

工場自動化에 따른 電氣設備의 效率的인 運轉, 維持, 補修에 關한 調查研究

(3)

劉 錫 九

漢陽大學校 教授

4. 전기설비의 관리기술^{(3),(6),(8),(9)}

전기설비의 고장은 일정 수명에 도달함으로써 발생하는 것과 우발적으로 발생하는 것이 있으나, 이 고장을 사전에 방지하고, 설비를 안전하게 운전하기 위해서는 정해진 기간내에 소정의 검사 및 점검을 의무적으로 받도록 하여야 한다.

특히 우발적인 고장에 대해서는 제품의 철저한 검사 또는 시운전을 통하여 품질에 대한 엄격한 조사를 하여 고장발생자체를 최대한으로 억제한다.

최근에는 기기의 상태로부터 고장 발생의 가능성을 검출함으로써 고장이 발생되기 전에 보수하는 상태감시방법 내지는 고장예지에 대한 자동화 기술이 활발히 진행되고 있다.

가. 변전설비의 관리기술

전력에너지 공급과 전압제어기능을 가지고 있는 변전설비는 변압기, 차단기, 단로기 및 보호, 제어, 감시용의 전자기기와 설비를 동

작시키는 각종 동력설비와 전원장치 등이 있다.

변전설비의 관리기술은 전력의 안정공급과 품질 향상에 지대한 영향을 미치고 있으며, 그 구성요소는 그림 4-1과 같다.

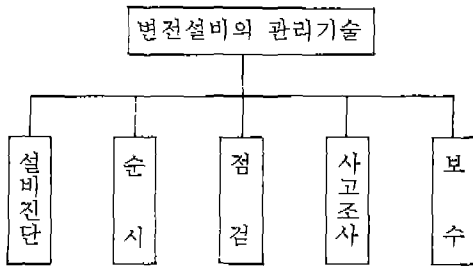
그림 4-1의 각 기술요소가 의미하는 개념은 다음과 같이 정의된다.

(1) 설비진단

설비진단은 어떤 스트레스(Stress)가 어디에 존재하는가를 판단하는 업무이다. 특정시기에 진단하거나 평상시의 상태정보를 추적하여 판정할 수 있다.

(2) 순 시

설비기기가 정상상태로 운전되고 있는가를 확인하기 위하여, 순시원의 오감을 이용하거나, 특정상황을 탐지하는 센서등을 가지고 기기의 근방을 순회감시한다. 순시원의 경험 또는 순시매뉴얼(Manual)을 기준으로 판정하여, 설비기기의 이상 유무를 확인하는 작업이다.



〈그림 4-1〉 변전설비관리시설의 구성요소

(3) 점검

설비가기를 계속적으로 가동함으로써 발생하는 설비의 마모, 운전에 필요한 각종재료의 소비, 설비, 환경에 의한 각종 설정조건의 변동, 설비가기의 정상기능 등을 확인한다. 일반적으로 운전설비의 정지상태에서 시행하나, 경우에 따라서는 가동상태하에서 실시한다.

(4) 사고조사

설비고장을 포함하여 계통에서 발생한 사고에 대하여 사고발생 원인, 사고시에 설비 응답의 타당성 등을 규명하고, 필요한 조치에 필요한 지침(Guidance)을 마련한다.

(5) 보수

순시, 점검에서 요구된 필요한 조치, 자연 환경에 의한 오염물의 청소, 소모품재료의 보충교환 등의 업무가 이에 속한다. 보통 설비의 정지상태에서 시행하나 경우에 따라서는 가동상태에서 실시한다.

○ 설비관리 기술의 현황

최근에는 순시원이 설비의 상태를 전자화, 정보화기기를 사용하며 설비의 스트레스정도를 정량적으로 정확히 편정하고 있으며, 실례를 들면 다음과 같다.

