GOVP1199812051

제1차 년도
최종보고서

건물공조시스템의 통합설계 S/W 개발

Development of the Integrated Computer Software for Building Air-conditioning System Design

공조시스템 설계용 데이터베이스 구축

Development of the Database for Building Air-conditioning System Design

연구기관

(주) 장 한 기 술

과 학 기 술 부

제 출 문

과학기술부 장관 귀하

본 보고서를 "건물공조시스템의 통합설계 S/W 개발" 과제(세부과제 "공조시스템 설계용 데이터베이스구축")의 최종 보고서로 제출합니다.

1998. 8. 19

주관연구기관명 : 엔지니어링연구조합

총괄연구책임자 : 김 두 천

세부연구기관명 : (주) 장 한 기 술

세부연구책임자 : 류 해 성

연 구 원 :

성 낙 경	박 노 근
양 재 구	윤 재 성
방 동 욱	변 석 재
이 상 원	조 영 천
정 은 숙	서 상 일
양 희 찬	김 지 은
이 종 태	이 미 호
김 찬 수	
송 영 훈	

요 약 문

Ⅰ. 제 목

공조시스템 설계용 데이터베이스 구축

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

건물 공조시스템의 최적설계는 건물의 외피요소, 기상조건, 건물 사용계획, 내부부하의 변동상황, 공조방식, 제어방식, 각종기기의 운전조건 및 성능, 실내온습도의 설정변동 등 여러가지 조건들을 가정하면서 시뮬레이션을 행하고 실별부하, 공조기부하, 열원부하, 에너지소비량 계산 등의 각 단계별 계산결과에 대한 검증을 거쳐 만족할 만한 결과에 이를 때까지 여러가지 조건들을 계속 수정하면서 반복계산을 행하여야 하므로 고급 엔지니어의 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 따라서 이러한 시행착오법을 기본 원리로 하는 최적설계를 위한 엔지니어링 도구(tool)로서 이미 선진 외국에서 개발 보급되고 있는 컴퓨터를 이용한 통합설계S/W의 개발이 절실히 필요하며, 향후 컴퓨터 및 S/W기술의 발전에 따라 통합설계S/W는 더욱 사용자 편의성이 증대되고 입력수단의 다양화, 간편화와 함께 도형정보를 중심으로 한 입출력 기능의 향상, 멀티미디어 자료의 수용, 전문가 시스템의 실현 등 대폭적인 성능혁신이 이루어지리라 예측된다.

본 연구의 목표는 국내 건축기계설비 설계수준의 향상과 생산성 제고, 표준화,자동화를 통한 엔지니어링 산업의 국제 경쟁력 확보 및 효과적인 에너지 절약을 위한 건물 공조시스템의 통합설계S/W의 기초가 되는 데이터베이스를 우리 실정에 맞게 구축하는 것이다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

2차 공조시스템의 시뮬레이션 기법을 검토하고 각 구성기기를 분류, 국내업체들의 기기성능 자료제공 형태분석을 통하여 적절한 데이터 구조를 결정하며 2차 공조기기 데이터베이스를 구축한다. 최대부하계산을 위한 기상데이터베이스를 작성한다.

Ⅳ. 연구개발결과

1. 2차 공조기기 데이터베이스

공조시스템 중 2차 공조시스템의 각종 구성요소에 대한 기본자료 조사를 통하여 데이터베이스의 기본구조를 결정하였다. 국내업체들의 제품자료를 분석하여 시스템 시뮬레이션에 적합하도록 데이터베이스 구조를 결정하였으며, 표준적 형태로 제공되지 않은 자료에 대해서는 역설계(Reverse Engineering)를 통하여 합리성을 유지하도록 데이터를 정리하였고, 본 연구에서 구축된 데이터베이스의 내용은 다음과 같다.

공조기기명	형식	관련제조회사	모델수	비고
송풍기	다익형	경원세기,삼정기계	34	송풍기 기종별 평균소음데이터는 ASHRAE의 계산방법을 채택함
	에어포일형	경원세기,삼정기계, 태일송풍기	60	
	후향익후향곡형	태일송풍기	16	
	축류형	ABB Korea	40	
	인라인형	삼정기계	8	
	터보형	백륜공업	24	
환풍기	벽부 환풍기	삼정기계,백륜공업, 태일송풍기,한창열기	19	
	옥상 환풍기	삼정기계,백륜공업, 태일송풍기,한창열기	31	
코일	냉각/냉수	경원세기,세원공조	1	각종 핀의 형상에 따른 보정계수 제시
	냉각/냉매	경원세기,세원공조	1	
	가열/온수	경원세기,세원공조	1	
	가열/증기	경원세기,세원공조	1	
열회수기	전열교환기	백륜공업,삼성물산, 한국테크노	7	
	현열/분리형	삼성물산	10	
	현열/판형	삼성물산	2	
팬코일유닛	상치노출/상부토출	LG공조	50	팬코일유닛의 크기별로 대표적 자료제시
	상치노출/전면토출			
	상치매입/상부토출			
	상치매입/전면토출			
	로보이노출형			
	로보이매입형			
	천정노출형			
	천정매입형			
	천정카세트형			

(표 계속)

(표 계속)

공조기기명	형식	관련제조회사	모델수	비고
방열기	라디에이터	로얄금속,한이금속,한창열기	20	
	컨벡터	한창열기,세원공조	84	
터미널유니트	Central/Dual Duct	TITUS	67	국내업체의 자료부족으로 ARI인증 외국사 자료 제시
	Central/Shut-Off Single Duct			
	CAV Fan Powered			
	VAV Fan Powered			

2. 기상자료 데이터베이스

기상자료에 대해서는 기존의 국내외 연구 결과를 파악 분석하고 ASHRAE 신TAC온도 및 SHASE TAC온도, 일사량 직산분리 모델 등을 검증하였으며 원자료의 확보 및 가공을 거쳐 데이터베이스를 구축하였다.

Ⅴ. 연구개발결과의 활용계획

구축된 데이터베이스를 이용하여, 건물 공조시스템 통합설계S/W의 기초자료로 사용하고 건물의 공조시스템 시뮬레이션에 적용한다. 또한, 구축된 데이터베이스의 형식을 표준으로 보급하여 향후 각종기기의 자료제공 또는 활용에 있어서 업계의 공통기준으로 적용시키도록 유도할 계획이며, 여러 전문가와 업계의 의견을 체계적으로 수렴하여 계속 추가하고 보완, 수정할 계획이다.

향후 응용부문 공조 시스템과 부속기기 데이터베이스를 연차적으로 개발할 계획이며, 충분한 검증을 통하여 유틸리티 데이터베이스와 설계기준 데이터베이스를 구축하고 건물 공조시스템 통합S/W를 완성할 계획이다.

S U M M A R Y

Ⅰ. Title

Development of the Database for Building Air-conditioning System Design

Ⅱ. Objective and Needs of this Research Project

Optimum design of HVAC systems is usually being done by iteration procedures which follows, on assumption of the buildings envelope performances, climate conditions, building operations, internal load changes, air-conditioning system types, control types, working conditions and performance of the components, room temperature & humidity settings etc, calculation and examination of the results in every sequence such as room loads, component loads, plant loads, energy consumptions until the designer could be satisfied. As much time and effort is required for the senior level engineers to do this procedure, an effective engineering tool based on Integrated computer software for the optimum Building HVAC System design, which is already widely used in developed countries, should be provided urgently for Korean Engineering Industry.

In near future, more convenient and user-friendly software seems to be appeared, due to the innovation of computer technology, which may have diverse input/output measures, multimedia resource application, sophisticated knowledge database and many other improvements like an expert system.

The objective of this research is to develop a Secondary HVAC Equipment Database for Integrated Optimum Building HVAC System Design Software, be used for effective energy conservation and enhancement of productivity of Korean Engineering Industry and strengthening the competitiveness in Global Market by level up Industry's design technology.

Ⅲ. Contents and Scope of Research

Development of the Korean Secondary HVAC Equipment Database through confirmation of component simulation models, based on Korean Manufacturer's data. And Weather Database for peak cooling and heating load estimation for the major cities in Korea.

Ⅳ. Accomplished Results of Research

1. Secondary HVAC System Database

Determining the structure and specification of the database, for system simulation , was executed through investigation of Secondary HVAC System Components Simulation Models. And the Korean Secondary HVAC Equipment Database was written based on Korean HVAC Equipment manufacturer's data. For non-standard data, the reverse engineering approach was applied, and some data were filtered for maintaining the reasonable engineering practice.

Summary of the results of this research is listed below

Component	Type	Manufacturers	No.	Reference
Convector	Radiator	Royal, Corona, Hanchang	20	
	Finned Tube	Hanchang, Saewon	84	
Air Terminal	Central/Dual Duct	TITUS	67	Due to lack of domestic data, ARI confirmed data shown
	Central/Shut-Off Single Duct			
	CAV Fan Powered			
	VAV Fan Powered			

Component	Type	Manufacturers	No.	Reference
Fan	Sirocco	Century, Samjung	34	Ashrae's Sound Level Applied
	Airfoil	Century, Samjung, Taeil	60	
	Backward Inclined	Taeil	16	
	Axial	ABB Korea	40	
	In-line	Samjung	8	
	Turbo	Baekryun	24	
Ventilator	Wall Ventilator	Samjung, Baekryun, Taeil, Hanchang	19	
	Roof ventilator	Samjung, Baekryun, Taeil, Hanchang	31	
Coil	Chilled Water	Century, Saewon	1	Correction Factors for Geometric Appearances
	Refrigerant	Century, Saewon	1	
	Hot Water	Century, Saewon	1	
	Steam	Century, Saewon	1	
Heat Recovery	Total(Rotary)	Baekryun, Samsung, Korea Techno	7	
	Sensible	Samsung	10	
	Plate	Samsung	2	
Fan Coil Unit	TopExposed /TopDischarge	LG	50	Common Data Per Fan Coil Size Shown
	TopExposed /FrontDischarge			
	TopConcealed /TopDischarge			
	TopConcealed /FrontDischarge			
	Roboy Exposed			
	Roboy Concealed			
	Ceiling Exposed			
	Ceiling Concealed			
	Ceiling Cassette			

2. Climate Database

The ASHRAE New TAC Temperature, SHASE TAC Temperature, The Model for Separation of Direct and Diffusion Solar Beam were examined and compared with Domestic & foreign research results and publications. The Database was established through aquisition and deformation of Original data.

V. Future Application of the Results

We plan to use the constructed data as a fundamental resource of HVAC system simulations, and also apply the database to the Building Air Conditioning Optimum Design Software. Also, by continuous examination and revision with many experts, we plan to adapt the basic structure of the database as a standard for presenting performance data.

The development of the Application HVAC System & Attachment Component Database, Utility & Standard Design Database is planned to be developed, completing the Building HVAC System Design Software.

C O N T E N T S

Chapter 1 Introduction----------1

Section 1 Objective----------1

Section 2 Research Plan----------3

Chapter 2 Investigation of the State of the Art----------4

Section 1 Integrated HVAC System Design S/W ----------4

Section 2 HVAC System and Equipment Classifications ----------5

Section 3 Related Codes and Standards----------17

Chapter 3 Research Results----------24

Section 1 Analysis Tools----------24

Section 2 Secondary HVAC System Simulation Procedures----------35

Section 3 Secondary HVAC Components Data Analysis and Results------53

Section 4 Climate Database for Peak Load Estimation ----------141

Chapter 4 Research Achievements and Contributions----------149

Chapter 5 Application of Results----------151

Chapter 6 References----------152

APPENDIX A <Secondary HVAC System Database>----------153

목 차

제1 장 서론----------1
1절 연구 목적----------1
2절 연구 추진 방법----------3

제 2 장 국내외 기술개발 현황----------4
1절 국내외 통합설계S/W 개발 현황----------4
2절 공조시스템의 분류와 특성----------5
3절 관련규격----------17

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과----------24
1절 분석도구----------24
2절 2차 공조기기의 모델링 기법----------35
3절 2차 공조기기 데이터 분석 및 결과----------53
4절 최대부하용 기상자료의 개발----------141

제 4장 연구개발목표 달성도 및 대외기여도----------149

제 5 장 연구개발결과의 활용계획----------151

제 6 장 참고문헌----------152

첨부자료 A <2차 공조기기 데이터베이스>----------153

제1장 서론

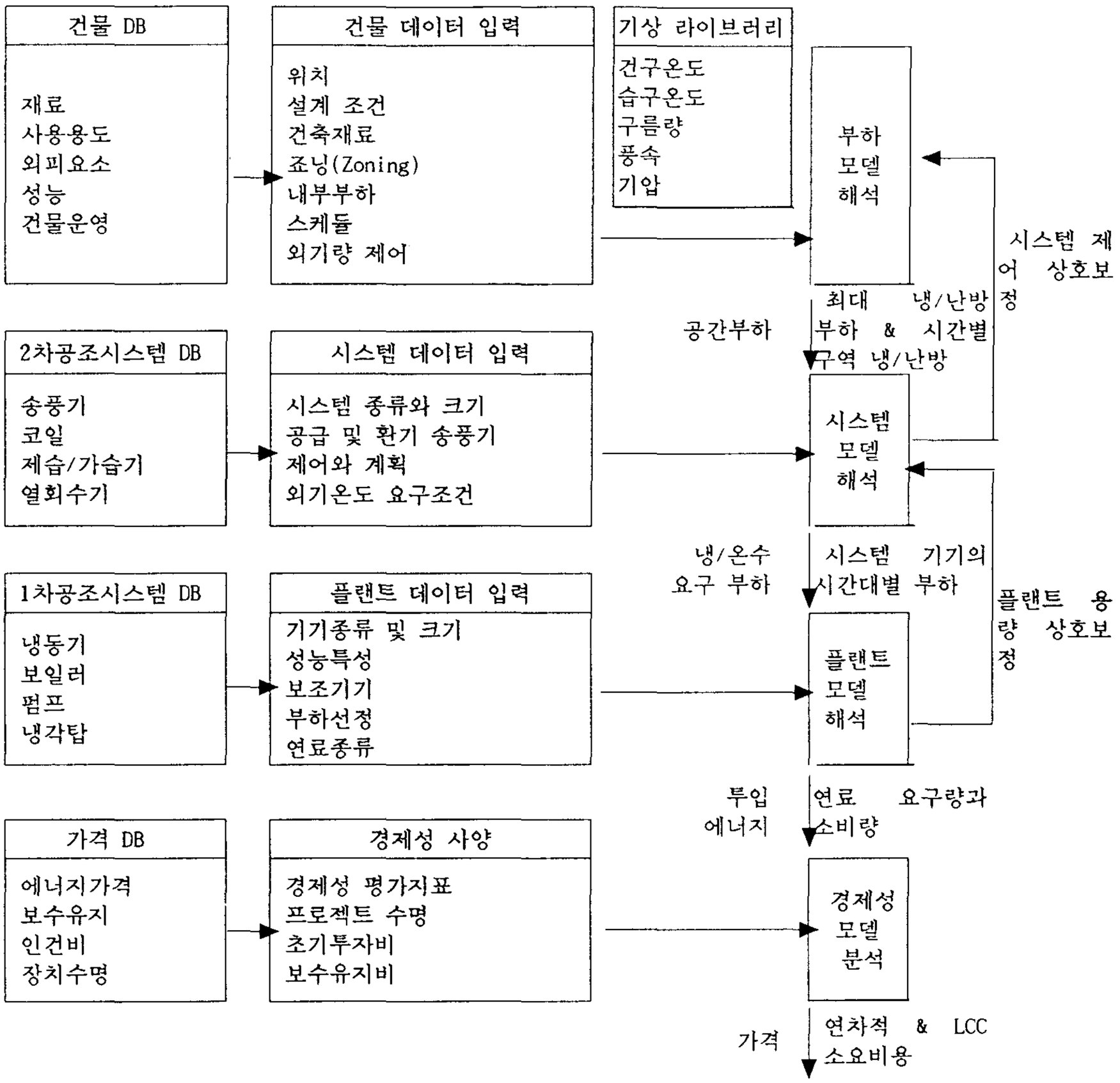
건물 공조시스템의 성능은 공조시스템의 구성방식, 제어방식 및 시스템을 구성하는 열원기기나 공조기기의 운전효율에 좌우되므로 시스템의 최적설계와 최적운전이 수반되어야만 최종목적인 쾌적한 환경의 유지와 에너지 절약효과를 달성할 수 있다.

공조시스템의 최적설계 과정을 살펴보면 건물의 외피요소, 기상조건, 건물사용계획, 내부부하의 변동상황, 공조방식, 제어방식, 각종기기의 운전조건 및 성능, 실내온습도의 설정변동 등 여러가지 조건들을 가정하면서 시뮬레이션 계산을 행하고 검증을 거치면서 만족할 만한 결과에 이를 때까지 여러가지 조건들을 계속 수정하여 반복계산을 행하는 시행착오법에 의존하고 있기 때문에 많은 시간과 노력이 소요된다. 따라서 이러한 작업과정은 컴퓨터기술을 기반으로하는 통합설계S/W를 이용하는 것이 경제적으로 타당할 것이다. 향후 컴퓨터 및 S/W기술의 발전에 따라 통합설계 S/W는 더욱 사용자 편의성을 추구하게 될 것이고 입력방법의 다양화, 간편화, 도형정보를 중심으로 한 입출력 기능 등이 실현될 것으로 보인다. 또한 현재의 온도 위주의 공조공간 해석 및 정적(靜的)설계 수준에서 온열환경 예측, 건물에서의 습도, 기류, 복사열 해석 등이 가능한 동적(動的)설계 수준으로 기능이 향상 되리라고 보여지며 응용범위도 점차 넓어져서 준공후 건물의 운전제어에 까지 활용되리라 예측된다.

[표1.1]에 건물공조시스템의 최적설계과정을 도식화하였다.

제1절 연구 목적

본 연구의 목표는 국내 건축기계설비 설계수준의 향상과 생산성 제고, 표준화, 자동화를 통한 엔지니어링 산업의 국제 경쟁력 확보 및 효과적인 에너지 절약 등을 위해서 건물 공조시스템의 통합설계



[표1.1] 공조시스템 최적설계과정

S/W를 개발하고 이러한 설계 도구의 정확성, 유용성, 효용성을 확보하기 위하여 우리나라의 산업현황에 맞는 데이터베이스를 구축하는 것이다. 공조시스템의 최적설계를 위해 필요한 각종 데이터는 현재까지 국내에서는 체계적으로 수집, 정리되어 있지 못하고 외국문헌을 원용하거나 설계기술자의 개인적 판단에 따라 검증되지 않은 값들을 적용하고 있는 실정이다. 따라서 설계 결과에 대해 객관적인 평가의 틀을 제공할 수 없으며 설계의사결정에 있어서도 많은 혼란을 초래하고 있다. 또한 국내 실정에 맞는 데이터의 작성과 엔지니어링 기초기술 확보를 위한 노력이 부족하여 공조기기관련 제조업체의 기술경쟁과 연구개발여건을 조성하는데도 미흡할 뿐 아니라 여러가지 사정과 여건이 다른 외국에서의 기준치를 여과없이

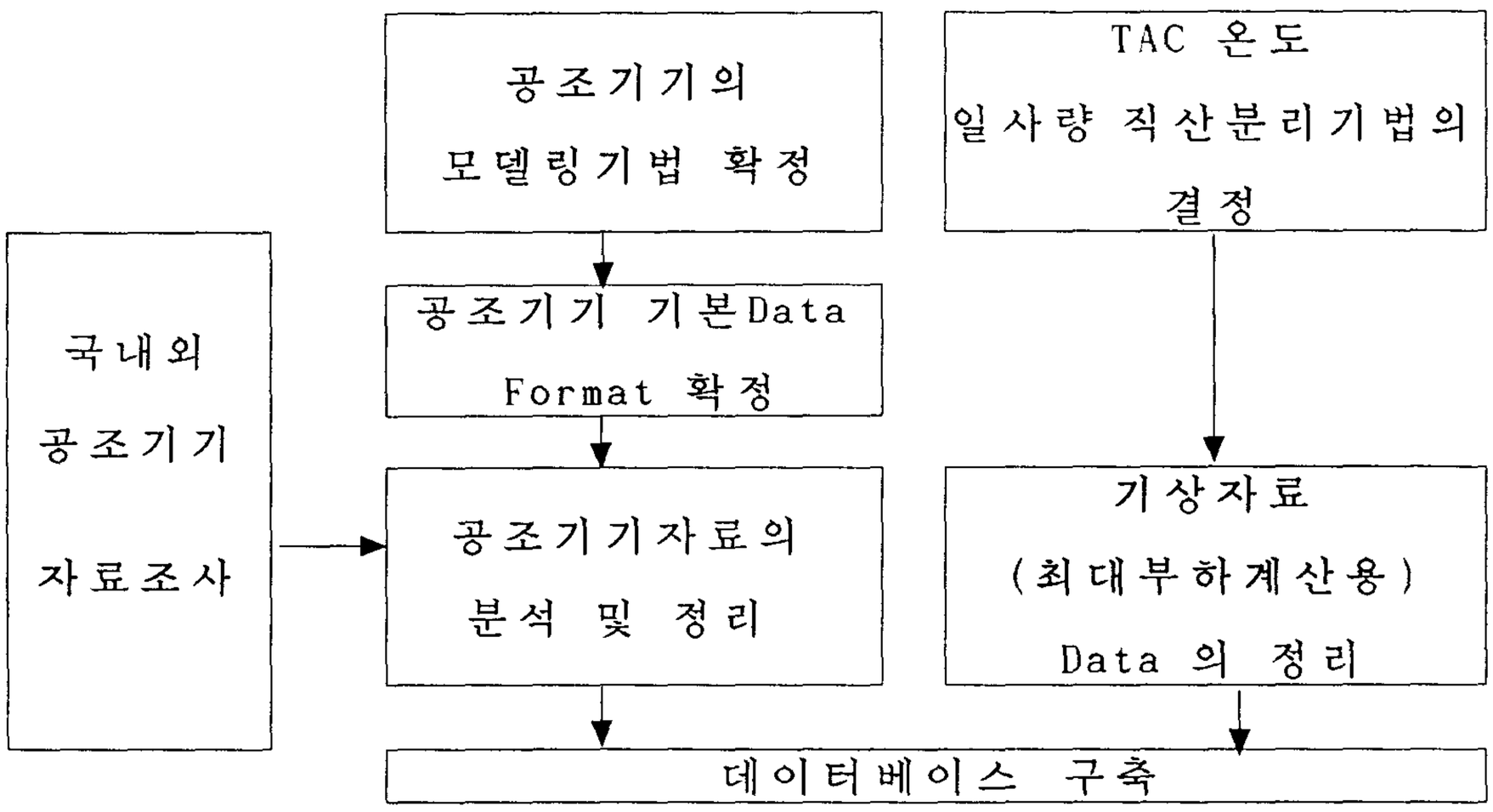
그대로 받아들임으로써 실제와는 동떨어진 탁상공론적인 최적설계 시스템이 되고마는 오류를 범할 여지가 다분히 상존하고 있다.

제 2절 연구 추진 방법

1. 추진전략

기본자료 조사를 통하여 선진국의 통합설계 S/W의 기능 및 이에 필요한 데이터베이스의 종류 등을 파악하고 데이터베이스의 기본구조를 결정한다. 국내 공조방식의 종류와 기기 등의 성능에 대해서는 국내 제조업체의 관련자료를 수집 분석하고 외국의 데이터와 비교하여 검증한다. 기상자료에 대해서는 기존의 국내외 연구 결과를 파악 분석하고 필요에 따라 원자료의 확보 및 가공을 거쳐 데이터베이스를 구축한다. 설계기준의 작성은 국내외 각 설계사무소의 현황을 파악하여 타당성 여부를 검증한 후 기준을 제시한다. 본 연구는 공조시스템의 통합설계 S/W 개발로서 세부과제간 상호협의와 검증이 매우 중요하므로 수시로 이러한 정보교환과 교류를 통해 최종목표에 맞는 연구가 진행되도록 노력한다.

2. 추진체계



[표1.2] 연구추진체계

제 2장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내외 통합설계S/W 개발 현황

국내의 경우 지금까지 통합설계 S/W 개발을 위한 체계적인 접근이 없었고 외국의 경우에는 공조설계 전문업체, 또는 공조기기 제조회사가 스스로 주체가 되어 각각의 필요와 사용목적에 따라 프로그램의 구성과 내용도 약간씩 달리하여 개발보급하고 있다. 공조기기 제조회사로서는 자사(自社)의 기기성능에 대한 상세한 데이터를 포함할 수 있으므로 보다 정확한 시뮬레이션 결과를 얻을 수 있을 것이나, 타사 제품과의 호환성이 부족하고 유사제품에 대한 데이터의 보편성이 결여될 수 있다. 반면, 공조설계 전문업체에 의해 개발된 프로그램은 여러 제조회사의 기기성능에 대한 데이터를 통계적인 수법으로 처리하여 일반화시키고 있으므로 객관성 있는 최적설계 도구로서 활용될 수 있을 것이나, 각 제조회사의 독특한 성능특성을 정밀하게 시뮬레이션하는데는 한계가 있다.

외국의 경우 공조기기의 성능평가 및 시험방법이 확립, 정착되어 있고 이 기준에 따라 제조업체에서 신뢰할 수 있는 데이터를 공표하고 있으므로 객관성 있는 데이터베이스 구축이 용이하나, 국내의 경우에는 국내 공조기기 제조업체의 기술수준, 품질인식의 부족 및 성능 측정시설과 관련단체 등의 기술기준, 규격의 미비등으로 객관적이고 신뢰성 있는 데이터 획득이 아주 어려운 실정이다.

[표2.2]와 [표2.3]에 각각 외국과 국내의 대표적인 공조시스템 통합설계S/W와 그 주요기능 등을 열거하였다.

구 분	S/W 명	개 발 자	연구비 지원	비 고
최대부하계산 S/W	LOADSYS	장한기술(주)	자체	'89년 개발
	LOADCALC	공기조화 . 냉동공학회	통상산업부	'96년 개발
연간에너지 계산S/W		공기조화 . 냉동공학회	통상산업부	개발중

[표2.2] 국내 공조시스템 설계용S/W

* AES : Architectural Engineering Series

S/W 종류	최대부하 계산	연간에너지 계산	배관계산 및 작도	덕트계산 및 작도	장비선정	비 고
AES	○	○	○	○	○	미국 SOM, IBM
E-20 II	○	○	○	○	○	미국 Carrier
TRACE 600	○	○	○	○	○	미국 Trane
Daikin	○	○	○	○		일본
Nikken	○	○	○	○		일본

[표2.1] 해외 공조시스템 설계용S/W

제2절 공조시스템의 분류와 특성

공조시스템은 1차 공조시스템, 2차 공조시스템 그리고 특수 시스템으로 분류되며, 1차 공조시스템은 다시 냉열원기기, 온열원기기, 반송기기로 분류되고, 2착 공조시스템은 냉/열매 분배기기와 열/물질 전달기기로 분류된다. 특수 시스템은 축열기기와 특수열원기기로 구분되며, 이에 대한 자세한 사항은 [표2.3]에 나타나있다.

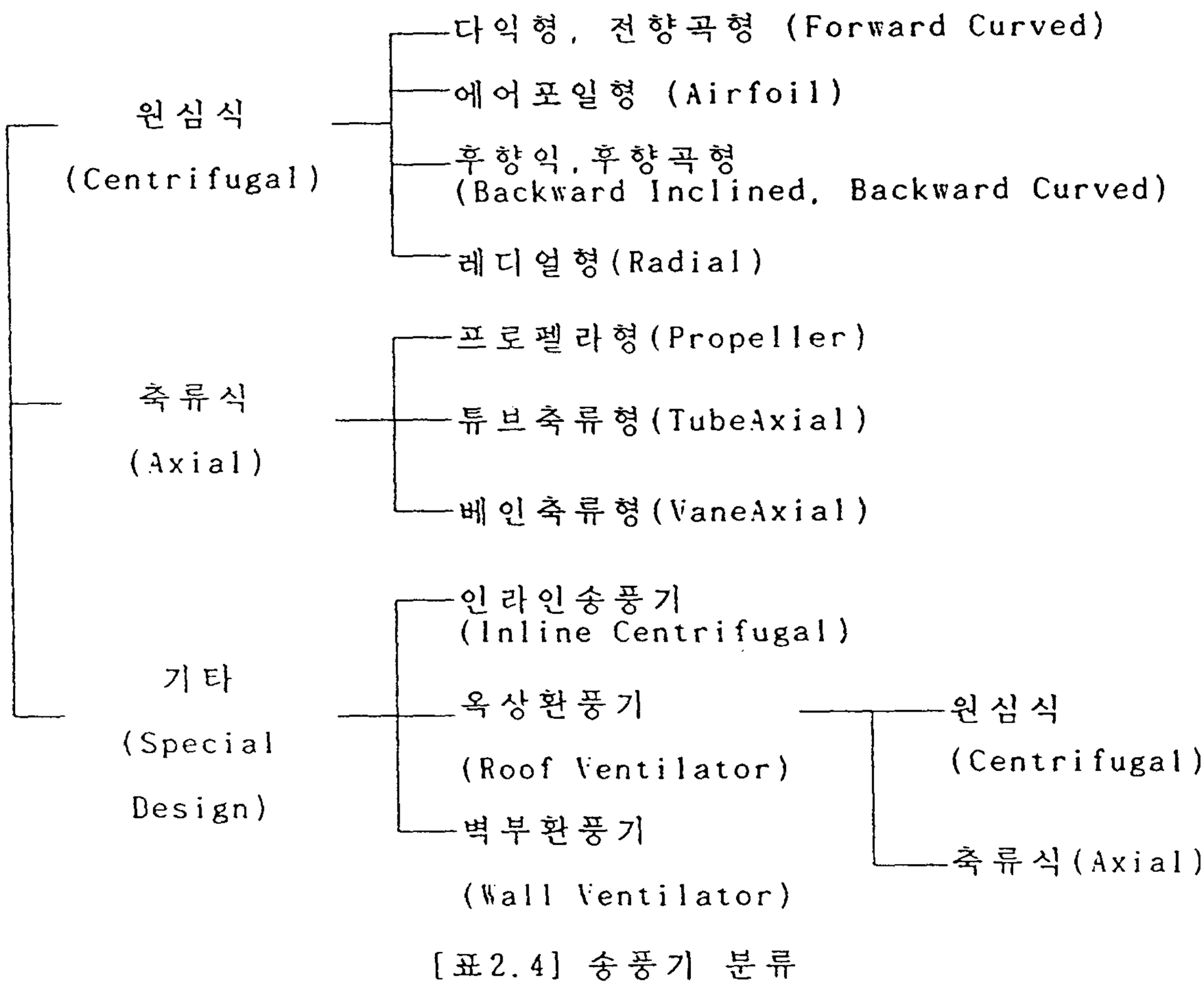
본 연구에서 연구한 2차 공조시스템의 각 구성기기에 대한 상세한 분류와 특성들은 다음과 같다.

1 차 공 조 시 스 템	냉열원기기	냉동기 패키지에어컨 히트펌프
	온열원기기	보일러 열교환기 연소기기
	반송기기	펌프 밸브
2 차 공 조 시 스 템	냉/열매 분배기기	송풍기 터미널유니트 환풍기
	열/물질 전달기기	냉각/가열 코일 열회수기 가습기 난방기기
특 수 시 스 템	축열기기	빙축열조 하베스트형 빙축냉동기
	특수열원기기	태양열난방및 급탕시스템 열병합(Cogen) 시스템

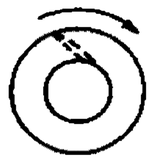
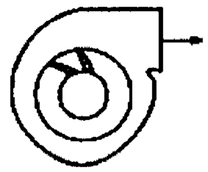
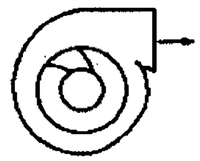
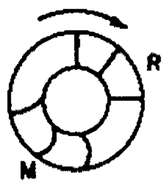
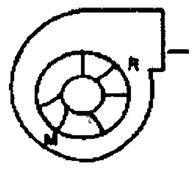
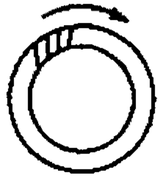
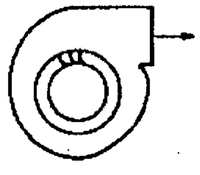
[표2.3] 공조시스템의 분류

1. 송풍기

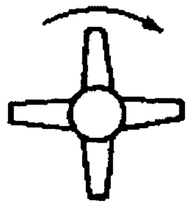
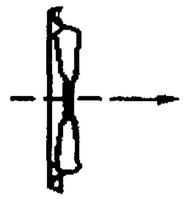
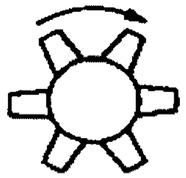
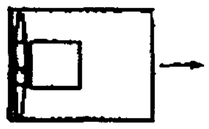
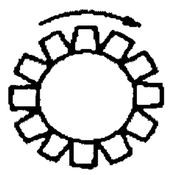
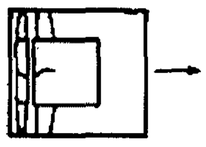
다음에는 송풍기 분류 및 형식을 나타내었고, 각 형식별 익형, 케이싱, 성능, 용도에 대한 세부사항은[표2.5]에 기재되어 있다.

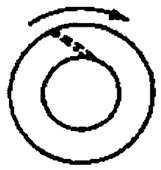
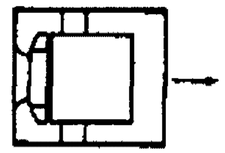
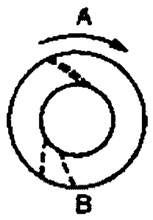
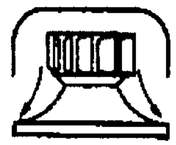
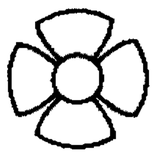
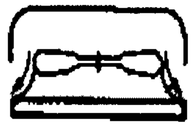


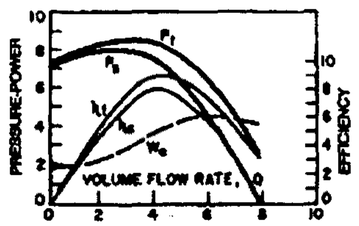
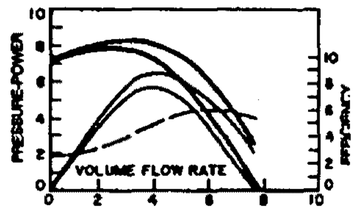
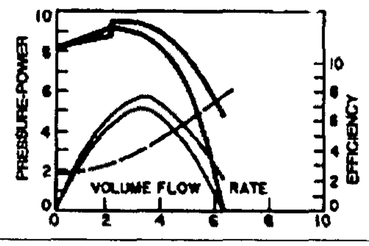
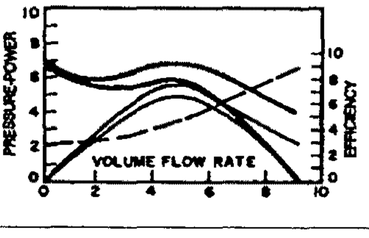
[표2.4] 송풍기 분류

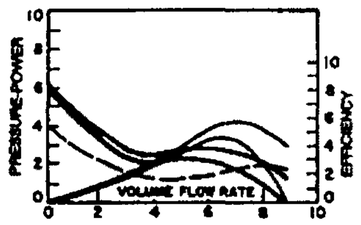
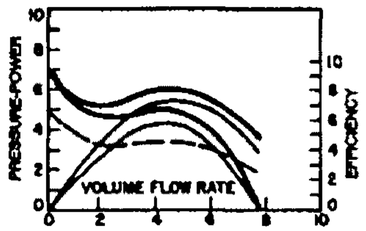
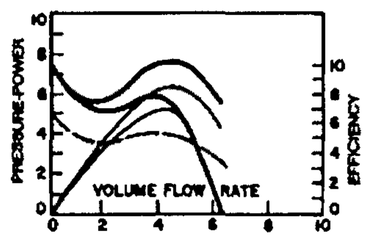
	형식	임펠러	케이싱
원심식	에어포일형	 ●원심식 송풍기 중에서 가장 효율이 높다 ●회전방향의 후방으로 설치된 10~16개의 에어포일 형태의 날개가 있으며 깊이 꺽어진 날개 때문에 날개 사이의 공기유로에서 효율적인 팽창이 이루어진다 ●임펠러 출구 공기속도는 날개의 원주속도보다 낮다 ●동일한 운전점에서는 원심식 송풍기 중에서 회전속도가 가장 높다	 ●동압(動壓)을 정압(靜壓)으로 효율적으로 변환하기 위한 달팽이(Scroll) 모양의 케이싱 ●효율을 극대화하기 위해서는 임펠러와 송풍기 흡입구와의 간극을 최소화하고 정확한 축심정렬이 필요함
	후향곡형 후향익형	●에어포일형 송풍기보다 약간정도 효율이 낮다 ●회전방향으로부터 후방으로 단일두께를 가진 10~16개의 후향곡형(Backward curved)또는 후향익형(Backward Inclined)날개가 설치된다 ●에어포일형과 같은 원리로 효율이 높은 편이다	 ●에어포일형과 같음
	래디얼형	 ●에어포일형, 후향곡형/후향익형 보다 압력특성이 높다 ●성능곡선에서 최고 압력점의 왼쪽은 점선으로 표시되기도 하는데 이 영역에서 송풍기를 운전해서는 안된다 ●풍량이 증가할수록 소요동력도 계속 증가한다	 ●스크롤형태. 원심식 중에서 송풍기의 폭이 가장 작다 ●임펠러의 효율이 낮으므로 케이싱의 가공정밀도는 에어포일형, 후향곡형 송풍기처럼 까다롭지 않다
	다익형	 ●압력특성이 평탄하고 에어포일형, 후향곡형, 후향익형에 비해 효율이 낮다 ●성능곡선상의 최고압력점 왼쪽영역에서 송풍기를 선정해서는 안된다 ●풍량이 증가할수록 소요동력도 계속 증가하므로 전동기 용량선정시 이를 고려해야 한다	 ●스크롤형태. 다른 원심식 송풍기와 유사 또는 동일 ●임펠러와 송풍기 흡입구사이의 간극이나 조립정밀도는 에어포일형, 후향곡형 송풍기처럼 까다롭지는 않다

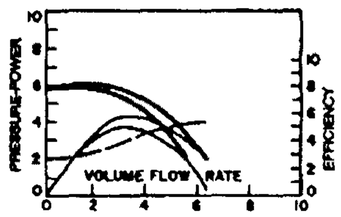
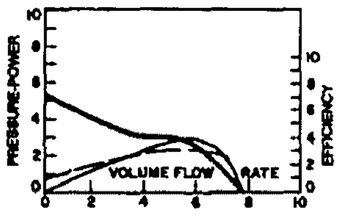
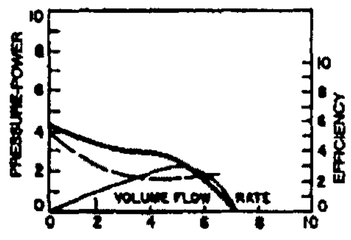
[표2.5] 송풍기 분류별 상세 특징

	형식	임펠러	케이싱
축류식	프로펠러형	 ●효율이 낮다 ●저압을 필요로 하는 곳에 사용 ●비교적 작은 허브(hub)에 단일두께의 2개 또는 그 이상의 날개가 설치되며 가격이 싸다 ●동압(動壓)에 의해 주로 에너지를 전달	 ●단순한 원형링(ring), 오리피스 또는 벤츄리형상의 판 ●최적설계는 흡입구에서 날개끝단까지 원활한 에어포일 형태를 이루도록 함.
	튜브축류형	 ●프로펠러형에 비해 정압과 효율이 비교적 높다 ●단일두께 또는 에어포일형태의 4~8개의 날개를 설치한다 ●허브의 직경은 대개 송풍기 날개끝단까지의 직경의 1/2이하 이다	 ●날개끝단과의 간극이 거의없는 원통형 케이싱
	베인축류형	 ●날개 설계가 잘되면 중압 또는 고압에서도 효율이 높다 ●에어포일형 날개를 사용하면 최고효율을 얻을 수 있다 ●날개 각도는 고정형, 조정형(Adjustable), 조절형(Controllable)의 3가지 종류가 있다 ●허브의 직경은 대부분 송풍기 날개끝단까지의 직경의 1/2보다 크다	 ●날개끝단과의 간극이 거의없는 원통형 케이싱 ●정압 또는 효율을 향상시키기 위해 임펠러 상류 또는 하류에 안내릿(가이드베인)설치

	형식		임펠러		케이싱	
기타형식	인라인 원심식			●성능은 후향곡형 송풍기와 비슷하나 풍량과 압력은 이보다 낮다 ●후향곡형 송풍기보다 효율이 낮다 ●성능곡선에서 최고압력점의 왼쪽에 불안정 영역이 있다		●베인축류형과 유사한 원통형 케이싱이나 임펠러와의 간극은 상당히 넓은편임. ●공기흐름은 임펠러 중심으로부터 반경방향으로 토출되나 90° 회전하면서 가이드베인을 거쳐 케이싱과 같은 방향으로 진행됨.
	옥상환기팬	원심형		●일반공장, 주방, 창고, 기타 건물에서 저압의 배기시스템에 사용 ●자연대류에 의한 환기보다 적극적인 강제배기용으로 이용 ●축류형보다 원심형이 약간 정숙한 운전가능		●임펠러의 모든 원주 방향에서 공기가 토출되므로 일반적으로 케이싱 없슴. ●일반적으로 동압을 변환하기위한 형태의 케이싱은 필요하지 않음.
		축류형		●일반공장, 주방, 창고, 기타 건물에서 저압의 배기시스템에 사용 ●자연대류에 의한 환기보다 적극적인 강제배기용으로 이용		●기본적으로 프로펠러 송풍기를 구조물위에 설치한 형태 ●후드는 눈.비.또는 안전상의 목적으로 팬을 보호하기 위한것임. ●공기는 후드하부로 環狀(Aunular)의 공간으로 토출됨

	형식	성능곡선	성능특성	용 도
원심식	에어포일형		● 50~60% 풍량범위에서 최고효율을 나타내며 이 영역에서 압력특성도 우수하다 ● 최고효율점 근처에서 소비동력이 최대가 되며 풍량이 증가하면 소비동력은 감소하여 limit load(부하제한) 특성이 있다	● 일반적인 공조.환기용 ● 저.중.고압의 대형공조시스템에 주로 사용 ● 대형.청정공조시스템에 사용되며 에너지효율이 높다
	후향곡형 후향익형		● 에어포일형과 유사하며, 최고효율은 약간 낮다	● 일반적인 공조.환기용(에어포일형과 동일) ● 에어포일형의 날개가 부식 또는 침식될 우려가 있는 산업용으로도 사용가능
	래디얼형		● 에어포일형과 후향곡형보다 압력이 높은 특징이 있다 ● 최고압력의 왼쪽영역에서 압력이 급격히 감소하나 일반적으로 큰 문제는 없다 ● 풍량이 증가할수록 소비동력도 크게 된다	● 주로 산업용 이송시스템 또는 고압용에 사용 ● 임펠러 수리가 용이하고 특정용도로는 임펠러에 특수코팅을 할 때도 있음 ● 공조용으로는 사용하지 않음
	다익형		● 압력특성은 후향곡형보다 평탄하며 최고압력점 왼쪽영역에서 압력이 감소한다 ● 최고압력점의 오른쪽 영역에서 40~50% 풍량일때 최고효율점이 존재한다 ● 최고압력점의 오른쪽영역에서 송풍기를 선정할 것 ● 동력곡선을 고려하여 (풍량이 증가할수록 소비동력 증가)전동기를 선정할것	● 주로 저압의 공조용으로 사용 (가정용 온풍기, 중앙공조기, 패키지에어컨 등)

	형식	성능곡선	성능특성	용 도
축류식	프로펠러형		●풍량이 크고 압력이 낮을 때 사용 ●최고효율점은 자유토출(Free delivery)상태 가까이 에 존재함 ●토출패턴은 원형으로 기류는 선회한다	●저압.고풍량의 공기이송용, 공간내에서의 공기순환 또는 배기용 ●보급공기 이송용
	튜브축류형		●풍량이 크고 중.고압일 때 사용 ●최고압력점의 왼쪽영역에서 압력이 감소하며, 이 영역에서의 운전은 피할 것 ●토출패턴은 원형이며 기류는 선회한다	●소음요구조건이 엄격하지 않은 저.중압의 덕트나 공조계통에 사용 ●건조, 페인트부스, 흄(fune)배기용 등 산업용으로도 사용
	베인축류형		●풍량이 중간정도이고 고압이 필요할 때 사용 ●성능곡선은 최고압력점의 왼쪽영억에서 공기역학적 stall현상으로 압력이 감소하며, 이 영역에서의 운전은 피할 것 ●가이드베인에 의해 기류의 선회운동을 수정하며 정압특성과 효율을 개선시킨다	●일반적인 공조시스템에서 공기흐름이 직류(Straight-through Flow)여야 하고 설치공간이 협소할때 사용 ●하류의 공기분포가 우수하다 ●산업용으로도 많이 사용 ●원심식 송풍기보다 compact하다

	형식		성능곡선	성능특성	용 도
기타형식	인라인 원심식			● 성능은 후향곡형과 유사하나 풍량과 정압은 낮다 ● 기류의 방향이 90° 회전하므로 효율은 후향곡형 보다 낮다 ● 성능곡선의 모양은 축류송풍기와 유사하며 최고 압력점의 왼쪽영역에서 압력이 감소한다	● 주로 저압의 환기용 송풍기로 사용 ● 공기흐름이 직류(Straight-through Flow)이다
	옥상환기팬	원심형		● 턱트없이 사용하는 것이 일반적이므로 저압, 고풍량에 사용 ● 정압과 정압효율만 표시	● 저압의 배기용으로 사용 ● 가격이 저렴하고 운전비용도 싸기 때문에 자연환기 보다 많은 장점이 있다 ● 원심형이 축류형보다 정숙한 운전가능
		축류형		● 턱트없이 사용하는 것이 일반적이므로 저압, 고풍량에 사용 ● 정압과 정압효율만 표시	● 저압의 배기용으로 사용 ● 가격이 저렴하고 운전비용도 싸기 때문에 자연환기 보다 많은 장점이 있다

2. 코일

코일은 세가지의 분류방법이 있으며, 다음과 같다.

가.용도별 및 열매의 종류에 따른 분류

- 공기냉각/제습코일
  - 냉수코일
  - 냉매(직접팽창)코일
  - 브라인코일
- 공기가열코일
  - 증기코일
  - 온수코일
  - 전기히터

[표2.6] 코일 용도별 및 열매종류에 따른 분류

나. 회로수에 따른 분류

- 1회로
- 1/2회로
- 2회로

[표2.7] 핀 회로수에 따른 분류

다.핀의 종류에 따른 분류

- 평판핀
- 파형핀
- 슬리트핀
- 슈퍼슬리트핀
- 루버핀
- 오프셋스트립핀
- 다공핀
- 메쉬핀
- 가시돌기핀

[표2.8] 핀종류에 따른 분류

3. 열회수기

열회수기는 열교환범위와 방식에 따라 다음과 같이 분류된다.

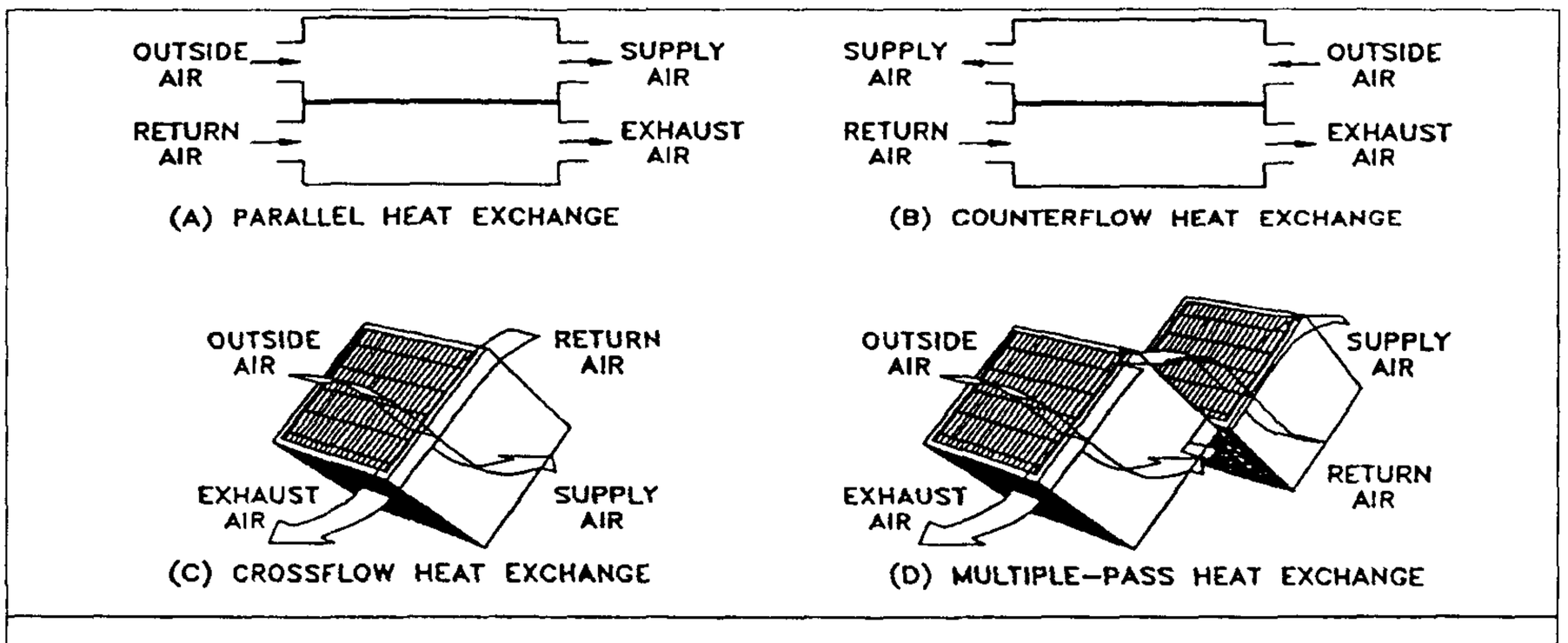
- 열교환범위에 따른 분류
  - 전열교환기(Total Heat Recovery Unit)
  - 현열교환기(Sensible Heat Recovery Unit)

[표2.9] 열회수기 열교환범위에 따른 분류

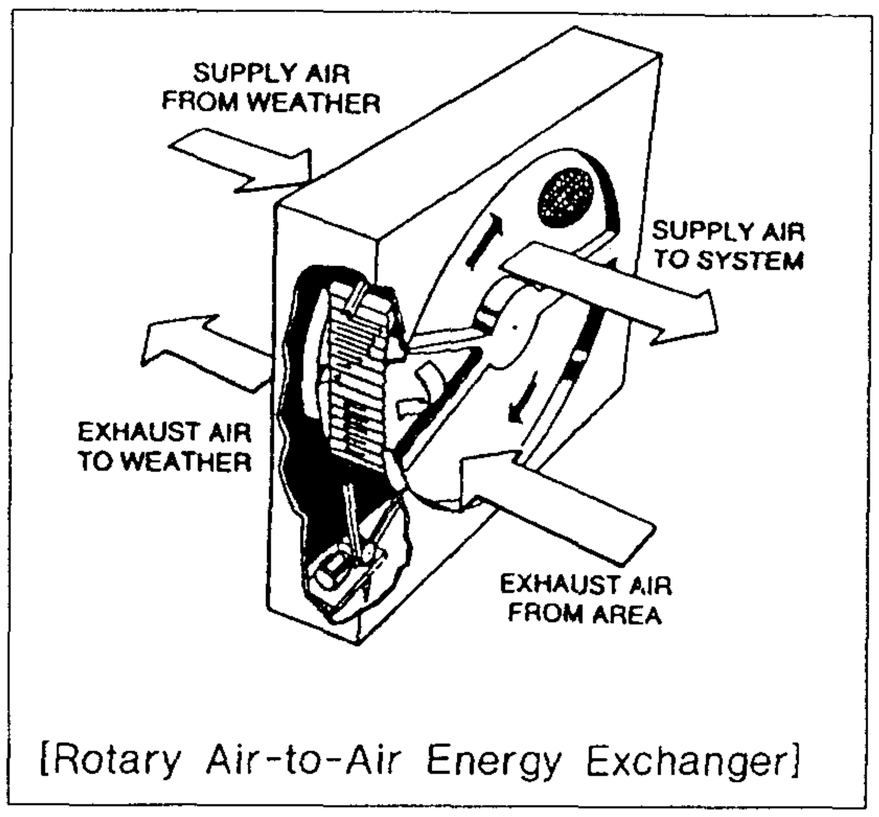
- 열교환방식에 따른 분류
  - 회전차식(Rotor Type)
  - 평판식(Fixed Plate Type)
  - 히트파이프식(Heat Pipe Type)
  - 코일식(Run-around Coil Type)
  - 냉각/가열탑방식(Twin Tower Type)
  - 열사이폰식(Thermosiphon Type)

[표2.10] 열회수기 열교환방식에 따른 분류

열교환기 유동배열은 [그림2.1]에 나타나 있으며, 각 열교환기의 형상들은 [그림2.2]~[그림2.3]에 나타나있다.

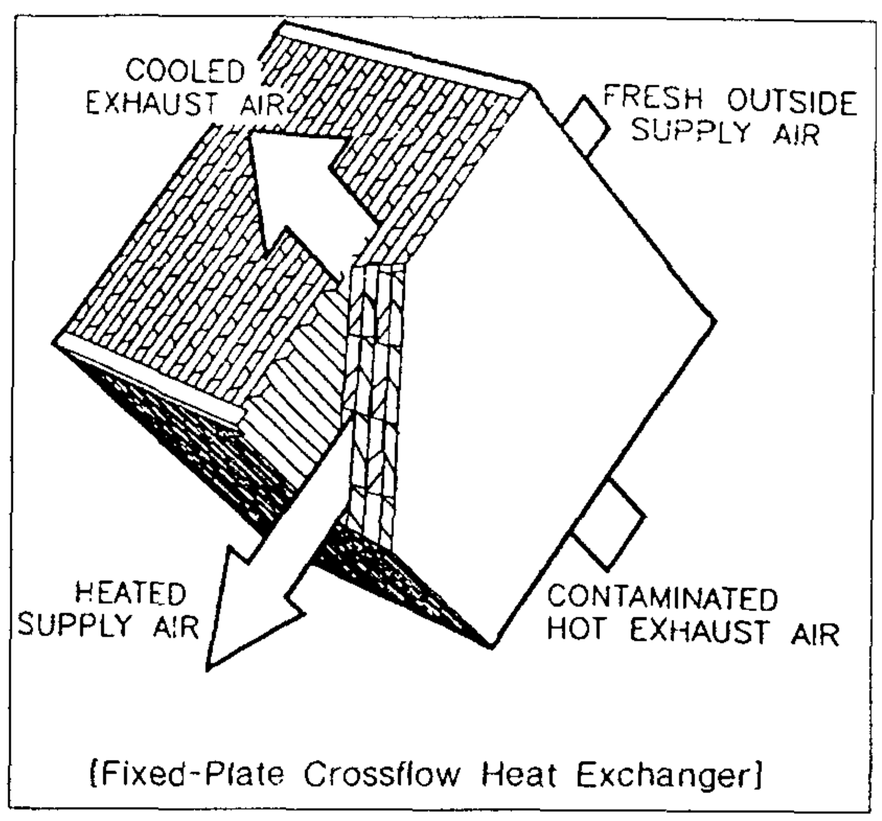


[그림2.1] 열교환기 유동배열



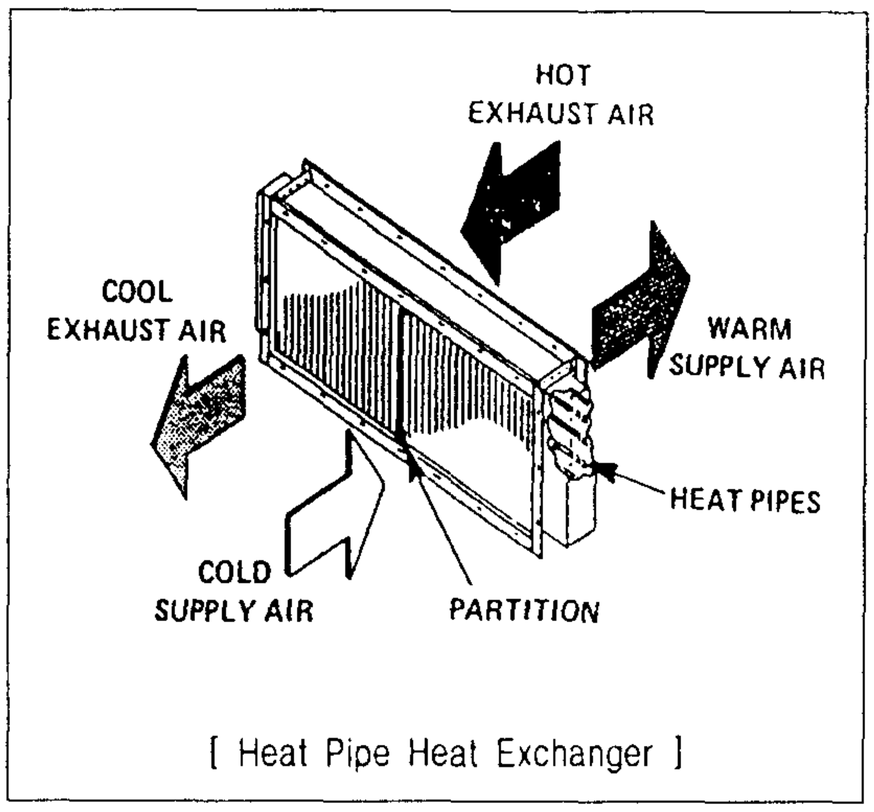
[Rotary Air-to-Air Energy Exchanger]

[그림2.2] 회전차식(Rotor Type)



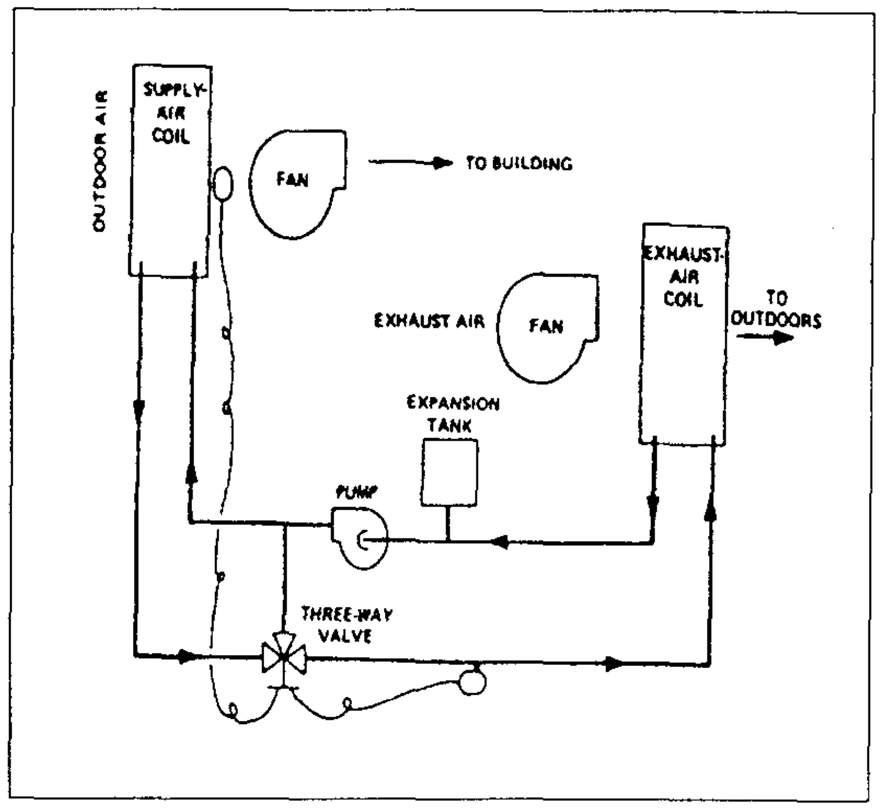
[Fixed-Plate Crossflow Heat Exchanger]

[그림2.3]평판식(Fixed Plate Type)

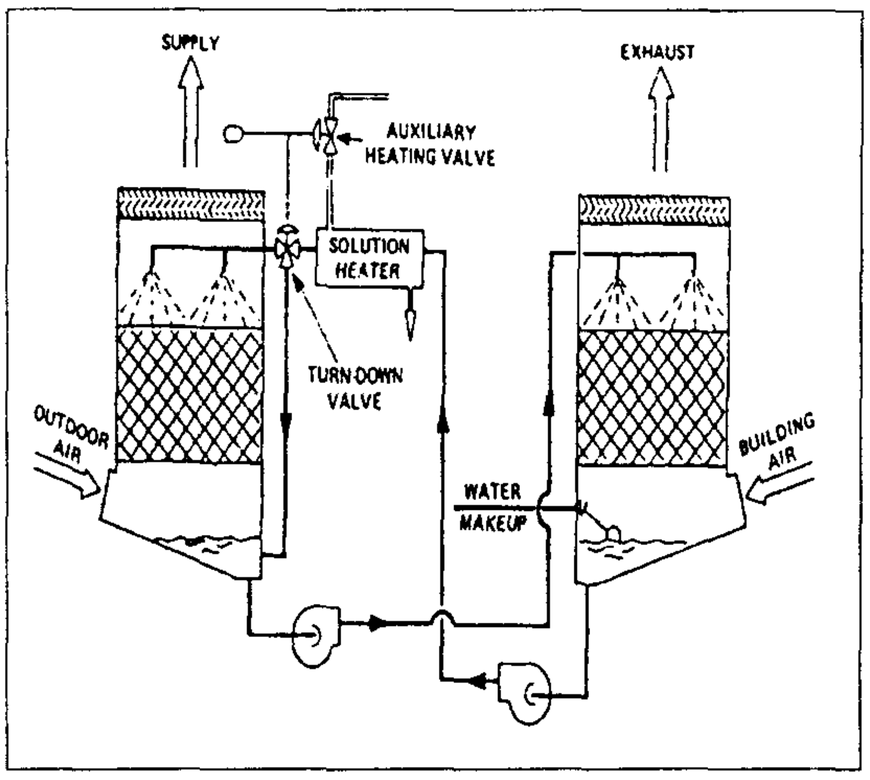


[Heat Pipe Heat Exchanger]

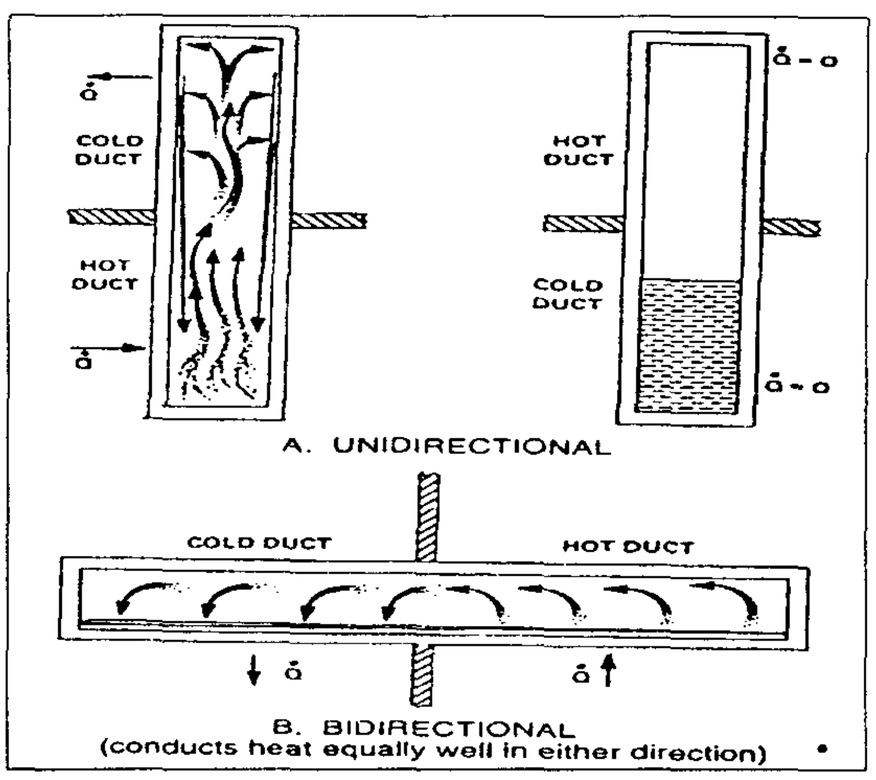
[그림2.4] 히트파이프식
(Heat Pipe Type)



[그림2.5] 코일식
(Run-around Coil Type)



[그림2.6] 냉각/가열탑방식
(Twin Tower Type)



[그림2.7] 열사이폰식
(Thermosiphon Type)

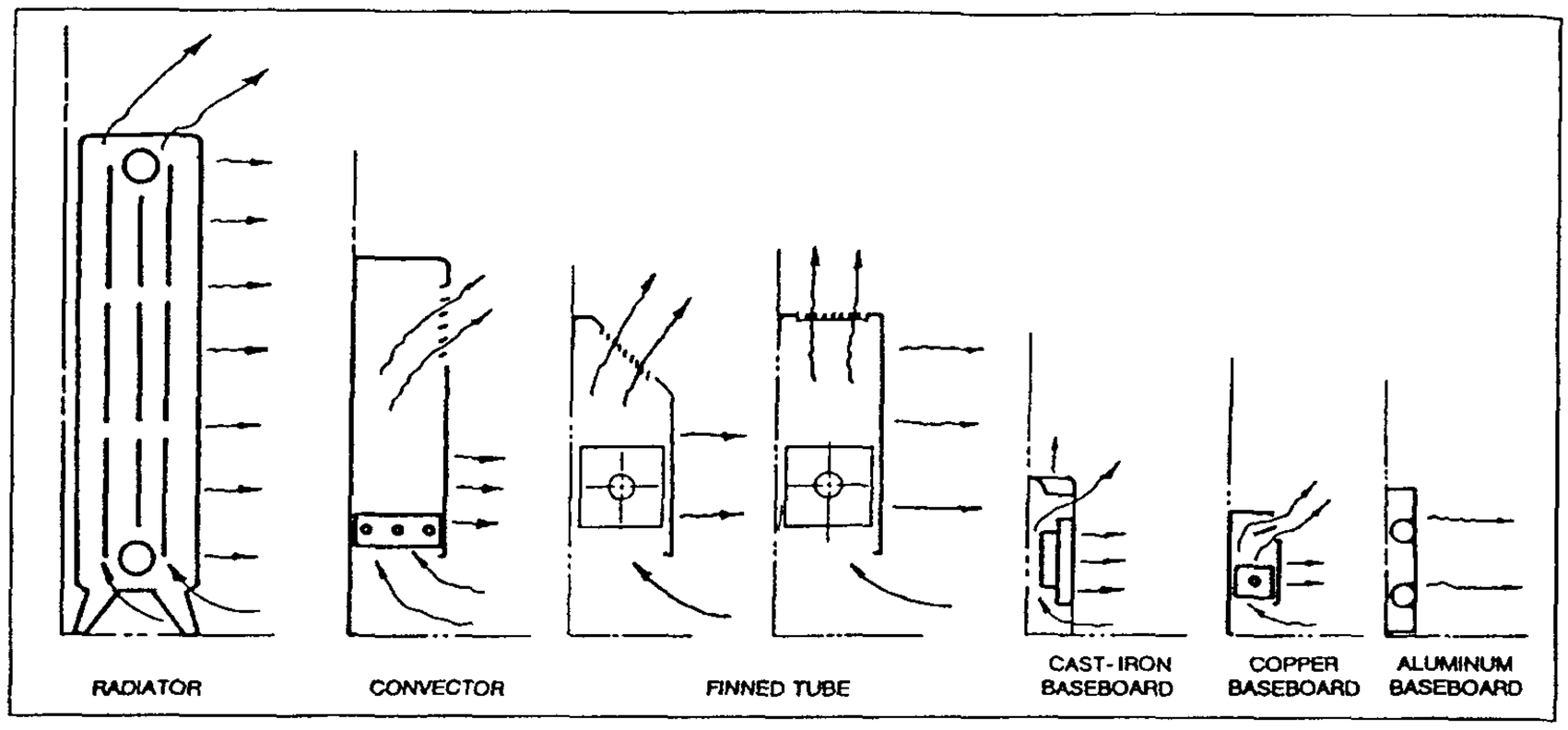
4. 난방유니트

난방유니트는 [표2.11]과 같이 분류되며, 형상은 [그림2.8]과 같다.

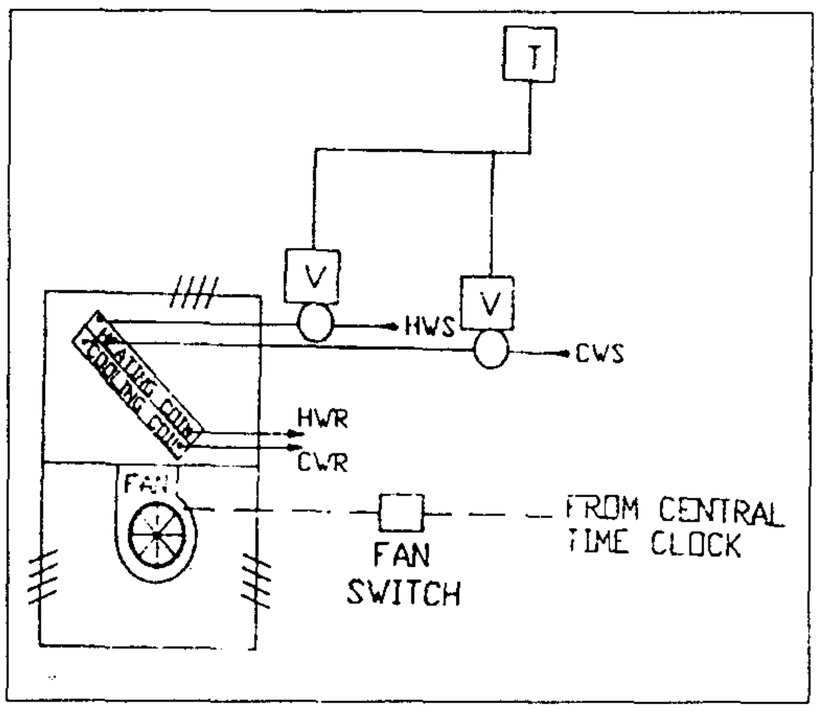
팬코일 유니트는 [그림2.9]~[그림2.11]과 같이 분류된다.

- 라디에이터(Radiator)
  - 주철제(Cast-iron)
  - 강판제(Steel)
  - 알루미늄제(Aluminum)
- 컨벡터(Convector)
  - 동판제(Copper)
  - 강판제(Steel)
- 핀튜브
  - 동판제(Copper)
  - 강판제(Steel)
- 팬코일유니트(Fan Coil Unit)
  - 2파이프 형
  - 3파이프 형
  - 4파이프 형
  - 1코일 형
  - 2코일 형
- 베이스보드 난방기(Baseboard Heater)
- 유니트히터(Unit Heater)
- 적외선 복사난방기(Gas Infrared Heater)
- 온돌판넬(On-dol Panel Heater)
- 온풍난방기(Warm Air Furnace)

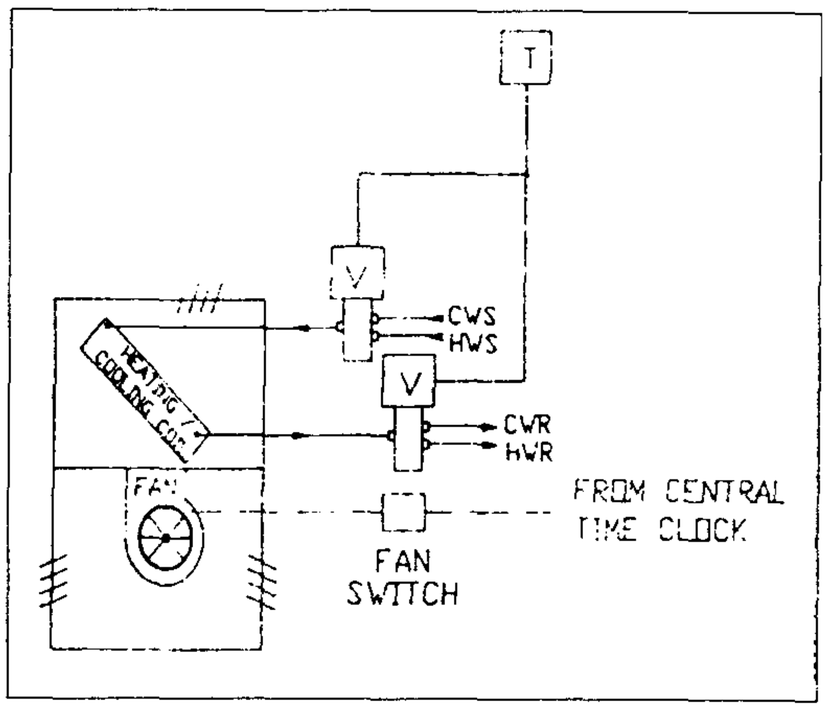
[표2.11] 난방유니트 분류표



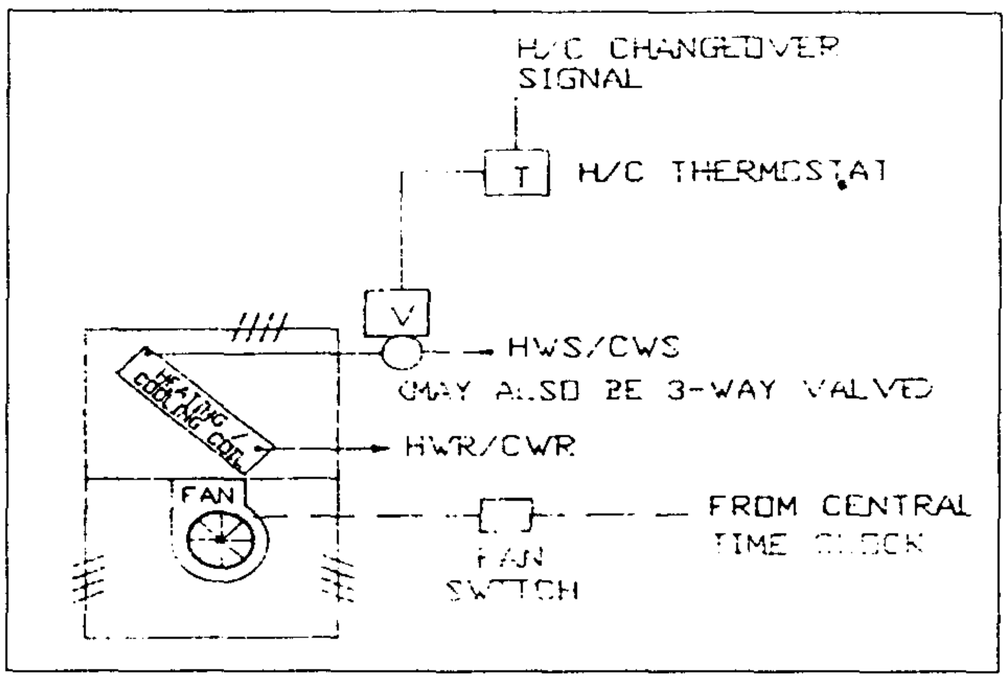
[그림2.8] 난방유니트의 종류



[그림2.9] 4파이프(2코일)
냉/난방 팬코일유니트



[그림2.10] 4파이프(1코일)
냉/난방 팬코일 유니트



[그림2.11] 2파이프 냉/난방
팬코일 유니트

5. Air Terminal

Air Terminal은 제어방식과 공조방식에 따라 각각 다음과 같이 분류된다.

