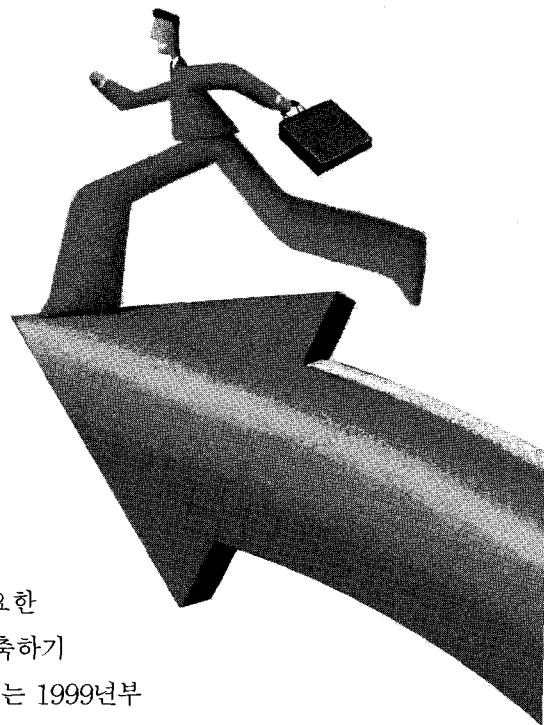


# 송변전분야 IT 적용사례 및 전망

유승환 부장, 정종갑 과장 | 한국전력공사 전력계통건설처 지중선부



## I. 머리말

최근 IT 기술의 급격한 발달로 대표적 전통산업의 하나였던 전력산업에도 새로운 혁신과 발전의 기회가 대두되고 있다.

지난해 말 산업자원부가 국내 전력 IT 산업의 밑그림이 될 '전력 IT 추진 종합대책'을 마련하였고, 한전과 6개 발전회사, 중전기 업계에서도 이미 21세기 생존 전략으로 IT 접목에 적극 노력하고 있다.

한전에서는 ERP(전사적자원관리), 송변전지리정보시스템(TGIS), 신배전정보시스템(NDIS), 배전자동화, 직접부하제어, 디지털 전력기기 등 다양한 전력IT 프로그램을 추진하고 있다.

본고에서는 송변전분야의 IT 활용 현황과 향후 계획에 대해서 간략하게 소개하고자 한다.

### 가. 송변전지리정보시스템(TGIS) 및 송변전 건설 사업관리시스템(PMS)

전국에 산재되어 있는 방대한 송변전 설비를 안정적·효율적으로 운영하고 최적 계통계획 수립 및 설

비 건설에 필요한  
지리정보를 구축하기

위하여 한전에서는 1999년부

터 송변전지리정보시스템(TGIS :

Transmission & Substation Geographic Information System) 구축을 추진하고 있다.

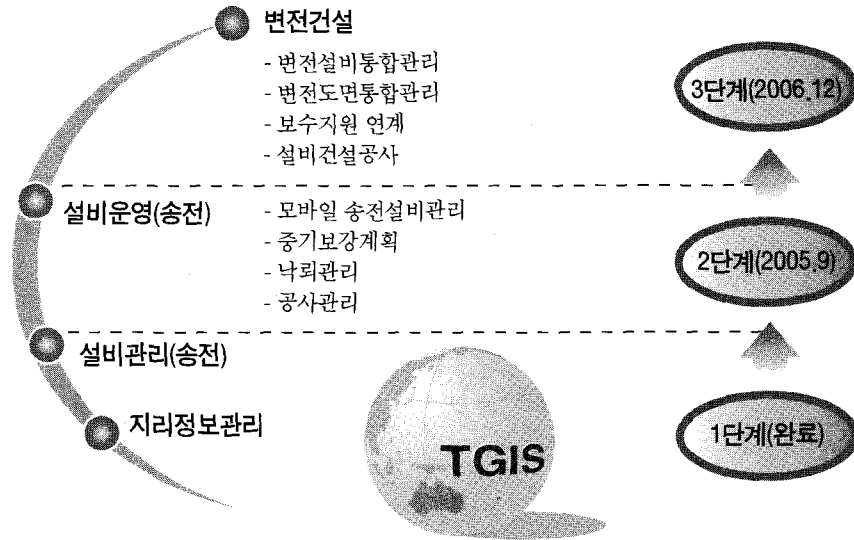
TGIS 구축 계획은 3단계로 나뉘어 추진 중에 있으며, 현재 기본시스템 및 지중송전분야 DB 구축이 완료(2003년 12월)되었고, 가공송전분야 DB는 올해 초 구축이 완료될 예정이다.

