소음 차폐를 위해 두께를 30mm이상
- 유리 부분 누수 방지

### 3.2.6 냉방 장치

냉방장치는 차량의 길이에 맞게 균형 잡힌 쾌적한 차내 실내온도 분포가 되도록 하며 승객의 변동, 출입문의 빈번한 개폐등이 있기 때문에 이에 따른 냉방능력, 환기량, 공기의 정체 변화등을 고려하여 선정한다.

특히 차내 공간 때문에 냉풍의 토출이나 소음 등에 의한 불쾌감이 없도록 한다.

#### 3.2.6.1 냉방 장치의 제원

- 냉방기 수량 : 2대 / 량
- 냉방기 용량 : 10,000 kcal / h / 대
- 냉방기 취부 방식 : 지붕 매립형 (미려한 외관을 위함)
- 냉방기 제어용 배전반 위치 : 단부측
- 실내온도 감지기위치 : 리턴 에어 덕트 입구
- 냉방기 제어 단계 : 3단계 ( 송풍 / 반가동 / 전가동 )
- 공기 덕트 위치 : 중천정 내부
- 공기 덕트내 유속 : 6 m/s 이하
- 냉방기 구성 : 증발기, 송풍기, 여과기, 응축기, 압축기
- 냉방 방식 : 집약 분산식
- 배기 방식 : 강제 배기 방식 (배기구는 차량 단부에 설치)



### 3.2.6.2 냉방기 주요 제원

- 전 원 : 3상 220VAC, 60Hz(주회로),  
DC 100V(제어회로)
- 소비전력 : 12.0 kW
- 송 풍 량 : 3,000 m<sup>3</sup> / h
- 냉방용량 : 10,000 kcal / h
- 냉 매 : R-22
- 사이클수 : 2 Cycle

### 3.2.7 난방 장치

#### 3.2.7.1 난방 기구의 제원

- 난방 기구 : 전기 히터
- 난방 단계 : 3단계 (1/3난방, 2/3난방, 전난방)
- 히터 위치 : 객실 의자 하부
- 수 량 : 8대 / 량
- 자동온도 조절 기능 포함

#### 3.2.7.2 전기 히터 사양

- 형 식 : 전열선식
- 전 원 : AC 220 V, 60Hz
- 소비전력 : 1050 W / 대





### 3.2.8 소화설비

- 소화기 설치 위치 : 운전실 1, 객실 단부 1
- 소화기 등급 : ABC 급
- 약제 종량 : 4.5 kg

### 3.2.9 내장판

내장판은 다음과 같은 요건을 만족하도록 설계한다.

- 측벽, 차량 단부벽, 천정 및 칸막이 벽의 내장에는 적당한 강도와 내구성을 갖고, 화재에 강한 무도장형 재질을 사용한다.
- 내장판 연결부분은 무몰딩 타입으로 하고 내부 골조에 조립된 나사 자국이 나타나지 않도록 설계한다.
- 차량 내부로의 방음 및 단열을 위해 차체 외판과 내장판 사이에는 일정 두께를 가진 단열재를 넣어 방습이 되도록 한다.
- 단열재를 부착할 수 없는 출입구의 도어포스트나 그 밖의 부분에 대해서는 두께 3mm 이상의 언더실(Underseal)을 도포한다.
- 냉방공기 덕트 내부는 방음, 단열, 항균처리된 재료로 도포하고 응결수 방지 대책을 고려한다.
- 측구조 및 단부 구조는 열차주행 등의 구조소음 전달을 최소화 할 수 있도록 충분히 고려한다.

### 3.2.10 바닥판

바닥판은 객실의 바닥을 이루며, 상하 기기로부터의 단열과 방음 기능을 가진다. 특히 객실 바닥은 불연성, 내마모성, 그리고 내화학성을 가져야 한다. 이러한 조건을 만족하면서 하부의 전장품의 소음을 차단할 수 있게 음향투과손실값이 최소 30dB 이상이 될 수 있는 재질 및 구조를 갖도록 설계한다. 그리고 출입문 쪽에는 미끄럼 방지 시설을 한다.



### 3.2.11 연결기

#### 3.2.11.1 연결 장치의 구성

- 연결기
- 연결막
- 연결통로 (Gangway Plate)

#### 3.2.11.2 각 구성품의 사양

##### 1) 연결기

본 차량의 경우 연결 작업이 빈번하지 않으므로 고정식 연결기를 적용한다. 이 연결기의 허용 하중은 60,000 kgf 이상이며, 연결기 포켓 내에 볼트로 취부한다.

##### 2) 연결막

연결막은 내화성 직물로 제작하며, 연결기 프레임에 재봉하여 구체에 고정시킨다.

##### 3) 연결통로

연결통로는 두 차량 단부를 연결하는 부품이며, 재질은 스테인레스강으로 하며 이 연결통로는 단부 구조물에 핀으로 취부한다.



### 3.3 운전실 설비

#### 3.3.1 일 반

운전실의 기기배치는 인체공학적 측면에서 운전 조작이 쉽게 배치되어야 하며, 모든 제어 스위치와 운전에 사용되는 기기는 운전자가 쉽게 취급할 수 있는 위치에 설치될 것이고 다른 기기는 운전실 앞부분 및 뒷부분에 설치한다.

운전실 설비의 종류는 다음과 같다.

- 운전대, 운전석, TCMS, 열차무선장치, 소화기, 차광판, 실내 조명등, 히터, 창  
    닦이
- 각 장치들은 운전석에 앉아서 조작이 가능하도록 인체 공학적으로 배치한다.
- 운전석은 전후 좌우로 조정이 가능한 것으로 한다.
- 운전대는 보수를 위해 탈착 가능한 구조로 한다.

#### 3.3.2 운전대

##### 3.3.2.1 구 성

주간제어기, 현시장치, 객실 출입문 제어기, 경보장치, 열차무선장치, 방송 및 인  
터폰 장치, 운전모드 스위치, 비상제동스위치 및 각종 계기류등

##### 3.3.2.2 주간제어기의 기능

열차출발, 역행 및 제동 지령



### 3.3.2.3 현시장치

차량 각 시스템(부상/안내, 보조전원, 추진, 제동, 승객출입문등)의 동작상태를 실시간으로 나타낸다.

### 3.3.2.4 경보기

두 레벨의 경보장치 시스템은 전후 운전대에 설치된 조작스위치에 의해 역진입시, 차량 출발시 및 긴급 사항 발생시 동작함

### 3.3.2.5 방송 및 인터폰 장치

- 방송장치 : 차내의 승객에 대한 안내방송, 출입문 작동 방송
- 인터폰 장치 : 전후 운전석간 및 객실간의 통화를 위함

### 3.3.2.6 운전 모드 스위치

무인, 자동, 수동, 기지, 비상 및 보완의 운전모드를 선택한다.

### 3.3.3 운전실 전면창

- 재질 : 투명 이중 접합 안전유리
- 두께 : 10.7 mm 이상
- 형상 : 만곡형 (좌우를 볼 수 있음)

### 3.3.4 운전실 측창

- 재질 : 투명 접합 안전유리
- 두께 : 6.3 mm



- 형상 : 전두부의 경사각과 동일한 각을 가진 삼각형

### 3.3.5 창뒹이

- 구 동 방 식 : 전동식 (DC 24V)
- Blade의 길이 : 550 mm
- Arm 의 길이 : 690 mm

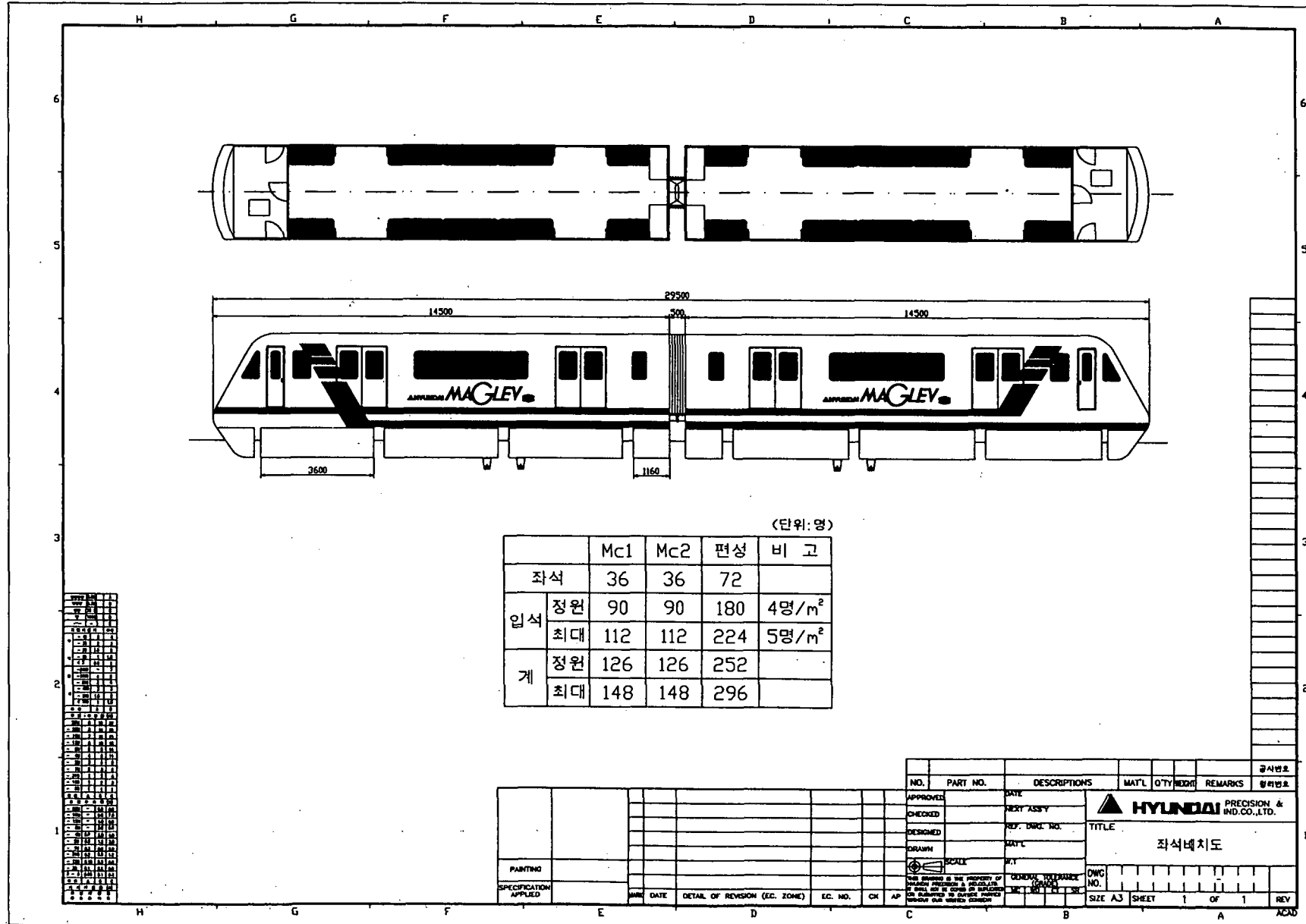
### 3.3.6 난방기

- 형 식 : 전열선식
- 작동 방식 : 3단계 작동, 자동/수동 작동
- 소비 전력 : 750 W
- 전 원 : AC 220V, 60Hz

### 3.3.7 차광판

- 형상 : 직사각형, 힌지 고정식 (상하 개폐 가능)
- 크기 : 600mm × 300mm
- 재질 : 반투명 아크릴 수지

[그림 2-2 좌석배치도]







## 4. 대 차

### 4.1 일 반

대차는 그림 2-4과 같이 프레임과 여기에 조립되는 각종장치들로 구성되며, 차량당 3대의 대차가 차입된다. 프레임에는 Side Frame과 Tie Beam으로 이루어져 있으며, Side Frame에 조립되는 장치로는 공기스프링, 부상/안내용 전자석, 추진용 선형유도 전동기, 공기제동용 제동통, 안내휠 및 착지휠 등이 있다.

### 4.2 대차 프레임

- 대차 프레임은 비중량이 작고 강도가 크며 용접성이 좋은 알루미늄재를 사용한다.
- Side Frame은 두개의 Tie Beam을 각각 연결하여 하나의 대차 프레임을 구성한다
- 대차 프레임은 잔류응력 제거를 위해 용접후 응력제거 공정을 실시한다.
- 배장기는 외부 장애물로부터 열차를 보호하기 위해 선두차의 대차에 설치한다.
- 가능한 한 습동부가 적은 구조로 하고, 모든 관절부에는 부쉬 등을 설치하여 원활히 순환되도록 한다.
- Side Frame과 Tie Beam의 조립은 운행중 응력집중이 없도록 가능한 한 보강되어야 한다.
- 운송 등 필요한 경우 차체와 대차를 분리하거나, 함께 운반할 수 있는 구조로 한다.
- 대차 Side Frame의 Cover는 경량재질을 사용한다.

### 4.3 지지장치 및 완충장치

- 각 지지장치는 차체의 높은 안정성과 유연한 주행 특성이 유지되도록 설계한다.
- 차체와 대차 사이의 횡방향(Lateral)변위에는 차량한계 및 건축한계가 적용되





도록 한다.

- 차체 하부골조 하면과 대차 프레임 상면 사이에 공기스프링을 설치한다.
- 공기스프링은 대차의 양측에 각각 하나씩 설치되고, 차체는 직접 공기스프링에 지지되는 구조로 한다.
- 공기스프링은 대차 회전시 경우 횡변형에 대해 적절한 탄성을 갖도록 설계한다.
- 공기스프링은 주행시나 정차상태의 어느 경우나 압력이 부족한 경우에도 지지될 수 있도록 공기 스프링 하면에 비상스프링을 설치한다.
- 공기스프링은 상하 댐핑효과를 얻도록 공기스프링과 보조 공기통 사이에 오리피스를 설치한다.
- 레벨링 밸브는 대차프레임과 차체 사이에 설치되어, 차체 균형을 유지시킨다.

#### **4.4 견인장치**

- 견인 및 제동력은 대차와 차체 사이에 연결된 견인 로드(Traction Rod)에 결합되어 차체에 전달되는 구조로 설계한다.
- 차체 유동을 완화하기 위해 Damper를 설치하고, 과도한 좌우 변위를 제어할 수 있도록 차체와 대차사이에 Buffer를 설치한다.

#### **4.5 기초 제동장치**

- 대차의 기초 제동장치 방식은 제동 라이닝에 의한 철레일의 측면을 압착하는 제동방식으로 한다.
- 라이닝 재질은 마찰력이 우수한 비석면 재질을 사용한다.
- 제동 라이닝과 철레일 사이의 일정한 간격 유지를 위해 자동간격 조정장치가 내장된 제동통을 사용한다.



## 4.6 배장기

- 각 열차의 전방대차에는 대차 또는 차체의 하부에 설치된 기기보호를 위하여 배장기를 설치하여 주행시 레일 상면의 이물질을 제거토록 한다.





## 5. 제동장치

### 5.1 일반

- 공기제동방식은 회생제동 병용 아날로그 전기지령 전기 연산식 공기제동 방식으로 하며 응답이 빠르고, 정밀한 제어가 되도록 하며, 신뢰성 및 안정성이 우수한 것으로 한다.
- 공기제동장치는 회생제동을 위한 인버터 장치, ATP/ATO 장치 및 종합제어 관리 장치와의 협조제어가 이루어지고, 충격없는 유연한 제동을 위하여 저크제한 (Jerk Limitation)기능을 가지며, 승차감 향상을 위한 저소음, 저진동 구조로 한다.
- 제동장치는 전기적으로 제어되며, 전기제동(회생제동)이 주가 되고, 부족분을 공기제동이 보충하며, 회생제동 고장 또는 실패의 경우도 운전자의 추가조작이 필요없이 자동적으로 공기제동으로 전환되어 소요 제동력을 만족시킬 수 있도록 한다.
- 상용 제동력의 안정적인 확보를 위하여, 제동 전자 제어장치는 각 차량별로 별도로 설치한다.
- 회생제동과 공기제동은 연속적으로 병행되며, 회생제동력과 공기제동력의 합이 제동 지령력을 만족시킬 수 있도록 한다.
- 편성차량에서 1량의 회생제동 고장시 이 고장 차량은 공기제동력의 합이 제동 정지력을 만족시킬 수 있도록 한다.
- 편성차량에서 1량의 회생제동 고장시 이 고장 차량은 공기제동으로 전환 작용 되고, 다른차량은 회생제동 작용이 계속되도록 한다.
- 상용 또는 비상시 모든 제동작용은 차량의 중량에 비례한 제동력이 유지될 수 있도록 응하중 제어기능을 갖는 것으로 한다.
- 비상제동, 주차제동은 운전실에 있는 각각의 제동완해 스위치에 의해 완해될 수 있도록 한다.
- 동절기에 있어서 동결방지를 위해 각 기기장치에는 전기 히터 등을 설치하며,



- 압축되는 공기를 건조시키는 제습 장치를 설치하여 동결방지와 기기 수명을 연장하도록 한다.
- 제동 제어장치의 각 배관입구와 공기배관의 모든 공기 필터부에는 금속 소결형 필터를 설치하여 여과작용의 향상을 도모하며, 공기배출구에는 소음기등을 설치하여 소음을 감소시킨다.
  - 공기제동 장치의 모든 부품은 신뢰성 및 유지보수성 등의 향상을 위하여 각차의 제동장치함에 최대한 집결시키도록 한다.
  - 제동력 부족, 불완해 검지기능을 가지며, 제동불완해 차량을 운전대에서 원격 조정으로 강제 완해 시키는 기능을 갖는다. 제동통 압력이 너무 낮거나 제동 시스템에 고장이 있을 때 경고 기능 및 종합제어 관리장치에 블록별로 고장 개소를 표시할 수 있는 모니터 전송기능을 갖는다.
  - ATO 정위치 정차 성능 향상을 위하여 응하중 압력은 차량당 공기스프링 6개소의 압력이 정확히 반영되도록 한다
  - 제동장치는 자기진단 기능을 확보하며, 제동실린더 압력과 공기스프링 압력을 측정 TCMS에 표시토록 구성한다.
  - 각 차량의 상호 구원운전이 가능한 구조로 하며, 구원운전의 경우에도 상용, 비상제동 및 완해가 원활히 이루어질 수 있도록 한다.
  - 제동 전자제어 유니트의 송수신 데이터 확인, 상태확인 및 시험을 위한 RS-232C Port를 설치하고 이에 필요한 Software를 공급한다.

## 5.2 제동방식 및 시스템 구성

### 5.2.1 제동방식

- 희생제동병용 아날로그 전기지령, 전기연산식, 응하중제어 공기제동(상용, 비상)
- 지령선 여자에 의한 주차제동
- ATP/ATO장치 및 종합제어 관리장치와의 협조제어
- 타 열차와의 구원운전기능(상용제동, 비상제동, 정차제동)



### 5.2.2 상용제동 제어의 우선 순위

- 열차의 회생제동에 의한 열차제동
- 가선전압, 열차부하 및 속도측면에서 회생제동력이 부족할 때 공기제동 분담

### 5.2.3 제동 시스템

- 제동 전자제어 유닛, 제동작용장치 사용
- 주간제어기에 의해 역행 및 제동제어
- 회생제동병용, 저크필터기능, ATP/ATO장치 및 종합제어 관리장치(TCMS)와 협조 제어
- 응하중 제어(상용 및 비상)
- 열차구원운전
- 정차제동
- 주차제동
- 종합제어 관리장치(TCMS)와 정보 전송기능

## 5.3 제동의 종류 및 기능

### 5.3.1 상용제동

- 상용제동은 주간제어기 핸들조작과 ATP/ATO 장치로부터 지령을 받아 회생제동과 공기제동으로 작용하며, 회생제동이 최대가 되도록 연속적으로 병용되어 이루어져야 한다.
- 회생 제동력을 최대로 하고 부족분을 공기 제동력으로 보충하는 방식
- 응하중 제어 (6개 공기스프링 압력 검출방식)
- 저크제한 : 제동력의 급격한 상승을 방지하여 승차감을 향상시킴



### 5.3.2 비상제동

- 비상제동은 주간제어기의 비상위치 조작, 비상제동 스위치 조작, ATC 비상제동 지령, 주공기 압력부족, 열차분리 및 비상제동 제어회로 이상시 차량에 공기제동으로 자동체결되며, Fail-safe화 구조로 한다.
- 비상제동 체결시 회생제동은 자동적으로 차단되고, 공기제동만으로 작동되며, 작동시 절대로 완해되지 않도록 한다. (단, 비상제동 스위치 작동, 주공기압력 부족에 의한 비상제동은 비상제동 스위치 완해 작동이나, 부공기압력이 설정치 이상으로 상승하면 완해됨)

### 5.3.3 주차제동

주차제동은 주차제동 스위치 조작 및 주공기통 압력 부족시 자동으로 체결되며, 스프링 작용식 공기완해 방식의 주차제동 실린더 유닛을 운전실 측 대차 좌우에 한 개씩 설치하여 주차시 열차의 전동방지 기능을 갖는다.

### 5.3.4 정차제동

정차제동은 제동장치 및 AT0에 의하여 자동으로 체결되고, 정차시 트랙의 상태에 따라 차량의 후진 및 전진, 진동현상을 방지하며, 역행시 자동으로 인터록되어 완해된다.(차량 안전운행 및 정차시 승차감 향상)

## 5.4 압축공기 공급장치

### 5.4.1 일반

- 압축공기는 2량 편성 열차당 2대의 주전동 공기압축기에 의해 생성 공급된다.
- 주전동 공기압축기 용량은 압축기 1대가 고장시에도 정상 운행이 가능하도록 한다.



- 주공기 압축기 기동장치는 직입기동 방식으로 하며, 주공기 탱크의 자동배수 밸브에는 소음기 및 히터를 설치한다.
- 공기 공급계통에는 주공기 압축기용 복식형 제습기를 설치하여 냉각 공기를 건조시키도록 하며, 최악조건에서도 동결방지가 되도록 충분히 고려하여야 하고, 모든 주공기통에 있어서 드레인 콕크는 자동배수가 되도록 한다.
- 공기장치에서 공기 누설은 편성당 매분  $0.2 \text{ kg/cm}^2$  이하 이어야 하며 각 공기 탱크는  $20 \text{ kg/cm}^2$  압력으로 시험하여 누설이 없도록 한다.
- 압축된 공기는 전차량에 공급되어 다음 조작에 사용된다.
  - 공기제동
  - 출입문 개폐
  - 공기스프링(Air Spring) 장치

#### 5.4.2 전동 공기압축기

- 주전동 공기압축기는 구동전동기 기동장치, 압축기, 커플링, 냉각기, 공기 및 오일 필터, 공기오일 리시버, 오일 분리기, 안전변 및 냉각팬 등으로 구성된다.
- 압축기의 베드는 언더프레임 하부에 진동을 흡수할 수 있도록 방진 취부한다.
- 압축기 유닛은 평면상에 놓을 수 있어야 하고 운반, 취급 등을 위해 후크 걸이를 설치한다.
- 압축기 자동운전을 위해 조압기를 설치하며, 안전 장치로 안전변을 설치한다.
- 압축기의 공기 흡입측에는 먼지 및 불순물을 효과적으로 제거할 수 있도록 공기 필터를 설치하고, 토출측에는 토출 공기에 포함된 오일을 제거하기 위하여 오일필터 및 오일 분리기를 설치하며, 보수유지가 용이한 구조로 한다.

#### 5.4.3 주요제원

##### 5.4.3.1 공기압축기

- 토출공기압력 : 최고  $10 \text{ kg/cm}^2$





- 신평출량 : 240 ℓ/min. 이상
- 방식 : 스크루 방식, 1단 압축

#### 5.4.3.2 전 동 기

- 3상, 220 VAC, 60Hz, 유도전동기

### 5.5 공기배관

- 차체에 취부되는 공기관은 아연도 강관 및 스테인레스관, 압력 용기용 호스로 한다.
- 모든 배관은 설치전에 세척을 철저히 하여 기기동작을 방해하는 먼지나 불순물이 없도록 하며, 특히 나사 접속부에 의한 이물질이 유입되지 않는 대책을 강구한다.
- 배관은 지지대와 클램프로 적당한 위치를 잡아서 운행중 진동에 견디도록 하고 배관들 사이나 배관주위에 설치된 부품과 마찰을 피하도록 한다.
- 각 주요배관은 낮은 부분에 배수용 포켓을 설치하여 배수용 쪽으로 배수할 수 있도록 한다.





## 6 차상 전원공급시스템

### 6.1 개요

차상에 필요한 전원은 궤도의 양측에 설치된 Power Rail(가선)로부터 차량의 대차에 취부된 Power Collector(집전장치)를 통해 집전한다. 차상 전원공급시스템은 가선으로부터의 DC 1,500V를 수전 받아 차내에 필요한 각종 전원으로 변환하여 공급한다.

차상 전원공급시스템은 아래와 같이 두 가지로 대별되며, 차량의 경량화를 위해 편성당 각 1대의 추진용 전원장치와 보조용 전원장치를 탑재한다.

- Mc1 : 추진용 전원장치(VVVF Inverter)
- Mc2 : 부상용 및 각종 보조용 전원장치(Aux. Power Unit)

차내에 필요한 각종 보조전원의 형태는 다음과 같다.

- AC 3 $\phi$  220V, 60 Hz : 냉·난방, 공기압축기, 조명 등
- DC 300V : 부상전력
- DC 100V : 각종 제어전원

차상 전원공급시스템은 종합제어관리장치(TCMS)와 연계하여 자기진단 및 감시 등의 기능을 갖도록 한다.

부상용 전력 및 제어전원은 정전과 같은 비상시에도 부상이 가능하도록 축전지를 Back-up으로 설치하고, 축전지는 상시 부동충전이 가능토록한다.

PMS 노선에 적용될 자기부상열차의 차상 전원공급시스템 구성은 그림 2-8 과 같다.

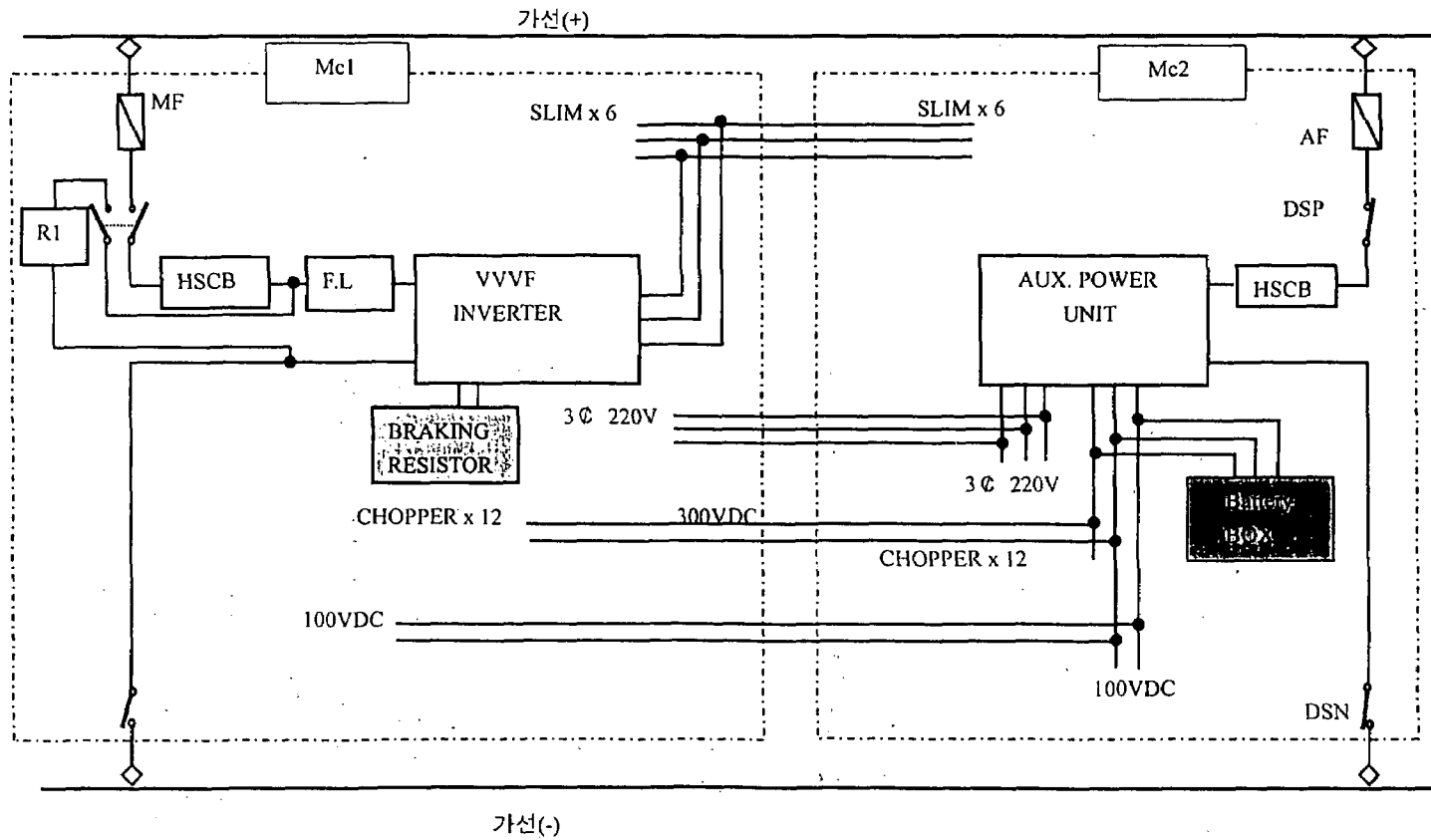


그림 2-8. 차상 전원공급시스템 구성도



## 6.2 집전장치

본 선로에서는 빠른 속도로 급 곡선을 주행할 필요가 없으므로 경제성을 고려하여 집전장치는 차량 당 2 세트씩 설치한다. 자기부상열차의 집전장치는 차량의 좌우 대차 하부에 취부되며, 종합제어관리장치(TCMS)에 의해서 제어되는 주회로 차단기의 투입으로 차내까지 가선의 전압이 전달된다.

열차의 운행 시 일반 철도차량처럼 집전장치를 상승/하강할 필요가 없으므로 부속 설비(보조 공기 압축기 등)가 필요하지 않다. 집전장치는 기계적으로 견고하고, 추종성 및 집전성을 향상시키기 위하여 적당한 정수의 Damper 를 설치한다.

## 6.3 보조전원장치(AUX. POWER UNIT)

### 6.3.1 일반

보조전원장치는 추진용 전원을 제외한 차내 각종 전원을 공급하는 장치이다. 보조전원장치는 차량의 신뢰성, 보수성 및 에너지 효율의 향상 등 본 시스템이 갖는 특성을 최대한 발휘할 수 있도록 한다.

보조전원장치는 입력 접촉기, Filter Reactor, Filter Condenser, 주 인버터, 보조 인버터, 주 변압기, 보조 변압기, 주 정류기, 보조 정류기, 초퍼 및 역 도통 억제 다이오드 등으로 구성된다.

보조전원장치의 출력전압은

- 교류 3상 220V, 60Hz
- 직류 300V
- 직류 100V 가 있다.

보조전원은 2량 편성 당 1대의 장치에 의해 공급된다. 종합제어관리장치(TCMS)와 연계하여 차상 자기진단 기능 및 고장의 감시 등을 위한 모니터링 기능을 갖도록 한다. 통신, 신호 및 기타 제 설비와의 유도장해 및 차량 내 다른 장치와의 상호 동작장해가 없도록 충분히 고려하고 선로 연선에 대한 전파방해도 생기지 않도록



한다. 승객에게 불쾌감을 유발할 수 있는 자기음의 발생이 최소화 될 수 있도록 설계한다.

### 6.3.2 보조전원장치의 부하

- 교류 3상 220V, 60Hz : 냉난방장치, 주 전동 공기 압축기, 조명 등
- 직류 300V : 부상용 Chopper(전자석)
- 직류 100V : 각종 제어기

### 6.3.3 보조전원장치의 구성

보조전원장치의 내부 구성도는 그림 2-9 와 같다.

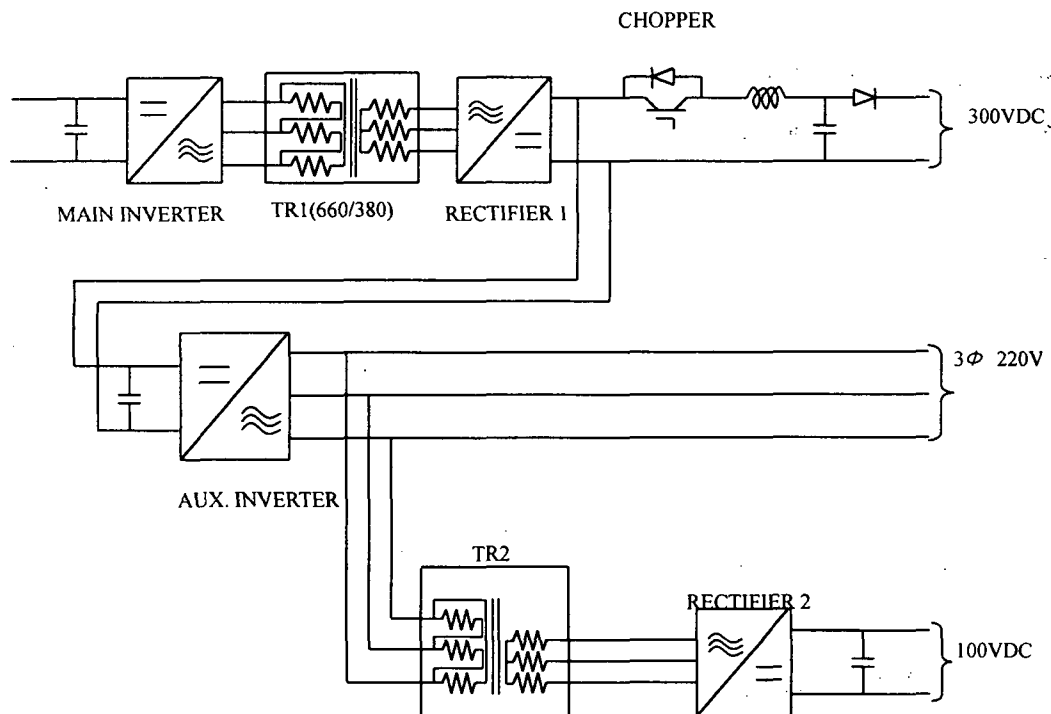


그림 2-9. 보조전원장치의 내부 구성도



#### 6.3.4 주요 사양

- 주회로 방식 : IGBT 형 3 레벨 PWM 인버터 및 정류기
- 입력전압 : 1,500VDC(1,000 ~ 1,900V)
- 출력 1
  - ◆ 전압 : 교류 3상 220V(+5%, -10%), 60Hz(±2%)
  - ◆ 용량 : 연속 100kVA(직류 출력 미포함) 이상
  - ◆ 왜율 : 5% 이하
  - ◆ 역율 : 0.85(지상) 이상
- 출력 2
  - ◆ 전압 : 직류 300V(±5%)
  - ◆ 용량 : 연속 72kW(과부하 3초간 300%) 이상
  - ◆ 리플 : ±5% 이하
- 출력 3
  - ◆ 전압 : 직류 100V(+5%, -10%)
  - ◆ 용량 : 연속 20kW 이상
  - ◆ 리플 : ±3% 이하
  - ◆ 효율 : 94% 이상
- 소음 : 70dB 이하(1m 주위)
- 제어
  - ◆ 제어기 : 32bit DSP TMS320C31
  - ◆ 제어방식 : 순시 전압제어
  - ◆ 제어대상 : 출력전압 일정, 전류제한, 입력전압에 부하대응

#### 6.4 축전지(Battery)

##### 6.4.1 일 반

- 300V 직류 전원용 축전지가 설치되며 100V 직류 전원은 300V 직류 전원용 축전지에서 분압하여 사용한다.



- 축전지 종류는 니켈-카드뮴 알칼리 축전지를 사용하고 이것은 상시 부동충전이 가능하도록 한다.
- 축전지 용량은 보조전원장치의 전원공급이 없이 10분 이상 전력을 공급할 수 있도록 한다.
- 각 축전지는 분리 스위치가 있어 축전지를 각 회로로부터 차단할 수 있도록 한다.

#### 6.4.2 사양

- 형식 : Ni-Cd 알칼리 축전지
- 전압 : 300 VDC(240 Shell), 100 VDC(80 Shell)
- 용량 : 45 AH/Set 이상
- 충전방식 : 상시 부동충전
- 충전기 : 보조전원장치(3상 전파정류)

### 6.5 주회로 차단기(HSCB)

#### 6.5.1 일반

- 주회로 차단기는 차내 전원 장치들의 비정상 동작에 의해 주회로를 차단한다.
- 정상동작 시 닫혀있는 차단기는 다음의 경우 차단된다.
  - ◆ 가선의 과전류 감지
  - ◆ 가선의 저 전압 감지
  - ◆ 운전실에서 비상차단 스위치를 누를 때
- 주회로 차단기는 각 장치별 독립적이지만 TCMS(종합제어관리장치)에 의해 일괄 제어된다.





## 6.5.2 주요 사양

- 정격 전류
  - ◆ VWF Inverter 용 부하 : 1500 A
  - ◆ Aux. Power Unit 용 부하 : 300 A
- Setting 전류
  - ◆ VWF Inverter 용 : 800 A
  - ◆ Aux. Power Unit 용 : 150 A
- 차단 과전압 : 4000 V
- 자동 과전류 차단시간 : 5.7 ms
- 명령에 의한 차단시간 : 11.3 ms



## 7 추진시스템

### 7.1 개요

- 차량 추진(견인)시스템은 운전실에 설치된 주간제어기 및 ATP/ATO 장치 지령에 의해 견인 및 제동장치에 역행 및 제동지령을 가하며, 추진 및 제동장치가 유니트로 작용하여 차량의 추진 및 제동력을 연속적으로 제어할 수 있다.
- 추진장치는 만차 상태에서 속도 45km/h 까지 3.6 km/h/s 가속도로 역행, 회생시에는 최대 감속도 3.6 km/h/s 로 설계한다.
- 제동시 편성열차는 DC 1,650V 에서 50 ~ 10 km/h 의 속도영역에서 일정 회생력을 갖도록 한다. 상기의 조건들을 만족시키기 위해, 각 차량 당 4.7kN 선형 유도전동기 6대, 1 편성당 전력변환장치인 VVVF Inverter 1대를 이용한다.
- PMS 노선에 적용코자 하는 자기부상열차 추진시스템의 구성은 그림 2-10 과 같다.

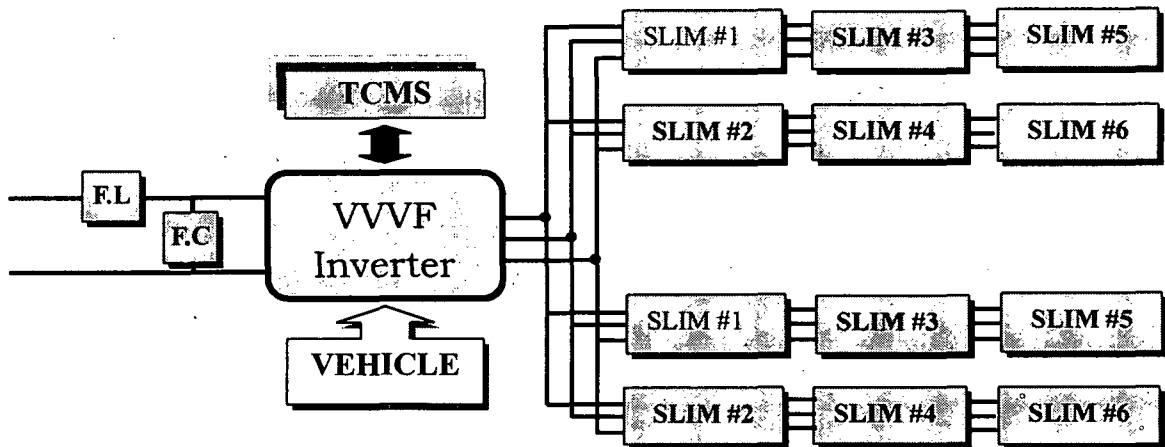


그림 2-10. 추진시스템의 구성도



## 7.2 추진용 전동기

### 7.2.1 일반

- 열차의 추진(견인)력을 얻기 위한 전동기로는 바퀴식 열차에서 사용되는 회전형 전동기가 아닌 선형 전동기를 사용한다.
- 자기부상열차에 사용되는 선형 전동기에는 고속형인 선형 동기전동기 (LSM)와 중·저속형인 선형 유도전동기(LIM)가 있으며, 본 열차에서는 구조 및 제어가 용이한 편측식 선형 유도전동기(SLIM)를 사용한다.
- SLIM의 1차측(전기자)은 대차 프레임의 상부에 현가식으로 장착되고, 2차측(계자)으로는 부상용 철 레일과 그 위에 설치된 알루미늄 도체판(Reaction Plate)을 이용한다.
- SLIM의 Coil은 추진시 추진력 뿐만 아니라 수직력(Vertical Force)을 발생시켜 부상시스템의 외란으로 작용하기 때문에 부상시스템의 영향을 최소화 하기 위하여 추진시 SLIM의 슬립주파수를 일정하게 제어하는 기법을 사용한다.
- 선형 유도전동기(SLIM)는 빈번한 기동, 정지, 열차의 진동 및 터널내 먼지등 악조건하에서도 견딜 수 있고 최소한 5년 또는 500,000km를 무보수 운전할 수 있도록 한다.
- 선형 유도전동기의 내열성, 신뢰성을 높이기 위해 절연등급은 H종 이상으로 설계/제작한다.
- 냉각방식은 자연 냉각으로 하며, 1차측(전기자)은 여러 가지 요인에 의한 온도 상승을 억제할 수 있는 구조로 한다.
- 한대의 VWF Inverter에 직·병렬접속된 12대의 선형 유도전동기는 각 전동기 간 속도 불평형이 없도록 제어한다.



### 7.2.2 주요 사양

- 일반
  - ◆ 추진력 : 4.7 kN (28 kN / Car)
  - ◆ 선간 전압 : 373 V(1100 V/3S)
  - ◆ 최대전류 : 220 A(880 A/4P)
  - ◆ 최대 가속 시 슬립주파수 : 10 Hz(0 ~ 45 km/h)
- 1차측
  - ◆ Coil 결선 : Y결선
  - ◆ 상 수 : 3상
  - ◆ 철심 길이 : 2,300 mm
  - ◆ 극 수 : 8극
  - ◆ 절연등급 : H종
- 공극(Air-gap) : 11 mm
- 2차측
  - ◆ 2차측 철심 두께 : 36 mm
  - ◆ Reaction Plate 두께 : 6 mm
  - ◆ Reaction Plate 폭 : 250 mm



### 7.2.3 선형유도전동기의 특성 곡선

그림 2-11 은 속도에 따른 선형 유도전동기의 특성을 나타내고 있다.

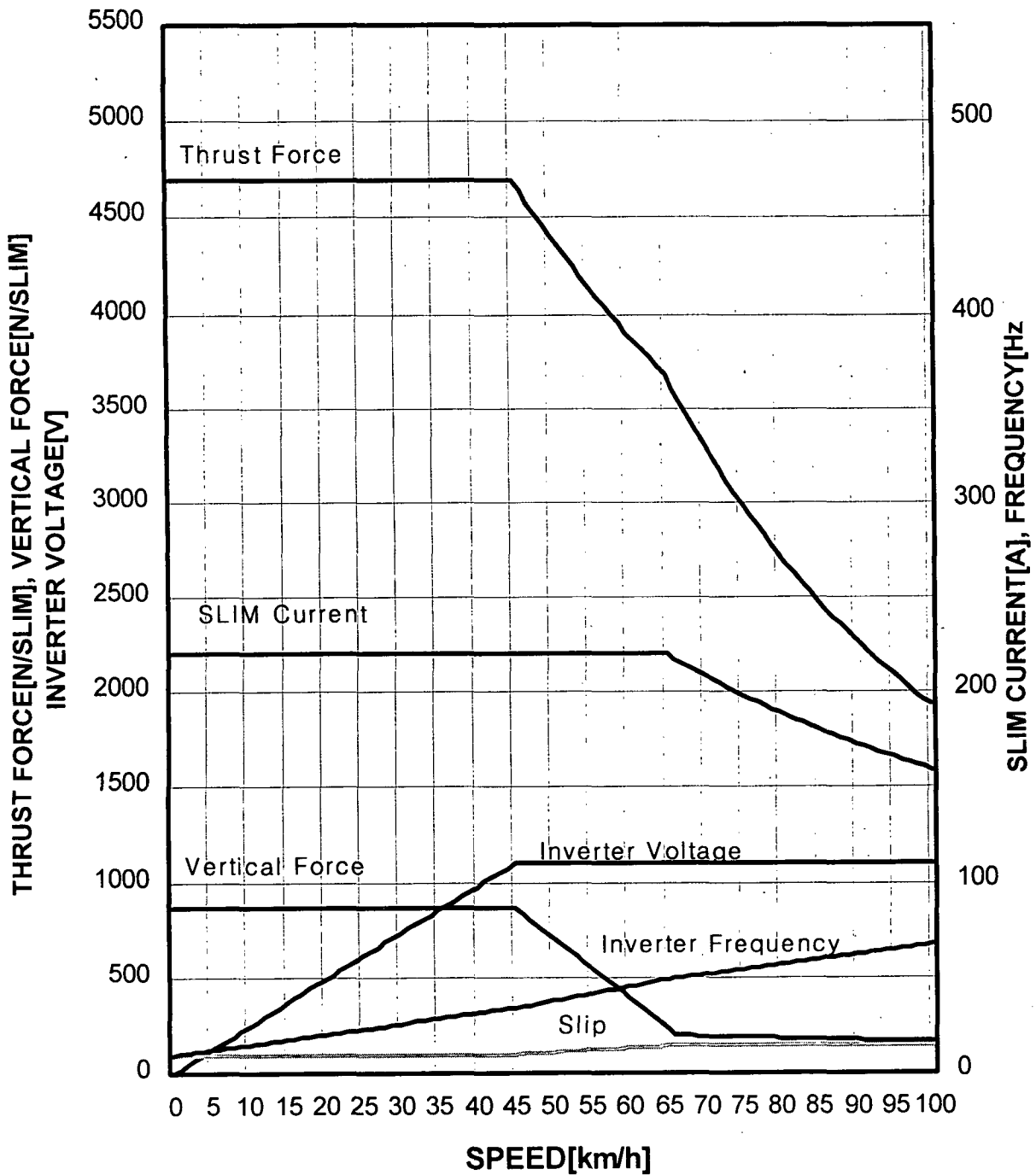


그림 2-11. 속도에 따른 선형 유도전동기의 특성



## 7.3 추진용 VVVF Inverter

### 7.3.1 일반

- 추진 제어장치는 전압형, PWM 제어방식, 가변전압 가변주파수(VVVF) inverter 제어방식으로 하며, 차량의 신뢰성, 보수성 및 에너지 효율의 향상 등 본 시스템이 갖는 특성을 최대한 발휘할 수 있도록 한다.
- VVVF Inverter 는 DC 전압을 가변전압 가변주파수(VVVF) 전압으로 변환시켜 추진용 전동기에 공급한다.
- VVVF Inverter 는 각 장치별 독립적이지만 TCMS(TC)에 의해 일괄 제어 된다.
- 주 제어장치는 단로기, 차단기, Filter Reactor, Filter Condenser, 인버터 장치 및 과전압 제어 저항기 등으로 구성되며, 각 구성품들은 기능별 유니트화 하고 최대한 일체화 구조로 한다.
- 주회로 계통에는 가선으로부터 고압회로를 완전 분리할 수 있도록 주 차단기 및 충전회로 전단에 Line Breaker 를 설치한다.
- 인버터 장치는 1 유니트가 추진(견인) 전동기 12대를 동일 군으로 일괄 제어하는 방식으로 한다.
- 통신, 신호 및 기타 제 설비와의 유도장해 및 차량 내 다른 장치와의 상호동작 장해가 절대로 미치지 않도록 충분히 고려하며, 선로 연선에 대한 전파방해도 생기지 않도록 한다.
- 소형, 경량화 설계에 역점을 두며 승객에게 불쾌감을 유발할 수 있는 자기음의 발생이 최소화 될 수 있도록 설계한다.
- 전력 회생 시에는 전원측에 특별한 설비상의 고려 없이 회생부하에 따라 차량 측에서 최대한 회생제어가 가능하도록 하며, 가선이 회생 제동력을 수용하지 못할 경우에 과전압 저항기는 5초 동안 회생전력을 소모 시킬 수 있도록 한다.
- 역행 및 제동 시 정토크, 정출력, 정 전압제어 및 회생 시 가선전압 한계 제어를 행한다.
- 종합제어관리장치(TCMS)와 연계하여 차상 자기진단기능 및 고장의 감시 등 각종 제어의 모니터링 기능을 갖도록 한다.



### 7.3.2 VVVF INVERTER 사양

- 제어방식 : 3 상 전압형 PWM
- 정격
  - ◆ 입력전압 : 1,500 VDC
  - ◆ 동작허용범위 : 900 ~ 1,950 VDC
  - ◆ 출력전압 : 1 ~ 1,100 VAC
  - ◆ 출력전류 : 0 ~ 880 A
  - ◆ 출력주파수 : 0 ~ 100 Hz
  - ◆ 용량 : 1,600 kVA
- 구성
  - ◆ 스위칭 소자 : 3,300 V, 1,200 A IGBT
  - ◆ Braking Chopper : 3,300 V, 400 A IGBT
  - ◆ Filter Capacity : 4,800  $\mu$ F
  - ◆ Gate Driver Unit
  - ◆ 전원공급 릴레이 Unit
  - ◆ Control Board : DSP(TMS320C31) 32 Bit
  - ◆ 전류 및 전압 검출기
- 제어 : 일정 V/f 에 의한 정전류 제어, 정토크, 정전력 및 특성영역 제어
- 냉각 : 강제냉각
- 대기온도 : (-)25 ~ (+) 40  $^{\circ}$ C
- 제어전원 : 100 VDC(70 ~ 110)
- 고장검지
  - ◆ 과전류, 과전압 및 저전압
  - ◆ CPU 고장
  - ◆ Braking Chopper 고장
  - ◆ 스위칭 소자 고장 등



- 시스템 특징
  - ◆ 신 알고리즘(최적 PWM 제어)
  - ◆ 저소음화(고조파 저감 제어)
  - ◆ 승차감 향상(Soft Start/Stop)
  - ◆ 유지보수성 향상(실시간 정보 저장)

### 7.3.3 주요 구성품의 기능

- 선로 Filter
  - ◆ VWF Inverter 로 입력되는 가선전압 안정
  - ◆ 인버터 입/출력 과도전력의 최소화
  - ◆ 인버터 입/출력 전류 평활
  - ◆ 인버터에서 야기되는 리플 전류 최소화
- VWF Inverter
  - ◆ 전력용 반도체 스위칭 소자(IGBT)의 조합으로 구성

그림 2-12 는 VWF INVERTER 용 STACK 의 외형을 보여주고 있다.

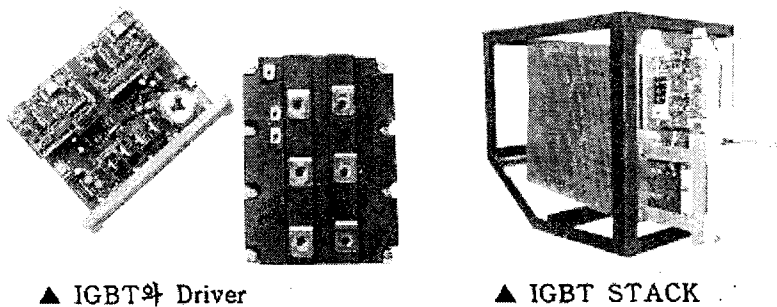


그림 2-12. IGBT STACK

- ◆ Gate On/Off 신호에 따라 가변전압 가변주파수를 생성
- ◆ 3개의 동일한 Stack 으로, 1 Stack 은 2개의 IGBT 로 구성
- ◆ 6개의 Gate Driver 유니트
- ◆ 3개의 di/dt 인덕터





- 과전압 초퍼
  - ◆ 회생제동 등에 의한 인버터 입력 단 전압 상승을 억제
  - ◆ 과전압 초퍼에는 과전압 저항기가 부하로 연결
  - ◆ 과전압 검출은 Filter Capacity 에 있는 전압센서를 이용



## 8 부상/안내시스템

### 8.1 개요

- 부상/안내시스템은 자기부상열차를 부상/지지하는 장치이며, 부상방식에는 초전도체를 이용하는 초전도 반발식(EDS)과 일반 전자석을 이용하는 상전도 흡인식(EMS)이 있다. 초전도 반발식은 일정속도(약 150km/h) 이상이어야 부상력을 얻게 되므로 초고속용에 적용되는 방식이며, 국내에서 개발된 중 저속용에서는 정지상태에서도 부상이 가능한 상전도 흡인식을 채택하고 있다.
- 상전도 흡인식 자기부상열차는 기본적으로 개루프 제어로는 부상이 불가능하므로 능동제어기, 전력변환장치, Gap Sensor, 가속도 Sensor 등이 필요하고 제어 성능 뿐만아니라 구성품들의 신뢰성이 특히 요구된다.
- 운전실의 부상지령에 의하여 종합제어관리장치(TCMS)는 열차의 각종 상태를 파악한 후 부상명령을 부상제어기에 지령한다. 부상제어기는 열차의 하중조건, 전자석과 궤도 레일 사이의 실제공극(Gap) 및 설정된 공극에 따라 필요한 힘(전류)의 양을 계산하여 전력변환 장치인 Chopper 에 인가하고, Chopper 는 전력을 변환하여 전자석에 공급하게 된다.
- 열차의 부상은 항상 열차가 출발하기 전에 이루어져야 하며, 또한 열차의 착지는 열차가 역사에 완전히 멈춘 후 필요에 따라 행해져야 한다.
- 부상시스템의 구성 및 제어는 차량의 동적 특성상 대차 단위로 이루어지며, 그 수량은 대차 수량에 따른다. PMS 노선에 적용코자 하는 자기부상열차의 부상/안내시스템의 구성은 그림 2-13 과 같다.

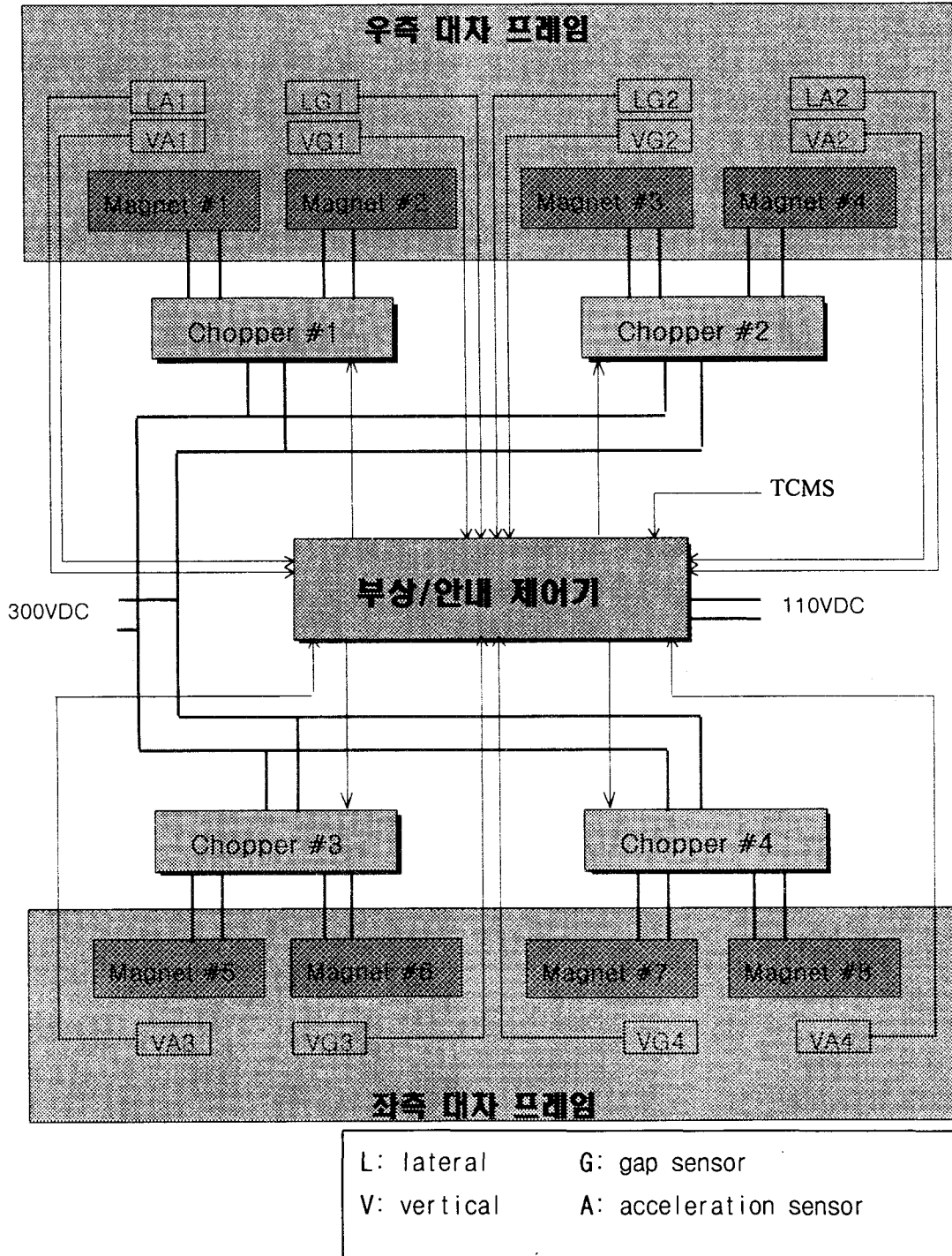


그림 2-13. 부상/안내시스템의 구성도



## 8.2 부상용 전자석(Magnet)

### 8.2.1 일반

- 부상용 전자석은 빈번한 부상, 착지, 열차의 진동 및 터널 내 먼지 등 악조건 하에서도 견딜 수 있고 최소한 5년 또는 500,000km를 무보수 운전할 수 있도록 한다.
- 전자석은 내열성, 신뢰성을 높이기 위해 절연등급을 H종 이상으로 설계/제작한다.
- 냉각방식은 자연 냉각으로 하며, 여러 가지 요인에 의한 온도상승을 억제할 수 있는 구조로 한다.
- 전자석은 열차의 분산지지 및 취부의 유용성을 감안하여 차량 당 24대가 소요되며 2대의 전자석은 1 유니트의 Chopper가 전원을 공급한다.
- 전자석의 설계조건은 차량의 최대 중량, 열차의 속도에 따른 부상력 감소분, 추진용 선형 유도전동기의 수직력에 의한 영향 등을 고려한다.
- 전자석과 궤도의 레일간 착지상태(초기) 공극은 17mm로 하고 정상상태 부상 공극은 10mm로 한다.

