

〈철도 전기 · 신호설비의 감시 · 보전시스템〉

각 설비의 보전시스템 이미지를 표시한다. 역구내, 선로연선에 산재하는 감시대상설비를 인텔리전트단말 및 필드네트워크를 사용하여 원격 상시 감시한다.

신호설비는 沿線에 산재하고 있어 계측기를 휴대하고 이동해야 하므로 보전업무에 많은 애로가 있다. 이 시스템은 연선의 기구함과 각 역의 기기실에 감시용 단말과 센서를 설치하여 신호설비의 운용상태를 중앙감시장치에서 집중감시하고 기록하며 데이터를 작성하게 된다.

감시대상을 보면, 역구내설비로는 전기전철기, 궤도회로가 있고 기타 연선설비로는 건널목보안장치 관련기기(건널목고장검출기 경보, 건널목제어릴레이 동작, 장애물검지와 경보장치 고장) 및 폐쇄신호관련기기(궤도회로)가 있다.

각 신호설비의 계측항목과 감시내용을 아래에 기술한다.

(1) 電氣轉轍機

(a) 모터동작전력

통전시간으로부터 모터의 동작시간을 산출하여 전환시간을 감시한다.

(b) 모터동작전압

동작상태를 감시한다.

(c) 제어릴레이전류

전환방향을 검출한다.

(2) 궤도회로

- (a) 송신전류
설정한계치를 벗어나는 전류의 異常을 검출한다.
- (b) 송신전압
동작상태를 감시한다.
- (c) 궤도 릴레이전압
설정한계치를 벗어나는 전압 이상을 검출한다.
- (d) 국부전압
동작상태를 감시한다.
- (e) 위 상
한계치에서 벗어나는 궤도 릴레이 전압 - 국부전압 간의 위상을 산출하여 이상을 검출한다.

(3) 건널목보안장치

고장 또는 상태감시용 접점으로 다음의 고장을 파악할 수가 있다.

- (a) 건널목고장검출기의 고장점점 접점동작에 의하여 중앙감시장치에 경보를 표시한다.
- (b) 건널목제어용 릴레이점점 릴레이의 동작에서 동작순서와 동작시간이 기준과 합치하고 있는가를 체크한다.

2.2 시스템 構成

그림 1 및 표 1에 시스템의 구성과 기기 설치 장소를 표시한다.

