

'88특정연구개발사업
"CIM기술에 의한 사출금형
공장 자동화" 사업의 세부과제

플랜트 통제시스템 개발

Development of a Plant Information System

연구기관
한국과학기술연구원

과 학 기 술 처

제 출 문

과학기술처 장관 귀하

본 보고서를 “CIM기술에 의한 사출금형공장 자동화” 사업의 세부과제 “플랜트 통제 시스템 개발” 연구사업의 최종보고서로 제출합니다.

1989년 7월

주관연구기관: 한국과학기술연구원

총괄연구책임자: 강무진 (CAD/CAM연구실)

총괄연구책임자: 김상국 (CAD/CAM연구실)

연구책임자: 강무진 (CAD/CAM연구실)

연구원: 윤용일 (CAD/CAM연구실)

여 백

요 약 문

I. 제 목

플랜트 통제 시스템 개발

II. 연구개발의 목적 및 중요성

생산의 제반 기능인 제품설계, 공정설계, 가공제작 및 생산관리등을 정보처리의 통합화를 통하여 최적으로 조화시키고자 하는 CIM(Computer Integrated Manufacturing)의 관점에서 볼 때 생산통제는 생산관리의 Subset으로서 MRP(Manufacturing Resource Planning)와 함께 생산정보의 흐름을 적시에 적소로 보내주고 제어하는 역할을 한다. CIM기술에 의한 금형공장의 자동화에 있어서 실제적으로 여러개의 다양한 금형이 제조오더의 형태로 금형공장에서 처리되어야 할 때에, 각 기계의 이용률을 최대로 유지하고 생산성 향상 및 원가 절감을 이루기 위하여는 작업(Order)과 자재(Material), 기계들이 효율적으로 관리·제어되어야 한다. 이 관리·제어기능은 그 대상, 목적, 계획의 주기 및 정밀도, time horizon 등에 따라 장기, 중기, 그리고 단기 기능으로 구분될 수 있다. 금형 공장의 운용에 있어 중장기적으로 생산을 계획하고 자재 수급을 관리하는 기능들은 상품화되어 있는 MRP 시스템들이 잘 수행할 수 있는 반면에 작업의 단기적인 분배, 제어 및 최적화 기능은 매우 취약한 형편이며 상품화되어 있는 소프트웨어

들도 미진한 실정이다. 금형공장을 모델로 한 CIM의 실현을 위하여 Missing Link의 하나인 플랜트 통제 소프트웨어를 개발하여 금형공장 운용의 최적화를 기하고자 함이 본 연구과제의 필요성과 목표이다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구는 CIM기술에 의한 사출금형 생산 모델플랜트의 통제시스템을 개발하는 것으로, 주요 연구내용 및 범위는 다음과 같다.

- i) 금형공장 통제시스템의 모델 정립
- ii) 금형 공장 통제시스템의 Database Design
- iii) PIS 소프트웨어 개발

Ⅳ. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구결과

CIM기술에 의한 사출금형공장자동화 사업의 일환으로 구축되는 모델플랜트의 통제 시스템을 설계하고 작업관리 모듈과 생산정보수집 및 진도관리모듈을 개발하였다.

2. 활용방안

플랜트 통제시스템의 나머지 모듈을 개발하는 한편, NC Machining Center, Milling Machine, Robot, 좌표측정기등 기

기들과의 Communication 문제도 해결하여, 금형생산모델플랜트의 On-line Realtime Control System 으로 적용한다.

KIST-Industry GMP 등을 통하여 회원사의 금형공장에 적용함으로써 β -Test 를 거친 뒤, 상품화하여 보급한다.

여 백

SUMMARY

I. Title of the Project

Development of a Plant Information System

II. Goals and Significance of the Project

CIM(Computer Integrated Manufacturing) is a new computer application technology to accomplish the optimum solution of combining the manufacturing functions such as product design, process planning, machining, fabrication and process control through the integration of information processing. From the point of view of CIM, plant control and MRP(Manufacturing Resource Planning) as a subset of production management role to distribute and control the manufacturing information adequately. To apply the CIM thechnology to automation of mold manufacturing, various production orders of molds should be treated to maximize the utilization of machines and productivity and to reduce the production cost throught efficient management and control of orders, materials and machines. The management and control function of production can be categorized as long-term, mid-term and short-term functions according to the objects, purpose, frequency and accuracy of the planning and time horizon. In operating the mold factory, the long-term

and mid-term planning and resources management functions can be achieved by applying the commercialized MRP systems. On the other hand, the short-term distribution, control and optimization functions rarely can be solved using commercialized systems. The goal of this project is to develop the short-term plant control software, which is one of the missing links in achieving the automation of mold manufacturing with CIM technology, and to apply the software for optimal management of mold factory.

III. Scope and Contents of the Project

The main goal of the project is to develop a plant control system for the CIM model plant of injection mold manufacturing. The followings are scope and contents of the project to achieve this goal.

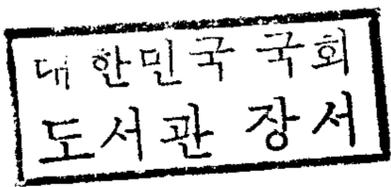
- i) Establish a model of the plant control system for a mold factory
- ii) Design of database for the plant control system
- iii) Development of a PIS(Plant Information System) software

IV. Results and Recommendations

A plant control system for controlling the model plant constructed as a part of the project "Automation of injection-mold factory by CIM technology" was designed. And the order management module, information collection module and progress

management module of the system were developed. The remaining modules of the plant information system will be developed in the next year project, and the complete system will be applied to a on-line real time control system of the model plant. To do this communication between the PIS and various machines such as NC machining centers, milling machines, industrial robots and measuring machines will be developed in the project. The final product will be commercialized through β -test of GMP (Good Mold Program: industrial consortium of the project) member companies, and distributed.

여 백



CONTENTS

Chapter 1. Introduction 15

Chapter 2. Production Control in CIM Environment 17

 2.1 Computer Integrated Mold Manufacturing(CIMM) 17

 2.2 Plant Information System in CIMM 22

Chapter 3. Production Control System for Model

 Plant-PIS 25

 2.1 System Design 25

 2.1.1 Functional Configuration 25

 2.1.2 Data Structure 28

 2.2 Order Processing 36

 2.2.1 Structure 36

 2.2.2 Order Receive 41

 2.2.3 Order Entry 44

 2.2.4 Order Change 49

 2.2.5 Order Delete 53

 2.2.6 Order Display 57

 2.3 Production Data Acquisition and Progress

 Control 64

 2.3.1 Structure 64

2.3.2	Job-Begin	68
2.3.3	Job-End	71
2.3.4	Breakdown	74
Chapter 4.	Conclusion	80

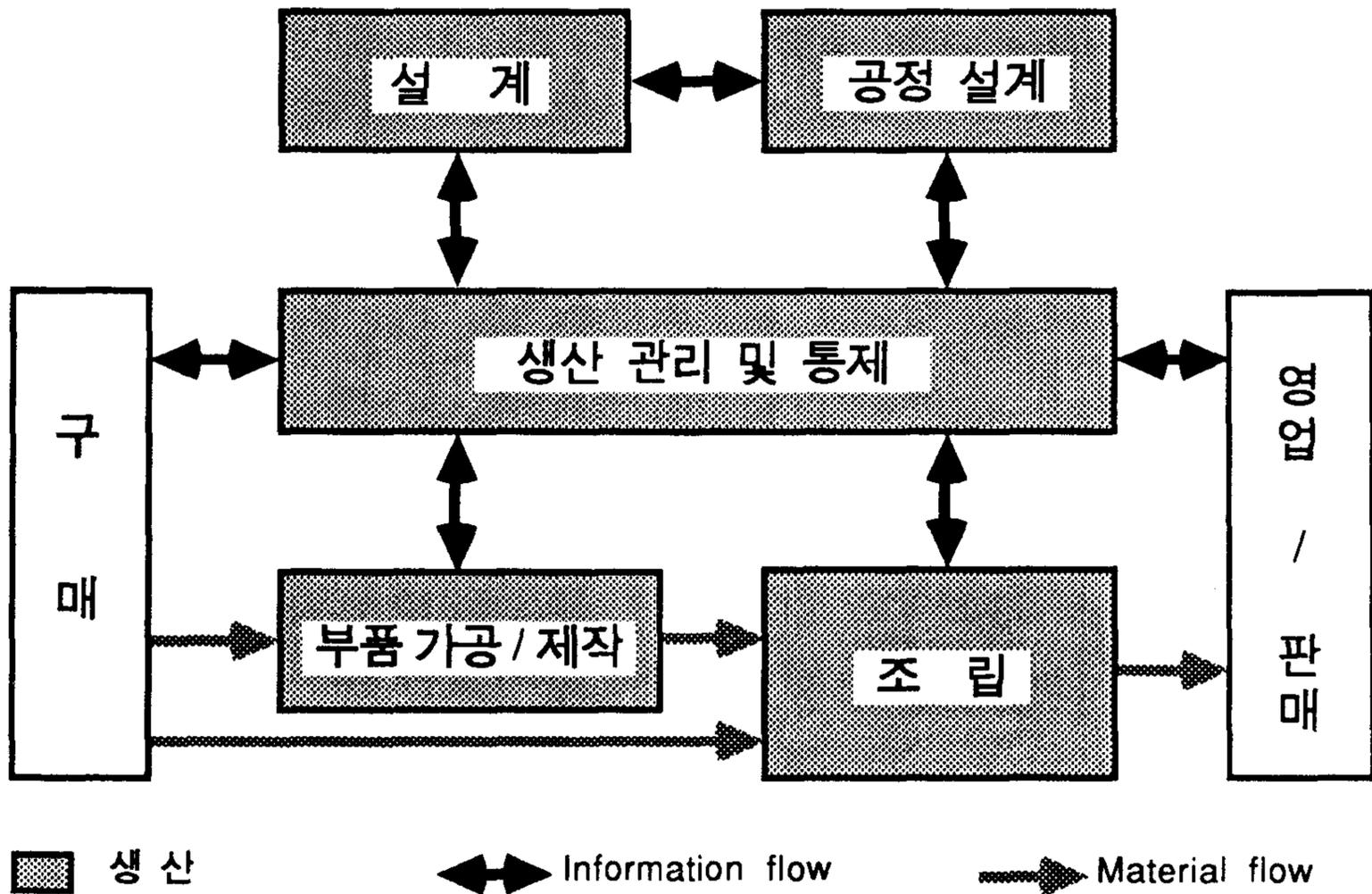
목 차

제 1 장 서 론	15
제 2 장 CIM 환경에서의 생산통제	17
제 1 절 CIM에 의한 사출금형 생산	17
제 2 절 플랜트 통제시스템의 위치	22
제 3 장 금형공장 모델 플랜트의 통제시스템 - PIS.....	25
제 1 절 시스템 설계	25
1 . 기능설계	25
2 . Data Structure	28
제 2 절 작업관리 모듈	36
1 . 구 성	36
2 . 오더인수	41
3 . 오더입력	44
4 . 오더변경	49
5 . 오더삭제	53
6 . 오더출력	57
제 3 절 생산정보수집 및 진도관리 모듈	64
1 . 구 성	64
2 . 작업개시	68

3 . 작업종료	71
4 . Breakdown	74
제 4 장 결 론	80

제 1 장 서 론

기업에 있어서 생산에 직접 관련하는 기능들은 설계, 공정 설계, 생산관리 및 통제, 그리고 부품가공과 조립으로, 이들간에는 자재와 정보의 흐름이 존재한다(도 1-1). 이와같은 생산활동의 기능적 구성은 금형공장에 있어서도 마찬가지이며, Information flow와 Material flow를 최적화하기 위한 정보처리시스템(Information System)의 필요성이 대두된다.



< 도 1-1 > 생산에 있어서의 정보류와 물류

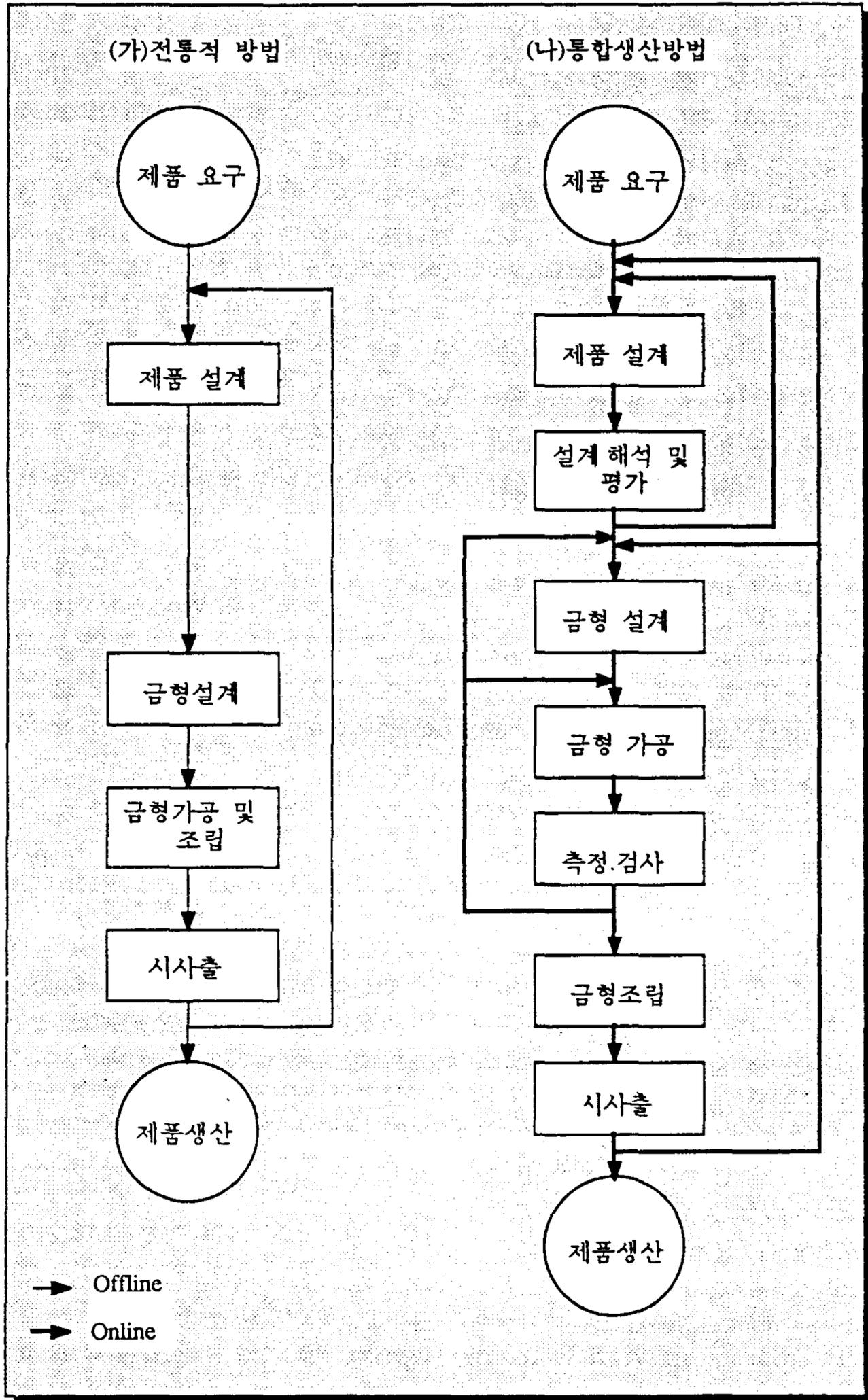
생산의 제반 기능인 제품설계, 공정설계, 가공제작 및 생산관리 등을 정보처리의 통합화를 최적으로 조화시키고자 하는 CIM (Computer Integrated Manufacturing)의 관점에서 볼 때, 생산통제는 생산관리의 Subset으로서 MRP(Manufacturing Resource Planning)와 함께 생산정보의 흐름을 적시에 적소로 보내주고 제어하는 역할을 한다. CIM 기술에 의한 금형공장의 자동화에 있어서 실제적으로 여러개의 다양한 금형이 제조오더의 형태로 금형공장에서 처리되어야 할 때에, 각 기계의 이용률을 최대한으로 유지하고 생산성 향상 및 원가절감을 이루기 위하여는 작업 (Order)과 자재 (Material), 기계들이 효율적으로 관리·제어되어야 한다. 이 관리·제어 기능은 그 대상, 목적, 계획의 주기 및 정밀도, Time Horizon 등에 따라 장기, 중기, 그리고 단기 기능으로 구분될 수 있다. 금형공장의 운용에 있어 중장기적으로 생산을 계획하고 자재 수급을 관리하는 기능들은 상품화되어 있는 MRP 시스템들이 잘 수행할 수 있는 반면에, 작업의 단기적인 분배, 제어 및 최적화 기능은 매우 취약한 형편이며 상품화되어 있는 소프트웨어들도 미진한 실정이다. 따라서, 이를 보완할 수 있는 단기 생산통제 시스템의 개발이 시급히 요구되고 있다. 금형공장을 모델로 한 CIM의 실현을 위하여 Missing Link의 하나인 플랜트 통제 소프트웨어를 개발하여 금형공장 운용의 최적화를 기하고자 함이 본 연구과제의 목표이다.

제 2 장 CIM환경에서의 생산통제

제 1 절 CIM에 의한 사출금형 생산

생산자동화가 필요한 분야중에서도 대량생산을 유발하고 제품 생산의 단납기화, 고품질화를 좌우하는 금형기술은 설계에서 가공, 검사 공정에 이르기까지 취급해야 할 생산정보의 양이 방대하고, 실제로 우량의 최종 제품을 얻기 위해서는 많은 기술 축적과 경험을 필요로 한다. 생산정보의 효율적인 처리를 위해 설계와 가공 공정에 오래전부터 컴퓨터가 이용(CAD/CAM)되고 있으나, 금형이 단일수량 제품이라는 특수성 때문에 각 공정에서의 생산정보가 서로 유기적으로 연계되지 않으면 전체 생산공정의 총화된 효율향상을 성취하기 어렵다. 이의 해결을 위해 선진국에서는 금형생산의 전 공정을 유기적으로 통합하고자 하는 CIM기술로의 혁신을 시도하고 있다.

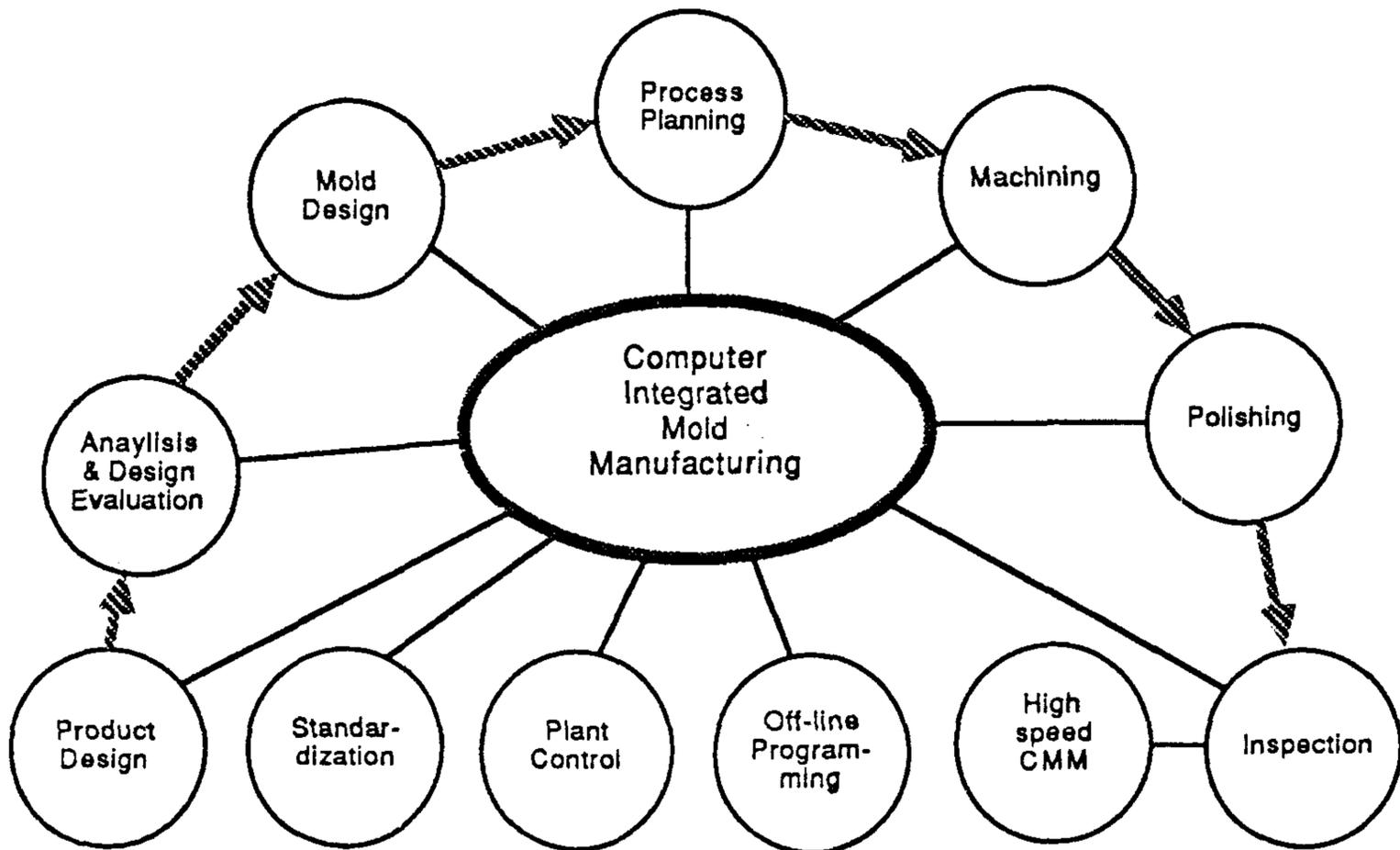
<도 2-1-1>은 사출금형에 의한 제품생산의 과정을 보여준다. 종래의 생산방식에서는 각 기능간의 정보교환이 Off-line으로 이루어지며, 금형 제작이 완료되고 시사출을 해본 후에야 설계에 대한 평가가 가능하여 후가공 등의 사후처리적인 방법을 통해서만 그 조정이 일부 가능한 실정이다. CIM에 의한 생산방식에서는 각 기능간의 On-line 연결고리가 형성되어 있어, 잘못된 프로세스가 발생하면 그 영향이 파급되기 전에 Feedback을 통해 사전예방



< 도 2-1-1 > 사출금형에 의한 제품생산의 과정

하는 식의 생산활동이 전개된다. 예를 들어 제품 설계로부터 금형 설계로 넘어가기 전에 설계의 해석·평가 과정을 통해 설계의 적·부를 검토한후 좋은 설계임이 판명되어야 금형이 설계되며, 금형의 가공·연마후의 측정·검사 과정에서 역시 합격판정이 있어야 비로서 조립, 시사출로 넘어가게 되는 것이다. 이와 같은 통합생산에 의한 경우, 발생하는 Error의 확산을 방지할 수 있고 후가공이나 재가공을 최소화할 수 있어 제품 요구에서부터 제품생산까지의 전체 Leadtime을 획기적으로 단축하여 생산성을 증가시킬 수 있게 된다.

