

# 效率적인 情報處理을 위한 컴퓨터의 防災對策

洪 思 雄

<KORSTIC 電子計算室>

## 1. 컴퓨터 防災對策의 必要性

본 센터에서는 1976년 컴퓨터(S/5300 한글漢字情報處理시스템)를 도입하여稼動中에 있으며, 1978년 11월 IBM370-138을 도입, 본 센터의 "全國技術情報流通網(On-line Data Bank)設置事業計劃"에 첫발을 내딛었으며 이事業을 위하여 꾸준히 노력할 예정이다. 따라서 擴大된 컴퓨터시스템의 安全性, 保全性 및 데이터 등의 安全保護에 대하여 EDP關係者는 물론이지만 最高經營者, 幹部 및 一般職員間의 전체의 對策으로 발전시킬 필요가 있다. 여기서는 과거 先進外國에서 일어난 컴퓨터의 事故例로부터 가장 문제가 되었던 것을 간추려 본 바,

(1) 컴퓨터에 대하여 적절한 對策이나 管理를 하지 않아서 일어나는 被害

(2) 人間의 行爲 등의 원인에 따른 事故

등이라 밝히며 본 센터 컴퓨터를 안심하고 사용하기 위하여서 반드시 防災對策을 樹立하고 필요한 조치를 취하여야 할 것이다. 本文에서는 첫째 外國에서 발생한 대표적인 컴퓨터의 事故例와 이에 대한 防災對策, 둘째 본 센터의 컴퓨터 事故 및 이에 대한 防災對策과 일반적인 컴퓨터 機器保全에 관한 문제를 다루었다.

## 2. 外國에서 발생한 컴퓨터 事故例 및 이에 대한 防災對策

### 2.1 代表的인 事例

#### 2.1.1 에어컨施設故障

年末年始 오퍼레이터는 컴퓨터 電源供給과 에어컨稼動을 정지시키고 귀가하였는데 다음날 오후 창문에 증기가 배어 있는 것이 발견되었다. 이때 自動溫度記錄裝置는 97%를 기록하였다. 이 事故는 加濕裝置의 電磁弁에서 故障이 발생되었기 때문인데 그 결과 全機器의 被害는 물론 機械部分(Gear, Dies 등)에도 녹이 슬게 되고 電子部品 connector類에서도 信賴性에 문제가 생겼다. 이외에도 에어컨施設不良으로 일어나는 컴퓨터의 事故는 想像以外로 많았다.

#### 2.1.2 接地線에 의한 事故

性能이 다른 2種의 컴퓨터시스템의 電源裝置는 각 시스템마다 獨自的으로 설치하였으나, 追後 增設된 周邊機器의 電源을 同시스템의 電源容量 不足으로 다른 시스템의 電源에 연결시켰

다. 따라서 電源裝置의 接地線은 각각 독립되었으나, 실은 接地線이 환원(loop)된 결과가 되었다. 우연히 建物電氣工事中이었는데 稼動中인 PTR(종이테이프리더장치)에서 연기가 발생 곧 電源을 끄고 粉末消火器로 소화시켰으나 內部配線, 基板 등이 消火劑의 汚染으로 使用不能케 되었다.

이 事故는 한쪽 시스템에 흐른 過電流가 환원(loop)된 接地線을 통하여 비교적 小電流가 흐르는 機器에 被害를 입힌 것이다. 따라서 컴퓨터시스템 設置時에는 반드시 독립된 專用接地線이 필요하다.

### 2.1.3 上層에서의 漏水事故

다음 事故는 豪雨때문에 옥상에 설치된 排水管의 容量不足으로 빗물이 配線用 구멍을 통하여 컴퓨터실 천정에 漏水되고 바로 밑에 있던 磁氣테이프裝置에 떨어지게 되었다. 이 결과 同裝置는 使用不能이 되어 새 機器로 交換하지 않으면 안되었다.

컴퓨터실 천정 속에는 配線이나 Air-duct를 연결하는 配管, 熱材, 吸音材 등을 넣어두는 경우가 많아 修理가 곤란하다. 특히 컴퓨터실 상층에는 식당이나 약품을 취급하는 실험실이 있는 경우를 피하여야 하며 建物 最上層에 컴퓨터실을 설치하는 것은 위험하다.

### 2.1.4 Air-duct에서의 煙氣浸入事故

최근 火災는 直火被害보다도 內裝材가 타서 그 煙氣가 계단이나 천정에 배치되어 있는 Air-duct를 통해 建物內에 充滿되어 더욱 큰 被害를 발생시키는 결과가 허다하다. 다음 事故는 컴퓨터실 부근에 설치된 專用에어콘의 過熱로 인하여 부근의 可燃物(新建材)에서 出火, Air-duct(Shutter未設置)를 통하여 粘着性이 강한 가스가 컴퓨터실에 充滿되었다. 그 결과 機械 및 金屬部分이 부식되어 使用不能케 된 결과를 빚었다.

### 2.1.5 隣火事故

컴퓨터실을 耐火建物內에 설치하는 것이 상식적이나 경우에 따라서는 木造建物 등을 사용할 때도 있다. 다음 事故는 이런 簡易構造物內에 설치된 컴퓨터시스템이 한밤중 隣近에서 出火된 火災로 同建物과 함께 全燒됨으로써 일어난 결과로 전혀 사용치 못하게 되었다.

### 2.1.6 不法侵入者에 의한 破壞事故

컴퓨터실이 있는 建物의 警備体制가 훌륭하고 出入門 열쇠가 견고하거나 外部人의 出入統制를 철저히 실시하여도 컴퓨터실 자체의 경비·출입 통제 및 열쇠장치가 견고하지 못하거나 無人狀態가 되면 無關心하게 되는 경우가 있다(오퍼레이터의 출입이 빈번하므로).

다음 事故는 컴퓨터실의 出入門이 열려 있는 상태에서 夜間에 同會社 職員이 侵入하여 컴퓨터시스템을 破壞시켜 使用不能케 만들었다. 侵入者는 컴퓨터에 대한 知識이나 不滿은 없었으나 단지 會社와 同僚職員에 대한 不滿이 커서 술을 마시고 그와 같은 행위를 일으킨 것이다.

이외에도 사람의 不注意로 인한 事故는 記憶媒体(Disk-pack, 磁氣테이프 등)를 떨어뜨리거나 關係者外 機器를 조작한다거나 혹은 機器分解後 精確한 結合을 하지 않아서 일어나는 事故 등 여러 가지가 있다.

## 2.2 事故에서 본 點檢法

### 2.2.1 附帶設備點檢

- 메이커가 제시한 點檢表 確認
- 消火設備(탄산가스消火器사용, 泡末·粉末消火器 不適當)
- 電源設備 및 接地線의 獨立性
- 空調關係(給排水·冷却水의 汚染, Duct內 먼지, 配線 및 밸브系, 本体)

- 集中管理시스템 (monitor)
- 內裝材 (新建材)

### 2.2.2 室內環境點檢

- 自動記錄裝置狀態
- 保管캐비넷 및 室內整理
- 各種 異常檢知裝置
- 不燃性 物品 (소모품 등) 有無
- 附屬裝置 內部汚物 및 먼지 청소
- 天井, Free Access-Floor, 벽 등의 均열
- 出入口 管理

### 2.2.3 外部環境 點檢

- 上層 (물과 化工藥品을 사용하는 設備나 機械裝置 有無, 冷暖房·給排水·配電線·配管 등의 有無, 上層바닥 均열)
  - 컴퓨터실과 平面的인 부분 (창·벽·실내비품 및 Air Duct類)
  - 바닥부분 (Free Access-Floor의 均열·취구멍 및 기타 위험부분)

## 2.3 緊急處置

事故發生時 효과적인 緊急處置를 실시하기 위하여는 미리 순서를 정하여 定期的인 訓練 實施가 필요하다. 事故種類와 그 被害狀況은 各양 各색이라 경우에 따라 다르겠으나 비교적 事例가 많은 것에 대한 緊急處置事項은 아래와 같다.

- (1) 事故에 따른 人命被害 確認
- (2) 事故發生機器 및 시스템 전체의 電源絶斷
- (3) 事故地點 및 그 被害規模 確認
- (4) 하드웨어技術者에게 緊急連絡, 事故에 따라 경찰·소방서·병원 등에도 通報
- (5) 컴퓨터가 화재위험을 받을 유예시간 확인 (隣近火災時)
- (6) 컴퓨터나 데이터 등의 被害擴大 및 그 防止策 (時間的 餘有에 따라)
  - Disk나 磁氣테이프 등 記憶媒体 피난
  - 컴퓨터 稼動停止 및 放熱

- 空調器 稼動停止 및 Duct폐쇄 (空調器事故時는 最初에)
- 防水 및 防火커버를 씌울 것
- 컴퓨터 內部事故時는 保守技術者의 指示를 받을 것

(7) 컴퓨터 被害時는 原則的으로 하드웨어技術者에게 그 處理를 맡기고 緊急處置만을 행하되 事故發生部나 被害部는 만지지 말 것 등이다.

## 3. 防災對策

### 3.1 防災對策과 經濟性

컴퓨터의 事故를 事前에 豫防하기 위한 防災對策을 樹立하는 데 가장 힘든 것은 經濟的인 對應策을 選定하는 것이다. 왜냐하면 이 對應策은 對策을 樹立하여 所要되는 費用과 對策의 未樹立으로 일어나는 損害를 비교하는 것이지만 損害額의 算定이나 事故發生確率, 周圍環境 등 복잡한 要素들을 고려하여야 하기 때문이다. 또한 EDP管理者는 컴퓨터資產의 安全對策을 위해 더욱 적극적으로 經營者의 理解와 支持를 얻도록 노력하지 않으면 안된다.

