

기술연재

電氣設備의 診斷技術

(16)

第 2 編 應 用

2.10 制御盤・配電盤

2.10.1 제어반·배전반의 概要

변전소의 제어반·배전반은 다음과 같이 분류된다.

- ① 保護릴레이盤 : 전력계통사고를 검출하고 고장부위를 계통으로부터 분리한다.
- ② 監視制御盤 : 전력계통의 계측·제어·표시를 관리한다.
- ③ 所 內 盤 : 교류/직류분전반에서 소내전원의 分割을 관리한다.
- ④ 冷却制御盤 : 변압기·리액터 등의 냉각을 컨트롤한다.
- ⑤ 閉鎖配電盤 : 금속함내에 차단기·단로기·계기용변성기·모선·접속도체 및 감시제어용 기구를 수납한 집합장치로서 동력설비 등에 널리 사용된다. 600V의 저압용에서 66, 77kV의 특별고압용까지 있으며, 컨트롤센터, 파워센터, 메탈클래드로 호칭된다.
- ⑥ 蓄電池 및 蓄電池 充電器 : 제어반·배전반은 많은

부품·기구의 집합체이며 많은 종류의 재료가 사용되고 있는 까닭에 열화의 정도를 판단하는 기술도 일률적으로 행하기 곤란하며 용이하지가 않다. 따라서 장기간 가동한 제어반·배전반용품의 物性이나 사용환경열화의 데이터를 수집하여 총합적으로 해석할 필요가 있다.

2.10.2 제어반·배전반의 劣化壽命

1. 盤用品의 壽命

盤用品은 일반적으로 적용상 마진을 가지고 있는 것이 많기 때문에 특성이 그 규격치를 밑돌아도 즉각 기능불량이 발생하지는 않기 때문에 실용적으로는 기능불량레벨을 벗어난 시점을 수명으로 하는 것이 좋다.

2. 盤用品의 經年劣化

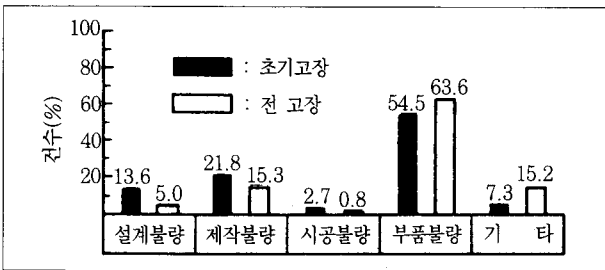
盤用品의 수명에 영향을 주는 열화형태·요인으로서

다음과 같은 것이 있다.

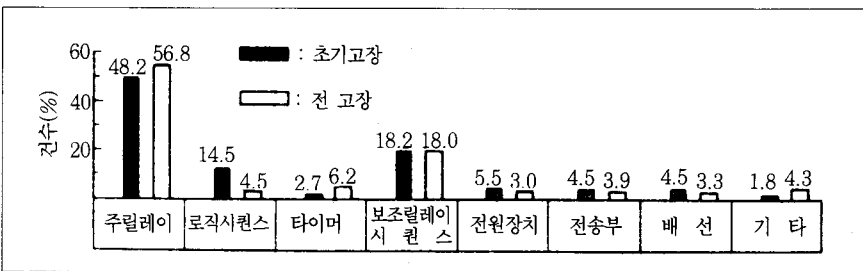
- ① 機械的動作部の 마모 : 접촉기, 스위치, 가변저항, 릴레이全般
- ② 吸濕, 腐蝕性가스에 의한 劣化 : 接點(銀 기타), 금속전반
- ③ 吸濕, 表面汚損에 의한 絶緣低下 : 각종절연물 권선 저항 및 기타
- ④ 通電, 熱에 의한 마모 : 접점, 퓨즈, 표시램프, 코일, 전자부품 및 기타
- ⑤ 機密部の 누설
- ⑥ 長期的經過에 의한 變形劣化 : 고무, 오일 및 기타

3. 故障의 종류

보호릴레이반의 고장원인별 분류와 부위별 분류를 그림 2.55, 그림 2.56에 나타내었다.