(가) GIS의 절연열화 진단기술 예

GIS의 절연열화 강도를 진단하는 것으로 가속도센서, 진동센서를 사용하여, GIS의 부분방전 등에 의한 외함(Tank)의 미소한 진동을 검출함으로써 절연열화의 유무를 판정하는 것으로 GIS의 절연열화 진단장치중 가속도,

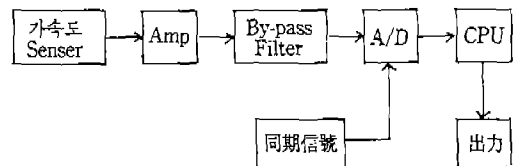
진동 검출장치의 구성은 그림 4-2와 같다.

(나) GIS의 부분방전에 의한 진단기술 예
이는 Pulse가 외부로 방사한다는 특성을 이용하여 진단하는 기술로서 GIS에서 부분방전이 발생시에 나타나는 Pulse전류는 외부의 영향을 미치게 되므로 절연부에 By Pass 회로를 설치하여 부분방전이 발생하는 것을 검출하여 진단하며 그림 4-3에 Pulse 전류측정의 개략적인 원리를 나타내었다.

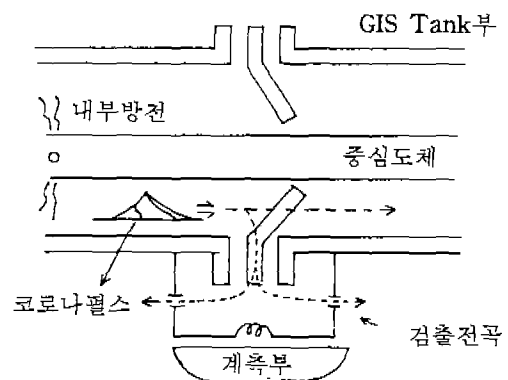
○ 설비점검기술의 실제

설비의 이상 유무를 확인하는 설비 점검으로서는 일정기간마다 실시하는 정기점검과 필요시에 실시하는 일시점검으로 크게 나눌 수 있으며 사전의 점검계획으로 설비를 효율적으로 관리할 수 있다. 설비점검에 있어서는 여러가지 현상 즉 소음, 진동, 빛, 각종 레벨의 표시 등을 인간의 오감이 감지하여 풍부한 경험에 의해서 판단하게 된다.

하지만 현재 설비가 대형화, 복잡화 됨에 따라, 점검 범위가 확대되고 점검에 따른 점



〈그림 4-2〉 가속도, 진동검출장치의 구성



〈그림 4-3〉 pulse 전류 측정 원리도

검원들의 안전상 문제를 해결하기 위해서 ITV 적외선 카메라에 의한 점검의 자동화가 실시되고 있다.

이러한 ITV카메라 시스템은 설비의 원격 감시가 가능하며 이에 따라 설비의 집중적 감시가 실현된다.

따라서 이러한 시스템은 설비점검에 있어서 보다 효율적이고 점검원에 접근하기 어려운 조건의 설비 점검도 가능하도록 하였다. 설비점검에 대한 ITV 적외선 카메라 이용의 개략적인 내용을 그림 4-4에 나타내었다.

○ 사고탐사 기술의 검사

전기설비에 있어서의 사고는 연계된 다른 계통에 영향을 미칠뿐 아니라 신뢰도 측면에서도 좋지 않은 영향을 받게 된다.

이러한 사고의 영향을 최소한 줄이기 위해서는 신속한 사고지점의 탐사기술과 이에 대처하는 적절한 제어조치가 필요하다. 또한 전기설비의 운전원은 전기설비의 사고양상과 계통의 상태에 알맞는 효과적 제어를 정확하게 실시할 수 있는 판단과 풍부한 경험이 필요하게 된다. 그러나 최근의 전기설비에는 자체의 보호설비와 신뢰도향상 및 설비용량