- Pressure Independent Type
- Pressure Dependent Type

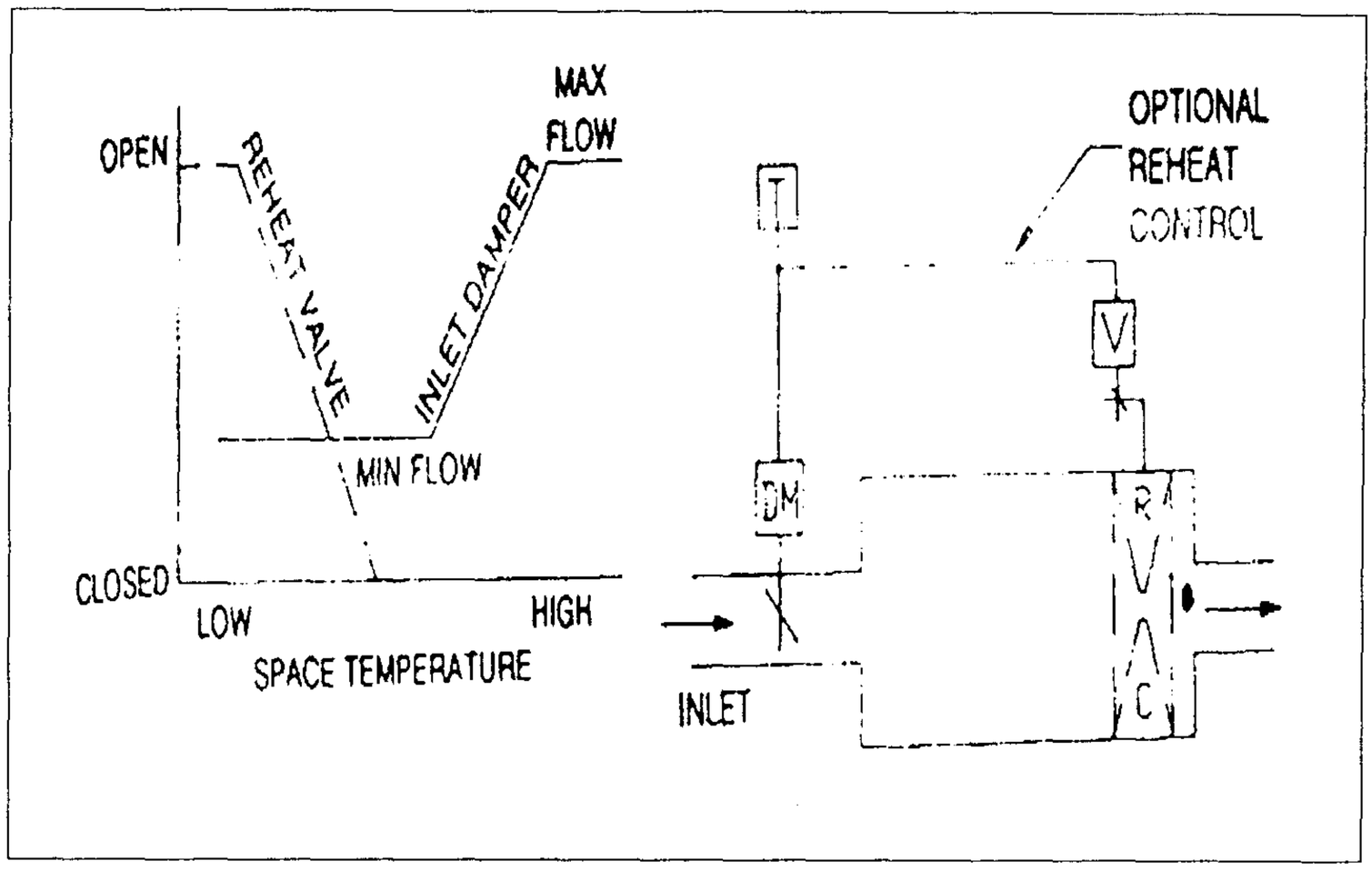
[표2.12] 제어방식에 따른 분류

공조방식에 따른 분류

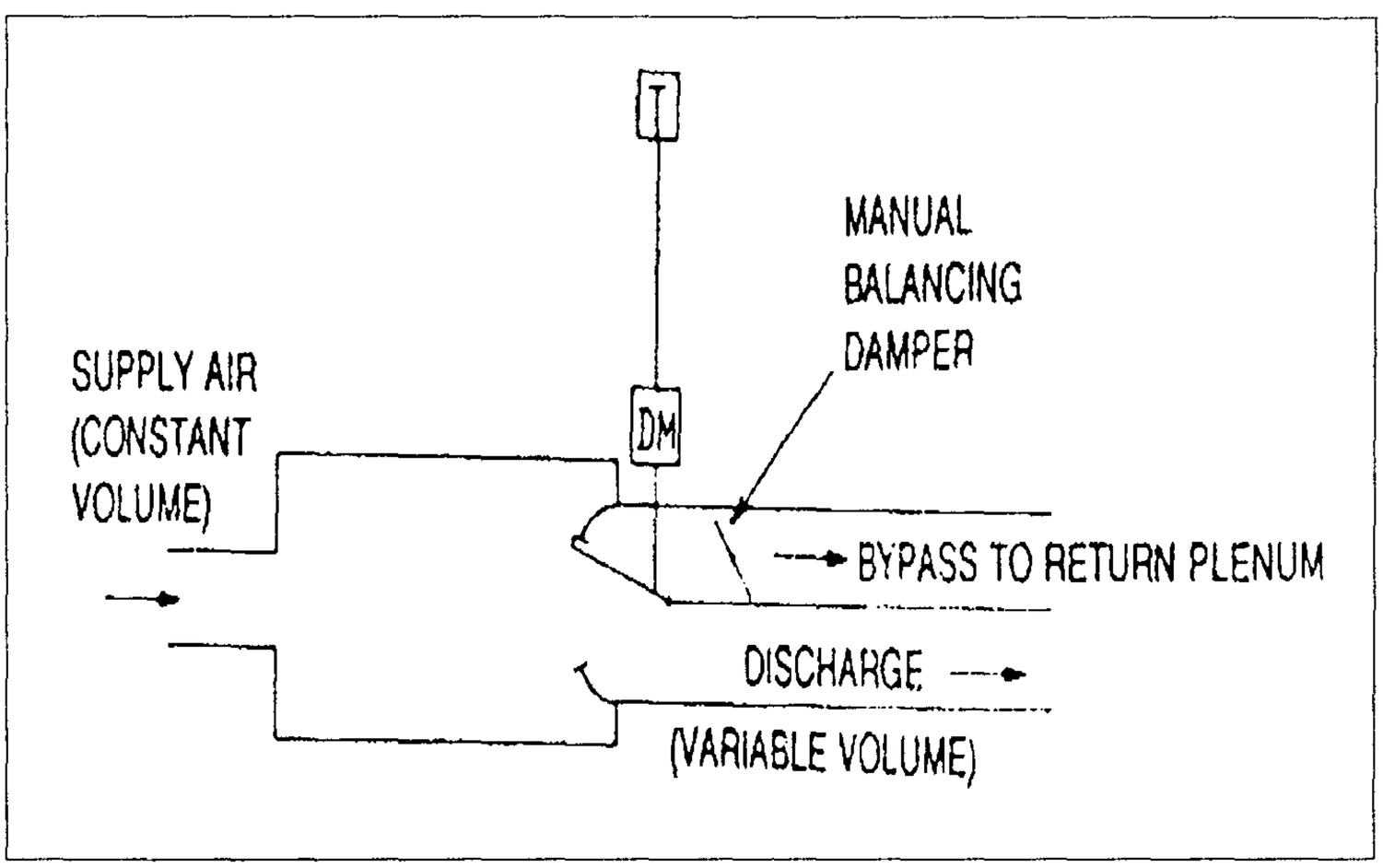
- CAV Box
  - Single Duct Type
  - Single Duct w/Reheat Coil Type
  - Dual Duct Type
  - Dual Duct w/Reheat Coil Type
- VAV Box
  - Single Duct Shut-off Type
  - By-pass Type
  - Induction Type
  - Fan Powered-Series Type
  - Fan Powered-Parallel Type
  - Dual Duct Mixing Type

[표2.13] 공조방식별 분류

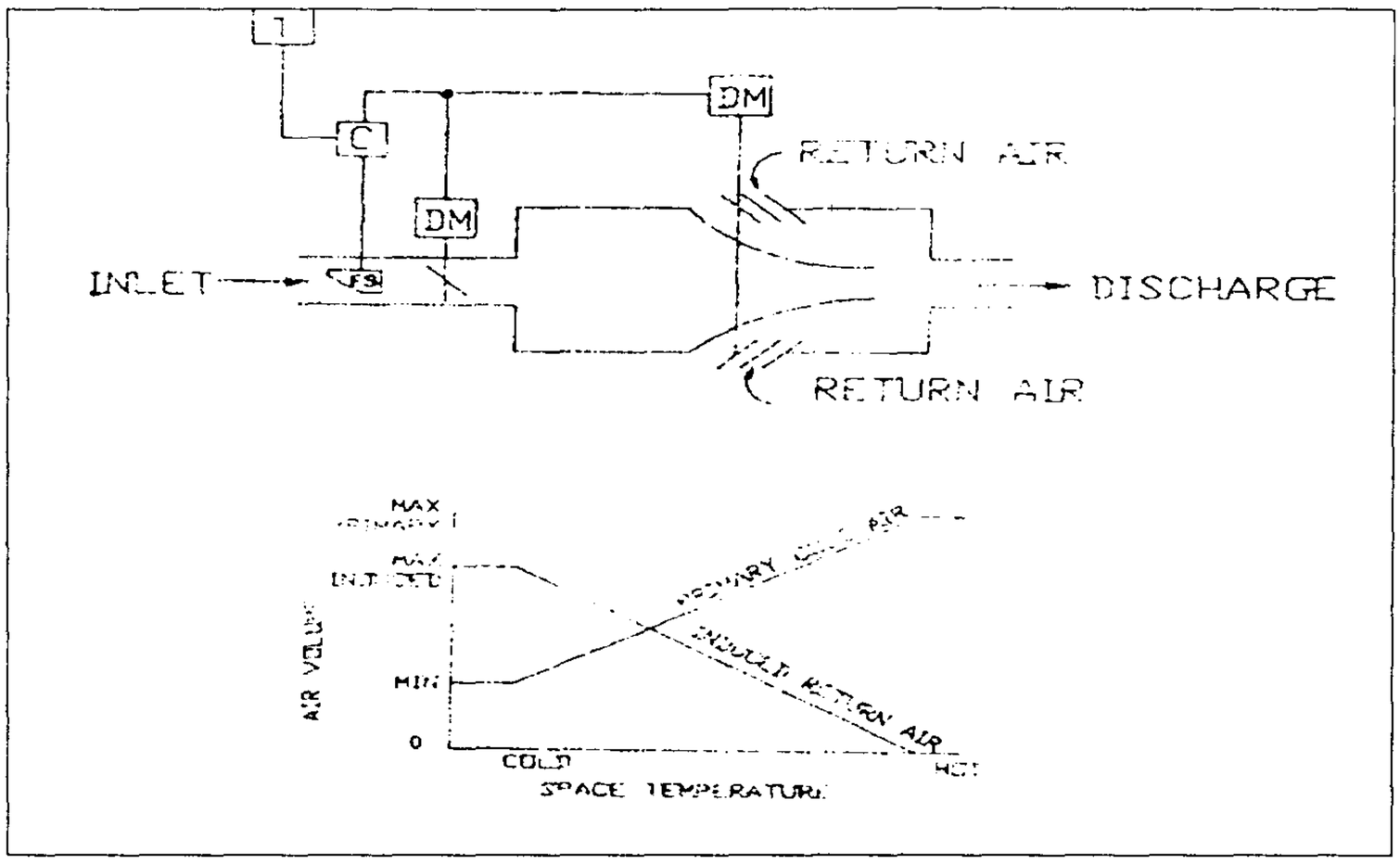
[그림2.12]~[그림2.17]에 공조방식분류별 각 터미널 유니트의 형상을 나타내었다.



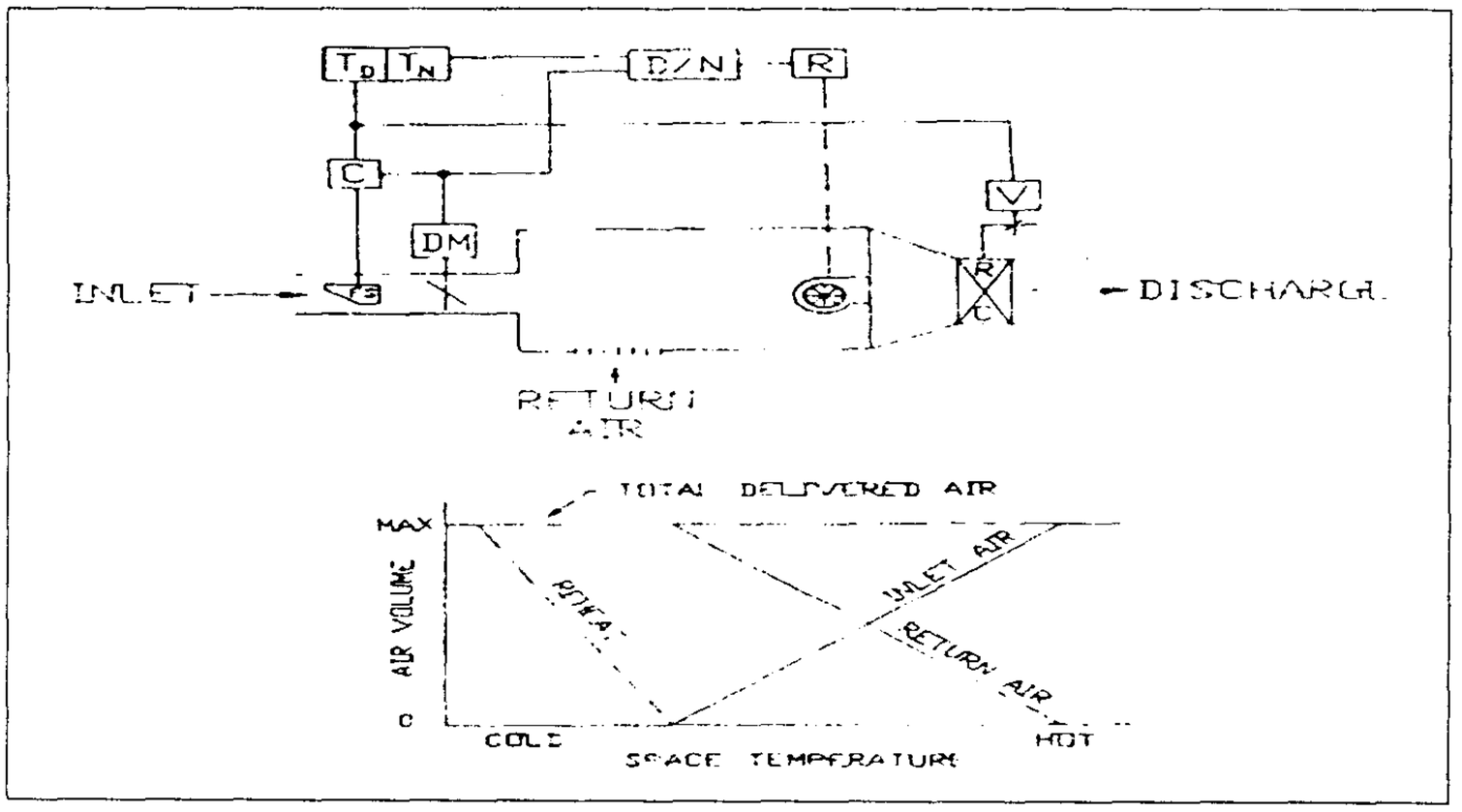
[그림2.12] Single Duct W/Reheat Coil



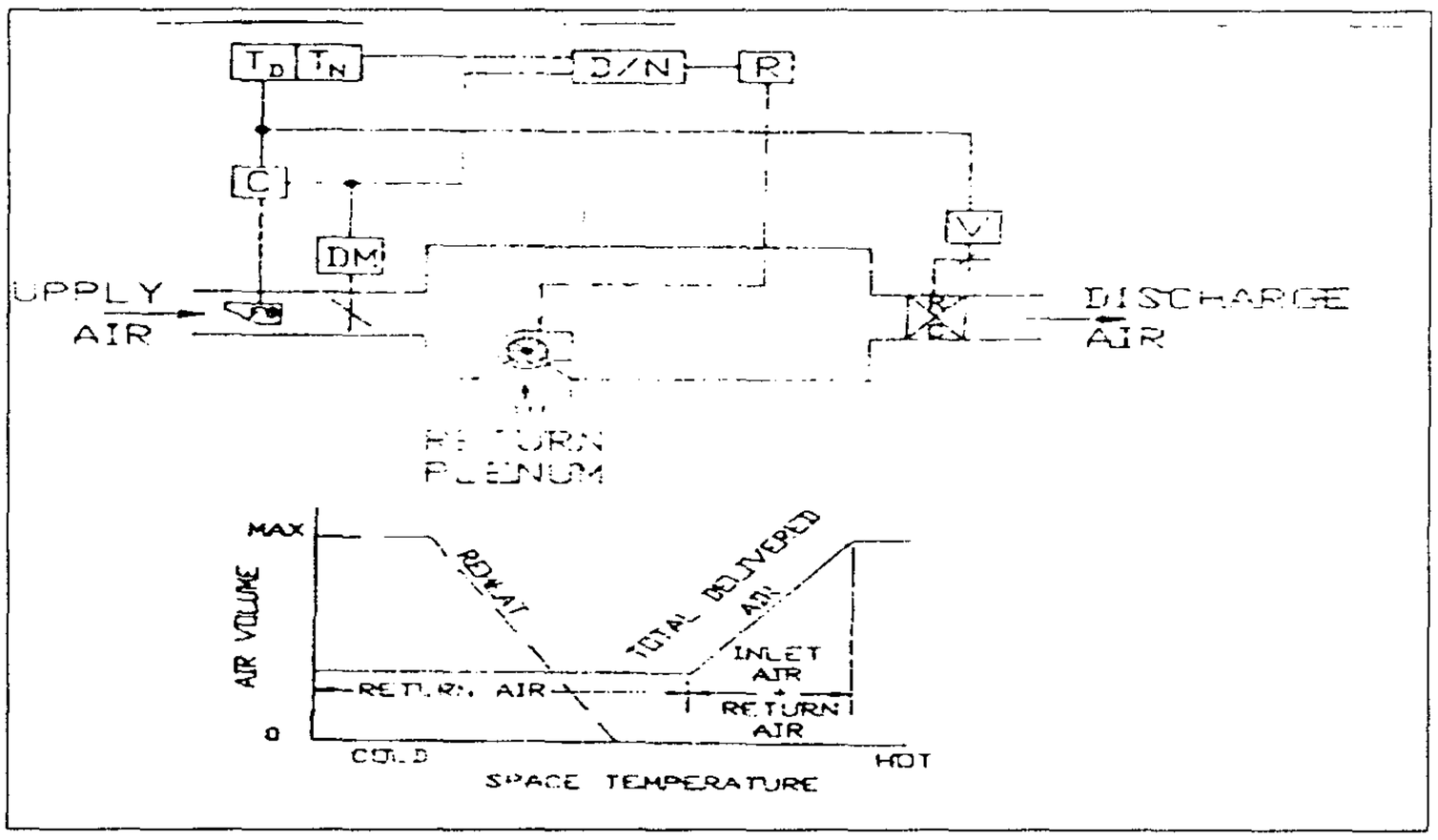
[그림2.13] By-pass Type



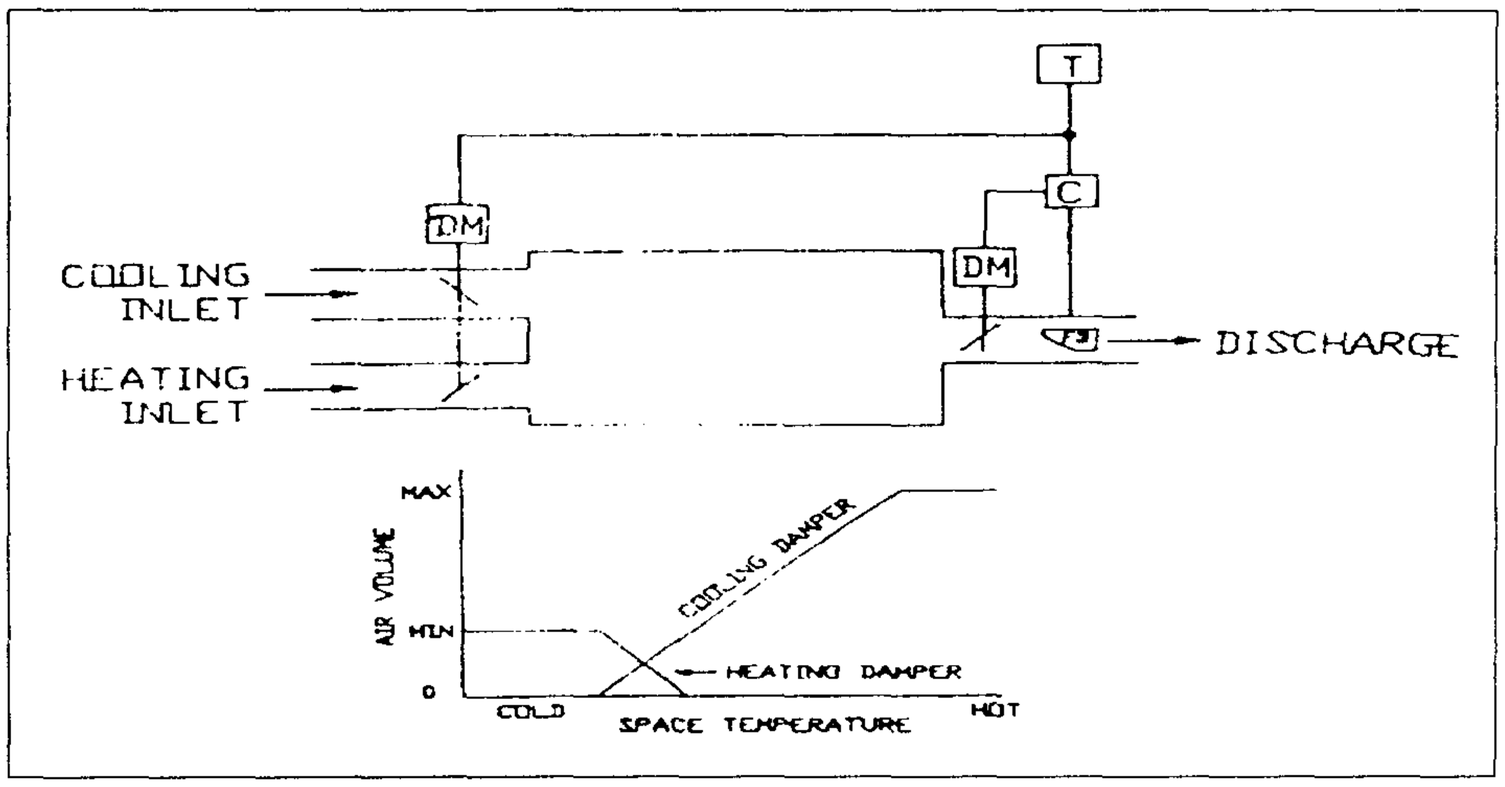
[그림2.14] Induction Type



[그림2.15] Fan Powered-Series Type



[그림2.16] Fan Powered-Parallel Type



[그림2.17] Dual Duct Mixing Type

제3절 관련규격

1. 관련규격(국내)

가. KS규격

규격	년도	설명
B6272	87	원격 강제통풍식 공랭응축기
B6273	87	원격형 수냉응축기
B6275	87	워터칠링유닛
B0062		송풍기·압축기 용어해설
B6311	82	송풍기 시험 및 검사방법
B6326	93	다익송풍기
B6350	78	터보형 블로어·압축기 시험 및 검사방법
B6361	87	송풍기·압축기 소음레벨 측정방법
B6368	93	패키지형 공기조화기
B6369	85	패키지형 공기조화기 시험방법
B6377		팬코일유닛
B6378	86	콘벡터
B6401		난방용 방열기 주철
B6403		난방용 방열기 트랩
B6404		난방용 방열기 강판
B6405		난방용 방열기 부속품
D6772		난방용 방열기 알루미늄
B6717	94	공기조화용 빙축열 유닛 시험방법
B6722	95	빙축열시스템 용어해설
B6728	95	압력용기의 응력해석 및 피로해석

[표2.14] 국내관련규격

나.KRATA 규격

KRATA B 0005-1997 익형송풍기

KRATA B 0006-1997 축류송풍기

소형공냉식 콘덴싱유닛(승인예정)

난방용 열교환기 및 급탕가열기(승인예정)

공기조화용 덕트 및 부품(승인예정)

2. 관련규격(해외)

[표2.15] 해외관련규격

주제	제목	출판	참조
Air Filters	Method for Measuring Performance of Portable Household Electrical Cord-Connected Room Air Cleaners	AHAM	ANSI/AHAM AC-1
	Commercial and Industrial Air Filter Equipment	ARI	ARI 850-84
	Residential Air Filter Equipment	ARI	ARI 680-86
	Gravimetric and Dust Spot Procedures for Testing Air Cleaning Devices Used in General Ventilation for Removing Particulate Matter	ASHRAE	ANSI/AHSRAE 52.1-1992
	Method for Sodium Flame Test for Air Filters	BSI	BS 3928
	Methods of Test for Atmospheric Dust Spot Efficiency and Synthetic Dust Weight Arrestance	BSI	BS 6540 Part 1
	Electrostatic Air Cleaners(1989)	UL	ANSI/UL 867-1988
	High Efficiency, Particulate, Air Filter Units(1990)	UL	ANSI/UL 586-1990
	Test Performance of Air Filter Units	UL	ANSI/UL 900-1987
Air Handling Units	Commercial Low Pressure, Low Velocity Systems	ACCA	Manual Q
	Duct Design for Residential Winter and Summer Air Conditioning	ACCA	Manual D
	Central Station Air-Handling Units	ARI	ANSI/ARI 430-89
Coils	Forced-Circulation Air-Cooling and Air-Heating Coils	ARI	ARI 410-91
	Methods of Testing Forced Circulation Air Cooling and Air Heating Coils	ASHRAE	ASHRAE 33-1978
Fan Coil Units	Room Fan-Coil Air Conditioners	ARI	ARI 440-89
	Methods of Testing for Rating Room Fan-Coil Air Conditioners	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 79-1984(R 1991)
	Fan Coil Units and Room Fan Heater Units	UL	ANSI/UL 883-1986
Fans	Commercial Low Pressure, Low Velocity Duct Systems	ACCA	Manual Q
	Duct Design for Residential Winter and Summer Air Conditioning	ACCA	Manual D
	Designation for Rotation and Discharge of Centrifugal Fans	AMCA	AMCA 99-2406-83
	Drive Arrangements for Centrifugal Fans	AMCA	AMCA 99-2404-78
	Drive Arrangements for Tubular Centrifugal Fans	AMCA	AMCA 99-2410-82
	Inlet Box Positions for Centrifugal Fans	AMCA	AMCA 99-2405-83
	Laboratory Methods of Testing Fans for Rating	AMCA	ANSI/AMCA 210-85
	Motor Positions for Belt or Chain Drive Centrifugal Fans	AMCA	AMCA 99-2407-66
	Industrial Process/Power Generation Fans: Site Performance Test Standard	AMCA	AMCA 803-94
	Site Performance Test Standard	AMCA	AMCA 99-86
	Standards Handbook	ARI	ARI 670-90
	Fans and Blowers	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 51-1985 ANSI/AMCA 210-85
	Laboratory Methods of Testing Fans for Rating	ASHRAE AMCA	ANSI/ASHRAE 68-1986 ANSI/AMCA 330-86
	Laboratory Method of Testing In-Duct Sound Power Measurement Procedure for Fans		

주제	제목	출판	참조
(Fan 계속)	Methods of Testing Fan Vibration, Blade Vibrations and Critical Speeds	ASME	ANSI/ASME PTC 11-1984(R 1990)
	Fans	ASME	ANSI/ASME PTC 11-1984(R 1990)
	Fans and Ventilators	CSA	C22.2 No. 113-M1984 (R 1993)
	Rating the Performance of Residential Mechanical Ventilating Equipment	CSA	CAN/CSA-C260-M90
	Electric Fans (1994)	UL	UL 507
Ceiling	AC Electric Fans and Regulators	ANSI	ANSI-IEC Pub. 385
	Remote Mechanical Draft Evaporative Refrigerant Condensers	ARI	ANSI/ARI 490-89
	Method of Testing Air-to-Air Heat Exchangers	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 84-1991
Heat Exchangers	Standard Methods of Test for Rating the Performance of Heat-Recovery Ventilators	CSA	CAN/CSA-C439-88
	Standards for Power Plant Heat Exchangers, 2nd ed. (1990)	HEI	HEI
	Standards of Tubular Exchanger Manufacturers Association, 7th ed. (1988)	TEMA	TEMA
	Commercial Applications, Systems and Equipment (1993)	ACCA	ACCA Manual CS
	Residential Equipment Selection, 2nd ed. (1995)	ACCA	ACCA Manual S
	Determining the Required Capacity of Residential Space Heating and Cooling Appliances	CSA	CAN/CSA-F280-M90
	Automatic Pipe Dampers for Use with Oil-Fired Appliances	CSA	B140.14-M1979 (R 1991)
	Heater Elements	CSA	C22.2 No.72-M1984 (R 1992)
	Advanced Installation Guide for Hydronic Heating Systems (1991)	HYDI	IBR 250
	Heat Loss Calculation Guide	HYDI	IBR H-21 (1984), IBR H-22 (1989)
	Installation Guide for Residential Hydronic Heating Systems, 6th ed. (1988)	HYDI	IBR 200
Heating	Radiant Floor Heating (1993)	HYDI	IBR 400
	Environmental System Technology (1984)	NEBB	NEBB
	Pulverized Fuel Systems	NFPA	ANSI/NFPA 8503-1992
	Aircraft Electrical Heating Systems	SAE	ANSI/SAE AIR 860-1965 (R 1992)
	Performance Test for Air-Conditioned, Heated, and Ventilated Off-Road Self-Propelled Work Machines	SAE	ANSI/SAE J 1503-1986
	Heating Value of Fuels	SAE	SAE J 1498-1990
	HVAC Systems Applications, 1st ed. (1986)	SMACNA	SMACNA
	Installation Standards for Residential Heating and Air Conditioning Systems 1988)	SMACNA	SMACNA
	Electric Baseboard Heating Equipment (1994)	UL	UL 1042
	Heating and Cooling Equipment (1995)	UL	UL 1995
		CSA	CAN/CSA-C22.2 No. 236-95

주제	제목	출판	참조
Heat Recovery	Gas Turbine Heat Recovery Steam Generators	ASME	ANSI/ASME PTC 4.4-1981 (R 1992)
	Energy Recovery Equipment and Systems (1991)	SMACNA	SMACNA
	Requirements for Heat Reclaimer Devices for Use with Gas-Fired Appliances	AGA	ANSI Z21.40.1-1994
Humidifiers	Method for Measuring Performance of Appliance Humidifiers	AHAM	ANSI/AHAM HU-1-1987
	Central System Humidifiers for Residential Applications	ARI	ANSI/ARI 610-89
	Self-Contained Humidifiers for Residential Applications	ARI	ANSI/ARI 620-89
	Humidifiers (1993)	UL	UL 998, CSA C22.2 No. 104-93
Induction Units	Room Air-Induction Units	ARI	ANSI/ARI 445-87
	Frame Assignments for Alternating Current Integral-Horsepower Induction Motors	NEMA	NEMA MG 13-1984 (R 1990)
Louvers	Test Methods for Louvers, Dampers and Shutters	AMCA	AMCA 500-89
Measurements	A Standard Calorimeter Test Method for Flow Measurement of a Volatile Refrigerant	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 41.9-1988
	Engineering Analysis of Experimental Data	ASHRAE	ASHRAE Guideline 2-1986 (RA90)
	Methods of Measuring Solar-Optical Properties of Materials	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 74-1988
	Standard Method for Pressure Measurement	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 41.3-1989
	Standard Method for Measurement of Proportion of Oil in Liquid Refrigerant	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 41.4-1984
	Standard Method for Measurement of Moist Air Properties	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 41.6-1994
	Standard Methods of Measuring and Expressing Building Energy Performance	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 105-1984 (RA 90)
	Guide for Dynamic Calibration of Pressure Transducers	ASME	ANSI MC88-1-1972 (R 1987)
	Measurement of Industrial Sound	ASME	ANSI/ASME PTC 36-1985
	Measurement of Rotary Speed	ASME	ANSI/ASME PTC 19.13-1961(R 1986)
	Measurement Uncertainty	ASME	ANSI/ASME PTC 19.1-1985(R 1990)
	Method for Establishing Installation Effects on Flowmeter	ASME	ANSI/ASME MFC-10M-1994
	Pressure Measurement	ASME	ANSI/ASME PTC 19.2-1987
	Procedure for Bench Calibration of Tank Level Gaging Tapes and Sounding Rules	ASME	ANSI/ASME MC88.2-1974(R 1987)
Fluid Flow	Standard Methods of Measurement of Flow of Liquids in Pipes Using Orifice Flowmeters	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 41.8-1989

주 제	제 목	출 판	참 조
(Measurements 계속)	Fluid Flow in Closed Conduits Connections for Pressure Signal Transmissions Between Primary and Secondary Devices	ASME	ANSI/ASME MFC-8M-1988
	Glossary of Terms Used in the Measurement of Fluid Flow in Pipes	ASME	ANSI/ASME MFC-1M-1991
	Measurement of Fluid Flow by Means of Coriolis Mass Flowmeters	ASME	ANSI/ASME MFC-11M-1989 (R 1994)
	Measurement of Fluid Flow in Pipes Using Orifice, Nozzle, and Venturi	ASME	ASME MFC-3M-1989
	Measurement of Fluid Flow in Pipes Using Vortex Flow Meters	ASME	ASME/ANSI MFC-6M-1987
	Measurement of Fluid Flow Using Small Bore Precision Orifice Meters	ASME	ANSI/ASME MFC-14M-1995
	Measurement of Liquid Flow in Closed Conduits by Weighting Method	ASME	ANSI/ASME MFC-9M-1988
	Measurement of Liquid Flow in Closed Conduits Using Transit-Time Ultrasonic Flowmeters	ASME	ANSI/ASME MFC-5M-1985 (R 1994)
	Measurement Uncertainty for Fluid Flow in Closed Conduits	ASME	ANSI/ASME MFC-2M-1983 (R 1988)
Gas Flow	Standard Methods for Laboratory Air Flow Measurement	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 41.2-1987 (RA 92)
	Standard Method for Measurement of Flow of Gas	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 41.7-1984 (RA 91)
	Measurement of Gas Flow by Means of Critical Flow Venturi Nozzles	ASME	ASME/ANSI MFC-7M-1987(R 1992)
	Measurement of Gas Flow by Turbine Meters	ASME	ANSI/ASME MFC-4M-1986(R 1990)
Temperature	Standard Method for Temperature Measurement	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 41.1-1986 (RA 91)
	Temperature Measurement	ASME	ANSI/ASME PTC 19.3-1974 (R 1986)
	Total Temperature Measuring Instruments (Turbine Powered Subsonic Aircraft)	SAE	SAE AS 793-1966 (R 1991)
Outlets & Inlets	Method of Testing for Rating the Performance of Air Outlets and Inlets	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 70-1991
Radiation	Testing and Rating Standard for Baseboard Radiation, 6th ed. (1990)	HYDI	IBR
	Testing and Rating Standard for Finned-Tube (Commercial) Radiation (1990)	HYDI	IBR
Roof Ventilators	Commercial Low Pressure, Low Velocity Duct System Design (1990)	ACCA	ACCA Manual Q
	Power Ventilators (1984)	UL	ANSI/UL 705-1984
Sound Measurement	Methods for Calculating Fan Sound Ratings from Laboratory Test Data	AMCA	AMCA 301-90
	Laboratory Method of Testing In-Duct Sound Power Measurement Procedure for Fans	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 68-1986
		AMCA	ANSI/AMCA 330-86

주 제	제 목	출 판	참 조
(Sound Measurement 계속)	Reverberant Room Method for Sound Testing of Fans	AMCA	AMCA 300-94
	Application of Sound Rated Outdoor Unitary Equipment	ARI	ARI 275-84
	Method of Measuring Machinery Sound Within Equipment Space	ARI	ARI 575-94
	Method of Measuring Sound and Vibration of Refrigerant Compressors	ARI	ANSI/ARI 530-89
	Rating the Sound Levels and Sound Transmission Loss of Packaged Terminal Equipment	ARI	ANSI/ARI 300-88
	Sound Rating of Large Outdoor Refrigerating and Air-Conditioning Equipment	ARI	ARI 370-86
	Sound Rating of Non-Ducted Indoor Air-Conditioning Equipment	ARI	ARI 350-86
	Sound Rating of Outdoor Unitary Equipment	ARI	ARI 270-84
	Acoustical Terminology	ASA	ASA 111 : ANSI S1.1-1994
	Criteria for Evaluating Room Noise	ASA	AS A115 : ANSI S12.2-1995
	Guidelines for the Use of Sound Power Standards and for the Preparation of Noise Test Codes	ASA	ASA 94 : ANSI S12.30-1990
	Method for the Calibration of Microphones (reaffirmed 1986)	ASA	ANSI S1.10-1966 (R 1986)
	Procedures for Outdoor Measurement of Sound Pressure Level	ASA	ASA110 : ANSI S12.18-1994
	Specification for Sound Level Meters (reaffirmed 1986)	ASA	ASA47 :ANSI S1.4-1983 :ANSI S1.4A-1985
	Measurement of Industrial Sound	ASME	ASME/ANSI PTC 36-1985
	Procedural Standards for the Measurement and Assessment of Sound and Vibration (1994)	NEBB	NEBB
	Sound and Vibration Design and Analysis (1994)	NEBB	NEBB
	Sound Level Prediction for Installed Rotating Electrical Machines	NEMA	NEMA MG 3-1974 (R 1990)
Ventilation	Commercial Low Pressure, Low Velocity Duct System Design (1990)	ACCA	ACCA Manual Q
	Guide for Testing Ventilation Systems	ACGIH	ACGIH
	Industrial Ventilation: A Manual of Recommended Practice, 22nd ed. (1995)	ACGIH	ACGIH
	A Method of Determining Air Change Rates in Detached Dwellings	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 136-1993
	Method of Testing for Room Air Diffusion	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 113-1990
	Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality	ASHRAE	ANSI/ASHRAE 62-1989
	Residential Mechanical Ventilation Systems	CSA	CAN/CSA F326-M91
	Parking Structures	NFPA	ANSI/NFPA 88A-1995
	Repair Garages	NFPA	ANSI/NFPA 88B-1991
	Ventilation Control and Fire Protection of Commercial Cooking Operations	NFPA	ANSI/NFPA 96-1994

주제	제목	출판	참조
(Ventilation 계속)	Food Equipment	NSF	ANSI/NSF 2-1992
	Class II (Laminar Flow) Biohazard Cabinetry	NSF	NSF 49-1992
	Test Procedure for Battery Flame Retardant Venting Systems	SAE	SAE J 1495-1992
	Heater, Airplane, Engine Exhaust Gas to Air Heat Exchanger Type	SAE	SAE ARP 86A-1952 (R 1992)
	Aerothermodynamic Systems Engineering and Design	SAE	SAE AIR 1168/3-1990

약어해설 및 주소

ACCA Air Conditioning Contractors of America
1712 New Hampshire Avenue, NW, Washington, D.C. 20009

ACGIH American Conference of Governmental Industrial Hygienists
1330 Kemper Meadow Drive, Cincinnati, OH 45240

AGA American Gas Association
1515 Wilson Boulevard, Arlington, VA 22209
Also available through International Approval Services U.S., Inc., 8501 East Pleasant Valley Road, Cleveland, OH 44131

AHAM Association of Home Appliance Manufacturers
20 North Wacker Drive, Suite 1600, Chicago, IL 60606

AMCA Air Movement and Control Association, Inc.
30 West University Drive, Arlington Heights, IL 60004-1893

ANSI American National Standards Institute
11 West 42nd Street, 13th floor, New York, NY 10036-8002

ARI Air-Conditioning and Refrigeration Institute
4301 North Fairfax Drive, Suite 425, Arlington, VA 22203

ASA Acoustical Society of America, Standards Secretariat
120 Wall Street, 32nd floor, New York, NY 10005-3993
For ordering publications: Standards and Publications Fulfillment Center, P.O. Box 1020, Sewickley, PA 15143-9998

ASHRAE American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc
1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329

ASME International The American Society of Mechanical Engineers
345 East 47 Street, New York, NY 10017-2392

BSI British Standards Institution
389 Chiswick High Road, London W4 4AL, England

CSA Canadian Standards Association
178 Rexdale Boulevard, Etobicoke (Toronto), ON M9W 1R3, Canada

HEI Heat Exchange Institute
1300 Sumner Avenue, Cleveland, OH 44115-2851

HYDI Hydronics Institute
35 Russo Place, P.O. Box 218, Berkeley Heights, NJ 07922

NEBB National Environmental Balancing Bureau
8575 Grovemont Circle, Gaithersburg, MD 20877-4121

NEMA National Electrical Manufacturers Association
1300 North 17th Street, Suite 1847, Rosslyn, VA 22209

NFPA National Fire Protection Association
1 Batterymarch Park, P.O. Box 9101, Quincy, MA 02269-9101

NSF NSF International
P.O. Box 130140, Ann Arbor, MI 48113-0140

SAE Society of Automotive Engineers
400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001

SMACNA Sheet Metal and Air Conditioning Contractors
National Association, 4201 Lafayette Center Drive, Chantilly, VA 22021-1209

TEMA Tubular Exchanger Manufacturers Association, Inc
25 North Broadway, Tarrytown, NY 10591-3201

UL Underwriters Laboratories Inc.
333 Pfingsten Road, Northbrook, IL 60062-2096

제3장 연구개발 수행내용 및 결과

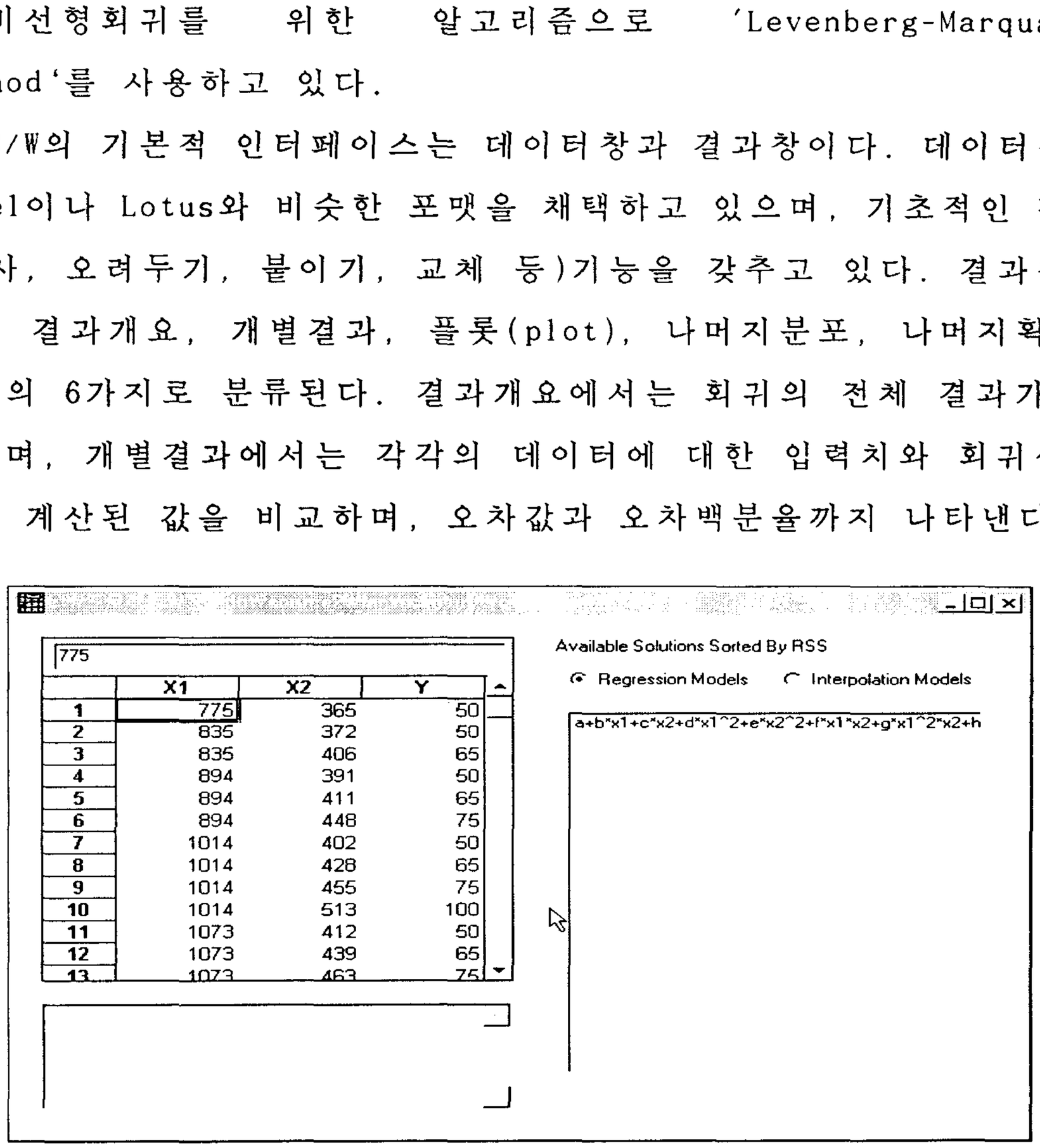
제1절 분석도구

1. 회귀 S/W

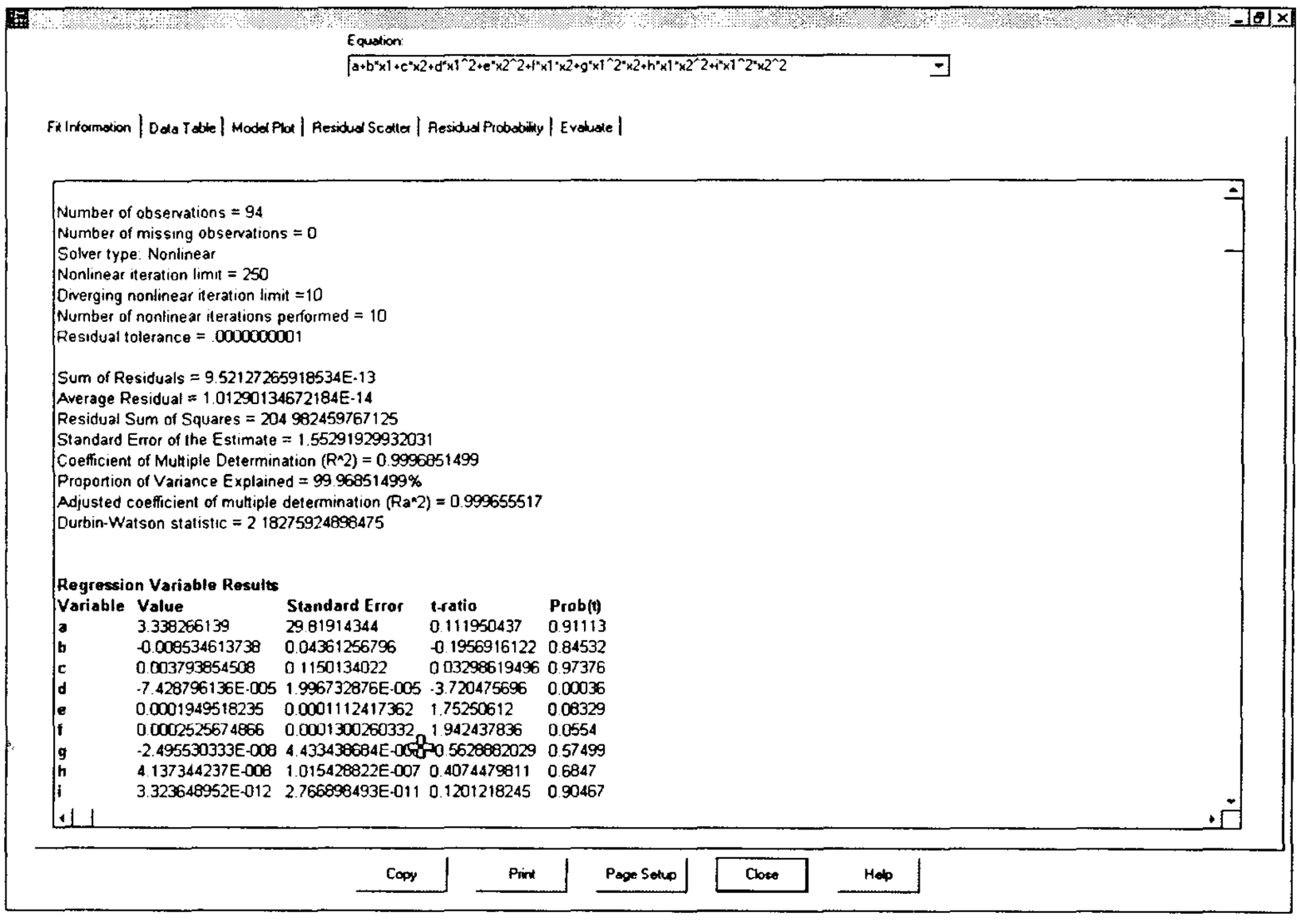
본 연구의 데이터 분석에 사용된 S/W는 Oakdale사의 Datafit이며, 수집한 여러 S/W중 가장 편리한 사용자 인터페이스를 가지고 있고 다양한 분석 기법과 함께 그래픽 기능까지 제공하므로 위의 S/W를 선정, 사용하였다.

비선형회귀를 위한 알고리즘으로 'Levenberg-Marquardt Method'를 사용하고 있다.

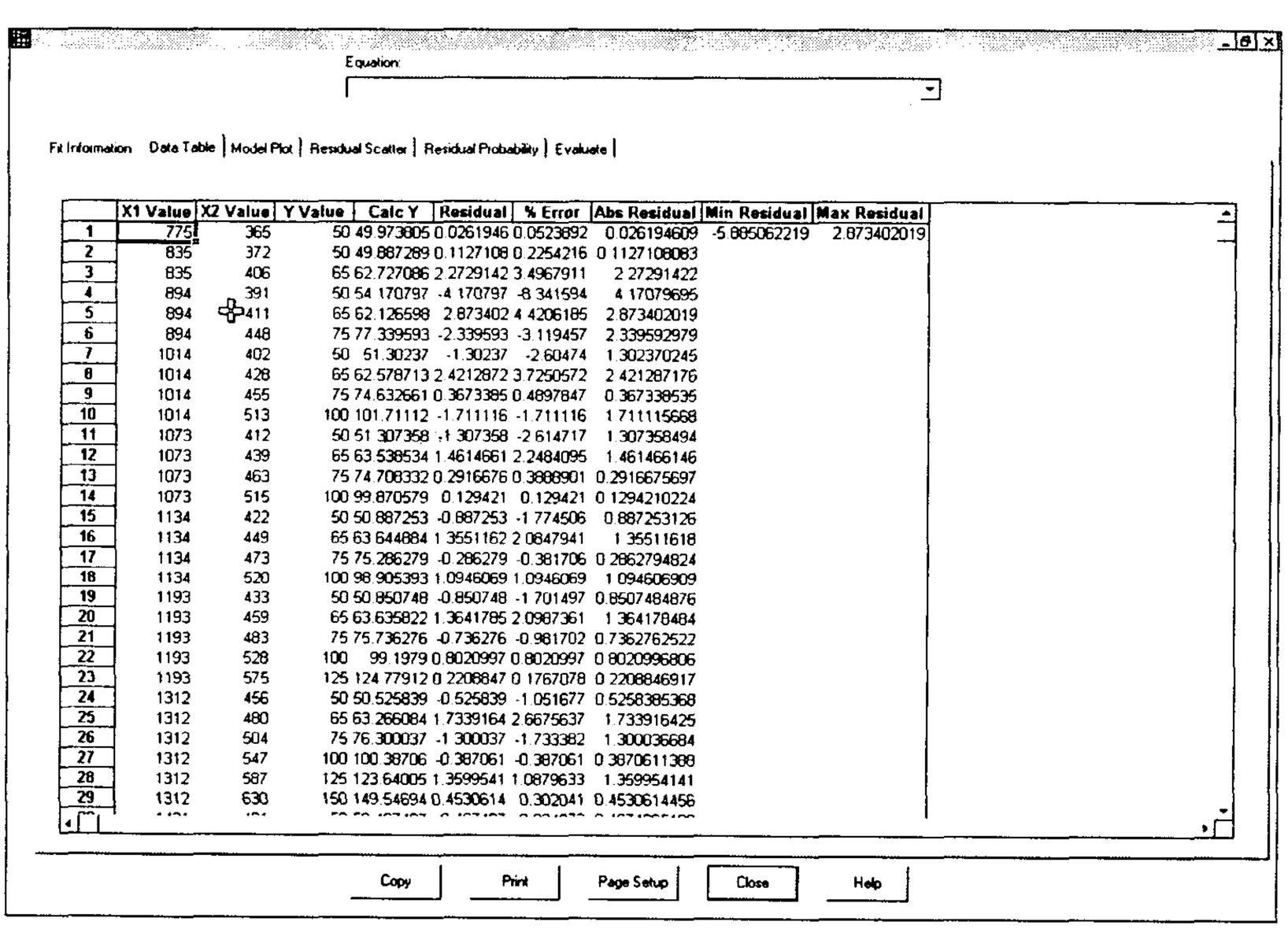
S/W의 기본적 인터페이스는 데이터창과 결과창이다. 데이터창은 Excel이나 Lotus와 비슷한 포맷을 채택하고 있으며, 기초적인 편집(복사, 오려두기, 붙이기, 교체 등)기능을 갖추고 있다. 결과창은 크게 결과개요, 개별결과, 플롯(plot), 나머지분포, 나머지확률, 계산의 6가지로 분류된다. 결과개요에서는 회귀의 전체 결과가 나타나며, 개별결과에서는 각각의 데이터에 대한 입력치와 회귀식에 의해 계산된 값을 비교하며, 오차값과 오차백분율까지 나타낸다.



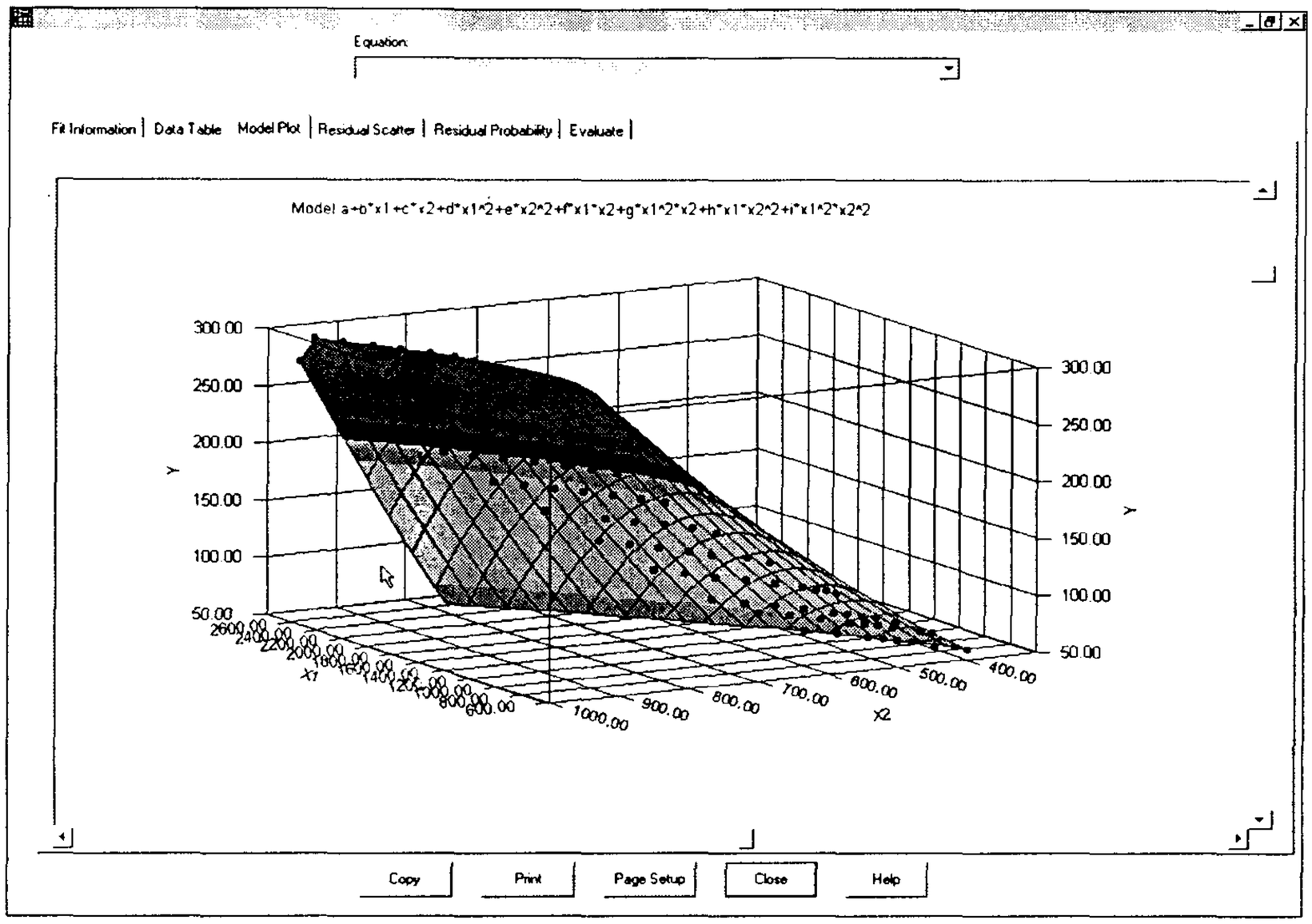
[그림3.1] Datafit 기본창



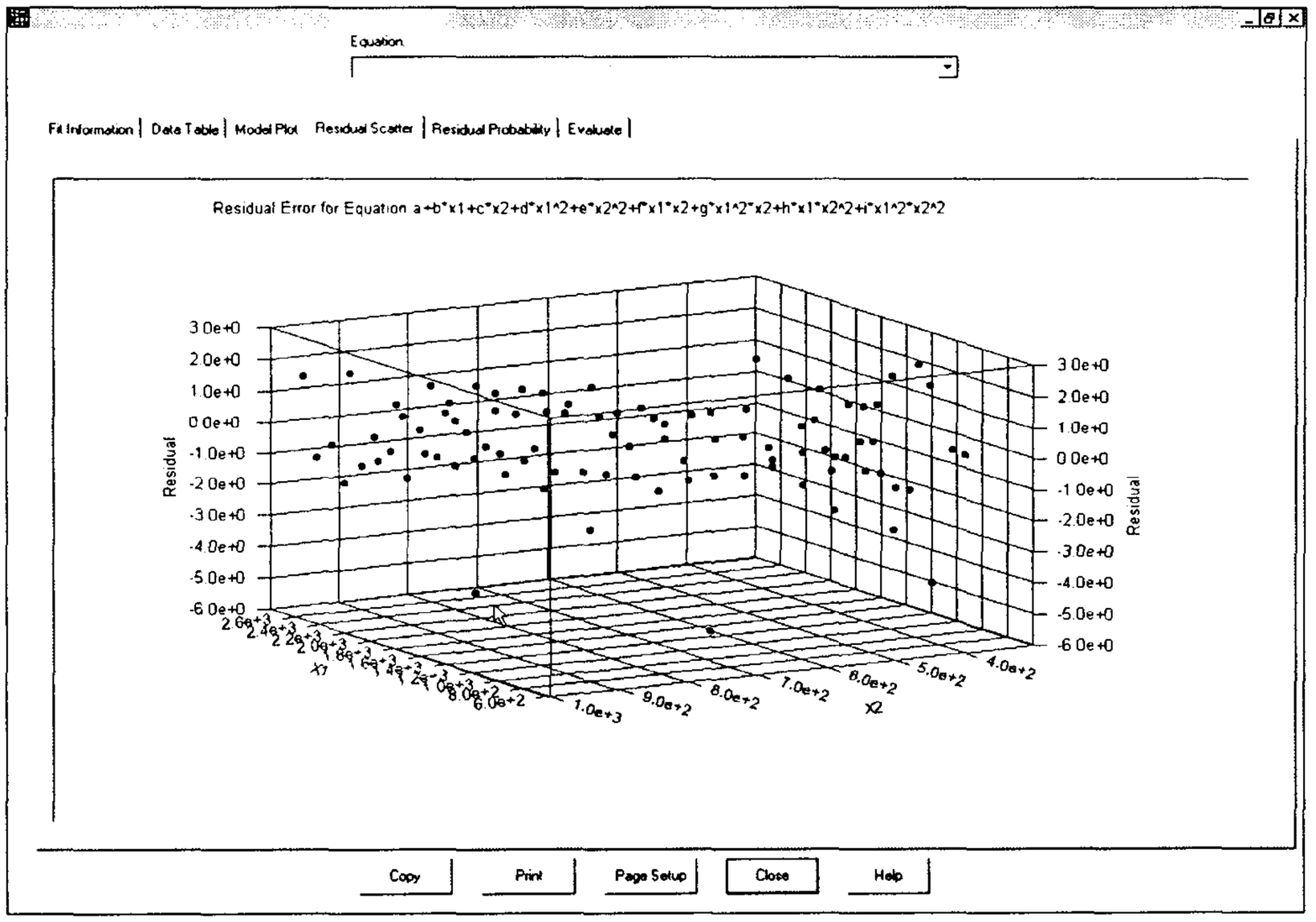
[그림3.2] 회귀정보창



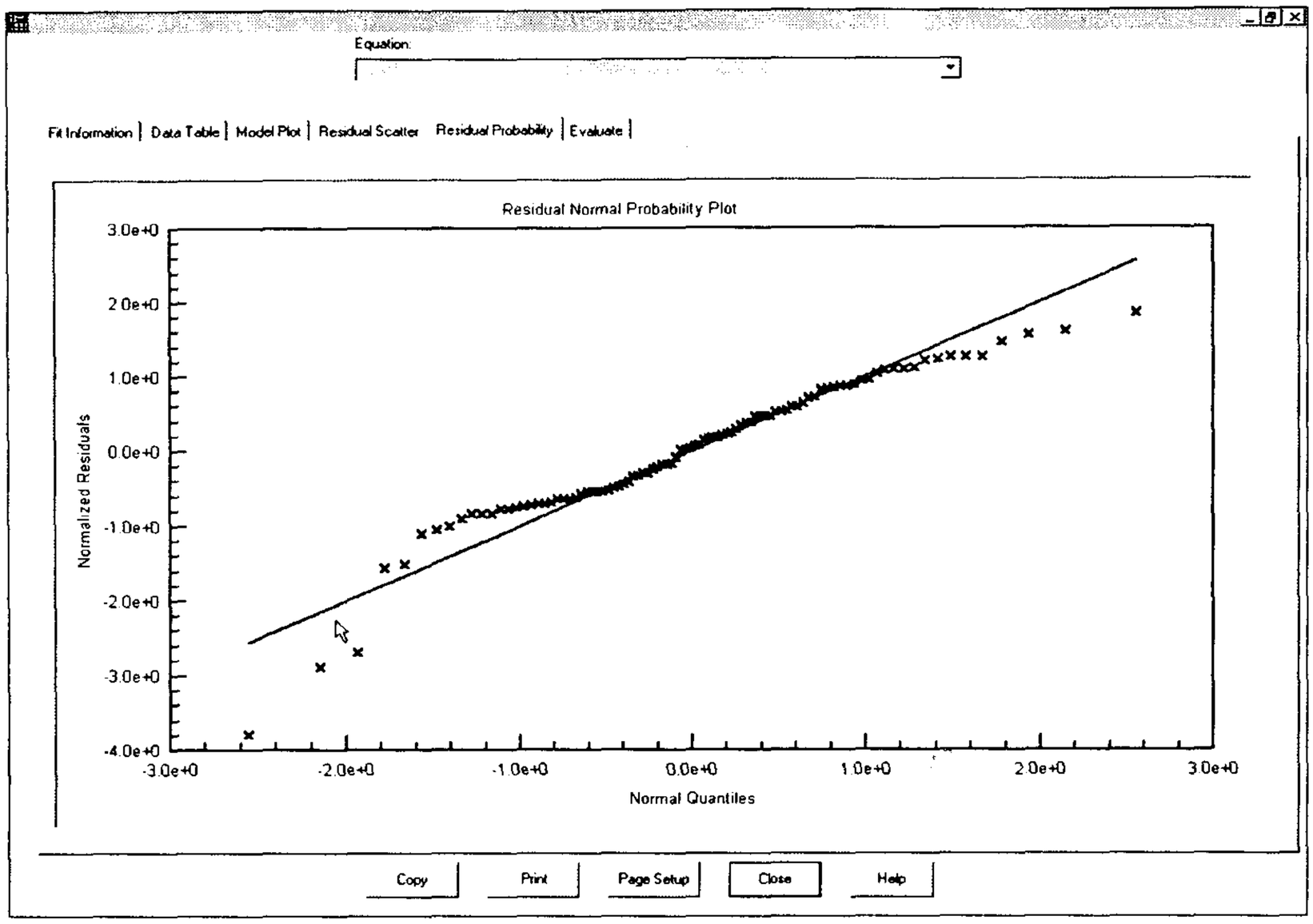
[그림3.3] 데이터표창



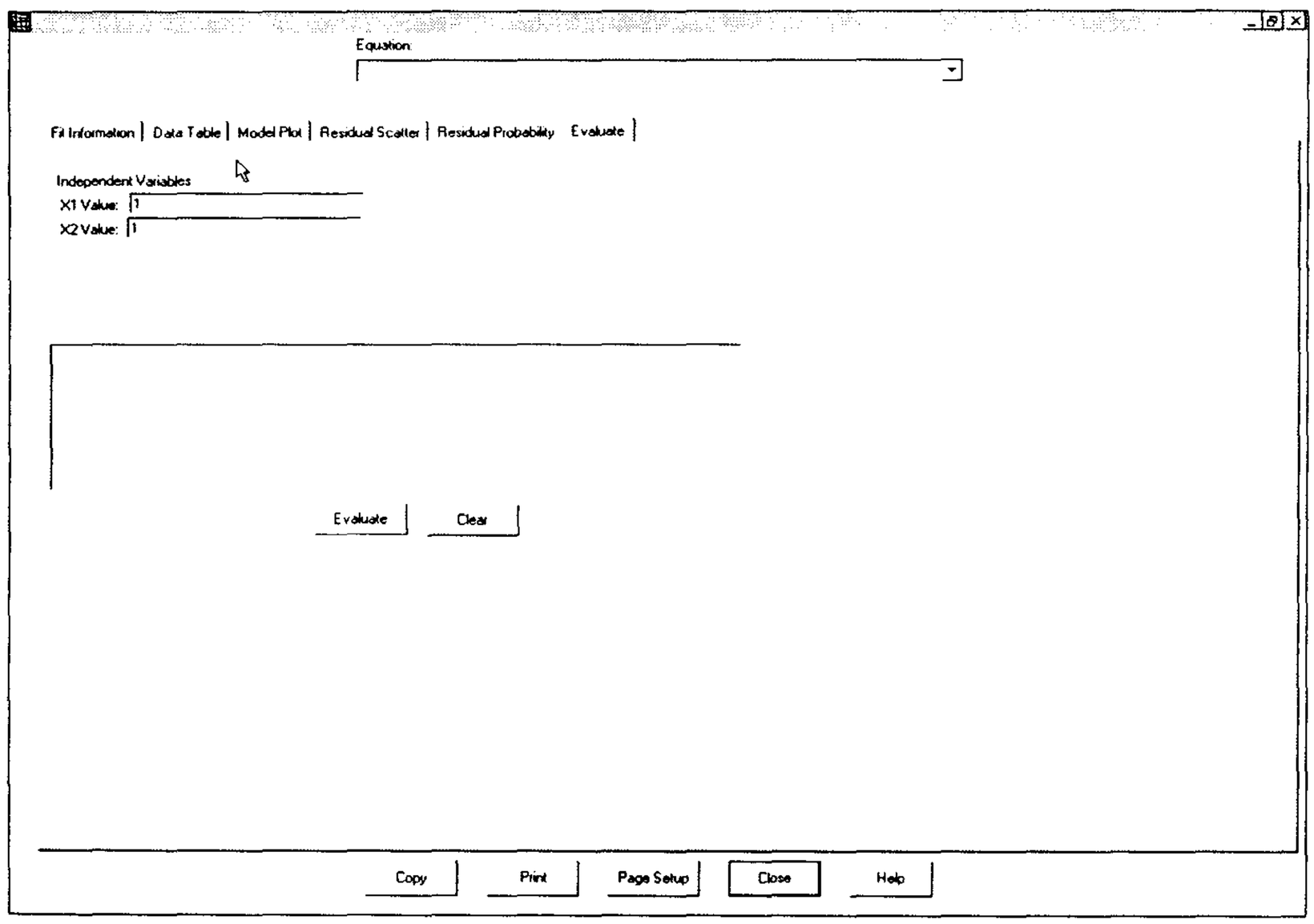
[그림3.4] 플롯(Plot)창



[그림3.5] 나머지분표창



[그림3.6] 나머지확률창



[그림3.7] 계산창

[그림3.2]에 제시된 회귀정보창에 회귀의 총결과가 나타나 있다. 이 창에 제시된 여러 회귀분석결과에 대한 간략한 설명은 다음과 같다.

Number of observations : 처리 데이터수 (=n)

Number of missing observations : 미처리 데이터수

Solver type : 회귀종류(선형/비선형)

Nonlinear iteration limit : 최대 반복계산 회수

Diverging nonlinear iteration limit : 발산하는 반복회수

Number of nonlinear iterations performed : 반복계산 회수

Residual tolerance : 나머지 공차

Sum of Residuals : 나머지 총합

$\sum_{i=1}^{n}(Y_i - y_i)$ Y_i : 실제값, y_i : 계산값, n : 처리데이터수

Average Residual : 나머지의 평균값

$$\frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - y_i)}{n}$$

Residual Sum of Squares : 오차자승의 합

$$\sum_{i=1}^{n}(Y_i - y_i)^2$$

Standard Error of the Estimate : 나머지의 표준편차

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(Y_i - y_i)^2}{(n-p)}}$$, p : 회귀식에서의 변수개수

Coefficient of Multiple Determination (R^2) : 회귀모델에 의해 해석될 수 있는 데이터의 범위로, 이값이 1에 가깝다는 것은 회귀식의 계산값이 모든 데이터점을 지난다는 뜻이다.

$$R^2 = \sum_{i=1}^{n}(y_i - \overline{Y})^2 / \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \overline{Y})^2$$

Proportion of Variance Explained : 해석될 수 있는 데이터 범위 퍼센트

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) : 더 많은 변수를 가지는 모델을 사용했을때의 R^2증가를 기준으로 적절한지를 가늠하는 기준

$$R_a^2 = \frac{(n-1)R^2-k}{n-1-k}$$, k : 모델에서의 회귀변수 개수

Regression Variable Results

Value : 회귀식 계수값

Standard Error : 회귀인자의 표준편차

t-ratio : 회귀계수값/회귀인자의 표준편차로서 이 값이 클수록 이 회귀모델에서 이 변수가 차지하는 비중이 그만큼 크다는 뜻이다.

Prob(t) : 값이 작을수록 회귀계수값이 0이 될 확률이 적어진다는 뜻을 나타낸다.

2. 포트란 프로그램 코드

공조기기의 성능 분석을 위하여 사용되는 여러 가지 관계식 중에서 가장 일반적인 형태는 1개 또는 2개의 독립변수를 가진 다항식 형태이다. 앞에서 설명한 본 연구의 데이터 분석도구로 사용된 Datafit 프로그램은 상업적 코드로서 실행화일만 제공되며 사용방법을 익히는데는 상당한 노력이 필요하다. 따라서 향후 관련제조업체나 공조시스템 설계자가 필요에 따라 자신의 데이터를 분석, 가공하여 데이터베이스에 추가할 수 있도록 간단한 프로그램을 작성하여 제공한다. 아래에 회귀분석을 이용하여 2개의 독립변수를 가진 2차 다항식의 계수를 정하는 프로그램 소스를 제공한다.

그러나, 이 프로그램은 Fortran 언어로 되어 있어서 데이터를 규정된 형식의 텍스트 파일로 정확히 작성하여야 하므로 상당한 시간이 소요되며, GUI기능을 제공하지 않으므로 윈도우 환경에서 사용하는데는 다소 불편하리라 예상된다.

```
This program calculates the best fit coefficients for
polynomial equations of 2 independent variables for
several data points

NPTS : Number of data points
NTER : Number of terms in equation
DEP : Dependent variable
X : First independent variable
Y : Second independent variable
DEPC : Dependent variable calculated from final solution
COEF : Coefficients for equation
SC : Standard errors of coefficients
DEL : Difference between original data point and calc. value



 real nx(50)
 common A
 external dotprd,hyperf

 dimension dep(50),x(50),y(50)
 dimension depc(50),coef(10),sc(11),w(50),ph(65,50),del(50),
+a(50,11),error(50)

 open(unit=10,file='input data file',status='old')
 open(unit=11,file='output data file',status='new')
 npts=36
 nter=9
    nterm=10

    do 100 i=1,npts
    read(10,1) x(i),dep(i),y(i)
  1 format(2f8.1,8x,f8.1)
100 continue

 10 do 200 j=1,npts
    nx(j)=j
    a(j,1)=1.0
    a(j,2)=x(j)
    a(j,3)=x(j)**2
    a(j,4)=y(j)
    a(j,5)=y(j)**2
    a(j,6)=x(j)*y(j)
    a(j,7)=x(j)**2*y(j)
    a(j,8)=x(j)*y(j)**2
    a(j,9)=x(j)**2*y(j)**2
      w(j)=1.0
  200 continue

c
c
      call orthon(hyperf,ph,65,nx,dep,w,npts,0,nter,coef,
     +sc,depc,del,1.e-9,mm)

      write(11,2)
```

```
  2 format(7x,'Flowrate',8x,'Shp ',7x'Original H    Calculated H
   +2x,'Difference  Percent Diff')

     do 300 i=1,npts
     error(i)=del(i)/dep(i)*100.
     write(11,3) x(i),y(i),dep(i),depc(i),del(i),error(i)
  3 format(1x,5e14.4,f10.2)
300 continue

     write(11,4)
  4 format(/,1x,' Polynomial Coefficients')

       do 400 i=1,nter
       write(11,5) i,coef(i)
    5 format(1x,i5,e18.8)
  400 continue

       write(11,6) sc(nterm)
    6 format(/,2x,'Standard Error :  ',e12.4)

       close(10)
       close(11)
       end


c-----------------------------------c
c         SUBROUTINE ORTHON         c
c-----------------------------------c

      subroutine orthon(fun,phi,ida,x,y,w,nbig,ml,nsmall,
     +coe,seofc,backsl,deltas,eps,ncode)

      dimension seofc(1),deltas(1),backsl(1),x(1),y(1),
     +coe(1),w(1)
      dimension phi(1)

      nl=nbig+nsmall
      n2=nsmall+1
      nswitch=1
      n5=ml+1
      n4=nbig+1
      ii=1

      if(n5-n2) 40,290,290

 40 do 280 k=n5,n2
      n3=k-1
      n3ida=n3*ida
      n4ida=n3ida+1

      go to (50,60),nswitc
 50 n7=n3
      go to 65
 60 n7=ncode
 65 k1=nbig+k
```

```
      do 70 i=n4,n1
      n3idai=n3ida+i
   70 phi(n3idai)=0.0

      if(k-n2) 80,100,100
   80 jj=k

      do 90 i=1,nbig
      x1=x(i)
      n3idai=n3ida+i
   90 phi(n3idai)=fun(x1,jj)

      n3idak=n3ida+k1
      phi(n3idak)=1
      go to 120

  100 ii=nbig+1

      do 110 i=1,nbig
      nsidi=nsmall*ida+i
  110 phi(nsidi)=y(i)
  120 if(n7) 150,150,130
  130 do 140 j=1,n7
      k2=nbig+j
      jida=(j-1)*ida

      c=dotprd(phi(n4ida),phi(jida+1),w,nbig)

      do 140 i=1,k2
      n3idai=n3ida+i
      jidai=jida+i
  140 phi(n3idai)=phi(n3idai)-c*phi(jidai)

  150 if (k-n2) 160,190,160
  160 c=dotprd(phi(n4ida),phi(n4ida),w,nbig)

      if(c-eps) 300,300,170
  170 c=sqrt(c)

      do 180 i=1,k1
      n3idai=n3ida+i
  180 phi(n3idai)=phi(n3idai)/c

      if(n7) 200,280,200
  190 k1=n1

  200 do 210 i=1,k1
  210 deltas(i)=0.0

      if(n7) 240,240,220
  220 do 230 j=1,n7
      k2=nbig+j
      jida=(j-1)*ida
```

```
      c=dotprd(phi(n4ida),phi(jida+1),w,nbig)

      do 230 i=1,k2
      jidai=jida+i
  230 deltas(i)=deltas(i)+c*phi(jidai)

  240 do 250 i=ii,k1
      n3idai=n3ida+i
  250 phi(n3idai)=phi(n3idai)-deltas(i)
      if(k-n2) 260,280,280
  260 c=dotprd(phi(n4ida),phi(n4ida),w,nbig)
      c=sqrt(c)

      do 270 i=1,k1
      n3idai=n3ida+i
  270 phi(n3idai)=phi(n3idai)/c
  280 continue
c
  290 go to (310,320),nswitc
  300 ncode=k-1
      k=n2-1
      nswitc=2

      go to 290

  310 ncode=nsmall
  320 sums=0.0
      jida=nsmall*ida
      c=amax0(1,nbig-ncode)

      do 330 i=1,ncode
      ijidan=i+jida+nbig
      coe(i)=-phi(ijidan)
      seofc(i)=0.0
      do 330 j=1,ncode
      jidani=(j-1)*ida+nbig+i
      x1=phi(jidani)
  330 seofc(i)=seofc(i)+x1**2

      do 350 i=1,nbig
      x1=0.0
      x2=x(i)
      do 340 jj=1,ncode
  340 x1=x1+fun(x2,jj)*coe(jj)

      deltas(i)=y(i)-x1
      sums=sums+deltas(i)**2
  350 backs1(i)=x1

      do 360 i=1,ncode
  360 seofc(i)=sqrt(seofc(i)*sums/c)

      deltas(nbig+1)=sums
```

```
      seofc(nsmall+1)=sqrt(sums/c)
      return
      end

c--------------------------------c
c       External Functions       c
c--------------------------------c

      function dotprd(a,b,w,n)
      dimension a(500),b(500),w(500)
      sum=0.0
      do 1 i=1,n
    1 sum=sum+a(i)*b(i)*w(i)
      dotprd=sum
      return
      end

      function hyperf(xx,jj)
      dimension a(50,10)
      common a
      nn=xx
      hyperf=a(nn,jj)
      return
      end
```

제2절 2차공조시스템 구성요소의 Simulation

1. 송풍기

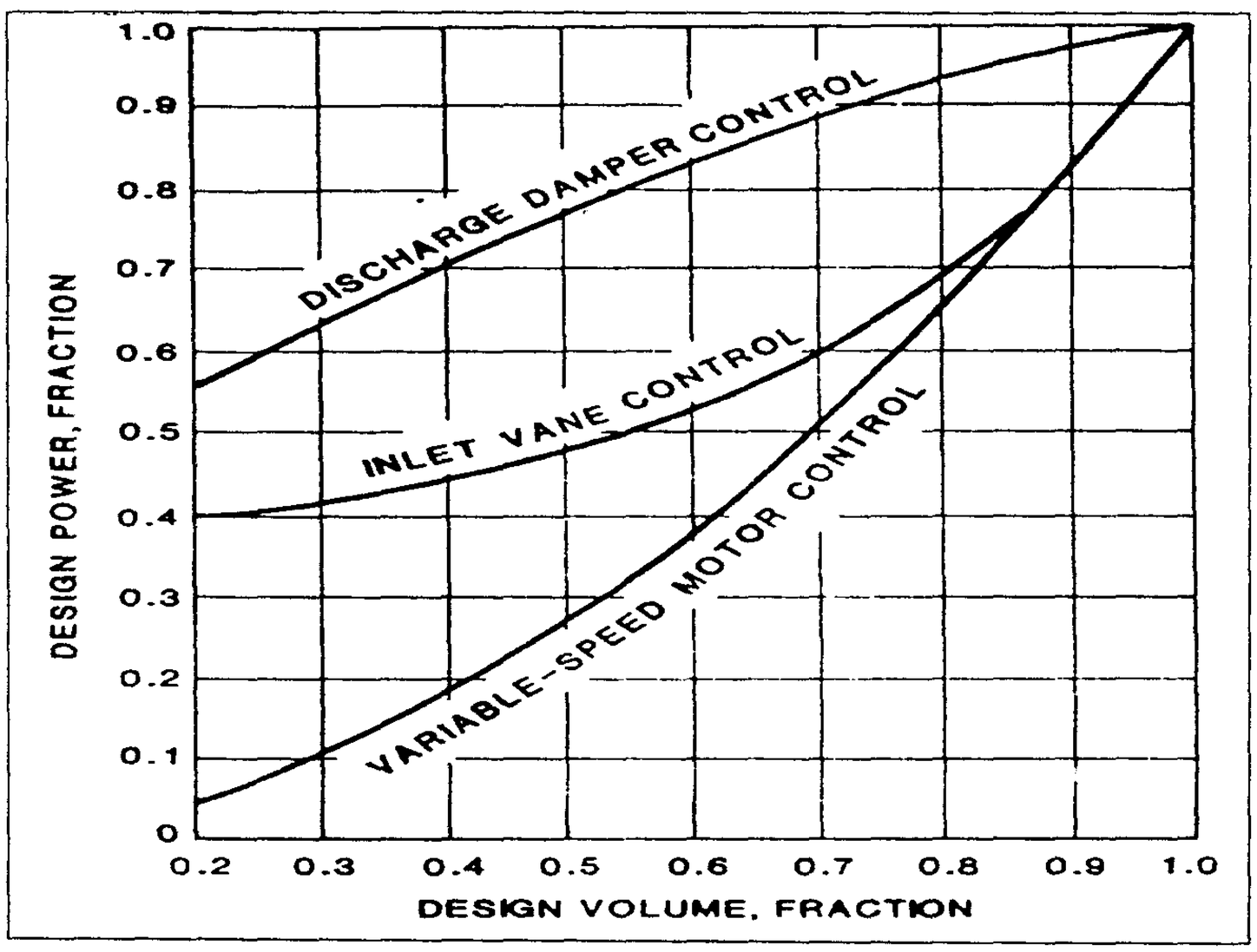
가. 단순모델

부분 부하율(PLR) = (실제 풍량) / (정격 풍량)

동력 소비율(FFLP) = $f(PLR) = C_0 + C_1(PLR) + C_2(PLR)^2 + C_3(PLR)^3$

실제 축동력 = FFLP · (정격 축동력)

소비동력 = (실제축동력)/(전동기 효율)



[그림3.8] 대표적인 부분부하 성능 예

용량제어 방식	C_0	C_1	C_2	C_3
토출댐퍼(Discharge Damper)	0.350712	0.3085	-0.54137	0.871988
흡입베인(Inlet Vane)	0.3707	0.9725	-0.3424	0.0
회전수제어(Variable Speed Drive)	0.00153	0.005208	1.1086	-0.11636

[표3.1] 용량제어방식별 부분부하성능 예

해외업체의 송풍기 단순모델 자료예를 아래에 제시한다.