### 3.2 防災對策의 計劃

#### 3.2.1 防災對策의 段階

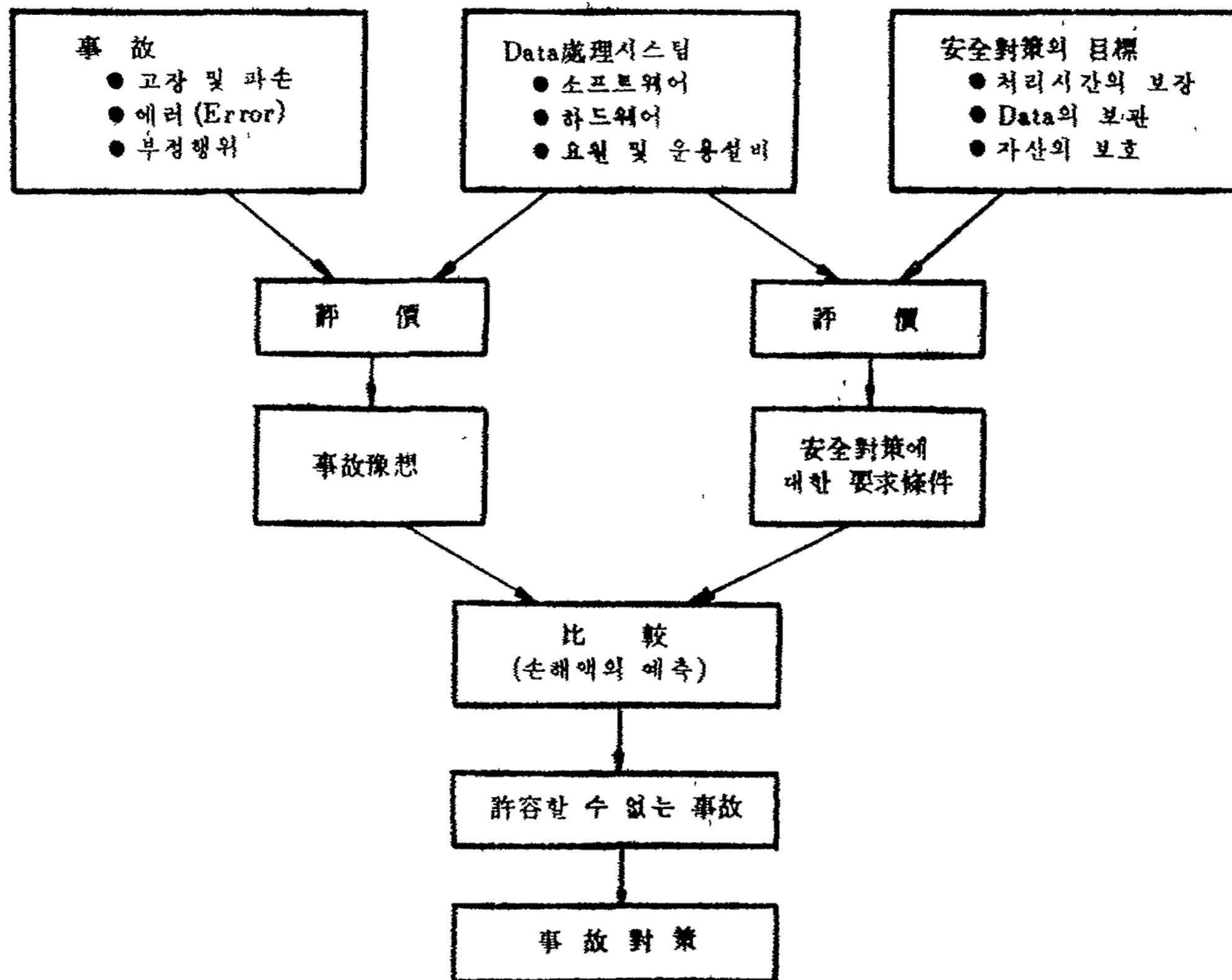
防災對策을 세우기 위한 段階는 다음과 같다.

- (1) 防災對策의 必要性 分析
- (2) 防災對策의 實施計劃作成
- (3) 防災對策이 要求를 만족하는가 또는 實現 가능한가 테스트實施
- (4) 防災對策을 定期的으로 第3者가 點檢하고 變更項目 체크 등이다.

#### 3.2.2 現況分析

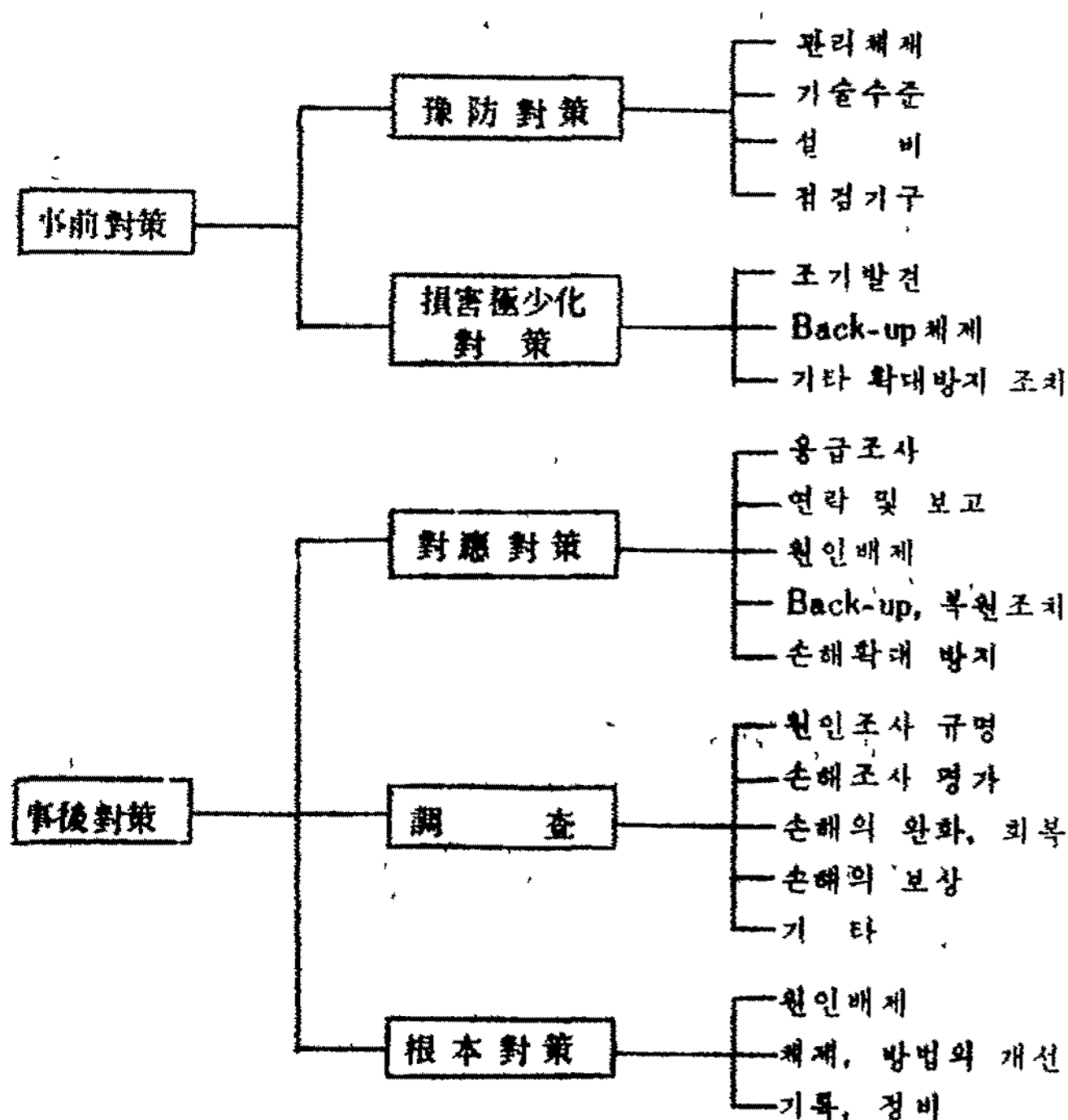
現況分析을 하기 위한 段階는 다음 表 1과 같다.

表 1. 現況分析 段階



3.2.3 防災對策의 分類

表 2. 防災對策의 分類



3.3 防災對策의 展開

3.3.1 管理体制의 整備

事故豫防對策의 기본은 管理体制의 整備이다. 이 管理体制에는 一般管理体制外에 作業管理, 데이터管理, 消耗品管理, 要員教育 등을 포함하여 광범위하지만 특히 주의할 項目은 다음과 같다.

(1) 一般管理

- 기밀보전 관리, 문서 관리, 내방객 관리, 인사 관리
- 소방관리, 폐기물처리 관리, 운반관리, 기계실·전원실관리, 경비체제 관리 등

(2) 作業管理

作業過程에서 일어나는 에러(Error)의 발생을 방지하며 더우기 作業效率과 事故豫防의 관점에서 중요시된다.

- 작업분담, 분업체제의 팀편성
- 작업계획, 일정진행 등의 관리
- EDP시스템의 자원관리
- 사내 각 조직간의 기능조정

- 외주관리 등

(3) 데이터管理

- 데이터접수
- 작업처리 중의 데이터관리
- 데이터보관(분산관리와 복제)
- 데이터정리 및 처분
- 자기테이프의 청소 등

(4) 消耗品の 品質 및 在庫管理

(5) 防災對策의 教育 및 訓練

(6) 技術管理

- 사고방지에 고려할 중요사항의 인식
- 프로그램, 오퍼레이션의 표준화
- 각 개별작업의 작업기준 설정
- 유효한 사고예방방법의 연구개발

(7) 非常時의 對策

- 피해액의 견적
- 대체처리(Back-up순서, 계획 수작업 및 인력 동원계획)
- Recover와 Rerun방식의 확립

3.3.2 防災設備

컴퓨터시스템의 기본적인 防災設備란 다음의 4가지로 나타낼 수 있다.