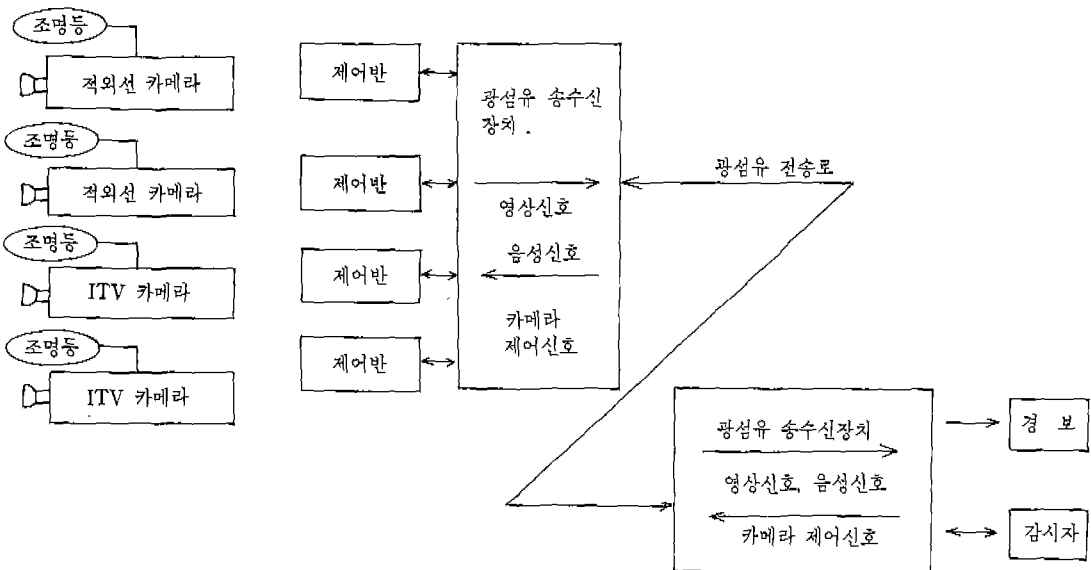
의 적정화에 의해서 증대한 계통사고는 적어지고 있는 실정이다.

그러므로 운전원의 고도의 제어판단이 요구되는 계통사고가 적지만 사고의 양상이 복합 고장인 경우는 복잡해지는 전기설비를 감안할 때 이에 대처하기란 쉽지 않다. 이에 대한 대처 방안으로는 현대의 정보처리 기술분야를 이용하여 풍부한 데이터 베이스로 해석, 추론, 판정 등을 실시하는 지원시스템을 구축하는 것이다. 이러한 첨단기술을 변전소 설비운용에 적용한 변전소 운전지원 시스템이 있으며 이 시스템기능의 하나인 사고탐사에 의해 복잡해진 사고의 상황을 검사할 수 있다.

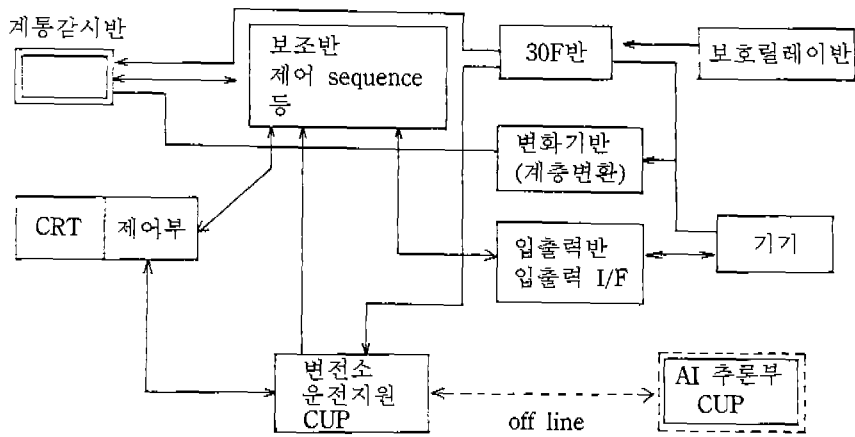
이러한 개념을 그림 4-5에 나타내었다.

이러한 지원 System인 Expect System의 기술을 활용하여 다음과 같은 검사를 실시할 수 있다.