		Percent Fan Airflow										
Fan Type	Eff.	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1	54%	21%	27%	33%	40%	46%	54%	61%	72%	81%	91%	100%
2	50%	28%	32%	38%	43%	48%	55%	64%	73%	82%	91%	100%
3	44%	6%	7%	9%	13%	19%	25%	35%	44%	60%	77%	100%
4	48%	6%	7%	9%	13%	19%	25%	35%	44%	60%	77%	100%
5	54%	30%	30%	30%	30%	30%	31%	36%	45%	57%	74%	100%
6	54%	44%	53%	61%	69%	76%	84%	90%	96%	99%	101%	100%
7	50%	40%	43%	46%	49%	52%	56%	60%	67%	73%	83%	100%
8	42%	5%	7%	10%	13%	15%	21%	30%	42%	57%	77%	100%
9	43%	5%	7%	10%	13%	15%	21%	30%	42%	57%	77%	100%
10	54%	4%	6%	8%	12%	17%	24%	33%	45%	60%	78%	100%

Eff: 송풍기의 총합효율, 송풍기의 기계적 효율, 구동장치손실, 모터효율을 모두 고려한 총합효율임.

송풍기의 종류 :

1. 다익형(FC)
2. 토출댐퍼 + 다익형 (FC)
3. 인버터 회전수제어 + 다익형 (FC)
4. 변속모터 + 다익형 (FC)
5. 흡입베인 + 다익형 (FC)
6. 후향익/에어포일형 (BI/AF)
7. 흡입베인 + 후향익/에어포일형 (BI/AF)
8. 인버터 회전수제어 + 후향익/에어포일형 (BI/AF)
9. 변속모터 + 후향익/에어포일형 (BI/AF)
10. 피치조절형 축류송풍기 (AXIAL)

[표3.2] 송풍기 효율과 부분부하성능 예(미국Carrier社 자료)

나. 상세 모델

$\phi = \frac{\dot{m}}{\rho N D^3}$: 유량계수 (Flow Coefficient)

$\psi = \frac{\Delta P}{\rho N^2 D^2}$: 양정계수 (Head Coefficient)

$\eta_s = \frac{\dot{m} \Delta P}{\rho W_s}$: 송풍기 효율

여기서, $C_a = \dot{m}_a$

$$C_w = \left(\frac{\dot{m} C_p}{C_{p,sat}}\right)_l$$

$\Delta h_{sat} = C_{p,sat} \Delta t_{sat}$ 로 정의된다.

$$UA_h = \frac{UA}{C_p}$$

여기서 UA=온도기준 열전달 수, C_p=비열 이다.

$UA_h = \frac{UA}{C_p}$: 엔탈피 기준 열전달 수

$$\frac{1}{UA_{h,tot}} = \frac{C_{p,sat}}{UA_{int}} + \frac{C_{p,a}}{UA_{ext}}$$

여기서 UA_{ext}값은 코일의 바이패스 계수(Bypass Factor)나 일반적인 열교환기에서와 같은 유용도(effectiveness)가 주어지면 다음과 같이 구할 수 있다.

$$UA_{ext} = -(\dot{m} C_p)_a \cdot \ln(BF) = -(\dot{m} C_p)_a \cdot \ln(1-\varepsilon)$$

또한 UA_{int}값은 $U_{Ah,tot}$값과 UA_{ext}값으로부터 구해진다.

설계인자

m_l	냉수 질량유량	$t_{l,lvg}$	냉수 출구 온도
$t_{l,ent}$	냉수 입구온도	$t_{o,lvg}$	출구공기 건구온도
m_s	건공기 질량유량	$w_{a,lvg}$	출구공기 습도
$t_{a,ent}$	입구공기 건구온도	q_{tot}	전열교환량
$w_{a,ent}$	입구공기 절대습도	q_{sen}	현열교환량
		f_{wet}	습윤면적비

$$\psi = a_0 + a_1\phi + a_2\phi^2 + a_3\phi^3 + a_4\phi^4$$

$$\eta_s = b_0 + b_1\phi + b_2\phi^2 + b_3\phi^3 + b_4\phi^4$$

ρ : 공기밀도(kg/m³)

N : 회전수(hz)

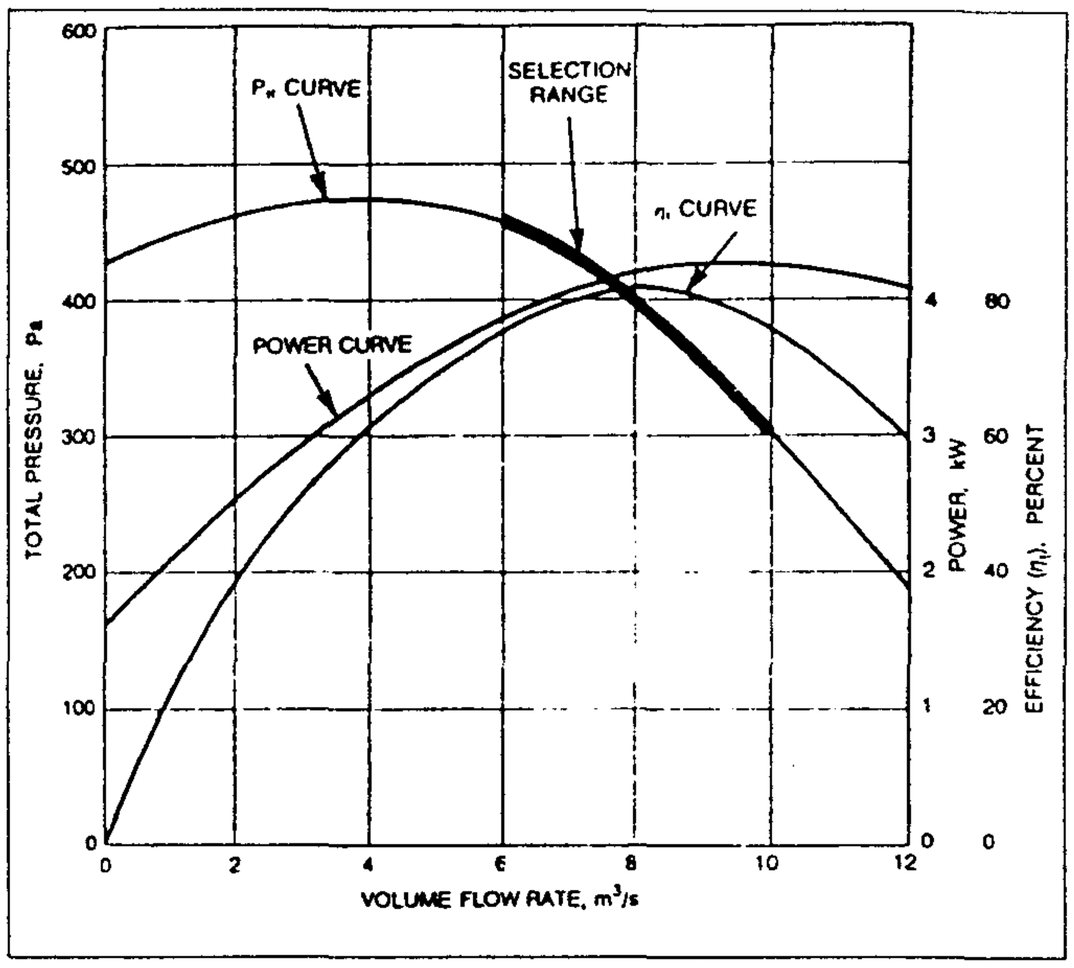
d : 임펠러직경(m)

$\dot{m}$: 질량유량 (kg/s)

ΔP : 압력차 (Pa)

η_s : 송풍기 효율

W_s : 축동력 (W)



[그림3.9] 일반적인 송풍기 성능곡선

W_t : 송풍기 소비동력(W)

η_{motor} : 전동기효율

$$W_t = \frac{W_s}{\eta_{motor}}$$

	계수				
양정	$a_0 = 3.460$	$a_1 = 2.286$	$a_2 = -4.104$	$a_3 = -1.530$	$a_4 = 0.0$
효율	$b_0 = 0.0$	$b_1 = 2.957$	$b_2 = -2.896$	$b_3 = 0.290$	$b_4 = 0.0$

[표3.2] 송풍기 상세모델 예

2. 공기냉각/가열코일

가. 냉각제습코일의 단순모델

냉각코일의 엔탈피 기준 유용도(Enthalpy effectiveness)ε는 다음과 같다.

$$\varepsilon = \frac{C_a(h_{a,ent} - h_{a,lvg})}{C_{\min}(h_{a,ent} - h_{l,ent,sat})}$$

설계 인자

$m_{l,rat}$ 냉수 질량유량
$t_{l,rat}$ 냉수 입구온도
$m_{a,rat}$ 건공기 질량유량
$t_{a,rat}$ 정격 입구공기 공기온도
$w_{a,rat}$ *Entering air humidity ratio at rating*
$q_{tot,rat}$ *Total heat transfer rate at rating*
$q_{sen,rat}$ *Sensible heat transfer rate at rating*

물성치

$C_{p,a}$ 공기 비열
$C_{p,v}$ 수증기 비열
$C_{p,l}$ 냉수 비열

내부 변수(internal Variables)

UA_{int} 냉수측 열전달수
UA_{ext} 공기측 열전달수
UA_{h} 총괄열전달수
$h_{l,ent,sat}$ 냉수입구 온도에서의 포화공기 엔탈피
$C_{p,sat}$ 포화공기의 유효비열(*effective specific heat*)
BF 바이패스 계수(*Bypass factor*)

나. 가열코일의 단순모델

$$q = C_a(t_{a,ent} - t_{a,lvg}) = C_l(t_{l,lvg} - t_{l,ent})$$

$$C_a = (\dot{m}C_p)_a$$
$$C_l = (\dot{m}C_p)_l$$

$$UA = NTU \cdot (\dot{m}\ C_p)_{\min}$$

$$\varepsilon = \frac{q_{tot}}{C_{\min} \cdot (t_{l,ent} - t_{a,ent})}$$

다. 직접 팽창코일의 성능계산 (DOE2.1 모델)

$$q_{tot} = q_{tot,rat} \cdot f_{cap,t}(t_{wb,ent}\ ,\ t_{amb}) \cdot f_{cap,m}(\dot{m}/\ \dot{m}_{rat})$$

$$\frac{1}{COP} = \frac{1}{COP_{rat}} \cdot f_{cop,t}(t_{wb,ent}, t_{amb}) \cdot f_{cop,m}(\dot{m}/\ \dot{m}_{rat})$$

$$f_{cap,t}(t_{wb,ent}\ ,\ t_{amb}) = 0.60034040 + 0.00228726\,t_{wb,ent} - 0.0000128\ t^2_{wb,ent} + 0.00138975\,t_{amb} - 0.0000806\ t^2_{amb} + 0.00014125\,t_{wb,ent}t_{amb}$$

$$f_{cap,m}(\dot{m}/\ \dot{m}_{rat}) = 0.8+0.2(\dot{m}/\ \dot{m}_{rat})$$

$$f_{cop,t}(t_{wb,ent}, t_{amb}) = -0.9617787+0.04817751t_{wb,ent}-0.0002311\ t^2_{wb,ent} +0.00324392t_{amb}+0.00014876\ t^2_{amb}\ -\ 0.00029525t_{wb,ent}t_{amb}$$

$$f_{cop,m} = 1.156-0.1816(\dot{m}/\ \dot{m}_{rat})$$

$$h_{adp} = h_{ent}-\frac{h_{ent}-h_{lvg}}{1-BF}$$

$$w_{lvg} = w_{adp}+BF\cdot(w_{ent}-w_{adp})$$

$$SHR = \frac{h(t_{ent}, w_{adp})}{h_{ent}-h_{adp}}$$

설 계 인 자

m	건공기 질량유량
t_{ent}	입구공기 건구온도
w_{ent}	입구공기 절대습도
t_{amb}	외기 건구온도
q_{tot}	전열교환량
SHR	현열비
COP	성적계수

UA/C_p 또는 바이패스 계수 $(BF) = \exp(-UA/C_pm_{rat})$

h_{fg} 물의 증발잠열

내부변수 (internal Variables)

$t_{wb,ent}$	입구공기 습구온도
h_{ent}	입구공기 엔탈피
h_{lvg}	출구공기 엔탈피
h_{adp}	장치노점 온도에서의 공기 엔탈피
w_{adp}	장치노점 온도에서의 공기 절대습도
BF	바이패스 계수(*Bypass factor*)

라. 냉각제습 및 가열 코일의 상세모델

코일외측 열전달계수

dry 상태

$$h_{o,d} = jG_a c_{p,a} \mathrm{Pr}^{-2/3}$$

$$j = c_1 Re^{C2}{}_a$$

wet 상태

$$h_{o,w} = C_f h_{o,d}$$

$$C_f = 0.626\, v_f^{0.101}$$

$$Re_d = \frac{G_a d_h}{\mu}$$

$$d_h = \frac{4A_c}{A_o/L}$$

코일내측 열전달계수

$$Re_d = \frac{Gd}{\mu}$$

$$h_i = Nu_d \frac{k}{d}$$

$Re_a > 4000$ 일 때 (난류 유동시)

$$Nu_d = = 0.027 \times Re_d^{0.8} \mathrm{Pr}^{1/3} (\frac{\mu}{\mu_w})^{0.14}$$

$Re_a > 2000$ 일 때 (층류 유동시)

$$Nu_d = 1.86\times(Re_d\Pr)^{1/3}(\frac{d}{L})^{1/3}(\frac{\mu}{\mu_w})^{0.14}$$ 단, $Re_d \Pr \cdot \frac{d}{L} > 10$ 일것

천이구역인 경우에는 Re값에 따라 직선 보간하여 구한다.

설계인자

G_a	단위면적당 공기질량 유량
d_h	수력직경
$C_{p,a}$	공기비열
K	열전도도
μ	동점성계수
$h_{o,d}$	건조상태의 열전달계수
$h_{o,w}$	습윤상태의 열전달계수
G	단위면적당 유체 질량유량
C_p	유체의 비열
μ_w	전열벽면에서의 동점성계수
h_i	내표면 열전달계수

내부변수 (Internal variables)

$C1, C2$	상수
j	콜번(*Colburn*) $j-factor$
Re_d	레이놀즈(*Reynolds*) 수
$\Pr$	프란틀(*Prandtl*) 수
A_c	최소 유로면적
A_o	외표면적
L	코일 길이 또는 튜브 길이
v_f	전면 풍속
N_d	누셀(*Nsselt*) 수

코일튜브와 튜브 fouling에 의한 열저항

$$R_m = \frac{A_o}{A_i}[\frac{(r_o-r_i)}{k_t}+F_t]$$

공기측 열저항 $R_o = \frac{1}{h_o}$

$R_i = \frac{A_o}{A_i}\frac{1}{h_i}$: 물측 열저항

$R_f = \frac{(1-\eta_e)}{\eta_e}\frac{1}{h_o}$: 핀의 저항

$$\eta_o = 1 - \frac{A_s}{A_o}(1-\eta_f)$$: 핀효율에 의한 표면 Effectiveness

$$UA = \frac{A_o}{R_m + R_e + R_f + R_i}$$

$$UA_{int} = \frac{A_o}{R_m + R_i}$$: 관내부(물)

$$UA_{ext} = \frac{A_o}{R_f + R_o}$$: 관외부(공기)

설계인자

m_l	냉수 질량유량
$t_{l,ent}$	냉수 입구온도
m_s	건공기 질량유량
$t_{a,ent}$	입구공기 건구온도
$w_{a,ent}$	입구공기 절대습도
$t_{w,o}$	출구 물온도
$t_{a,o}$	출구공기 건구온도
$w_{a,o}$	출구공기 절대습도
q_{tot}	총열전달률
q_{sen}	현열 전달률
f_{wet}	*Wet area*의 비율
A_{face}	코일의 정면면적
A_p	1차측 표면적 / 정면면적
A_s	2차측 표면적 / 정면면적
A_i	내부 표면적 / 정면면적
A_m	최소풍량통과면적 / 정면면적
N_{tub}	열(*row*) 당 튜브 수
N_{row}	열수
N_{circ}	냉수회로 *circuit* 수
d_o	튜브의 외경
d_i	튜브의 내경
t_f	핀 두께
d_f	핀 직경 또는 열사이의거리
k_f	핀의 열전도도
k_t	튜브의 열전도도
F_t	튜브의 오염계수 (*fouling factor*)

내부변수

A_o	외표면적 (전열면적) / 정면면적
A_{tot}	공기측 총열전달면적
R_m	튜브의 전도열저항
h_i	냉수측 열전달계수
U_{int}	총괄냉수측UA / 총열전달면적
h_o	공기측 열전달계수
η_f	핀 효율
η_o	표면 *Effectiveness*
U_{ext}	총괄 공기측UA
UA	총괄 열전달계수

마. 핀의 형상에 따른 열전달 성능 비교

현재 국내에서는 대개 슬리트핀(Slitted Fin)을 표준으로 사용하고 있으나, 경우에 따라서는 슈퍼슬리트핀(Super Slitted Fin), 파형핀(Corrugatd Fin)을 사용하는 제조업체도 있으며 냉동냉장용으로는 응축수 배출을 쉽게하기 위해 평판핀을 사용하는 특수한 경우도 종종 있다. 또한 열전달 성능을 향상시키기 위해 튜브내에 난류를 촉진하기 위한 여러 가지 형태의 돌기를 만들기도 하는데, 그 대표적인 것으로는 삼각형(山形)과 사다리꼴(台形)의 돌기가 있다. 이러한 핀과 튜브가 표준과 다른 경우는 각각 공기측과 물측(또는 냉매측)의 열전달계수와 통풍저항(정압손실)이 커지게 되는데 일본제조회사로부터 공표된 실험치를 상대비교한 결과는 [표3.3]~[표3.4]와 같으며, 실제 공표 실험치는 [그림3.10]~[그림3.13]에 나타나있다.

평판핀	파형핀	슬리트핀	슈퍼슬리트핀
100%	116%	165%	185%

[표3.3]핀의 공기측 열전달계수 상대비교

	평활관	삼각형돌기	사다리꼴돌기
응축기	100%	200%	250%
증발기		168%	252%

[표3.4]전열관(Tube)의 냉매측 열전달계수 상대비교

파형핀	슬리트핀	슈퍼슬리트핀
100%	134%	1635

[표3.5]핀의 공기측 통풍저항 상대비교

앞서 제시된 데이터는 일본의 제조회사의 실험치를 인용하였으며, 같은 종류의 핀이라도 기하학적 형상과 연구자에 따라 결과는 많이 달라질 수 있으므로 참고하기 바란다.

다음에는 몇가지 국내의 연구 결과를 제시하였다.

핀형상 / 비교항목	평판핀	파상핀	루비핀	슬릿핀
열전달량(kcal/h)	2654.86	3097.4	3136.8	3131.8
		16.67*	18.15*	17.96*
제습량(kg/h)	1.07	1.15	1.18	1.18
공기출구온도(℃)	16.00	13.74	13.61	13.63
공기측 열전달계수 (W/㎡℃)	33.56	94.86	102.24	99.58
		152.86*	204.64*	196.7*
공기측 압력강하 (Pa)	40.5	59.33	60.2	61.6
		46.49*	48.64*	52.09*

* : 평판핀에 대한 향상율(%)

핀형상	기하학적인 변수	입력값
피상핀	파고(mm)	1
	파장(mm)	7
루비핀	루비각(deg)	20
	루비 피치(mm)	2
슬릿핀	슬릿수	6
	슬릿길이(mm)	11.32
	슬릿폭(mm)	1.13

[표3.6] 판형상에 따른 기하학적인 조건과 성능

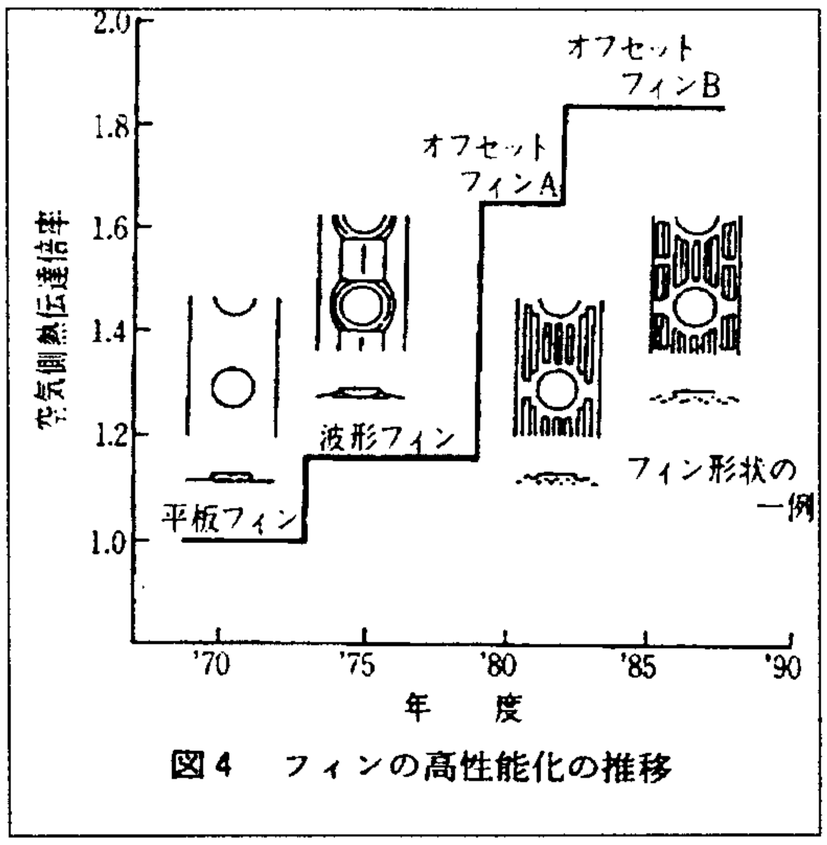


図4　フィンの高性能化の推移

[그림3.10]

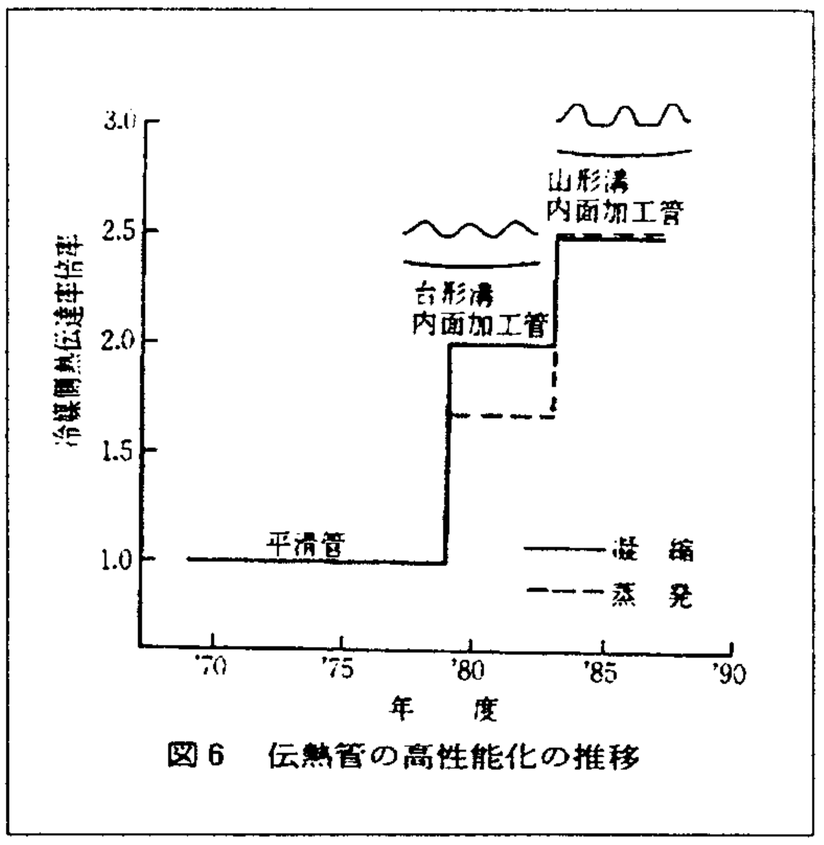


図6　伝熱管の高性能化の推移

[그림3.11]

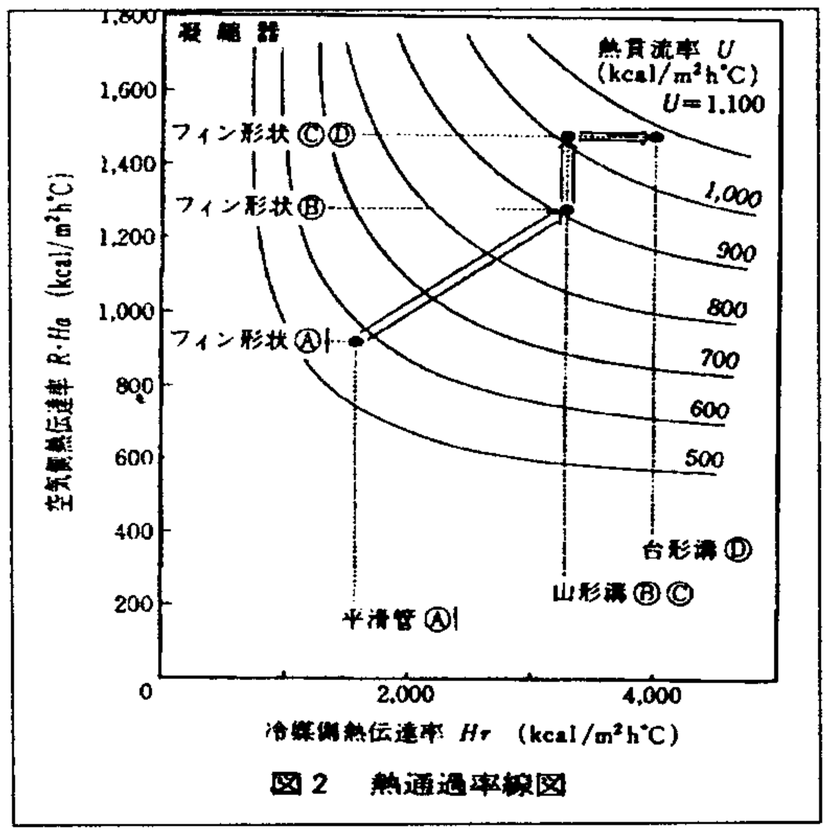


図2　熱通過率線図

[그림3.12]

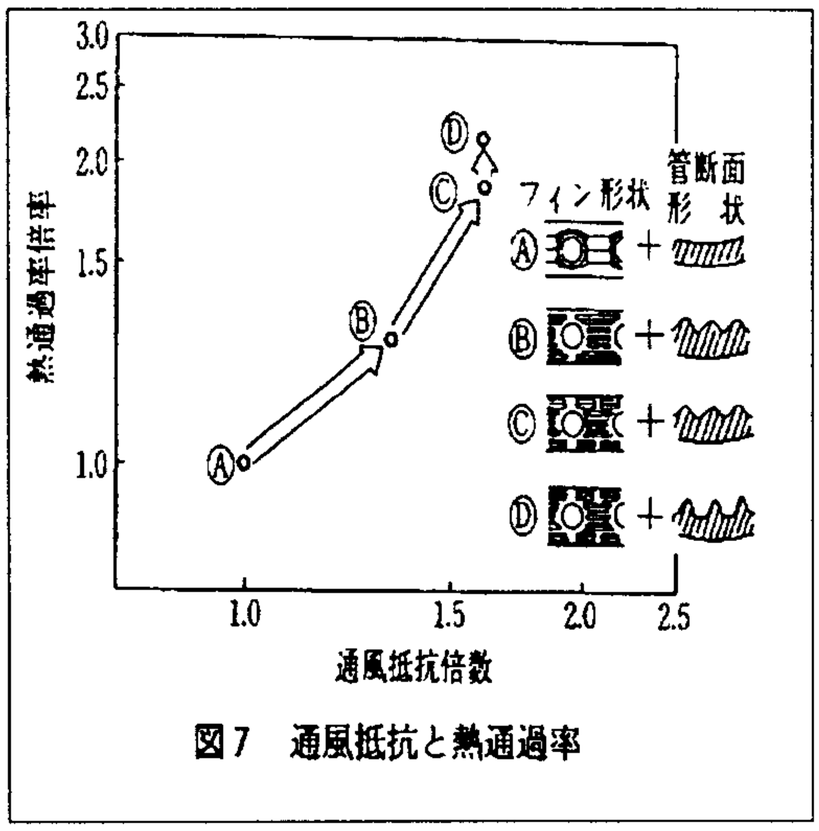
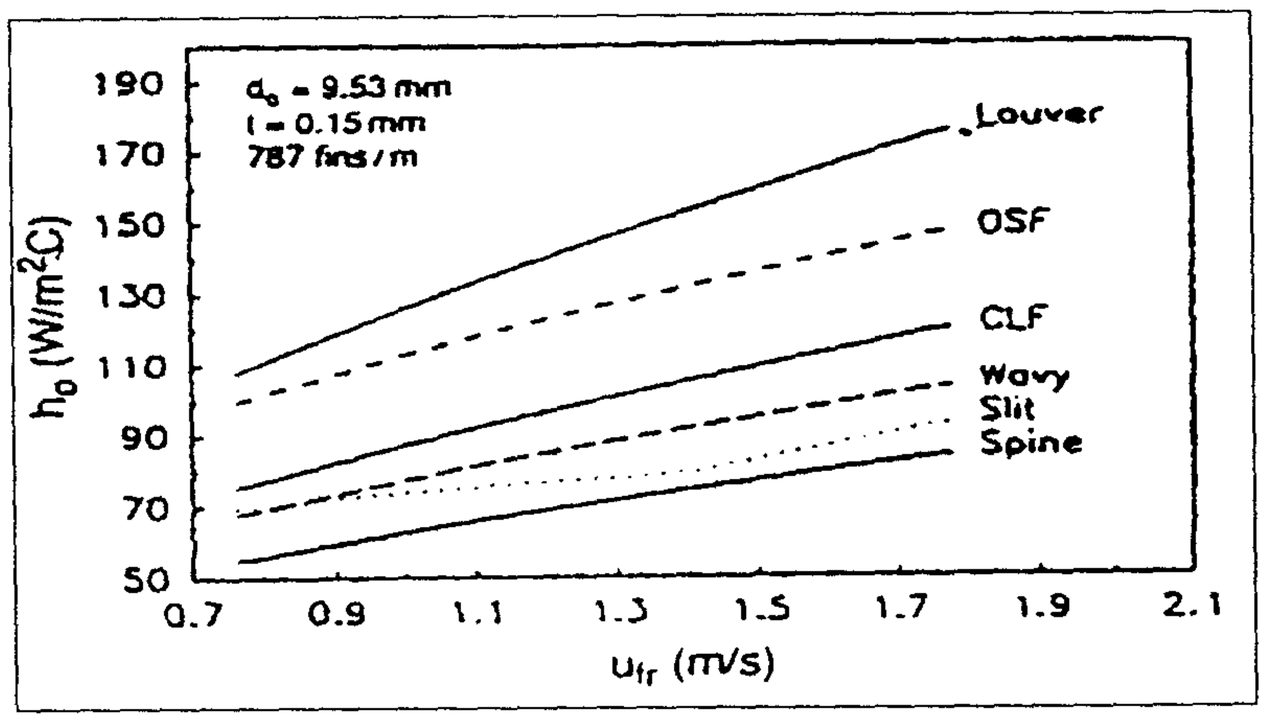


図7　通風抵抗と熱通過率

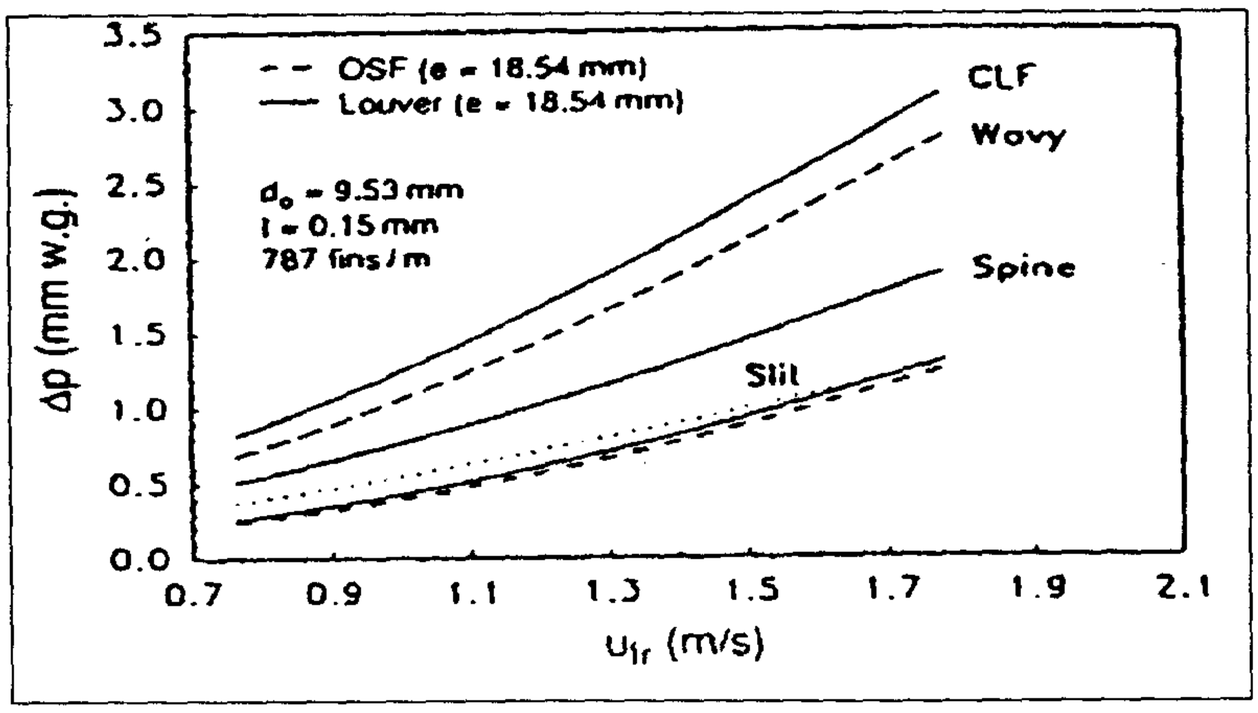
[그림3.13]

Feature	Spine	Wavy	Slit	CLF	OSF	Louver
Rows	1	1	1	1	0.59	0.59
Fin/m	728	433	590	433	866	866
U_{fr}(m/s)	0.96	1.07	1.32	1.19	1.39	1.44
h_o(W/m²°C)	64.8	81.7	77.7	93.1	130.0	133.1
η	0.93	0.91	0.90	0.89	0.83	0.83
G_{ref}(kg/m²s)	336	336	336	336	1127	1107
h_c(kg/m²°C)	3351	3354	3690	3667	10288	9732
w_{fin}(kg)	1.96	1.58	1.85	1.49	0.97	0.93
w_{tube}(kg)	1.23	1.19	0.96	0.99	0.84	0.84
w_{tot}(kg)	3.19	2.77	2.81	2.48	1.81	1.77

[그림3.14] 6종류의 핀형상에 대한 성능파라미터 비교

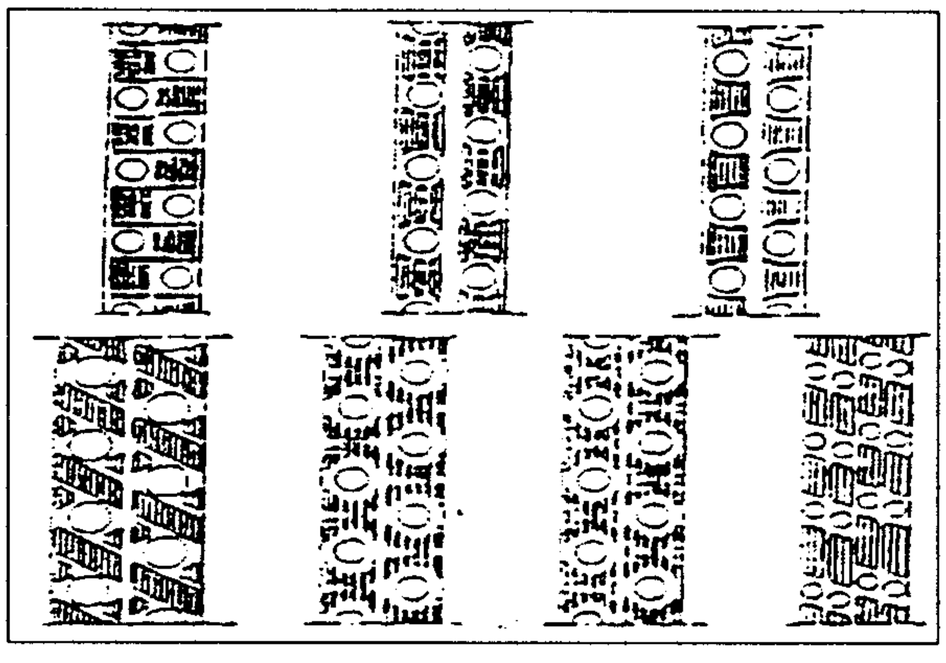


[그림3.15] 6종류의 핀형상에 대한 열전달 성능비교

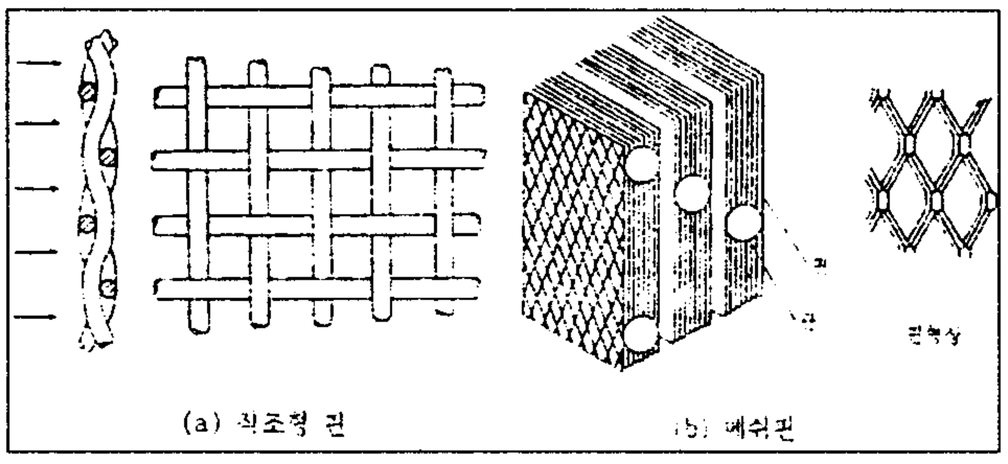


[그림3.16]6종류의 핀형상에 대한 압력손실비교

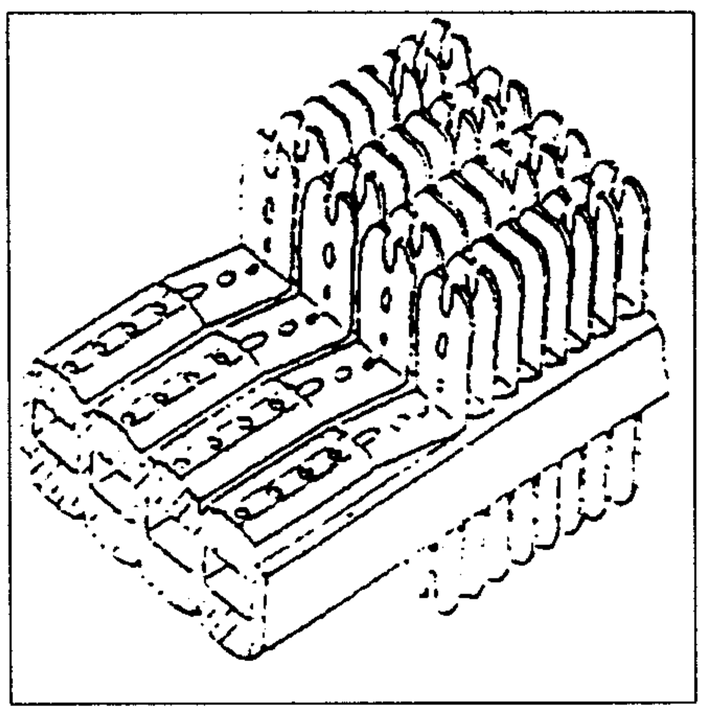
최근에는 다양한 형태의 각종핀이 개발되면서 전열성능이 향상되고 있으므로, 앞으로 연구결과를 계속 수집하여 데이터베이스를 보완할 계획이다. 참고로 각종 특수형상의 핀을 아래에 나타내었다.



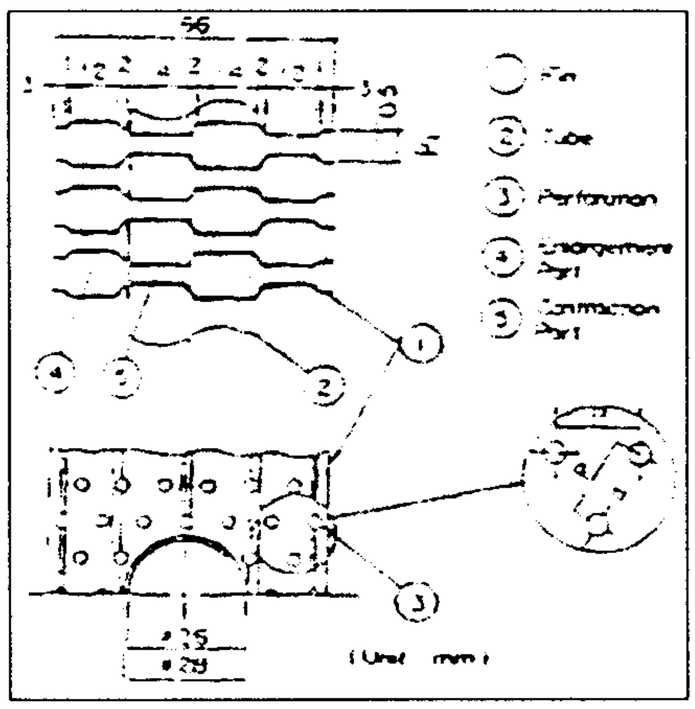
[그림3.17] 최근 제시된 각종 슬리트 핀의 구조



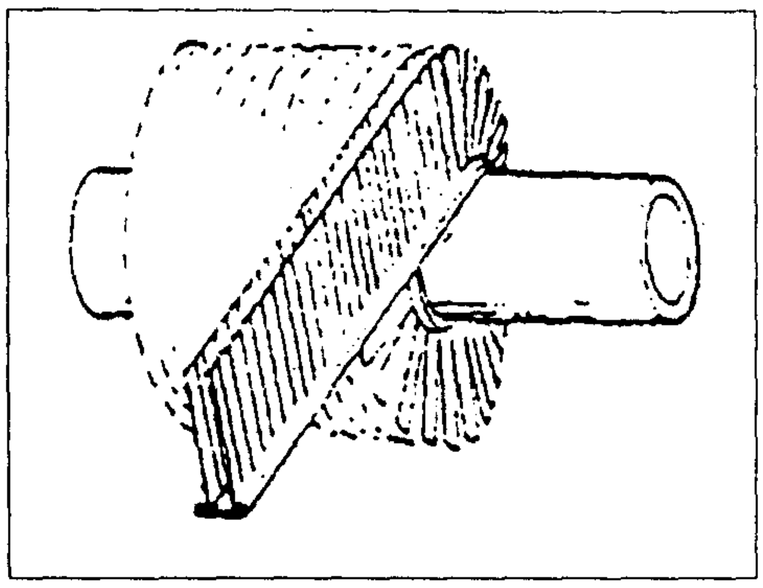
[그림3.18] 특수형상의 핀



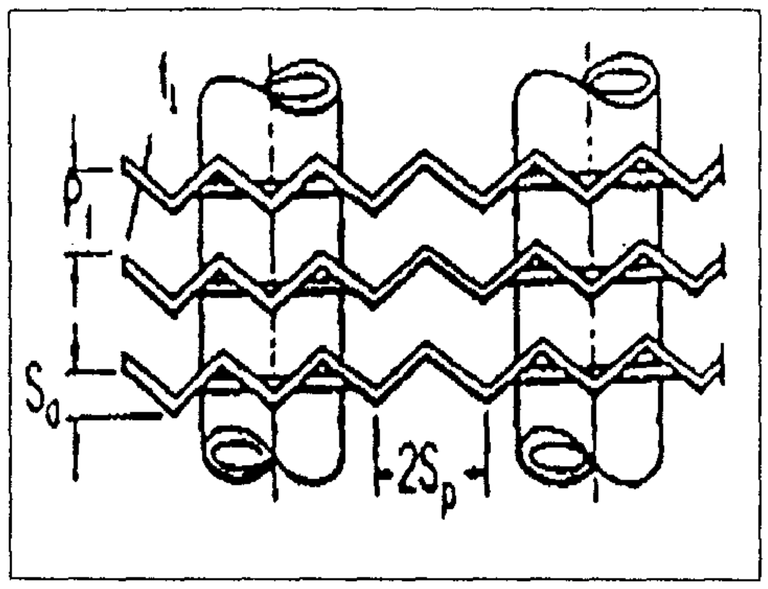
[그림3.19] Skive 핀



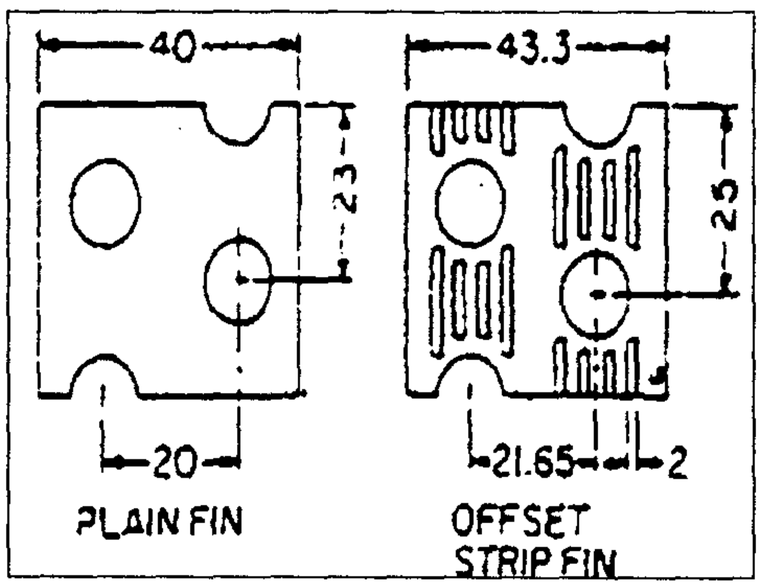
[그림3.20] 다공핀



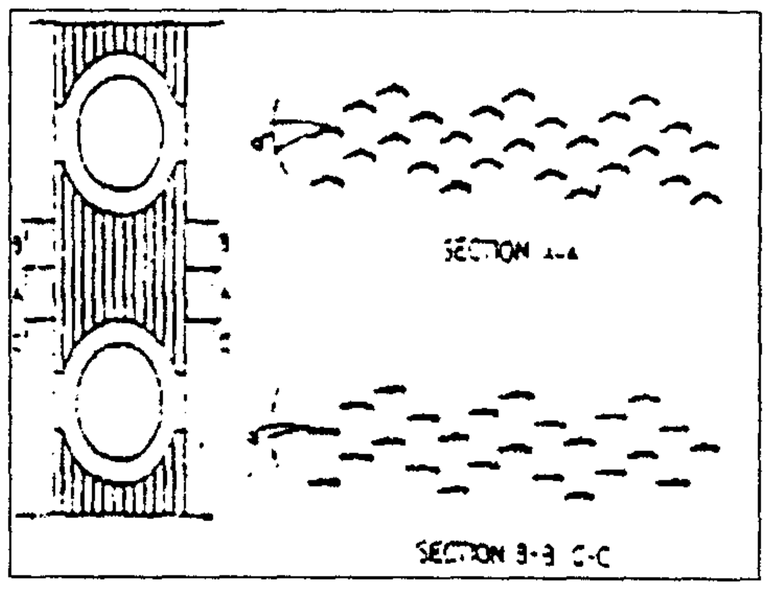
[그림3.21] 가시돌기형핀



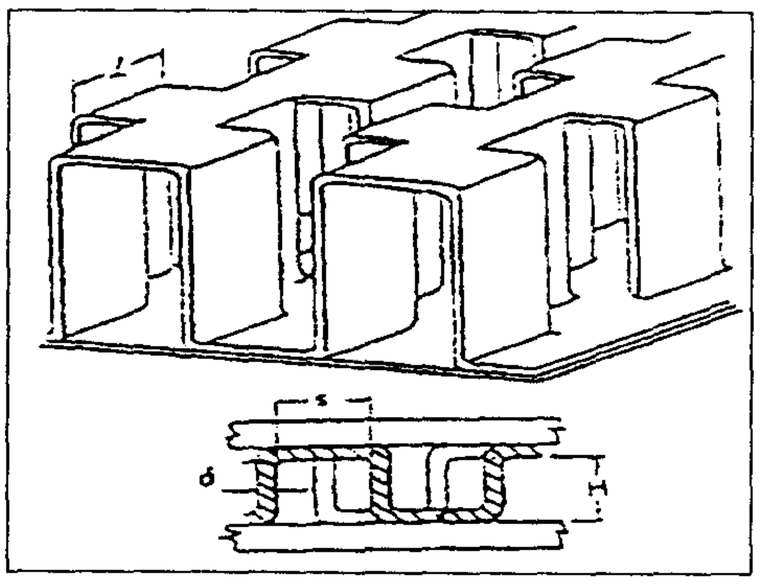
[그림3.22] 파상핀



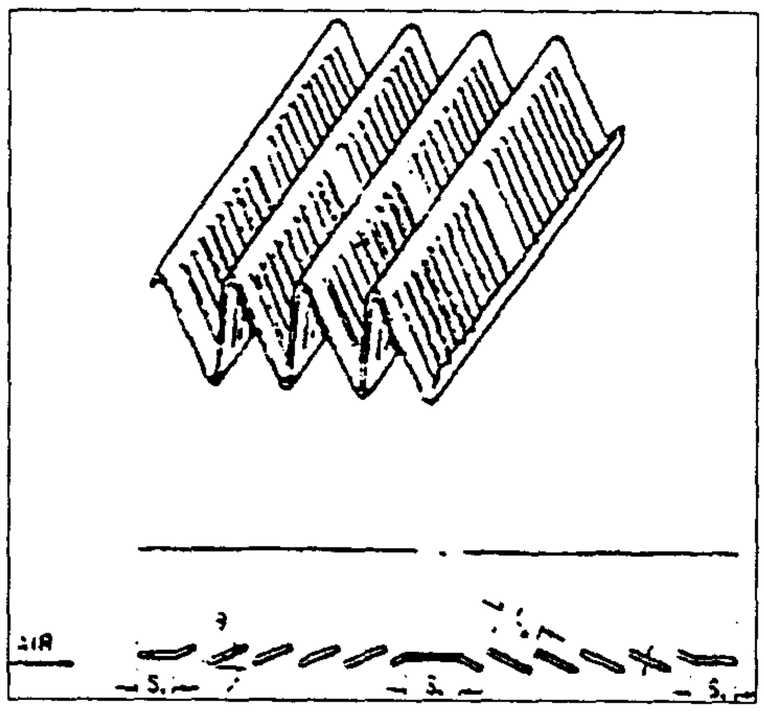
[그림3.23]일반핀과
오프셋스트립핀비교



[그림3.24] 갈매기형
루버핀

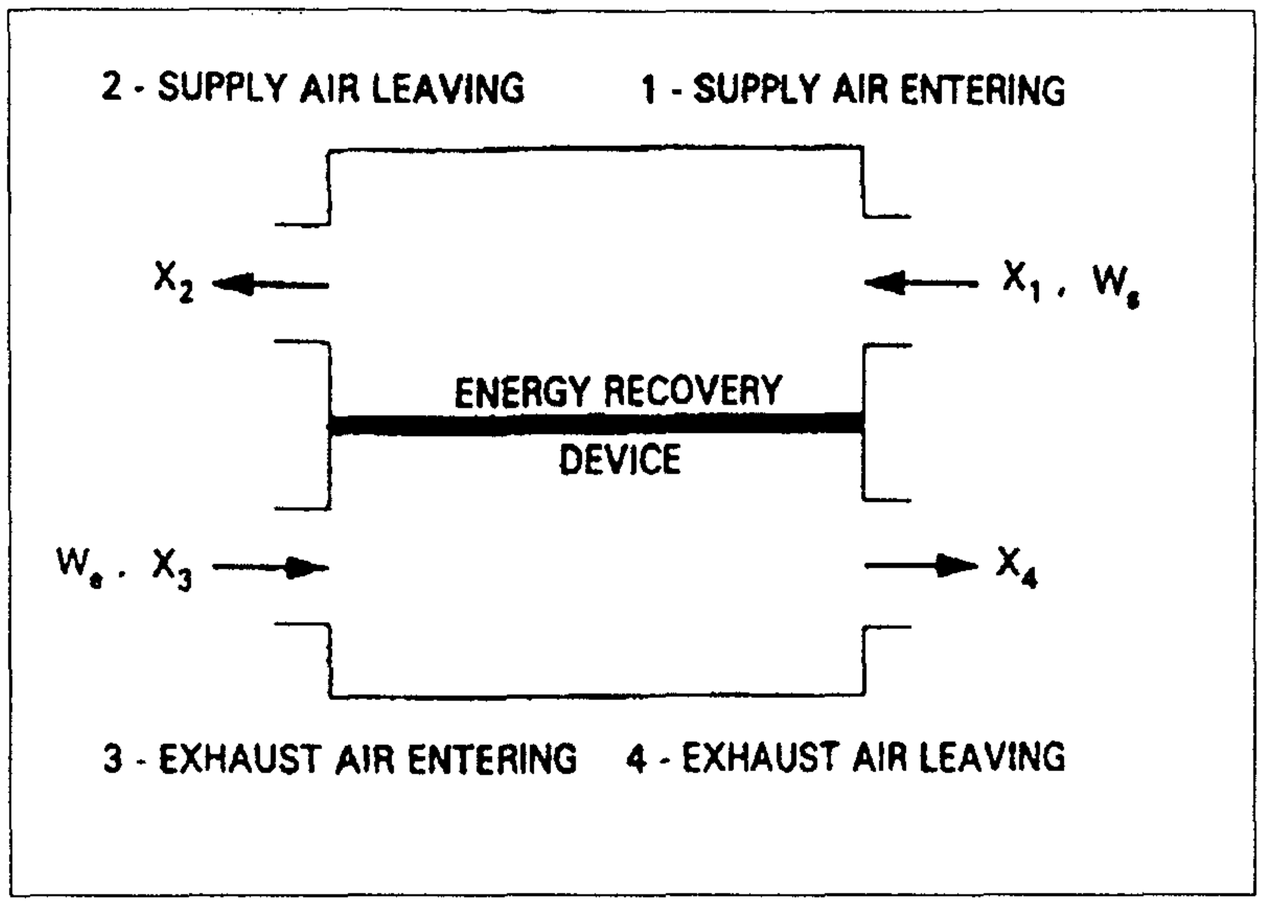


[그림3.25] 오프셋
스티립핀의 형상



[그림3.26] 압출관용
다중루버핀

3. 열회수기



[그림3.27] 공기 입출구 번호

$$\varepsilon = \frac{W_s(X_2 - X_1)}{W_{\min}(X_3 - X_1)} = \frac{W_e(X_3 - X_4)}{W_{\min}(X_3 - X_1)}$$

ε = 현열 또는 전열 교환 효율

X : 절대습도, 건구온도 또는 엔탈피

W_s : 급기풍량 (질량유량 기준)

W_e : 배기풍량 (질량유량 기준)

$W_{\min}$: 급기와 배기중 적은 풍량 (질량유량 기준)

출구공기 상태

$$X_2 = X_1 + \varepsilon(W_{\min}/W_s)(X_1 - X_3)$$

배기의 출구상태

$$X_4 = X_3 + \varepsilon(W_{\min}/W_e)(X_1 - X_3)$$

여기서

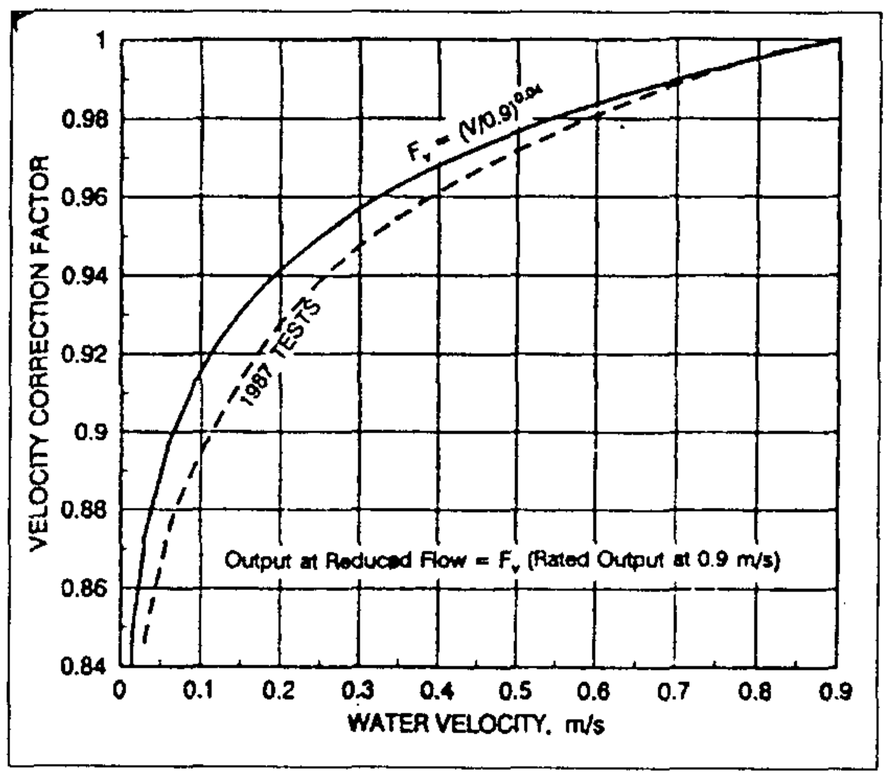
p = 국부 대기압

p_0 = 표준대기압

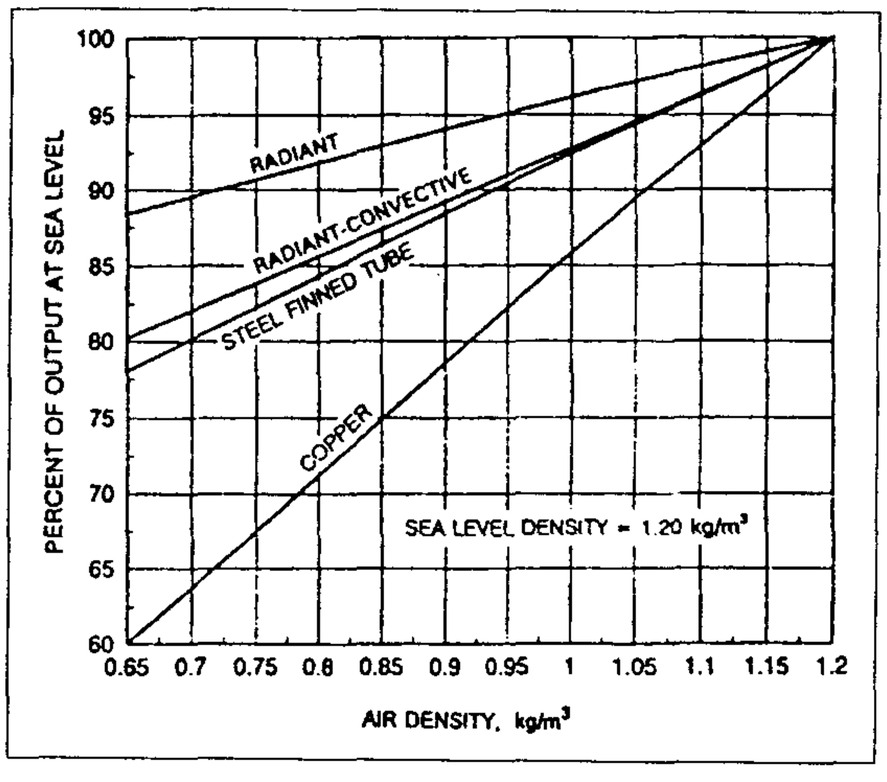
n = 0.9 (동판 핀튜브 또는 베이스보드 난방기기)

= 0.5 (철판/주철제 핀튜브 또는 베이스보드 난방기기)

= 0.2 라디에터의 경우.

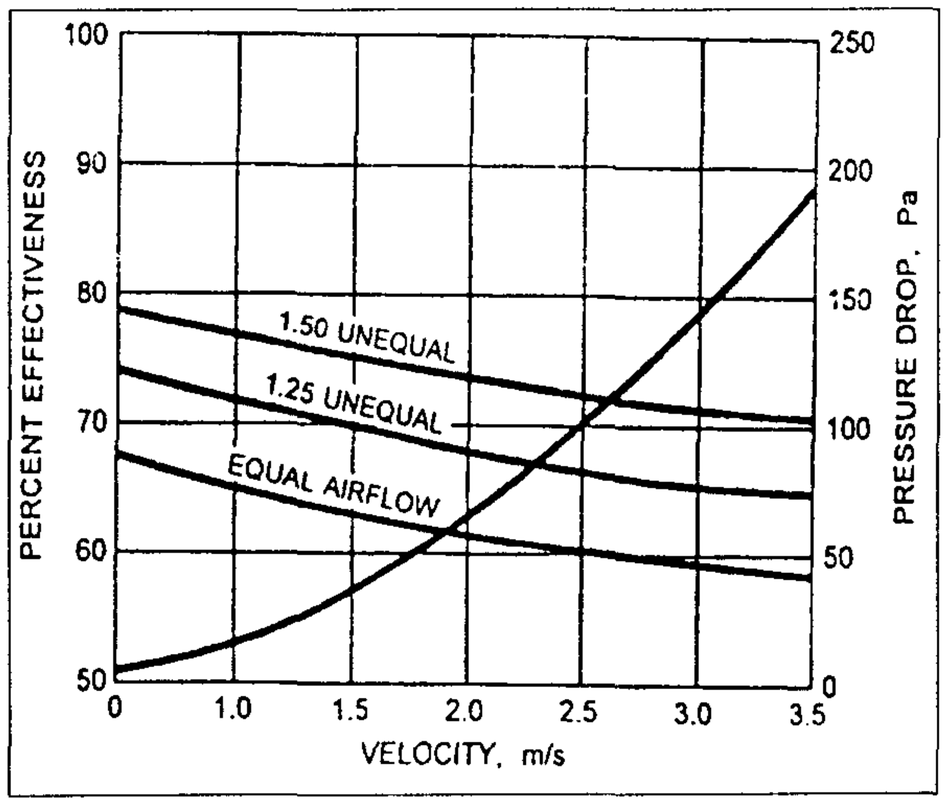


[그림28]수속 용량보정계수



[그림29]공기밀도 용량보정계수

일반적인 판형(현열)교환기의 성능을 아래 [그림3.30]에 나타내었다.



[그림3.30] 일반적인
판형열교환기의 성능

4. 난방 기기 모델

난방유니트의 성능은 다음과 같이 나타난다.

$$Q = C\,(t_s - t_a)^n$$

q = 난방용량

c = 실험에 의해 정해지는 성능계수

t_s : 가열 유체의 평균온도 (℃)

온수의 경우에는 입구 수온과 출구 수온의 산술평균

t_a : 실내온도 또는 입구공기 온도(℃) 실내온도는 바닥면으로부터 1.5m 높이에서 측정한 값으로 한다(라디에터의 경우). 기타 난방기구의 경우에는 입구공기 건구온도를 기준으로한다.

n : 지수(exponent). 주철제 라디에터의 경우에는 1.2 , 베이스보드(baseboard) 난방기는 1.31, 콘벡터의 경우에는 1.42, 핀튜브(finned-tube) 일때는 입구공기 온도와 가열 유체의 온도에 따라 n값은 변하게 된다. 표준조건과 다를 경우의 용량 보정계수는 다음과 같으며, 그림3.12와 그림3.13에 나타나 있다.

$$F_A = (p/p_0)_n$$

제3절 2차공조기기 데이터분석 및 결과

통합 설계 소프트웨어의 기초 데이터베이스로 활용되어야 하므로 소프트웨어에서 쉽게 사용가능하도록 현재 시중에 널리 보급되어 사용중인 EXCEL의 워크시트 화일로 작성하였으며, 본 연구보고서에 포함되지 않은 자료에 대해서는 향후 업체 요청에 따라 계속 추가보완할 예정이다.

1. 송풍기

가. 자료제공형태

국내업체에서 동일규격의 송풍기에 대해 각각 다리 제공하는 여러 자료형태를 다음에 나타내었다.

그래프형식으로 제시된 성능곡선은 자료를 읽을때의 오차 발생을 감안하여 최대한 주의를 기울였으나 테이블형식으로 제시된 자료에 비해서는 처리의 정확성을 기하기가 어려웠다. 전향곡형, 후향곡/후향익형, 에어포일형, 터보형, Inline형에 대해서는 테이블 형태의 자료가 많았고, 테이블자료가 없는 자료(축류송풍기)에 대해서는 그래프의 좌표를 읽어서 자료를 처리하였는데 특히 송풍기 날개의 각도를 변화시키는 피치조정형(adjustable pitch) 또는 피치조절형(controllable pitch)에 있어서는 날개조정각도를 10 °로 제한하였다.

유량의 단위는 CMM (m^3/min), 양정의 단위는 mmAq, 속도는 rpm(rev/min), 축동력은 kw를 기준으로 하였으며 이는 대부분의 업체에서 사용되고 있는 단위이다. 단위가 다른 경우에는 위의 기준으로 단위변환을 하였고, [그림3.34]의 경우에서처럼 축동력이 제시되지 않고 효율이 직접제시된 형태에 대해서는 효율을 rpm과 양정에 대해서 회귀하고 다시 축동력을 계산하여 데이터를 작성하였다.