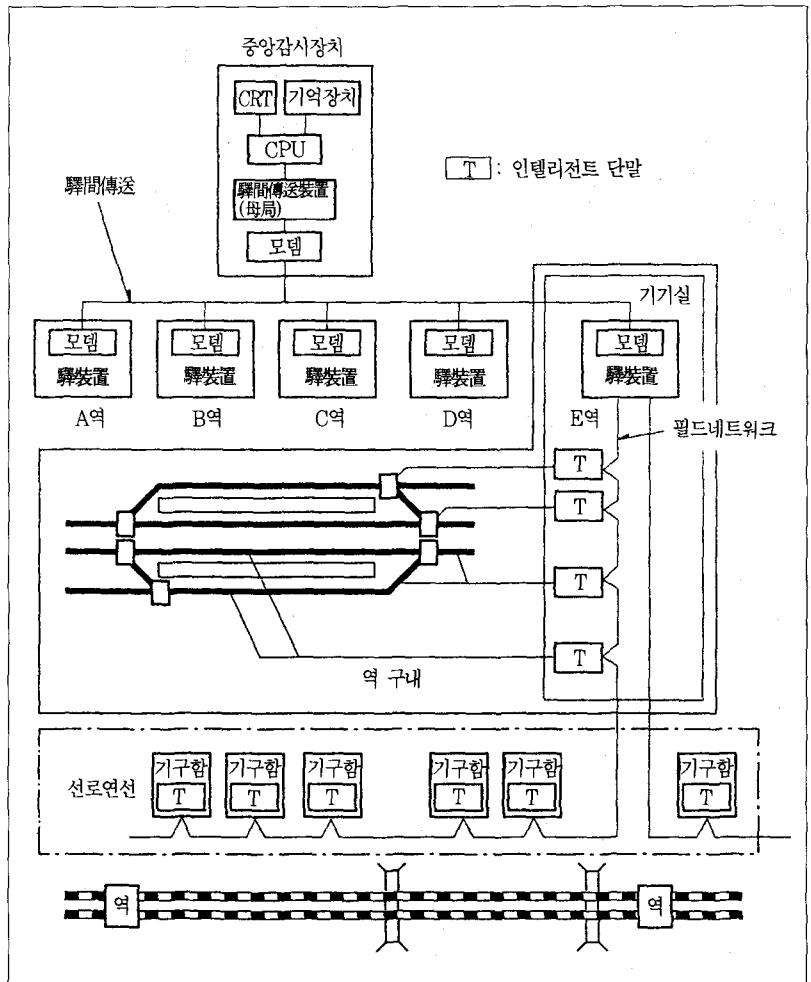
(1) 信號設備用 인텔리전트 端末

각 대상설비에 고유의 감시기능과 필드 네트워크와의 인터페이스를 내장한 인텔리전트단말을 사용하고 있다. 그림 2에 인텔리전트단말의 외관을, 그림 3에 궤도회로의 감시회로구성을 표시한다.

인텔리전트단말의 특징을 보면 다음

과 같다.

- (a) 게이트어레이를 채용하여 소형의 경제적인 기기가 되도록 하였다.
- (b) 경보·이상판단을 위한 경계치가 중앙감시장치에서 전송으로 이 단말에 다운로드된다. 단말측에서의 조작에 의한 표시와 설정도 가능하다.
- (c) 최대 아날로그 4량의 전류 또는 전압을 계측한다. 입력신호설비는 전류센서 또는 계기용 변압기에 의하여 감시대상설비와 절연되어 있어 단말 고



〈그림 1〉 신호설비 보전시스템 구성

〈표 1〉 기기 설치 장소

기	기	설치장소
인텔리전트 단말	역구내 궤도회로용	역기기실
	전철기용	역기기실
	폐쇄신호용	연선기구함
	건널목 보안설비용	연선기구함
역장치		역기기실
중앙감시장치		지령실 또는 區

장시에 설비에의 영향이 없도록 하고 있다.

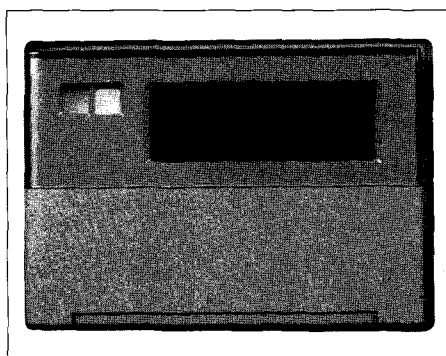
- (d) 각 아날로그 요소에 대하여 두 종류의 경계치를 갖고 있어 그 값으로 2단계(輕/重고장)의 고장을 검출한다.
- (e) 설비고장시의 트레이스(추적) 기능으로서, 설정된 타이밍(고장발생전, 고장발생전후, 고장발생후)의 아날로그데이터를 샘플링(동기 0.1~1.0s, 0.1s 단위로 설정가능)하여 수집할 수 있다.

(2) 驛裝置

역장치는 중앙 - 인텔리전트단말간의 데이터를 중계함과 동시에 인텔리전트단말의 데이터를 백업한다.

(3) 信號傳送

중앙감시장치 - 각 역간의 신호는 기설 로컬 에어리어 네트워크(LAN) 또는 기설 통신케이블을 사용한 모뎀에 의하여 전송된다. 역구내 및 연선설비의 신호 전송은 전용



〈그림 2〉 인텔리전트 단말의 외관

선에 의한 필드 네트워크로 한다. 전송사양을 표 2, 표 3에 나타내었다.