〈그림 2.55〉 故障의 原因別 分類



〈그림 2.56〉 故障의 部位別 分類

2.10.3 劣化·異常診斷의 方法

열화진단은 裝置나 고장의 특성에 의하여 체계적으로 실시하는데 따라 그 효과가 상승한다.

1. 保護릴레이盤의 劣化·異常診斷

a. 定期点檢 : 보호릴레이에 소정의 시험전기량을 印加하여 單體정기점검, 릴레이單體특성에 관한 크리티컬誤差를 측정하는 單體정기점검과 보호릴레이반의 시험단자(CT, PT)회로에서 교류시험입력을 인가하고 정상상태에서 實故障과 같이 급변되어 각 트립회로만의 동작릴레이나 종합동작시간을 측정하고 릴레이장치로서의 기능을 체크하는 종합 정기점검이 있다.

b. 日常巡視 : 상시의 운전상태에 있어서 주로 감각 및 장치에 상비되어 있는 여러 計測器 등에 의한 순시를 행한다.

c. 自動監視 : 보호릴레이반에 장치된 자동점검회로에 의한 자동점검과 상시감시회로에 의한 상시감시가 있다.

d. 系統事故 : 계통사고에 이르러 보호릴레이의 잠재고장이 顯在化한다.

e. 運轉監視 : 운전감시나 조작 등에 의하여 보호릴레이반의 고장을 발견할 수 있다.

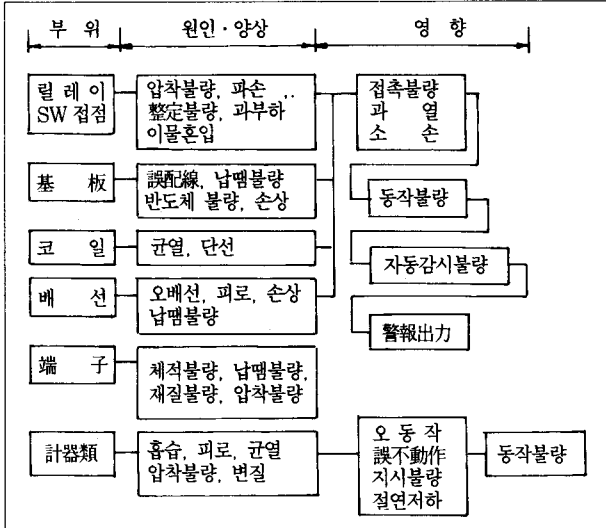
상기의 진단기술 중에 자동감시는 고장이 계통사고에 이르기 전에 발견된다는 의미로서 그효과는 크다. 일반적으로 정지형릴레이를 적용할 경우 자동감시에 의하여 85~90% 정도의 고장발견율이 기대된다.

2. 마이크로프로세서 응용의

制御盤·配電盤의 診斷技術

마이크로프로세서(MPU)를 搭載한 제어반·배전반은 MPU에 의한 자기진단기능이 부가됨과 동시에 자동감시기능의 적용범위가 비교적 쉽게 넓어지고, 그만큼 정기점검에의 의존도경감이 기대된다. 이러한 자기진단기능·자기감시기능은 각 회로부

기술연재



〈그림 5.57〉 制御盤・配電盤의 故障時 動作

품목의 주위환경 악화(온도, 습도, 먼지, 부식성 가스 등)에 의한 트러블대책으로서 효과적인 진단기술이 된다. 그 응용예를 다음에 든다.

a. 保護릴레이盤의 자동감시기능의 예

(1) 構成 : 상시감시와 점검 (기동은 수동, 자동 어느것이나 可)에 의하여 구성한다. 상시감시는 릴레이의 오동작을 포함, 평상시에 없던 현상을 검출하고, 점검은 不動作 등의 상시감시로 검출할 수 없는 현상을 검출한다.

예를 들어, 트립코일에 동작전류이하의 微小電流를 상시 흐르게 하고 온라인으로 斷線을 체크하는 방법이 실용화되고 있다. 또 제어·계측회로의 접속불량이나 단선을 체크하기 위하여 정기적으로 微小의 직류를 흘려 회로의 저항변화를

감시하는 방법도 채용되고 있다.