SIZE 12 ACOUSTAFOIL

Wheel diameter : 310 mm	Fan outlet area : 0.090 m²	Class I = Class II의 윗부분
Wheel circumference : 0.97 m	Maximum SkW = 0.039 ($\frac{rpm}{1000}$)³	Class II = bold face
		Class III = Class II의 아랫부분

FLOW RATE (CMM)	OV (m/s)	12.0 mmAq		18.5 mmAq		25.0 mmAq		37.5 mmAq		50.0 mmAq		62.5 mmAq		75.0 mmAq		87.5 mmAq		100.0 mmAq	
		rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW
20	4.2	1195	0.06	1356	0.09	1502	0.13	1758	0.19	1993	0.27	2207	0.35	2408	0.45	2598	0.54	2769	0.65
25	5.2	1344	0.09	1487	0.12	1619	0.16	1854	0.23	2064	0.31	2258	0.40	2441	0.50	2622	0.60	2793	0.72
30	6.3	1504	0.11	1635	0.16	1757	0.20	1969	0.28	2162	0.37	2345	0.47	2518	0.57	2679	0.68	2842	0.79
35	7.3	1670	0.15	1793	0.20	1905	0.25	2102	0.34	2281	0.44	2453	0.54	2607	0.65	2765	0.77	2915	0.89
40	8.3	1841	0.19	1957	0.25	2061	0.31	2248	0.41	2412	0.52	2572	0.63	2726	0.75	2870	0.87	3004	1.00
45	9.4	2017	0.25	2126	0.31	2223	0.37	2398	0.48	2556	0.60	2707	0.73	2851	0.87	2984	0.99	3115	1.13
50	10.4	2196	0.31	2299	0.38	2394	0.45	2558	0.57	2712	0.71	2851	0.84	2988	0.98	3119	1.13	3241	1.27
55	11.5	2376	0.39	2475	0.46	2563	0.54	2721	0.68	2865	0.82	3000	0.96	3130	1.12	3254	1.27	3375	1.42
60	12.5	2559	0.48	2652	0.56	2737	0.64	2887	0.79	3027	0.95	3157	1.10	3283	1.27	3401	1.43	3515	1.60
65	13.6	2743	0.58	2832	0.67	2914	0.75	3061	0.92	3194	1.09	3320	1.26	3435	1.42	3548	1.60	3662	1.78
70	14.6	2928	0.70	3013	0.79	3092	0.89	3231	1.06	3360	1.25	3482	1.42	3593	1.60	3705	1.79	**3814**	**1.98**
75	15.6	3115	0.84	3196	0.93	3270	1.03	3406	1.22	3531	1.42	3649	1.61	3760	1.80	**3863**	**2.00**	**3967**	**2.19**

FLOW RATE (CMM)	OV (m/s)	112.5 mmAq		125.0 mmAq		137.5 mmAq		150.0 mmAq		162.5 mmAq		175.0 mmAq		187.5 mmAq		200.0 mmAq		212.5 mmAq	
		rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW	rpm	SkW
40	8.3	3143	1.13	3266	1.26	3398	1.40	3519	1.54	3636	1.69	3762	**1.85**	**3869**	**1.99**	**3982**	**2.15**	**4102**	**2.33**
45	9.4	3240	1.26	3368	1.41	3487	1.55	3605	1.70	3720	1.86	**3831**	**2.01**	**3937**	**2.16**	**4049**	**2.33**	**4154**	**2.50**
50	10.4	3357	1.41	3483	1.57	3591	1.72	3707	**1.88**	**3811**	**2.03**	**3921**	**2.20**	**4027**	**2.36**	**4127**	**2.54**	**4232**	**2.71**
55	11.5	3483	1.57	3600	1.74	3708	1.89	**3814**	**2.07**	**3918**	**2.23**	**4018**	**2.39**	**4124**	**2.58**	**4214**	**2.74**	**4320**	**2.94**
60	12.5	3624	1.76	3726	1.92	**3834**	**2.10**	**3933**	**2.27**	**4037**	**2.45**	**4129**	**2.62**	**4235**	**2.82**	**4327**	**3.00**	**4423**	**3.19**
65	13.6	3765	1.95	**3867**	**2.13**	**3969**	**2.31**	**4068**	**2.50**	**4157**	**2.67**	**4258**	**2.88**	**4348**	**3.06**	**4441**	**3.26**	**4530**	**3.45**
70	14.6	**3912**	**2.16**	**4015**	**2.36**	**4104**	**2.54**	**4203**	**2.74**	**4294**	**2.93**	**4388**	**3.14**	**4471**	**3.33**	**4565**	**3.54**	**4647**	**3.74**
75	15.6	**4065**	**2.39**	**4162**	**2.60**	**4257**	**2.80**	**4345**	**3.00**	**4436**	**3.21**	**4524**	**3.42**	**4616**	**3.65**	**4689**	**3.83**	**4780**	**4.06**
80	16.7	*4216*	*2.63*	*4313*	*2.86*	*4403*	*3.06*	*4497*	*3.30*	*4583*	*3.50*	*4665*	*3.72*	*4750*	*3.94*	*4832*	*4.17*		
85	17.7	4377	2.90	4468	3.12	4558	3.36	4641	3.57	4732	3.83	4815	4.06	4888	4.27				
90	18.8	4540	3.19	4626	3.42	4715	3.67	4797	3.90	4882	4.15								
95	19.8	4703	3.50	4792	3.76	4876	4.00												

[그림3.31] 송풍기 자료제시 예1

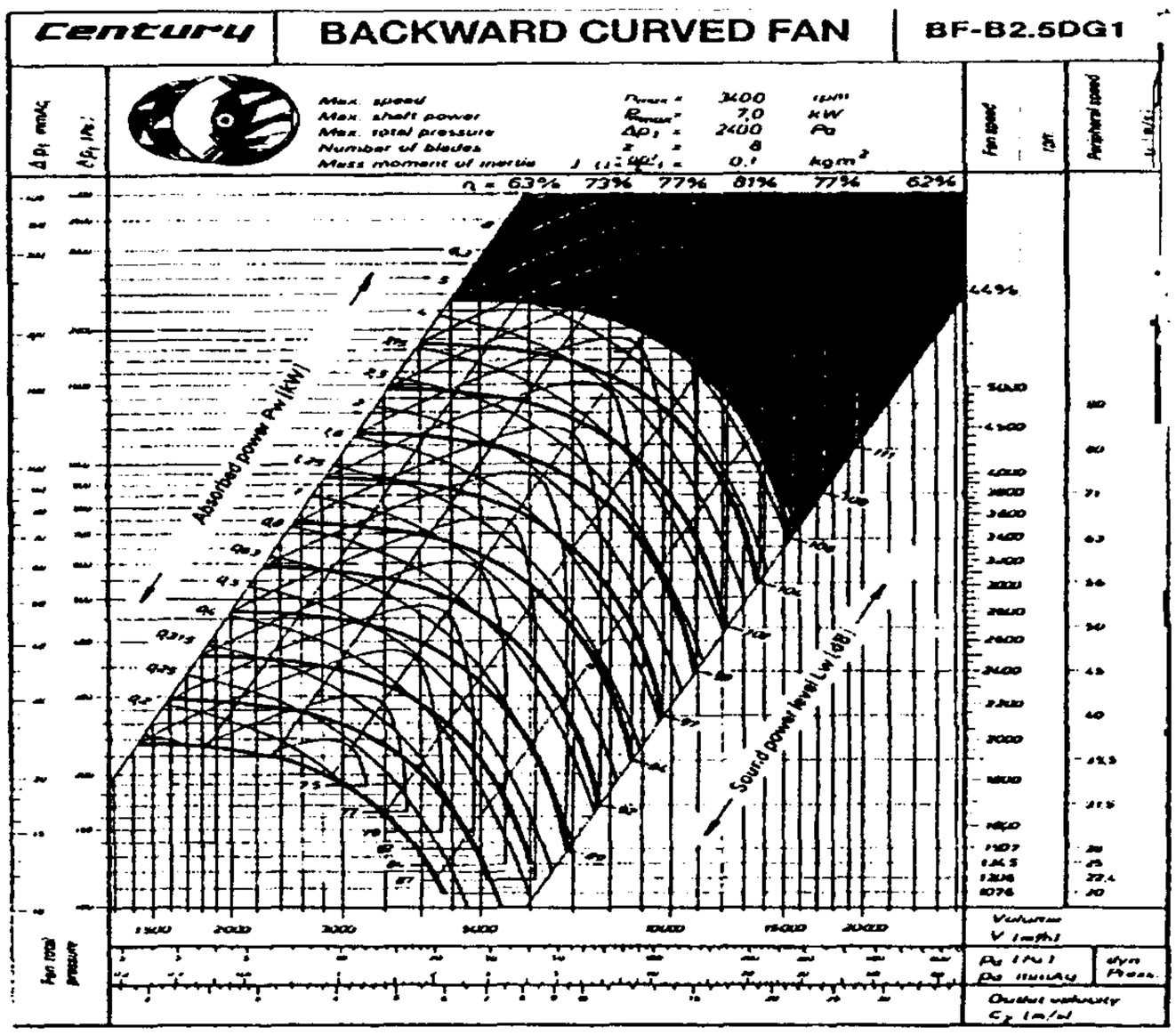
BF-F2 [illegible]S

회전익 외경(RUNNER DIA. [illegible]mm
토출구 크기(DISCHARGE SIZE. 326×296mm
토출구 면적(DISCHARGE AREA: 0.[illegible]m²

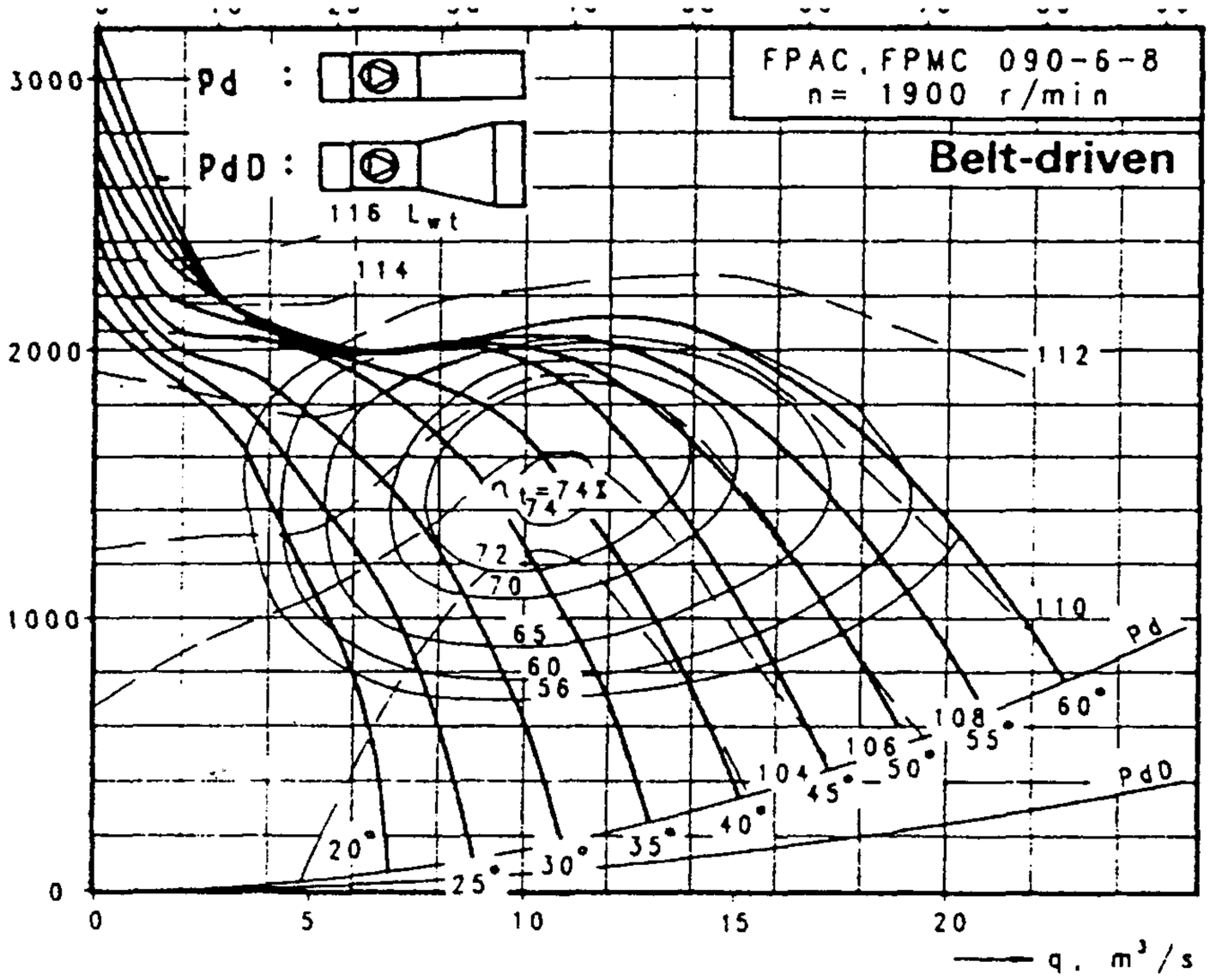
CLASS I 3675RPM
CLASS II 3884RPM

풍량 CMM	토출구면적 m/sec	50mmAq		65mmAq		75mmAq		90mmAq		100mmAq		115mmAq		125mmAq		150mmAq		175mmAq		200mmAq		225mmAq		250mmAq	
		RPM	SHP	RPM	SHP	RPM	SHP	RPM	SHP	RPM	SHP	RPM	SHP	RPM	SHP	RPM	SHP	RPM	SHP	RPM	SHP	RPM	SHP	RPM	SHP
36	6.0	1671	0.60																						
39	6.5	1707	0.64	1853	0.81																				
42	[illegible]	1749	0.70	1888	0.87																				
45	7.5	1798	0.77	1928	0.93	2057	1.11																		
48	8.0	1852	0.83	1972	1.08	2094	1.19	2215	1.40	2328	1.61														
52	[illegible]	1909	0.91	2023	1.09	2137	1.28	2250	1.48	2364	1.69	2472	1.91	2756	2.14										
55	9.2	1970	1.00	2077	1.18	2184	1.38	2292	1.58	2399	1.79	2506	2.02	2607	2.25										
58	9.7	2031	1.09	2134	1.28	2236	1.47	2337	1.68	2440	1.90	2542	2.12	2642	2.36	2532	2.66	3013	3.39						
61	10.2	2092	1.16	2195	1.39	2291	1.59	2388	1.80	2484	2.02	2582	2.25	2678	2.49	2865	3.00	3041	3.53	3210	4.10				
67	11.2	2218	1.41	2316	1.62	2410	1.84	2498	2.05	2585	2.28	2673	2.52	2760	2.76	2937	3.29	3110	3.84	3271	4.42	3427	5.03		
73	12.2	2348	1.66	2441	1.88	2531	2.11	2618	2.35	2699	2.58	2779	2.82	2858	3.08	3020	3.61	3180	4.16	3341	4.79	3493	5.41	3637	6.05
79	13.2	2481	1.94	2570	2.17	2656	2.43	2739	2.68	2819	2.93	2895	3.18	2968	3.44	3116	3.99	3265	4.57	3414	5.18	3563	5.83	3705	6.49
85	14.2	2616	2.25	2702	2.52	2783	2.77	2864	3.05	2941	3.31	3015	3.59	3087	3.86	3224	4.42	3362	5.02	3500	5.64	3639	6.29	3777	6.97
91	15.2					2916	3.21	2994	3.49	3065	3.73	3139	4.13	3208	4.32	3341	4.90	3469	5.50	3597	6.14	3726	6.80	3856	7.50
97	16.2							3130	3.97	3193	4.19	3263	4.49	3331	4.81	3462	5.44	3584	6.06	3705	6.71	3825	7.39		
103	17.2									3310	4.92	3391	5.02	3456	5.34	3583	6.00	3705	6.67	3819	7.34				
109	18.2											3522	5.61	3583	5.93	3709	6.63	3827	7.32						
115	19.2													3716	6.58	3834	7.29								
121	20.2													3849	7.28										

[그림3.32] 자료제시예2(테이블형식2)경원세기



[그림3.33] 자료제시예3(그래프형식1)



[그림3.34] 송풍기 자료제시예3

<< SOUND DATA SHEET >>

SOUND POWER LEVEL

RPM	dB (A)	OCTAVE BAND FREQUENCY (Hz) 63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	MAX.BHP(Kw)
300	77	60	66	70	72	70	67	66	64	5.17
350	81	64	70	74	77	74	71	69	67	8.21
400	85	68	74	78	81	78	75	72	70	12.3
460	89	72	78	82	85	83	78	75	73	18.6
520	93	76	81	86	89	87	82	78	76	26.9
580	96	79	85	89	92	90	85	81	78	37.3
640	99	82	88	92	95	93	88	84	81	50.2
720	103	86	91	95	99	97	92	87	84	71.4
800	106	89	94	98	102	100	95	90	86	98.0
900	110	93	98	101	105	104	99	93	89	139.5

147

[그림3.35] 송풍기 소음 자료제시 예

국내업체중 소음자료를 제시한 예는 한 업체밖에 없어, 이 업체의 소음데이터만으로 데이터베이스를 구성하였으며, 소음자료가 없는 경우에는 ASHRAE에서 제시한 송풍기 형식별, 용량별 평균적인 소음계산법을 소음 기준으로 적용시킬 계획이다. ASHRAE 소음계산 방법에 대한 자세한 설명을 아래 자료처리방법 및 자료처리범위의 (3)소음데이터에 추가로 제시하였다.

나. 자료처리방법 및 자료처리범위

송풍기의 자료처리는 크게 3부분으로 나뉜다. 첫 번째는 유량-압력-rpm관계,두 번째는 유량-축동력-rpm, 세 번째는 소음자료이다.

위의 세가지에 대하여 회귀결과, 데이터베이스순으로 하나의 예에 대하여 각기 설명을 하기로 한다.

총 180개의 송풍기에 대해 성능을 회귀하였으며, 송풍기 종류별, 업체별 처리 상세내역은 다음표에 제시되어 있다.

		ABB Korea	경원세기	삼정기계	백륜공업	태일송풍기	총합
다익형	편흡입		8	13			34
	양흡입			13			
에어포일형	편흡입		15			16	60
	양흡입		9			20	
후향곡/후향익	편흡입					16	16
	양흡입						
터보형	편흡입				24		24
	양흡입						
Inline				8			8
축류형		40					40
총합		40	32	34	24	52	180

[표3.7]송풍기 종류별, 업체별 자료처리 상세내역

(1) 유량-압력-rpm

유량-압력-rpm의 관계는 유량을 x_1, 양정을 y, rpm을 x_2로 지정하여 $y=f(x_1,x_2)$의 2차독립변수의 관계식으로 회귀하였다. 2차식으로 회귀하였으며, 식은 다음과 같다.

$$y = a_1 + a_2x_1 + a_3x_2 + a_4x_1^2 + a_5x_2^2 + a_6x_1x_2 + a_7x_1^2x_2 + a_8x_1x_2^2 + a_9x_1^2x_2^2$$

회귀결과는 다음에 제시되어 있다. 결과의 각각의 항목에 대한 해설과 설명은 3장 1절에 설명되어 있다.

[표3.8] 송풍기 유량-압력-rpm 회귀결과 예
태일송풍기 Airfoil/Single 12 - 1

Q	Rpm	H	Calculated H	Residual	Error Percent
20	1195	12	12.00895886	-0.008958857523	-0.07465714603
20	1356	18.5	18.52768987	-0.02768986729	-0.1496749583
20	1502	25	24.95346502	0.04653497992	0.1861399197
20	1758	37.5	37.40160045	0.09839954544	0.2623987878
25	1487	18.5	18.44612257	0.0538774291	0.2912293465
25	1619	25	25.00711258	-0.007112578251	-0.02845031301
25	1854	37.5	37.67478063	-0.1747806279	-0.4660816743
25	2064	50	50.06440694	-0.06440694473	-0.1288138895
25	2258	62.5	62.4071147	0.09288529563	0.148616473
30	1969	37.5	37.59544364	-0.09544364264	-0.2545163804
30	2162	50	50.00599701	-0.00599701076	-0.01199402152
30	2345	62.5	62.55837627	-0.05837626927	-0.09340203083
30	2518	75	75.12733784	-0.127337842	-0.1697837894
30	2679	87.5	87.43783807	0.06216192957	0.07104220522
35	2102	37.5	37.42514262	0.07485738416	0.199196911
35	2281	50	49.97044181	0.02955818967	0.05911637934
35	2453	62.5	62.71091336	-0.210913361	-0.3374613776
35	2607	75	74.68835123	0.311648773	0.4155316973
35	2765	87.5	87.5368488	-0.03684880425	-0.04211291914
35	2915	100	100.2595792	-0.2595792454	-0.2595792454
40	2412	50	49.62176848	0.3782315246	0.7564630491
40	2572	62.5	62.39561372	0.1043862834	0.1670180534
40	2726	75	75.23701745	-0.2370174487	-0.3160232649
40	2870	87.5	87.72960685	-0.2296068455	-0.2624078234
40	3004	100	99.77572223	0.2242777675	0.2242777675
45	2851	75	75.09996849	-0.09996848895	-0.1332913186
45	2984	87.5	87.38520321	0.1147967863	0.1311963272
45	3115	100	99.8743828	0.1256171975	0.1256171975
50	3119	87.5	87.855782	-0.355782001	-0.4066080011
50	3241	100	100.2003453	-0.2003452802	-0.2003452802
55	3375	100	100.257667	-0.2576669774	-0.2576669774
40	3143	112.5	112.7002422	-0.2002421837	-0.1779930522
40	3266	125	124.5013046	0.49869537	0.398956296
40	3398	137.5	137.5463253	-0.0463252657	-0.03369110233
40	3519	150	149.8502858	0.1497141962	0.09980946413
45	3240	112.5	112.1511829	0.3488171173	0.3100596598
45	3368	125	125.0865859	-0.08658587671	-0.06926870137
45	3487	137.5	137.4428126	0.05718741405	0.04159084658
45	3605	150	150.0095118	-0.009511821616	-0.006341214411
45	3720	162.5	162.5578643	-0.05786434612	-0.03560882838
45	3831	175	174.9516908	0.04830915925	0.02760523386

Q	Rpm	H	Calculated H	Residual	Error Percent
50	3357	112.5	112.2460725	0.2539274544	0.2257132928
50	3483	125	125.6707013	-0.6707012598	-0.5365610079
50	3591	137.5	137.4597155	0.04028447906	0.02929780295
50	3707	150	150.41213	-0.4121300089	-0.2747533393
50	3811	162.5	162.2801199	0.2198801097	0.1353108367
50	3921	175	175.0956515	-0.09565146148	-0.05465797799
50	4027	187.5	187.7008227	-0.2008227009	-0.1071054405
50	4127	200	199.8225153	0.1774846833	0.08874234164
50	4232	212.5	212.7906428	-0.29064284	-0.1367731012
55	3483	112.5	112.1001973	0.3998027485	0.3553802209
55	3600	125	125.2214144	-0.2214144081	-0.1771315265
55	3708	137.5	137.6026697	-0.1026696538	-0.0746688391
55	3814	150	150.0060917	-0.006091721141	-0.004061147428
55	3918	162.5	162.4175806	0.08241935202	0.05071960124
55	4018	175	174.5778361	0.4221639144	0.2412365225
55	4124	187.5	187.7097562	-0.209756201	-0.1118699739
55	4214	200	199.0550369	0.9449630929	0.4724815465
55	4320	212.5	212.6475558	-0.1475557882	-0.06943801798
60	3726	125	124.6079168	0.3920831527	0.3136665222
60	3834	137.5	137.6012216	-0.1012215689	-0.07361568648
60	3933	150	149.7370757	0.2629243469	0.1752828979
60	4037	162.5	162.7179824	-0.2179824494	-0.1341430458
60	4129	175	174.3993579	0.6006421382	0.343224079
60	4235	187.5	188.0891013	-0.5891012635	-0.3141873405
60	4327	200	200.171054	-0.17105402	-0.08552701001
60	4423	212.5	212.9767505	-0.4767505478	-0.224353199
65	4068	150	150.3203232	-0.3203231868	-0.2135487912
65	4157	162.5	161.9305544	0.5694456388	0.3504280854
65	4258	175	175.3153251	-0.3153250988	-0.1801857707
65	4348	187.5	187.4296695	0.0703305143	0.03750960762
65	4441	200	200.1332829	-0.1332829074	-0.06664145372
65	4530	212.5	212.4670154	0.03298460064	0.01552216501
70	4388	175	175.2563066	-0.2563065881	-0.1464609075
70	4471	187.5	186.8881603	0.6118396802	0.3263144961
70	4565	200	200.2411178	-0.2411177762	-0.1205588881
70	4647	212.5	212.0451712	0.4548287832	0.2140370744
75	4616	187.5	188.3846102	-0.8846101875	-0.4717921
75	4689	200	199.1666012	0.8333988286	0.4166994143
75	4780	212.5	212.7664866	-0.2664866335	-0.1254054746

Results

Number of observations = 80

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 9

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = 2.26895480182066E-09

Average Residual = 2.836193502275 82E-11

Residual Sum of Squares = 7.65623161461187

Standard Error of the Estimate = .328381254174359

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9999721211

Proportion of Variance Explained = 99.99721211%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9999689799

Durbin-Watson statistic = 2.93481507383544

Regression Variable Results

	Value	StandardError	t-ratio	Prob(t)
a	-1.459423381	3.710741558	-0.3932969618	0.69528
b	0.1520839456	0.2922936086	0.5203122517	0.60446
c	0.00032137183	0.002413271288	0.133168549	0.89444
d	-0.04840413065	0.005947883054	-8.138043437	0.0
e	1.151373455E-005	5.412181827E-007	21.27373934	0.0
f	0.0005097248291	0.0001419234561	3.591547467	0.0006
g	1.744377301E-006	2.365976893E-006	0.7372757131	0.46338
h	1.494424588E-009	1.900268776E-008	0.07864280078	0.93754
I	-1.689427898E-010	2.568481769E-010	-0.6577535099	0.51282

(2) 유량-축동력-rpm

유량-축동력-rpm의 관계는 유량 x_1, 축동력 y, rpm x_2로 지정하여 $y = f(x_1, x_2)$의 2차독립변수의 관계식으로 회귀하였다. 2차식으로 회귀하였으며, 식은 다음과 같다.

$$y = b_1 + b_2x_1 + b_3x_2 + b_4x_1^2 + b_5x_2^2 + b_6x_1x_2 + b_7x_1^2x_2 + b_8x_1x_2^2 + b_9x_1^2x_2^2$$

회귀결과에는 다음에 제시되어 있다. 유량-축동력-Rpm의 결과는 위에서 제시된 9개의 계수로 나타나며, 다음과 같다. 결과의 각각의 항목에 대한 해설과 설명은 3장 1절에 설명되어 있다.

[표3.9] 송풍기 유량-축동력-rpm 회귀결과 예

Q	Rpm	SKw	Calculated SKw	Residual	Error Percent
20	1195	0.06	0.06426847979	-0.004268479789	-7.114132982
20	1356	0.09	0.09179750707	-0.001797507074	-1.997230082
20	1502	0.13	0.122640835	0.007359164975	5.660896134
20	1758	0.19	0.1902208294	-0.0002208293598	-0.1162259789
25	1487	0.12	0.119655671	0.0003443289883	0.2869408236
25	1619	0.16	0.1549583182	0.005041681773	3.151051108
25	1854	0.23	0.2311396349	-0.001139634942	-0.4954934529
25	2064	0.31	0.313662225	-0.003662224995	-1.181362902
25	2258	0.4	0.4020128824	-0.002012882372	-0.503220593
30	1969	0.28	0.2806936074	-0.0006936074169	-0.2477169346
30	2162	0.37	0.370469498	-0.0004694980461	-0.1268913638
30	2345	0.47	0.4678527704	0.002147229593	0.4568573603
30	2518	0.57	0.5708872039	-0.0008872039218	-0.1556498108
30	2679	0.68	0.6763552326	0.003644767399	0.5359952058
35	2102	0.34	0.3413635765	-0.001363576495	-0.4010519103
35	2281	0.44	0.4392620141	0.0007379858841	0.1677240646
35	2453	0.54	0.5455215499	-0.005521549852	-1.022509232
35	2607	0.65	0.65079744	-0.0007974400045	-0.1226830776
35	2765	0.77	0.7687609757	0.001239024292	0.1609122458
35	2915	0.89	0.890079777	-7.977697251E-005	-0.008963704776
40	2412	0.52	0.5182817404	0.001718259551	0.3304345291
40	2572	0.63	0.6320651	-0.00206509998	-0.3277936477
40	2726	0.75	0.7525011546	-0.002501154613	-0.3334872818
40	2870	0.87	0.8748069136	-0.004806913581	-0.5525188024
40	3004	1	0.9970313244	0.002968675607	0.2968675607
45	2851	0.87	0.8620152941	0.007984705867	0.9177822836
45	2984	0.99	0.9894868186	0.0005131814439	0.05183650948
45	3115	1.13	1.123683673	0.006316326823	0.5589669755

Q	Rpm	SKw	Calculated SKw	Residual	Error Percent
50	3119	1.13	1.128227974	0.001772026106	0.1568164695
50	3241	1.27	1.268449347	0.001550653267	0.1220986824
55	3375	1.42	1.427039426	-0.00703942629	-0.4957342458
40	3143	1.13	1.132385397	-0.00238539718	-0.2110970956
40	3266	1.26	1.2594363	0.0005637001538	0.04473810744
40	3398	1.4	1.403384585	-0.003384585347	-0.2417560962
40	3519	1.54	1.542250094	-0.002250093566	-0.1461099718
45	3240	1.26	1.259730586	0.0002694135188	0.0213820253
45	3368	1.41	1.407135063	0.002864937035	0.2031870237
45	3487	1.55	1.551520179	-0.001520178513	-0.09807603309
45	3605	1.7	1.701680397	-0.00168039707	-0.09884688648
45	3720	1.86	1.854718785	0.005281214911	0.2839362855
45	3831	2.01	2.008702839	0.001297161106	0.06453537839
50	3357	1.41	1.409342717	0.0006572832761	0.04661583519
50	3483	1.57	1.570740783	-0.0007407827424	-0.04718361417
50	3591	1.72	1.716009749	0.003990250952	0.2319913344
50	3707	1.88	1.879162326	0.0008376743658	0.04455714712
50	3811	2.03	2.031709102	-0.001709101772	-0.08419220554
50	3921	2.2	2.19950963	0.0004903696555	0.0222895298
50	4027	2.36	2.36748476	-0.007484759866	-0.3171508418
50	4127	2.54	2.531598903	0.008401096714	0.3307518391
50	4232	2.71	2.709819363	0.0001806374785	0.006665589612
55	3483	1.57	1.572810242	-0.002810242444	-0.178996334
55	3600	1.74	1.73858745	0.001412550428	0.0818105909
55	3708	1.89	1.898866862	-0.008866861962	-0.4691461355
55	3814	2.07	2.062950009	0.007049990548	0.3405792535
55	3918	2.23	2.230457161	-0.0004571608814	-0.02050048796
55	4018	2.39	2.397611758	-0.007611757613	-0.3184835822
55	4124	2.58	2.581314348	-0.001314348409	-0.05094373678
55	4214	2.74	2.742554329	-0.002554329332	-0.09322369826
55	4320	2.94	2.938661471	0.001338528621	0.04552818439
60	3726	1.92	1.921890119	-0.001890118661	-0.09844368027
60	3834	2.1	2.098195798	0.001804202315	0.08591439595
60	3933	2.27	2.266430581	0.003569418669	0.1572431132
60	4037	2.45	2.449983313	1.668665874E-005	0.0006810881118
60	4129	2.62	2.618182985	0.001817015339	0.06935173048
60	4235	2.82	2.818759436	0.001240563877	0.04399162684
60	4327	3	2.998730209	0.001269791151	0.04232637169
60	4423	3.19	3.192357068	-0.002357068043	-0.07388928034
65	4068	2.5	2.501969266	-0.001969266464	-0.07877065855
65	4157	2.67	2.673659225	-0.003659224528	-0.1370496078
65	4258	2.88	2.875173236	0.004826763511	0.1675959552
65	4348	3.06	3.060719365	-0.0007193651206	-0.02350866407

Q	Rpm	SKw	Calculated SKw	Residual	Error Percent
65	4441	3.26	3.258370073	0.00162992684	0.04999775582
65	4530	3.45	3.453153816	-0.003153815999	-0.09141495649
70	4388	3.14	3.139754956	0.0002450436433	0.007803937685
70	4471	3.33	3.325631049	0.004368950955	0.1311997284
70	4565	3.54	3.542342727	-0.002342727469	-0.06617874205
70	4647	3.74	3.736768258	0.003231742157	0.0864102181
75	4616	3.65	3.647859154	0.002140845627	0.05865330485
75	4689	3.83	3.83029463	-0.000294630477	-0.00769270175
75	4780	4.06	4.063650752	-0.003650751946	-0.08991999866

Results

Number of observations = 80

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 10

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = -3.437024276298 22E-11

Average Residual = -4.296280345372 77E-13

Residual Sum of Squares = 9.364782401570 45E-04

Standard Error of theEstimate = 3.631781156458 78E-03

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9999900465

Proportion of Variance Explained = 99.99900465%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9999889249

Durbin-Watson statistic = 2.223163575670 12

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	0.06074195813	0.04103949567	1.480085394	0.14327
b	-0.002404598862	0.003232664417	-0.743844257	0.45943

c	-5.804233725E-005	2.668993262E-005	-2.174690288	0.03299
d	0.0001495798728	6.578149585E-005	2.273889806	0.026
e	3.914671037E-008	5.985683375E-009	6.540056985	0.0
f	-1.650408738E-006	1.569623374E-006	-1.051467993	0.29661
g	-1.814147235E-007	2.616687119E-008	-6.932992567	0.0
h	4.535177769E-009	2.101630531E-010	21.57932949	0.0
I	3.289024497E-012	2.84065034E-012	1.15784208	0.25081

(3) 소음데이터

대부분의 송풍기 제조업체가 신뢰성 있는 송풍기 자료를 제시하지 않았으며, 자료가 있는 1개업체의 36개 모델에 대해서 입력을 하였다. 기타 다른 업체의 송풍기에 대해서는 ASHRAE에서 제시한 일반적인 소음계산방법을 적용시키기로 하였다. 소음 데이터베이스는 아래 입력형태와 같이 rpm별로 특정 Ocatve Band Frequency에 대한 소음레벨(dB)로 나타난다.

(가) 업체제공 소음데이터

Sound Power Level										
rpm	dB(A)	Octave Band Frequnecy								Max. BHP
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1200	67	45	52	56	58	58	60	61	61	0.10
1500	72	51	57	63	64	64	65	65	65	0.19
1800	77	56	62	68	69	68	69	69	69	0.33
2100	80	61	66	72	74	72	72	72	72	0.52
2400	84	65	70	75	78	75	75	75	74	0.78
2700	87	69	73	78	81	79	78	78	76	1.11
3000	89	72	76	80	84	82	80	80	78	1.53
3400	92	75	79	82	88	85	83	83	80	2.22
3800	95	79	83	85	91	89	85	85	82	3.10
4200	98	82	86	87	93	93	87	87	84	4.19

[표3.10] 업체제공 소음데이터 예

(나) ASHRAE 소음 기준

계산과정

$$L_w = K_w + 10\,Log\frac{Q}{Q_1} + 20\,Log\frac{P}{P_1} + C$$

L_w : 송풍기의 예상음압레벨 (dB re 1pW)

K_w : 특정음압레빌

Q : 풍량(cfm)

Q_1 : 풍량이 cfm단위일 때 1

P : 압력손실

P_1 : 압력손실 in. of water단위일 때 1

C : 보정계수(dB)

송풍기의 예상음압레벨을 주파수 대역별로 계산하고 날개에 의한 고유쥬파수가 발생하는 Band(주파수영역)에 대해 BFI(날개주파수증분)를 더해준다.

코드	송풍기종류	휠 크기	Octave Band 중심중파수(Hz)							
			63	125	250	500	1k	2k	4k	BFI
1	에어포일,후향곡	900mm 이상	32	32	31	29	28	23	15	3
2	/후향익형	900mm 이하	36	38	36	34	33	28	20	
3	전향곡(다익)형	모두	47	43	39	36	34	32	28	2
4	레디얼	1000mm 이상	45	39	42	39	37	32	30	8
5	블로와	500mm~1000mm	55	48	48	45	45	40	38	8
6		500mm 이하	63	57	58	50	44	39	38	8
7	축류베인형	1000mm 이상	39	36	38	39	37	34	32	6
8		1000mm 이하	37	39	43	43	43	41	28	6
9	튜브축류형	1000mm 이상	41	39	43	41	39	37	34	7
10		1000mm 이하	40	41	47	46	44	43	37	7
11	프로펠러	모두	48	51	58	56	55	52	46	5

[표3.11] 각종 송풍기의 특정음압레벨 및 BFI

◆부분부하용량 조절에서의 보정계수

$$-\text{정압효율비} = \frac{\text{선정된 송풍기의 운전점 효율}}{\text{선정된 송풍기의 최고 효율}}$$

[표3.12] 부분부하에서의 보정계수 C

정압효율비	보정값(dB)
90~100	0
85~89	3
75~84	6
65~74	9
55~64	12
50~54	15

◆Blade Frequency

B_f = (rpm × 송풍기 날개수) / 60

날개수를 모르는 경우에는 다음 표의 송풍기 형식에 따른 날개주파수(Blade Frequency)의 Octave Band를 구한다(rpm<1750).

단, rpm>=1750일 때에는 표의 날개주파수 Octave Band보다 한단계 높은 다음 밴드로 선정한다.

[표3.13] 날개주파수 발생Octave Band

송풍기 종류	날개주파수 발생대역
에어포일, 후향익/후향곡형	250 Hz
전향곡형	500 Hz
레디얼, 블로어	125 Hz
Vaneaxial	125 Hz
Tubeaxial	63 Hz
프로펠러	63 Hz

날개주파수(Blade Frequency)가 속하는 Octave Band에 BFI를 더해준다.

다. 결과 데이터베이스

송풍기의 데이터베이시는 원심형, 축류형, 인라인형, 소음자료로 구분되어 있으며, 원심, 인라인형 송풍기 데이터베이스는 회사명, 송풍기 종류, 편/양흡입, 크기, 임펠러 직경, 토출구면적, 유량-양정-rpm 회귀식의 계수와 유량-축동력-rpm 회귀식의 계수로

구성되어 있다. 축류형의 경우에서는 회전익의 각도에 따라 같은 모델이라도 성능 특성이 달라지므로, 데이터베이스는 회사명, 송풍기 종류, 모델명, 크기, 회전익 각도와 회귀식의 9개 계수로 구성되어 있다.

소음자료 데이터베이스는 회사명, 송풍기 종류, 모델명, 회전수, 소음레벨과 Octave Band 주파수별 음압레벨을 나타내었다.

송풍기 데이터베이스 예를 각각[표3.14]~[표3.16]에 나타내었다. 실제 데이터베이스는 가로로 구성되어 있으나, 지면관계상 여기서는 세로로 제시한다.

[표3.14] 원심형 송풍기 데이터베이스 예

Company	Taeil
Type	Airfoil
Width	Single
Size	12
Out D	310
Out A	0.08
a1	-1.45942
a2	0.152084
a3	0.000321
a4	-0.0484
a5	1.15E-05
a6	0.00051
a7	1.74E-06
a8	1.49E-09
a9	-1.7E-10
b1	0.060742
b2	-0.0024
b3	-5.8E-05
b4	0.00015
b5	3.91E-08
b6	-1.7E-06
b7	-1.8E-07
b8	4.54E-09
b9	3.29E-12

[표3.15] 축류형 송풍기 데이터베이스 예

Company	ABB
Type	Axial
Model	080-5-8
Size	80
InclinedDegree	25
a1	-110000
a2	42498.9
a3	152.6326
a4	-4194.84
a5	-0.05032
a6	-58.5597
a7	5.676003
a8	0.019368
a9	-0.00186
b1	-3966.88
b2	1838.92
b3	5.284013
b4	-237.771
b5	-0.00174
b6	-2.27995
b7	0.276894
b8	0.000721
b9	-8.30E-05

[표3.16] 소음자료 데이터베이스 예

회사명	종류	크기	모델	dB	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	MaxBHP
삼정 기계	Airfoil	2	122#2	67	45	52	56	58	58	60	61	61	0.1
삼정 기계	Airfoil	2	122#2	72	51	57	63	64	64	65	65	65	0.19
삼정 기계	Airfoil	2	122#2	77	56	62	68	69	68	69	69	69	0.33
삼정 기계	Airfoil	2	122#2	80	61	66	72	74	72	72	72	72	0.52
삼정 기계	Airfoil	2	122#2	84	65	70	75	78	75	75	75	74	0.78
삼정 기계	Airfoil	2	122#2	87	69	73	78	81	79	78	78	76	1.11

2. Ventilator

옥상환풍기, 벽부환풍기의 경우 실제 소용량의 배기용 송풍기 유니트로 기동 정지만 제어할 뿐 용량조절을 행하는 경우는 거의 없다. 또한, 실제 환풍기의 용도가 극히 제한된 유량-양정-rpm에 사용되므로 용량조절과 관련한 Simulation은 의미가 없다. 또한, 모든 제조업체에서도 용량선정을 위한 최대운전점의 자료만 제시하고 있으며 simulation실행시 큰 문제점이 없다고 판단되므로, 간이적으로 데이터를 정리하며 데이터베이스로 활용하기로 한다.

가. 자료제공형태

MODEL NO.	FAN DIAϕ	MOTOR HP	MOTOR POLES	AIR VOLUME ㎥/min 5mmAQ	10mmAQ	15mmAQ	20mmAQ	DIMENSIONS mm A	B	C	D	E	F
14-R	355	1/2	4	55				640	210	710	105	360	570
18-R	450	1	4	130	120			820	290	180	125	460	710
22-R	560	3	4	205	195	190	185	1000	350	900	125	590	840
25-R	630	5	4	295	280	265	255	1100	390	960	130	690	950
28-R	710	5	4	410	390	370	360	1350	440	1040	122.5	890	1135
36-R	900	10	4	625	600	580	565	1630	510	1140	175	1010	1360
50-R	1265	15	4	1170	1145	1095	1020	2200	710	1410	225	1370	1820

[그림 3.36]

나. 자료처리방법 및 자료처리범위

위에서 설명한 바와같이, 회귀작업 없이 자료가 처리된다.

다. 결과 데이터베이스 예

Company	Model	Fan Dia	Motor Poles	MotorHP	Head				
					0	3	6	9	12
한창열기	HWF-254	254	4	1/20	17	9			
한창열기	HWF-300	300	4	1/12	32	25			
한창열기	HWF-400	400	4	1/8	52	46	35	20	
한창열기	HWF-450	450	4	1/4	87	80	72	56	
한창열기	HWF-500	500	4	1/2	128	113	100	80	64

3. 냉수코일

가. 자료제공형태

국내업체들의 자료형태는 크게 세 가지 형태로 나타나고 있다.

첫 번째 형태는 아래 제시된 예와 같이 통과풍속과 수속에 따른 전열계수, 입구공기의 노점온도와 입구수온과의 온도차와 입구공기의 건구온도와 입구수온과의 온도차에 대한 습윤계수 형태를 제시하는 형태이다. 공기측 압력손실은 다음과 같이 계산되며,

정압손실=냉수코일 정압손실×핀피치 보정계수×온도 보정계수

코일의 정압손실은 코일 통과풍속에 대하여, 핀피치 보정계수는 핀피치에 대하여, 온도 보정계수는 출입구 평균공기 건구온도에 대하여 나타나있다. 수측정압손실은 유효장, 튜브1본당수량에 대하여 나타나있다.

● 전열계수표 (kcal/h.℃m²)

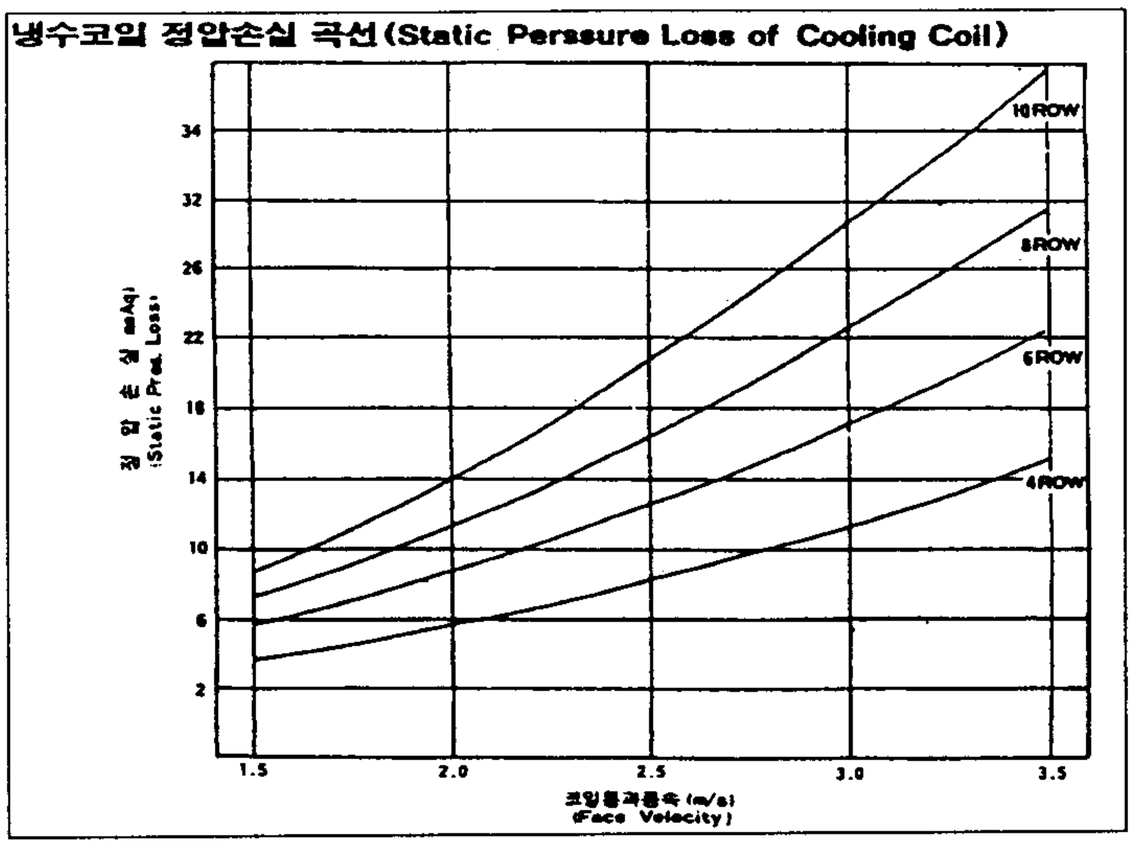
표-7

스 속 V_w(m/S)	통 과 풍 속 V_a(m/s)								
	1.5	1.75	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
0.2	544	578	605	649	688	720	751	771	795
0.3	583	619	649	700	744	781	815	842	868
0.4	607	645	678	734	763	827	864	890	920
0.5	624	667	700	759	812	859	900	930	961
0.6	639	681	717	781	837	888	930	964	995
0.7	649	695	732	800	856	908	954	991	1022
0.8	659	704	744	815	873	925	973	1013	1049
0.9	666	714	754	827	888	939	988	1030	1069
1.0	673	722	764	839	900	954	1003	1044	1086
1.2	680	738	778	850	925	990	1041	1090	1140
1.4	690	751	798	880	950	1015	1080	1130	1175
1.6	705	760	809	890	975	1040	1100	1150	1210
1.8	715	775	818	905	990	1050	1120	1183	1230

[그림3.37] 냉수코일 전열계수 제시 예

입구공기의 노점온도와 입구수온과의 온도차 ($DP_1 - t_{w1}$) °C	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4
25	1.79	1.87	1.95														
24	1.71	1.79	1.87	1.95													
23	1.64	1.71	1.79	1.87													
22	1.58	1.64	1.71	1.79	1.88												
21	1.52	1.58	1.64	1.71	1.79	1.88											
20	1.46	1.52	1.57	1.64	1.71	1.79	1.87										
19	1.40	1.45	1.51	1.57	1.63	1.70	1.78	1.87									
18	1.36	1.40	1.45	1.50	1.56	1.63	1.70	1.78	1.88								
17	1.31	1.35	1.39	1.44	1.49	1.55	1.62	1.70	1.80	1.92							
16	1.26	1.30	1.34	1.38	1.43	1.48	1.55	1.62	1.71	1.82	1.96						
15	1.22	1.25	1.29	1.33	1.37	1.42	1.47	1.54	1.61	1.71	1.84						
14	1.18	1.21	1.25	1.28	1.32	1.36	1.41	1.47	1.54	1.62	1.72	1.85					
13	1.15	1.18	1.21	1.24	1.27	1.31	1.35	1.40	1.46	1.53	1.63	1.76					
12	1.12	1.14	1.17	1.19	1.22	1.26	1.30	1.34	1.39	1.45	1.53	1.63	1.78				
11	1.10	1.12	1.14	1.16	1.19	1.22	1.25	1.29	1.33	1.38	1.45	1.54	1.67				
10	1.07	1.09	1.11	1.13	1.15	1.18	1.20	1.24	1.28	1.32	1.38	1.45	1.56	1.72			
9	1.05	1.07	1.08	1.10	1.12	1.14	1.16	1.19	1.22	1.26	1.31	1.37	1.46	1.57			
8	1.04	1.05	1.06	1.07	1.09	1.10	1.12	1.15	1.17	1.20	1.25	1.30	1.37	1.47	1.57		
7	1.03	1.04	1.04	1.05	1.06	1.08	1.09	1.11	1.13	1.16	1.19	1.24	1.29	1.37	1.49		
6	1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.08	1.10	1.12	1.15	1.19	1.24	1.30	1.39	1.53	
5			1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.06	1.07	1.09	1.11	1.14	1.17	1.22	1.29		
4					1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.09	1.12	1.16	1.20	1.26	
3						1.01	1.02	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.08	1.10	1.13	1.17	1.22
2								1.01	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.08	1.10	1.13
1											1.01	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.07

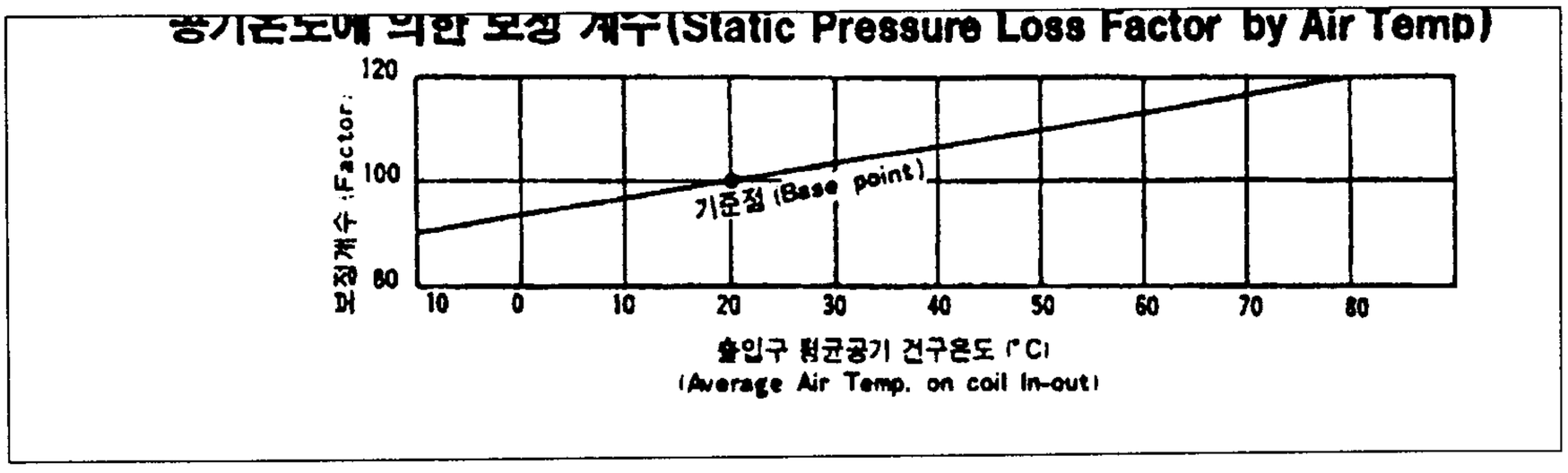
[그림3.38] 냉수코일 습윤계수 제시 예



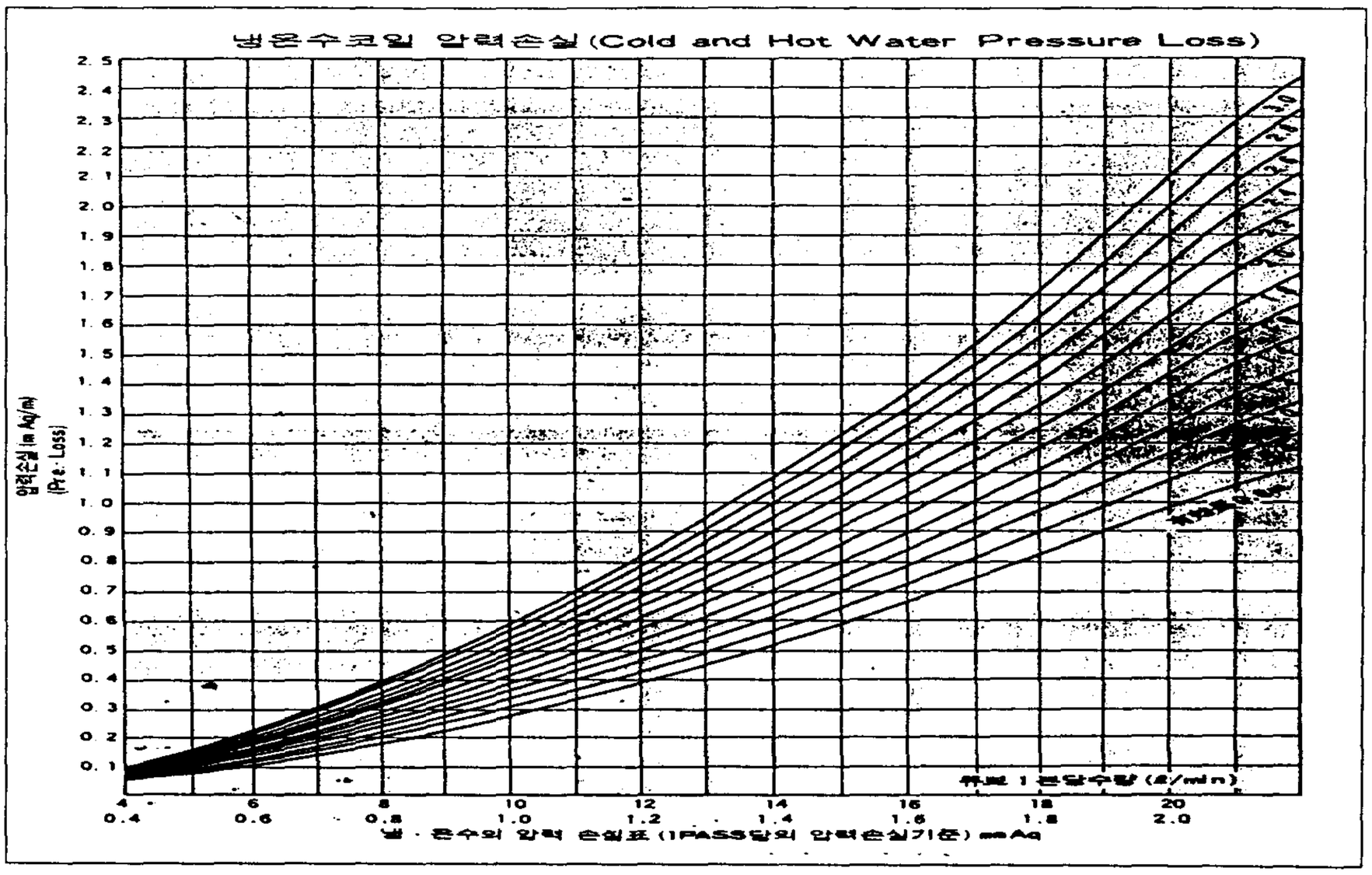
[그림3.39] 냉수코일 정압손실 제시 예

핀 피치/인치당 (핀 피치 ㎜/㎜)	14 (1.81)	12 (2.12)	8 (3.18)	7 (3.63)	4 (6.35)	3 (8.47)	2 (12.7)
정압손실 보정계수	1.95	1.60	1.00	0.86	0.49	0.43	0.26

[그림3.40] 핀피치 보정계수 제시 예



[그림3.41] 온도 보정계수 제시 예



[그림3.42] 수측 정압손실 제시 예

두 번째의 자료형태는 아래와 같이 기준 입구공기온도와 기준 냉수 입출구 온도차에 대해 입구수온과 코일통과풍속, 열수에 따른 냉각능력을 나타내고 있다.

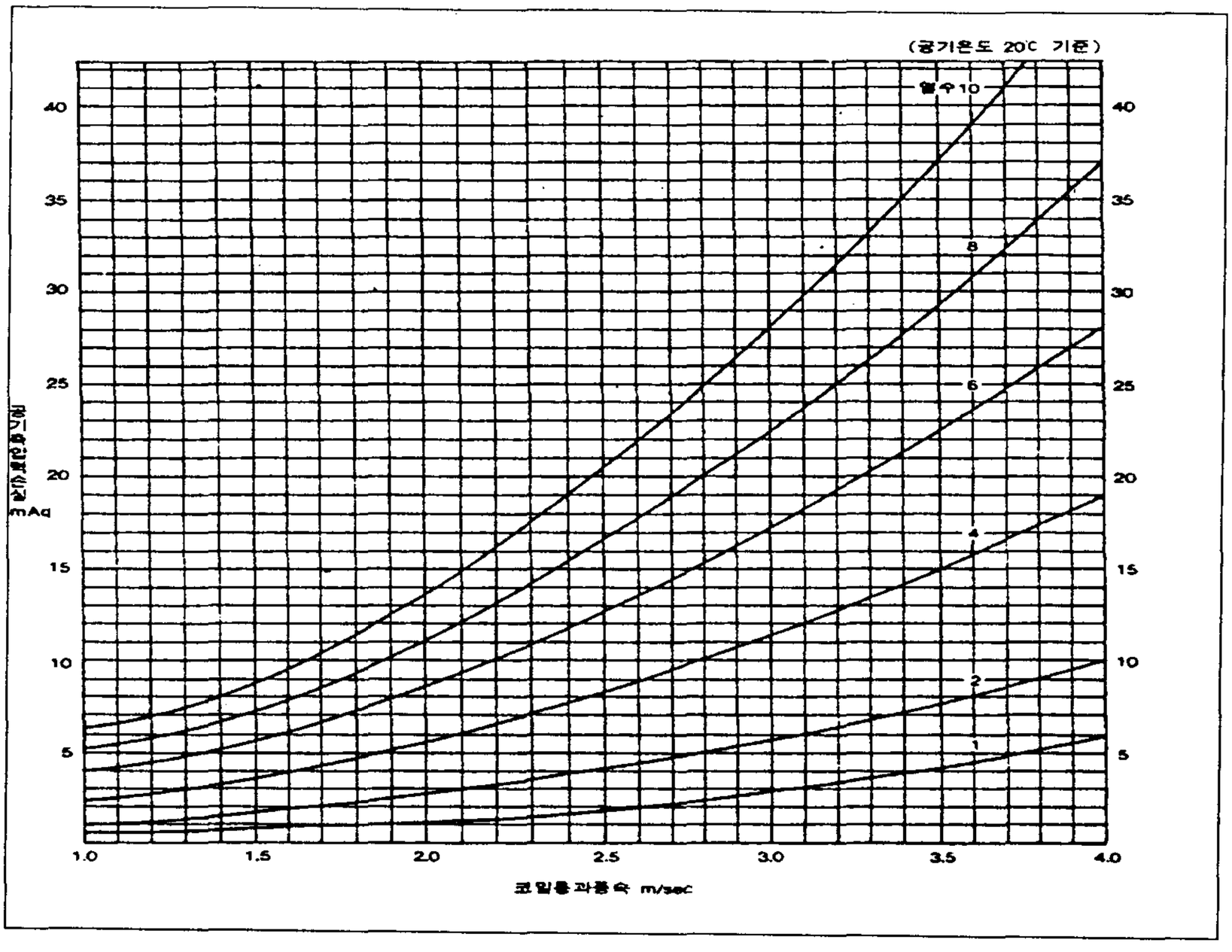
공기측 정압손실과 수측 정압손실은 다음에 제시된 예와 같으며, 앞서 제시한 형태와 유사하나, 이 경우에는 건코일의 경우와 습코일의 경우로 분류하여 정압손실을 제공하고 있으며, 온도 보정계수는 제시하고 있지 않다.

●냉수코일 성능표

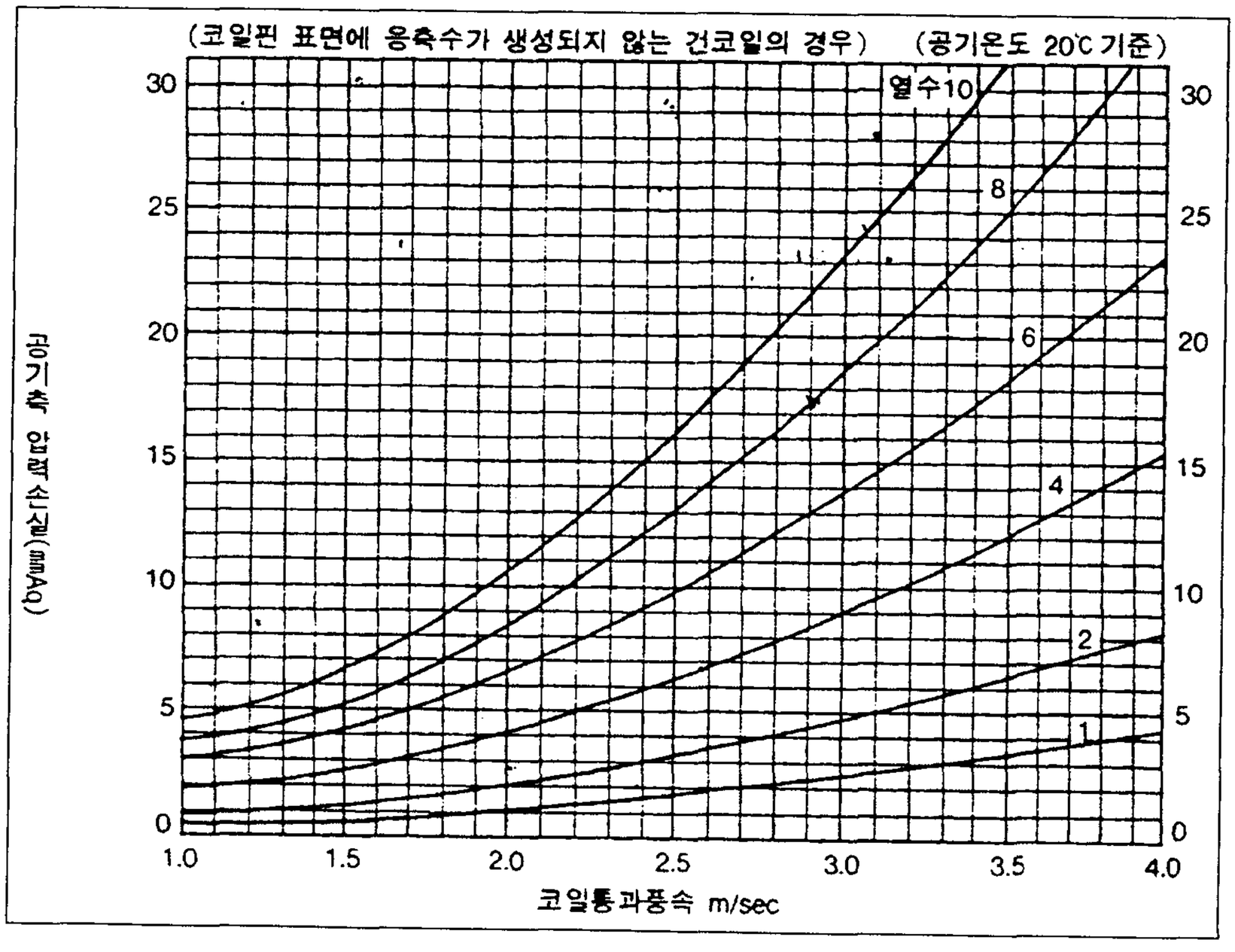
입구수온	MODEL NO	냉각능력 (×1000kcal/hr)								
		코일 통과 풍속 V=2.0m/s			코일 통과 풍속 V=2.5m/s			코일 통과 풍속 V=3.0m/s		
		4ROW	6ROW	8ROW	4ROW	6ROW	8ROW	4ROW	6ROW	8ROW
5℃	GAH-60	19.0	22.8	27.4	22.8	27.4	33.0		32.5	38.5
	GAH-90	28.5	37.6	43.6	30.8	43.3	51.3	34.2	51.0	60.0
	GAH-120	37.6	50.1	57.0	43.3	57.0	68.4	45.6	64.9	78.0
	GAH-160	49.0	64.9	77.5	59.3	77.5	92.1	64.9	90.0	107.0
	GAH-200	63.8	82.0	96.9	74.0	96.9	114.0	80.9	115.0	131.1
	GAH-240	79.8	102.6	116.0	91.2	119.7	139.0	102.6	140.0	155.0
	GAH-280	93.5	119.7	137.0	108.3	142.5	165.3	120.8	160.0	185.0
	GAH-320	106.0	139.0	150.0	125.4	159.6	186.1	131.1	185.0	205.2
	GAH-400	132.2	175.0	190.0	153.9	205.2	227.0	155.0	220.0	263.0
	GAH-450	150.0	190.0	215.0	176.7	228.0	256.5	177.0	250.0	300.0
	GAH-500	165.0	215.0	239.0	193.8	250.8	285.0	195.0	280.0	330.0
	GAH-600	205.2	253.0	287.3	239.4	307.8	342.0	246.2	335.0	393.3
	GAH-700	239.4	300.0	339.7	273.6	353.4	404.7	296.4	394.0	465.0
	GAH-800	252.0	335.0	385.3	313.5	404.7	461.7	326.0	450.0	530.0
	GAH-950	285.0	400.0	458.0	364.8	484.5	547.2	387.6	550.0	630.0
	GAH-1200	360.2	500.0	575.0	461.7	604.2	688.0	490.2	670.0	785.0
7℃	GAH-80	16.0	20.0	24.0	20.0	24.0	28.5		28.5	34.0
	GAH-90	25.0	33.0	38.3	27.0	38.0	45.0	30.0	43.0	52.0
	GAH-120	33.0	43.0	51.0	38.0	50.0	60.0	40.0	57.0	68.0
	GAH-160	43.0	57.0	68.0	52.0	68.0	81.0	57.0	77.0	93.0
	GAH-200	56.0	72.0	85.0	65.0	85.0	101.5	71.0	100.0	115.0
	GAH-240	70.0	90.0	104.0	80.0	105.0	122.0	90.0	120.0	139.0
	GAH-280	82.0	105.0	123.0	95.0	125.0	145.0	106.0	140.0	158.0
	GAH-320	93.0	116.0	136.0	110.0	145.0	165.0	115.0	160.0	185.0
	GAH-400	116.0	149.0	165.0	135.0	180.0	205.0	145.0	200.0	228.0
	GAH-450	126.0	165.0	190.0	155.0	200.0	227.0	155.0	225.0	260.0
	GAH-500	140.0	190.0	208.0	170.0	220.0	250.0	175.0	250.0	284.0
	GAH-600	180.0	225.0	252.0	210.0	270.0	300.0	220.0	300.0	345.0
	GAH-700	210.0	260.0	298.0	240.0	310.0	355.0	260.0	350.0	404.0
	GAH-800	234.0	295.0	338.0	267.0	355.0	405.0	290.0	400.0	462.0
	GAH-950	285.0	350.0	410.0	320.0	425.0	485.0	340.0	450.0	550.0
	GAH-1200	340.0	440.0	510.0	405.0	530.0	610.0	430.0	570.0	690.0

※운전조건 : 1. 입구 공기온도 : 27°C DB, 21°C WB
2. 냉수 입출구 온도차 : 5°C

[그림3.43] 냉수코일 냉각능력표 제시 예



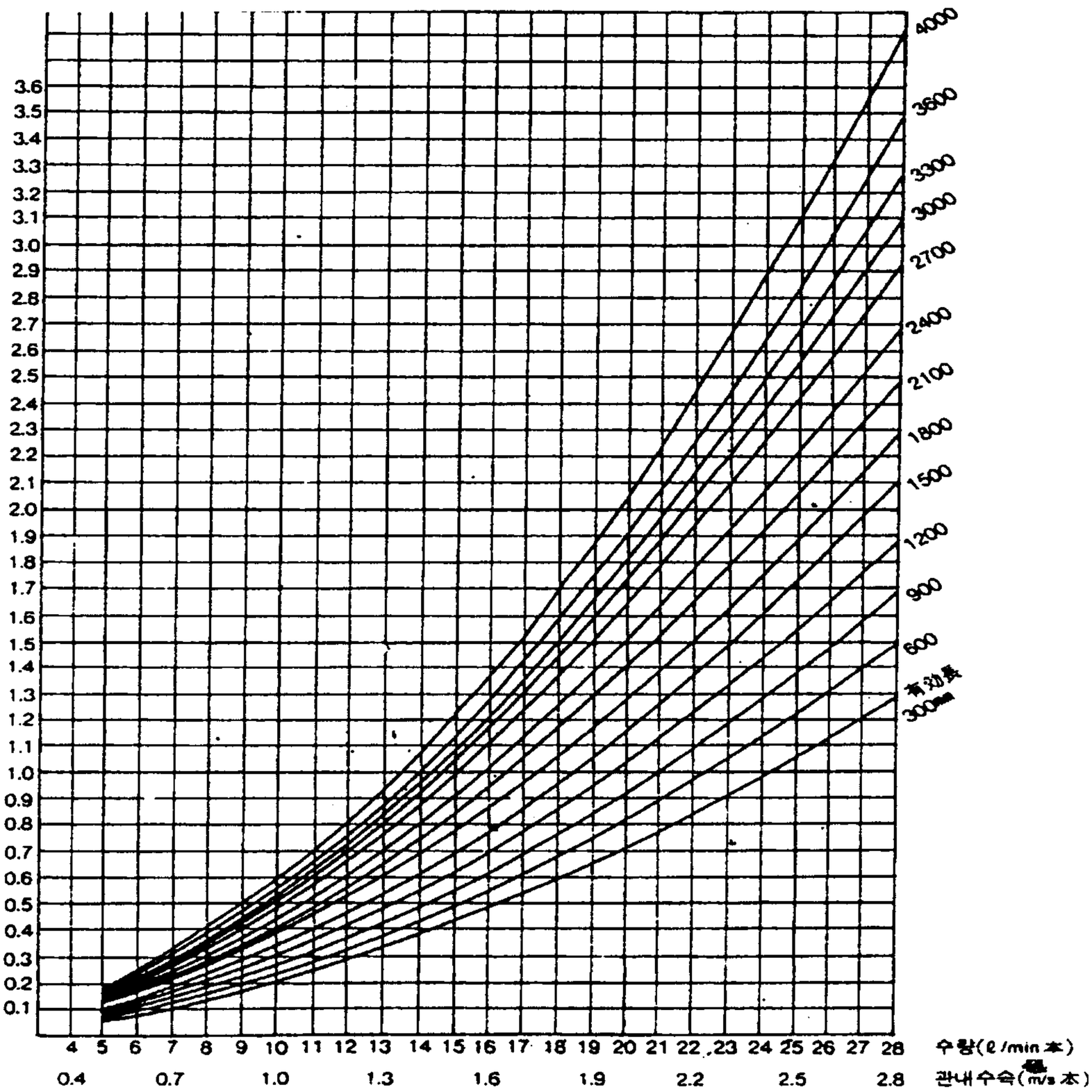
[그림3.44] 냉수코일 정압손실제시 예(습코일)



[그림3.45] 냉수코일 정압손실 제시 예(건코일)

Fin 매수/25.4mm	14	12	10	8	6	4	2
핀피치(mm)	1.81	2.12	2.54	3.18	4.23	6.35	12.7
공기측 정압손실 보정계수	1.95	1.60	1.35	1.00	0.72	0.43	0.26

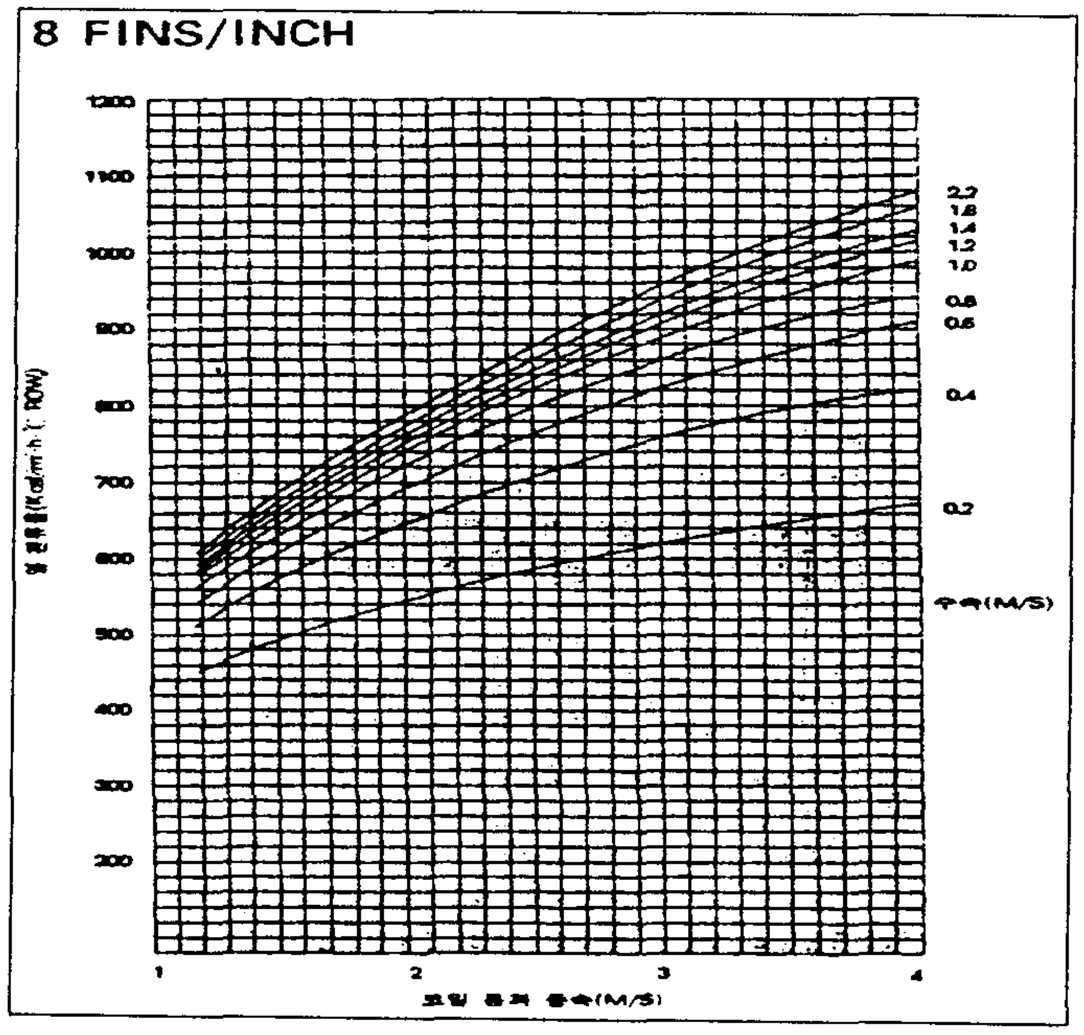
[그림3.46] 핀피치 보정계수 제시 예



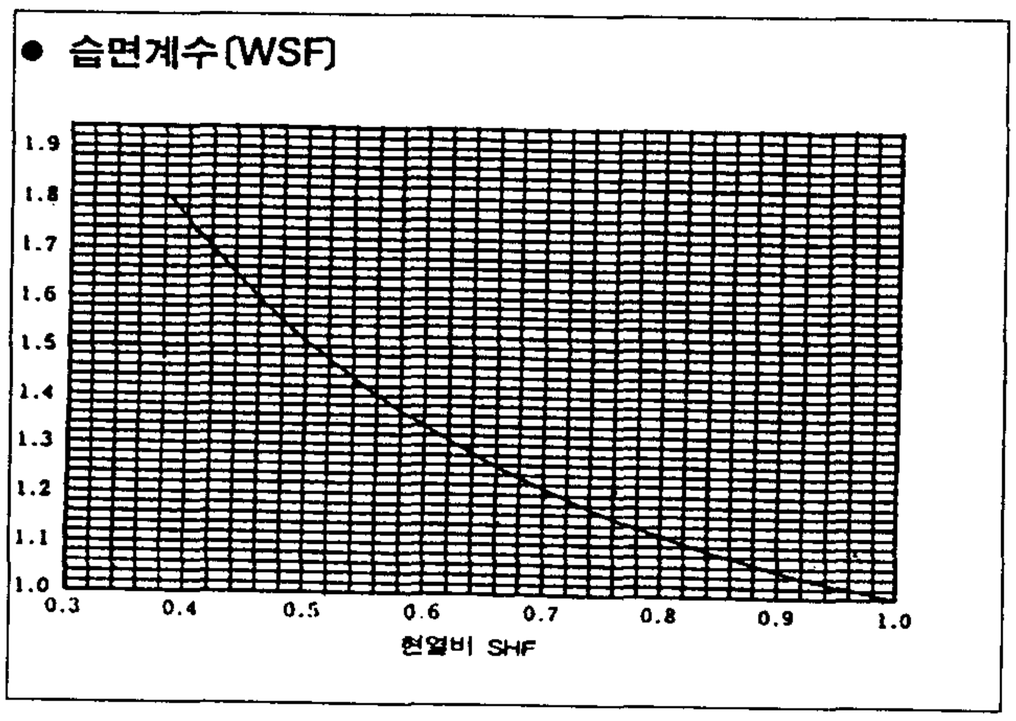
주) 코일내 수속은 0.5~1.5m/s 이내가 되도록 선정하는 것이 적합합니다.

[그림3.47] 수측 정압손실 제시 예

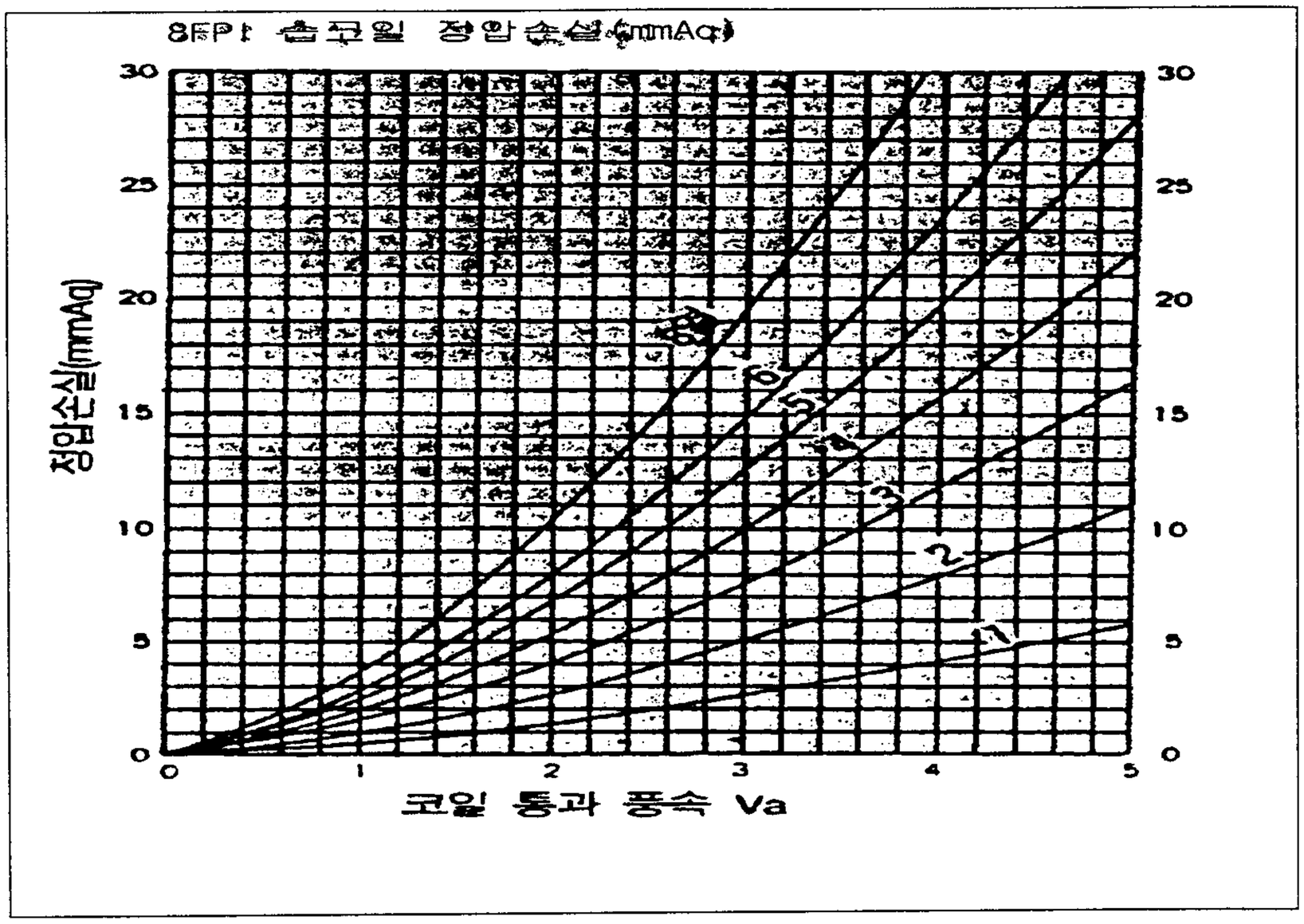
세 번째 자료형태는 각 모델별로 특정 핀피치에 대해 통과풍속과 수속에 대한 전열계수를 그래프 형태로 제공하고 있으며, 습윤계수는 현열비에 대하여 나타내고 있다. 정압손실은 앞서 제시한 예와는 달리, 핀피치 보정계수가 제시되지 않고, 특정 핀피치에 대한 습코일, 건코일의 압력손실을 나타내고 있다. 온도 보정계수 대신 전면풍속과 현열비에 의한 보정계수를 제시하고 있다.