- ① 평상시 조작지원기능
- ② 사고탐사기능
- ③ 복구조작기능
- ④ 설비기기의 정보발생시 기기상태의 분석지원과 처리의 안내기능



〈그림 4-4〉 ITV, 적외선 카메라 설비점검 System 구성도



〈그림 4-5〉 변전소 운전지원 System의 개요

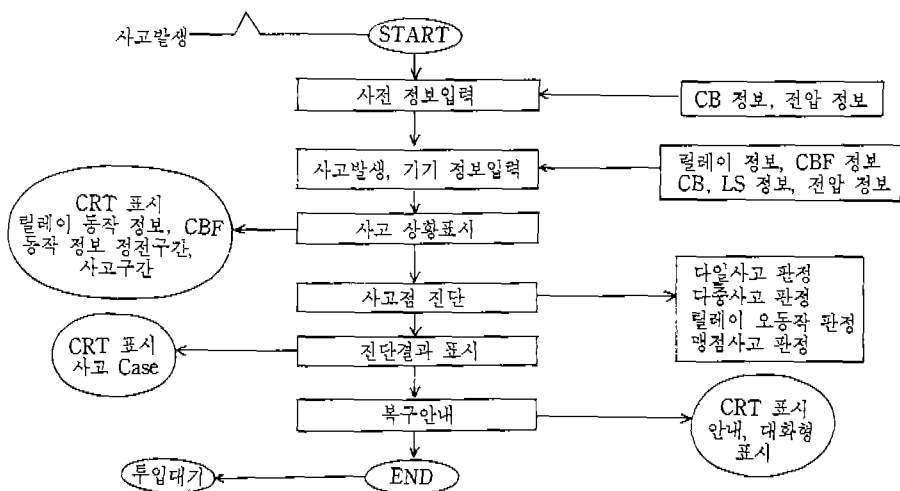
⑤ 설비기기 수동기능

이러한 여러가지 기능중 본고에서는 사고 탐사기능에 대해 살펴본다.

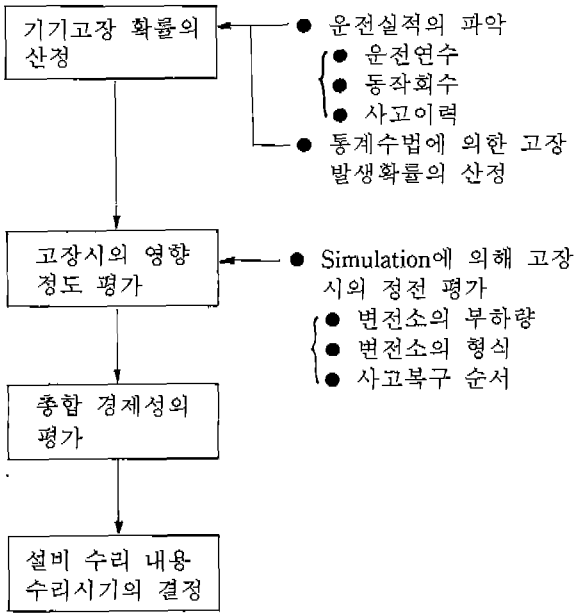
변전소에 있어서 사고가 발생하게 될 때 이미 축적된 변전소구성과 보호 릴레이기능에 관한 데이터베이스를 바탕으로 해서 발생한 사고의 종류를 추정하고 사고원인의 판별과 복구조작에 대해 안내를 실시하게 된다. 이와 같은 기능을 사고 탐사기능이라고 하며 사고처리에 관한 흐름을 그림 4-6

에 나타낸다.

사고 탐사처리기능의 주된 특징은 설비의 영역을 분할하여 실시하며 보호범위에서 같은 사고에 대해 Group화하여 사고를 판정한다. 사고발생시 상정된 사고양상의 Group을 순차적으로 조합(照合)하여 발생한 상황과 일치하는 사고양상을 즉시 적용시켜서 복구조작안내를 실시하는 것이다. 이와 같은 방법으로 복잡한 사고에 대해서도 비교적 용이하게 탐사가 가능하고 사고단속시의 연속적기



〈그림 4-6〉 사고탐사처리의 개략 FLOW



〈그림 4-7〉 설비수리의 기본적인 고찰

동작에 관해서도 적절한 대응이 가능하다.

