

原子力플랜트 運轉保全管理시스템

1. 머리말

최근 原子力發電所에서는 플랜트運轉保全管理業務의 고속화·성력화·효율화를 목적으로 업무를 지원하는 각종 운전보전관리시스템의 도입이 기도되고 있다. 운전보전관리업무는 플랜트의 원활한 운전과 신뢰성을 확보하기 위한 운전제어기능을 지원하는 업무이며 그 일환으로서 플랜트 상태감시기술의 강화가 요망되고 있다.

이 논문에서는 운전보전관리시스템의 구상과 實機납품한 각종 시스템의 기능에 관한 개요를 보고한다.

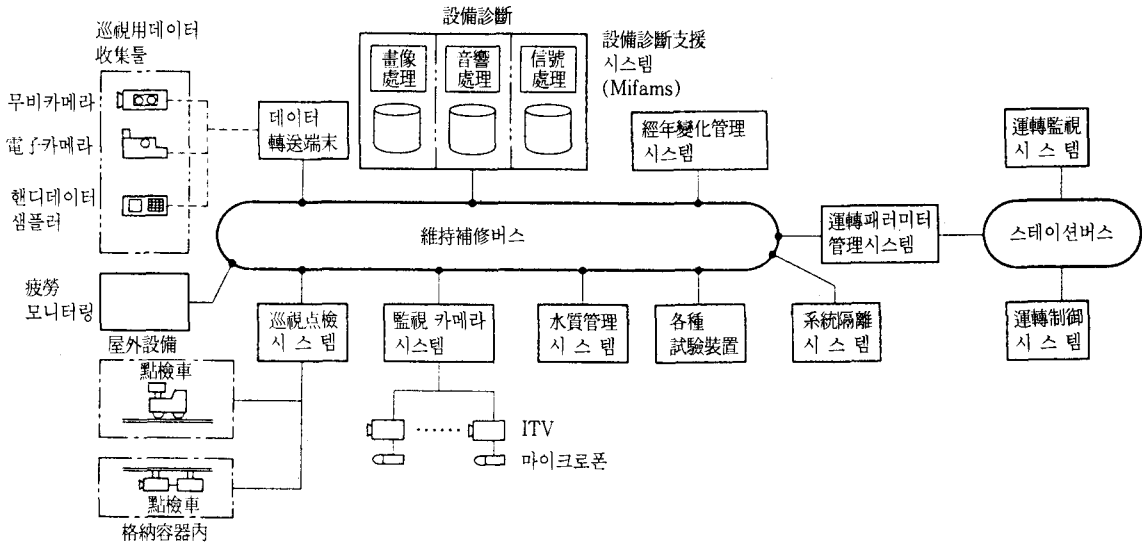
2. 保全시스템構想

보전시스템에 요구되는 기능은 플랜트상태감시와 정보제공의 강화이며 운전상태·보수작업상황, 설비운전상태 등의 관리지원 및 관련설비정보관리기능이 요구된다. 운전상태로서는 플랜트프로세스 패러미터와 放射線데이터의 수집·보존·변화경향의 정보제공, 보수작업정보로서는 프로세스隔離作業의 지원이나 설비보전관리 등, 설비운전상태로서는 각종 설비시험장치, 순시점검업무의 지원, 설비데이터

로부터의 이상진단지원이나 정기점검데이터의 장기적인 경년변화관리 등이 있다. 관련설비정보로는 설비보전내용, 설계정도 등의 관리가 있다.

각각의 기능은 대상설비에 대응한 설비고유 데이터의 수집·보존, 관련정보의 처리·제공으로 되어 있는데 複數시스템으로 각기 관리하는 데이터의 相互活用을 도모함으로써 보다 유효한 지원이 가능하다. 예를 들면 설비운전상태관리를 위하여 설비시험장치의 고유데이터의 통계처리정보와 함께 플랜트의 시간적변화데이터를 관련처리정보로서 제공함으로써 설비의 상태변화와 플랜트프로세스량의 상관관계를 명확히 하여 보다 상세한 상태파악이 가능하게 된다. 또 데이터의 상호활용을 위하여는 복수의 시스템間을 접속하는 정보통신망이 필요하게 된다.