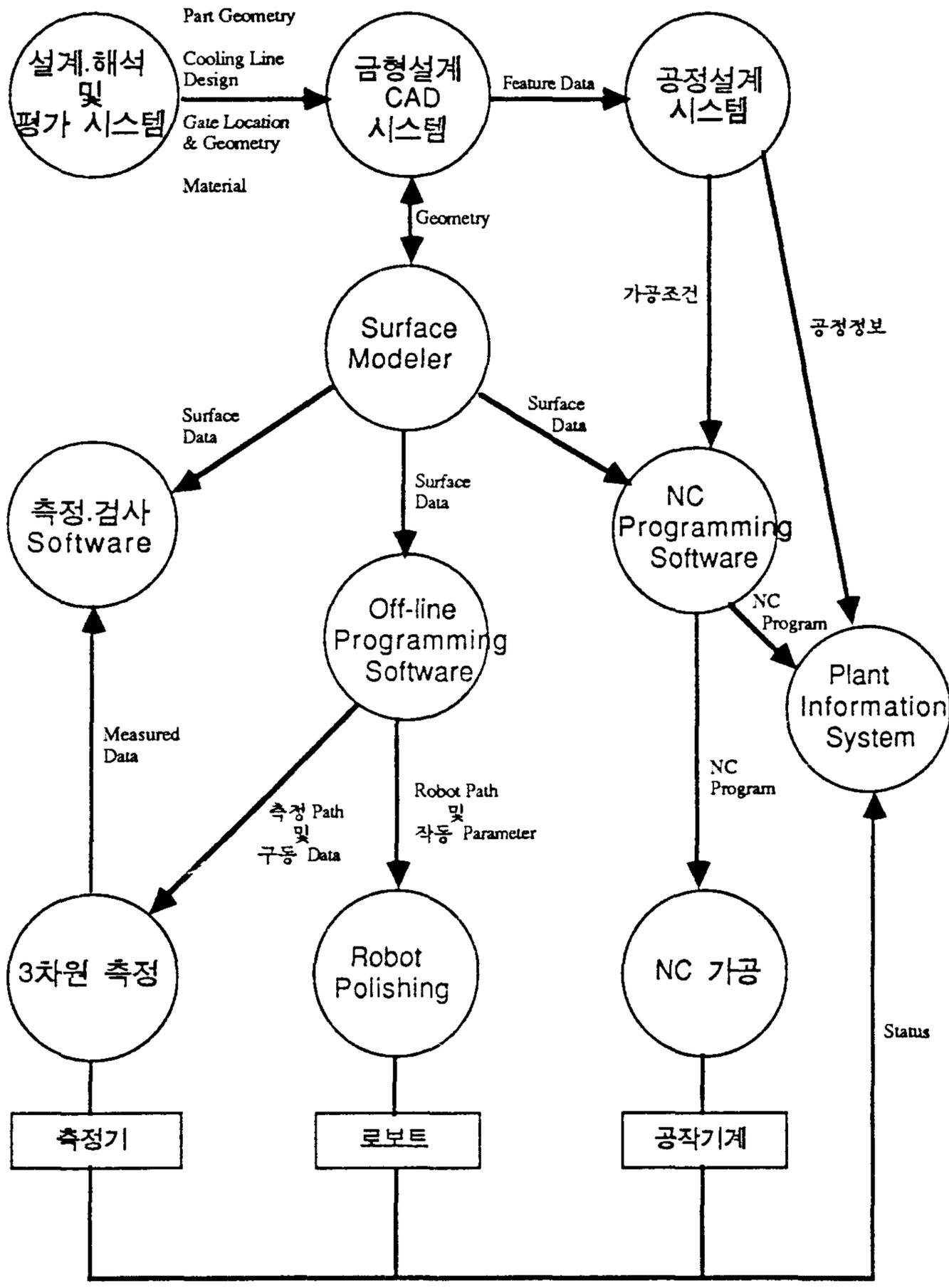
CIM기술에 의한 사출금형 생산자동화의 개념도가 <도 2-1-2>에 도시되어 있는데, 반원상에 있는 작은 원들은 좌에서 우로



<도 2-1-2> CIM에 의한 사출 금형 생산의 개념도

금형생산의 단계적 과정을 나타낸다. 아래 수평선상에 놓여 있는 표준화와 생산통제, Off-line Programming 등 일련의 기능들은 금형의 통합생산을 보조하고 있다. 사출 금형의 생산에 참여하는 이들 기능간의 정보교환이 정보처리 기술에 의해 통합됨으로써 금형생산의 최적화와 획기적인 납기단축을 이룰 수 있는 것이다.

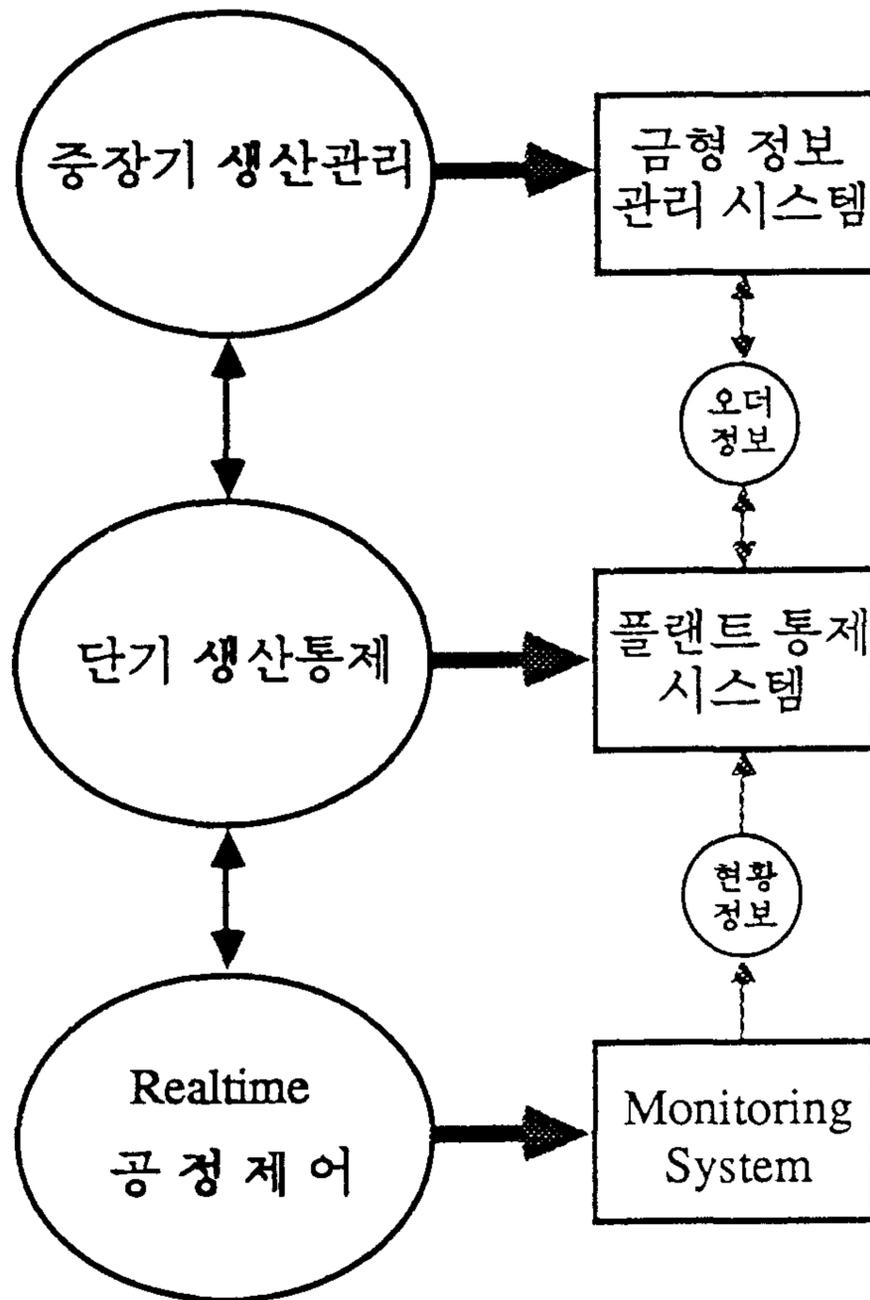
<도 2-1-3>은 사출 금형 생산에 있어서의 정보의 흐름을 보여 준다. CAD 시스템에 의하여 제품의 설계가 이루어지면 Flow Simulation 및 응력해석 프로그램을 이용하여 유동성, 제품의 강도, 사출후의 품질 등의 관점에서 설계평가가 이루어지고 그 결과가 금형설계 전용 CAD 시스템으로 전달된다. 금형설계 CAD 시스템에서는 금형의 표준 데이터베이스등을 이용하여 신속한 금형설계가 이루어질 수 있으며, 금형의 특징 (Feature) 정보는 공정설계 시스템에서 이용되고, 형상 정보는 그대로 NC 프로그래밍 시스템과 연마용 로봇 구동을 위한 Off-line Programming system 및 3차원 측정기의 측정 프로그램 생성 소프트웨어로 넘겨진다. 금형 곡면의 측정 데이터는 CAD 시스템의 형상정보와 비교되어 Deviation이 분석되어 다시 가공 또는 연마에 반영되고, 공정설계 시스템에서 결정된 가공조건은 형상정보와 함께 NC 프로그램 생성에 이용된다. 공정정보는 각 단위기계들의 Status 정보 및 품질 정보와 함께 플랜트 통제시스템에서 금형생산 플랜트의 최적 운용에 활용된다.



< 도 2-1-3 > CIM에 의한 사출금형 생산에 있어서의 정보의 흐름

제 2 절 플랜트 통제 시스템의 위치

금형공장의 관리측면에서 볼 때 플랜트 통제시스템은 중장기 생산관리를 위한 금형정보관리 시스템과 기계의 작업상태를 감시·제어하는 Monitoring 시스템의 사이에 놓여 단기생산 통제기능을 수행한다. <도 2-2-1>에 제시된 바와 같이 상위관리 시스템과의



<도 2-2-1> 플랜트 통제 시스템의 위치

Interface는 작업오더의 지시 및 보고로 이루어지며, 하위 re-
altime 공정제어 시스템과는 현황정보를 통한 Communication이
이루어진다. 이 현황정보는

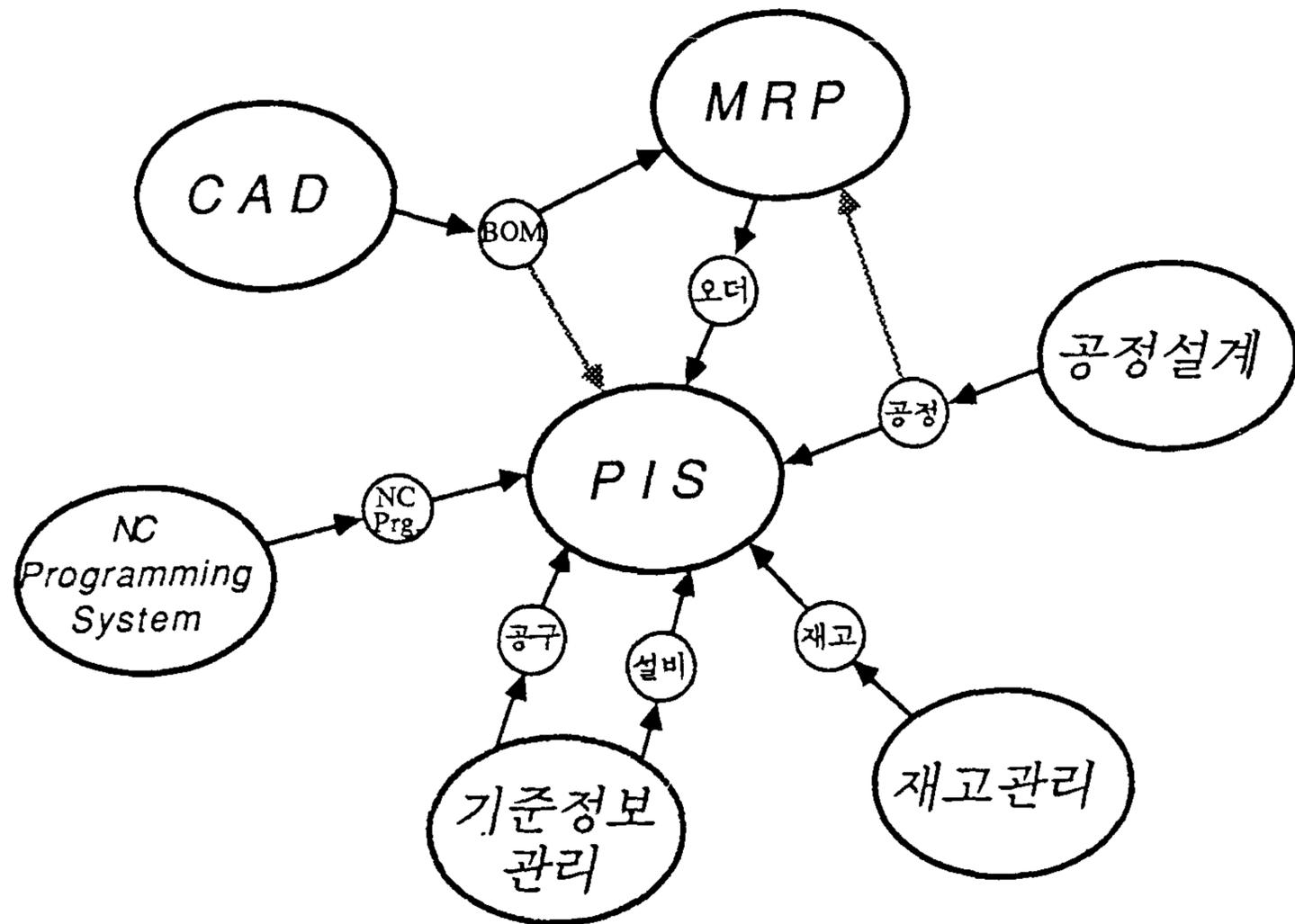
- 작업의 진도 및 실적 정보,
- 설비 현황정보,
- 비상사태 관련정보,
- 공구별 사용실적 정보,
- 공작물 - Palette 관련정보

등이다.

플랜트 통제 시스템이 처리해야 할 Data중에 생산의 여타
부서에서 제공되어야 하는 것은

- 오더 정보,
- 공정 정보,
- 설비 정보,
- 공구 정보,
- NC Part Program,
- BOM정보

등인데, 이들의 근원은 각각 MRP(Manufacturing Resource
Planning), 공정 설계, 재고 관리, 기준 정보 관리, NC Pro-
gramming System 및 CAD시스템들이다(도 2-2-2).



< 도 2-2-2 > 플랜트 통제시스템의 Data Interface

제 3 장 금형공장 모델플랜트의 통제시스템 -PIS

제 1 절 시스템 설계

1. 기능 설계

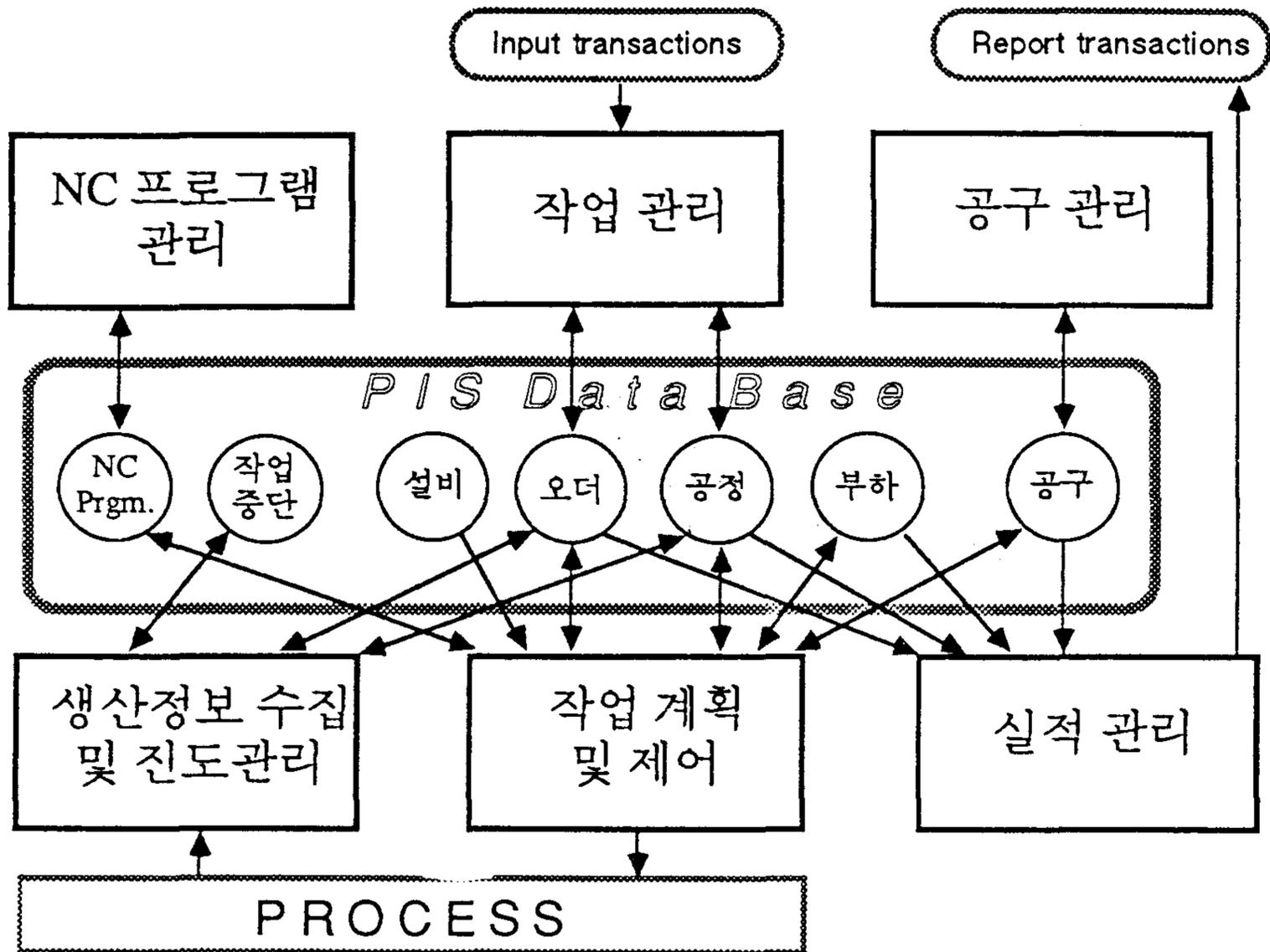
Software Design에 있어서 중요한 문제 중의 하나는 주어진 기능을 수행하기 위하여 Software System을 몇개의 모듈로 분할하는 것이 최적인지를 결정하는 것이다. Module수를 적게 하면 각 Module의 크기가 커지고 많게 하면 Module크기가 작아지므로, 근대의 Software Engineering에서는 소프트웨어 시스템의 Module수와 크기에 있어, 그 개발비용과 보수·유지 비용의 관점에서 어떤 최적치가 존재함을 지적하고 있다. 플랜트 통제시스템은 처리되는 Data의 Integrity와 기능의 Integrity에 따라,

- 작업 (Order) 관리,
- 공구관리,
- NC 프로그램 관리 및 분배,
- 작업계획 및 제어,
- 생산정보수집 및 진도관리,
- 시스템 실적관리

의 6개 모듈로 구성하였으며, 각 모듈의 기능은 < 표 3-1-1 > 과 같다.

< 표 3-1-1 > 플랜트 통제 시스템의 Module 별 기능

Module	기 능
작업 관리	작업 Order의 수령, 입·출력, 변경, 삭제 및 작업 상태의 보고
NC 프로그램 관리 및 분배	NC 프로그램의 수령, 기록, 복사, 소거 및 편집, NC 프로그램 목록관리, NC 프로그램의 검색, 정지(blocking), 및 준비(release)
공구 관리	공구수명 감시, 대체공구의 자동관리, 공구 data의 수정 및 관리, 공구 투입을 위한 일정 계획
작업 계획 및 제어	작업 오더의 일정계획 및 부하조정, 작업준비 확인 및 작업지시, 긴급 오더의 추적 및 제어
생산정보수집 및 진도관리	오더 및 공정의 진행상태 / 실적정보 및 비상사태 정보 집계, 계획과 실제 수행간의 판차집계 및 관리
시스템 실적 관리	시스템과 각 구성요소의 통계 data 및 고장원인 집계 및 관리, 보고, 가공비용, Leadtime의 집계 및 관리, 실제부하와 보존작업 data의 보고, 공구수명에 도달한 공구 List



〈도 3-1-1〉 플랜트 통제 시스템에서의 Information flow

〈도 3-1-1〉은 플랜트 통제 시스템내에서의 정보의 흐름 및 Module 간의 상호관계를 보여주는데, 각 모듈들이 각기 공통 PIS Data Base에의 Access를 가지고 있음이 잘 나타나 있다. 작업 관리 모듈은 Order 정보로써 MRP 시스템과 Interface를 형성하며, 작업계획 및 제어 모듈은 Process에의 제어정보를 주고, 생산정보 수집 및 진도관리 모듈을 통해 현황정보의 Feedback이 이루어진다.

2. Data Structure

생산통제를 위하여 중요한 정보는 크게 기술정보와 관리정보로 나눌 수 있다. 기술정보는 공정정보를 중심으로 하는 공작물 관련 정보들이고, 관리정보는 작업의 우선순위나 일정 (Schedule) 과 같이 작업오더와 관련되는 정보들이다. 그리고, 작업의 현황을 나타내는 진도 및 현황정보와 NC 프로그램, 공구 Data, 설비 및 재고 정보들이 중요하다. 이들 생산정보는 Software Engineering기법상 여러개의 File에 나뉘어 저장·관리되는데, File들간의 Linkage는 Index 또는 Address Pointer를 통하여 이루어진다. 데이터구조는 소프트웨어 시스템의 Access Time 및 Memory 소요에 직접적인 영향을 주므로, 적절한 Tool을 이용하여 신중히 결정되어야 한다.

< 표 3-1-2 >는 플랜트 통제시스템의 기능분석에 의한 Task-Step Model을 보여준다. Task-Step Model이 만들어지면, 이용되는 정보를 Entity와 Attribute로 나누어 정리하는 것이 필요한데 그 결과는 < 표 3-1-3 >과 같다.

이에 따라 Entity들간의 상호의존관계를 나타내는 Entity-Relationship Map을 그려보면 < 도 3-1-2 >와 같이 되는데, 이 Map으로부터 Database의 Normal Form을 얻는 작업이 뒤따른다.