- 耐火建物일 것
- 天井의 防水構造를 완전히 할 것
- 消火器를 所要量 배치할 것
- 耐火保管庫를 사용할 것

한편 쥐에 의한 電線絶斷 등의 事故를 방지하기 위하여 쥐구멍을 없애며 以上의 事項을 設計段階부터 施工者側과 충분한 對話와 施工時 數時點檢 등을 할 필요가 있으며, 기타 防災設備는 다음과 같다.

(1) 電源 및 電氣的 障害

電源 및 電氣設備의 不良으로 컴퓨터 自体에서 일어나는 故障은 想像以外로 많으므로 아래 사항을 고려하여 設備하여야 한다.

- 電源電壓이 瞬時(1~3ms)에도 規定值의  $\pm 8\sim 10\%$ 를 넘지 않을 것
- 電源周波數(60Hz)가  $\pm 10\%$ 이내일 것
- 瞬間許容範圍는 1.5ms 정도일 것

등이다.

(2) 空調設備

溫濕度 異常으로 일어나는 컴퓨터 故障도 많으므로 아래와 같은 空調시스템의 設計와 稼動의 기본적인 사항을 고려하여야 한다.

- 컴퓨터설치 環境基準值以內에 溫濕度를 유지하고 공기를 깨끗이 할 것
- 空調시스템의 信賴性(MTBF, MTTR)은 컴퓨터시스템의 信賴性和 매치시킬 것
- 外氣로부터 障害를 없애고 空調設備自体에서 事故를 일으키지 않도록 할 것
- 올바른 稼動과 豫防保守를 實施할 것

등이다.

\* 일반적인 컴퓨터 온습도 한계 (컴퓨터의 공기흡입구)

	동작시	비동작시
온도	18~27℃	4~40℃
습도	30~70%	20~90%

온도변화는 30분에  $\pm 5\%$

(3) 防火對策

컴퓨터의 事故中 50%가 火災에 의하여 일어나고 있다. 따라서 이 防火對策을 등한시하거나 注意를 하지 않으면 큰 被害를 입게 되므로 아래와 같은 設備가 필요하다.

- 火災感知시스템(여러 곳에 設置)
- 可搬形消火器(탄산가스소화기設置)
- 固定消火設備(Sprinkler 등)

등이다.

(4) 防水設備

컴퓨터는 물에 약하고 일반적으로 自体防水機能을 갖고 있지 못하다. 또한 Free Access-Floor 밑에는 여러 개의 電線들이 있기 때문에 컴퓨터실 전체를 防水構造로서 排水施設과 出水·漏水·浸水 등을 感知하는 感知器設備가 요망된다.

3.3.3 人災對策

(1) 被害의 形態

- 산업스파이, 자기테이프 도청 및 통신선 도청
- 데이터·프로그램에 따른 횡령, 배임 및

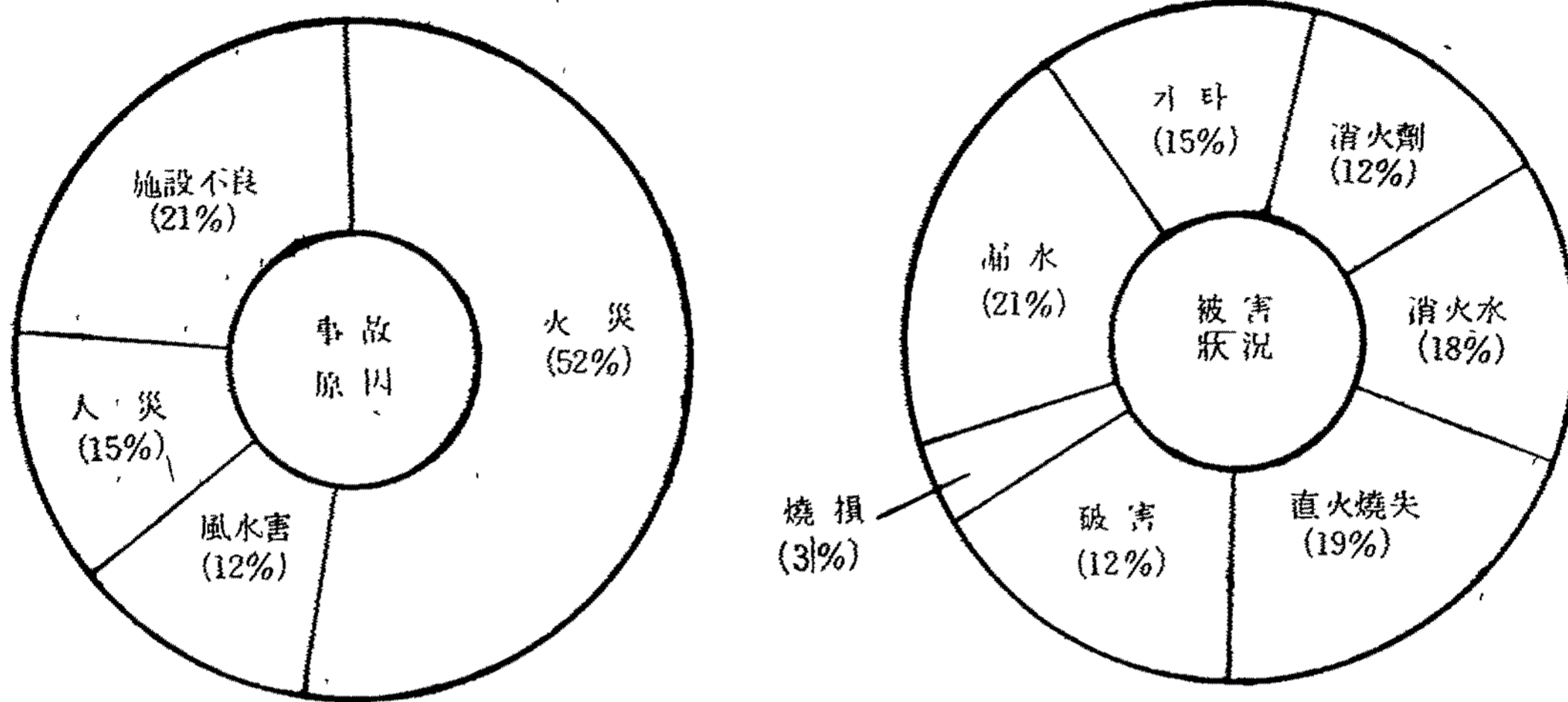


그림 1. 컴퓨터事故原因 및 그被害狀況

사기

- 기기의 파괴 및 방해
- 이상한 시뮬레이션에 의한 세론조작 및 교시

등이 있으며

(2) 防止技術

- 요원교육 및 기술관리 등의 운용관리
- 하드웨어 감시시스템
- 데이터 감시시스템

등이 있다.

3.4 事故狀況分析

앞에서는 외국에서 일어난 代表的인 事故例와 그 事故를 豫防하는 防災對策 등을 논하였는데, 그 事故原因과 被害狀況 등은 그림 1과 같다.

4. 본 센터 컴퓨터事故 및 防災對策

본 센터 컴퓨터시스템중 IBM370-138은 現在(1978년 9월)稼動차 않으므로 S/5300한글·漢字情報處理시스템에 대한 컴퓨터事故 및 防災對策을 논하여 보겠다.

4.1 S/5300시스템의 機器構成 및 性能

S/5300시스템의 機器構成과 性能은 다음 그림 2와 表 3과 같다.

4.2 S/5300시스템의 事故

본 센터 電算室에서 保有하고 있는 S/5300한글·漢字情報處理시스템은 施設不良으로 인하여 火災事故나 人災에 의한 使用不能 또는 盜難으로 인한 損害 등 큰 事故는 없었으나, 지금까지 經驗한 바에 의하면 본 센터 컴퓨터事故는

- (1) 電壓調整不良
  - (2) 溫濕度調整不良
  - (3) 電子部品の 壽命에 의한 絶斷
  - (4) 教育不足에 의한 操作失手
  - (5) 振動으로 인한 接觸不良
  - (6) 먼지 및 汚物에 의한 接觸不良
- 등으로 나눌 수 있다.

4.2.1 事故例

- (1) 電壓不良에 의한 事故  
 (1976年末 自動電壓調整器(MVR)設置以前까지 컴퓨터에 供給되는 電壓(AC100V)은 不安定하였다. 그 당시 오후 1시경에는 AC115V까지 상회하였고, 오후 6~7시경에는 최저 AC80V까지 내려간 적이 있었다. 그중 대표적인 事故는 Card Reader에서 Feed Error와 DISK UNIT에서 READ/WRITE Error가 일어난 것이다. 이때 본 센터의 補修要員은 教育不足과 經驗不足으로 整備할 能力이 없었기 때문에 메이커(日本)의 補