○ 설비의 수리계획수립의 자동화 설비

수리의 목적은 설비의 노령화 시점을 파악하여 사고를 미연에 방지하고자 하는 것이다. 설비가 노령화됨에 따라 고장의 확률은 그만큼 높아지며 이로 인해서 다른 기기에 영향이 과급되어 고객에 대한 서비스의 신뢰도에 영향을 미치게 된다. 이러한 고객에 대한 안정된 신뢰도를 바탕으로 하면서 설비수리시의 경제성 등을 고려하여 설비수리계획을 수립한다. 설비수리에 대한 제약요소를 감안하여 장기적·합리적인 설비수리계획을 수립하는 기본적인 방법을 그림 4-7에 나타내었다.

○ 앞으로의 기술과제

지금까지는 변전소의 관리기술에 대해서 설명하였다. 종래에는 설비의 진단, 감시, 운전자원 등을 사람의 경험과 숙련된 조작, 판정, 처리에 의해 실시하던 것을 현재에는 첨단정보체계를 도입하여 전력계통공학을 토대로 한 컴퓨터에 의해 설비에 적용하고 있다.

앞으로도 이러한 첨단정보체계를 이용한 관리기술은 고도화될 것이다.

여기서 변전설비의 고도화를 위한 기술적인 과제를 살펴보면 다음과 같다.

(a) 예지(豫知) 관리

사고에 대한 이상적인 생각으로는 사고가 발생하기 전에 사전에 사고발생가능부분을 찾아내어 진단 및 보수를 실시함으로써 미리 사고에 대처할 수 있는 체제를 구축하는 것이다.

이를 위해 날로 복잡해지는 설비기기를 대상으로 하여 설비기기 고장에 대한 데이터 수록, 장애요인의 구체화와 예상되는 사고에 대한 추정을 실시함으로써 축적된 데이터를 바탕으로 설비관리의 안전성을 구축할 수 있을 것이다.

(b) 수명진단

설비가 노후화되면 그만큼 사고 발생의 확률도 높아지므로 설비의 수명을 정확하게 파악하는 것은 필수적이며 설비투자의 효율화에 직결된다.

설비수명을 정확하게 파악하기 위해서는 설비가 받는 영향을 정량화(定量化)할 수 있는 System을 실현하고 관리통계의 총합적인 판단과 이러한 통계자료를 바탕으로 한 새로운 수명 결정이론의 구축이 필요하다.

(c) 설비검사 업무의 고도화

이미 설명한 바와 같이 검사원의 시각을 대신하여 카메라가 이용되며 촉각에 있어서는 진동 Sensor를 이용하여 각 설비의 상태를 검사한다.

변전소의 관리기술중 특히 설비검사업무는 설비기기에 대한 숙련운전원의 오감에 의존하고 있는 곳이 많다.

오감중에서 시각과 촉각에 대해서는 적용된 사례가 있지만 이에 첨가하여 후각, 미각 등의 화학적 변화에 대한 기기상태의 파악을 정량적으로 지원하는 감지기술을 이용한 설비검사업무의 고도화가 이루어져야 할 것으로 생각한다.

나. 배전설비의 관리기술

오늘날 고도정보화 및 기술집약화로 전력의 형태도 다양화됨에 따라 많은 분야에서

고신뢰도의 전력을 요구하고 있다. 모든 수용가에 직접 연결된 배전설비의 효율적인 관리는 수용가의 욕구충족에 직결되며, 이는 고장발생방지면에서 배전설비의 열화진단과 고장기기의 조기발견이 매우 중요시되고 있다.

배전설비는 종류가 다양하므로 고장을 사전에 방지하고, 설비를 안전하게 운전하기 위하여, 정해진 기간내에 소정의 검사를 의무적으로 시행하여야 한다.

우발적인 고장에 대해서는 설계제작시는 물론 설치시 시운전을 통하여 안전 및 품질 관리를 엄격히 시행하여, 고장발생자체를 가급적 억제하되, 고장이 발생되었을 때는 안전하게 자동정지방식을 채택하고, 고장에 대한 원인을 규명한 후 사고재발대책을 강구한다.