First Normal Form은 전체 Database내에서 반복되는 Attribute들을 정리하여 Data Redundancy를 없앤 형태이며, Second Normal Form은 임의의 Non-key Attribute가 어떤

< Ⅲ 3-1-2 > PIS Task-Step Model

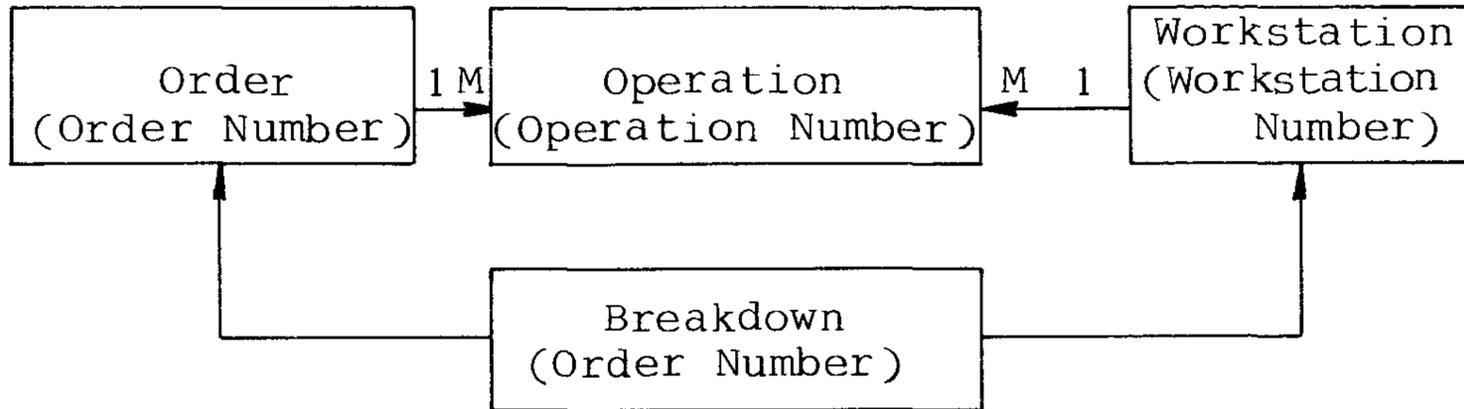
Function	Task	Steps
Order Management	Input	Get new order data
		Verify order is not already in the data base (Automatic)
		Store new order data
	Change	Get order by order number
		Change the order data
	Delete	Get order by order number
		Delete all operations of the order
		Update load structure
		Delete the order
	Display	Get user choice of order key
Display orders		
Operation Management	Input	Get order number and operation data
		Store operation data
		Update load structure
	Change	Get operation by order number and operation number
		Change the operation data
		Update load structure(if necessary)
	Delete	Get operation by order number and operation number
		Delete the operation
		Update load structure

< Ⅲ 3-1-2 > (continued)

Function	Task	Steps
Workstation Management	Display	Get order number Display operations
	Change	Get operation by workstation number and load number Update load structure
	Display	Get user choice of workstation key Display workstations
	Load Display	Get workstation number Display loads
Breakdown Management	Display	Get user choice of breakdown key Display breakdowns
Production Data Acquisition	Begin	Get workstation by workstation number Get operation by load number Get order by order number Update workstation, operation, and order
	End	Get workstation by workstation number Get operation by load number Get order by order number Update workstation, operation, and order
	Breakdown	Get workstation by workstation number Get operation by load number Get order by order number Store breakdown order or delete troubleshooted order Update workstation, operation, and order

< 표 3-1-3 > PIS를 위한 Entity와 Attributes

Entity	Attribute	Entity	Attribute
Order	Order Number		Loading Time
	Order Description		Operation Priority
	Operation Number		Overlapping
	Part Number		Splitting Factor
	Planned Lot Size		Availability Check
	Real Lot Size		Operation Status
	Planned Start Date	Works- tation	Workstation Number
	Planned End Date		Workstation Description
	Real Start Date		Alternative W/S Number
	Real End Date		Load Number
	Order Priority		Multi-Machine Operating
	The Number of Operations		The Number of Loads
	Order Status		Workstation Status
	Opera- tion		Operation Number
Operation Description		Operation Number	
Order Number		Workstation Number	
Workstation Number		Trouble Start Date	
Earliest Start Date		Expected End Date	
Earliest End Date		Planned Lot Size	
Latest Start Date		Actual Quantity	
Latest End Date		Trouble Code	
Real Start Date		Trouble Description	
Real End Date		Order Priority	
Transport Time			
Revised Transport Time			
Real Quantity			
Setup Time			
Unit Processing Time			



〈도 3-1-2〉 PIS Database의 Entity-Relationship Map

Key의 부분이 아니라 전체로서 결정되는 First Normal Form을 의미한다. 여기에서, 어떤 Non-key Attribute가 Key가 아닌 Attribute에 의해 결정되는 경우를 없애서 오로지 Key에 의해서만 결정되도록 정리하면 Third Normal Form이 된다.

Normalization에 있어서, Breakdown Entity의 Planned Lot Size와 Order Priority는 Order Entity에서의 Attribute와 동일한 값이므로 삭제할 수 있다. Operation Entity의 Transport Time, Overlapping 및 Splitting Factor는 CPU Time을 줄이기 위한 것이며, 해당 Standard File을 구성하면 삭제해야 한다. Operation Entity의 Loading Time은 Setup Time과 Unit Processing Time에 의해 결정되므로, Third Normal Form에서 삭제될 수 있다. Normalization의 결과로 나오는 Entity를 정리하면 〈표 3-1-4〉와 같다.

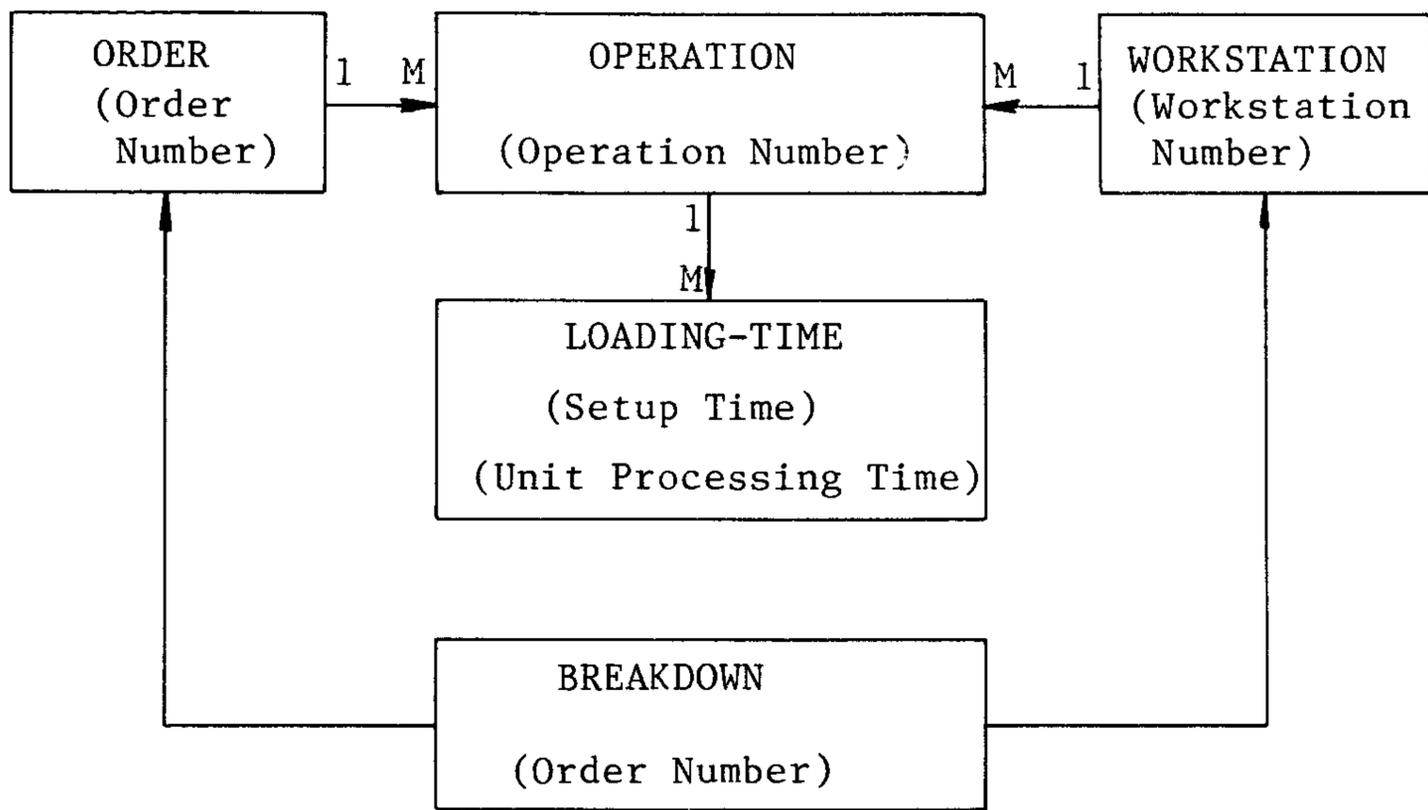
〈도 3-1-3〉은 Normalization후의 Entity-Relationship Map을 보여준다.

< 표 3-1-4 > Normalization 후의 PIS Entity, Attributes

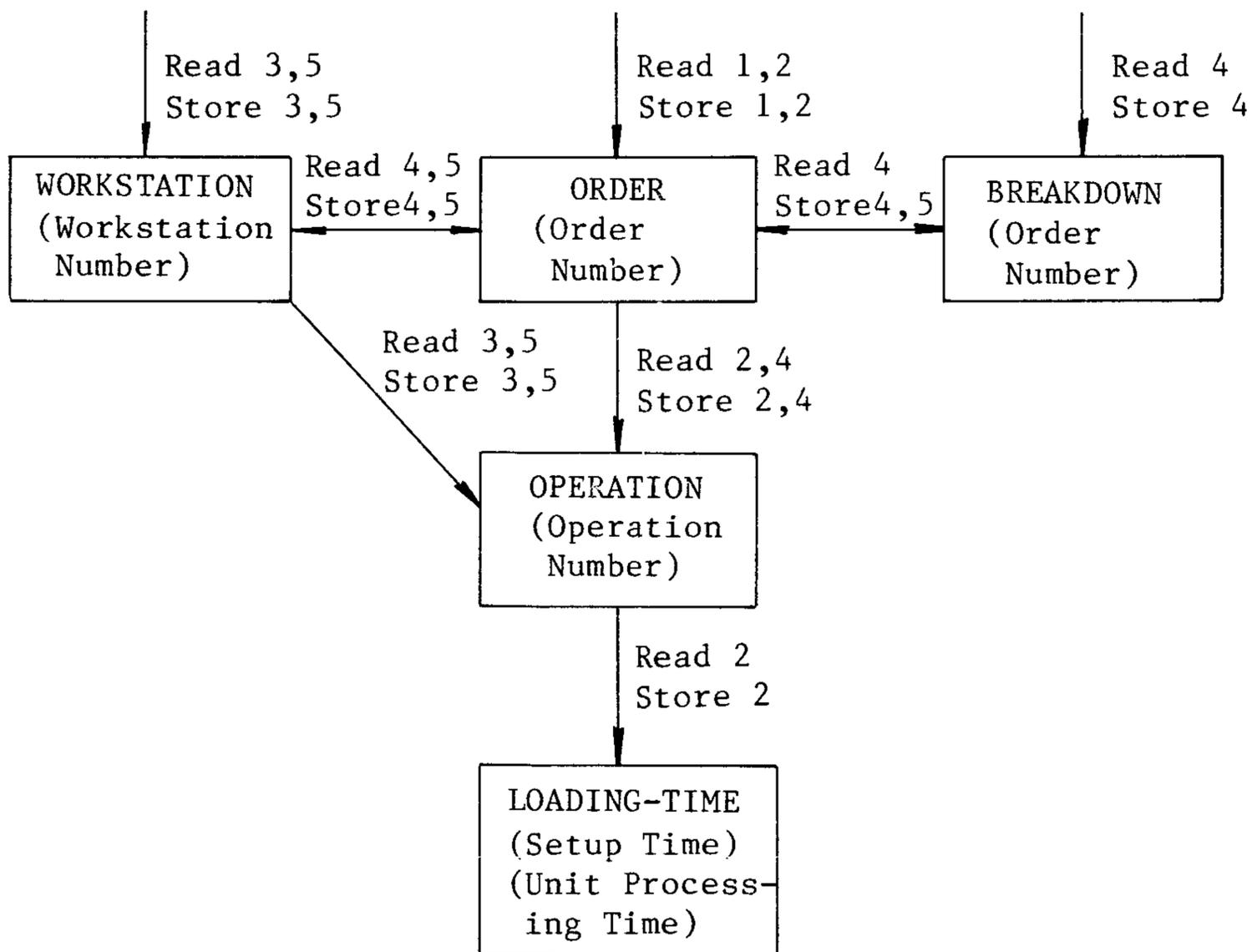
Entity	Attribute	Relationship
ORDER	*Order Number Order Description Operation Number Part Number Planned Lot Size Real Lot Size Planned Start Date Planned End Date Real Start Date Real End Date Order Priority The Number of Operations Order Status	OPERATION (1-M) BREAKDOWN
OPERATION	*Operation Number Operation Description Order Number Workstation Number Earlist Start Date Earlist End Date Latest Start Date Latest End Date Real Start Date Real End Date Transport Time Real Transport Time Real Quantity Operation Priority	ORDER (M-1) WORKSTATION (M-1) LOADING TIME (1-M)

< ㉟ 3-1-4 > (continued)

Entity	Attribute	Relationship
WORKSTA- TION	Overlapping Splitting Factor Availability Check Operation Status *Workstation Number Workstation Description Alternative Workstation Number Load Number(=Operation Number) Multi-Machining Operating The Number of Loads Workstation Status	OPERATION (1-M) BREAKDOWN
BREAKDOWN	*Order Number(=Breakdown Order #) Operation Number Workstation Number Trouble Start Date Expected End Date Actual Quantity Trouble Code Trouble Description	ORDER WORKSTATION
LOADING- TIME	*Setup Time *Unit Processing Time Loading Time	OPERATION (M-1)



< ㉞ 3-1-3 > Normalized Entity-Relationship Map



< ㉞ 3-1-4 > Transaction Map

최종적인 Consolidated Transaction Map은 <그림 3-1-4>와 같이 되는데, 여기서 1~5의 Transaction은

- (1) Order Management
- (2) Operation Management
- (3) Workstation Management
- (4) Breakdown-order Management
- (5) Production Data Acquisition

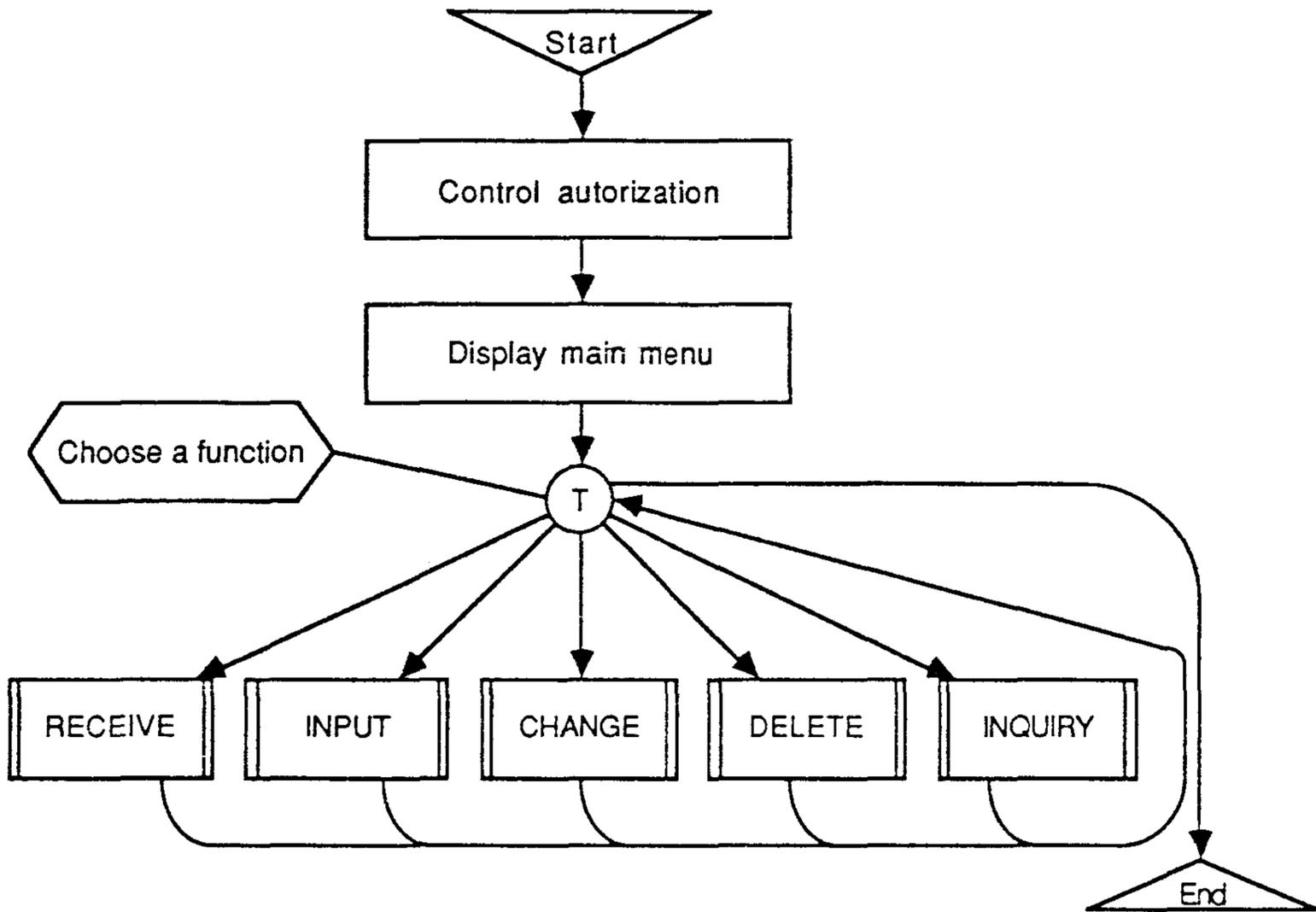
을 의미한다.

제 2 절 작업관리 모듈

1. 구 성

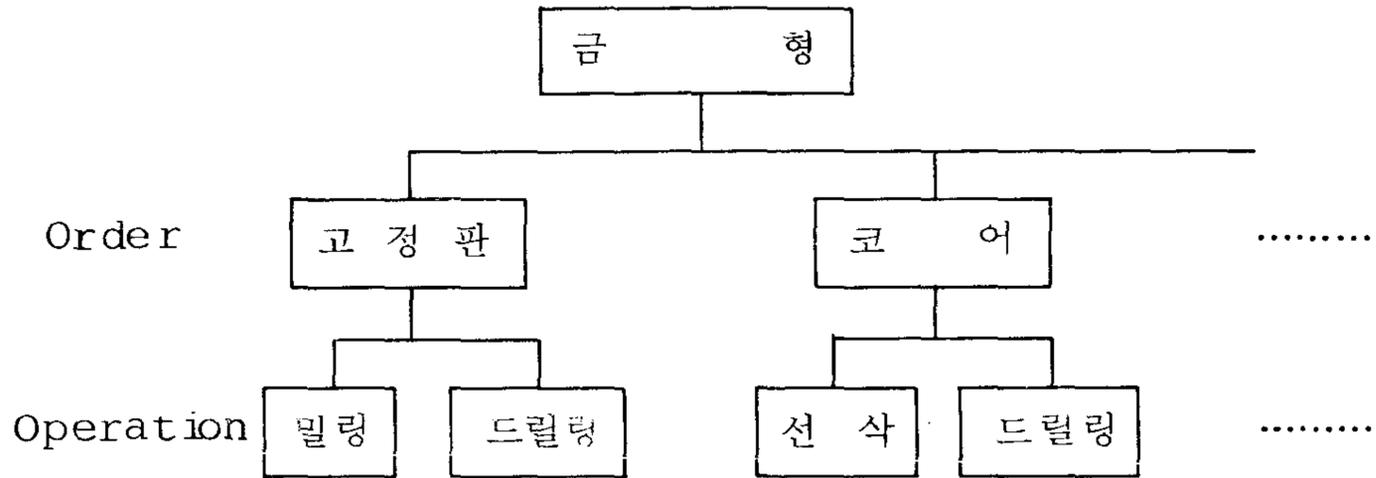
작업관리 모듈에서는 주어진 Order와 그 Operation에 대해 앞서 설명한 Data Structure 따라 File을 구성하는 작업을 한다. 따라서 이 과정에서는 필수적으로 입력, 변경, 삭제 그리고 출력 (Display)의 4기능이 Sub-Module로서 존재한다. 이 Module에서는 이 기능들을 보다 다양화시켜 Order의 인수 (File Transfer), Order의 입력 (Interactive Input), 변경, 삭제, 그리고 출력의 5개의 Sub-Module로 구성하였다. 이에 대한 기능적 흐름을 나타내는 Interaction Diagram이 <도 3-2-1>에 나와 있다.

여기서 Order는 MRP시스템이나 기타 주문부서에서 발주되는



〈 도 3-2-1 〉 작업관리 Module의 기능적 흐름을 나타내는 Interaction Diagram

제조 Order 로써 Order 번호, 부품번호, 품목사양, Lot size, 작업 완료 예정일의 Data Field 를 갖는다. 또한 제조 Order 는 한개 이상의 제조공정을 통해 완성되는데 이것을 Operation 이라 하며 여기에는 공정 (Operation) 번호, 작업장, 공구, NC Program, Setup 소요시간, 단위소요시간 등의 Data Field 를 갖고 있다.



〈도 3-2-2〉 제조 Order 와 Operation에 관한 예

하나의 Order와 그 Operation들은 Tree구조를 형성하게 되는데 그 예가 〈도 3-2-2〉에 나타나 있다. 이와같은 구조의 Data를 조작할 수 있는 시스템을 개발하기 위해서는 그 Data Structure의 설계가 중요한데 여기서는 Order File과 Operation File의 두개의 파일(File)을 이용하여 구성하였음은 앞 단원에서 설명한 바와 같다.

이와 같은 Data Structure를 갖는 File을 구성하기 위해서는 그 File 상호간 그리고 File내부의 Record간의 Link구성이 어렵고도 중요한 작업이 된다. 이 모듈의 Sub-Module으로써 존재하는 입력, 변경, 삭제, 그리고 출력등은 이러한 Link구성의 조작에 의해 얻어지는 결과들이다.

Order인수 모듈은 MRP시스템이나 이 시스템에 대해 익숙한 사용자에게 의해 직접 작성된 File에 의해 Order-Operation 파일을 구성하고자 하는 것이다. 현재 상용되는 여러 MRP시스템들

은 각기 독특한 Data Structure를 갖고 있어 이들로 부터 원하는 Data 들만을 가져오기 위해서는 하나의 중간단계가 필요하다. 이 중간단계의 결과는 보통 2개의 임시 파일의 형태로 존재하여 Order 와 Operation 의 정보를 저장한다. 사용자에 의해 직접 작성된 입력 파일도 이와 같은 임시 파일이며 이 방법을 쓰는 경우 입력시간을 상대적으로 줄일 수 있다.

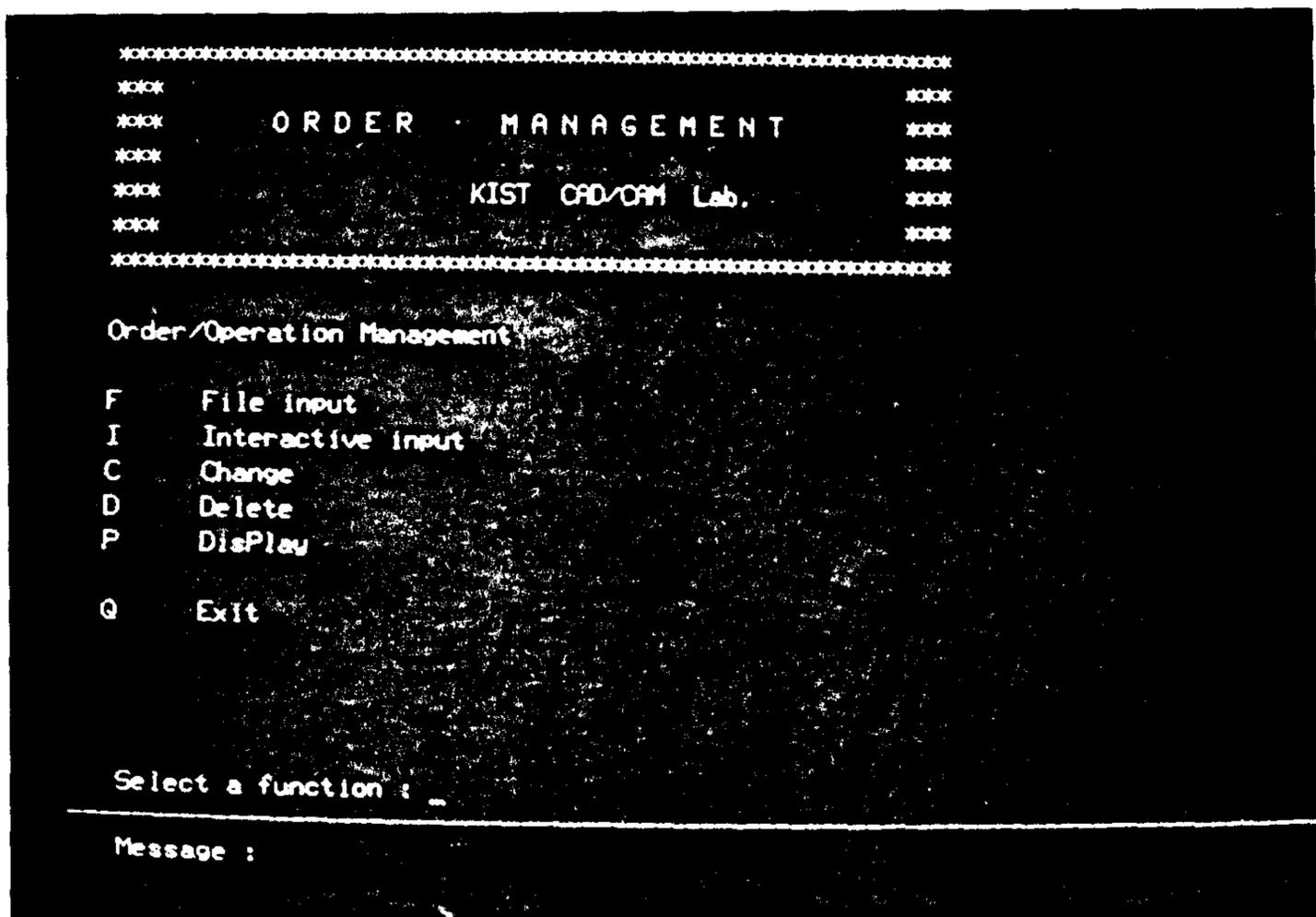
Order 입력 모듈은 시스템에서 제공하는 화면상에 필요한 Data를 직접 Key 입력하는 것이다. 이 경우 화면에 원하는 Data의 내용이 Display되고 여기에 사용자가 입력만 하면 되므로 상대적으로 입력 실수가 적고 이 System에 대한 깊은 이해가 없는 사람도 쉽게 입력시킬 수 있다는 장점이 있다. 일반적인 입력 수행시는 한 Order에 대해 모든 Operation 들을 입력하지만 이미 등록된 Order에 대해서도 새로운 Operation 들을 입력해 주어야 할 경우가 있다. 이 기능도 이 Module에서 처리되며 이는 Operation 들의 교체 (change)시 삭제 모듈과 함께 이용된다.