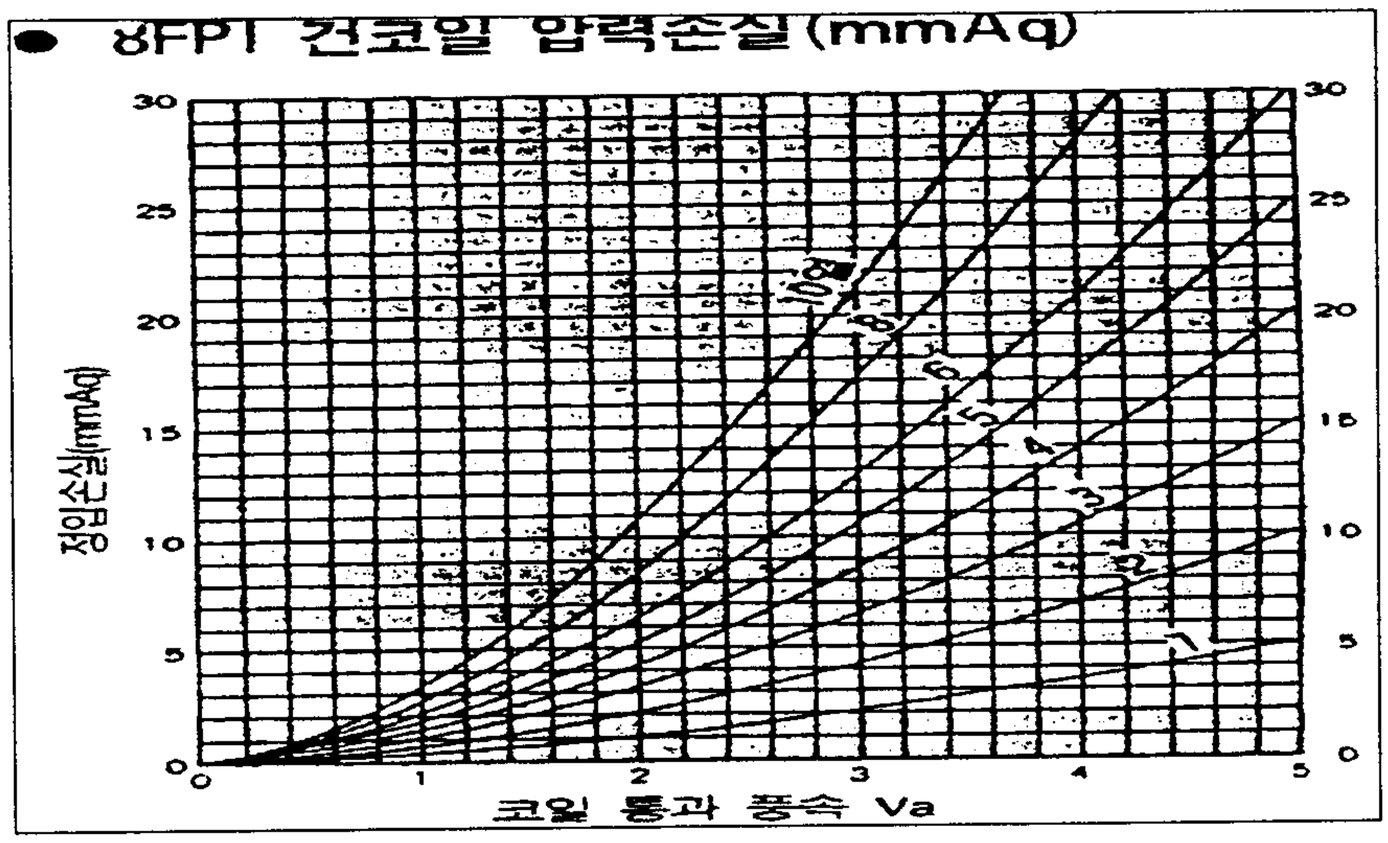
[그림3.48] 냉온수 열관류율 선도 제시 예



[그림3.49] 습면계수 제시 예 (현열비 기준)



[그림3.50] 냉수코일 정압손실(습코일) 제시 예

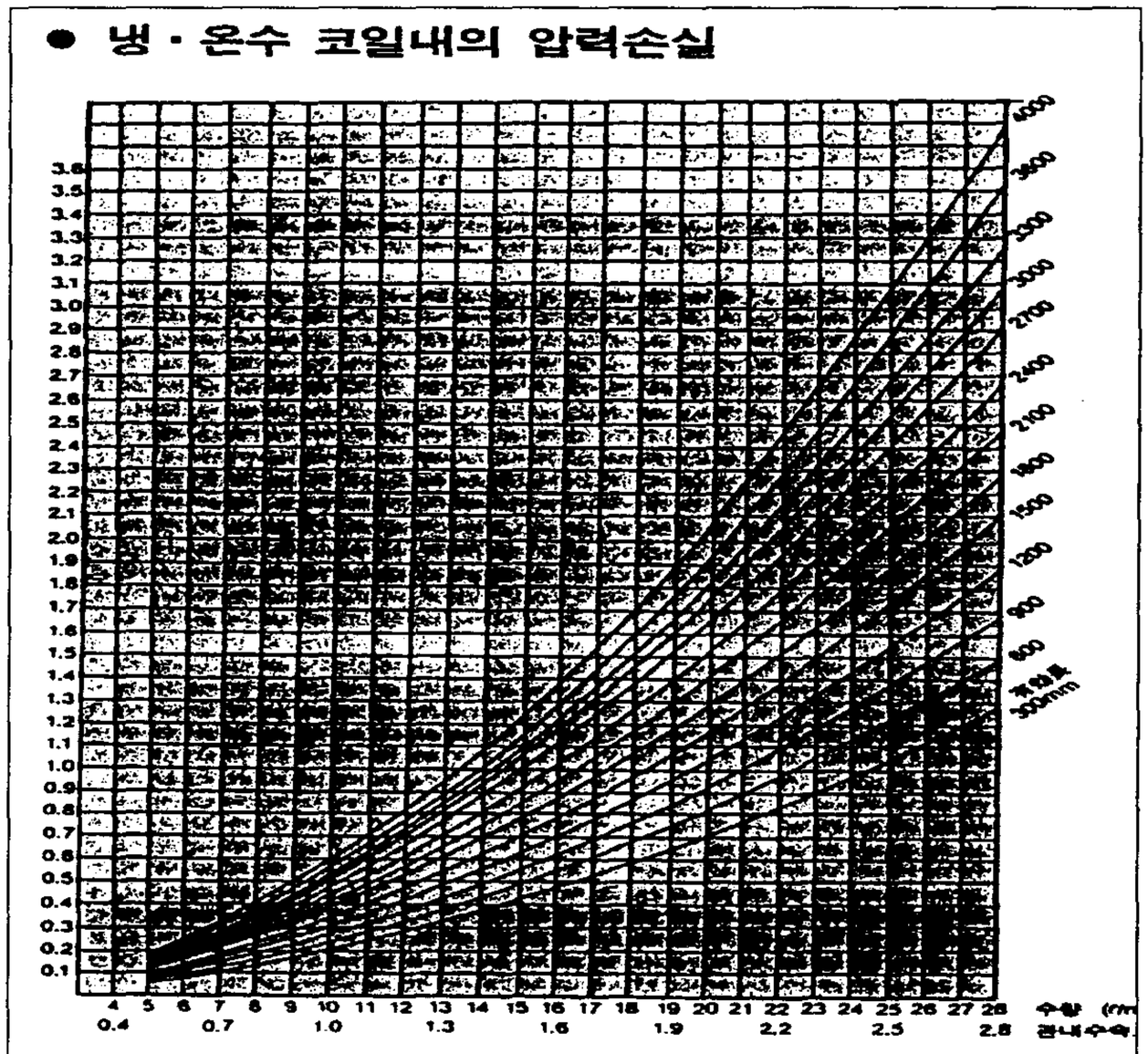


[그림3.51] 냉수코일 정압손실(건코일) 제시 예

핀	정면풍속 Uf (m/s)	현 열 비 (SHF)							
		0.38이하 (최대치)	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0 (건면시)
8핀	1.0	1.82	1.79	1.66	1.53	1.40	1.26	1.13	1.00
	2.0	1.59	1.57	1.47	1.38	1.28	1.19	1.09	1.00
	3.0	1.46	1.45	1.37	1.30	1.22	1.15	1.07	1.00
	4.0	1.38	1.37	1.31	1.25	1.18	1.12	1.06	1.00
	5.0	1.32	1.31	1.26	1.21	1.16	1.10	1.05	1.00
12핀	1.0	1.86	1.83	1.69	1.55	1.41	1.28	1.14	1.00
	2.0	1.68	1.61	1.51	1.41	1.31	1.20	1.10	1.00
	3.0	1.51	1.50	1.41	1.33	1.25	1.17	1.08	1.00
	4.0	1.43	1.42	1.35	1.28	1.21	1.14	1.07	1.00
	5.0	1.38	1.36	1.30	1.24	1.18	1.12	1.06	1.00

주) 1>SHF>0.38인 경우 코일 압력손실은 건코일시의 값에 상기의 값을 곱하여 주시기 바랍니다.

[그림3.52]온도 정압손실 제시 예



[그림3.53] 수측 정압손실 제시 예

나. 자료처리방법 및 자료처리범위

위에서 살펴본 바와 같이 국내 업체들의 자료제시 형태가 표준화되지 않고 다양한 형태로 제공되고 있으므로 실제 Simulation에 적합한 형태를 선정하여 데이터베이스를 구성하기로 하며, 적합한 형태는 앞에서 제시한 예중에서 첫 번째 형태로, 전열계수는 수속과 풍속에 대하여, 습윤계수는 입구공기의 노점온도와 입구수온과의 온도차와 입구공기의 건구수온과의 온도차에 대하여 나타낸 형식을 표준으로 지정하였고, 공기측 총정압손실의 경우는 핀피치 보정계수, 온도 보정계수, 코일의 정압손실로 구성하였으며, 수측 총정압손실은 제시된 자료와 동일하게 적용하였다. 전열계수와 습윤계수, 냉수코일 공기측 정압손실, 냉수코일 수측 정압손실로 구성된다. 위의 네가지에 대하여 각각 회귀결과를 하나의 예에 대하여 설명을 하기로 한다.

2개 제조업체의 냉수코일에 대해 성능을 회귀하였으나, 실제 작업 결과 두 업체의 자료가 동일한 결과를 나타내어 1개 업체에 대한 자료로 데이터베이스를 구성하였다.

(1) 전열계수

전열계수는 2차독립변수식 $y = f(x_1, x_2)$형태로 회귀를 하였으며, 식은 다음과 같다.

$$\frac{1}{y} = a_1 + \frac{a_2}{x_1} + \frac{a_3}{x_2} + \frac{a_4}{{x_1}^2} + \frac{a_5}{{x_2}^3} + \frac{a_6}{{x_1}^2 {x_2}^4}$$

여기서 x_1은 수속, x_2는 통과풍속을 나타내며, y는 전열계수를 나타낸다. 통과풍속과 수속은 m/s, 전열계수는 kcal/hr℃㎡ Row의 단위를 가진다.

실제 회귀작업에서는 전열계수의 역수를 종속변수로 하여 진행하였다. 회귀결과는 다음 [표3.16]에 나타나 있으다.

[표3.15] 전열계수 회귀결과 예

Vw	Va	K	Calculated K	Residual	Error Percent
0.2	1	1.838E-03	1.824E-03	1.439E-05	0.783
0.2	1.75	1.730E-03	1.721E-03	8.967E-06	0.518
0.2	2	1.653E-03	1.651E-03	1.929E-06	0.117
0.2	2.5	1.541E-03	1.535E-03	6.109E-06	0.396
0.2	3	1.454E-03	1.447E-03	6.128E-06	0.422
0.2	3.5	1.389E-03	1.381E-03	7.862E-06	0.566
0.2	4	1.332E-03	1.329E-03	2.160E-06	0.162
0.2	4.5	1.297E-03	1.288E-03	8.647E-06	0.667
0.2	5	1.258E-03	1.255E-03	2.949E-06	0.234
0.3	1	1.715E-03	1.738E-03	-2.230E-05	-1.300
0.3	1.75	1.616E-03	1.633E-03	-1.775E-05	-1.099
0.3	2	1.541E-03	1.563E-03	-2.220E-05	-1.441
0.3	2.5	1.429E-03	1.447E-03	-1.805E-05	-1.264
0.3	3	1.344E-03	1.359E-03	-1.521E-05	-1.132
0.3	3.5	1.280E-03	1.293E-03	-1.256E-05	-0.981
0.3	4	1.227E-03	1.241E-03	-1.436E-05	-1.170
0.3	4.5	1.188E-03	1.200E-03	-1.267E-05	-1.067
0.3	5	1.152E-03	1.167E-03	-1.477E-05	-1.282
0.4	1	1.647E-03	1.664E-03	-1.620E-05	-0.984
0.4	1.75	1.550E-03	1.559E-03	-8.264E-06	-0.533
0.4	2	1.475E-03	1.488E-03	-1.349E-05	-0.915
0.4	2.5	1.362E-03	1.372E-03	-9.616E-06	-0.706
0.4	3	1.311E-03	1.285E-03	2.594E-05	1.979
0.4	3.5	1.209E-03	1.218E-03	-9.114E-06	-0.754
0.4	4	1.157E-03	1.167E-03	-9.309E-06	-0.804
0.4	4.5	1.124E-03	1.126E-03	-2.019E-06	-0.180
0.4	5	1.087E-03	1.092E-03	-5.215E-06	-0.480
0.5	1	1.603E-03	1.609E-03	-6.721E-06	-0.419
0.5	1.75	1.499E-03	1.504E-03	-4.808E-06	-0.321
0.5	2	1.429E-03	1.434E-03	-5.219E-06	-0.365
0.5	2.5	1.318E-03	1.317E-03	6.524E-08	0.005
0.5	3	1.232E-03	1.230E-03	1.422E-06	0.115
0.5	3.5	1.164E-03	1.164E-03	3.726E-07	0.032
0.5	4	1.111E-03	1.112E-03	-1.022E-06	-0.092
0.5	4.5	1.075E-03	1.071E-03	4.269E-06	0.397
0.5	5	1.041E-03	1.038E-03	2.973E-06	0.286
0.6	1	1.565E-03	1.569E-03	-4.112E-06	-0.263
0.6	1.75	1.468E-03	1.464E-03	4.749E-06	0.323
0.6	2	1.395E-03	1.393E-03	1.344E-06	0.096
0.6	2.5	1.280E-03	1.277E-03	3.435E-06	0.268
0.6	3	1.195E-03	1.190E-03	5.094E-06	0.426
0.6	3.5	1.126E-03	1.123E-03	2.846E-06	0.253

Vw	Va	K	Calculated K	Residual	Error Percer
0.6	4	1.075E-03	1.072E-03	3.652E-06	0.340
0.6	4.5	1.037E-03	1.031E-03	6.743E-06	0.650
0.6	5	1.005E-03	9.972E-04	7.847E-06	0.781
0.7	1	1.541E-03	1.538E-03	2.597E-06	0.169
0.7	1.75	1.439E-03	1.433E-03	6.047E-06	0.420
0.7	2	1.366E-03	1.362E-03	3.647E-06	0.267
0.7	2.5	1.250E-03	1.246E-03	3.942E-06	0.315
0.7	3	1.168E-03	1.159E-03	9.502E-06	0.813
0.7	3.5	1.101E-03	1.092E-03	8.954E-06	0.813
0.7	4	1.048E-03	1.041E-03	7.461E-06	0.712
0.7	4.5	1.009E-03	9.996E-04	9.452E-06	0.937
0.7	5	9.785E-04	9.662E-04	1.226E-05	1.253
0.8	1	1.518E-03	1.514E-03	3.507E-06	0.231
0.8	1.75	1.421E-03	1.408E-03	1.202E-05	0.846
0.8	2	1.344E-03	1.338E-03	5.919E-06	0.440
0.8	2.5	1.227E-03	1.222E-03	5.215E-06	0.425
0.8	3	1.146E-03	1.134E-03	1.108E-05	0.967
0.8	3.5	1.081E-03	1.068E-03	1.303E-05	1.205
0.8	4	1.028E-03	1.016E-03	1.124E-05	1.093
0.8	4.5	9.872E-04	9.754E-04	1.183E-05	1.198
0.8	5	9.533E-04	9.420E-04	1.133E-05	1.189
0.9	1	1.502E-03	1.495E-03	6.992E-06	0.466
0.9	1.75	1.401E-03	1.389E-03	1.164E-05	0.831
0.9	2	1.326E-03	1.319E-03	7.645E-06	0.576
0.9	2.5	1.209E-03	1.202E-03	6.943E-06	0.574
0.9	3	1.126E-03	1.115E-03	1.120E-05	0.995
0.9	3.5	1.065E-03	1.049E-03	1.646E-05	1.545
0.9	4	1.012E-03	9.969E-04	1.516E-05	1.498
0.9	4.5	9.709E-04	9.558E-04	1.506E-05	1.551
0.9	5	9.355E-04	9.224E-04	1.306E-05	1.396
1	1	1.486E-03	1.479E-03	7.391E-06	0.497
1	1.75	1.385E-03	1.373E-03	1.207E-05	0.871
1	2	1.309E-03	1.303E-03	6.274E-06	0.479
1	2.5	1.192E-03	1.186E-03	5.673E-06	0.476
1	3	1.111E-03	1.099E-03	1.224E-05	1.101
1	3.5	1.048E-03	1.033E-03	1.569E-05	1.497
1	4	9.970E-04	9.809E-04	1.610E-05	1.614
1	4.5	9.579E-04	9.398E-04	1.809E-05	1.888
1	5	9.208E-04	9.064E-04	1.439E-05	1.563
1.2	1	1.471E-03	1.454E-03	1.678E-05	1.141
1.2	1.75	1.355E-03	1.348E-03	6.790E-06	0.501
1.2	2	1.285E-03	1.278E-03	7.398E-06	0.576
1.2	2.5	1.177E-03	1.162E-03	1.500E-05	1.275

Vw	Va	K	Calculated K	Residual	Error Percer
1.2	3	1.081E-03	1.074E-03	6.962E-06	0.644
1.2	3.5	1.010E-03	1.008E-03	2.315E-06	0.229
1.2	4	9.606E-04	9.562E-04	4.422E-06	0.460
1.2	4.5	9.174E-04	9.151E-04	2.313E-06	0.252
1.2	5	8.772E-04	8.817E-04	-4.482E-06	-0.511
1.4	1	1.449E-03	1.436E-03	1.361E-05	0.939
1.4	1.75	1.332E-03	1.330E-03	1.549E-06	0.116
1.4	2	1.253E-03	1.260E-03	-6.642E-06	-0.530
1.4	2.5	1.136E-03	1.143E-03	-6.940E-06	-0.611
1.4	3	1.053E-03	1.056E-03	-3.377E-06	-0.321
1.4	3.5	9.852E-04	9.896E-04	-4.424E-06	-0.449
1.4	4	9.259E-04	9.380E-04	-1.212E-05	-1.309
1.4	4.5	8.850E-04	8.969E-04	-1.193E-05	-1.347
1.4	5	8.511E-04	8.635E-04	-1.242E-05	-1.459
1.6	1	1.418E-03	1.422E-03	-3.408E-06	-0.240
1.6	1.75	1.316E-03	1.316E-03	-3.581E-07	-0.027
1.6	2	1.236E-03	1.246E-03	-9.748E-06	-0.789
1.6	2.5	1.124E-03	1.129E-03	-5.846E-06	-0.520
1.6	3	1.026E-03	1.042E-03	-1.648E-05	-1.607
1.6	3.5	9.615E-04	9.757E-04	-1.423E-05	-1.480
1.6	4	9.091E-04	9.241E-04	-1.502E-05	-1.652
1.6	4.5	8.696E-04	8.830E-04	-1.343E-05	-1.544
1.6	5	8.264E-04	8.496E-04	-2.323E-05	-2.810
1.8	1	1.399E-03	1.411E-03	-1.225E-05	-0.876
1.8	1.75	1.290E-03	1.305E-03	-1.489E-05	-1.154
1.8	2	1.223E-03	1.235E-03	-1.238E-05	-1.013
1.8	2.5	1.105E-03	1.118E-03	-1.348E-05	-1.220
1.8	3	1.010E-03	1.031E-03	-2.101E-05	-2.080
1.8	3.5	9.524E-04	9.648E-04	-1.236E-05	-1.298
1.8	4	8.929E-04	9.132E-04	-2.025E-05	-2.268
1.8	4.5	8.453E-04	8.721E-04	-2.676E-05	-3.166

Results

Number of observations = 117

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 15

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = 3.909416193548 23E-15

Average Residual = 3.341381362007 04E-17

(표계속)

Residual Sum of Squares = 1.525962322263 75E-08

Standard Error of the Estimate = 1.172493424658 85E-05

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9974898443

Proportion of Variance Explained = 99.74898443%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9973767742

Durbin-Watson statistic = .400635322490262

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	0.0004317912791	5.362289268E-006	80.52368261	0.0
b	0.0001752997929	3.540945293E-006	49.5064957	0.0
c	0.001598551269	1.363406551E-005	117.2468526	0.0
d	-1.469382105E-005	6.589739317E-007	-22.29803085	0.0
e	-0.0007123040035	1.112353817E-005	-64.03574047	0.0
f	-1.354643411E-007	5.313764455E-007	-0.2549310235	0.79925

(2) 습윤계수

$$y = b_1 + b_2x_1 + b_3x_1x_2 + b_4x_1^2 + b_5x_1x_2^2 + b_6x_1^2x_2 + b_7x_1x_2^3 + b_8x_1^2x_2^3 + b_9x_1^3x_2^3$$

여기서 x_1은 입구공기의 노점온도와 입구수온과의 온도차, x_2는 입구공기의 건구수온과의 온도차를 나타내며, y는 습윤계수를 나타낸다.

결과데이터베이스는 회사명, 코일종류, 회귀식의 계수 $a_1 \sim a_9$, $b_1 \sim b_9$로 이루어져있다.

[표3.16] 습윤계수 회귀결과 예

Vw	Va	WSF	Calculated WSF	Residual	Error Percent
25	36	1.79	1.7872149	2.7851385E-03	0.15559
25	34	1.87	1.8712980	-1.2979739E-03	-0.06941
25	32	1.95	1.9559786	-5.9786383E-03	-0.30660
24	36	1.71	1.7119572	-1.9571589E-03	-0.11445
24	34	1.79	1.7918382	-1.8382104E-03	-0.10269
24	32	1.87	1.8716067	-1.6066618E-03	-0.08592
24	30	1.95	1.9554823	-5.4823095E-03	-0.28114
23	36	1.64	1.6409306	-9.3060018E-04	-0.05674
23	34	1.71	1.7165857	-6.5856891E-03	-0.38513
23	32	1.79	1.7914856	-1.4856237E-03	-0.08300
23	30	1.87	1.8697124	2.8755091E-04	0.01538
22	36	1.58	1.5740575	5.9424540E-03	0.37610
22	34	1.64	1.6454750	-5.4750050E-03	-0.33384
22	32	1.71	1.7155610	-5.5609956E-03	-0.32520
22	30	1.79	1.7882559	1.7440852E-03	0.09743
22	28	1.88	1.8675002	1.2499840E-02	0.66489
21	36	1.52	1.5112604	8.7396428E-03	0.57498
21	34	1.58	1.5784408	1.5592470E-03	0.09869
21	32	1.64	1.6437782	-3.7782488E-03	-0.23038
21	30	1.71	1.7110678	-1.0677767E-03	-0.06244
21	28	1.79	1.7841043	5.8957311E-03	0.32937
21	26	1.88	1.8666827	1.3317342E-02	0.70837
20	36	1.46	1.4524614	7.5386057E-03	0.51634
20	34	1.52	1.5154175	4.5824717E-03	0.30148
20	32	1.57	1.5760829	-6.0828548E-03	-0.38744
20	30	1.64	1.6381031	1.8968956E-03	0.11566
20	28	1.71	1.7051240	4.8759918E-03	0.28515
20	26	1.79	1.7807913	9.2087031E-03	0.51445
20	24	1.87	1.8687507	1.2492986E-03	0.06681

Vw	Va	WSF	Calculated	Residual	Error Percen
19	36	1.4	1.3975830	2.4169819E-03	0.17264
19	34	1.45	1.4563399	-6.3399258E-03	-0.43724
19	32	1.51	1.5124203	-2.4202849E-03	-0.16028
19	30	1.57	1.5693170	6.8303205E-04	0.04351
19	28	1.63	1.6305228	-5.2284755E-04	-0.03208
19	26	1.7	1.6995308	4.6920365E-04	0.02760
19	24	1.78	1.7798337	1.6631302E-04	0.00934
19	22	1.87	1.8749244	-4.9243921E-03	-0.26334
18	36	1.36	1.3465476	1.3452411E-02	0.98915
18	34	1.4	1.4011425	-1.1425406E-03	-0.08161
18	32	1.45	1.4527360	-2.7360108E-03	-0.18869
18	30	1.5	1.5046644	-4.6644371E-03	-0.31096
18	28	1.56	1.5602643	-2.6425709E-04	-0.01694
18	26	1.63	1.6228719	7.1280918E-03	0.43731
18	24	1.7	1.6958238	4.1761723E-03	0.24566
18	22	1.78	1.7824565	-2.4564533E-03	-0.13800
18	20	1.88	1.8861062	-6.1062222E-03	-0.32480
17	36	1.31	1.2992775	1.0722531E-02	0.81851
17	34	1.35	1.3497600	2.4003236E-04	0.01778
17	32	1.39	1.3969755	-6.9755037E-03	-0.50183
17	30	1.44	1.4441006	-4.1005817E-03	-0.28476
17	28	1.49	1.4943117	-4.3117069E-03	-0.28938
17	26	1.55	1.5507854	-7.8538448E-04	-0.05067
17	24	1.62	1.6166981	3.3018805E-03	0.20382
17	22	1.7	1.6952264	4.7735829E-03	0.28080
17	20	1.8	1.7895468	1.0453218E-02	0.58073
17	18	1.92	1.9028357	1.7164279E-02	0.89397
16	36	1.26	1.2556950	4.3049835E-03	0.34167
16	34	1.3	1.3021268	-2.1268020E-03	-0.16360
16	32	1.34	1.3450842	-5.0842351E-03	-0.37942
16	30	1.38	1.3875805	-7.5804717E-03	-0.54931
16	28	1.43	1.4326287	-2.6286672E-03	-0.18382
16	26	1.48	1.4832420	-3.2419774E-03	-0.21905
16	24	1.55	1.5424336	7.5664420E-03	0.4881 6
15	36	1.22	1.2157226	4.2774059E-03	0.3506 1
15	34	1.25	1.2581776	-8.1776385E-03	-0.65421
15	32	1.29	1.2970077	-7.0076765E-03	-0.54323
15	30	1.33	1.3350592	-5.0591768E-03	-0.38039
15	28	1.37	1.3751786	-5.1786081E-03	-0.37800
15	26	1.42	1.4202124	-2.1243920E-04	-0.01496
15	24	1.47	1.4730071	-3.0071389E-03	-0.20457
15	22	1.54	1.5364092	3.5908240E-03	0.23317
15	20	1.61	1.6132650	-3.2650193E-03	-0.20280

Vw	Va	WSF	Calculated	Residual	Error Percen
15	18	1.71	1.7064211	3.5788626E-03	0.20929
15	16	1.84	1.8187240	2.1276001E-02	1.15630
15	14	1.85	1.9530201	-1.0302007E-01	-5.56865
14	36	1.18	1.1792826	7.1743821E-04	0.06080
14	34	1.21	1.2178471	-7.8470725E-03	-0.64852
14	32	1.25	1.2526913	-2.6912993E-03	-0.21530
14	30	1.28	1.2864918	-6.4917669E-03	-0.50717
14	28	1.32	1.3219250	-1.9249996E-03	-0.145 83
14	26	1.36	1.3616675	-1.6675219E-03	-0.12261
14	24	1.41	1.4083959	1.6041418E-03	0.11377
14	22	1.47	1.4647865	5.2134671E-03	0.35466
14	20	1.54	1.5335161	6.4839294E-03	0.42103
14	18	1.62	1.6172610	2.7390044E-03	0.16907
14	16	1.72	1.7186978	1.3021676E-03	0.07571
13	36	1.15	1.1462973	3.7027196E-03	0.32198
13	34	1.18	1.1810697	-1.0696987E-03	-0.09065
13	32	1.21	1.2120806	-2.0805750E-03	-0.17195
13	30	1.24	1.2418333	-1.8333119E-03	-0.14785
13	28	1.27	1.2728313	-2.8313120E-03	-0.22294
13	26	1.31	1.3075780	2.4220224E-03	0.18489
13	24	1.35	1.3485767	1.4232886E-03	0.10543
13	22	1.4	1.3983309	1.6690841E-03	0.11922
13	20	1.46	1.4593440	6.5600636E-04	0.04493
13	18	1.53	1.5341193	-4.1193471E-03	-0.26924
13	16	1.63	1.6251604	4.8396212E-03	0.29691
13	14	1.76	1.7349705	2.5029509E-02	1.42213
12	36	1.12	1.1166891	3.3108894E-03	0.29562
12	34	1.14	1.1477801	-7.7801122E-03	-0.68247
12	32	1.17	1.1751210	-5.1209750E-03	-0.43769
12	30	1.19	1.2010389	-1.1038882E-02	-0.92764
12	28	1.22	1.2278610	-7.8610152E-03	-0.64435
12	26	1.26	1.2579146	2.0854415E-03	0.16551
12	24	1.3	1.2935267	6.4733055E-03	0.49795
12	22	1.34	1.3370246	2.9753941E-03	0.22204
12	20	1.39	1.3907355	-7.3547581E-04	-0.05291
12	18	1.45	1.4569865	-6.9864870E-03	-0.48183
12	16	1.53	1.5381048	-8.1048223E-03	-0.52973
12	14	1.63	1.6364177	-6.4176646E-03	-0.39372
12	12	1.78	1.7542522	2.5747803E-02	1.44651
11	36	1.1	1.0903804	9.6195869E-03	0.87451
11	34	1.12	1.1179129	2.0870918E-03	0.18635
11	32	1.14	1.1417580	-1.7579706E-03	-0.15421
11	30	1.16	1.1640635	-4.0635460E-03	-0.35031

Vw	Va	WSF	Calculated	Residual	Error Percen
11	28	1.19	1.1869776	3.0224204E-03	0.25398
11	26	1.22	1.2126480	7.3519832E-03	0.60262
11	24	1.25	1.2432228	6.7771969E-03	0.54218
11	22	1.29	1.2808499	9.1501161E-03	0.70931
11	20	1.33	1.3276772	2.3227955E-03	0.17465
11	18	1.38	1.3858527	-5.8527103E-03	-0.42411
11	16	1.45	1.4575243	-7.5243468E-03	-0.51892
11	14	1.54	1.5448401	-4.8400594E-03	-0.31429
11	12	1.67	1.6499478	2.0052207E-02	1.20073
10	36	1.05	1.0672935	-1.7293549E-02	-1.64700
10	34	1.09	1.0914027	-1.4026814E-03	-0.12869
10	32	1.11	1.1119370	-1.9370335E-03	-0.17451
10	30	1.13	1.1308624	-8.6237473E-04	-0.07632
10	28	1.15	1.1501445	-1.4447510E-04	-0.01256
10	26	1.18	1.1717491	8.2508954E-03	0.69923
10	24	1.2	1.1976420	2.3579670E-03	0.19650
10	22	1.24	1.2297890	1.0210969E-02	0.82347
10	20	1.28	1.2701559	9.8441331E-03	0.76907
10	18	1.32	1.3207083	-7.0831227E-04	-0.05366
10	16	1.38	1.3834121	-3.4121365E-03	-0.24726
10	14	1.45	1.4602331	-1.0233109E-02	-0.70573
10	12	1.56	1.5531370	6.8629988E-03	0.43994
9	36	1.05	1.0473509	2.6491222E-03	0.25230
9	34	1.07	1.0681840	1.8159729E-03	0.16972
9	32	1.08	1.0856036	-5.6036350E-03	-0.51886
9	30	1.1	1.1013904	-1.3904378E-03	-0.12640
9	28	1.12	1.1173252	2.6748281E-03	0.23882
9	26	1.14	1.1351886	4.8114261E-03	0.42205
9	24	1.16	1.1567614	3.2386199E-03	0.27919
9	22	1.19	1.1838243	6.1756732E-03	0.51896
9	20	1.22	1.2181582	1.8418494E-03	0.15097
9	18	1.26	1.2615436	-1.5435879E-03	-0.12251
9	16	1.31	1.3157614	-5.7613750E-03	-0.43980
9	14	1.37	1.3825922	-1.2592248E-02	-0.91914
9	12	1.46	1.4638169	-3.8169445E-03	-0.26143
9	10	1.57	1.5612162	8.7838004E-03	0.55948
8	36	1.03	1.0304748	-4.7476140E-04	-0.04609
8	34	1.05	1.0481915	1.8084598E-03	0.17223
8	32	1.06	1.0627032	-2.7032465E-03	-0.25502
8	30	1.07	1.0756028	-5.6028049E-03	-0.52363
8	28	1.09	1.0884831	1.5168598E-03	0.13916
8	26	1.1	1.1029372	-2.9371770E-03	-0.26702
8	24	1.12	1.1205578	-5.5783992E-04	-0.04981

Vw	Va	WSF	Calculated V	Residual	Error Percen
8	22	1.15	1.1429381	7.0619463E-03	0.61408
8	20	1.17	1.1716707	-1.6707429E-03	-0.14280
8	18	1.2	1.2083488	-8.3488323E-03	-0.69574
8	16	1.25	1.2545652	-4.5652464E-03	-0.36522
8	14	1.3	1.3119129	-1.1912910E-02	-0.91638
8	12	1.37	1.3819847	-1.1984748E-02	-0.87480
8	10	1.47	1.4663737	3.6263157E-03	0.24669
8	8	1.57	1.5666726	3.3273557E-03	0.21193
7	36	1.03	1.0165876	1.3412440E-02	1.30218
7	34	1.04	1.0313598	8.6401843E-03	0.83079
7	32	1.04	1.0431813	-3.1813394E-03	-0.30590
7	30	1.05	1.0534545	-3.4545461E-03	-0.32900
7	28	1.06	1.0635819	-3.5818500E-03	-0.33791
7	26	1.08	1.0749657	5.0343340E-03	0.46614
7	24	1.09	1.0890084	9.9159161E-04	0.09097
7	22	1.11	1.1071125	2.8875081E-03	0.26014
7	20	1.13	1.1306803	-6.8033108E-04	-0.06021
7	18	1.16	1.1611143	-1.1143405E-03	-0.09606
7	16	1.19	1.1998169	-9.8169346E-03	-0.82495
7	14	1.24	1.2481905	-8.1905282E-03	-0.66053
7	12	1.29	1.3076375	-1.7637536E-02	-1.36725
7	10	1.37	1.3795604	-9.5603716E-03	-0.69784
7	8	1.49	1.4653615	2.4638549E-02	1.65359
6	36	1.01	1.0056116	4.3883654E-03	0.43449
6	34	1.02	1.0176234	2.3765514E-03	0.23300
6	32	1.02	1.0269834	-6.9833854E-03	-0.68465
6	30	1.03	1.0349007	-4.9007310E-03	-0.47580
6	28	1.04	1.0425848	-2.5847715E-03	-0.24854
6	26	1.05	1.0512448	-1.2447929E-03	-0.11855
6	24	1.06	1.0620901	-2.0900812E-03	-0.19718
6	22	1.08	1.0763299	3.6700776E-03	0.33982
6	20	1.1	1.0951736	4.8263974E-03	0.43876
6	18	1.12	1.1198304	1.6959239E-04	0.01514
6	16	1.15	1.1515096	-1.5096236E-03	-0.13127
6	14	1.19	1.1914205	-1.4205366E-03	-0.11937
6	12	1.24	1.2407724	-7.7243250E-04	-0.06229
6	10	1.3	1.3007746	-7.7459742E-04	-0.05958
6	8	1.39	1.3726363	1.7363683E-02	1.24919
6	6	1.53	1.4575669	7.2433122E-02	4.73419
5	32	1.01	1.0140549	-4.0548556E-03	-0.40147
5	30	1.02	1.0198964	1.0357034E-04	0.01015
5	28	1.02	1.0254554	-5.4553749E-03	-0.53484
5	26	1.03	1.0317453	-1.7453101E-03	-0.16945

Vw	Va	WSF	Calculated	Residual	Error Percen
5	24	1.04	1.0397799	2.2014579E-04	0.02117
5	22	1.06	1.0505726	9.4273739E-03	0.88937
5	20	1.07	1.0651372	4.8627553E-03	0.45446
5	18	1.09	1.0844873	5.5126712E-03	0.50575
5	16	1.11	1.1096365	3.6350276E-04	0.03275
5	14	1.14	1.1415984	-1.5983690E-03	-0.14021
5	12	1.17	1.1813866	-1.1386563E-02	-0.97321
5	10	1.22	1.2300147	-1.0014698E-02	-0.82088
5	8	1.29	1.2884964	1.5036076E-03	0.11656
4	28	1.01	1.0121571	-2.1571301E-03	-0.21358
4	26	1.02	1.0164380	3.5620305E-03	0.34922
4	24	1.03	1.0220547	7.9452769E-03	0.77139
4	22	1.04	1.0298229	1.0177116E-02	0.97857
4	20	1.05	1.0405579	9.4420552E-03	0.89924
4	18	1.06	1.0550754	4.9246010E-03	0.46458
4	16	1.07	1.0741907	-4.1907395E-03	-0.39166
4	14	1.09	1.0987195	-8.7194591E-03	-0.79995
4	12	1.12	1.1294771	-9.4770511E-03	-0.84617
4	10	1.16	1.1672790	-7.2790083E-03	-0.62750
4	8	1.2	1.2129408	-1.2940824E-02	-1.07840
4	6	1.26	1.2672780	-7.2779907E-03	-0.57762
3	26	1.01	1.0052935	4.7064766E-03	0.46599
3	24	1.02	1.0088917	1.1108316E-02	1.08905
3	22	1.02	1.0140630	5.9370235E-03	0.58206
3	20	1.03	1.0214224	8.5776096E-03	0.83278
3	18	1.04	1.0315849	8.4150865E-03	0.80914
3	16	1.05	1.0451655	4.8344658E-03	0.46043
3	14	1.06	1.0627792	-2.7792408E-03	-0.26219
3	12	1.08	1.0850410	-5.0410217E-03	-0.46676
3	10	1.1	1.1125659	-1.2565865E-02	-1.14235
3	8	1.13	1.1459688	-1.5968760E-02	-1.41316
3	6	1.17	1.1858647	-1.5864693E-02	-1.35596
3	4	1.22	1.2328687	-1.2868654E-02	-1.05481
2	22	1.01	1.0032752	6.7248150E-03	0.66582
2	20	1.01	1.0077173	2.2827313E-03	0.22601
2	18	1.02	1.0140062	5.9938328E-03	0.58763
2	16	1.03	1.0225541	7.4459346E-03	0.72291
2	14	1.04	1.0337731	6.2268521E-03	0.59874
2	12	1.05	1.0480756	1.9244007E-03	0.18328
2	10	1.06	1.0658736	-5.8736043E-03	-0.55411
2	8	1.08	1.0875793	-7.5793477E-03	-0.70179
2	6	1.1	1.1136050	-1.3605014E-02	-1.23682
2	4	1.13	1.1443628	-1.4362788E-02	-1.27104

Vw	Va	WSF	Calculated V	Residual	Error Percen
1	16	1.01	1.0063495	3.6504830E-03	0.36143
1	14	1.01	1.0116966	-1.6966140E-03	-0.16798
1	12	1.02	1.0185779	1.4220918E-03	0.13942
1	10	1.03	1.0272006	2.7994384E-03	0.27179
1	8	1.04	1.0377717	2.2282639E-03	0.21426
1	6	1.05	1.0504986	-4.9859376E-04	-0.04749
1	4	1.07	1.0655883	4.4117036E-03	0.41231

Results

Number of observations = 117

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 15

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = 3.909416193548 23E-15

Average Residual = 3.34138136200704E-17

Residual Sum of Squares = 1.525962322263 75E-08

Standard Error of the Estimate = 1.17249342465885E-05

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9974898443

Proportion of Variance Explained = 99.74898443%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9973767742

Durbin-Watson statistic = .400635322490262

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	0.0004317912791	5.362289268E-006	80.52368261	0.0
b	0.0001752997929	3.540945293E-006	49.5064957	0.0
c	0.001598551269	1.363406551E-005	117.2468526	0.0
d	-1.469382105E-005	6.589739317E-007	-22.29803085	0.0

e	-0.0007123040035	1.112353817E-005	-64.03574047	0.0
f	-1.354643411E-007	5.313764455E-007	-0.2549310235	0.79925

(3) 냉수코일 공기측 정압손실

냉수코일 공기측 정압손실은 앞에서 설명한 바와 같이아래와 같이 계산되며,

정압손실=냉수코일 정압손실×핀피치 보정계수×온도 보정계수

각각에 대한 계산 예를 다음에 제시하였다.

(가)냉수코일 공기측 정압손실

냉수코일 공기측 정압손실은 열별로 코일통과풍속에 대하여 다음 식으로 회귀를 하였다.

$$y = \frac{x}{(a_1 + a_2 x - a_3 x^2)}$$

여기서 y는 정압손실(mmAq), x는 코일통과풍속(m/s)이다. 실제 정압손실은 코일통과풍속의 제곱에 비례하여야 하나, 오차가 10%이상 발생하는 경우가 많아 좀더 정확한 값을 가지는 위 식을 채택하였다.

[표3.17]공기측 정압손실 회귀결과 예

Va	⊿P	Calculated ⊿P	Residual	Error Percent
1.5	3.7	3.768104155	-0.06810415464	-1.840652828
2	5.75	5.70046178	0.04953822031	0.8615342663
2.5	8.2	8.145236897	0.05476310293	0.6678427186
3	11.2	11.26483893	-0.06483892692	-0.5789189904
3.5	15.3	15.283081	0.01691899938	0.1105816953

Results

Number of observations = 117

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 6

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = -1.17227589413451E-02

Average Residual = -2.34455178826902E-03

Residual Sum of Squares = .014581547577361

Standard Error of the Estimate = 8.53860280647865E-02

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9998257422

Proportion of Variance Explained = 99.98257422%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9996514843

Durbin-Watson statistic = 2.390420060898107

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	0.5596172077	0.0311936038	17.94012681	0.0
b	-0.1176181141	0.02234553239	-5.2636076	0.0
c	-0.006616947452	0.003907938639	-1.693206589	0.09315

(나) 핀피치 보정계수

핀피치 보정계수는 제시된 식이 없어, 여러 식으로 회귀한 결과 다음 식이 오차가 가장 적게 발생하였다.

$$y = \frac{1}{(a_1 + a_2 x + a_3 x^2)}$$

여기서 y는 핀피치 보정계수, x는 핀피치(㎜/㎜)를 나타낸다.

[표3.18] 핀피치 보정계수 회귀결과 예

X	Y	Calculated Y	Residual	Error Percent
1.81	1.95	1.949296995	0.0007030050931	0.03605154324
2.12	1.6	1.598780291	0.001219708692	0.07623179326

3.18	1	1.001680356	-0.001680356473	-0.1680356473
3.63	0.86	0.8687224698	-0.008722469757	-1.014240669
6.35	0.49	0.4987540837	-0.008754083748	-1.786547704
8.47	0.43	0.3864565404	0.04354345958	10.12638595
12.7	0.26	0.2830403415	-0.02304034148	-8.861669801

Results

Number of observations = 7

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 6

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = 3.268921903412 77E-03

Average Residual = 4.669888433446 81E-04

Residual Sum of Squares = 2.584411172078 78E-03

Standard Error of the Estimate = 2.541855214247 45E-02

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9989189666

Proportion of Variance Explained = 99.89189666%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9983784499

Durbin-Watson statistic = 2.79626763716578

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	-0.1746867965	0.04013324486	-4.352670638	0.01213
b	0.3945653212	0.02559911397	15.41324132	0.0001
c	-0.008080026751	0.00309689716	-2.609071704	0.05948

(다)온도 보정계수

온도보정계수는 입출구공기 평균건구온도에 대하여 선형으로 회귀하였으며, 회귀식은 다음과 같다.

$$y = a_1 + a_2 x$$

여기서 y는 공기온도에 의한 보정계수, x는 입출구공기 평균건구온도를 나타낸다.

(4) 냉수코일 수측 정압손실

냉수코일 수측 정압손실은 유효장 1m, 튜브1본당의 수량(l/min)에 대하여 다음 식으로 회귀를 하였으며,

$$y = a_1 x^2$$

여기서 y는 정압손실(mmAq), x는 코일풍속(m/s)이다.

앞의 공기측 정압손실과는 달리 냉수코일의 수측 정압손실은 이론적인 식과 오차가 매우 적었다.

[표3.19]냉수코일 수측 정압손실 회귀결과

Va	⊿P	Calculated ⊿P	Residual	Error Percent
9.4	0.3	0.2726515858	0.02734841421	9.116138069
11	0.4	0.3733685138	0.02663148618	6.657871546
13.8	0.6	0.5876388411	0.01236115891	2.060193152
15	0.7	0.6942802943	0.005719705711	0.8171008158
16.15	0.8	0.8048174314	-0.004817431365	-0.6021789207
18	0.975	0.9997636238	-0.02476362378	-2.539858849

Results

Number of observations = 6

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 3

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = 4.247970987217 29E-02

Average Residual = 7.079951645362 14E-03

Residual Sum of Squares = 2.279129806529 77E-03

Standard Error of the Estimate = 2.135008106087 55E-02

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9927766107

Proportion of Variance Explained = 99.27766107%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9927766107

Durbin-Watson statistic = .3322087992003 73

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	0.003085690197	4.017993944E-005	76.79678565	0.0

다. 결과 데이터베이스

결과 데이터베이스는 향후 추가될 코일 모델을 고려하여, 나. 에서 계산한 (1)전열계수와 (2)습윤계수는 같은 테이블로 구성하였으며, 정압손실의 경우는 공기측의 총 정압손실 인자인 코일의 정압손실, 핀피치 보정계수, 온도 보정계수에 대해 각각 테이블을 작성하였다. 수측 정압손실의 경우는 다른 인자가 없기 때문에 독립된 하나의 테이블로 작성하였다.

냉수코일 정압손실은 회사명, 공기측/수측구분, 코일종류, 보정계수 종류, 열수, 회귀식 계수값 a1~a3의 순으로 되어 있으며, 핀피치 보정계수는 열수에 관계가 없으므로 회사명, 공기측/수측, 보정계수 종류, 회귀식 계수값 a1~a3순으로 되어 있다. 온도 보정계수는 선형이므로 회사명, 공기/수측, 보정계수 이름, 회귀식 계수값 a1~a2로 구성되어 있다.

[표3.20] 냉수코일 데이터베이스 예

Company	경원세기
Type	냉수코일
a1	0.000432
a2	0.000175
a3	0.001599
a4	-1.46938E-05
a5	-0.00071
a6	-1.35464E-07
b1	0.996545
b2	0.10169
b3	-0.0108
b4	0.005449
b5	-0.00015
b6	0.000373
b7	-4.3376E-06
b8	2.14514E-08
b9	2.77347E-10

[표3.21] 코일 공기측 정압손실 데이터베이스 예

Company	경원세기	경원세기
Side	Air	Air
Type	Cooling	Cooling
Name	PressureLoss	PressureLoss
NoRows	4	6
a1	0.559617	0.321955
a2	-0.11762	-0.04502
a3	-0.00662	0.000598

[표3.22] 코일 핀피치 보정계수 데이터베이스 예

Company	경원세기
Side	Air
Name	FinPitchCorrection
a1	-0.17469
a2	0.394565
a3	-0.00808

[표3.23] 코일 공기측 정압손실 온도 보정계수 데이터베이스 예

Company	경원세기
Side	Air
Name	Temperature Correction
a1	-1.33333
a2	126.6667

[표3.24] 코일 수측 정압손실 데이터베이스 예

Company	경원세기
Side	Water
Name	Pressure Loss
a1	0.003086

4. 온수코일

가. 자료제공형태

국내업체들의 자료제공형태를 보면 거의 대부분의 업체들이 다음과 같은 두가지 형태를 채택하고 있다.

실제 Simulation에서는 수속의 영향을 고려하여야 하는데, 두번째 제시예에서는 기준 수속에 대한 데이터만 제시하였기 때문에, 적합한 첫번째 형태를 기준 형태로 지정한다.

● 표16. 온수코일용량표(Capacity Data of Hot Water Coil)

기열용량단위:1,000Kcal/h, 정면면적1㎡당

입구수온 (t_{w1})	수속 (V_w)	열수 (N)	통과풍속 Va = 2.5m/s							통과풍속 Va=3m/s						
			공기입구온도 (DB_1)							공기입구온도(DB_1)						
			-10	-5	0	5	10	15	20	-10	-5	0	5	10	15	20
90℃	0.8	1	59.2	56.2	53.2	50.3	47.3	44.4	41.4	64.2	60.9	57.7	54.4	51.3	48.1	44.8
		2	102	97.5	92.2	87.1	82.0	76.9	71.8	113	107	101	95.7	90.2	84.5	78.7
		3	135	128	122	115	108	101	94.5	150	142	135	127	120	112	105
		4	160	152	144	136	128	120	112	180	170	161	152	143	135	126
	1.0	1	62.1	59.0	55.8	52.7	49.6	46.5	43.4	67.8	64.5	61.1	57.7	54.3	50.8	47.5
		2	107	101	96.0	90.6	85.3	80.0	74.6	118	112	106	100	94.1	88.2	82.3
		3	140	133	126	119	112	105	97.7	156	148	140	132	125	117	109
		4	165	156	148	140	132	123	115	186	177	168	158	149	140	130
	1.2	1	64.7	61.4	88.2	55.0	51.7	48.5	45.3	70.7	67.1	63.6	60.0	56.5	53.0	49.4
		2	110	105	99.3	93.7	88.3	82.7	77.2	122	116	110	104	97.8	91.7	85.6
		3	144	137	129	122	115	108	101	161	153	145	137	129	121	113
		4	169	160	152	143	135	126	118	191	181	172	162	153	143	134
80℃	0.8	1	53.2	50.3	47.3	44.4	41.4	38.5	35.5	57.7	54.5	51.3	48.1	44.8	41.7	38.5
		2	92.2	87.1	82.0	76.9	71.8	66.6	61.5	100	95.7	90.2	84.5	78.8	73.2	67.6
		3	122	115	108	101	94.5	87.8	81.1	132	100	120	112	105	97.5	90.0
		4	144	136	128	120	112	104	96.0	158	152	143	135	126	117	108
	1.0	1	55.8	52.7	49.6	46.5	43.4	40.3	37.2	61.1	57.7	54.3	50.8	47.5	44.2	40.7
		2	96.0	90.6	85.3	80.0	74.6	69.3	64.0	106	100	94.1	88.2	82.3	76.5	70.6
		3	126	119	112	105	97.7	90.8	83.8	140	132	125	117	109	101	93.5
		4	148	140	132	123	115	107	98.8	168	158	149	140	130	121	112
	1.2	1	58.2	55.0	51.7	48.5	45.3	32.5	29.6	51.3	48.1	44.8	41.7	38.5	35.3	32.1
		2	99.3	93.7	88.3	82.7	77.2	56.4	51.3	90.2	84.5	78.8	73.2	67.6	62.0	56.3
		3	129	122	115	108	101	74.8	67.5	120	112	105	97.5	90.0	82.5	75.0
		4	152	143	135	126	118	87.8	79.8	143	135	126	117	108	98.7	89.8
70℃	1.8	1	47.3	44.4	41.4	38.5	35.5	32.5	29.6	51.3	48.1	44.8	41.7	38.5	35.5	32.1
		2	82.0	76.9	71.8	66.6	61.6	56.4	51.3	90.2	84.5	78.8	73.2	67.6	62.0	56.3
		3	108	101	94.5	87.8	81.1	74.3	67.5	120	112	105	97.5	90.0	82.5	75.0
		4	128	120	112	104	96.0	87.8	79.8	143	135	126	117	108	98.7	99.8
	1.0	1	49.6	46.5	43.3	40.3	37.2	34.1	31.0	54.3	50.8	47.5	44.2	40.7	37.3	33.9
		2	85.3	80.0	74.6	69.3	64.0	58.7	53.3	94.1	88.2	82.3	76.5	70.6	64.7	58.8
		3	112	105	97.7	90.8	83.8	76.8	69.8	125	117	109	101	93.5	85.8	78.0
		4	132	123	115	107	98.8	90.6	82.3	149	140	130	121	112	102	93.0
	1.2	1	51.7	48.5	45.3	42.0	38.8	35.5	32.3	56.5	53.0	49.4	45.9	42.3	38.9	35.3
		2	88.3	82.7	77.2	71.7	66.2	60.7	55.2	97.8	91.7	85.6	79.5	73.3	67.2	61.1
		3	115	108	101	93.5	86.4	79.2	71.9	129	121	113	105	96.5	88.5	80.5
		4	135	126	118	110	101	92.8	84.4	153	143	134	124	115	105	95.5

※ 입출구 수온차 (Δtw) = deg

[그림3.54] 온수코일 자료제시 예1

●온수코일 성능표

입구수온	MODEL NO	가열능력 (×1000kcal/hr)								
		코일 통과 풍속 V=2.0m/s			코일 통과 풍속 V=2.5m/s			코일 통과 풍속 V=3.0m/s		
		4ROW	6ROW	8ROW	4ROW	6ROW	8ROW	4ROW	6ROW	8ROW
80℃	GAH-60	23.0	29.0	31.0	29.0	34.5	38.0	31.0	40.0	45.0
	GAH-80	36.0	45.0	48.5	43.0	53.0	59.0	47.5	63.5	69.5
	GAH-120	50.0	59.0	64.5	57.0	70.0	78.0	65.0	80.0	92.0
	GAH-160	68.0	80.0	87.0	77.0	95.0	105.0	86.0	110.0	123.0
	GAH-200	83.0	98.0	107.0	97.0	118.0	131.0	110.0	136.0	152.0
	GAH-240	102.0	120.0	130.0	120.0	145.0	158.0	137.0	167.0	182.0
	GAH-280	122.5	140.0	153.0	140.0	170.0	182.0	160.0	195.0	212.0
	GAH-320	140.0	158.0	175.0	160.0	190.0	210.0	183.0	223.0	243.0
	GAH-400	170.0	200.0	216.0	205.0	235.0	260.0	220.0	272.0	304.0
	GAH-450	191.0	225.0	242.0	220.0	265.0	296.0	258.0	310.0	345.0
	GAH-500	210.0	248.0	268.0	240.0	295.0	325.0	280.0	340.0	380.0
	GAH-600	250.0	300.0	320.0	295.0	357.0	390.0	335.0	405.0	458.0
	GAH-700	285.0	345.0	378.0	345.0	422.0	460.0	390.0	480.0	541.0
	GAH-800	330.0	400.0	430.0	390.0	480.0	530.0	450.0	550.0	610.0
	GAH-950	392.0	475.0	515.0	460.0	560.0	625.0	534.0	653.0	725.0
	GAH-1200	495.0	600.0	645.0	580.0	700.0	785.0	675.0	825.0	915.0
70℃	GAH-60	30.6	36.9	39.5	35.7	44.0	48.4	39.5	51.0	56.1
	GAH-80	45.9	54.8	60.5	54.8	67.6	73.9	60.5	76.5	87.5
	GAH-120	63.7	74.0	80.5	72.6	89.2	98.1	82.8	102.0	114.7
	GAH-160	86.7	100.0	108.0	98.1	121.1	129	109.6	136.4	153.0
	GAH-200	105.8	124.9	135.0	123.6	150.4	162	140.2	173.4	190.0
	GAH-240	130.0	150.0	162.0	153.0	178.0	195	174.6	207.0	230.0
	GAH-280	153.0	175.0	187.0	178.5	214.0	231	202.0	248.6	270.3
	GAH-320	175.0	202.0	214.0	204.0	242.2	264	228.0	284.3	309.8
	GAH-400	216.7	252.0	268.0	248.0	299.6	330	280.5	346.8	382.5
	GAH-450	243.5	286.8	303.0	280.5	337.8	369.7	320.0	390.1	430.9
	GAH-500	267.7	316.2	336.0	306.0	377.4	412	357.0	433.5	480.0
	GAH-600	318.7	382.5	405.0	376.1	455.1	497.2	427.0	516.3	572.0
	GAH-700	350.6	439.8	471.7	439.8	522.7	573.7	497.2	612.0	675.7
	GAH-800	420.7	510.0	541.0	497.2	610.0	660	573.7	701.2	765.0
	GAH-950	499.8	605.6	640.0	586.5	714.0	780	680.8	832.5	907.8
	GAH-1200	631.1	760.0	810.0	739.5	892.5	950	860.6	1051.8	1147.5

※운전조건 : 1. 코일입구 공기온도 : 16℃ DB,
2. 냉수 입출구 온도차 : 5℃

[그림3.55] 온수코일 자료제시 예2

나. 자료처리방법 및 자료처리범위

Simulation에 맞는 자료형태를 갖는 1개 업체를 기준으로 하여 데이터베이스를 구성하였다.

(1) 유용도(Effectiveness)

일반적으로 온수코일의 성능은 수속과 통과풍속에 대한 Effectiveness로 표시된다. Effectiveness E는 다음 식으로 표시된다.

$$E = \frac{Q}{\rho V_a C_a (t_{entwater} - t_{entair})}$$

여기서,

$\dot{Q}$: 가열용량(kJ/s · 정면면적 1㎡)

ρ : 공기밀도 (kg/㎥)

V_a : 통과풍속(m/s)

C_a : 공기의 비열(=1.004 kJ/kg · K)

$t_{entwater}$: 입구수온(K)

t_{entair} : 공기입구온도(K)

온도(℃)	밀도(kg/㎥)
-10	1.3421
-5	1.3176
0	1.2930
5	1.2702
10	1.2473
15	1.226
20	1.2047
25	1.2000
30	1.1500

[표3.25] 온도에 따른 공기 밀도

온도에 따른 공기 밀도는 [표3.25]에 나타나 있다.

일반적으로 유용도(Effectiveness) E는 다음 식으로 회귀되며,

$$y = a_1 + a_2 x_1 + a_3 x_2 + a_4 x_1^2 + a_5 x_2^2 + a_6 x_1 x_2 + a_7 x_1^2 x_2 + a_8 x_1 x_2^2 + a_9 x_1^2 x_2^2$$

여기서,

x_1 : 통과풍속(V_a)

x_2 : 수속(V_w)

y : 유용도(Effectiveness)

기준 수온 80℃, 기준 공기입구온도 5℃에 대해 열별로 회귀작업을 진행하려고 했으나, 위와 같은 식의 회귀작업은 적어도 16개 이상의 데이터가 필요한데 비해 실제 주어진 자료는 6개의 데이터뿐이었다. 그러므로, 자료를 분석한 결과 통과풍속에 대해서는 선형으로 가정하고 수속에 대해서는 2차 다항식으로 가정하여 회귀식을 다음 식으로 변형했으나 이것 또한 데이터수 부족으로 회귀가 되지 않았다.

$$y = a_1 + a_2x_1 + a_3x_1^2 + a_4x_2 + a_5x_1x_2 + a_6x_2x_1^2$$

$$(= (x_2 + 1)(x_1^2 + x_1 + 1))$$

분석결과 이식의 a_1, a_2값이 거의 0에 근접하여 항수를 줄여 다음과 같은 식으로 회귀를 하였다.

$$E = a_1 + a_2x_1 + a_3x_1^2 + a_4x_2$$

여기서,

$X1$: 수속

$X2$: 통과풍속

결과데이터베이스는 회사명, 코일종류, 열수, 입구수온, 공기입구온도, $a_1 \sim a_4$로 구성되어 있다.

실제 제시자료는 유용도(Effectiveness)가 제시되어 있지 않으므로, 적절한 계산을 통하여 각 데이터의 유용도를 계산하였다.

우선, 자료입력은 다음과 같이 입구수온, 수속, 통과풍속, 공기입구온도, 가열용량, 온도차, 유용도순으로 입력하여 수속과 통과풍속에 대한 유용도를 계산하였다.

이때, 가열용량의 단위가 1000Kcal/hr·정면면적 1㎡ 로 제공되어 있으므로, 적절한 단위변환을 통하여 유용도(Effectiveness)를 계산하였다.

기준수온 80℃, 기준공기입구온도 5℃에 대해 각 열수에 대한 회귀결과는 다음과 같다.

[표3.26] 온수코일 열수1 회귀결과 예

Vw	Va	E	Calculated E	Residual	Error Percent
0.8	2.5	0.6523618611	0.6718159921	-0.01945413105	-2.982107356
0.8	3	0.706833428	0.6873792969	0.01945413105	2.752293578
1	2.5	0.5467907766	0.5649479656	-0.01815718898	-3.320683112
1	3	0.5986684594	0.5805112704	0.01815718898	3.032928943
1.2	2.5	0.4755454256	0.4379341055	0.03761132002	7.909090909
1.2	3	0.4158860903	0.4534974104	-0.03761132002	-9.043659044

Results

Number of observations = 6

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 11

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = -3.330669073875 47E-16

Average Residual = -5.551115123125 78E-17

Residual Sum of Squares = 4.245516239911 33E-03

Standard Error of the Estimate = 4.607339926634 09E-02

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9285806031

Proportion of Variance Explained = 92.85806031%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.8214515078

Durbin-Watson statistic = 2.422345483359 74

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	0.8200132393	0.9995556455	0.8203777778	0.49822
b	-0.08105887936	1.998359005	-0.04056272129	0.97133
c	-0.2518229185	0.9975183551	-0.2524494083	0.82427
d	0.03112660967	0.07523754595	0.4137111236	0.71923

[표3.27] 온수코일 열수2 회귀결과 예

Vw	Va	E	Calculated E	Residual	Error Percent
0.8	2.5	1.172508657	1.210558858	-0.03805020146	-3.245195781
0.8	3	1.288387276	1.250337074	0.03805020146	2.953320184
1	2.5	0.9758199484	1.005941613	-0.03012166438	-3.086805556
1	3	1.075841493	1.045719829	0.03012166438	2.799823633
1.2	2.5	0.8406282264	0.7724563605	0.06817186584	8.109633212
1.2	3	0.7440627107	0.8122345765	-0.06817186584	-9.162112933

Results

Number of observations = 6

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 2

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = -6.66133814775094E-16

Average Residual = -1.110223024625l6E-16

Residual Sum of Squares = 1.400507157624l6E-02

Standard Error of the Estimate = 8.368115551378l2E-02

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9328584126

Proportion of Variance Explained = 93.28584126%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.8321460314

Durbin-Watson statistic = 2.435215278262l8

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	1.541456692	1.815450406	0.8490767287	0.48526
b	-0.373556074	3.629534468	-0.1029212086	0.92742
c	-0.3608500851	1.811750162	-0.1991721003	0.86054
d	0.0795564319	0.1366507547	0.5821880169	0.61933

[표3.28] 온수코일 열수3 회귀결과 예

Vw	Va	E	Calculated E	Residual	Error Percent
0.8	2.5	1.539965856	1.589265093	-0.04929923698	-3.201320132
0.8	3	1.70768491	1.658385673	0.04929923698	2.886904762
1	2.5	1.280763682	1.319389889	-0.03862620629	-3.015873016
1	3	1.427136675	1.388510468	0.03862620629	2.706552707
1.2	2.5	1.097797442	1.009871999	0.08792544327	8.009259259
1.2	3	0.9910671351	1.078992578	-0.08792544327	-8.871794872

Results

Number of observations = 6

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 11

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = -9.99200722162641E-16

Average Residual = -1.665334536937 73E-16

Residual Sum of Squares = 2.33065643050008E-02

Standard Error of the Estimate = .107950368931747

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9364412511

Proportion of Variance Explained = 93.64412511%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.8411031276

Durbin-Watson statistic = 2.435984395088

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	1.926736159	2.341967435	0.8226998078	0.49716
b	-0.4574156008	4.682172258	-0.09769303128	0.93108
c	-0.4955335675	2.337194046	-0.2120207213	0.85174
d	0.1382411594	0.1762822143	0.7842036698	0.51505

[표3.28] 온수코일 열수4 회귀결과 예

Vw	Va	E	Calculated E	Residual	Error Percent
0.8	2.5	1.829662403	1.886585234	-0.05692283032	-3.111111111
0.8	3	2.058370204	2.001447373	0.05692283032	2.765432099
1	2.5	1.500323171	1.54657297	-0.04624979964	-3.082655827
1	3	1.70768491	1.66143511	0.04624979964	2.708333333
1.2	2.5	1.280763682	1.177591052	0.10317263	8.055555556
1.2	3	1.189280562	1.292453192	-0.10317263	-8.675213675

Results

Number of observations = 6

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 1

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = -4.44089209850063E-16

Average Residual = -7.40148683083438E-17

Residual Sum of Squares = 3.20476883028864E-02

Standard Error of the Estimate = .126585323602O8

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.942234576

Proportion of Variance Explained = 94.2234576%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.85558644

Durbin-Watson statistic = 2.43325434439179

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	2.382627041	2.746250046	0.8675928998	0.47708
b	-1.048244085	5.490433208	-0.1909219265	0.86621
c	-0.362120684	2.74065265	-0.1321293612	0.90698
d	0.2297242795	0.2067129678	1.111320117	0.38213

다. 결과 데이터베이스

온수코일의 결과 데이터베이스는 회사명, 코일종류, 열수, 입구수온, 입구공기온도, 회귀식의 계수값 $a_1 \sim a_4$로 구성되어 있으며, [표3.29]에 예를 제시하였다.

Company	Century
Type	HotWater
No. Rows	1
Ent Water Temp	80
Ent Air Temp	5
a1	0.820013
a2	-0.08106
a3	-0.25182
a4	0.031127

[표3.29] 온수코일 데이터베이스 예

5. 직접팽창코일

가. 자료제공형태

직접팽창코일 성능의 자료제공업체는 1개뿐이며, [그림3.56]과 같이 입구습구온도, 통과풍속, 냉매증발온도에 대한 용량으로 제공된다.

나. 자료처리방법 및 자료처리범위

열별, 통과풍속별로 직접팽창코일의 용량을 회귀하였으며, 데이터베이스는 회사명, 코일종류, 열수, 통과풍속, 회귀식 계수 a1~a6으로 구성되어 있다.

총 18경우의 직접팽창코일에 대해 성능을 회귀하였다.

직접팽창코일의 성능은 냉매증발온도와 입구 습구온도에 대한 냉각용량으로 표시되며, 다음과 같다.

$$y = a_1 + a_2 x_1 + a_3 x_2 + a_4 x_1 x_2 + a_5 x_1^2 + a_6 x_2^2$$

● 직접팽창코일용량표(Capacity Data of Direct Expansion Coil)

냉각용량단위:3320Kcal/h정면면적1㎡당

통과풍속\a	2.0m/s								2.5m/s			
냉매증발온도(tr)	2℃		4℃		6℃		8℃		2℃		4℃	
입구습구온도(WB_1)	열수(N)	냉각용량	출구습구온도(WB_2)	냉각용량	출구습구온도(WB_2)	냉각용량	출구습구온도(WB_2)	냉각용량	출구습구온도(WB_2)	냉각용량	출구습구온도(WB_2)	냉각용량	출구습구온도(WB_2)
25℃	2	12.3	19.8	11.3	20.2	10.3	20.7	9.2	13.3	20.5	12.2	12.2	20.9
	3	16.8	17.5	15.5	18.2	14.1	18.9	12.6	18.5	18.5	17.0	17.0	19.1
	4	20.1	15.8	18.6	16.6	17.1	17.4	15.3	16.8	16.8	20.4	20.4	17.7
	5	23.1	14.1	21.2	15.1	19.3	16.2	17.7	15.0	15.0	24.0	24.0	16.2
	6	25.2	12.7	23.4	13.9	21.4	15.0	16.1	13.6	13.6	26.6	26.6	15.0
	8	28.2	10.7	26.2	12.1	23.9	13.5	14.7	11.1	11.1	30.1	30.1	13.3
24℃	2	11.6	18.9	10.6	19.4	9.6	19.9	8.6	20.3	12.6	19.6	11.5	20.0
	3	15.8	16.7	14.5	17.4	13.1	18.1	11.7	18.8	17.5	17.6	16.0	18.2
	4	19.1	14.9	17.5	15.8	15.9	16.7	14.1	17.6	21.1	16.1	19.5	16.8
	5	21.6	13.4	20.0	14.3	18.1	15.4	16.4	16.4	24.6	14.4	22.4	15.5
	6	23.7	12.1	21.9	13.2	19.9	14.4	17.9	15.6	27.2	13.2	24.8	14.4
	8	26.6	10.1	24.6	11.5	22.2	13.0	20.2	14.2	30.6	11.5	28.2	12.7
23℃	2	11.0	17.9	10.0	18.5	9.0	18.9	7.9	19.5	11.8	18.7	10.7	19.1
	3	14.9	15.9	13.6	16.5	12.2	17.3	10.8	18.1	16.5	16.7	15.0	17.4
	4	17.9	14.2	16.3	15.1	14.8	15.9	13.1	16.8	20.0	15.2	18.3	15.9
	5	20.2	12.7	18.5	13.8	16.8	14.8	15.2	15.7	23.0	13.8	21.0	14.7
	6	22.2	11.5	20.4	12.6	18.4	13.9	16.4	15.0	25.4	12.6	23.1	13.7
	8	24.9	9.6	22.9	11.0	20.6	12.5	18.6	13.7	28.6	10.9	26.9	11.8
22℃	2	10.3	17.0	9.3	17.6	8.3	18.1	7.2	18.6	11.1	17.8	10.1	18.2
	3	14.0	15.0	12.7	15.8	11.3	16.5	10.0	17.2	15.5	15.9	14.0	16.6
	4	16.8	13.4	15.1	14.4	13.6	15.2	12.1	16.1	18.8	14.4	17.1	15.2
	5	18.9	12.0	17.3	13.1	15.6	14.1	13.9	15.1	21.6	13.0	19.5	14.0
	6	20.7	10.9	18.9	12.1	16.9	13.3	15.0	14.4	23.6	12.0	21.6	13.0
	8	23.2	9.1	21.2	10.5	18.9	12.1	16.9	13.3	26.8	10.3	24.2	11.7
21℃	2	9.6	16.2	8.7	16.7	7.7	17.2	6.7	17.8	10.5	16.8	9.4	17.3
	3	13.2	14.1	11.8	15.0	10.5	15.7	9.1	16.5	14.5	15.1	13.0	15.7
	4	15.6	12.7	14.1	13.6	12.6	14.5	11.1	15.4	17.6	13.6	15.5	14.6
	5	17.7	11.4	16.0	12.4	14.4	13.5	12.7	14.5	20.2	12.3	18.1	13.4
	6	19.2	10.3	17.4	11.6	15.7	12.6	13.7	13.9	22.2	11.3	20.1	12.4
	8	21.6	8.6	19.6	10.0	17.3	11.6	15.3	12.9	24.4	10.1	22.6	11.1
20℃	2	9.0	15.4	8.0	15.9	7.1	16.4	6.1	16.9	9.8	16.0	8.7	16.5
	3	12.2	13.4	11.0	14.2	9.6	15.0	8.2	15.8	13.5	14.3	12.1	14.9
	4	14.6	11.9	13.1	12.9	11.6	13.8	10.1	14.7	16.5	12.8	14.8	13.7
	5	16.4	10.8	14.8	11.8	13.1	12.9	11.4	13.9	18.7	11.7	16.8	12.7
	6	17.9	9.7	16.2	10.9	14.4	12.0	12.5	13.2	20.6	10.7	18.7	11.7
	8	19.9	8.3	17.9	9.7	15.9	11.1	13.9	12.4	23.2	9.3	20.9	10.5
19℃	2	8.4	14.5	7.4	15.1	6.5	15.6	5.5	16.1	9.2	15.1	8.1	15.6
	3	11.4	12.6	10.2	13.4	8.7	14.3	7.5	15.0	12.6	13.5	11.1	14.2
	4	13.6	11.3	12.1	12.2	10.6	13.1	9.1	14.1	15.3	12.1	13.6	13.0
	5	15.2	10.2	13.5	11.3	11.9	12.4	10.2	13.4	17.5	11.0	15.6	12.0
	6	16.7	9.0	15.0	10.3	13.2	11.5	11.2	12.7	19.2	10.0	17.2	11.1
	8	18.3	7.9	16.9	9.9	14.6	10.5	12.6	11.9	21.6	8.7	19.3	10.0
18℃	2	7.7	13.7	6.8	14.3	5.9	14.8	4.9	15.3	8.5	14.2	7.4	14.8
	3	10.5	12.0	9.2	12.8	8.0	13.5	6.7	14.3	11.7	12.7	10.2	13.4
	4	12.6	10.6	11.1	11.6	9.6	12.5	8.1	13.4	14.1	11.4	12.5	12.2
	5	14.1	9.5	12.5	10.6	10.8	11.8	9.2	12.7	16.2	10.3	14.3	11.3
	6	15.4	8.5	13.7	9.8	12.0	11.0	10.0	12.2	17.7	9.5	15.7	10.6
	8	16.9	7.4	15.2	8.7	13.3	10.0	11.3	11.4	19.9	8.2	17.6	9.5

[그림3.56] 직접팽창코일 자료제시 예

여기서,

x_1 : 냉매증발온도

x_2 : 입구 습구온도

y : 냉각용량(1 RT/hr · 정면면적 1㎡)

열수별, 통과풍속별로 구분하여 제시 자료에서 추출하여 자료를 입력하고 회귀하였으며, 일례를 [표3.30]에 나타내었다.

회귀결과

[표3.30] 직접팽창코일 회귀결과 예(2열,2m/s)

X1	X2	Y	Calculated Y	Residual	Error Percent
2	25	12.3	12.31458333	-0.01458333337	-0.1185636859
4	25	11.3	11.30833333	-0.008333333317	-0.07374631254
6	25	10.3	10.27083333	0.02916666668	0.2831715212
8	25	9.2	9.202083333	-0.002083333371	-0.02264492795
2	24	11.6	11.62642857	-0.02642857146	-0.2278325126
4	24	10.6	10.63410714	-0.03410714283	-0.3217654984
6	24	9.6	9.610535714	-0.01053571426	-0.1097470236
8	24	8.6	8.555714286	0.04428571426	0.5149501658
2	23	11	10.94928571	0.05071428569	0.4610389608
4	23	10	9.970892857	0.02910714289	0.2910714289
6	23	9	8.96125	0.03875000003	0.4305555559
8	23	7.9	7.920357143	-0.02035714288	-0.2576853529
2	22	10.3	10.28315476	0.01684523808	0.1635460007
4	22	9.3	9.318690476	-0.01869047616	-0.2009728619
6	22	8.3	8.32297619	-0.02297619044	-0.2768215716
8	22	7.2	7.296011905	-0.09601190478	-1.333498678
2	21	9.6	9.628035714	-0.0280357143	-0.2920386907
4	21	8.7	8.6775	0.02250000003	0.2586206901
6	21	7.7	7.695714286	0.00428571432	0.05565862753
8	21	6.7	6.682678571	0.01732142855	0.2585287843
2	20	9	8.983928571	0.01607142855	0.1785714283
4	20	8	8.047321429	-0.04732142854	-0.5915178567
6	20	7.1	7.079464286	0.02053571432	0.2892354129
8	20	6.1	6.080357143	0.01964285712	0.3220140511
2	19	8.4	8.350833333	0.04916666664	0.58531746
4	19	7.4	7.428154762	-0.02815476188	-0.3804697551
6	19	6.5	6.47422619	0.02577380955	0.3965201469
8	19	5.5	5.489047619	0.01095238092	0.1991341986
2	18	7.7	7.72875	-0.02875000003	-0.3733766238
4	18	6.8	6.82	-0.01999999998	-0.2941176468
6	18	5.9	5.88	0.02000000002	0.3389830511
8	18	4.9	4.90875	-0.008750000038	-0.1785714293

Results

Number of observations = 32

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 17

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = 1.81810122512616E-12

Average Residual = 5.68156632851924E-14

Residual Sum of Squares = .031398809523809

Standard Error of the Estimate = 3.47512089019433E-02

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9997059546

Proportion of Variance Explained = 99.97059546%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9996494074

Durbin-Watson statistic = 1.5633807267152

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	-0.9589285706	0.6296252367	-1.523014826	0.13983
b	-0.3055803572	0.03013272734	-10.141145	0.0
c	0.4322916666	0.05801685304	7.451139521	0.0
d	-0.006964285714	0.00119903062	-5.808263438	0.0
e	-0.003906249993	0.001535800966	-2.543461085	0.01727
f	0.005505952382	0.001340556984	4.107212487	0.00035

다. 결과데이터베이스

데이터베이스 구성은 회사명, 코일종류, 열수, 통과풍속, 회귀식 계수 $a_1 \sim a_6$로 구성되어 있으며, [표3.31]에 위에서 제시한 예에 대한 데이터베이스 예를 제시하였다.

Company	경원세기
Type	직접팽창코일
No.Rows	2
AirVelocity	2
a1	-0.95893
a2	-0.30558
a3	0.432292
a4	-0.00696
a5	-0.00391
a6	0.005506

[표3.31] 직접팽창코일
데이터베이스 예

6. 증기코일

가. 자료제공형태

증기코일의 자료제공형태는 다음과 같이 증기온도, 공기입구 온도별로 통과풍속에 따른 증기코일용량의 형식으로 거의 대부분의 제조업체에서 동일하게 제공하고 있다.

●증기코일 성능표

MODEL NO	열 수	가 열 용 량(x1000kcal/hr)					
		코 일 통 과 풍 속					
		Va=1.5m/s	Va=2.0m/s	Va=2.5m/s	Va=3.0m/s	Va=3.5m/s	Va=
GAH-80	1ROW	20.5	24.3	27.4	30.2	32.8	
	2ROW	33.7	40.9	47.2	53.3	58.9	
GAH-90	1ROW	30.6	36.2	40.9	45.0	48.9	
	2ROW	50.3	60.9	70.4	79.4	87.7	
GAH-120	1ROW	40.7	48.1	54.4	59.9	65.1	
	2ROW	66.9	81.0	93.6	105.6	116.7	127.4
GAH-160	1ROW	53.9	63.8	72.1	79.4	96.3	
	2ROW	88.6	107.4	124.1	139.9	154.7	
GAH-200	1ROW	67.7	80.1	90.5	99.7	108.3	
	2ROW	111.3	134.8	155.8	175.7	194.2	
GAH-240	1ROW	82.0	97.0	109.6	120.8	131.2	
	2ROW	134.8	163.3	188.7	212.8	235.2	
GAH-280	1ROW	93.9	111.1	125.6	138.3	150.3	
	2ROW	154.5	187.1	216.2	243.8	269.5	
GAH-320	1ROW	109.6	129.6	146.5	161.4	175.3	
	2ROW	180.1	218.2	252.1	284.3	314.3	
GAH-400	1ROW	136.9	162.0	183.0	201.7	219.1	
	2ROW	225.1	272.7	315.1	355.3	392.8	
GAH-450	1ROW	152.4	180.3	203.8	224.5	244.0	
	2ROW	250.7	303.6	350.8	395.6	437.4	
GAH-500	1ROW	168.1	198.8	224.7	247.5	269.0	
	2ROW	276.3	334.7	386.7	436.1	482.2	
GAH-600	1ROW	202.0	239.0	270.0	297.5	323.3	348.4
	2ROW	332.2	402.3	464.9	524.3	579.6	632.4
GAH-700	1ROW	240.0	284.0	320.9	353.5	384.2	414.0
	2ROW	394.7	478.1	552.4	622.9	688.7	751.5
GAH-800	1ROW	269.8	319.1	360.6	397.3	431.7	465.3
	2ROW	443.6	573.2	620.8	700.1	774.0	844.5
GAH-960	1ROW	322.6	381.7	431.3	475.2	516.4	556.5
	2ROW	530.5	642.6	742.5	837.3	925.7	1010.1
GAH-1200	1ROW	405.7	480.0	542.4	597.6	649.4	699.9
	2ROW	667.2	808.1	933.7	1053	1164.2	1276

* 운전조건 : 1. 증기코일 입구공기온도 15°C DB
2. 증기압력 : 0.35kg/cm²G

[그림3.57] 증기코일 자료제시 예1

다수의 업체가 자료를 제공하고 있으나, 서로 상이한 증기온도에 대한 자료를 제시하고 있는 다음의 형태를 기준으로 선택하였고 위의 자료제시형태에 대해서도 회귀를 하였다.