(2) 自動監視의 範圍(그림 2.57 참조)

- ① CT, PT의 2차회로의 短絡, 斷線
- ② 투입회로의 불량
- ③ 主릴레이, 보조릴레이의 오동작, 復歸不良
- ④ 하드웨어 不良
- ⑤ 트립회로의 不良
- ⑥ 直流電源 不良
- ⑦ 통신과의 인터페이스 不良

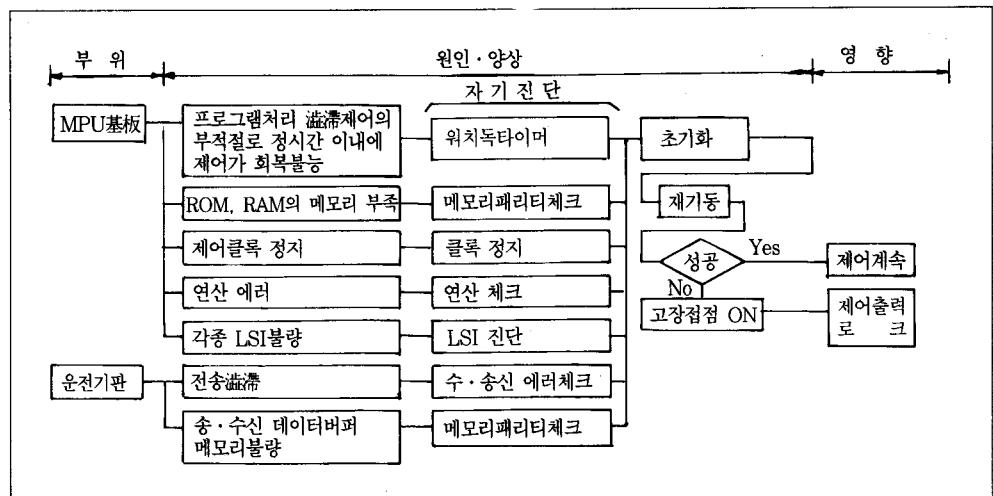
b. 監視制御盤의 自己診斷機能과 자동감시기능의 예

(1) MPU의 자기진단기능(그림 2.58 참조)

- ① 위치독 타이머
- ② 메모리페리티 체크
- ③ 클럭 停止
- ④ 演算체크
- ⑤ LSI 진단
- ⑥ 송수신 에러체크

(2) 自動監視機能

- ① 시퀀스滯滯監視
- ② 보조릴레이의 誤動作, 誤不動作監視
- ③ 直流電源不良



〈그림 2.58〉 MPU의 故障時

④ DI/DO 回路動作체크, 不動作체크

2.10.4 將來의 진단기술

변압기나 GIS 등의 주기에 관하여는 각종 센서가 개발되어 실용화되고 있다. 이에 비하여 트랜지스터형 또는 마이컴應用形 보호릴레이盤 등의 제어반·배전반은 자동점검이나 자기진단기능을 내장하고 매입형 一種의 예방보전기능을 대비하고 있다고 한다. 장차 일렉트로닉스技術의 가일층 발전과 더불어 메카트로닉스(로봇), ITV 監視카메라, 知識工學이 도입되어 진단기술이 보다 향상되리라고 생각된다

장래의 전망으로는 2.11절에서 기술하는 바와 같이 변전설비의 총합진단쪽으로 보여지나 그러한 경우 제어반·배전반이 수행하는 역할은 매우 크고, 중추적인 역할을 수행한다고 생각된다.

2.10.5 蓄電池

제어보호나 정전시 등의 비상용 직류전원, 또는 컴퓨터의 CVCF용으로서 축전지가 이용된다. 알칼리축전지는 諸特性이 우수하지만 고가이고 현재의 주류는 鉛蓄電池이다. 전원전압은 축전지단자에서 110V로, 2.15V의 축전지 52~55개를 직렬로 사용하는 것이 일반적이다. 축전지의 충전방식은 용량이 항상 100% 효과적으로 이용할 수 있는 것, 전압변동이 적은 것으로부터 浮動充電方式이 채용되고 있다.