변경 모듈은 입력된 Order의 내용을 바꾸는 기능을 갖는다. Order의 변경에는 두 가지가 있는데 하나는 Order 또는 Operation의 Record Attribute에 대한 변경이고 다른 하나는 Order - Operation의 구조 변경이 있다. 이 모듈에서는 Attribute의 변경만이 수행되는데 여기서 Primary key로 정의된 Order번호와 Operation번호는 변경하지 않는다.

삭제모듈은 Order-Operation 구조에서 해당 Operation

에 대한 가지 (Branch)를 끊어내거나 아예 Order를 삭제하는 기능을 갖는다. Order는 항상 하나 이상의 Operation을 갖고 있으므로 Operation이 없는 Order도 그 파일에서 삭제되고 Order가 삭제되면 하위의 Operation들도 차례로 삭제된다.

출력모듈은 현재 구성된 Order-Operation 파일의 내용을 파일에 출력시켜주는 모듈이다. 출력되는 내용은 Order 파일에 대해 전 Record를 주어진 key에 따라 Sorting하여 보는 방법이 있고 한 Order에 대해 Operation들을 출력하여 보는 방법이 있다. Operation들은 해당 Order의 제작 순서에 따라 구성되므로 이들의 출력도 제작순서에 따라 보여주는 방법과 그 역으로 보여주는 방법이 있다.



< 도 3-2-3 > 작업관리 모듈의 주 Menu 화면

작업 관리 모듈에 들어가면 먼저 < 도 3-2-3 > 과 같은 주 Menu 화면이 Display 된다. 여기에서의 작업 수행은 < 도 3-2-1 > 의 Interaction Diagram에서 보여주듯 원하는 key의 입력에 따라 해당 Sub-Module 으로 들어가게 된다.

2. Order 인수 (File Transfer) 모듈

주 Menu 화면에서 charcuter 'F'를 입력하면 이 모듈로 들어 온다. 이때 나타나는 화면이 < 도 3-2-4 > 이다.

화면의 Message에 나타난 바와 같이 이 모듈은 아직 개발 지 않았는데 왜냐 하면 이 모듈의 수행은 MRP시스템의 선정

```
*****  
*** File Input Module ***  
*****
```

```
***** This routine is not programmed, yet. *****
```

```
-----  
Message : Press <ENTER> to continue.
```

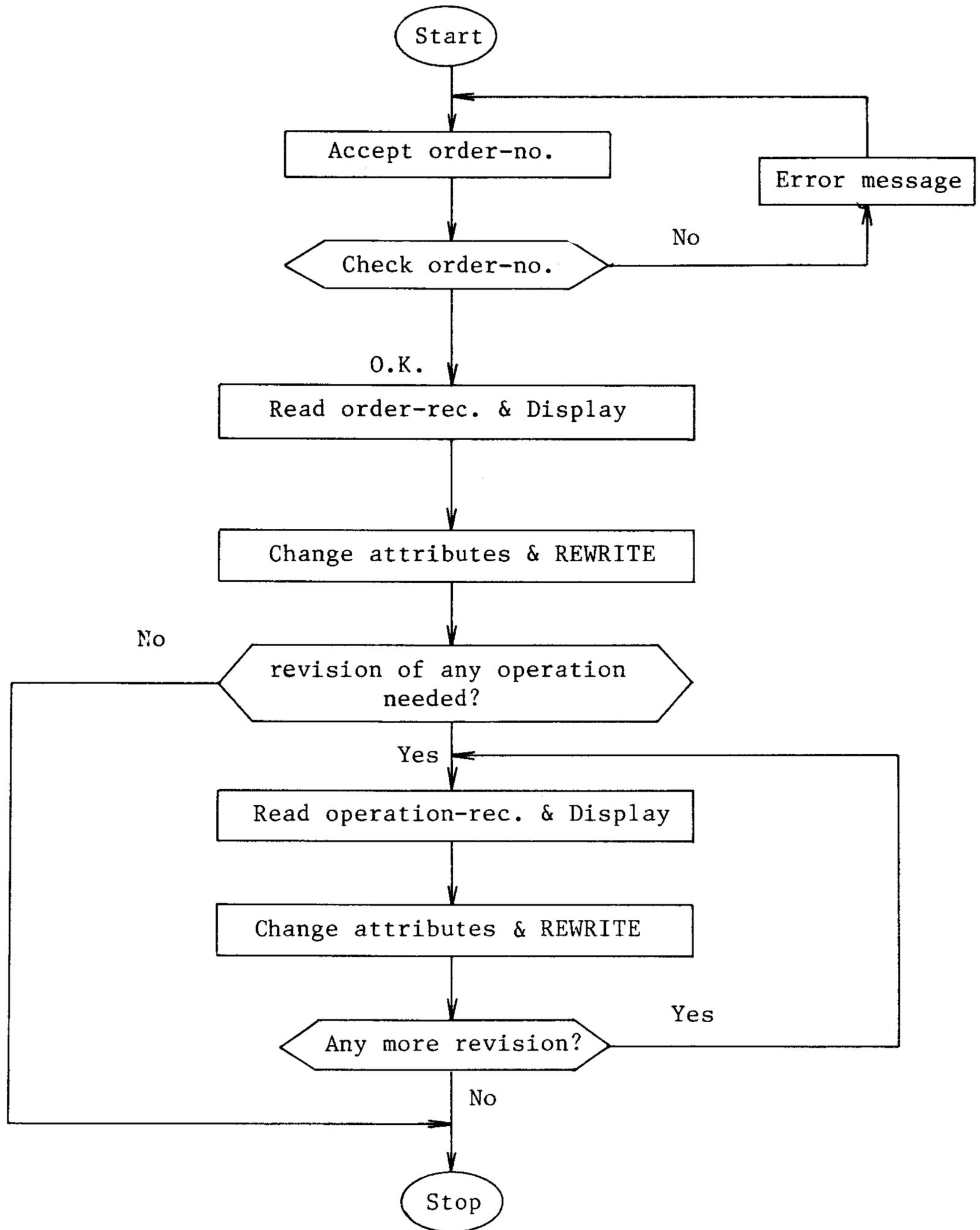
< 도 3-2-4 > Order 인수 모듈의 화면

에 직접 관련되며 또한 시스템간의 Integration에 관련된 문제이기 때문이다. 따라서 이 모듈은 Project의 차기 수행년도에 개발될 예정이다.

이 모듈에 대한 유통로가 <도 3-2-5>에 나타나 있다. 여기에 나타내어진 바와 같이 임시 File 2개가 이 모듈의 입력이 되는데 그것이 Transfer-file-1과 Transfer-file-2이다. 이들은 MRP 시스템으로부터의 출력이거나 사용자에게 의해 직접 작성된 File로써 Transfer-file-1은 Order에 대한 정보를 저장하고 Transfer-file-2는 Operation에 대한 정보를 저장한다.

여기에서의 Order나 Operation은 순차적으로 입력되어 지는데 그 방법은 다음과 같다. 먼저 Transfer-file-1에서 하나의 Order를 읽어와서 이것을 Order File(WOF)에 등록한다. 다음 이 Order에 대한 Operation을 Transfer-file-2에서 읽어와서 Operation File(Order Structure File:WOSF)에 하나씩 입력한다. 이때의 입력순서가 그 Order에 대한 Operation 순서이다. 이 작업이 끝나면 또 다른 Order에 대해서도 같은 방법으로 입력을 수행한다.

작업은 항상 Order와 Operation에 대해 순차적으로 입력하는 방법뿐으로 이를 위해 Transfer-file의 작성시 이 작업이 수행가능하도록 File의 Record를 구성해 주어야 한다. 또 유의해야 할 사항으로, 이미 압력된 Order에 대해서는 새로운



< 도 3-2-5 > Order 인수 모듈의 유통도

3. Order 입력 모듈

앞서의 Order 인수 모듈이 File 간의 전송에 의한 File 입력 모듈이라고 한다면 이 모듈은 사용자가 직접 하나 하나의 Data 를 입력하는 Interactive 입력모듈이라 할 수 있다 <도 3-2-6>은 이 모듈의 주 Menu Screen 을 보여준다.

```
*****
*** Interactive Input Module ***
*****

Function of interactive input

N   Add one operation record to an order.
A   Append operation records to an order.
S   Sequential input of order and its operations.
Q   Exit this module.

Select a function : _

Message :
```

< 도 3-2-6 > Interactive 입력 모듈의 주 Menu Screen

이 모듈은 크게 세가지 루틴 (Routine) 으로 나누어 지는데 각각은 다음과 같다.

- ① 주어진 Order 에 대해 임의의 위치에 한 Operation 입력
- ② 주어진 Order 에 대해 하나 이상의 Operation 들을 Appending
- ③ 한 Order와 그 Operation 들을 순차적으로 입력

①, ②는 Order File 에 이미 존재하는 Order 에 대해 Operation 을 입력하는 방법이고 ③은 새로운 Order 를 등록함과 아울러 그 Operation 들을 입력해 주는 것이다. 설명의 편의를 위해 ③의 알고리즘을 중심으로 하고 다음으로 ①, ②에 대해

```

*****
*** Interactive Input Module ***
***** [ Sequential Input Mode ]

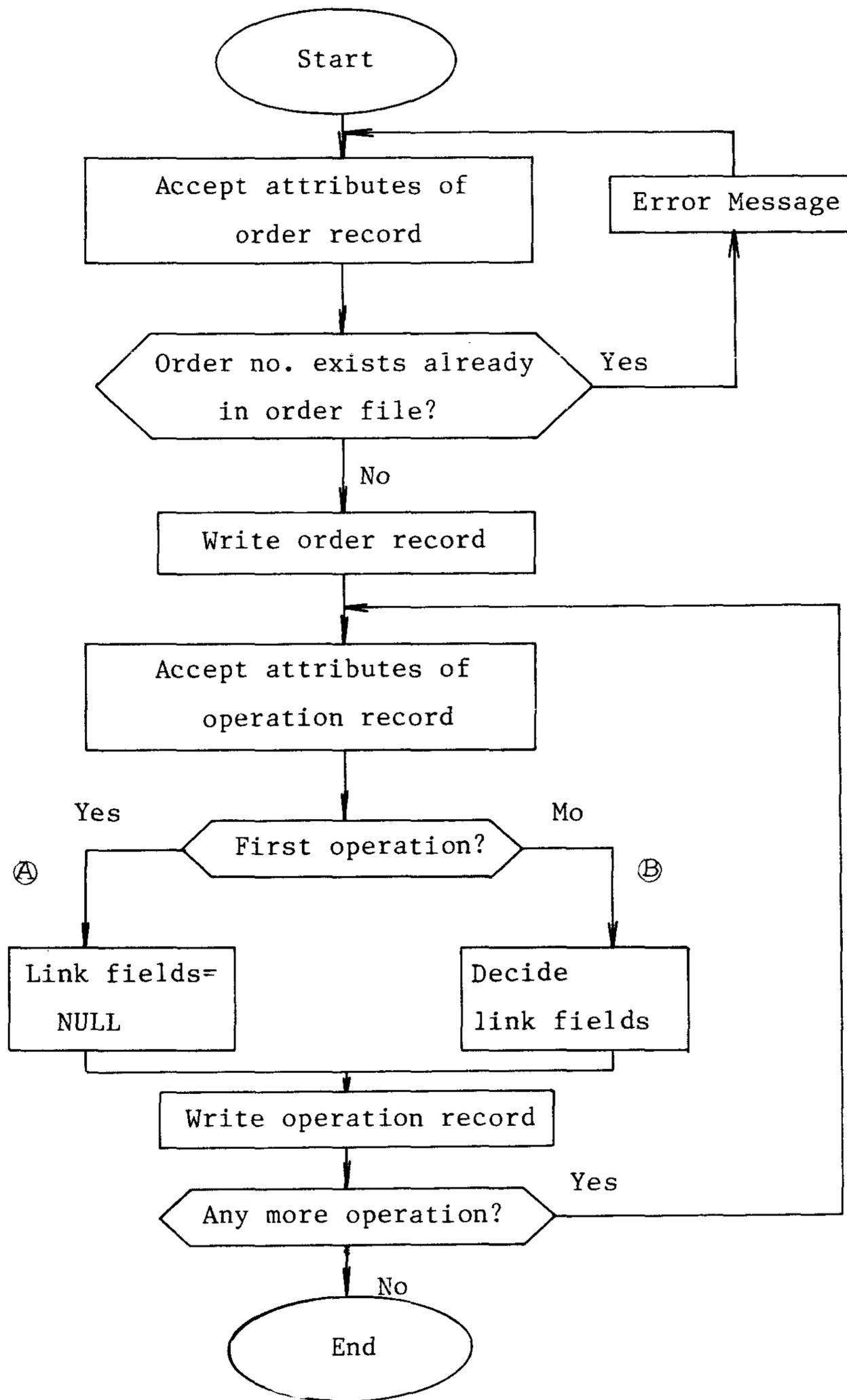
Enter Order Attributes.

Order Number      [10] : W-2735-209
Order Description [32] : Core_Pin
Part Number       [10] : I-Die-4409
Planned Lot Size  [3] : 1
Real Lot Size     [3] : 0
Planned Start Date [6] : 89/ 5/10
Planned End Date  [6] : 89/ 6/30
Real Start Date   [6] : 89/ 1/ 1
Real End Date     [6] : 89/12/31
Order Priority    [3] : 4
Order Status      [2] : 0_

-----
Message :

```

< 도 3-2-7 > Order 레코드 입력 화면



< 도 3-2-8 > Order 입력 모듈의 유통도

서 덧붙여 가기로 한다.

이 모듈의 수행에 관한 유통도가 <도 3-2-8>에 나와 있다. 여기에서 보여주듯이 먼저 Order 레코드의 입력을 수행한다. 이때 이미 Order 번호가 Order File에 존재하면 Error Message가 발송되는데 ②, ③의 경우 Routine의 특성상 오히려 그렇지 않은 경우에 Error Message가 발송된다. 입력화면은 <도 3-2-7>로 Order 레코드의 각 Field의 입력이 수행된다. 유의할 사항으로 이 화면에 나온 모든 Data를 입력해 주어야만 하는 것은 아니라는 것이다. 즉, Real Lot Size, Real Start Data, Real End Data, Order Status 등은 이 시스템의 수행에 따라 동시에 Updata되는 Field들이다.

```
*****
*** Interactive Input Module ***
***** [ Sequential Input Mode ]

Order Number      : W-2735-209
Order Description : Core_Pin

Enter Operation Attributes.

Operation Number [10] : D-CMM-0091
Operation Description [32] : Coord_Measuring_Machine
R0 [3] : 0
ST [3] : 30
LPT [3] : 28
LT : 58
OLAP [1] : 0
SPLT [1] : 0
OPP [2] : 4
ESD [6] : 89/ 5/10
EED [6] : 89/ 6/20
LSD [6] : 89/ 5/27
LED [6] : 89/ 6/30
RSD [6] : 89/ 1/ 1
RED [6] : 89/12/31
TT [3] : 21
RTT [3] : 0
AC [4] : 0
OPS [2] : 0
WN [5] : CMM_

Message :
```

<도 3-2-9> Operation 레코드 입력화면

Operation 입력은 그 갯수만큼 Loop를 돌면서 수행한다. Loop의 끝은 Exit Message에 대해 True 값을 Key 입력함으로써 얻어진다. Loop에 들어가면 먼저 <도 3-2-9>와 같은 Operation 레코드 입력화면이 나타난다. 여기에서도 일부는 시스템의 수행으로 Update되어지는 Field 등이 있는데 Load Time (LT) Overlapping, Split Factor, Real start Data, Real End Date, Availability Check(AC), Operation Status 등이다.

Operation 레코드의 입력이 끝나면 그 Operation이 그 Order의 첫번째 Operation인지 아니면 마지막에 Append 되는 Operation인지를 결정하고 이에 의해 각각의 레코드의 Link Field를 Update한다. 이 Operation들에는 Forward Link와 Backward Link가 있어 그들의 순서를 어느 방향으로든 조회해 볼 수 있도록 하였다. ②의 경우는 <도 3-2-8>의 ㉔의 경우와 같은 흐름의 작업을 수행하며 ①의 경우는 ㉑, ㉒뿐만 아니라 Operation들 사이에 Operation이 삽입되므로써 그 Link Field의 갱신(Update)이 보다 복잡하게 이루어진다.

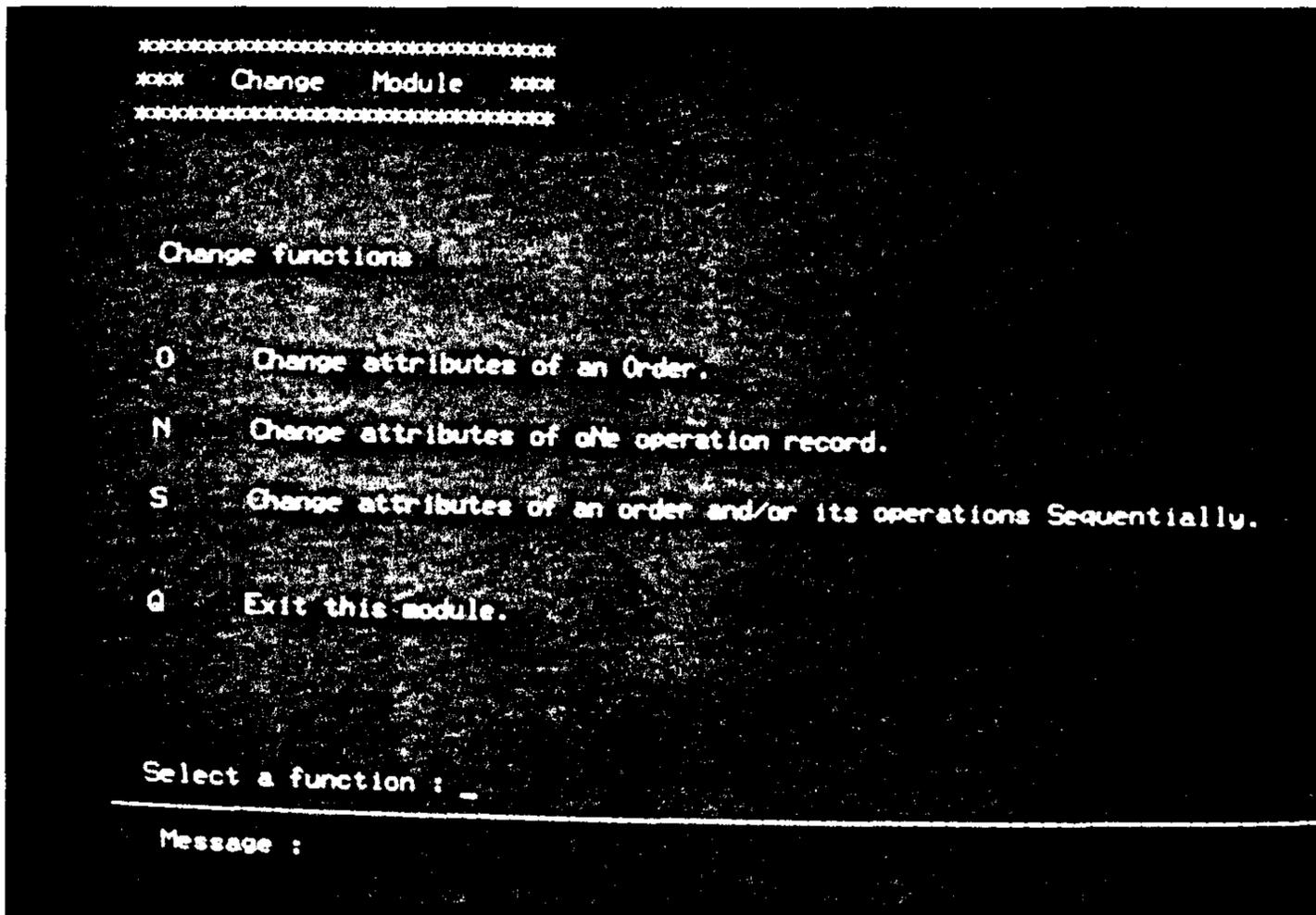
Order나 Operation의 Data는 각기 Alphanumeric 또는 Numeric Date Type을 가지며 또한 지정된 Length를 갖는다. 따라서 이 모듈에서는 이러한 입력 Data에 대해 자기 진단기능을 갖고 있어 잘못된 입력의 경우 Error Message를 발송함과 아울러 재입력을 요구한다.