2.3 시스템의 특징

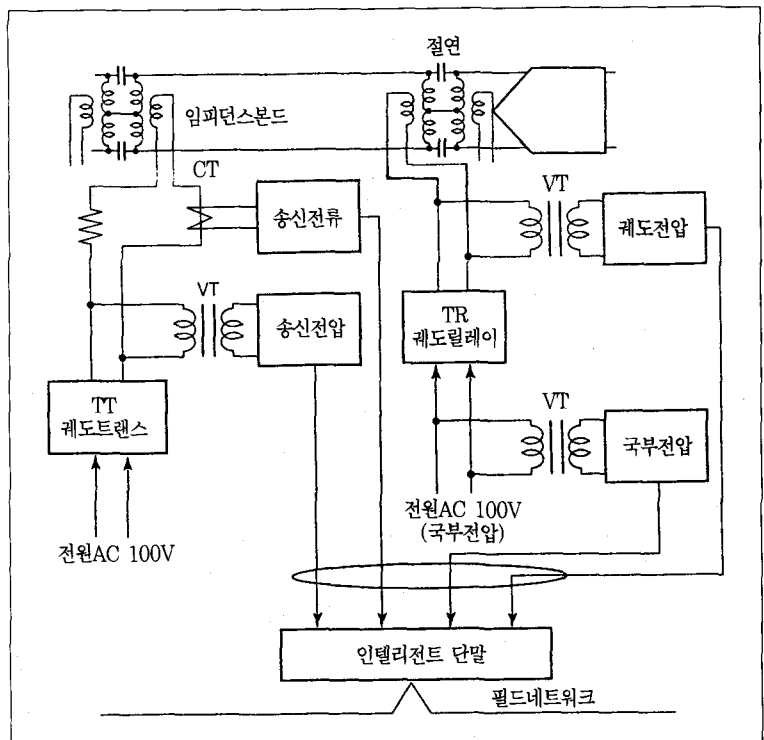
(1) 設備保全의 省力化

집중감시와 관리데이터의 자동작성으로 설비보전업무를 대폭적으로 省力化할 수 있다.

(2) 설비고장을 미연에 방지하고 고장을 조기 복구

아날로그 데이터를 수집, 기록하여 傾向관리를 실현함으로써 고장을 미연에 방지할 수 있게 된다.

일정한 샘플링주기 또는 상태변화시(열차통과시 또는 전기전철기 전환시)의 각 아날로그 값을 중앙 또는 區에서 온라인으로 모니터할 수 있고 경보발생시의 상태



〈그림 3〉 궤도회로의 감시회로구성

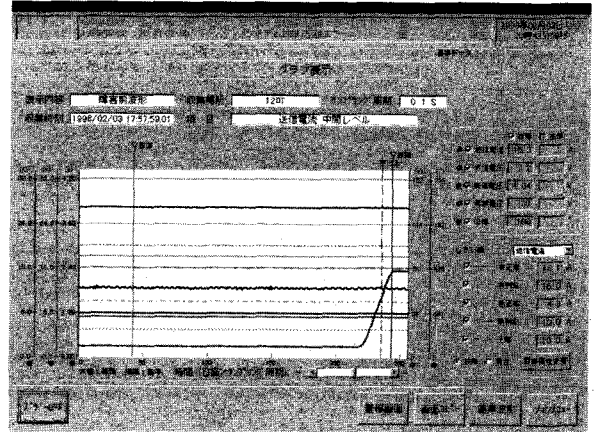
를 쉽게 확인할 수가 있다. 이에 의하여 고장원인을 현장에 가지 않고도 신속하게 찾을 수 있다.