이상과 같은 관점에서 시스템구상을 그림 1에 표시한다. 개별적으로 도입되어 分散處理되고 있는 기능을 통합하여 시스템間의 유기적결합을 도모함으로써 플랜트운전보전관리의 總合的機能의 향상을 기함을 목적으로 하고 있다. 이 구상은 운전패러미터, 설비데이터, 설비점검데이터의 결합에 의한 상태감시 지원기능의 실현과 설비보전관리의 최적화를 기하고자 하는 것이다.



<그림 1> 플랜트 運轉·保安全管理시스템의 全體構成

3. 플랜트데이터收集管理시스템

이 장에서는 四國電力(株) 伊方發電所에 납입한 플랜트컴퓨터로부터 프로세스데이터를 주기적으로 수집하여 운전감시용의 정보를 제공하는 플랜트프로세스 감시용정보시스템과 프로세스패러미터, 방사선감시데이터 등의 운전정보를 발전소내에서 쌍방향전송하는 發電所情報通信網의 개요를 소개한다.

3.1 프로세스監視用 情報시스템

이 시스템은 운전원의 플랜트감시를 지원하기 위하여 플랜트컴퓨터가 수집하고 있는 프로세스패러미터를 中/長期에 걸쳐서 수집보존하여 데이터의 변화경향을 파악함으로써 플랜트의 이상을 조기발견하는데 기여하는 시스템이다. 클라이언트·서버型的의 分散型네트워크시스템構成으로 서버에는 대규모 데이터베이스管理시스템을 채용하고 있다.

납입한 데이터수집장치, 데이터보존장치, 표시단말로 구성되는 시스템구성을 그림 2 에, 시스템全體의 데이터의 흐름을 그림 3에 표시한다.

(1) 데이터수집장치

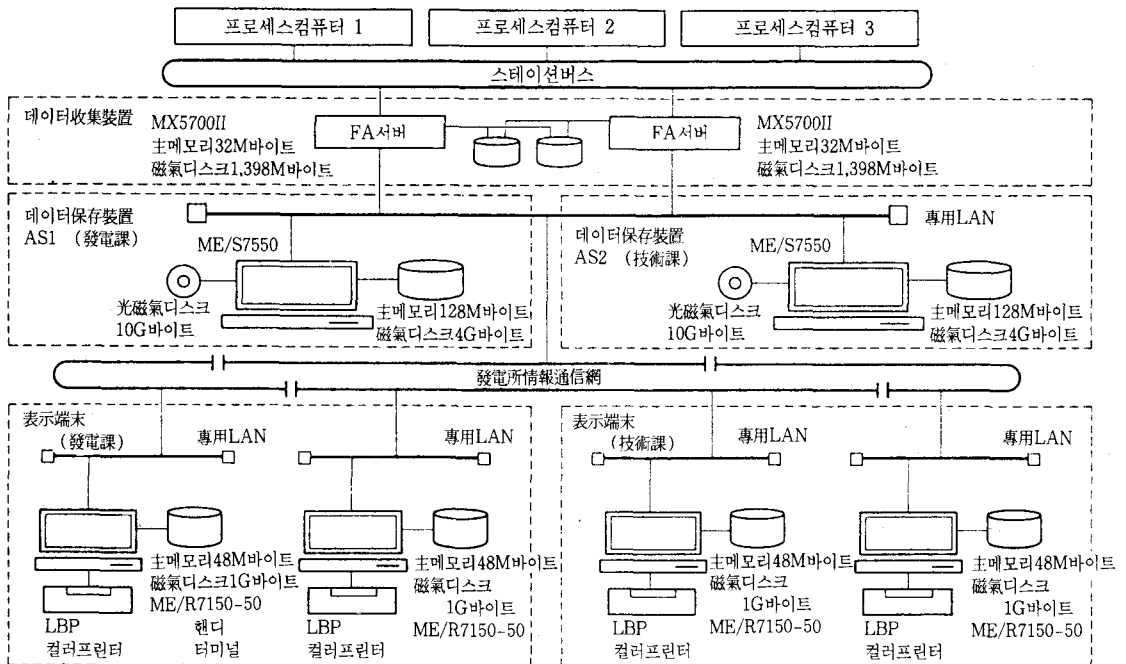
플랜트의 스테이션버스에 접속하여 플랜트프로세스데이터(약 5,500종류)를 플랜트컴퓨터로부터 주기적으로 수집하여 최대치, 평균치 등의 加工計算을 실시한다. 수집한 데이터 및 加工計算値는 데이터수집장치(FA 서버)에 假保存함과 동시에 發電所情報通信網을 통하여 데이터보존장치에 전송한다. 데이터수집장치는 동일한 컴퓨터로 구성하는 二重系로 兩系 公히 常時稼動하고 主系에 의한 데이터傳送이 중단되면 從系에 의한 백업이 이루어진다.