### 8.2.2 주요 사양

- 수량 : 24 대/량
- 정격 부상력 : 11.7 kN
- 정격 전류 : 22 A
- 길이 : 680 mm
- 높이 : 190 mm
- 중량 : 180 kg
- 부상력/자중 : 7
- 절연등급 : H 종
- 취부 : 대차 장가식



### 8.2.3 전자석의 부상력 특성

전자석에 공급되는 전류에 따른 부상력의 특성은 그림 2-14 와 같으며 공극에 따른 부상력의 특성은 그림 2-15 와 같다.

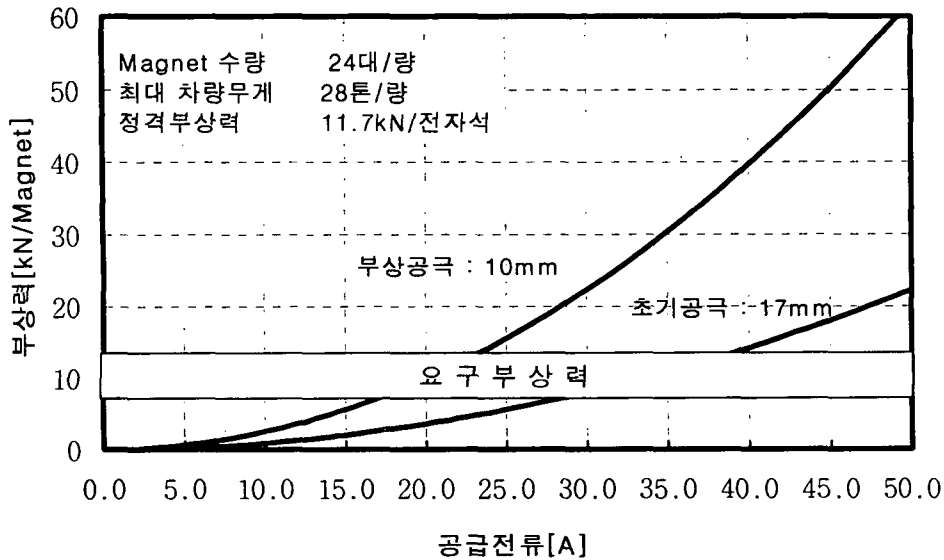


그림 2-14. 공급전류 대 부상력의 특성

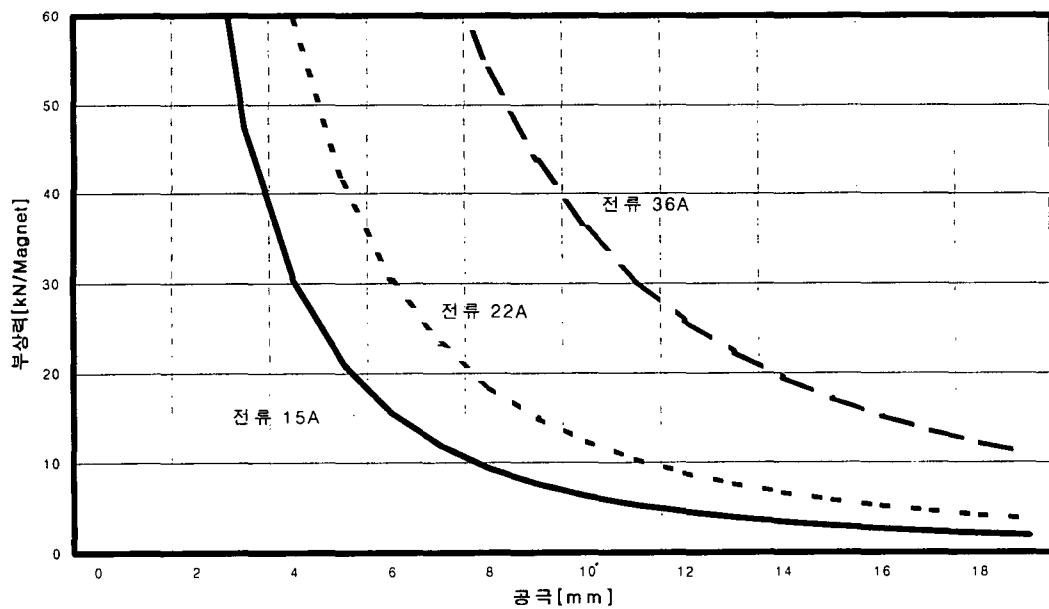


그림 2-15. 공극 대 부상력의 특성



## 8.3 부상/안내 제어기

### 8.3.1 일반

- 부상/안내 제어기는 차량의 각 대차별로 취부되고 1 Unit 의 제어기는 4 채널의 회로를 가진다.
- 각 채널의 회로는 해당 Corner 1 쌍(2개)의 전자석을 단위로 상하방향과 좌우 방향의 제어신호에 의해 Chopper 의 평균전압을 변화 시켜 제어 한다.
- 부상/안내 제어기는 Gap Sensor 및 Acc. Sensor 신호를 제어입력으로 사용하여 차량을 설정된 일정한 Gap 으로 유지시킨다.

### 8.3.2 주요 사양

- 제어방식 : Digital 제어기에 의한 4 Edge Control
- CPU : 32 BIT Microprocessor 이상
- Control Frequency : 4 kHz
- 입력전압 : DC 100V
- 수량 : 1 대/대차
- 센서 신호처리 : 아날로그 방식

### 8.3.3 주요 구성품의 기능

- Sensor(Gap 및 Accelerometer) Signal Input Unit : Vertical/Lateral Gap 및 Acc. Sensor Signal 을 위한 Interface Part 로써, 센서신호의 전기적 절연 (Isolation Amp) 기능, 센서신호의 Prefiltering 기능 및 Rail Joint Processing 등의 기능 및 초과전압, 전류값의 전처리와 자속연산 기능을 수행한다.
- Sensor Signal Calculation Unit : 2차 low-pass filter 및 2차 high-pass filter 로 구성되어 있음.



- Levitation Parameter Control Unit: Sensor Signal Calculation Part에서 출력되는 5개의 Parameter를 조합해서 차량의 Stiffness, Damping 및 Vibration 관련 Gain을 차량의 Dynamic 상태를 고려하여 Weighting 함.
- Chopper Interface Unit : Chopper Control를 위한 Interface Part
- Levitation Parameter Calculation Interface Unit : 6개 Parameter의 Gain Tuning을 외부에서 수행할 수 있으며, 부상 상태에서 Parameter 변환을 할 수 있다.
- System Interface Unit : TCMS와의 Interface Part로 Gap Signal, Acc. Sensor Signal 및 Magnet 전류 등의 Signal을 비롯하여 차량의 각 Components의 이상 여부와 부상상태 Monitoring 및 Control.
- Levitation Control Unit : 차량의 Control System(Console)과 Interface 및 부상 명령 Control Signal 출력

부상/안내 제어기에 있어서 페루프 제어의 블록다이어그램은 그림 2-16와 같다.

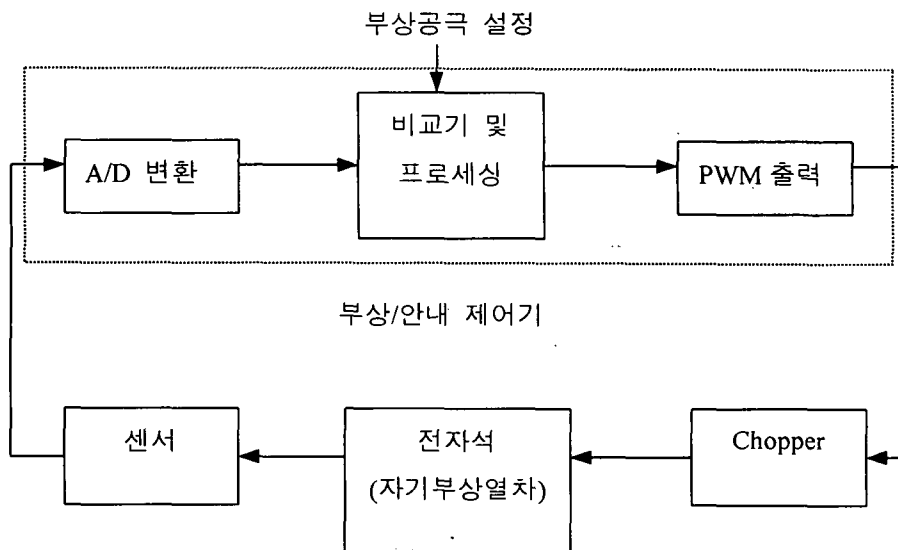


그림 2-16. 부상/안내 제어기의 페루프 블록다이어그램



## 8.4 전력변환장치(Chopper)

### 8.4.1 일반

- 부상용 전자석의 직류 전력을 변환하는 전력변환장치인 Chopper 는 차량의 신뢰성, 보수성 및 에너지 효율의 향상 등 본 시스템이 갖는 특성을 최대한 발휘할 수 있도록 한다.
- 본 장치는 전력 회로부와 제어 회로부로 크게 구분되며, 제어 회로부는 입력부와 스위칭부로 나눌 수 있다.
- 입력부는 DC 300V 를 DC/DC 컨버터로부터 직접 입력 받는 초기충전회로 및 회로 개폐기, 필터회로, 방전저항으로 구성되며 스위칭부는 IPM 과 스너버 캐패시터로 구성되어 있다.
- Chopper 는 1 Unit 가 부상용 전자석 2 대의 전력을 공급한다.
- 승객에게 불쾌감을 유발할 수 있는 자기음의 발생이 최소화 될 수 있도록 설계한다.
- 주회로로는 전압 가역형(2상한) 방식으로 구성된다.

### 8.4.2 전력회로부의 구성

- 입력부 : 초기충전회로 및 회로 개폐기, 필터회로, 방전 저항등으로 구성된다.
  - ◆ 필터회로 : 쇼퍼에서 PWM 변조와 IGBT 스위칭에 의한 고조파 성분이 DC/DC 컨버터로 침투하게 되므로 각종 통신설비를 보호하기 위하여 이 고조파성분을 감소시키기 위함과 동시에 시스템의 di/dt 및 dv/dt 를 억제하여 시스템을 보호하기 위한 필터를 필터콘덴서로 구성한다.
- 스위칭부 : 쇼퍼 출력부는 2 개의 2상한 쇼퍼로 구성된다. 쇼퍼 회로는 IPM 및 스너버 콘덴서, 블로킹 다이오드등으로 구성된다.





### 8.4.3 제어 회로부의 구성

- 제어보드 : CPU는 아날로그 신호 및 디지털 신호를 입력 받아 시퀀스제어, 고장진단 및 감시를 한다. EPLD는 CPU의 동작을 보조하며, 각 부분과 연계하여 보호동작을 하며, 부상제어기에 전류값을 PWM 신호로 전달한다.
- AIO부 및 보호 회로부 : AIO부는 아날로그 신호 인터페이스 회로로서 시스템의 제어 및 관리를 위한 모든 아날로그 정보가 입력된다.
- DIO부 : 릴레이로부터 전달된 입력을 제어보드 레벨로 변환하여 CPU에 전달하며 일부는 EPLD에 전달한다. 이러한 신호는 S/W 및 H/W적으로 시퀀스 처리에 사용된다.
- GATE 신호 입출력부 : 부상제어기로부터 발생된 GATE 신호를 입력받아 IPM에 전달한다.

Chopper 제어 회로부의 구성은 그림 2-17 과 같다.

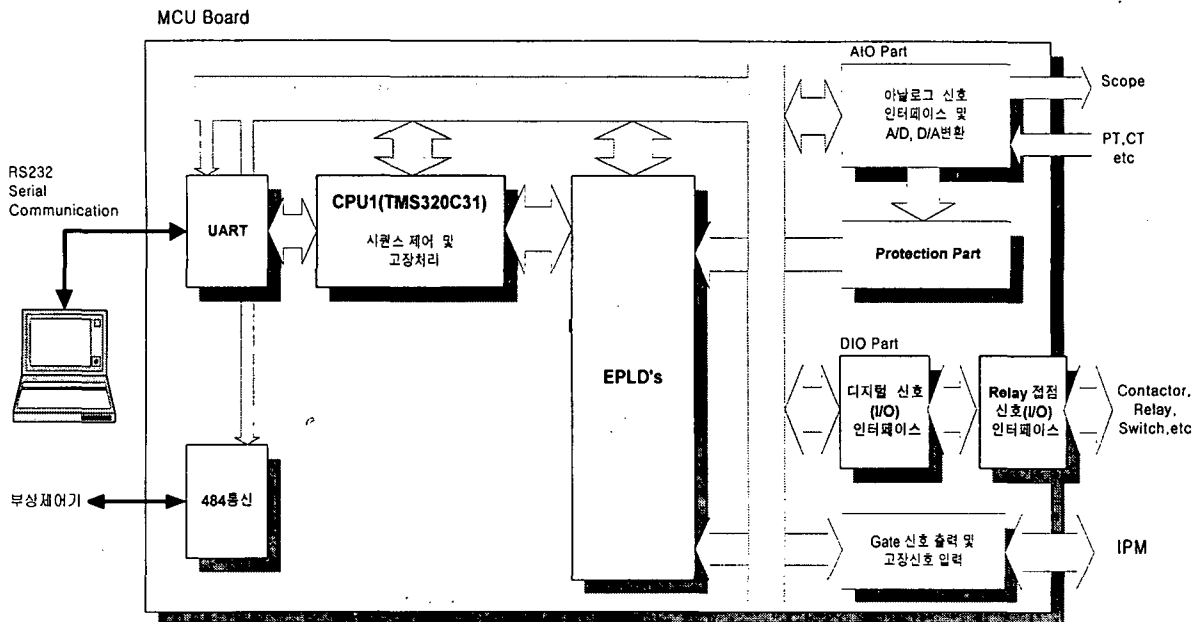


그림 2-17. Chopper 제어 회로부의 구성도



#### 8.4.4 주요 사양

- 출력제어 : DUTY 에 의한 PWM 제어
- 입력전압 : DC 300V
- 동작허용범위 : 185 ~ 370VDC
- 기동 및 정격 출력전류 : 50A, 25A
- 1 초파 고장시 기동 및 정격출력전류 : 100A, 50A
- 최대 출력제한전류 : 110A
- 스위칭 소자 : IPM(Advanced IGBT)
- 스위칭 주파수 : 5 kHz
- 수량 : 12 Unit/량
- 냉각방식 : 강제방식(FAN + Heatsink)



## 9 종합제어관리장치(TCMS)

### 9.1 개요

TCMS는 차량에 취부된 각 장치를 실시간으로 감시하여 각 장치의 상태정보를 승무원에게 제공함으로써 차량의 원활한 운영을 지원하며, 고장 발생시 고장 관련 정보를 TCMS 메모리에 기록 관리함으로 차량검수 업무를 지원하고 운전의 영향을 끼치는 중요고장 발생시에는 승무원으로 하여금 응급처치를 수행할 수 있도록 응급처치 정보를 제공하는 역할을 한다.

또한 TCMS는 차량의 부상/추진/제동 제어 및 기타 차체 전기장치를 일괄 제어하며, TCMS의 각 장치들을 동일한 컴퓨터 통신망으로 구성하고, TCMS와 주변장치 간에 통신 Network을 구성하여 열차전체 시스템의 효율적 운영 및 열차의 운전과 검수 업무 효율성을 증가 시킨다.

TCMS는 백업 기능을 가지고 있어 선두차 운전실의 TC 고장 시 후부차 운전실의 TC가 선두차 운전실의 TC기능을 백업하며, 어느 한 차량의 VCC 고장 시 인접차량의 VCC가 백업 기능을 수행하여 VCC가 고장 난 인접차량의 출입문 제어 및 감시를 시행한다.

TCMS는 그 기능에 따라 편성제어 컴퓨터(Train Computer, TC)와 인터페이스 컴퓨터(Vehicle Interface Computer, VIC), 차량제어 컴퓨터(Vehicle Control Computer, VCC), 화면표시장치(Display Unit, DU), 지상 장치로 구성된다.

편성제어 컴퓨터(TC)는 운전실에 설치되어 있으며, 운전자 및 검수자로부터 인터페이스 컴퓨터(VIC)를 통하여 주어지는 제어 명령을 각 차량제어 컴퓨터로 전송하며, 각 차량제어 컴퓨터로부터 제공되는 주요기기의 동작 데이터를 종합, 분석 관리한다. 또한 이 데이터를 운전실의 화면표시장치(DU)를 통하여 열차의 운행정보 및 주요기기의 동작상태를 승무원이 항상 감시 할 수 있도록 하며, 만일 이상이 발생하면 고장 정보를 현시하고 필요한 응급 처치 사항도 나타내어 신속하고 정확한 처치



가 되도록 승무원을 지원한다. 또한, 편성제어 컴퓨터는 이상 발생시 고장 기록 데이터 및 주요 기기의 고장 추적 데이터를 수집, 기록하여 검수 시 화면 표시 장치를 통하여 현시하고, 메모리 카드를 경유하여 지상 장치로 출력함으로써 고장 해석을 용이하게 하며, 주요기기에 대하여 일상 및 월상 검사 수준의 차상 검사 기능을 갖는다.

운전실의 인터페이스 컴퓨터(VIC)는 운전대를 통하여 주어지는 운전자 및 검수자의 명령을 편성제어 컴퓨터로 전달하며, 편성제어 컴퓨터로부터 주어지는 운전대의 표시등 및 지시계 신호를 출력하는 기능을 갖는다. 인터페이스 컴퓨터 이상시 주간 제어기 및 역전기의 정보가 편성제어 컴퓨터로 전달될 수 없으므로 정상적인 차량의 운전이 불가능하다. 이와 같이 VIC의 이상이나 TCMS의 기능을 인위적으로 제한하고자 할 경우를 위하여 보완모드를 설정하여 추진명령(주간제어기의 출력)을 PWM 장치를 통하여 VVVF INVERTER로 전달하고, HARDWIRE를 이용하여 역전기 신호 및 부상관련 신호, 제동신호를 추진장치, 제동장치, 부상/안내 제어기로 전달하는 BACK-UP 기능을 수행할 수 있다.

차량제어 컴퓨터(VCC)는 각 차량에 설치되어 TC의 제어명령에 따라 해당 차량의 주변기기(APU, BRAKE, 부상제어기) 및 차체 전기장치를 제어/감시하고 차량의 동작 및 상태 데이터를 수집하여 TC로 전송한다.

화면표시장치(DU)는 운전실에 설치되어 직렬통신을 통해 TC로부터 차량 운전 시 주요기기의 상태정보 및 운전정보 등의 정보를 수신 받아 운전자의 명령에 의해 운전자가 필요로 하는 정보를 신속하게 현시하고, 차량 고장 검지 시 고장 기기의 고장 정보를 운전자에게 현시한다.

또한, 검수모드에서는 시간, 차량번호, 부상제어기의 제어 파라미터등의 초기설정 값을 입력하고, 출발전 시험 및 일상/월상 검사 수준의 차상시험을 검수자의 지시에 따라 실시 할 수 있다.



## 9.2 TCMS 구성 및 기능

### 9.2.1 TCMS 구성

TCMS는 그림 2 - 18과 같이 선두차와 후부차의 VIC 및 TC와 각 차량의 VCC로 구성되며, 이들은 통신 NETWORK로 연결되어 상호 정보를 교환하고 주어진 기능을 수행하도록 구성되어 있다. 또한 화면 표시장치를 사용하여 운전자 및 검수자와 TCMS 간의 인터페이스를 효과적으로 지원하도록 구성되어 있다.

### 9.2.2 기 능

#### 9.2.2.1 운전지원 기능

- TCMS는 열차의 주요 장치를 항상 감시하고 제어한다.
- TCMS는 편성번호, 운전정보, 목적지, 추진/제동 명령 및 부상상태 등에 대한 정보를 실시간으로 현시하고 기록한다.
- TCMS는 ATP/ATO, 추진장치, 부상제어기기, 고압장치, 보조전원장치, 제동장치, 각종 차체 전기 장치 등에 관한 상태를 감시하여 관련정보를 현시/기록한다.
- TCMS는 열차의 고장 발생 시 고장관련 정보를 현시/기록 한다.

#### 9.2.2.2 검수지원 기능

- TCMS는 출고검사, 일상검사, 월상검사를 실시하여 결과를 현시 기록하며, 기록된 검사결과를 지상장치를 통해 비교 및 분석을 할 수 있도록 메모리 카드에 Down load 한다.
- TCMS는 열차 운행중 발생한 고장내역을 기록/관리하여 검수자로 하여금 열차의 고장이력을 효율적으로 관리할 수 있도록 함으로서 유지보수에 편리성을 제공한다.





### 9.2.2.3 제어 및 감시 기능

- 운전실 제어/감시
  - ◆ Head control relay 및 Tail control relay 를 제어한다.
  - ◆ 운전자 Panel 의 LED 및 Lamp 를 제어한다.
  - ◆ 출입문 제어를 위한 One/Two Man Mode 를 제어한다.
  - ◆ 열차의 운전 방향을 제어한다.
- TCMS 는 ATP/ATO/TWC 장치, 추진장치, 부상/안내 제어기기, 제동장치, 보조전원 장치, PA/PIS 등의 제어 및 감시를 한다.
- TCMS 는 운전 모드와 출입문 모드에 따라 추진/제동 및 출입문 제어/감시를 시행한다.
  - ◆ 운전 모드 : 비상, 무인, 자동, 수동, 기지, 보완모드.
  - ◆ 출입문 모드 : 자동/자동, 자동/수동, 수동/수동.
- TCMS 는 고전압/고전류에 대해 차량의 안전운행과 주요기기들의 보호를 위해 고전압 장치를 제어/감시 한다.
- 추진 장치 제어/감시
  - ◆ 추진력과 제동력을 지시한다.
  - ◆ Reset 및 Cut-out 을 지시한다.
  - ◆ 열차의 Jerk Rate 제한
  - ◆ 열차 속도 제어
- 부상제어기기 제어/감시
  - ◆ 부상제어기 및 주변 장치의 상태를 감시한다.
  - ◆ 차량의 부상을 위한 부상명령을 지시한다.
- DC/DC Converter 및 Battery 제어/감시
  - ◆ 보조 전원 장치의 Start 와 Stop 제어
  - ◆ Reset 및 Cut-out 을 지시한다.
  - ◆ 연장 급전 및 반감 운전을 제어한다.
  - ◆ Battery 전압을 측정하여 현시하고, Battery 접촉기를 제어한다.
- 제동 제어



- ◆ Jerk 를 고려한 제동력을 제어한다.
- ◆ 응하중을 고려한 제동력을 지시한다.
- 차체 전기 장치 제어
  - ◆ Passenger Alarm 기능을 제어한다.
  - ◆ 출입문, 실내등, 냉/난방 장치를 제어한다.
  - ◆ 방송 장치 및 승객 정보 장치(행선 표시기, 실내 안내표시기 등)를 제어한다.

#### 9.2.2.4 DATA 수집 및 분석 기능

- TCMS 는 주변장치를 항시 감시하여 고장 발생시 고장 정보를 현시/기록한다.
- TCMS 는 추진장치, 부상제어기기, ATP/ATO, 제동장치, 보조전원 장치등에 고장 발생시 고장 전/후의 자세한 동작정보를 저장/기록 한다.
- TCMS 는 TC 에 운전정보, ATP/ATO 운행정보, 열차속도, 운행거리, 운행시간, 승객하중 정보등의 운행정보를 약 3일간 저장 할 수 있다. 또한, 저장된 정보를 지상 장치를 통하여 분석/관리 할 수 있다.
- TCMS 는 Power Off 시에도 운행정보가 지워지지 않도록 약 72 시간 정도 저장된 정보를 유지 할 수 있는 Battery Backup Memory 기능이 있다.

### 9.3 각 장치별 기능 및 사양

#### 9.3.1 편성제어 컴퓨터(Train Computer, TC)

##### 9.3.1.1 기능

- TC 는 운전실에 설치된다.(선두차와 후부차)
- TC 는 운전자 및 검수자로부터 VIC 를 통하여 주어지는 제어명령을 각 VCC 로 전송하며, 각 VCC 로부터 제공되는 열차의 상태 정보 및 주요기기의 동작 데이터를 종합, 분석 관리한다.





- TC는 운전실에 설치된 ATP1/2, ATO, TWC 등의 신호보완 장치를 통신을 통해 제어/감시 한다.
- TC는 열차의 모든 장치를 제어/감시하는 Master Computer 기능을 가지며, Train BUS 및 주변장치와의 통신 시 통신 Master가 된다.
- TC는 32bit Micro processor인 MC68040 CPU를 사용하고 Software를 손쉽게 Down loading 할 수 있도록 Flash Memory를 사용 한다.
- TC의 Console Port에 Notebook PC를 연결하여 시스템을 관리할 수 있다.

### 9.3.1.2 하드웨어 사양

- CPU : 32bit Micro-processor
- 공급 전압 : DC 100V
- 소비 전력 : 40W
- 아날로그 출력 : 8 channel
- LON Work : 4 channel, 1.25Mbps
- RS-485 : 6 channel
- 20mA Current Loop : 2 channel
- RS232 : 3 channel
- Battery Backup Memory : 최대 8M BYTE(SRAM)

### 9.3.2 인터페이스 컴퓨터(Vehicle Interface Computer, VIC)

#### 9.3.2.1 기능

- VIC는 운전실에 설치된다.(선두차와 후부차)
- VIC는 운전자 Panel과 연결되어 있어 운전자 Panel의 주간제어기 및 Lamp, LED, Switch, Push button 등을 제어/감시 한다.
- VIC는 운전실에 설치된 열차무선장치를 통신을 통해 제어/감시 한다.
- VIC는 32bit Micro processor인 MC68360 CPU를 사용하고 Software를 손쉽게



Down loading 할 수 있도록 Flash Memory 를 사용 한다.

- VIC 의 Console Port 에 Notebook PC 를 연결하여 시스템을 관리할 수 있다.

### 9.3.2.2 하드웨어 사양

- CPU : 32bit micro-processor MC68360
- 공급 전압 : DC 100V
- 소비 전력 : 40W
- 디지털 입력 : 72 channel(DC 24V)
- 디지털 출력 : 40 channel(DC 100V)
- 아날로그 입력 : 4 Channel
- 아날로그 출력 : 4 channel
- LON Work : 2 channel
- RS-485 : 4 channel
- 20mA Current Loop : 3 channel
- RS232 : 2 channel

### 9.3.3 차량제어 컴퓨터(Vehicle Control Computer, VCC)

#### 9.3.3.1 기능

- VCC 는 각 차량에 설치된다.
- VCC 가 설치된 차량의 주변장치(VVVF INV, DC/DC Converter, 제동장치, 각종 차체 전기장치)를 VIC 의 명령에 따라 제어/감시한다.
- VCC 의 고장 시 인접한 차량의 VCC 가 출입문을 제어/감시 할 수 있다.
- VCC 는 32bit Micro processor 인 MC68360 CPU 를 사용하고 Software 를 손쉽게 Down loading 할 수 있도록 Flash Memory 를 사용 한다.



### 9.3.3.2 하드웨어 사양

- 인터페이스 컴퓨터와 동일한 사양으로 설계.

### 9.3.4 Train BUS 통신 사양

- 통신 속도 : 1.25Mbps
- 통신 Protocol : Lon Talk Protocol
- Network Topology : BUS(Multi-drop)
- 통신 Media : Twist-pair shielded
- 전송 신호 : NRZ Code(Differential Manchester Encode/Decode)

### 9.3.5 Local BUS 통신 사양

- RS-485
  - ◆ 통신 속도 : 19.2 / 38.4 / 125Kbps
  - ◆ 통신 Protocol : HDLC Protocol(동기 방식)
  - ◆ Network Topology : Point to Point
  - ◆ 통신 Media : Shielded twist-pair
  - ◆ 전송 신호 : NRZI Code
- 20mA Current Loop
  - ◆ 통신 속도 : 9.6Kbps
  - ◆ 통신 Protocol : Polling/Selecting Protocol(비동기 방식)
  - ◆ Network Topology : Point to Point
  - ◆ 통신 Media : Shielded twist-pair
  - ◆ 전송 신호 : NRZ Code



### 9.3.6 화면표시장치(Display Unit, DU)

#### 9.3.6.1 기능

- DU는 운전실에 설치된다.(선두차와 후부차)
- DU는 TC로부터 각종 정보를 전송 받아 운전정보 및 차량상태 등의 데이터를 운전자에게 현시한다.
- 차량의 주요고장 시 경보음과 함께 고장정보 및 고장처리 방법을 현시한다.
- Touch Key 방식으로 운전자 인터페이스가 용이하다.

#### 9.3.6.2 하드웨어 사양

- 공급 전압 : DC 24V
- 소비 전력 : 200W
- 사용 주변 온도 : -20℃ ~ 40℃
- 표시소자 : TFT Color LCD
- 해상도 : 640×480 dots
- 입력장치 : Touch Screen 방식
- 백라이트 : 냉음극관(평균수명 20,000 시간)

### 9.3.7 지상장치

#### 9.3.7.1 기능

- 지상장치는 지상에서 TCMS 장치에 기록된 주요기기의 동작 및 고장 기록, 운행 기록, 승차율, 주행 거리, 적산 전력량 등의 기록 데이터를 메모리 카드에 저장한 후 지상장치를 통해 각종 기록을 현시 및 프린트 할 수 있도록 하였다.
- TCMS 지상 장치는 메모리 카드 판독장치, 기록 데이터 분석장치(PC), 프린터



(A3 가능), 메모리 카드로 구성 된다.

### 9.3.7.2 하드웨어 사양

- 메모리 카드 : PCMCIA type SRAM Card
- 메모리 카드 판독 장치 : PCMCIA Card Driver(SCSI type)
- 기록 데이터 분석 장치 : 펜티엄급 PC
- A3 가능 프린터

## 9.4 화면표시장치의 화면구성

### 9.4.1 운전자 인터페이스 화면

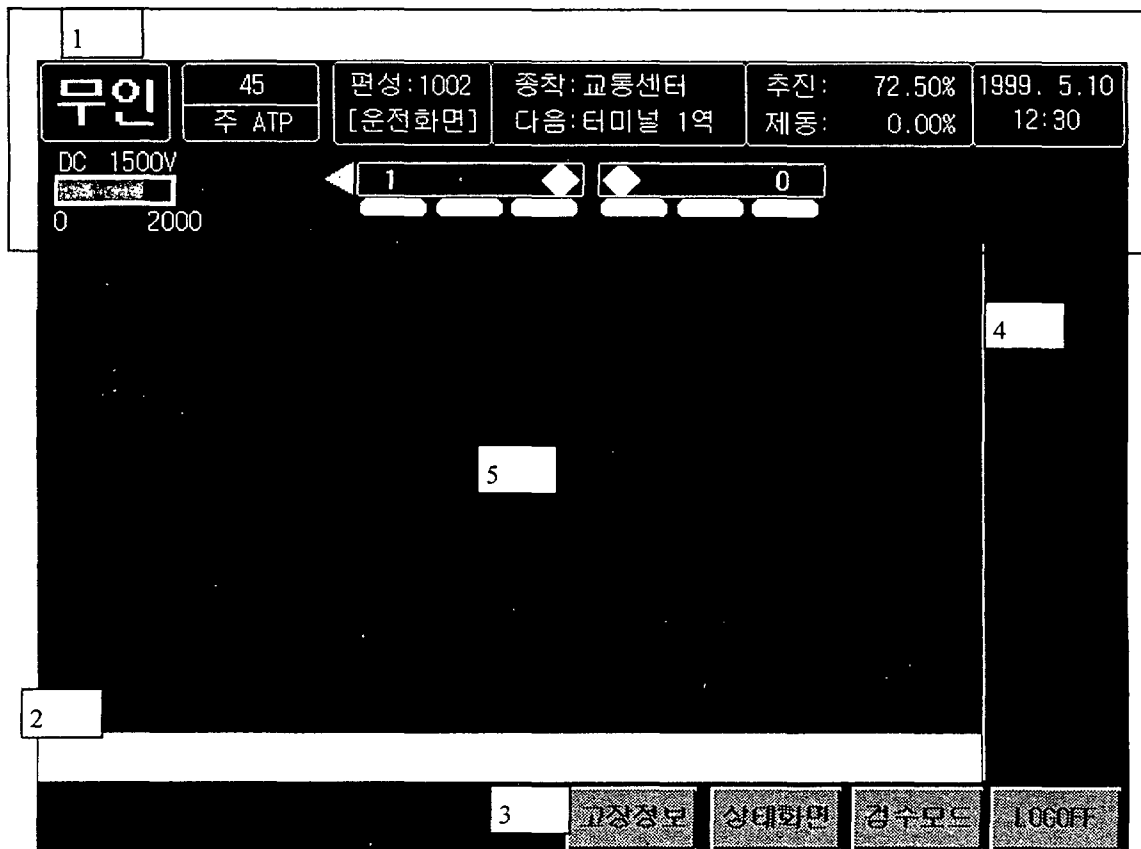


그림 2 - 19. 운전자 인터페이스 화면 구성



- 영역 1 : 기본정보를 표시하는 영역으로 어느 화면에서도 동일한 형식으로 표시된다. 표시되는 정보는 ATP/ATO 운전모드, ATP 속도코드, ATP 상태, 편성번호, 종착역과 다음역, 가감속 명령, 가선평압, HSCB 상태, 시각 등으로 구성된다.
- 영역 2 : 고장발생시 고장내용의 현시 및 TCMS 로부터의 메시지를 현시하는 영역이다.
- 영역 3 : 고정영역으로 다른 화면으로 전환 및 운전 혹은 검수모드로의 전환이나 LOG OFF 를 위한 버튼을 제공하는 영역이다.
- 영역 4 : 임시영역으로 화면의 종류에 따라서 보조화면으로의 전환을 위한 버튼이나 화면의 스크롤에 필요한 버튼을 제공하는 영역이다.
- 영역 5 : 선택한 화면의 정보를 표시하는 정보 표시 영역이다.

9.4.2 운전화면

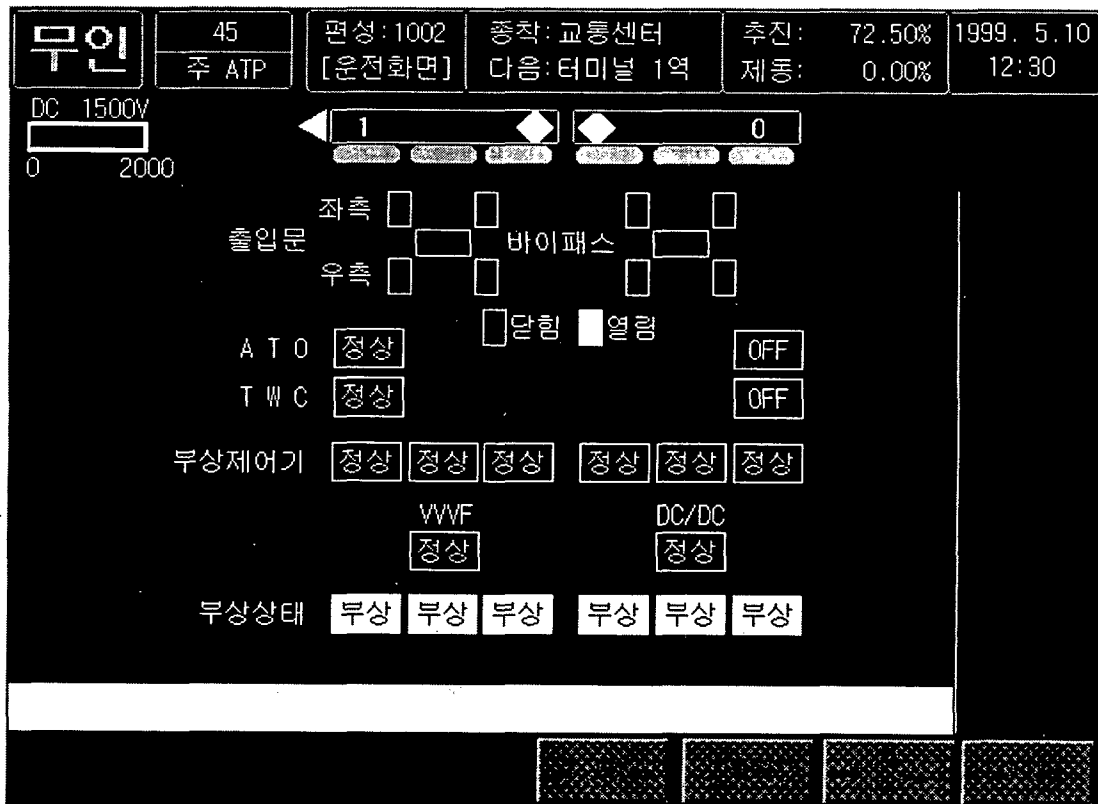


그림 2 - 20. 운전화면 구성



운전화면은 TCMS 동작 중 기본이 되는 화면으로 운전자에게 열차운행중 필요한 정보를 제공하며, 제공되는 정보는 다음과 같다.

- 출입문 개폐상태 및 출입문 바이패스 상태
- ATO 및 TWC 동작 상태
- 부상제어기 상태
- VVVF 인버터 상태
- 보조전원장치 상태
- 부상/하강 상태

### 9.4.3 상태화면

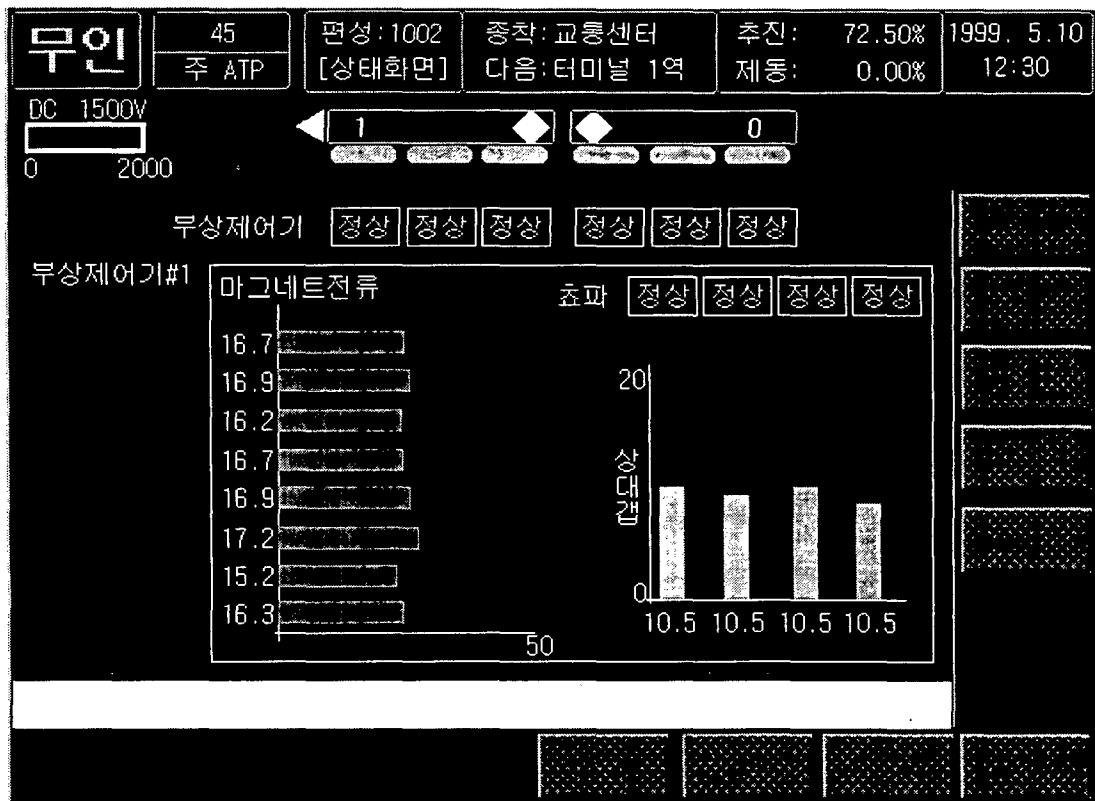


그림 2 - 21. 상태화면(부상제어기)의 구성

상태화면은 열차운행과 관련하여 현재 차량에 취부된 주요기기의 상태정보를 제공하는 화면으로 일반과 각 장치에 대한 보조화면으로 구성된다. 보조화면으로의 전



환은 영역 4에 있는 버튼을 사용하여 전환한다

본화면은 상태화면중 부상제어기의 상태를 표시하는 화면으로 기본적으로 부상제어기 #1의 상세정보를 현시하며, 다른 부상제어기의 정보를 보고자 할경우 화면상단의 부상제어 상태표시 부분을 터치하면 해당 부상제어기의 상세 정보를 현시할 수 있다.

9.4.4 고장정보화면



그림 2-22. 고장정보화면의 구성

고장정보화면은 열차 운행중 발생하는 고장내역을 표시하는 화면으로 표시정보는 고장발생시각, 고장해제 시각, 고장발생차량, 고장 코드, 고장내용으로 이루어 진다. 한화면에서는 최대 10개의 고장이 현시되며, 그이상의 고장이 발생시 영역 4의 스크롤 키를 이용하여 다음고장내역을 확인할 수 있다.





## 10. 차상 신호 장치

### 10.1 개요

차상 신호 장치(차량 ATC 시스템)는 그림 2-15와 같이 ATP(Automatic Train Protection), ATO(Automatic Train Operation) 및 TWC(Train to Wayside Communication)의 3 가지 주된 시스템과 열차의 속도를 검지하는 열차속도/위치 검지장치(TSPD, Train Speed & Position Detection)로 구성된다.

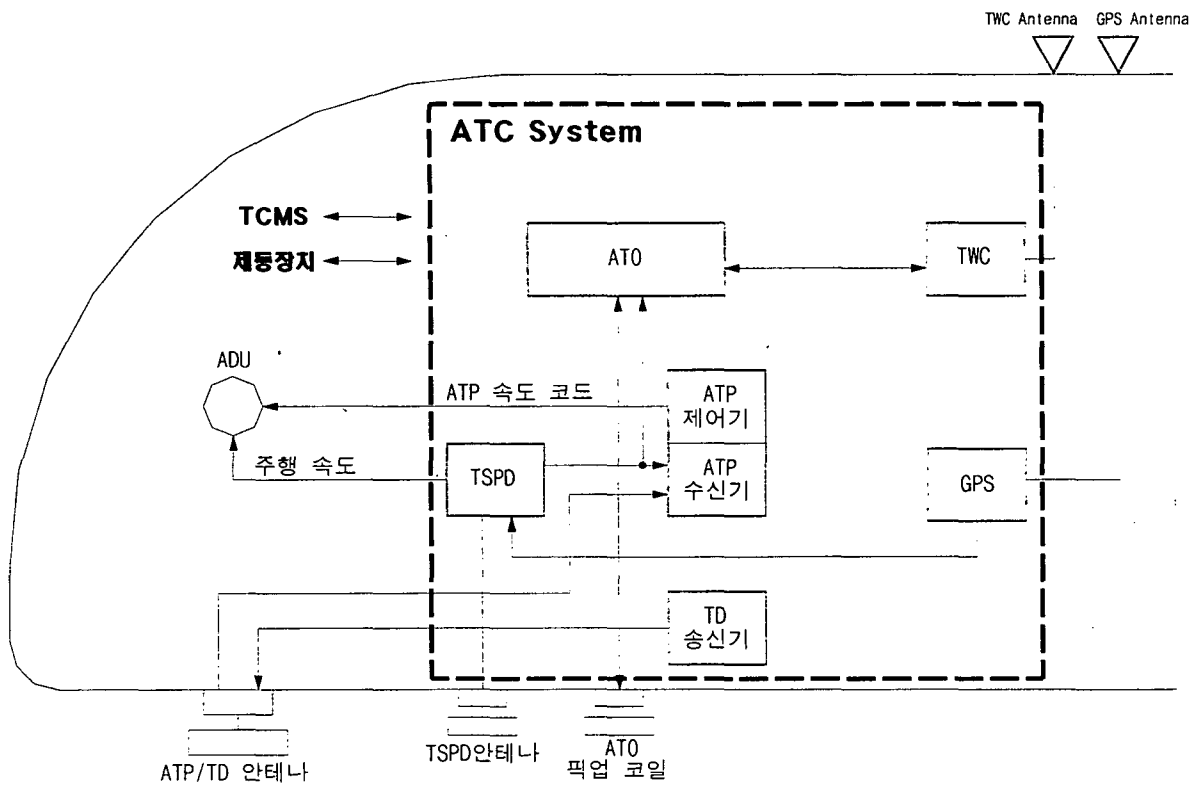


그림 2-23. 차상 ATC 시스템 구성도



## 10.2 기능 및 사양

### 10.2.1 ATP

- ◆ 32bit 이상 CPU
- ◆ 2\_CPU Master/Slave 구조
- ◆ RS-485 4-Ch, Console 단자, LAN Port
- ◆ OS : VxWorks

ATP 시스템은 ATP/TD 루프로부터 신호 파형을 수신하여, 이 신호 파형을 차상 ATP 시스템에서 해석한 후, 해석된 ATP 속도 코드 값 정보를 TSPD 장치에서 검출된 속도 정보(열차의 실제 속도)와 비교한다. 비교한 결과가 특정 속도값 이상의 과속 조건이 되면, 자동으로 제동 지령을 출력하여 열차의 주행속도가 한계값 이하(필요시 열차 정차 속도 값까지)가 되도록 한다. 이외에 출입문의 열림과 닫힘을 제어하는 TCMS로 출입문의 제어권을 허락하는 제어 신호를 발생한다.

### 10.2.2 ATO

완전 자동 운전 모드 혹은 자동 운전 모드를 선택하게 되면, ATO 제어 시스템의 기능이 시작되어, ATP 시스템으로부터의 출발 명령 수신 후, ATP 속도 한계에 따라 열차를 자동 운행한 후, ATO 승강장 송/수신기의 위치 정보를 수신하여, 목표 정차 지점에 열차를 자동 정차 시키는 기능을 수행한다.

- ◆ Carrier 주파수 검지기 : EXAR XR2211
- ◆ Mark 주파수 발생기 : 30 kHz 대역필터, 증폭기

### 10.2.3 TWC

차상-지상간 양방향 통신 시스템은, 차상과 지상간의 각종 운행 및 상태 정보,



non-vital 제어 정보를 경로로서의 기능을 수행한다. TWC 장치는 다음과 같은 데이터들을 전송한다. TWC 장치의 송/수신 데이터는 시스템의 운영 개념에 따라, 다소 달라질 수 있으며, 해당 제어 명령 및 정보는 차량 내 해당 장치와의 인터페이스 (TCMS 혹은 하위 제어 장치)가 적절하게 이루어진 상태를 전제로 한다.

- ◆ VMEbus Interface (Slave)
- ◆ High Performance Processor 내장
- ◆ Communication Port : IEEE802.3 (10 base T rj45), RS-232c(33k bps 이상) : RF Data 송수신
- ◆ Console Port : RS-232C
- ◆ RTOS 탑재

### 10.2.4 열차 위치 검출용 보조 장치

열차 위치 검출용 차상 장치는, 기존의 지상 궤도 회로를 대신하는 열차 검출용 장비로서의 기능을 수행하는 설비이다.

차상 TD 장치는, TD 송신기, ATP/TD 안테나 및 안테나 Junction Box 로 구성되며 이들의 기능은 다음과 같다.

#### TD 송신기

- ◆ TD 송신기는 TD(Train Detection, 열차 검출) 신호를 전송한다.
- ◆ TD 송신기는 Check In 신호 전송기와 Check Out 신호 전송기로 구성된다.
- ◆ 이 장치는 이중계로 구성된다.

#### ATP/TD 안테나

ATP/TD 안테나는 지상 ATP/TD 루프로부터 ATP 신호를 수신하고, TD 신호를 지상 ATP/TD 루프로 전송한다.



### 안테나 Junction Box

안테나 Junction Box 는, 케이블의 접속 및 임피던스 매칭 사용된다.

ATP 신호 수신을 위한 공진 캐패시터가 이 장치 내부에 설치된다. 공진 캐패시터의 값은 좌측 Unit 및 Unit 간에 상이한 값을 가진다.

### 10.2.5 열차 속도/위치 검지 장치(TSPD, Train Speed & Position Detection)

열차 속도/위치 검지장치는, 차상의 전두부와 후두부에 Optical Speed Sensor 를 장착하여 전송되는 속도 검출용 신호를 차상에 전송하는 장치로서, 이렇게 검출된 속도 정보는 ATP 장치의 제한 속도와 비교된다. 그리고 이 Sensor 를 통하여 시작 점으로부터의 상대 위치를 검지하게 된다.

기존의 속도 센서를 대체하는 개념으로서 사용되며, ATO 장치의 자동 열차 주행 제어 및 ATP 장치의 과속 방지 및 정지 상태 검출에 대한 속도정보를 제공하는 기능을 수행한다.

- ◆ VMEbus Interface(Slave)
- ◆ High Performance Processor
- ◆ 10 회 이상 UPDATED OUTPUT/sec
- ◆ 비접촉 SENSOR (1~400KPH)
- ◆ 허용 오차 : 3 % 이내
- ◆ MULTI SENSOR INTERFACE (MAX : 2)
- ◆ Traveled Distance Calculation 기능 제공 (오차 10M/1.4Km)
- ◆ Real-Time Speed Transmission



## 11. 차상 통신장치(열차무선 이동국장치)

### 11.1 개요

차상 열차무선장치는 VHF 대 주파수(예:146MHz~174MHz)을 이용, 중앙제어실과 열차 기관사간 운전지령 통화를 하기 위하여 차량에 설치하는 열차무선 이동국장치이다. 열차무선 이동국장치는 다음과 같은 특징을 가진다.

- 완전 대기 이중화 구조  
Front 측과 Rear 측에 열차무선 이동국장치를 탑재하여 이중화를 도모하고 있다.  
Working 측에 이상이 발생했을 경우 Standby 측에 자동적으로 절체된다.
- Front/Rear 상태감시  
Front 측과 Rear 측은 Digital 전송에 의해 상호 상태를 항상 감시하고 있다.
- 송수신기는 Synthesizer 방식  
주파수 설정의 간략화 및 Crystal 공통화에 의한 보수의 간소화
- Maintenance Channel 의 장비  
Maintenance Channel 을 장비하고 있으므로 긴급시 전자식 자동교환기(EPABX) 가입자 전화기 및 휴대용 무선기 소유자와 통화할 수 있다.
- 송신 출력단은 소형, 고성능 LSI 를 사용



### 11.2 구성

차상 열차무선장치는 표 2-1 같이 구성된다.

표 2-1 열차무선 이동국장치 구성

구분	수량	비고
DUPLEX UNIT	1 set	4 Channel 질환(COM, EMER, MAINT)
송신부		
수신부	2 set	COM, MAINT 질환 1 Unit EMER 전용 1 Unit
제어부	1 set	
CONTROLLER		HAND - SET 포함
전원부		DC/DC CONVERTER 포함
안테나		

### 11.3 기능

열차무선 이동국장치는 다음과 같은 기능을 가진다.

- 열차번호는 차량설비(TCMS)로부터의 운행번호로 한다.
- 운행번호가 설정되면 Front, Rear 쪽 모두 동일 번호가 부여된다.
- 승무원이 중앙제어실의 사령과 통화를 할 경우, 열차무선 이동국장치로부터 이 운행번호가 자동적으로 송출되어 명령제어조작반에 열차번호가 표시된다.
- Controller의 Key Pad를 사용하여 열차번호를 Manual 설정을 할수 있다.
- Manual 설정의 경우도 Front, Rear의 어느 한쪽으로 설정하면, 자동적으로 다른쪽도 동일번호로 설정된다.
- Controller의 Channel 설정 Switch는 조광식 푸시버튼 Switch로 누르고, Channel 설정시 점등한다.
  - 1) "COM" Channel : 중앙제어실의 사령과 본선 주행시의 통상 업무 통화에 사용한다.
  - 2) "EMER" Channel : 중앙제어실의 사령과 본선 주행시의 비상시 통화에 사용한다.



- 3) "MAINT" Channel : 긴급시, 승무원으로부터 전자식 자동교환기(EPABX) 가입자에 대하여 긴급통화 연락이 가능하고 전자식 자동교환기(EPABX) 가입자 번호의 설정은 Controller의 Key Pad를 사용한다.
- 동일 Area내에 재선하는 다른 열차가 중앙제어실의 사령과 통화중, 이 통화내용을 Controller의 "Monitor" Switch를 누름으로써 Monitor 할 수 있다.
  - 중앙제어실의 사령은 명령제어조작반의 Key Pad로 전체열차 일제호출 Code를 설정하고, Emergency 지령을 내린다. 설정 Area의 전체열차가 호출되고 일제 Monitor로 된다.
  - 통화는 사령으로부터 지정된 열차 승무원만이 가능해진다.
  - Controller로 "EMER" Channel 설정후, 송수화기 HOOK-OFF로 자동적으로 열차번호가 중앙제어실의 사령에 송출된다. 중앙제어실에서는 열차번호 표시와 경보음이 울리고, Emergency를 통보한다. 사령은 Area 설정과 "EMER" Switch를 조작하여 해당 열차 승무원과 통화를 할수 있다.
  - 설정 Area내 전체열차를 Monitor 할수 있다.
  - Controller의 Speaker는 송수화기가 HOOK-ON 상태에 있을 경우, 중앙제어실 사령으로부터의 지령은 Speaker에서 출력된다.
  - 송수화기가 HOOK-OFF인 경우, Speaker로부터의 출력은 끊어지고, 지령은 송수화기의 수화기에서 Monitor 할수 있다.
  - 호출음은 무슨 목적으로 호출되었는지를 수신측이 이해할 수 있도록 음색, Cycle을 바꾼다.
  - 중앙제어실의 사령으로부터의 차내방송 신호 수신에 따라 열차 승객에 대하여 중앙제어실 사령의 Message를 차내방송 장치에 받아넘기고 차내 Speaker로부터 출력시킬 수 있다. 이때, 당연히 Controller의 Speaker로부터 출력된다.
  - 승객이 비상 인터폰장치를 사용하여 승무원에게 통보한 경우, 어떠한 사정으로도 대응 할 수 없는 상황하에서는 일정시간 경과 후, 중앙제어실의 사령에 비상통보신호가 자동적으로 송출되고 승객과 사령 사이의 통화회선이 구성되어 통화가 가능해진다.
  - 열차에는 열차에 장비되어 있는 각종 장치의 상태를 감시하기 위한 Monitoring 장치가 설비되어 있다.



## 11.4 사 양

열차무선 이동국장치의 기능사양은 다음과 같다.

- 무선 주파수 : 지정주파수(예:146MHz~174MHz)
- Channel 용량 : Max. 8 Channel
- 전파 형식 : F3E, F1D, F2D
- 통화 방식 : 복식 방식
- Duty Cycle : 연속송신, 수신
- RF 입출력 Impedance : 50 Ω
- 호출 방식 : 선택 호출
- 송수신 주파수 간격 : 3MHz 이상
- Channel Spacing : 12.5KHz
- RF 대역폭 : 1MHz
- 표준 변조 : 1KHz 에서 70% 변조
- 주파수 안정도 :  $\pm 5 \times 10^{-6}$  이하
- 음성 주파수 : 300Hz ~ 3,000Hz
- 전원전압 : DC 70V ~ DC 120V
- 동작 환경
  - a) 온 도 :  $-20^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$
  - b) 습 도 : 0 ~ 90% ( $25^{\circ}\text{C}$ )
  - c) 진 동 : 수직방향으로 600~1,200/rpm 의 진동을 1mm 폭으로 3시간 진동 후, 이상이 없음
  - d) 절연저항 : 5MΩ 이상





## 12 차체 전기장치

### 12.1 실내조명

#### 12.1.1 AC 형광등

AC 형광등은 속시 기동형 형광등으로, 교류입력 전압에 의해서 점등되며 모든 부품은 내진성 및 내구성을 갖춘 차량용으로 보수 유지 및 점검에 편리하며, 사양은 다음과 같다.

- 입력전압 : AC 220V, 60 Hz
- 수 량 : 6 개 x 2 열
- 소비전력 : 56W
- 실내조도 : 300 LUX 이상

AC 형광등의 구조는 AC 220V 용 안정기 및 단자대가 본체 케이스에 취부되어 있고, GLOVE는 간단히 분해 조립할수 있도록 되어있다. 안정기 철심은 규소강판을 사용하고 철심부는 철제함에 내장되어 내수성 절연물로 충전한다.

#### 12.1.2 DC 형광등

DC 형광등은 속시 기동형 점등방식의 채용으로 점등관이 없어 보수 유지 및 점검에 편리하며, 사양은 다음과 같다.

- 입력전압 : DC 100V
- 전등주파수 : 36KHz  $\pm$  4
- 소비전력 : 46W
- 방전관 : FLR-40W/A
- 수 량 : 2 개

인버터는 파워 트랜지스터의 스위칭 작용을 이용하여 직류전원을 고주파 교류전원



으로 변환하여 형광램프를 직접 점등시키는 기능을 가진 전자장치로 파워 트랜지스터, 콘덴서, 변압기등으로 구성되어 있다.

### 12.1.3 전조 및 후미등

전구는 백열등, 형광등, 수은등, 아크등과 같이 여러 종류가 있으나 전조 및 후미등으로는 진동에 잘 견디고, 촛점이 바르며 일정하게 되어있는 SEALED-BEAM 으로된 백열등을 사용한다.

- 전 원 : DC 100V
- 전조등 소비전력 : 주 165/부 55W
- 후미등 소비전력 : 30W
- 수 량 : 좌우 각 1개

구조는 전조등 및 후부 표시등이 일체구조로 후부 표시등은 적색으로 되어있으며, 전조등은 반사경 및 필라멘트로 되어있다.

- 반사경 : 광속의 이용도를 높이기 위해 필라멘트를 되도록 작게하고 광선의 중심이 반사경의 촛점에 일치되게 만들어 졌다.
- 필라멘트 : 용해점이 높고 고유저항이 크며 선팅창율이 작고 가는선으로 가공하기 쉬우며, 고온에서의 기계적 강도가 크고 증발성이 적은 텅스텐이 필라멘트로 쓰인다. 백열전구의 발광효율을 높이기 위해서는 필라멘트를 되도록 높은 온도로 하는것이 좋으나 필라멘트는 고온이 될수록 증발하기 쉬우므로 이것을 막기 위해 내부에 가스를 넣어 밀봉한다. 이때 봉입하는 가스는 고온에서 텅스텐과 화합하지 않는 불활성 가스로서 아르곤 10% 정도의 가스를 넣는다.

## 12.2 안내 표시기

### 12.2.1 설정기



### 12.2.1.1 일반

표시기 장치는 기존에 음성만으로 승객에 대한 승하차 안내방송을 하는 방식에서 탈피하여 객실안내 표시기를 이용하여 시각적으로 도착역 안내, 다음 정차역 안내, 출입문 방향, 운행 안내정보, 상업용 광고 및 기타 공지사항을 표시하는 장치다. 객실 안내표시기는 각 열차마다 설치되며, 객실 안내표시기와는 직렬통신을 통하여 제어장치와 통신한다.