또한, GIS, 고정밀항공레이저 측량, BIM(Bulding Information Modeling), 위치기반서비스(LBS), 텔레메트릭스(Telemetrics) 등의 IT 기술을 송변전분야의 부지선정, 설계, 시공 등 건설업무 전반에 걸쳐 적용하는 방안을 검토 중에 있다.

그리고, 한전에서는 송변전지리정보시스템과 함께 송변전분야 핵심 시스템으로 건설사업의 원활한 수행 및 효율적인 관리를 위해 2004년부터 송변전 건설 사업관리시스템(PMS)을 구축 중에 있다. PMS는 PM(Project Manager) 기반의 사업관리체계를 구현하고 공정관리용 사용 툴을 이용한 신 공



■ TGIS 추진계획



정관리기법을 도입한 시스템으로 2005년 하반기부터 시범적용 후 2006년부터 전사적으로 확대 시행할 계획에 있다. 우선 통합관리, 일정관리, 원가관리 일부를 구축하고 2단계 사업으로 원가관리, 위험관리, 조달관리, 의사소통관리 등을 검토 후 구축할 계획에 있다.

## 2. 송전분야

### 가. 철탑풍속측정시스템

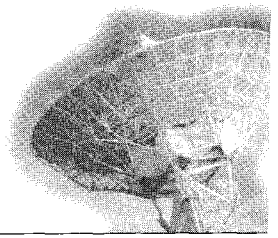
태풍 등 자연재해에 의한 송전선로 피해 방지를 위하여 태풍경로 및 해월구간과 같은 국지적으로 풍속 예측이 곤란한 지역의 실제풍속을 측정하여 철탑보강 대책을 수립하고 경과지 선정 시 자료로 활용코자 철탑풍속측정시스템을 도입하였다.

이 시스템은 내구성이 우수하고 무보수 개념의 초

음파형 풍속계를 각 지역 해당 송전철탑 최상부에 취부하여 풍속과 풍향을 원격으로 취득, 감지부에서 중앙장치로 전송하도록 구성되어 있다. 이렇게 수집된 데이터는 DB화 되어 태풍이나 국지적인 강풍 등에 대한 철탑보강 자료 및 경과지 선정 자료 등으로 활용되고 있으며 추후 30년 이상 장기적인 풍속데이터 DB를 구축, 제공하는 한편 전국사업소 송전철탑 바람자료집 발간 및 송전선로 지지물 풍하중 설계에 관한 연구 자료로 사용될 전망이다.

### 나. 낙뢰위치 표정시스템

낙뢰 예측 및 정확한 낙뢰정보의 파악은 계통운영이나 송전선 보수에 많은 도움이 되는 물론 송전선의 루트 선정이나 합리적인 내뢰 설계에 있어서도 유용한 정보로 활용될 수가 있다. 이러한 이유로 한전에서는 뇌방전 시에 발생하는 전자파를 검출함으로써 낙뢰위치와 뇌전류의 크기 등을 측정하는 낙뢰



위치표정시스템을 도입하여 운영하고 있다.

LPATS(Lightning Positioning And Tracking System) 시스템은 낙뢰위치나 뇌전류치 등을 리얼타임으로 표정하는 관측장치로써 위치해석기(PA:Position Analyzer), 방향검지국(DF:Direction Finder) 및 모니터국으로 구성되어 있다.