최근에는 기기의 이상징후를 사전에 감지할 수 있는 기능을 갖추어, 사고를 미연에 방지할 수 있는 기술개발이 활발히 진행되고 있다.

(1) 진공차단기(VCB)의 진공도진단

진공차단기는 고체절연 축소형 개폐 장치나, 축소형변전설비 등의 개폐장치부분에 6kV에서 154kV까지 많이 사용되고 있다.

VCB의 사용실적은 15년 이상으로 운전실적으로 보아 그 신뢰성은 매우 높은 것으로 입증되었다. VCB에 사용되고 있는 진공필프는 $10^{-6} \sim 10^{-7} \text{mmHg}$ 의 진공도를 갖도록 제작되므로 공장에서 정밀한 검사를 실시하여, 충분한 절연내력과 개폐능력을 유지하도록 관리하고 있다. VCB의 진공도가 저하되면 절연내력이 저하되어 상규 대지 전압에서도 극간 그로우 방전이 발생한다. 또 그로우 방전에 수반하여 전위진동, 전자파, 음파 및 광(光)진동이 생기므로 이를 포착함으로써 VCB의 진동도저하를 검출할 수 있다.

(2) CV케이블의 열화진단

CV케이블의 절연재료인 폴리메틸렌과 같은 유기절연 재료는 절연열화가 된 경우에 자기 복귀성이 없고 절연체중에 결합이 존재하면 케이블의 수명이 현저히 단축되므로

절연열화진단법을 확립하는 것은 매우 중요한 과제이다.

현재까지 알려진 CV케이블의 절연측정법은 누설전류 측정법, 역흡수전류 측정법, 유전정접 측정법, 잔류전압 측정법, 부분방전 측정법 등 다양하나 유전정접 측정법(誘電正接測定法)이 현재 현장에서 많이 사용되고 있다.

(3) 변압기(變壓器)의 절연열화 진단

변압기유중(變壓器油中)에 용존(溶存)한 CO_2 을 측정하여 절연지의 갱년열화정도를 추정하고자 검토중에 있다.

실제로 절연지의 열화에 따라 CO 도 발생하므로 $\text{CO}_2 + \text{CO}$ 의 량을 측정대상으로 한다. 즉, 변압기의 수명을 $\text{CO}_2 + \text{CO}$ 의 生成量으로 추정할 수 있다.

5. I-B개요 및 전기설비의 Intelligent화^{(11), (12)}

최근 Electronics를 기본으로 하는 정보·통신기술의 진보에 따라 고도정보화 사회를 맞이하게 되었다.

정보산업의 발달은 설비분야의 기술혁신과 함께 근대건축에 커다란 변화를 가져다 준 계기가 되었으며, 정보산업과 첨단건축기술을 결합시킨 Intelligent Building(IB)에 대한 관심이 고조되고 있다.

IB란 설비측면의 Building Automation, Office Automation, Tele Communication System과 건축구조적인 측면을 결합구성하여

- 업무생산성 및 기업의 창의성 향상
- 인간의 필요에 부응한 작업환경의 제공
- 쾌적하고 매력있는 지적 사무 환경의 실현
- 빌딩기능 신뢰도 확보 및 운용의 효율성 향상

등을 목적으로 한 미래형 건축물로 향후 국내에서도 보급전망이 기대되는 분야라고

할 수 있다.

본고에서는 아직까지 국내에서는 그 용어 자체도 생소한 IB의 개념과 Intelligent Building System(IBS) 구성요소중의 하나인 Building Automation System(BAS)의 주대상 설비인 전기설비의 Intelligent화에 관한 기술적 사항인

- Electrical System의 Intelligent화
- Electrical Equipment의 Intelligent화에 대한 과제를 제시한다.

가. Intelligent Building(IB) 개요

(1) Intelligent Building

Intelligent Building이란 고도의 정보통신(TC), 고도의 사무자동화(OA), 고도의 빌딩자동화(BA) 등의 최첨단 기술을 건축물과 조화시켜 쾌적한 주거환경 조성과 효율적인 빌딩 관리를 실현시킬 수 있는 미래 지향적 건축물이다.