설정기는 운전실에 설치되며 TCMS 와 직렬통신을 통하여 정보를 교환하며 설정시기를 조정하기 위하여 매 25m 마다 500ms 길이의 디지털 신호를 TCMS 로부터 입력 받는다. 적산거리 리셋용으로는 출입문 개폐신호를 TCMS 로부터 입력받으며, 설정된 데이터는 안내 표시기, 행선표시기, 열차번호 표시기로 보내지고 안내 표시기에 표시되는 내용은 LCD 에도 표시되며, 표시기의 고장발생시 고장내용은 설정기로 송신되어 LCD 에 표시 및 저장된다. 저장된 고장내용은 IC CARD 로 출력할 수 있다.

### 12.2.1.2 구성 및 사양

설정기는 다음과 같이 Main control board, Keyboard interface board, IC card driver 및 전원장치, LCD Monitor 로 이루어져 있다.

- MAIN CONTROL BOARD : 16Bit CPU
  - Real time clock & Watch dog timer
  - 직렬통신 PORT
- KEYBOARD INTERFACE BOARD : Key pad 입력
  - LED Display 제어
  - LCD 구동
- IC CARD DRIVER : PCMCIA CARD DRIVER
- LCD 표시기 모듈 : 240 \* 64 dot GRAPHIC TYPE
  - BACK LIGHT 에 의한 밝기 조절
- IC CARD : SRAM 1M BYTE(PCMCIA TYPE)



정격 및 사양은 다음과 같다.

- 입력전압 : DC 100V(DC 70 - 110V)
- MONITOR 표시부 : LCD MODULE
- MEMORY 용량 : 128K BYTE 이상
- 정보입력방식 : 1MBYTE SRAM TYPE PCMCIA CARD
- 소비전력 : 25W 이하
- 사용온도범위 : -20 ~ 55℃

### 12.2.1.3 기능

설정기는 운행모드, 설정모드, 표출모드, 점검모드를 갖고 있으며 각모드에서의 기능은 다음과 같다.

- 운행모드 : 열차 운행시 기본이 되는 모드로 열차번호, 행선지, 현재역명; 출입문 방향등의 정보가 스크린에 표시된다.
- 설정모드 : 다음과 같은 내용의 설정이 가능하다.
  - ◆ 행선 설정
  - ◆ 열차번호 설정
  - ◆ 상하행 설정
- 표출모드 : 다음과 같은 내용의 설정이 가능하다.
  - ◆ 자동 및 수동, 긴급방송의 선택이 가능한 운전방식 설정 기능
  - ◆ 설정기에 연결된 모든 단말기에 정보를 표시하는 외부 및 자체 LCD에만 정보를 표시하는 내부방식과 같이 운전범위 선택기능
- 점검모드 : 점검모드에서는 다음과 같은 내용의 선택이 가능하다.
  - ◆ IC CARD 운영기능 : IC CARD 에 기록된 정보를 설정기로 전송하거나 설정기에 기록된 고장정보를 IC CARD 로 전송
  - ◆ 진단모드 : 키입력의 시험, 고장진단, IC CARD 진단, 통신내용확인 기능 수행
  - ◆ 시험운전 : 역 안내방송이 순차적으로 TCMS 거리신호와 무관하게 표시되는



역안내 시험, 광고방송 시험, 번호시험, 행선표시 시험 수행

## 12.2.2 객실 안내 표시기

### 12.2.2.1 일반

객실 안내표시기 장치는 객실 에 설치되어 정차역 안내, 환승안내, 출입문 개폐방향 안내등 각종 안내 정보 및 대승객 공지 사항, 상업용 광고등을 승객들에게 제공한다. 제어기와 각 기기간은 MULTI DROP 전송방식으로 제어하고 각장치들은 콤팩트화하여 신뢰성 향상을 도모한다.

### 12.2.2.2 구성 및 사양

객실안내 표시기는 다음과 같은 구성품으로 이루어져 있다.

- LED DOT MATRIX MODULE : 16 \* 16 DOT, 가시각도 120 °
- CPU BOARD : 16 bit CPU
- 512KBYTE SRAM, 256KBYTE ROM
- SCANNER BOARD
- INTERFACE BOARD
- POWER SUPPLY

정격 및 사양은 다음과 같다.

- 입력전압 : AC 200V, 60Hz
- 소비전력 : 200W 이하
- 색상 : 적, 황, 녹 3 색
- DOT PITCH 4 \* 4mm
- 표시문자 유효면적 : 2 단 10 열(128 \* 640mm)
- 사용온도범위 : -20 ~ 55°C



### 12.2.2.3 기능

- 객실안내 표시기는 승객에게 열차운행 안내 및 각종 공지 사항 전달등을 시각적으로 서비스 하기위해 3 COLOR LED 표시판을 각 차량의 객실에 설치하며 설정기로 부터 표시정보를 전송받아 도착역, 다음 정차역, 출입문 방향, 공지사항 및 광고등을 표시한다.
- MICRO PROCESSOR 를 내장하여 설정기로 부터의 표출 DATA 를 수신후 각 표시 제어부에 전송하며 본 장치에 의해 표출화면의 저장과 표출순서의 지정, 특수 표출기능에 의한 화면 표출등의 기능을 갖는다.
- HARD SCANNER 를 사용함으로써 MICRO PROCESSOR 가 설정기로 부터 DATA 를 수신하는 도중 표시기에 정보표출시 꺾박거림을 감소시킨다.
- MEMORY 는 BATTERY-BACKUP MEMORY 를 사용함으로 도착역, 다음 정차역 안내, 출입문 방향 안내, 운행정보 안내등 변동이 없는 표출자료를 안전하게 보관하고, 설정기와의 통신 프로토콜에 의해 약정된 자료만 전송하므로 처리속도를 높이고 통신상의 에러를 최소화 시킨다.
- 전원부는 AC-DC SWITCHING POWER SUPPLY 를 사용하여 입력전원과 출력전원의 전원분리가 가능하며 NOISE FILTER 를 장착하여 전원 LINE 을 통한 외부 NOISE 유입을 차단한다.

### 12.2.3 정면 행선 표시기

#### 12.2.3.1 구성 및 사양

정면 행선 표시기는 다음과 같은 구성품으로 이루어져 있다.

- LED DOT MATRIX MODULE : 16 \* 16 DOT, 가시각도 120 °
- CONTROL BOARD : 16 bit CPU  
512KBYTE SRAM, 256KBYTE ROM
- INTERFACE BOARD : 설정기와 표시기와의 인터페이스



- POWER SUPPLY : AC 220V 60Hz

정격 및 사양은 다음과 같다.

- 입력전압 : AC 200V, 60Hz
- 소비전력 : 125W 이하
- LED 표시부 : 128 \* 512 mm
- 사용온도범위 : -20 ~ 55℃

### 12.2.3.2 기능

- 자동표시 기능 : TCMS로부터 설정기가 역명을 받아 행선표시기에 전송하고 행선표시기는 그역명을 현시한다.
- 수동표시 기능 : 설정기에 의해 수동으로 설정된 역명을 현시한다.
- 통신상태 응답기능 : 설정기에서 COMMUNICATION ERROR CHECK 시 표시기 통신상태를 응답한다.
- WATCH DOG PROGRAM ERROR 기능 : CPU의 동작상태를 CHECK하여 설정기에서 WATCH DOG PROGRAM ERROR CHECK 시 표시기 CPU의 동작상태를 설정기로 표출한다.

### 12.2.4 열차 번호 표시기

#### 12.2.4.1 구성 및 사양

열차번호 표시기는 다음과 같은 구성품으로 이루어져 있다.

- LED DOT MATRIX MODULE : 16 \* 16 DOT, 가시각도 120 °
- CONTROL BOARD : 16 bit CPU  
512KBYTE SRAM, 256KBYTE ROM
- INTERFACE BOARD : 설정기와 표시기와의 인터페이스



- POWER SUPPLY : AC 220V 60Hz

정격 및 사양은 다음과 같다.

- 입력전압 : AC 200V, 60Hz
- 소비전력 : 90W 이하
- LED 표시부 : 128 \* 512 mm
- 사용온도범위 : -20 ~ 55°C

#### 12.2.4.2 기능

- 자동표시 기능 : TCMS로부터 설정기가 열차번호를 받아 열차번호 표시기에 전송하고 열차번호 표시기는 그 열차번호를 현시한다.
- 수동표시 기능 : 설정기에 의해 수동으로 설정된 열차번호를 현시한다.
- 통신상태 응답기능 : 설정기에서 COMMUNICATION ERROR CHECK 시 표시기 통신상태를 응답한다.
- WATCH DOG PROGRAM ERROR 기능 : CPU의 동작상태를 CHECK하여 설정기에서 WATCH DOG PROGRAM ERROR CHECK 시 표시기 CPU의 동작상태를 설정기로 표출한다.

### 12.3 방송장치

#### 12.3.1 일반

방송장치는 승객의 안전한 승차와 공지사항을 전달하는 기능과 열차 무선장치를 경유 사령실에서 직접 객실 내 비상 및 전달방송 수행, 객실 내 비상 발생시 승객과 승무원 또는 승객과 종합사령실과의 통화 기능을 갖는다.





### 12.3.2 정격 및 사양

#### 1) 자동방송장치

- 표본화 속도 : 16Khz
- 메모리 용량 : 안내/공지/출발/환승/출발전 예고방송 (4M BYTE 이상)
- 전달방송(1M BYTE 이상, 접촉식 IC MEMORY CARD)
- 전원 : DC 100V(DC70 - 110V)
- 음성합성방식 : 완성형
- 소비전력 : 20W 이하

#### 2) 중앙 제어기

- 주파수 특성 : 200Hz - 8000Hz  $\pm$  5dB
- 출력 : 3V 이상
- 왜율 : 5% 이하
- S/N : 50dB 이상
- 전원 : DC 100V(DC 70 - 110V)
- 소비전력 : 15W 이하

#### 3) 출력 증폭기

- 주파수 특성 : 200Hz - 8000Hz  $\pm$  5dB
- 출력 : 10W / 1K ohm
- 왜율 : 5% 이하 (100Hz 기준)
- S/N : 50dB 이상
- 전원 : DC 100V(DC 70 - 110V)
- 소비전력 : 30W 이하

#### 4) 비상 인터폰

- 전원 : DC 100V(DC 70 - 110V)
- 소비전력 : 15W 이하



5) 차내 스피커

- 주파수 특성 : 350 - 6000 Hz
- 입력 임피던스 : 4K ohm
- 허용입력 : 2.5 W
- 음압 : 92dB 이상

6) 차외 스피커

- 주파수 특성 : 350 - 6000 Hz
- 입력 임피던스 : 2K ohm
- 허용입력 : 5 W
- 음압 : 92dB 이상

7) 모니터 스피커

- 주파수 특성 : 400 - 15000 Hz
- 입력 임피던스 : 8 ohm
- 허용입력 : 2 W
- 음압 : 86dB 이상

### 12.3.3 기능

- 자동방송장치는 수동 / 자동모드 선택이 가능하며 자동모드에서는 TCMS로부터 종착역 및 이번역 데이터를 받아 표시하며, 거리펄스를 TCMS로부터 받아 마이크로 컴퓨터에 의해 자동으로 동작한다.
- 수동모드에서는 TCMS로부터 데이터를 받을 수 없으면 승무원이 모든 기능을 수동으로 조작한다.
- 종착역 코드 및 이번역 코드의 변경은 수동/자동모드에서 모두 변경 가능하다.



- 방송장치는 각 장비의 고장유무를 체크하여 기억하며, 체크결과 고장상태가 발생되면 표시기에 표시하고 TCMS 로 부터 데이터 메세지 요구가 있으면 방송장치는 기록된 데이터를 전송한다.
- 전후부 운전실에 자동방송장치가 각기 설치되며, 선두차에 있는 방송장치가 주 시스템으로 사용되고 후부차에 있는 방송장치는 예비 시스템으로 사용된다.

## 제 3 장 전력공급 시스템



## 목 차

1.	개 요	3-1- 1
2.	수.변 전	3-2- 1
2.1.	전력계통	3-2- 1
2.2.	수.변전설비	3-2- 1
2.2.1.	수.변전 위치 및 용량	3-2- 1
2.2.2.	수.변전 설비	3-2- 1
2.3.	주요 설비 사양	3-2- 3
2.3.1.	수전반	3-2- 3
2.3.2.	정류기반	3-2- 4
2.3.3.	변전반	3-2- 5
2.3.4.	부대설비	3-2- 6
3.	전력감시 ·제어설비(SCADA)	3-3- 1
3.1.	시스템 구성	3-3- 1
3.2.	SCADA 용 COMPUTER 설비	3-3- 1
3.2.1.	SCADA 시스템 설비	3-3- 2
3.3.	SCADA 시스템 소프트웨어	3-3- 4
3.3.1.	BASIC S/W	3-3- 4
3.3.2.	APPLICATION S/W	3-3- 4
3.3.3.	APPLICATION S/W 의 기능	3-3- 5



4.	가 선	-----	3-4- 1
4.1.	가선방식	-----	3-4- 1
4.2.	가선설비	-----	3-4- 1
5.	송배전설비	-----	3-5- 1
5.1.	송전설비(수전선로)	-----	3-5- 1
5.2.	배전설비	-----	3-5- 1
6.	역사 전기설비	-----	3-6- 1
6.1.	전원공급 방식	-----	3-6- 1
6.2.	급전설비	-----	3-6- 1
6.3.	부하설비	-----	3-6- 1
6.3.1.	조명설비	-----	3-6- 1
6.3.2.	전열설비	-----	3-6- 2
6.3.3.	통신 및 신호 전원	-----	3-6- 2
6.3.4.	환기 및 공조설비의 전원	-----	3-6- 2



## 1 개요.

1) 전력공급시스템은 열차의 운행에 지장이 없는 용량이어야 하며 공급신뢰성의 관점에서 수전 및 배전계를 이중 구조로 한다. PMS 노선의 전력공급시스템 구성도는 그림 3-1 과 같다.

2) 조작 및 보수상의 관점에서 원격감시제어장치(SCADA)에 의한 중앙집중 감시제어를 하고 수.변전실의 무인화를 도모한다.

3) 주요 전력 설비 및 각 설비의 설치 장소는 다음과 같다.

- 수.변전실 : 차량기지내 설치
- 역사 전기설비 : 각 역사에 설치
- 차량기지 설비 : 차량기지내 수.변전실에 설치
- 가선 길이 : 총 7.2 km
- 원격제어장치 모국 및 전력 관리장치 : 차량기지내 중앙제어실
- 원격제어장치 자국 : 차량기지내 수.변전실

4) 가선전압

신공항내 주 변전소로부터 3 $\phi$  4W, 22.9kV, 60 Hz의 전압을 수전하여 이를 DC 1500V 로 변환시켜 궤도의 가선을 통하여 열차에 전력을 공급한다.

5) 가선 방식

일반적으로 가선방식은 열차운전 빈도와 그의 단위소비 전력의 대소에 따라 생기는 전압강하, 전력손실, 전선의 온도 상승 등에 의하여 결정되는 것으로, 본 신공항내 PMS 노선에는 자기부상열차의 특성, 시공의 용이성, 경제성 등을 종합하여 궤도의 양쪽 측면에 가선을 설치한다.

6) 기타 전기설비

차량기지 및 각 역사에 필요한 조명(1 $\phi$ , 220V) 및 동력용(3 $\phi$ , 380V) 전원은 차량기지의 수.변전실에서 공급하며 제어용 전원(DC 100V)은 신뢰성을 고려하여 별도의 UPS 시설한다.



7) 주 전원

신공항내 변전소로부터 3Φ 4W, 22.9kV, 60 Hz 전력을 수전한다.  
수전하게 될 수전전력 설비는 유지보수를 고려하여 합리적이고 경제적인 시설로 한다.

- 전력공급의 신뢰도가 높고·항상 무정전 설비로 하기 위하여 2 회선 수전한다.
- PMS 수전 경로는 최단거리로 유지관리를 고려하여 포설되도록 한다.

8) 소요전력

PMS 노선의 평균 소요전력과 연간사용전력량의 예측결과는 다음 표 3-1 과 같다.

표 3-1. 예측 소요 전력량

구 분	평균소요전력	연간사용전력량	비 고
PMS 노선	1700(kW)	10,548(kwh)	차량기지포함

\* 2 편성차량 1500(kW), 부대전력 200(kW), 1 일 운전시간 17 시간

9) 설비의 설계 조건

모든 전기설비는 별도 규정이 없는 한 주위온도 -15 ~ +40℃의 온도조건에서 운용 상 아무런 문제가 없어야 하며, 다음과 같은 규격을 적용한다.

- KS
- NEMA
- ANSI
- NEC
- JIS
- BS
- IEC



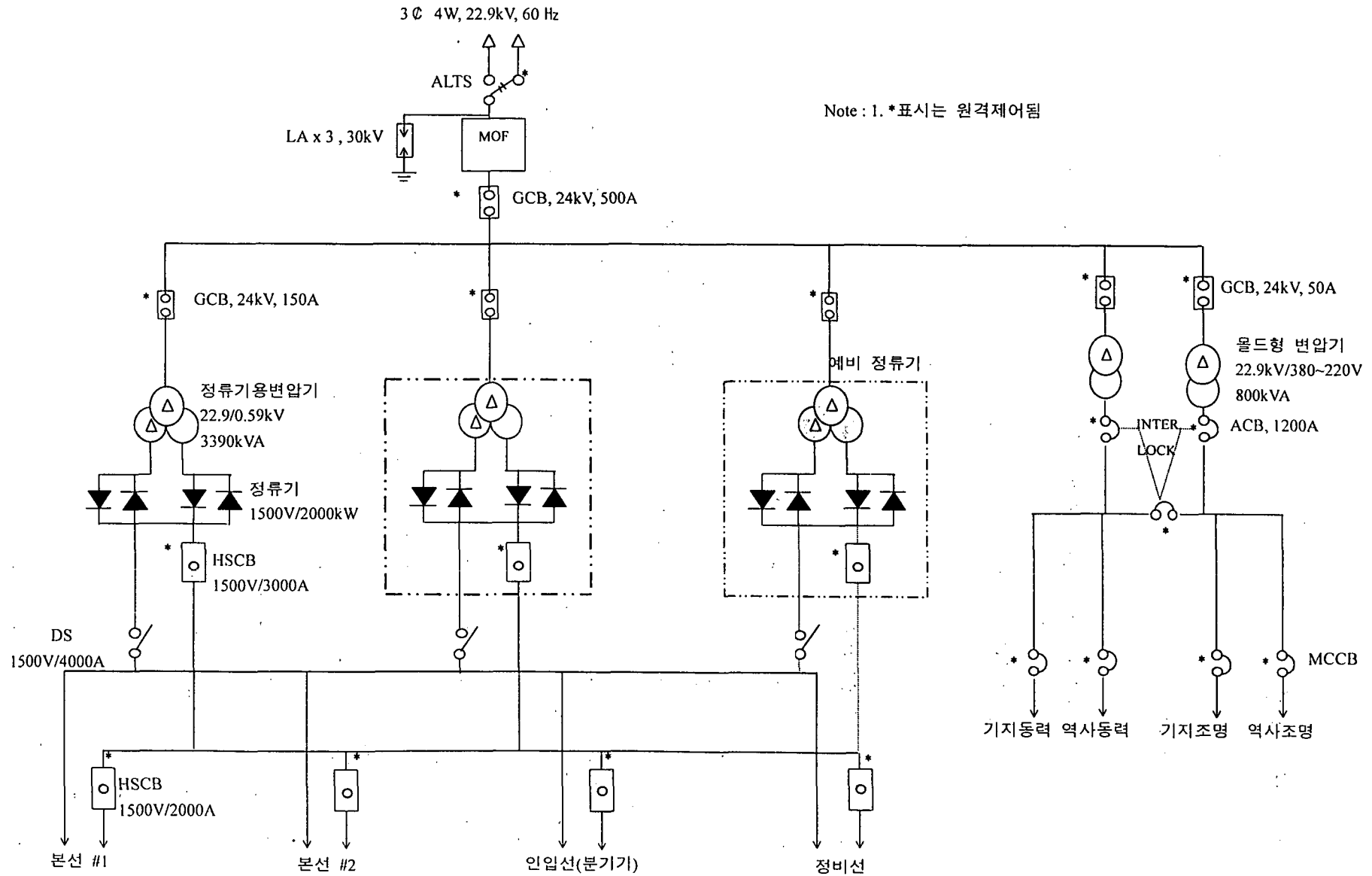


그림 3-1. 전력공급시스템 구성



## 2. 수.변전

### 2.1 전력계통

PMS 노선의 전력계통도는 그림 3-2 와 같으며 주된 사항은 다음과 같다.

- 1 개의 수.변전실을 차량기지에 둔다.
- 수.변전실로부터 상.하행선 별도 급전하며 교통센터 역사에 Tie Post 를 설치한다.
- 차량기지 및 인입선의 급전은 본선과 분리한다.

### 2.2 수.변전설비

#### 2.2.1 수.변전 위치 및 용량

PMS 노선의 수.변전실은 노선의 건설 여건상 차량기지내에 설치한다.

전원확보 대책으로서 신공항 전원설비로 부터 2 회선(다른전원) 수전하며 1 대의 직류 정류기는 예비로 설치하여 사고시에 대비한다.

수.변전설비의 용량은 Rush hour 에 운행하는 전 열차의 1 시간 평균 출력과 순시최대전력을 추정하여 어떠한 경우에도 가능한 것으로 하며 부하용량은 표 3-2 와 같다.

표 3-2. 부하용량

항 목	열 차 운 행	부 대 설 비
1 시간 평균전력(Y)	1500(kw)	200(kw)
순시최대전력(Z)	4000(kw)	500(kw)
정류기 1 조출력	2000(kw)	
정류기 설치대수	3 대(1 대 예비)	

#### 2.2.2 수.변전 설비

##### 2.2.2.1 주요 기기의 구성

가) 수전설비

- 수전용 단로기(ALTS)
- 수전용 교류차단기(GCB)
- 정류기용 교류차단기(GCB)



나) 정류기 설비

- 정류기용 변압기
- 정류기(RECTIFIER)
- 정류기용 고속도차단기(HSCB)

다) 변전설비

- 급전용 고속도차단기(HSCB)
- 부극용 단로기(D.S)

라) 부대설비

- 입력측 교류차단기(GCB)
- 변압기
- 출력측 교류차단기(ACB)
- 배선용 차단기(MCCB)

### 2.2.2.2 보호방식

수. 변전실내 보호는 수전계, 모선계, 주유기계, 급전계 및 배전계 등으로 구분하여 행한다. 사고가 발생한 경우에는 사고 개수를 선정하여 개통으로부터 분리 차단하여 기기나 선로의 손상을 방지함과 동시에 타 개통으로의 사고 확대를 방지한다. 특히 신공항 전원설비와의 보호협조가 중요하다. 보호방식으로 특히 고려할 사항은 다음과 같다.

- 수전설비  
신공항 전원설비와의 보호협조는 어떠한 경우에도 PMS의 전력계통 사고가 신공항 전력계통에 영향을 주어서는 안된다.
- 급전설비  
급전계통의 보호는 차량의 정상적인 부하전류와 고장전류를 판별하여 사고전류를 차단하는 방식을 채택한다.

### 2.2.2.3 비상전력 대책

PMS는 공항에서 승객을 취급하고 있으므로 가능한 한 정전이 되지않는 전력공급 개통을 구성하여야 하므로 다음과 같은 비상전력 대책을 마련한다.

- 열차운전용 전력  
신공항 전력 설비로부터 2 회선을 수전하여 ALTS로 1 선로 공급 불능시 다른선로로 자동절체하여 수전선로 사고에 대비한다. 직류정류기 및 고속도차단기계통은 예비기를 설치하여 고장시에도 급전 가능토록 한다.



- 부대용 전력  
배전계통 및 역사전기 설비의 부하설비는 2중계로 하여 1개 계통의 고장시에도 계속적으로 전력공급이 가능하도록 한다.
- 수전이나 변전 계통의 정전이나 고장으로 인하여 전혀 전력 공급이 불가능한 경우라도 승객의 안전 대책을 위하여 UPS를 설치하여 1시간 이상 비상등을 점등할 수 있는 시설로 하여 승객의 안전을 도모한다.

## 2.3 주요 설비 사양

### 2.3.1 수전반

#### 2.3.1.1 수전용 단로기

- 종류	ALTS
- 형식	옥내, 고정형
- 극수	3P
- 정격 전압	AC 24kV
- 정격 전류	1000A
- 조작 방식	전동 조작
- 조작 전압	DC 100V

#### 2.3.1.2 중선선용 단로기

- 형식	옥내, 고정형
- 극수	1P
- 정격 전압	AC 24kV
- 정격 전류	1000A
- 조작 방식	전동 조작
- 조작 전압	DC 100V

#### 2.3.1.3 수전용 교류차단기

- 종류	GCB(가스절연 진공차단기)
- 모선절연방식	SF6 가스
- 소호방식	진공 Value
- 차단기 조작	Spring 또는 Motor



- 정격 전압 AC 24 kV
- 정격 전류 500 A

#### 2.3.1.4 정류기용 교류차단기

- 종류 GCB(가스절연 진공차단기)
- 모선절연방식 SF6 가스
- 소호방식 진공 Value
- 차단기 조작 Spring 또는 Motor
- 정격 전압 AC 24 kV
- 정격 전류 150 A

#### 2.3.2 정류기반

##### 2.3.2.1 정류기용 변압기

- 종별 Epoxy몰드 자냉식
- 입력전압 22.9 kV
- 결선  $\Delta / \Delta - Y$
- 출력전압 0.59 kV
- 용량 3.39MW

##### 2.3.2.2 정류기(RECTIFIER)

- 사용정격 연속
- 정류방식 3상 전파정류
- 조정방식 12펄스 싸이리스터 위상제어
- 냉각방식 강제풍냉식
- 정격입력전압 3상 1100V, 60Hz
- 정격출력전압 직류 1500V
- 정격전류 1400 A
- 정격용량 2MW
- 전압변동허용범위  $\pm 3\%$
- Ripple전압허용범위  $\pm 4\%$  이내
- 효율 75% 이상



2.3.2.3 정류기용 고속도차단기

- 종류 HSCB
- 형식 인출형
- 극수 1P
- 극성 정방향성
- 정격전압 DC 1500V
- 정격전류 3000A
- 정격차단시간 15ms 이내
- 조작방식 전기 조작, DC 110V

2.3.3 변전반

2.3.3.1 급전용 고속도차단기

- 종류 HSCB
- 형식 기중차단 인출형
- 극수 1P
- 극성 양방향
- 정격전압 DC 1500V
- 정격전류 2000A
- 정격차단시간 15ms 이내
- 조작방식 전기 조작
- 조작전압 DC 100V

2.3.3.2 부극용 단로기

- 형식 옥내, 고정형
- 극수 1P
- 정격 전압 DC 1500V
- 정격 전류 4000A
- 조작 방식 전동 조작
- 조작 전압 DC 100V



### 2.3.4 부대설비

#### 2.3.4.1 입력측 교류차단기

- 종류 GCB(가스절연 진공차단기)
- 모션절연방식 SF6 가스
- 소호방식 진공 Value
- 차단기 조작 Spring 또는 Motor
- 정격 전압 AC 24 kV
- 정격 전류 50 A

#### 2.3.4.2 변압기

- 형식 옥내자립폐쇄형
- 결선 3상  $\Delta$  - Y
- 전압 22.9 kV/380~220V
- 용량 800 kVA

#### 2.3.4.3 출력측 교류차단기

- 종류 ACB(공기차단기)
- 정격 전압 AC 24 kV
- 정격 전류 1200 A

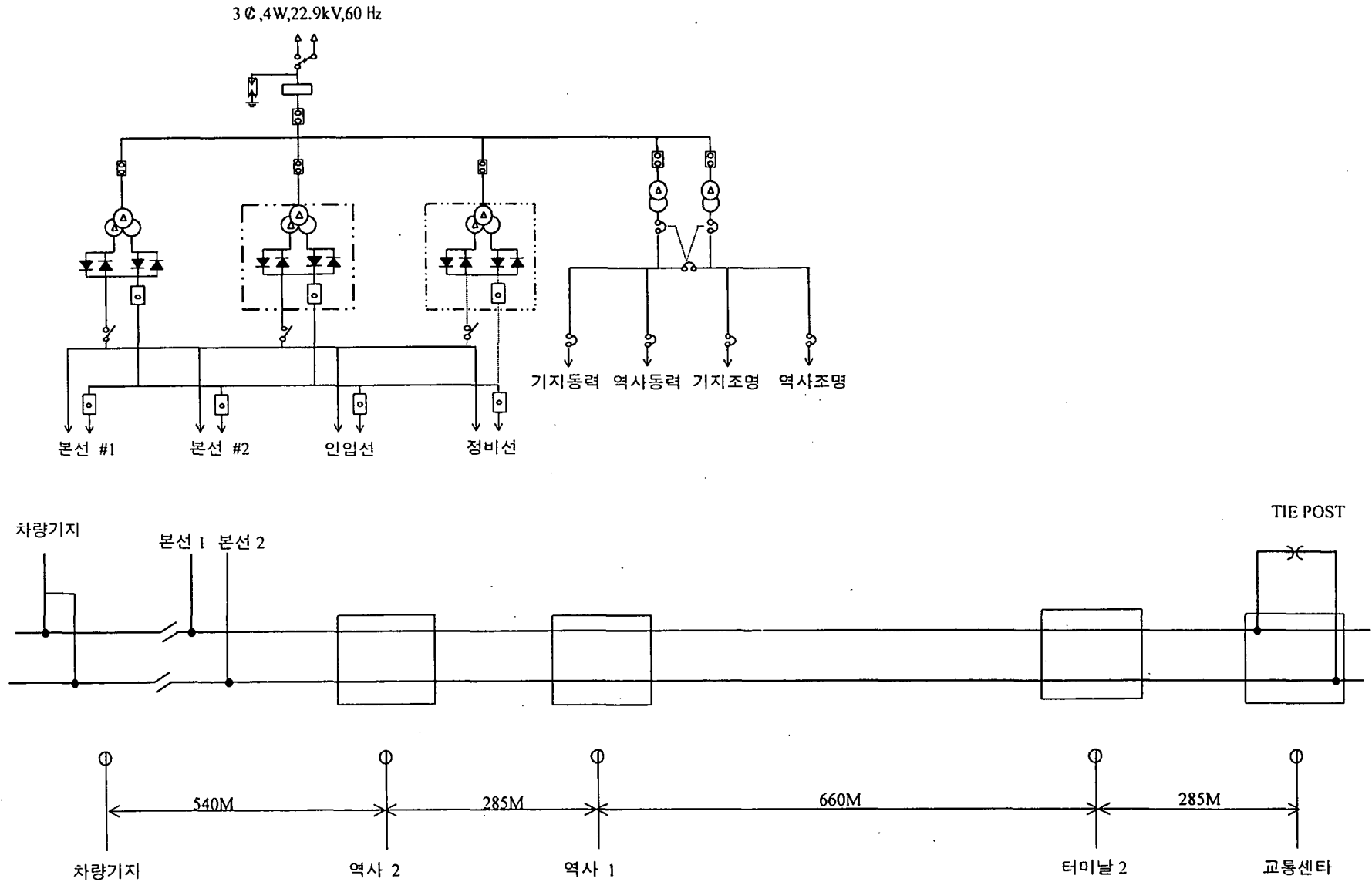


그림 3-2. 전력계통도





### 3. 전력감시 ·제어설비(SCADA)

#### 3.1 시스템 구성

- 전력 설비에 대한 SCADA System 은 높은 신뢰도와 신속한 제어, 감시가 가능하도록 H/W 와 S/W 를 구성 한다. Open System 으로서 Hardware(새로운 주변기기들) 및 Software 를 포함하여 추후 확장이 용이 하며 주요 Computer 기기들은 2 중계로 구성된다..
- Man Machine Interface 는 이중 언어, 즉, 영어와 한글로써 이루어지며 운전자가 On-line 상태에서 선택 할 수 있다. 한글 Mode 일때 Power System Dialogue 는 전적으로 한글을 사용하여 수행된다.
- 각 설비는 H/W 및 S/W 보수용 자기 진단 PROGRAM 을 가지며, PCB Unit 혹은 CHIP 의 추가, 교체로서 간단히 Up-grade 가 가능하도록 한다.
- 공급자는 Track Circuit 상에서의 열차 유무에 관련된 정보를 검색하며, 이러한 Data 를 가장 적절하고 여타 수집되어 표시된 Data(event 등) 와 동일한 방법으로 처리되어 VDU 혹은 Mimic Board 상에 표시된다.
- PMS 노선의 전력감시 ·제어설비의 구성은 그림 3-3 과 같다.

#### 3.2 SCADA 용 COMPUTER 설비

- CPU (Central Processig Unit)의 기능
  - ◆ Floating Point Processor
  - ◆ System Clock, Real Time
  - ◆ 전원 복구시 Auto Restart (Auto Boottrap 기능)
- Computer
  - ◆ 32 Bit process 이상
  - ◆ Main memory : 128MB 이상으로 512MB 이상 확장 가능하다.



- System Console

- ◆ VDU 와 Keyboard 로 구성하며, 본 Console 에서 System Software 입출력 및 System 유지 관리를 할 수 있다.
- ◆ 19" 이상의 고해상도 (1024h x 1248w Pixels 이상)의 평면형 Color Monitor 로 Hard Copier 가 연결되게 되어있다
- ◆ 내부 Memory 와 보조 기억 장치가 내장 된다.
- ◆ 4개 이상의 Multi Window 기능이 있어야 하며 모든 Display Response Time 은 3 초 이내로 한다.

3.2.1 SCADA 시스템 설비

3.2.1.1 운전자 취급자탁(OPERATION CONSOLE)

운전취급자 Console 은 2대의 Color VDU 와 1대의 공용 Keyboard, Mouse 또는 Touch Screen 과 같은 Cursor Positioning 장치로 이중계로 구성하여 변전실 선택, 제어 선택, 실행 또는 취소 등으로 SCADA System 계통을 제어하며 어느 Console 에서나 전 구간의 SCADA System 계통 제어가 가능하게 된다.

3.2.1.2 표시판

MOSAIC 방식으로 LED 를 사용하여 최소한 다음 상태를 표시 한다.

- 전 구간 전력 계통도 (수.변전실, Tie Post, 역사 전기실 및 차량기지 포함)
- 전력기기 상태 표시 (ON, OFF, OPEN, CLOSE)
- 가선 구간내의 열차 유무(운전자가 필요시 조작에 의한다)
- 기타 구매자 요구시 필요한 사항

표시판의 크기, 형상, 색상, 표시 방식 등의 자세한 사항을 계약후 승인 단계에서 제작 승인 한다.



### 3.2.1.3 Center 와 RTU 간 정보전송

Font End Processor 장치와 RTU 장치로 구성 하며, 전송 매체는 통신 CABLE 을 사용하고, 통신 방법은 LOOP 방식이며 전송 속도는 9,600 bps 이상이어야 한다. 중앙 제어실 내의 SCADA 장치간 전송 방식은 2 중계 Local Area Network (LAN)을 구성된다.

### 3.2.1.4 전원장치

다음과 같은 전원 장치를 공급 하여야 모든 H/W는 이 전원 장치에 적합 하도록 제작, 설계된다.

- UPS 방식으로 한다 (Alkali battery 내장형)
- 정전후 30 분 동안 System 을 가동시킬 수 있다.
- 출력은 AC 110V 60HZ 로 한다 (입력 : AC 3 상 380V 60Hz)

### 3.2.1.5 현장 제어 기기

수.변전실 및 각 역사에는 Remote Terminal Unit (RTU)를 설치 한다. RTU는 향후 제어 및 표시 Point 수의 증가를 고려한 10%의 예비 용량을 갖도록 한다. RTU는 구매자가 공급하는 DC 100V 전원에 적합하도록 설계, 제작 된다.

- 전원 설비측으로부터 과도전압 및 Noise 에 대한 보호 기능이 있는 Surge protector 및 Noise Protector 를 보유하고 있다.
- RTU는 2 중계 통신 Port 를 가지고 통신 선로와 각각 연결되어야 하고, 비록 1개의 통신 선로 장애가 있어도 RTU는 정상으로 동작된다.
- RTU 출력은 Digital 신호로 전송되어 DSU (Digital Service Unit)로 공급된다.
- RTU는 판단과 제어 기능이 있는 CPU 를 가지고 있도록 한다.
- System에서 새로운 Points 에 대한 정의는 RTU로 Parameter 의 자동적인 Down-Line Loading 이 되어야 하며, 물리적인 Wiring 이외에는 어떠한 Local 작업이 필요 없어야 한다.



### 3.3 SCADA 시스템 소프트웨어

#### 3.3.1 BASIC S/W

표준 Operating System, Compiler, Debugging Tool, H/W 및 S/W 보수용 자기 진단 Program, 통신 Program 등의 Utility를 H/W 제작자의 표준 제품으로 공급함을 원칙으로 한다.

특히 Operating System에는 Multi-User, Multi-Tasking Function이 있도록 한다. 새로운 적용을 위하여 On-Line 상태에서 Editing, Compiling, Assembling 등을 수행 할 수 있도록 하며, 설치 완료후 System Generation이 가능하도록 한다. 전력 계통을 system이 가지고 있는 최대 크기까지 확장하기 위하여 Data Point, RTU 등을 추가 할 때 어떠한 Program도 다시 compile 하거나 System 생성을 할 필요가 없도록 한다. 이것은 단순한 과정을 통하여 Data base 수정에 의하여 전적으로 이루어지도록 한다.

#### 3.3.2 APPLICATION S/W

- SCADA 시스템의 Application S/W 작성 언어로는 Assembly 혹은 기계어를 사용하지 않으며 High Level Language로 향후기능의 추가와 변경이 용이 하며, Multi-Window 기능이 공급되도록 한다.
- 3 단계 이내의 조작으로 모든 제어, 감시를 위한 운전자 작업이 이루어지도록 한다.
- 2 중화된 컴퓨터 시스템, Front End 컴퓨터, 주변장치, RTU 간 교신을 감시하고 제어하는 Supervisory S/W는 그래픽화면과 사용자 편의 언어를 포함하는 올바른 MMI를 가진 시스템의 일부로서 구축되도록 한다. 주 컴퓨터, Front End 컴퓨터, 주변장치와 Communication Link와의 절환은 완전 자동이어야 하고 신속한 방법으로 이루어지도록 한다.
- 운전자를 감시할 수 있는 기능 즉, 운전자간 서신 전달기능, 운전 권한 검색 기능 및 제어 기록 기능 등이 포함 되도록 한다.



### 3.3.3 APPLICATION S/W 의 기능

#### 3.3.3.1 원격제어 기능

- 운전자 화면 장치에서 운전자에 의한 원격 제어 기능
- 사용자가 기 정의한 동작 순서에 따라서 단일 혹은 다수의 원격 제어 기능  
한번 기동되면 소프트웨어는 지정된 순서에 따라서 정의된 동작을 자동적으로 수행한다. 이 시퀀스는 “IF BREAKER A = OPEN THEN CONTINUE OTHERWISE STOP” 과 같은 논리적 시험을 포함 할수 있다. 이것은 자동재폐(AUTO Reclosing), 지정된 부분의 자동 재구성(Reconfiguration)등을 위하여 사용되어야 한다. 제어를 하는데 있어서 동작을 수행하기 전에 최소한 다음 사항에 대한 시험이 이루어지도록 한다.
  - ◆ 제어 대상이 시스템의 어느 다른 부분으로 부터 선택되지 않는지의 여부
  - ◆ 제어 대상이 제어 가능 상태로 SET 되는지의 여부
  - ◆ 운전권한을 가진 운전자 임을 확인하고 RTU가 동작 상태에 있는지의 여부제어에 대한 동작 수행은 “check-back-before-execution”기능을 포함하는 2 단계 과정을 통하여 이루어지도록 한다. 이 기능으로서 RTU 내에서의 물리적인 선택이 중앙제어 시스템에서 확인된다. 이때 표시변화에 응답하는 Time-out 감시 기능이 포함되도록 한다.  
이것 외에도 인터록킹 기능, 숨겨진 시퀀스나 원하지 않는 논리적 결합을 정의 할수 있는 가능성을 가지고 있도록 한다.  
시퀀스 제어는 수동으로 timer 에 의해서 시작되든지 event(표시변화 혹은 측정치 한계)에 의해서 시작 되도록 한다.

#### 3.3.3.2 감시

- 변전소 또는 전기실의 상태(제어 기기 상태, 고장등)
- 대형 표시판의 전력 공급 계통
- 제어 기기 상태 변화



- 고장표시
- 계산표시 : 수집된 값 혹은 다른 계산표시, 혹은 측정값을 입력으로서 사용하여 하나의 결과로서 표시하는 논리적 계산
- 계산 값 : 수집된 값 혹은 다른 계산표시, 혹은 측정값을 입력으로서 사용하여 하나의 결과로 표시하는 산술적인 계산, 피상전력 및 전류는 유효전력, 무효전력과 전압치 뿐만 아니라 사용자가 정의 할수 있는 가감법에 의하여 주기적으로 계산되도록 한다. 수집되고 계산된 모든 point는 관련된 quality flag를 가져야 한다. 최소한 다음의 flag가 포함 되도록 한다.
  - ◆ 무효정보
  - ◆ 수동갱신
  - ◆ 경보
  - ◆ scan 불능
  - ◆ event 처리 blocking
  - ◆ 원격제어 blocking

### 3.3.3.3 데이터 기록

- 사고기록(임의 운전, 경보, 고장)
- 일일 보고서 : 수평방향으로 연속적인 Time point를 가진 정적 Data가 표시되고, 수직방향으로 선택된 대상이 표시되는 표 형태이도록 한다. 이 보고서는 최대, 최소, 합, 평균치와 같은 계산값을 포함하도록 한다. 모든 time target data는 quality flag를 포함하도록 한다. 이것은 전력소모 및 최대 DC 전류와 같은 값을 위하여 사용되도록 한다.
- 운전자 요구에 의한 기록 : 데이터 기록은 사용자가 정의한 분류기준을 수행하는 모든 대상을 보여주는 데이터 베이스로 부터 발췌한 것으로 한다.
- 임의운전과 고장에 대한 요약 : 이러한 데이터의 어느 것이라도 VDU 상이나 프린트에 나타낼수 있도록 표시 가능 하도록 한다. 프린트 출력은 Blocking 기능을 포함하며 타이머에 의하여 작동되도록 한다.



#### 3.3.3.4 원격계측

- 다음과 같은 원격계측 기능을 갖추도록 한다.
- RTU 상에서 연속적이고 주기적인 Scanning(1/초) 기능
- RTU data base 에의 데이터 저장기능 : 이 데이터 저장 기능은 교신선상에 비정 보성 DATA 의 부하를 감소 시키기 위하여 중앙제어 시스템에 전송하는 데이터에 대한 Deadband 감시기능을 포함하도록 한다.
- 주기적인 원격계측
- 전력량

#### 3.3.3.5 시뮬레이션 기능

본 시스템은 운전자들을 교육시키기 위하여 그리고 새롭게 수행된 데이터들이 운전 에 적용되기 전에 시험을 하기 위하여 모의 운전 기능을 가지고 있도록 한다. 이 기능은 어떠한 경우에도 실제 운전 에 지장을 주어서는 않된다. 시뮬레이션은 제어 변전소에 있는 RTU 와 무관하게 수행할 수 있도록 한다. 이 시뮬레이션 계통은 SCADA 시스템 계통운전과 아무런 간섭없이 운전자 훈련용으로 사용 할 수 있도록 한다.

#### 3.3.3.6 소프트웨어 개선 및 유지기능

새로운 소프트웨어 개발 및 그에 대한 유지관리를 위하여 필요한 소프트웨어 도구를 가지고 있도록 한다.

#### 3.3.3.7 사용자 인터페이스

가) VDU

VDU 는 VDU 제어반에 있는 선택 스위치를 눌러서 VDU 그림을 표시 할수 있도록 한



다. 그리고 마우스나 터치 스크린에 의해서 Objective 메뉴도 선택할수 있도록 한다.

운전자 인터페이스는 OSF Motif 표준에 따라며 Panning, Zooming, decluttering 과 같은 Full Graphic system 의 기능을 포함하도록 한다.

최소한 다음과 같은 그림들이 준비되도록 한다.

- 각 제어 변전소의 단선 계통도
- 각 제어 변전소의 메뉴표
- 월간 고장 통계표
- 고장 및 사고표시 다이어그램
- 원격계측 표시 다이어그램
- 각 원격 계측량 Bar Diagram
- Trend Curve
- 제어 대상 정보 화면

제어시스템의 올바른 운전을 위하여 여타 다른 그림이 요구 된다면 입찰자는 이러한 것을 입찰서에 명시한후 공급범위에 포함 시킨다.

나) 운전자용 화면장치(OPERATOR CONSOLE).

- VDU Picture display
- 고장 발생 표시
- 경보 정지
- 현시등 정지
- 데이터 입력
- 제어 기기 상태 표시
- 제어 기기 명령, 수행 및 취소

다) Logging Printer

On line logging printer 는 최소한 다음과 같은 정보를 프린터 한다.





- 고장 발생 시각 및 시간, 제어 기기명
- 고장종류
- 운전상태
- 원격계측
- 기타

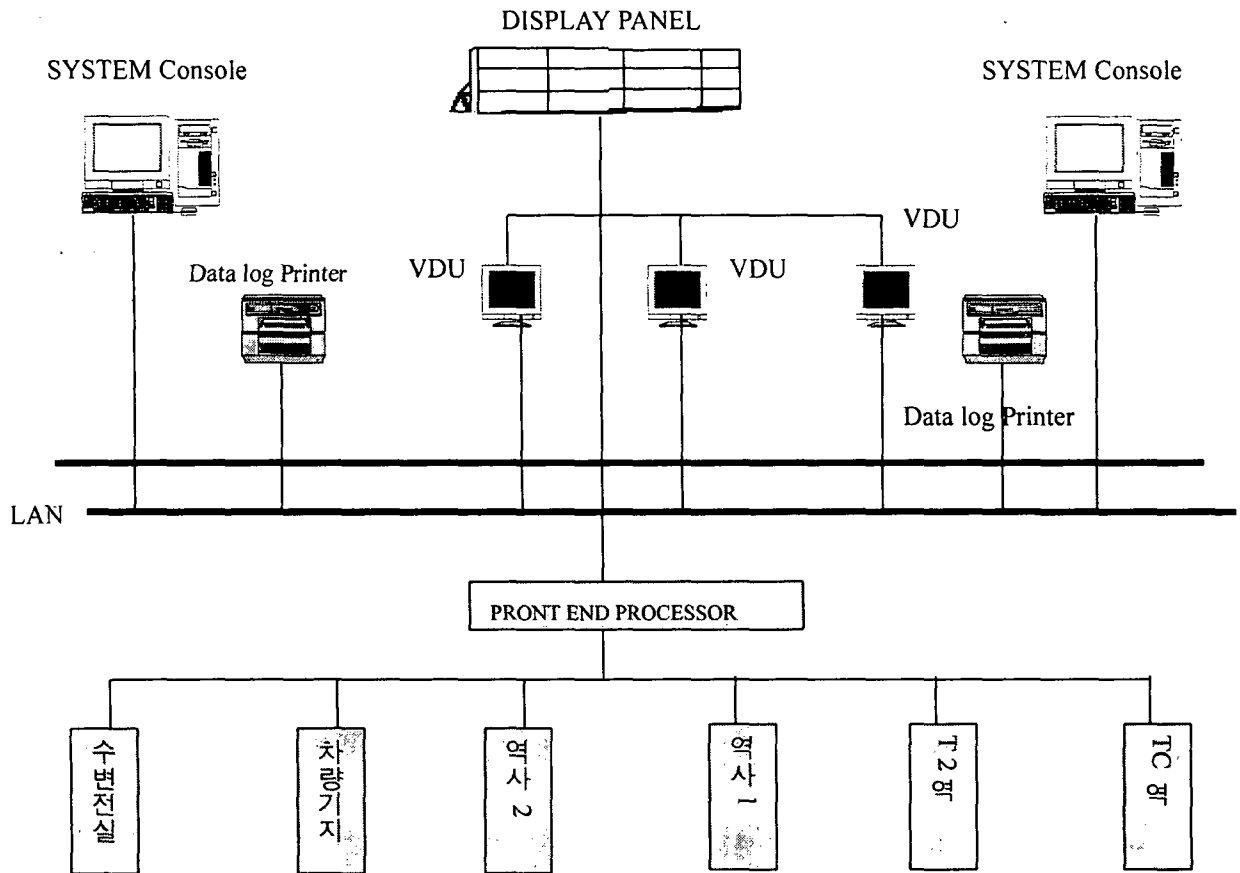


그림 3-3. 전력감시·제어설비의 구성도



## 4. 가선

### 4.1 가선방식

가선방식은 단선사고의 염려가 없고 자기부상열차의 집전특성을 고려하여 궤도의 양측면에 각각 1Line 을 설치한다.

### 4.2 가선설비

가선의 구조는 다음과 같다.

- 지지는 절연애자를 이용한다.
- POWER RAIL 은 1,000 mm<sup>2</sup> 알루미늄재에 SUS 2T PLATE 를 성형하여 양날개에 붙이고 200 mm 간격으로 편칭 고정한다.
- POWER RAIL COVER 는 절연과 내열성이 양호 하도록 수지(ABS)3T 로 제작한다.
- JOINT KEEPER 는 BRASS 의 재질로 통전이 잘되도록 하여 전압 강하를 억제하고 RAIL 연결이 튼튼하게 제작한다.

가선의 설치표준은 다음과 같다.

- 가선 위치 : 궤도의 상면에서 아래로 796 mm
- 지지점 간격 : 1000 ~ 1500 mm
- 편 위 : ±2 mm 이내
- 구 배 : 6 %



## 5. 송배전설비

### 5.1 송전설비(수전선로)

신공항 전원설비의 계통에서 PMS 부하에 상당하는 용량을 공급하기 위한 수전선로를 시설하며, 수전선로는 전용관로를 포함한다.

### 5.2 배전설비

역사에 전원을 공급하기 위한 배전선로는 선로변의 Cable Tray 에 수용하고 주요사항은 다음과 같다.

- 저압배전선로는 3 $\phi$ 3W 380V 60 Hz의 전등/전열간선 및 동력간선의 2 회선으로 하여 수.변전실로부터 인출한다.
- 배전선로의 구성은 표 3-3 과 같다.

표 3-3. 배전선로 구성

구 분	전선종별	지지방법
본 선	600V CV Cable	Cable Tray 포설
차량기지	600V CV Cable	Cable Tray 포설

- 수.변전실에 비상용 UPS 를 설치하여 비상용 전등을 1 시간 점등이 가능한 용량으로한다.
- 수.변전실의 배전반은 중앙제어실로부터 원격감시제어를 한다.



## 6. 역사 전기설비

### 6.1 전원공급 방식

역사의 조명 및 동력(환기, 엘리베이터)의 부하 용량이 10 kW 정도로 차량기지에 배전실을 두어 조명(1Φ 220V) 및 동력(3Φ 380V)에 공급한다. 통신, 신호 등의 분야에서 전원을 요구할 경우 저압 배전을 원칙으로 한다.

### 6.2 급전설비

차량기지의 수.변전실로부터 전등/전열과 동력 각 1 회선의 저압(3Φ 4W, 380V 60 Hz) 간선에서 역사용 전원을 인출하며 소요전력은 역사당 전등/전열 7 kW, 동력 10 kW로 한다.

### 6.3 부하설비

#### 6.3.1 조명설비

- 조명기구

조명기구 설치 기준은 건축 마감 재질을 감안하여 정거장내 조도기준, 조명을, 보수율 등을 고려한다. 형광등 기구는 에너지 절약 측면을 고려하여 광색이 좋고 열반사가 적으며 효율이 좋고 수명이 긴 슬림형 3 파장 형광등을 사용하며, 고효율 절전형(EM, NT)으로 래피드 스타트 안정기식을 사용한다.

- 비상조명설비

건축법, 소방법 등의 관계법에 맞는 설비를 하며, 조도 기준은 대합실 30 LUX, 기타 개소는 5 LUX 로 한다. 비상조명 전원은 차량기지의 변전실에 설치된 UPS 에서 공급한다.

- 조도 기준은 표 3-4 와 같다.

표 3-4. 정거장 조도 기준( 단위 : LUX)

위 치	A 급정거장	B 급정거장	C 급정거장	기준높이	비 고
통로 및 대합실	300	300	300	바 닥	
승 강 장	250	250	250	바 닥	
비 상 등	30			바 닥	



- 궤도조명

열차를 안전하게 운행하기 위하여 궤도는 항상 완전하여야 한다.

따라서 면밀한 순회 검사와 정밀한 보수 작업을 필요로 한다. 그러나, 열차운행 시격이 짧으므로 선로내 작업은 야간에 행하게 되며 순회 검사 및 보수작업시 기준 조도를 10 LUX 내외로 하며 형광등을 사용한다.

### 6.3.2 전열설비

- 콘센트 회로는 전등 회로와 분리 시키며, 회로의 전선은 최소 IV 3.5 mm<sup>2</sup>와 접지 용은 IV 2 mm<sup>2</sup>를 사용한다.
- 콘센트는 150(VA/개)로 1 회로의 정격이 15A 를 넘지 않도록 한다.
- 승강장에는 콘센트를 2 개씩 설치하며, 통신 설비에 필요한 콘센트는 통신분야 와 협의하여 반영토록 한다.

### 6.3.3 통신 및 신호 전원

신호기기설비와 운전설비가 요구하는 신호 전원은 수.변전실에서 공급하며, 신호전원에 정전이 생기는 경우 열차 운행이 불가능하게 되므로 이를 방지하기 위하여 전원선로를 이중계로 구성하여 안전한 전원을 확보토록 하며, 통신전원도 이상이 발생할 경우 안전계통으로 절체가 가능토록 한다.

### 6.3.4 환기 및 공조설비의 전원

환기 설비 및 공조설비의 전원은 3ϕ 3W 380V 60 Hz를 공급한다. 환기 및 공조설비는 직접적으로 열차의 운행에는 영향을 미치지 않으나 이중계로 구성된 저압배전 계통에서 공급한다.

## 제 4 장 신호 시스템



## 목 차

1.	개 요	4-1- 1
1.1.	시스템 구성	4-1- 1
1.1.1.	종합운행 제어장치(TTC)	4-1- 1
1.1.2.	지상 신호 설비	4-1- 1
1.1.3.	차상 신호 설비	4-1- 3
1.2.	신호 계획	4-1- 4
2.	종합 운행 제어장치(TTC)	4-2- 1
2.1.	구성 및 기능	4-2- 1
2.1.1.	TCC(Total Control Computer)	4-2- 1
2.1.2.	MSC(Management Support Computer)	4-2- 1
2.1.3.	Console Control System	4-2- 1
2.1.4.	TSMP 시스템	4-2- 2
2.1.5.	TNM 시스템	4-2- 3
2.1.6.	FEP	4-2- 3
2.1.7.	LAN 시스템	4-2- 3
2.2.	시스템 사양	4-2- 3
2.2.1.	TCC 시스템	4-2- 3
2.2.2.	MSC 시스템	4-2- 5
2.2.3.	Console System	4-2- 6
2.2.4.	TSMP 시스템	4-2-11
2.2.5.	FEP 시스템	4-2-13
2.2.6.	LAN 시스템	4-2-14





2.3.	소프트웨어	4-2-14
2.3.1.	TCC 소프트웨어	4-2-14
2.3.2.	TCC 프로세서	4-2-16
2.3.3.	MSC 소프트웨어	4-2-18
2.3.4.	MSC 프로세서	4-2-19
3.	지상 설비	4-3- 1
3.1.	ATP/TD	4-3- 2
3.1.1.	구 성	4-3- 3
3.1.2.	기 능	4-3- 3
3.2.	전자 연동 장치	4-3- 5
3.2.1.	구 성	4-3- 6
3.2.2.	기 능	4-3- 7
3.3.	위치 보정용 지상 코일 및 ATO 승강장 송/수신기	4-3-10
3.3.1.	구 성	4-3-11
3.3.2.	기 능	4-3-13
3.4.	지상 TWC 장치	4-3-17
3.4.1.	구 성	4-3-18
3.4.2.	기 능	4-3-18
3.5.	전원 장치(RU, Rectifier Unit)	4-3-19
4.	차상설비	4-4- 1
4.1.	개 요	4-4- 1
4.2.	운전 방식	4-4- 1
4.2.1.	무인 운전 모드	4-4- 1
4.2.2.	자동 운전 모드	4-4- 3
4.2.3.	ATC 수동 운전 모드	4-4- 5



4.2.4.	기지 운전 모드	-----	4-4- 6
4.2.5.	비상 운전 모드	-----	4-4- 7
4.2.6.	후진 운행	-----	4-4- 7
4.3.	ATC 시스템의 구성 및 기능	-----	4-4- 8
4.3.1.	ATP 장치	-----	4-4- 8
4.3.2.	ATO 장치	-----	4-4-14
4.3.3.	TWC 장치	-----	4-4-17
4.3.4.	열차 위치 검출용 보조 장치	-----	4-4-19
4.3.5.	열차 속도/위치 검지 장치(TSPD)	-----	4-4-20
4.3.6.	ADU(Asspect Display Unit)	-----	4-4-20
4.3.7.	ATO 안테나	-----	4-4-25
4.3.8.	TWC 안테나	-----	4-4-26
4.3.9.	GPS 안테나	-----	4-4-26
4.3.10.	BAU(Brake Assurance Unit)	-----	4-4-26
4.3.11.	Mode S/W	-----	4-4-27



## 1. 개요

본 장은 인천 신공항 PMS 노선에 적용 코자 하는 자기부상열차 신호시스템의 구성과 기능에 대하여 정의한다.

최신 열차 신호 시스템은 마이크로 프로세서의 발달과 vital 및 fail-safe 논리의 확립으로 자동운전을 지향하고 있고, 최근에는 운전자 없이 무인운전이 가능한 시스템을 채택하고 있다. 이런 관점에서 PMS 노선의 자기부상열차는 완전 자동운전을 채택하여 승객의 안전성을 확보하며, 운영비를 절감하는 효과를 기대할 수 있다. 또한 Hardware/Software의 이중계 구성 및 이중화로 안전성을 높임으로써 이상적인 운영을 기대할 수 있다.

### 1.1 시스템 구성

신호시스템은 그림 4-1 과 같이 크게 3가지 장치로 구성된다.

#### 1.1.1 종합 운행 제어장치(TTC, Total Traffic Control)

종합 운행 제어장치는 전체 신호 제어 시스템에 대한 감시와 효율적인 운영 관리, 필요시 운영자의 개입 등이 가능한 종합적인 제어 설비이다. 지상 및 차상 신호 제어 시스템의 안전 보장 논리를 바탕으로 운영자에 대한 종합적인 인터페이스를 담당하는 설비이다.