방향검지국에서는 낙뢰에 의해 발생하는 전자파의 자계성분을 직교하는 2개의 루프안테나로 검출하여 각각의 방향 신호강도비로부터 각 뇌 지점의 방향을 결정하며 GPS를 내장함으로써 낙뢰 검출 시간도 고정밀도로 계측한다. 또한 위치해석기(PA)에서는 여러곳의 방향검지국(DF) 데이터(방향, 시간)로부터 낙뢰점의 위치를 계산하고, 거기에 신호강도와 낙뢰지점까지의 거리를 가지고 뇌전류치를 계산하며 모니터국에서는 낙뢰 위치가 디스플레이의 지도상에 리얼타임으로 표시된다.

LPATS는 취득된 각종 데이터에 의해 송전선 보수업무나 설계업무를 시작으로 하여 여러 면에서 활용이 고려되고 있다. 예를 들면 송전선 보수면에 있어서는 실시간 낙뢰 데이터에 의한 고장 원인의 분석 및 고장점의 파악은 물론 데이터의 축적에 의한 가공지선 점검개소의 선정 등에 이용될 수 있다. 또, 설계면에 있어서는 낙뢰빈도나 낙뢰전류치 등의 데이터 축적 및 정리를 통해 종래 설계에 이용되었던 IKL Map(Iso-Keraunic level : 연간 뇌우일수 분포도)을 대신하여 지역별 낙뢰빈도 Map을 작성하면 매우 정밀한 송전선 뇌사고율의 계산이 가능하게 되는 등 합리적인 내뢰설계가 실현될 수 있다.

따라서 이러한 LPATS로부터 얻어지는 데이터를 유효하게 활용함으로써 뇌해 방지에 매우 큰 효과가 있으리라 생각된다.

향전의 LPATS 시스템을 살펴보면 전국 6개 지역에 설치되어 있는 낙뢰감지수신기로부터 낙뢰자

료가 실시간으로 본사 중앙분석기에 전송되어 낙뢰를 분석 저장하며, 분석된 자료는 전력연구원 및 11개 전력관리처와 제주지사에 있는 화면표시장치로 전송되어 저장되고 소프트웨어의 변환부에 의해서 낙뢰발생위치, 시간, 크기, 극성, 파두장, 파미장 등의 자료가 ACS II 파일로 변환되어 DB화 된다.

#### 다. 송전설비추적관리시스템

송전설비 정비를 외부에 위탁함에 있어 취약설비의 주기적인 예방순시나 원거리 또는 산악지역의 순시, 점검을 관리·감독하는데 많은 어려움이 있어 이를 과학화하고, 송전설비 정보의 현장 제공으로 순시·점검업무의 정보 지원체제를 구축할 목적으로 도입되었다.

철탑번호, 철탑 형, 높이, 경간 등의 설비정보를 Button Memory(read/write 겸용 256byte 반도체)에 저장하여 철탑에 부착하고 설비정보의 입력, 수정, 추가, 삭제, 검색이 가능하게 하였으며, LCD형 휴대용단말기인 Button Reader를 이용 Button Memory에 저장된 설비정보를 화면으로 확인하고, 순시·점검의 시행여부를 저장할 수 있도록 되어 있다. 이때 순시자, 순시시간, 경로 등은 임의로 변경이 불가능하다. 그리고 Downloader를 이용하여 Button Reader에 저장된 순시·점검 데이터를 PC에 전송할 수 있다.

현재 시범운영을 거쳐 확대적용에 있으며 Button Reader의 확장성 곤란을 보완하기 위해 Button Reader가 장착된 PDA로 교체 중에 있다. 이로써 Reader를 철탑부착 Memory에 접촉하여 순시시간 확인 및 불량사항을 선택해야 하는 번거로움에서 벗어나 Touch screen 방식에 의한 PDA 상에서 정보 선택 및 불량사항 기록이 가능하게 되었으며 향후



GPS 기능을 활용한 실시간 순시자 위치파악 및 TGIS 정보의 현장 활용이 가능하게 될 것이다.