연축전지의 기대수명은 일반적으로 10~15년으로 생각하고 있으며 양호한 사용조건이나 유지·보수하에서는 15년 이상 사용된 예도 있다.

연축전지의 열화는 鉛電極, 특히 陽極極板의 표면산화에 의한 가늘어짐이나, 陽極性的 活物質의 탈락 및 전극판의 기계적 강도저하로 나타난다. 열화의 진행에 수반되는 징후

에는 單셀의 전압, 비중의 오차증가나 이상저하, 자기방전에 의한 氣泡의 발생, 沈殿物의 증가, 전극판의 변색·균열, 전해액 중의 불순물 증가 등이 있으며 總電池電壓, 單電池電壓, 전해액 중의 정기적인 측정이나 默視點檢에 의하여 파악할 수가 있다. 한편, 陽極柱의 活物質탈락과 같이 외부로부터 감시가 되지 않는 부분에 대해서 X선에 의한 투시방법이 검토되고 있다.

이상과 같이 정기적인 정비점검의 실시와 데이터의 기록, 열화의 諸徵候의 체크의 의하여 축전지의 열화정도나 수명시기의 추정이 가능하게 된다.

2.11 기타 설비의 진단

2.11.1 기타의 設備

앞절까지 기술되지 않은 설비로서 중요한 것은 다음과 같다.

- ① 構內母線(氣中母線) : 銅·알루미늄線이나 알루미늄피이프를 이용한 主母線
- ② 屋外鐵鋼 : 기중절연의 모선을 礎子로 지지하기 위한 철강구조물
- ③ 洞道·피트·트래프 : 母線케이블·배전케이블·제어케이블류를 매설하기 위한 콘크리트 구조물
- ④ 消火設備 : 만일의 경우 油·케이블火災에 대비한 防災設備
- ⑤ 安全管理對策設備 : 작업원의 감전사고나 公衆災害를 예방하기 위한 門, 담, 구내의 감시장치
- ⑥ 建物 및 附屬設備 등이 있다.

구내 기중절연모선에 대해서도 제4장 「架空送配電設備의 診斷技術」 참조.

기타 屋外鐵鋼, 洞道 등은 건설당시의 기술차이는 있으나 일반의 구축물 상당 이상의 수명은 보유하고 있다고 생

기술연재

각된다.

2.11.2 診斷의 方法

劣化診斷은 장치나 건물의 물성·특징에 따라 체계적으로 실시함으로써 그 효과가 상승한다.

① 構内母線 : 전기한 「架空送配電設備」에 준하지만 특히 주의를 요하는 것으로서 접속단자도체 각부의 과열에 대한 진단이 있다.

② 屋外鐵鋼 : 수년주기의 점검이지만 세부목시점검을 행함과 함께 필요할 때에는 각부의 볼트조임, 녹청, 기타 철강부착금구 등에 대해서 점검한다.

③ 洞道·피트·트래프 : 외관점검이 주된 것이나 洞道는 침입방지책, 피트·트래프는 쥐 등 소동물에 의한 被害(母線類의 地絡, 제어케이블 등의 混濁)에 주의해야 한다.

④ 消火設備 : 통상시에는 동작하지 않는 설비이기 때문에 外觀點檢외에 기능점검·총합점검으로서 설비의 전체 또는 일부를 동작시키는데 따른 기능확인이 필요하다.

⑤ 安全對策設備 : 電氣錠類 및 접지선의 접속상태를 확인, 구내감시장치는 수동조작, 침입 검출센서類의 동작으로부터 총합적인 동작의 확인까지를 실시한다.

⑥ 建物 및 附屬設備 : 건물 등의 잔금, 누수를 위시한 외관점검이 主體이다. 부속설비에 대해서는 그 기능확인과 외관점검을 행한다.

2.11.3 진단장치

이들의 설비에 적용가능한 진단장치로서는 주로 다음과 같은 것이 있다.