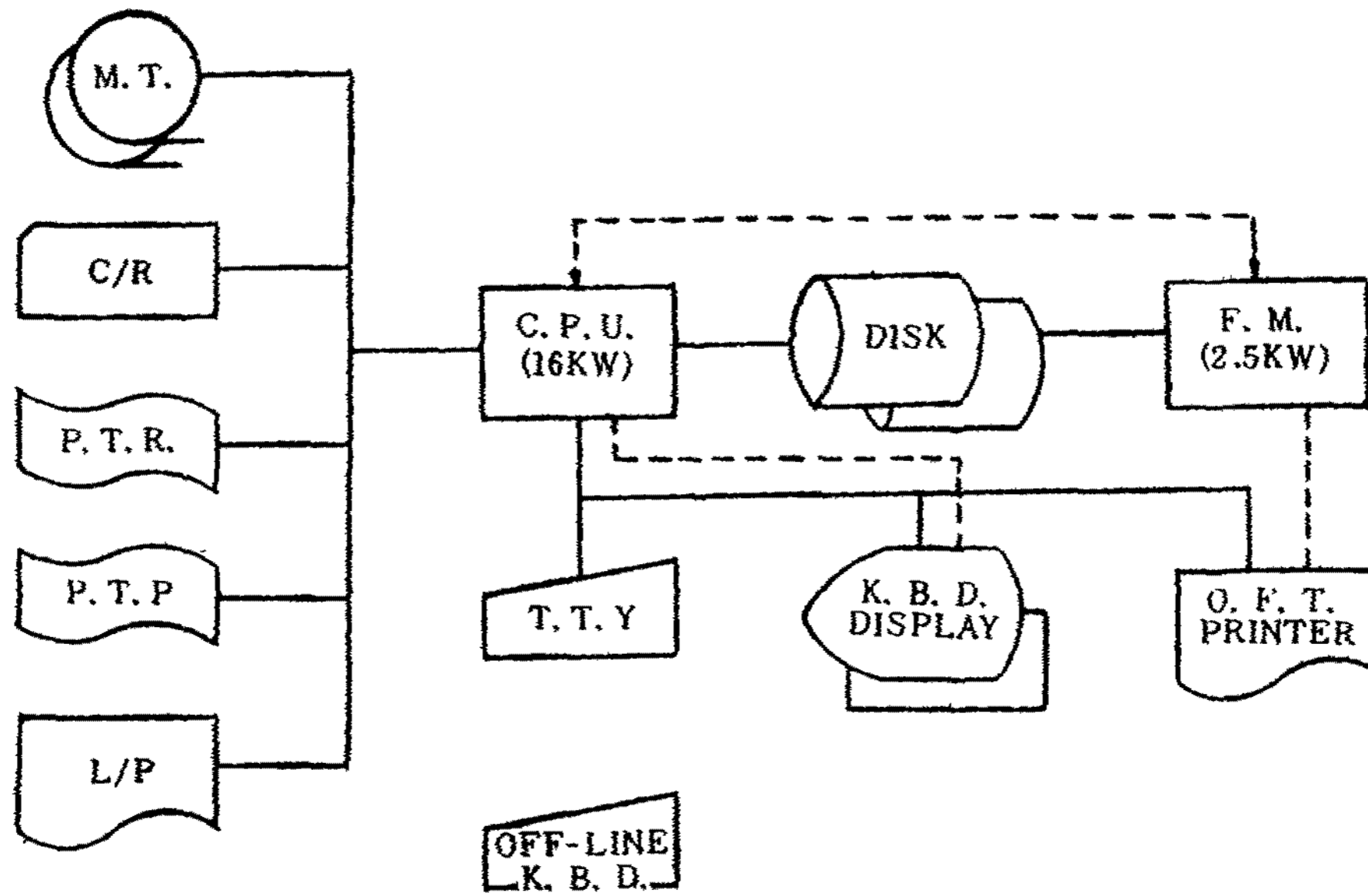


그림 2. S/5300시스템의 機器構成圖

表 3. S/5300시스템의 성능

품 번	품 명	수량	성 능	비 고
TK-70	C. P. U. (Central Process Unit)	1	용 량 : 16KW 처리속도 : 660ns	32KW 확장가능
T3102	M. T. (Magnetic Tape Unit)	2	Track 수 : 9 Track 밀, 도 : 800BPI	
7036	DISK (Magnetic Disk Unit)	1	용 량 : 2.56MW 처리속도 :	4 대 확장가능
7012	P. T. R. (Paper Tape Reader)	1	속 도 : 200 CPS	
7020	P. T. P. (Paper Tape Puncher)	1	속 도 : 25 CPS	
7014	C/R (Card Reader)	1	속 도 : 300 CPM	
7026	L/P (Line Printer)	1	속 도 : 220LPM	
T3100-25	F. M. (Font Memory Unit)	1	용 량 : 2,560 W	6 KW 확장가능
T3118	Key Board Display Unit	1	전 반 수 : 3,072 W	
T3011	OFF-Line Key Board Unit	1	전 반 수 : 3,072 W	
T3103	Optical Fiber Tube Printer	1	인자속도 : 48,076WPM	

修要員을 잡자기 招請하였다. 事故原因은 電壓不安定으로 인한 電子部品(IC)이 여러 개 絶斷된 것으로 判明되었다.

表 4. 年度別 故障回數

단위 : 건

품 명	76년	77년	78년	계
C. P. U.	3	—	—	3
T. T. Y.	1	—	—	1
M. T.	4	4	7	15
DISK	3	1	1	5
P. T. R.	2	2	—	4
P. T. P.	2	1	1	4
C/R	1	1	—	2
L/P	1	2	1	4
F. M.	2	1	4	7
Key Board Display	1	3	6	10
O. F. T. Printer	4	9	1	14
OFF-Line KBD	—	—	—	0
계	24	24	21	69

(2) 溫濕度調整不良으로 인한 事故

1977年 電算室이 資料館으로 移轉한 後 1978年 7月 첫 장마예 建物 新築工事 不良으로 컴퓨터실에 出水 및 漏水事故가 일어남과 동시에 에어컨에도 故障(가스漏出)이 일어났다. 이때 M. T.와 Key Board Display Unit 및 Font Memory에서의 電子部品絶斷 및 O. F. T. Printer에서 用紙의 Cutting Error가 發生하여 컴퓨터稼動中止라는 結果를 초래하였다. 추후 펌프실로부터의 出水防止工事와 에어컨 整備를 실시한 후에야 正常稼動이 실시되었다.

그외 事故事例는 여러 가지가 있으나 생략하고 年度別 故障回數와 故障原因 및 整備內容을 살펴보면 表 4, 5와 같다.

위 표에서 나타난 事故件數中에는 導入初期에 教育不足으로 일어난 操作失手に 의한 事故, Switch類 및 Lamp絶斷, 經驗不足에서 일어난 事故 등 간단한 故障은 제외한 것이다. 內容中 CPU의 故障은 Core Memory(記憶素子)의 故障이었고, T. T. Y는 1977년부터 補修 維持契約를 맺어 記錄하지 않았으며 OFF-Line KBD는 지금까지 稼動하지 않았다. 따라서 간단한 故障을 포함하면 약 1週에 1件씩 일어난 셈이 된다.

表 5. 컴퓨터故障原因 및 整備內容

단위 : 건

품 명	계	고 장 원 인			정 비 내 용		
		부품파손	조정불량	접촉불량	부품교환	부품연결	조 정
C. P. U.	3	2		1	2	1	
T. T. Y.	1	1		1			
M. T.	15	6	4	5	7	1	7
DISK	5	5			5		
P. T. R.	4	2	1	1	2	1	1
P. T. P.	4	3	1		3		1
C/R	2	1		1	2		
L/P	4	2	2		2	2	
F. M.	7	5		2	5	2	
Key Board Display	10	7	2	1	7		3
O. F. T. Printer	14	5	6	3	4	2	8
OFF-Line KBD	0						
계	69	39	16	14	40	7	22



表 6. 본 센터의 防災對策

항 목		A	B	본센터 준비사항
화재 대책	근무시간외 경비원 순시	○		○
	소화기설비	○		○
	숙직실 및 경비실에 통보	○		×
	컴퓨터실의 화기엄금	○		○
	직원의 정기적 소화훈련		○	×
	긴급전원정기장치		○	○
	화재시 순서암기		○	△
출수 대책	컴퓨터실 상층의 위험	○		○
	에어콘 및 펌프의 누수방지	○		○
	인접부분에 배수구설치		○	○
	천정에 배수구설치		○	×
공조	독립공조시설	○		○
	정기적 점검 실시	○		○
	예비컴퓨터 실시		○	×
	쿨링타워의 예방대책		○	△
전원	전압모니터	○		○
	무정전 전원설비		○	×
취재 대책	건물의 태풍대처	○		○
	낙뢰대책	○		○
	홍수대책	○		○
	공조의 인진설비		○	△
기어 매체 보관	Back-up File작성	○		○
	별관에 보관	○		×
	인화고에 보관	○		○
	비상지출기준 작성		○	△
	도큐먼트의 대본작성		○	○
조직 · 훈련	긴급시 담당자 선정	○		×
	데이터파일·소스도큐먼트책임자 선정		○	△
	명령전달계통 결정		○	△
	경영자의 컴퓨터실에 대한 관심		○	○
	긴급시 요원집합 가능성		○	○
	컴퓨터실 안전대책지침		○	△
	컴퓨터직원의 안전대책 훈련		○	△

A : 필수적인 것      B : 필요성 인정      ○ : 준비완료  
 △ : 준비했으나 실시미비      × : 준비하지 않음

### 4.3 본 센터 防災對策

본 센터의 防災對策을 위의 表 6과 같이 관찰하였던 바 앞으로 機器增設 등을 고려할 때 완

전한 安全對策이 요망된다. 그러므로 본 센터의 EDP關係者나 最高經營者는 未備된 점을 보완하여 事故를 豫防하여야 할 것이다.

### 5. 일반적인 컴퓨터 機器保全

컴퓨터시스템은 中央處理裝置(CPU), 入出力裝置(I/O), 記憶裝置 등의 機械群(Hardware)과 이것을 有機적으로 활용하는 프로그램群(Software) 그리고 하드웨어와 소프트웨어의 諸應用(Application)과 이 응용을 원활히 유지하기 위한 保全이라는 要素 등으로 구성되어 있다.

이러한 컴퓨터시스템의 性能을 評價할 때 최근 RAS 즉 信賴度(Reliability), 稼動率(Availability), 保全度(Serviceability)라는 말을 사용하는데 여기서는 保全의 立場에서 하드웨어시스템의 信賴度, 保全度, 稼動率의 測定과 豫測에 관한 基本的인 問題를 檢討하였다.

#### 5.1 하드웨어시스템의 信賴度, 保全度

利用者로부터 保全을 위한 要求는 첫째 故障이 적고, 둘째 故障發生時 빨리 回復할 수 있는 것 등이다.