#### 1.1.2 지상 신호 설비(Wayside Equipment)

지상 신호 설비는 TTC를 통한 일련의 제어 명령을 안전 보장 논리(fail-safe)에 의해 실제 제어 명령을 구현하는 설비이다. 차상 신호 제어 설비와의 긴밀한 인터페이스를 통해, 차량의 효율적인 운행 및 직접적인 제어를 담당하는 설비이다.

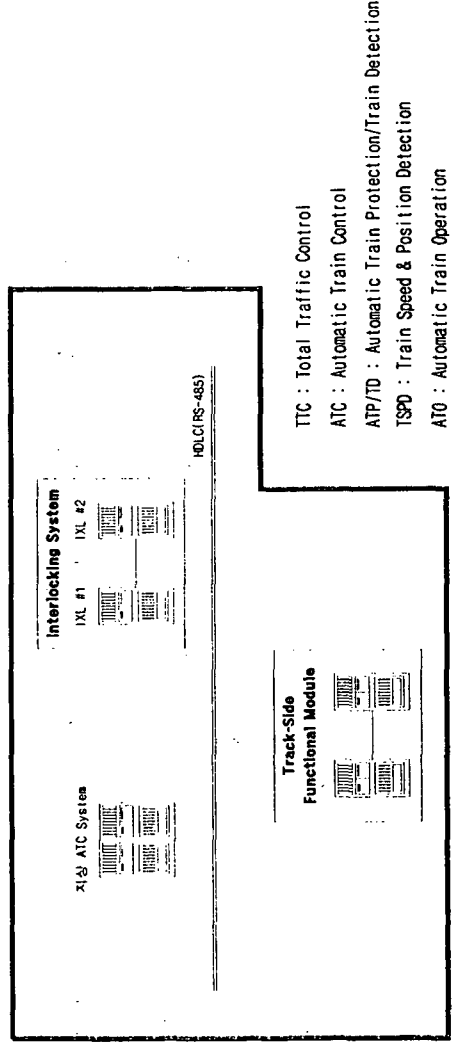
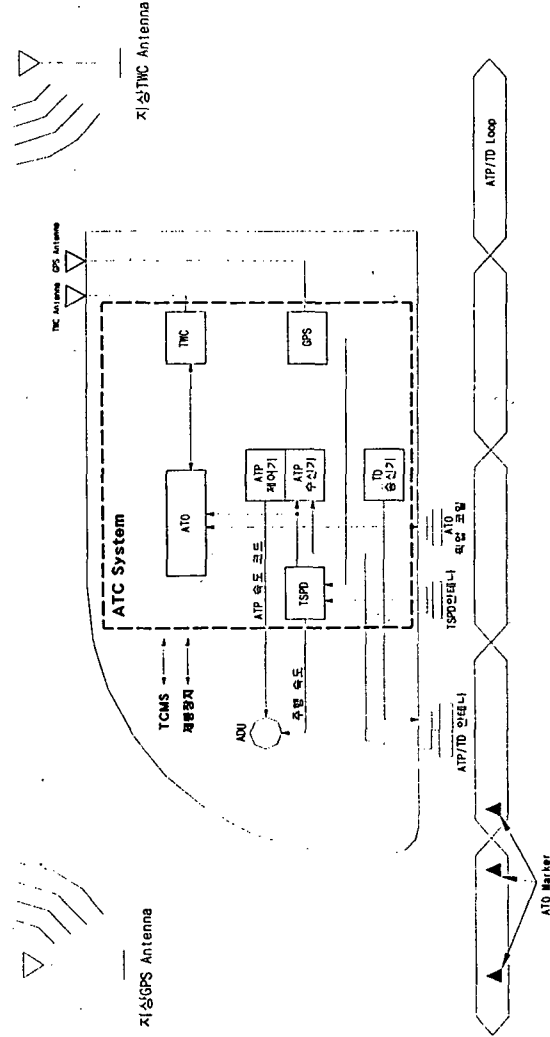
지상시스템은 전자연동장치와 지상 ATC 장치로 구성된다.



# CARBONE

# WAY-SIDE

# TTC



- TTC : Total Traffic Control
- ATC : Automatic Train Control
- ATP/TD : Automatic Train Protection/Train Detection
- TSPD : Train Speed & Position Detection
- ATO : Automatic Train Operation
- TMC : Train to Wayside Communication
- GPS : Global Positioning System

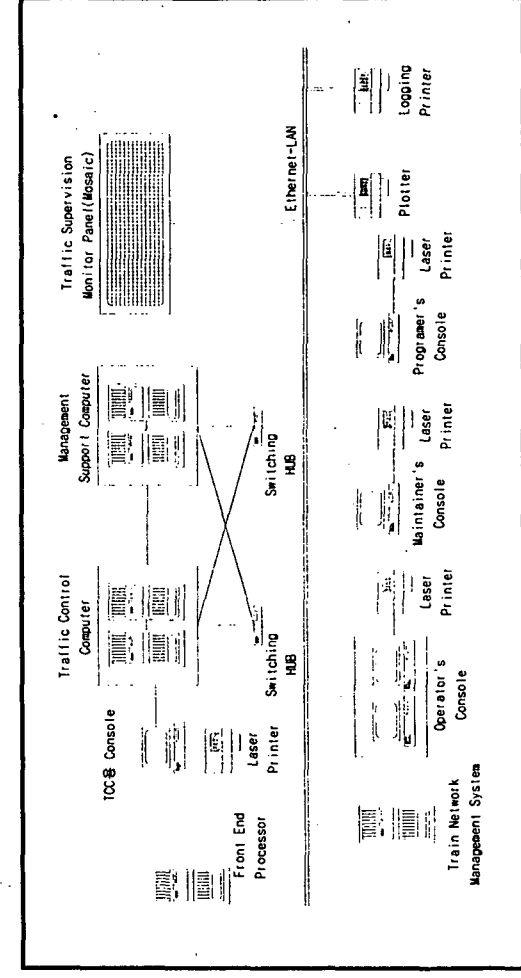


그림 4-1. 신호시스템 구성도



◆ 전자 연동 장치(Interlocking System)

전자 연동 장치는 지상 신호 설비의 fail-safe 제어 기능을 구현하는 핵심 장비로서, TTC와의 인터페이스에 따라, 수신된 정보에 따라 열차 위치 검출 장치에서 수신된 위치 및 궤도 점유 정보를 기준으로 열차의 운행을 직접적으로 제어하는 설비이다.

◆ 지상 ATC 장치

지상 ATC 장치는 차상 ATC와의 연계를 담당하며, TTC의 명령을 차상으로 전달해 주는 기능을 가지고 있다.

### 1.1.3 차상 신호 설비(Carborne Equipment)

차상 신호 설비는 TTC 및 지상 신호 설비의 제어 명령을 직접적으로 차량에 전달하는 설비로서 안전 제어에 대한 최종 확인 기능 및 구현을 담당하는 설비이다. 지상 설비를 통한 각종 제어 명령을 수신하여 차량을 제어하며, 차량 및 차상 신호 설비의 각종 상태 정보를 지상으로 전달하여 운영자의 감시가 가능하도록 해준다.

#### 1.1.3.1 자동 열차 제어 시스템 (ATC, Automatic Train Control)

ATC 시스템은, ATP(Automatic Train Protection), ATO(Automatic Train Operation) 및 TWC(Train to Wayside Communication)의 3가지 하위 시스템으로 구성된다.

◆ 자동 열차 보호 시스템(ATP, Automatic Train Protection)

자동 열차 보호 시스템은, 장비의 결함 혹은 기관사가 지상 폐색 설계에 따른 제한 속도 한계를 준수하지 못했을 경우 등 불안정한 상태에서 열차를 보호하는 기능을 수행한다. 차상 ATP 시스템은 열차의 현재 속도를 지상에서 수신된 속도 코드와 비교하여, 허용된 속도 한계보다 주행 속도가 높을 경우에는 저속 상태가 될 때까지 추진 명령의 차단 및 제동력의 인가 상태가 유지되도록 하여 열차의 안전성을 보장해 준다.



◆ 자동 열차 운행 시스템(ATO, Automatic Train Operation)

자동 열차 운행 시스템은, 일반적으로 운전사의 운행을 대신하여 기능들을 수행하는 시스템이다. 이러한 기능에는, 열차의 주행 속도에 대한 유연한 출발 및 가속 제어, 목표 속도에 대한 정속 주행 및 승강장 내 정차 지점에서의 정밀 정위치 정차등이 포함된다.

◆ 차상-지상간 통신 시스템(TWC, Train to Wayside Communication)

차상-지상간 통신 시스템은, 열차와 지상간의 양방향 통신 링크로서 자동 열차 주행 진로 확인, 정차 시분 제어, 차량 속도 조절 및 차량 상태 등의 정보를 송/수신하는데 사용된다.

## 1.2 신호 계획

인천 신공항 PMS 노선 신호시스템의 ATP 궤도 회로, 분기기 구성 등의 전체 계획을 나타내었다.(그림 4-2)



# DEPOT

LABEL	DESCRIPTION
+	ATP Circuit Boundary
⊙	End Of Track
⊕	상위차 장치점
○-	신호기
▲	ATO 승강장 푸프요일

TTC	Total Traffic Control
ATC	Automatic Train Control
ATP	Automatic Train Protection
TWC	Train to Wayside Communication
GPS	Global Positioning System

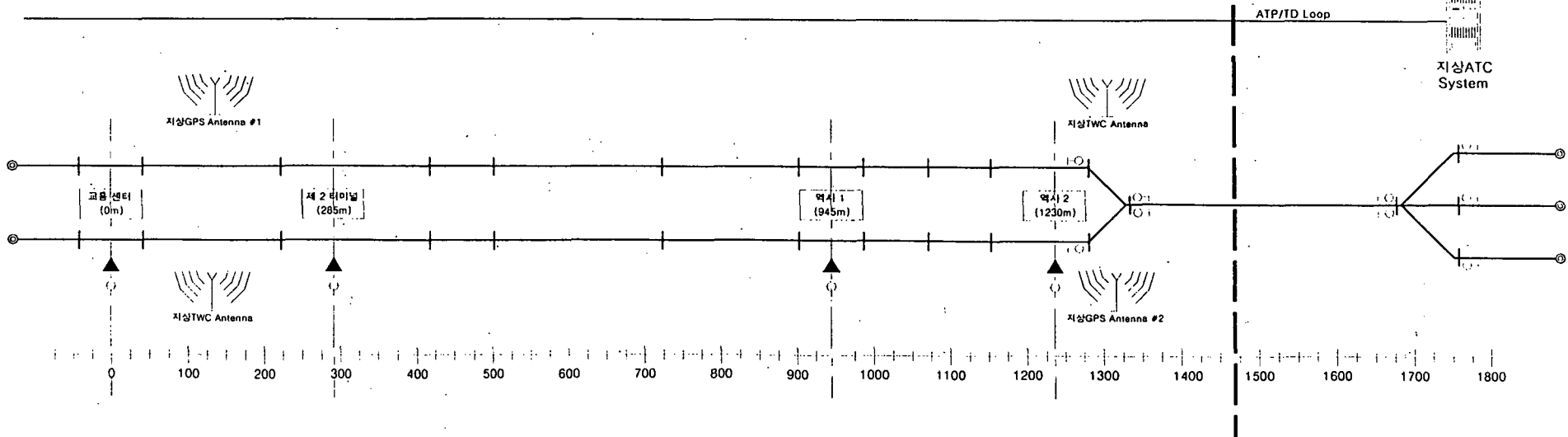
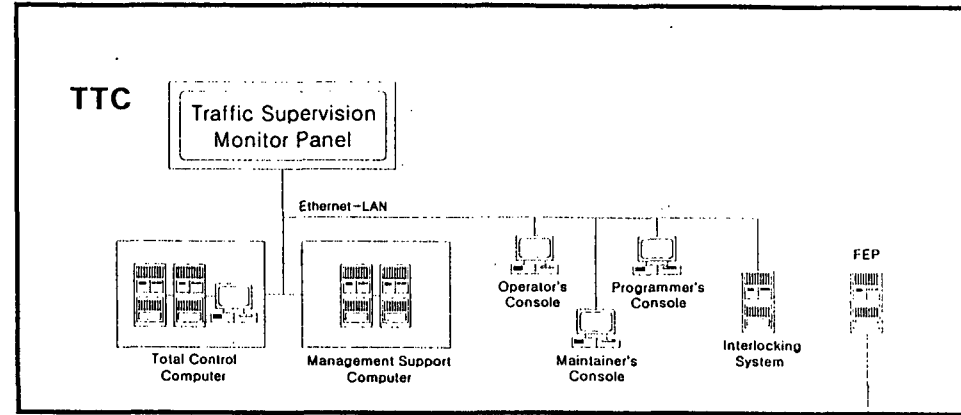


그림 4-2. 신호 계획



## 2. 종합 운행 제어장치(TTC)

종합 운행 제어장치(TTC, Total Traffic Control)는 열차의 자동 및 무인 운전을 완벽하게 지원하기 위하여 정보처리 기능들을 분산해서 처리하고, 주요 설비들은 하드웨어적으로나 소프트웨어적으로 이중계 또는 이중화 처리가 가능하도록 구성한다.

TTC는 다음과 같은 Sub-System으로 구상되어 기능적인 분산처리가 이루어지며, 이들 Sub-System 간의 유기적인 결합에 의해 TTC의 최종적인 기능인 진로 제어, 열차 번호 제어, Line Supervision 및 시스템 감시, 열차 운영 및 조정, 열차 운행관련 통계 처리 및 자료 보관과 같은 기능들이 구현된다.

### 2.1 구성 및 기능

#### 2.1.1 TCC(Total Control Computer)

중앙 제어실에 설치되며, 신뢰성을 높이기 위해 하드웨어는 이중화(Dual) 구조의 FT(Fault Tolerant) 시스템으로 구성하고, 소프트웨어도 각종 응용 프로그램을 이중화하여 종합적인 정보처리가 항상 가능하도록 구성한다. TCC는 열차 운행 및 현장 신호설비의 감시 및 직접적인 제어와 관련된 종합적인 Traffic 제어 기능을 수행한다.

#### 2.1.2 MSC(Management Support Computer)

중앙 제어실에 설치되며, 열차의 기본계획 관리, 운전실적 관리, 열차 주행 시뮬레이션, 현장 및 조작 기록의 재현 등 주로 열차 운행 관리 기능을 수행한다.

#### 2.1.3 Console Control System





Operator Console, Maintainer Console, Programmer Console; TCC 용 시스템 Console로 구성된다. 각 Console은 시스템 안정성을 위해 고기능의 산업용 Workstation과 Console Terminal을 사용한다.

#### Operation Console

중앙 제어실에 설치되어 Operator에 의해 사용되며, 선로 구간에 대한 직접적인 현장 제어기능을 수행하여 열차 운행이 항상 가능하도록 2중계로 구성한다.

#### Maintainer Console

중앙 제어실에 설치되어 Maintainer에 의해 사용되며, TTC 설비 및 현장 신호설비의 동작상태 및 경보감시 등의 기능을 수행한다.

#### Programmer Console

신호 기계실에 설치되어 Maintainer 및 시스템 관리자에 의해 사용되며, 열차 운전 실적 관리, 열차 운행계획 준비 및 조정, 운전이력 관리, 현장정보 및 조작기록의 재현, 프로그램 수정 및 보완 등의 기능을 수행한다.

#### TCC 용 시스템 Console

신호 기계실에 설치되어 TCC의 유지보수 및 시스템 상황의 실시간 표시를 위해 사용되며, Maintainer 및 시스템 관리자에 원활한 업무 지원 기능을 수행한다.

### 2.1.4 TSMP(Traffic Supervision Monitor Panel) 시스템

중앙 제어실에 설치되며, 중앙 제어 구간의 역 신호 설비 및 열차의 운행 상황을 종합적으로 표시하여 주고, TCC와 MSC 장애 시 또는 Operator의 필요에 의해 푸시 버튼에 의한 수동 진로 제어도 가능하다. 정상적인 상태에서의 표시 정보들은 TCC에 의해 구동되며, TCC 장애시나 Maintainer 및 시스템 관리자의 필요에 따라 MSC에 의해 구동될 수 있다.



### 2.1.5 TNM(Train Network Management) 시스템

중앙 제어실에 설치되며, TTC내의 각 구성 요소들을 관리할 수 있는 네트워크 관리 시스템으로써 주기능은 네트워크 장애를 신속히 탐지하고 네트워크의 Traffic 량을 측정함으로써 병목지점을 조기에 파악하여 운용자가 상황에 대처 할 수 있도록 한다.

### 2.1.6 FEP(Front End Processor)

FEP는 지상의 신호설비(ATC, Interlocking System, Track-Side Functional Module)와 TTC 간의 Serial Communication 통로를 제공하고, 이를 통하여 수집된 정보를 TTC의 TCC로 LAN을 통하여 고속으로 데이터를 송수신하는 기능을 수행한다.

이 장비는 TCC의 통신부하를 줄여주는 기능과 시스템의 확장성, 유지보수의 편리성, 단말의 부분적 Error를 극복할 수 있는 기능을 수행한다.

기능의 특성상 Redundancy 기능을 가져야 하며, Active Module의 Status 및 중요 데이터를 Back-up Module에서 동시에 보유하도록 하여, Active Module의 장애 시 통신 채널의 단절을 방지하도록 한다.

### 2.1.7 LAN(Local Area Network) 시스템

고신뢰성을 위해 이중계로 구성되어 한 개의 LAN에 장애가 발생하더라도 예비계가 상용계로 자동 절체 되어, 연속적으로 각 시스템 간의 데이터가 중단 없이 상호 교환되도록 한다.

## 2.2 시스템 사양

### 2.2.1 TCC(Traffic Control Computer) 시스템



TCC는 현장 열차운전 상황의 감시 및 제어, 경보 감시, 운전 모드 관리, 행선 안내 정보전송, AT0 정보처리 등 실질적인 Traffic 제어를 하는 중추적인 역할을 담당하기 때문에 신뢰성 있는 기능 제공을 위해 이중화되고 Fault Tolerant 가 가능한 컴퓨터 시스템인 Stratus Continuum 412/PA-7100 으로 구성 된다.

TCC 로 사용되는 Stratus Continuum 412/PA-7100 Fault Tolerant 시스템은 CPU 보드가 2 장 1 조의 이중화된 CPU, 즉 4 중화된 회로가 논리적으로 하나의 프로세서로 동작하므로 1 대의 CPU 에서 발생하는 이상에 의해 시스템이 영향을 받지 않으며, 입출력 장치, 전원장치, FAN 등 장애가 발생할 수 있는 구성 요소는 모두 다중화하여 Fault Tolerant 를 구현한다. 또한 데이터 처리 시 오류가 발생하지 않도록 하드웨어적으로 비교 논리, 자기진단 논리, 데이터를 저장하는 디스크를 이중화하여 디스크 드라이버나 디스크 제어 프로세스에 장애가 발생하여도 데이터 처리에 아무런 지장을 주지 않는 Disk Mirroring 기능을 갖고 있다.

Stratus Continuum 412/PA-7100 시스템은 완성된 Fault Tolerant Architecture, 하드웨어의 완전 이중화 구성, 소프트웨어에 의존하지 않는 내장애성, 자기 진단 기능과 장애 자동보고 기능, 가동 중 구성 변경과 증설 확장, 시스템의 고속 동작, FTX(Fault Tolerant Unix)와 산업계 표준인 HP-UX 운영체제(Operating System)의 선택과 같은 특성을 가지고 있으므로 TCC 시스템의 완벽한 연속 가용성을 충족시킨다.

Stratus Continuum 412/PA-7100 시스템에 사용되는 운영체제는 자체 OS 인 FTX(Fault Tolerant Unix)와 Hewlett Packard사의 OS 인 HP-UX 에 내장애성 등의 기능을 부가한 Stratus HP-UX 를 선택하여 사용할 수 있으나, 본 시스템을 위해서는 산업계 표준 OS 인 HP-UX 와 100% ABI(Application Binary Interface) 호환이 되는 Stratus HP-UX 를 사용한다. 이는 HP-UX 상에서 작동하는 모든 Application 를 다시 컴파일 할 필요 없이 사용할 수 있으며, HP-UX 용의 다양한 Application 을 이용할 수 있기 때문이다. 또한 HP-UX OS Core Kernel 의 파일 시스템 및 공유 메모리에 대한 변경 없이 최신의 업계 표준 PCI 를 지원하기 위해 HP-UX kernal 을 확장



하였기에 시스템을 재기동하는 일없이 언제든지 정상 동작으로 되돌릴 수 있는 연속 가용성도 갖추고 있다.

Stratus Continuum 412/PA-7100 시스템의 사양은 다음과 같다.

- ◆ model 412(Uni-PA7100, 96 Mhz)
- 2 Logic Suitcases with processors, 512KB Cache(duplex), 128MB Memory(duplex), fan & power, 1 Pedestal Base, 2 PCI interface cards, 2 SCSI interface cards
- ◆ 9GB, 3.4 inch, 7200RPM, SCSI DISK(pair)
- ◆ 15X CD-ROM drive
- ◆ DDS-3 4mm DAT Drive
- ◆ 10/100 Mbps Single port Ethernet PCI Adapter(pair)
- ◆ 8-port asynchronous PCI Adapter-ECA 232(pair)
- ◆ MirrorDisk/UX Tier
- ◆ Redundant Network Interface

## 2.2.2 MSC(Management Support Computer) 시스템

MSC는 운영 관리의 기능을 수행하는 서버로 주로 사용되나, TCC의 고장 혹은 Maintainer 및 시스템 관리자의 필요에 따라 현장에 대한 완전 수동 조작이 필요할 경우 TCC를 대신하여 Traffic 제어 기능을 수행하게 된다.

RDBMS(Relational DataBase Management System)에 의한 열차운전 계획 및 실적 데이터의 저장, 열차 주행 시뮬레이션, 시스템 운전 이력관리, 현장 정보 및 조작 기록의 재생 등 열차운행 관리의 목적으로 사용된다.

MSC에 사용되는 Hewlett Packard의 B-class 시스템은 64비트 PA-7300LC 프로세서를 내장한 막강한 기능을 보유하고 있으며, 운영체제로는 TCC와 동일한 OS인 HP-



UX 를 선택하여 TCC 상에서 작동하는 모든 Application 을 다시 컴파일 할 필요 없이 MSC 상에서도 사용이 가능하도록 한다. 이로 인해 TCC 의 Application Source File 및 Make file 을 MSC 상에서도 동일하게 관리할 수 있으므로 소프트웨어에 대한 유지보수와 TCC Back-up 기능 구축이 용이해 지므로, 유사시 TCC 의 Traffic 제어 기능을 MSC 가 대신 할 수 있게 하여 MSC 시스템의 효용성을 향상시킨다.

Hewlett Packard B180L 시스템의 사양은 다음과 같다.

- ◆ PA-7300LC Central Processor
- ◆ 180 MHz Clock frequency
- ◆ Primary Cache, Instruction Cache 64KB, Data Cache 64KB
- ◆ 64MB(Up to 768MB) Main Memory
- ◆ Networking: IEEE 802.3/Ethernet, 10/100 Mbits/sec, SCSI-II/Single-Ended 8 Bit
- ◆ 1 Parallel Interface, 2 Serial Interface
- ◆ 4.0 GB HDD
- ◆ 12X CD-ROM Drive
- ◆ 4.0 GB 4-mm DDS-2 Tape Drive
- ◆ 1.44 MB FDD

### 2.2.3 Console System

TTC 설비에 공급되는 Console 은 Operator's Console, Maintainer's Console, Programmer's Console 및 TTC 용 System Console 이 공급된다.

Operator's Console, Maintainer's Console 은 중앙 제어실에 설치되며, Programmer's Console 및 TTC 용 System Console 은 신호 기계실에 설치 되어 TTC 기능을 완벽하게 지원하게 된다.



### 2.2.3.1 Operator's Console

선로 구간에 대한 열차운행 관리를 담당하는 Console 로써, Operator 가 열차운전 신호제어에 직접 필요한 각종 제어(자동/수동) 및 열차운행 감시기능을 항상 수행할 수 있도록 2 중계로 구성한다. Workstation 은 상용계와 예비계로 구분하여 각각 1 대씩 이지만, 그 외 Data Logger(Logging Printer) 1 대, 키보드(Keyboard) 및 Pointing Device 각각 1 개씩은 상용계와 예비계에 모두 공유하여 사용할 수 있도록 구성한다.

Operator's Console 은 1Set 가 공급된다.

Operator's Console 은 역상태 표시, 열차 및 역 Schedule 표시, 열차 및 역 실제이력 표시, 조정된 열차 Schedule 표시, 열차번호 이동/삭제/삽입 표시, Dwell Time 제어, 진로 제어, 분기기 수동 전환, 승강장 Screen Door 제어, 운전모드 제어, keyboard Entry 및 각종 Message 등이 표시될 수 있다. 진로 및 일반적인 제어 기능은 Pointing Device 및 기능키 조작에 의해 수행될 수 있으며, 모든 메뉴 및 기능키는 운영자가 사용하기 쉽도록 고안되어 있다. Data Logger 는 각종 신호 제어 관련 기록과 보고서 등을 실시간 또는 Operator 가 원하는 시점에 출력하기 위해 사용된다.

Operator's Console 의 구성품중 산업용 Workstation 의 사양은 다음과 같다.

- ◆ Intel 440BX AGPset
- ◆ CPU : Intel Pentium II 350 Mhz
- ◆ MEMORY : 64MB SDRAM(Up to 512MB)-BX 용
- ◆ CACHE: 512KB Pipeline Burst SRAM
- ◆ BIOS: Award PnP Flash Bios
- ◆ DISK-ON-CHIP : Supporting Up to 144MB
- ◆ WATCH-DOG TIMER : 16 Segments
- ◆ 2 USB Port, 1 Parallel Port, 1×RS-232/422 Serial Port



- ◆ HDD : 6.4GB
- ◆ FDD : 3.5"
- ◆ KEYBOARD : 106 Key
- ◆ MOUSE : PS/2 Type
- ◆ CDROM : 32X
- ◆ MTBF : 100,000 Hours
- ◆ 19" /Rack Mount Chassis, Cooling Fan, 300 Watt SMPS, Shock-Resistant Disk Drive Bays
- ◆ EMI : FCC Class A

### 2.2.3.2 Maintainer's Console

선로 구간에 대한 역상태 감시 및 시스템 감시 기능을 담당하는 Console 로써, Maintainer 가 CRT(cathode-ray tube, 브라운관)를 통해 선로 구간 설비와 TTC 시스템의 동작 및 고장 상태 확인과 고장 조치에 관한 기능을 수행할 수 있으며, 산업용 Workstation 1대, Status CRT 및 L/S CRT 각각 1대와 Data Logger 1대, 키보드 및 Pointing Device 각각 1개가 공급된다. Status CRT 는 현장에 설치된 설비와 TTC 시스템의 실시간 동작상태 표시, 동작 운전이력, 장애 및 복귀 정보, 고장 관련 각종 Message 의 표시 및 확인, 경보 표시 등의 기능을 수행하고, L/S CRT 는 현장 역의 현재 상태를 표시하며, Data Logger 는 각종 고장 관련 기록 등을 실시간 또는 Maintainer 가 원하는 시점에 출력하기 위해 사용된다.

Maintainer's Console 의 구성품중 산업용 Workstation 의 사양은 다음과 같다.

- ◆ Intel 440BX AGPset
- ◆ CPU : Intel Pentium II 350 Mhz
- ◆ MEMORY : 64MB SDRAM(Up to 512MB)-BX 용
- ◆ CACHE: 512KB Pipeline Burst SRAM
- ◆ BIOS: Award PnP Flash Bios



- ◆ DISK-ON-CHIP : Supporting Up to 144MB
- ◆ WATCH-DOG TIMER : 16 Segments
- ◆ 2 USB Port, 1 Parallel Port, 1×RS-232/422 Serial Port
- ◆ HDD : 6.4GB
- ◆ FDD : 3.5"
- ◆ KEYBOARD : 106 Key
- ◆ MOUSE : PS/2 Type
- ◆ CDROM : 32X
- ◆ Monitor/Keyboard/Mouse Distributor
- ◆ MTBF : 100,000 Hours
- ◆ 19" /Rack Mount Chassis, Cooling Fan, 300 Watt SMPS, Shock-Resistant Disk Drive
- ◆ EMI : FCC Class A

### 2.2.3.3 Programmer's Console

TTC 시스템의 소프트웨어에 대한 유지보수 기능을 담당하는 Console 로써, 열차 DIA 의 작성, 운전실적 분석, 운전계획 수립, 시스템 감시 및 이력관리, 운전곡선 작성 및 Simulation 기능, 현장정보 및 조작기록의 재생 표시, 프로그램의 수정/변경/보완 기능을 수행할 수 있으며, 산업용 Workstation, Color CRT, Line Printer, Data Logger, Plotter 각각 1대씩과 키보드 및 Pointing Device가 각각 1개씩 공급된다.

Programmer's Console 은 열차운행 상태에 대한 재현 기능을 가지고 있으므로 L/S 화면을 Hard Copy 하기 위한 고가의 VHCM(Video Hard Copy Machine) 설비를 별도로 공급 하지 않는다. Line Printer 의 일차 기능은 응용 프로그램의 어떤 Historical Data 및 Memory Dump 에 대한 출력 기능을 수행하고, Data logger 로 출력되는 각종 제어 및 경보 Message 에 대한 예비용으로도 사용된다. Plotter 는 운행 DIA 및 실적 그래프 작성과 운전곡선 그래프 작성 등에 사용된다.





Programmer's Console의 구성품중 산업용 Workstation의 주요 특징은 다음과 같다.

- ◆ Intel 440BX AGPset
- ◆ CPU : Intel Pentium II 350 MHz
- ◆ MEMORY : 64MB SDRAM(Up to 512MB)-BX 용
- ◆ CACHE: 512KB Pipeline Burst SRAM
- ◆ BIOS: Award PnP Flash Bios
- ◆ DISK-ON-CHIP : Supporting Up to 144MB
- ◆ WATCH-DOG TIMER : 16 Segments
- ◆ 2 USB Port, 1 Parallel Port, 1×RS-232/422 Serial Port
- ◆ HDD : 6.4GB
- ◆ FDD : 3.5"
- ◆ KEYBOARD : 106 Key
- ◆ MOUSE : PS/2 Type
- ◆ CDROM : 32X
- ◆ MTBF : 100,000 Hours
- ◆ 19" /Rack Mount Chassis, Cooling Fan, 300 Watt SMPS, Shock-Resistant Disk Drive Bay
- ◆ EMI : FCC Class A

#### 2.2.3.4 TTC 용 System Console

System Console은 TCC 용으로 19" Console Terminal 1대만 둔다. 이는 TCC 용의 Fault Tolerant 시스템인 Stratus Continuum 412/PA-7100이 하드웨어적으로는 완전히 이중화되어 있으나 End-User 측면에서는 하나의 시스템으로 관리할 수 있는 장점을 가지고 있기 때문에 1대의 Console Terminal 만으로도 System Console 기능을 충족시킨다.



### 2.2.3.5 Console 주변장치 규격

#### Console 용 L/S 및 Status, CRT 와 Terminal

산업용 고화질, 고성능의 평면 무반사 브라운관을 사용한 제품이 사용되며, 표출되는 Display 의 반응 시간은 1 초 이내로써 표기 문자는 한글을 원칙으로 하고 필요에 따라 영문도 가능하다.

#### Line Printer

열차 Schedule 및 Historical Data 파일과 같은 대량의 데이터를 고속으로 인쇄할 수 있는 라인 프린터가 공급된다.

#### Data Logger (Logging Printer)

중앙 제어실 및 신호 기계실 내에서 궤도상태, 각종 Event 및 경보 등을 출력할 수 있는 Dot Matrix 충격방식의 Data Logger 가 공급된다.

#### Plotter

열차운행 계획/실적 그래프, 열차 주행 Simulation 및 Hardcopy 를 작성할 수 있는 플로터가 공급된다.

### 2.2.4 TSMP(Traffic Supervision Monitor Panel) 시스템

중앙 제어실에서 현장 상태 및 열차운행을 감시 및 수동진로 제어를 할 목적으로 TSMP 가 공급된다. TSMP 는 Operator 및 Maintainer 모두에게 중앙제어실내의 어떤 위치에서도 감시가 용이한 구조로 설계될 것이다. 판넬은 Mosaic Tile 로 구성되며, Lamp 의 표시소자는 Color LED 소자를 사용하여 각종 역상태 및 열차번호를 표시하고, TSMP controller 와 TSMP 간의 Cable 은 실선제어가 아닌 Data Communication 방식을 사용하여 정보를 송수신하도록 구성한다.

TSMP 는 LED Lamp 가 취부 된 Mosaic Tile, LED Lamp 가 없는 Blank Mosaic Tile,



Push Button, 분기기 스위치, LED driver, 열차번호 표시창 및 Panel Frame 으로 구성된다. LED driver 는 TSMP Controller 에 연결된다.

LED Driver 는 TSMP Controller 로부터 현장 정보를 수신하여 적절한 LED 를 구동 시킨다.

TSMP 표시 정보들은 기본적으로 TCC 로부터 역상태 및 열차 정보를 수신하여 표시 하나, TCC 장애시 또는 Maintainer 의 필요에 의해 MSC 로부터 역상태 및 열차 정보를 수신하여 표시할 수 있도록 구성한다.

#### 표시내용

TSMP 상에는 다음 정보가 표시된다.

- ◆ 진로 상태(진로구성 등 표시 및 진로의 해정/쇄정 상태)
- ◆ 열차 점유/무점유 상태
- ◆ 열차 번호
- ◆ 신호기 상태
- ◆ 분기기 위치 및 상태
- ◆ Stick Lock Timer(특정 진로를 수동으로 설정했다 취소하는 경우, 해당 진로는 안전을 위해 분기기 전환 시간동안 설정 상태를 유지해야 되는데, 이를 표시하는 Timer)
- ◆ 양 종단역의 출발열차 및 시각예고
- ◆ 설비의 고장표시
- ◆ 기타 필요한 표시기능

열차번호 표시창은 열차추적이 필요한 궤도회로마다 열차번호가 4Digit 의 LED 소자로 표출 가능하도록 구성되며, 전차선 가압상태 및 기타 정보의 표시소자 역시 LED 로 표시된다.

#### 제어 내용



TSMP 상에는 다음 사항에 대한 제어를 수행한다.

- ◆ 진로 설정 및 해정
- ◆ 분기기 수동 전환
- ◆ 운전모드 전환

구성기기

- ◆ Mosaic Tile
- ◆ Frame
- ◆ Grid
- ◆ LED Lamp
- ◆ Push Button
- ◆ 분기기 스위치
- ◆ 전원공급 장치
- ◆ 열차번호 표시기
- ◆ LED Driver

#### 2.2.5 FEP(Front End Processor) 시스템

TCC 시스템과 전자 연동장치 간의 Interface 를 위해 사용되며, 고신뢰성의 데이터 정보 송수신을 위해 이중계로 구성된다. FEP 는 TCC 의 진로 제어정보를 전자 연동 장치에 전송하여 실제적인 진로가 제어되도록 하며, 전자 연동장치로부터 수신한 역상태 표시정보를 TCC 로 전송하여 L/S 화면과 TSMP 에 역상태가 표시되도록 한다.

- ◆ Uplink 10Mbps Ethernet Dual link
- ◆ Port : 4-Channel RS-485
- ◆ 6U height Hot Swap Back-plane
- ◆ OS : VxWorks



## 2.2.6 LAN(Local Area Network) 시스템

TCC, MSC, 각종 Console, TSMP 시스템, FEP 시스템 및 주변장치 간의 고신뢰성을 갖는 데이터 통신 Path 를 제공한다. 주요 사양은 다음과 같다.

- ◆ Switch Hub
- ◆ Interface Connector 및 Cable
- ◆ 주변장치 또는 부 시스템과의 통신을 소프트웨어
- ◆ Ethernet LAN

## 2.3 소프트웨어

TCC 는 열차운행 및 현장설비의 상태 종합 감시 및 제어를 위한 교통관제 기능을 수행하고, MSC 는 운행 정보 및 스케줄 관리, 각종 시뮬레이터 기능 등을 수행한다. 이들 기능들은 TCC 와 MSC 소프트웨어를 통해 구현되며, 이 모든 소프트웨어를 TTC 소프트웨어라 한다.

### 2.3.1 TCC 소프트웨어

열차 다이어그램에 의한 자동 열차제어

- ◆ 열차 진로제어 및 열차번호 추적
- ◆ 진로 설정
- ◆ 속도 제어
- ◆ Dwell Time 제어 및 지연 열차 정보
- ◆ 안내방송 장치 및 행선 안내 장치로의 정보 전송
- ◆ 차상장치와의 정보 교환
- ◆ 차량기지에서의 열차 도착 및 출발 제어



- ◆ 운전모드 제어(Auto/Manual)
- ◆ 자동 제안(Auto Proposal)

#### 역상태 표시

- ◆ 열차번호 표시
- ◆ 진로 설정 및 해정 표시
- ◆ 궤도점유 표시
- ◆ 운전모드 표시
- ◆ Stick Lock Timer 표시
- ◆ 현장역 스크린 도어 개폐 표시
- ◆ 출발예정 열차 표시
- ◆ 설비 동작상태 표시
- ◆ 지연 열차 표시
- ◆ Schedule 과 비교된 실제 열차 운행 결과 표시
- ◆ 장애 발생시 조치 방법에 대한 SOP(Standard Operation Procedure) 제안

#### 수동 운용

다음 항목이 수동으로 운용되면, 처리 부문은 자동으로 수행된다.

- ◆ 열차의 Schedule 의 삽입/수정/삭제
- ◆ 열차 번호의 삽입/수정/삭제
- ◆ 현장 역의 Dwell Time 조정
- ◆ 현장 역의 진로 제어, 영업 운전 전 자동진로 점검
- ◆ 현장 역의 스크린 도어 제어

#### Event Logging

열차 운행과 관련되는 주요 Event 는 발생시 마다 Data Logger 를 통해 연속적으로 출력 된다.



### 2.3.2 TCC 프로세서

#### COMMUNITOR 프로세스

TCC와 다른 부시스템간의 데이터 통신을 담당하는 프로세서로, 데이터 송수신을 위해 Ethernet을 사용한다. FEP 프로세서로부터 역상태 정보와 열차번호 정보를 수신하여 DEQUE 프로세서에 전송하는 기능을 수행한다.

#### DEQUE 프로세스

COMMUNITOR 프로세서로부터 수신한 역상태 정보와 열차번호 정보를 해당 데이터베이스에 저장 및 수정하고, 또 다른 처리를 위해 해당 데이터를 STEPPER, ROUTE 등의 프로세서와 TSMP 시스템에 전송하는 기능을 수행한다.

#### STEPPER 프로세서

열차의 현재 위치를 파악하기 위해 다음과 같은 열차 추적 기능을 수행한다.

- ◆ 출발지 열차번호 표시창으로부터 도착지 열차번호 표시창으로의 열차번호 이동
- ◆ 열차운영과 관련된 운영자 기능 처리
- ◆ 열차의 지연 도착 및 출발을 알리는 Timer 처리
- ◆ 열차 운행과 관련한 주요 Event를 ROUTE 프로세서로 전송

#### ROUTE 프로세서

열차의 진로제어를 위해 다음과 같은 기능을 수행한다.

- ◆ 열차 Event 처리
- ◆ Schedule에 의한 열차 검증 처리
- ◆ 진로 변경 및 확인
- ◆ 우선 순위에 의한 진로 검색



- ◆ 진로 제어정보 전송
- ◆ TDE(Train Destination Equipment)로 정보 전송

### STATUS-CON 프로세스

프로세서간의 조화, 시스템 자기 진단, 상용계 CPU에서 예비계 CPU로의 절체 제어, Warm start 요구 처리 기능 등을 수행한다. 이 프로세서는 초기화를 수행하고, Timer 를 조작하며, Message 를 수신 처리하기 위해 적절한 서브루틴을 호출 한다.

### MMI(Man-Machine Interface)

Man-Machine Interface 를 위해 LINE-MAP, TABULAR, ALARM-MAN, OP-INPUT 프로세서로 구성된다.

- ◆ LINE-MAP 프로세스 - 신호기, 궤도회로, 분기기, 열차번호와 같은 역상태 정보를 실시간으로 표시하여 운영자에게 현장 설비 조건에 대한 표시정보를 제공하는 기능을 수행한다. 이를 위해 역상태가 변화할 때마다 해당 정보를 실시간으로 갱신한다.
- ◆ TABULAR 프로세스 - 시스템내의 SOP 를 포함한 모든 Tabular 표시 기능을 수행하며, 특정 CRT 를 위한 표시 요구 정보를 수신하면 필요한 데이터를 검색, Formatting 하여 CRT 상에 표시한다.
- ◆ ALARM-MAN 프로세스 - 모든 프로세서로부터 경보 레벨을 포함한 Event 및 경보 Message 를 수신하여, 이를 경보 레벨별로 분류하여 해당 CRT 및 Data Logger 에 전송하여 Operator 또는 Maintainer 에게 Event 및 경보가 발생하였음을 알린다. Maintainer 가 경보 회복을 위해 SOP 를 선택하면, 해당하는 SOP 가 CRT 상에 표시된다.
- ◆ OP-INPUT 프로세스 - Operator 에 의한 키보드 및 마우스 입력을 처리하고, Function Key 를 검색하여 Prompt 를 표시한 후 다음의 명령어를 처리하기





위해 대기한다. 일반적으로 모든 MMI 처리는 키보드 또는 마우스를 통해 운영자가 직접 입력함으로써 이루어진다.

#### SCHEDULER 프로세스

자동 Traffic 제어 기능을 위해 Schedule 변경, 열차번호 삽입/재명명/삭제, 열차 지연 등을 위한 Schedule 정보 취급 기능을 수행한다.

#### PROPOSAL 프로세스

자동 제안을 위해 다음의 기능을 수행한다.

- ◆ 지연 검지
- ◆ 지연이 검지 되면, 회복을 위해 열차번호 변경 자동 제안
- ◆ Operator 의 자동 제안 선택으로 Schedule 의 자동 변경 실행

### 2.3.3 MSC 소프트웨어

MSC 는 다음의 기능을 갖는다.

- ◆ 열차 Schedule 생성 및 수정
- ◆ 차량기지 입출고 계획의 생성 및 수정
- ◆ 열차운행 이력 기록 및 실제 열차운행 그래프 생성
- ◆ 열차운행 실적 관리(계획 대 실적)
- ◆ 시스템 감시 및 이력 관리
- ◆ 열차 주행 Simulation(운전 패턴)
- ◆ 일일 시종업무 처리
- ◆ TCC 용의 SOP 준비 및 수정
- ◆ 영구적인 운행 통계
- ◆ 열차운행 상태 및 조작 기록 재생을 위한 데이터 관리
- ◆ 기타 필요한 소프트웨어 작성 및 보완



#### 2.3.4 MSC 프로세서

##### COMMUNICATOR 프로세스

TCC 및 다른 부시스템과의 데이터 통신을 담당하는 프로세서로, 데이터 송수신을 위해 Ethernet 을 사용한다.

##### ARCHIVAL 프로세스

열차이동 이력 기록 및 검색 데이터용 통계자료를 유지하는 기능을 수행한다.

##### SIMULATOR 프로세스

열차 주행 시뮬레이션을 취급하며, COLOR CRT 및 플로터에 그 결과를 출력하는 기능을 수행한다.

##### SCHEDULE 프로세스

열차 Schedule 의 생성 및 수정, 차량기지 입출고 계획의 생성 및 수정, 일일 초기 동작의 시작 및 종료를 처리하는 기능을 수행한다.

##### RECOVERY 프로세스

열차 운행 및 조작 기록 재현을 위한 기능을 수행한다.

##### MMI(Man-Machine Interface) 프로세스

Man-Machine Interface 를 위해 TABULAR, ALARM-MAN, TRAIN-GRAPH, OP-INPUT 프로세서로 구분 된다.

- ◆ TABULAR 프로세스 - 시스템내의 SOP 를 포함한 모든 Tabular 표시 기능을 수행하며, 특정 CRT 를 위한 표시 요구 정보를 수신하면 필요한 데이터를 검색, Formatting 하여 CRT 상에 표시한다.

- ◆ ALARM-MAN 프로세스 - 모든 프로세서로부터 경보 레벨을 포함한 Event 및



경보 Message 를 수신하여, 이를 경보 레벨별로 분류하여 해당 CRT 및 Data Logger 에 전송하여 Operator 또는 Maintainer 에게 Event 및 경보가 발생하였음을 알린다. Maintainer 가 경보 회복을 위 SOP 를 선택하면, 해당되는 SOP 가 CRT 상에 표시된다.

- ◆ TRAIN-GRAPH 프로세스 - 미리 설계된 도면 또는 COLOR CRT 상에 실제 열차 이동 그래프를 출력하는 기능을 수행한다. 미리 설계된 도면의 열은 시간을 나타내며, 행은 역을 나타낸다.
- ◆ OP-INPUT 프로세스 - Operator 에 의한 키보드 및 마우스 입력을 처리하고, Function Key 를 검색하여 Prompt 를 표시한 후 다음의 명령어를 처리하기 위해 대기한다. 일반적으로 모든 MMI 처리는 키보드 또는 마우스를 통해 운영자가 직접 입력함으로써 이루어진다.

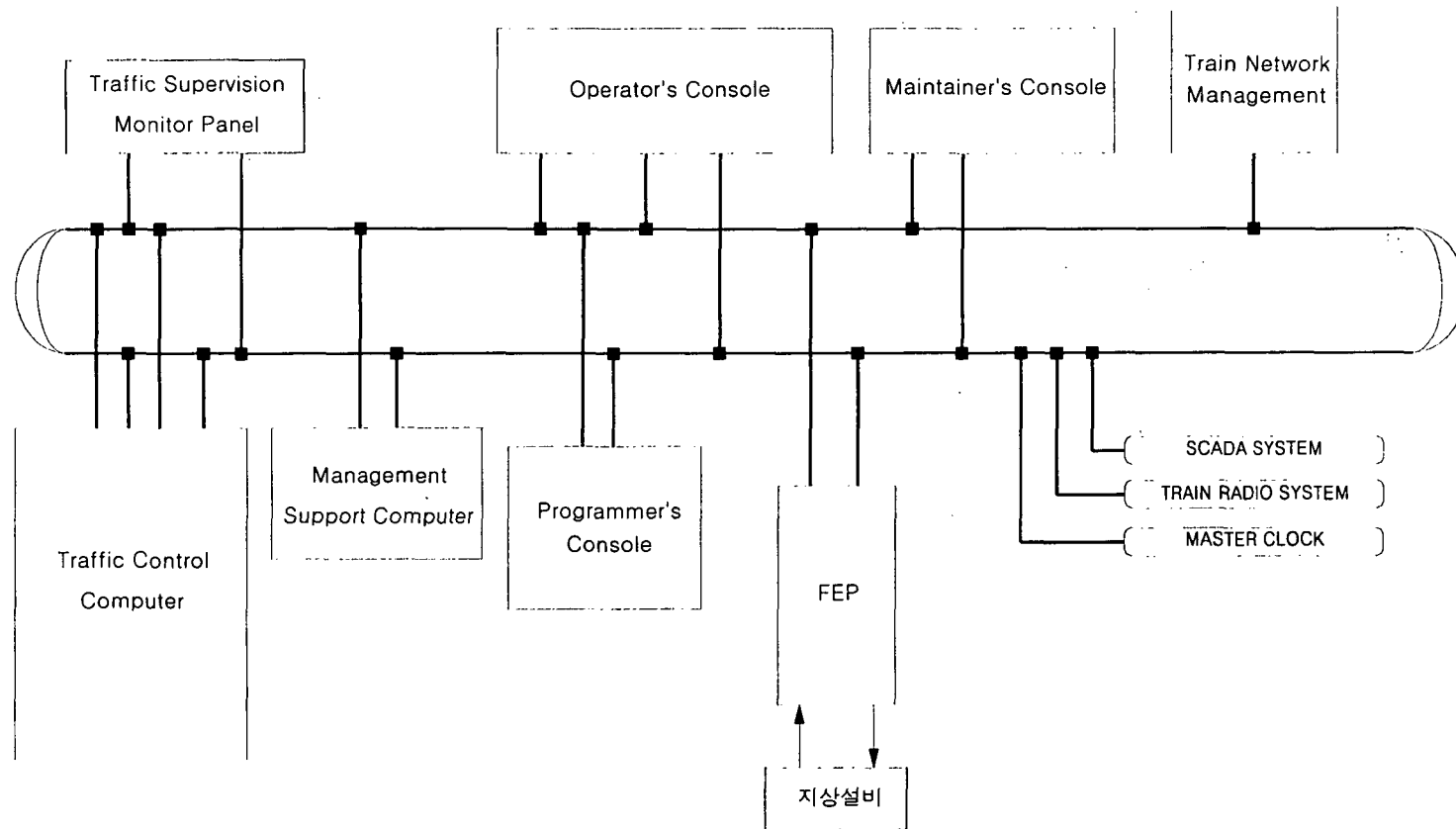


그림 4-3. TTC Block Diagram



### 3. 지상 설비

지상 신호 설비(Wayside Equipment)는, 자동 열차 제어를 위한 실외 설비(Out-Door Equipment), 신호기 및 진로 표시등, 실내 신호 기계실(SCR: Signal Control Room)에 설치되는 제어 장치, 취급자의 운행 제어 정보를 송/수신하기 위한 인터페이스 기능 등으로 구성된다. 지상 신호 설비의 구성은 다음과 같다.

#### 전자 연동 장치(Interlocking System)

전자 연동 장치는, 지상 신호 설비의 fail-safe 제어 기능을 구현하는 핵심 장비로서 Local의 신호기기실 내에 설치되며, 수집되는 각종 정보에 대해 요구되어지는 정보만을 TTC와 인터페이스 한다. 열차 위치 검출 장치에서 수신된 위치 및 궤도 점유 정보를 기준으로 열차의 안전운행을 짜여진 프로그램에 따라 진행 시키는 제어 설비이다.

#### 열차 검출 장치(TD, Train Detection)

열차 검출 장치는 차량의 위치를 효율적으로 식별하여 열차간의 간격 및 선로 조건에 따른 속도 코드 정보 전송을 위한 장치이다.

#### 자동 열차 보호 장치(ATP, Automatic Train Protection)

자동 열차 보호 장치는, 열차 검출 장치에서 수신된 정보 및 선로 조건에 따라 주행이 가능한 속도 정보를 차상의 자동 열차 보호 장치에 전송하는 장치이다.

#### GPS(Global Positioning System)

열차의 위치 및 속도를 검출하는 보조 시스템의 방법으로 GPS 장치를 이용하여, TD 및 TSPD의 이중화를 시킨다. 지상의 설비로부터 차상의 GPS 장치를 통하여 열차의 절대 위치를 검지하고 이 위치를 통하여 속도를 검출한다.

#### 자동 승강장 제어 장치(ATO Station Control)



자동 승강장 제어 장치는, 상기의 전자 연동 장치와 연계하여 승강장 내의 열차 제어 및 Screen Door 제어 설비와의 인터페이스에 관한 기능을 수행하는 장비이다.

#### 지상 TWC 장치

지상 TWC 장치는, 차량으로 운행에 필요한 정보를 송신하며 지상에서 필요한 열차의 정보를 수신하는 장치로서, 차상-지상간의 양방향 통신 시스템 중 지상 시스템 부분이다. 이 시스템은 보다 진보된 형태의 시스템이 공급된다.

#### 무정전 전원 공급 장치(UPS, Uninterruptible Power Supply)

전원 장치는, 지상 신호 설비의 동작 전원을 안정적으로 공급하는 설비이다.

#### 기타 설비

지상 궤도 회로 구성용 루프 코일, 신호기, 진로 표시기 및 정차 표시등이 있다.

- ◆ 지상 궤도 회로 : 약 31 개소(차량 제원 및 선로 특성에 따라 변경될 수 있음)
- ◆ 신호기 : 9 개소(차량 제원 및 선로 특성에 따라 변경될 수 있음)

### 3.1 ATP/TD

ATP(Automatic Train Protection)는 시스템의 고장 안전(fail-safe) 및 안전 속도 코드 송신에 관한 기능들을 수행한다. 그래서, ATP 장치는 ATO 및 TWC 기능 등의 모든 다른 제어 기능에 대해 우선권을 가진다. ATP 시스템 전체에 의해 제공되는 vital 기능들은 다음과 같다.

- ◆ 열차 위치 검출(TD, Train Detection)
- ◆ 열차간의 안전 거리 확보
- ◆ 과속 조건 방지
- ◆ 출입문 제어



- ◆ 과주 방지
- ◆ 신호 전송 및 검출
- ◆ 전동 방지

### 3.1.1 구성

- 1) Module: Power Board, OSC Board, Code rate Board, Receiver Board
- 2) 현장 설비: ATP/TD 루프, Matching Transformer Box, Matching Transformer Bay

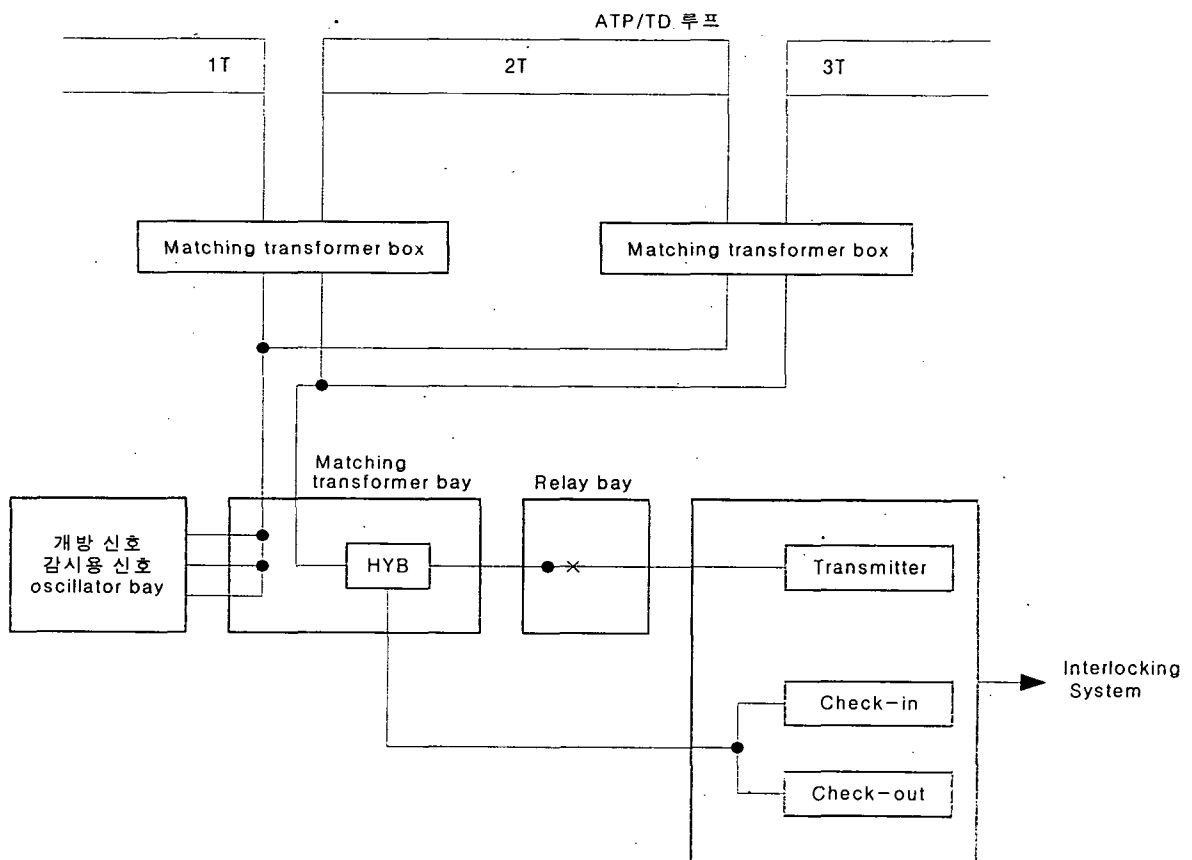


그림 4-4. ATP/TD 장치 구성도

### 3.1.2 기능



### 3.1.2.1 열차 검출(TD, Train Detection)

열차의 진행 방향을 기준으로 차량의 선두에서는 Check-In 신호가 전송되고, 후부에서는 Check-Out 신호가 지상으로 전송된다.

### 3.1.2.2 궤도 감시용 신호(Track Monitoring Signal)

궤도 감시용 신호는 Monitoring Signal Oscillator Bay 를 통해 ATP/TD 루프로 전송된다. 이 신호들은, 열차의 위치 검출 및 ATP/TD 루프의 개방 상태(open circuit) 여부를 감시하는데 사용된다.

이 신호들의 규격은 다음의 표 4-1 와 같다.

표 4-1. 열차 검출 신호의 규격

항 목	용 도	반송파 주파수	변조 주파수	변조 유형
Check In 신호 (차상)	진입 궤도의 검출	15 kHz	-	변조 없음
Check Out 신호 (차상)	진출 궤도의 검출	11.8 kHz	35 Hz	Square Wave 진폭 변조
감시용 신호	ATP/TD 루프 상태 감시	14.91 kHz	19 Hz	Square Wave 진폭 변조

\* 반송파 주파수 및 변조 주파수는 변경될 수 있음.





### 3.1.2.3 자동 열차 보호(Automatic Train Protection)

ATP 장치의 속도 코드 주파수는 다음의 표 4-2에 보여주고 있다.

표 4-2. ATP 속도 코드

	기능			
	신호 현시	허용 속도	용도	제동 유형
ATP90	90	90	본선	과속 조건발생시 상용 만제동
ATP80	80	80	"	과속 조건발생시 상용 만제동
ATP75	75	75	"	과속 조건발생시 상용 만제동
ATP70	70	70	"	과속 조건발생시 상용 만제동
ATP65	65	65	"	과속 조건발생시 상용 만제동
ATP60	60	60	"	과속 조건발생시 상용 만제동
ATP55	55	55	"	과속 조건발생시 상용 만제동
ATP45	45	45	"	과속 조건발생시 상용 만제동
ATP35	35	35	"	과속 조건발생시 상용 만제동
ATP25	25	25	"	과속 조건발생시 상용 만제동
ATP15	15	15	"	과속 조건발생시 상용 만제동
ATP01	01	0	"	상용 만제동
ATP02	02	0	비상 정차	비상 제동

### 3.2 전자 연동 장치

본 시스템에 있어, 연동 장치는 분기기 제어, 진로의 설정 및 열차의 안전한 진행 및 궤도간의 안전성 확보를 위해 전자 연동 장치를 채택하여 사용된다. 연동 장치는, 진로 요청의 순서에 근거한다. 따라서, 분기기의 설정은 최초의 진로 설정 요청에 근거하며 이외의 모든 열차 충돌 조건들은 해당 궤도에 적절한 ATP 코드를 전송함으로써 방지한다.



3.2.1 구성

전자 연동 장치(Interlocking system)와 기타 시스템(TTC Console, ATP Relay Bay) 간의 인터페이스는 다음 그림에 나타나 있다.