(2) 데이터保存裝置

2대의 독립된 部門서버(AS 서버)로 구성되어 兩者 公히 主系的의 데이터수집장치로부터 전송된다. 전송된 데이터를 기초로 1時間, 1日마다의 데이터 및 각종성능평가를 자동으로 加工計算하여 데이터베이스에 등록한다. 등록데이터는 中期的의 데이터로서 磁氣디스크에 보존함과 동시에 長期保存데이터로서 필요한 데이터는 光磁氣디스크에 보존한다. 하루에 등록보존되는 데이터數는 약 800만점이다.

(3) 表示端末

운전감시지원을 하는 유저인터페이스이다. 필요한 정보, 표시기간, 데이터의 종류를 설정함으로써



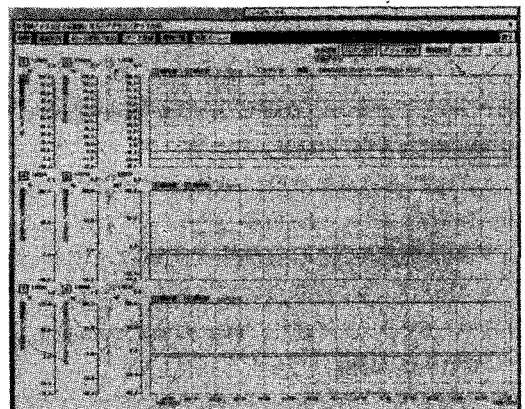
<그림 2> 플랜트프로세스데이터 수집監視시스템의 構成

발전소정보통신망을 통하여 AS서버로부터 정보를 수신하여 수집데이터 및 각종 기술계산결과를 表形式, 그래프形式으로 表示出力한다. 표시출력은 표시단말에 접속된 레이저빔프린터 또는 컬러프린터에 의하여 帳票印刷, 그래프印刷를 한다.