(3) 아날로그데이터의 多重表示로 고장원인 발견

인텔리전트단말은 동일한 타이밍으로 모든 아날로그 데이터를 수집하고 있다. 중앙감시장치에서 각 데이터를 多重그래프로 표시하여 상관관계를 확인함으로써 고장원인을 찾을 수 있다. 그림 4에 고장시의 아날로그데이터를 그래프로 나타내었다.

(4) 열차의 간이추적에 의한 궤도회로의 이상 검출

궤도회로감시용 인텔리전트 단말로부터의 열차검출 신호로 인접궤도회로의 연속성을 감시하고 不正短絡 및 단락불량을 검출한다.



〈그림 4〉 궤도회로 계측치의 그래프 표시

이들 기기는 순시점검과 정기점검에 의하여 유지보수 되어 왔으나 주로 다음의 3가지를 포인트로 원격자동시함으로써 점검주기를 연장할 수 있게 되었다. 또한 시험의 자동화로 점검시간을 단축할 수 있다.

(1) 절연 감시

각 장치에 대하여 아래의 방법으로 원격에서 활선절연감시를 한다.

- ① 가스절연개폐장치는 盤内の 이상으로 부분방전이 발생한다. 이 부분방전에 의하여 발생한 전자파를 안테나로 검출한다.
- ② 저압은 微小누설전류를 감시한다.
- ③ 고압스위치기어는 주회로 케이블절연을 감시(4장에서 상세히 기술)한다.
- ④ 변압기는 油中가스 분석에 의해 진단한다.

(2) 온도·압력 감시

고압반내의 도체접속부의 온도를 비접촉식 온도센서로, 또한 정류기, 변압기의 油온도는 축온저항체 온도센서로 계측한다. 그리고 가스절연개폐장치의 가스온도와 압력을 계측하여 원격에서 상시감시한다.

(3) 기구부 동작 감시

차단기의 개폐극시간과 차단기, 보호계전기의 동작시퀀스를 자동적으로 감시한다.

3. 變電·受配電設備 保全시스템

변전설비나 역사의 수배전설비는 가스절연 개폐장치(GIS), 변압기, 정류기, 고압배전반 등의 전력기기로 구성된다.

〈표 2〉 역간 전송사양

항 목	사 양
전 송 방 식	V.29 준거
통 신 속 도	9,600bps
동 기 방 식	調步同期
변 조 방 식	直交振幅變調
적 용 회 선	전용회선(멀티드롭)
통 신 방 식	2선식 半二重통신
비트에러레이트	평균비트 오차율: 10 ⁻⁶ 이하

〈표 3〉 필드네트워크 통신사양

항 목	사 양
전 송 방 식	시분할 다중
대 향 방 식	1:N 멀티드롭
동 기 방 식	調步同期
제 어 순 서	CSMA/CD/ACK와 폴링의 병용
오 차 검 정	패리티 체크와 FCC의 병용
전 송 속 도	9,600bps
전 송 거 리	최대 10km
최대교신국 수	64국

이들 감시기능을 표 4에 나타내었다.

3.2 시스템構成과 主要機器

그림 5에 시스템구성을 표시하였다. 기본구성은 신호 설비보전시스템과 동일하나 필드네트워크는 변전소나 전기실내에서만 적용된다.

주된 인텔리전트단말과 장치에 관하여 아래에 기술한다.

(1) 油中가스분석장치(인텔리전트단말)

변압기의 절연유 중 가연가스총량(TCG)을 측정하여 국부가열이나 부분방전을 조기에 발견함과 동시에 이상 검출 후의 진전을 추적감시한다.