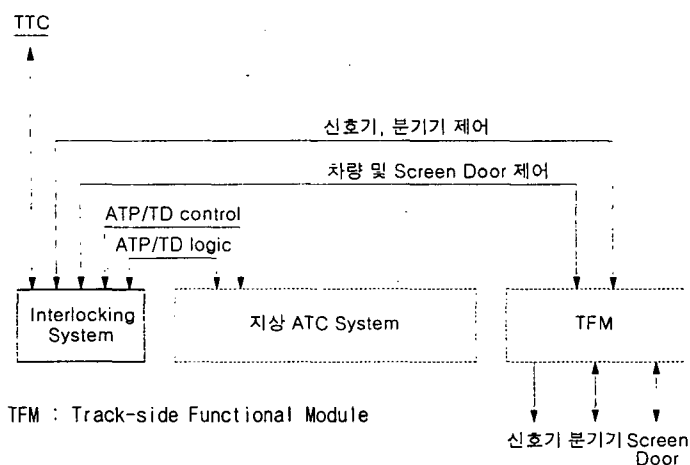


그림 4-5. 연동 장치 시스템의 구성

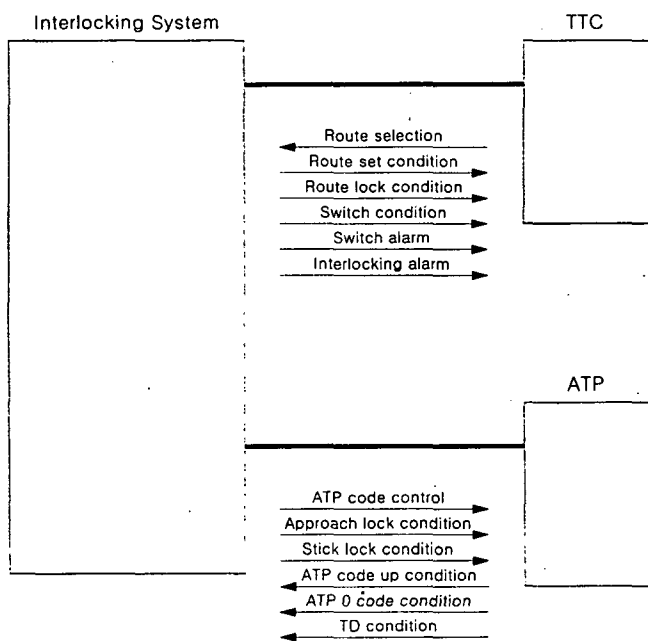


그림 4-6. 전자 연동 장치와 기타 장치간의 인터페이스



### 3.2.2 기능

#### 3.2.2.1 TTC와의 인터페이스

TTC의 제어에 따라, Interlocking System은 다음과 같은 기능들을 수행한다,

- ◆ 진로 설정이 유효한지 유/무 확인
- ◆ 진로 설정
- ◆ 진로의 쇄정

#### 3.2.2.2 현장 기기의 제어

현장 기기에 대한 제어는 TTC의 제어 명령에 따라, 연동 장치에 의해 행해지며, 이에 따른 TTC의 해당 기기에 대한 표시 기능은 다음과 같다.

##### 진로 설정

진로 설정에 대한 푸쉬 버튼을 누름으로써, 진로는 수동으로 설정된다.

##### 진로 해제

설정된 진로는, 열차가 해당 진로에 진입함에 따라 자동으로 해제된다. 또한, 진로 취소 푸쉬 버튼과 진로 설정 푸쉬 버튼을 동시에 누름으로써 수동으로 해제될 수 있다.

##### 수동 분기기 전환

푸쉬 버튼(정위 및 반위)을 취급함으로써, 분기기는 정위 혹은 반위로 수동 절체될 수 있다. 푸쉬 버튼을 재 취급함으로써 수동 분기기 전환을 해제할 수 있다.

##### 운영 모드의 전환

키 스위치[AUTO, MANUAL]를 사용함으로써 수동/자동 운영 모드를 선택할 수 있다.



### 3.2.2.3 현시 기능

#### 진로 표시

설정된 진로는 LED 램프에 의해 표시된다.

- ◆ 진로 설정 : 황색
- ◆ 궤도 점유 : 적색

각 궤도 구간은, 상호 식별이 용이하도록 서로 대비되는 색상(녹색, 보라색, 분홍색; Display 구조물 상의 바탕색이며 LED의 색상은 아님)으로 표시된다.

#### 신호기의 설정 상태 표시

실외의 신호(선로변의 신호기) 및 진로 조건(즉, 열차의 궤도 진입 여부)은 LED 램프에 표시된다.

- ◆ 지상 신호 : 녹색(열차가 분기부에 진입할 수 있음을 뜻한다)
- ◆ 진로 조건 : 녹색(열차가 해당 진로에 진입할 수 있음을 뜻한다)
- ◆ 적색(전방 열차의 궤도 점유 등으로 인해 ATP code 가 01 혹은 02의 상태임을 뜻한다)

#### 분기기 위치 표시

분기기의 위치 상태는 다음과 같이 표시된다.

- ◆ 정위 : 녹색
- ◆ 반위 : 황갈색

#### Stick Lock Timer 의 표시

지연 타이머가 동작중임을 뜻하는 조건은 황색 LED 램프에 의해 표시된다. 이 타이



머는 Stick Lock 에 사용된다(즉, 특정 진로를 수동으로 설정했다 취소하는 경우, 해당 진로는 안전을 위해 임의 시간 주기(분기기 전환 시간) 동안 설정 상태를 유지한다. 이에 대한 타이머가 종료되면, 해당 진로는 해제된다).

#### Lock 타이머의 표시

지연 타이머가 동작 중인 조건은 황색 LED 램프의 점멸로 표시된다. 이 타이머는 해당 진로의 쇄정에 사용된다.

#### 장애의 표시

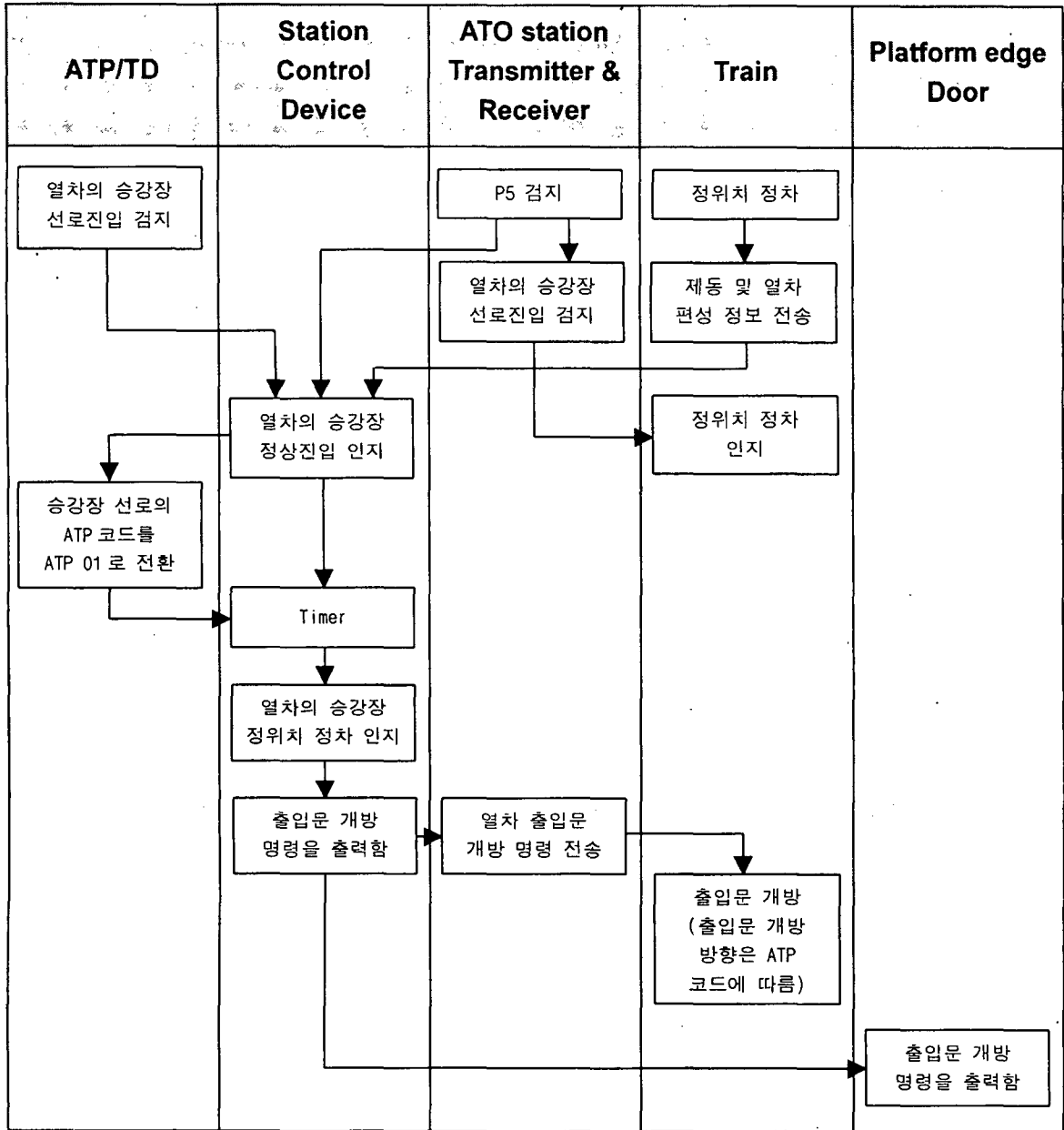
지상 장비의 장애 상태(주요 장애, 경미한 장애)가 표시된다.

#### 3.2.2.4 승강장 Screen Door 의 제어

승강장 제어 장비는, P5 및 제동 인가 명령에 의해 차량의 정지 상태 여부를 인식한다. ATP01 이 설정되고 타이머가 종료된 이후, 승강장 제어 장치는 차량의 출입문 및 승강장 Screen Door 를 제어한다.



표 4-3. 출입문 제어 신호 흐름도



### 3.3 위치 보정용 지상 코일 및 ATO 승강장 송/수신기

ATO 승강장 루프 코일은 송신된 신호를 수신하고, ATO 승강장 송신기는 3 가지 위치 정보의 조합을 차량 및 승강장 제어 설비로 전송한다. 차량과 승강장 Screen Door 간의 조절은 이 정보에 근거하여 수행한다.



### 3.3.1 구성

ATO 데이터 전송 시스템(Transponder)의 구성은 ATO 픽업 코일이 차량에 설치되며, 위치 보정용 지상 코일 및 ATO 승강장 루프 코일은 지상에 설치된다.

지상(지상 코일)과 차상(픽업 코일)간의 데이터는 전자기적인 연결에 의해 교환된다. ATO 승강장 루프 코일은 열차가 정위치에 정차하였을 때, 차상 픽업 코일과 결합되도록 설치되며, 차상과 지상간의 양방향 통신을 위해 ATO 승강장 송/수신기에 연결된다.

위치 보정용 지상 코일은, 차상의 픽업 코일에서 송신된 전기적인 파장을 연속적으로 수신할 때에 활성화된다. 이 지상 코일은 ATO 위치 정보(고정 정보)를 지상에서 차상으로 송신하는 역할을 수행한다.

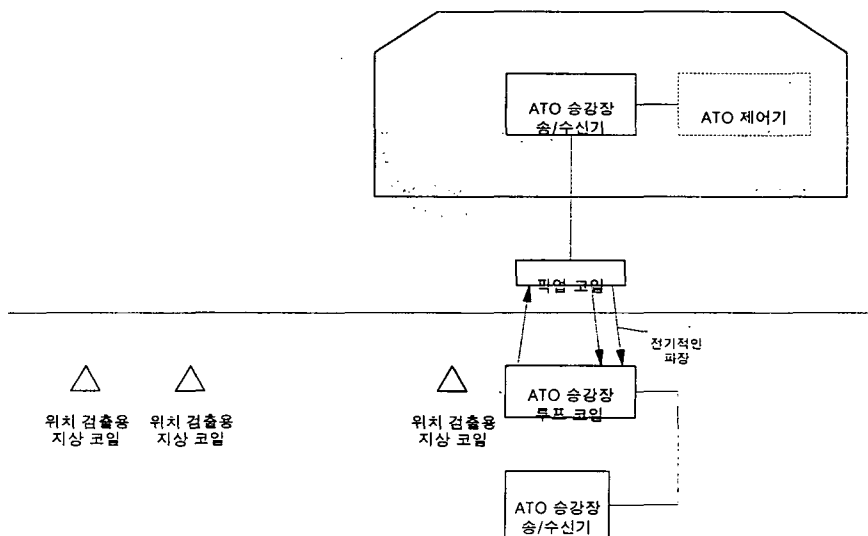


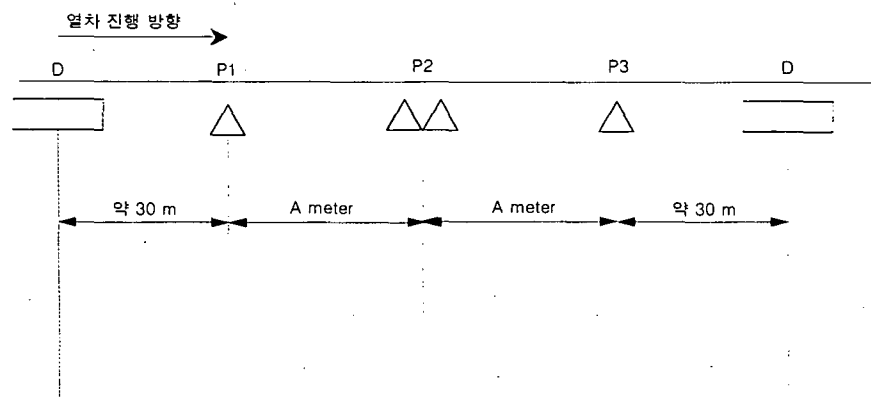
그림 4-7. ATO 정위치 정차 시스템 구성도

#### 3.3.1.1 지상 설비 구성



지상 장치는 다음과 같이 구성된다.

- ◆ 위치 보정용 지상 코일
- ◆ ATO 승강장 루프 코일
- ◆ ATO 승강장 송신기 및 수신기



\* 비고  
 △ : 열차 위치 보정용 지상 코일 (P1, P2, P3)  
 □ : ATO 승강장 루프 코일  
 A meter : P1과 P3의 이등분 거리

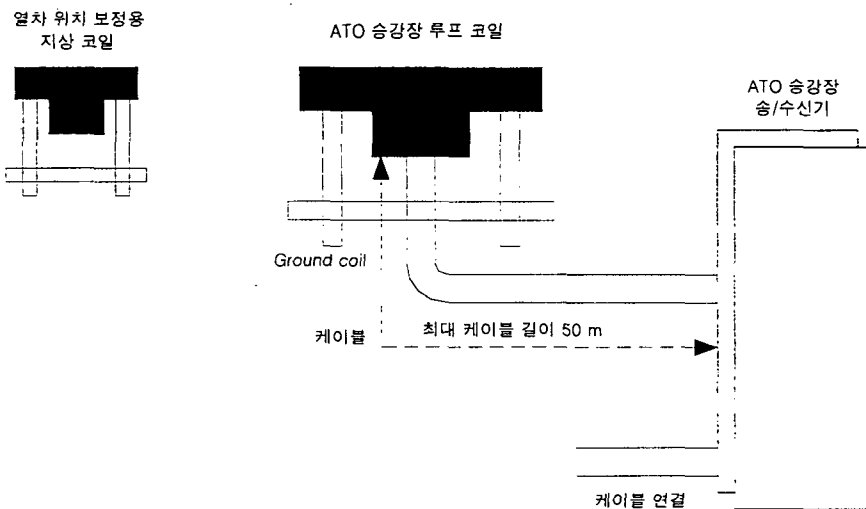


그림 4-8. 지상 Marker 배치도

ATO 승강장 루프 코일은 ATO 승강장 송/수신기에 연결되며, 케이블의 길이는 50 m





이내이다. 위치 검출용 지상 코일은 다른 어떤 장치와도 연결되지 않는다.

위치 보정용 지상 코일은 다음과 같은 상태로 설정된다.

표 4-4 보정용 지상 코일 설정

ATP 속도 코드 (정위치 정차에 대한 허용 속도)	P1	P2	P3
ATP 60	○	○	○
ATP 40, 30		○	○
ATP 15			○

### 3.3.1.2 이중계 구성

- ◆ AT0 승강장 송/수신기는 제한 거리 이내에 설치되어야 하며, 이중계 시스템으로 구성된다.
- ◆ 위치 보정용 지상 코일 및 AT0 승강장 루프 코일은 궤도에 설치되는 단일계의 시스템이다.

### 3.3.2 기능

#### 3.3.2.1 지상과 차상간의 데이터 전송

차상과 차상간의 전송되는 데이터는 다음과 같다

##### a) 위치 보정용 지상 코일

지상 → 차상

정위치 정차의 시작점(P1)에 대한 위치 정보와, 최종 목표 지점의 정확한 정차를 위한 보정 정보(P1, P3)를 제공함.



b).ATO 승강장 루프 코일

지상 → 차상

- ◆ 정차 지점 정보
- ◆ 위치 보정 정보(P5)
- ◆ 조기 정차 및 과주 정차 지점 정보(P4, P6)

차상 → 지상

- ◆ 출입문 개방/닫힘 명령

### 3.3.2.2 위치 보정용 지상 코일

이 장치는 승강장 사이의 특정 위치에 설치되어, 자동 열차 정지 제어를 위한 위치 신호 및 데이터를 전송하는데 사용된다. 위치 검출 지상 코일은 내부에 전원을 포함하고있지 않으나, 차상의 픽업 코일로부터의 전기적인 파장을 수신함으로써 전원을 생성하여, 사전에 설정된 고정 정보를 전송한다. 위치 검출용 지상 코일의 내부는 다음과 같은 5 가지 단위 장치로 구성된다.

#### 전원 수신부

이 부분(전기적인 파장 수신부)은 차상 픽업 코일로부터 전기적인 파장(256 kHz)을 수신한다.

#### 전원 생성부

이 부분은 수신된 전기적인 파장을 정류하여 DC 전원을 다음 장치로 전달한다.

#### 고정 데이터 설정부

다음과 같은 고정 데이터가 이 부분에 사전 설정된다.



- ◆ 방향 정보(왼쪽 혹은 오른쪽)
- ◆ ID 정보(P1, P2 혹은 P3)

이 데이터들은, 전기적인 파장이 수신될 때 변조부로 전송된다.

#### 변조부

전기적인 파장이 수신되면, 반송파가 생성되어 데이터 사전 설정부에서 전송된 고정 정보는 주파수 변조된다.

#### 정보 전송부

변조된 데이터는 이 부분(송신 코일)에서 전송된다.

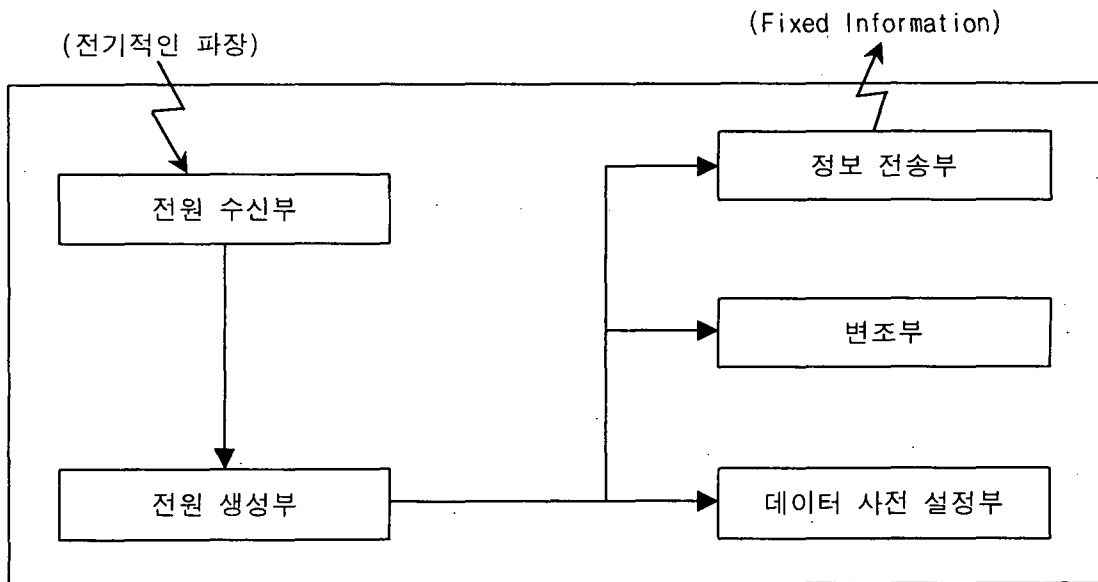


그림 4-9. 위치 검출용 지상 코일의 구성도



### 3.3.2.3 ATO 승강장 루프 코일

ATO 승강장 루프 코일은, 열차가 승강장 내 정확한 위치에 정차하였을 때 차상 지상간의 통신이 가능하도록 설치된다. ATO 승강장 루프 코일은 다음과 같은 루프 코일로 구성되어 있다.

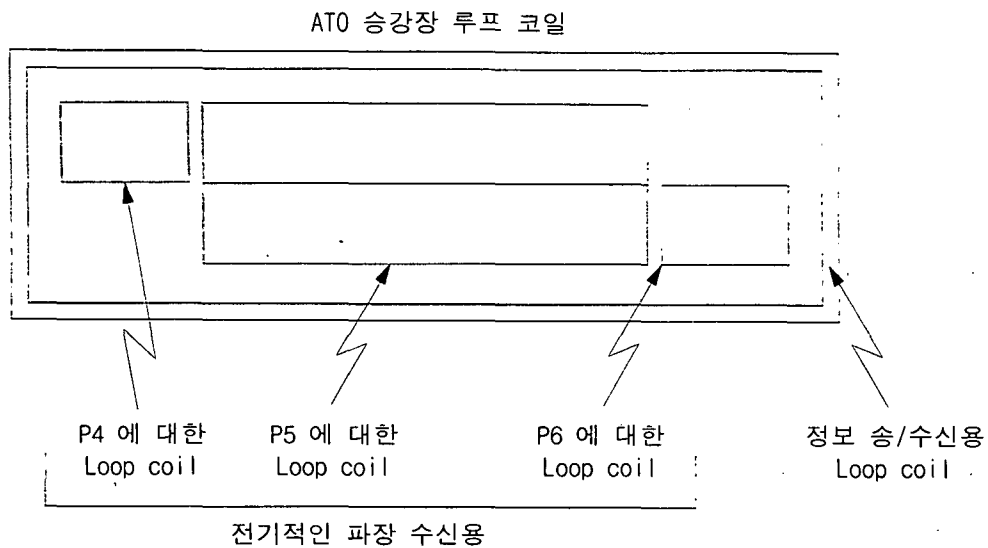


그림 4-10. ATO 승강장 루프 코일의 루프 배치도

### 3.3.2.4 ATO 승강장 송신기 및 수신기

#### a) 정확한 정차 지점의 검출

차상의 픽업 코일은 전기적인 파장을 연속적으로 송신된다.

ATO 승강장 루프 코일(즉, P4, P5 혹은 P6 코일)의 수신 코일이 전기적인 파장을 수신하게 되면, ATO 승강장 송신기 및 수신기 출력인 P4 혹은 P5 혹은 P6 가 열차 및 승강장 제어 장비로 전달된다.

차상 ATO 제어 장치는 다음과 같은 수신 상태의 조합에 따라 열차의 정지 위치(즉,



과주 정차, 정상 정차 혹은 조기 정차)를 판단한다.

표 4-5. 정차위치 결정

열차 진행 방향		열차정지 검출	위치 신호			ATO 제어기에 의한 정차 위치 결정		
L	R		P4	P5	P6	조기 정차	정상 정차	과주 정차
○		○			○	○		
○		○		○			○	
○		○	○					
	○	○	○			○		○
	○	○		○			○	
	○	○			○			○

열차가 모든 ATO 승강장 루프 코일을 통과하면, 차상 ATO 제어 장치는 열차의 과주 상태를 판단한다.

b) ATO 승강장 송신기 및 수신기는 승강장 제어 설비로부터 다음의 입력 정보를 수신하여 ATO 승강장 루프 코일을 통해 열차로 전송한다.

- ◆ 정차 위치 정보
- ◆ 열차 출입문 개문 방향

### 3.4 지상 TWC 장치

지상 TWC 장치는, 지상 기기실과 차상간의 데이터 통신에 있어 보다 진보된 형태의 양방향 통신 시스템이다. 이 시스템은, 각 열차로부터의 열차 상태 정보들을 지상 기기실로 전송하고 지상 기기실의 제어 명령을 차량으로 전달한다. 이 때, 지상 기기실의 제어 명령은 실질적으로 TTC 의 제어 명령을 뜻하며, 열차의 안전 제어에 관련된 데이터들은 제외된다.



### 3.4.1 구성

지상 TWC 장치는, UHF 를 통해 통신을 하게 되며 이중계의 전송 시스템으로 구성된다.

### 3.4.2 기능

TWC 전송 장치는 다음과 같은 데이터들을 전송하게 된다.

열차 조건 및 상태 데이터(차상 → 지상)

- ◆ Main NFB Trip
- ◆ 과속
- ◆ 정차 지점 초과
- ◆ 제동 조건(정차 제동, 비상 제동, 장애 상태)
- ◆ 차량 내 조명 상태
- ◆ 에어컨 상태
- ◆ ATO 시스템 상태(각 장치의 주요 장애)
- ◆ ATP 시스템 상태(각 장치의 주요 장애)
- ◆ 기타 상태 및 열차의 각종 장애 정보
- ◆ 차량의 속도 및 위치 정보

지상 제어 명령(지상 → 차상)

- ◆ 리셋 명령
- ◆ 에어컨 동작 명령
- ◆ 조명 제어 명령

※ 열차의 안전 제어 관련 명령들은 포함하지 않음.



### 3.5 전원 장치(RU, Rectifier Unit)

전원 장치는, 110VAC(혹은 220VAC)를 입력으로 수신하여 각 장치에서 사용되는 DC 전원을 생성한다. 이 장치는, AC 전원 입력의 2 차측 전압 강하 및 전압 변동에 따른 장애를 방지한다.



## 4. 차상 설비

### 4.1 개요

열차 운전을 수행하는 차상 설비는 자동 열차 보호, 자동 열차 운행 및 자동 열차 감시 기능의 기능을 가지며, 여기서는 이에 따른 운전 모드와 구성 및 기능에 대하여 검토한다.

### 4.2 운전 방식

차상 ATC 시스템은, 4 가지의 동작 모드와 1 가지의 차단 모드(비상 운전 모드)를 가진다. 4 가지의 동작 모드는 무인 운전 모드(Driverless mode), 자동 운전 모드(Automatic Driving mode), ATC 수동 운전 모드(ATC Manual mode) 및 기지 운전 모드(Yard mode) 가 그것이다.

#### 4.2.1 무인 운전 모드

무인 운전 모드는 완전한 자동 운행을 의미한다. 이 모드에 있어서 열차는 운행중에 운전자의 간섭을 요구하지 않는다. 그러나, 운전자는 무인 운전 모드 해제 상황이 발생하거나 차상 ATC 장치의 결함 발생 및 기타 비상사태 발생시 조치를 위해 탑승하게 될 것이다.

##### 4.2.1.1 무인 운전 모드로의 주행

무인 운전 모드 상태에서, 열차는 선로상에서 각 역을 통해 운행, 자동 정위치 정차, 출입문 개/폐 및 다음역으로의 출발 과정을 자동으로 수행한다. ATC 시스템은, 열차의 속도를 감시하다가 모든 과속 조건에 대해 반응한다. 역간의 주행은 다음과 같은 절차에 따라 이뤄지게 되며 열차가 첫 번째 역에 진입하였을 경우를 가정한





것이다.

a) 자동 회차 과정을 거쳐 열차는 첫 번째 승강장에 정위치 정차를 하게 된다. 지상으로 정위치 정차 정보(train berth)를 전송하여 출입문 열림 절차가 시작되도록 한다. TCMS 는 INHIBIT DRIVING 명령을 ATO 로 전송한다.

b) 일단 출입문이 열리면, 지상 TWC 는 Driver Acknowledgement Required 정보를 차상으로 전송한다. 차상 TWC 시스템은 운전자 인지 요청(DRIVER ACKNOWLEDGMENT REQUEST) 정보를 TCMS 로 전송한다.

c) 운전자 인지 요청(Driver Acknowledge)은 TCMS 모니터상에 현시 된다. 운전사는 모니터상에서 인지(Driver Acknowledge)를 해주어야 한다. 운전사의 인지에 따라, TCMS 는 Driver Acknowledged 정보를 TWC 시스템으로 전송한다. 차상 TWC 시스템은 Driver Acknowledged 정보를 지상으로 전송한다. TCMS 는 ATO 시스템으로의 INHIBIT DRIVING 명령을 취소 시킨다.

d) 정차 시분이 종료되면, 지상 설비는 출입문 코드를 제거하고 속도 코드를 레일로 전송한다. 열차가 15 초 동안의 대기 시간을 가진 이후 다음 역으로 출발한다.

e) 열차는 다음역으로 진입하여 정위치 정차를 시작한다.

f) 열차가 정차함에 따라, 지상 설비는 출입문 개방 코드를 차상으로 전송한다.

g) 지상에서 수신된 출입문 코드에 따라, 열차의 정지 상태가 1 kph 이하임이 확인되면 차상 ATC 는 EDL(Enable Door Left) 또는 EDR(Enable Door Right) 계전기를 여자시킨다.

h) ATC 시스템은 TCMS 에 출입문 개방 코드를 전송한다. TCMS 는 해당 출입문을 개방한다.



i) 정차 시분이 종료되기 10 초전에 지상 설비는 출입문 닫힘 예고 정보(DOOR CLOSE WARNING)를 차상 TWC 에 전송한다. TWC 시스템은 이 정보를 TCMS 로 전달한다. 정차 시분이 종료되면, 지상 설비는 해당 출입문 코드를 제거하고 속도 코드를 레일에 전송한다.

j) ATC 시스템은 출입문 닫힘 명령을 TCMS 로 전송하고 출입문이 닫힘에 따라 열차의 주행 속도가 1 kph 를 초과하는 시점에 EDL(Enable Door Left) 또는 EDR(Enable Door Right) 계전기를 소자시킨다.

k) 출입문 닫힘이 검출되고 지상 속도 코드를 해독하면 차량은 다음 역으로 출발한다.

#### 4.2.1.2 무인 운전 모드의 해제

무인 운전 모드가 해제되는 일반적인 조건들은 다음과 같다.

a) 운전자가 열차를 정지시켜 무인 운전 모드로부터 모드 스위치를 기타의 위치로 전환한 경우.

b) 방향 제어기를 중립 위치에서 벗어나 전진 또는 후진 방향 위치로 전환한 경우.

c) 주간 제어기를 타행 이외의 위치로 전환한 경우.

d) TCMS 로부터의 Mode Invalid Request 정보를 수신한 경우

#### 4.2.2 자동 운전 모드

ATO 출발 표시 램프가 점등하여 열차를 출발 시킬 수 있는 상태를 알려줌에 따라



운전자가 인위적으로 열차 출발 버튼을 눌러야 한다는 것을 제외하고는, 자동 운전 모드시에도 열차의 운행은 전체적으로 자동 제어된다.

#### 4.2.2.1 자동 운전 모드의 주행

일단 ATO 출발 표시 램프가 현시 되면, 운전자는 열차 출발 푸시 버튼의 조작에 따라 열차를 출발시킬 수 있게 한다. ATO 는 다음 역까지 열차를 운행하여 정위치 정차를 시도한다. ATC 시스템은, 열차의 속도를 감시하다가 모든 과속 조건에 대해 반응한다. 역간의 주행은 다음과 같은 절차에 따라 이뤄지게 된다.

- a) 열차가 정위치 정차를 하기 위해 승강장에 접근해 간다.
- b) 열차가 정위치 정차를 종료한다. 지상에서는 출입문 개방 코드를 발생시킨다.
- c) 지상에서 수신된 출입문 코드에 따라, 열차의 정지 상태 1 kph 이하가 확인되면 ATC 시스템은 EDL 혹은 EDR 을 여자시킨다.
- d) ATC 시스템은 출입문 개방 명령 정보를 TCMS 및 ADU 로 전송한다. TCMS 가 출입문을 개방한다.
- e) 정차 시분이 종료 10 초전에, 지상설비는 차상 TWC 에 출입문 닫힘 예고(DOOR CLOSE WARNING)정보를 전송한다. TWC 시스템은 이 정보를 TCMS 로 전송한다.
- f) 정차 시분이 종료되면, 지상 설비는 출입문 코드를 제거하고 속도 코드를 레일로 전송한다.
- g) ATC 시스템은 출입문 닫힘 코드를 TCMS 에 전송하고, 출입문이 닫힌 후 열차의 속도가 1 kph 를 초과하는 시점에 EDL 혹은 EDR 계전기를 소자 시킨다.



h) ATC 시스템은, 모든 출입문이 닫힌 상태임을 인지하고 지상에서의 속도 코드를 수신하여 해석한 후 TCMS 와 ATC 간의 적절한 정보 교환이 완료되면 TCMS 는 출발 표시 램프를 깜박거리게 한다.

i) 운전사가 출발 푸쉬 버튼을 취급함에 따라 열차는 다음역으로 진행하게 된다.

#### 4.2.2.2 자동 운전 모드의 해제

일반적인 자동 운전 모드의 해제 조건은 다음과 같다.

a) 운전 모드 스위치를 자동 운전 모드에서 기타의 위치로 전환하면 자동 운전 모드는 취소 된다.

b) 방향 제어기를 전진의 위치에서 중립이나 후진의 위치로 전환한 경우.

c) 주간 제어기를 타행 이외의 위치로 전환한 경우.

d) TCMS 로부터의 Mode Invalid Request 정보를 수신한 경우

#### 4.2.3 ATC 수동 운전 모드

ATC 수동 운전 모드는 운전자의 열차 제어를 요구한다. 운전자는 가속, 운행 속도 조절, 제동 및 역에서의 정위치 정차등 열차의 전반적인 제어를 담당하게 된다.

##### 4.2.3.1 ATC 수동 운전 모드로의 주행

운전자는 주간 제어기를 사용하여 가속, 속도를 조절하고 제동을 체결하여 열차를 승강장에 정위치 정차 시킨다. ATC 시스템은 주행 속도를 감시하여 과속 조건에 대해 강제 조치를 수행 한다. 일반적인 운행 절차는 다음과 같다.



- a) 운전사는 TWC 루프 및 Door Open 루프상에 열차를 정지시킨다.
- b) 지상 설비는 속도 코드를 제거하고 출입문 개방 코드를 차상으로 송신한다.
- c) 출입문 코드의 수신 및 해석 후 열차의 정지 상태가 1 kph 이하이고 주간 제어기가 No Power 로 설정되어있으면 ATC 시스템은 출입문 코드에 따라 EDL 혹은 EDR 을 여자 시킨다.
- d) ATC 시스템은 출입문 개방 명령을 TCMS 로 전송한다. TCMS 가 출입문을 개방하게 된다.
- e) 정차 시분이 종료되면, 지상 설비는 출입문 개방 코드를 제거하고 속도 코드를 차상으로 전송한다.
- f) ATC 시스템은 출입문 닫힘 명령을 TCMS 로 전달하고 출입문이 닫힘에 따라 열차의 주행 속도가 1 kph 를 초과하는 시점에 EDL(Enable Door Left) 혹은 EDR(Enable Door Right) 계전기를 소자 시킨다.
- g) ATC 시스템이 출입문이 닫혀진 상태임을 확인하고 지상에서 속도 코드가 수신된 상태임을 확인하고 나면, 운전사는 다음역으로 진행할 수 있다.

#### 4.2.4 기지 운전 모드

기지 운전 모드는, 최대 25 Kph 의 속도까지만 수동 운영을 허락한다.

##### 4.2.4.1 기지 운전 모드의 설정

기지 운전 모드의 일반적인 설정 절차는 다음과 같다.



a) ATC 수동 운전 모드로 운행중에 Yard 코드 수신시, 기지 운전 모드가 설정된다. 기지 운전 모드는, 주행시 및 정지시 모두 설정된다.

b) 기지 운전 모드는 모드 스위치를 ATC 수동 운전 모드에서 기지 운전 모드로 설정(최소 200ms 이상)함으로써 초기화된다. 기지 운전 모드는 열차 주행시 및 정지시 모두 초기화가 가능하다. 단, 속도 코드가 존재하고 있으면 기지 운전 모드는 초기화될 수 없다.

#### 4.2.4.2 기지 운전 모드의 해제

기지 운전 모드는 속도 코드가 검출되는 순간에 취소된다. 이외, 운전 모드 선택 스위치를 전환시에도 기지 운전 모드가 취소된다.

#### 4.2.5 비상 운전 모드

이중계의 ATC 시스템 모두에 결함이 발생하면, 비상 운전 모드가 사용되어 ATC의 비상 제동 인터페이스 부분이 bypass 된다. 운전자는 열차의 가속, 주행 속도 제어 및 제동에 전적인 책임을 지고 열차를 제어하게 된다. 비상 운전 모드 동안, TWC 시스템은 장애가 발생하지 않은 범위 이내에서만 동작하게 된다. 비상 운전 모드시, 차상 ATC 시스템의 동작은 차량 제어에 전혀 영향을 미치지 않는다.

#### 4.2.6 후진 운행

후진 운행은, 운전사가 열차를 후진 시킬 수 있도록 해준다. 후진 운행은 비상 및 기지 운전 모드시에만 가능하다. 기지 모드 운전시 후진 운행에 대한 속도 한계는 25 kph(기지 운전 모드시의 전진과 동일함)이다. 비상 운전 모드시에는 차상 ATC 출력이 차단되므로 후진 속도에 대한 제한은 존재하지 않는다.



### 4.3 ATC 시스템의 구성 및 기능

차상 ATC 시스템은 ATP(Automatic Train Protection), ATO(Automatic Train Operation) 및 TWC(Train to Wayside Communication) 의 3 가지 주된 시스템과 열차의 속도를 검지하는 열차속도/위치 검지장치(TSPD, Train Speed & Position Detection)로 구성된다.

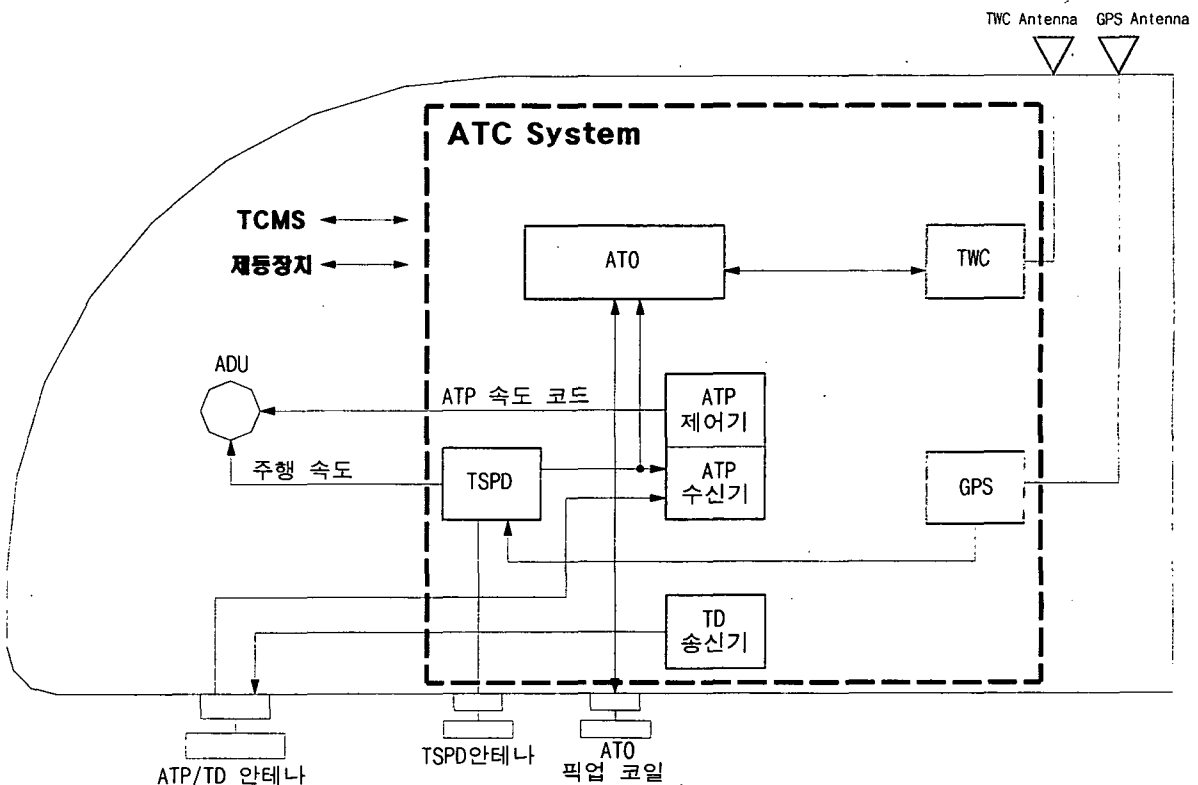


그림 4-11. 차상 ATC 시스템 구성도

#### 4.3.1 ATP 장치

열차가 운행 될 운전 MODE 를 선택하고 열차속도 검지장치로부터 입력 되는 속도 CODE 를 해석하여 전동차의 최대 속도를 제한 하게 된다. 이 최대 속도와 TSPD 로부터 입력되는 현재의 운행 속도를 비교하여 과속 검지 및 과속 시 전동차와 승객을 보호하는 기능을 수행 한다. 이외에 출입문의 열림과 닫힘을 제어하는 TCMS 로 출



입문의 제어권을 허락하는 제어 신호를 발생 한다.

#### 4.3.1.1 구성

##### CPU Board

- ◆ 32bit 이상 CPU
- ◆ 2\_CPU Master/Slave 구조
- ◆ RS-485 4-Ch, Console 단자, LAN Port
- ◆ OS : VxWorks

##### TSPD (Train Speed & Position Detection Board)

실질적인 TSPD 장치이며, 속도를 검출하여 ATP 로 Data 를 전송한다. 자세한 사항은 TSPD 장치에서 설명한다.

- ◆ VMEbus Interface(Slave)
- ◆ High Performance Processor
- ◆ 10 회 이상 UPDATED OUTPUT/sec
- ◆ 비접촉 SENSOR (1~400kph)
- ◆ 허용 오차 : 3 % 이내
- ◆ MULTI SENSOR INTERFACE (MAX : 2)
- ◆ Traveled Distance Calculation 기능 제공 (오차 10M/1.4Km)
- ◆ Real-Time Speed Transmission

##### GPS (Position Detection Board)

TSPD 장치의 이중화를 위한 보드이며, DGPS 를 이용하여 절대 위치 및 그에 따른 속도를 측정한다.

- ◆ DGPS 보정 데이터 무선 통신 장치 Traveled Distance Calculation 기능(오





차 20M/1.4Km)

- ◆ VMEbus Interface (Slave)
- ◆ High Performance Processor 내장
- ◆ Communication Port : rs-232c(9600 bps) : GPS Data Receive
- ◆ Console Port : RS-232C
- ◆ 오차 보정기능 (Differential Data 이용 오차보정)
- ◆ 허용 오차 :  $\pm 20M$  이내
- ◆ Real-Time Position Transmission

#### CPS (CONDITIONAL POWER SUPPLY)

CPU 보드의 제어를 받아 VDO 보드로 POWER SOURCE 를 공급하는 기능을 수행 한다. 이 보드가 지속적으로 VDO 보드로 전원 공급을 하기 위해서는 CPU 보드는 주기적인 신호를 가지고 CPS 보드를 접근하여야 한다.

- ◆ 입력 전압 : 정격 DC 28V(DC18 ~ 36V)
- ◆ 출력 전압 : DC 28V
- ◆ 출력 전류 : 3A

#### VDO (VITAL DIGITAL OUTPUT)

VITAL OUTPUT 은 CPS로부터 공급 받는 DC28V 를 전원 SOURCE 로 하여 해당 DIGITAL OUTPUT CHANNEL 로 출력 한다.

출력회로에 대해 Feedback 개념을 도입하여 출력값의 일치여부를 판단할 수 있으며 Control 회로에 의해 Feedback 값을 제어하여 Digital Output 값 및 Feedback 값의 상태를 검사할 수 있도록 하여 출력신호의 정확성여부를 판단한다.

- ◆ 디지털 출력 : 8-Ch
- ◆ 출력 전원 : DC 28V
- ◆ 출력 전류 : 300mA



#### VDI (VITAL DIGITAL INPUT)

Vital Input 은 28VDC Level 의 Digital Input 신호를 받아 입력 된 신호 상태를 해독 하며 일반적인 Digital Input 회로와는 달리 입력되는 신호 상태를 확인 하는 별도의 장치로 입력 신호를 단락 처리하여 입력 되는 신호 상태를 확인 하게 된다.

- ◆ 디지털 출력 : 16-Ch
- ◆ 입력 전원 : DC 28V

#### DEC (DECODER BOARD)

AM 변조 방식을 채택한 주파수를 FILTERING 및 DECODING 하는 기능을 수행 한다. 사용 되는 CARRIER 주파수에 따라 FILTER 를 두어 이를 구분하고 각 CARRIER 주파수에 실린 CODE RATE 를 분리 한다. CODE RATE PULSE 를 분석하여 SPEED LIMIT 에 해당하는 정보를 생성 한다.

- ◆ CPU : Intel 180C196KC 16 Mhz
- ◆ RS232 Console 사용
- ◆ AM 변조기 : MC196, 82C54
- ◆ AM 복조기 : XR221, Band Pass Filter

#### SMPS (SWITCHING MODULE POWER SUPPLY)

외부에 입력 된 DC28V 를 받아 VMEBUS 상에 삽입되어 있는 각종 보드로 전원을 공급 하는 장치 이다.

- ◆ Input Voltage : 18VDC ~ 36VDC
- ◆ 효율 : 80% 이상
- ◆ Output Ripple & Noise : 100mVp-p 이하
- ◆ Current Limit : Short Circuit Protection(Automatic Restart)
- ◆ Power Fail Detection : Main 5V Output only
- ◆ Power Sharing Accuracy : 0.95 ~ 1.05(Main)



- ◆ Turn-on Time : 10m/sec
- ◆ Transient Response Time : 100 $\mu$ /sec

#### 4.3.1.2 기능

ATP 시스템은 ATP/TD 루프로부터 신호 파형을 수신하여, 이 신호 파형을 차상 ATP 시스템에서 해석한 후, 해석된 ATP 속도 코드 값을 TSPD 장치에서 검출된 속도 정보(열차의 실제 속도)와 비교한다. 비교한 결과가 특정 속도값 이상의 과속 조건이 되면, 자동으로 제동 지령을 출력하여 열차의 주행속도가 한계값 이하(필요시 열차 정차 속도 값까지)가 되도록 한다.

##### 속도 코드 신호 식별 기능

수신된 신호 전류를 해석하여, 그 출력을 속도 비교 장치 및 차상 신호 장치로 전달한다. 신호 현시 계열이 바뀌게 되면, 속도 코드의 변화를 알리는 경보음이 발생하게 된다.

##### ADU 상의 속도 미터 현시 기능

차상 ATP 수신기에서의 출력에 따라, 주행 속도와 함께 속도 코드가 ADU 상에 현시된다.

##### 속도 비교 기능

ATP 시스템은 차상 ATP 수신기로부터 전송되어온 속도 코드 정보를 TSPD 장치에서 전송되어온 주행 속도 정보와 비교하여, ATP 속도 코드를 기준으로 한계속도를 초과 하는 경우, 즉시 제동 명령을 출력하여 열차를 한계 속도 이하로 감속한다.



ATP 속도 코드, 한계 속도 및 제동 유형은 다음과 같다

표 4-6 속도 현시 계열과 주행 한계 속도 값

ATP 속도 코드	주행 한계 속도[km/h]	제동 유형
90	90	과속시 상용 만제동
80	80	과속시 상용 만제동
75	75	과속시 상용 만제동
70	70	과속시 상용 만제동
65	65	과속시 상용 만제동
60	60	과속시 상용 만제동
55	55	과속시 상용 만제동
45	45	과속시 상용 만제동
35	35	과속시 상용 만제동
25	25	과속시 상용 만제동
15	15	과속시 상용 만제동
01	01	상용 만제동
02	02	비상제동

열차 정지 검출 기능

ATP 시스템은 열차의 정지 상태(Vz)를 검출하여 출입문 개/폐 제어 신호 장치 부분으로 전달한다.

전동 및 후진 검출 기능

열차가 정지 상태에서 후진 및 전동의 상태가 검출되면, ATP 시스템은 즉시 비상제동 체결 지령을 발생시킨다.

개방 회로 상태 검출 기능

TSPD 장치의 개방 회로(Open Circuit) 상태가 검출되면, 상용 만제동 지령이 발생된다.

장애 검출 기능



ATP 시스템의 장애가 검출되면(이중계 모두에), 비상 제동 명령이 발생 된다.

#### 정지 후 진행 모드 동작(Sighting Operation)

##### ◆ 01 신호 “정지 후 진행 모드” 동작

열차가 01의 신호를 수신하여 정지하면, 열차는 정지 후 진행 버튼을 선택하여, 정지 후 진행 모드 램프가 켜지고 활성화 경보음이 발생됨에 따라 최대 15km/h 혹은 이하의 속도로 수동 운전할 수 있다. 이후 “01” 이외의 코드가 수신되거나, 정지 후 진행 버튼 해제를 선택하면 이 기능은 취소(정지 후 진행 모드 램프가 꺼져야 함)된다.

##### ◆ 02 신호 ”정지 후 진행 모드” 동작

열차가 02의 신호 상태 혹은 무신호 구간에서 정지하면, 열차는 정지 후 진행 버튼을 선택하여, 정지 후 진행 모드 램프가 켜지고 활성화 경보음이 발생됨에 따라 최대 15km/h 혹은 이하의 속도로 수동 운전할 수 있다. 이후 “02” 이외의 코드가 수신되거나, 정지 후 진행 버튼 해제를 선택하면 이 기능은 취소(정지 후 진행 모드 램프가 꺼져야 함)된다.

### 4.3.2 ATO 장치

ATO 장치는 RAIL에 설치되어 있는 PSM MARK로부터 발생하는 전파를 안테나로 받아 각 PSM MARK로부터 입력된 서로 다른 주파수를 분석하여 전동차가 정위치 정차를 수행할 수 있도록 거리 보정 기능을 수행한다. 이 기능으로 ATO 감시하에 무인운전을 구현한다.

#### 4.3.2.1 구성

MRK (MARK DETECT BOARD)

지상 MARK로부터 발산되는 주파수를 DETECT하는 TONE DETECT 보드이다. 10단계



로 구분하여 사용하는데 본 MRK 보드는 6 단계(P1~P6)로 구분하여 DETECT 하게 된다. MARK 가 DETECT 되면 VMEBUS 를 통해 CPUA 보드로 INTERRUPT REQUEST 를 한다.

- ◆ Carrier 주파수 검지기 : EXAR XR2211
- ◆ Mark 주파수 발생기 : 대역필터, 증폭기

#### CPU Board

ATP SYSTEM 에서 사용하는 CPU 와 동일한 보드 이다.

#### SMPS (SWITCHING MODULE POWER SUPPLY)

ATP SYSTEM 에서 사용하는 SPMS 와 동일하다.

#### 4.3.2.2 기능

완전 자동 운전 모드 혹은 자동 운전 모드를 선택하게 되면, ATO 제어 시스템의 기능이 시작되어, ATP 시스템으로부터의 출발 명령 수신 후, ATP 속도 한계에 따라 열차를 자동 운행한 후, ATO 승강장 송/수신기의 위치 정보를 수신하여, 목표 정차 지점에 열차를 자동 정차 시키는 기능을 수행한다.

##### 출발 제어(자동 출발)

출발 제어를 위한 필요한 상태 조건들이 만족되면, ATO 시스템은 정차 제동을 완해한 후 역행 명령을 전달한다.

##### 정속 제어(자동 속도 조절)

ATP 속도 코드에 대한 ATO 제어 목표 속도 값을 내장하고 있어, 목표 속도에 따른 열차의 역행 및 제동 명령을 차량의 제어 장치(TCMS 혹은 역행/제동 장치)로 인터페이스 패널을 통해 전달한다.

##### 타행 제어 명령(에너지 절감 운전)



선로의 상태가 평탄한 조건이나 속도 변화가 크게 요구되지 않는 운전 구간에 대해서는 타행 명령이 사용되어, 열차의 운행 비용을 절감시킨다.

#### 사전 감속 기능

선로의 상태가 평탄한 조건이나 ATP 속도 코드의 하향 변화 지점이 사전에 ATO 장치로 전달되면, ATP 속도 코드에 따른 한계 속도 이하의 값으로 열차를 사전 감속한다.

#### 열차 자동 정위치 정차(TASC, Train Automatic Stop Control)

차상 ATO 승강장 송/수신기의 위치 정보에 따라, ATO 시스템은 열차 자동 정위치 정차 패턴을 생성시켜 이 패턴에 따라 열차를 자동 정위치 정차 시킨다.

#### 최종 위치 보정 제어(Crawl or Inching Control)

정위치 정차 제어 후, 열차가 미달 정차인 경우, 최종 위치 보정 제어 명령이 전달되어 열차의 정차 정밀도를 향상 시킨다.

#### 비상 제동 제어

상용 제동 시스템에 장애가 검출되면, 비상 제동이 활성화된다.

- ◆ ATO 비정상 상태 검출

정속 주행 제어 중 임계치 이상의 속도 차이가 발생하면, 상용 제동 시스템에 장애가 발생한 것으로 간주하여 비상 제동이 활성화된다.

- ◆ 과주 방지를 위한 백업 기능

자동 정위치 정차 제어중 열차의 속도가 ATO 패턴에 비해 과도하게 차이를 보일 경우, 비상 제동 요청 명령이 발생한다.

- ◆ ATO 시스템 장애

ATO 차상 시스템에 중대 장애가 검출되면, 비상 제동 명령이 활성화된다.



#### 데이터 수집

미달 정차 혹은 과주 정차 등의 상태가 검출되면, 주행 상태에 대한 데이터의 일부로서 내부 메모리에 저장된다.

#### 4.3.3 TWC 장치

차상-지상간 양방향 통신 시스템은, 차상과 지상간의 각종 운행 및 상태 정보, non-vital 제어 정보를 경로로서의 기능을 수행한다.

#### Communication Board

지상 ATC와의 무선 Data 통신용 보드이다.

- ◆ VMEbus Interface (Slave)
- ◆ High Performance Processor 내장
- ◆ Communication Port : IEEE802.3 (10 base T rj45), RS-232c(33k bps 이상) : RF Data 송수신
- ◆ Console Port : RS-232C
- ◆ RTOS 탑재

#### TD Board

- ◆ VMEbus Interface (Slave)
- ◆ High Performance Processor 내장
- ◆ Console Port : RS-232C
- ◆ Modulator : AM Mod Carrier & Command Switching frequency
- ◆ Demodulator : AGC, SCF Band pass filter, Pulse train generator
- ◆ Optimized Control flow

#### CPU Board





ATP SYSTEM에서 사용하는 CPU와 동일한 보드이다.

#### SMPS (SWITCHING MODULE POWER SUPPLY)

ATP SYSTEM에서 사용하는 SPMS와 동일하다.

#### 4.3.3.1 기능

TWC 장치는 다음과 같은 데이터들을 전송한다. TWC 장치의 송/수신 데이터는 시스템의 운영 개념에 따라, 다소 달라질 수 있으며, 해당 제어 명령 및 정보는 차량 내 해당 장치와의 인터페이스(TCMS 혹은 하위 제어 장치)가 적절하게 이루어진 상태를 전제로 한다.

#### 열차 조건 및 상태 데이터(차상 → 지상)

- ◆ Main NFB Trip
- ◆ 과속
- ◆ 정차 지점 초과
- ◆ 제동 조건(정차 제동, 비상 제동, 장애 상태)
- ◆ 차량 내 조명 상태
- ◆ 에어컨 상태
- ◆ ATO 시스템 상태(각 장치의 주요 장애)
- ◆ ATP 시스템 상태(각 장치의 주요 장애)
- ◆ 기타 상태 및 열차의 각종 장애 정보

#### 지상 제어 명령(지상 → 차상)

- ◆ 리셋 명령
- ◆ 에어컨 동작 명령
- ◆ 조명 제어 명령



※ 열차의 안전 제어 관련 명령들은 포함하지 않음.

#### 4.3.4 열차 위치 검출용 보조 장치

열차 위치 검출용 차상 장치는, 기존의 지상 궤도 회로를 대신하는 열차 검출용 장비로서의 기능을 수행하는 설비이다.

##### 4.3.4.1 기능

차상 TD 장치는, TD 송신기, ATP/TD 안테나 및 안테나 Junction Box 로 구성되며 이들의 상세 기능은 다음과 같다.

##### TD 송신기

- ◆ TD 송신기는 TD(Train Detection, 열차 검출) 신호를 전송한다.
- ◆ TD 송신기는 Check In 신호 전송기와 Check Out 신호 전송기로 구성된다.
- ◆ 이 장치는 이중계로 구성된다.

##### ATP/TD 안테나

ATP/TD 안테나는 지상 ATP/TD 루프로부터 ATP 신호를 수신하고, TD 신호를 지상 ATP/TD 루프로 전송한다.

##### 안테나 Junction Box

안테나 Junction Box 는, 케이블의 접속 및 임피던스 매칭 사용된다.

ATP 신호 수신을 위한 공진 캐패시터가 이 장치 내부에 설치된다. 공진 캐패시터의 값은 좌측 Unit 및 Unit 간에 상이한 값을 가진다.



#### 4.3.5 열차 속도/위치 검지 장치(TSPD, Train Speed & Position Detection)

열차 속도/위치 검지장치는, 차상의 전두부와 후두부에 Optical Speed Sensor 를 장착하여 전송되는 속도 검출용 신호를 차상에 전송하는 장치로서, 이렇게 검출된 속도 정보는 ATP 장치의 제한 속도와 비교된다. 그리고 이 Sensor 를 통하여 시작 점으로부터의 상대 위치를 검지하게 된다.

기존의 속도 센서를 대체하는 개념으로서 사용되며, ATO 장치의 자동 열차 주행 제어 및 ATP 장치의 과속 방지 및 정지 상태 검출에 대한 속도정보를 제공하는 기능을 수행한다.

##### 4.3.5.1 기능

차상에서 열차의 속도를 검출하는 기능을 수행하는 이 장비는, 차상의 전두부와 후두부에 Speed Sensor 를 장착하여 속도를 검지 한다. 이때 전두부와 후두부의 속도를 비교하여 일정 편차 이내 일 때 유효값을 인정한다.