● 증기코일용량표(Capacity Data of Steam Coil)

증기압력:0.35kg/cm²G 증기온도 108.33℃
증발잠열:533.7kcal/kg 가열용량단위:1,000kcal/h
정면면적1㎡당

공기입구 온도(DB)	열수(N)	통과풍속											
		1.5m/s		2.0m/s		2.5m/s		3.0m/s		3.5m/s		4.0m/s	
		가열용량	출구온도(OBZ)	가열용량	출구온도(OBZ)	가열용량	출구온도(OBZ)	가열용량	출구온도(OBZ)	가열용량	출구온도(OBZ)	가열용량	출구온도(OBZ)
-5℃	1	61.5	34.5	72.6	28.3	82.2	26.7	91.2	24.3	99.1	22.3	107	20.8
	2	101.7	60.4	122.3	54.0	142	49.8	159	46.1	176.4	43.6	191.6	41.2
	3	128.2	77.4	157.4	70.9	184.3	66.1	210	62.5	234	59.5	256.3	56.8
	4	146.8	89.4	183.3	83.4	215.7	78.2	247.3	74.5	278.7	71.8	306	68.8
	5	157.9	96.5	199.7	91.3	238.5	87.0	275	83.4	308.8	80.1	343.8	77.9
	6	167.5	102.7	212.6	97.5	256.4	93.9	296.7	90.4	337.1	87.9	372.8	84.9
0℃	1	58.8	37.8	69.5	33.5	78.3	30.2	86.8	27.9	94.7	26.1	102.5	24.7
	2	96.9	62.3	117.2	56.5	135.6	52.3	152.1	48.9	168.4	46.4	183.3	44.2
	3	122.4	78.7	150.5	72.6	176	67.9	200.3	64.4	223.6	61.6	244.7	59.0
	4	140.5	90.3	174.8	84.3	206	79.5	236.4	76.0	266	73.3	292.4	70.5
	5	151	97.1	190.8	92.0	227.9	87.9	262.9	84.5	295	81.3	328.5	79.2
	6	160	102.9	203	97.9	244.7	94.4	283.4	91.1	321.5	88.6	355.9	85.5
5℃	1	56.2	41.1	66.2	36.9	74.7	33.8	82.8	31.6	90.7	30.0	97.5	28.5
	2	92.7	64.6	111.8	58.9	129.4	54.9	145.3	51.7	160.4	49.2	175	40.2
	3	116.5	79.9	143.5	74.2	168	69.8	191.3	66.5	213.4	63.8	233.5	61.3
	4	134	91.2	166.9	85.5	196.5	80.8	225.2	77.4	253.7	74.9	279.1	72.3
	5	144.2	97.7	181.7	92.6	217.2	86.8	250.7	85.6	281.3	82.5	313.1	80.5
	6	152.6	103.1	193.5	98.3	233.6	95.1	267.5	91.0	306.6	89.5	339.7	86.9
10℃	1	53.5	44.4	63	40.4	71	37.4	79	35.4	102.7	38.3	92.9	32.4
	2	88	66.6	106.6	61.4	122.9	57.4	138.4	54.5	153.2	52.2	166.3	50.1
	3	111.2	81.5	136.7	75.9	159.4	71.5	181.7	68.4	202.9	65.9	221.9	63.5
	4	127.7	92.1	159	68.7	187.1	82.2	214.6	79.0	241.7	76.6	265.4	74.0
	5	137.2	98.2	173.2	93.5	206.6	89.7	238.6	86.7	268.2	83.9	298.2	81.9
	6	145	103.2	184.4	98.9	221.9	95.6	257.5	92.8	291.8	90.4	323	87.9
15℃	1	50.9	47.7	59.9	43.9	68	41.2	74.7	39.0	81.7	37.5	87.9	36.2
	2	83.7	68.8	101.2	63.8	117.2	60.2	131	57.1	145.2	55.0	158	53.1
	3	105.5	82.8	129.8	77.6	151.4	73.4	172.7	70.5	192.7	68.1	210.7	65.8
	4	120.9	92.7	150.5	87.6	177.6	83.5	203.5	80.4	229.4	78.2	251.1	75.8
	5	134	98.8	164.2	94.2	196.5	90.8	226.8	87.9	254.4	85.1	281.9	83.2
	6	137.8	103.6	174.8	99.3	211	96.4	244.2	93.5	277.2	91.4	306.9	89.0
20℃	1	48.2	51.0	56.6	47.3	65	44.7	71	42.8	77.3	41.3	83.4	40.1
	2	79	70.8	95.4	66.0	110.7	62.7	124.1	59.9	137.2	57.8	149.3	56.0
	3	99.6	84.0	123	79.3	143.6	75.4	163.3	72.5	182.2	70.2	199.9	68.2
	4	114.5	93.6	142.5	88.7	168	84.8	193.5	82.2	217.4	79.9	238.5	77.5
	5	123.5	99.4	155.7	95.1	185.9	91.7	215.2	89.2	241	86.4	267.9	84.6
	6	129.1	103.0	165.9	100.0	200	97.1	132.7	94.5	262.4	92.3	290.3	90.0
25℃	1	45.1	54.0	53.5	50.8	60.4	48.3	66.9	49.5	73	45.0	78.4	43.9
	2	74.7	73.0	90	68.4	104.5	65.3	117	62.6	129.9	60.8	141	59.0
	3	94.3	85.6	115.5	80.75	135	77.1	154.3	74.6	172.4	72.5	188.3	70.4
	4	108.1	94.5	134.6	89.9	158.4	86.1	181.7	83.4	204.7	81.4	224.8	79.2
	5	116	99.6	146.8	95.8	175.5	92.7	201.9	89.9	226.8	87.5	252.6	85.9
	6	122.9	104.0	156.4	100.4	188.2	97.6	217.7	95.0	247.5	93.2	272.7	91.0
30℃	1	42.5	57.3	50.4	54.3	56.8	51.9	63.1	50.3	68.2	48.8	74.3	47.9
	2	70	75.0	84.8	70.9	98	67.8	110.1	65.4	122	63.6	132.3	61.9
	3	89	87.2	108.7	82.4	127.3	79.1	116.6	67.5	161.5	74.5	177.1	72.7
	4	101.7	95.4	126.7	91.1	148.8	87.4	170.5	84.8	192.4	83.0	211.5	81.0
	5	109.2	100.2	137.7	96.4	165.4	93.8	190.4	91.2	123.4	88.8	237.2	87.2
	6	115.6	104.3	146.3	100.8	177	98.3	205	95.9	232.6	94.1	257.5	92.1

[그림3.58] 증기코일 자료제시 예2

나. 자료처리방법 및 자료처리범위

일반적인 증기코일의 용량은 한 유체의 온도가 일정한 경우(이 경우 증기온도)의 열전달 특성을 고려하면, 증기코일의 유용도는 아래 식과 같이 선형적으로 나타난다.

$$-Log(1-E) = \frac{1}{(a1G + a2G^{0.2})}$$

$$E = \frac{1}{G}\frac{\dot{Q}}{C_a(t_{steam} - t_{air})} \quad : \text{Effectiveness}$$

여기서,

$\dot{Q}$: 용량(kJ/s · 정면면적 1㎡)

ρ : 공기밀도 (kg/㎥)

$G = \rho V_a$: 유량(kg/s)

C_a : 공기의 비열(=1.004 kJ/kg · K)

t_{steam} : 증기온도(K)

t_{air} : 공기입구온도(K)

자료입력은 입구증기온도, 공기입구온도, 통과풍속, 용량, 온도상승의 순서로 입력하였으며, 먼저 각데이터에 대한 유량을 구하고 (온도에 따른 공기밀도 값은 온수코일참조) 계산된 유량과 온도차, 비열, 용량을 가지고 Effectiveness를 계산하였다. 이후, 보다 편리한 회귀를 위하여,

$$y = \frac{-1}{Log(1-E)} = a_1 x + a_2 x^{0.2}$$

형태로 자료를 변환시켜 회귀작업을 하였다.

x : 유량

y : 유용도(Effectiveness)

열수, 공기입구온도별로 위 식으로 회귀를 하였으며, 실제 회귀는 윗식의 역수를 취해서 시행하였다. 총 2개 업체의 80개 증기코일 모델에 대해 성능을 회귀하였으며 회귀결과예를 아래에 제시하였다.

[표3.32] 증기코일 회귀예(경원세기 1열,공기입구온도 -5℃)

X	Y	Calculated Y	Residual	Error Percent
1.9764	2.669196013	2.682921512	-0.01372549875	-0.5142184642
1.9764	2.602290359	2.682921512	-0.08063115275	-3.098468719
1.9764	2.666940952	2.682921512	-0.01598055975	-0.5992093576
2.6352	3.012432457	3.044981407	-0.03254894989	-1.080487292
2.6352	3.07052848	3.044981407	0.02554707311	0.8320089939
2.6352	3.073782551	3.044981407	0.02880114411	0.9369935458
3.294	3.383668951	3.385912654	-0.002243703101	-0.06630977005
3.294	3.42375209	3.385912654	0.0378394359	1.105203733
3.294	3.434691805	3.385912654	0.0487791509	1.420190039
3.9528	3.704625985	3.712843059	-0.008217073568	-0.2218057532
3.9528	3.754654343	3.712843059	0.04181128443	1.113585449
3.9528	3.7534579	3.712843059	0.04061484143	1.082064659
4.6116	4.053285783	4.02974264	0.02354314282	0.5808409296
4.6116	4.01775344	4.02974264	-0.01198920018	-0.2984055731
4.6116	4.046122765	4.02974264	0.01638012482	0.4048350921
5.2704	4.284441459	4.339065842	-0.05462438267	-1.274947579
5.2704	4.324602422	4.339065842	-0.01446341967	-0.3344450717
5.2704	4.305797064	4.339065842	-0.03326877767	-0.7726508513

Results

Number of observations = 18

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

(표계속)

Number of nonlinear iterations performed = 3

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = -4.37652045626891E-03

Average Residual = -2.431400253482 73E-04

Residual Sum of Squares = 2.203442945078 76E-02

Standard Error of the Estimate = 3.710999650598 51E-02

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9961922673

Proportion of Variance Explained = 99.61922673%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.995954284

Durbin-Watson statistic = 1.367235908372 74

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	0.3750198021	0.009865992911	38.01135937	0.0
b	1.694393992	0.02911482973	58.19693975	0.0

다. 결과데이터베이스

중기코일의 결과 데이터베이스는 회사명, 코일종류, 모델명, 열수, 공기입구온도, a1~a2로 구성되어 있으며, 다음에 표시되어 있다.

Company	LG공조
CoilType	중기코일
ModelNo.	GAH-60
No.Rows	1
EntAirTemp	15
a1	0.405695
a2	1.446217

[표3.33]중기코일 데이터베이스

7. 팬코일 유니트

가. 자료제공형태

조사 결과 국내업체들의 제공형태는 같은 형태로 제시되고 있었다.

냉방능력에 대해서는 각 모델별로 순환수량과 냉수입구온도에 따른 냉방능력을 나타내고 있으며 [그림3.59]에 예가 제시되어 있다.

난방능력의 경우에는 각 모델별로 순환수량, 온수입구온도,건구온도에 따른 난방능력을 나타내고 있으며 [그림3.60]에 예가 제시되어 있다.

나. 자료처리방법 및 자료처리범위

(1) 냉방능력

팬코일 유니트의 냉방능력은 순환수량과 냉수입구온도의 함수이다. 주어진 데이터를 분석한 결과 냉방능력은 냉수입구온도에는 비례하고, 순환수량에 대해서는 2차식으로 근사하는 특성이 나타나 이를 바탕으로 다음 식과 같은 형태로 팬코일 유니트의 냉방능력을 회귀하였다.

$$y = a_1 + a_2 x_1 + a_3 x_2 + a_4 x_1^2 + a_5 x_1 x_2 + a_6 x_1^2 x_2$$

$$(= (x_1^2 + x_1 + 1)(x_2 + 1))$$

x_1 : 순환수량(lpm)

x_2 : 냉수입구온도(℃)

y : 냉방능력

모델별로 상대습도 50%의 건구/습구온도, 23/16.2, 24/17, 25/18, 26/18.7, 27/19.5,의 경우에 대해서 성능을 회귀하였으며, 이중 23/18.2의 경우에 대한 예를 [표3.34]에 제시하였다.

DB-28℃ WB-22℃ (KCal/h)

흡 입 공 기 조 건			건구온도 28℃ · 습구온도 22℃									
모 델	순 환 수 량 (ℓ/min)	수 두 손 실 (mAq)	냉 수 입 구 온 도									
			5℃		6℃		7℃		8℃		9℃	
			전열량	현열량	전열량	현열량	전열량	현열량	전열량	현열량	전열량	현열량
FC-2FE, FFE FC, FFC CE, CC CAD, CAS FC-2LE, LC	3.5	0.35	1,980	1,220	1,890	1,190	1,800	1,160	1,710	1,120	1,620	1,080
	5	0.65	2,310	1,340	2,210	1,300	2,100	1,270	2,000	1,220	1,880	1,180
	6.5	1.0	2,590	1,450	2,470	1,400	2,360	1,360	2,240	1,310	2,110	1,270
	8	1.5	2,830	1,540	2,710	1,490	2,560	1,440	2,440	1,390	2,310	1,340
FC-3FE, FFE FC, FFC CE, CC CAD, CAS FC-3LE, LC	5.5	0.83	2,840	1,730	2,710	1,680	2,560	1,640	2,450	1,590	2,310	1,530
	7	1.3	3,150	1,840	3,010	1,800	2,870	1,740	2,720	1,680	2,570	1,630
	8.5	1.8	3,420	1,950	3,270	1,890	3,120	1,830	2,960	1,770	2,790	1,710
	10	2.4	3,670	2,040	3,510	1,980	3,340	1,920	3,170	1,850	2,990	1,780
FC-4FE, FFE FC, FFC CE, CC CAD, CAS FC-4LE, LC	8	1.7	4,000	2,360	3,820	2,290	3,640	2,230	3,460	2,160	3,260	2,080
	10	2.5	4,400	2,520	4,210	2,430	4,010	2,360	3,800	2,290	3,590	2,210
	12	3.4	4,760	2,650	4,550	2,570	4,340	2,480	4,120	2,410	3,880	2,320
	14	4.5	5,090	2,780	4,870	2,690	4,640	2,600	4,400	2,510	4,150	2,420
FC-6FE, FFE FC, FFC CE, CC CAD, CAS FC-6LE, LC	8	0.7	4,860	3,160	4,650	3,100	4,430	3,010	4,200	2,920	3,970	2,780
	11	1.2	5,580	3,420	5,330	3,330	5,080	3,250	4,820	3,150	4,550	3,020
	14	1.9	6,190	3,640	5,920	3,550	5,640	3,440	5,350	3,320	5,050	3,210
	17	2.5	6,730	3,850	6,430	3,740	6,130	3,620	5,810	3,500	5,490	3,380
FC-8FE, FFE FC, FFC CE, CC CAD, CAS FC-8LE, LC	16	2.5	8,000	4,730	7,650	4,580	7,290	4,470	6,920	4,320	6,530	4,170
	20	3.8	8,810	5,040	8,430	4,870	8,030	4,720	7,610	4,590	7,190	4,430
	24	5.2	9,530	5,300	9,110	5,140	8,680	4,970	8,240	4,820	7,770	4,650
	28	7.4	10,180	5,570	9,740	5,380	9,280	5,200	8,890	5,020	8,310	4,840

[그림 3.59] 냉방능력 제시형태 예

흡 입 공 기 조 건			건구온도 21℃							건구온도 22℃						
모 델	순 환 수 량 (ℓ/min)	수 두 손 실 (mAq)	온수입구온도(℃)							온수입구온도(℃)						
			40	45	50	55	60	70	80	40	45	50	55	60	70	80
FC-2FE, FFE FC, FFC CE, CC CAD, CAS FC-2LE, LC	3.5	0.35	1,270	1,610	1,940	2,280	2,610	3,280	3,950	1,200	1,540	1,880	2,210	2,550	3,220	3,890
	5	0.65	1,380	1,740	2,100	2,460	2,830	3,550	4,280	1,300	1,670	2,030	2,390	2,760	3,480	4,210
	6.5	1.0	1,460	1,840	2,230	2,610	3,000	3,760	4,530	1,380	1,770	2,150	2,540	2,920	3,690	4,460
	8	1.5	1,530	1,930	2,330	2,740	3,140	3,940	4,750	1,450	1,850	2,250	2,650	3,060	3,860	4,670
FC-3FE, FFE FC, FFC CE, CC CAD, CAS FC-3LE, LC	5.5	0.83	1,830	2,310	2,790	3,270	3,750	4,710	5,680	1,730	2,210	2,690	3,170	3,660	4,620	5,580
	7	1.3	1,930	2,440	2,940	3,450	3,960	4,970	5,990	1,820	2,330	2,840	3,350	3,860	4,870	5,890
	8.5	1.8	2,010	2,540	3,070	3,600	4,130	5,190	6,250	1,900	2,430	2,960	3,490	4,020	5,080	6,140
	10	2.4	2,090	2,640	3,180	3,730	4,280	5,380	6,480	1,970	2,520	3,070	3,620	4,170	5,270	6,370
FC-4FE, FFE FC, FFC CE, CC CAD, CAS FC-4LE, LC	8	1.7	2,560	3,230	3,910	4,580	5,250	6,600	7,950	2,420	3,100	3,770	4,440	5,120	6,470	7,820
	10	2.5	2,690	3,400	4,100	4,810	5,520	6,930	8,350	2,540	3,250	3,960	4,670	5,380	6,790	8,210
	12	3.4	2,800	3,530	4,270	5,000	5,740	7,210	8,680	2,650	3,390	4,120	4,860	5,600	7,070	8,540
	14	4.5	2,890	3,660	4,420	5,180	5,940	7,460	8,990	2,740	3,500	4,260	5,030	5,790	7,310	8,840
FC-6FE, FFE FC, FFC CE, CC CAD, CAS FC-6LE, LC	8	0.7	3,160	3,990	4,820	5,650	6,480	8,140	9,810	2,990	3,820	4,650	5,480	6,310	7,980	9,640
	11	1.2	3,390	4,280	5,170	6,060	6,950	8,730	10,530	3,190	4,100	4,990	5,880	6,770	8,550	10,340
	14	1.9	3,570	4,510	5,450	6,390	7,330	9,210	11,090	3,380	4,320	5,260	6,200	7,140	9,020	10,900
	17	2.5	3,730	4,710	5,690	6,670	7,650	9,610	11,570	3,530	4,510	5,490	6,470	7,450	9,420	11,390
FC-8FE, FFE FC, FFC CE, CC CAD, CAS FC-8LE, LC	16	2.5	4,990	6,310	7,620	8,930	10,250	12,880	15,510	4,730	6,040	7,360	8,670	9,990	12,620	15,250
	20	3.8	5,240	6,630	8,010	9,390	10,770	13,530	16,290	4,970	6,350	7,730	9,110	10,490	13,250	16,010
	24	5.2	5,460	6,900	8,340	9,770	11,220	14,090	16,960	5,170	6,610	8,050	9,480	10,920	13,800	16,670
	28	7.4	5,650	7,140	8,620	10,110	11,600	14,570	17,550	5,350	6,840	8,320	9,810	11,300	14,270	17,250

그은 능력조건 B를 표시

[그림 3.60] 난방능력 제시형태 예

[표3.34] 팬코일 유니트 냉방능력 회귀결과 예(23/16.2)

X1	X2	Y	Calculated Y	Residual	Error Percent
3.5	5	1230	1226.599973	3.400026928	0.2764249535
3.5	6	1140	1141.499987	-1.499986556	-0.1315777681
3.5	7	1050	1056.4	-6.400000041	-0.6095238134
3.5	8	970	971.3000135	-1.300013526	-0.134022013
3.5	9	890	886.200027	3.79997299	0.4269632573
5	5	1430	1432.200027	-2.200027041	-0.1538480449
5	6	1340	1334.500014	5.499986497	0.4104467535
5	7	1240	1236.8	3.200000036	0.258064519
5	8	1140	1139.099986	0.9000135746	0.07894855918
5	9	1040	1041.399973	-1.399972887	-0.1346127776
6.5	5	1610	1609.800027	0.1999730112	0.01242068393
6.5	6	1500	1499.500013	0.4999865246	0.03333243497
6.5	7	1380	1389.2	-9.199999962	-0.6666666639
6.5	8	1280	1278.899986	1.100013551	0.08593855869
6.5	9	1170	1168.599973	1.400027065	0.1196604329
8	5	1760	1759.399973	0.6000270861	0.03409244807
8	6	1640	1636.499986	3.500013525	0.2134154589
8	7	1510	1513.6	-3.600000035	-0.2384105984
8	8	1390	1390.700014	-0.7000135957	-0.05036069034
8	9	1270	1267.800027	2.199972844	0.1732262082

Results

Number of observations = 20

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 16

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = -1.1454517334641E-08

Average Residual = -5.727258667320711E-10

Residual Sum of Squares = 238.000000007319

Standard Error of the Estimate = 4.12310562568106

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9997678909

Proportion of Variance Explained = 99.97678909%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9996849948

Durbin-Watson statistic = 2.0605034752693

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	916.4765062	64.77066896	14.14956061	0.0
b	231.9560391	23.95973771	9.681075891	0.0
c	-55.69981827	9.069523516	-6.141427184	0.00003
d	-6.222264281	2.069408593	-3.006783823	0.00942
e	-8.400069107	3.354965717	-2.503771965	0.02528
f	6.010810E-006	0.2897690821	2.07434491E-005	0.99998

(2) 난방능력

팬코일 유니트의 난방능력은 순환수량, 온수입구온도, 건구온도로 회귀를 시행하였으며, 데이터 분석결과 난방능력은 건구온도·온수 입구온도에는 비례하고, 순환수량에 대해서는 2차식으로 근사하는 특성을 발견하여, 이를 바탕으로 다음 식과 같은 형태로 팬코일 유니트의 냉방능력을 회귀하였다.

$$y = a_1 + a_2x_1 + a_3x_2 + a_4x_3 + a_5x_1^2 + a_6x_1^2x_2 + a_7x_1^2x_3 + a_8x_1x_2 + a_9x_1x_3 + a_{10}x_2x_3 + a_{11}x_1x_2x_3 + a_{12}x_1^2x_2x_3$$

$$(= (x_1^2 + x_1 + 1)(x_2 + 1)(x_3 + 1))$$

x_1 : 순환수량(lpm)

x_2 : 온수입구온도 (℃)

x_3 : 건구온도 (℃)

y : 난방용량 (kcal/hr)

난방능력의 경우도, 냉방능력과 마찬갈지로 상대습도 50%의 건구/습구온도, 23/16.2, 24/17, 25/18, 26/18.7, 27/19.5,의 경우에 대해 모델별로 순환수량, 온수입구온도, 건구온도, 난방능력순으로 입력하여 회귀를 하였다.

[표3.35] 팬코일 유니트 난방능력 회귀결과 예

X1	X2	X3	Y	Calculated Y	Residual	Error Percent
3.5	40	18	1470	1473.063813	-3.063813318	-0.2084226747
3.5	45	18	1810	1808.136868	1.86313249	0.1029354967
3.5	50	18	2140	2143.209922	-3.209921703	-0.1499963412
3.5	55	18	2480	2478.282976	1.717024105	0.06923484294
3.5	60	18	2810	2813.35603	-3.356030088	-0.1194316757
3.5	70	18	3480	3483.502138	-3.502138472	-0.100636163
3.5	80	18	4150	4153.648247	-3.648246857	-0.08790956283
3.5	40	20	1340	1338.812147	1.187853347	0.08864577218
3.5	45	20	1670	1674.316937	-4.316937168	-0.2584992316
3.5	50	20	2010	2009.821728	0.178272317	0.008869269502
3.5	55	20	2350	2345.326518	4.673481802	0.198871566
3.5	60	20	2680	2680.831309	-0.8313087133	-0.03101898184
3.5	70	20	3350	3351.84089	-1.840889744	-0.05495193264
3.5	80	20	4030	4022.850471	7.149529226	0.1774076731
3.5	40	21	1270	1271.686313	-1.68631332	-0.1327805764
3.5	45	21	1610	1607.406972	2.593028003	0.16105764
3.5	50	21	1940	1943.127631	-3.127630673	-0.1612180759
3.5	55	21	2280	2278.848289	1.15171065	0.05051362502
3.5	60	21	2610	2614.568948	-4.568948026	-0.1750554799
3.5	70	21	3280	3286.010265	-6.010265379	-0.1832397981
3.5	80	21	3950	3957.451583	-7.451582732	-0.1886476641
3.5	40	22	1200	1204.56048	-4.560479988	-0.380039999
3.5	45	22	1540	1540.497007	-0.4970068255	-0.03227317049
3.5	50	22	1880	1876.433534	3.566466337	0.1897056562
3.5	55	22	2210	2212.370061	-2.370060501	-0.1072425566
3.5	60	22	2550	2548.306587	1.693412661	0.06640833965
3.5	70	22	3220	3220.179641	-0.1796410146	-0.005578913497
3.5	80	22	3890	3892.052695	-2.05269469	-0.05276850103
5	40	18	1590	1591.877842	-1.87784221	-0.1181032837
5	45	18	1960	1953.8349	6.165099806	0.3145459085
5	50	18	2320	2315.791958	4.208041823	0.1813811131
5	55	18	2680	2677.749016	2.25098384	0.08399193431
5	60	18	3040	3039.706074	0.2939258562	0.009668613691
5	70	18	3770	3763.62019	6.379809889	0.1692257265

X1	X2	X3	Y	Calculated Y	Residual	Error Percent
5	80	18	4490	4487.534306	2.465693923	0.05491523213
5	40	20	1450	1447.122156	2.877844467	0.1984720322
5	45	20	1810	1809.522241	0.4777588654	0.02639551742
5	50	20	2180	2171.922327	8.077673264	0.3705354708
5	55	20	2540	2534.322412	5.677587662	0.2235270733
5	60	20	2900	2896.722498	3.27750206	0.1130173124
5	70	20	3630	3621.522669	8.477330856	0.2335352853
5	80	20	4360	4346.32284	13.67715965	0.3136963223
5	40	21	1380	1374.744312	5.255687806	0.3808469425
5	45	21	1740	1737.365912	2.634088395	0.1513843905
5	50	21	2100	2099.987511	0.01248898387	0.0005947135176
5	55	21	2460	2462.60911	-2.609110427	-0.1060613995
5	60	21	2830	2825.23071	4.769290162	0.1685261541
5	70	21	3550	3550.473909	-0.4739086601	-0.01334953972
5	80	21	4280	4275.717107	4.282892518	0.1000675822
5	40	22	1300	1302.366469	-2.366468855	-0.1820360658
5	45	22	1670	1665.209582	4.790417924	0.2868513727
5	50	22	2030	2028.052695	1.947304704	0.09592634011
5	55	22	2390	2390.895809	-0.895808516	-0.03748152787
5	60	22	2760	2753.738922	6.261078264	0.2268506617
5	70	22	3480	3479.425148	0.5748518234	0.01651873056
5	80	22	4210	4205.111375	4.888625383	0.1161193678
6.5	40	18	1690	1690.837296	-0.8372960771	-0.04954414658
6.5	45	18	2070	2075.266894	-5.266894373	-0.2544393417
6.5	50	18	2460	2459.696493	0.3035073318	0.01233769642
6.5	55	18	2840	2844.126091	-4.126090964	-0.1452848931
6.5	60	18	3230	3228.555689	1.444310741	0.04471550281
6.5	70	18	3990	3997.414886	-7.41488585	-0.1858367381
6.5	80	18	4760	4766.274082	-6.274082441	-0.1318084546
6.5	40	20	1530	1536.971942	-6.971941893	-0.4556824766
6.5	45	20	1920	1921.675364	-1.675363627	-0.08725852223
6.5	50	20	2300	2306.378785	-6.378785361	-0.277338494
6.5	55	20	2690	2691.082207	-1.082207095	-0.04023074704
6.5	60	20	3070	3075.785629	-5.78562883	-0.1884569651
6.5	70	20	3840	3845.192472	-5.192472298	-0.1352206328
6.5	80	20	4610	4614.599316	-4.599315767	-0.09976823789
6.5	40	21	1460	1460.039265	-0.0392648002	-0.002689369877
6.5	45	21	1840	1844.879598	-4.879598254	-0.2651955573
6.5	50	21	2230	2229.719932	0.2800682924	0.01255911625
6.5	55	21	2610	2614.560265	-4.560265161	-0.1747228031
6.5	60	21	3000	2999.400599	0.5994013851	0.01998004617
6.5	70	21	3760	3769.081266	-9.081265522	-0.2415230192
6.5	80	21	4530	4538.761932	-8.76193243	-0.1934201419

X1	X2	X3	Y	Calculated Y	Residual	Error Percent
6.5	40	22	1380	1383.106588	-3.106587708	-0.2251150513
6.5	45	22	1770	1768.083833	1.916167119	0.1082580293
6.5	50	22	2150	2153.061078	-3.061078054	-0.1423757234
6.5	55	22	2540	2538.038323	1.961676773	0.07723136901
6.5	60	22	2920	2923.015568	-3.0155684	-0.1032728904
6.5	70	22	3690	3692.970059	-2.970058746	-0.08048939692
6.5	80	22	4460	4462.924549	-2.924549092	-0.06557284961
8	40	18	1770	1769.942175	0.05782508142	0.003266953753
8	45	18	2170	2172.43285	-2.432850047	-0.1121129054
8	50	18	2580	2574.923525	5.076474824	0.1967625901
8	55	18	2980	2977.4142	2.585799695	0.08677180185
8	60	18	3380	3379.904875	0.09512456628	0.00281433628
8	70	18	4190	4184.886226	5.113774309	0.1220471195
8	80	18	4990	4989.867576	0.1324240511	0.0026537886
8	40	20	1610	1608.361506	1.638494268	0.1017698303
8	45	20	2010	2010.776305	-0.7763046444	-0.03862212161
8	50	20	2410	2413.191104	-3.191103557	-0.132410936
8	55	20	2820	2815.605902	4.39409753	0.1558190614
8	60	20	3220	3218.020701	1.979298618	0.06146890117
8	70	20	4020	4022.850299	-2.850299208	-0.07090296536
8	80	20	4830	4827.679897	2.320102967	0.04803525812
8	40	21	1530	1527.571171	2.428828862	0.1587469844
8	45	21	1930	1929.948032	0.05196805713	0.002692645447
8	50	21	2330	2332.324893	-2.324892747	-0.09978080461
8	55	21	2740	2734.701754	5.298246448	0.1933666587
8	60	21	3140	3137.078614	2.921385643	0.09303775934
8	70	21	3940	3941.832336	-1.832335966	-0.04650598898
8	80	21	4750	4746.586058	3.413942425	0.07187247211
8	40	22	1450	1446.780837	3.219163455	0.2220112728
8	45	22	1850	1849.119759	0.8802407586	0.04758058155
8	50	22	2250	2251.458682	-1.458681938	-0.06483030835
8	55	22	2650	2653.797605	-3.797604634	-0.1433058353
8	60	22	3060	3056.136527	3.863472669	0.1262572768
8	70	22	3860	3860.814373	-0.8143727238	-0.02109773896
8	80	22	4670	4665.492218	4.507781883	0.09652637866

Results

Number of observations = 112

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 14

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = 5.296280960465O8E-07

Average Residual = 4.728822286129 54E-09

Residual Sum of Squares = 1821.28785286587

Standard Error of the Estimate = 4.26765492145964

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9999835794

Proportion of Variance Explained = 99.99835794%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9999817732

Durbin-Watson statistic = 1.3355417774784

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	-5.357736113	345.7800065	-0.01549463824	0.98767
b	18.48644991	127.9088365	0.1445283251	0.88537
c	51.57137053	5.899175676	8.742131675	0.0
d	-50.97375481	17.03019255	-2.993140252	0.00348
e	-2.246158658	11.04757885	-0.2033168252	0.8393
f	-0.1238668534	0.1884770825	-0.6571984864	0.51256
g	0.3153684786	0.5441100883	0.5796041746	0.56349
h	4.623852538	2.182187138	2.118907429	0.03658
I	-6.212082194	6.299705074	-0.9860909553	0.32647
j	-0.02965368824	0.2905433897	-0.1020628563	0.91891
k	0.03484634283	0.1074760388	0.3242242943	0.74645
l	-0.004011010563	0.009282783214	-0.432091375	0.66661

다. 결과 데이터베이스

팬코일 유니트의 데이터베이스는 냉방능력과 난방능력, 모델 그룹으로 분류되어 있으며, 냉방능력 데이터베이스는 회사명, 공조기 종류, 모델, 건구온도, 습구온도, 회귀식 계수 $a_1 \sim a_6$로 구성하였고, 난방능력 데이터베이스는 회사명, 공조기 종류, 모델, 건구온도, 습구온도, 회귀식 계수 $a_1 \sim a_6$로 구성되어 있다. 여러 다른 형태의 모델이 모델 그룹으로 분류되어 자료가 제시되어 있기 때문에, 반복을 피하기 위하여 별도의 모델그룹 데이터베이스를 구성하였으며, 회사명, 공조기 종류, 그룹명, 모델, 흡입과 토출형태로 구성되어 있다.

Company	LG공조	LG공조
Type	Fancoil	Fancoil
Model	Group A	Group A
DryBulb	23	24
WetBulb	16.2	17
Relative Humidity	0.5	0.5
a1	916.4765	1049.256
a2	231.956	217.5111
a3	-55.6998	-66.4222
a4	-6.22226	-4.44444
a5	-8.40007	-5.84444
a6	6.01E-06	-0.22222
b1	1067.911	1098.88
b2	96.82222	105.4215
b3	-57.7556	-52.3003
b4	-2.88889	-3.55549
b5	0.822222	-1.59989
b6	-0.22222	-9.1E-06

[표3.36] 팬코일 유니트 냉방능력 결과 데이터베이스 예

Company	LG공조
Type	FanCoil
Model	Group A
a1	-5.35774
a2	18.48645
a3	51.57137
a4	-50.9738
a5	-2.24616
a6	-0.12387
a7	0.315368
a8	4.623853
a9	-6.21208
a10	-0.02965
a11	0.034846
a12	-0.00401

[표3.39] 팬코일 유니트 난방능력 데이터베이스 예

Company	LG공조
Type	Fancoil
Group	A
Model	FC-2FE
Description	FloorExposed/ TopDischarge

[표3.40] 팬코일 유니트 그룹 데이터베이스 예

8. 방열기

가. 자료제공형태

방열기에 대한 제조업체의 자료제시 형태는 표준조건에 대한 방열성능으로 나타나고 있으며, 표준조건과 다른 조건에 대해서는 보정계수를 적용하여 구하고 있다. 또, 방열기 재질과 방열판의 형상에 따라서 성능이 달라지므로 방열기 재질과 방열판 형상에 따라 구분하여 제공하고 있다. 평균온수온도는 80℃, 실내온도 20℃기준으로 자료가 제공되고 있으며 아래에 방열기 재질 및 방열판 형상에 따른 업체의 자료제시 형태 예를 나타내었다.

구분 \ 모델	CRX 600	CRX 450
H (높 이) mm	600	450
H1 (구간거리) mm	555	405
방열면적 m^2/주	0.30	0.24
방열능력Kcal/hr·주	136	110
〃 (증기)	196	158
함 수 량 l/주	0.42	0.34
중 량 kg/주	0.96	0.83
내압시험 kg/cm^2	10	10
평당설치수량-주	4-5	5-6

* 증기는 사용압력 0.35kg/cm^2이하에 한함.

[그림3.61] 방열기 자료제시 예1

성능 및 특성

	일반용	고압용
최고 사용압력	6kg/㎠	8kg/㎠이상
최고 사용온도	140℃	140℃
시험압력	10kg/㎠	13.5kg/㎠

型 式				
	높이(H)	mm	500	600
	보스간거리(H1)	mm	445	545
SPR (1列式)	방열면적/m	m^2	1.1975	1.4325
	방 열 량/m	kcal/h	1.250	1.345
	함 수 량/m	l	5.08	5.90
DPR (2列式)	방열면적/m	m^2	2.3950	2.8650
	방 열 량/m	kcal/h	2.500	2.690
	함 수 량/m	l	10.15	11.89
TPR (3列式)	방열면적/m	m^2	3.5925	4.2975
	방 열 량/m	kcal/h	3.750	4.035
	함 수 량/m	l	15.23	17.70

1) 상기 방열량은 입구온도 90℃, 출구온도 70℃, 실내온도 20℃를 기준한 것임.
2) 판형 방열기의 길이는 (L)최소 360㎜에서 120㎜씩 증가하여 3,000㎜까지 원하는 길이로 공급할 수 있습니다.
(예 : 360㎜, 480㎜, 600㎜, 720㎜ ····3,000㎜ 등)
3) TPR(3열식)은 발주처의 주문에 의하여 제작할 수 있으며, KS규격에 명시된

[그림3.62] 방열기 자료제시 예2

나. 자료처리방법 및 자료처리범위

2개업체 20개의 방열기 모델에 대해서 회귀작업을 하였으며, 강판제 방열기 8개 모델, 알루미늄제 방열기 12개 모델에 대해서 분석을 하였다.

자료제공형태에서 나탄나바와 같이 제시자료로 난방 유니트의 모델링 혀태를 적용시키기에는 자료수가 부족하다. 자료부족으로 인하여 난방유니트의 모델링 관계식,

$$Q = C(t_s - t_a)^n$$

t_s : 평균온수온도(80℃)

t_a : 실내온도 (20℃)

에서, n값을 1.2로 가정(주철제방열기)하여 회귀작업을 단순화시키고, C계수를 위의 계산식에 의하여 직접 산출하였다.

다. 결과 데이터베이스

방열기의 결과 데이터베이스는 방열기 재질로 구분하여 주절제, 방열기, 알루미늄 방열기로 구분되어 있으며, 주철제 방열기 데이터베이스는 회사명, 재질, 모델, 방열판의 종류,열/세주수, 방열기 높이, 구간거리, 방열면적/매, 방열량/매, 함수량/매, C값, n값으로 구성되어 있으며 [표3.41]에 예가 제시되어 있다. 알루미늄 방열기의 데이터베이스는 회사명, 재질, 모델, 방열기 높이, 구간거리, 방열능력(온수), 방열능력(증기), 방열면적/매, 함수량/주, 중량/주, C값, n값으로 구성되어 있으며 [표3.42]에 예가 제시되어 있다.

Company	로얄통상	로얄통상
Material	Steel	Steel
Model	SPR/일반용	SPR/고압용
Type	Plate	Plate
열/세주수	1	1
높이	500	600
구간거리	445	545
방열면적/매	1.1975	1.4325
방열량/매	1250	1345
함수량/매	5.08	5.9
C_Factor	9.186044	9.884183
N_Factor	1.2	1.2

[표3.41] 주철 방열기 결과 데이터베이스 예

Company	로얄통상	로얄통상
Material	Aluminum	Aluminum
Model	A/T600	A/T450
Type	Panel	Panel
높이	600	450
구간거리	555	405
방열능력/온수	118	91
방열능력/증기	165	127
방열면적/주	0.3	0.24
함수량/주	0.3	0.27
중량/주		
C_Factor	1.212558	0.933302
N_Factor	1.2	1.2

[표3.42]알루미늄 방열기 결과 데이터베이스 예

9. 핀튜브 컨벡터(Finned Tube Convector)

가. 자료제공 형태

핀튜브는 핀의 재질, 케이싱의 유무, 파이프직경과 핀크기, 열수에 따라 분류되고 있으며, 각 모델별로 표준조건 실내온도는 고정되어 있고, 평균온수온도별로 용량이 제시되어 있으며, 제시형태 예를 [그림3.83]에 나타내었다.

나. 자료처리방법 및 자료처리범위

총 2개업체, 84개의 핀튜브 모델에 대해서 성능을 모델링하

ELEMENT				ENTERING AIR 18.5℃							
TUBE SIZE	FIN SIZE	FIN'S/M	ROW	AVERAGE WATER TEMPERATURE							
				85℃	80℃	75℃	70℃	65℃	60℃	55℃	50℃
32"	108 × 108	165	1	1318	1187	1058	927	804	677	570	479
			2	2268	2045	1819	1594	1369	1163	987	837
			3	2955	2663	2369	2077	1757	1517	1309	1130
		196	1	1397	1258	1121	982	852	718	605	510
			2	2403	2167	1927	1689	1451	1233	1048	889
			3	3131	2822	2510	2201	1862	1608	1388	1190
40"	108 × 108	165	1	1360	1226	1092	956	830	699	588	495
			2	2340	2110	1877	1645	1413	1201	1019	866
			3	3049	2748	2445	2143	1841	1565	1350	1165
		196	1	1456	1311	1168	1023	888	748	630	530
			2	2504	2258	2008	1760	1512	1285	1091	926
			3	3262	2940	2615	2293	1940	1675	1445	1247

[그림3.63] 핀튜브 컨벡터 자료제시 예

였다. 기본 성능 모델링은 난방 유니트의 모델링식인

$$Q = C(t_s - t_a)^n$$

t_s : 평균온수온도(℃)

t_a : 실내온도(18.5℃)

를 이용하였으며, 각 모델에 대해 열수별로 작업을 하였다.

자료입력은 평균온수온도와 실내온도의 차를 x로, 용량을 y로 하여,

$$y = a_1 x^{a_2}$$

식으로 회귀하였다.

[표3.43] 핀튜브 컨벡터 회귀결과 예

X	Y	Calculated Y	Residual	Error Percent
31.5	479	468.519735	10.48026505	2.187946774
36.5	570	574.7207661	-4.720766097	-0.8282045784
41.5	677	686.7154087	-9.715408682	-1.435067752
46.5	804	804.0631501	-0.06315012165	-0.007854492743
51.5	927	926.402062	0.5979380086	0.06450248205
56.5	1058	1053.428312	4.571688027	0.4321066188
61.5	1187	1184.882402	2.117597644	0.1783991275
66.5	1318	1320.539547	-2.53954678	-0.1926818497

Results

Number of observations = 8

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 13

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = .728617046208001

Average Residual = 9.107713077600001E-02

Residual Sum of Squares = 258.706120702208

Standard Error of the Estimate = 6.56640592590051

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9995852886

Proportion of Variance Explained = 99.95852886%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.99951617

Durbin-Watson statistic = 1.51957432301332

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	3.916605855	0.2005342097	19.5308614	0.0
b	1.386773933	0.01277908931	108.5189953	0.0

다. 결과 데이터베이스

핀튜브 컨벡터의 결과 데이터베이스는 회사명, 덮개의 유무 및 방향, 튜브의 재질, 핀의 재질, 튜브크기, 핀크기, 단위길이당 핀의 개수, 열수, 단수, C Factor, n Factor로 구성되어 있으며 [표3.43]에 예를 제시하였다.

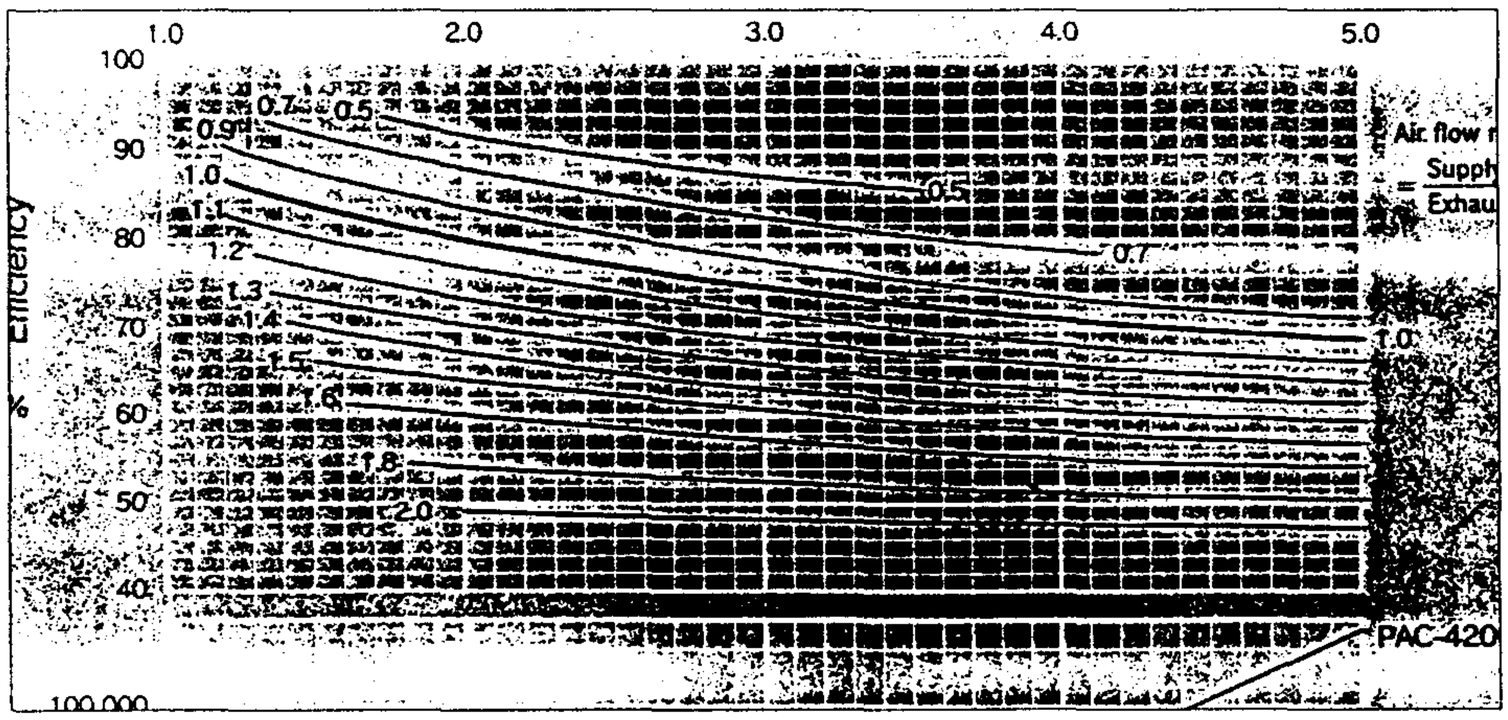
Company	Hanchang	Hanchang
CoverType	None	None
TubeMatl	Copper	Copper
FinMatl	Copper	Copper
TubeSize	32A	32A
FinSize	108x108	108x108
NofFin/m	165	165
NofRow	1	1
NofStage	1	2
TubeArrange	Normal	Normal
AirFlow	None	None
TubeFlow		
C_factor	3.916606	6.864596
n_factor	1.386774	1.382111
W		
H		
Weight/m		

[표3.43]finned tube db

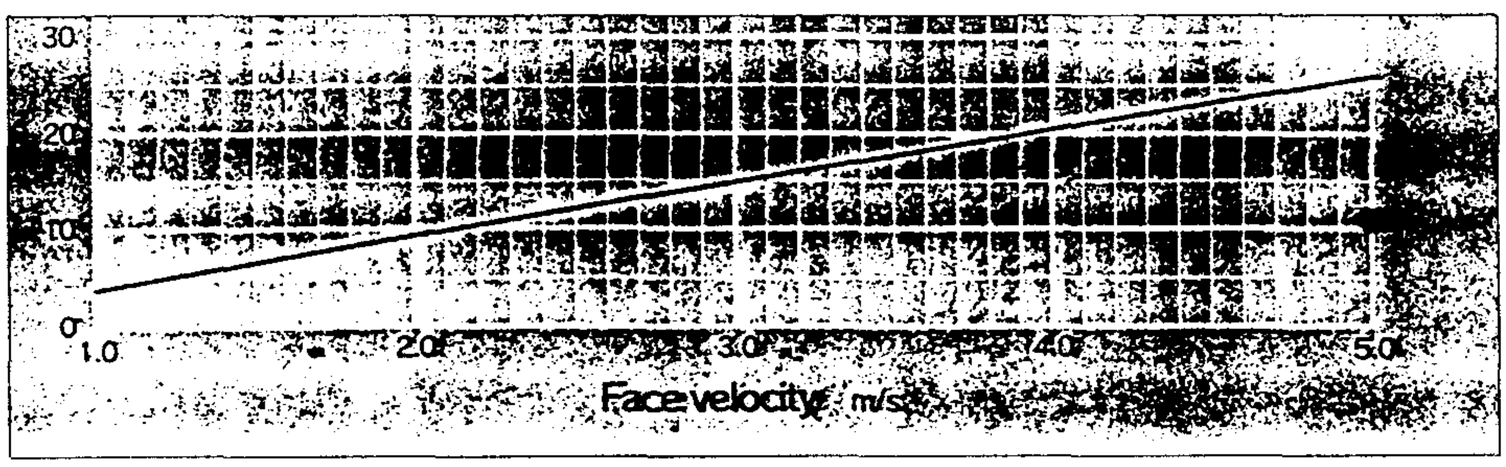
10. 전열 열교한기

가. 자료제공 형태

전열 열교환기의 성능자료는 [그림3.64]에 제시된 예와 같이 풍량비와 전면풍속에 대한 효율 형태, [그림3.85]에 제시된 예와 같이 전면풍속에 대한 정압손실 형태로 제공되고 있다.



[그림3.84] 전열 열교환기 자료제시 예1



[그림3.85] 전열 열교환기 자료제시 예2

나. 자료처리방법 및 자료처리범위

전열 열교환기의 효율특성은 가 에서 제시된 것과 같이, 풍량비와 정면풍속에 대한 2차 독립함수형태로 나타나므로, 일반적인 2변수 독립함수의 형태인 다음 형태로 회귀를 하였다.

$$y = a_1 + a_2x_1 + a_3x_2 + a_4x_1^2 + a_5x_2^2 + a_6x_1x_2 + a_7x_1^2x_2 + a_8x_1x_2^2 + a_9x_1^2x_2^2$$

정압손실 특성은 정면풍속에 대해 선형적으로 회귀를 하였다.

$$y = b_1 + b_2x$$

총3개 업체 7개 모델에 대해 회귀를 하였으며,[표3.44]에 회귀예를 제시하였다.

[표3.44] 전열 열교환기 효율 회귀결과 예

X1	X2	Y	Calculated Y	Residual	Error Percent
2.1	1.8	54	53.90154476	0.09845524294	0.182324524
2	1.6	60	60.17878416	-0.1787841649	-0.2979736081
2.6	1.5	61.8	61.74149467	0.05850532723	0.09466881429
2.7	1.4	64.3	64.35609773	-0.05609773235	-0.08724375171
1.6	1.2	75.5	75.34838664	0.1516133647	0.2008124036
2.7	1.2	70.1	70.20129073	-0.1012907312	-0.1444946236
1.8	1.1	78	78.0843527	-0.08435270198	-0.1081444897
2.7	1	76	76.04880498	-0.04880498394	-0.06421708413
3.1	1	74.3	74.02526602	0.2747339814	0.3697630975
4.4	1	69.9	69.94343325	-0.04343324983	-0.06213626586
3.1	0.7	82	82.11832942	-0.1183294197	-0.1443041704
3.6	0.7	80	79.95771407	0.04228592622	0.05285740777
3.4	0.5	85.8	85.79450086	0.005499141343	0.006409255645

Results

Number of observations = 13

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 19

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = -1.918465386552 27E-13

Average Residual = -1.475742605040 21E-14

Residual Sum of Squares = .1841561701602

Standard Error of the Estimate = .214567104981285

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9998265799

Proportion of Variance Explained = 99.98265799%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9994797396

Durbin-Watson statistic = 2.680467421359 15

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	207.8664604	50.84815727	4.087984139	0.015
b	-59.99393633	35.45365074	-1.692179369	0.16587
c	-137.0394687	89.28794714	-1.534803667	0.19962
d	8.153410529	6.178255156	1.319694691	0.2574
e	28.32883634	40.16439141	0.7053221857	0.51952
f	65.56302703	64.77256601	1.012203639	0.36869
g	-9.503718797	11.73768333	-0.8096758561	0.46354
h	-17.17503288	30.36779397	-0.5655673539	0.6019
i	2.479117711	5.726225889	0.432940956	0.68738

다. 결과 데이터베이스

전열 교환기의 데이터베이스는 회사명, 특징, 회귀식 계수 $a_1 \sim a_6$, $b_1 \sim b_2$로 구성되어 있으며 아래 [표3.45]에 예가 제시되어 있다.

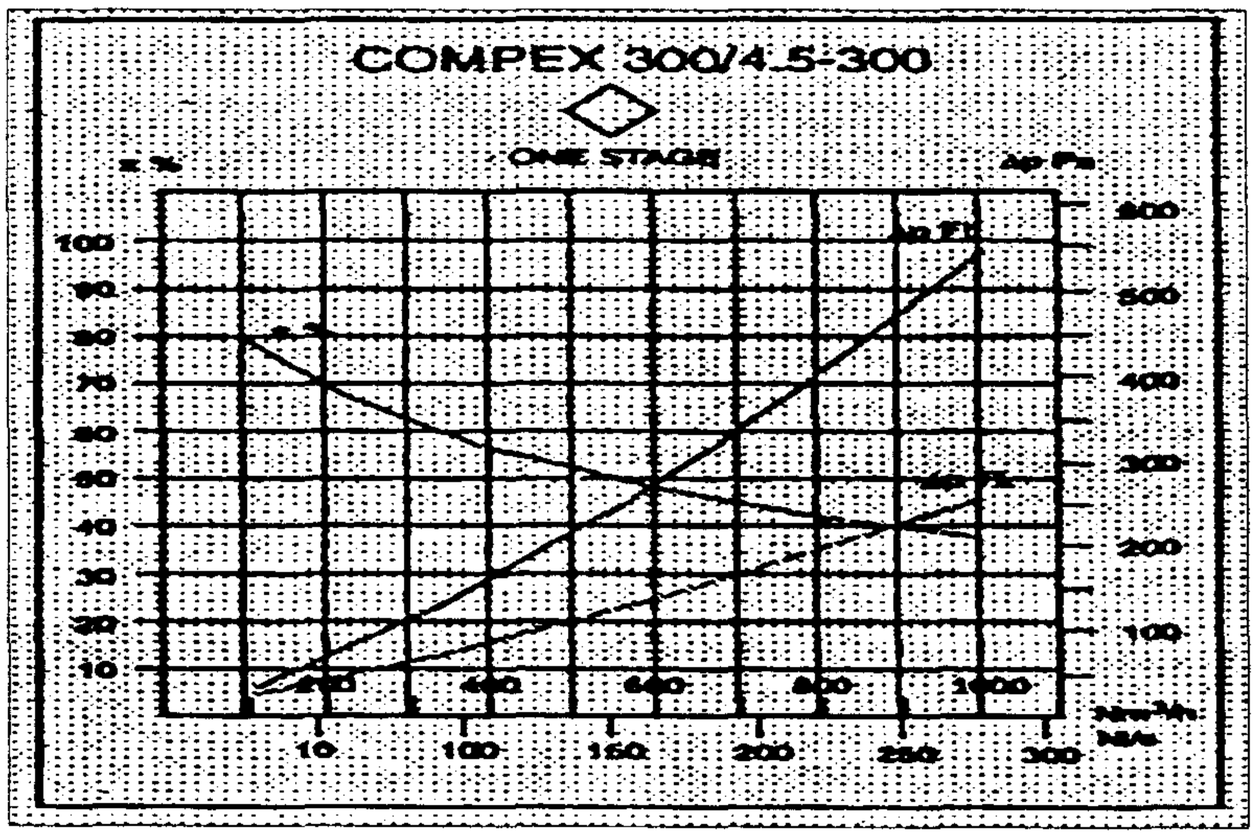
Company	한국테크노
Spec	분리형
a1	117.42
a2	-6.68
a3	-8.272
a4	0.4875
a5	-12.96
a6	-10.655
a7	1.364
a8	7.01
a9	-0.84
b1	7.537
b2	-4.118

[표3.45] 전열 열교환기 결과 데이터베이스 예

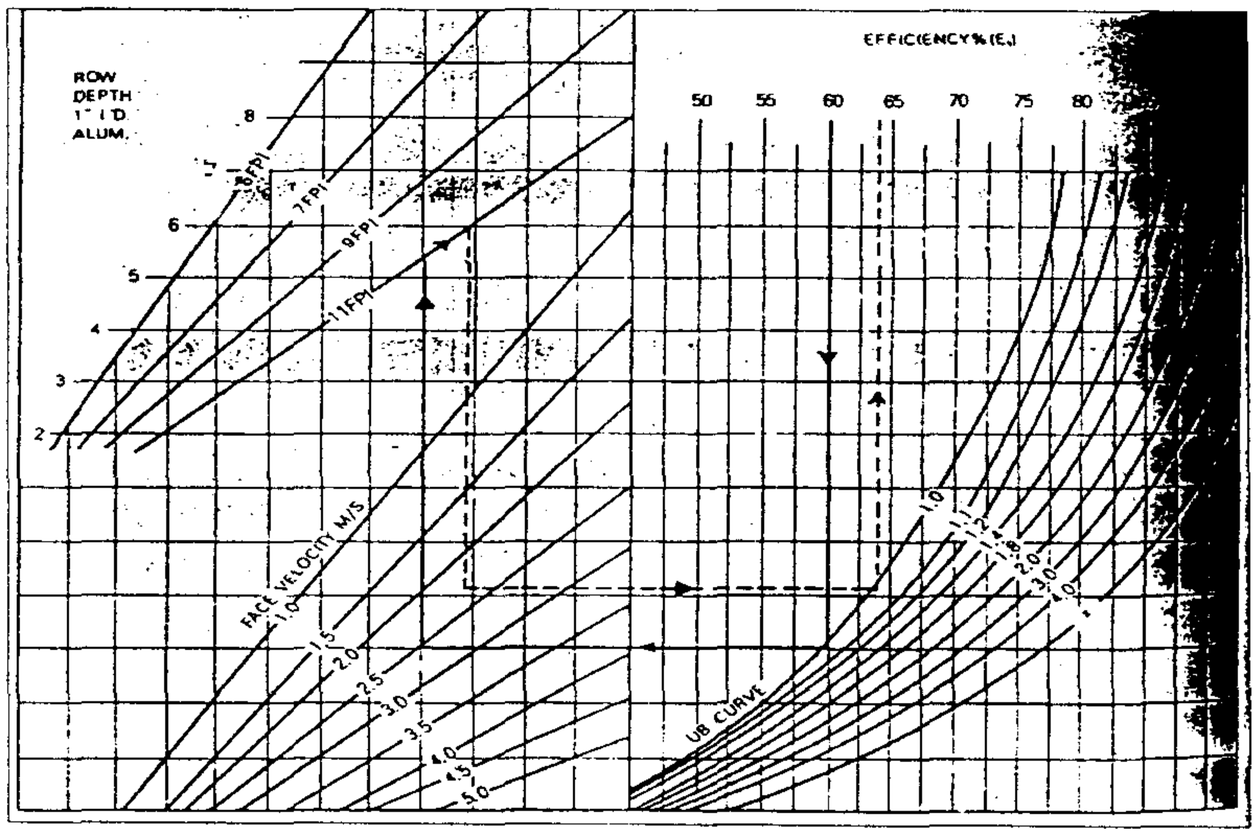
11. 현열 열교환기

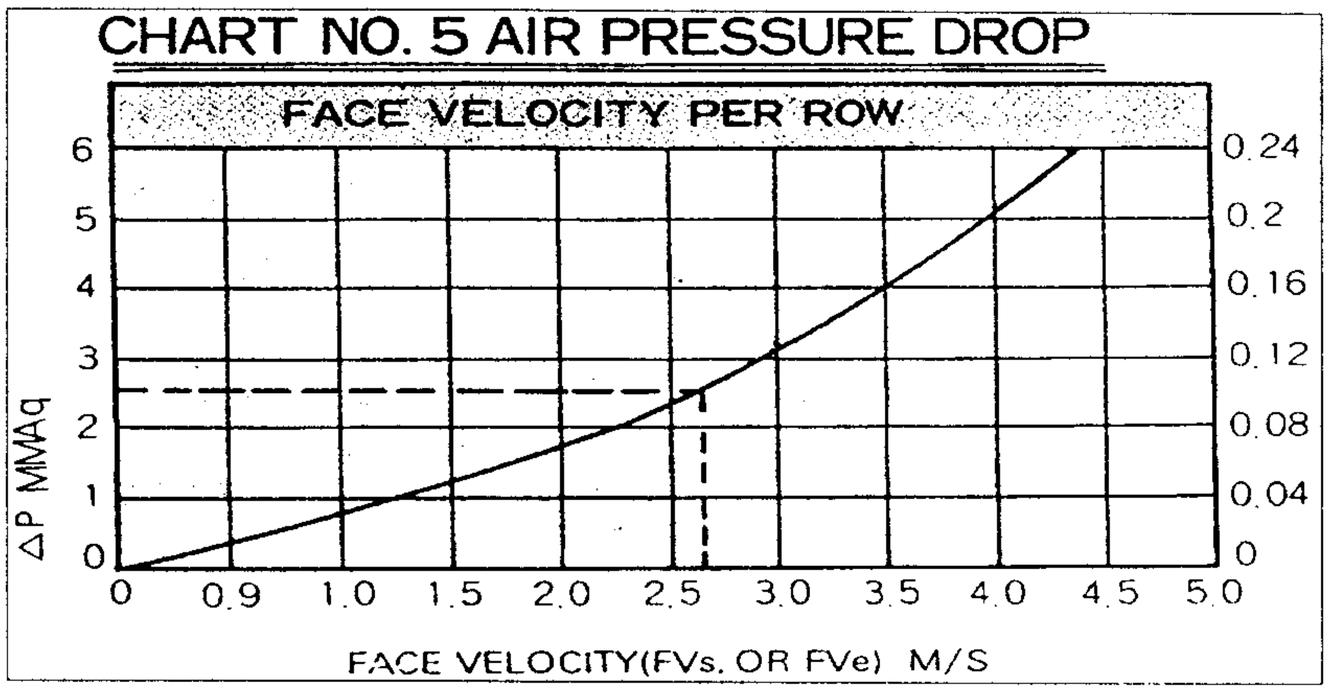
가. 자료제공형태

현열 열교환기의 자료는 현열 열교환기의 종류에 따라 다르게 제시되고 있다. 판형 열교환기의 경우에는, [그림3.66]과 같이 효율은 전면풍속에 대해 나타나고 정압손실은 전면풍속에 대한 비선형 형태로 제공되고 있다. 히트파이프형의 열교환기의 경우에는, [그림3.67]과 같이 핀열수와 핀간격에 대해 각각 그래프 형태로 자료가 제공되고 있다.



[그림3.66] 판형 열교환기의 자료제시 예





[그림3.67] 히트파이프 열교환기의 자료제시 예

나. 자료처리방법 및 자료처리범위

판형 열교환기의 경우에는 그래프 데이터를 읽어 자료입력을 하였으며, 2차다항식으로 회귀를 하였으며, [표3.46]에 회귀결과 예가 제시되어 있다.

정압손실의 경우에도 효율의 경우와 같이 2차다항식으로 회귀를 하였으며, 회귀결과 예를 [표3.47]에 제시하였다.

히트하이프형 현열 열교환기의 경우에는 앞서 설명한 자료제시형태에서 알 수 있듯이, 효율 특성이 그래프 형태로 제공되고 있어 reverse engineering을 통하여 11FPI 열수 2, 4, 6, 8인 경우에 대해 자료입력을 하여 여러 회귀 모델을 시도하였으나, 데이터수 부족으로 실패하였다.

[표3.46] 판형 열교환기 회귀결과 예

X	Y	Calculated Y	Residual	Error Percent
100	58	58.39071429	-0.3907142857	-0.6736453202
125	55	54.23571429	0.7642857143	1.38961039
150	50.5	50.50214286	-0.002142857143	-0.004243281471
175	46.5	47.19	-0.69	-1.483870968
200	44.6	44.29928571	0.3007142857	0.6742472774
250	39.8	39.78214286	0.01785714286	0.04486719311

Number of observations = 6

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 1

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = -3.5527136788005E-14

Average Residual = -5.9211894646675E-15

Residual Sum of Squares = 1.303642857142 85

Standard Error of the Estimate = .659202259589284

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9943189789

Proportion of Variance Explained = 99.43189789%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9905316314

Durbin-Watson statistic = 2.651115790132 84

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	0.0003371428571	0.0001150797811	2.929644583	0.06102
b	-0.2420571429	0.04064613957	-5.955230814	0.00947
c	79.225 3.372808308	23.48932781	0.00017	

[표3.47] 판형 열교환기 정압손실 회귀결과 예

X	Y	Calculated Y	Residual	Error Percent
100	130	128.4259062	1.574093817	1.210841397
125	170	172.869936	-2.869936034	-1.688197667
150	220	219.3411514	0.6588486141	0.2994766428
200	319.5	318.3651386	1.134861407	0.3551991885
250	425	425.4978678	-0.4978678038	-0.1171453656

Number of observations = 5

Number of missing observations = 0

Solver type: Nonlinear

Nonlinear iteration limit = 250

Diverging nonlinear iteration limit =10

Number of nonlinear iterations performed = 5

Residual tolerance = .0000000001

Sum of Residuals = 0

Average Residual = 0

Residual Sum of Squares = 12.6841684434965

Standard Error of the Estimate = 2.51834950349396

Coefficient of Multiple Determination (R^2) = 0.9997779118

Proportion of Variance Explained = 99.97779118%

Adjusted coefficient of multiple determination (Ra^2) = 0.9995558236

Durbin-Watson statistic = 2.76676515452677

Regression Variable Results

	Value	Standard Error	t-ratio	Prob(t)
a	0.001621748401	0.0005009778991	3.237165559	0.08363
b	1.412867804	0.1774427978	7.962384619	0.01541
c	-29.07835821	14.44553573	-2.012965026	0.18175

다. 결과 데이터베이스

판형 현열교환기 결과 데이터베이스 예는 [표3.48]에 제시되어 있다.

Company	삼성물산
Type	Plate
Model	COMPEX500/7.5-500
A	300
B	300
C	300
Weight	21
a1	0.001622
a2	1.412868
a3	-29.0784
b1	0.001052
b2	0.562196
b3	3.858209

[표3.48] 판형 열교환기의
데이터베이스 예

12. 터미널 유니트

가. 자료제공형태

국내에서 터미널 유니트의 자료를 제공한 업체가 없어, 해외 자료를 인용할 수밖에 없었다. 해외 자료로는 ARI인증 결과를 참조하여 Titus社의 제공형태를 아래 그림에 나타내었다.

TITUS PRODUCTS

Division Of Tomkins

Trade Name: PEDV, PEDC, DEDV With Integral Sound Attenuator

Type: Central Air Terminal Dual Duct

04	150	0.74	60	54	46	40	39	36	58	59	53	48	49	46
05	250	0.67	61	56	48	40	39	32	57	58	55	49	51	47
06	400	0.85	58	56	48	44	43	38	58	58	56	50	53	51
07	550	0.84	65	59	51	46	43	38	66	66	61	55	56	54
08	700	0.91	62	59	50	47	43	38	67	62	56	53	56	53
09	900	0.48	66	59	51	46	42	36	71	65	57	54	55	54
10	1100	0.60	65	59	53	48	44	39	72	66	57	54	58	56
12	1600	0.81	69	61	53	46	43	41	75	66	58	54	56	55
14	2100	0.75	73	61	53	47	45	43	77	66	59	56	58	58
16	2800	0.87	68	60	53	48	47	45	79	66	59	57	59	60

Trade Name: PESV, AESV, DESV, EESV, ESM

Type: Central Air Terminal Shut-Off Single Duct

04	150	0.05	65	54	44	40	41	39	70	65	59	54	52	47
05	250	0.10	62	51	43	37	38	36	70	66	60	55	53	49
06	400	0.18	66	63	52	42	40	36	73	69	61	55	51	47
07	550	0.17	67	58	50	46	45	43	71	72	65	60	55	52
08	700	0.16	67	57	51	46	45	44	70	68	64	61	55	50
09	900	0.18	69	60	52	47	44	41	78	69	66	62	59	55
10	1100	0.15	72	59	53	48	45	43	78	70	65	61	57	53
12	1600	0.17	71	62	57	51	48	43	75	71	67	62	59	55
14	2100	0.16	77	61	55	50	50	46	76	71	68	64	59	59
16	2800	0.16	70	62	57	53	52	50	78	72	70	66	62	57
24x16	5300	0.06	76	71	70	65	60	54	86	81	80	77	75	70

Trade Name: PMDV, PMDC, DMDV With Integral Mixer/Sound Attenuator

Type: Central Air Terminal Dual Duct

04	150	0.88	63	56	46	38	32	28	62	57	54	49	45	37
05	250	0.38	64	56	47	39	32	28	64	59	57	50	47	42
06	400	0.52	66	57	49	42	35	28	65	60	58	52	48	43
07	550	0.43	66	59	50	44	38	34	65	61	59	53	51	51
08	700	0.67	64	59	53	45	38	28	65	61	59	54	49	45
09	900	0.48	70	60	51	43	39	37	74	65	62	53	51	45

[그림3.68] 터미널 유니트의 자료 제시 예

나. 자료처리방법 및 자료처리범위

제시된 자료 자체가 결과 자료이므로, 회귀작업없이 원래의 제시자료를 데이터베이스로 구성하였다.

다. 결과 데이터베이스

총 1개 업체, 67모델에 대해 데이터베이스를 구성하였으며, 회사명, 터미널 종류, Trade Name, 모델 또는 크기, 기준 풍량, 최소작동 압력, 기준정압의 공기 유동에 대해 발생하는 소음레벨, 기준 정압의 공기 유동에 대해 발생하는 토출 소음레벨로 구성되어 있으며, [표3.49]에 예를 제시하였다.

Company	Titus
Type	Central Air Terminal Dual Duct
Trade Name	PEDV, PEDC, DEDV With Integral Sound Attenuator
Model/Size	04
Air Flow	150
Min. Oper. Pres. Req. In. Water	0.74
0.125	60
0.25	54
0.5	46
1	40
2	39
4	36
0.125	58
0.25	59
0.5	53
1	48
2	49
4	40

[표3.49] 터미널 유니트 결과 데이터베이스 예

제4절 최대부하용 기상자료의 개발

1. 기상자료화일 작성

가. 원데이터 수집

기상청의 전산자료테이프와 일기상통계표를 수집하였으며 [표3.50]과 같다.

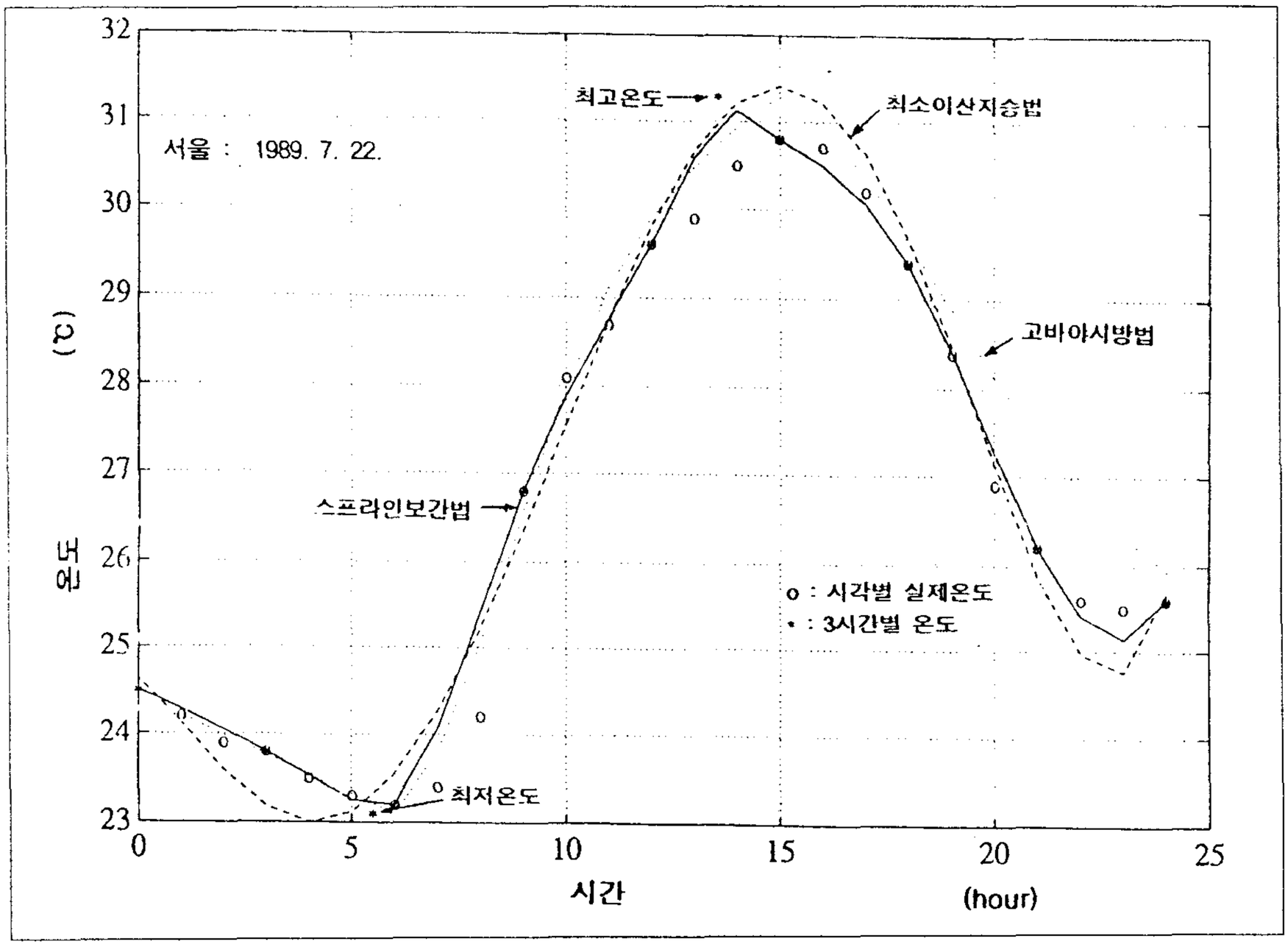
종 류	원 자 료	기 간	도 시
건구온도	• 1일 3시간 간격 8개 데이터 • 최고 최저 온도 및 발생 시각	1983~1997년 단, 대전기간 1984~1997년	춘천, 강릉, 인천, 서울, 수원, 서산, 청주, 대전, 포항, 대구, 전주, 광주, 부산, 목포, 제주, 진주 (일부도시 : 정리중)
상대습도	1일 3시간 간격의 8개 데이터		
현지기압	〃		
수평면전일사량	시각별 수평면 누적 일사량		
풍 향	시각별데이터		
풍 속	〃		

[표3.50] 원자료 현황

나. 건구온도화일 작성

1일 3시간 간격의 데이터로부터 시각별 온도추정법으로는 DOE-2에서 적용하고 있는 Degelman의 식을 수정한 일본공조학회의 小林의 방법과 이산최소자승법 및 3차 스프라인 보간법(Cubic Spline Method)을 검토하여, 실제에 가장 근사한 3차 스프라인 보간법을 채택하였다.

[그림3.69]는 서울의 1989년 7월 22일의 각 추정방법에 의한 매 시각별온도를 나타낸 것으로 그 표준편차는 스프라인 방법 0.3326, 최소이산자승법 0.7754 그리고 小林의 방법 0.9243의 순이다.



[그림3.69] 시간별 온도

다. 현지기압, 상대습도 및 절대습도 파일

1일 3시간 간격의 관측값인 8개의 건구온도, 상대습도 및 현지기압으로 절대습도를 계산하고 이를 이용한 1차 보간법으로 시각별 데이터를 얻었다.

라. 일사량 파일

(1) 직산분리법의 검토

기상청의 관측데이터는 수평면전일사량은 한시간 동안의 누적값인데, 공기조화부하계산에 필요한 일사량데이터는 매시각의 순간일사량이다.

따라서 기상청의 수평면누적일사량으로부터 정시의 수평면 순간일사량을 추정하는 직산분리방법이 필요하다.

일사량의 직산분리방법에는 수 많은 연구결과가 이용되고

있으나 본 연구에서는 SHASE의 편람에 이용되는 Berlage식, 永田의 식 및 HASP용 평균년기상데이터 작성에 이용되는 宇田川의 식과 ASHRAE의 쾌청일 일사량 계산식 등을 비교검토하였다. 이 세가지 방식에 의한 직산분리결과인 법선면직달일사량과 수평면산란일사량의 크기는 맑은 날에는 비슷하지만 흐린 날에는 Berlage와 永田의 식은 법선면직달일사량이 너무 과대하고 수평면산란일사량이 과소하게 분리된다.

본 연구에서는 공기조화·냉동공학회에서 채택한 Berlage의 식을 이용하였다.

(2) 일사량 계산식

태양위치를 나타내는 태양고도 α, 태양방위각 β 및 입사각 θ에 대해 구하면, 일사량은 다음 식들로부터 계산한다.

(가) ASHRAE 모델

수평면전일사량 ITH는 다음 식으로 구한다.

$$I_{TH} = I_{DN} \times \sin \alpha + I_{SH}$$

$$I_{SH} = A \exp(-B/\sin \alpha)$$

$$I_{SH} = C I_{DN}$$

여기서, A는 태양정수, B는 대기질량, C는 산란일사량계수로 월별로 주어진다.

(나) 일본 공기조화·위생공학회 계산식

직달일사량은 Bouger의 식으로 구한다.

$$I_{SH} = I_0 P^{\csc h}$$

여기서, I_o는 태양정수(1382W/㎡)이며, P는 대기투과율이다. 산란일사량의 계산에는 다음의 Bouger의 식이 사용된다.

$$I_{SH} = \frac{1}{2} I_O \sinh\left(\frac{1-P^{\csc\alpha}}{1-1.4\ln P}\right)$$

(3) 순간일사량데이터 파일 작성

공기조화·냉동공학회 기상자료 개발에서 작성한 직산분리 프로그램을 이용하여 작성하였다.

2. 설계용 온습도 자료의 산출

가. 도출방법의 검토

ASHRAE는 계절별 위험율과 일교차를 이용하여 시각별 온습도를 구하는 반면에, SHASE는 계절별 시각별 온습도를 직접 구하는 방법을 택하여 왔다.

그러나 계절을 몇 개월로 하느냐에 따라 그 값은 달라지게 되며, 계절은 기후특성에 따라 상이하다. 따라서 ASHRAE는 1997년 편람 기초편에 년간기준위험율을 적용한 새로운 개념의 TAC 온습도를 적용하고 있다.

구분		냉방			난방	
구 ASHRAE		1.0%	2.5%	5.0%	99%	97.5%
신 ASHRAE		0.4%	1.0%	2.0%	99.6%	99.0%
서울		32.7	31.2	29.9	-12.9	-11.3
		32.4	30.9	29.6	-12.0	-10.3
부산		31.8	30.7	29.7	-6.7	-5.3
		31.6	30.5	29.3	-6.1	-4.4
대구		34.9	33.3	31.8	-9.2	-7.6
		34.6	32.9	31.4	-8.3	-6.7
광주		33.1	31.8	30.6	-7.9	-6.6
		32.9	31.5	30.3	-7.2	-5.8
주 : 냉방은 6 ~ 9월 이고 난방은 12 ~ 2월 임						

[표3.51] ASHRAE TAC 건구온도의 비교

[표3.51]로 부터 냉방설계온도는 신 ASHRAE 방법이 0.2 ~ 0.4 ℃ 낮고, 난방온도는 0.7 ~ 0.9 ℃ 낮음을 알 수 있다.