다시말해서 지적 창조작업에 적합한 환경을 겸비한 Building이다.

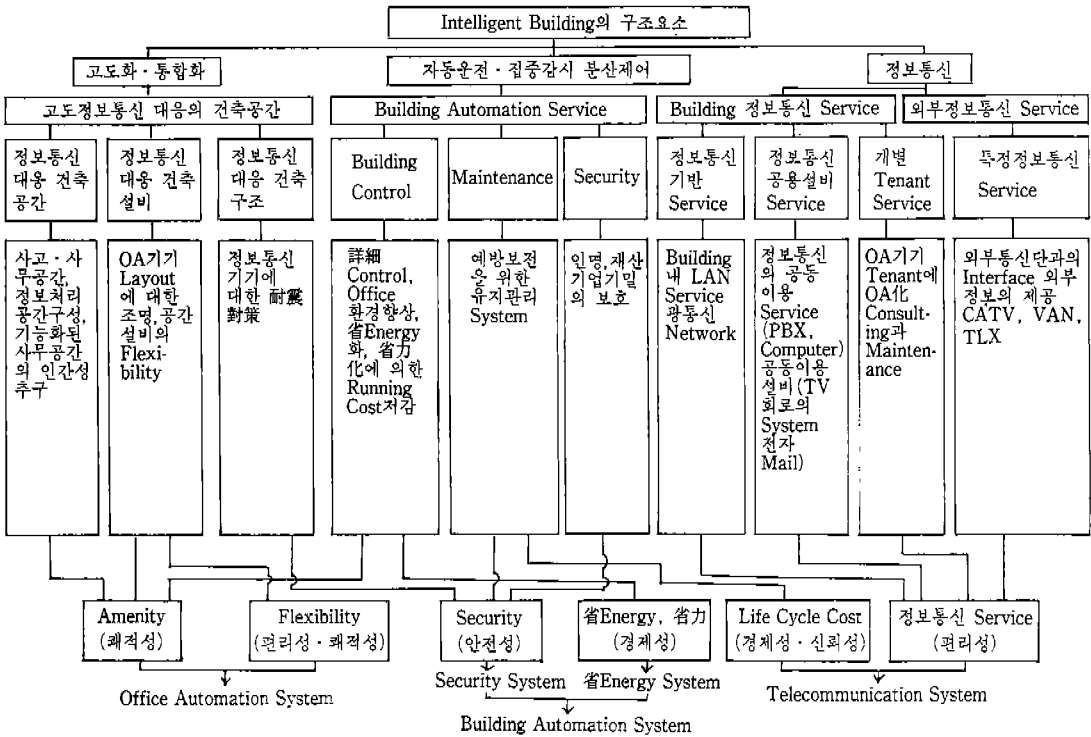
(2) Intelligent Building의 구비요소

생산활동의 장으로서 건물 설비에 대하여 Computer·통신기술·Sensor 등 각종의 지적 제어를 함으로써 거주자에 대하여는 양호한 환경을 제공하고 건물관리자에 대하여는 고효율 운영에 기여하는 등 질의 충실과 기능의 효율화가 목적이다.

· 쾌적성 : 근무환경이나 공통부문에서의 환경이 심리적인 면까지도 고려되어야 하며 이를 위하여 설비기기의 최적제어를 위한 자동화 기술이 도모되어야 한다.

· 효율성 : 자원, Energy, Cost, 시간, 공간, 인력 등의 절감 즉, 省Energy, 보전향상(保全向上), Running Cost의 절감, Life Cycle 효과의 향상이 요구된다.

· 편리성 : OA기기등의 배치, 기능을 통한 효율적인 이용이 가능하도록 설비계획과 제



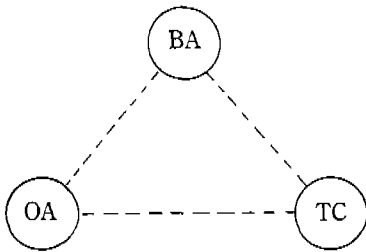
〈그림 5-1〉 IB의 구성요소

어방식에 대한 연구가 필요하다.