**라. GPS 측량 및 항공레이저 측량**

송전선로 건설을 위한 측량 시 기존 측량은 수목 및 장애물 등에 의해 시계가 제한되어 수목 벌채를 통한 시계 확보가 필연적이었고 이에 따른 민원 문제를 야기했다. 또한 일기의 영향을 받아 측량의 어려움이 많았다. 반면 GPS 측량은 위성전파를 수신하므로 시계 및 일기의 제한을 받지 않아 환경훼손을 최소화하고 민원을 예방할 수 있다. 경제적 측면에서는 장비가 고가인 반면 작업시간 단축과 소요인력의 감축으로 비용을 절감할 수 있고 기술적으로도 측량 정밀도 향상, 오차 감소, 현장에서의 측량결과 동시 검측 등과 같은 효과를 거둘 수 있어 현재 광파 측량과 병행하여 사용되고 있다.

가공송전선로의 GPS측량은 중심선측량, 종단측량, 평면측량 및 철탑부지측량으로 대별되며 이에 따른 기준점 측량을 위해 기지국 설치가 필요하고 선로측량을 위한 실시간 이동측량(Real Time

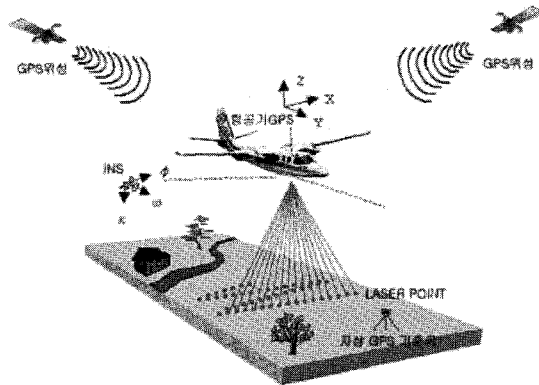
Kinematic : RTK)은 기지국 자료를 이동국으로 무선 송신하여 현장에서 측량성과를 취득할 수 있도록 되어있다.

그러나, 최근에는 측량 시 구축된 데이터의 보다 효과적인 활용이 가능하고 경과지 또는 철탑위치 변경 시에도 재측량이 필요 없는 고정밀 항공레이저 측량의 도입을 추진 중에 있다.

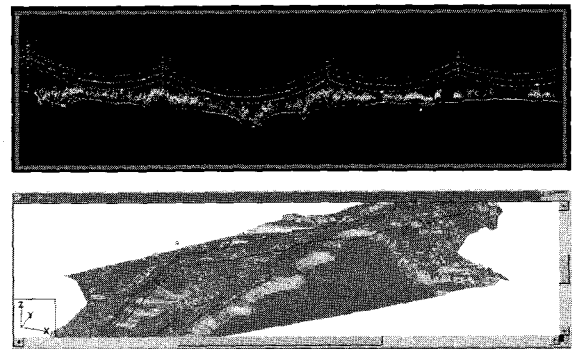
항공레이저 측량은 레이저를 이용하여 지형의 3차원 위치정보를 획득하는 기술로 기존 항공사진을 보완한 것으로 항공사진촬영과 달리 빛, 대기상태, 온도 등의 기상조건에 제약받지 않고, 삼림이나 수목지대에서도 투과율이 높아 식생의 높이와 지표면의 높이 구별이 가능하다. 또한 정밀도가 매우 높고 측정 지역 내 전 지역의 위치 Data를 DB로 구축 가능하여 설비 위치 변경 시 재측량이 필요 없고 구축된 DB를 이용하여 송전선로 경과지 및 철탑위치 선정, 측량뿐만 아니라 경관평가, 진입로 설계, 변전소 부지선정 등 타 업무에도 활용할 수 있어 획기적인 기술로 평가되고 있다.

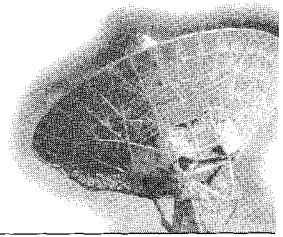
이에 한전에서는 2005년에 765kV 송전선로 일부 구간에 항공레이저 측량을 시범적용하고, 기존

■ 항공레이저 측량 원리



■ 송전선로 측량 결과 및 모델링





측량방식과 오차, 경제성 등을 분석한 후 345kV 송전선로 경과지 설계 및 345kV 변전소 부지선정에 적용할 계획이다.