(2) 전기량집중감시장치(인텔리전트단말) (그림 6 참조)

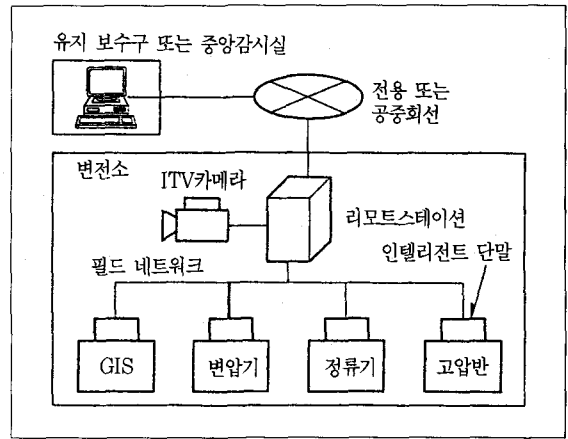
각종 전기량(전류, 전압, 전력, 전력량, 위상, 고주파)과 차단기 개폐극시간을 계측감시하고 신호를 전송한다.

(3) 자동검측장치

정기점검시의 보호연동시험 등을 자동화하는 장치이다. 보호연동시험에서는 보호계전기를 실제로 동작시켜 보호연동에 의한 차단기의 개/폐를 확인한다. 동작시간 판정은 배전반내의 단말에 의하여 1ms 단위로 계측된다. 계통보호협조가 실동작으로 확인가능하게 된다.

〈표 4〉 수배전 · 변전소 보전시스템 감시항목

대상기기	항 목	내용 · 온도 · 효과
차단기 단로기 등	기기개폐표시	전력계통도에서 운전상태의 표시
	기기동작횟수	다음 점검시기의 계획입안
	개폐극 동작시간	기구불량의 감시
어레스터	어레스터 동작횟수	다음 점검시기의 계획입안
가스절연 개폐장치	가스압력 부분방전	가스압력저하 감시 절연이상감시
	가스 온도	온도감시
변압기	변압기 온도	온도감시
	유중가스 분석	국부가열 · 부분방전의 조기 발견
정류기	정류기온도	온도감시
배전계통	각 회선 고조파발생량	고조파감시
차단기	차단기 트립코일 단선검출	차단기 교장의 조기발견
배전계통	사고시 파형 기록	사고원인해석

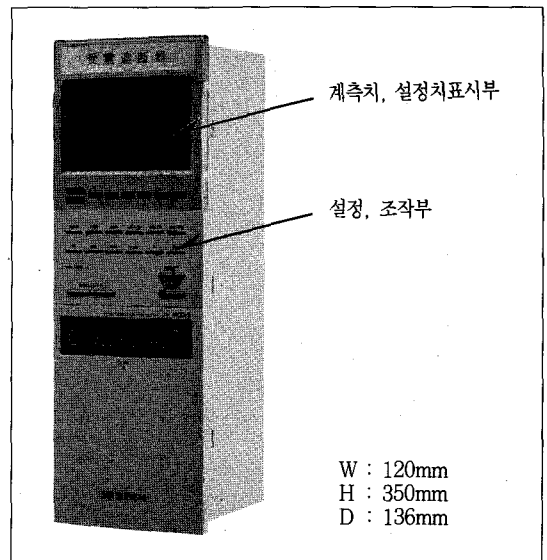


〈그림 5〉 변전 · 수배전설비 보전시스템 구성

停復電연동시험, 조작연동시험도 마찬가지로 실제의 시퀀스에 따라 기기를 동작시켜 그 동작시간을 측정하여 판정한다.

4. 沿線電氣設備 保主시스템

이 장에서는 터널에서의 전기설비 보전에 적용하는



〈그림 6〉 전기량 집중감시장치의 외관

경우에 대하여 기술한다.

수km에 이르는 터널내 설비의 순시점검 및 보수작업은 환경과 시간대의 제약으로 많은 勞力을 요한다. 이 시스템은 이러한 보전업무의 경감을 겨냥한 것이다. 구성을 그림 7에 표시한다.