#### 4.3.6 ADU(Aspect Display Unit)

ADU 는 Tc 차량 운전실내에 설치되는 장비로서, 운전사에게 열차의 주행 속도, 지상 설비에서 수신된 속도 코드 정보 현시, 무인 및 자동 운전시의 회복 모드의 선택, 출발 전 시험시의 속도 코드 수신 확인에 대한 인지, 기타 ATC/ATO 장치의 운행 관련 정보 현시의 기능을 수행한다. 이러한 기능 구현을 위한 장치의 구성 및 규격에 대한 설명은 다음과 같다.

##### 4.3.6.1 구성 및 기능

ADU 는 다음과 같은 하위 부품들로 구성된다.



- ◆ 외부 함체 및 커넥터 인터페이스
- ◆ 각종 표시 램프, LED 및 Seven Segment 가 포함된 Display Board
- ◆ CPU 및 입/출력 채널을 탑재한 CPU 보드
- ◆ 자체 전원 공급 장치
- ◆ 운전자 취급 푸쉬 버튼 및 Alarm 이 탑재된 Panel 조작부

#### 4.3.6.1.1 외부 함체 및 커넥터 인터페이스

외부 함체의 전면 Panel 부위는 ADU 함체를 제거하지 않더라도 개방이 가능한 구조로서, 유지 보수의 편의성을 만족시킨다.

커넥터 인터페이스 부분은, 크게 다음과 같은 2 가지로 나눌 수 있다.

##### 신호 인터페이스

ATP1/ATP2 와의 통신 링크용 포트, ATC 장치와 ADU 간의 이산 입/출력 인터페이스 등의 신호에 대한 인터페이스용 결선으로서 다음의 제품을 사용하며, 이 커넥터는 ADU 함체 뒷면에 장착되어 있는 형태이다.

##### 전원 인터페이스

ADU 동작용 100 VDC 를 공급하는 부분으로서 다음의 제품을 사용하며, 이 커넥터는 ADU 함체 뒷면에 장착된 형태이다.

#### 4.3.6.1.2 Display Board

Display Board 는 ATC 장치의 동작 상태 및 운행 설정 상태, 지상 속도 코드 등을 표시하는 부분으로서 다음과 같이 구성된다.

##### Ring 주행 속도 표시부

이 표시램프는 0 에서 100 kph 의 주행 속도를 표시하기 위하여 적색 LED 로 구성되어 있다. 선두 동작시 0 kph LED 는 항상 점등 된 상태이며, 5 kph 단위 마다 구분



눈금이 있고, 10 개 단위로 착탈 및 교환이 가능한 구조를 채택하여 유지/보수가 용이하다.

#### Digital 주행 속도부

이 표시램프는 Ring 주행 속도 표시부와 동일한 열차 주행 속도 정보를 디지털의 형태로 0에서 99kph 의 속도를 표시하기 위한 두 개의 Seven Segment 표시램프로 구성되어 있다.

#### 지상 속도 코드 표시부

이 표시램프는 링 속도 표시램프 주위에 11 개의 표시램프로 구성되며, 지상에서 수신된 속도 제한 명령을 표시 한다. 0, 15, 25, 35, 45, 55, 60, 65, 70, 75, 80 및 90 kph 의 상태(속도제한)가 있다.

#### 상태 표시 램프부

표시 램프 각각의 기능을 살펴 보면 다음과 같다.

- ◆ 주 ATC 고장 표시 램프 : 주 ATC 고장을 표시하는데 사용된다.
- ◆ 예비 ATC 고장 표시 램프 : 예비 ATC 고장을 표시하는데 사용된다.
- ◆ 출발전 시험 진행중 표시 램프 : ATC 장치가 PDT 진행중임을 표시하는데 사용된다.
- ◆ 무 코드 표시 램프 : 지상에서 수신되는 속도 코드가 없음을 표시하는데 사용된다.
- ◆ 회복 모드 선택 표시 램프 : 열차가 회복 모드 운행중인 것을 운전자에게 알려주는 데 사용된다.
- ◆ TWC 수신 상태 표시 램프 : TWC 통신 상태를 운전자에게 알려주기 위해 사용된다.

#### 4.3.6.1.3 CPU Board



ADU 용 CPU 보드는 이산 입/출력 포트 및 통신용 포트 등이 장착되어 있어 주 프로세싱 보드로서의 기능을 수행한다. CPU 의 주요 구성품은 다음과 같다.

#### Main CPU

- ◆ CPU : AM186EM
- ◆ Memory : Flash Memory - 256 KB, RAM - 256 KB
- ◆ Debugging Port : 1 Port
- ◆ Serial Link : 2 Port

#### 통신용 포트

2 개의 RS 485 Serial Link Interface 용 port 가 설치되어, ATP1 과 ATP2 모두와 동시에 통신을 하게 되며 ADU 는 통신 링크 단절 유/무 검출 및 주 ATC 시스템의 판정 기능을 가진다.

- ◆ Interface : RS485(Isolation 방식)
- ◆ Poll Rate : 100ms
- ◆ Baud Rate : 19.2 kbps
- ◆ Method : Half-Duplex
- ◆ Protocol : Polling/Selecting based on HDLC(ISO 3309/4305)

#### 이산 입/출력 인터페이스

CPU 보드가 제어하는 이산 입/출력 인터페이스 부분에 대한 사양은 다음과 같다.

- ◆ 디지털 입력(최대 6 개 입력)
  - 입력 최대 전압 : 30VDC
  - 입력 정격 전압 : 28VDC
  - 입력 최소 전압 : 13VDC
  - 입력 방식 : Photo-Coupler 절연 방식
  - 입력 필터 : 4ms



- Common 방식 : Ground Common
- 절연 내압 : DC3000V RMS
  
- ◆ 펄스 입력(1 개 입력)
  - 입력 최대 전압 : 30VDC
  - 입력 정격 전압 : 28VDC
  - 입력 최소 전압 : 14VDC
  - 입력 방식 : Photo-Coupler 절연 방식
  - 입력 필터 : 0.2ms (5KHz)
  - Common 방식 : Ground Common
  - 절연 내압 : DC3000VRMS
  
- ◆ Ring Meter 제어
  - 7 Bit Binary(0x01 ~ 0x64)
  - 5VDC Transistor 구동
  
- ◆ 7-Segment 제어
  - 8 Bit BCD(00 ~ 99)
  - 5VDC 구동
  
- ◆ Lamp-휘도 조절
  - 전압 제어 방식
  
- ◆ Alarm 제어
  - 12VDC 구동
  
- ◆ 기타 Lamp 제어
  - 5VDC 구동



#### 4.3.6.1.4 자체 전원 공급 장치

자체 전원 공급 장치는 차량의 Battery 전압인 100 VDC 를 자체 동작 전압으로 바꾸는 장치로서, 차량의 HCR 접점에 의해 ON/OFF 가 제어된다.

#### 4.3.6.1.5 Panel 조작부

Panel 조작부는 운전사 및 검수원의 취급용 푸쉬 버튼류와 경보음 발생을 위한 Alarm 으로 나눌 수 있다.

#### 4.3.7 ATO 안테나

ATO 안테나는 레일 사이에 설치된 정위치 정차용 지상 마커 코일을 검출하는데 사용된다. 이러한 정위치 정차용 마커는 차량에 탑재된 ATO 시스템에 의해 생성되는 정위치 정차 프로파일을 보정하는데 필요한 기준점으로 사용된다. 차상 마커 및 지상 마커는 모두 수동 마커로서 자체적으로는 전기장을 발생시키지 않는다. 두 코일이 가까이 근접했을 때 상호 작용에 의하여 ATC/ATO 시스템 장치내의 해당 전자 회로가 포설 마커에 해당하는 일정 주파수에서 공진하게 된다.

ATO 안테나의 내부 배선도는 다음의 그림과 같다.

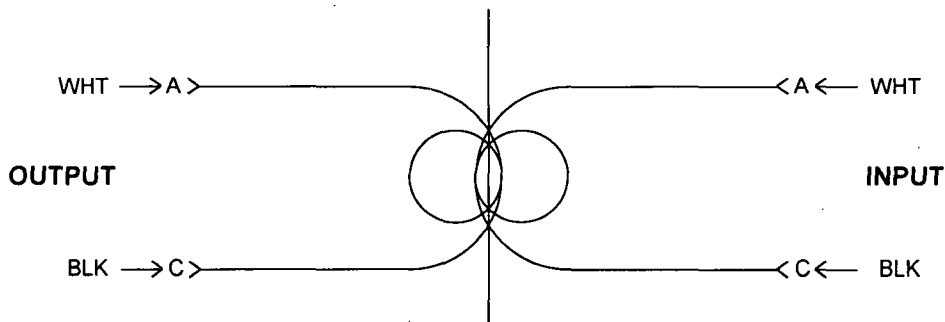


그림 4-10 ATO 안테나 내부 배선도





#### 4.3.8 TWC 안테나

차상과 지상과의 통신을 담당하는 TWC의 Antenna의 사양은 다음과 같다.

- ◆ Wireless Communication
- ◆ RF: Data transfer rate : up to 10 Mbps ; standard 2 Mbps
- ◆ Superior roaming systems enable real-time network connection
- ◆ Frequency Band : 2.400-2.4835 GHz
- ◆ Wire Medium : 2.4 GHz Direct sequence spread spectrum (DSSS)
- ◆ Local Interface: IEEE802.3 / RS-232C
- ◆ Output Power: 10 mw
- ◆ Environment: -20c ~ +50 °C, 95% rh

#### 4.3.9 GPS 안테나

GPS 용 Antenna 이다.

- ◆ L1 frequency, C/A code(SPS), 6 channel, Continuous tracking
- ◆ Low-profile microstrip patch or all weather air dielectric wedge
- ◆ Output : Latitude, longitude, speed, time, direction of travel
- ◆ Acquisition time : 2 sec ( typical reacquisition), 2-4 min (cold start)
- ◆ Position update period : Once per sec
- ◆ Communication : RS-232C, Baud rate : 9600 (TAIP Protocol)
- ◆ Accuracy : 5-10m with differential
- ◆ Operating Temp : -40 ~ 80°C

#### 4.3.10 BAU(Brake Assurance Unit)



BAU 는 열차가 최소 감속율 이상의 감속율로 감속 되고 있는지를 검증한다. BAU 는 방향성이 있으므로, 열차의 진행 방향과 동일한 평면에 설치되어야 한다. ATC 장치 내에는 1 개의 BAU 가 설치된다.

#### 4.3.11 Mode S/W

1 편성 차량에는 ATC 장치가 2 세트 설치되며, 각각의 ATC/ATO 장치 및 연관 차량 인터페이스 부분은 전차의 운전 모드 입력을 필요로 한다. 운전 모드 선택 스위치는 4 개의 고정 위치(무인 운전 모드, 자동 운전 모드, ATC 수동 운전 모드, 비상 운전 모드) 및 1 개의 스프링 복귀 위치(기지 운전 모드)를 설정할 수 있다. 각 위치를 설정함에 따라, 해당 접점이 연결됨으로써 ATC/ATO 장치 또는 연관 차량 인터페이스 장치로 입력이 전달되어 해당 동작을 하게 된다.

PMS노선기획조사사업보고서(부록)

## 제 5 장 통신 시스템



## 목 차

1.	개 요	5-1- 1
1.1.	통신설비의 목적	5-1- 1
1.2.	통신설비의 종류 및 규격	5-1- 2
1.3.	통신설비 구성일반	5-1- 2
1.3.1.	중앙제어실	5-1- 2
1.3.2.	역사 및 차상설비	5-1- 3
1.4.	통신 시스템 구성도	5-1- 5
2.	네트워크 설비	5-2- 1
2.1.	NMS(Network Management System)시스템	5-2- 1
2.2.	LAN(Local Area Network)시스템	5-2- 1
3.	운영관리를 위한 통신설비	5-3- 1
3.1.	전자식 자동교환기 설비	5-3- 1
3.1.1.	전자식 자동교환기의 개요	5-3- 1
3.1.2.	전자식 자동교환기의 구성	5-3- 1
3.1.3.	전자식 자동교환기의 기능	5-3- 2
3.2.	일반전화 및 공중전화	5-3- 4
4.	열차운전을 위한 통신설비	5-4- 1
4.1.	사령전화설비	5-4- 1
4.1.1.	사령전화설비의 개요	5-4- 1
4.1.2.	사령전화설비의 구성	5-4- 1
4.1.3.	사령전화설비의 기능	5-4- 1



4.1.4.	사령전화 주장치	5-4- 2
4.2.	열차무선설비	5-4- 5
4.2.1.	열차무선설비의 개요	5-4- 5
4.2.2.	열차무선설비의 구성	5-4- 6
4.2.3.	열차무선설비의 기능	5-4- 6
4.2.4.	열차무선 주제어장치	5-4- 9
4.2.5.	사령용 조작반	5-4-14
4.2.6.	녹음장치	5-4-14
4.2.7.	전화회선 접속장치	5-4-14
4.2.8.	휴대용 무선기	5-4-16
4.2.9.	열차무선 이동국 장치	5-4-19
4.3.	화상전송설비	5-4-22
4.3.1.	화상전송설비의 개요	5-4-22
4.3.2.	화상전송설비의 구성	5-4-22
4.3.3.	화상전송 전용 선로	5-4-22
4.3.4.	CCD COLOR CAMERA	5-4-22
4.3.5.	자동조리개 렌즈	5-4-24
4.3.6.	전동 줌 렌즈	5-4-25
4.3.7.	CPU RECEIVER	5-4-26
4.3.8.	CPU	5-4-27
4.3.9.	영상분배 증폭기	5-4-28
4.3.10.	VIDEO MATRIX SWITCHER	5-4-29
4.3.11.	양방향 광 링크	5-4-30
5.	여객서비스를 위한 통신설비	5-5- 1
5.1.	안내방송설비	5-5- 1
5.1.1.	안내방송설비의 개요	5-5- 1



5.1.2.	안내방송설비의 구성	5-5- 1
5.1.3.	안내방송설비의 기능	5-5- 4
5.2.	안내게시기설비	5-5- 6
5.2.1.	안내게시기설비의 개요	5-5- 6
5.2.2.	안내게시기설비의 구성	5-5- 6
5.2.3.	안내게시기설비의 기능	5-5- 7
5.3.	전기시계설비	5-5- 9
5.3.1.	전기시계설비의 개요	5-5- 9
5.3.2.	전기시계설비의 구성	5-5- 9
5.3.3.	전기시계설비의 기능	5-5-10
6.	설비보전을 위한 통신설비	5-6- 1
6.1.	TALK BACK 설비	5-6- 1
6.1.1.	TALK BACK 설비의 개요	5-6- 1
6.1.2.	TALK BACK 설비의 구성	5-6- 1
6.1.3.	TALK BACK 설비의 기능	5-6- 2
6.2.	설비보전용 무선설비	5-6- 3
7.	통신설비용 전원설비	5-7- 1
7.1.	개 요	5-7- 1
7.2.	무정전 전원장치 (UPS)	5-7- 1
7.2.1.	UPS 의 개요	5-7- 1
7.2.2.	UPS 의 종류	5-7- 1
7.3.	전원장치 구성방안	5-7- 2



## 1. 개요

영종도 신공항의 PMS 노선에 적합한 기능과 운영체제의 효율성을 감안하여 최신기술과 신뢰성을 보유함으로써 시스템을 효율적으로 운용하며, 비상시 연락 및 상황감시에 필요한 정보를 제공한다.

### 1.1 통신설비의 목적

자기부상열차의 운전과 열차의 관리를 위해 필요한 정보를 통신하기 위하여 사용되는 설비로서 표 5-1 과 같은 정보를 전송하기 위한 설비이다.

표 5-1. 통신회선 내역

회선 종별		사용목적	설치장소
음성회선	사령(직통) 전화 설비	중앙제어실과 각 역사간 긴급통화	중앙제어실, 각 역
	자동교환기설비 (구내전화)	일반업무를 위한 통화	중앙제어실
	열차무선설비	중앙제어실과 차상간 통화	중앙제어실, 차량
데이터용 제어회선	열차무선제어	유지/보수용 무전기 제어	중앙제어실
	신호설비제어	열차신호설비 제어	중앙제어실
	CCTV 제어	CCTV 화면선택 및 제어	중앙제어실
	방송/안내 게시기 제어	방송 및 안내 게시기 정보전송	중앙제어실, 각 역
	전기시계제어	전기시계설비 제어	중앙제어실
화상회선	화상전송설비	승강장 및 주요설비의 관리/감시용 화상전송	중앙제어실, 각 역



## 1.2 통신설비의 종류 및 규격

영종도 신공항 PMS 노선에 설치될 통신설비의 종류 및 규격은 표 5-2 와 같다

표 5-2. 통신설비 및 규격

사용목적	통신설비명	주요기능	비고
1.Network 설비	1) NMS 시스템 2) LAN 시스템	°LAN 관리	
2.운영관리를 위한 통신설비	1) 전자식 자동교환기 2) 일반전화 및 공중전화	°자동 전화 교환 °한국통신 국선전화	
3.열차운전을 위한 통신설비	1) 사령(직통) 전화 설비 2) 열차무선 설비 3) 화상전송 설비	°전용회선구성 직통전화 °음성, 데이터 무선통신 °카메라 화상 제어 및 모니터	
4.여객 서비스를 위한 통신설비	1) 자동방송 설비 2) 열차행선 안내 게시기 3) 전기시계설비	°자동, 수동, 비상 방송 °열차운전프로그램 연동 °자동보정가능	
5.설비보전을위한 통신설비	1) 토크백 설비	°운전취급자와 보수점검자간 통신	
6.통신설비용 전원설비	1) 통신설비용 무정전 전원설비	°통신설비용 무정전 전원설비 (UPS)	

## 1.3 통신설비 구성일반

### 1.3.1 중앙 제어실

중앙 제어실은 역 전체 구간 중 1개소에 설치되는 것을 전제로 하며 전체 시스템을 감시 및 제어할 수 있도록 구축되고, 각 시스템 기기는 운영자의 편리한 조작을 위해 Rack 또는 조작 패널 속에 장착되도록 설계된다. 특히, 영종도 신공항 PMS 노선의 길이가 약 1.4km 및 역의 특성상 별도의 역사관리 시설이 필요치 않을 것으로 예상되므로 주제어장치와 역 제어장치를 통합하여 중앙제어실에 설치하는 중앙집중 관리 방식으로 구성하며 구성장치들은 다음과 같다.





- 전자식 자동교환기 장치 : 효율적인 통신망 운영을 위한 음성 및 데이터 전송에 적합하고 향후 종합정보 통신(ISDN)서비스가 가능한 전자식 자동교환기장치로 통신회선수 용량에 따라 선정되며 확장이 용이한 시스템을 선정한다.
- 열차무선 주제어장치 : 중앙제어실 내 운영자와 차량내 승무원 또는 승객과의 직접 통화 또는 휴대 무전기 소지자와의 통신을 위한 열차무선 주장치이다.
- 사령전화 주장치 : 변전, 신호, 방재, 운전등의 관리구역 및 역과의 직통전화를 위한 비상전화장치 이다.
- 화상전송 주장치 : 감시를 위한 역 상태 및 승객안전 상황과 기타장소로부터 수신된 화상데이터를 선택적으로 모니터 및 제어한다.
- 원격제어 및 자동방송장치 : 중앙제어실 신호설비로부터 열차운행에 관한 정보를 수신하여 열차의 진·출입, 행선안내, 도착안내, 열차진입주의에 대한 자동안내방송을 제어한다.
- 안내게시기 주컴퓨터 : 중앙제어실 신호설비로부터 열차운행에 관한 정보를 수신하여 열차의 진·출입, 행선안내, 도착안내등을 시각적으로 표시하기 위한 역사의 행선안내표시기를 제어하며 표시기에 전달되는 메시지나 데이터를 조작하여 역 안내 운영에 필요한 정보를 전달한다.
- 전기시계장치 : 통신, 신호, 변전등 PMS에서 운영되는 모든 설비들의 시각 동기화를 위한 모 시계장치 및 시간 표시를 위한 자 시계장치를 설치한다.
- 토크백 모장치 : 차량기지 구내의 입환이나 설비의 유지보수등 업무연락이 필요한 전철기 또는 신호기 부근에서 운전취급자와 보수점검자 등과의 신속, 정확한 상호 호출 및 대화를 행할수 있도록 하는 설비이다.
- 전원장치 : 중앙제어실 설비에 전원을 공급하기 위해 무정전 전원장치(UPS) 및 축전지 설비를 설치한다.

### 1.3.2 역사 및 차상설비

역사 및 차상설비는 다음과 같은 설비로 구성된다.

- 열차무선 이동국 : 차량에 설치되며, 열차무선 주제어장치와 일정주파수를 이용하여 무선통신한다.



- 앰프 및 스피커 : 중앙제어실내 방송장치로부터의 음성데이터를 출력한다.
- 행선안내표시기 : 안내게시기 주컴퓨터에 의해 제어되며, 열차의 출발, 도착 등을 승객이 볼 수 있도록 LED 등에 의해 시각적으로 표시하는 장치이다.
- 카메라 : 역 상태 및 감시구역의 화상데이터를 수집하는 기기로 수집된 화상을 송/수신 장비를 통해 제어 설비로 전송한다.
- 직통전화설비 : 긴급상황시 역사의 승객이 중앙제어실에 직접통화할수 있는 사령통화용 전화설비를 설치한다.
- 자시계장치 : 승객들의 편의를 위해 벽걸이용으로 역사내에 자 시계장치를 설치한다.

1.4 통신 시스템 구성도

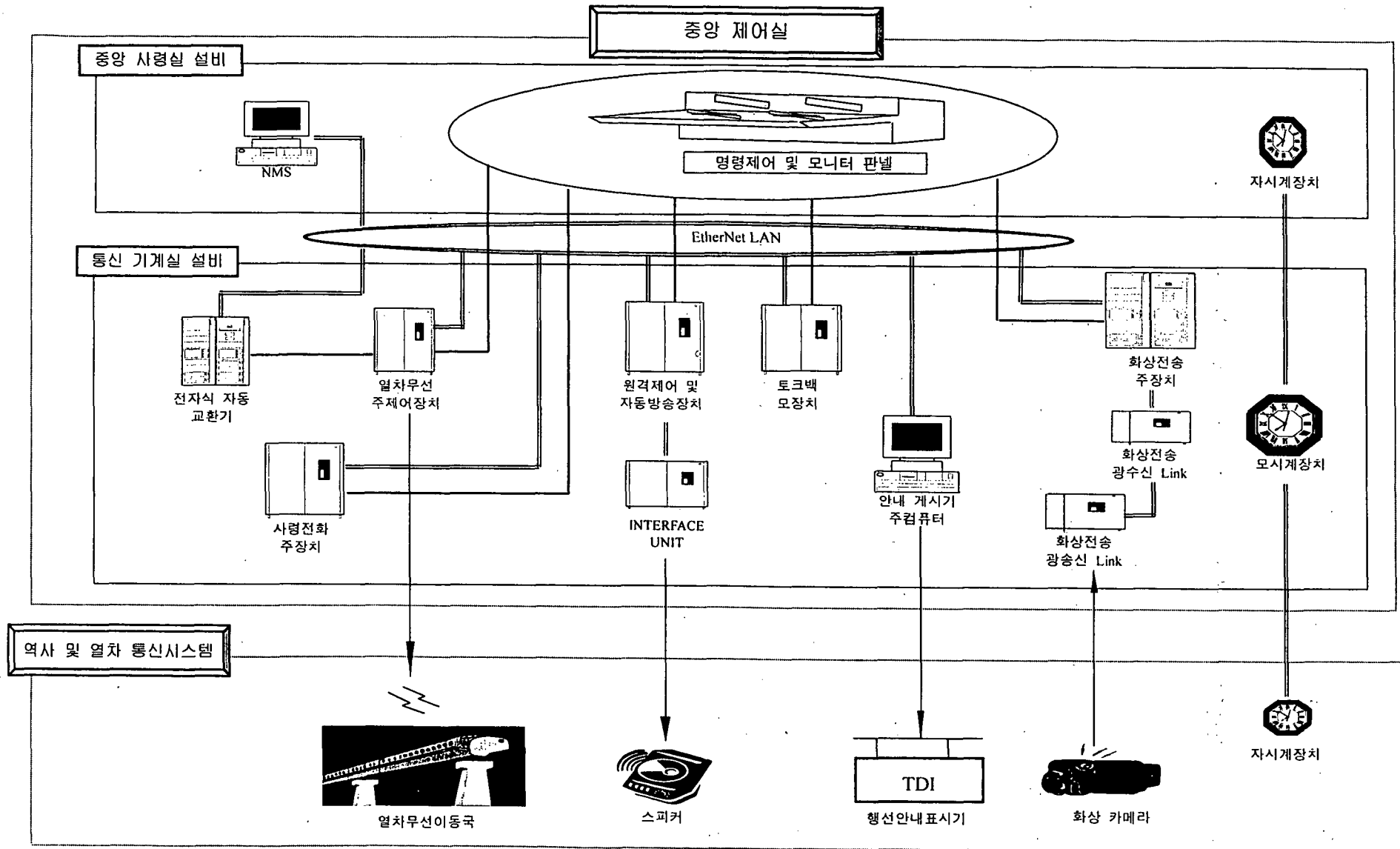


그림 5-1 PMS 노선 통신시스템 구성도



## **2. 네트워크 설비**

### **2.1 NMS(Network Management System)시스템**

중앙 제어실에 설치되며, 중앙제어실 내의 각 구성 요소들을 관리할 수 있는 네트워크 관리 시스템으로써 주기능은 네트워크 장애를 신속히 탐지하고 네트워크의 Traffic 량을 측정함으로써 병목지점을 조기에 파악하여 운용자가 상황에 대처할 수 있도록 한다.

### **2.2 LAN(Local Area Network)시스템**

고신뢰성을 위해 이중계로 구성되어 한 개의 LAN에 장애가 발생하더라도 예비계가 상용계로 자동 절체되어, 연속적으로 각 시스템 간의 데이터가 중단 없이 상호 교환되도록 한다.



### 3. 운영관리를 위한 통신설비

#### 3.1 전자식 자동교환기 설비

##### 3.1.1 전자식 자동교환기의 개요

전자식 자동교환기는 아날로그 또는 디지털 전자교환기로 나누어지며, 반도체집적 기술의 발달로 PCM(Pulse Code Modulation)에 의한 디지털 통신방식으로 교환기의 스위칭망 기능을 실현하는 디지털 전자교환기의 발달로 현재의 교환기 시스템은 주로 디지털 전자교환기를 사용한다.

##### 3.1.2 전자식 자동교환기의 구성

전자식 자동교환기의 구성은 주변정합회로, 스위칭 네트워크 및 제어계로 구성되어 있다.

###### 3.1.2.1 주변정합회로

내선, 중계선, 서비스회로등과의 정합을 위한 부분이며 스위칭 네트워크의 특성에 맞게 신호를 변환하고, 필요에 따라 사용자 트래픽을 접속하는 역할을 한다.

###### 3.1.2.2 스위칭 네트워크

전자식 자동교환기는 T-스위치와 S-스위치로 구성된다. T-스위치와 S-스위치의 조합은 원하는 스위치망의 용량에 따라 여러가지 방식이 가능하며, 스위칭 네트워크의 신뢰도가 전체 시스템에 미치는 영향이 크므로 이중화 구성에 의해 병렬로 운용한다.



### 3.1.2.3 제어계

전자식 자동교환기의 제어계는 주변정합회로와 제어정보를 송수신하는 장치, 그 신호의 처리 정보에 따라 통화로 부를 제어하는 접속 제어장치 및 각 장치간을 접속하는 결합장치로 구성되며, 다수의 마이크로프로세서를 이용한 분산제어(Distributed Control)방식을 채택 한다.

### 3.1.3 전자식 자동교환기의 기능

전자식 자동교환기의 기능은 다음과 같다.

#### ● 시스템 기능

전자식 자동교환기는 다음과 같은 기본기능을 갖추어야 한다.

- 직접 내선 접속기능 : 외부 착신호가 중계대의 도움없이 미리 지정된 내선에 착신되도록 하는 기능
- 회선절단기능 : 송,수화기를 들고 일정시간동안 다이얼하지 않으면 자동으로 경고음을 송출한 후 회선을 절단하는 기능
- 국선 대피기능 : 시스템에 공급되는 전원이 절단되는등의 긴급상황이 발생하는 경우에 각각의 국선을 미리 지정된 특정내선에 자동적으로 연결되도록 하는 기능
- 긴급 다이얼기능 : 긴급을 요하는 비상전화번호를 국선이 모두 통화중인 경우에도 서비스 등급에 관계없이 통화할수 있는 기능
- DID(Direct Inward Dialing) : 외부 착신호가 중계대의 도움없이 원하는 내선에 착신되도록 하는 기능
- DOD(Direct Outward Dialing) : 내선 사용자가 통화하고자 하는 국선번호를 직접 다이얼 하여 통화할 수 있는 기능
- 기록기능 : 국선, 내선, 전용선등 발신호와 착신호의 기록을 제공하는 기능
- 비상 절체기능 : 시스템에 중요 고장발생이나 전원공급 중단등 응급상태 발생시 국선과 특정회선이 지정된 선로에 자동으로 전환되는 기능



- 통화중 긴급호출기능 : 내선사용자가 다른 사용자와 통화중일 때 긴급 호출이 있음을 알려주는 기능
- 개별단축 다이얼기능 : 개별적으로 사용빈도가 많은 국선 등의 전화번호를 몇 자리 숫자 단축하여 사용 할 수 있는 기능
- 트래픽 정보측정 및 기록기능 : 국선, 전용선, 내선의 회선별로 특정기간의 통화회수, 통화시간 등을 CRT화면에 Display하고 프린터로 출력할 수 있는 기능

● 일반 사용자기능

- 착신 전환기능
- 당겨 받기기능
- 단축 다이얼기능
- 내선 상호간 호출기능
- 국선발신 제한기능
- 통화중 긴급호출기능
- 연결대기 전환 및 응답기능
- 내선보류 및 응답 기능

● 중계대 기능

- 시스템장애 경보기능
- 국선 착신, 발신, 중계기능
- 발신번호 표시기능
- 국선 선택기능
- 통화상태 감시기능
- 내선과 내선연결기능
- 경보기능
- 보류 및 재호출기능
- 상태표시기능
- 착 신호 선택기능



### **3.2 일반전화 및 공중전화**

인천신공항 PMS 노선의 국선 일반전화는 역무 및 일반행정은 물론 방문객의 편의를 위하여 한국통신의 가입전화 및 공중전화를 필요장소에 설치할 수 있도록 하여 구내 자동전화설비의 두절시에도 업무연락을 할 수 있도록 계획 검토하여 국선 공중전화는 관할 전화국회선을 사용한다.





## 4. 열차운전을 위한 통신설비

### 4.1 사령전화설비

#### 4.1.1 사령전화설비의 개요

사령전화설비는 각 운영자의 통신회선에 자 장치를 접속하여 운전, 신호사령 등이 통화하고자 하는 임의의 피사령 등에게 개별, 일제 등의 통신형태로 호출하여 열차의 운전정보 및 유지보수에 관한 정보를 신속하고 정확히 파악하여 역사의 승객과 직통 전화할 수 있는 전용 통신설비 이다.

#### 4.1.2 사령전화설비의 구성

영종도 신공항 PMS 노선의 사령전화설비는 표 5-5 와 같이 구성된다.

표 5-5. 사령전화설비의 구성

구분	수량	비 고
Master 장치	1 Set	중앙 제어실
운전자 콘솔	1 Set	중앙 제어실
역 제어 장치	1 Set	중앙 제어실
경보 표시기	1 Set	중앙 제어실

#### 4.1.3 사령전화설비의 기능

- 검수작업동안 Master 장치의 기능정지를 막기위해 CPU 와 전원장치를 이중계로 구성하여 back-up 하는 기능
- Touch-Screen 방식의 운전자 Console
- 운전자 Console 은 Cordless 전화 또는 Headset 에 연결가능
- 중앙사령은 개별, 전체호출 가능



- Master 장치와 각 제어 장치간 호출은 DTMF 방식 사용
- 중앙사령에 비상호출 가능

#### 4.1.4 사령전화 주장치

##### 4.1.4.1 개요

사령전화설비의 주장치로 운전자 Console로부터 각 제어설비에 연결된 다수의 전화상의 호출,수신,응답 및 채널연결과 같은 동작을 제어한다.

##### 4.1.4.2 구성

사령전화 주장치의 시스템 구성은 표 5-6 과 같다.

표 5-6. 사령전화 주장치의 구성

구분	수량	비고
1. 제어 랙 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control Unit</li> <li>- Transmission Trunk Unit</li> <li>- Alarm Indication Unit</li> <li>- Power Input Unit</li> <li>- Power Unit</li> <li>- Fuse Unit</li> <li>- External Terminal Unit</li> </ul>	1 Set	중앙 제어실
2. 라인 랙 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Line Trunk Unit</li> <li>- Power Unit</li> <li>- Fuse Unit</li> <li>- External Terminal Unit</li> </ul>	1 Set	중앙 제어실
3. 교환 랙 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Basic Unit</li> <li>- Extension Unit</li> <li>- Power Unit</li> <li>- External Terminal Unit</li> </ul>	1 Set	중앙 제어실



#### 4.1.4.3 기 능

사령전화 주장치의 시스템 기능은 다음과 같다.

- 이중계 기능 : 이중계 시스템 전원입력 연결로 전원서비스의 단절에 의한 시스템 정지 방지, 비정상적인 CPU 동작에 의한 시스템 정지 방지를 위해 이중계 CPU로 구성.
- 절환 기능 : CPU 고장의 경우에 시스템은 자동적으로 다른 시스템으로 절환되고 초기화 상태부터 동작을 시작하며, 전원 입력 Off 상태의 경우에 시스템은 자동적으로 초기상태부터 동작한다.
- 비정상 상태가 검지 되면, 시스템 다운을 막기위해 비정상부분은 정지한다. 또한, 고장부분은 정상동작을 정지하고 시스템은 자기진단을 수행한다.
- 회선 절단 기능 : 시스템은 각 회선형에 응답하는 수신검지회로와 송신회로가 있으며, 회선 연결과 유지 음성연결이 가능하다
- 통화채널 연결
- 기록 기능
- 운영자 콘솔과 접속 : Master 장치는 운영자 콘솔과 통신한다.
- 사령전화장치의 정보기록 기능
- 고장표시 기능
- 경보정보의 전송기능

#### 4.1.4.4 사 양

사령전화 주장치의 시스템 사양은 다음과 같다.

- 전송회로
  - a) 신호형태 : 2 -digit serial sending system of DTMF Signal
  - b) 신호조합

사령회선 전송회로의 신호조합은 표 5-7 과 같다.



표 5-7. 사령회선 신호조합

DIGIT	Combination of Frequency	DIGIT	Combination of Frequency
1	F1 + f5	9	F3 + f7
2	F1 + f6	0	F4 + f5
3	F1 + f7	*	F4 + f6
4	F2 + f5	#	F4 + f7
5	F2 + f6	A	F1 + f8
6	F2 + f7	B	F2 + f8
7	F3 + f5	C	F3 + f8
8	F3 + f6	D	F4 + f8

c) 표준 주파수

사령회선의 표준주파수 구성에는 표 5-8 과 같다.

표 5-8. 사령회선 표준주파수

Low Group	Frequency (Hz)	High Group	Frequency (Hz)
F1	697	F5	1209
F2	770	F6	1336
F3	852	F7	1477
F4	941	F8	1633

d) 신호 포맷 및 타이밍

사령회선의 신호 포맷 및 타이밍은 그림 5-2 와 같다.

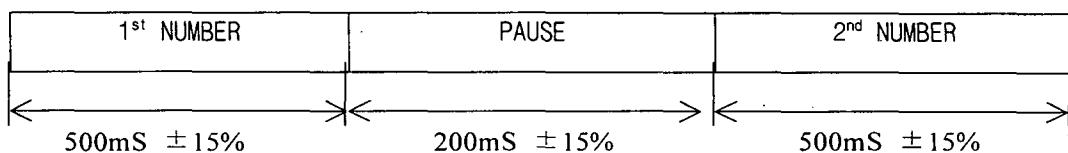


그림 5-2. 사령회선의 신호포맷 및 타이밍



- e) 전송레벨 :  $0\text{dBm} \pm 3\text{dB}$  ( 600 $\Omega$ 부하에서)
- f) 출력임피던스 :  $600 \Omega \pm 30\%$
- g) 번호할당
  - 개별호출 : 00 ~ 59
  - 그룹호출 : \*0 ~ \*9
  - 전체호출 : \*\*
- 수신회로
  - a) 신호형태 : 2 -digit serial sending system of DTMF Signal
  - b) 신호조합 : 전송회로와 동일
  - c) 표준 주파수 : 전송회로와 동일
  - d) 신호 포맷 및 타이밍 : 전송회로와 동일
  - e) 수신레벨 : +3 dBm ~ -25dBm
  - f) 입력임피던스 :  $600 \Omega \pm 30\%$
  - g) 번호할당 : 00 ~ 59
- 입력전원 : AC 220V 60Hz and DC24V
- 절연저항
  - AC 전원종단과 접지종단 간 : 10M $\Omega$ 이상(DC 500V)
  - 회선종단과 접지종단 간 : 10M $\Omega$ 이상(DC 500V)
- 동작환경
  - 온도 :  $-5^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$
  - 습도 : 40% ~ 85%

## 4.2 열차무선설비

### 4.2.1 열차무선설비의 개요

중앙제어실과 운행중인 열차의 승무원 상호간에 운전관련 업무수행과 무인운전시 열차 내 승객과 비상 연락하기위한 설비이며, 열차내의 무전기를 사용하여 입고시 (보수시) 통화할 수 있다.



### 4.2.2 열차무선설비의 구성

영종도 신공항 PMS 노선의 열차무선설비는 통화계, 비상계, 보수계로 구성되며 시스템구성은 표 5-9 과 같다.

표 5-9. 열차무선설비의 구성

구분	수량	비고
열차무선 주제어장치	1 Set	중앙 제어실
명령제어조작반	1 Set	중앙 제어실
녹음장치	1 Set	중앙 제어실
전화회선접속장치(T.I.U)	1 Set	중앙 제어실
휴대무선기	수 Set	기지 또는 차량
차량이동국 장치	2 Set	차상
안테나	1 Set	실외
전원장치	1 Set	중앙 제어실

### 4.2.3 열차무선설비의 기능

#### 4.2.3.1 통화계 기능

중앙제어실과 열차간에서의 통화를 확보하기 위한 기능으로서, 호출시 호출음을 구동 시키고 명령제어조작반(COMMAND CONTROL PANEL)에 열차운행번호 등을 표시할 수가 있다. 이에 의해 중앙사령 업무의 신속, 정확한 조치가 가능하게 된다. 이들 기능은 아래와 같다.

- 중앙제어실로부터 열차 개별호출

중앙제어실의 사령원은, 명령제어조작반으로 호출하려고 하는 열차운행번호를 설정하고, "개별 호출" 스위치를 누름에 의해 해당 열차에 대해 호출음을 구동 시켜 호출열차와 통화를 할 수 있다.



- 중앙제어실로부터 전 열차에 대한 일제호출  
중앙제어실의 사령원으로부터 전 열차에 대해 일방적으로 사령을 할 때 사용하는 기능으로서, 명령제어조작반에서 열차운행번호를 설정하지 않고, "일제호출" 스위치를 누름에 의해 지정 구역내 전 열차에 대해 일제지령을 할 수 있다.
- 열차로부터 중앙제어실에 대한 호출  
열차의 TRCP의 송수화기(Hand-Set)를 들면 중앙제어실에 호출음을 구동 시키고, 동시에 명령제어조작반에 열차운행번호를 표시하고, 중앙제어실의 사령원과 통화한다. 중앙제어실에서는 어느 열차로부터의 호출인지를 한눈으로 알 수 있어, 정확한 조치, 통화를 할 수 있다.
- 긴급 통화(EMERGENCY CALL)  
열차 승무원 또는 승객은 다른 열차가 중앙제어실의 사령원과 통화중인 긴급 통화의 필요성이 생겼을 경우 TRCP의 "E-CH" 스위치를 누름에 의해 중앙제어실에 대해 호출음을 구동 시키고, 동시에 명령제어조작반에 열차운행번호를 표시한다. 사령원은 통화중인 열차에 대해 통화를 종료 시키고 E-CH 전체 호출 Mode로 전환시켜 전 열차와 통화 할 수 있다.
- 차내방송  
중앙제어실의 사령원이 차내의 승객에 대해 긴급으로 방송할 필요가 생겼을 때, 또는 열차 승무원이 열차에서 떨어져 있어 승객에 대해서 안내 방송을 할 수 없을때에, 사령원은 "차내방송" 스위치를 누르고 열차내 승객에 대해 방송을 할 수 있다.
- 비상인터폰 통화  
승객이 차내의 비상인터폰 장치를 사용해 승무원에게 통보할 때, 승무원이 어떤사정으로 대응할 수 없는 상황에서는, 일정 시간 경과 후 중앙제어실의 명령제어조작반에 "비상통보"가 표시되고, 사령원과 승객사이에서 긴급통화가 가능하게 된다.
- Cordless Telephone 과 중앙제어실의 통화  
차량고장 등이 발생할 경우 Cordless Telephone 을 사용하여 현장에서 중앙제어실의 사령원과 통화 할 수 있다.



#### 4.2.3.2 비상계 기능

열차에서 사람이나 차량등의 이상을 확인하거나 사고를 미연에 방지하기 위한 기능을 전송하는 계통으로서, 중앙제어실에서는 경보음을 구동하고 열차 운행번호 표시가 되어진다. 이에 의해 적절한 조치가 가능하게 된다.

- 중앙제어실로부터 전열차에 대한 일제호출(Emergency Call)

중앙제어실의 사령원이 긴급사태 발생에 의해 전열차에 대해 일제지령을 하는 경우 명령제어조작반의 "비상" 스위치를 누름에 의해 지정 구역내의 전열차에 대해 일제지령을 할 수가 있다.

또한, Emergency Call 은 통화계 (Command Call) 보다 우선한다.

Command Channel 로 통화중인 경우 자동적으로 Emergency Channel 로 절환된다.

- Dead-Man

열차가 ATO 해제 운전중 승무원이 병으로 운전조작을 계속할 수가 없는 상태가 되었을 때 중앙제어실에 대해 Dead-Man 표시를 하여 사령원에게 이상을 알린다.

#### 4.2.3.3 보수계 기능

전자식 자동교환기 가입자와 보수원사이에서 호출 및 통화를 하는 것으로, Telephone Interface 와 휴대 무선기로 구성된다.

- 전자식 자동교환기 가입자와 휴대 무선기 소지자의 상호통화

전자식 자동교환기 가입자는 휴대 무선기 소지자를 개별 및 일제로 호출할 수 있다. 또한 휴대 무선기 소지자는 전자식 자동교환기 가입자를 개별로 호출할 수 있다.

- 전자식 자동교환기 가입자와 열차승무원 상호통화

긴급시 열차 승무원이 전자식 자동교환기 가입자와 통화하고자 하는 경우, "전자식 자동 교환기(EPABX)" 스위치를 누르고 전자식 자동교환기 가입자 번호를 조작함에 의해 가능하게 된다.





이 경우, 중앙제어실의 사령원과의 통화는 할 수 없다.

전자식 자동교환기 가입자로부터 열차승무원을 호출 할 수 없다.

#### 4.2.3.4 기타 기능

- Operation Control

모든 통화내용이 중앙제어실에 설치되어 있는 Recording System으로 항상 녹음된다. 또한, 열차 사고시 응급조치를 신속히 하기 위해 열차 승무원과 중앙 제어실의 사령원의 상호 통화내용을 Monitor 할 수 있다.

- 유지보수 및 제어

Working/Standby에서의 열차무선 주제어장치의 상태는 명령제어조작반를 사용함으로 Working/Standby의 원격절환이 가능하다.

열차무선 주제어장치의 송신기 또는 수신기가 고장 났을 경우, 자동적으로 Working에서 Standby로 절환된다.

- System의 신뢰도 향상

열차무선 주제어장치의 주요부는 대기 이중화 구조이다.

열차무선 이동국장치는 Front측과 Rear측의 완전대기 이중화 구조이다.

이상시는 Working에서 Standby로 자동적으로 절체 된다.

- 통화내용의 기록

운전 사령원과의 통화내용은 Recording System으로 모두 녹음된다.

- 보수단말에 의한 System 관리

열차무선 주제어장치의 동작상태 표시 및 기록이 가능하다.

#### 4.2.4 열차무선 주제어장치

##### 4.2.4.1 개요

열차무선 주제어장치는 VHF 대역(예:146MHz ~ 174MHz)을 지정주파수로 하고, 주파수를 구분하여 2주파 복신 통신방식으로 운용하여 운전 사령실과 열차승무원 또는



열차 보수자와 구내교환 가입자가 상호 통화 할 수 있는 장치이다.

- 송신 출력단은 소형, 고성능 LSI 를 사용
- 송수신기는 Synthesizer 방식  
주파수 설정의 간략화 및 크리스탈 공통화에 의한 보수의 간소화
- 연속송신에 견디는 안전설계  
연속 20W 송신을 고려함과 부하 Open 상태에서도 파손되지 않는 안전설계
- 대기 이중화 구조  
이상시 자동적으로 Working 에서 Standby 로 전환 동작이 계속된다.

**4.2.4.2 구 성**

중앙제어실 내 열차무선 주제어장치의 구성은 표 5-10 과 같다.

표 5-10. 열차무선 주제어장치의 구성

구 분		수 량	비 고
열차무선 주제어 장치	Tx/Rx.Main	2 Set	중앙 제어실
	Tx/Rx Standby		
	Control Unit		
	선로증폭부		
	전원부		
명령조작반		1 Set	중앙 제어실
녹음 장치		1 Set	중앙 제어실
표준공급품		1 Set	각종 제어케이블 및 커넥터류

**4.2.4.3 기 능**

- 열차무선 주제어장치의 주제어부는 운용/예비의 대기 이중화 구조로되어 있으며, 운용과 예비는 제어부를 장착하는 Slot 으로 결정되고 Start 한다.
- 차상이동국으로부터 전송되는 음성 및 DATA를 처리하여 운전사령의 명령조작 반에 열차번호, 통화구역, 통화종류 등이 표시되어야 한다.



- 명령제어조작반의 사령원은 열차 승객에 대해 차내방송을 할 수 있다.
- 명령제어조작반의 사령원은 열차 객실 내 비상통보장치를 사용하는 열차승객과 긴급통화를 할 수 있다.
- 운전 사령실과 열차승무원간의 통화 MODE는 개별, 일제, 비상호출을 할 수 있다.
- 열차 승무원이 사령원과 통화 종료 후 Hand-set 를 걸지 않았을 경우 열차무선 이동국장치는 송신상태를 계속한다. 이에 의해 다른 열차 승무원은 통화를 할 수가 없다. 이것을 방지하기 위해 명령제어 조작반에서 종화 스위치를 누르거나 Hand Set 을 걸면 종화 신호를 송출하여 타통신의 방해를 해제한다.
- 열차무선 주제어장치에 녹음장치를 설치하여 통화내용을 녹음 할 수 있다.
- 열차무선 주제어장치는 시험 보수용 기능을 두어 모든 기능을 상호 시험할 수 있다.
- 열차무선 주제어장치에 실장된 전화회선제어장치(TIU)는 다음 회선의 LEVEL 을 점검 확인 할 수 있다.

각 조작반의 음성 LINE

열차무선 주제어장치의 음성 LINE

열차무선 주제어장치의 COMMAND CH 음성 LINE

열차무선 주제어장치의 EMERGENCY CH 음성 LINE

녹음장치 접속용 LINE

- 열차무선 주제어장치의 주요설비는 신뢰성을 높이기 위해 이중화 구성으로 되어 있다.
- 제어부는 무선장치의 송/수신부를 선택할 수 있으며, 무선장치의 운전시작 및 정지기능과 송/수신부 내부 Synthesizer 의 절체 기능을 가진다.
- 비정상적인 전송의 경우에는 송/수신부가 자동으로 현용에서 예비로 절체되며, 수동조작도 가능하다.
- 송수신기의 예비 Unit 는 자동제어 되도록 구성한다.
- 제어부는 지정호출을 포함하여 수시로 감시호출이 가능하다.
- 제어부는 어떤 장애나 표시와 관련된 정보를 중앙제어장치에 송출할 수 있는 기능을 가진다.



- 송/수신 공통부는 Duplexer 를 포함하여 송/수신을 절체할 수 있으며, 이상시 예비부로 절체할 수 있다. (현용/예비)
- 선로증폭기는 음성주파수 대역에서 20dB 까지 증폭이 가능하다.
- 열차무선 주제어 장치는 다음 항목을 제어신호에 의해 제어할 수 있다.  
송신기 시동  
“평시용” CH 의 선택  
“비상용” CH 의 선택  
“현용”에서 “예비”로 절체 등
- 열차무선 주제어장치는 열차에서 송신하는 음성신호를 감시할 수 있다.
- 열차무선 주제어장치는 휴대용 무선기로부터 수신되는 신호를 감시할 수 있다.

#### 4.2.4.4 사 양

- 음성주파수대 : 300 ~ 3400Hz
- 전 송 속 도 : 2400bps 이상
- 제 어 항 목 : 통화 CH 전환(E,C)  
송신기동, 현용기 / 예비기 절환 등
- 감 시 항 목 : 통화구역, 열차번호, CH 수신(E,C), 고장정보(주제어장치)  
통화 중 및 기타 필요한 항목
- 전 송 방 식 : 폴 링(호출)방식 또는 Real-time 방식
- 전 원 전 압 : DC 24 V – 접지
- 동작온도범위 : -10°C ~ +40°C
- CALL TONE : 디지털 Signal, tone signal
- 습도 : 35% ~ 85%
- 공통부  
무선주파수 : 지정주파수 (예:146MHz ~ 174MHz)  
주파수안정도 : 0.001% 이내  
전파형식 : F3E, G3E  
통신방식 : 복신 방식



CHANNEL 용량 : 3CH 이상

DUTY CYCLE : 연속

전원 : DC 24V – 접지

호출방식 : 선택호출

출력임피던스 : 50Ω

환경 온도 : -10°C ~ +40°C

습도 : 35% ~ 85%

- 송신부

출력 : 20W

SPURIOUS 발사강도 : -70dB 이하

최대주파수 편이 : ±5 KHz

합성왜울 및 잔류잡음변조 : -20dB 이하(1KHz 에서 60% 변조)

신호 대 잡음비 : 40dB 이상 (1KHz 에서 60% 변조)

표준무선변조 : 1KHz 에서 60% 변조

- 수신부

수신감도 : -6dBμV 이하

주파수대역 : 12KHz 이상에서 6dB DOWN

선택도 : ±12.5KHz 이하에서 70dB

SPURIOUS 응답 : -80dB 이하

신호 대 잡음비(표준변조 시) : -6dBμV RF 입력 시 20dB 이상

+20dBμV RF 입력 시 35dB 이상

왜울(표준변조 시) : -20dB 이하

#### 4.2.4.5 전원

- 입력전압 : DC 24V
- 출력 : RIPPLE 비율은 1% 이내
- 입력변동 ±10% 에서도 출력변동은 없음.



#### 4.2.5 사령용 조작 반

- 표시부는 LED, LCD 형으로 하고 영문, 숫자가 표시되도록 하며 필요시에는 한글로 사용할 수 있도록 구성한다.
- 모든 스위치는 PUSH BUTTON 형으로 하고, 내부조명식이다.
- 열차번호 설정은 10-Key 를 사용해 입력된다.
- EMR 통화시 ALL ZONE MODE 로 호출이 가능하며(음성호출 포함), 열차로부터 수신 시에는 BUZZER 가 울리도록 한다.
- 기타 모든 운용조건은 조작 반에서 이루어져야 한다.

#### 4.2.6 녹음장치(Dual)

- 열차무선 주제어장치는 중앙제어실 사령원과 차상의 승무원 또는 승객과의 통화내용을 기록할수 있는 녹음장치를 포함한다.

#### 4.2.7 전화회선 접속장치(TELEPHONE INTERFACE UNIT)

##### 4.2.7.1 개요

전자식 자동전화 가입자와 본선 및 차량기지 유지보수자의 휴대용 무선기 상호간을 연결하기위한 장치이다.

- System 내 전체 휴대용 무선기에 대한 개별, Group, 일제호출 통화
- 통신전계 비교에 의한 오 접속 방지
- 휴대용 무선기의 Hand Over Operation
- 전화회선접속장치(T.I.U)는 Non-Block 방식 PCM 무선 PABX PCM Non-Block 방식이기 때문에 회선용량까지 Full 로 사용 가능하다.
- 휴대용 무선기 위치정보 없는 호출



T.I.U는 통상의 Line Control Unit는 아니다. 따라서 주제어장치의 정보 없이 휴대무선기 ID 번호 설정만으로 확실히 휴대무선기를 호출할 수 있다.

- Traffic을 고려한 경제설계  
전자식 자동교환기(EPABX) 가입자와의 접속은 적절한 회선을 구성하여 전자식 자동교환기회선 부하의 경감을 도모하고 있다.
- 일제 호출  
시스템내 모든 휴대용 무선기에 대한 일제호출이 가능하다.
- 수신 전계강도 판정에 의한 오접속 방지  
경계에 있어서의 오접속(2중접속등) 방지를 도모하고 있다.

#### 4.2.7.2 구성

전화회선접속장치(TIU)의 구성은 표 5-11과 같다.

표 5-11. 전화회선접속장치의 구성

구분	수량	비고
접속부	1 식	
외 함		

#### 4.2.7.3 기능

- TIU는 중앙제어실에 설치하며 전자식 자동교환기와 전화회선접속장치(TIU)에 연결된 교환기가입자 회선이 통화중일 때 전화회선접속장치(TIU)는 자동적으로 빈 회선을 찾아 통화로를 구성하여 통화할 수 있도록 구성한다.
- 휴대용 무선기와 통화가능 한 회선은 1 회선으로 하며, 동일구역 내 다른 통화 요구가 발생할 때는 BUSY TONE 이 회신 된다.
- 통화종료 시에는 일정신호에 의하여 교환기 스위치가 해제된다.
- TIU는 전화 LINE 의 LEVEL 을 자동적으로 조정하는 기능이 있다.
- TIU의 운영 MODE 는 다음과 같다.



- 교환기 가입자 → 휴대용 무선기
- 휴대무선기 → 교환기 가입자

#### 4.2.7.4 사 양

전화회선접속장치(TIU)의 사양은 다음과 같다.

- 전원 : DC 24V/4A
- 가입자회선(TIU~교환기) : 8 회선 이상(2 Wire 구성)
- 주파수 대역 : 300Hz ~ 4KHz  $\pm$  2dB
- 입,출력 임피던스 :  $600\Omega \pm 20\%$
- 수신신호 Level : -5dBm ~ -25dBm
- 송신신호 Level : -5dBm ~ -15dBm

#### 4.2.8 휴대용 무선기

##### 4.2.8.1 개 요

본선 및 기지의 보수자가 VHF 주파수대를 이용하여 전자식 자동교환기 가입자와 유  
지보수 통화를 하기위한 장치이다.

- 송수신기는 Synthesizer 방식  
주파수 설정의 간략화 및 Crystal 공통화에 의한 보수의 간소화
- 통신방식은 Simplex 방식
- 복수의 호출(개별, 일제)에 대응

##### 4.2.8.2 구 성

휴대용 무선기의 구성은 표 5-12 와 같다.

표 5-12. 휴대용 무선기의 구성





구분	수량	비고
송수신부	1 set	
제 어 부		
전 원 부	1	

휴대용 무선기에는 안테나 접속 커넥터, 전원 투입용 ON/OFF 스위치, 송수신기 동작표시, 외부 EAR-PHONE 잭, SPEAKER 및 MIC, KEYBOARD, 전화번호설정 KEY, 송신기 동작 스위치, 통화완료 스위치 등이 있으며, 음량조절기와 스킵 기능이 있다.

#### 4.2.8.3 기능

휴대용 무선기의 기능은 다음과 같다.

- 각 휴대용 무선기에는 개별 고유번호를 부여할 수 있으며, 동일한 번호를 복수의 휴대용 무선기에 부여 할 수 있다.
- 개별번호를 쉽게 SETTING 하고 이를 변경할 수 있다.
- 교환기가입 전화기로부터 개별, 일제호출이 가능하다.
- 교환기가입 전화와 휴대용 무선기간의 통화는 각 ZONE 에서 독립적으로 이루어진다.
- 호출송신은 통화중이 아닌 상태에서 상대방의 포식번호를 TOUCH TONE DIAL 의 KEYING 으로 이루어 진다.

#### 4.2.8.4 사양

휴대용 무선기의 사양은 다음과 같다.

- 공통부
  - 사용주파수 : 지정주파수 (예:146MHz ~ 174MHz)
  - 주파수안정도 : 0.001% 이내
  - 전파형식 : F3E, G3E
  - 통신방식 : 복신 방식



CHANNEL 용량 : 1CH

호출방식 : 개별호출, 일제호출

음성주파수 대역 : 300 ~ 3000Hz

환경 : 온도 : -10°C ~ +50°C

- 송신부

송신출력 : 1W

SPURIOUS 발사강도 : -50dB 이하

주파수 편이 :  $\pm 6$  kHz

FM 잡음 : -35dB 이하

- 수신부

수신방식 : 수퍼헤테로다인 방식 또는 그 이상

수신감도 :  $0.35\mu\text{V}$  이하 (20dB NQ 방식)

선택도 : 60dB  $\pm 12.5$ KHz

SPURIOUS 억압률 : -70dB 이하

음성출력 : 수신청취 양호

- 배터리 충전기

충전방식 : 급속 충전방식

전 원 : 110V/220V  $\pm 10\%$

- 안테나

종류 : YAGI 안테나

주파수 대역 : 지정주파수(예:140MHz ~ 170MHz)

이 득 : 9.0dB 이상

전압정재파비 : 1.5 이하

임피던스 : 50  $\Omega$

방사패턴

A. F/B 비율  $\rightarrow$  13dB 이상

B. 3dB BEAM의 폭  $\rightarrow$  E :  $\pm 30^\circ$ , H :  $\pm 40^\circ$

정격전력 : 평균 50W



#### 4.2.9 열차무선 이동국장치

##### 4.2.9.1 개 요

VHF 대 (예:146MHz~174MHz)을 이용, 중앙제어실의 열차무선 주제어장치를 경유하여 중앙제어실과 열차기관사간 운전지령 통화를 하기 위하여 차량에 설치하는 장치이다.

- 송수신기는 Synthesizer 방식
- 송신 출력단은 소형, 고성능 LSI 를 사용
- 수신전계 비교에 의한 인계동작

##### 4.2.9.2 구 성

열차무선 이동국장치의 구성은 표 5-13 과 같다.

표 5-13. 열차무선 이동국장치의 구성

구 분	수 량	비 고
송수신부	1 set	
제 어 부		HAND - SET 포함
전 원 부		DC/DC CONVERTER 포함
안 테 나		
설치 자재	1 set	케이블, 커넥타, 부속자재

사용주파수 (4 주파수)

- 평시 CHANNEL : 2 주파수(복신 방식)
- 비상 CHANNEL : 2 주파수(복신 방식)



### 4.2.9.3 가 능

열차무선 이동국장치의 기능은 다음과 같다.