### 마. 송전선로 경과지 선정 시스템

가공송전선로 건설시 환경피해, 각종 민원을 최소화하고 보다 과학적이고 경제적인 송전선로 건설을 위하여 한전에서는 2005년까지 중소기업 협력과제로 송전선로 경과지 선정시스템 개발을 추진 중에 있다.

이 시스템은 GIS를 이용하여 송전선로 경과대역 선정, 철탑위치 선정, 중단설계, 경과검토 및 시물레이션 등을 지원할 계획이다.

### 바. 지중송전선로 운영(감시)시스템

주로 대도시의 전력공급을 담당하고 있는 지중송전설비는 매우 중요한 시설물로, 특히 많은 전력선이 설치되어 있는 지하 전력구에 대한 화재, 보안대책 및 과학적인 설비 운영이 요구되어 왔다. 한전은 이러한 필요성과 정보통신 및 자동화 기술의 비약적인 발전으로 전력구에 원격 감시, 제어 시스템을 적용하기 시작하였다.

1998년 345kV 미금~성동 전력구에 운영시스템이 최초로 도입되었고, 2003년부터 본격적인 추진이 이루어지고 있다. 최근에는 345kV 전력구에 분포온도측정장치를 이용한 전력구내 온도 측정 및 지중케이블의 실시간 송전용량산정시스템을 도입하였다. 또한, 최첨단 통신방식인 전력선 통신방식(PLC : Power Line Communication)을 이용한 운영시스템도 관련 연구를 위해 서울 강동 전력구에 설치 중에 있다.

### ■ 지중송전선로 운영시스템 주요 기능

구분	주요 기능
화재	- 화재 발생 및 위치 감시
침수	- 침수 여부 및 위치
환경	- 전력구내 온도 감시(345kV)
유압	- OF 케이블 유압감시 - OF 케이블 누유 감시(345kV)
출입자	- 전력구 출입자 화상 및 음성통화 - 출입문 원격 개폐
부대설비	- 환풍기, 배수펌프, 조명 감시 및 제어 - 화재발생시 환풍기 연동제어
기타	- 케이블 표면온도 감시 및 실시간 송전용량 산출(345kV) - 부대설비 운전 기록

이 시스템의 도입에 따라 전력구내 설비에 대한 유사시 긴급 대처가 가능하게 되었고, 효율적인 관리 및 운영 Data 구축으로 선로 운전의 신뢰성을 제고할 수 있게 되었다.

## 3. 변전분야

### 가. 무인변전소 순시점검 지원시스템

무인변전소 순시점검 지원시스템은 변전소 점검자가 순시점검 내용 및 특이사항을 PDA에 입력하여 통합서버로 전송하면 LAN에 연결된 일반PC에서 자료검색 및 업무지시 등이 가능하게 하는 시스템이다.

이 시스템은 운용프로그램이 설치되어 있는 전력소 통합서버와 전력관리처 전력도바일서버로 구성되어 있고, 점검팀은 MDT 1대 및 휴대용 PDA 1대를



활용하여 현장에서 순시점검을 시행한다.

순시점검 및 취득된 운전정보의 보관 및 공유가 용이하고, Database화 된 점검결과를 활용하여 이상 징후의 발견 및 적기 보수가 가능하다. 또한 변전소 운전 및 설비 순시점검업무의 효율성 증대에도 기여하고 있어 한전에서는 2003년부터 각 관리처에서 시범운영 후 2004년부터 사업소별로 자체 활용계획을 수립하여 활용하고 있다. 향후에는 PDA에 카메라 부착 및 무선 LAN과의 연계를 통해 그 효율성을 더욱 증대시킬 계획이다.