##### 5.1.1 故障이 적을 것

이것은 製品自體의 品質을 향상시켜 故障源이 되는 결함을 없애고 回路와 構造를 高品位로 함으로써 해결할 수 있다. 信賴度란 “시스템, 裝置, 部品 등이 일정한 規定條件을 가지고 意圖하는 기간중 規定의 機能을 수행하는 確率”이라 말한다. 수학적으로 故障密度를  $f(t)$ , 信賴도를  $R(t)$ 라 하면

$$R(t) = \int_0^{\infty} f(t) dt \quad (1)$$

로 나타낸다. 信賴도가 높다는 말은 平均故障間隔(MTBF)을 길게 하는 것이다. MTBF는 일반적으로

$$MTBF = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (2)$$

라 定義하고 다음과 같이 나타내기도 한다.

$$MTBF = \frac{\text{利用者の 使用時間}}{\text{故障件數}} \quad (3)$$

이 MTBF를 크게 좌우하는 것은 하드웨어構成部品の 信賴도에 따른다. 그림 3과 그림 4는 偶發故障과 磨耗故障을 그림으로 나타낸 것이다.

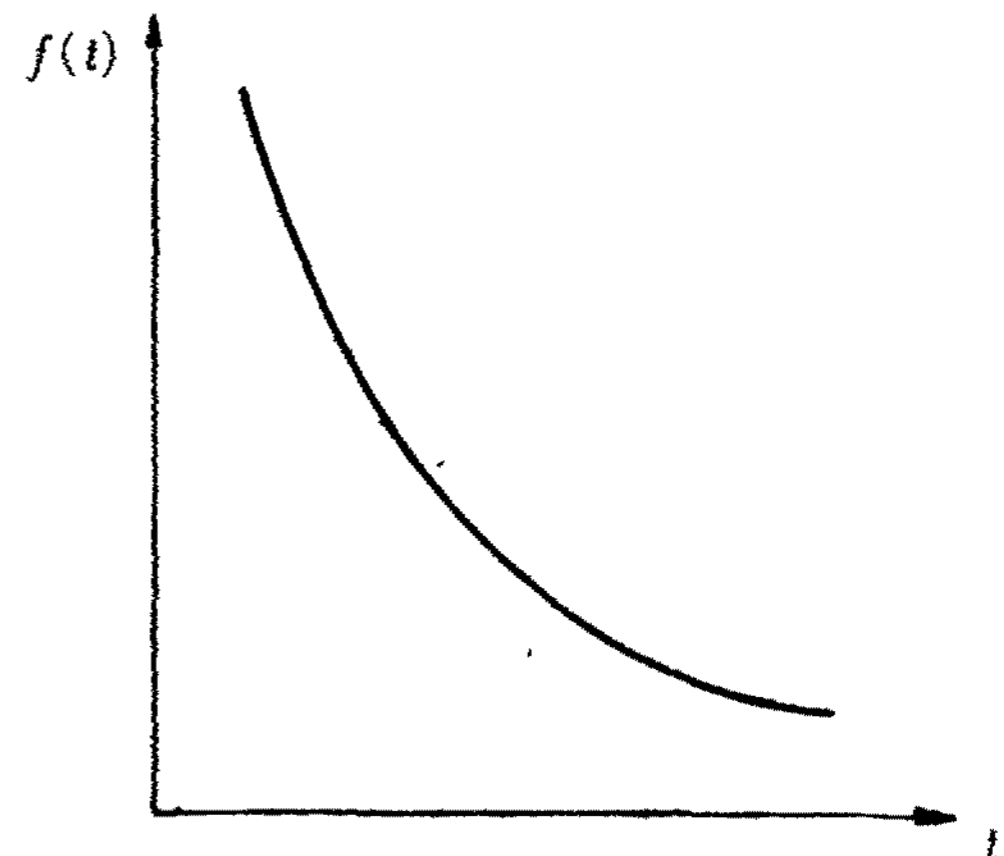


그림 3. 偶發故障

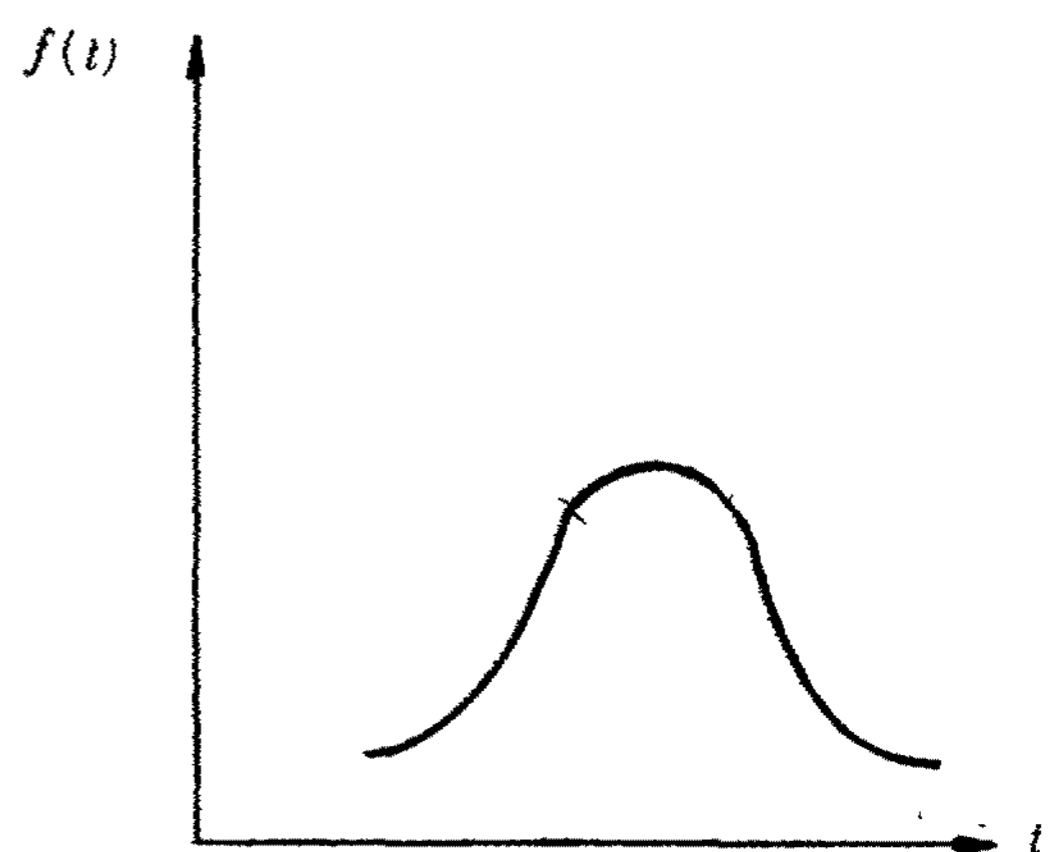


그림 4. 磨耗故障

따라서 磨耗性이 있는 機械部品도 수명이 길고 원활히 동작되는 것이 요망된다. 그러나 이러한 電子와 機械部品으로 된 中央處理裝置, 入出力裝置 등 하드웨어시스템의 MTBF가 긴 것은 물론 裝置間의 信賴度 平衡도 고려할 필요가 있다. 이 시스템의 規模가 크면 故障件數의 分布는 正 常分布的인 傾向에 가깝다(그림 5 참조).

##### 5.1.2 故障發生時 빨리 回復할 수 있는 것

이것은 故障를 빨리 발견하여 만족한 상태로 回復하는 것으로

- (1) 故障를 쉽고 빨리 발견할 수 있는 裝置設計
- (2) 하드웨어 技術者의 技量
- (3) Site(컴퓨터시스템의 納入處)에 保守部品의 補合体制 등에 관한 保全支援技術(Lo-