- 대응성 : 생산활동과 작업내용의 변화에 대응할 수 있고 설비기기가 교체될 때 능동적으로 대처할 수 있는 호환성이 요구된다.

- 안정성 : 사고, 정전, 화재, 지진 등의 비상시나 정보Data의 누설 및 파괴, System의 부정사용 방지 등 주거자나 이용자의 인명, 재산, 시설의 안전 확보를 위한 설비기기의 비상제어 자동화 기술과 운용기술의 확보가 요구된다.

- 신뢰성 : 기능이상에 대한 장애의 미연



방지와 장애발생시 파급영향의 최소화와 회복의 신속성이 필요하다. 설비관리의 자동화 기술과 유지관리 System도 중요한 요소이다.

이상의 구비요소를 세분하면 그림 5-1과 같다.

(3) Intelligent Building System(IBS)의 기능

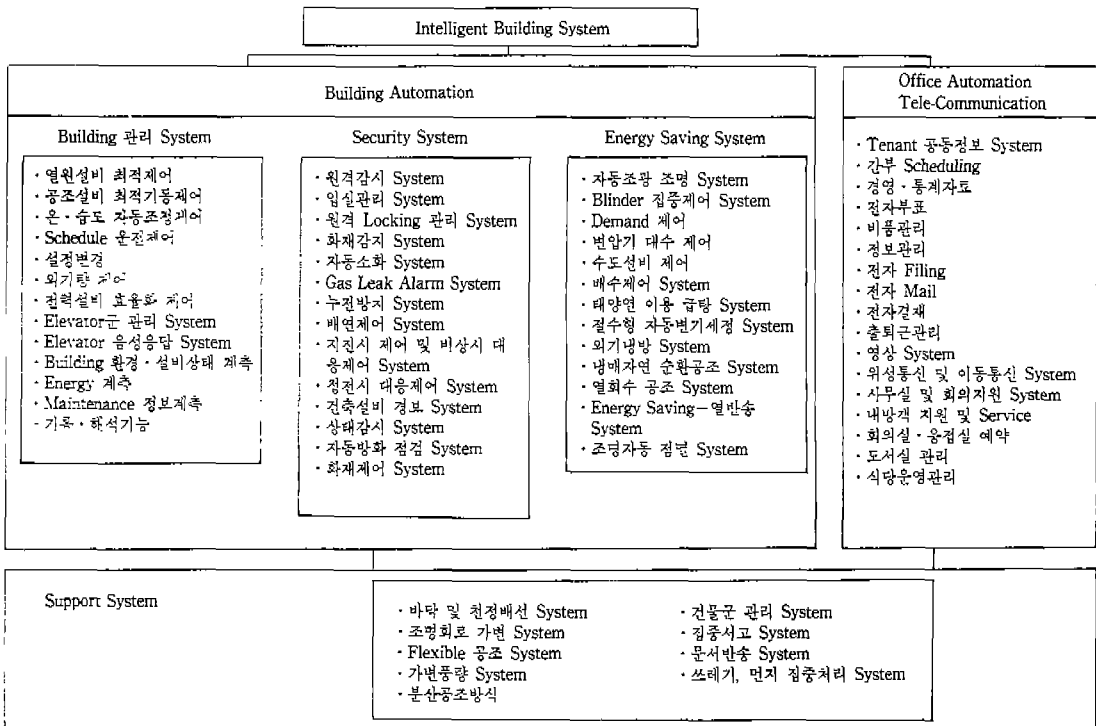
Intelligent Building은 크게 나누어 다음 3가지의 기능을 가진 Building이라고 말할 수 있다.

- Building Automation 기능(BA 기능) : 수변전, 공조, Elevator 등의 각종 설비의 감시·제어와, 방재·방범 감시 기능

- Office Automation(OA 기능) : Computer에 의한 Office 업무의 자동화 기능

- Tele-Communication기능(TC 기능) : 전화기능을 중심으로 한 통신기능

이상의 System과 IBS의 기능은 그림 5-2와 같다.



〈그림 5-2〉 IBS의 기능

☞ 다음 호에 계속