#### 나. 변전소 종합자동화(SA : Substation Automation)

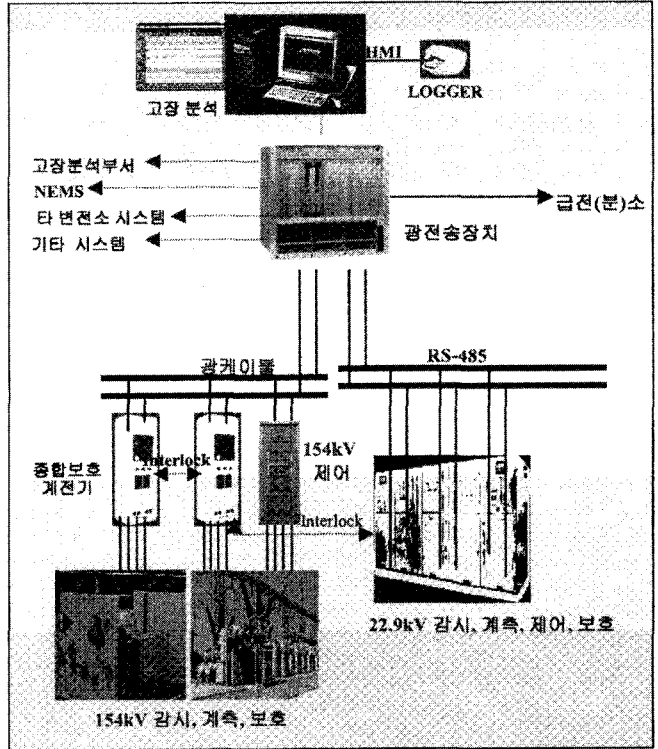
변전소 종합자동화란 변전 감시제어시스템과 보호분야의 디지털화를 바탕으로 전력기기에 IED를 도입하여 제어, 보호, 자가진단 기능을 갖추고 변전소내의 모든 설비를 Network으로 연결함으로써 변전소를 하나의 System으로 통합한 시스템이다.

변전소 종합자동화의 효과로는 첫째 감시, 제어, 보호 등으로 구분된 각종 설비를 통합함으로써 설비를 단순화하며 변전설비의 통신회선을 통한 구성으로 제어 케이블의 대폭적인 감소를 가져온다.

둘째 다양한 정보제공으로 설비운전의 효율성을 향상시키고 고장판단 및 감시가 용이함은 물론 변전소 내의 모든 정보를 단일 시스템에서 파악, 관리할 수 있다.

셋째 디지털분야, 광CT, 광PT, 전력설비 진단 센서, 전력통신용 프로토콜, IED, 종합 제어 장치 등의 발전을 수반한다.

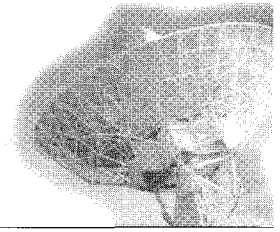
■ 변전소 종합자동화 구성도



이에 한전에서는 1997년부터 종합 보호제어시스템(IDPACS: Integrated Digital Protection and Control System)을 개발하였으며, 2001년에는 변전소 종합자동화 기기규격을 확정하고 2003년도부터 154kV 변전소 2곳에 시범 도입하여 검토·분석을 완료하였다. 2005년부터는 시범적용을 확대하여 궁극적으로는 디지털 기술기반의 변전시스템을 구축하여 적용할 계획에 있다.