4. 변경 모듈

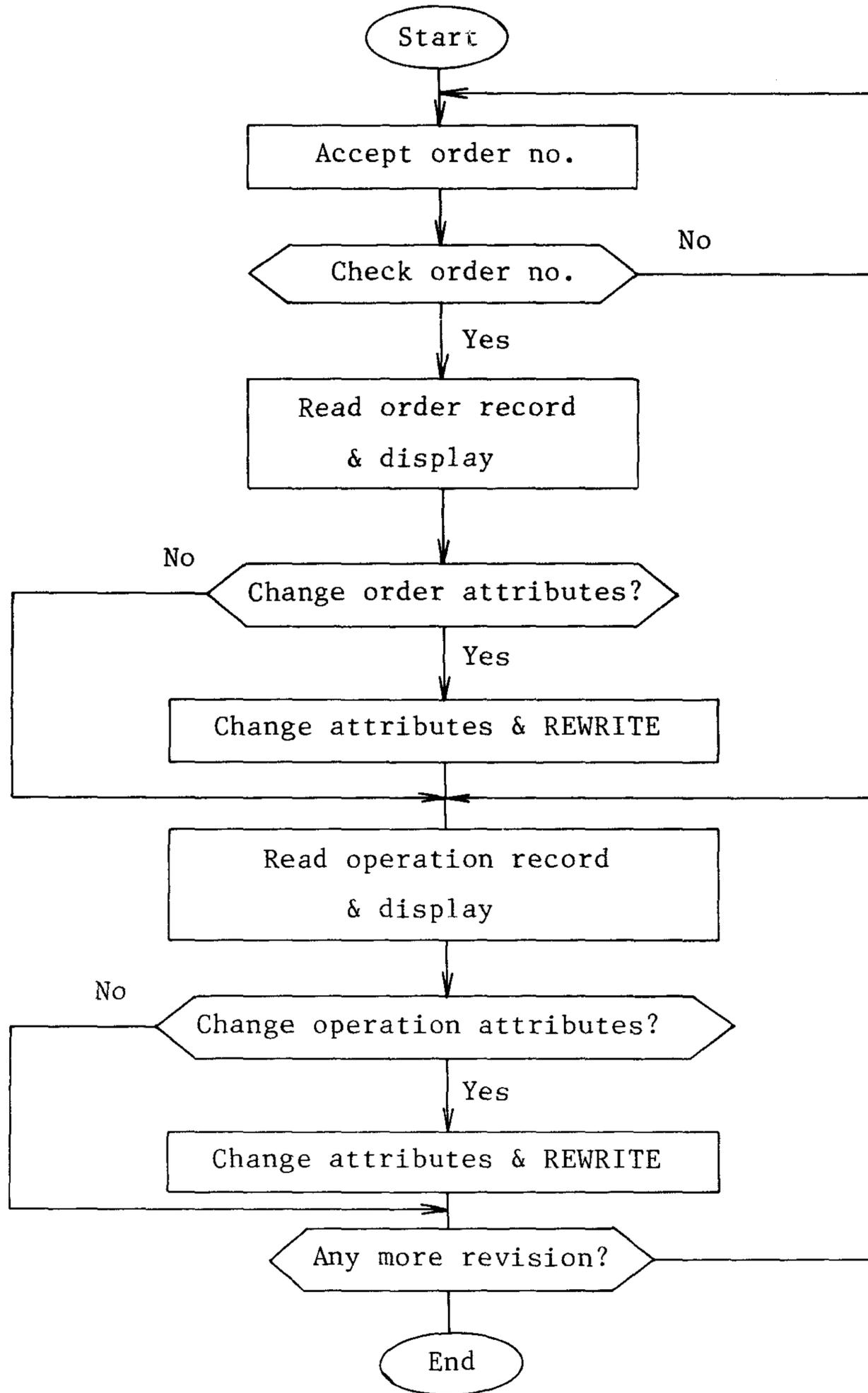
변경 모듈의 주 Menu 화면이 <도 3-2-10>에 나타나 있다. 여기에도 세 가지의 입력방식이 있는데 각각은 다음과 같다.

- ① Order 레코드 Attribute들의 변경
- ② 주어진 Order의 지정된 Operation 레코드 Attribute들의 변경
- ③ Order와 그 Operation들에 대한 Attribute들의 순차적인 변경

①은 Order 번호를 입력받아 그 Order 레코드의 Attribute들은 Display 한후 그들을 순차적으로 변경한 후 끝나는 것이고 ②의 경우는 Order 번호와 Operation번호를 입력받아 그 Op-



<도 3-2-10> 변경 모듈의 주 Menu 화면



〈도 3-2-11〉 변경 모듈의 유통도

eration 레코드 의 Attribute 들을 Display 한 후 그들을 순차적으로 변경한 후 끝나게 된다. ③은 Order 레코드 의 Attribute 들을 변경한 후 Order 에 따르는 모든 Operation 레코드 에 대해서도 Attribute 들을 변경할 수 있도록 한 것이다.

여기에서도 ③의 방법이 이 모듈 Algorithm 의 근간을 이루므로 이 방법을 설명하고 ①, ②의 경우에 대해서는 여기에 덧붙여 설명하기로 한다.

주 Menu 화면에서 character 'S' 를 key 입력하면 <도 3-2-12> 와 같은 Order 레코드 변경 화면이 출력되고 여기서 부터 이 Routine 의 작업이 시작된다. 이 작업의 유통도가 <도 3-2-11> 에 잘 나와 있다.

먼저 Order 번호를 입력받아 현재 Order File 에 존재하는지를 검사한다. 여기를 통과하면 각 Attribute 들을 변경시켜가는데 각 Data 의 해당 위치에서 Data 를 입력한 후 <ENTER> key 를 입력하면 값의 변경이 이루어진다. 입력을 시키고 싶지 않은 경우는 <ENTER> key 만 입력하면 값의 변경없이 다음 Attribute 로 cursor 가 넘어간다.

유통도에는 나와 있지 않지만 P/G 내에서는 어느 attribute 에서라도 'S' 를 입력하면 그 Record 의 Rewrite 가 이루어지고 다음 Operation 레코드 의 변경을 위해 수행이 넘어간다. Operation Record 의 변경 화면은 <도 3-2-13> 에 나타나 있으며 여기서 더 이상의 변경이 필요 없으면 해당 Query 가 나왔을 때 'Q' 를

```

*****
*** Change Module ***
*****
[ Order Change mode ]

Order Number      [10] : H-2735-209

Key new data in or <RETURN>. Press 'S' to quit.

Order Description [32] : Core_Pin
Part Number      [10] : I-Die-4409
Planned Lot Size [3] : 4
Real Lot Size    [3] : 8
Plan. Start Date [6] : 89/ 5/10
Plan. End Date   [6] : 89/ 6/30
Real Start Date  [6] : 89/ 1/ 1
Real End Date    [6] : 89/12/31
Order Priority    [3] : 4
Order Status     [2] : 0

Message :

```

< 도 3-2-12 > Order 레코드 변경 화면

```

*****
*** Change Module ***
*****
[ Sequential Change mode ]

Order Number      : H-2735-209
Order Description : Core_Pin

Press <ENTER> to an operation change, or 0 to exit. : _
Operation Sequential Number : 1
Operation Number      : D-011-0091
Operation Description [32] : Coord. Measuring Machine

RQ [3] : 0          LED [6] : 89/ 5/27
ST [3] : 30         LED [6] : 89/ 6/30
UPT [3] : 28        RSD [6] : 89/ 1/ 1
LT : 58            RED [6] : 89/12/31
OLAP [1] : 0       TT [3] : 21
SPLT [1] : 0       RTT [3] : 0
OPP [2] : 4        AC [4] : 0
ESD [6] : 89/ 5/10 OPS [2] : 0
EED [6] : 89/ 6/20 WY [5] : CMM

Message :

```

< 도 3-2-13 > Operation 레코드 변경 화면

입력하면 다음 Operation 의 변경이 수행된다.

Operation 레코드의 변경은 Order 레코드의 변경시와 같은 방법이며 앞서의 ①은 여기서의 Order 레코드의 변경만이 수행되는 것이고 ②는 지정된 Operation에 한해 Record 변경이 수행되는 것이다.

5. 삭제 모듈

삭제 모듈에 처음들어오면 <도3-2-14>와 같은 주 Menu 화면이 Display된다. 이 모듈에서의 기능은 <도3-2-2>에서 보여준 바와 같이 Order-Operation Tree 에서 하나의 가지를 떼어내거나 여러 Order 중 필요없게 된 Order 를 삭제하는 작업이

```
*****
***** Delete Module *****
*****

Delete functions

O   Deletes an Order record.
N   Deletes one operation record.
S   Delete operation records to an order Sequentially.
Q   Exit this module.

Select a function : _

Message :
```

< 도 3-2-14 > 삭제 모듈의 주 Menu 화면

다. 이때 Order에 대한 Operation 들은 당연히 삭제되며 하나 남은 Operation 이 삭제되는 경우는 그 Order도 자동적으로 Delete된다.

이 모듈에서도 세가지의 Sub-Module들이 존재하는데 각각은 다음과 같다.

- ① Order의 삭제
- ② 주어진 Order의 지정된 Operation 삭제
- ③ 주어진 Order에 대해 Operation 들을 순차적으로 조회하며 삭제

①은 Order와 해당 Operation 들 전체를 삭제하는 기능이고 ②, ③은 쓰여진 그대로의 기능을 말한다. 이 모듈에서는 ③의 방법이 Algorithm의 근간을 이루므로 이를 중심으로 설명하고 ①, ②는 여기에 덧붙여 설명하기로 한다. 이 ③에 대한 유통도가 <도 3-2-16>에 나와 있다.

이 모듈의 주 Menu 화면에서 character 'S'를 key 입력하면 ③의 과정이 수행되기 시작하는데 이때 처음 나타나는 화면이 <도 3-2-15>이다. 먼저 Order 번호를 입력받아 그 Order가 Order File에 존재하는지를 check하고 있으면 이 화면에 Order 레코드의 Attribute 들을 출력한다. 출력된 Order의 내용을 확인한 후 이 Order를 삭제할 것인지 아닌지를 결정한다. 여기서 'Y'를 입력하면 Sub-Module ①과 똑같은 기능을 수행한다. 'N'을 입력하는 경우 그 Order에 대한 첫번째 Operation

```

*****
*** Delete Module ***
*****
[ Sequential Delete Mode ]

Order Number      [10] : W-2735-209

Order Description [32] : Core_Pin
Part Number      [10] : I-Die-4409
Planned Lot Size [3] : 4
Real Lot Size    [3] : 0
Plan. Start Date [6] : 89/ 5/10
Plan. End Date   [6] : 89/ 6/30
Real Start Date  [6] : 89/ 1/ 1
Real End Date    [6] : 89/12/31
Order Priority    [3] : 4
Order Status     [2] : 0

Do you want Order DELETE [N]? _
-----
Message :

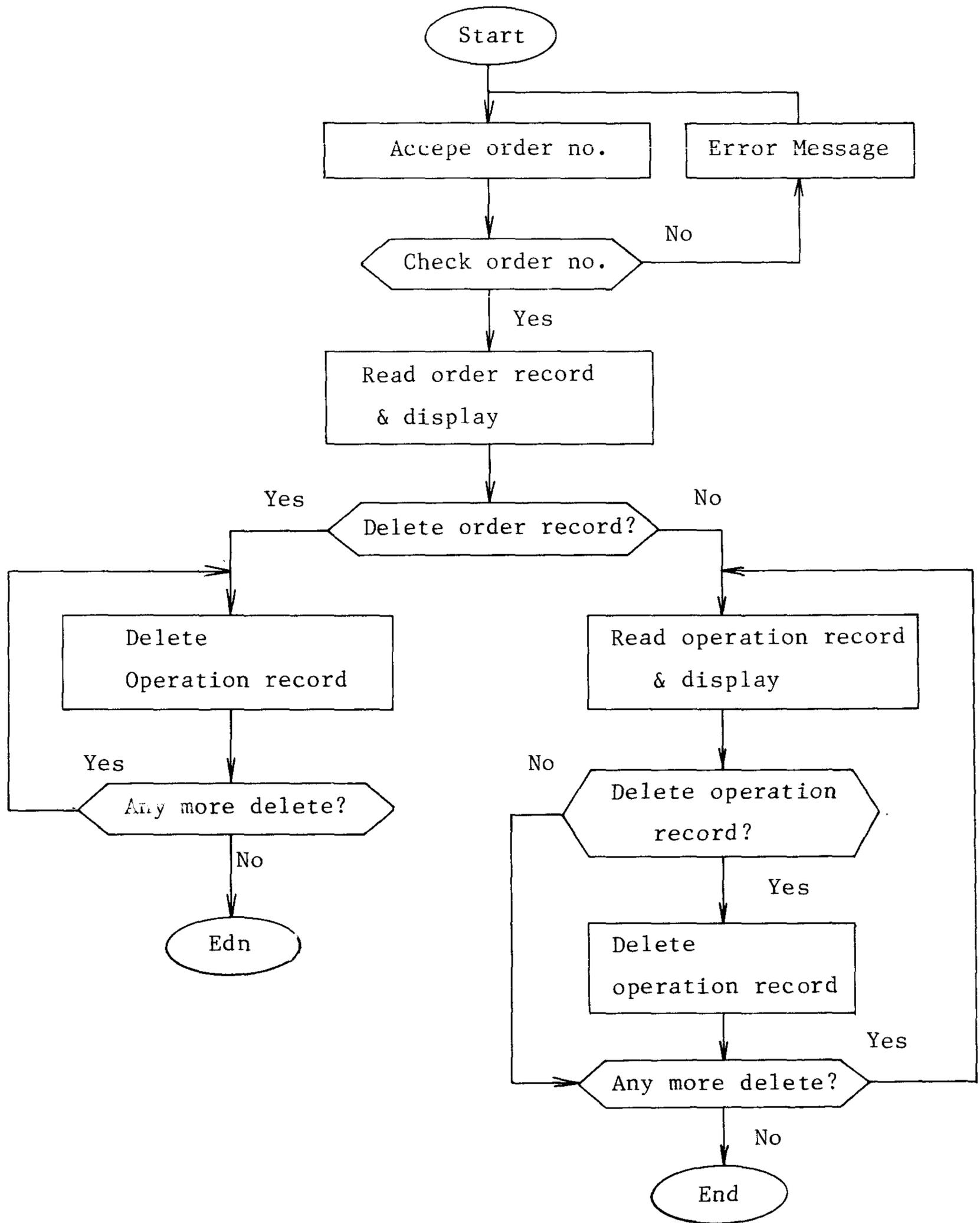
```

< 도 3-2-15 > Order 레코드의 삭제 화면

이 출력되는데 그 화면이 < 도 3-2-17 >이다. 여기서도 이 Operation의 삭제 유무를 묻는 Query가 나와 'Y'를 입력하는 경우 삭제를 행하고 'N'을 입력하는 경우 다음 Operation을 화면에 출력시키며 삭제 여부를 묻는다. 이상과 같은 방법을 주어진 Order의 Operation 갯수만큼 수행하고 작업을 끝낸다.

Operation의 갯수가 많고 삭제해야 할 갯수는 1~2개로 적다면 이러한 ③의 방법은 무척 번거러울 것이다. 이를 위해 Order와 그에 대해 삭제해야 할 Operation을 입력하여 임의의 위치에 있는 Operation을 삭제하는 방법이 ②의 기능이다.

Operation의 삭제시에는 그 전후에 위치한 Operation들의 Link Field에 대한 Update가 이루어져야 한다. 변경 모듈



< 도 3-2-16 > 삭제 모듈의 유통도

```

*****
*** Delete Module ***
*****
[ Sequential Delete Mode ]

Order Number : W-2735-289
Order Description : Core_Pin

Operation Attributes

Operation Sequence Number : 1
Operation number : D-CMM-8891
Operation Description [32] : Coord. Measuring Machine
RQ [3] : 0 LSD [6] : 89/ 5/27
ST [3] : 30 LED [6] : 89/ 6/30
LPT [3] : 28 RSD [6] : 89/ 1/ 1
LT : 58 RED [6] : 89/12/31
OLAP [1] : 0 TT [3] : 21
SPLT [1] : 0 RTT [3] : 0
OPP [2] : 4 AC [4] : 0
ESD [6] : 89/ 5/10 OPS [2] : 0
EED [6] : 89/ 6/20 WN [5] : CMM

Do you want Operation DELETE [Y]? _
Message :

```

< 도 3-2-17 > Operation 레코드의 삭제 화면

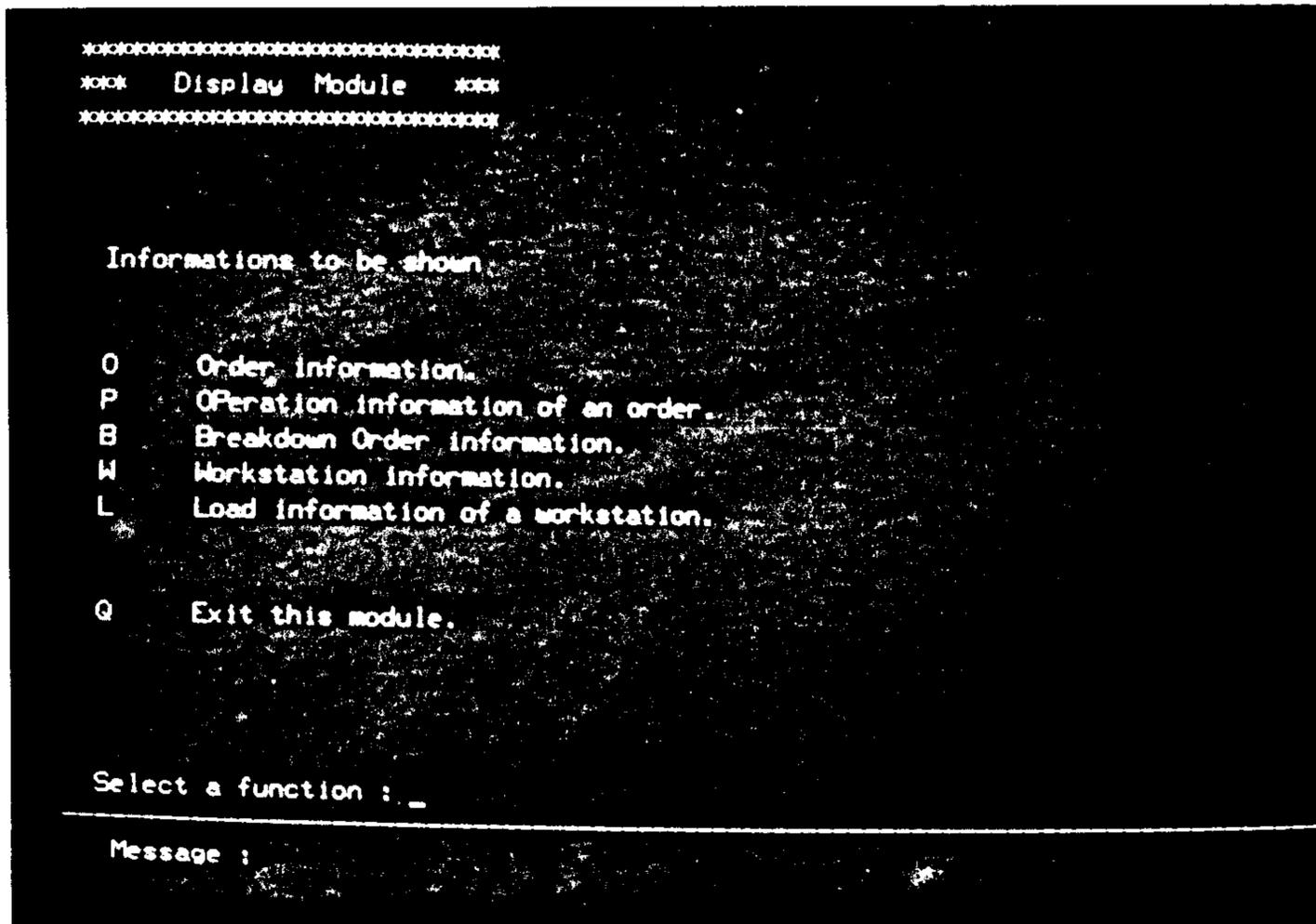
에서는 Data Attribute 들의 Update 만 이루어졌 음에 비교가 된다.

6. 출력 모듈

출력 모듈에 들어가면 < 도 3-2-18 > 과 같은 주 Menu 화면이 출력된다. 이 모듈은 Order File 과 Operation File 의 내용을 출력시켜 주는 기능을 갖고 있다. 따라서 다음과 같은 2 가지의 Sub-Module 이 존재한다.

- ① Order 레코드들의 출력
- ② 주어진 Order 에 대한 Operation 들의 출력

이 두개의 Sub-Module 은 이제까지의 모듈에서와는 달리

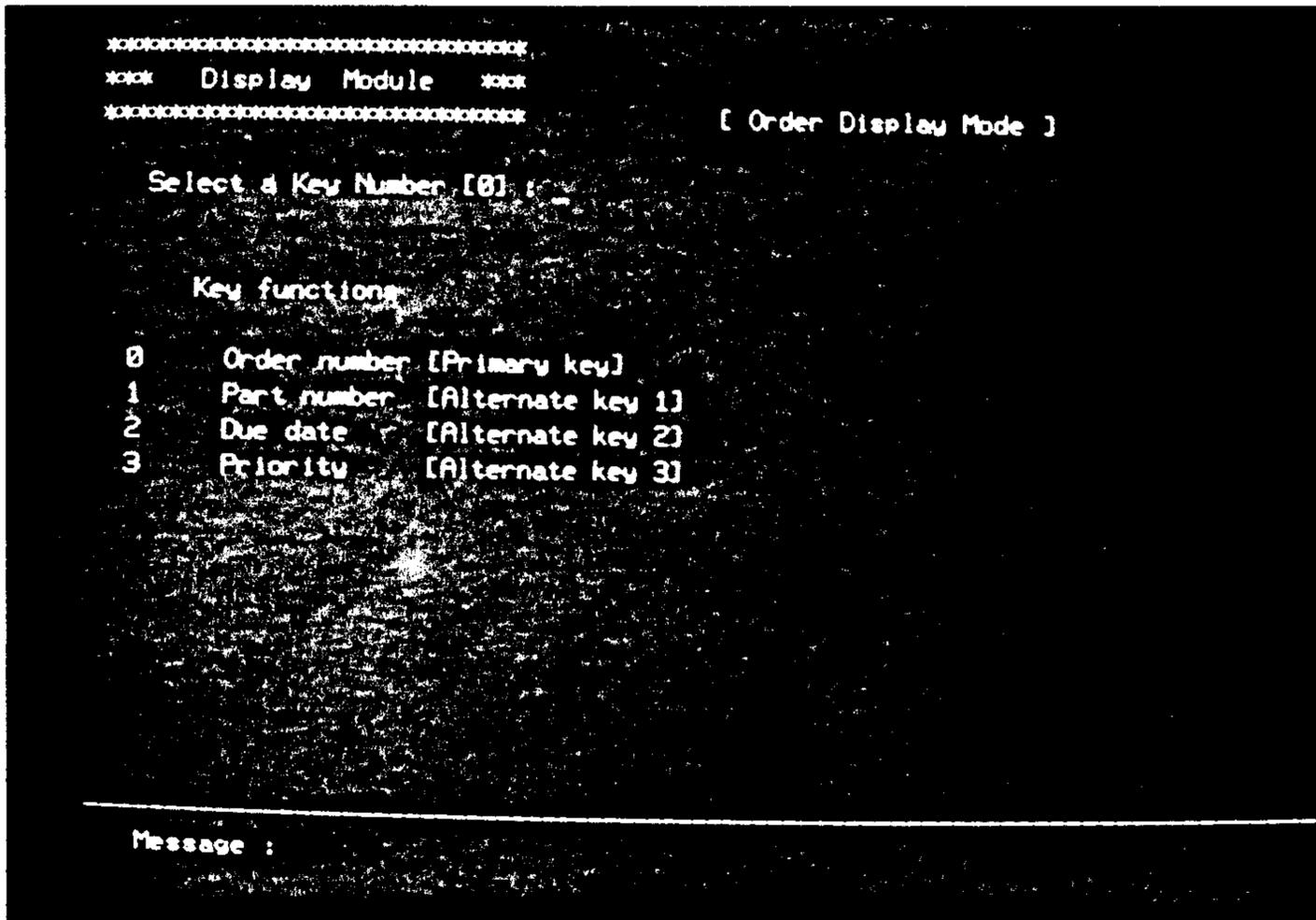


〈도 3-2-18〉 출력 모듈의 주 Menu 화면

서로 간의 유사성이 없다. 따라서 이 둘은 따로 분리하여 설명하기로 한다.