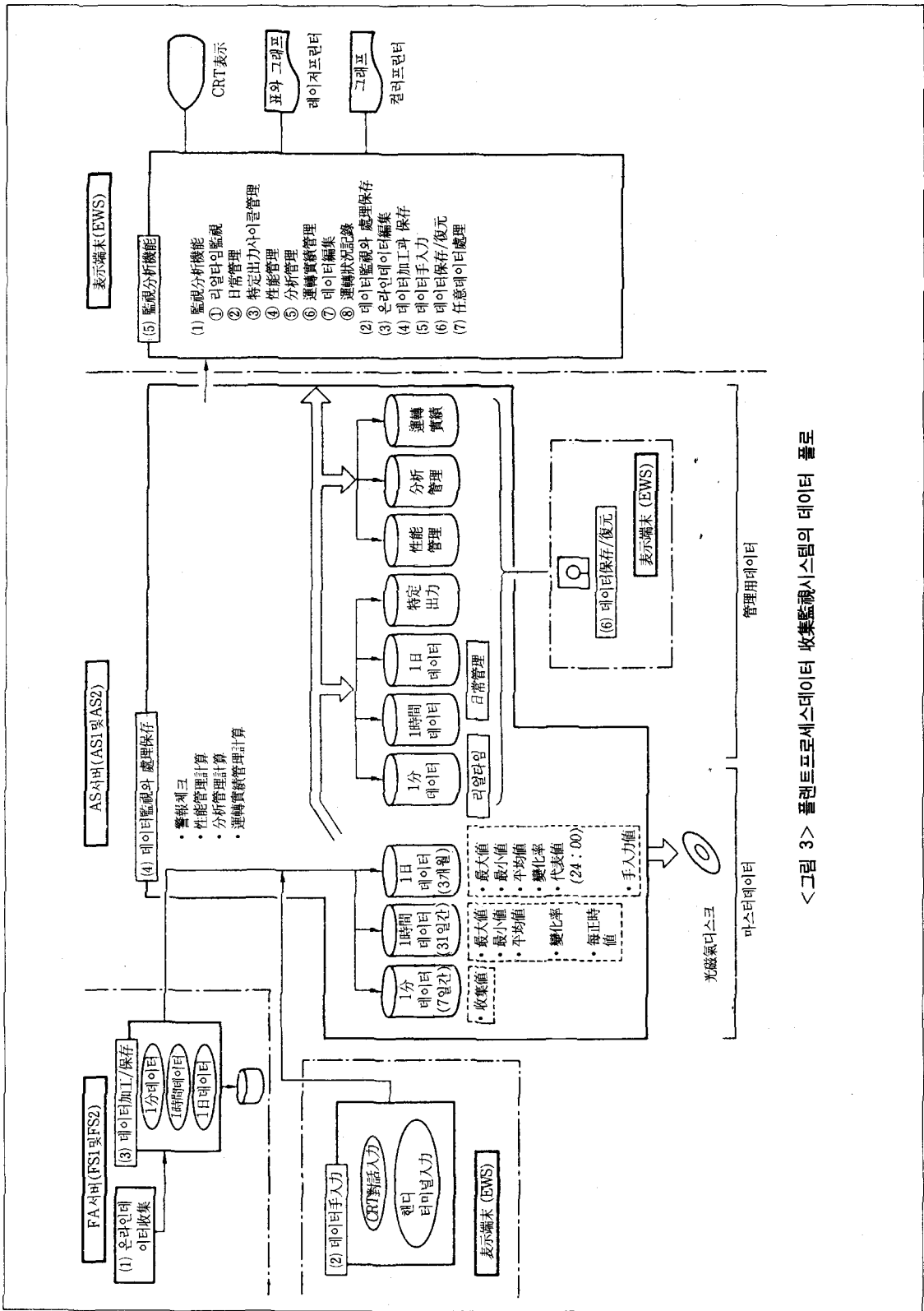
또 표시단말에서는 프로세스데이터 이외에 운전원의 순회데이터를 手入力하는 기능을 갖고 있어 핸디터미널에 의한 현장데이터入力 및 표시단말로부터의 手入力이 가능하여, 자동수집되며 프로세스패라미터와 함께 處理保存加工이 가능하다. 그림 4에 표시단말의 그래프CRT화면事例를 표시한다. 아래에 표시단말의 기능을 든다.

- 리얼타임감시: 수집데이터를 리얼타임으로 그래프화하여 경향감시·상관감시
- 일상관리: 플랜트관리상 중요한 패라미터의 日日 變動상황을 감시
- 특정출력사이클관리: 플랜트라이프에서의 사이클간의 데이터변화경향을 관리
- 성능관리: 기술계산결과로 플랜트성능변화를 관리