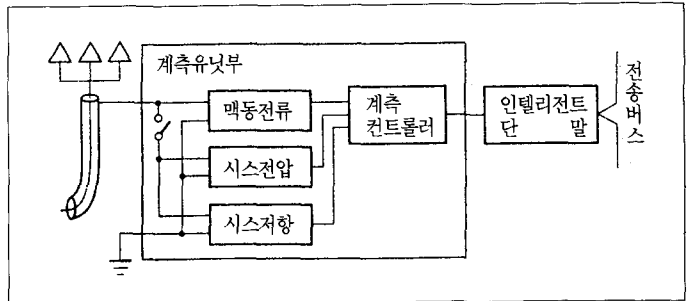
터널내 맨홀에 인텔리전트단말을 설치하여 시설 설비로부터의 아날로그신호(전류, 전압, 전력, 온도 등) 및 점검신호(차단기의 개폐상태, 절연진단 결과 등)를 입력한다. 이 신호를 맨홀간 및 변전소까지는 필드네트워크로, 중앙감시장치가 있는 유지보수구역 등에는 전용 또는 공중회선 등을 이용하여 전송한다. 전기량 등의 아날로그데이터의 계측·감시 외에 다음과 같은 특징적인 기능이 있다.

(1) 활선절연감시장치

터널내의 설비는 습도에 의한 고저압 회로의 절연열화가 문제가 된다 저압회로는 微小누설전류(수mA)를 상시계측하여 경계치를 초과하는지 감시한다. 고압회로는 케이블내에 발생하는 수트리의 진행으로 증가하는 맥동전류(수nA)를 계측하여 경계치 초과 등을 감시한다(그림 8 참조). 이렇게 하여 회로의 절연상태의 열화를 사고발생 전에 알 수가 있다.

(2) 파형기록장치

열차통과에 의한 진동으로 전력퓨즈가 끊어지는 사고



〈그림 8〉 고압케이블 활선절연감시장치 블록도

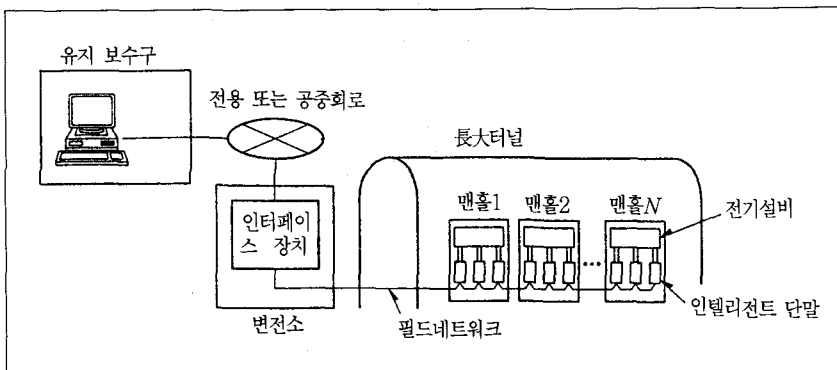
가 발생한다. 이 경우 원인이 과전류에 의한 것인지 진동에 의한 것인지의 판단이 어려워 복구에 시간을 요한다. 그 때문에 이 시스템에서는 퓨즈斷 신호를 트리거로 하여 파형을 기록하는 장치를 채용하였다. 또 이 장치는 수배전설비의 사고발생 전후의 전류·전압 파형 및 차단기의 동작순서를 기록함으로써 파급된 사고의 조기복구, 재발방지와 계전기 불요동작의 원인조사에 도움이 된다.

5. 맺음말

본고에서는 철도분야에서의 전기·신호설비의 보전시스템에 대하여 기술하였다. 보전에 종사하는 기술자가 해마다 감소되어가고 있는 가운데 여객서비스를 보다 더 향상시키기 위하여 보전시스템의 근대화에 대한 니즈는 점점 강화될 것으로 생각된다.

이들 니즈에 기여하기 위하여 앞으로도 효과적이고 경제적인 시스템의 구축과 센싱기술의 개발에 매진하고자 한다. ■

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.



〈그림 7〉 터널 전기설비 보전시스템 구성