(1) Order 레코드들의 출력

출력 모듈의 주 Menu 화면에서 character 'O' 를 key 입력하면 〈도 3-2-19〉와 같은 Key 선택 화면이 나온다. Order File에서 Primary key는 Order 번호로써 중복되지 않는 값을 지닌다. 따라서 어느 조건에서라도 Order 번호에 의해 원하는 Order 의 정보를 얻을 수 있다. 또한 이들은 지정된 key에 의해 순차적으로 정보를 얻을 수도 있는데 이 경우에는 지정된 key가 Duplicate 되었을지라도 관계없이 ASCII 값의 순서에 의



< 도 3-2-19 > Order 레코드의 key 선택 화면

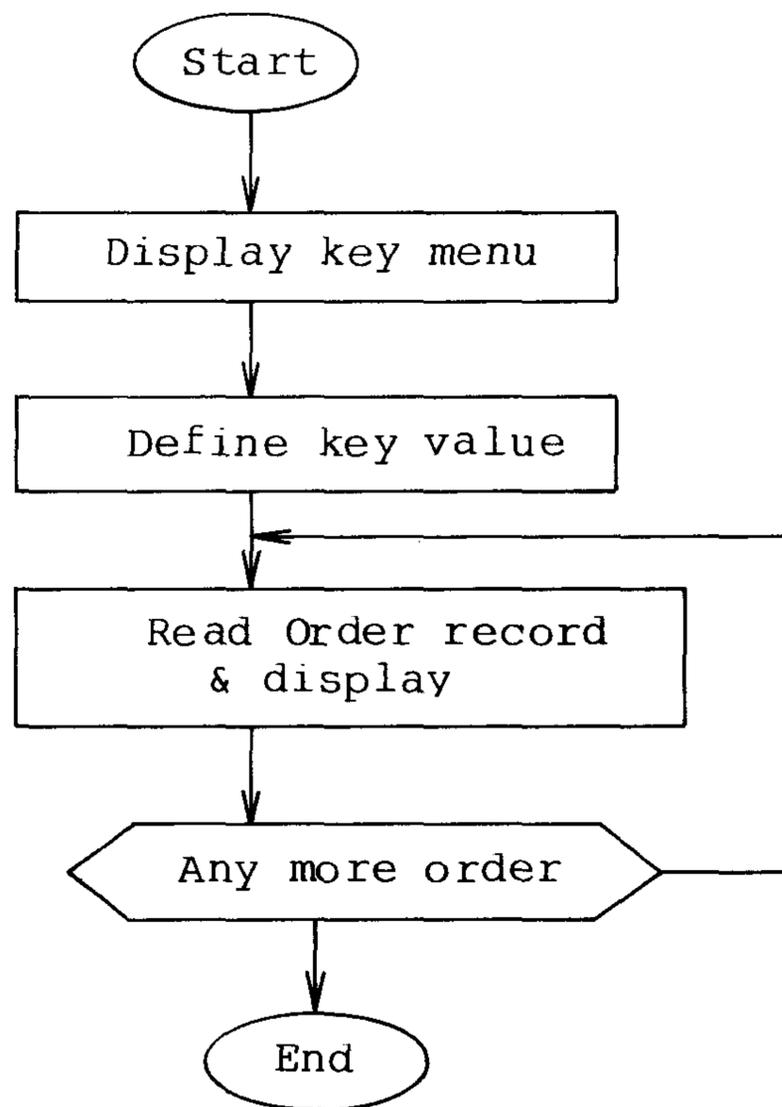
해 Sorting 된 결과를 얻는다.

앞의 Data Structure 단원에서 Order File의 Data 형식과 그 key 지정 여부를 설명하였다. 다시 한번 설명하면 이 File의 key는 다음 네 가지이며 key 선택시 Default로 0, 즉 Order 번호를 선택하도록 하였다.

key ID No.	key Name
0	Order Number
1	Part Number
2	Planned End Date (= Due Date)
3	Order Priority

이 Sub - Module 의 유통도는 < 도 3-2-20 > 과 같다.

key 의 정의가 끝나면 VAX/VMS 의 시스템 Service 가 제공하는 명령어들에 의해서 Order File 내의 전 레코드를 순차적으로 읽고 출력하는 과정을 수행해 간다. 모든 레코드가 출력되면 File 포인트는 EOF (End of File) 에 위치하고 < 도 3-2-21 > 과 같은 화면의 완성된다.



< 도 3-2-20 > Order 파일의 출력 유통도

```

*****
***  Display Module  ***
*****
                                     [ Order Display Mode ]

Select a Key Number [0] :           [Sorted by Order Number]
Order No  Part No  LS  P E D  Pri Stat  Order  Description
-----
B-1718-138 I-DIE-4408 1  89/ 8/18 4  0  Die Buttom
C-1308-203 I-DIE-4402 1  89/ 9/18 4  0  Core Cavity
P-2024-521 I-DIE-4407 1  89/ 4/ 5 4  0  Core Plate
R-2793-267 I-DIE-4405 1  89/ 5/ 8 4  0  Core Plate
V-4734-498 I-DIE-4406 2  89/ 9/ 8 4  0  Cavity Plate

Total number of orders = 5.

Message :

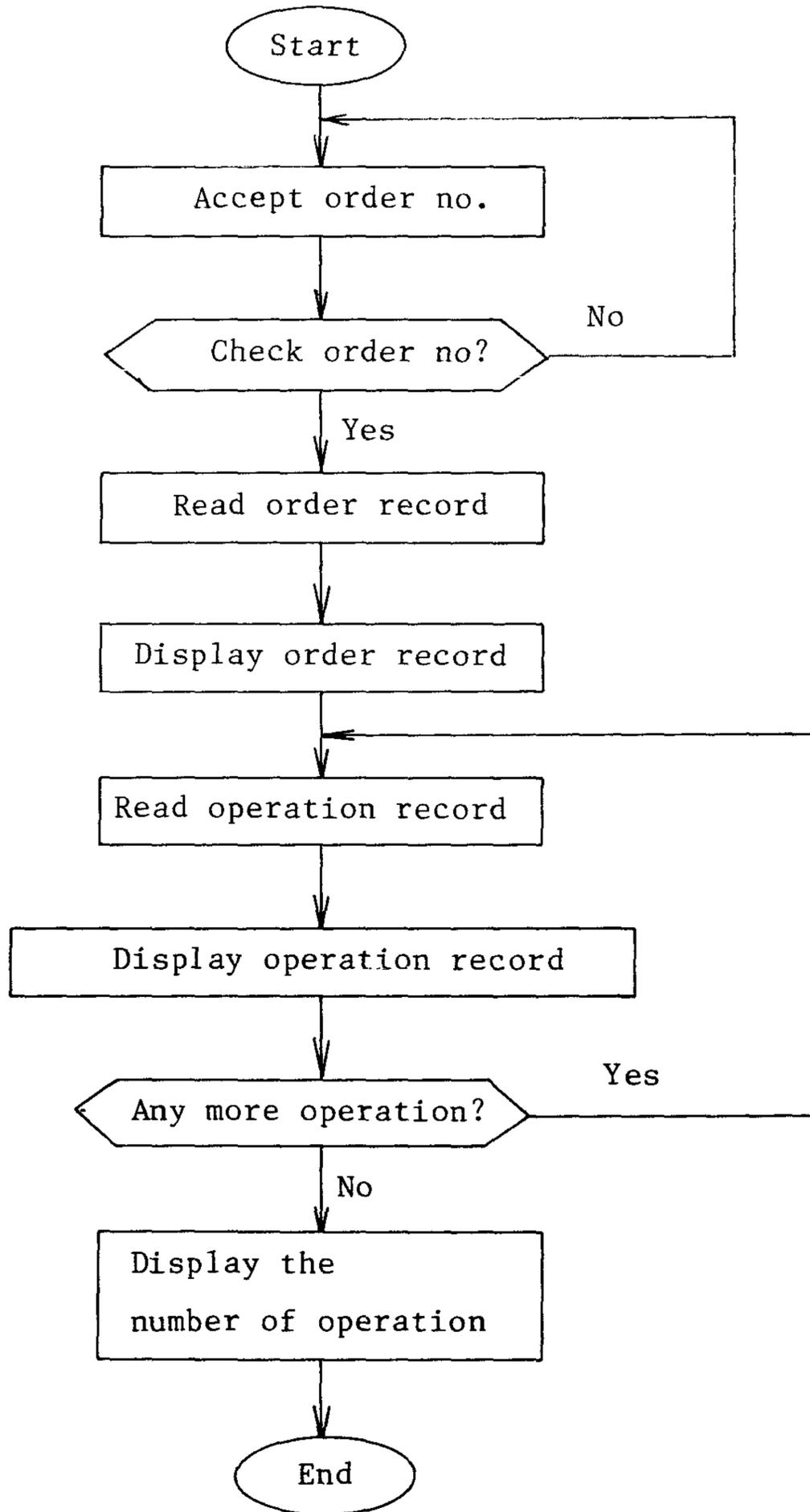
```

< 도 3-2-21 > Order 레코드들의 출력 화면

(2) 주어진 Order에 대한 Operation 들의 출력

출력 모듈의 주 Menu 화면에서 Character 'P'를 입력하면 이 기능이 수행된다. 이 File에서의 Primary Key는 Operation 번호이다. 그러나 이것은 Duplicate Key로서 Unique하게 하나의 레코드를 지정하지 못하므로 이 Sub-Module에서는 Key의 정의에 의한 출력은 수행할 수 없다.

앞서 입력모듈에서도 설명하였지만 한 Order에 대한 Operation 들은 그 순서를 갖고 있어 이에 따라 작업이 수행되어진다. 또한 이 Order의 작업에 따르는 Scheduling을 위해서는 Operation 들을 역순으로 조회해 볼 필요도 있다. 따라서 이



< 도 3-2-22 > Operation 출력의 유통도

Operation 들은 Doubly Linked List 로 구성되며 이 Sub-Module 에서는 그에 대한 Foreword Traversal 과 Backward Traversal 을 수행한다. 이에 대한 유통도가 < 도 3-2-22 > 에 나타나 있다.

이 Sub-Module 에 들어오면 먼저 Order 번호를 입력한다. 그리고 입력된 Order 번호가 Order File 에 존재하는지를 check 한 다음 정상이면 그 레코드를 읽어 화면에 출력시킨다. 다음으로 Foreward Traversal 을 할 것인지 Backward Traversal 을 할 것인지를 결정한 다음 그에 따라 첫 Operation 을 읽고 화면에 Display 한다. 다음 Traversal 방향에 따라 Operation 레코드 Field 의 해당란을 읽어 다음 Oper-

```

*****
***  Display Module  ***
*****
[ Operation Display Mode ]

Order Number      [10] : B-1718-138
Traversal Direction [F/B] :      [Forward Direction Traversal]

Order No  Part No  LS  P E D  Pri Stat      Order  Description
-----
B-1718-138 I-DIE-4408 1  89/ 8/18 4  0  Die Buttom

No  Oper. No  RQ  ST  UPT O S Pr  R S D  R E D  A C  St  Oper. Description
-----
1  D-CEN-0081 0   28  19  0 0 4  89/ 1/ 1 89/12/31 0   0  Machining Center
2  D-ROB-0082 0   24  57  0 0 4  89/ 1/ 1 89/12/31 0   0  Polishing Robot
3  D-CMM-0083 0   14  17  0 0 4  89/ 1/ 1 89/12/31 0   0  Coord. Measuring M

Total number of operations = 3.

Message :

```

< 도 3-2-23 > Order 에 대한 Operation 들의 출력 화면

ation 을 읽고 Display 한다. 이같은 조작을 Operation 이 끝날때까지 계속한다.

여기서 Fraversal 방향에 따른 유통도의 차이는 없다. 왜냐하면 Traversal 방향에 따라 추적하는 레코드의 Field 만이 달라지기 때문이다. 이 Sub-Module 의 최종 출력화면이 <도 3-2-23 >이다.

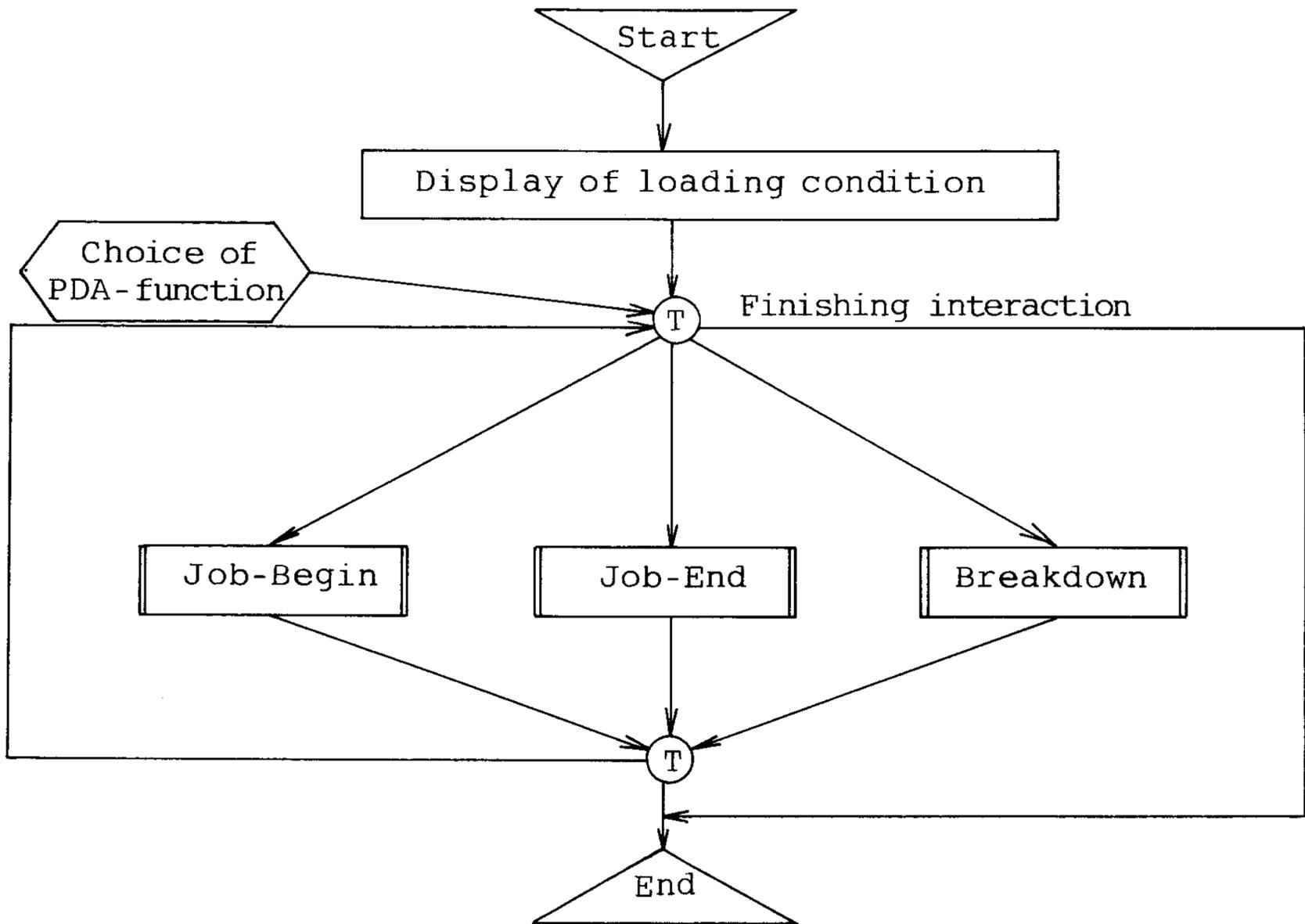
제 3절 생산정보 수집 및 진도관리 모듈

1. 구성

이 모듈은 작업장에서의 정보를 시스템이 입력시켜 모든 Data 들을 Update 할 수 있도록 하는 것이다. 시스템에서의 모든 Data 는 현장의 상황을 그대로 반영하고 있어야 함을 감안한다면 이 모듈이 대단히 중요함을 알 수 있다.

이 모듈의 입력은 주로 작업장의 현장책임자에 의해서 이루어지는데 그 내용은 작업장내의 특정공작기계 또는 Workstation 의 상태 (status)를 Update해 주는 작업이다. 예를들면 Machining Center 에 공작물이 Loading 되었다든가, 작업이 끝났다든가 하는 내용의 입력과 아울러 고장이 발생했는지의 유무, 고장의 내용, 공작기계가 정지하고 있는 이유등에 관한 내용을 입력해 주어야 한다.

모듈의 구성은 세개의 Sub-Module 로 이루어져 이에 대한 Interaction Diagram 은 <도 3-3-1 >에 나타나 있다.



〈도 3-3-1〉 생산정보수집 및 진도관리모듈의 Interaction Diagram

다시 한번 정리하면 다음과 같다.

- Job - Begin
- Job - End
- Breakdown

Job-Begin 모듈에서는 작업물이 Loading 된 공작기계 또는 workstation 의 작업시작일시를 입력시키는 일을 수행한다. 이 결과는 Operation File 의 Real start date 를 갱신하고 이 Operation 이 Order 의 최초시작 Operation 인 경우 Order

File 의 Real start date 를 갱신해 준다.

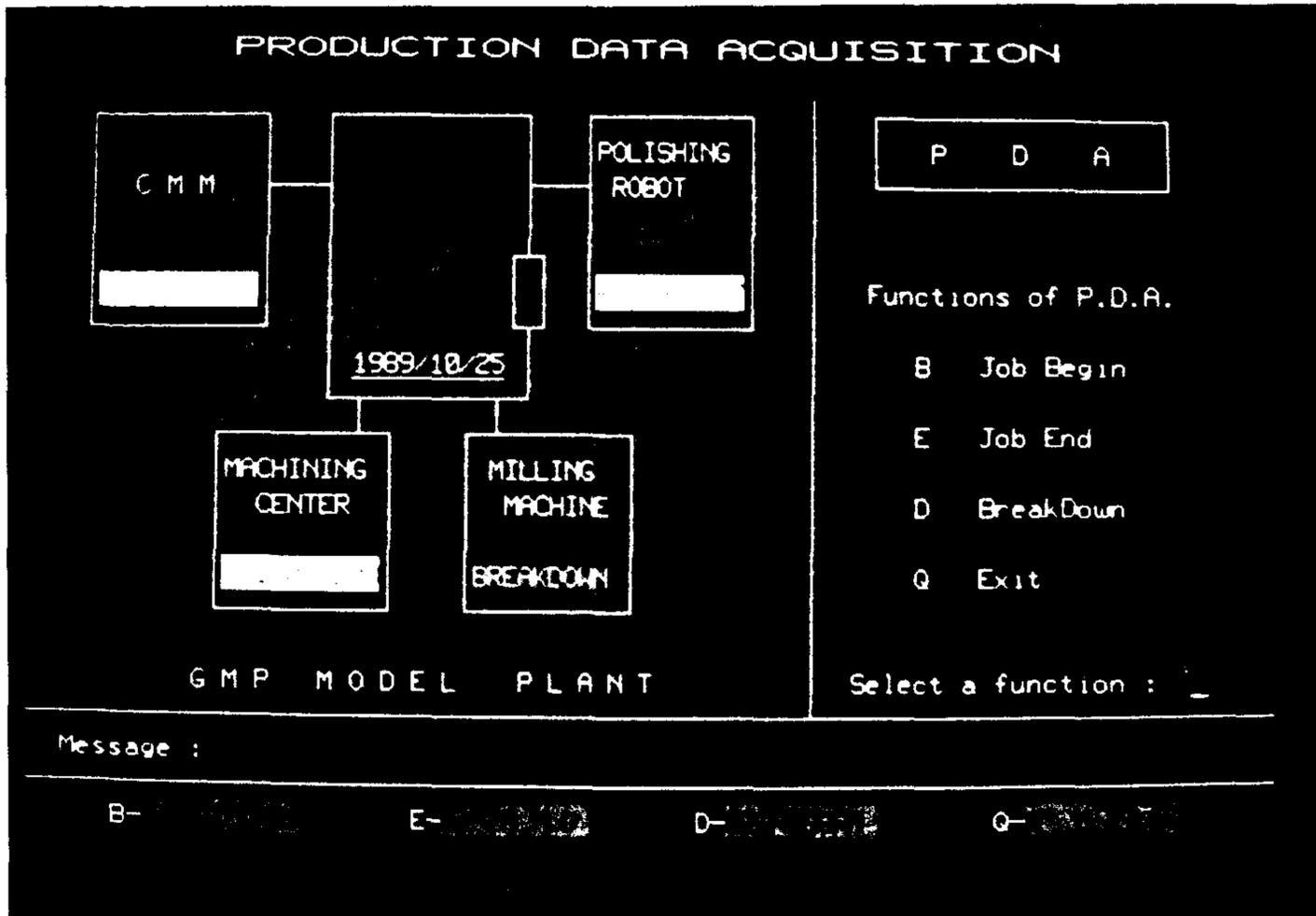
Job-End 모듈에서는 작업물에 대한 공정이 끝난 공작기계 또는 Workstation의 작업종료일시를 입력시키는 일을 수행한다. 이 결과는 Job-Begin 모듈과 마찬가지로 Operation File 의 Real End Date 를 갱신하고 이 Operation 이 Order 의 최종 공정인 경우에는 Order File 의 Real End Date 를 갱신한다.

Breakdown 모듈은 공작물의 Loading 또는 Unloading 상태에 관계없이 공작기계 또는 Workstation 의 Breakdown 상태에 관한 정보를 입력한다. Breakdown 이 발생하는 경우 해당 Order - Loading이 되지 않은 경우는 앞으로 Loading 될 Order - 의 번호를 Primary Key로 하여 Breakdown Order File 에 등록된다. 이 경우 이 File의 레코드에는 Breakdown 발생 일시, 현재까지의 작업수량, 문제가 해결될 예상 일시등을 입력 받는다.

Breakdown 모듈은 두 기능을 갖는데 하나는 Breakdown 발생했을 때 수행하는 기능이고 다른 하나는 Breakdown이 해소되었을 때 수행하는 기능이다. 앞서 설명한대로 Breakdown 이 발생했을때는 Breakdown Order File 에 해당 Order 를 등록하고 해소되었을 때는 이 File 에서 해당 Order 를 삭제한다.

이 세개의 Sub-Module 공히 각 입력시마다 Order File 과 Operation File 의 Status 코드를 갱신해 준다.

이 모듈에 들어오면 <도 3-3-2 > 와 같은 Menu 화면이 출



〈 도 3-3-2 〉 생산정보수집 및 진도관리모듈의 주 Menu 화면

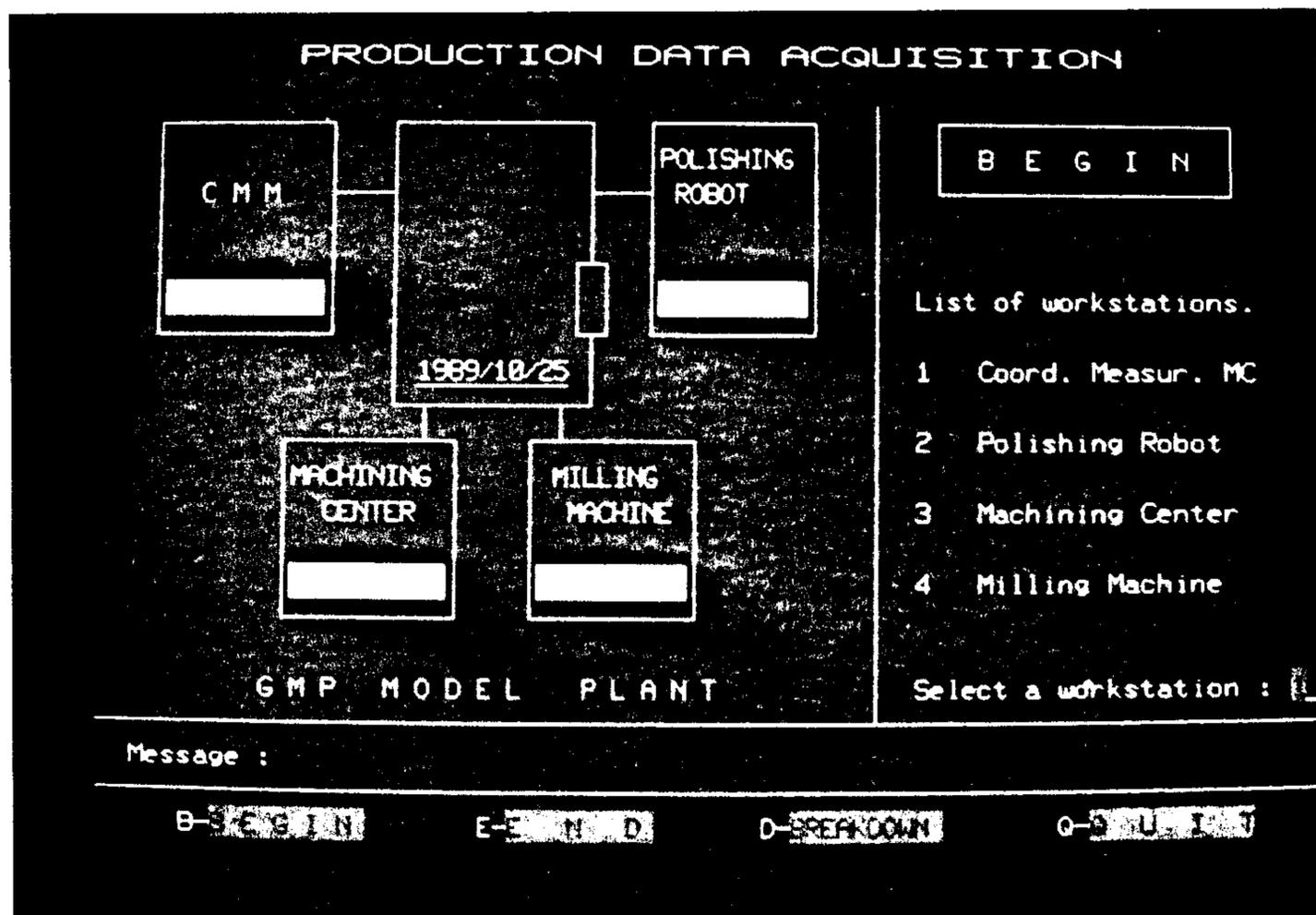
력되고 여기서 앞의 세개의 Sub-Module 중의 하나를 선택하게 된다. 화면의 좌편에 나타난 그림은 GMP Model Plant 이다. 이 작업장에는 4개의 공작기계 또는 Warstation 이 있는데 각각은 다음과 같다.