1. 서모리벨

2.6절 「단로기」를 참조할 것

2. 赤外線을 이용한 溫度計測裝置

2.6절 「단로기」를 참조할 것

3. 異常音 檢出裝置

접속단자도체 각부의 이완이나 코로나방전 등에 의한 이상음의 발생을 검출하고 과열 등의 미연방지를 도모한다. 원리는 초음파集音마이크를 이용하여 모선 기타의 충전부에 보낸다는 간단한 장치이나 침입노이즈 등에는 충분한 주의가 필요하다.

2.12 將來의 診斷技術

2.12.1 現狀의 진단방법에 대한 課題

이상 각 기기마다에 대한 진단의 고찰 및 방법에 관하여 기술하였으나 최근의 정세를 평가하여 현상의 진단과제를 들면 다음과 같다.

(1) 기술, 설비의 고신뢰도화에 의한 점검방법·주기 등의 재검토 필요성

(2) 고신뢰도, 메인テナンス 프리(Maintenance Free) 지향 機器에 적합한 보전기술의 확립 필요성

(3) 은폐화기기의 사고복구방법의 검토 필요성

(4) 설비량의 증가에 따르는 요원입장에서의 설비보전유지의 필요성

이상과 같은 문제를 고려하면 금후의 진단에 대해서는

(1) 기술의 진보에 의한 보전점검방법의 확립

(2) 고신뢰도 및 長期壽命機器의 채용

(3) 고장개소의 조기발견, 제거

(4) 요원입장에서의 유지·보수업무 효율화 등의 실시가 필요하게 되었다.

2.12.2 變전설비의 總合自動監視

과제를 해결하는 하나의 방책으로서 변전설비의 총합자동 감시가 필요하게 되었다. 또 이에 따라 지금까지 기술해온 現狀의 진단은 그 진단결과를 어떠한 정보로 운전정보에 결부시킬까에 따라서 그 필요성도 변하여 온 것이다.

구체적으로 자동진단을 고신뢰도로서 더욱 효과적으로 수

〈표 2.21〉 變電機器에 적용되고 있는 센서의 예
(개발중인 것을 포함)

機 器	檢 出 項 目	센 서	原 理 · 方 式
變壓器 리액터	유 중 가스량	① 가스검출기	플로트식 가스발생량 검출
		② 고분자투과막+ 가스크로매트그 래피	투과되어온 가스의 성분검출
	부 분 방 치	③ 로고스키 코일	중성점에 흐르는 전기밀스 검출
		④ 초음파 마이크	방진음 검출
	漏洩磁束	⑤ 서치코일	서치코일의 출력변화
GIS	가 스 누 설	⑥ 가스	불소의 검출
	압 력	⑦ 압력계	블판관 등의 변형을 검출
		⑧ 광식압력센서	다이어프램의 변형을 광량변화 로서 검출
	異 物	⑨ 초음파센서	금속이물의 충돌로 발생하는 탄 성파 검출
	開 閉 特 性	⑩ 포텐쇼 미터	스트록 변화측정
⑪ 열센서		광차단에 의한 시간의 측정	
VCB	眞空度	⑫ 포겔스 소자	글로벌전에 의한 전위변화를 광 량 변화하여 검출
避雷器	누 설 전 류	CT	LA의 접지선에 흐르는 전기를 검출

행하기 위해서는 異常의 징후가 되는 多種多樣的 물리·화학적 현상, 혹은 사고시의 그러한 현상을 가능한 한 定量的으로 검출하는 센서기술과 센서에 의하여 얻어진 정보의 처리기술이 필요하다. 또 진단을 운전상태에서 常時監視의으로 행할 경우에는 기기에서 발생하는 고장모드와 발생확률 등의 실태를 파악하고 진단기술의 유효성, 신뢰성 등을 충분히 감안하여 운전정보와의 링크를 도모해 갈 필요가 있다.