◆ 열차번호 자동설정

- 열차번호는 차량설비(TCMS)로부터의 운행번호로 한다.
- 운행번호가 설정되면 Front, Rear 쪽 모두 동일 번호가 부여된다.
- 승무원 탑승시 승무원이 중앙제어실의 사령과 통화를 할 경우, 열차무선 이동국장치로부터 이 운행번호가 자동적으로 송출되어 명령제어조작반에 열차번호가 표시된다.

◆ 열차번호 Manual 설정

- Controller의 Key Pad를 사용하여 열차번호를 Manual 설정을 할수 있다.
- Manual 설정의 경우도 Front, Rear의 어느 한쪽으로 설정하면, 자동적으로 다른쪽도 동일번호로 설정된다.

◆ Channel 절환

- Controller의 Channel 설정 Switch는 조광식 푸시버튼 Switch로 누르고, Channel 설정시 점등한다.
  - 1) "COM" Channel : 중앙제어실의 사령과 본선 주행시의 통상 업무 통화에 사용한다.
  - 2) "EMER" Channel : 중앙제어실의 사령과 본선 주행시의 비상시 통화에 사용한다.
  - 3) "MAINT" Channel : 긴급시, 승무원으로부터 전자식 자동교환기(EPABX) 가입자에 대하여 긴급통화 연락이 가능하고 전자식 자동교환기(EPABX) 가입자 번호의 설정은 Controller의 Key Pad를 사용한다.

◆ 다른 열차 통화내용 Monitor

- 동일 Area내의 다른 열차가 중앙제어실의 사령과 통화중일 때, 이 통화 내용을 Controller의 "Monitor" Switch를 누름으로써 Monitor 할 수 있다.

◆ 중앙제어실의 사령으로부터의 Emergency 지령

- 중앙제어실의 사령은 명령제어조작반의 Key Pad로 전체열차 일제호출 Code를



설정하고, Emergency 지령을 내린다. 설정 Area 의 전체열차가 호출되고 일제 Monitor 로 된다.

- 통화는 사령으로부터 지정된 열차 승무원만이 가능해진다.

### ◆ 열차 승무원으로부터의 Emergency 통화

- Controller 로 "EMER" Channel 설정 후, 송수화기 HOOK-OFF 로 자동적으로 열차번호가 중앙제어실의 사령에 송출된다. 중앙제어실에서는 열차번호 표시와 경보음이 울리고, Emergency 를 통보한다. 사령은 Area 설정과 "EMER" Switch 를 조작하여 해당 열차 승무원과 통화를 하수 있다.
- 설정 Area 내 전체열차를 Monitor 할 수 있다.

### ◆ Speaker Monitor

- Controller 의 Speaker 는 송수화기가 HOOK-ON 상태에 있을 경우, Dispatcher로부터의 지령은 Speaker 에서 출력된다. 이 음량은 Volume 에 의해 조정 가능하다.
- 송수화기가 HOOK-OFF 인 경우, Speaker 로부터의 출력은 끊어지고, 지령은 송수화기의 수화기에서 Monitor 할 수 있다.

### ◆ 호출음

- 호출음은 무슨 목적으로 호출되었는지를 수신측이 이해할 수 있도록 음색, Cycle 을 바꿀 수 있다.

### ◆ 차내 방송

- 중앙제어실의 사령으로부터의 차내방송 신호 수신에 따라 열차 승객에 대하여 사령의 Message 를 차내방송 장치에 받아넘기고 차내 Speaker 로부터 출력시킬 수 있다. 이때, Controller 의 Speaker 로부터 출력된다.

### ◆ 객실내 비상 인터폰장치와의 Interface

- 승객이 비상 인터폰장치를 사용하여 승무원에게 통보한 경우, 어떠한 사정으로 대응 할 수 없는 상황 하에서는 일정시간 경과 후, 중앙제어실의 사령에



비상통보신호가 자동적으로 송출되고 승객과 사령사이의 통화회선이 구성되어 통화가 가능해 진다.

◆ Monitoring 장치와의 Interface

- 열차에는 열차에 설치되어있는 각종 장치의 상태를 감시하기 위한 Monitoring 장치가 설비되어 있다.
- 열차무선 이동국장치로부터 Controller 조작정보, 송신기 동작, 수신기 동작의 수신정보, 고장정보 등 필요한 정보를 Monitoring 장치로 출력한다.

### 4.3 화상전송설비

#### 4.3.1 화상전송설비의 개요

승강장의 열차운행, 승객의 승·하차 상태, 역사 내 주요시설 및 취약지역 감시를 위한 설비로 중앙 제어실에서 원격제어 및 감시할 수 있다.

#### 4.3.2 화상전송설비의 구성

화상전송설비는 화상전송 카메라, 렌즈, 화상전송로, 화상주제어장치, 영상분배 증폭기, 비디오 매트릭스, 모니터장치 등으로 구성된다.

#### 4.3.3 화상전송 전용선로

CCTV 화상용 전송케이블은 별도의 전송로를 구성하여 각 역사 및 관리부분의 CCTV 회선을 종합제어실에서 감시할 수 있는 전송전용 케이블로 동축 또는 광 케이블을 사용하며, 본 시스템의 구성은 광 케이블을 사용한 구성방식이다.

#### 4.3.4 CCD COLOR CAMERA



전하결합소자(CCD : Charge Coupled Device)를 사용한 저조도용 칼라 카메라이다. 전하 결합소자(CCD)가 지니는 도형의 일그러짐이 없고 잔상이 없으며 긴 수명, 소형, 경량이라는 특징을 살려 경계 감시용, 산업용, 공업계측용등 사용범위가 광범위한 카메라이다.

#### 4.3.4.1 기능 및 구성

- 렌즈를 통하여 피사체의 광학적인 신호를 전기적인 합성영상 신호로 바꾸어 동축케이블에 의해 전송되어 모니터 및 V.T.R을 통하여 사물의 형태를 관찰할 수 있는 폐쇄회로 (Closed Circuit Television) 카메라이다.
- 광범위한 광량 범위로 밝은 부분 또는 어두운 조건하에서도 피사체의 감지가 가능하도록 ALC(Auto Light Control) 회로 및 AGC (Auto Gain Control) 회로를 내장하여 무 조정으로 안정된 화면을 얻을 수 있다.
- 자동 백색레벨 조정 (Auto White Balance) 센서가 부착되어 있어 백색레벨을 자동으로 조정되게 설계되어 고화질의 화면을 얻을 수 있다.
- 프리커 현상(화면의 깜박거림)이 없고 이동속도가 빠른 물체를 선명하게 모니터할 수 있으며 장시간 관찰하여도 눈이 피로하지 않도록 2:1 비월주사 방식을 채택하였다.
- White Clip 회로 및 Black Clip 회로를 내장하여 피사체의 명암 변화에도 관찰이 가능하도록 설계되었다.
- 기기 내외부의 전기적인 접촉부분은 접촉저항이 적은 커넥터를 사용하였다.

#### 4.3.4.2 사양

- 칼라방식 : Standard NTSC Color TV System
- 촬상소자 : 1/2" Diagonal Size Interline  
Method CCD 811(H) x 508(V)
- 최저조도 : 0.3Lux (F1.2)  
(At gain selector switch HIGH)



- 영상출력 : 1.0Vp-p (75 $\Omega$ , Composite)
- 중심해상도 : 470Line (Horizontal center)
- 주사방식 : 2:1 비월주사
- 동기방식 : 내부동기 / 외부동기
- 역광 보정 기능 : ON/OFF MANUAL SWITCHING
- 신호 대 잡음비 : 48dB
- 임피던스 : 75 $\Omega$
- 동기주파수 : 수평 ; 15,750 Hz, 수직 ; 60 Hz
- 전자 shutter : 1/60, 1/100, 1/250, 1/500, 1/1000, 1/2000, 1/4000, 1/10000 (8Mode)
- 사용전압 : AC 110V, 60Hz (아답터 입력)
- 소비전력 : 5 W
- 습 도 : 0 ~ 90%
- 렌즈마운트 : C & CS MOUNT

#### 4.3.5 자동조리개 렌즈

자동 조리개 렌즈는 측광방법이 연속적으로 변해지는 것이 특징이며, CONTRAST 범위가 변하는 피사체 조건하에 놓여도 주시하고 싶은 부분에 최적의 노광을 전할 수 있도록 되어있다.

##### 4.3.5.1 기능 및 구성

자동조리개 렌즈의 입사광량의 조절은 렌즈를 투과한 광량을 검출해서 나타내는 EE 조리개 방식으로 하는 T.T.L SYSTEM 으로 CCTV CAMERA 로 부터의 화상신호를 고임피던스로 받고, 영상신호레벨을 전압레벨에 변환 후 목표 조리개 치와 비교해서 조리개를 SERVO CONTROL 하고, 최적 영상이 얻어 지도록 자동조절을 한다.





#### 4.3.5.2 사 양

- 접점거리 : 6-12mm
- 최대구경비 : 1:1.4 (TELE END 1 : 1.8)
- 조리개 구경범위 : F1.4 - APPROX. 88(BUILT IN ND FILTER)
- 포괄각도 : 6mm 경우 : 56.1 ° x 43.6 °  
12mm 경우 : 29.9 ° x 22.6 °
- OBJECT DIMENSION: 35.1 ° x 25.7cm at 6mm
- AT M.O.D. : 17.0 ° x 12.8cm at 12mm
- IMAGE FORMAT : 6.4 x 4.8mm (φ8mm)
- 최저 초점거리 : 0.25m
- 입력전압 : DC 8 ~ 16V
- 최대소비전력 : 50mA
- 작동방식 : FOCUS - MANUAL, IRIS - EE
- 주변온도 : -5°C ~ 45°C
- 전면필터치수 : 35.5mm P0.5
- MOUNT : C-MOUNT

#### 4.3.6 전동 줌 렌즈

본 기기는 전동식 ZOOM LENS로서 CCTV CAMERA 와 함께 사용하며, 피사체의 크기와 거리에 따라 조정기와 연결하여, 원격 제어할 수 있다.

##### 4.3.6.1 기능 및 구성

- 구조적으로 소형 경량이며 광학적으로는 우수한 고감도를 얻을 수 있으며, 기계적인 수행에서 뛰어난 안정성을 갖고 있다.
- 평균 측광방식의 렌즈로서 피사체의 밝기에 따른 영상신호에 따라 조리개가 자동으로 동작 한다.



- ZOOM, FOCUS 는 내장된 DC MOTOR 에 의해 원격 조정되며, 특별히 고안된 ND FILTER 가 내장되어 고감도 카메라와 함께 사용할 수 있다.
- 피사체 조건에 따라 외부조정 부위의 ALC, LEVEL 을 조정하여 밝기와 감도를 조정할 수 있다.

#### 4.3.6.2 사 양

- 용 도 : 1/2" 고감도 카메라
- 접점거리 : 11.5-69mm
- 최대구경비 : 1:1.4
- 조리개 구경범위 : F1.4 - F1200
- 포괄각도 : 11.5mm 경우 : 31.1 ° x 23.6 °  
69mm 경우 : 5.3 ° x 4.0 °
- 배 율 : 6 X
- 면 사이즈 : 8.8 x 6.6mm (φ11mm)
- 최저 초점거리 : 1.0mm
- 입력전압 : DC 6.4V
- 입력신호 : 합성영상신호
- 신호레벨 : 0.5 ~ 1.0Vp-p
- 주변온도 : -5°C ~ 45°C
- 전면필터치수 : 52mm P0.75

#### 4.3.7 CPU RECEIVER

본 기기는 TRANSMITTER, C.P.U로부터 전송되어오는 CONTROL 신호를 수신하여 CAMERA 전원, LIGHT 전원, AUX, LENS, PAN/TILT HEAD, WIPER 등을 CONTROL 하는 기기이다.

RECEIVER의 ADDRESS는 BCD S/W로 십 단위, 일단위로 설정한다.

각 기능은 BOARD 자체에 있는 TEST, RUN S/W에 의하여 전 기능이 작동된다.



각 기능의 동작 상태는 BOARD 에 있는 LED 램프에 의하여 점검할 수 있다.

#### 4.3.7.1 기능 및 구성

본 기기의 구성은 TRANSMITTER 와 상호 통신하고 실행함에 있어 다음과 같이 구성 되어 있다.

- CAMERA CONTROL BOARD
- POWER SUPPLY & 결선 BOARD

#### 4.3.7.2 사 양

- CAMERA CONTROL BOARD
  - PAN TILT CONTROL : UP, DOWN, LEFT, RIGHT
  - LENS CONTROL : ZOOM(TELE, WIDE), FOCUS(NEAR, FAR)
  - CLEANER CONTROL : WIPER
  - CAMERA & LIGHT POWER CONTROL: ON, OFF
  - AUX POWER CONTROL : ON, OFF
- POWER SUPPLY & 결선 BOARD
  - POWER SUPPLY : TRANSFORMER
  - 결선 BOARD : CAMERA & LIGHT POWER CONTROL 출력
  - PAN TILT HEAD CONTROL 출력
  - LENS CONTROL 출력

#### 4.3.8 CPU

본 기기는 다수의 RECEIVER 를 병렬 연결하여 RECEIVER, CAMERA, LENS, LIGHT 를 제어하고 중앙의 VIDEO MATRIX SWITCHER, I/D & TIME GENERATOR 등을 MAIN KEYBOARD 및 SUB KEYBOARD 조작에 의하여 제어하는 중앙 집중 제어 방식의 CCTV CONTROLLER 이다.



#### 4.3.8.1 기능 및 구성

- 본 기기는 CAMERA, LIGHT, PAN/TILT HEAD 등과 중앙의 VIDEO MATRIX SWITCHER, ID&TIME GENERATOR 등을 제어 한다.
- 본 기기가 통제하는 기기의 모든 기능은 CONTROL KEYBORAD 에 의해 제어된다.  
RECEIVER CONTROL  
VIDEO MATRIX SWITCHER CONTROL  
ID & TIME GENERATOR CONTROL  
SUB KEYBOARD CONTROL

#### 4.3.8.2 사 양

- 사용전압 : AC 110/220V,  $\pm 10\%$ , 60Hz
- 입력전압 변동율 :  $\pm 10\%$  이내
- 통신방식 : 비동기 통신 / HALF DUPLEX TYPE
- 변조방식 : HIGH CURRENT LOOP TYPE
- CPU 속도 : 11.0592MHz
- 재 질 : FRONT - 알루미늄 압출, COVER - 코팅 철판 1.0t
- 색 상 : MUNSHELL CODE NO. 8.2Y 7.7./0.8
- 입력코드 : 3Pin 접지 SVO CODE
- 사용전류 : 5 VA

#### 4.3.9 영상분배 증폭기

본 기기는 1개의 영상신호 입력에 여러 개의 영상출력이 요구될 때 분배 증폭하여 고화질의 영상신호를 얻는 장치이다.



#### 4.3.9.1 사 양

- 사용전원 : AC 110V/220V,  $\pm 10\%$ , 60Hz
- 주파수 특성 : 10 Hz ~ 6MHz, 0.3dB
- 영상 입출력 : 1.0Vp-p
- 입,출력 임피던스: 75 $\Omega$
- 영상입력 : 1 CH
- 영상출력 : 6 CH
- 소비전력 : 5 W
- 습 도 : 90% RH
- 사용온도 : -10 $^{\circ}$ C ~ 50 $^{\circ}$ C

#### 4.3.10 VIDEO MATRIX SWITCHER

본 기기는 여러 대의 CAMERA로부터 전송되는 영상신호를 받아 C.P.U, KEYBOARD에서 사용자가 관찰하고자 하는 화면만을 자동 또는 수동으로 선택하여 여러대의 MONITOR 상에 나타내어 주는 영상선택 기이다.

MATRIX CONTROL은 KEYBOARD를 통해 C.P.U에서 조작한다.

##### 4.3.10.1 기능 및 구성

본 기기는 MAIN CPU의 설정 및 KEY입력으로 실행되며 기능은 다음과 같다.

- VIDEO SELECT : AUTO, MANUAL, PASS, RESET
- VIDEO 선택 : 각 CAMERA 별 선택시간 임의 설정  
: 각 MONITOR 별 설정하고자 하는 CAMERA 임의 설정  
: 각 MONITOR 별 VIDEO 출력 LEVEL 조정 가능

본 기기의 구성은 각 MONITOR 출력 별 BOARD 삽입형으로 되어 있으며 각 기능별 구성은 다음과 같다.



- CARD 삽입형 MAIN BOARD
- MONITOR 별 SELECTING CARD
- POWER SUPPLY CARD
- VIDEO INPUT CARD
- POWER SUPPLY & CASE

#### 4.3.10.2 사 양

- 사용전압 : AC 110/220V 60Hz
- 입력 전압 변동율 : 10% 이내
- 영상 입출력 신호 : 1.0 V p-p (75 )
- VIDEO 입력 수 : 32 CH
- VIDEO 출력 수 : 16 CH
- VIDEO 총 입출력 수 : IN : 128CH , OUT : 16CH
- 영상 입출력 CONNECTOR : BNC TYPE

#### 4.3.11 양방향 광 링크

##### 4.3.11.1 사 양

- 비디오 입·출력 저항 : 75Ω
- 비디오 입·출력 레벨 : 1.0V p-p type, 최대 1.5V
- 주파수 응답 : 5Hz ~8MHz
- 신호 대 잡음비 : 67dB
- FM 반송주파수 : 70MHz
- 데이터 율 : DC to 300Kbs
- 비트 에러 율 : 10 - 9 %
- 작동온도 : -25°C + 70°C
- 작동습도 : 0 - 95%



- 광 특성			
- 파장	LED 850/1300nm		
- 섬유종류	50/125	62.5/125	단일모드
- 출력파워 w/ST	-10dBm	-15dBm	N/A
- 출력파워 w/FC	N/A	N/A	-8 dBm
- 수신감도	-34dBm	-34dBm	-34dBm
- 감소비	16dB	19dB	26dB
- 동적광의 범위	26dB	26dB	26dB



## 5. 여객서비스를 위한 통신설비

### 5.1 안내방송설비

#### 5.1.1 안내방송설비의 개요

본 설비는 사령에서 역사에 긴급상황 발생시 승객의 유도 및 안내, 시정홍보방송 및 오존경보 방송 등을 위하여 설치 운영하는 장비로서 일제방송을 할 수 있는 원격제어 방송장치 등으로 구성된다.

#### 5.1.2 안내방송설비의 구성

안내방송설비 표 5-14 와 같이 구성된다.

표 5-14. 안내방송설비의 구성

품 명	규 격	단위	수량	설 치 장 소
원격제어방송 장치	주 장치	식	1	중앙제어실
	역 장치	대	1	중앙제어실 또는 역사
자동방송장치		대	1	중앙제어실 또는 역사





5.1.2.1 주 장치

안내방송설비 주장치는 표 5-15 와 같이 구성된다.

표 5-15. 안내방송설비 주장치의 구성

번호	품 명	수량	비 고
1	MONITOR	1	- 각종기능 현시
2	제어용 컴퓨터	1	- 방송제어 및 데이터 관리
3	감청기	1	- 방송상태 감시
4	원격제어 UNIT	1	- 음성증폭 및 통신회로 연결
5	프린터	1	- 각종 데이터 출력
6	콘 솔	1	- 각종 UNIT 실장
7	마이크	1	
8	CD PLAYER	1	
9	CASSETTE DECK	1	
10	AM/FM TUNER	1	
11	TERMINAL	1	
12	SPEAKER SELECTOR		
13	CHIME / SIREN		
14	EM CONTROL, PRE AMP		
15	POWER DISTRIBUTOR	1	



5.1.2.2 역 장치

안내방송설비 역장치는 표 5-16 와 같이 구성된다.

표 5-16. 안내방송설비 역장치의 구성

번호	품 명	수량	비 고
1	INTERFACE UNIT	1	- 음성신호 출력 및 제어

5.1.2.3 자동방송장치

자동방송장치는 표 5-17 와 같이 구성된다.

표 5-17. 자동방송장치의 구성

번호	품 명	수량	비 고
1	비상콘트롤 유닛	1	
2	자동방송기	1	
3	방송순위 제어기	1	
4	전치증폭기	1	
5	그래픽 이퀄라이저	1	
6	스피커 셀렉터	1	
7	원격방송 인터페이스		
8	패치판넬	1	
9	터미널 단자	1	
10	전원공급기	1	
11	고장경보기	1	
12	파워앰프 50W x 4		
13	스피커 릴레이		
14	전원공급장치 상태 정보회로		
15	주증폭기 전원공급상태 정보회로		



### 5.1.3 안내방송설비의 기능

#### 5.1.3.1 주 장치

- 각 역의 방송은 개별 및 일제로 나누어 방송할 수 있다. 각 기능조작은 제어용 컴퓨터의 메뉴선택에 의해 운용되고 선택된 기능은 PROGRAM에 의해 제어할 수 있다.
- 각 기능의 메뉴 선택은 키보드 및 마우스로 조작할 수 있다.
- 데이터 메모리 용량은 64Kbyte를 기본으로 구성하고 필요시 확장할 수 있다.
- 주장치는 각 역사 방송장비를 1:N으로 제어할 수 있다.

#### 원격제어 UNIT

- 제어용 컴퓨터장치와 데이터를 주고 받을 수 있는 통신 PORT가 있다.
- 마이크 및 기타 다른 장비를 연결할 수 있는 오디오 입,출력 단자가 있다.
- 음성신호를 증폭 및 제어할 수 있다.
- 데이터 및 음성신호를 각 역사에 전송하며 모든 데이터를 분석하여 제어용 컴퓨터에 전송할 수 있다.
- 카세트 및 CD(6C) 방송이 가능하다.

#### 감청기

- 마이크 방송시 방송상태를 스피커로 감청할 수 있다.
- 마이크 방송 출력상태를 LED Level meter로 표시한다.

#### 5.1.3.2 역 장치 (INTERFACE UNIT)

- 역 장치는 중앙제어실 방송장치 랙의 빈 공간에 실장 한다.
- 주장치를 통해 신호를 받아 방송할 수 있도록 음성신호 및 제어신호를 출력한다.
- 방송상태 및 고장유무를 확인하여 주장치로 데이터를 전송한다.



### 5.1.3.3 자동방송장치

- 자동방송기기의 방송을 하기위한 행선지, 열차진입 조건 등의 정보는 안내 게시기 장치 조작반 또는 신호제어장치에서 받아 자동방송은 이상없이 동작되게 하고, 자동방송 내용은 조건에 의해 상행 및 하행의 PLATFORM에 구별 방송되고 서로의 간섭이나 유도가 없게 제작한다.
- 사령 콘솔장치에서 평상시 및 긴급시를 구분하여 방송할 수 있다.
  - 평상시 : 화재방송 → 열차진입방송 → 사령원격방송 → 일반방송
  - 긴급시 : 화재방송 → 사령원격방송 → 열차진입방송 → 일반방송
- 평상시 방송 : 홍보방송, 안내방송(미아, 유실물) 및 오존경보 방송 등 일반적인 방송
- 긴급시 방송 : 열차의 지연, 사고, 화재 등 긴급을 요하는 방송

#### 원격방송 인터페이스

- 방송되는 방송의 우선순위를 결정하는 것으로서 방송우선 순위는 화재경보, 사령방송, 자동방송 순으로 제작한다.(순위변경가능)

#### 고장경보 발생기

- 주증폭 고장 및 전원공급 상태를 감지하는 기능을 갖게 제작한다.

#### 주증폭기

- 주증폭기의 정격출력은 1개의 50W UNIT를 여러개 병렬 접속하여 송출하는 방식으로 하며 50W 유닛을 피시비(PCB) 카드식으로 제작하여 A/S가 용이하도록 제작 하여야 하며 과부하, 과출력, 과전압 발생시에는 미연에 차단하는 보호회로를 내장한다.

#### 자동방송기

- 집적회로에 문장단위를 기록하여 음성을 재생하는 방식으로 하여야 하며, 소형 저 소비 전력방식으로 제작한다.



## 5.2 안내게시기설비

### 5.2.1 안내게시기설비의 개요

안내 게시기 설비는 열차운행에 관한 정보전달 매체로써 3 COLOR( RED, GREEN, AMBER ) LED(Light Emitting Diode) MODULE를 이용한 DOT MATRIX 방식으로 화면을 구성하며, 열차운행 정보를 제공함을 그 목적으로 한다.

### 5.2.2 안내게시기설비의 구성

안내 게시기 설비는 표 5-18 과 같이 구성된다.

표 5-18. 안내 게시기 설비의 구성

구 분	종 류	구 성	수 량	비 고
안내 게시기 주컴퓨터	COMPUTER	PENTIUM - 인텔 CPU - RAM - HARD DISK - FLOPPY DISK - MOUSE - MULTI PORT	1SET	
행선안내 게시기	표 시 부	- LED UNIT - FANTAVISION MAIN CONTROLLER - FANTAVISION SUB CONTROLLER - CPU UNIT - REMOTE POWER CONTROLLER - POWER SUPPLY - FANTAVISION INTERFACE	2SET	



5.2.3 안내게시기설비의 기능

- 행선안내 표시기  
DISPLAY CONTROLLER 로 부터 수신되어진 정보를 표출장치에 문자 및 그래픽으로 표출하는 기능을 가진다.
- CPU UNIT  
DISPLAY CONTROLLER 로부터 수신되어진 DATA 를 분석 처리하며 MEMORY 에 저장하고, 표출 기능에 맞게 VIDEO DRIVER CONTROLLER 를 조작하며, 행선안내 게시기에 표출될 수 있도록 DATA 및 GRAPHIC 정보를 전송하는 기능을 한다.
- MULTI PORT  
DISPLAY CONTROLLER 와의 COMMUNICATION 을 위한 PORT 로서 RS-232C / RS-422 / RS-485 통신으로 운행정보를 전송하는 기능을 한다.

표 5-19. 안내 게시기 인터페이스

품 명	규 격
통신 속도	최고 115.2K BPS
BUS INTERFACE	ISA / EISA
회선 INTERFACE	RS232 / RS422 / RS485
IRQ 번호	3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12
I / O 번지	100h ~7Eoh
통신 콘트롤러	16C554
회로 보호	Surge Protector
지원 운영 체제	SCO UNIX, AT&T UNIX, UNIXWARE, SOLARIS, LINUX WINDOWS 3.1/ 95 / NT, OS/2, DCS

- 행선안내 게시기 표출장치에 표출되어질 글씨를 지정되어진 표출형식으로 글씨형태, 크기를 저장하고 있으며 통일된 표출기능을 가지고 있다. MEMORY BANK 행선안내 게시기 표출장치에 표출될 예정 GRAPHIC DATA 를 저장하는 기능을 가지고 있으며 순간정전을 대비하여 표출되어지고 있는 DATA 를 보관한다.



- VIDEO DRIVER CONTROLLER  
CPU UNIT로부터 얻어진 IMAGE DATA를 각 MODULE DRIVER에 보내는 기능을 가지고 있다.
- MODULE DRIVER  
VIDEO DRIVER CONTROLLER로부터 얻어진 DATA를 LED MODULE에 표출하는 기능을 가지고 있다.
- LED MODULE  
MODULE DRIVER로부터 얻어진 DATA를 3 COLOR(Red, Green, Amber)로 표출하는 기능을 가지고 있다.
- POWER SUPPLY  
본 전원부는 양질의 DC 전원을 소자에 공급하기 위한 행선안내 게시기 전용 SWITCHING POWER SUPPLY이다.
- REMOTE POWER CONTROLLER  
행선안내 게시기의 전원을 운영 제어 시스템에서 자동 또는 수동으로 전원을 ON - OFF 할 수 있다.
- 안내 게시기 SOFTWARE  
제어 프로그램, 편집 프로그램, 통신 프로그램, 그래픽 데이터 변환 프로그램, 그 외 운영에 필요한 기본 프로그램에 의해 행선안내표시기의 제어 및 모니터링을 할 수 있다.



### 5.3 전기시계 설비

#### 5.3.1 전기시계설비의 개요

전기시계 설비는 영종도 신공항 PMS 운영관리 전부문에 통일된 시각을 제공하며 정확한 열차운전 및 일관된 업무처리와 승객에 대한 서비스 효과를 제고하기 위한 설비로 역사의 Platform, 사무실 및 관련장소에 설치한다.

#### 5.3.2 전기시계설비의 구성

전기시계설비는 모시계와 자시계로 구성하며 모시계는 라디오 시보를 수신하고 이를 조합하여 유극펄스를 자시계에 전달 구동하도록 하는 방식으로 그 구성은 그림 5-3 과 같다.

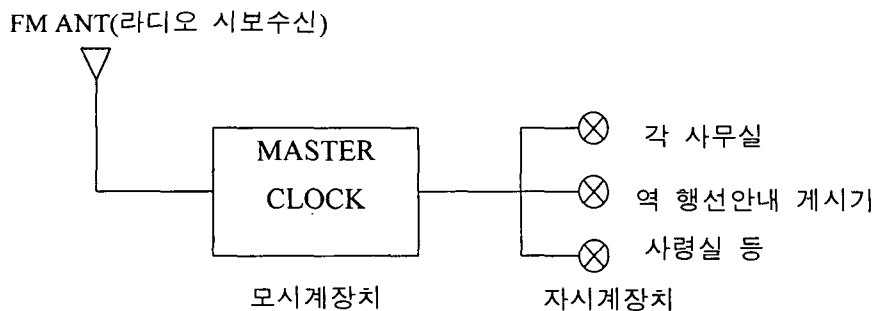


그림 5-3 전기시계설비의 구성

##### 5.3.2.1 모시계(Master Clock) 장치

모시계는 Master Clock 수신부에서 라디오 시보를 수신하여 1일 매시간 비교 교정 기능을 갖으며 Master Clock 고장시 대기중이던 Sub Master Clock 으로 자동 절체하도록 하고, 자동 절체기, 제어기 및 자시계를 감시하는 Detector 로 구성하며 구성도는 그림 5-4 와 같다. 모시계의 시각 정보신호 전송속도는 4,800bit/s 모드로 전용회선 모뎀을 사용 전송하며 모시계는 시각펄스가 아닌 데이터 디지털 신호인 RS-422 이상의 신호를 사용한다.



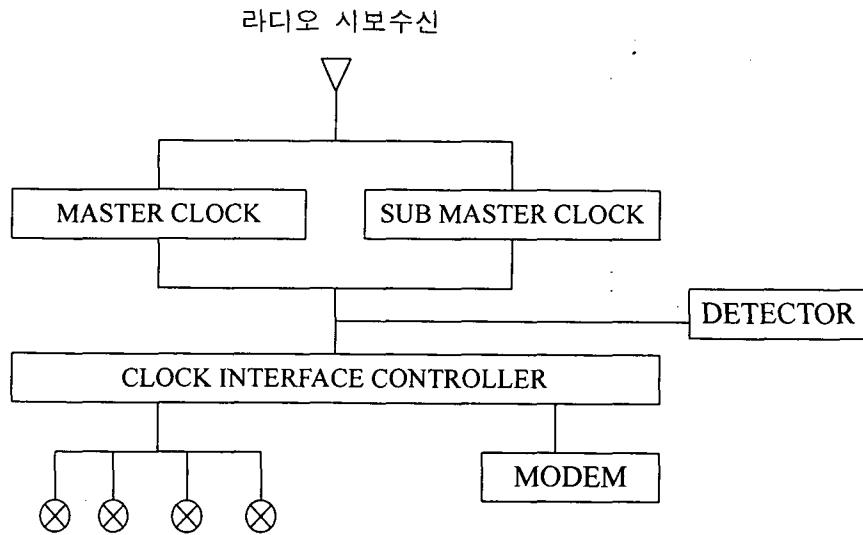


그림 5-4. 모시계의 구성

### 5.3.2.2 자시계장치

자시계는 모시계로부터 구동신호를 받아 시각을 표시하는 것으로서 자시계의 형상을 설치하고자 하는 환경에 따라 아날로그 표시방법과 디지털 표시방법을 쓰고 있다.

### 5.3.3 전기시계설비의 기능

- 모시계는 시각정보를 디지털신호로 발생한다.
- 자동 절체기는 모시계의 동작상태를 항시 감시하고 모시계가 정상이 아니면 자동 혹은 수동으로 절환한다.
- 라디오 전파 수신 자동회로는 다음의 조건을 만족한다.  
수신 주파수 범위 : 라디오 방송 시보를 수신하여 자동으로 시간을 조정한다.  
수신 감도 : 50dB 이상  
수정 기능 범위 : 매시간 교정
- 자동 절체회로 기능
- Serial Port 는 통신라인에서 입수되는 변환장치의 정보를 수신



- 수신되는 정보는 적절한 값을 가지고 있는지 프로세서에 의해 검사
- 프로세서는 변환장치를 통하여 입수되는 모시계의 시각정보를 자체 클럭에 강제 동기 시킨다.
- 동기 된 클럭은 추후의 모시계로부터 정보의 수신에 이루어지지 못하여도 계속하여 시간이 진행된다.
- 자시계는 디지털 또는 아날로그 시계로 구성한다



## 6. 설비보전을 위한 통신설비

### 6.1 TALK BACK 설비

#### 6.1.1 TALK BACK 설비의 개요

Talk Back 장치는 차량기지 구내의 입환이나 설비의 유지보수 등 업무연락이 필요한 전철기 또는 신호기 부근에 자 장치를 설치하고 운전 취급실에 모 장치를 설치하여 운전취급자와 보수 점검자 등과의 신속, 정확한 상호호출 및 대화를 행할 수 있도록 설치하는 설비이다.

#### 6.1.2 TALK BACK 설비의 구성

Talk Back 장치는 본체인 모 장치와 본체와 접속하여 연락통화 또는 방송을 행하는 단말 장치인 자 장치로 구성하며 그 구성은 그림 5-5 와 같다.

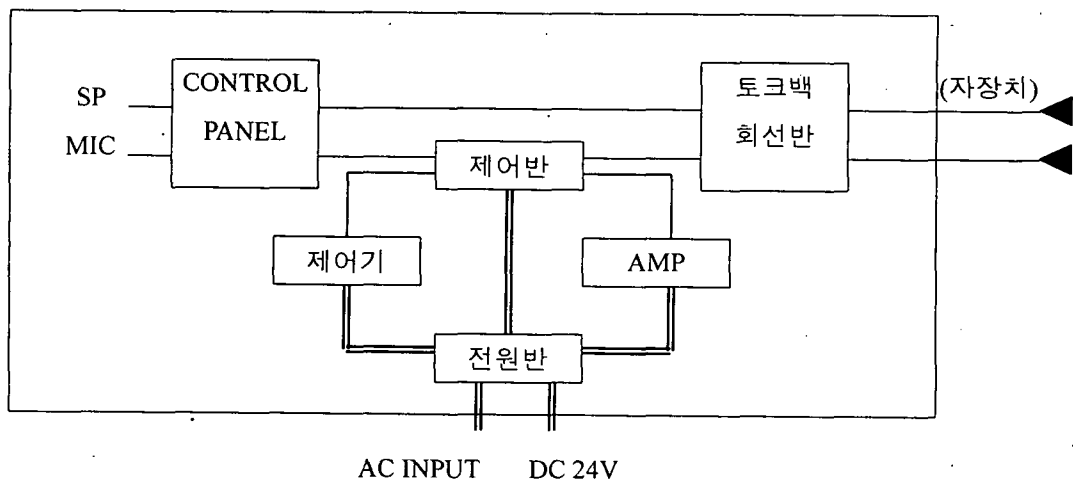


그림 5-5. TALK BACK 장치 구성도



### 6.1.2.1 모 장치

- 조작반은 회로조작 스위치, 출력계 응답용 스피커, 송수신 절체기 등으로 구성
- 마이크로 폰과 응답용 스피커는 절체 사용
- 연락회선 및 반송회선반은 릴레이, U Link 단자반등으로 구성
- 증폭기는 증폭부, 음량조정기, 커넥타 등으로 구성
- 제어반, 전원반은 쉽게 내부를 점검 보수할 수 있는 구조로 한다.

### 6.1.2.2 자 장치

주요 전철기 및 신호기에 설치되어 모 장치와 상호 통화할 수 있는 장치로 스피커함과 스위치 Box 로 구성되며 스위치 Box 는 임피던스 매칭용 정합기, 방수 Push-Button Switch 단자반으로 구성한다.

### 6.1.3 TALK BACK 설비 기능

- 자 장치 스위치 박스 Button 의 Loop 신호에 의해 자동적으로 통화로가 구성된다. 이때 모 장치의 램프가 점등됨과 동시에 자동적으로 일정시간의 Loop 표시 및 호출음을 갖는다.
- 모 장치가 다른 자 장치와 통화중에 다른 자 장치로부터 호출이 있는 경우는 그 자 장치에 통화중 음을 보내며 조작반 에서는 램프가 점멸한다.
- 2 회선에 대하여 자 장치와 통화가능하며, 조작반의 램프를 체크하는 기능이 있다.
- 통화종료후에는 복구스위치로 평상 복구된다.
- AC 전원 정전시 예비전원으로 자동절체 되며 복구시 상시전원으로 자동절환 장치를 내장.



## 6.2 설비보전용 무선설비

본선 구간 및 차량기지 내 작업자가 자동전화 가입자를 호출하여 상호업무 연락을 할 수 있도록 한다.



## **7. 통신설비용 전원설비**

### **7.1 개 요**

영종도 신공항 PMS 노선에 시설되어지는 종합제어실 및 통신계실의 각종 통신기기  
와 단말기에 안전한 전원을 공급하고 운전시 정전 및 이상전원에 대비하는 설비로  
서, 정전압 정주파수 전원을 무정전으로 공급하는 전원장치 및 전원의 충전을 위해  
충전지를 설치하여 원활한 통신설비를 운영하기 위함이다.

### **7.2 무정전 전원장치 (UPS)**

#### **7.2.1 UPS 의 개요**

UPS(Uninterruptible Power Supply)는 인버터, 정류기, 충전기, 배터리로 구성되어  
상용전원의 변동(정전 순시전압강하, 주파수 이상 등)에 관계없이 정전압 정주파수  
를 충전지 용량만큼 무정전으로 부하에 연속적으로 공급하여 주는 장치이다.

#### **7.2.2 UPS 의 종류**

UPS 는 다음과 같은 종류로 구분한다.

- On-line UPS
- Line Interactive UPS
- Off-line UPS

##### **7.2.2.1 On-line UPS**

On-line UPS 는 평상시 정류기, 인버터를 통해 정밀한 AC 전원을 부하단에 공급하고  
동시에 충전기를 통해 충전지에 정전을 대비하여 전원을 충전시킨다. 또한 인버터



고장시 과부하시에는 병렬로 연결된 SYNC Bypass(동기절환) 스위치를 통하여 Bypass 전원으로 절체되어 부하에 전원을 공급한다. Bypass 상태에서 과부하조건 및 인버터 고장조건이 해제되면 인버터로 자동 절체되어 상시 인버터 전원으로 공급한다.

### 7.2.2.2 Line Interactive UPS

Line Interactive UPS는 바이패스 라인을 통하여 부하와 인버터/충전기에 전원을 공급하여 축전지에 충전과 부하단의 전원공급을 해결한다. 정전시는 인버터/충전기에 의해 충전되었던 축전지로부터 부하에 전원의 공급을 받으며 2조의 동기절체 스위치를 통하여 상시, 정전시, 바이패스시의 전원 흐름을 제어한다.

### 7.2.2.3 Off-line UPS

Off-line UPS는 정상시 상용전원이 부하측으로 일정하게 공급되며 동시에 충전기를 통해 축전지에 전원을 공급 충전시키며, 정전시에는 축전지에 충전되었던 전원이 일정시간 공급된 후, 정전 회복시 Static 스위치에 의하여 Bypass 전원으로 절체 되는 기능을 갖는다.

## 7.3 전원장치 구성방안

통신설비를 위한 전원설비는 설치되는 장비들의 소요전력 등을 파악하여 용량을 산정한다.

## 제 6 장 중앙제어실





## 목 차

1.	개 요	6-1- 1
1.1.	주요 제어장치	6-1- 1
1.2.	주요 운영	6-1- 1
2.	종합 운행제어장치	6-2- 1
2.1.	열차 번호 제어	6-2- 1
2.2.	열차운행 상태제어	6-2- 2
2.3.	Supervision 과 Monitoring	6-2- 2
2.4.	운영 및 조정	6-2- 2
2.5.	열차 운행 관련 통계처리 및 자료보관	6-2- 3
3.	전력 제어장치(SCADA SYSTEM)	6-3- 1
3.1.	전력 감시와 제어	6-3- 1
3.2.	SCADA 시스템 설비	6-3- 1
3.2.1.	운전정보 취급 판넬	6-3- 1
3.2.2.	정보 표시판	6-3- 1
3.2.3.	Center 와 RTU 간 정보전송	6-3- 2
3.2.4.	전원장치	6-3- 2



## 1. 개요

중앙 제어실은 열차의 운영을 제어하고 감시(Monitoring)하는 시스템으로, 시스템 자체의 신뢰성이 무엇보다 중요하다.

### 1.1 주요 제어 장치

종합 운행 제어장치(TTC)

종합 운행 제어장치(Total Traffic Control)는 열차 운영을 종합적으로 감시, 제어한다.

전력 제어장치(SCADA)

전력 제어장치(Supervision Control And Data Acquisition)는 전력을 감시하고 제어한다

### 1.2 주요 운영

- ◆ Traffic supervision : 본선 전 구간과 기지 입구까지의 선로상황을 운영
- ◆ Power supervision : 전력 계통에 대한 상황을 운영
- ◆ Control room manager : 중앙제어실과 역사요원, 기지 요원들 간의 중재 역할 수행
- ◆ Depot supervision : 기지 구간에 대한 열차상황을 감시
- ◆ 시각표 작성 및 수정, 통계업무, 기타업무
- ◆ 운영자는 Workstation 을 통하여 모든 상황을 실시간으로 감시 할 수 있으며 열차의 운용, 유지, 보수 등의 지령을 즉시 통지 할 수 있다.
- ◆ 컴퓨터의 수량과 중앙 제어실 설비를 최소화 하기 위하여 몇 가지 기능을 한대의 Workstation 에서 수행할 수 있도록 모든 자료는 LAN 을 통해 공유 할 수 있도록 구성한다.



## 2. 종합 운행 제어장치 (TTC)

종합 운행제어 장치는 본선에서의 각 열차의 위치, 정해진 운행 시각표에 따른 열차 운행제어 및 조정 등을 수행한다.

각 Workstation에는 현재의 열차상황이 열차시각표와 함께 나타나며 비 정상상황 발생시 즉각 조치를 수행할 수 있도록 각 Supervision 을 구성한다.

열차 운행상황에 대한 연속적 감시를 위하여 Traffic Supervision Monitor Panel 을 설치하고 각 Workstation에서 감시, 제어 토크 구성한다.

본선에서의 자기부상열차의 운행은 중앙제어실의 Traffic Supervision 의 조작 없이 무인운전으로 정해진 시각표에 따라 운행되며, 열차번호, 열차상태 등의 차량 data 를 계속 중앙 제어실로 전송한다.

기지의 열차제어는 Depot Supervision 의 조작에 따라 제어된다.

- ◆ 기본 기능
- ◆ 열차번호 제어
- ◆ 열차 운행상태 제어
- ◆ Supervision and Monitoring
- ◆ 운영 및 조정
- ◆ 열차 운행 관련 통계 처리

### 2.1 열차 번호 제어

각 열차의 열차번호는 열차 고유 번호, 운행 열차 번호로 구성된다.

열차 고유 번호

열차 고유번호는 자기부상열차마다 고유하게 부여되는 번호로서 변경되지 않는다.



### 운행 열번

본선에서의 영업운전, 시운전, 회송 등 열차가 운행할 때 부여되는 열차번호로서 당일 최초 운행되는 열차부터 순서적으로 번호를 부여한다.

이 운행 열번은 열차의 시각표와 1:1로 구성된다. 만일, 열차운행 중 비정상적 상황이 발생하면, 새로운 열번을 중앙 제어실로부터 부여 받아 운영을 계속한다.

## 2.2 열차운행 상태제어

### 운행 시각표 생성, 변경

열차의 운행 시각표를 생성, 변경하는 기능을 중앙 제어실에 둔다.

### 본선 입출 통제

기지에서 본선으로의 열차진입, 본선에서 기지로의 열차진출에 대한 통제권을 갖는다.

### 비정상 운행 개입

본선에서의 열차운행 중 비정상 상태 발생시, 중앙 제어실에서 해당 열차 운행에 개입하여 타 열차 운행에 지장이 없도록 조치한다.

## 2.3 Supervision 과 Monitoring

- ◆ 본선과 기지 운행상황 전체 현시
- ◆ 상세 구간 별 구분 현시
- ◆ 출발명령에 대한 감시
- ◆ 분기기 동작 감시
- ◆ ATP, ATO, TWC 에 대한 상태 감시

## 2.4 운영 및 조정



- ◆ 본선 운행 제어
- ◆ 회차 역에서의 회차 제어
- ◆ 기지와 본선간의 열차진입, 진출 제어
- ◆ 영업운전 전, 후 회송 제어

## 2.5 열차 운행 관련 통계처리 및 자료보관

- ◆ 당일 열차운행 통계처리
- ◆ 당일 고장열차 상태 통계처리
- ◆ 당일 비정상 운행 상태 통계처리
- ◆ 월별, 분기별, 년도별 통계처리
- ◆ 각종 운행자료 보관



### 3. 전력 제어장치 (SCADA System)

전력제어 장치는 전력공급원의 상태를 연속적으로 감시, 제어하며, 전력공급원의 고장이나 이상 시에는 즉시 감지되고, 조치되어야 한다. 중앙 제어실의 Power Supervision는 기지 전기실, 역 전기실을 제어한다. SCADA System은 전선로의 전력장치에 대한 전체적 관점에서의 제어를 담당한다.

#### 3.1 전력 감시와 제어

역 전기실, 기지 전기실과 자기부상 열차의 전력공급을 제어한다.

이상 발생시 운영자는 Power Network을 재구성하는 조작을 즉시 실시하고, 그 상태를 저장한다. 안전상이나 유지보수의 필요시, 일부 혹은 전노선의 전원을 shut down시킨다.

기지 전기실, 역 전기실의 요구가 있거나, Network상의 이상 검지 시 일부의 전원공급을 분리시킨다. 기지 전기실, 역 전기실의 유지보수 혹은 단순한 이유, 알려진 이유에 의한 자동차단 후 재투입 등을 위하여 일정부분의 기지 전기실, 역 전기실의 전원공급을 분리시킨다.

#### 3.2 SCADA 시스템 설비

##### 3.2.1 운전정보 취급 패널

운전정보 취급 패널은 2대의 Color 화면장치와 1대의 공용 Keyboard, Mouse 또는 Touch Screen과 같은 Cursor Positioning 장치로 이중계로 구성하여 변전소 선택, 제어 선택, 실행 또는 취소 등으로 SCADA System 계통을 제어하며 어느 Console에서나 전 구간의 SCADA System 계통 제어가 가능하게 되어 있다.

##### 3.2.2 정보 표시판



MOSAIC 방식으로 LED 를 사용하여 최소한 다음 상태를 표시 하여야 한다.

- ◆ 전 구간 전력 계통도 (수 변전실, 역사 전기실 및 차량기지 포함)
- ◆ 전력기기 상태 표시 (ON, OFF, OPEN, CLOSE)
- ◆ 전차선 구간내의 열차 유무(운전자가 필요시 조작에 의한다)
- ◆ 기타 구매자 요구시 필요한 사항

표시판의 크기, 형상, 색상, 표시 방식 등의 자세한 사항을 계약 후 승인 단계에서 제작 승인 한다.

### 3.2.3 Center 와 RTU 간 정보전송

Font End Processor 장치와 RTU 장치로 구성 하여야 하며, 전송 매체는 통신 CABLE 을 사용하는, 통신 방법은 LOOP 방식이며 전송 속도는 9,600 BPS 이상이어야 한다. 중앙 제어실 내의 SCADA 장치간 전송 방식은 2중계 Local Area Network(LAN)을 구성된다.

### 3.2.4 전원장치

- ◆ UPS 방식으로 한다 (Alkali battery 내장형)
- ◆ 정전 후 30 분 동안 System 을 가동시킬 수 있다.
- ◆ 출력은 AC 110V 60 Hz로 한다 (입력 : AC 3상 380V 60Hz)

## 제 7 장 역 사 설 비

 現代精工株式會社  
HYUNDAI PRECISION & IND. CO., LTD

 한국기계연구원  
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS





## 목 차

1.	개 요	7-1- 1
2.	설계조건	7-2- 1
2.1.	외기조건(인천기준)	7-2- 1
2.2.	실내 온습도 조건	7-2- 1
2.3.	기기 발생열 부하	7-2- 1
2.4.	실내 허용 소음도	7-2- 2
2.5.	실내 허용 조건	7-2- 2
3.	스크린 도어	7-3- 1
3.1.	개 요	7-3- 1
3.2.	설비구성 및 기능	7-3- 1
3.3.	스크린도어 구성	7-3- 3
3.3.1.	스크린도어 구성품	7-3- 3
3.3.2.	도어엔진 UNIT	7-3- 4
3.4.	안전 센서류	7-3- 5
3.4.1.	구 성	7-3- 5
3.4.2.	기 능	7-3- 5
3.5.	역사 Sub-System	7-3- 6
3.5.1.	구 성	7-3- 6
3.5.2.	기 능	7-3- 6
3.6.	조작반	7-3- 8
3.6.1.	구 성	7-3- 8



3.6.2.	기능	7-3- 8
4.	냉난방 설비	7-4- 1
4.1.	기본방향	7-4- 1
4.2.	에너지원 선정	7-4- 1
4.3.	냉방기별 선정	7-4- 1
4.4.	각 실별 냉난방 방식	7-4- 2
4.5.	각 실별 냉난방 방식 개요	7-4- 2
4.6.	냉·온열원 기기 용량	7-4- 2
5.	소화설비	7-5- 1
5.1.	소방관련 규정의 적용	7-5- 1
5.2.	소화설비의 적용	7-5- 1
6.	승강설비	7-6- 1
6.1.	승강설비의 배치계획	7-6- 1
6.2.	엘리베이터 설치계획	7-6- 1
7.	자동제어 설비	7-7- 1
8.	T·A·B(Testing, Adjusting and Balancing)	7-8- 1
9.	유지관리 계획	7-9- 1



## 1. 개 요

각 역사는 여객취급 업무의 자동화를 통한 여객 서비스의 향상을 위한 설비를 설치하며 플랫폼은 승객의 승하차를 용이하게 하기 위해 선로의 양단에 설치되고 승객의 안전을 위한 스크린 도어를 플랫폼에 설치한다.

또한, 역사에는 이용 승객들의 안전운행과 편의를 위해 방송장치와 표시기 장치를 설치하며 승강장에는 별도의 냉난방 설비를 갖춘다.

역사 설비의 기본 방향은 다음과 같다.

- 쾌적한 환경 계획
  - 건물의 용도에 적합한 실내 환경 조성
  - 열차 발생열의 효과적인 차단으로 급격한 기류 유동 방지
- 경제적인 설비 계획
  - 효율적인 기기 사용 및 시스템 선정
  - Life Cycle Cost를 고려한 자재 선택
- 편리한 설비 계획
  - 기기의 원격제어로 무인 자동화
  - 보수점검이 용이한 설비계획



## 2. 설계 조건

### 2.1 외기 조건 (인천기준)

구 분	건구온도	상대습도	위험율
여 름	31.1 °C	66 %	2.5 %
겨 울	-11.9 °C	69 %	2.5 %

### 2.2 실내 온습도 조건

동별	실 명	여 름		겨 울	
		온 도	습 도	온 도	상대습도
승 강 장		26 °C	50 %	20 °C	40 %

### 2.3 기기 발생열 부하

승강장은 열차가 발생하는 선로부와 승객의 승·하차 및 대기 공간인 승강부로 크게 나누어지며 열 발생 요소는 다음과 같다.

- 승객들의 인체발열
- 조명 발열
- 구조체로부터의 열전달
- 스크린도어를 통하여 전도되는 열
- 스크린도어 열림으로 인한 침입 열량
- 스크린도어 틈새로 인한 침입 열량
- 기타 취득열



## 2.4 실내 허용 소음도

- 승강장의 허용 소음도는 그림 7-1에서 35NC ~ 45NC 이내가 되도록 한다.

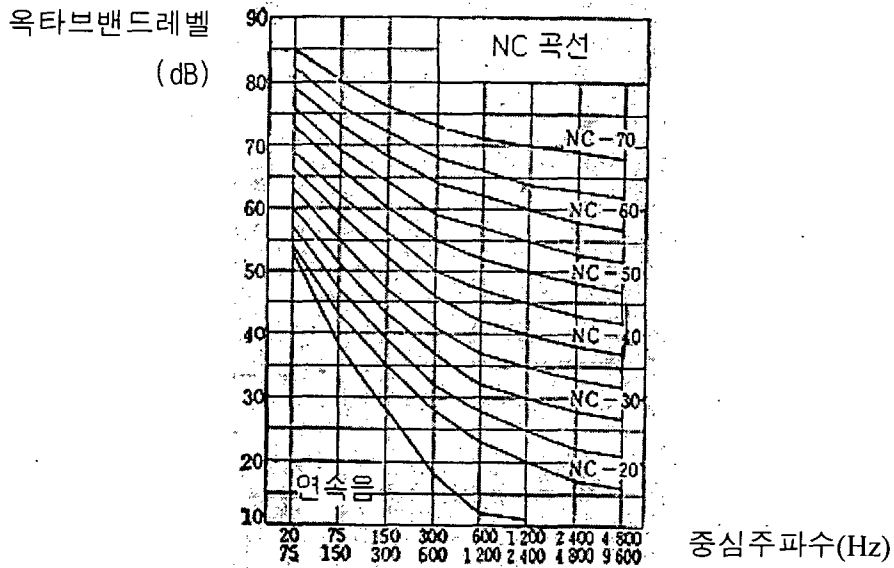


그림 7-1 허용 소음도

## 2.5 실내 허용 조건

구 분	기 준	기 준
부 유 분 진	0.15 mg/m <sup>3</sup> 이하	[ 참 고 ] 1. 건축물의 설비기준등에 관한 규칙 2. 공기조화 개정 3판 P4
일산화탄소(CO)	10 PPM 이하	
이산화탄소(CO <sub>2</sub> )	1000 PPM 이하	
상 대 습 도	40%이상 70% 이하	
기 류 속 도	0.5m/sec 이하	



### 3. 스크린 도어

#### 3.1 개요

역사의 승강장 스크린 도어 설비는 승강장의 스크린 도어와 열차의 출입문이 연동하여 개폐되는 DOOR 기구에 의하여 승객의 안전을 확보하기 위한 설비이다.

#### 3.2 설비구성 및 기능

- 열차가 역사에 도착하여 정위치에 정차하였을 때 이외에는 승객이 선로에 직접 대하지 않도록 플랫폼의 끝부분에 출입문인 스크린이 설치된다.
- 스크린 도어는 양쪽으로 슬라이딩식으로 개폐되며, 승객이 열차를 기다리는 동안에는 스크린 도어가 닫힌 상태로 있다.
- 열차가 역사에 정차했을 때 열차의 출입문보다 스크린 도어는 약 1.5 ~ 2 초 정도의 시간차를 갖고 먼저 열리며, 설정된 정차시간이 지나면 스크린 도어는 반대의 순서로 닫힌다.
- 스크린 도어의 작동장치는 출입문 상부에 설치되고, 플랫폼 쪽에서 유지 및 관리할 수 있도록 한다.
- 안전장치로서 플랫폼 및 차량의 출입문이 닫힐 때 차량과 플랫폼 사이의 간격을 최소화하여 사람이나 물체가 그 틈 사이에 끼이지 않도록 한다.
- 각 역사에는 플랫폼 도어 제어 유닛(PDCU)를 설치하고, 이것은 Sub-System 장치(LCTC)에 의해 작동한다.

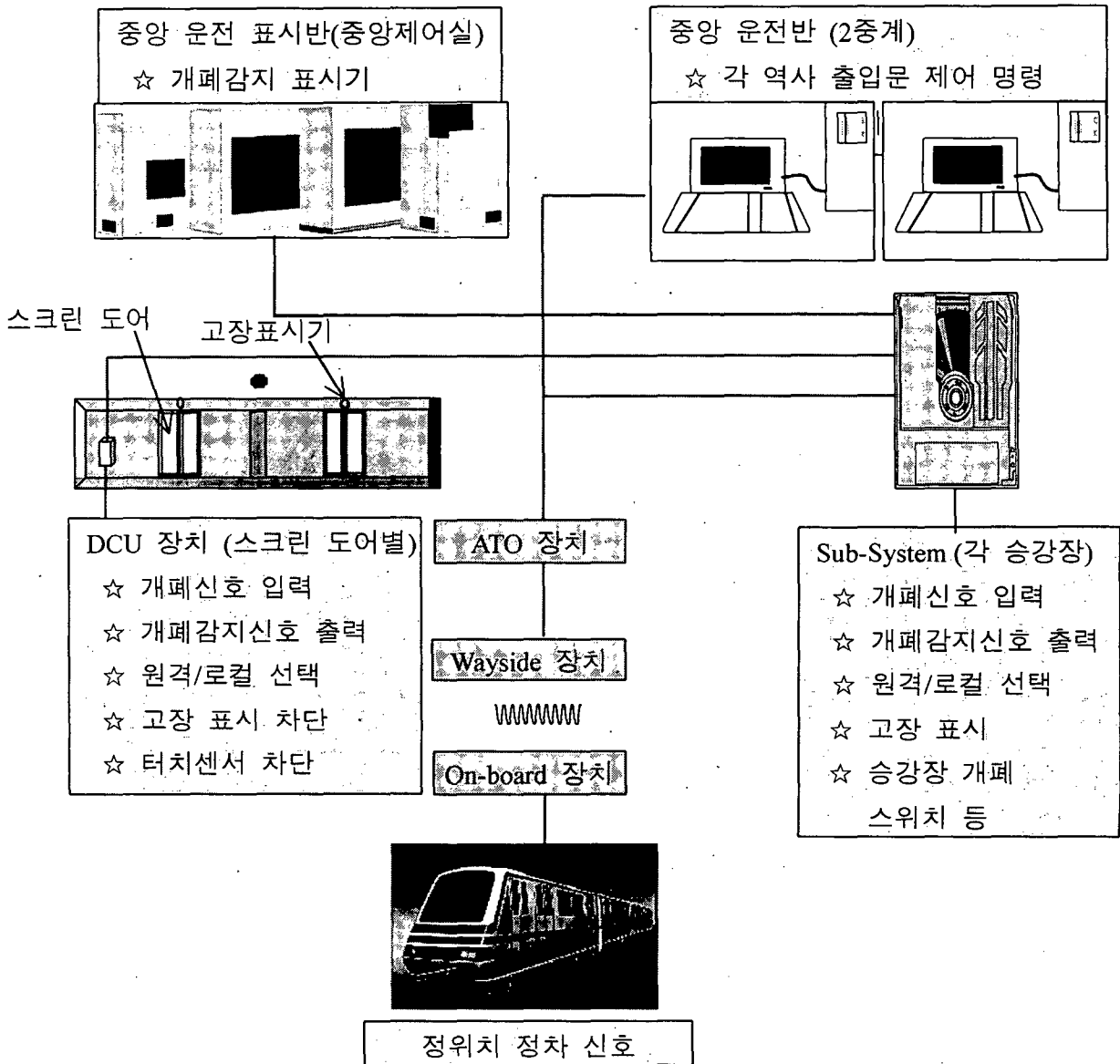


그림 7-2 스크린도어 구성도

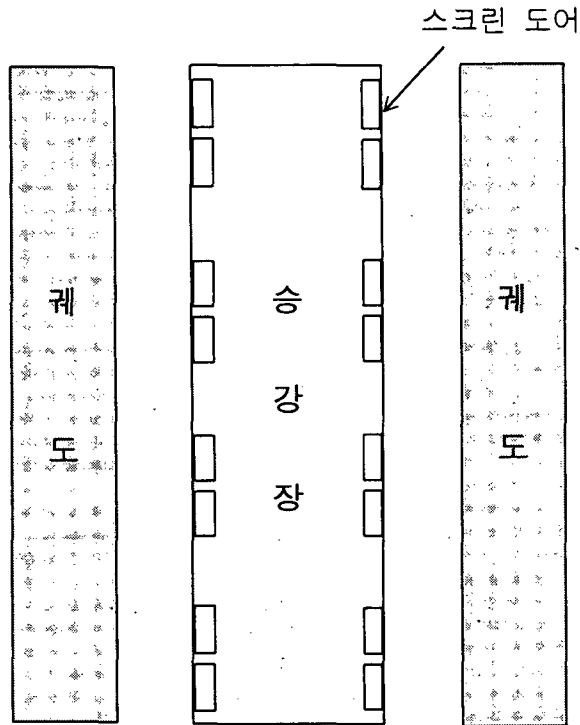


그림 7-3 각 역사별 스크린 도어 배치

### 3.3 스크린도어 구성

#### 3.3.1 스크린도어 구성품

플랫폼 스크린 도어 UNIT의 구성은 다음과 같다.