- ① Coordinate Measuring Machine (CMM)
- ② Polishing Robort
- ③ Machining Center
- ④ Milling Machine

이들 각각에 대한 공작물의 Loading 과 Unloading 은 중앙의 통로를 따라 움직이는 AGV (Automatic Guided Vehicle)에 의해서 이루어진다.

2. Job-Begin 모듈

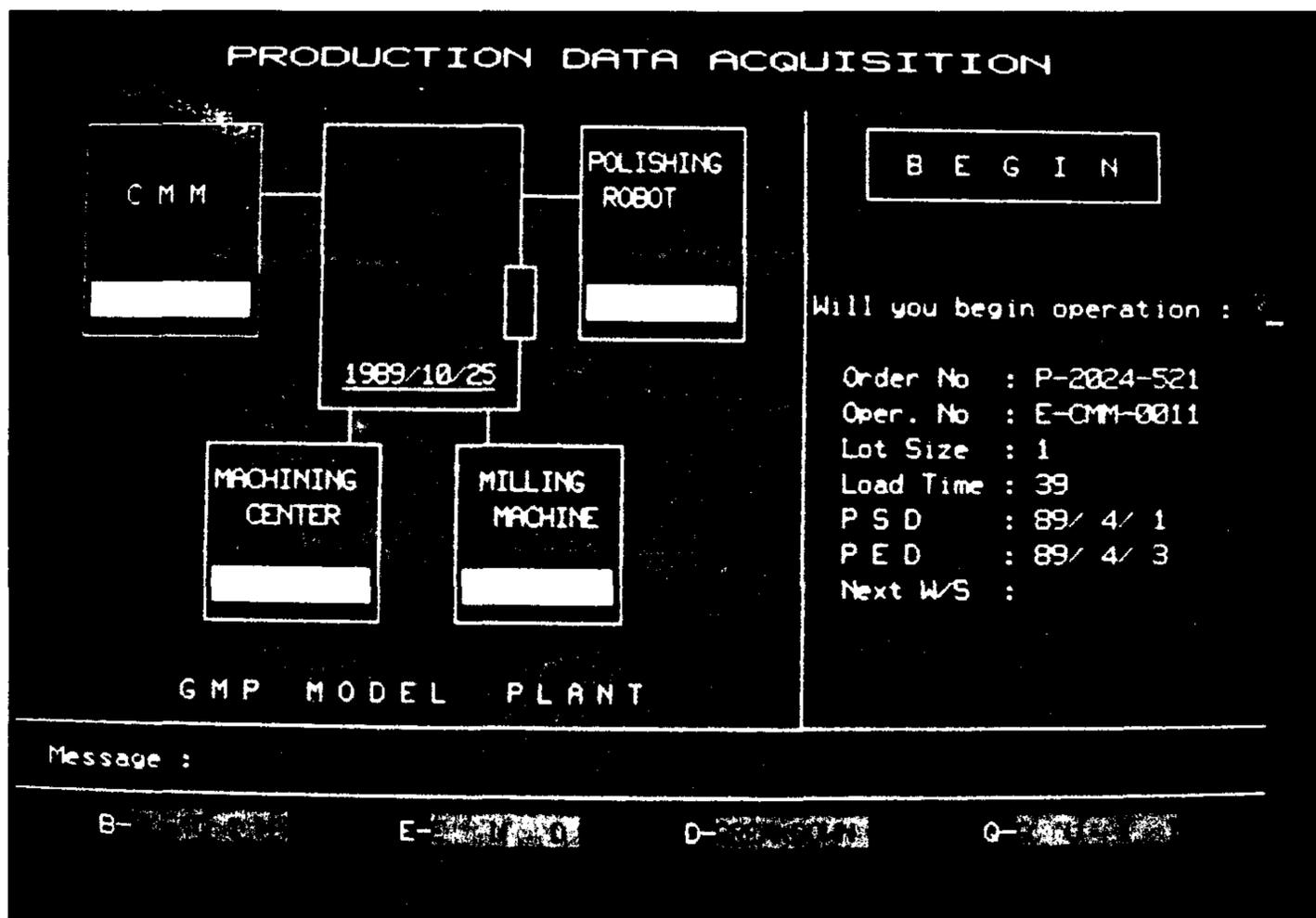
주 Menu 화면에서 Character 'B' 를 Key 입력하면 이 모듈이 수행된다. 이때 나타나는 화면이 < 도 3-3-3 >이다. 이 화면에서는 GMP Model Plant 에 설치된 공작기계 또는 Workstation 의 이름이 Display 되고 현재 어느 것에서 작업이 시작되는지를 입력받는다.



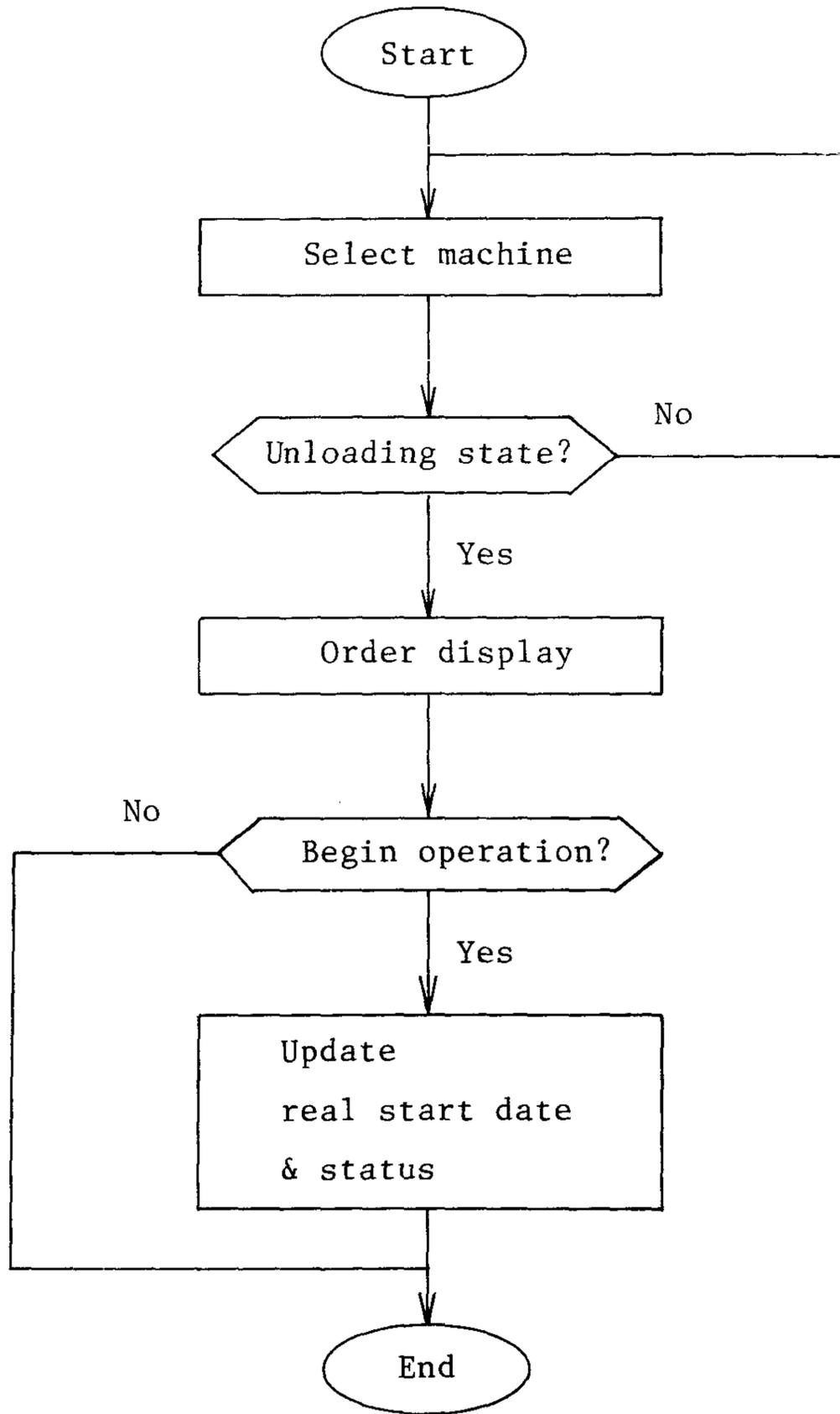
< 도 3-3-3 > Job-Begin 모듈의 초기화면

이때 사용자가 해당 기계의 번호를 입력시키면 그 기계를 나타내는 화면상의 Box가 깜박거림으로써 해당 기계가 선택되었음을 알리고 <도 3-3-4>와 같이 그 기계의 대기중인 처음 (First) Order가 출력된다. 여기서 유의할 것은 이 모듈에서 선택할 수 있는 공작기계 또는 Workstation에는 공작물이 Loading 되어있지 않아야하며 또한 Breakdown이 발생해 있어서는 안된다. 이때 출력되는 Order 정보는 기계에서 수행할 Operation과 관련된 것들이다.

이 화면에서는 하단에 다시한번 Query를 주어 작업을 시작할 것인지를 묻고 'Yes'를 입력하면 Operation 레코드의



< 도 3-3-4 > Job-Begin 모듈에서의 Order Display



< 도 3-3-5 > Job-Begin 모듈의 유통도

Real start date 와 Operation status 의 Data 를 갱신해 준다. 또한 이 Operation 이 주어진 Order 의 첫 수행 과정인 경우에는 Order 레코드의 Real start date 와 Order status 의 Data 를 갱신해 준다.

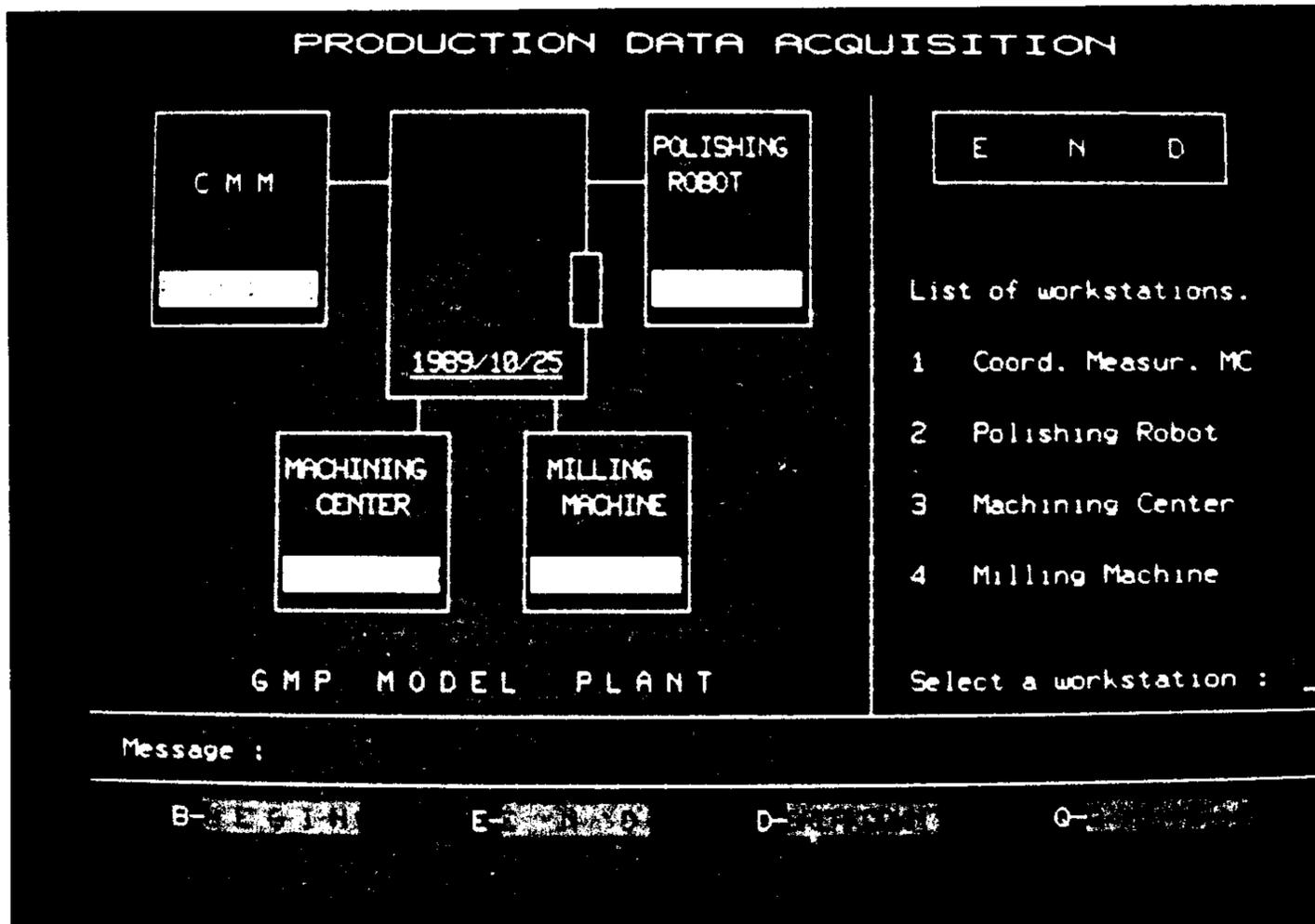
이 Module 에 대한 유통도가 < 도 3-3-5 > 에 나타나 있다.

3. Job-End 모듈

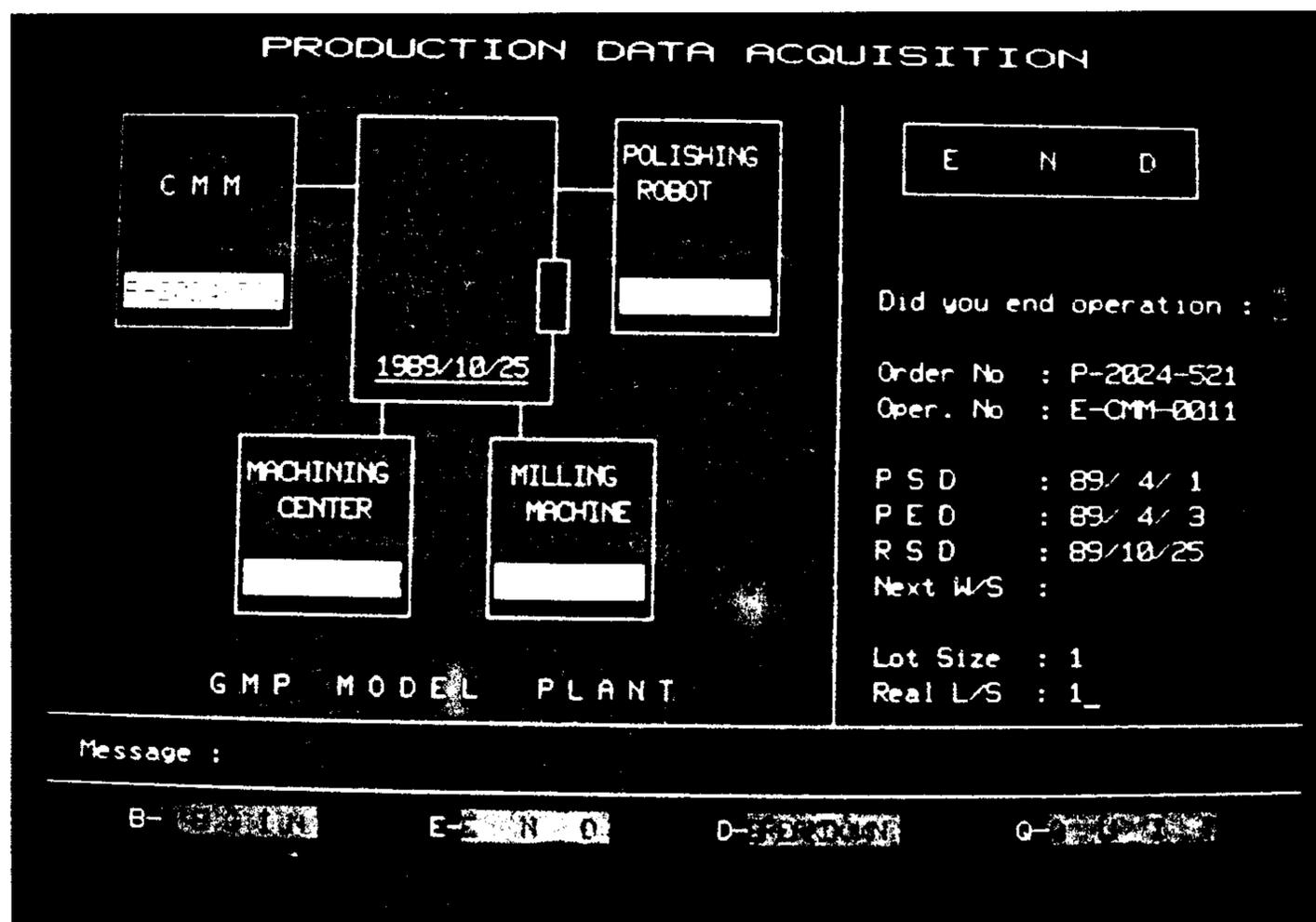
주 Menu 화면에서 Character 'E' 를 Key 입력하면 이 모듈이 수행된다. 이때 나타나는 화면이 < 도 3-3-6 > 으로 이 화면에서도 먼저 GMP Model Plant 에 설치된 공작기계 또는 Workstation 의 이름들을 출력시켜 준다.

다음으로 Workstation 의 번호를 입력받는데 이때 입력되어질 수 있는 공작기계는 현재 Workstation 상에 공작물이 Loading 되어 있는 기계만이 해당된다. 공작물이 Loading 되어 있지 않거나 Breakdown 이 발생한 Workstation 인 경우에는 Message 난에 Error Message 가 발생한다.

Workstation 의 번호가 입력되면 현재 Loading 된 Order 의 내용이 Display 되고 이 작업을 확실히 끝났는지를 Query 에 의해 다시 한번 확인한다. 이때의 화면이 < 도 3-3-7 > 이다. 여기에 Character 'N' 를 Key 입력하면 이 모듈에서 더 이상의 수행은 일어나지 않으며 'Y' 를 입력하는 경우 Operation 레코드의 Real End Date 와 Operation status field 의 Data 가 Update 된다. 이 Operation 이 주어진 Order 의 마지



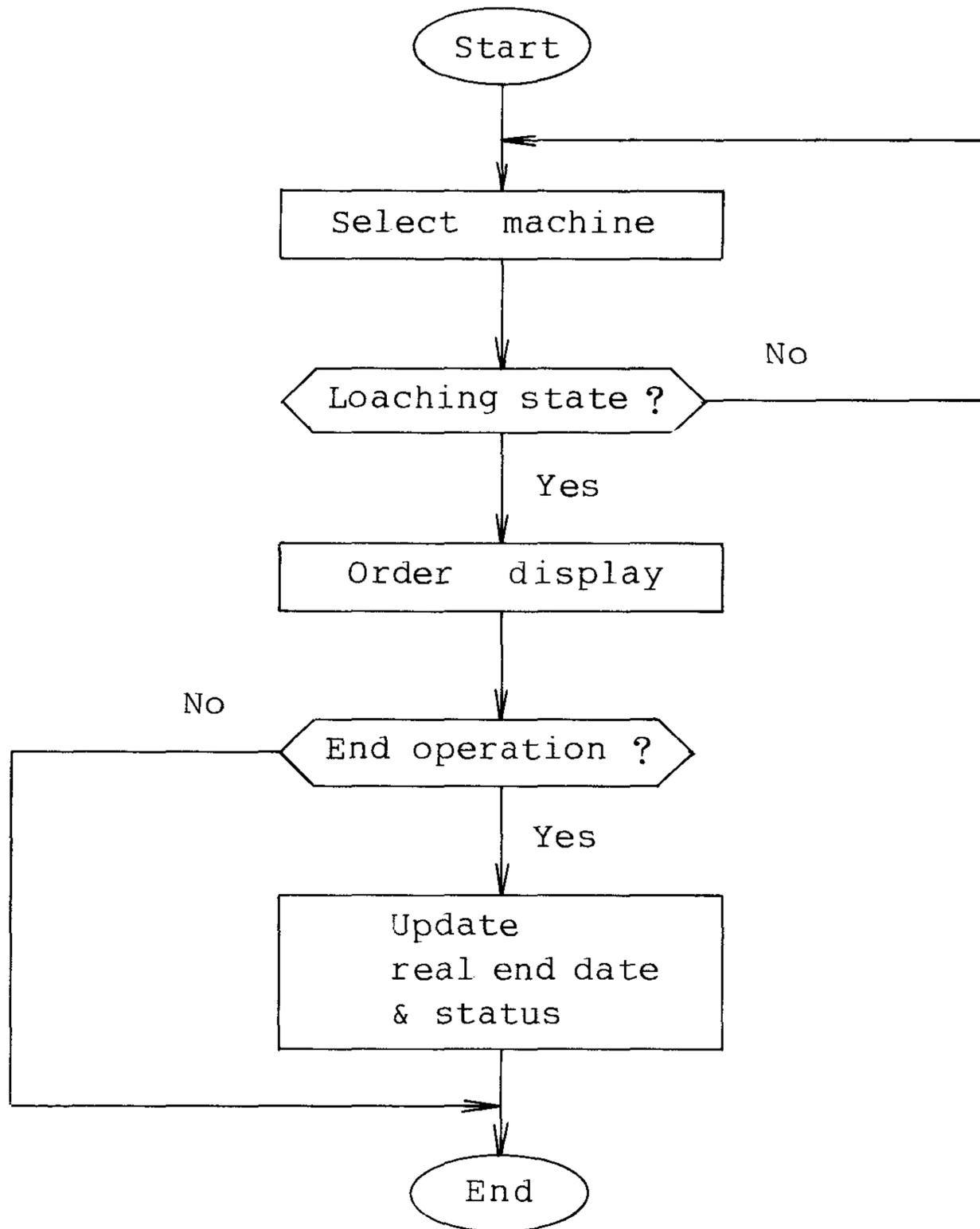
< 도 3-3-6 > Job-End 모듈의 초기화면



< 도 3-3-7 > Job-End 모듈에서의 Order Display

막 Operation 인 경우에는 Order 레코드의 Real End Date
와 Order status field의 Data가 Update 된다.