#### 다. 예방진단시스템(PMS: Preventive Diagnostic System)

예방진단시스템은 변전기기를 운전하며 이상 징후 상시 감시를 통한 데이터 축적으로 최적의 유지

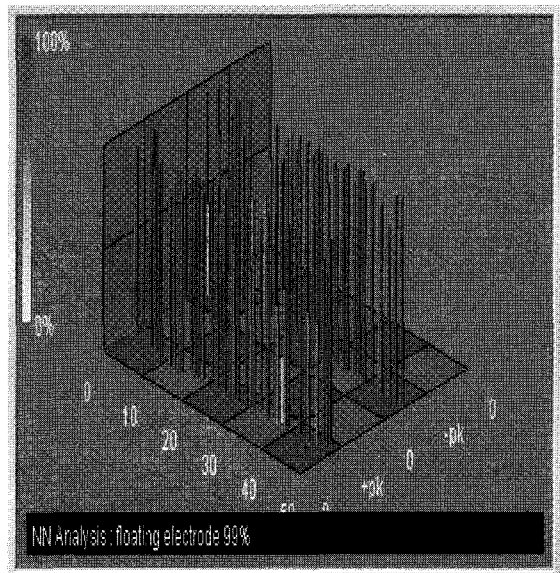


보수 계획을 수립하고, 고장 시 누적된 데이터로 이상원인 및 이상위치를 판정하여 신속히 사고를 복구하는 변전소 자동화 운전에 대응하기 위한 시스템으로써, 장기간 운전되는 변전기의 신뢰성 확보 및 사전 사고 예방의 절실한 요구를 바탕으로 개발이 시작되었다.

변압기 예방진단시스템은 초음파를 이용한 부분방전 측정장치, 유중수소가스 및 가연성 가스 상시감시시스템, 절연유 열화진단 센서, 피뢰기 산화아연 소자의 누설 전류 상시감지장치, OLTC 상시감시장치 등에 관한 기술이 개발되거나 적용되었으며, 일부는 현장에 적용하여 운전 중에 있다.

GIS 예방진단 기술 중 가장 널리 사용되고 있는 방법으로는 전자파 이용방식인 UHF 부분방전 검출법과 음향신호에 의한 검출법이 있는데, 이 두가지 방법은 서로 보완적인 형태로 사용 중에 있다. 한전에서는 765kV 신가평, 신태백변전소에 UHF 신호검출 센서에 의한 GIS 부분방전 감시시스템을 적용하였으며 동시에 SF6 가스밀도, 차단기 누설차단전류, 피뢰기 누설전류 항목을 적용하여 운전 중에 있다. 또한 345kV 일부 변전소에도 UHF 신호 상시감시 기술을 시범적용 중에 있으며 점진적으로 확대

■ ■ ■ 부분방전 발생에 의한 UHF신호

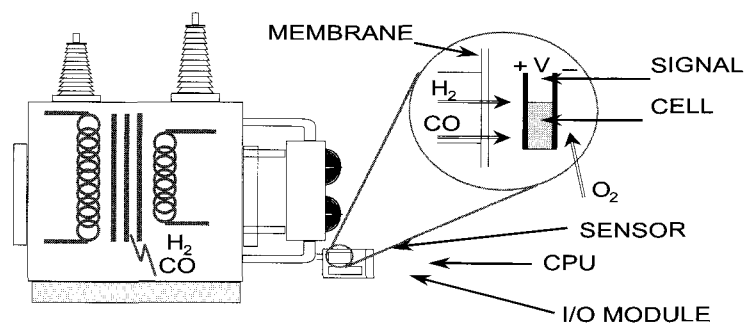


적용할 계획이다.

한전에서는 1997년부터 중부, 동서울, 신성남 S/S의 M.Tr 부분에 예방진단시스템을 시범적용 도입하였고, 98년에는 아산, 청원, 신광주, 선산, 서부 산S/S의 GIS부분에 UHF 부분방전검출장치를 최초로 적용하는 한편 2004년부터 상업운전을 시작한 765kV 신가평, 신태백 변전소의 변압기 예방진단 시스템에서는 유중가스검출, 절연유 온도, OLTC 감시 등 총 10가지 항목의 감시가 적용되었다.

앞으로 한전에서는 765kV, 345kV GIS 변전소의 경우 M.Tr 또는 GIS에 취부된 개별 센서에서 얻어지는 정보를 실시간 감시하고 종합 분석·진단하는 종합 예방진단시스템 적용하고 154kV 지하·복합변전소는 M.Tr 또는 GIS에 개별 센서를

■ ■ ■ 변압기 유중가스 분석기





취부하여 실시간 감시하는 간이 진단장치를, 기타 변전소는 이동식 정밀진단 방식을 적용할 계획이다.