1. 센서技術

豫測保全을 위한 감시항목은 외부진단기술의 연장선상에 있는 연속적인 감시를 실시하는데 따라서 그 변화경향으로부터 異常의 前兆現象을 검지하는 것은 효과적인 보수점검을 행하는데 있다. 변압기나 GIS 등의 주요기기에 대해서는 각종 센서가 개발되고 실용화되어 있는 것은 이미 기술한 바와 같다. 또한, 기타의 기기에 대해서도 센서기술의 적용이 시도되고 있다. 표 2.21에도 있듯이 多種多樣的 센서가 개발, 실용화되고 있다.

〈표 2.22〉 人間の 五感對替(味覺제외)

오 감	진단항목	대체센서	판단기능
시 각	도체접속부 국부과열, 파손, 변형, 오손, 발청, 漏油, 構內상황, 동작상황	적외선센서 ITV 파이버스코프	화상처리 패턴인식 지식공학
청 각	이상진동음 氣中코로나 漏氣音(공기, 가스)	마이크 초음파센서	패턴인식 지식공학
취 각	異臭(국부과열 가스누출)	바이오센서	-
촉 각	국부과열 이상진동 습기, 온도상승	온도계 습도계 진동, 가속도계	패턴인식 지식공학

이와 같은 센서를 설비진단에 적용하는 데에는 기기의 상태 변화에 수반하여 발생하는 여러 가지 현상중 무엇을 어떻게 검출할까를 미리 정해둘 필요가 있다. 한편, 변전설비의 감시에는 인간의 五感を 이용한 진단이 중요한 역할을 하고 있다.

금후, 변전소의 無人化 유지·보수·점검의 합리화를 추진하는 과정에서 인간의 五感を 사용해 온 진단을 어떠한 센서로 대체시킬까, 또 고도의 판단기능을 어떻게 시행할 것인가가 중요한 과제이다. 표 2.22에 이와 같은 관점에서 제안되고 있는 센서의 예를 나타내었다.

2. 設備總合監視시스템

금후에는 가일층의 정확한 운전이나 정비가 필요할 것이므로 설비의 진단을 精度가 높고, 또한 신속하게 수행하는 것이 필요하다. 이로부터 지금까지 배가되어온 각종 진단 기술을 종합적으로 정리, 各機種(설비)의 상태를 정확히 판단하는 設備總合監視시스템이 필요하며, 현재 기술개발이 진행되고 있다. 이것을 現狀의 감시항목에 넣어 새롭게 한다면

- (1) 主要機器의 사고미연방지, 유지·보수의 효율화
- (2) 옥외변전소의 불법침입, 현지상황의 파악
- (3) 변전소의 방재

등의 감시항목의 철저한 점검이 필요하게 되었다.

이 설비종합감시 시스템은 CPU를 필두로 하여

- (1) 機器監視裝置 : 변압기나 GIS 등의 기기에 센서를 접속, 異常이나 특성의 변화를 검출

기술연재

(2) 災害子知監視裝置 : 염해, 태풍 등의 재해정도를 감시

(3) 構内監視裝置 : 공업용 TV에 의하여 변전소에의 침입이나 설비의관 등을 감시하고, 각 장치로부터 검출된 정보는 CPU에 전송하여, CPU에서 이상의 종류나 劣化의 정도를 자동적으로 판정토록 하는 것이다(그림 2.59 참조).