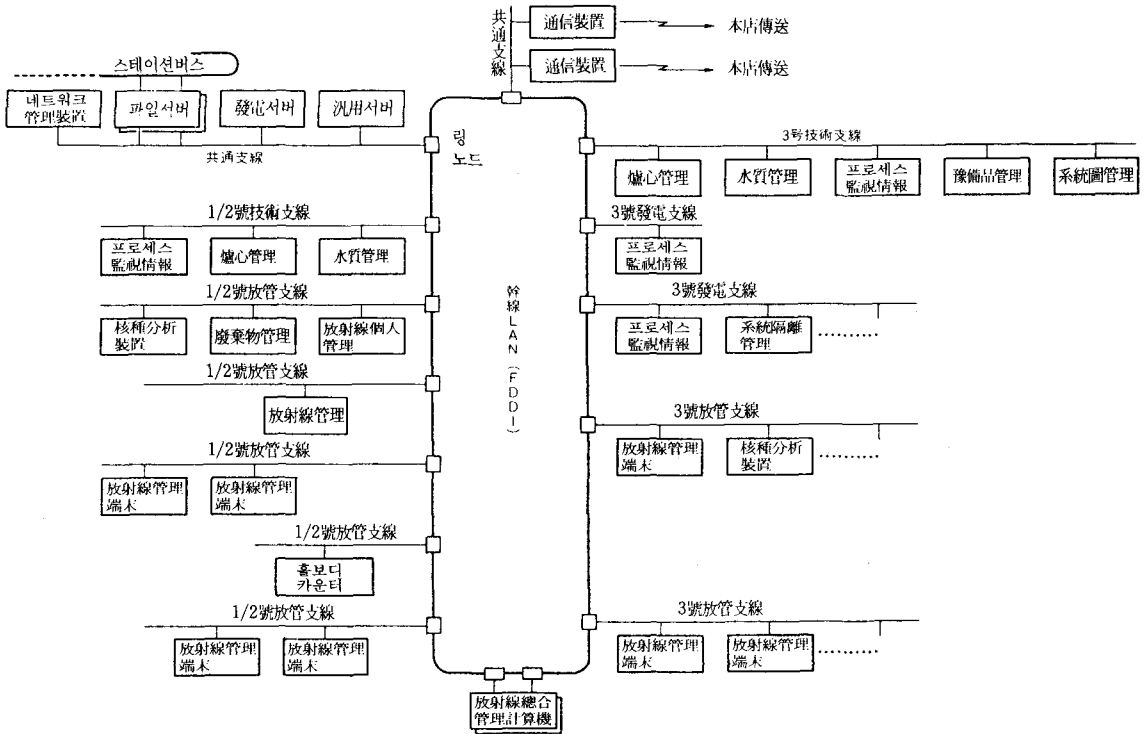
- 분석관리: 임의의 데이터의 통계해석/분석
- 운전실적관리: 각종 보조설비의 운전시간, 처리량 등의 실적을 관리
- 데이터편집: 임의의 데이터를 외부에서 활용할 수 있도록 편집
- 운전상황기록: 운전상황의 메모를 보존
- 데이터手入力: 순회점검에 의한 현장데이터를



<그림 4> 表示端末의 그래프 CRT 畫面例



<그림 3> 플린트프로세스데이터 收集監視시스템의 데이터 플로



<그림 5> 發電所情報通信網

핸드터미널入力 또는 표시단말에서 키보드手入力

3.2 發電所情報通信網

원자력발전소의 안전관리 및 운전·유지보수관리 업무를 지원하기 위하여 많은 계산기시스템이 이용되고 있는데, 이들의 高度化에 더하여 設備의 追設에 따라 계산기시스템間의 통신량이 점점 더 증대하는 경향에 있다. 이의 대응으로 각 시스템에 共用의 LAN을 도입하여 각각이 갖는 정보를 상호 교환하여 情報資源, 設備의 有効利用을 기함이 요구되고 있으며 다음에 구체적으로 實機로서 도입한 시스템예를 소개한다.

3.2.1 기본구성

發電所情報通信網의 도입예를 그림 5에 표시한다. 기본구성으로서

- 발전소시설내에 링형高速幹線 LAN을 포설

- 각 이용개소에서 버스型支線 LAN을 포설하고 링노드장치를 통하여 고속幹線 LAN과 접속
- LAN의 감시를 위하여 네트워크관리장치를 설치 적용한 通信인터페이스를 표 1에 표시한다.

3.2.2 접속시스템

지원 LAN은 용도에 따라 다음과 같이 분류하여 각 시스템에 접속된다. 각 용도에 따라 복수의 지원 LAN을 갖는다.