항 목	구 성	비 고
1	SASH A (고정)	
2	SASH B (가동 DOOR 부)	
3	DOOR ENGINE CASE	
4	GUIDE RAIL	
5	개별조작반 수납함	
6	TRANSOM	
7	강화유리 A (고정)	
8	강화유리 B (가동 DOOR 부)	





3.3.2 도어엔진 UNIT

3.3.2.1 구성

- 플랫폼 스크린 도어 엔진 UNIT의 구성은 다음과 같다.

항 목	구 성	비 고
1	DOOR ENGINE	
2	PULLEY	
3	전자 자물쇠	
4	LIMIT Switch (OPEN,CLOSE POSITION)	
5	CABLE SUPPORT	
6	연접기구(TIMING BELT, BELT CLAMP)	
7	DOOR 개폐 표시등	
8	ELECTRONIC BUZZER	
9	DOOR HANGER	

3.3.2.2 기능

- 도어엔진 UNIT은 Sub-System으로부터의 신호에 의하여 자동적으로 열차 승강문의 개폐에 연동하여 스크린 도어의 개폐동작을 수행하는 구동장치이다.

3.3.2.3 성능

항 목	사 양	비 고
전 원	AC 100V	
구동장치 종류	BRUSHLESS DC MOTOR	
출 력	90W	
INSULATION	CLASS E(120℃)	
부가기능	* 감속기 부착 = REDUCTION GEAR * ENCODER * THERMAL : 모터소손 방지	



### 3.4 안전 센서류

#### 3.4.1 구성

항 목	구 성	비 고
1	터치 SENSOR	문 끝 고무부분에 내장
2	OPTICAL SENSOR	SENSOR POLE 에 내장
3	SENSOR POLE	열차와 SCREEN DOOR 사이설치

#### 3.4.2 기능

##### 3.4.2.1 터치 SENSOR

- 플랫폼 스크린 도어의 좌우문의 하단에 취부됨
- 승객이 문 닫힘 동작 중에 이 SENSOR 에 접촉함으로써 문을 재개폐 시킴
- 주요 제원
  - 사용전압 : DC 24V
  - 검지감도 : 3kgf (검지물 길이 5mm) / 6kgf (검지물 길이 50mm)

##### 3.4.2.2 OPTICAL SENSOR

- 플랫폼 스크린 도어와 열차사이에 승객이 휴대하는 물건이 있다는 것을 검지하여, 문을 재개폐 시키는 기능을 가짐
- 주요 제원 및 기능
  - 검출거리 : 3m
  - 자기진단 기능 : OPTICAL SENSOR 가 정상인 것을 전기신호로 출력
  - 감도 자동보정기능 : OPTICAL SENSOR 에 부착된 LED 를 점멸시켜 투광량 레벨을 판정
  - 감도 모니터링 기능 : 발광량의 측정은 OPTICAL SENSOR 에서 방출되는 점멸 LED 에 의해 가능함.

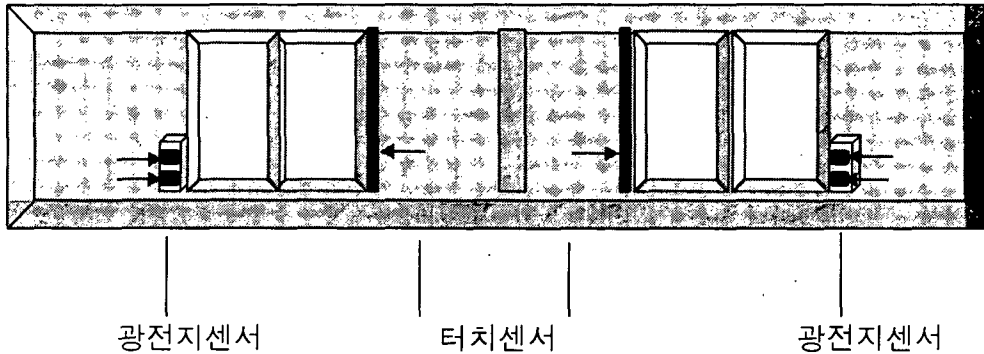


그림 7-4 센서구성

### 3.5 역사 Sub-System

#### 3.5.1 구성

항목	구성	비고
1	2면 제어 종합반	

#### 3.5.2 기능

역사 Sub-System은 각 역사당 1 unit(플랫폼당 1set)씩 설치하여 각 플랫폼의 문의 개폐를 제어하고 타 설비와의 인터페이스를 처리하며 각 문의 상황을 표시하는 기능을 갖는다.

##### 3.5.2.1 통상 열림 동작

열차가 정위치에 정차하여 자동 신호 문 열림 조작을 실시하려면, AT0 처리부가 정위치 정지 신호와 문 열림 신호를 송신하고 종합제어반이 그 신호를 수신하도록 한다. 개별 조작반에 대하여 문 열림 신호를 송신하는 동시에 AT0 장치를 경유하여 차량에 차량 문 열림 신호를 송신하도록 한다.



개별 조작반이 역사 종합제어반으로 부터 열림 신호를 수신하면 부저가 울리고 전자 자물쇠가 열려 열림 동작을 개시한다. 문이 열리기 시작하면 스위치가 OFF 되고 플랫폼 도어의 상부 표시등을 점등 시켜 역사 Sub-System에 대한 닫힘 확인신호를 OFF 하도록 한다. 또한 열림 확인 스위치가 ON 되면, 역사 Sub-System에 대한 열림 확인 신호를 송신한다.

### 3.5.2.2 통상 닫힘 동작

관리자가 문 닫힘 조작을 실시하면 AT0 처리부에서 플랫폼 스크린 도어 닫힘신호를 AT0 장치를 통해 받고 플랫폼 도어에 닫힘신호를 송신한다. 역시 개별 조작반이 닫힘 신호를 수신하면 BUZZER에 BUZZER 울림 신호를 보낸다.

문이 닫히기 시작하고 닫힘확인 스위치가 ON 되면 전자자물쇠를 작동시켜 자물쇠를 건다.

### 3.5.2.3 이물질 검지

플랫폼 스크린 도어의 닫힘동작시 문에 사람이나 물건이 끼었을 경우 문 끝의 터치 SENSOR 및 OPTICAL SENSOR가 사람 또는 물건을 검지하여 그 신호에 의하여 문 재개폐 동작을 한다.

### 3.5.2.4 이상시

AT0 장치의 이상 및 플랫폼 스크린 도어 시스템의 이상 또는 신호선의 단선등에 의해 자동으로 플랫폼 스크린 도어의 동작이 불가능하게 된 경우 이상시에는 수동으로 절환하여 개폐할수 있는 스위치 장치를 개별 조작반에 설치한다.

또한, 각 조작반에는 자동 신호의 개폐 조작신호에 관계없이 수동으로 문을 개폐할 수 있는 스위치를 설치한다.



## 3.6 조 작 반

### 3.6.1 구 성

- 개별 조작반
- 중앙 제어실용 조작반
- 동작표시 판넬

### 3.6.2 기 능

#### 3.6.2.1 개별조작반

개별 조작반은 문 1개구 마다 문과 문 사이에 마련된 SASH 내에 설치하고 고장시 및 점검시에 수동으로 문을 개폐할 수 있다.

#### 3.6.2.2 중앙 제어실용 조작반

중앙 제어실용 조작반은 중앙 제어실(TTC) 플랫폼에 설치되고, 관리자가 스크린 도어의 개폐조작을 하는 동시에 문의 개폐상태를 확인할 수 있다.

#### 3.6.2.3 동작표시 판넬

동작표시 판넬은 역무원이 실내에서 스크린 도어의 개폐상황을 확인할 수 있게 하기 위함



## 4. 냉난방 설비

### 4.1 기본 방향

- 정부의 에너지 정책, 특히 여름철 전력 사정을 감안하여 시스템 계획
- 열원 공급의 신뢰성을 확보할 수 있는 시스템 선정
- 사용 시간대 및 용도별 부분 운전이 가능한 방식
- 에너지 절감에 가능한 효율적인 시스템 채택
- 충분한 경제성 검토를 통한 운전비가 저렴한 시스템 채택
- 자동제어에 의한 중앙집중관리

### 4.2 에너지원 선정

구 분	일반 전력	도시가스 (인천도시가스)	경 유	비 고
승강장 냉난방	○ (냉방)	○ (난방)	-	

### 4.3 냉방기별 선정

- 다음 표 7-1은 냉방기별 비교표를 나타내고 있다.

표 7-1 냉방기별 비교표

적 용	왕복동식	스크류식	터보식	흡수식	냉온수기	빙축열
설치 면적	B	B	C	D	B	C
진동 소음	C	D	B	A	A	B
용량 제어성	C	A	B	A	A	B
설비비	B	D	A	C	B	C
운전비	C	B	B	A	A	A
선정	○					



- 선정안  
승강장은 독립된 건물이므로 개별적인 전기에 의한 콘덴싱유닛(왕복동식)을 채택한다.

#### 4.4 각실별 냉난방 방식

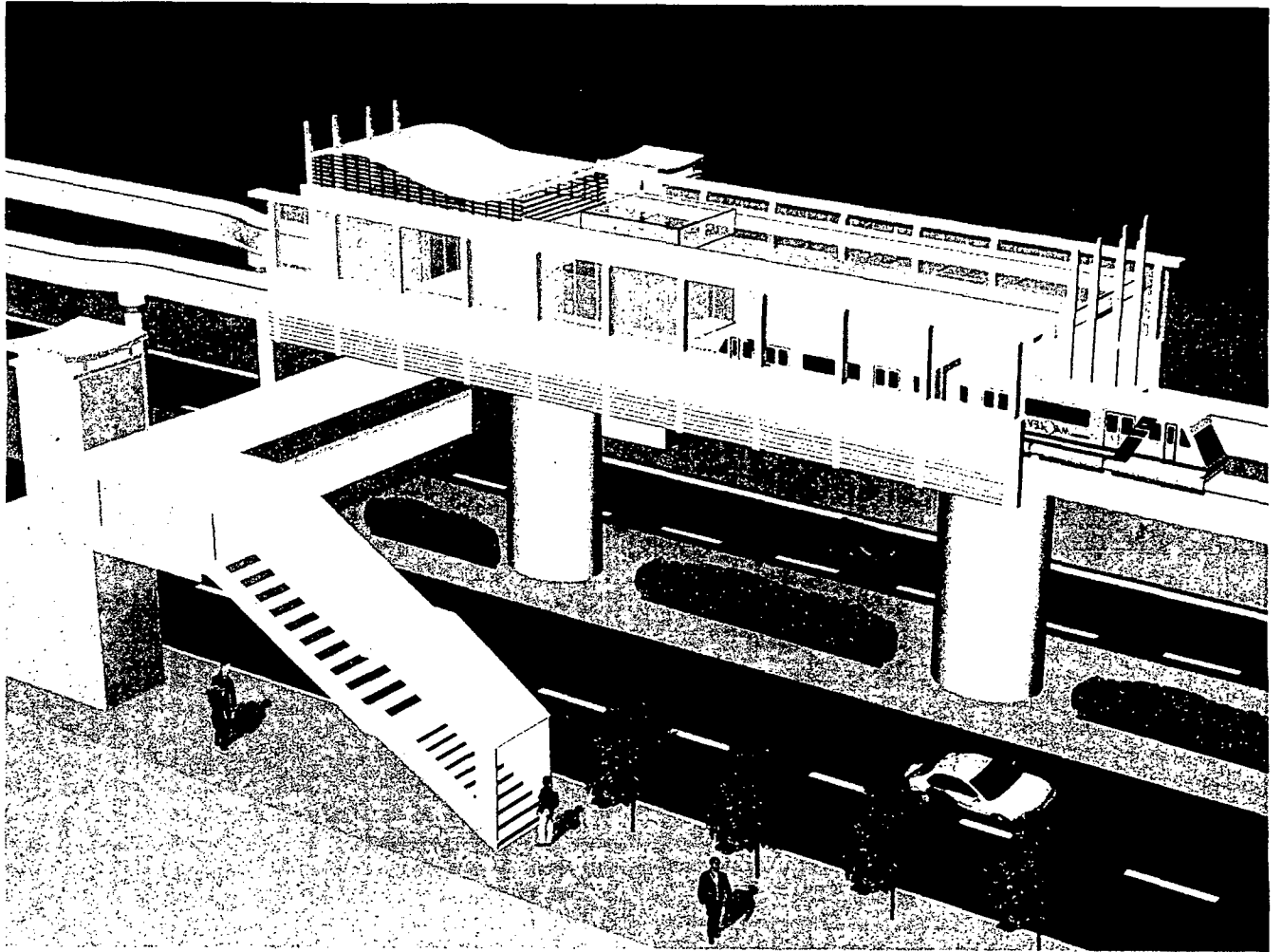
동별	실명	냉난방 방식	시간대별	주 열 원		비고
				냉 방	난 방	
	승강장	ROOF TOP공조기에 의한 ALL AIR	상 시	직팽식 콘덴싱 유닛	가스직화식 버너	

#### 4.5 각 실별 냉난방 방식 개요

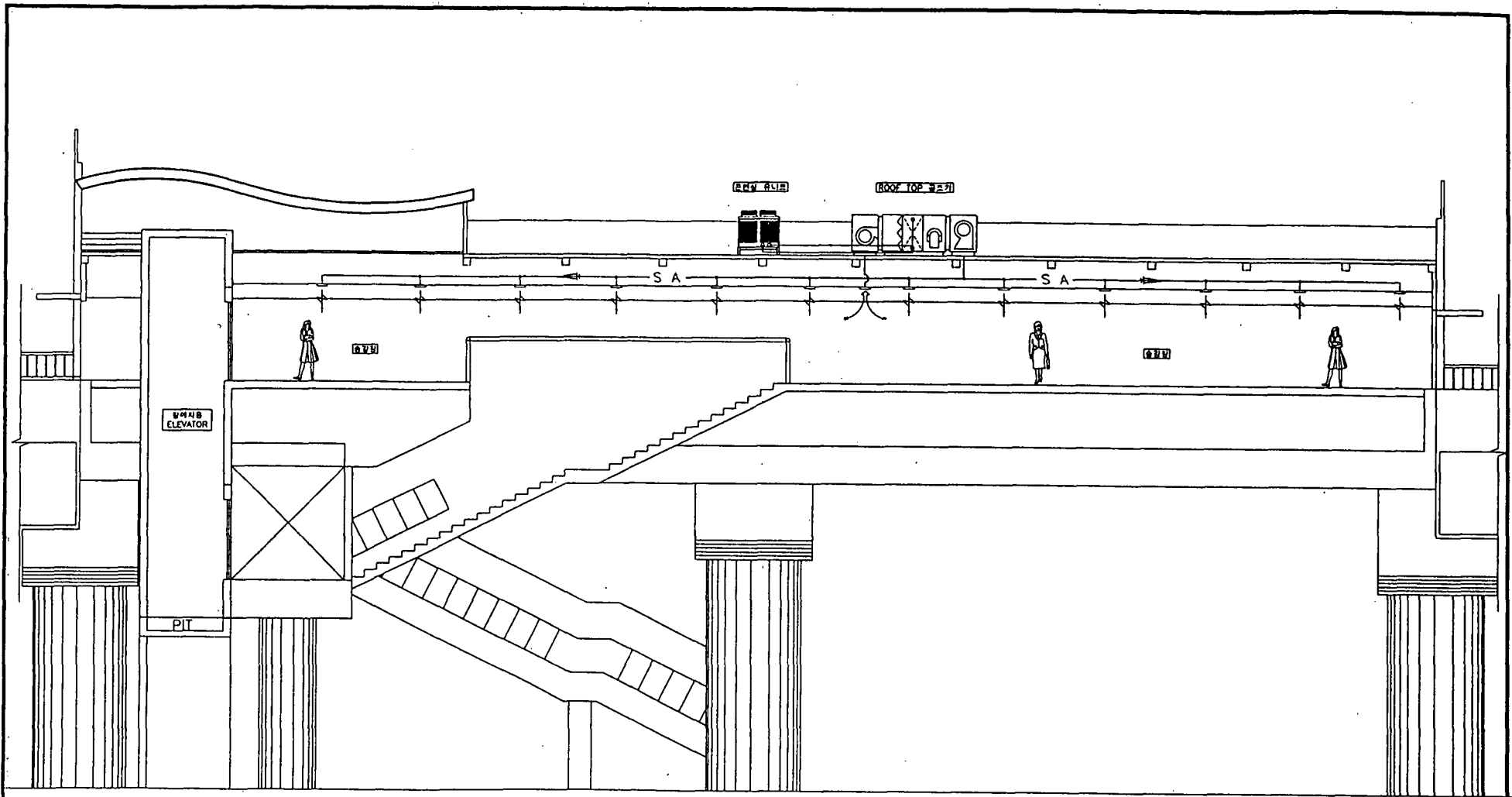
- 승강장은 별동으로 원거리에 위치하므로 개별식, ROOF TOP 공조기를 옥상층에 설치한다 (승강장 공조덕트 계통도 참조)
- 여름에는 직팽식 콘덴싱 유닛에 의해 냉방하고, 겨울에는 가스 직화식 버너를 공조기에 설치하여 난방한다.
- 실내 공조 방식은 ALL AIR 방식으로 계획한다.
- 무인 가동이므로 상태 감시를 위해 교통센터 또는 차량기지의 중앙감시반과 연계하여 원격제어가 가능토록한다.

#### 4.6 냉·온열원 기기 용량

장 비 명	용 량	수 량	설 치 위 치	비 고
ROOF TOP 공조기	8,000 CMH	1 대	각 승강장 지붕	



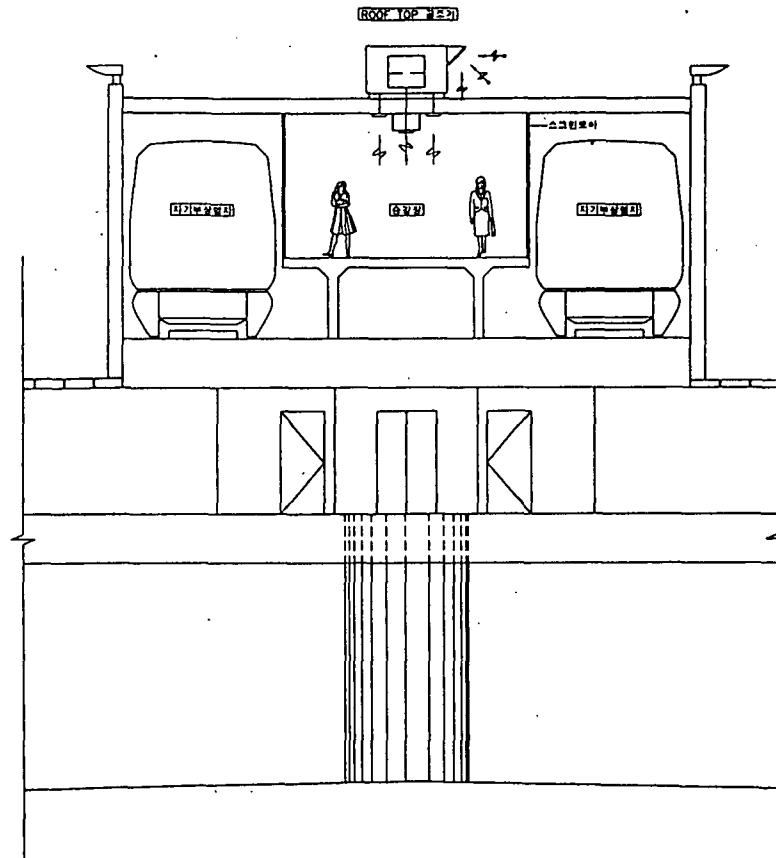




승강장 구조단면 개봉도 - 1

44 : NONE

영양도 신영왕내 자기부상철차 계획	영역	도면명	승강장 구조단면 개봉도 - 1	S : NONE	도면번호	8 - 03
--------------------	----	-----	------------------	----------	------	--------



승강장 구조단면 계획도 - 2

44 : NONE

영양대 신영양대 자기부상열차 계획	예원	시원영	승강장 구조단면 계획도 - 2	S : NONE	시원영호	3 - 04
--------------------	----	-----	------------------	----------	------	--------



## 5. 소화 설비

### 5.1 소방관련 규정의 적용

설비명	시행령 근거	내 용	비 고
소화기구	제 28 조 1 항 1 호	연면적 33 m <sup>2</sup> 이상인 곳	적 용

### 5.2 소화 설비의 적용

	소화기	스프링 쿨러	가스 소화 설비	제연 설비	상수도 소화용수 설비	연결 송수관 설비
승강장	○					



## 6. 승강 설비

### 6.1 승강 설비의 배치 계획

- 승객들의 이동 동선 계획과 유기적인 배치 계획으로 이용도를 높인다.
- 승·하차 및 환승 방향등의 종합적인 검토후 위치를 결정
- 유지관리가 용이하도록 운전 방식을 가역키 조작 방식으로 선정

### 6.2 엘리베이터 설치계획

엘리베이터 내외의 조작보턴 등은 휠체어 사용자나 시각장애자가 쉽게 조작할 수 있는 형식으로 하고, 장애자는 일반적으로 동작이 늦으므로 문의 개폐속도나 감지 기능 안전 장치등을 고려하여야 한다.

다음 표 7-2는 엘리베이터 및 구조물 규격기준 이다.



표 7-2 엘리베이터 및 구조물 규격비교표

구분		유압식	비고	
승강기	정원	15 인승		
	적재량	1000 kg		
	속도	30 M/MIN		
	전원	동력	3P 380V 60Hz	
		조명	1P 220V 60Hz	
	제어방식	HYDRAULIC(유압식)		
	내부치수	1600×1500 MM		
출입문	넓이-900MM, 높이-2,100MM			
승강로	내부치수	2,050×2,330 MM		
	피트깊이	1,400 MM		
	정상부 높이	4,500 MM		
	출입문 구조물	스텐레스		
	벽두께	300 MM		
기계실	내부치수	2,800×2,500 MM		
	높이	2,000 MM		
	출입문	1,000×2,000		
	바닥마감	몰탈마감		



## 7. 자동 제어 설비

본 승강장의 설비 관리 운영을 효율적으로 시행키 위해 인접 차량기지에 중앙제어실에 중앙관제 시스템을 설치하고, 각 승강장 공조기의 ON-OFF 상태 감시, 각실의 온습도 제어, 수위조절등 일체의 기능 감시를 원격제어 하여 관리비 절감과 편리성을 도모하고 에너지 절약에 만전을 기할 수 있도록 한다.

설비	감시	제어	기록	프로그램	비고
열원 설비	○	×	○	○	콘덴싱유니트 가스 버너
공조/환기 설비	○	○	○	○	
승강 설비	○	×	○	×	장애자용
가스 설비	○	○	○	×	정압기



## 8. T·A·B (Testing, Adjusting and Balancing)

- 건물의 모든 시스템을 설계 목적에 부합되도록 검토하고 조정하는 과정
- 공기 분배 및 물분배의 균형 유지
- 설계치를 공급할 수 있는 전 시스템의 조정
- 전기 계측
- 소음 및 진동 측정
  
- TAB의 도입 효과
  - 에너지의 낭비요인 제거
  - 쾌적한 환경 조성
  - 설비의 최적상태 운전
  - 설비의 개보수 예방
  - 효율적인 건물관리
  
- TAB의 작업내용
  - 현장조건 하에서의 장비의 성능시험
  - 에너지의 반송계통(덕트)의 누설시험
  - 동력설비의 에너지 소비량 측정
  - 자동제어 장치의 성능 검사
  - 실내 환경의 측정과 분석
  - 소음진동의 측정과 조정
  
- 다음 사항에 대한 평가 분석
  - 덕트 계통의 공기조정 전후의 에너지 소비량
  - 장비의 에너지 효율비
  - 설비 환경 기준의 적응성



## 9. 유지관리 계획

- 원격제어로 유지관리가 용이토록 한다.
- DUCT 기구의 TAB를 사용하여 결과 보고서를 작성하고 보고서 자료를 시운전의 기초자료 및 운전관리의 자료로 이용
- 동절기 급수 배관에는 동파방지용 전열선을 설치.
- 승강장에는 청소를 위해 청소용 수전 설치



## 제 8 장 차량기지설비



## 목 차

1.	개 요	8-1- 1
2.	설계조건	8-2- 1
2.1.	외기조건(인천기준)	8-2- 1
2.2.	실내 온습도 조건	8-2- 1
2.3.	기기 발생열 부하	8-2- 2
2.4.	관련 법규 검토	8-2- 2
2.5.	실내 허용 소음도	8-2- 3
2.6.	실내 허용 조건	8-2- 3
3.	냉난방 설비 계획	8-3- 1
3.1.	기본방향	8-3- 1
3.2.	에너지원 선정	8-3- 1
3.3.	열원 온도 조건	8-3- 1
3.4.	냉방기별 선정	8-3- 2
3.5.	각 실별 냉난방 방식	8-3- 2
3.6.	각 실별 냉난방 방식 개요	8-3- 3
3.6.1.	차량기지 관리 사무실 계통	8-3- 3
3.6.2.	차량기지 검수고	8-3- 3
3.7.	냉온열원 기기 용량	8-3- 3
3.8.	냉난방 배관	8-3- 3



4.	환기 설비 계획	-----	8-4- 1
4.1.	환기 설비 개요	-----	8-4- 1
4.2.	환기방식의 선정	-----	8-4- 1
5.	차량 검수 설비	-----	8-5- 1
5.1.	개 요	-----	8-5- 1
5.2.	검수시설	-----	8-5- 1
5.2.1.	개 요	-----	8-5- 1
5.2.2.	검수 시설의 종류	-----	8-5- 2
5.3.	주요 검수설비 List	-----	8-5- 2
5.3.1.	공작기계류	-----	8-5- 2
5.3.2.	운반기계류	-----	8-5- 3
5.3.3.	검수장비류	-----	8-5- 3
5.3.4.	세척 및 청소기류	-----	8-5- 3
5.3.5.	시험기류	-----	8-5- 4
5.3.6.	기 타	-----	8-5- 4
6.	위생설비 계획	-----	8-6- 1
6.1.	급수방식	-----	8-6- 1
6.2.	급탕설비	-----	8-6- 1
6.3.	오배수 및 통기설비	-----	8-6- 1
7.	소화설비 계획	-----	8-7- 1
7.1.	개 요	-----	8-7- 1
7.2.	적용 소화설비	-----	8-7- 1



8.	자동 제어 설비 -----	8-8- 1
9.	T·A·B (Testing, Adjusting and Balancing) ----	8-9- 1
10.	에너지 절감 계획 -----	8-10- 1
11.	유지 관리 계획 -----	8-11- 1
12.	기타 설비 계획 -----	8-12- 1



## 1. 개요

차량기지는 차량의 검수, 수선, 세척, 유지등의 업무를 효과적으로 수행할 수 있는 설비를 설치하며 각종 설비들은 쾌적한 환경, 에너지 절감 및 편리하고 신뢰성 있는 설비가 되도록 구성한다.

차량기지 설비의 기본방향은 다음과 같다.

- 쾌적한 환경 계획
  - 건물의 용도에 적합한 실내 환경 조성
  - 위생적인 환경의 유지
- 경제적인 설비 계획
  - 효율적인 기기 사용 및 시스템 선정
  - Life Cycle Cost 를 고려한 자재 선택
- 편리한 설비 계획
  - 기기 및 장비의 중앙집중화
  - 보수점검이 용이한 설비계획



## 2. 설계 조건

### 2.1 외기 조건 (인천 기준)

구분	건구온도	상대습도	위험율
여름	31.1 °C	66 %	2.5 %
겨울	-11.9 °C	69 %	2.5 %

### 2.2 실내 온습도 조건

동별	실 명	여 름		겨 울	
		온 도	습 도	온 도	상대습도
차 량 기 지	검수고	-	-	15 °C	-
	사무실	26 °C	55 %	20 °C	40 %
	탈의실, 휴게실	26 °C	55 %	20 °C	40 %
	강당	26 °C	55 %	20 °C	40 %
	식당	26 °C	55 %	20 °C	40 %
	체력단련실	26 °C	55 %	20 °C	40 %
	화장실, 샤워실	-	-	18 °C	-
	중앙제어실	24°C±2	55%±5	24°C±2	55%±5



### 2.3 기기 발생열 부하

일반 사무실 및 중앙제어실 0 A 기기 용량을 파악하여 실내 부하계산에 포함

### 2.4 관련 법규 검토

구 분	법 규 내 용	비 고
설계기준	실내용 실내 온습도 기준	건설교통부 고시 제 1995-258 호
	설계용 외기온도 조건 (위험을 2.5% 적용)	건설교통부 고시제 1995-258 호
	건축물의 부위별 단열기준	건설교통부 고시제 1995-258 호
	지역별 건축물 부위의 열관류율 기준	건설교통부령 제 51 호 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제 21 조
열원설비	건축물에 사용하는 단열재의 두께 기준	건설교통부령 제 51 호 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제 21 조
	에너지의 합리적 이용을 위한 설계기준	건설교통부령 제 51 호 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제 23 조
위생설비	중앙집중식 냉난방설비의 열원기기	건설교통부 고시 제 1995-258 호
	저수조설치 및 유지관리	건설교통부령 제 521 호
	급수·배수용 배관설비	건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제 17 조
	음용수용 배관설비	건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제 18 조
	음용수에 사용할 수 있는 배관재료	건설교통부 고시 제 1993-350 호



## 2.5 실내 허용 소음도

실명	허용 소음도 ( NC )	실명	허용 소음도 ( NC )
사무실	35 ~ 40	식당	35 ~ 45
검수고	40 ~ 50	휴게실	35 ~ 45
강당	25 ~ 30		

[ 참고 ] 공기조화 개정 3판 P420

## 2.6 실내 허용 조건

구 분	기 준	기 준
부 유 분 진	0.15 mg/m <sup>3</sup> 이하	[ 참고 ] 1. 건축물의 설비기준등에 관한 규칙 2. 공기조화 개정 3판 P4
일산화탄소(CO)	10 PPM 이하	
이산화탄소(CO <sub>2</sub> )	1000 PPM 이하	
상 대 습 도	40%이상 70% 이하	
기 류 속 도	0.5m/sec 이하	





### 3. 냉난방 설비 계획

#### 3.1 기본 방향

- 정부의 에너지 정책, 특히 여름철 전력 사정을 감안하여 시스템 계획
- 열원 공급의 신뢰성을 확보할 수 있는 시스템 선정
- 사용 시간대 및 용도별 부분 운전이 가능한 방식
- 에너지 절감에 가능한 효율적인 시스템 채택
- 충분한 경제성 검토를 통한 운전비가 저렴한 시스템 채택
- 자동제어에 의한 중앙집중관리

#### 3.2 에너지원 선정

구 분	일반 전력	도시가스 (인천도시가스)	경 유	비 고
사무실 및 검수고 냉난방용	-	○	-	
취 사 용	-	○	-	
비상 발전기용	-	-	○	

#### 3.3 열원 온도 조건

구 분	용 도	종 류	온도조건(℃)	비 고
여 름	공조설비 냉열원	냉 수	7 - 12	
	냉동기 냉각용	냉 각 수	32 - 37	
겨 울	공조설비 온열원	저 온 수	60 - 55	
	24시간 난방 및 급탕 가열	저 온 수	80 - 70	



### 3.4 냉방기별 선정

- 비교표

적 용	왕복동식	스크류식	터보식	흡수식	냉온수기	빙축열
설 치 면 적	B	B	C	D	B	C
진 동 소 음	C	D	B	A	A	B
용량 제어성	C	A	B	A	A	B
설 비 비	B	D	A	C	B	C
운 전 비	C	B	B	A	A	A
선 정					○	

- 선정안

차량기지의 냉온수기는 설비비가 고가이나 관리비, 진동, 소음, 설치 면적 등에 유리하며, 용량제어성이 우수하고 온열원으로 겸용할 수 있으며 하절기 PEAK 전력의 감소등 국가 정책에 부응키 위해 냉온수기를 채택한다.

### 3.5 각실별 냉난방 방식

동별	실 명	냉난방 방식	시간대별	주 열 원	
				냉 방	난 방
차 량 기 지	강당, 식당	FCU에 의한 수방식	간 헐	냉온수기	냉온수기
	사 무 실	FCU에 의한 수방식	주 간	냉온수기	냉온수기
	탈의실, 휴게실	FCU에 의한 수방식	주 간	냉온수기	냉온수기
	중앙제어실	개 별 식	24시간	향온향습기	향온향습기
	검 수 고	적외선 히타 난방	간 헐	-	가스직화식버너
	화장실, 샤워실	방열기에 의한 난방	24시간	-	온수보일러



### 3.6 각 실별 냉난방 방식 개요

#### 3.6.1 차량기지 관리 사무실 계통

- 지하층 기계실에 냉온수기를 설치
- 냉온수기로부터 냉온수를 생성하여 각 사무실 강당 및 식당등에 설치된 FCU에 여름에는 냉수 (7℃)를, 겨울에는 온수(60℃)를 공급 한다.
- 소형 온수보일러로부터 온수를 생성하여 동파방지용 화장실 방열기 및 급탕 탱크에 공급한다

(차량기지 공조배관 흐름도 참조)

#### 3.6.2 차량기지 검수고

- 검수고는 천장이 높고 환기량이 많아 외기 침입이 과다하므로 적외선 가스 히터를 사용한 국소 복사 난방 방식을 계획한다.
- 간헐적으로 이용되므로 개별제어 가능하도록 한다.

(검수고의 적외선 가스 히터 흐름도 참조)

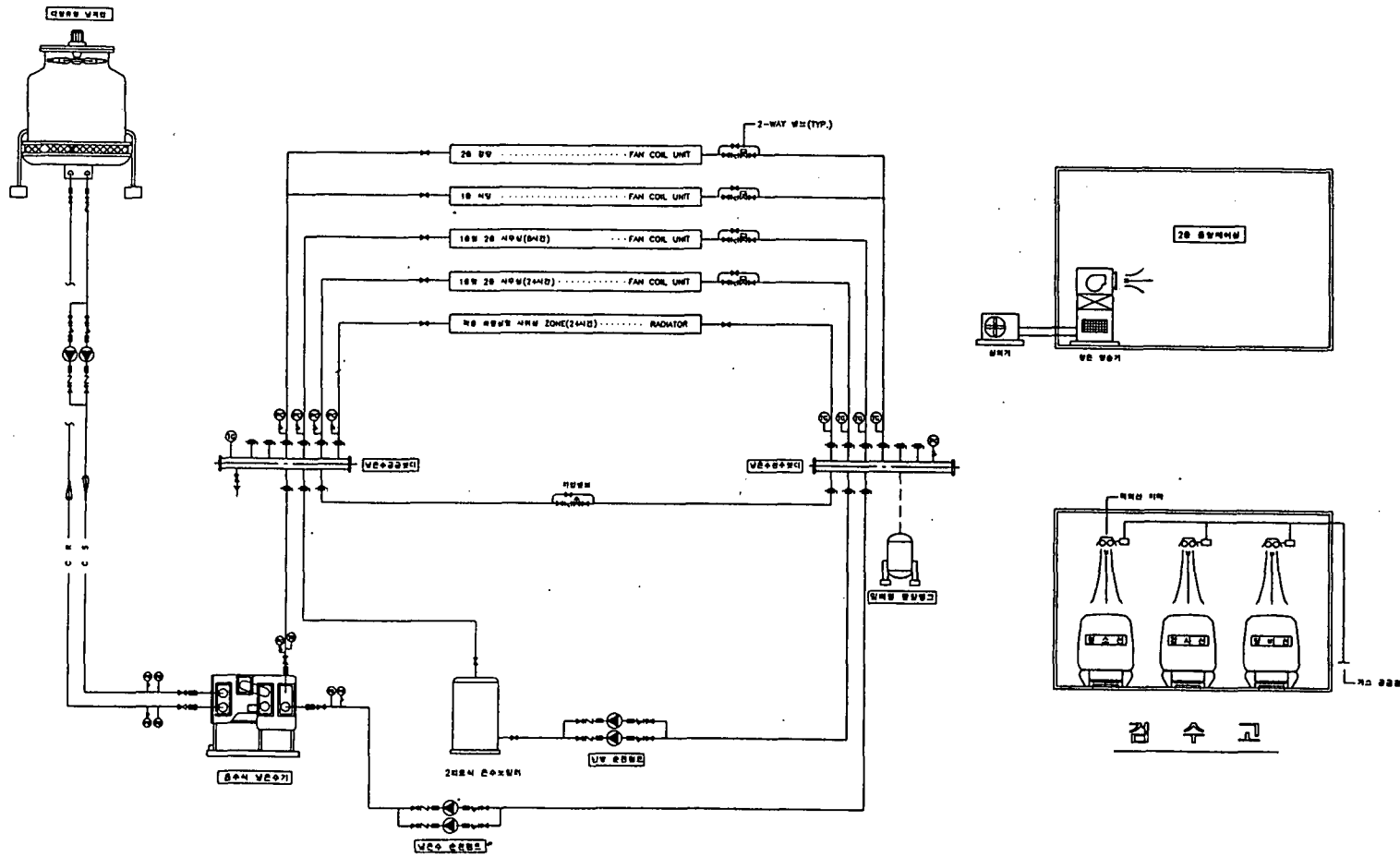
### 3.7 냉·온열원 기기 용량

장 비 명	용 량	수 량	설 치 위 치	비 고
냉 온 수 기	60 US RT	1 대	차량기지 기계실	
냉 각 탭	10 RT	1 대	차량기지내 옥외	
온수 보일러	100,000 KCAL/HR	1 대	차량기지 기계실	

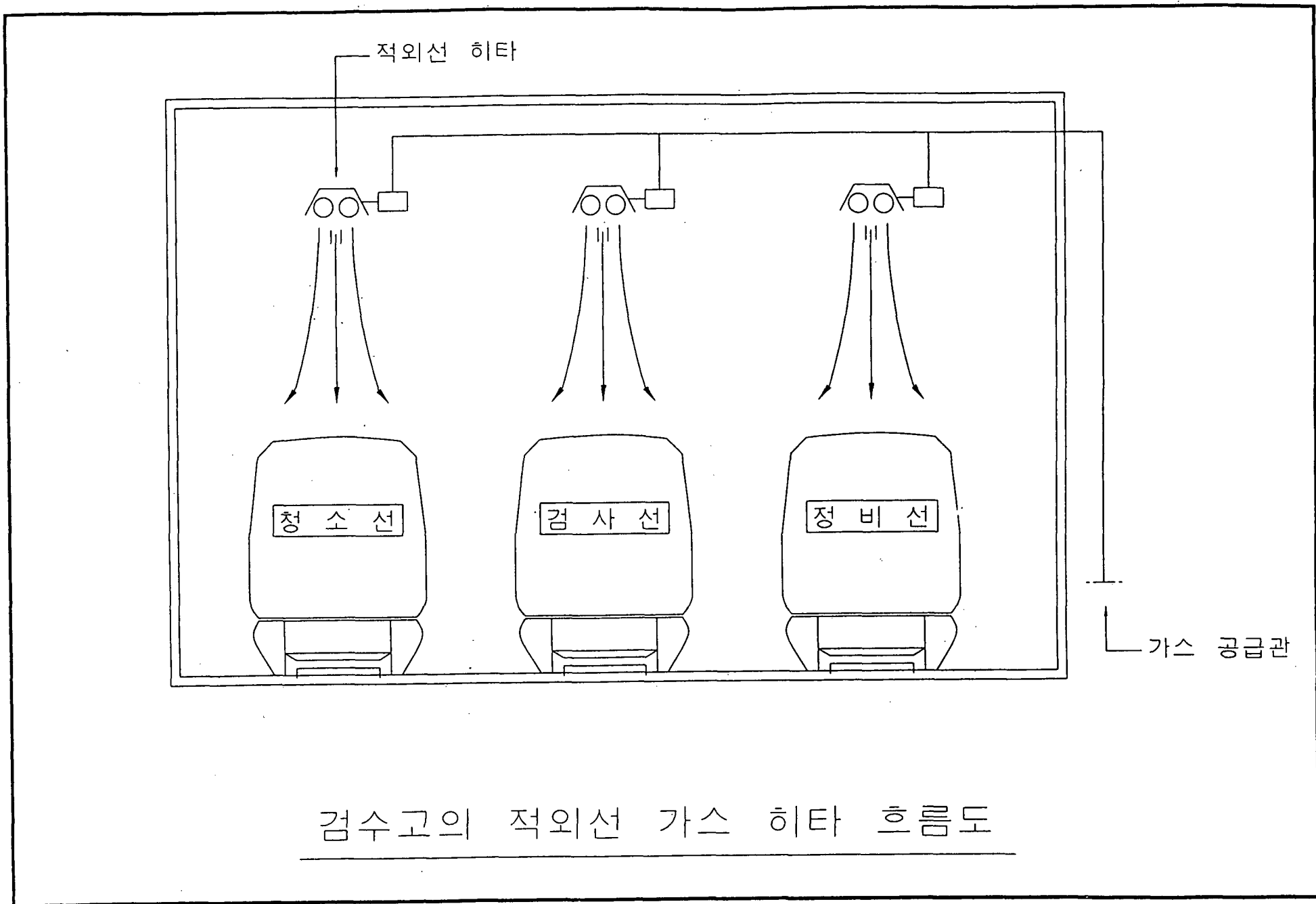


### 3.8 냉난방 배관

- 시간대별 용도별로 배관 ZONE 을 형성하여 효율적인 에너지 관리
- 각 ZONE 별 배관은 공동 헤더를 사용하여 비상시 서로 호환성 유지
- 냉·온수관은 균등한 유량이 흐르도록 하기 위해 각 ZONE MAIN 관에 정유량 밸브를 설치하고 횡수관은 리버스리턴 배관 방식 적용.
- 각층 F.C.U MAIN 관에 2방면 장치(2-WAY CONTROL VALVE)를 설치하여 부하 변동에 신속히 대처한다.



차량기 지공조배관흐름도  
 4차 : NONE



검수고의 적외선 가스 히타 흐름도



## 4. 환기 설비 계획

### 4.1 환기 설비 개요

- 실별 용도에 적합한 환기방식을 적용한다.
- 용도별로 적절한 환기량을 유지한다.
- 배기가스가 발생하는 기관차에는 후드를 설치하여 집중배기토록 한다.

### 4.2 환기방식의 선정

실 명	환 기 방 식	환기 횟수 (회/HR)	비 고
기계실	1 종환기 : 자연급기+기계배기	10	
검수고	자연환기 : 자연급기+모니터(Moniter)배기	-	
탈의실, 샤워실	3 종환기 : 자연급기+기계배기	10	
화장실	3 종환기 : 자연급기+기계배기	15	
사무실	자연환기	3	배기량에 의한 손실열량 반영



## 5. 차량 검수 설비

### 5.1 개요

차량기지내에 차량의 유치, 검사 및 청소작업 등을 위한 검수설비 계획을 수립하여 차량의 효율적 운영을 도모하고자 한다.

궤도차량은 선로, 차량, 전기 등의 많은 설비를 사용하여 승객, 화물 등을 안전하고 정확하게 수송하는 업무로서, 안정된 수송을 확보하기 위해서는 이들 설비들이 항상 정상적으로 기능을 유지하는 것이 중요하다.

특히, 차량은 수송에 직접 관계되는 설비로서, 고장이 발생하면 즉각 수송에 영향을 미치게 되므로 승객에 대한 서비스 저하를 방지하기 위해서는 차량의 높은 신뢰성이 요구된다.

일반적으로 높은 신뢰성을 효율적으로 유지하기 위해서는, 차량의 사용조건을 고려하여 설계, 제작, 사용의 각 단계에서 가장 유효한 정책을 확립하는 것이 필요하지만, 궤도차량과 같이 장기간에 걸쳐 사용하는 설비에서는 그 기능을 유지하기 위한 예방정책과 관련시설의 확보가 필요하다.

다음은 PMS 노선에서 운행될 차량의 검수시스템과 주요 검수시설 규모를 검토하여 차량기지 건설계획에 반영토록 한다.

### 5.2 검수시설

#### 5.2.1 개요

- 차량 기지는 차량의 유치, 정비, 검사 및 수선을 행하는 장소로서, 일정 기간 마다 열차의 검수업무를 수행할 수 있는 각종 시설을 계획한다.
- 기지는 차량운행을 제어할 수 있는 설비와, 전력을 공급하는 수변전설비를 원격 감시 제어할 수 있도록 관련 시설을 갖춘다.
- 차량 기지는 열차를 운행하는 승무원 및 운영요원의 거점으로써, 필요시설





을 계획한다.

- 차량 유지보수 시설은 주요부품의 기능 및 상태 점검 등을 주로하는 경정비 시설과 주요부분의 분해 검사 및 수선을 주로하는 중정비 시설로 구분하여 계획한다.

### 5.2.2 검수 시설의 종류

- 검수선 : 운행을 마친 차량을 편성한 상태로 주요부분의 기능 및 상태 점검 등을 수행할 수 있도록 차량지붕 점검대, 작업대 등의 관련시설을 갖춘다.
- 세척선 : 운행을 마친 차량을 편성한 상태로 차체 내·외부를 세척, 청소할 수 있도록 관련시설을 갖춘다.
- 정비선 : 차량의 대차와 차체를 완전히 분해하고 조립할 수 있도록 천정크레인, 상하부품 착탈기, 작업대 등의 관련시설을 계획한다.
- 부상시험 : 1개월 검사 이상의 정기검사, 임시검사 및 고장수리 등을 완료한 후 구내에서 부행시험을 실시할 수 있도록 관련시설을 갖춘다.
- 단품공장 : 차량의 주요 단품을 해체하여 상태 및 기능시험 등을 수행할 수 있는 설비를 갖춘다.
- 자동검사장치 : 전용 컴퓨터시스템에 의해 열차의 검사를 자동화, 정밀화 및 성력화 하며, 검사내용의 변경 및 차량 탑재기기의 사양이 변경할 경우에 대비하여 패턴/모듈화 하여 쉽게 추가 및 변경할 수 있도록 한다.
- 구성 : 컴퓨터 및 주변기기, ATC/ATO 시험장치 등 검사 실행장치, ATC/ATO 단말기 등

## 5.3 주요 검수설비 List

### 5.3.1 공작기계류

- 보통선반 : 1대
- 탁상드릴기 : 2대



- 잡용연삭기 : 2 대
- 전기용접기 : 2 대
- 아르곤용접기 : 1 대
- 기타설비

### 5.3.2 운반기계류

- 밧데리카 : 1 대
- 테이블리프터 : 2 대
- 천정크레인 : 2 대
- 지브크레인 : 2 대
- 모타카 : 1 대
- 기타설비

### 5.3.3 검수장비류

- 상하부품 착탈기 : 2 대
- 부품도장기 : 1 대
- 기타설비

### 5.3.4 세척 및 청소기류

- 진공청소기 : 1 대
- 청소차 : 1 대
- 부품세척장치 : 1 식
- 차체하부 세정장치 : 1 식
- 휠타세척기 : 1 대
- 차체세척기 : 1 식
- 기타설비



### 5.3.5 시험기류

- ATC/ATO 시험기
- 내전압 시험기 : 1 대
- 각종 제어장치 시험기 : 1 식
- 기타설비

### 5.3.6 기 타

- 작업대류 : 1 식
- 공구함/부품진열대 : 1 식
- 공구 및 계기류 : 1 식
- 충·방전기 : 1 식
- 기타 소요설비



## 6. 위생 설비 계획

### 6.1 급수 방식

신공항 부지내의 배수지로부터 상수를 공급받아 기계실에 설치된 저수조에 저장한 후 급수 부스타 펌프에 의해 각 위생기구에 상향 공급되도록 계획

### 6.2 급탕 설비

- 급탕방식
  - 기계실에 스텐레스저탕조를 설치하여 화장실, 샤워실에 공급
  - 안정적인 급탕온도의 유지를 위해 순환펌프 설치
- 급탕가열 : 온수보일러에서 급탕회로를 이용 저탕조에 저장시킨다.

### 6.3 오배수 및 통기설비

- 오배수 계통 구분
  - 오 수 : 대변기, 소변기
  - 일반잡배수 : 세면기, 샤워, 싱크류
- 오배수 처리

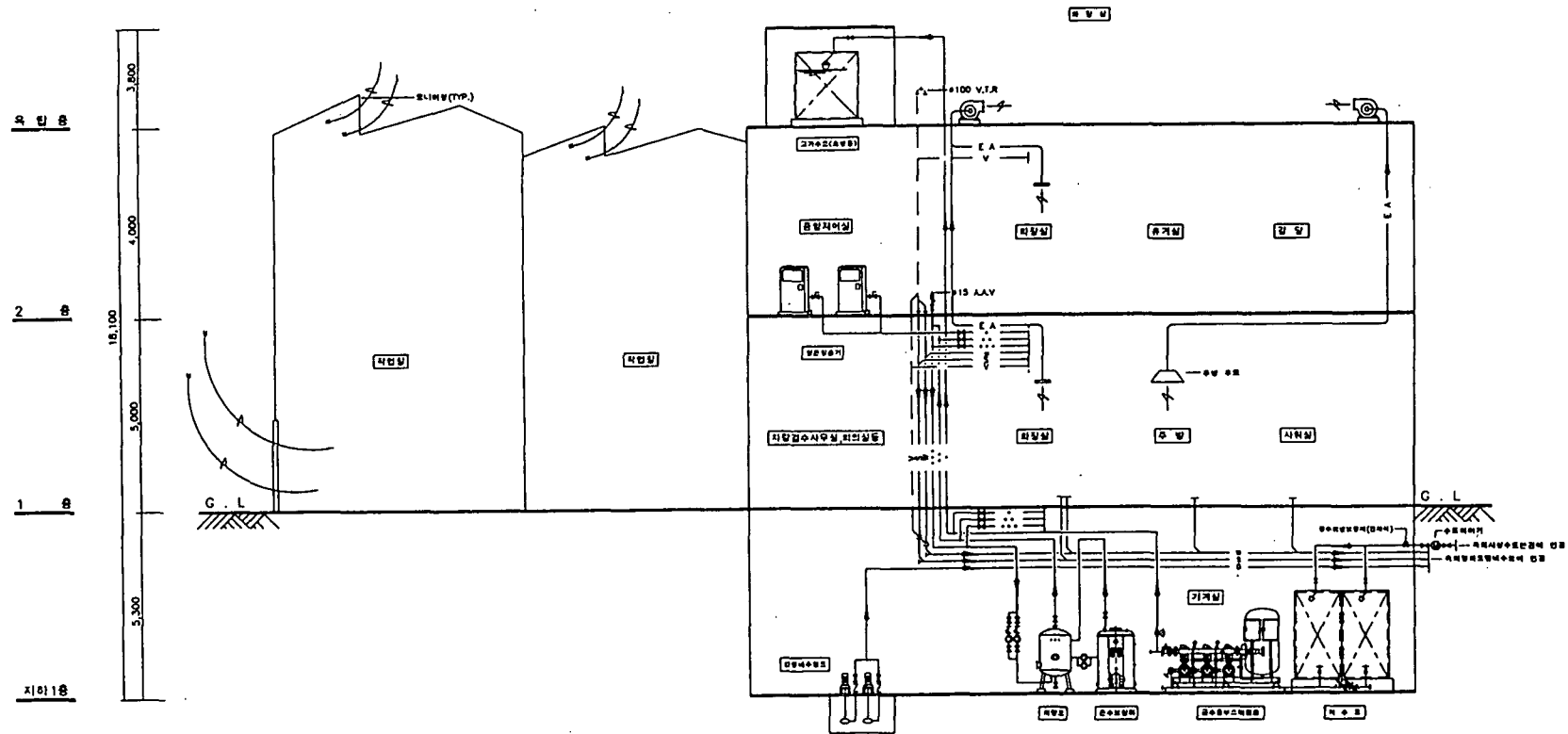
종말처리장이 있으나 합류식 배관이 매설되어 있으므로 단독정화조를 설치, 오수를 유입 처리하여 배출하고 잡배수는 직접 배출한다.



- 통기 설비

- 목적 : 배수관내의 흐름을 원활하게 하고 배수관의 오염을 방지하여 배수 트랩의 봉수를 보호한다.
- 통기방식 : 개별통기, 루프통기 및 신정통기를 병용한다.

(차량기지 위생배관 계통도 참조)



차량기지위생배관개통도

44 : NONE

영광도 신영향내 자기부상열차 계획	현행	도면명	차량기지 위생배관 개통도	S : NONE	도면번호	M - 02
--------------------	----	-----	---------------	----------	------	--------



## 7. 소화 설비 계획

### 7.1 개요

건물의 재해를 방지하고 화재발생시 신속하고 완벽한 진화가 이루어질수 있도록 관련 소방법규 및 화재보험협회 기준에 맞는 소화설비를 계획한다.

### 7.2 적용 소화설비

구 분	법 규 검 토	적 용	비 고
소화기	소방법 시행령 제 28 조 1 항 연면적 33 m <sup>2</sup> 이상	전층에 설치	
옥내소화전설비	소방법 시행령 제 28 조 2 항 연면적 1,500m <sup>2</sup> 이상	1,500m <sup>2</sup> 이상이므로 검수고에 설치	



## 8. 자동 제어 설비

본 차량기지의 설비 관리 운영을 효율적으로 시행키 위해 중앙감시실에 중앙관제 시스템을 설치하고, 각 기기의 ON-OFF 상태 감시, 각실의 온습도 제어, 수위조절 등 일체의 기능 감시를 채택하여 관리비 절감과 편리성을 도모하고 에너지 절약에 만전을 기할 수 있도록 한다.

설비	감시	제어	기록	프로그램	비고
열원 설비	○	×	○	○	
환기 설비	○	○	○	○	
위생배수 설비	○	○	○	○	
가스 설비	○	○	○	×	





## 9. T·A·B (Testing, Adjusting and Balancing)

- 건물의 모든 시스템을 설계 목적에 부합되도록 검토하고 조정하는 과정
- 공기 분배 및 물분배의 균형 유지
- 설계치를 공급할 수 있는 전 시스템의 조정
- 전기 계측
- 소음 및 진동 측정
  
- TAB의 도입 효과
  - 에너지의 낭비요인 제거
  - 쾌적한 환경 조성
  - 설비의 최적상태 운전
  - 설비의 개보수 예방
  - 효율적인 건물관리
  
- TAB의 작업내용
  - 현장조건 하에서의 장비의 성능시험
  - 에너지 반송매체(공기, 물)의 측정 및 조정
  - 전체시스템과 분기 시스템의 균형
  - 동력설비의 에너지 소비량 측정
  - 자동제어 장치의 성능 검사
  - 실내 환경의 측정과 분석
  - 소음진동의 측정과 조정
  
- 다음 사항에 대한 평가 분석
  - 덕트 계통의 공기조정 전후의 에너지 소비량
  - 물분배 계통의 유량 조정 전후의 에너지 소비량
  - 시스템 밸런싱 전후의 반송 동력비



## 10. 에너지 절감 계획

건물의 에너지 소비실태를 파악하여 효율적인 에너지 관리 및 절감계획을 수립한다.

- 부하 시스템
  - 설계 조건 완화
  - 동시 사용율을 고려한 장비 선정
  - 단열 철저
  
- 열원설비 계통의 에너지 절감
  - 효율적인 열원 시스템 채택
  - 열원 기기의 적정 분할 및 반송동력 선택
  - 배관내의 스케일방지 및 내구성을 감안한 자재 선택
  
- 위생설비 계통
  - 절수형 세정방식의 적용
  - 배관내의 스케일 방지 및 내구성을 감안한 내식성 자재 선택



## 11. 유지 관리 계획

- 배관 시스템을 단순화하여 유지관리가 용이하도록 고려
- 장비의 반입, 반출을 고려한 공간 확보
- 상시운전 계통과 간헐운전 계통을 분리
- 밸런싱 밸브마다 TAB 측정을 위해 유량을 명기하고, 주관에 유량측정장치를 설치
- 검수고 청소를 위해 청소용 수전 설치
- 소화배관 등 동파가 우려되는 배관에는 동파방지용 전열선 설치
- 동절기 비사용 계통은 동파방지를 위해 배관계통구분 및 퇴수 고려
- 식수직수로 이용시 저수조내 저장수의 부패를 방지하기 위해 주기적으로 BOOSTER 펌프를 가동하도록 자동제어의 프로그램 입력
- 자동제어 도입으로 유지관리 용이
- 설비 시공후 TAB 를 시행하여 결과보고서를 작성하고 보고서 자료를 시운전의 기초자료 및 운영관리의 자료로 이용
- 소방시설은 소방관계법 이외에 화재보험협회 시설기준을 적용하여 보험요율 인하
- 공사완료시 운전관리요원에게 운전관리에 필요한 교육과 O.M(Operating Manul) 작성제출



## 12. 기타 설비 계획

- 급수전 설비 (검수고내 5개소 설치)
- 공기관 설비 (검수고내 5개소 설치)
- 윤활유 주유 설비 (검수고내 5개소 설치)