이 모듈의 유통도가 <도 3-3-8>에 나타나 있다.

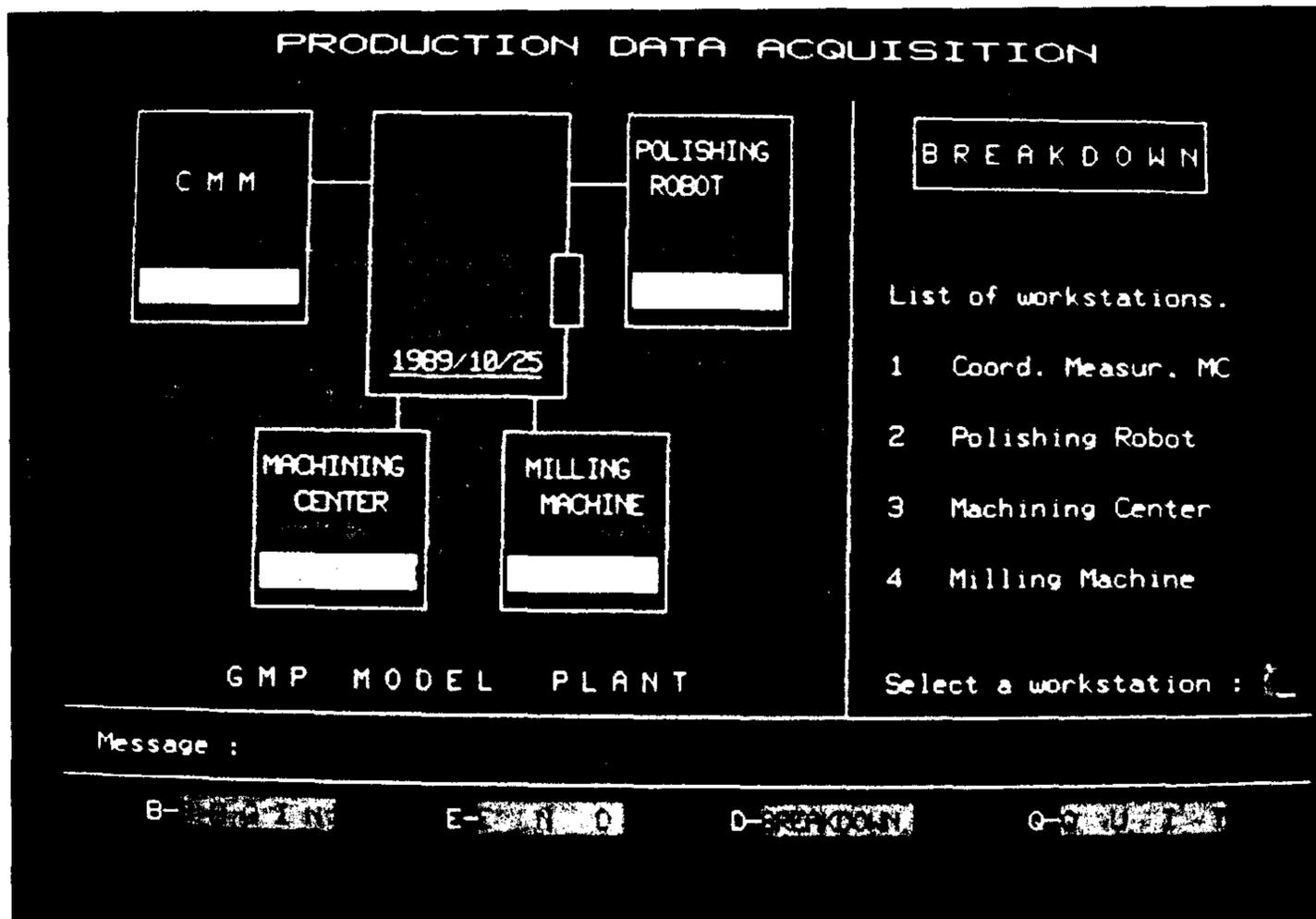


< 도 3-3-8 > Job-End 모듈의 유통도

4. Breakdown 모듈

주 Meun 화면에서 'D'를 입력하면 Breakdown 모듈이 수행된다. 이때 나타나는 화면이 < 도3-3-9 >로 Job-Begin 모듈이나 Job-End 모듈의 초기화면과 같다. 이 화면에서 GMP Model Plant의 공작기계 또는 Workstation의 번호를 입력받는데 이때의 입력대상은 전 Workstation이다.

이 모듈에서 수행되는 기능은 크게 두가지로 나뉘어지는데 하나는 Breakdown이 발생했음을 입력하는 기능과 Breakdown이 해소되었음을 알리는 기능이 있다. 따라서 Breakdown이 발생한 Workstation에서는 Breakdown 해소기능만 수행되고 나머지는 Breakdown 발생기능을 수행한다. 여기서 유의할 것으로는



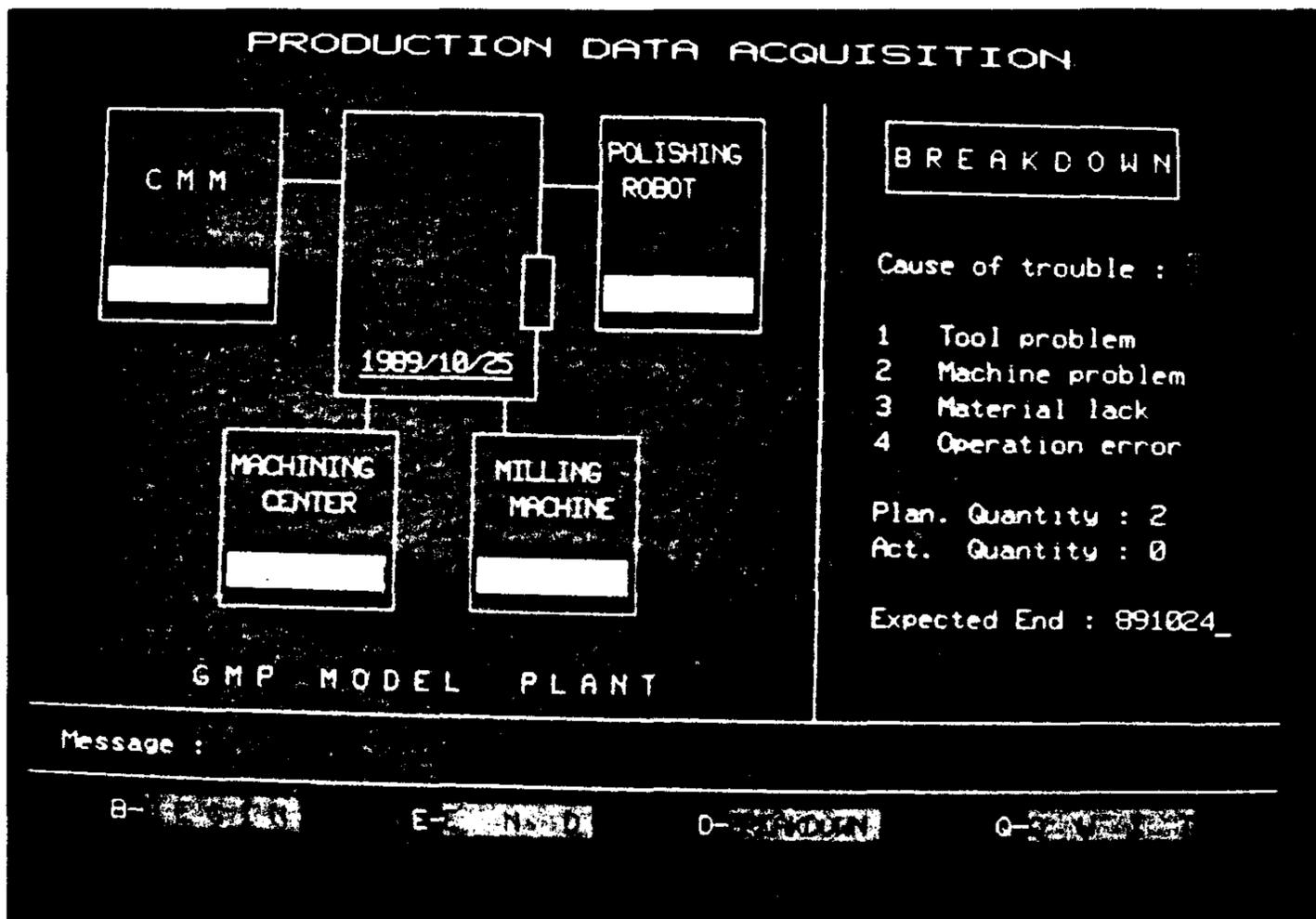
< 도 3-3-9 > Breakdown 모듈의 초기화면

Loading 되어 있지않은 Workstation 이라 할지라도 어떤 외부 적 조건에 의해 Breakdown 이 발생할 수 있다는 것이다.

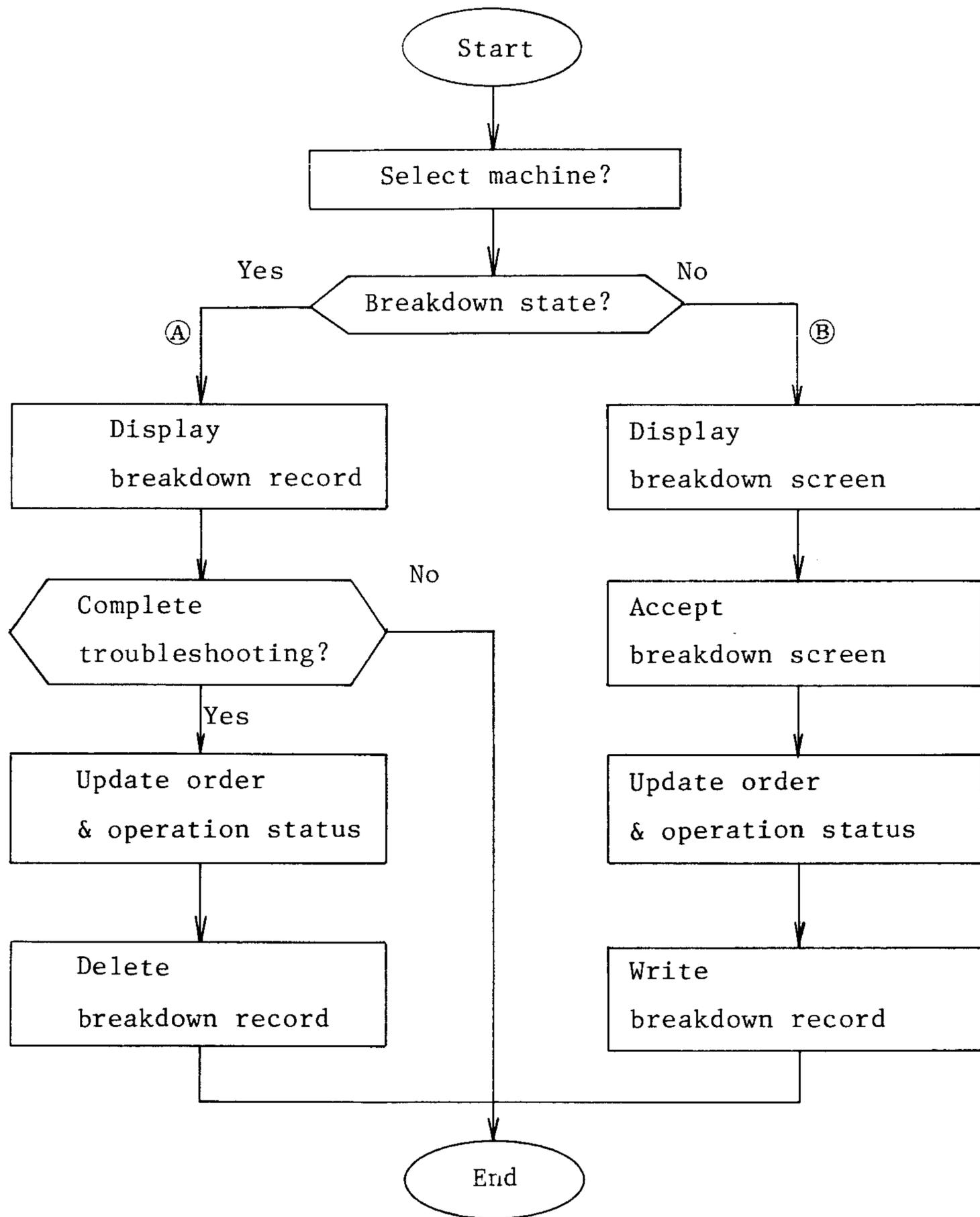
(1) Breakdown 발생

입력된 Workstation 의 Status 가 Breakdown 상태를 나타내지 않으면 자동적으로 이 기능이 수행된다. 이때 나타나는 화면이 < 도 3-3-10 > 으로 여기에서 몇가지 Data 를 입력한다. 즉, Breakdown 의 원인을 나타내는 코드가 입력되고 이제까지의 공정이 완료된 수량, 그리고 Breakdown 이 해소될 예정일을 입력한다.

이때에도 Order 를 기준으로 각 File 의 레코드 갱신을 수



< 도 3-3-10 > Breakdown 발생 화면



< 도 3-3-11 > Breakdown 모듈의 유통도

행하는데 그 Order는 지정된 Workstation에서 현재 Loading 되어진 Order이거나 앞으로 Loading 될 Order를 말한다 하나의 Workstation에는 항상 앞으로 수행되어야 할 Order들이 Queue에 저장되어 있다. 이를 관리하는 것이 Loading File이다. 이 File에 저장된 Operation의 수행순서는 작업계획 또는 보다 상위의 계획기능에 따라 수시로 변하는데 이 모듈에서 다루는 Order는 항상 Queue의 맨위의 Order가 된다.

<도 3-3-11>에 나타난 이 기능의 유통도의 ㉔에서 처럼 화면을 통한 입력이 끝나면 Order 레코드와 Operation 레코드의 status Field에 Breakdown을 알리는 코드를 입력하고 Breakdown File에 이 Order의 내용을 입력한다. 이때 입력되는 Data는 다음과 같다.

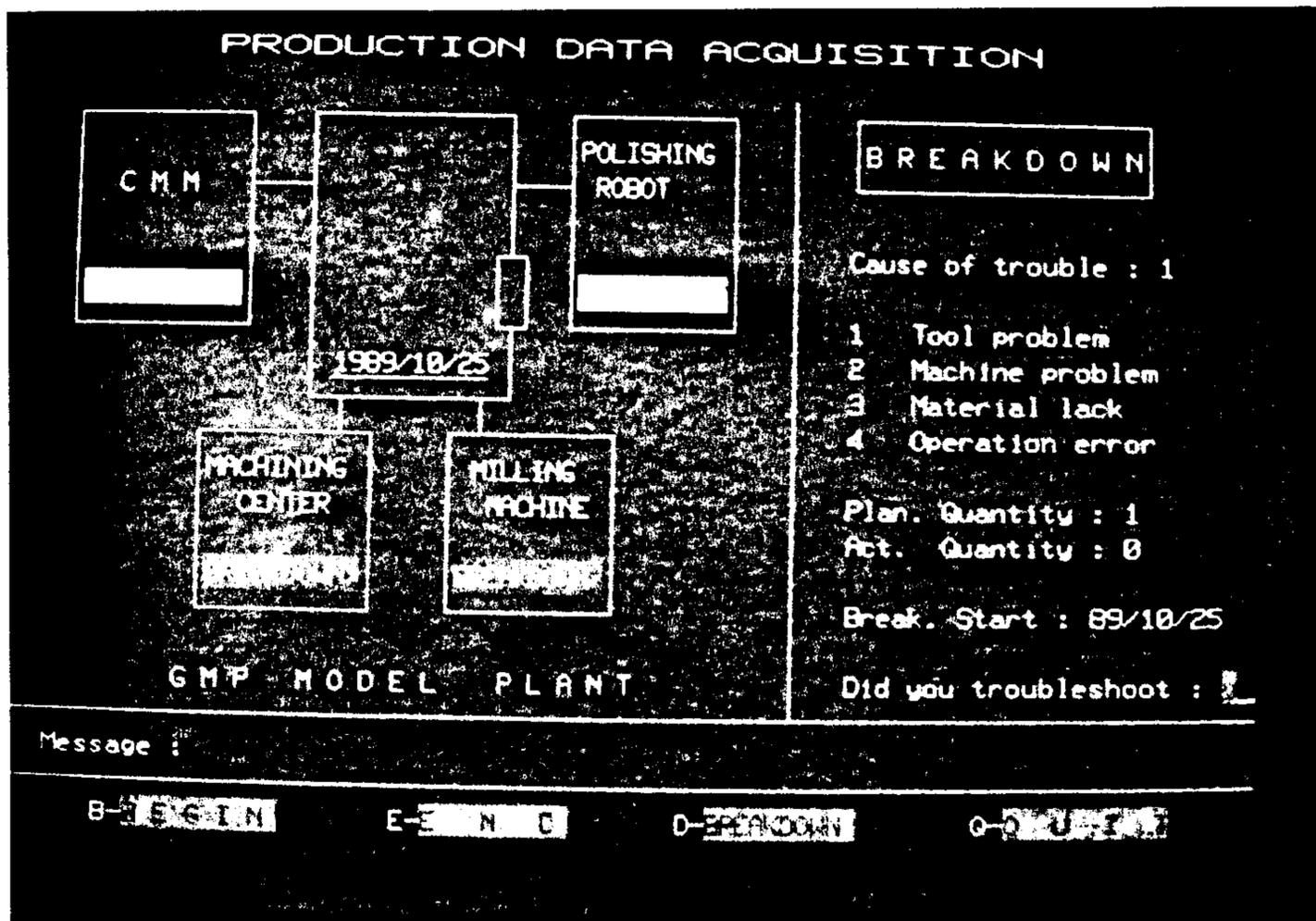
- Order Number
- Operation Number
- Workstation Number
- Breakdown Start Date
- Expected Breakdown End Date
- Breakdown Code

여기서 Breakdown Start Date는 Computer에 내장된 System Clock으로부터 직접 입력한다.

(2) Breakdown 해소

입력된 Workstation 의 Status 가 이미 Breakdown 이 발생되어 있음을 나타내며 자동적으로 이 기능을 수행한다. 이때 나타나는 화면이 <도 3-3-12 >이다. 여기에서 Breakdown이 확실히 끝났는지를 확인하는 Query가 나온다. 여기서 Character 'N'를 입력하면 수행은 주 Menu로 돌아가고 'Y'를 입력하면 각 File의 Data Update가 일어난다.

<도 3-3-11 >의 ㉠ 경로는 Breakdown 해소기능의 유통도로서 작업수행의 과정을 일목요연하게 보여주고 있다. Breakdown 해소작업에서도 Order 레코드와 Operation 레코드의 Status Field에 대한 Data 갱신이 있다. 보통 이 경우 Work-



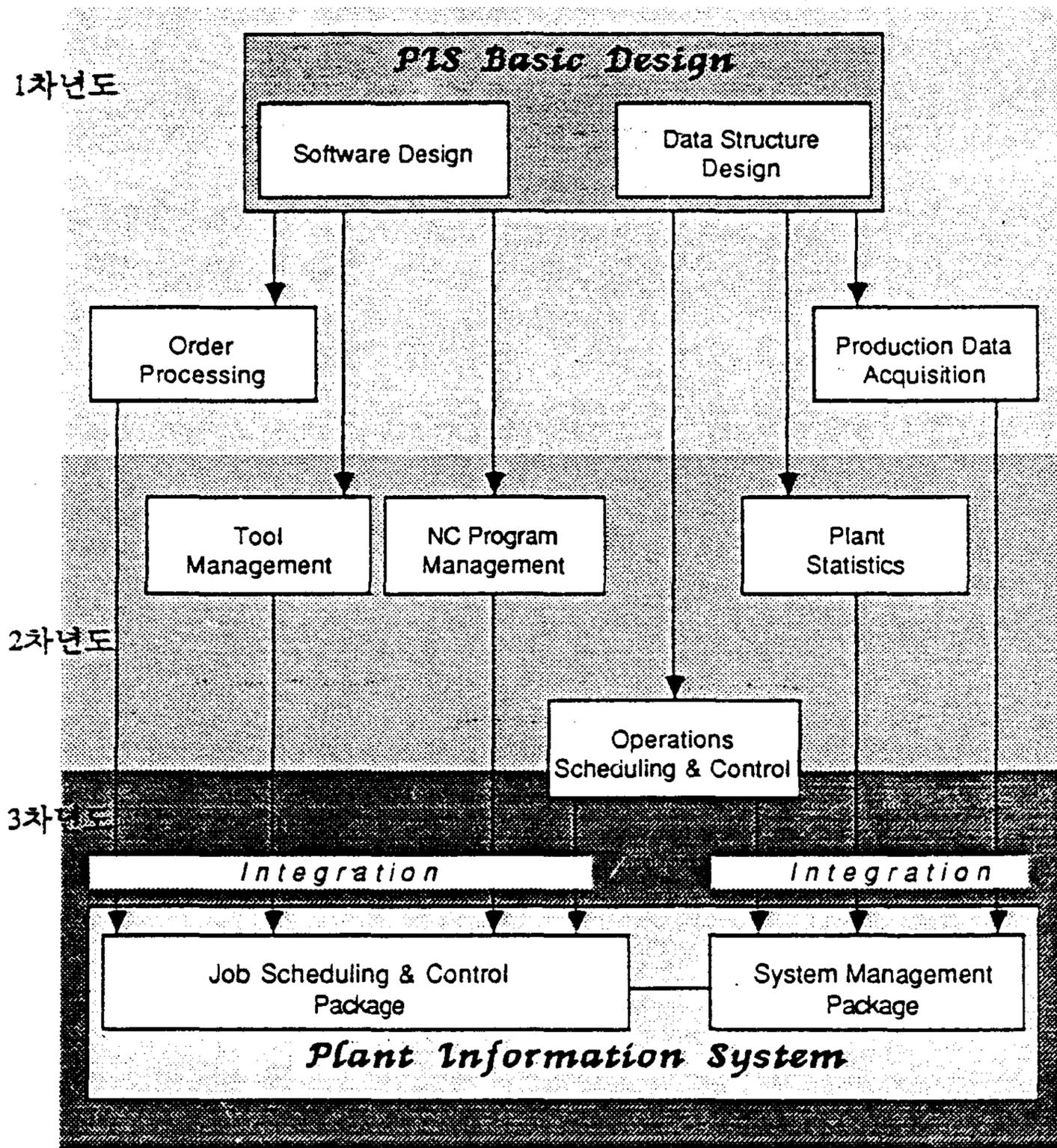
<도 3-3-12 > Breakdown 해소화면

station 은 Unloading 상태가 되고 고장이 발생했던 Order 는 Workstation Queue의 맨위에 위치해 있을 것이다.

Breakdown 파일의 해당 Order는 이 기능의 수행으로 삭제된다. 항상 Breakdown Order의 검색은 Order 번호를 갖고 이 파일을 조사함으로써 알 수 있다. 따라서 이 파일에 Order 번호가 없으면 그 Order는 정상적인 상태에 있는 Order로 다음 작업을 기다리게 된다.

제 4 장 결 론

〈도 4-1〉은 플랜트통제시스템개발의 3개년에 걸친 연구계획을 보여주는데, 첫째인 당해년도에는 소프트웨어시스템 설계 및 Data Structure 설계와 함께 작업관리, 생산정보수집 및 진도관리 Module을 개발하였다.



〈도 4-1〉 플랜트통제시스템개발 연차별 추진계획

이어 2 차년도에는 공구관리와 NC 프로그램관리 그리고 시스템 실
적관리 Module 들을 완성하고, 작업계획 및 제어 Module 의 주
요 Algorithm 을 개발한 후, 최종 년도에는 작업계획 및 제어
기능을 완성하여 Job Scheduling & Control Package 와 Sy-
stem Management Package 로 이루어지는 플랜트통제시스템을 완
성할 계획이다.