(1) 放管支線

放射線管理業務에 관계되는 計算機시스템을 이

<표 1> 通信인터페이스

項 目	幹線LAN	支線LAN
通 信 方 式	FDDI	CSMA/CD
傳 送 媒 體	G1型光화이버	同軸케이블
通 信 速 度	100Mbps	10Mbps
通 信 順 序	FDDI-I	TCP/IP

支線 LAN에 접속한다. 主시스템으로서 放射線總
 合管理시스템, 방사선개입관리시스템, 폐기물관리
 시스템, 核種分析裝置, 홀로디카운터裝置가 있으며
 각 시스템間에서 필요한 데이터는 幹線 LAN, 支線
 LAN을 경유하여 데이터교환된다.

(2) 技術支線

발전소설비의 유지보수를 위한 技術支援業務에
 關係되는 計算機시스템을 이 支線 LAN에 접속한
 다. 主시스템으로서 프로세스감시용정보시스템, 수
 질관리시스템, 노심관리시스템, 系統圖管理시스템,
 예비품관리시스템이 있다.

(3) 發電支線

발전소의 운전지원업무에 관한 계산기시스템을
 이 支線 LAN에 접속한다. 主시스템으로서 프로세
 스감시용정보시스템, 系統隔離管理시스템이 있다.

(4) 共通支線

이 시스템의 共通파일서버용과 本部에의 데이터
 전송용으로 이 支線을 설치하고 있다. 他支線으로
 부터의 데이터 액세스, 本部傳送要求는 간선 LAN
 을 통하여 이 支線의 시스템에서 처리된다. 플랜트
 운전데이터는 플랜트計算機로부터 스테이션버스경
 유로 이 파일서버에 축적되어 다른 시스템에 이용
 된다.

4. 감시시스템

감시용 센서로서 통상의 ITV 카메라외에 同社로
 서는 高解像度の 赤外線카메라를 제품화하고 있어
 감시시스템용 이동기구로서 모노레일走行式, 床面
 走行式の 이동기구를 실용화하고 있다.

또 감시의 자동화를 위하여 ITV 화상에 의한 증
 기누설 및 滴下 등의 自動檢知, 赤外線畫像에 의한
 異常過熱의 自動檢知를 하는 畫像處理시스템을 보
 유하고 있으며 이것들을 선택하여 최적시스템을 구
 축하고 있다. 이장에서는 시스템의 실례로서 모노
 레일走行式小型監視裝置에 대하여 소개한다.

4.1 모노레일走行式小型監視裝置

PWR 플랜트의 루프室內에는 蒸氣發生器나 冷却
 材펌프가 설치되어 있는데 운전중에는 高線量때문
 에 들어갈 수가 없어 固定式 ITV 카메라에 의한
 特定範圍의 감시를 실시하고 있다.

점검범위를 확대하여 루프室內의 상황을 정확하
 게 파악하기 위하여 小型모노레일走行式監視裝置를
 개발, 四國電力(株) 伊方發電所 1/2호기에 납입하
 였다.

4.2 시스템構成 및 仕様

시스템구성은 그림 6, 그림 7에 표시하는 것과 같
 이 監視裝置本體, 走行레일(모노레일) 및 루프室內
 入口에 설치되는 제어유닛으로 구성된다. 本體, 제어
 유닛 공히 들고 다니기 쉽도록 구성기기별로 분할
 가능하다.

통신장치, 탑재센서, 급전방식을 개량하여 本體를
 通過斷面積 200mm×300mm(모노레일을 포함하여 약
 A4사이즈)의 2輛構成으로 小型化하였다. 제 1 輛은
 카메라유닛 및 通信유닛, 제 2 輛은 구동유닛이다.