그 이유는 구 ASHRAE 방법에서 하기 6 ~ 9월, 동기 12 ~ 2월(일본의 경우에는 12 ~ 3월)로 정하였는데 이것이 실제 냉방 및 난방기간이 상이하기 때문이다.

[표3.52]는 신 ASHRAE 방법에 따라 작성한 6개도시의 냉방 및 난방설계조건이다.

난방설계조건

Station	WMO#	Lat.	Long.	Elev m	StdP kPa	Dates	Heating DB		Extreme Wind Speed			Coldest Month WS/MDB				Annual Extreme Daily			
												0.4%		1%		Mean DB		StdD DB	
							99.6%	99%	1%	2.5%	5%	WS	MDB	WS	MDB	Max	Min	Max	Min
Seoul	47108	37.34N	126.58E	85.5	100.30	8394	-12.0	-10.3	7.0	6.0	5.3	7.7	-2.9	6.7	-2.6	34.2	-14.0	1.9	2.6
Busan	47159	35.06N	129.02E	69.2	100.50	8394	-6.1	-4.4	10.3	8.8	7.7	11.0	-0.9	10.0	-1.5	33.3	-8.7	1.7	2.1
Daegu	47143	35.53N	128.37E	57.8	100.63	8394	-8.3	-6.7	8.7	7.5	6.7	9.8	-2.2	9.0	-0.8	36.6	-10.8	1.6	1.4
Gwangju	47156	35.08N	126.55E	70.9	100.48	8394	-7.2	-5.8	7.5	6.5	5.7	8.3	0.1	7.3	0.7	34.8	-9.6	1.6	1.6

냉방설계조건

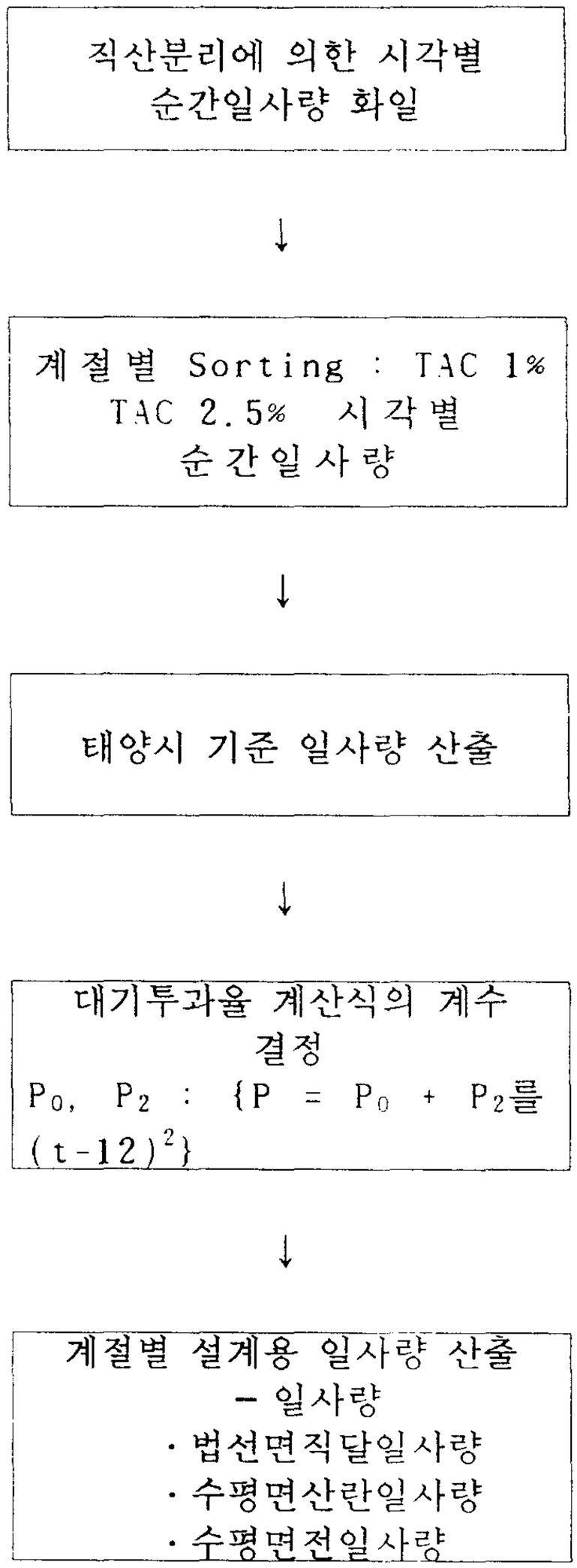
Station	Cooling DB/MWB						WB/MDB						DP/MDB and HR									Range of DB
	0.4%		1%		2%		0.4%		1%		2%		0.4%			1%			2%			
	DB	MWB	DB	MWB	DB	MWB	WB	MDB	WB	MDB	WB	MDB	DP	W	MDB	DP	W	MDB	DP	W	MCDB	
Seoul	32.4	24.5	30.9	24.0	29.6	22.8	26.1	30.8	25.4	29.4	24.8	28.3	25.1	20.5	27.8	24.4	19.6	27.2	23.7	18.8	27.1	7.6(7.1)
Busan	31.6	25.6	30.5	25.4	29.3	24.9	26.6	30.5	26.0	29.5	25.5	28.7	25.5	21.0	28.8	25.0	20.3	28.7	24.5	19.7	27.8	6.0(5.8)
Daegu	34.6	24.7	32.9	24.6	31.4	24.1	26.3	31.7	25.7	31.4	25.1	30.0	24.8	20.1	29.3	24.2	19.3	28.3	23.7	18.7	28.0	8.9(8.0)
Gwangju	32.9	25.6	31.5	24.8	30.3	24.1	26.5	31.2	25.9	30.1	25.4	28.8	25.3	20.7	28.3	24.8	20.1	28.0	24.3	19.5	27.5	8.1(7.5)
Incheon	31.4	25.1	29.8	23.8	28.5	22.9	25.5	29.9	24.9	28.6	24.3	27.3	24.4	19.6	27.7	23.9	19.0	26.9	23.3	18.3	26.1	6.3
Daejeon	33.3	24.9	32.0	24.2	30.6	23.1	26.0	29.9	25.4	29.5	24.9	28.9	25.0	20.4	27.6	24.4	19.6	27.2	23.9	19.0	26.9	8.1

[표3.52] 냉방, 난방 설계 조건

3. 설계용 일사량 자료

가. 도출방법의 검토

전술한 직산분리법으로 작성한 시각별 순간일사량 화일을 이용하여 냉방부하계산용 계절별 일사량을 도출하는 방법은 [그림 3.70]과 같다.



[그림3.70] 설계용 일사량 도출순서

나. 설계용 일사량

[표3.53]는 공기조화·냉동공학회의 서울 냉방설계용 일사량이다.

서 울															하 기(7/23)	
시 간		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	합계
태양고도(도)		4.9	16.2	28.0	39.8	51.5	62.4	70.6	71.8	65.0	54.6	43.1	31.2	19.4	7.9	
태양방위각(도)		-111.6	-103.1	-94.6	-85.5	-74.1	-57.4	-28.0	16.6	51.0	70.3	82.7	92.2	100.8	109.2	
일사량	법선면직달	53	399	578	672	726	757	771	773	762	736	690	609	462	161	8149
	수평면산란	40	89	115	132	144	151	155	155	153	146	136	120	98	58	1692
	수평면 전	44	201	386	563	712	822	883	890	844	747	607	436	251	80	7466
수직면일사량	N	39	131	99	66	72	76	77	78	76	73	68	81	130	81	1147
	NNE	57	268	290	225	124	76	77	78	76	73	68	60	49	29	1550
	NE	68	370	446	401	292	151	77	78	76	73	68	60	49	29	2238
	ENE	73	423	543	526	426	276	102	78	76	73	68	60	49	29	2802
	E	69	418	566	580	506	371	198	78	76	73	68	60	49	29	3141
	ESE	58	356	512	557	520	421	275	102	76	73	68	60	49	29	3156
	SE	41	247	388	459	466	418	323	192	76	73	68	60	49	29	2889
	SSE	21	107	214	300	352	363	333	265	167	73	68	60	49	29	2401
	S	20	45	58	107	195	264	304	309	278	217	132	60	49	29	2067
	SSW	20	45	58	66	72	137	240	317	359	359	319	241	137	38	2408
	SW	20	45	58	66	72	76	152	290	396	458	467	414	294	98	2906
	WSW	20	45	58	66	72	76	77	230	385	499	554	533	413	148	3176
	W	20	45	58	66	72	76	77	147	326	474	568	581	476	180	3166
	WNW	20	45	58	66	72	76	77	78	230	389	505	549	475	188	2828
	NW	20	45	58	66	72	76	77	78	110	255	376	443	409	173	2258
	NNW	20	45	58	66	72	76	77	78	76	94	200	278	288	135	1563

[표3.53] 설계용 일사량 (W/m²), TAC 2.5%

다. 검토

서울의 설계용 일사량을 ASHRAE의 쾌청일사량과 비교하면 [표3.54]와 같다.

지방시		8	10	12	14
수평면 전일사량	ASHRAE	448	796	973	932
	공기조화·냉동공학회 TAC 2.5%	386	712	883	844
	비	0.862	0.894	0.908	0.906
법선면 직달 일사량	ASHRAE	738	864	899	892
	공기조화·냉동공학회 TAC 2.5%	578	726	771	762
	비	0.783	0.840	0.858	0.854
수평면 확산일사량	ASHRAE	102	119	124	123
	공기조화·냉동공학회 TAC 2.5%	115	144	155	153
	비	1.127	1.210	1.250	1.243

[표3.54] 서울의 냉방설계용 일사량(W/m²)

표에서 공기조화·냉동공학회의 설계용 수평면전일사량은 ASHRAE 일사량 모델의 90% 정도이며, 그 비는 시각에 따라 다르다. ASHRE 모델에서는 이 차이를 전계절에 하나의 청명지수

(clearness number)를 적용하여 보정하고 있다.

그러나 [표3.54]에서 보는 바와 같이 그 비는 시각에 따라 다르므로 ASHRAE 모델을 적용하기 곤란하다. 따라서 실측자료에 의한 구체적인 연구가 없는 현실정에서는 공기조화·냉동공학회 자료를 이용하는 것이 바람직하다.

제4장 연구개발 목표달성도 및 대외기여도

본 연구의 당해연도 주요 연구목표는 공조시스템 통합설계S/W를 위한 2차 공조기기 데이터베이스의 구축과 최대부하계산용 기상자료 작성으로 크게 구분된다. 2차 공조기기의 경우, 송풍기 8개형식 182기종, 코일 4개 기종 및 핀형상에 따른 보정계수 제시, 열회수기 4개 형식 35개 기종, 팬코일 유니트 9개형식 5개 기종, 방열기 등 난방기기 104기종, 터미널유니트 9개 형식 67기종에 대한 기기 성능자료를 데이터베이스로 구축하였다. 최대부하계산용 기상자료로는 주요 6개 도시에 대한 신 TAC온도(ASHRAE모델)를 제시하였고, 일사량 직산분리모델로는 Berlage의 식을 채택하였으며 일사량 데이터를 ASHRAE의 모델과 비교검토 결과 기존의 공기조화냉동공학회 자료의 타당성을 검증확인하였다. 본 연구의 과정에서 문제점으로,

첫째, 국내 공조기기 제조회사의 엔지니어링 기본 기술 부족으로 인한 데이터의 비정형화와 디지털한 자료 부족, 공표자료의 신뢰성 부족, 기업의 시험시설·인력·기술력 미흡, 품질인식 부족을 들수 있고,

둘째, 국가, 단체 등의 규격 제정과 정비 미흡,

셋째, 인증 및 시험기관의 부재와 전문성 부족 등을 들수 있으며, 또한 IMF이후 최근의 경기불황으로 부도·파산한 업체가 상당수 있어 데이터의 확보가 곤란한 경우도 많았으며, 그렇지는 않더라도 대부분의 업체가 연구개발 또는 엔지니어링 기본기술 확보를 위한 투자여력이 부족하여 필요성을 절감하면서도 역부족임을 호소하고 있었다.

반면, 본 연구과정에서 국내 공조기기 제조업체의 핵심기술자들과 접촉하여 통합설계S/W의 개발개요와 엔지니어링 기본기술의 확

보 필요성, 데이터 처리방법, 기기성능의 시뮬레이션을 위한 모델링 기법 등에 대한 소재와 토론을 통해 상당한 홍보효과를 거두었으며 향후 각 회사별로 제품데이터의 정리, 엔지니어링 자료의 전산화 등에 대한 노력이 시작되는 계기가 될 것으로 기대하고 있다.

앞으로 제품별 데이터의 표준형식을 제정사용토록하고 공인된 시험 방법에 따른 성능시험을 거쳐 각사별로 정확한 자료를 공표하도록 유도하면서 필요한 엔지니어링 기본도구의 공동개발, 시험설비의 상호이용 등을 통해 건전한 기술경쟁과 업체간의 협력분위기를 이끌어 낼 수 있으리라 생각된다.

제5장 연구개발 결과의 활용계획

구축된 데이터베이스를 통하여, 건물 공조시스템 통합설계S/W의 기초 자료로 사용하고 건물의 공조시스템 시뮬레이션에 적용한다. 또한, 구축된 데이터베이스의 형식을 표준으로 보급하여 향후 각종 기기의 자료제공 또는 활용에 있어서 업계의 공통기준으로 적용시키도록 유도할 계획이며, 여러 전문가와 업계의 의견을 체계적으로 수렴하여 계속 추가하고 보완수정할 계획이다.

향후 응용부문 공조시스템과 부속기기 데이터베이스를 연차적으로 개발할 계획이며, 충분한 검증을 통하여 유틸리티 데이터베이스와 설계기준 데이터베이스를 구축하고 건물 공조시스템의 통합S/W를 완성할 계획이다.

후속 연구과제로는 데이터베이스를 제조업체, 공조설비설계사무소, 학계, 연구소 등 관련 기술자가 쉽게 이용할 수 있도록 GUI(Graphic User Interface) 개발하거나 인터넷으로 데이터베이스에 용이하게 접근하도록 WEB 응용기술을 접목시키는 일, 또 본 연구에서 구축된 수치형식 위주의 데이터베이스에 멀티미디어(사진, 비디오, 컴퓨터그래픽, 음성) 등을 포함시켜 관련업계 전체의 지식기반으로 확대하는 등 활용도를 높이기 위한 지원이 필요하다고 사료된다.

제 6 장 참 고 문 헌

1. ASHRAE Handbook Systems and Equipment (1996)
2. ASHRAE Handbook Fundamentals (1997)
3. 冷凍 Vol.65 No.758 , 일본냉동협회 (1990.12)
4. Procedures for simulating the performance of components and Systems for Energy Calculations, ASHRAE (1976)
5. HVAC2 Toolkit, Algorithms and subroutines for secondary HVAC System Energy Calculations, Michael J.Brandemuehl (1993)
6. 공기조화냉동공학 Vol.25 No.2 , 공기조화냉동공학회 (1996)
7. 한국냉동공조기술협회 30년사 - KRATA 규격
   한국냉동공조기술협회 (1997)
8. ARI Applied Directory, American Refrigeration Institute (1997)
9. 空調시스템의 最適設計, 中原信生, 名古屋大學出版會 (1997)
10. HVAC Systems Design Handbook, Roger W.Haines, McGrawHill (1994)
11. Air Handling System Design, Tseng-Yao Sun, McGrawHill (1994)

첨 부 자 료

<2차 공조기기 데이터베이스>

첨부자료 A <2차 공조기기 데이터베이스>

1.Coil

-온수코일

Company	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기
Type	온수코일	온수코일	온수코일	온수코일
No.Rows	1	2	3	4
Ent Water Temp	80	80	80	80
Ent Air Temp	5	5	5	5
a1	0.8200	1.5414	1.9267	2.3826
a2	-0.081	-0.373	-0.457	-1.048
a3	-0.251	-0.360	-0.495	-0.362
a4	0.0311	0.0795	0.1382	0.2297

-직접팽창코일

Company	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기
Type	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일
No.Rows	2	2	2	3	3	3	4	4	4
AirVeloc-ity	2	2.5	3	2	2.5	3	2	2.5	3
a1	-0.95893	0.49404	0.40416	-0.5273	-0.3148	-0.9285	0.66309	-0.6321	0.97857
a2	-0.30558	-0.3251	-0.3225	-0.4592	-0.4879	-0.5607	-0.5185	-0.6215	-0.6501
a3	0.432292	0.34032	0.36845	0.51577	0.54940	0.67633	0.47261	0.69092	0.60520
a4	-0.00696	-0.0091	-0.0098	-0.0077	-0.0115	-0.0092	-0.0104	-0.0112	-0.0089
a5	-0.00391	-0.0023	-0.0031	-0.0046	-1.1E-0	-0.0039	-0.0031	-0.0023	-0.0117
a6	0.005506	0.00878	0.00892	0.00922	0.01071	0.00848	0.01488	0.01235	0.01592

Company	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기	경원세기
Type	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일	직접팽창코일
No.Rows	5	5	5	6	6	6	8	8	8
AirVeloc-ity	2	2.5	3	2	2.5	3	2	2.5	3
a1	-0.63601	2.03095	-0.3619	3.12470	-1.4976	-1.7300	2.13392	2.52172	-2.0744
a2	-0.64228	-0.7671	-0.7971	-0.4343	-0.5703	-0.9379	-0.5142	-0.8601	-0.9106
a3	0.625149	0.53125	0.82366	0.27767	0.85208	1.00997	0.39553	0.54985	1.07767
a4	-0.00982	-0.0070	-0.0076	-0.0163	-0.0179	-0.0072	-0.0203	-0.0053	-0.0225
a5	0.000781	-0.0078	-0.0148	-0.0156	-0.0140	-0.0101	-0.0078	-0.0195	0.00156
a6	0.015625	0.01994	0.01592	0.02708	0.01756	0.01592	0.02946	0.02901	0.02351

-증기코일

Company	CoilType	ModelNo.	No.Rows	EntAirTemp	a1	a2
경원세기	증기코일		1	-5	0.374393	1.66078
경원세기	증기코일		1	0	0.374393	1.66078
경원세기	증기코일		1	5	0.376216	1.624769
경원세기	증기코일		1	10	0.340974	1.658417
경원세기	증기코일		1	15	0.383056	1.54624
경원세기	증기코일		1	20	0.382371	1.51501
경원세기	증기코일		1	25	0.383985	1.510243
경원세기	증기코일		1	30	0.383473	1.439833
경원세기	증기코일		2	-5	0.179603	0.890063
경원세기	증기코일		2	0	0.180619	0.865686
경원세기	증기코일		2	5	0.182287	0.840742
경원세기	증기코일		2	10	0.180964	0.809624
경원세기	증기코일		2	15	0.182465	0.798643
경원세기	증기코일		2	20	0.186612	0.766697
경원세기	증기코일		2	25	0.187021	0.762703
경원세기	증기코일		2	30	0.187653	0.715503
경원세기	증기코일		3	-5	0.116148	0.624239
경원세기	증기코일		3	0	0.117226	0.602279
경원세기	증기코일		3	5	0.119123	0.578296
경원세기	증기코일		3	10	0.118363	0.555021
경원세기	증기코일		3	15	0.123853	0.53113
경원세기	증기코일		3	20	0.123855	0.514051
경원세기	증기코일		3	25	0.124114	0.509784
경원세기	증기코일		3	30	0.13722	0.452639
경원세기	증기코일		4	-5	0.083365	0.494706
경원세기	증기코일		4	0	0.085215	0.472106
경원세기	증기코일		4	5	0.082662	0.46492
경원세기	증기코일		4	10	0.090702	0.421577
경원세기	증기코일		4	15	0.092682	0.40068
경원세기	증기코일		4	20	0.095231	0.375734
경원세기	증기코일		4	25	0.097046	0.367637
경원세기	증기코일		4	30	0.102252	0.313825
경원세기	증기코일		5	-5	0.062791	0.425717
경원세기	증기코일		5	0	0.065894	0.398261
경원세기	증기코일		5	5	0.068452	0.374053
경원세기	증기코일		5	10	0.071057	0.349054
경원세기	증기코일		5	15	0.079487	0.308329
경원세기	증기코일		5	20	0.078177	0.295584
경원세기	증기코일		5	25	0.079861	0.288049
경원세기	증기코일		5	30	0.091544	0.21523
경원세기	증기코일		6	-5	0.049528	0.377355
경원세기	증기코일		6	0	0.051707	0.353292
경원세기	증기코일		6	5	0.055273	0.325809
경원세기	증기코일		6	10	0.059242	0.296078

Company	CoilType	ModelNo.	No.Rows	EntAirTemp	a1	a2
경원세기	증기코일		6	25	0.071416	0.2229
경원세기	증기코일		6	30	0.092432	0.119718
LG공조	증기코일	GAH-60	1	15	0.405695	1.446217
LG공조	증기코일	GAH-60	2	15	0.172406	0.790264
LG공조	증기코일	GAH-90	1	15	0.444039	1.64301
LG공조	증기코일	GAH-90	2	15	0.184369	0.934693
LG공조	증기코일	GAH-120	1	15	0.409116	1.469127
LG공조	증기코일	GAH-120	2	15	0.174584	0.804719
LG공조	증기코일	GAH-160	1	15	0.406817	1.453892
LG공조	증기코일	GAH-160	2	15	0.173896	0.794098
LG공조	증기코일	GAH-200	1	15	0.410843	1.476042
LG공조	증기코일	GAH-200	2	15	0.175259	0.80979
LG공조	증기코일	GAH-240	1	15	0.407525	1.454174
LG공조	증기코일	GAH-240	2	15	0.174209	0.794395
LG공조	증기코일	GAH-280	1	15	0.428146	1.578308
LG공조	증기코일	GAH-280	2	15	0.179456	0.884707
LG공조	증기코일	GAH-320	1	15	0.417829	1.51463
LG공조	증기코일	GAH-320	2	15	0.176951	0.839107
LG공조	증기코일	GAH-400	1	15	0.407384	1.45833
LG공조	증기코일	GAH-400	2	15	0.174239	0.796569
LG공조	증기코일	GAH-450	1	15	0.422666	1.548133
LG공조	증기코일	GAH-450	2	15	0.178715	0.861144
LG공조	증기코일	GAH-500	1	15	0.406341	1.449871
LG공조	증기코일	GAH-500	2	15	0.173932	0.790956
LG공조	증기코일	GAH-600	1	15	0.414447	1.497023
LG공조	증기코일	GAH-600	2	15	0.176251	0.824829
LG공조	증기코일	GAH-700	1	15	0.413129	1.490243
LG공조	증기코일	GAH-800	2	15	0.180204	0.804167
LG공조	증기코일	GAH-950	1	15	0.409873	1.472204
LG공조	증기코일	GAH-950	2	15	0.17499	0.806563
LG공조	증기코일	GAH-1200	1	15	0.401916	1.426328
LG공조	증기코일	GAH-1200	2	15	0.169632	0.779883

-수측정압손실

Company	Side	Name	a1
경원세기	Water	PressureLoss	0.003086

-핀피치보정계수

Company	Side	Name	a1	a2
경원세기	Air	TemperatureCorrection	-1.33333	126.6667

-온도보정계수

Company	Side	Type	Name	NoRows	a1	a2	a3
경원세기	Air	Cooling	PressureLoss	4	0.559617	-0.11762	-0.00662
경원세기	Air	Cooling	PressureLoss	6	0.321955	-0.04502	0.000598
경원세기	Air	Cooling	PressureLoss	8	0.280917	-0.06101	-0.00414
경원세기	Air	Cooling	PressureLoss	10	0.280186	-0.08955	-0.01033
경원세기	Air	Heating	PressureLoss	1	5.400172	-2.3628	-0.32803
경원세기	Air	Heating	PressureLoss	2	1.92897	-0.70654	-0.09472
경원세기	Air	Heating	PressureLoss	3	1.627761	-0.66827	-0.09006
경원세기	Air	Heating	PressureLoss	4	1.196487	-0.47023	-0.06055
경원세기	Air	Heating	PressureLoss	5	0.865108	-0.31386	-0.03853
경원세기	Air	Heating	PressureLoss	6	0.658609	-0.21705	-0.0246

-공기층 정압손실

Company	Side	Type	Name	NoRows	a1	a2	a3
경원세기	Air	Cooling	PressureLoss	4	0.559617	-0.11762	-0.00662
경원세기	Air	Cooling	PressureLoss	6	0.321955	-0.04502	0.000598
경원세기	Air	Cooling	PressureLoss	8	0.280917	-0.06101	-0.00414
경원세기	Air	Cooling	PressureLoss	10	0.280186	-0.08955	-0.01033
경원세기	Air	Heating	PressureLoss	1	5.400172	-2.3628	-0.32803
경원세기	Air	Heating	PressureLoss	2	1.92897	-0.70654	-0.09472
경원세기	Air	Heating	PressureLoss	3	1.627761	-0.66827	-0.09006
경원세기	Air	Heating	PressureLoss	4	1.196487	-0.47023	-0.06055
경원세기	Air	Heating	PressureLoss	5	0.865108	-0.31386	-0.03853
경원세기	Air	Heating	PressureLoss	6	0.658609	-0.21705	-0.0246

2. Connector

-핀튜브

Company	CoverType	TubeMatl	FinMatl	TubeSize	FinSize	NofFin/m	NofRow	NofStage
Hanchang	None	Copper	Copper	32A	108x108	165	1	1
Hanchang	None	Copper	Copper	32A	108x108	165	1	2
Hanchang	None	Copper	Copper	32A	108x108	165	1	3
Hanchang	None	Copper	Copper	32A	108x108	196	1	1
Hanchang	None	Copper	Copper	32A	108x108	196	1	2
Hanchang	None	Copper	Copper	32A	108x108	196	1	3
Hanchang	None	Copper	Copper	40A	108x108	165	1	1
Hanchang	None	Copper	Copper	40A	108x108	165	1	2
Hanchang	None	Copper	Copper	40A	108x108	165	1	3
Hanchang	None	Copper	Copper	40A	108x108	196	1	1
Hanchang	None	Copper	Copper	40A	108x108	196	1	2
Hanchang	None	Copper	Copper	40A	108x108	196	1	3
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Copper	32A	108x108	165	1	1
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Copper	32A	108x108	165	1	2
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Copper	32A	108x108	165	1	3
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Copper	32A	108x108	196	1	1
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Copper	32A	108x108	196	1	2
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Copper	32A	108x108	196	1	3
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Copper	40A	108x108	165	1	1
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Copper	40A	108x108	165	1	2
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Copper	40A	108x108	165	1	3
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Copper	40A	108x108	196	1	1
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Copper	40A	108x108	196	1	2
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Copper	40A	108x108	196	1	3
Hanchang	None	Copper	Aluminum	32A	108x108	132	1	1
Hanchang	None	Copper	Aluminum	32A	108x108	132	1	2
Hanchang	None	Copper	Aluminum	32A	108x108	132	1	3
Hanchang	None	Copper	Aluminum	32A	108x108	165	1	1
Hanchang	None	Copper	Aluminum	32A	108x108	165	1	2
Hanchang	None	Copper	Aluminum	32A	108x108	165	1	3
Hanchang	None	Copper	Aluminum	40A	108x108	165	1	1
Hanchang	None	Copper	Aluminum	40A	108x108	165	1	2
Hanchang	None	Copper	Aluminum	40A	108x108	165	1	3
Hanchang	None	Copper	Aluminum	40A	108x108	196	1	1
Hanchang	None	Copper	Aluminum	40A	108x108	196	1	2
Hanchang	None	Copper	Aluminum	40A	108x108	196	1	3
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Aluminum	32A	108x108	132	1	1
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Aluminum	32A	108x108	132	1	2
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Aluminum	32A	108x108	132	1	3
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Aluminum	32A	108x108	165	1	1
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Aluminum	32A	108x108	165	1	2
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Aluminum	32A	108x108	165	1	3

Company	CoverType	TubeMatl	FinMatl	TubeSize	FinSize	NofFin/m	NofRow	NofStage
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Aluminum	40A	108x108	165	1	1
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Aluminum	40A	108x108	165	1	2
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Aluminum	40A	108x108	165	1	3
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Aluminum	40A	108x108	196	1	1
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Aluminum	40A	108x108	196	1	2
Hanchang	UpFront/Forward	Copper	Aluminum	40A	108x108	196	1	3
Hanchang	Front	Copper	Aluminum	32A	108x108	132	1	1
Hanchang	Front	Copper	Aluminum	32A	108x108	132	1	2
Hanchang	Front	Copper	Aluminum	32A	108x108	132	1	3
Hanchang	Front	Copper	Aluminum	32A	108x108	165	1	1
Hanchang	Front	Copper	Aluminum	32A	108x108	165	1	2
Hanchang	Front	Copper	Aluminum	32A	108x108	165	1	3
Hanchang	Front	Copper	Aluminum	40A	108x108	165	1	1
Hanchang	Front	Copper	Aluminum	40A	108x108	165	1	2
Hanchang	Front	Copper	Aluminum	40A	108x108	165	1	3
Hanchang	Front	Copper	Aluminum	40A	108x108	196	1	1
Hanchang	Front	Copper	Aluminum	40A	108x108	196	1	2
Hanchang	Front	Copper	Aluminum	40A	108x108	196	1	3
Hanchang	Up&Front	Copper	Aluminum	32A	108x108	132	1	1
Hanchang	Up&Front	Copper	Aluminum	32A	108x108	132	1	2
Hanchang	Up&Front	Copper	Aluminum	32A	108x108	132	1	3
Hanchang	Up&Front	Copper	Aluminum	32A	108x108	165	1	1
Hanchang	Up&Front	Copper	Aluminum	32A	108x108	165	1	2
Hanchang	Up&Front	Copper	Aluminum	32A	108x108	165	1	3
Hanchang	Up&Front	Copper	Aluminum	40A	108x108	165	1	1
Hanchang	Up&Front	Copper	Aluminum	40A	108x108	165	1	2
Hanchang	Up&Front	Copper	Aluminum	40A	108x108	165	1	3
Hanchang	Up&Front	Copper	Aluminum	40A	108x108	196	1	1
Hanchang	Up&Front	Copper	Aluminum	40A	108x108	196	1	2
Hanchang	Up&Front	Copper	Aluminum	40A	108x108	196	1	3
Hanchang	None	Steel	Steel(?)	32A	108x108	132	1	1
Hanchang	None	Steel	Steel(?)	32A	108x108	132	1	2
Hanchang	None	Steel	Steel(?)	32A	108x108	132	1	3
Hanchang	None	Steel	Steel(?)	32A	108x108	165	1	1
Hanchang	None	Steel	Steel(?)	32A	108x108	165	1	2
Hanchang	None	Steel	Steel(?)	32A	108x108	165	1	3
Hanchang	None	Steel	Steel(?)	50A	108x108	132	1	1
Hanchang	None	Steel	Steel(?)	50A	108x108	132	1	2
Hanchang	None	Steel	Steel(?)	50A	108x108	132	1	3
Hanchang	None	Steel	Steel(?)	50A	108x108	165	1	1
Hanchang	None	Steel	Steel(?)	50A	108x108	165	1	2
Hanchang	None	Steel	Steel(?)	50A	108x108	165	1	3

Company	CoverType	TubeArrange	AirFlow	TubeFlow	C_factor	n_factor	W	H	Weight/m
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		4.1331	1.387011	160	300	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		7.2508	1.382212	160	450	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		10.327	1.360116	160	600	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		4.3709	1.38804	160	300	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		7.6566	1.383199	160	450	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		10.833	1.362774	160	600	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		4.0087	1.402596	160	300	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		7.0742	1.396182	160	450	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		21.449	1.175777	160	600	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		4.2594	1.404292	160	300	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		11.098	1.367403	160	450	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		20.021	1.132142	160	600	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		2.6163	1.438557	160	300	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		4.5217	1.438425	160	450	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		5.9612	1.435362	160	600	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		2.7735	1.43861	160	300	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		4.7982	1.438056	160	450	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		6.247	1.438187	160	600	

Company	CoverType	TubeArrange	AirFlow	TubeFlow	C_factor	n_factor	W	H	Weight/m
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		3.2521	1.438465	160	300	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		5.5791	1.439151	160	450	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		7.293	1.438285	160	600	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		3.6023	1.428928	160	300	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		5.9327	1.438351	160	450	
Hanchang	UpFront/Forward	Normal	None		7.9397	1.431675	160	600	
Hanchang	Front	Normal	None		2.6316	1.436205	160	300	
Hanchang	Front	Normal	None		4.5816	1.434277	160	450	
Hanchang	Front	Normal	None		6.0131	1.432273	160	600	
Hanchang	Front	Normal	None		2.8015	1.435075	160	300	
Hanchang	Front	Normal	None		4.8362	1.435228	160	450	
Hanchang	Front	Normal	None		5.3585	1.474625	160	600	
Hanchang	Front	Normal	None		3.2798	1.435507	160	300	
Hanchang	Front	Normal	None		5.6628	1.434564	160	450	
Hanchang	Front	Normal	None		7.3808	1.434442	160	600	
Hanchang	Front	Normal	None		3.514	1.432846	160	300	
Hanchang	Front	Normal	None		6.0288	1.433492	160	450	
Hanchang	Front	Normal	None		8.035	1.427768	160	600	
Hanchang	Up&Front	Normal	None		2.697	1.432011	160	300	
Hanchang	Up&Front	Normal	None		4.6927	1.430229	160	450	
Hanchang	Up&Front	Normal	None		6.2134	1.426024	160	600	
Hanchang	Up&Front	Normal	None		2.8661	1.431417	160	300	
Hanchang	Up&Front	Normal	None		4.1574	1.474117	160	450	
Hanchang	Up&Front	Normal	None		6.5177	1.428589	160	600	
Hanchang	Up&Front	Normal	None		3.3921	1.429099	160	300	
Hanchang	Up&Front	Normal	None		5.8382	1.42887	160	450	
Hanchang	Up&Front	Normal	None		7.6124	1.428697	160	600	
Hanchang	Up&Front	Normal	None		3.548	1.432289	160	300	
Hanchang	Up&Front	Normal	None		6.2139	1.427851	160	450	
Hanchang	Up&Front	Normal	None		8.0581	1.428858	160	600	

-라디에이터(주철)

Company	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상
Material	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel
Model	SPR/ 일반용	SPR/ 고압용	DPR/ 일반용	DPR/ 고압용	TPR/ 일반용	TPR/ 고압용	CR404	CR503
Type	Plate	Plate	Plate	Plate	Plate	Plate	Column	Column
열/세주수	1	1	2	2	3	3	4	3
높이	500	600	500	600	500	600	600	600
구간거리	445	545	445	545	445	545	500	500
방열면적 /매	1.1975	1.4325	2.395	2.865	3.5925	3.5925	0.258	0.205
방열량/ 매	1250	1345	2500	2690	4035	4035	230	168
함수량/ 매	5.08	5.9	10.15	11.89	15.23	17.7	1.57	1.18
C_Factor	9.186044	9.884183	18.372088	19.768366	29.652549	29.652549	1.690232	1.234604
N_Factor	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
비고								
평균온수온도	80							
실내온도	20							

-라디에이터(알루미늄)

Company	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상
Material	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum
Model	A/T600	A/T450	A/R600	A/R450	R-CR-600	R-CR-450
Type	Panel	Panel	Round	Round	Column	Column
높이	600	450	600	450	600	450
구간거리	555	405	555	405	555	405
방열능력/온수	118	91	118	91	319	270
방열능력/증기	165	127	165	127	461	390
방열면적/주	0.3	0.24	0.3	0.24	0.71	0.6
함수량/주	0.3	0.27	0.3	0.27	2.6	1.9
중량/주						
C_Factor	1.212558	0.933302	1.212558	0.933302	3.387813	2.866046
N_Factor	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Company	한이금속	한이금속	한이금속	한이금속	한이금속	한이금속
Material	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum
Model	COR600	COR450	AR600	AR450	CRX600	CRX450
Type	Panel	Panel	Panel	Panel	Panel	Panel
높이	600	450	600	450	600	450
구간거리	555	405	555	405	555	405
방열능력/온수	122	99	115	93	136	110
방열능력/증기	176	143	166	134	196	158
방열면적/주	0.27	0.22	0.26	0.21	0.3	0.24
함수량/주	0.13	0.11	0.13	0.11	0.42	0.34
중량/주	0.88	0.76	0.78	0.7	0.96	0.83
C_Factor	1.293395	1.050883	1.219907	0.984744	1.4403717	1.161116
N_Factor	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

4. FAN

-원심송풍기

Company	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon
Type	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo
Width	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Size	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5
Out D							
Out A							
a1	1.377268	4.363523	1.6325	-10.6249	9.681189	-5.52728	-8.26401
a2	-0.84612	-0.49976	-0.46961	0.58153	-0.49636	-0.01114	-0.61705
a3	0.003172	-0.00127	0.00676	0.004152	0.000728	0.018742	0.091221
a4	-0.08983	-0.03559	-0.00949	-0.01157	-0.00088	-0.00234	0.004077
a5	7.98E-06	1.54E-05	2.14E-05	3.84E-05	4.47E-05	5.27E-05	4.66E-05
a6	0.000243	0.000455	0.000205	-0.00046	0.000434	-4.4E-05	-0.00038
a7	-1.4E-05	-4.9E-06	-3.8E-06	3.59E-06	-3.1E-06	-3.9E-08	-3.3E-06
a8	4.23E-08	-2.5E-08	4.91E-08	8.13E-08	-3E-08	8.93E-08	3.17E-07
a9	5.67E-10	5.9E-10	1.82E-10	-7.2E-10	5.49E-10	-1.3E-10	2.96E-10
b1	-0.05285	-0.00789	0.039283	0.438544	-0.19457	-0.64331	0.05265
b2	0.007662	0.000219	-0.00705	-0.01389	-0.00687	0.013119	-0.0304
b3	2.51E-05	1.27E-05	4.88E-05	-0.00045	0.000666	0.000744	0.0031
b4	0.000133	0.00014	0.000185	0.000166	0.000123	-4.5E-05	0.000277
b5	4.79E-09	1.79E-08	2.41E-08	2.19E-07	-1.2E-07	5.45E-08	-5.8E-07
b6	-6.9E-06	-4E-06	-1.3E-06	7.32E-06	-5.5E-06	-1.9E-05	-1.8E-05
b7	-9.3E-08	-1.3E-07	-1.6E-07	-1.7E-07	-1.3E-07	1.3E-08	-2.1E-07
b8	2.94E-09	4.48E-09	6.73E-09	6.98E-09	1.52E-08	2.08E-08	3.21E-08
b9	-1.1E-11	-1.4E-12	5.95E-12	1.58E-11	5.21E-12	-2E-11	1.87E-11

Company	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon
Type	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo
Width	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Size	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8
Out D							
Out A							
a1	59.37792479	-24.1501090	-0.04586651	-6.67240074	16.2995038	30.066549	-7.04768075
a2	-0.75460358	0.106739439	-0.55561665	0.05321603	-0.09446949	-0.04794496	0.016603471
a3	-0.05641403	0.064742847	0.095353378	0.012399584	-0.05229321	-0.12528566	0.027884562
a4	0.001061374	-0.00085872	-0.00166359	-0.00042512	-8.09334E-0	-0.00031805	-0.00012537
a5	0.000100202	7.51784E-05	-9.38752E-0	0.000166642	0.00024741	0.000314157	0.000244721
a6	0.000833005	-0.00022683	0.001809711	-8.59762E-0	0.000250335	0.00040797	-9.32737E-0
a7	-2.31835E-0	2.58848E-07	-6.80875E-0	1.39145E-07	-3.51395E-0	-5.16968E-0	6.94622E-09
a8	-1.24308E-0	2.07422E-07	-2.67523E-0	5.524E-08	-1.80548E-0	-3.02818E-0	9.03433E-08
a9	5.16523E-10	-2.12618E-1	3.37541E-10	-7.02011E-1	2.10104E-10	1.37054E-10	-3.62155E-1
b1	-2.69161148	-3.00669908	-0.00316667	-1.34859884	-2.90947956	4.77428572	-0.01925567
b2	0.022122212	0.017924203	-0.04286949	-0.00041673	0.009630833	-0.00598288	0.003918614
b3	0.00430296	0.007557362	0.00751832	0.006338572	0.0097859	-0.02142175	-0.00133805
b4	-2.73668E-0	-1.67614E05	-7.38003E-0	3.96068E-05	3.82978E-06	2.50788E-06	6.18816E-06
b5	-5.28031E-0	-3.97051E-0	-1.68357E-0	-1.27003E-0	-5.38435E-0	2.48649E-05	8.06967E-06
b6	-3.9769E-05	-4.82103E-0	0.00012465	-3.80087E-0	-4.26115E-0	3.2833E-05	-2.46394E-0
b7	9.89171E-09	1.06376E-08	-9.3263E-08	-4.59248E-0	-1.66378E-0	-4.1493E-08	-2.26182E-0
b8	3.62778E-08	5.87255E-08	1.97514E-08	6.50041E-08	8.005E-08	8.96102E-09	7.40277E-08
b9	-1.7204E-11	-3.36684E-1	2.37922E-11	-9.92891E-1	-1.85059E-1	2.28972E-11	-6.41555E-1

Company	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon
Type	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo	Turbo
Width	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Size	9	10	11	12	13	14	15
Out D							
Out A							
a1	108.801788	13.42618334	-21.4029088	-34.2865247	7.37258611	-72.5764774	0.075528536
a2	-0.22141840	-0.06241880	-0.03672147	-0.16645893	-0.02321192	-0.07940382	-0.01527535
a3	-0.39935963	-0.01860608	0.191183367	0.615330073	-0.00392252	0.810997601	0.038533358
a4	-8.9944E-05	-1.86532E-0	-3.55514E-0	0.000232542	-1.13925E-0	-5.54291E-0	-6.38115E-0
a5	0.000577138	0.000379672	9.17135E-05	6.95646E-05	0.000626519	-0.00164538	0.000795857
a6	0.001007221	0.000182048	0.00010334	-0.00055264	8.54274E-05	0.000514015	5.96345E-05
a7	-3.3828E-07	-1.32847E-0	-6.60579E-0	-3.60046E-0	-3.89628E-0	-3.95573E-0	-2.59555E-0
a8	-6.92619E-0	-5.88788E-0	1.72697E-07	8.27649E-07	-1.06501E-0	3.84355E-07	-1.42989E-0
a9	2.98535E-10	7.36345E-11	4.9594E-12	6.20168E-11	2.33015E-11	-1.6952E-11	1.9877E-11
b1	11.168117	1.686227507	-9.79192553	-14.0600273	-5.47592663	-19.7564545	0.454908609
b2	-0.02299937	-0.00662185	-0.00911194	-0.05414773	-0.00432604	-0.03564173	-0.00545907
b3	-0.04142659	-0.00216884	0.075309478	0.215442063	0.05126456	0.253123303	0.004877206
b4	2.25542E-06	2.09822E-05	9.56099E-06	9.32154E-05	1.01939E-05	-7.0013E-06	4.60674E-06
b5	2.9089E-05	2.11423E-05	-0.0001145	-0.00014989	-4.30364E-0	-0.00075771	4.50065E-05
b6	9.72226E-05	-2.42891E-0	-1.34665E-0	-0.00022045	-4.25527E-0	0.000185679	-1.26101E-0
b7	-6.08953E-0	-5.03209E-0	-4.36893E-0	-1.43306E-0	-3.41182E-0	-4.67034E-0	-2.76927E-0
b8	1.57459E-08	1.17357E-07	2.01239E-07	4.41153E-07	2.37849E-07	3.04024E-07	2.24554E-07
b9	2.8716E-11	9.30907E-12	-7.12651E-1	2.04325E-11	2.03816E-12	8.62563E-12	1.03797E-11

Company	Beckryoon	Beckryoon	Beckryoon	Century	Century	Century	Century
Type	Turbo	Turbo	Turbo	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil
Width	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Size	16	18	20	2.5	3	3.5	4
Out D				370	452	548	610
Out A				0.1	0.41	0.27	0.27
a1	-7.05351922	-18.3745470	28.79364186	18.68881997	-42.6242952	-3.43471923	-64.6400135
a2	-0.00920884	-0.01304327	-0.02803706	0.252708768	0.375209285	-0.60662157	-0.44215354
a3	0.107667395	0.280804616	-0.13459944	-0.03207117	0.054095374	0.045769489	0.146822933
a4	-3.20243E-0	1.01694E-05	1.81911E-06	-0.04812903	-0.01915889	-0.00497676	0.002987273
a5	0.000803772	0.000943692	0.001766236	1.69955E-05	-2.08273E-0	-3.64882E-0	-2.68964E-0
a6	-7.46274E-0	-0.00013480	0.000143444	0.001697158	0.000541285	0.001036512	-9.77083E-0
a7	-1.83244E-0	-3.74628E-0	-2.72777E-0	-2.35962E-0	1.79821E-07	-2.76175E-0	-3.8481E-06
a8	1.08587E-07	3.07795E-07	-1.59992E-0	-1.16623E-0	1.99272E-07	1.24143E-07	2.77356E-07
a9	4.22204E-12	1.1681E-11	3.18454E-11	3.7731E-10	-3.70153E-1	2.14796E-10	4.24751E-10
b1	4.134339693	-5.14450334	30.47702346	0.12225201	-5.52083008	0.115852494	2.555415099
b2	-0.01464042	-0.00881818	-0.02609079	0.022111709	0.132975906	-0.04530422	-0.05382803
b3	0.021738227	0.110344851	-0.14058685	-0.00044148	0.003285844	0.002901936	-0.00153028
b4	9.38026E-06	1.0998E-05	6.73898E-06	-0.00025635	-0.00069973	0.000335882	0.000151052
b5	2.01634E-05	2.54397E-05	0.000402021	1.55051E-07	-3.83512E-0	-1.42113E-0	-5.88827E-0
b6	-3.81112E-0	-9.59857E-0	8.03898E-05	-8.58445E-0	-8.62692E-0	3.01453E-06	5.8112E-05
b7	-3.82347E-0	-3.72519E-0	-3.59965E-0	7.8857E-09	3.46456E-07	-2.83932E-0	-2.62929E-0
b8	2.94167E-07	4.89511E-07	2.92984E-07	7.25936E-09	2.39293E-08	2.54678E-08	8.75898E-09
b9	1.37904E-11	1.01471E-11	2.59144E-11	-1.70412E-1	-7.27184E-1	1.25769E-11	4.1988E-11
	1.38E-11	1.01E-11	2.59E-11	-1.7E-11	-7.3E-11	1.26E-11	4.2E-11

Company	Century	Century	Century	Century	Century	Century	Century
Type	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil
Width	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Size	4.5	5	5.5	6	7	8	9
Out D	672	740	822	903	1103	1219	1343
Out A	0.327	0.398	0.492	0.594	0.867	1.1	1.328
a1	-23.1130033	-28.7045278	-6.00505727	6.83769429	0.368893804	1.07872243	-9.63761275
a2	-0.08378913	0.024079886	0.250282497	0.020764193	0.013379805	-0.04151064	0.723166807
a3	0.068923801	0.069171255	-0.04336945	-0.02999561	-0.01433453	0.033926164	-0.72535846
a4	-0.00130507	-0.00097989	-0.00243600	-0.00140528	-0.00043287	-0.00029671	-0.00095581
a5	3.4986E-05	5.44303E-05	0.000129777	0.000115664	0.000134096	-2.61626E-0	0.001049902
a6	6.96258E-06	-7.20987E-0	0.000368532	0.000549394	0.000363128	0.000508729	3.7296E-05
a7	-4.45E-07	-1.91199E-0	8.45492E-07	1.79648E-07	2.01329E-08	-1.1015E-07	1.09313E-06
a8	1.62412E-07	1.40766E-07	-1.58065E-0	-1.15457E-0	-4.3385E-08	7.17499E-08	-7.16152E-0
a9	-6.44052E-1	-5.11835E-1	-6.51288E-1	2.72194E-11	1.17042E-11	1.47371E-11	-2.24478E-1
b1	-0.37898124	-0.50222571	2.372129098	1.217143955	-0.3570214	2.416527347	-3.21771048
b2	-0.00309387	0.00176872	-0.00763162	0.000453293	2.73363E-06	0.00551302	0.221806194
b3	0.001215041	0.001079677	-0.00541503	-0.00433029	0.001495539	-0.01555049	-0.22350559
b4	4.02141E-05	3.48587E-05	5.15387E-06	-5.02222E-0	1.27165E-05	5.44923E-06	-0.00022552
b5	-2.10732E-0	5.65047E-07	3.7493E-06	3.7965E-06	4.52638E-06	3.21706E-05	0.000302541
b6	-7.97906E-0	-1.70204E-0	1.59558E-05	5.55462E-06	-1.78683E-0	-2.28721E-0	-0.00011157
b7	-8.10033E-0	-6.25014E-0	-6.60292E-0	-5.01808E-0	-3.38303E-0	-1.61866E-0	3.16178E-07
b8	2.4473E-08	2.95666E-08	2.04324E-08	3.16501E-08	5.76487E-08	4.6021E-08	-1.50058E-0
b9	-1.60076E-1	-2.19364E-1	9.18951E-12	3.85571E-12	1.7228E-13	2.04316E-12	-6.76666E-1

Company	Century	Century	Century	Century	Century	Century	Century
Type	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil
Width	Single	Single	Single	Single	Double	Double	Double
Size	10	11	12	13	2.5	3	3.5
Out D	1486	1645	1808	2000	370	452	548
Out A	1.626	2.18	2.398	2.929		0.264	0.391
a1	-21.7944265	3.33826614	0.2911555	12.6628391	-48.729104	-190.85636	-12.518422
a2	0.009297201	-0.0085346	-0.012355	-0.0050852	0.30615408	1.4499609	0.36520138
a3	0.111014199	0.00379385	0.0438378	-0.0577836	0.06852162	0.30377243	0.00877972
a4	-0.00015112	-7.429E-05	-4.97E-05	-3.116E-05	-0.0083123	-0.0040839	-0.0027817
a5	-6.5808E-05	0.00019495	0.0001738	0.000517	-2.622E-06	-7.135E-05	4.2235E-05
a6	0.000317582	0.00025257	0.000229	0.00017587	-0.0003434	-0.0026962	-0.000166
a7	-2.0163E-08	-2.496E-08	-2.04E-08	-6.662E-09	1.1858E-06	5.4019E-06	1.1602E-06
a8	1.51984E-07	4.1373E-08	6.302E-08	-2.721E-08	2.6116E-07	1.0568E-06	8.6012E-08
a9	-1.9065E-11	3.3236E-12	9.455E-13	6.2382E-12	-7.167E-10	-2.426E-09	-2.972E-10
b1	1.735325641	0.6557362	7.8373636	33.3707272	-1.3387963	3.36732656	4.98073798
b2	0.008742672	0.01029047	0.004221	-0.0400989	0.01245021	-0.0505406	-0.0286174
b3	-0.02170982	-0.0208366	-0.063757	-0.1379552	0.00156404	-0.0031032	-0.0081385
b4	1.92682E-06	-2.082E-07	1.804E-07	6.7009E-06	0.00010636	0.00023558	4.6602E-05
b5	6.19669E-05	8.147E-05	0.0001495	4.5167E-05	-3.607E-07	1.053E-06	3.2713E-06
b6	-3.5883E-05	-4.509E-05	-1.18E-05	0.00020577	-2.288E-05	3.8081E-05	4.8554E-05
b7	-9.9256E-09	-5.443E-09	-1.18E-08	-6.409E-08	-6.714E-08	-2.222E-07	-1.219E-07
b8	7.85873E-08	1.0408E-07	9.111E-08	2.3264E-08	1.2569E-08	-1.022E-09	-6.148E-09
b9	-1.2045E-12	-3.929E-12	3.411E-12	4.4928E-11	-1.12E-11	3.8218E-11	3.2687E-11

Company	Century	Century	Century	Century	Century	Century	Century
Type	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Forward
Width	Double	Double	Double	Double	Double	Double	Single
Size	4	4.5	5	5.5	6	7	6
Out D	610	672	740	822	903	1103	914
Out A	0.48	0.48	0.71	0.872	1.052	1.57	0.718
a1	55.61205122	-273.07597	-127.6472	9.65501469	27.2859472	219.331936	-0.0144697
a2	-0.26702434	1.42572871	0.3321343	-0.2351565	-0.0845345	-0.4379822	-0.0373525
a3	-0.09323746	0.39037163	0.3277472	0.09112671	-0.0505677	-0.541816	0.04153447
a4	-0.00036304	-0.0023269	-0.000321	7.9504E-05	-0.0002257	6.3146E-05	-0.0002082
a5	0.000111301	-4.021E-05	-6.01E-05	2.7599E-06	8.8612E-05	0.00043258	-4.93E-05
a6	0.000480604	-0.0019737	-0.001061	0.00022533	0.00042436	0.00124955	0.00050035
a7	-5.8887E-07	2.5317E-06	6.051E-07	-4.062E-07	-1.391E-07	-4.984E-07	-1.208E-07
a8	-1.9869E-07	6.3631E-07	5.998E-07	1.1629E-07	-7.369E-08	-6.582E-07	1.1973E-07
a9	2.49853E-10	-8.003E-10	-4.33E-10	5.6217E-11	6.123E-11	3.031E-10	1.4765E-11
b1	2.159509959	-16.10418	0.9588317	-1.1357007	-0.933449	80.5702227	-9.0868186
b2	-0.00790242	0.11376202	-0.006353	-0.0138854	-0.004406	-0.1461473	0.03073825
b3	-0.00420198	0.0140025	-0.001884	0.01143404	0.00841151	-0.2151406	0.04176567
b4	4.1205E-05	-0.0001487	2.36E-05	3.1595E-05	1.0784E-06	2.0054E-05	1.002E-06
b5	3.35116E-06	3.355E-06	3.569E-06	-8.134E-06	-1.154E-05	9.4331E-05	-7.979E-06
b6	2.434E-06	-0.0001411	-1.64E-06	-1.008E-05	6.6043E-07	0.00047673	-0.0001948
b7	-5.697E-08	1.7577E-07	-4.59E-08	-4.868E-08	-2.663E-08	-1.95E-07	1.1369E-07
b8	9.99212E-09	3.9301E-08	2.206E-08	4.611E-08	5.2164E-08	-1.922E-07	1.966E-07
b9	7.9369E-12	-4.596E-11	5.476E-12	-2.153E-13	-5.494E-12	1.0798E-10	-9.486E-11

Company	Century	Century	Century	Century	Century	Century	Century
Type	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward
Width	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Size	7	8	9	10	11	12	13
Out D	1067	1219	1372	1524	1676	1829	1981
Out A	1.058	1.295	1.594	1.9	2.368	2.862	3.377
a1	6.74840034	0.86395039	-3.912016	-0.3390556	0.05242145	-4.5785969	14.38346
a2	-0.04321266	-0.0155785	-0.003789	-0.0022995	-0.0024674	-0.0016641	0.04646622
a3	0.001983031	0.02291078	0.0532355	0.01298037	0.01476452	0.08015102	-0.6559237
a4	-0.00013397	-8.642E-05	-5.71E-05	-4.11E-05	-2.644E-05	-1.709E-05	-3.695E-05
a5	-0.00011638	-0.000118	-0.000186	-0.000127	-0.0001506	-0.0003149	0.00208109
a6	0.000658269	0.00048147	0.0003811	0.00037117	0.00032822	0.00026652	0.00032405
a7	-1.4391E-07	-4.577E-08	-1.58E-08	-9.306E-10	-5.676E-09	-8.438E-09	9.7193E-08
a8	-1.4602E-08	2.469E-08	8.478E-08	1.7171E-09	2.436E-08	1.1555E-07	-7.653E-07
a9	8.92257E-11	2.8447E-11	2.353E-12	3.1302E-13	3.0898E-12	1.2368E-12	-6.045E-11
b1	5.455950602	0.36385176	4.6524893	3.08462509	8.25052659	-2.5422601	20.7834492
b2	-0.01852619	-0.0007763	-0.004907	0.00151717	-0.0092086	0.01388075	0.05463692
b3	-0.02497418	-0.0027187	-0.038169	-0.0525202	-0.0628571	-0.0501738	-0.8452379
b4	2.7446E-05	1.0674E-05	7.955E-06	4.4478E-06	8.0245E-06	-1.055E-06	-2.329E-05
b5	7.8884E-05	8.0425E-05	0.0001853	0.00033016	0.00038275	0.00064163	0.00335974
b6	2.51397E-05	-5.083E-05	-1.67E-05	-4.386E-05	-1.39E-05	-0.0001372	-6.379E-06
b7	-4.1532E-08	5.4438E-09	5.411E-10	9.3484E-09	-1.064E-08	3.6545E-08	1.185E-07
b8	2.45035E-09	1.0776E-07	6.615E-08	7.9551E-08	1.1863E-07	2.4319E-07	-6.981E-07
b9	5.24451E-11	5.1274E-12	1.7E-11	1.2138E-11	2.551E-11	-3.333E-11	-6.101E-11

Company	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung
Type	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward
Width	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Size	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
Out D	306	381	458	533	610	686	762
Out A	0.0775	0.1206	0.173	0.229	0.303	0.383	0.45
a1	467.3952312	520.59483	341.20408	357.720722	267.870031	-59.563334	204.764748
a2	-0.64937252	-3.3104288	-0.694129	-0.9333736	-0.4528977	1.55764942	-0.1139862
a3	11.01054313	-0.0853392	3.4422888	-0.1149491	4.26164538	21.9491125	3.05E+00
a4	0.099184945	0.04501985	0.0114369	0.00712685	0.00393966	-4.69E-04	1.02E-03
a5	0.069614436	0.1932796	0.1085877	0.13275833	6.56E-02	-1.91E-01	4.95E-02
a6	0.171775273	0.25986922	0.0823229	8.82E-02	3.57E-02	-8.82E-02	1.63E-02
a7	-0.00271893	-0.0016555	-3.74E-04	-2.73E-04	-1.19E-04	9.53E-05	-3.18E-05
a8	-0.00338298	-4.33E-03	-1.57E-03	-1.45E-03	-7.07E-04	1.05E-03	-2.99E-04
a9	3.47E-05	2.29E-05	5.33E-06	3.76E-06	1.70E-06	-1.25E-06	4.22E-07
b1	0.465382668	0.40745907	0.9708775	1.9157537	2.77395517	3.07165123	5.02E+00
b2	-0.02574077	-0.0169082	-0.024478	-0.0292654	-0.0317653	-2.98E-02	-2.96E-02
b3	-0.0058489	0.00669301	0.0095874	-0.0492002	-7.32E-02	-6.14E-02	-1.86E-01
b4	0.000430871	0.00021815	0.0001741	1.37E-04	1.14E-04	8.92E-05	6.41E-05
b5	0.000220841	0.0002099	6.75E-05	1.13E-03	2.26E-03	2.16E-03	3.76E-03
b6	0.000465438	2.63E-05	2.11E-04	7.53E-04	7.44E-04	5.88E-04	8.04E-04
b7	-4.60E-06	-4.83E-07	-1.35E-06	-1.95E-06	-1.39E-06	-9.14E-07	-7.22E-07
b8	-6.57E-06	-2.27E-06	-9.59E-07	-1.05E-05	-1.52E-05	-1.17E-05	-1.21E-05
b9	7.27E-08	2.08E-08	1.59E-08	2.94E-08	2.96E-08	1.90E-08	1.18E-08

Company	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung
Type	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward
Width	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Double
Size	5.5	6	7	8	9	10	2
Out D	838	914	1066	1220	1372	1524	306
Out A	0.545	0.648	0.882	1.152	1.458	1.8	0.124
a1	190.4413582	1.12E+02	1.26E+02	1.19E+02	9.67E+01	1.24E+02	1.38E+02
a2	-1.67E-01	7.88E-02	1.85E-02	-1.51E-02	1.08E-02	-4.35E-02	4.59E+00
a3	2.29E+00	6.60E+00	3.50E+00	2.48E+00	3.09E+00	4.93E-01	3.13E+01
a4	7.07E-04	2.33E-04	1.45E-04	1.06E-04	4.90E-05	4.14E-05	1.91E-02
a5	4.50E-02	-3.04E-02	1.03E-02	3.19E-02	-4.81E-06	3.74E-02	-2.28E-01
a6	1.64E-02	-3.92E-03	2.05E-03	3.48E-03	9.19E-04	3.49E-03	-2.11E-01
a7	-2.46E-05	-1.32E-06	-3.27E-06	-3.18E-06	-1.13E-06	-1.44E-06	-3.06E-04
a8	-2.67E-04	4.81E-05	-4.27E-05	-8.19E-05	-1.42E-05	-5.58E-05	2.80E-03
a9	3.21E-07	-7.45E-09	3.66E-08	4.88E-08	1.08E-08	1.89E-08	9.29E-07
b1	2.16E+00	6.83E+00	2.39E+01	1.32E+01	9.08E+00	1.56E+01	5.11E-01
b2	-1.95E-02	-3.21E-02	-7.43E-02	-3.81E-02	-2.51E-02	-2.83E-02	-1.75E-02
b3	5.26E-02	-1.72E-01	-1.29E+00	-4.56E-01	-1.05E-01	-4.03E-01	-1.05E-04
b4	4.80E-05	4.64E-05	6.44E-05	3.24E-05	2.06E-05	1.68E-05	1.85E-04
b5	6.13E-04	5.09E-03	2.04E-02	1.04E-02	2.80E-03	1.04E-02	6.88E-05
b6	5.20E-05	7.51E-04	3.77E-03	1.20E-03	4.54E-04	6.57E-04	2.65E-04
b7	-1.22E-07	-5.84E-07	-2.48E-06	-6.05E-07	-2.08E-07	-1.94E-07	-1.67E-06
b8	-1.52E-06	-1.42E-05	-5.44E-05	-2.01E-05	-4.39E-06	-1.08E-05	-8.33E-07
b9	3.34E-09	1.15E-08	3.63E-08	1.04E-08	2.60E-09	3.49E-09	1.65E-08

Company	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung
Type	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward
Width	Double	Double	Double	Double	Double	Double	Double
Size	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5
Out D	381	458	533	610	686	762	838
Out A	0.201	0.2802	0.383	0.5056	0.639	0.75	0.9075
a1	1.48E+02	5.91E+02	1.42E+02	3.37E+02	-1.27E+01	2.55E+02	1.08E+02
a2	2.99E+00	-1.57E+00	6.49E-01	-3.42E-01	8.10E-01	-1.84E-01	1.46E-01
a3	2.14E+01	-1.39E+01	1.55E+01	1.39E-01	1.98E+01	-6.82E-01	8.05E+00
a4	-1.84E-03	4.23E-03	4.43E-04	9.72E-04	-2.60E-04	3.39E-04	3.22E-05
a5	-1.30E-01	3.78E-01	-9.27E-02	1.18E-01	-1.93E-01	1.13E-01	-3.33E-02
a6	-1.22E-01	1.38E-01	-3.23E-02	2.80E-02	-4.49E-02	1.98E-02	-6.17E-03
a7	2.80E-04	-2.27E-04	2.13E-05	-3.52E-05	2.94E-05	-1.61E-05	2.00E-06
a8	1.51E-03	-2.36E-03	3.62E-04	-4.83E-04	6.30E-04	-3.49E-04	5.84E-05
a9	-4.13E-06	3.61E-06	-3.24E-07	4.99E-07	-4.55E-07	2.46E-07	-2.60E-08
b1	1.07E+00	3.14E+00	4.83E+00	6.14E-01	4.19E+00	-2.32E+00	8.41E+00
b2	-2.02E-02	-2.90E-02	-3.47E-02	-1.18E-02	-2.25E-02	2.70E-04	-2.72E-02
b3	-2.08E-02	-1.32E-01	-2.27E-01	8.97E-02	-1.17E-01	3.82E-01	-2.85E-01
b4	1.24E-04	9.06E-05	8.03E-05	4.02E-05	4.05E-05	1.58E-05	2.81E-05
b5	4.44E-04	2.67E-03	3.93E-03	-8.48E-04	2.12E-03	-5.91E-03	4.86E-03
b6	4.74E-04	1.07E-03	1.47E-03	-1.06E-04	6.23E-04	-9.60E-04	8.89E-04
b7	-1.57E-06	-1.86E-06	-2.03E-06	-3.02E-08	-5.96E-07	6.68E-07	-5.26E-07
b8	-4.25E-06	-1.62E-05	-2.05E-05	3.79E-06	-6.28E-06	1.92E-05	-1.01E-05
b9	1.88E-08	2.95E-08	2.97E-08	-7.53E-10	7.24E-09	-1.26E-08	6.73E-09

Company	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung	Samjung	Taeil	Taeil
Type	Forward	Forward	Forward	Forward	Forward	Airfoil	Airfoil
Width	Double	Double	Double	Double	Double	Single	Single
Size	6	7	8	9	10	12	15
Out D	914	1066	1220	1372	1524	310	381
Out A	1.08	1.512	1.992	2.538	3	0.08	0.12
a1	1.07E+02	6.10E+01	2.71E+02	-4.66E+01	9.74E+01	-1.4594234	-1.8268867
a2	9.27E-02	1.51E-01	-1.83E-01	1.53E-01	2.38E-03	0.15208395	0.11863108
a3	6.77E+00	8.02E+00	-6.52E+00	1.13E+01	1.78E+00	0.00032137	0.0007912
a4	2.63E-05	-1.86E-05	7.40E-05	-2.08E-05	5.74E-06	-0.0484041	-0.0206369
a5	-2.77E-02	-2.79E-02	1.58E-01	-1.02E-01	1.39E-02	1.1514E-05	1.7808E-05
a6	-4.23E-03	-8.31E-03	1.26E-02	-7.57E-03	8.17E-04	0.00050972	0.00035848
a7	9.46E-07	2.77E-06	-3.81E-06	1.47E-06	-2.08E-07	1.7444E-06	9.0098E-07
a8	4.86E-05	8.34E-05	-1.97E-04	9.35E-05	-1.21E-05	1.4944E-09	1.1051E-08
a9	-1.70E-08	-3.46E-08	5.59E-08	-1.93E-08	2.28E-09	-1.689E-10	-1.49E-10
b1	1.14E+01	2.32E+01	1.11E+01	7.59E+00	-3.55E+00	0.06074196	-0.0139237
b2	-2.75E-02	-3.78E-02	-2.27E-02	-1.48E-02	-5.53E-03	-0.0024046	-0.0003986
b3	-4.49E-01	-1.23E+00	-5.92E-02	7.18E-02	8.60E-01	-5.804E-05	3.0518E-05
b4	2.21E-05	2.08E-05	1.37E-05	8.72E-06	5.19E-06	0.00014958	0.0001084
b5	7.64E-03	2.83E-02	-3.21E-03	-3.07E-03	-2.20E-02	3.9147E-08	5.9073E-08
b6	9.74E-04	1.72E-03	4.42E-04	2.11E-04	-2.32E-04	-1.65E-06	-5.466E-06
b7	-4.29E-07	-5.47E-07	-1.75E-07	-7.41E-08	3.82E-09	-1.814E-07	-1.445E-07
b8	-1.18E-05	-3.45E-05	1.89E-06	2.64E-06	1.33E-05	4.5352E-09	7.7557E-09
b9	5.69E-09	1.13E-08	7.13E-10	1.48E-10	-1.40E-09	3.289E-12	-7.876E-14

Company	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil
Type	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil
Width	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Size	18	22	24	27	30	33	36
Out D	464	565	622	685	762	838	928
Out A	0.178	0.265	0.321	0.389	0.48	0.582	0.712
a1	3.312621706	0.75580086	1.2657275	2.08538367	1.77452226	-0.2922578	1.91384504
a2	-0.16629358	-0.0080903	-0.05032	-0.027234	-0.0086673	0.00279956	-0.0168805
a3	0.000993396	-0.0008432	0.0024652	-0.0028669	-0.0041603	0.0015003	-0.001346
a4	-0.0110279	-0.0057484	-0.004393	-0.0026253	-0.0018128	-0.0007947	-0.0007035
a5	1.47018E-05	2.0793E-05	9.692E-06	1.0987E-05	1.1626E-05	4.6431E-05	2.9076E-05
a6	0.000897813	0.00073322	0.0008675	0.00078363	0.0007167	0.00035947	0.00051334
a7	-7.1996E-07	2.7801E-09	-1.5E-07	-8.633E-08	-1.04E-08	2.1465E-08	-3.831E-08
a8	2.44155E-11	-2.034E-09	5.334E-09	-1.12E-08	-1.146E-08	4.5392E-09	-2.172E-09
a9	8.16514E-11	-3.789E-13	1.58E-11	2.5037E-11	9.2995E-12	-8.231E-12	9.4587E-12
b1	0.024470716	0.02950558	-0.052572	-0.0199422	-0.0285986	-0.0031268	-0.2120141
b2	-0.000391	-0.0007735	0.0003546	-0.0024907	-0.0018297	-0.0008664	-0.0004486
b3	-5.3869E-05	-2.594E-05	0.0001355	0.00048156	0.0005653	0.00032124	0.00126729
b4	1.79178E-05	-6.417E-06	-6.71E-05	-3.997E-05	-3.195E-05	-1.848E-05	-2.149E-05
b5	6.48097E-08	-9.26E-08	-1.02E-06	-1.747E-06	-2.548E-06	-2.6E-06	-5.465E-06
b6	-8.7962E-07	2.7652E-06	1.513E-05	1.6927E-05	1.7675E-05	1.3821E-05	1.8111E-05
b7	-1.0457E-07	-8.483E-08	-6.09E-08	-4.812E-08	-4.348E-08	-3.647E-08	-3.306E-08
b8	1.07337E-08	1.605E-08	1.781E-08	2.0177E-08	2.5307E-08	2.9303E-08	3.7699E-08
b9	1.16636E-12	8.4101E-13	-7.1E-13	3.8333E-14	-2.172E-13	-1.173E-13	-1.121E-12

Company	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil
Type	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil
Width	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Size	40	44	49	54	60	66	73
Out D	1022	1130	1245	1378	1524	1676	1854
Out A	0.865	1.059	1.283	1.572	1.924	2.328	2.848
a1	0.822681925	-0.1465473	-1.232724	-0.3909666	0.01100267	3.92749248	-0.9956597
a2	-0.00521982	-0.0010111	0.0014862	-0.0031801	-0.0027244	-0.0037002	0.00831905
a3	-0.00185972	0.00088854	0.0058857	0.00773755	0.00651613	-0.0272514	-0.0184416
a4	-0.00050455	-0.0003244	-0.000233	-0.0001521	-0.0001034	-7.013E-05	-5.278E-05
a5	3.39836E-05	4.5537E-05	3.639E-05	3.9166E-05	4.8089E-05	0.00012431	0.00011443
a6	0.000474786	0.00039904	0.0003778	0.00034853	0.0003198	0.0003119	0.00026152
a7	-7.1139E-09	-4.531E-09	-5.35E-10	-5.939E-09	-1.863E-09	-6.064E-09	8.2841E-09
a8	-1.036E-08	1.7041E-09	1.144E-08	1.3275E-08	8.9875E-09	-4.167E-08	-1.144E-08
a9	6.89745E-12	1.0369E-12	-2.62F-12	-9.266E-13	-1.361E-12	9.8335E-12	-2.678E-12
b1	0.104615572	-0.1480278	-0.2212	0.42911441	0.47826235	0.22106248	0.11568627
b2	-0.00071747	-0.0003186	-0.001028	-0.0027149	-0.0016877	0.00045062	-0.0019673
b3	-9.0047E-05	0.00107782	0.0025129	0.00080141	-0.0004565	-0.0032102	0.00565181
b4	-1.1323E-05	-1.069E-05	-8.3E-06	-6.394E-06	-5.171E-06	-5.513E-06	-3.927E-06
b5	-4.0972E-06	-8.318E-06	-1.4E-05	-2.046E-05	-2.524E-05	-2.847E-05	-7.102E-05
b6	1.52637E-05	1.7268E-05	1.943E-05	2.8821E-05	2.8535E-05	2.7945E-05	3.5417E-05
b7	-3.0368E-08	-2.697E-08	-2.55E-08	-2.59E-08	-2.244E-08	-1.745E-08	-1.797E-08
b8	4.19376E-08	5.3504E-08	6.661E-08	7.7871E-08	9.3571E-08	1.0985E-07	1.4444E-07
b9	5.25762E-13	-3.378E-13	-5.38E-13	1.304E-12	1.3029E-12	5.684E-13	2.4002E-13

Company	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil
Type	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil
Width	Double	Double	Double	Double	Double	Double	Double
Size	101	121	131	151	161	181	201
Out D	254	311	343	381	419	464	508
Out A	0.095	0.144	0.176	0.216	0.262	0.321	0.385
a1	-18.0660486	-6.901742	-1.544711	-4.2846665	-27.533215	-8.1799027	66.2308967
a2	0.87109219	0.2311705	0.1167331	0.15922683	0.57048535	0.07324302	-0.124682
a3	0.012322159	0.00672708	0.0016426	0.0034087	0.02294751	0.01283895	-0.1300166
a4	-0.03948346	-0.0147052	-0.010068	-0.0070228	-0.0067126	-0.002725	-0.003317
a5	4.54451E-06	8.7461E-06	1.181E-05	1.4402E-05	1.3369E-05	1.9292E-05	7.1011E-05
a6	-3.3551E-05	0.00019828	0.0002746	0.00021079	-0.0001558	0.00014338	0.00098116
a7	4.89338E-06	1.0128E-06	6.227E-07	7.077E-07	2.0085E-06	1.3908E-07	4.7356E-07
a8	9.7867E-08	4.8779E-08	2.828E-08	3.2684E-08	1.0232E-07	4.0221E-08	-3.159E-07
a9	-8.2666E-10	-2.325E-10	-1.48E-10	-1.56E-10	-4.139E-10	-5.798E-11	1.3224E-10
b1	0.072348654	-0.444661	0.3710463	0.06181598	-0.5708534	0.84248343	6.56023501
b2	0.001515061	0.02063703	0.0007126	0.00618293	0.02138373	-0.0018987	-0.0322343
b3	-0.00010751	1.3825E-05	-0.000587	-0.000326	-9.539E-05	-0.001454	-0.010313
b4	2.81376E-05	-4.1E-05	1.583E-05	1.4863E-05	-8.037E-05	3.605E-05	-2.617E-05
b5	4.05577E-08	8.4171E-08	2.266E-07	2.271E-07	2.8331E-07	7.5879E-07	3.6498E-06
b6	-9.0912E-07	-1.129E-05	6.48E-07	-6.8E-06	-1.601E-05	-2.647E-07	6.2258E-05
b7	-9.414E-08	-3.878E-08	-7.03E-08	-5.167E-08	1.4046E-08	-6.332E-08	-6.125E-08
b8	2.7919E-09	5.3609E-09	4.334E-09	7.279E-09	9.9901E-09	8.4601E-09	-1.253E-08
b9	1.44661E-12	-3.698E-12	2.54E-12	-1.623E-12	-1.167E-11	3.4249E-12	1.822E-11

Company	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil
Type	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil
Width	Double	Double	Double	Double	Double	Double	Double
Size	221	241	271	301	331	361	401
Out D	565	622	686	762	838	927	1022
Out A	0.476	0.577	0.7	0.865	1.05	1.281	1.561
a1	-4591.30372	-299.88992	832.99354	1484.63035	-1492.3542	-7405.2017	-3892.3785
a2	20.81668507	2.12390245	-2.579762	-3.3964346	2.27287606	10.4570258	3.410665
a3	3.764023096	0.28764978	-0.999124	-2.0164316	1.84003325	11.9688351	7.75493667
a4	-0.02414028	-0.0032694	0.0011322	0.00130156	-0.0012061	-0.0037278	-0.000803
a5	-0.00074099	-3.754E-05	0.0003308	0.0006995	-0.0004916	-0.0047403	-0.0037782
a6	-0.01674027	-0.0017903	0.0033606	0.00491442	-0.0024602	-0.016719	-0.0066261
a7	1.86981E-05	2.3567E-06	-2.08E-06	-2.366E-06	1.0942E-06	5.7574E-06	1.4395E-06
a8	3.46483E-06	4.9707E-07	-9.21E-07	-1.54E-06	7.3868E-07	6.793E-06	3.3909E-06
a9	-3.8071E-09	-5.703E-10	6.22E-10	7.9321E-10	-2.922E-10	-2.313E-09	-7.186E-10
b1	-310.7144	-33.590846	312.57658	321.259004	-262.11701	-2049.41	-2086.6993
b2	1.324971813	0.13496674	-0.947077	-0.7282247	0.3531135	2.7917546	2.19215228
b3	0.249337327	0.02792516	-0.367253	-0.4332321	0.31237075	3.33317147	3.76545088
b4	-0.00141777	-0.000127	0.0006249	0.00036823	-0.0001348	-0.000917	-0.0005577
b5	-4.9585E-05	-6.215E-06	0.000105	0.00014059	-8.854E-05	-0.0013469	-0.0016988
b6	-0.00105347	-0.0001077	0.0011228	0.00099639	-0.0003834	-0.0045473	-0.0039573
b7	1.08591E-06	6.463E-08	-7.81E-07	-5.402E-07	1.1333E-07	1.475E-06	9.8716E-07
b8	2.22176E-07	4.0761E-08	-3.02E-07	-3.005E-07	1.2535E-07	1.8793E-06	1.8363E-06
b9	-2.21E-10	-1.958E-11	2.185E-10	1.7179E-10	-2.874E-11	-6.06E-10	-4.55E-10