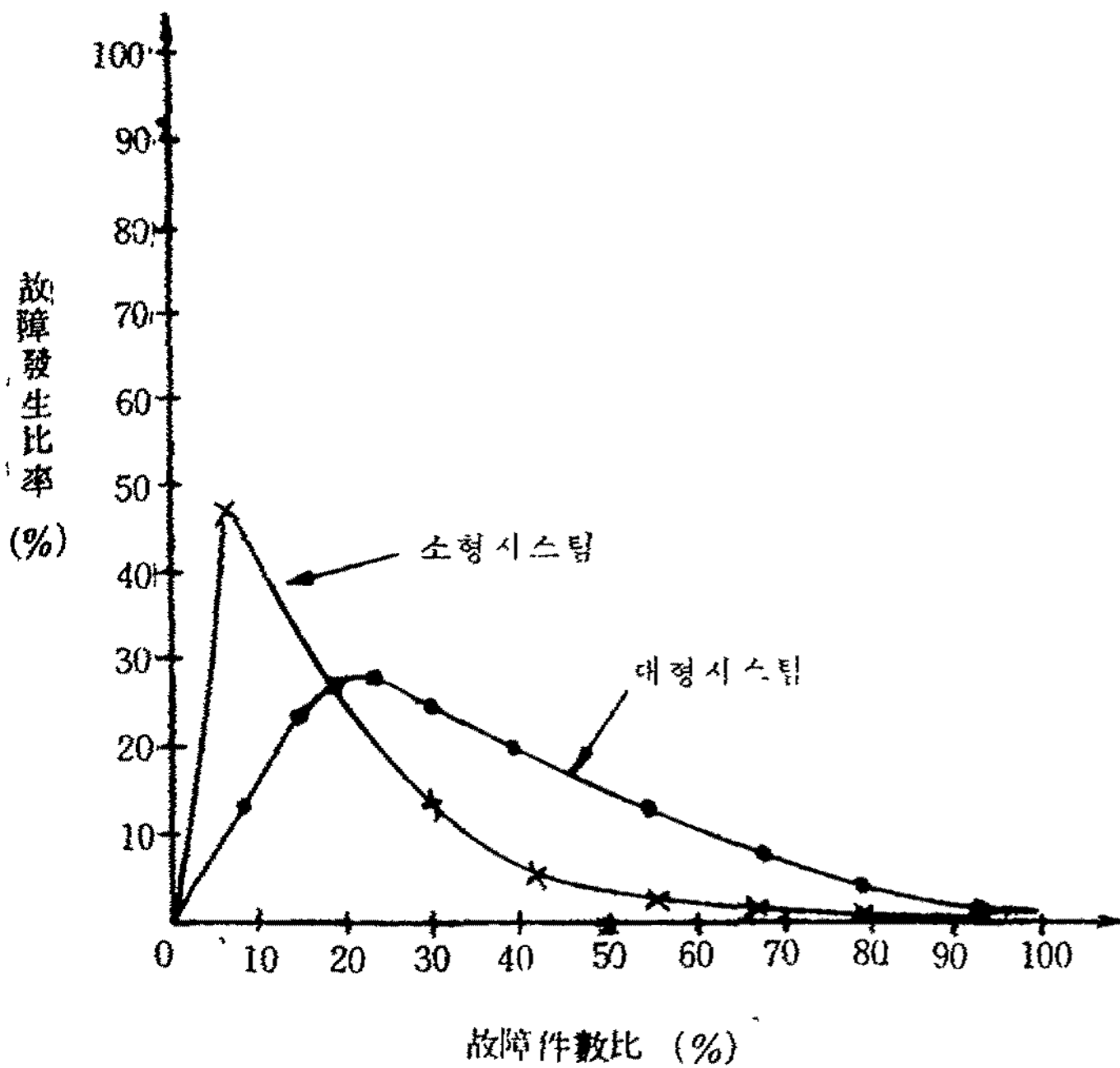


그림 5. 시스템의 故障件數分布

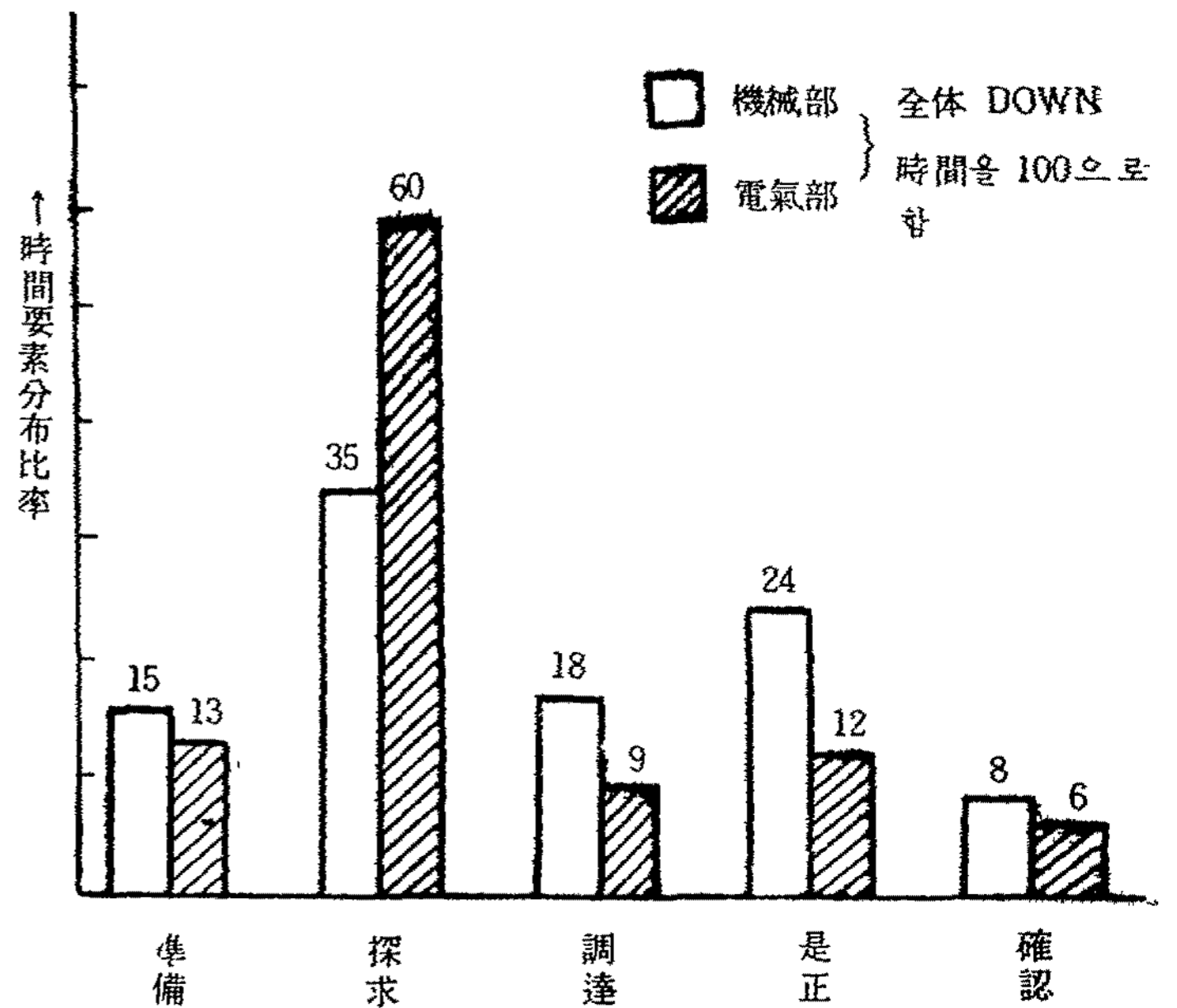


그림 6. 故障時間의 內譯分布(固定故障)

gistics Support Engineer)

등을 고려할 필요가 있다. 以上은 回復能力을 나타내는 保全度의 要素이다. 保全度란 “修理 가능한 機器 또는 部品이 規定條件에 따라 保全이 실시된 때 規定時間內에 保全을 끝내는 確率”이라 하며 수학적으로 回復密度를  $m(t)$ , 保全度를  $M(t)$ 라 하면

$$M(t) = \int_0^t m(t) dt \quad (4)$$

라 나타낸다. 保全度を 높게 하는 것은 MDT (平均DOWN時間)를 짧게 하는 것이고, 이 MDT를 일반적으로

$$MDT = \int_0^{\infty} t \cdot m(t) dt = \int_0^{\infty} (1 - M(t)) dt \quad (5)$$

라 定義하며 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$MDT = \frac{\text{全体的 故障時間}}{\text{故障件數}} \quad (6)$$

윗 式에 따라 分子가 일정하고 分母가 크면 MDT는 짧고 保全도가 좋게 되지만 故障이 많으면 利用者가 원활히 사용하기 곤란하다.

또 故障中 하드웨어技術者가 測定하기 어려운 점이 있다. 즉 하드웨어技術者가 測定할 때는 나타나지 않으나 프로그램을 進行시킬 때 일어나는 경우로 하드웨어技術者와 프로그래머가 共同努力하여 回復시킬 필요가 있다. 이 回復方法에는 에러檢出時 즉시 修正하여 끝내는 방법과 몇회 같은 동작을 반복하는 것 등이 있다. 이러

한 에러는 결국 固定에러가 될 수 있다.

또 (6)式的 全体 故障時間은 실제 하드웨어技術者가 故障對策을 실시하는 實修理時間과 하드웨어技術者가 도착하는 시간, 補修部品の 補給時間 등의 支援時間 등 2가지로 나눌 수 있다.

故障時間의 內譯은 그림 6과 같다. 「探求」「是正」「確認」의 合의 平均이 MTTR이고, 「準備」「調達」의 合의 平均이 MLDT이다. 즉 MDT는 다음 식과 같다.

$$MDT = MTTR + MLDT \quad (7)$$

電氣的인 故障의 探求時間은 길게 걸린다. 이 시간을 단축시키는 것은 에러檢出機能을 충실히 갖출 필요가 있으나 에러發生地點의 自動診斷을 할 수 없다면 大型化, 複雜化되고 있는 컴퓨터 시스템을 修理하는 것은 더욱 곤란하게 된다. 그러므로 하드웨어를 自動診斷하는 하드웨어機能과 소프트웨어의 「自動診斷프로그램」도 요구된다.

機械部는 是正時間이 오래 걸리므로 製品의 構造도 간단하여야 한다. 예를 들면, 機械的 調整을 요하는 지점은 미리 調整된 Block單位로 交換하는 것이 능률적이다. 故障이 나지 않은地點을 調整하거나 修理하면 2次的인 故障이 발생 할 가능성이 있으므로 신중히 관찰한 후 修理하는 것이 효과적이다. 確認時間은 電氣部, 機械部의 차이는 없으나 故障이 확실히 復舊되었는

가 아닌가를 판단하기 위해 반드시 필요하고 또한 정확히 短時間에 確認할 수 있는 工具가 필요하다. 또한 일반적으로는 Test Program을 준비하여야 한다.

故障時間을 단축하는 것 중 하나는 豫備裝置를 배치하는 등 擴大시스템 설계가 요망된다. 특히 On-line으로 동작하는 경우 Dual 또는 Duplex할 것인가 하는 시스템설계는 불가피하다. 그리고 待機裝置와의 交換時에는 人間의 判斷이 수반되나 判斷을 잘못하면 故障時間이 길게 된다. 따라서 가능한 한 人間의 判斷에 의존하지 않고 자동적으로 교환되는 시스템 설계가 요망된다.

5.2 稼働率 (Availability) 豫測의 Approach

信賴度와 保全度를 포함한 廣義의 信賴度를 나타내는 確率을 稼働率이라 한다. 여기서는 하드웨어시스템을 어느 정도 모듈 (Module)화하여 稼働率 豫測의 Approach를 論하여 본다.

5.2.1 稼働率의 評價尺度

稼働率 (A)은 시스템 고유의 MTBF와 故障가 발생하여 완전히 回復시킨 후 再稼働할 때까지의 MDT로 나타낸다.

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MDT} \quad (8)$$

이중 MDT의 예측은 裝置自體의 補修性, 하드웨어技術者의 技術力, 支援体制 등의 원인이 복잡하여 간단하지 않다. 따라서 MDT를 MT-TR과 MLDT로 나누어 논한다.