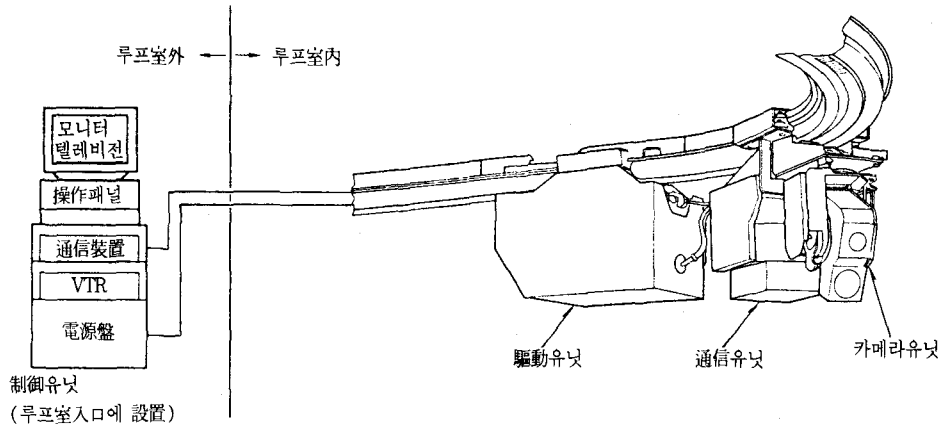
또 모노레일方式 장치의 실용화에 있어서 설치한
 감시장치가 정기검사시에 작업에 방해가 되지 않도
 록 모노레일공사의 簡易化가 불가피하지만 이 장치
 에서는 트롤리, 通信케이블 및 모노레일은 一體유
 닷이며, 유닛별로 분해하여 쉽게 설치나 철거할 수
 가 있다. 표 2에 주요 사양을 표시한다.

4.3 장점

(1) 점검용 센서로서 CCD 컬러카메라모듈을 채
 용함으로써 소형경량화를 도모하고 本體를 들고 다
 니기 쉽고 모노레일외의 着脫이 쉽도록 하였다.

(2) 通信方式으로서 신뢰성이 확립되어 있는 近接
 結合方式을 채용하여 플랜트機器에 영향을 미치는
 일이 없고 주행중에도 안정된 영상을 얻을 수 있다.

(3) 전원공급은 배터리給電, 트롤리給電을 併用하
 여 走行時에는 배터리給電, 점검시에는 트롤리給電



<그림 6> 모노레일 走行式小型監視裝置의 構成



<그림 7> 監視裝置本體

으로 하여 노이즈發生의 방지와 감시시간의 장시간화를 실현하였다.

5. 맺음말

이상 원자력발전소에 있어서의 運轉保安全管理시스템의 구상과 사례로서 實機에 納入한 시스템에 대하여 소개하였다.

플랜트의 원활한 운전과 신뢰성을 확보하는 運轉制御機能의 支援을 위해서는 개개의 플랜트프로세스데이터관리나 순시점검데이터관리시스템만이 아니라 시스템相互間的의 유기적결합이 실현된 통합기능에 의한 情報提供支援이 필요하다. 保安全管理를

<표 2> 모노레일 走行式小型監視裝置의 仕様

項目	仕 樣
運轉方式	可搬式操作卓에 의한 遠隔手動操作式 <ul style="list-style-type: none"> • 走行 및 雲台操作은 조이스틱式
搭載센서	ITV 컬러카메라 <ul style="list-style-type: none"> • 8배 줌렌즈부 CCD컬러카메라 畫角範圍 43.2°×32.4° ~ 5.7°×4.3° (廣角) (望遠) 最低照度 7lx 포커스 오토포커스 解像度 總合 250本 以上 • 照明은 100W 할로겐램프 1燈 照度 5m앞에서 100lx 以上
通信方式	近接結合方式 <ul style="list-style-type: none"> • 레일에 따라 布設한 通信케이블과 點檢車側의 안테나와 誘導結合에 의하여 通信한다. 電波누설 500μV/m 以下(微弱電波) • 通信케이블은 레일設置後, 케이בל케이스에 끼워넣는 커버로 고정한다. • 안테나는 팬더그래프式(可動範圍 20~50mm)
環境仕様	溫度 50℃ 以下(短時間이면 70℃ 可) (試作機에서 70℃, 1時間動作하는 것을 確認필요) 溫度 95% 以下 放射線 線量率 100R/h 以下 (γ線) 集積線量 2×10 ⁸ R 以下(2年分에 相當)

보다 충실하게 하기 위하여 개별 시스템供給과 함께 全體統合시스템構築을 위한 展開를 도모해 가고자 한다.

이 원고는 日本 三菱電機技報를 번역, 전재한 것입니다. 本稿의 著作權은 三菱電機(株)에 있고 翻譯責任은 大韓電氣協會에 있습니다.