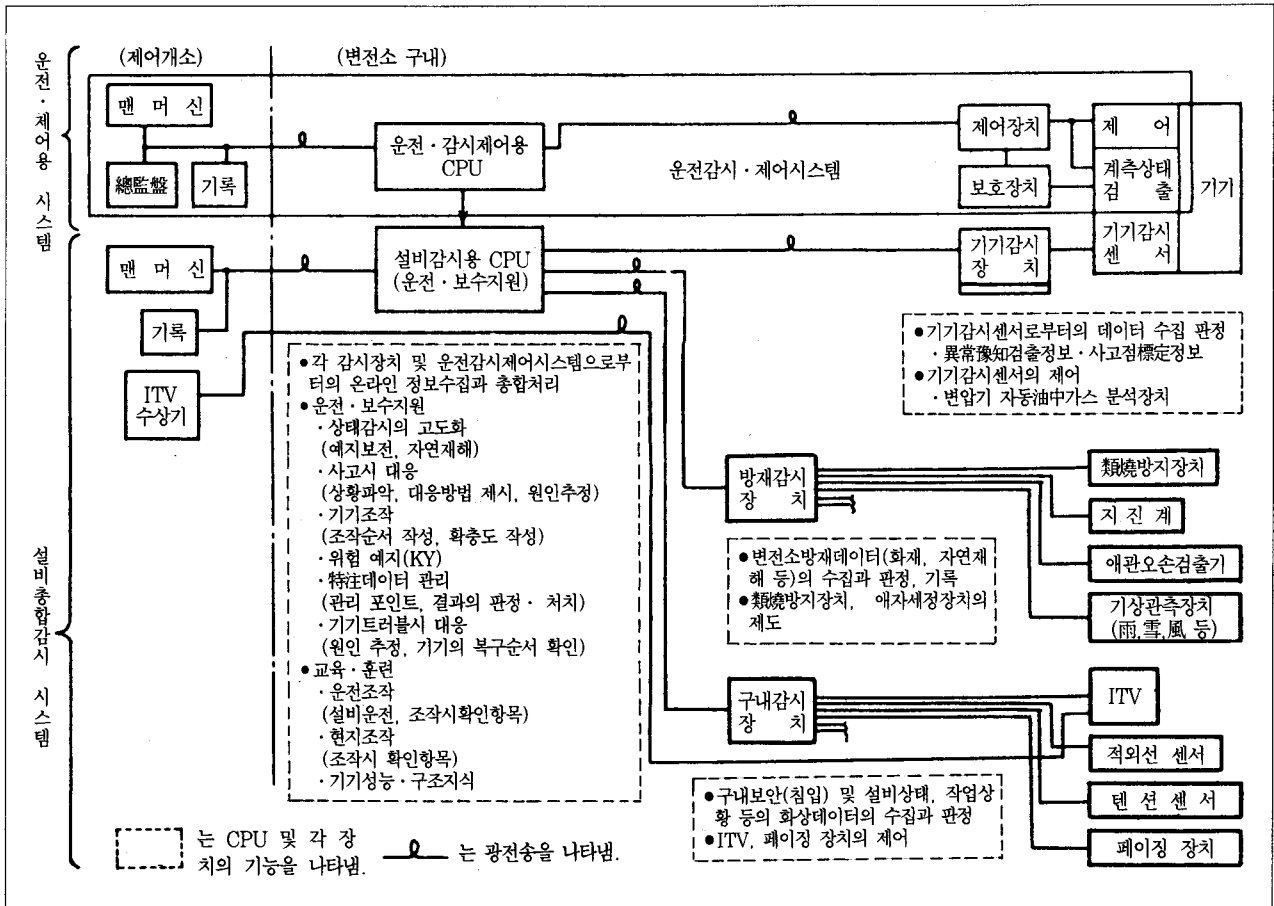
또 이 CPU에는 고도의 판단기능을 가지고 있기 때문에 知識工學(KE)·人工知能(AI) 技術(예로서 엑스퍼트시스템)의 적용도 고려되고 있다. 또 진단에 수반하는 애매모호성을 고려한 접근도 시도되고 있다.

이와 같은 시스템의 도입은 최신 CPU의 기능을 최대한

으로 활용할 수 있고, 초급운전원·정비원예의 숙련기술의 전승이 가능하게 되며, 오조작·오판단의 방지를 도모하게 된다. 즉, 인간의 판단능력을 강력히 지원하는 고신뢰도의 시스템이 실현되는 것으로 기대할 수 있다.

그러나 그 기본이 되는 지식을 어떻게 축적할까, 또 어떻게 획득할까, 지식의 표현을 어떻게 할까, 推論·知識의 이용, 맨머신 인터페이스의 구축, 온라인화·자동화 등 많은 과제가 있다.

그러나 이의 데이터베이스가 되는 것은 지금까지 배가되어 온 기술의 集積에 있기 때문에 이 장에 있는 豫知·豫測技術이 충분히 활용되리라고 생각한다.



<그림 2.59> 變電所 監視시스템의 例