Company	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil
Type	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Airfoil	Backward
Width	Double	Double	Double	Double	Double	Double	Single
Size	441	491	541	601	661	731	12
Out D	1130	1245	1378	1524	1676	1854	310
Out A	1.905	2.313	2.834	3.465	4.19	5.128	0.08
a1	-3892.37849	615.459478	-1396.299	-1649.7961	-2672.9745	-2138.5268	-2.4786199
a2	3.410664998	-0.3347092	0.7704514	0.75866063	0.99839128	0.74419906	0.23479361
a3	7.754936665	-1.4839417	3.3348902	4.4008157	7.76987297	6.73644815	0.00070928
a4	-0.00080302	-2.983E-05	-0.000149	-0.0001129	-0.000112	-7.718E-05	-0.0545657
a5	-0.00377817	0.00090989	-0.001928	-0.0028508	-0.00557	-0.0052063	8.1372E-06
a6	-0.00662611	0.00106557	-0.001659	-0.0018665	-0.0027459	-0.0022008	0.00098525
a7	1.43952E-06	-1.046E-07	2.535E-07	2.2722E-07	2.6763E-07	2.0066E-07	2.0319E-06
a8	3.39089E-06	-5.235E-07	1.098E-06	1.3538E-06	2.1064E-06	1.8374E-06	1.7972E-08
a9	-7.1858E-10	6.9465E-11	-1.51E-10	-1.521E-10	-1.942E-10	-1.572E-10	-3.038E-10
b1	-2017.95652	938.973981	-1866.711	-2421.6246	-2576.2922	-2679.9241	-0.2110817
b2	1.637603832	-0.7162226	1.0128496	1.08951708	0.92229551	0.81025054	0.00755776
b3	4.065342796	-2.0669155	4.5553128	6.52297117	7.51940131	8.63526741	0.00031374
b4	-0.00031906	0.00012426	-0.000135	-0.0001204	-8.291E-05	-6.285E-05	0.00010824
b5	-0.00204741	0.00108621	-0.002815	-0.0044467	-0.0056096	-0.0071463	-1.528E-08
b6	-0.00331346	0.00161334	-0.00246	-0.0029187	-0.0026545	-0.0025631	-1.977E-05
b7	6.31295E-07	-3.052E-07	3.107E-07	3.0618E-07	2.2128E-07	1.827E-07	1.967E-08
b8	1.73698E-06	-7.908E-07	1.609E-06	2.0973E-06	2.1022E-06	2.2637E-06	8.246E-09
b9	-3.3043E-10	1.5842E-10	-2E-10	-2.166E-10	-1.709E-10	-1.558E-10	-3.383E-11

Company	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil
Type	Backward	Backward	Backward	Backward	Backward	Backward	Backward
Width	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Size	15	18	22	24	27	30	33
Out D	381	464	565	622	685	762	838
Out A	0.12	0.178	0.265	0.321	0.389	0.48	0.582
a1	0.246043078	-0.4851802	1.0407606	-0.4284175	0.22453234	0.64629543	-2.2059211
a2	0.00443405	-0.0336375	0.0691357	0.00013762	-0.0860559	-0.0052821	0.00419375
a3	-0.00050283	0.00309619	-0.010378	0.00147922	0.01674447	-0.0007446	0.00889039
a4	-0.02294284	-0.0086937	-0.005392	-0.0035294	-0.0029645	-0.0012991	-0.0008049
a5	1.26771E-05	1.1426E-05	1.856E-05	1.4478E-05	-3.956E-05	2.4807E-05	3.6576E-05
a6	0.000904418	0.00079838	0.0008049	0.00073374	0.00111245	0.00055632	0.00040553
a7	1.39509E-07	-1.113E-07	1.745E-07	2.2439E-08	-1.107E-07	-7.775E-09	2.0815E-08
a8	-3.6999E-09	9.0892E-09	-2.66E-08	2.7784E-09	1.7229E-08	-3.888E-10	1.9705E-08
a9	-1.2294E-11	-1.572E-12	8.013E-12	-7.446E-12	4.9353E-12	5.6526E-13	-1.615E-11
b1	-0.03531261	-0.004199	-0.11099	0.0504264	0.05763277	0.09056731	-0.016583
b2	0.001534738	0.00085041	0.0006592	-0.000212	0.01314262	-0.0001589	0.00027446
b3	3.13388E-05	-4.548E-05	0.0002593	-0.0001514	-0.0029152	-0.0003113	-5.736E-05
b4	0.000100421	3.2547E-05	7.107E-05	6.8852E-05	0.00022345	6.9031E-06	2.3774E-05
b5	1.07581E-07	1.6886E-07	7.817E-07	1.4821E-06	1.2618E-05	7.1537E-07	3.4115E-06
b6	-8.5507E-06	-4.816E-06	-1.8E-05	-1.886E-05	-0.0001067	-2.894E-06	-1.818E-05
b7	-1.0224E-07	-6.515E-08	-6.79E-08	-6.844E-08	-2.343E-08	-3.831E-08	-3.073E-08
b8	8.32712E-09	1.0222E-08	1.771E-08	2.0245E-08	1.7903E-08	2.7025E-08	3.1889E-08
b9	-2.176E-12	-3.404E-14	-1.7E-12	7.3055E-13	8.4621E-13	4.8623E-13	3.9101E-14

Company	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil	Taeil
Type	Backward	Backward	Backward	Backward	Backward	Backward	Backward	Backward
Width	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Single
Size	36	40	44	49	54	60	66	73
Out D	928	1022	1130	1245	1378	1524	1676	1854
Out A	0.712	0.865	1.059	1.283	1.572	1.924	2.328	2.848
a1	-1.08801753	-1.2430639	1.0878519	0.65565174	-0.5191388	4.2521914	-0.2743024	-0.234174173
a2	-0.02065048	-0.0009436	-0.010066	0.00263216	-0.0025057	-0.0049382	-0.0034001	-0.001460968
a3	0.017773771	0.00698232	0.0031389	-0.0077785	0.00899913	-0.0253751	0.01186431	0.006971076
a4	-0.00056631	-0.0004614	-0.000293	-0.0002106	-0.0001407	-9.255E-05	-5.879E-05	-4.19002E-05
a5	2.44028E-05	8.7526E-06	2.111E-05	4.1108E-05	1.4328E-05	6.6271E-05	5.4419E-05	4.49415E-05
a6	0.000436599	0.00048948	0.0004438	0.00040003	0.00036834	0.00036177	0.00028185	0.000271541
a7	-2.3495E-08	-4.299E-09	-1.57E-08	3.9753E-09	-9.015E-11	-8.575E-09	-3.721E-09	-1.59552E-09
a8	3.01678E-08	1.2368E-08	2.843E-09	-1.161E-08	9.9061E-09	-3.292E-08	9.3485E-09	4.20412E-09
a9	-8.1721E-12	-2.911E-12	4.029E-12	1.5556E-12	-2.367E-12	9.0142E-12	6.1906E-13	4.80466E-13
b1	-0.00135675	-0.217534	-0.197912	0.22385525	3.31511871	4.25219092	0.23355558	-0.546564616
b2	0.000521726	0.00011411	-0.000456	-0.0001307	-0.0082895	-0.0049382	-3.036E-05	0.001179061
b3	-0.00027691	0.00116392	0.0017225	-0.0013401	-0.0117688	-0.0253751	-0.0022396	0.000327928
b4	-6.5368E-06	-8.768E-06	-7.21E-06	-5.753E-06	1.6849E-06	-9.255E-05	-2.041E-06	-2.2894E-06
b5	-1.5446E-06	-5.126E-06	-9.05E-06	-7.257E-06	-2.63E-06	6.6271E-05	-1.688E-05	-3.10121E-05
b6	-1.5446E-06	1.006E-05	1.351E-05	1.5829E-05	3.8654E-05	0.00036177	1.434E-05	1.2993E-05
b7	-1.5446E-06	-2.74E-08	-2.64E-08	-2.386E-08	-3.672E-08	-8.575E-09	-1.798E-08	-1.47063E-08
b8	4.00091E-08	5.0768E-08	6.27E-08	7.0207E-08	7.2573E-08	-3.292E-08	1.295E-07	1.61602E-07
b9	4.00091E-08	-1.11E-12	-7.89E-13	7.0234E-13	9.2252E-12	9.0142E-12	5.6074E-13	-6.0863E-13

-축류송풍기

Model	080-5-8	080-5-8	080-5-8	080-5-8	090-5-8	090-5-8	090-5-8
Size	80	80	80	80	90	90	90
InclinedDegree	25	35	45	55	25	35	45
a1	-110000.487	208246.683	-77748.46	19257.0242	388674.558	343402.677	-63455.768
a2	42498.89991	-50841.014	14427.968	-3171.849	437085.114	436927.163	440004.555
a3	152.6325977	-280.54161	104.72464	-27.275303	-550.81096	-489.8092	91.6333093
a4	-4194.83665	3285.61371	-694.3599	108.769889	461048.428	462116.119	462835.582
a5	-0.05032098	0.09273282	-0.032888	0.00909042	0.18793383	0.16798427	-0.0323498
a6	-58.5596557	66.6860155	-19.24362	4.69292892	-618.40754	-617.50862	-6.23E+02
a7	5.676003491	-4.1892349	0.8998381	-0.1824929	-652.75606	-6.54E+02	-655.22689
a8	0.019368302	-0.0214667	0.0061122	-0.0015039	2.10E-01	0.20982664	0.21208996
a9	-0.00186251	0.00131269	-0.000283	6.09E-05	0.2220377	0.22255785	0.22286148
b1	-3966.87944	6343.11419	-2493.242	-2331.1184	389228.127	345450.554	-63615.514
b2	1838.919973	-1369.5497	580.94748	515.537542	436909.14	436413.577	440257.257
b3	5.284012838	-8.7104658	3.1464981	2.93256839	-551.05341	-489.73463	8.94E+01
b4	-237.770877	61.4584102	-39.36053	-29.442189	461088.658	4.62E+05	4.63E+05
b5	-0.00173538	0.00279464	-0.001026	-0.0009039	1.87E-01	1.67E-01	-3.04E-02
b6	-2.27994871	1.9744067	-0.649653	-6.04E-01	-6.18E+02	-6.17E+02	-6.23E+02
b7	0.276894155	-0.0991544	4.10E-02	3.32E-02	-6.53E+02	-6.54E+02	-655.22176
b8	0.000720717	-6.43E-04	1.97E-04	1.79E-04	2.10E-01	0.21000263	0.21189382
b9	-8.30E-05	3.39E-05	-1.14E-05	-9.49E-06	0.22202857	0.22254697	0.22286659

Company	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB
Type	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial
Model	090-5-8	090-6-8	090-6-8	090-6-8	090-6-8	100-5-8	100-5-8
Size	90	90	90	90	90	100	100
InclinedDegree	55	25	35	45	55	25	35
a1	3707852.168	-7715.4265	-71665.09	193375.007	-1.84E+04	378332.244	644749.767
a2	455284.6896	2512.24682	14853.347	-2.68E+04	2555.40892	443497.723	442648.547
a3	-5248.61227	10.8193047	9.56E+01	-269.73667	25.0030346	-535.64677	-909.22228
a4	471319.1438	-2.31E+02	-830.9872	904.856688	-99.832938	464931.929	466781.238
a5	1.79E+00	-0.0030848	-0.030811	0.08964232	-0.0079136	0.18277875	0.3087463
a6	-644.433615	-3.5051109	-19.20499	37.5435978	-3.30E+00	-627.88994	-627.23379
a7	-667.230129	0.28901055	1.0207354	-1.29E+00	0.1155429	-6.58E+02	-660.77796
a8	0.219260713	0.00118004	6.18E-03	-0.0123944	0.0011044	2.14E-01	2.14E-01
a9	0.226948404	-9.68E-05	-0.000319	0.00042812	-3.68E-05	0.22387222	2.25E-01
b1	3707402.081	3.09E+02	-6.90E+03	1.28E+02	-2.67E+02	378575.712	634741.272
b2	4.55E+05	5.26E+01	1.60E+03	1.62E+02	100.978693	443562.03	443328.594
b3	-5.25E+03	-5.31E-01	8.98E+00	-0.6242031	0.2785852	-535.90285	-899.31604
b4	4.71E+05	-2.62E+01	-102.9567	-18.148226	-7.0732081	4.65E+05	466757.711
b5	1.79E+00	0.00017973	-0.002926	0.00024073	-9.29E-05	1.82E-01	3.06E-01
b6	-644.481744	0.05507609	-1.959706	-6.90E-02	-8.74E-02	-6.28E+02	-6.27E+02
b7	-667.228384	0.01728761	1.20E-01	1.47E-02	6.51E-03	-6.58E+02	-6.61E+02
b8	0.219204369	-3.25E-05	6.13E-04	2.84E-06	2.34E-05	0.21355654	2.13E-01
b9	0.226949014	-2.76E-06	-3.57E-05	-3.17E-06	-1.65E-06	0.22387331	0.22475615

Company	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB
Type	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial
Model	100-5-8	100-5-8	100-6-8	100-6-8	100-6-8	100-6-8	112-5-8
Size	100	100	100	100	100	100	112
InclinedDegree	45	55	25	35	45	55	25
a1	-4298626.88	-7269715.2	-2.32E+04	-96387.802	-25803.21	8998.57651	362201.737
a2	444803.2205	450171.504	7167.3414	13168.355	1.60E+03	-941.10872	440129.41
a3	6092.976391	10291.7746	31.795652	1.35E+02	36.5065556	-12.616366	-510.74863
a4	466418.0062	466910.885	-5.44E+02	-450.74203	-34.76699	17.095065	466032.122
a5	-2.07438715	-3.5006248	-0.009998	-0.0439503	-0.0129641	0.00447799	0.17363726
a6	-630.632303	-637.24238	-9.724544	-18.474576	-2.0106345	1.40989475	-623.59698
a7	-660.25519	-660.98329	0.7104197	0.62639774	0.02662317	-0.0325005	-659.70893
a8	2.15E-01	2.17E-01	0.0031963	0.006138	0.00077361	-4.38E-04	2.12E-01
a9	0.224567179	2.25E-01	-0.000231	-0.0002088	-9.19E-06	1.08E-05	2.24E-01
b1	-4324298.87	-7270139.6	1.25E+02	9.96E+03	2.05E+03	26.5421061	360920.726
b2	445820.1002	450206.89	2.72E+01	-1.34E+03	-9.24E+01	47.3647281	440552.231
b3	6121.52461	10291.6736	-1.70E-01	-1.39E+01	-3.32E+00	-0.1743259	-510.93986
b4	466394.5033	466912.831	-8.11E+00	4.02E+01	-3.7502049	-3.15E+00	466009.556
b5	-2.08E+00	-3.50E+00	5.16E-05	0.0044938	0.00112867	5.05E-05	1.74E-01
b6	-6.31E+02	-6.37E+02	0.0102385	1.9297436	2.46E-01	-2.00E-02	-6.24E+02
b7	-6.60E+02	-6.61E+02	0.0054218	-6.19E-02	-3.99E-04	2.45E-03	-6.60E+02
b8	2.15E-01	2.17E-01	-7.33E-06	-6.35E-04	-9.61E-05	2.41E-06	2.12E-01
b9	0.224575464	2.25E-01	-9.75E-07	2.10E-05	1.03E-06	-5.29E-07	0.22439027

Company	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB
Type	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial
Model	112-5-8	112-5-8	112-5-8	112-6-8	112-6-8	112-6-8	112-6-8
Size	112	112	112	112	112	112	112
InclinedDegree	35	45	55	25	35	45	55
a1	-2230804.61	-15736717	-9409842	-74884.111	-148239.04	1.03E+06	-2.01E+05
a2	452060.5459	434840.374	424370.1	18580.4341	1.58E+04	-7.57E+04	12144.5093
a3	3152.186446	22276.6635	13319.92	1.06E+02	2.07E+02	-1450.7424	280.348064
a4	467237.2984	466921.679	467282.57	-1.12E+03	-423.28749	1389.89703	-187.82434
a5	-1.06977258	-7.5758193	-4.530066	-0.0351357	-0.068387	0.4938835	-0.0936219
a6	-639.19638	-615.52117	-600.5954	-26.167693	-22.105755	107.016755	-16.836545
a7	-6.61E+02	-660.99594	-661.5097	1.56792137	0.58396703	-1.967698	0.25576122
a8	2.17E-01	2.09E-01	2.04E-01	0.00883941	0.00737237	-0.0363558	0.00565307
a9	0.224995962	2.25E-01	2.25E-01	-0.0005293	-0.0001945	0.00066829	-8.53E-05
b1	-2235009.06	-15736812	-9426329	1.07E+03	2.45E+03	2.12E+04	-9.23E+03
b2	451577.7988	434832.127	424188.04	-1.79E+02	-2.02E+02	-1.49E+03	630.761109
b3	3163.536424	22277.4061	13343.993	-1.49E+00	-3.65E+00	-30.337342	12.5032337
b4	467255.8013	466922.83	467285.77	4.92E+00	1.2220614	24.2519325	-11.58734
b5	-1.08E+00	-7.58E+00	-4.54E+00	0.00050261	0.00123223	0.01028188	-0.0041791
b6	-6.39E+02	-6.16E+02	-6.00E+02	0.2877627	0.36045601	2.18635784	-8.18E-01
b7	-6.61E+02	-6.61E+02	-6.62E+02	-0.0105982	-0.0058944	-3.72E-02	1.44E-02
b8	2.17E-01	2.09E-01	2.04E-01	-0.0001008	-1.30E-04	-7.50E-04	2.67E-04
b9	2.25E-01	2.25E-01	2.25E-01	4.14E-06	2.64E-06	1.31E-05	-4.55E-06

Company	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB
Type	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial
Model	125-5-8	125-5-8	125-5-8	125-5-8	125-6-8	125-6-8
Size	125	125	125	125	125	125
InclinedDegree	25	35	45	55	25	35
a1	353310.9469	-2894984.1	-49647830	-82288853	1545910.45	-31710835
a2	446247.664	448287.019	429253.91	418703.742	444186.311	461539.216
a3	-499.962612	4094.39634	70283.309	116491.914	-2188.4959	4.49E+04
a4	467387.8637	466860.944	466570.24	466949.909	4.67E+05	4.66E+05
a5	0.170733526	-1.3905125	-23.90497	-3.96E+01	7.45E-01	-15.270069
a6	-631.810435	-634.2808	-6.08E+02	-5.93E+02	-628.80481	-653.55647
a7	-6.62E+02	-6.61E+02	-6.60E+02	-661.03515	-661.00289	-660.19772
a8	2.15E-01	2.16E-01	0.2066821	0.20163146	0.21387572	0.22237183
a9	0.225052018	0.22480396	0.2246589	0.22484175	0.22483101	0.22455574
b1	353462.5414	-2875855.8	-49647647	-82289327	-3.17E+07	-3.17E+07
b2	446321.7819	447684.106	429279.64	4.19E+05	4.62E+05	4.62E+05
b3	-500.410657	4070.40759	7.03E+04	1.16E+05	4.49E+04	4.49E+04
b4	467386.1768	4.67E+05	4.67E+05	4.67E+05	4.66E+05	4.66E+05
b5	1.70E-01	-1.38E+00	-2.39E+01	-3.96E+01	-1.53E+01	-1.53E+01
b6	-6.32E+02	-6.34E+02	-6.08E+02	-5.93E+02	-6.54E+02	-653.56845
b7	-6.62E+02	-6.61E+02	-6.60E+02	-6.61E+02	-660.197	-660.197
b8	2.15E-01	2.16E-01	2.07E-01	0.20160271	0.2223059	0.2223059
b9	2.25E-01	2.25E-01	0.2246589	0.22484185	0.22455693	0.22455693

Company	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB	ABB
Type	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial	Axial
Model	125-6-8	125-6-8	140-6-8	140-6-8	140-6-8	140-6-8
Size	125	125	140	140	140	140
InclinedDegree	45	55	25	35	45	55
a1	-46598824	-8.67E+07	7.35E+05	-29767320	86340324.4	133190865
a2	4.71E+05	473044.002	443522.67	404371.088	256528.795	477488.988
a3	6.59E+04	122669.542	-1040.249	42142.8835	-122225.85	-188551.49
a4	466852.5187	467285.103	466382.95	467101.264	466819.578	467101.334
a5	-22.4183493	-41.722918	0.3543598	-14.334336	41.5743794	64.1340309
a6	-664.242005	-669.54611	-627.9723	-572.64275	-363.20523	-675.85484
a7	-660.930402	-661.51024	-660.2286	-661.24526	-660.84843	-661.24914
a8	0.225446678	0.227714	0.2136121	0.19482897	0.12354928	0.22987955
a9	0.224814129	0.22500388	0.2245667	0.22491253	0.22477823	0.22491486
b1	-4.66E+07	-8.67E+07	7.33E+05	-2.98E+07	86340118.6	133191701
b2	4.69E+05	4.73E+05	4.44E+05	404525.673	256581.239	477453.652
b3	6.59E+04	1.23E+05	-1037.461	42142.64	-122226.61	-188551.95
b4	4.67E+05	467286.752	466380.71	467099.384	466819.313	467102.355
b5	-22.4268748	-41.724111	0.3528819	-14.334266	41.5735963	64.1333484
b6	-664.200422	-669.54422	-627.9772	-572.64324	-363.20101	-675.86484
b7	-660.93148	-661.51016	-660.2282	-661.24493	-660.84832	-661.24903
b8	0.225917444	0.22773321	0.2135945	0.1947758	0.12353721	0.22988115
b9	0.224806721	0.22500355	0.2245676	0.22491332	0.2247784	0.22491472

-인라인송풍기

Company	삼정기계	삼정기계	삼정기계	삼정기계	삼정기계	삼정기계	삼정기계	삼정기계
Type	Inline	Inline	Inline	Inline	Inline	Inline	Inline	Inline
Model	BSFB-225	DSFB-300	BSFB-375	BSFB-450	BSFB-525	BSFB-600	BSFB-750	BSFB-900
Size								
a1	2.558690034	14.7863727	3.3071307	4.23553553	6.87E+00	1.96E+03	3.00E+01	-2.84E+02
a2	-9.53E-01	-3.8842672	-4.372298	-4.0207027	-7.04E+00	-8.16E+01	-1.02E+00	2.07E+01
a3	0.008080939	0.01144697	0.0450623	0.07612479	1.34E-01	-4.38E+00	2.89E-01	1.49E+00
a4	-2.40E-02	0.0777374	1.11E-01	-1.35E-01	8.22E-02	2.14E+00	-4.58E-01	-1.349896044
a5	5.56E-07	2.46E-06	5.55E-07	2.84E-06	-4.78E-06	2.54E-03	2.35E-05	-5.74E-04
a6	2.77E-04	0.00273834	4.37E-03	4.51E-03	7.27E-03	0.16906889	4.93E-04	-6.56E-02
a7	2.18E-05	-6.51E-05	-1.76E-04	1.54E-04	-0.0001188	-4.45E-03	0.00072223	3.45E-03
a8	-3.04E-08	-5.17E-07	-1.21E-06	-1.57E-06	-1.82E-06	-8.71E-05	-6.57E-07	4.70E-05
a9	-4.22E-09	1.30E-08	6.31E-08	-4.42E-08	3.36E-08	2.27E-06	-3.00E-07	-2.26E-06
b1	0.124875314	0.16285927	0.7173584	0.1699479	-0.5369116	3.20E+00	-7.57E-01	-1.09E+01
b2	0.028778333	-0.0511562	-0.012754	1.40E-02	-2.08E-02	-2.41E-02	8.29E-03	4.72E-01
b3	-0.00021126	-0.0003111	-1.45E-03	-8.27E-04	-2.59E-05	-9.24E-03	-5.15E-04	2.67E-02
b4	-0.00125923	2.44E-03	1.72E-03	-3.46E-03	4.20E-04	1.36E-03	-3.02E-03	-1.75E-02
b5	1.03E-07	2.17E-07	8.97E-07	1.07E-06	1.52E-06	7.93E-06	5.26E-06	-5.24E-06
b6	-2.38E-05	3.40E-05	1.31E-05	-1.28E-05	3.89E-05	4.12E-05	1.04E-05	-1.30E-03
b7	1.04E-06	-1.69E-06	-2.26E-06	4.63E-06	-7.94E-07	-2.62E-06	6.25E-06	4.96E-05
b8	4.57E-09	-5.73E-09	-3.48E-09	1.63E-09	-1.62E-08	-1.93E-08	-3.72E-08	8.37E-07
b9	-2.00E-10	2.93E-10	7.36E-10	-1.52E-09	3.32E-10	1.29E-09	-2.79E-09	-3.35E-08

-소 음

							Octabe Band Frequency								
Company	FanType	Size	Model	Width	Rpm	dB	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Max. BHP
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Single	1200	67	45	52	56	58	58	60	61	61	0.1
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Single	1500	72	51	57	63	64	64	65	65	65	0.19
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Single	1800	77	56	62	68	69	68	69	69	69	0.33
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Single	2100	80	61	66	72	74	72	72	72	72	0.52
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Single	2400	84	65	70	75	78		75	75	74	0.78
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Single	2700	87	69	73	78	81	79	78	78	76	1.11
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Single	3000	89	72	76	80	84	82	80	80	78	1.53
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Single	3400	92	75	79	82	88	85	83	83	80	2.22
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Single	3800	95	79	83	85	91	89	85	85	82	3.1
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Single	4200	98	82	86	87	93	93	87	87	84	4.19
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Single	1200	70	48	55	59	61	61	63	64	64	0.16
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Single	1400	74	52	59	64	65	65	66	67	67	0.25
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Single	1600	77	56	62	68	69	68	69	70	69	0.38
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Single	1800	80	59	65	71	72	71	72	72	72	0.54
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Single	2100	83	64	69	75	77	75	75	75	75	0.85
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Single	2400	87	68	73	78	81	78	78	78	77	1.27
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Single	2700	90	72	76	81	84	82	81	81	79	1.81
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Single	3000	92	75	79	83	87	85	83	83	81	2.49
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Single	3400	95	78	82	85	91	88	86	86	83	3.62
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Single	3800	98	82	86	88	94	92	88	88	85	5.05
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Single	900	70	46	54	57	59	61	63	64	64	0.18
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Single	1050	73	50	58	61	63	64	66	67	67	0.29
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Single	1200	76	54	61	65	67	67	69	70	70	0.43
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Single	1400	80	58	65	70	71	71	72	73	73	0.69
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Single	1600	83	62	68	74	75	74	75	76	75	1.02
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Single	1900	87	67	72	78	80	78	79	79	79	1.72
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Single	2200	91	71	76	82	84	82	82	82	82	2.66
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Single	2500	94	75	80	85	88	85	85	85	84	3.91
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Single	2800	96	79	83	87	91	89	88	87	86	5.49
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Single	3100	99	82	86	89	94	92	90	90	88	7.45
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Single	800	72	53	61	63	65	66	64	61	56	0.36
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Single	900	75	56	64	67	68	69	68	64	59	0.51
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Single	1000	78	59	67	70	70	72	71	67	62	0.69
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Single	1100	80	62	70	73	73	74	73	69	65	0.92
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Single	1250	84	66	73	77	76	77	77	73	68	1.36
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Single	1400	87	69	76	80	80	80	80	76	71	1.9
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Single	1600	91	73	79	84	84	83	83	80	75	2.84
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Single	1800	94	77	82	87	88	86	86	83	78	4.05
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Single	2100	98	82	86	91	93	89	89	87	81	6.43
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Single	2400	101	86	89	94	97	93	92	90	84	9.59
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Single	700	68	50	58	59	61	63	61	57	52	0.41
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Single	800	72	53	61	63	65	66	64	61	56	0.61
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Single	900	75	56	64	67	68	69	68	64	59	0.86
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Single	1000	78	59	67	70	70	72	71	67	62	1.18
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Single	1100	80	62	70	73	73	74	73	69	65	1.57
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Single	1300	85	67	74	78	78	78	78	74	69	2.6
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Single	1500	89	71	78	82	82	82	81	78	73	3.99
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Single	1700	92	75	81	86	86	84	84	81	76	5.81

							Octabe Band Frequency								
Company	FanType	Size	Model	Width	Rpm	dB	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Max.BHP
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Single	1950	96	80	84	89	90	88	88	85	79	8.76
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Single	2200	99	83	87	92	94	90	90	88	82	12.6
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Single	700	71	53	61	62	64	66	64	60	55	0.66
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Single	800	75	56	64	66	68	69	67	64	59	0.98
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Single	900	78	59	67	70	71	72	71	67	62	1.4
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Single	1000	81	62	70	73	73	75	74	70	65	1.91
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Single	1100	83	65	73	76	76	77	76	72	68	2.55
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Single	1300	88	70	77	81	81	81	81	77	71	4.21
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Single	1500	92	74	81	85	85	85	84	81	76	6.46
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Single	1700	95	78	84	89	89	87	87	84	79	9.4
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Single	1900	98	82	86	91	92	90	90	87	82	13.1
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Single	2100	101	85	89	94	96	92	92	90	84	17.7
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Single	600	69	46	53	57	61	65	62	60	58	0.62
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Single	700	73	50	57	61	64	68	67	63	61	0.98
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Single	800	76	54	61	65	67	72	71	67	64	1.47
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Single	900	79	58	64	68	69	75	74	70	67	2.09
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Single	1000	82	61	67	71	72	77	77	73	69	2.86
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Single	1100	85	65	70	74	74	79	80	75	71	3.81
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Single	1300	89	71	75	78	79	83	84	80	75	6.29
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Single	1500	92	76	79	82	83	86	87	84	78	9.67
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Single	1700	95	81	82	85	87	88	90	87	80	14.1
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Single	1900	98	86	86	88	91	90	92	90	82	19.6
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Single	560	70	47	54	58	63	66	63	61	59	0.85
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Single	640	74	51	58	61	65	69	67	64	62	1.27
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Single	720	77	54	61	65	68	72	71	67	65	1.8
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Single	800	79	57	64	68	70	75	74	70	67	2.47
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Single	900	82	61	67	71	72	78	77	73	70	3.52
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Single	1000	85	64	70	74	75	80	80	76	72	4.83
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Single	1150	89	69	74	78	78	83	84	79	75	7.34
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Single	1300	92	74	78	81	82	86	87	83	78	10.6
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Single	1500	95	79	82	85	86	89	90	87	81	16.3
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Single	1750	99	85	86	89	91	91	93	91	84	25.9
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Single	500	71	47	54	58	64	66	63	61	60	0.98
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Single	600	75	52	59	63	67	71	68	66	64	1.69
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Single	700	79	56	63	67	70	74	73	69	67	2.69
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Single	800	82	60	67	71	73	78	77	73	70	4.01
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Single	900	85	64	71	74	75	81	80	76	73	5.71
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Single	1000	88	67	74	77	78	83	83	79	75	7.83
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Single	1100	91	71	77	80	80	85	86	81	77	10.4
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Single	1250	94	75	80	83	84	88	89	85	80	15.3
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Single	1400	96	79	83	86	87	90	92	88	82	21.5
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Single	1550	99	83	86	89	90	92	94	90	84	29.2
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Single	480	70	52	59	63	65	64	62	60	55	1.47
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Single	540	74	56	63	66	68	67	65	63	58	2.09
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Single	600	77	59	66	69	72	70	68	66	61	2.87
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Single	680	80	62	69	73	75	73	71	69	64	4.17
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Single	760	84	65	72	76	78	77	74	72	68	5.82
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Single	850	87	68	76	79	82	80	77	75	71	8.15

							Octabe Band Frequency								
Company	FanType	Size	Model	Width	Rpm	dB	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Max. BHP
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Single	950	90	71	79	82	85	83	80	78	74	11.4
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Single	1050	93	74	81	85	88	86	83	80	76	15.4
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Single	1200	96	77	85	88	91	90	86	84	79	22.9
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Single	1350	99	80	87	91	94	93	89	86	82	32.6
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Single	450	72	53	60	64	66	65	63	61	56	1.98
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Single	500	75	56	63	67	69	68	66	64	59	2.71
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Single	560	78	60	67	70	72	71	69	67	62	3.81
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Single	640	82	63	71	74	76	75	73	70	66	5.68
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Single	720	85	67	74	78	80	78	76	74	69	8.09
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Single	800	88	70	77	81	83	81	79	76	72	11.1
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Single	900	91	73	80	84	86	85	82	80	75	15.8
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Single	1000	94	76	83	87	89	88	85	82	78	21.7
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Single	1100	97	78	85	89	92	90	87	85	80	28.9
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Single	1200	99	80	88	91	94	93	89	87	82	37.5
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Single	300	70	52	58	61	64	63	62	59	54	2.6
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Single	350	74	56	62	66	68	67	65	63	58	4.13
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Single	400	77	59	66	69	72	71	69	67	62	6.17
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Single	460	81	63	70	73	76	74	73	70	66	9.39
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Single	520	85	67	74	77	79	78	76	74	69	13.6
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Single	580	88	70	77	80	83	81	79	77	72	18.8
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Single	640	91	72	80	83	85	84	82	79	75	25.3
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Single	720	94	76	83	87	89	87	85	83	78	36
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Single	800	97	79	86	90	92	90	88	85	81	49.4
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Single	900	100	82	89	93	95	94	91	89	84	70.3
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Single	350	71	53	59	63	65	64	62	60	55	2.5
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Single	400	74	56	63	66	69	68	66	64	59	3.73
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Single	460	78	60	67	70	73	71	70	67	63	5.67
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Single	520	82	64	71	74	76	75	73	71	66	8.2
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Single	580	85	67	74	77	80	78	76	74	69	11.4
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Single	640	88	69	77	80	82	81	79	76	72	15.3
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Single	720	91	73	80	84	86	84	82	80	75	21.8
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Single	800	94	76	83	87	89	87	85	82	78	29.8
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Single	900	97	79	86	90	92	91	88	86	81	42.5
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Single	1000	100	82	89	93	95	94	91	88	84	58.3
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Single	380	70	52	59	62	64	63	62	59	55	1.97
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Single	420	73	55	61	65	67	66	64	62	57	2.65
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Single	480	76	58	65	69	71	70	68	66	61	3.96
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Single	540	80	62	69	72	74	73	71	69	64	5.64
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Single	600	83	65	72	75	78	76	74	72	67	7.74
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Single	680	86	68	75	79	81	79	77	75	70	11.3
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Single	760	90	71	78	82	84	83	80	78	74	15.7
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Single	850	93	74	82	85	88	86	83	81	77	22
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Single	950	96	77	85	88	91	89	86	84	80	30.7
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Single	1050	99	80	87	91	94	92	89	86	82	41.5
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Single	260	69	51	57	61	63	63	61	58	54	2.8
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Single	300	73	55	61	64	67	66	65	62	57	4.31
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Single	340	76	58	65	68	70	69	68	65	61	6.27
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Single	380	79	61	68	71	73	72	71	68	64	8.75
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Single	440	83	65	72	75	77	76	74	72	68	13.6

							Octabe Band Frequency								
Company	FanType	Size	Model	Width	Rpm	dB	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Max. BHP
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Single	500	87	68	75	79	81	80	78	76	71	19.9
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Single	560	90	72	79	82	84	83	81	79	74	28
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Single	640	94	75	83	86	88	87	85	82	78	41.8
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Single	720	97	79	86	90	92	90	88	86	81	59.5
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Single	800	100	82	89	93	95	93	91	88	84	81.7
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Single	240	70	52	58	62	64	64	62	60	55	3.56
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Single	280	74	56	62	66	68	67	66	63	59	5.65
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Single	320	77	59	66	69	72	71	69	67	62	8.43
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Single	360	80	62	69	72	75	74	72	70	65	12
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Single	400	83	65	72	75	78	77	75	73	68	16.5
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Single	440	86	68	75	78	80	79	77	75	71	21.9
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Single	490	89	71	78	81	84	82	80	78	73	30.3
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Single	570	93	75	82	86	88	86	84	82	78	47.7
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Single	650	97	79	86	90	92	90	88	86	81	70.7
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Single	730	100	82	89	93	95	93	91	89	84	100.1
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Single	190	67	49	56	59	61	61	60	57	52	2.95
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Single	220	71	53	59	62	65	65	63	60	56	4.58
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Single	250	74	56	62	66	68	68	66	64	59	6.72
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Single	290	78	60	66	70	72	71	70	67	63	10.5
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Single	330	81	63	70	73	75	75	73	71	66	15.5
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Single	380	85	67	74	77	79	78	77	74	70	23.6
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Single	440	89	71	78	81	83	82	80	78	74	36.6
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Single	500	93	74	81	85	87	86	84	82	77	53.7
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Single	570	96	78	85	89	91	89	87	85	81	79.6
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Single	650	100	82	89	93	95	93	91	89	84	118.1
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Single	170	68	50	56	59	61	62	60	57	53	3.48
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Single	200	72	53	60	63	65	65	64	61	57	5.66
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Single	230	75	57	63	66	69	69	67	64	60	8.61
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Single	270	79	61	67	71	73	72	71	68	64	13.9
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Single	310	82	64	71	74	77	76	74	72	67	21.1
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Single	350	86	68	74	78	80	79	77	75	70	30.3
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Single	400	89	71	78	81	84	83	81	79	74	45.3
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Single	450	93	74	81	85	87	86	84	82	77	64.5
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Single	520	97	79	86	89	91	90	88	86	81	99.5
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Single	600	101	83	90	93	96	94	92	90	85	152.9
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Double	1200	69	52	57	62	64	62	61	57	48	0.2
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Double	1500	75	58	63	68	71	68	67	64	55	0.39
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Double	1800	81	64	68	73	76	73	72	70	61	0.68
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Double	2100	85	69	72	76	80	78	76	74	66	1.08
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Double	2400	88	73	76	80	84	82	79	77	71	1.61
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Double	2700	91	77	80	82	87	85	82	80	74	2.3
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Double	3000	94	80	83	85	89	89	84	83	77	3.15
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Double	3400	97	84	87	87	91	92	87	85	81	4.59
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Double	3800	100	88	90	90	94	96	90	87	84	6.41
삼정기계	Airfoil	2	122#2	Double	4200	103	91	94	93	96	99	93	90	87	8.65
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Double	1200	72	55	60	65	67	65	64	60	51	0.32
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Double	1400	76	59	64	69	71	69	69	65	56	0.52
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Double	1600	80	63	67	73	75	73	72	69	60	0.77
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Double	1800	84	67	71	76	79	76	75	73	64	1.1

							Octabe Band Frequency								
Company	FanType	Size	Model	Width	Rpm	dB	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Max. BHP
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Double	2100	88	72	75	79	83	81	79	77	69	1.74
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Double	2400	91	76	79	83	87	85	82	80	74	2.6
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Double	2700	94	80	83	85	90	88	85	83	77	3.7
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Double	3000	97	83	86	88	92	92	87	86	80	5.07
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Double	3400	100	87	90	90	94	95	90	88	84	7.38
삼정기계	Airfoil	2.5	135#2.5	Double	3800	103	91	93	93	97	99	93	90	87	10.3
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Double	850	69	51	58	62	62	62	61	56	46	0.32
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Double	950	72	54	60	64	66	65	64	59	50	0.45
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Double	1100	76	58	64	68	70	69	68	64	54	0.69
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Double	1300	80	63	68	73	75	73	73	69	60	1.14
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Double	1600	86	69	73	79	81	79	78	75	66	2.13
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Double	1900	91	75	78	83	86	84	82	80	72	3.56
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Double	2200	95	79	82	87	90	88	86	84	77	5.53
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Double	2500	98	83	86	90	94	92	89	87	81	8.11
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Double	2800	101	87	90	92	96	96	92	90	84	11.4
삼정기계	Airfoil	3	165#3	Double	3100	104	90	93	94	99	99	94	92	87	15.5
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Double	700	74	56	62	65	68	68	65	62	58	0.47
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Double	800	77	60	66	69	71	72	69	65	61	0.69
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Double	900	80	63	69	73	74	75	72	68	64	0.99
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Double	1000	83	66	72	76	77	78	75	71	67	1.36
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Double	1200	88	72	77	81	82	82	80	76	72	2.34
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Double	1400	93	77	81	85	86	86	85	80	76	3.72
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Double	1600	96	81	85	89	90	90	88	84	79	5.55
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Double	1800	99	85	88	92	93	92	91	87	82	7.91
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Double	2100	103	90	93	95	98	96	95	92	85	12.6
삼정기계	Airfoil	3.5	200#3.5	Double	2400	107	95	97	98	102	99	98	95	88	18.7
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Double	600	70	52	59	61	64	64	61	58	54	0.5
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Double	700	74	56	62	65	68	68	65	62	58	0.79
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Double	800	77	60	66	69	71	72	69	65	61	1.18
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Double	900	80	63	69	73	74	75	72	68	64	1.69
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Double	1000	83	66	72	76	77	78	75	71	67	2.31
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Double	1200	88	72	77	81	82	82	80	76	72	4
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Double	1400	93	77	81	85	86	86	85	80	76	6.35
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Double	1600	96	81	85	89	90	90	88	84	79	9.47
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Double	1900	101	87	90	93	95	94	93	89	83	15.9
삼정기계	Airfoil	4	222#4	Double	2200	105	92	94	96	100	97	96	93	86	24.6
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Double	700	77	59	65	68	71	71	68	65	61	1.29
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Double	800	80	63	69	72	74	75	72	68	64	1.92
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Double	900	83	66	72	76	77	78	75	71	67	2.73
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Double	1000	86	69	75	79	80	81	78	74	70	3.75
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Double	1100	89	72	78	81	82	83	81	77	72	4.99
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Double	1250	92	76	81	85	86	87	85	80	76	7.32
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Double	1400	96	80	84	88	89	89	88	83	79	10.3
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Double	1600	99	84	88	92	93	93	91	87	82	15.4
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Double	1800	102	88	91	95	96	95	94	90	85	21.9
삼정기계	Airfoil	4.5	245#4.5	Double	2000	105	92	94	97	100	98	97	93	87	30
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Double	600	70	51	57	59	60	62	62	64	65	1.25
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Double	700	74	55	61	64	64	66	66	66	67	1.98
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Double	800	77	59	65	68	68	69	69	69	70	2.96

							Octabe Band Frequency								
Company	FanType	Size	Model	Width	Rpm	dB	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Max.BHP
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Double	900	80	62	68	72	71	72	71	71	72	4.21
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Double	1000	82	65	71	75	74	75	74	73	74	5.78
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Double	1100	85	68	74	78	77	77	76	75	76	7.69
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Double	1300	89	74	78	82	82	81	80	79	79	12.7
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Double	1500	93	79	82	86	86	85	83	82	81	19.5
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Double	1700	96	83	86	89	90	88	87	85	83	28.4
삼정기계	Airfoil	5	270#5	Double	1900	99	87	89	91	94	90	89	87	85	39.6
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Double	560	72	52	58	60	62	63	64	65	66	1.72
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Double	640	75	55	62	64	65	67	67	68	69	2.57
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Double	720	77	59	65	68	68	70	69	70	71	3.65
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Double	800	80	62	68	71	71	72	72	72	73	5.01
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Double	900	83	65	71	75	74	75	74	74	75	7.14
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Double	1000	85	68	74	78	77	78	77	76	77	9.79
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Double	1150	89	73	78	82	81	81	80	79	79	14.9
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Double	1300	92	77	81	85	85	84	83	82	82	21.5
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Double	1500	96	82	85	89	89	88	86	85	84	33
삼정기계	Airfoil	5.5	300#5.5	Double	1700	99	86	89	92	93	91	90	88	86	48.1
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Double	500	73	52	58	59	62	64	64	66	67	1.98
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Double	600	76	57	63	65	66	68	68	70	71	3.41
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Double	700	80	61	67	70	70	72	72	72	73	5.42
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Double	800	83	65	71	74	74	75	75	75	76	8.09
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Double	900	86	68	74	78	77	78	77	77	78	11.5
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Double	1000	88	71	77	81	80	81	80	79	80	15.8
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Double	1100	91	74	80	84	83	83	82	81	82	21
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Double	1250	94	78	83	87	87	86	85	84	84	30.9
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Double	1400	97	82	86	90	90	89	88	86	86	43.4
삼정기계	Airfoil	6	330#6	Double	1550	100	86	89	93	93	92	90	89	88	58.9
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Double	480	79	61	67	71	74	72	68	65	62	2.9
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Double	540	82	65	71	75	78	76	71	67	65	4.13
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Double	600	85	68	74	78	81	79	74	70	67	5.67
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Double	680	89	72	77	81	85	83	78	73	70	8.25
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Double	760	93	76	81	85	89	87	81	76	73	11.5
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Double	850	96	79	84	88	92	90	85	79	75	16.1
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Double	950	99	82	87	91	95	94	88	82	78	22.5
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Double	1050	102	85	90	93	97	97	91	85	80	30.4
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Double	1200	105	89	94	97	100	100	96	89	83	45.4
삼정기계	Airfoil	6.5	365#6.5	Double	1350	108	93	97	99	103	104	99	93	86	64.6
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Double	450	80	62	68	72	75	73	69	66	64	3.91
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Double	500	83	66	71	75	79	76	72	69	66	5.37
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Double	560	86	69	75	79	82	80	75	71	69	7.54
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Double	640	90	73	79	83	86	84	79	75	72	11.3
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Double	720	94	77	82	86	90	88	83	78	75	16
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Double	800	97	80	85	89	93	91	86	81	77	22
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Double	900	101	84	89	92	96	95	90	84	80	31.3
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Double	1000	104	87	92	95	99	98	93	87	82	42.9
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Double	1100	106	90	95	98	102	101	96	90	84	57.1
삼정기계	Airfoil	7	402#7	Double	1200	108	92	97	100	103	103	99	92	86	74.2
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Double	380	78	60	66	71	73	71	67	65	63	3.89
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Double	420	81	63	69	73	76	74	70	67	65	5.25

							Octabe Band Frequency								
Company	FanType	Size	Model	Width	Rpm	dB	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Max.BHP
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Double	480	85	67	73	77	80	78	74	71	68	7.83
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Double	540	88	71	77	81	84	82	77	73	71	11.2
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Double	600	91	74	80	84	87	85	80	76	73	15.3
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Double	680	95	78	83	87	91	89	84	79	76	22.3
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Double	760	99	82	87	91	95	93	87	82	79	31.1
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Double	850	102	85	90	94	98	96	91	85	81	43.5
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Double	950	105	88	93	97	101	100	94	88	84	60.7
삼정기계	Airfoil	8	445#8	Double	1050	108	91	96	99	103	103	97	91	86	82
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Double	300	74	57	63	67	69	67	64	63	61	3.11
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Double	350	78	61	67	71	74	71	68	66	64	4.94
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Double	400	82	65	71	75	78	75	72	69	67	7.38
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Double	460	86	69	75	79	82	80	75	72	70	11.2
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Double	520	90	73	78	83	86	84	79	75	73	16.2
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Double	580	93	76	82	86	89	87	82	78	75	22.5
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Double	640	96	79	85	89	92	90	85	81	78	30.2
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Double	720	100	83	88	92	96	94	89	84	81	43
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Double	800	103	86	91	95	99	97	92	87	83	59
삼정기계	Airfoil	9	490#9	Double	900	107	90	95	98	102	101	96	90	86	84
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Double	300	77	60	66	70	72	70	67	66	64	5.17
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Double	350	81	64	70	74	77	74	71	69	67	8.21
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Double	400	85	68	74	78	81	78	75	72	70	12.3
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Double	460	89	72	78	82	85	83	78	75	73	18.6
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Double	520	93	76	81	86	89	87	82	78	76	26.9
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Double	580	96	79	85	89	92	90	85	81	78	37.3
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Double	640	99	82	88	92	95	93	88	84	81	50.2
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Double	720	103	86	91	95	99	97	92	87	84	71.4
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Double	800	106	89	94	98	102	100	95	90	86	98
삼정기계	Airfoil	10	542#10	Double	900	110	93	98	101	105	104	99	93	89	139.5
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Double	260	76	59	65	69	71	69	66	65	64	5.54
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Double	300	80	63	69	73	75	73	70	69	67	8.52
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Double	340	84	66	72	77	79	76	73	71	69	12.4
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Double	380	87	69	75	80	82	80	76	74	72	17.3
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Double	440	91	74	80	84	87	84	80	77	75	26.9
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Double	500	95	78	83	87	91	88	84	81	78	39.4
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Double	560	98	81	87	91	94	92	87	83	81	55.4
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Double	640	102	85	91	95	98	96	91	87	84	82.7
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Double	720	106	89	94	98	102	100	95	90	87	117.7
삼정기계	Airfoil	11	600#11	Double	800	109	92	97	101	105	103	98	93	89	161.5
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Double	240	77	60	66	70	72	70	68	67	65	7.04
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Double	280	81	64	70	74	76	74	71	70	68	11.2
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Double	320	85	67	74	78	80	78	75	73	71	16.7
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Double	360	88	71	77	81	83	81	78	76	74	23.7
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Double	400	91	74	80	84	87	84	81	78	76	32.6
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Double	440	94	77	83	87	90	87	83	80	78	43.4
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Double	490	97	80	86	90	93	91	86	83	81	59.9
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Double	570	102	85	90	94	98	95	91	87	84	94.3
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Double	650	106	89	94	98	102	100	95	90	87	139.8
삼정기계	Airfoil	12	660#12	Double	750	110	93	98	102	106	104	99	94	90	214.7
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Double	190	76	58	65	69	69	68	66	66	64	5.83

							Octabe Band Frequency								
Company	FanType	Size	Model	Width	Rpm	dB	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Max.BHP
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Double	220	79	61	68	72	73	71	69	69	67	9.06
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Double	250	82	65	71	75	77	75	73	72	70	13.3
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Double	290	86	69	75	79	81	79	76	75	73	20.7
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Double	330	90	72	79	83	85	83	80	78	76	30.6
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Double	380	94	76	82	87	89	87	83	81	79	46.7
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Double	440	98	81	87	91	94	91	87	84	82	72.5
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Double	500	102	85	90	94	98	95	91	88	85	106.3
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Double	570	106	89	94	98	102	99	95	91	88	157.5
삼정기계	Airfoil	13	730#13	Double	650	110	93	98	102	106	104	99	94	91	233.6
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Double	170	75	57	64	68	69	67	66	65	64	6.88
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Double	200	79	61	68	72	73	71	69	69	67	11.2
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Double	230	82	65	71	75	77	75	73	72	70	17
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Double	270	86	69	75	79	81	79	76	75	73	27.5
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Double	310	90	73	79	83	85	83	80	78	76	41.7
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Double	350	93	76	82	86	89	86	83	81	79	60
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Double	400	97	80	86	90	93	90	87	84	82	89.6
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Double	450	101	83	89	93	96	94	90	87	85	127.5
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Double	520	105	88	93	98	101	99	94	90	88	196.8
삼정기계	Airfoil	14.5	807#14.5	Double	600	109	92	98	102	105	103	98	94	91	302.3

4. FCU

-냉방능력

Company	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조
Type	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil
Model	Group A	Group A	Group A	Group A	Group A	Group B	Group B
DryBulb	23	24	25	26	27	23	24
WetBulb	16.2	17	18	18.7	19.5	16.2	17
RelativeHumidity	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
a1	916.4765	1049.2556	1025.8944	1066.828	1061.9056	1430.4111	1609.0778
a2	231.956	217.51111	261.12222	282.3222	325.81111	202.91111	156.91111
a3	-55.6998	-66.42222	-57.13889	-52.2167	-46.76111	-74.15556	-99.57778
a4	-6.22226	-4.444445	-7.222222	-8.55556	-11.44444	-4.222222	1.1111111
a5	-8.40007	-5.844445	-10.27778	-12.4333	-14.85556	-12.48889	-2.577778
a6	6.01E-06	-0.222222	0.1111111	0.333333	0.5555556	0.4444444	-0.444444
b1	1067.911	1098.8797	1093.85	1269.944	1340.2333	2344.8	2011.1611
b2	96.82222	105.42148	125.7	79.55556	72.466667	-92.86667	-17.58889
b3	-57.7556	-52.30028	-47.53889	-64.7444	-67.11111	-206.6778	-136.35
b4	-2.88889	-3.555491	-5	-0.88889	-0.666667	8.6666667	4.7777777
b5	0.822222	-1.599895	-3.077778	3.511111	4.4444444	29.155556	14.9
b6	-0.22222	-9.14E-06	0.1111111	-0.44444	-0.444444	-1.777778	-1

Company	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조
Type	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil
Model	Group B	Group B	Group B	Group C	Group C	Group C	Group C
DryBulb	25	26	27	23	24	25	26
WetBulb	18	18.7	19.5	16.2	17	18	18.7
RelativeHumidity	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
a1	1392.967	1301.5778	1522.55	1624.4	2232.1	2045.7035	2224.55
a2	257.4667	317.91111	298.3	251.6	166.15	237.04934	234.32499
a3	-69.5778	-47.76667	-67.61667	-96.7	-160.3	-119.8005	-126.25
a4	-5.33333	-8.888889	-7	-4.75	-0.375	-3.12497	-2.5625
a5	-12.2444	-18.6	-13.36667	-10.55	0.5499999	-8.199907	-6.874999
a6	0.222222	0.6666667	0.3333333	0.125	-0.375	-4.18E-06	-0.0625
b1	1836.183	1600.9167	1676.9833	2360.7	2342.4	2303.75	2245.4498
b2	43.76667	126.16667	118.23333	29.05	39.850001	69.875001	97.425039
b3	-109.406	-71.83889	-67.80556	-158.6	-136.2	-119.85	-103.35
b4	1	-4.333333	-3.666667	1.125	0.875	-0.4375	-1.562502
b5	8.011111	-1.922222	-2.055555	10.1	6.9499999	2.9749999	0.2249945
b6	-0.55556	0.1111111	0.1111111	-0.5	-0.375	-0.1875	-0.0625

Company	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조
Type	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil
Model	Group C	Group D	Group D	Group D	Group D	Group D
DryBulb	27	23	24	25	26	27
WetBulb	19.5	16.2	17	18	18.7	19.5
RelativeHumidity	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
a1	2000.25	2047.4722	2102.5	2273.139	2554.4722	2672.3333
a2	314.875	292.12778	312.63333	324.0944	315.29444	336.3
a3	-81.55	-96.52778	-103.0556	-103.694	-123.1389	-124.3333
a4	-5.6875	-4.694444	-5.166667	-5.19444	-4.527778	-4.833333
a5	-15.325	-16.87222	-16.27778	-17.3389	-14.29444	-13.76667
a6	0.3125	0.3055556	0.2777778	0.305556	0.1944444	0.1666667
b1	2544.75	2942.8056	2828.5833	2675.75	2739.5556	2706.25
b2	52.875	97.294445	123.15	154.2167	167.21111	196.71667
b3	-126.75	-171.8056	-147.5833	-106.25	-101.7222	-84.08333
b4	0.5625	-0.861111	-1.583333	-2.58333	-2.944444	-4.083333
b5	5.625	1.3055554	-0.816667	-5.51667	-6.311111	-9.483333
b6	-0.3125	-0.138889	-0.083333	0.083333	0.1111111	0.25

-냉방능력

Company	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조
Type	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil	Fancoil
Model	Group E	Group E	Group E	Group E	Group E
DryBulb	23	24	25	26	27
WetBulb	16.2	17	18	18.7	19.5
RelativeHumidity	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
a1	3402.85	4004.5028	3770.95	4148.3	3912.5
a2	233.7625	207.49974	267.3375	264.85	323.75
a3	-184.25	-223.5004	-186.35	-211.7	-148.7
a4	-1.89063	-1.062494	-2.234375	-2	-3.0625
a5	-11.3125	-8.249964	-13.1375	-10.9	-16.65
a6	0.078125	-8.22E-07	0.109375	0.0625	0.1875
b1	4947.2	4840.05	4417.4002	4434.891	5205.5
b2	5.400014	24.412498	87.424982	103.3008	43.625001
b3	-343	-292.25	-207.4	-192.899	-271.8
b4	1.125	0.796875	-0.59375	-0.93752	0.46875
b5	12.75	8.9375002	0.0750026	-1.05012	7.1499999
b6	-0.3125	-0.234375	-0.03125	2.71E-06	-0.1875

-난방능력

Company	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조	LG공조
Type	FanCoil	FanCoil	FanCoil	FanCoil	FanCoil
Model	Group A	Group B	Group C	Group D	Group E
a1	-5.357736113	111.9925048	694.0680598	49.65777432	957.3181881
a2	18.48644991	3.758034589	-117.7880879	10.77090324	-93.61320207
a3	51.57137053	66.39779771	86.16555936	120.5119565	175.1342891
a4	-50.97375481	-77.42953143	-135.1339886	-127.8299963	-243.1376543
a5	-2.246158658	-1.870931376	4.936595928	-1.007865399	2.161677274
a6	-0.123866853	-0.170592036	-0.202149354	-0.118467506	-0.09202578
a7	0.315368479	0.224883889	-0.148417689	0.15484699	-0.05857039
a8	4.623852538	6.113329663	7.521237891	6.503873656	6.924373872
a9	-6.212082194	-5.357271484	0.790082266	-6.493193267	-0.360926741
a10	-0.029653688	0.243100139	0.677844781	0.228586379	0.937801796
a11	0.034846343	-0.037509655	-0.115397865	-0.025361567	-0.089014138
a12	-0.004011011	0.001064532	0.004918738	0.00058978	0.002018285

-모 델

Company	Type	Group	Model	Description
LG공조	Fancoil	A	FC-2FE	FloorExposed/TopDischarge
LG공조	Fancoil	A	FC-2FFE	FloorExposed/FrontDischarge
LG공조	Fancoil	A	FC-2FC	FloorConcealed/TopDischarge
LG공조	Fancoil	A	FC-2FFC	FloorConcealed/FrontDischarge
LG공조	Fancoil	A	FC-2CE	CeilingExposed
LG공조	Fancoil	A	FC-2CC	CeilingConcealed
LG공조	Fancoil	A	FC-2CAD	CeilingCassette/DoubleDischarge
LG공조	Fancoil	A	FC-2CAS	CeilingCassette/SingleDischarge
LG공조	Fancoil	A	FC-2LC	Low-BoyConcealed
LG공조	Fancoil	A	FC-2LE	Low-BoyExposed
LG공조	Fancoil	B	FC-3FE	FloorExposed/TopDischarge
LG공조	Fancoil	B	FC-3FFE	FloorExposed/FrontDischarge
LG공조	Fancoil	B	FC-3FC	FloorConcealed/TopDischarge
LG공조	Fancoil	B	FC-3FFC	FloorConcealed/FrontDischarge
LG공조	Fancoil	B	FC-3CE	CeilingExposed
LG공조	Fancoil	B	FC-3CC	CeilingConcealed
LG공조	Fancoil	B	FC-3CAD	CeilingCassette/DoubleDischarge
LG공조	Fancoil	B	FC-3CAS	CeilingCassette/SingleDischarge
LG공조	Fancoil	B	FC-3LC	Low-BoyConcealed
LG공조	Fancoil	B	FC-3LE	Low-BoyExposed
LG공조	Fancoil	C	FC-4FE	FloorExposed/TopDischarge
LG공조	Fancoil	C	FC-4FFE	FloorExposed/FrontDischarge
LG공조	Fancoil	C	FC-4FC	FloorConcealed/TopDischarge
LG공조	Fancoil	C	FC-4FFC	FloorConcealed/FrontDischarge
LG공조	Fancoil	C	FC-4CE	CeilingExposed
LG공조	Fancoil	C	FC-4CC	CeilingConcealed
LG공조	Fancoil	C	FC-4CAD	CeilingCassette/DoubleDischarge
LG공조	Fancoil	C	FC-4CAS	CeilingCassette/SingleDischarge
LG공조	Fancoil	C	FC-4LC	Low-BoyConcealed
LG공조	Fancoil	C	FC-4LE	Low-BoyExposed
LG공조	Fancoil	D	FC-6FE	FloorExposed/TopDischarge
LG공조	Fancoil	D	FC-6FFE	FloorExposed/FrontDischarge
LG공조	Fancoil	D	FC-6FC	FloorConcealed/TopDischarge
LG공조	Fancoil	D	FC-6FFC	FloorConcealed/FrontDischarge
LG공조	Fancoil	D	FC-6CE	CeilingExposed
LG공조	Fancoil	D	FC-6CC	CeilingConcealed
LG공조	Fancoil	D	FC-6CAD	CeilingCassette/DoubleDischarge
LG공조	Fancoil	D	FC-6CAS	CeilingCassette/SingleDischarge
LG공조	Fancoil	D	FC-6LC	Low-BoyConcealed
LG공조	Fancoil	D	FC-6LE	Low-BoyExposed
LG공조	Fancoil	E	FC-8FE	FloorExposed/TopDischarge
LG공조	Fancoil	E	FC-8FFE	FloorExposed/FrontDischarge
LG공조	Fancoil	E	FC-8FC	FloorConcealed/TopDischarge
LG공조	Fancoil	E	FC-8FFC	FloorConcealed/FrontDischarge
LG공조	Fancoil	E	FC-8CE	CeilingExposed
LG공조	Fancoil	E	FC-8CC	CeilingConcealed
LG공조	Fancoil	E	FC-8CAD	CeilingCassette/DoubleDischarge
LG공조	Fancoil	E	FC-8CAS	CeilingCassette/SingleDischarge
LG공조	Fancoil	E	FC-8LC	Low-BoyConcealed
LG공조	Fancoil	E	FC-8LE	Low-BoyExposed

5. HeatRec.

-전열교환기

Company	한국테크노	한국테크노	삼성물산	삼성물산
Spec	분리형	일체형	AL/PAC	Ceramic/PCC
a1	117.42	124.2425	207.8665	182.9214
a2	-6.68	-10.2875	-59.9939	-53.9403
a3	-8.272	-17.447	-137.039	-128.251
a4	0.4875	0.925	8.153411	8.881044
a5	-12.96	-10.75	28.32884	42.45986
a6	-10.655	-7.66	65.56303	77.74396
a7	1.364	1.149	-9.50372	-14.5206
a8	7.01	6.7	-17.175	-34.4648
a9	-0.84	-0.89	2.479118	6.629247
b1	7.537	7.143	5.56	6.452
b2	-4.118	-5.714	-1.672	-0.646

-판형 현열교환기

Company	삼성물산	삼성물산
Type	Plate	Plate
Model	COMPEX500/7.5-500	COMPEX300/4.5-300
A	300	500
B	300	500
C	300	500
Weight	21	70
a1	0.001622	0.000325
a2	1.412868	0.243495
a3	-29.0784	13.0102
b1	0.001052	6.50E-05
b2	0.562196	0.196588
b3	3.858209	-3.20896
c1	0.000337	7.38E-05
c2	-0.24206	-0.11735
c3	79.225	80.42

-분리형현열교환기

Company	삼성물산	삼성물산	삼성물산	삼성물산	삼성물산
Type	Separable	Separable	Separable	Separable	Separable
Model	SR-5	SR-10	SR-15	SR-20	SR-25
Flowrate	5000	10000	15000	20000	25000
FaceArea	0.463	0.926	1.389	1.852	2.315
Length	960	1360	1660	1920	2140
Height	480	680	830	960	1070
S	900	900	900	900	900
CoilLength	81	197.64	297	429	478.5
Cu-PipeSize	35/32	42/39	54/51	63/59	63/59
Pump	0.42/130	0.85/156	1.27/115	1.70/150	2.11/175
FlangeSize	35	40	50	65	65

Company	삼성물산	삼성물산	삼성물산	삼성물산	삼성물산
Type	Separable	Separable	Separable	Separable	Separable
Model	SR-30	SR-35	SR-40	SR-45	SR-50
Flowrate	30000	35000	40000	45000	50000
FaceArea	2.778	3.241	3.704	4.167	4.63
Length	2340	2540	2720	2880	3040
Height	1170	1270	1360	1440	1520
S	900	900	900	900	900
CoilLength	596.13	653.82	790.56	965.25	1107
Cu-PipeSize	76.1/72.1	76.1/72.2	88.9/84.9	88.9/84.10	108/104
Pump	2.55/200	2.97/176	3.39/218	3.81/250	4.23/210
FlangeSize	80	80	80	80	100

6. Radiator

-라디에이터(주철)

Company	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상
Material	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel	Steel
Model	SPR/ 일반용	SPR/ 고압용	DPR/ 일반용	DPR /고압용	TPR/ 일반용	TPR/ 고압용	CR404	CR503
Type	Plate	Plate	Plate	Plate	Plate	Plate	Column	Column
열/세주수	1	1	2	2	3	3	4	3
높이	500	600	500	600	500	600	600	600
구간거리	445	545	445	545	445	545	500	500
방열면적/매	1.1975	1.4325	2.395	2.865	3.5925	3.5925	0.258	0.205
방열량/매	1250	1345	2500	2690	4035	4035	230	168
함수량/매	5.08	5.9	10.15	11.89	15.23	17.7	1.57	1.18
C_Factor	9.1860438	9.8841831	18.372087	19.768366	29.652549	29.652549	1.6902320	1.2346042
_Factor	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

-라디에이터(알루미늄)

Company	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상	로얄통상
Material	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum
Model	A/T600	A/T450	A/R600	A/R450	R-CR-600	R-CR-450
Type	Panel	Panel	Round	Round	Column	Column
높이	600	450	600	450	600	450
구간거리	555	405	555	405	555	405
방열능력/온수	118	91	118	91	319	270
방열능력/증기	165	127	165	127	461	390
방열면적/주	0.3	0.24	0.3	0.24	0.71	0.6
함수량/주	0.3	0.27	0.3	0.27	2.6	1.9
중량/주						
C_Factor	1.212557784	0.933302052	1.212557784	0.933302052	3.387812959	2.86604567
_Factor	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

Company	한이금속	한이금속	한이금속	한이금속	한이금속	한이금속
Material	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Aluminum
Model	COR600	COR450	AR600	AR450	CRX600	CRX450
Type	Panel	Panel	Panel	Panel	Panel	Panel
높이	600	450	600	450	600	450
구간거리	555	405	555	405	555	405
방열능력/온수	122	99	115	93	136	110
방열능력/증기	176	143	166	134	196	158
방열면적/주	0.27	0.22	0.26	0.21	0.3	0.24
함수량/주	0.13	0.11	0.13	0.11	0.42	0.34
중량/주	0.88	0.76	0.78	0.7	0.96	0.83
C_Factor	1.293394969	1.050883412	1.219906619	0.984743897	1.44037167	1.161115938
_Factor	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

7. Terminal

-터미널유니트

Company	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct
Trade Name	PEDV, PEDC, DEDV With Integral SoundAttenuator	PEDV, PEDC, DEDV With Integral Sound Attenuator	PEDV, PEDC, DEDV With Integral Sound Attenuator
Model/Size	04	05	06
Air Flow	150	250	400
Min. Oper. Pres. Req. In. Water	0.74	0.67	0.85
0.125	60	61	58
0.25	54	56	56
0.5	46	48	48
1	40	40	44
2	39	39	43
4	36	32	38
0.125	58	57	58
0.25	59	58	58
0.5	53	55	56
1	48	49	50
2	49	51	53
4	40	47	51

Company	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct
Trade Name	PEDV, PEDC, DEDV With Integral Sound Attenuator	PEDV, PEDC, DEDV With Integral Sound Attenuator	PEDV, PEDC, DEDV With Integral Sound Attenuator
Model/Size	07	08	09
Air Flow	550	700	900
Min. Oper. Pres. Req. In. Water	0.64	0.91	0.49
0.125	65	62	66
0.25	59	59	59
0.5	51	50	51
1	46	47	46
2	43	43	42
4	38	39	38
0.125	66	67	71
0.25	66	62	65
0.5	61	56	57
1	55	53	54
2	56	56	55
4	54	53	54

Company	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct
Trade Name	PEDV, PEDC, DEDV With Integral Sound Attenuator	PEDV, PEDC, DEDV With Integral Sound Attenuator	PEDV, PEDC, DEDV With Integral Sound Attenuator
Model/Size	10	12	14
Air Flow	1100	1600	2100
Min. Oper. Pres. Req. In. Water	0.6	0.81	0.75
0.125	65	69	73
0.25	59	61	61
0.5	53	53	53
1	48	46	47
2	44	43	45
4	39	41	43
0.125	72	75	77
0.25	66	66	66
0.5	57	58	69
1	54	54	56
2	56	56	58
4	56	55	58

Company	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Shut-Off Single Duct	Central Air Terminal Shut-Off Single Duct
Trade Name	PEDV, PEDC, DEDV With Integral Sound Attenuator	PESV, AESV, DESV, EESV, ESM	PESV, AESV, DESV, EESV, ESM
Model/Size	16	04	05
Air Flow	2800	150	250
Min. Oper. Pres. Req. In. Water	0.87	0.05	0.1
0.125	68	65	62
0.25	60	54	51
0.5	53	44	43
1	48	40	37
2	47	41	38
4	45	39	38
0.125	75	70	70
0.25	66	65	66
0.5	59	59	60
1	57	54	55
2	59	52	53
4	60	47	49

Company	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Shut-Off Single Duct	Central Air Terminal Shut-Off Single Duct	Central Air Terminal Shut-Off Single Duct
Trade Name	PESV, AESV, DESV, EESV, ESM	PESV, AESV, DESV, EESV, ESM	PESV, AESV, DESV, EESV, ESM
Model/Size	06	07	08
Air Flow	400	550	700
Min. Oper. Pres. Req. In. Water	0.18	0.17	0.16
0.125	66	67	67
0.25	63	58	57
0.5	52	50	51
1	42	46	46
2	40	45	45
4	36	43	44
0.125	73	71	70
0.25	69	72	68
0.5	61	65	64
1	55	60	61
2	51	55	55
4	47	52	50

Company	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Shut-Off Single Duct	Central Air Terminal Shut-Off Single Duct	Central Air Terminal Shut-Off Single Duct
Trade Name	PESV, AESV, DESV, EESV, ESM	PESV, AESV, DESV, EESV, ESM	PESV, AESV, DESV, EESV, ESM
Model/Size	09	10	12
Air Flow	900	1100	1600
Min. Oper. Pres. Req. In. Water	0.18	0.15	0.17
0.125	69	72	71
0.25	60	59	62
0.5	52	53	57
1	47	48	51
2	44	45	46
4	41	43	43
0.125	76	78	75
0.25	69	70	71
0.5	66	65	67
1	62	61	62
2	59	57	59
4	55	53	55

Company	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Shut-Off Single Duct	Central Air Terminal Shut-Off Single Duct	Central Air Terminal Shut-Off Single Duct
Trade Name	PESV, AESV, DESV, EESV, ESM	PESV, AESV, DESV, EESV, ESM	PESV, AESV, DESV, EESV, ESM
Model/Size	14	16	24 x 16
Air Flow	2100	2800	5300
Min. Oper. Pres. Req. In. Water	0.16	0.16	0.06
0.125	77	70	76
0.25	61	62	71
0.5	55	57	70
1	50	53	65
2	50	52	60
4	48	50	54
0.125	76	78	86
0.25	71	72	81
0.5	68	70	80
1	64	66	77
2	59	62	75
4	59	57	70

Company	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct
Trade Name	PMDV, PMDC, DMDV With Integral Mixer/Sound Attenuator	PMDV, PMDC, DMDV With Integral Mixer/Sound Attenuator	PMDV, PMDC, DMDV With Integral Mixer/Sound Attenuator
Model/Size	04	05	06
Air Flow	150	250	400
Min. Oper. Pres. Req. In. Water	0.86	0.36	0.52
0.125	63	64	66
0.25	56	56	57
0.5	46	47	49
1	38	39	42
2	32	32	35
4	28	28	28
0.125	62	64	65
0.25	57	59	60
0.5	54	57	58
1	49	50	52
2	45	47	48
4	37	42	43

Company	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct
Trade Name	PMDV, PMDC, DMDV With Integral Mixer/Sound Attenuator	PMDV, PMDC, DMDV With Integral Mixer/Sound Attenuator	PMDV, PMDC, DMDV With Integral Mixer/Sound Attenuator
Model/Size	07	08	09
Air Flow	550	700	900
Min. Oper. Pres. Req. In. Water	0.43	0.67	0.48
0.125	66	64	70
0.25	59	59	60
0.5	50	53	51
1	44	45	43
2	38	36	39
4	34	28	37
0.125	65	65	74
0.25	61	61	65
0.5	59	59	62
1	53	54	53
2	51	49	51
4	51	45	45

Company	Titus	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct
Trade Name	PMDV, PMDC, DMDV With Integral Mixer/Sound Attenuator	PMDV, PMDC, DMDV With Integral Mixer/Sound Attenuator	PMDV, PMDC, DMDV With Integral Mixer/Sound Attenuator	PMDV, PMDC, DMDV With Integral Mixer/Sound Attenuator
Model/Size	10	12	14	16
Air Flow	1100	1600	2100	2800
Min.Oper.Pres. Req.In.Water	0.56	0.6	0.66	0.53
0.125	69	71	71	71
0.25	60	63	64	63
0.5	53	57	55	58
1	45	48	46	50
2	38	41	37	42
4	29	35	30	34
0.125	72	72	71	74
0.25	64	64	66	67
0.5	62	62	63	63
1	54	54	55	56
2	51	51	51	53
4	47	47	47	49

Company	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct
Trade Name	PEDV, DEDV Without Integral Sound Intenuator	PEDV, DEDV Without Integral Sound Intenuator	PEDV, DEDV Without Integral Sound Intenuator
Model/Size	04	05	06
Air Flow	150	250	400
Min.Oper.Pres.Req. In.Water	0.04	0.12	0.22
0.125	65	65	66
0.25	54	55	63
0.5	44	46	52
1	40	40	42
2	41	41	40
4	39	40	36
0.125	70	70	73
0.25	65	66	69
0.5	59	60	61
1	54	55	55
2	52	53	51
4	47	49	47

Company	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct
Trade Name	PEDV, DEDV Without Integral Sound Intenuator	PEDV, DEDV Without Integral Sound Intenuator	PEDV, DEDV Without Integral Sound Intenuator
Model/Size	07	08	09
Air Flow	550	700	900
Min. Oper. Pres. Req. In. Water	0.2	0.2	0.22
0.125	67	67	70
0.25	59	57	60
0.5	51	51	53
1	46	46	47
2	46	45	44
4	43	44	41
0.125	71	70	76
0.25	72	68	69
0.5	65	64	66
1	60	61	62
2	56	55	59
4	52	50	55

Company	Titus	Titus	Titus	Titus
Type	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct	Central Air Terminal Dual Duct
Trade Name	PEDV, DEDV Without Integral Sound Intenuator	PEDV, DEDV Without Integral Sound Intenuator	PEDV, DEDV Without Integral Sound Intenuator	PEDV, DEDV Without Integral Sound Intenuator
Model/Size	10	12	14	16
Air Flow	1100	1600	2100	2800
Min. Oper. Pres. Req. In. Water	0.18	0.21	0.21	0.2
0.125	72	71	77	70
0.25	59	62	61	62
0.5	53	57	55	57
1	48	51	50	53
2	45	47	51	51
4	43	43	48	50
0.125	78	76	77	78
0.25	70	71	71	72
0.5	65	67	68	70
1	61	62	64	66
2	57	59	59	62
4	53	55	59	57

8. Ventilator

-벽부환풍기

Company	Model	Fan Dia	MotorPoles	MotorHP	0	3	6	9	12
백륜공업	10-W	250	4	1/8		9			
백륜공업	12-W	300	4	1/8		25	20		
백륜공업	14-W	350	4	1/8		35	28		
백륜공업	16-W	400	4	1/8		46	35	20	
백륜공업	18-W	450	4	1/2		80	72	56	
백륜공업	20-W	500	4	1/2		113	100	80	64
백륜공업	22-W	550	4	1/2		125	110	90	75
백륜공업	24-W	600	4	1/2		140	120	95	80
삼정기계	WV-250	250	4	1/20	17	9			
삼정기계	WV-300	300	4	1/12	32	25			
삼정기계	WV-400	400	4	1/8	52	46	35	20	
삼정기계	WV-450	450	4	1/4	87	80	72	56	
삼정기계	WV-500	500	4	1/2	128	113	100	80	64
삼정기계	WV-600	600	6	1	226	214	197.5	167.5	
한창열기	HWF-254	254	4	1/20	17	9			
한창열기	HWF-300	300	4	1/12	32	25			
한창열기	HWF-400	400	4	1/8	52	46	35	20	
한창열기	HWF-450	450	4	1/4	87	80	72	56	
한창열기	HWF-500	500	4	1/2	128	113	100	80	64

-천정송풍기

Company	Model	Fan Dia	MotorPoles	MotorHP	0	5	10	15	20
백륜공업	14-R	355	4	1/2		55			
백륜공업	18-R	450		1		130	120		
백륜공업	22-R	560		3		205	195	190	185
백륜공업	25-R	630		5		295	280	265	255
백륜공업	28-R	710		5		410	390	370	360
백륜공업	36-R	900		10		625	600	580	565
백륜공업	50-R	1265		15		1170	1145	1095	1020
삼정기계	RV-300	300	4	1/12	32	23			
삼정기계	RV-400	400	6	1/8	54	41			
삼정기계	RV-500	500		1/2	120	111	96		
삼정기계	RV-600	600		1	234	215	185	150	
삼정기계	RV-750	750		2	396	375	330	230	
삼정기계	RV-900	900		3	600	560	500	420	
삼정기계	RV-1000	1000		5	700	620	550	470	400
삼정기계	RV-1250	1250		5	800	700	600	524	440
한창열기	HRF-300	300	4	1/10	30	22			
한창열기	HRF-400	400	4	1/5	90	75	65		
한창열기	HRF-500	500	4	2/5	120	110	95		
한창열기	HRF-600	600	6	3/4	230	210	185	150	
한창열기	HRF-700	700	6	11/2	270	252	236	210	
한창열기	HRF-800	800	6	21/5	485	456	420	370	
한창열기	HRF-900	900	6	21/5	590	545	502	440	118
한창열기	HRF-1000	1000	8	37/10	720	640	580	500	440
태일송풍기	TRF-300	300	4	1/10	30	22			
태일송풍기	TRF-400	400	4	1/5	90	75	65		
태일송풍기	TRF-500	500	4	2/5	120	110	95		
태일송풍기	TRF-600	600	6	3/4	230	210	185	150	
태일송풍기	TRF-700	700	6	11/2	270	252	236	210	
태일송풍기	TRF-800	800	6	21/5	485	456	420	370	
태일송풍기	TRF-900	900	6	21/5	590	545	502	440	118
태일송풍기	TRF-1000	1000	8	37/10	720	640	580	500	440