5.2.2 MTTR (平均實修理時間)

하드웨어시스템의 故障는 쉬운 것부터 어려운 것까지 千差萬別이다. 故障의 難易度는 復舊時間 뿐만 아니라 아래와 같은 要因도 영향을 준다.

- (1) 正常的으로 復舊시킬 때까지의 順序標準化
- (2) 裝置自體의 補修性 機能
- (3) 하드웨어技術者의 技術力

表 7. 故障의 難易度 要因

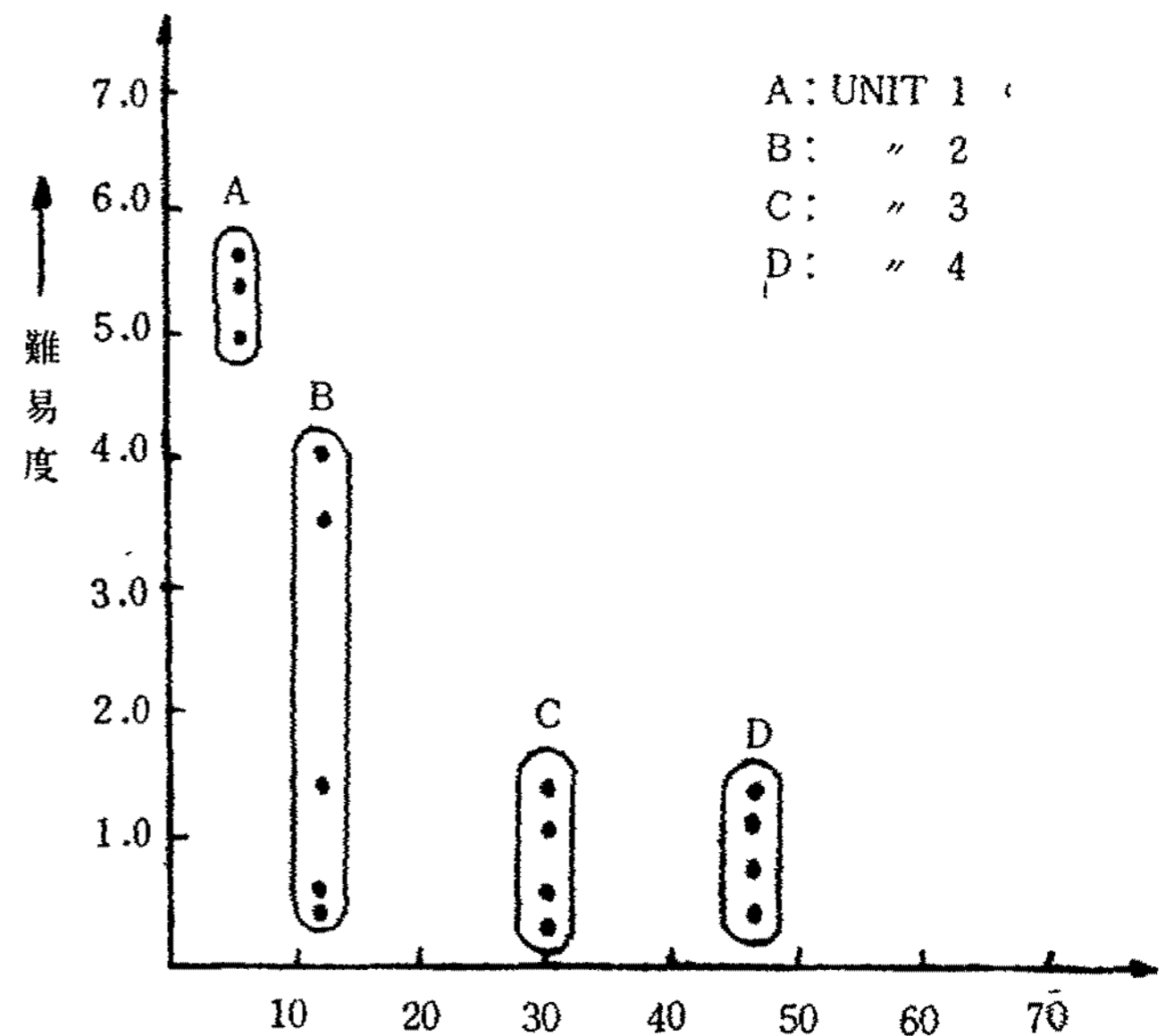
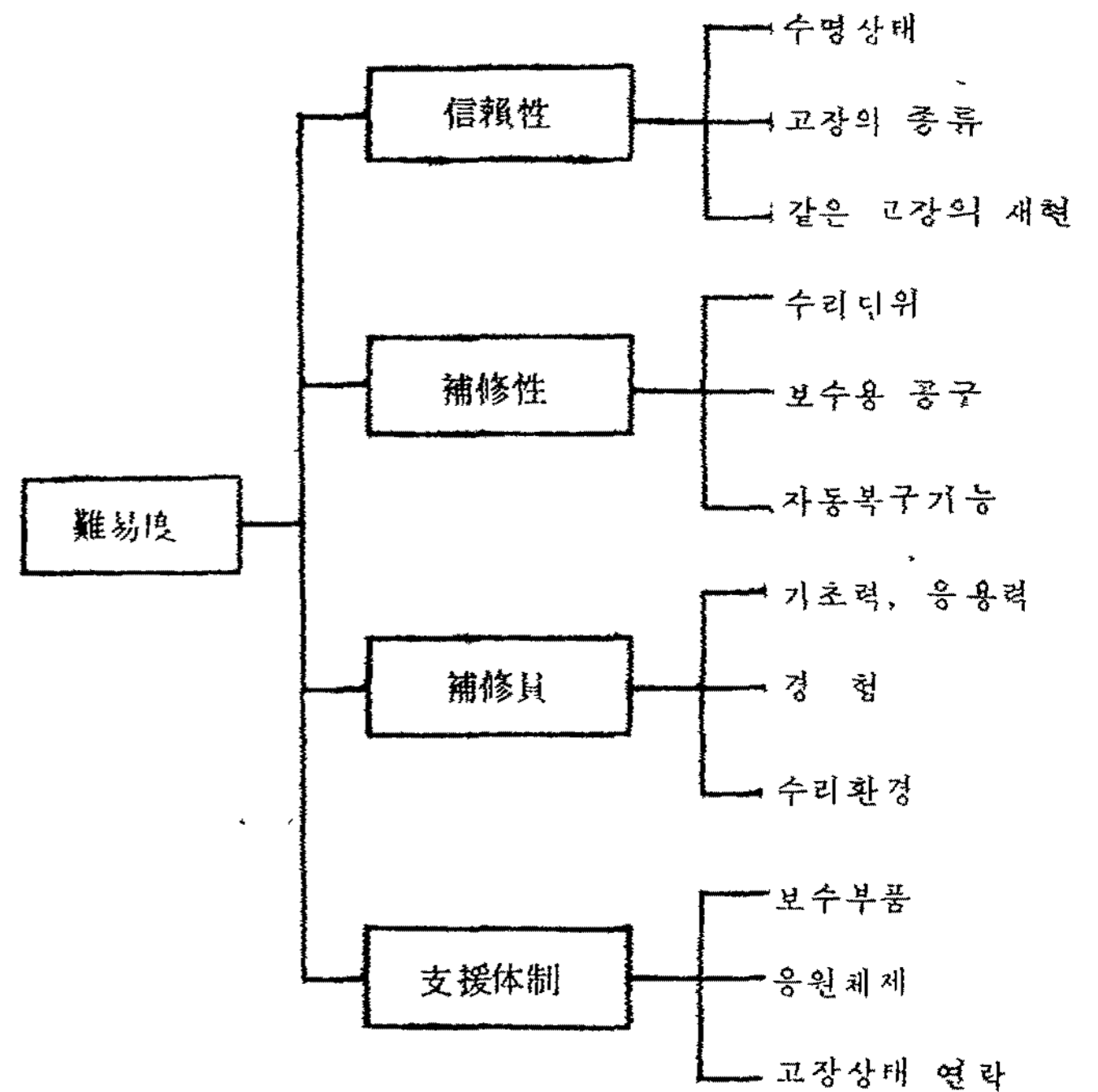


그림 7. 難易度와 修理出現確率

(4) 支援体制 등이다. 故障原因에 관련되는 諸要因은 表 7과 같다.

表 7에서의 難易度는 實修理時間의 平均分布 (μ)와 偏差 (δ)의 곱으로, 다음과 같이 나타낸다.

$$\alpha = \mu \times \delta \quad (9)$$

또한 어떤機種에 따른 難易度와 修理出現確

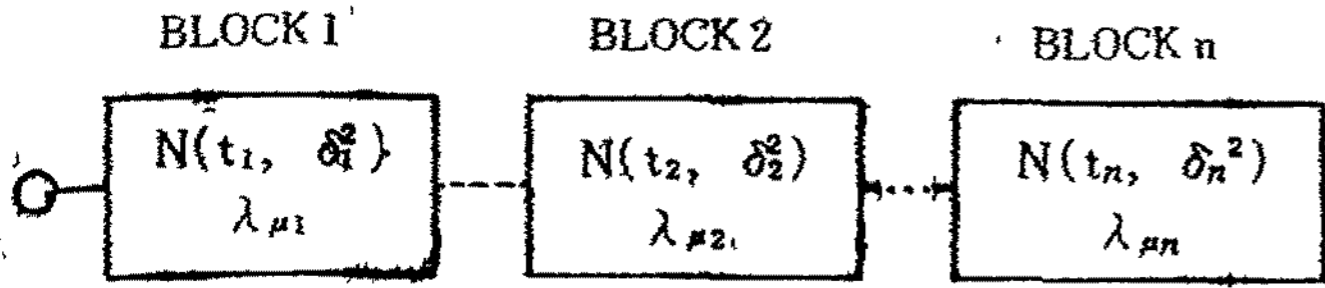


그림 8. 修理單位 分割모들

率의 關係를 그림 7에 나타냈는데 修理出現確率  
이 적은 裝置쪽의 難易度가 높다. 難易度를 적  
게 하려고 努力한다면 故障對策時間도 적어진다.

하드웨어시스템은 그림 8과 같이 修理單位의  
Block마다 분할하여 각 Block의 平均實修理時  
間으로부터 시스템의 平均實修理時間을 求하도  
록 되어 있다.  $i$ 번째 ( $i=1, 2, \dots, n$ )의 Block에  
대한 實修理時間의 分布를  $N(t_i, \delta_i^2)$  이라 하고  
故障率을  $\lambda_{\mu i}$ 라 한다. 지금 각각 따로 故障이  
發生했을 경우 Block  $i$ 의 修理出現確率을 ( $P_i$ )

$$\left( \sum_{i=1}^n P_i = 1, P_i = \lambda_{\mu i} / (\lambda_{\mu 1} + \lambda_{\mu 2} + \dots + \lambda_{\mu n}) \right) \text{ 라고}$$

하면 全體의 平均實修理時間(MTTR)은 다음과  
같다.

$$MTTR = \sum_{i=1}^n P_i \cdot t_i \quad (10)$$

### 5.2.3 MLDT (平均 Logistics Time)

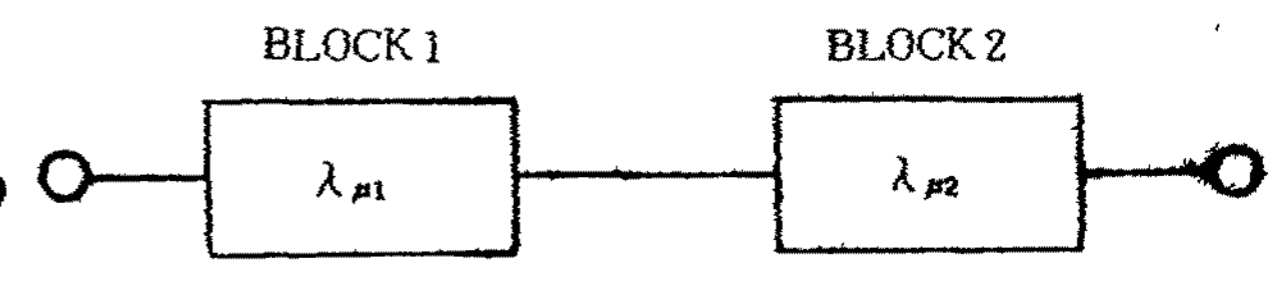
여기서는 하드웨어技術者가 Site에 常駐하고  
있는 경우라 假定하고 部品을 준비하는 Logis-  
tics Time에 대하여 논한다. 하드웨어시스템이  
大型化되고 論理構造가 복잡해지고 게이트(gate)  
部品の 交換單位를 IC, LSI 등의 素子單位로  
하는 것은 交換作業도 어려우므로 實修理時間이  
길게 된다. 따라서 故障時 交換單位는 Plug-in  
등의 機能單位로 하고 있다.

하드웨어시스템을 그림 9와 같이 간략화한 2  
개의 機能單位로 분할한 직렬모들이라 假定한다.  
그림 9에서  $\lambda_{\mu 1}$  과  $\lambda_{\mu 2}$  의 比는 Block1과 2의  
故障發生確率比 ( $C_1 : C_2$ )가 된다. 즉

$$\lambda_{\mu 1} : \lambda_{\mu 2} = C_1 : C_2 \quad (11)$$

이 된다. Block1과 2의 部品이 Site로부터 調  
達時間  $T_a, T_b$ 의 場所에 있으면 部品을 갖게  
되는 MLDT는 다음과 같다.

$$MLDT = \frac{C_1 T_a + C_2 T_b}{C_1 + C_2} \quad (12)$$



단,  $\lambda_{\mu 1} = \sum_{i=1}^s \lambda_i$        $\lambda_{\mu 2} = \sum_{i=s+1}^n \lambda_i$   
 $\lambda_i (i=1, 2, \dots, n)$  : 各 機能單位의 故障率  
 $s$  : 分割에 따른 定數

그림 9. 機能單位의 分割모들

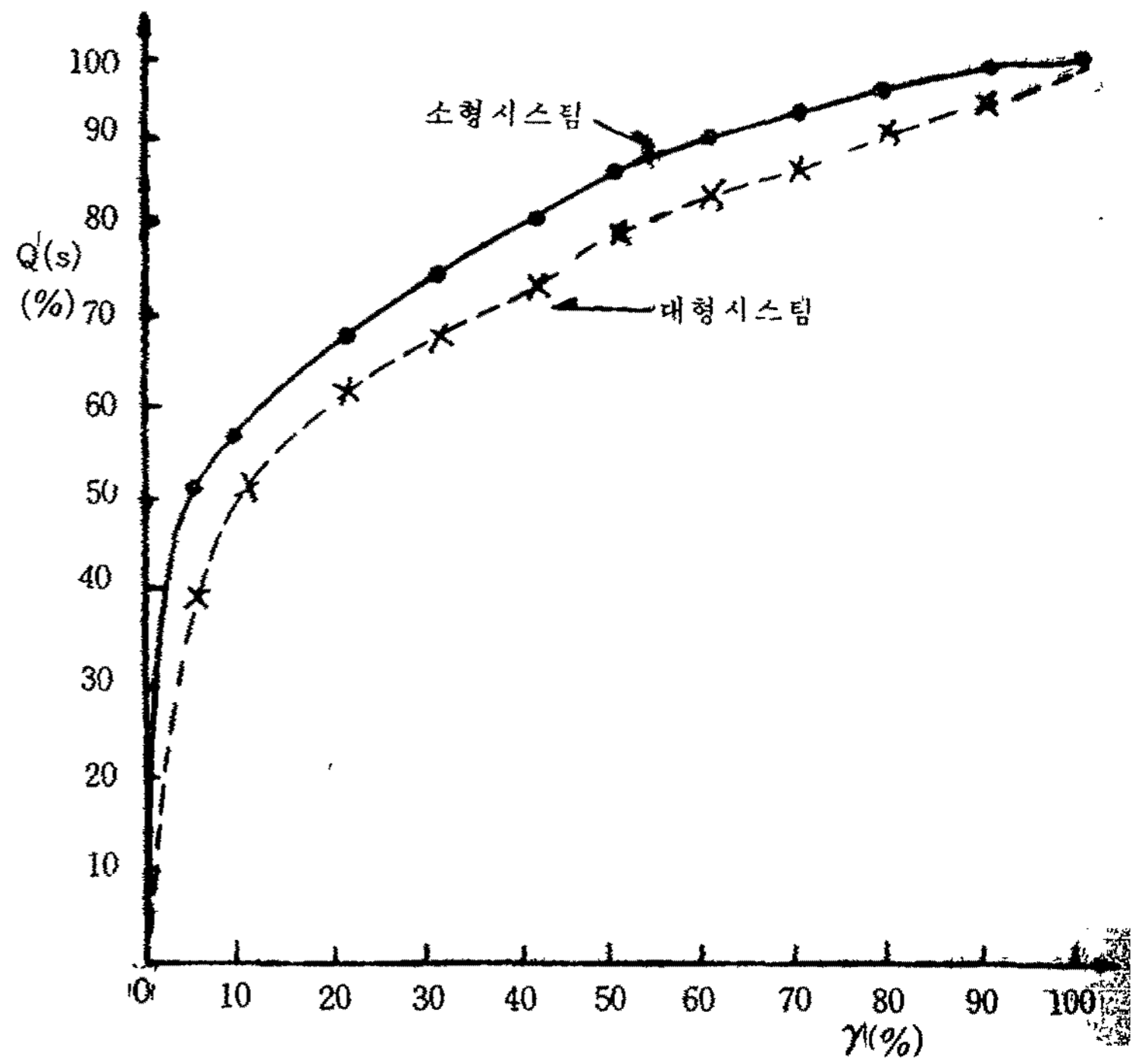


그림 10.  $Q(s)$ 와  $\gamma$ 의 關係

이 식에서  $T_b=0$ 이라면  $Q_s \equiv \frac{C_1}{C_1 + C_2}$  과  $\gamma \equiv$

$\frac{S}{n}$  과의 關係를 그림 10에 나타냈다. 따라서 30  
% 정도의 部品을 Site에 준비하고 있으면 약  
70% 정도의 故障은 그 즉시 回復이 가능해진다.

稼動率 向上을 위하여 信賴度의 向上은 당연  
하지만 MTTR, MLDT를 단축시켜 保全度를  
向上시키는 것도 중요하다. 이 MTTR과 MLDT  
를 단축시키는 것은 機能單位에 대해

- (1) 修理技法의 標準化(自動化)
- (2) 補修部品の 適正配分
- (3) 하드웨어技術者의 適正配置

등을 종합적으로 검토하는 것이 稼動率을 向上  
시키는 것이다.

参 考 文 献

- 1) M. J. Y. Williams, J. B. Angell: Enhancing Testability of Large-Scale Integrated Circuits Via Test Points and Additional Logic, IEEE, Vol. C-22, No. 1, p. 46(1973)
- 2) D. R. Schetz: On the Representation of Digital Faults, CSL Report R-418, Univ. of Il-

linois, May 1969

- 3) 田口: 電子計算室の事故と防災対策, OHM '74. 10
- 4) 電子計算機システム安全対策基準, 通商産業省, '52. 6
- 5) 電子計算室の防災対策と設備, JECC '49. 5
- 6) 角田: コンピュータハードウェアシステムの保全に関する諸問題, 電子計測, '75. 2

---

情報管理研究 Vol. 11, No. 5

印刷・発行 1978. 10 25.

編 輯 情報管理研究会

發 行 韓國科學技術情報센터

서울特別市東大門區清涼里洞206-9

電話 (965) 6211~18

---

定價 600원 年間購讀料 3,000원