**라. 변전소 정보관리 시스템(SIMS : Substation Information Management System)**

SIMS는 현재 CD나 각종 서류형태로 보관되고 있는 변전소 건설부터 생성된 정보를 효율적으로 관리하기 위하여 GIS개념의 Package Tool로 개발하고 있는 변전소 정보관리 시스템을 말한다.

이 시스템은 변전소 단위별로 평면도를 바탕으로 도면, 문서, 관련파일 등의 설비정보를 통합관리하며 설비이력, 제원 및 계통에 관한 정보는 이미 구축되어 있는 보수지원시스템과 SOMAS(Substation Operation Results Management System)를 링

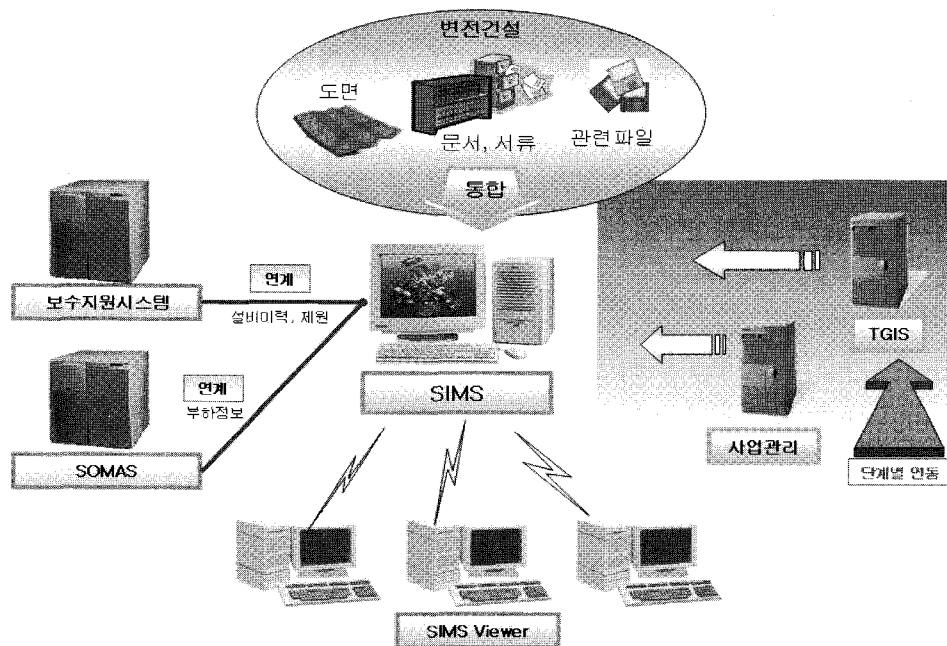
크하여 자료의 중복관리를 피하고 보다 쉽게 관련 정보 취득이 가능토록 구축될 예정이다.

한전에서는 765kV 신가평변전소와 신태백변전소에 시범적용하여 효과분석 후 향후 송변전사업관리시스템(PMS) 및 송변전지리지정보시스템(TGIS)에 연계함으로써 송변전분야의 건설과 운영을 잇는 체계적 정보관리시스템으로 구축할 계획이다.

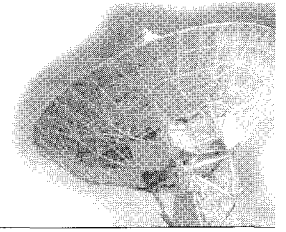
**마. 송변전 건물 건설정보 통합관리시스템(BIMS)**

송변전 건물 건설정보 통합관리시스템(BIMS : Building Information Management System)은 변전, 토목, 건물설비, 통신 등의 복합사업에 대한 효율적인 사업추진과 관리를 위하여 154kV 전주변전소 신설공사에 2006년까지 시범구축 예정인 정보

■ 변전소 정보관리 시스템 구성도







■ BIMS 구축 후 업무비교

단계	현행 업무 방식	BIMS 구축 후
계획	- 기존 도면 및 서류 활용	- 선행사업 DB 활용
설계	- 2D설계, 수량산출 수작업	- 3D 설계, 3D Data활용 수량 산출
시공	- 2D 도면 활용	- 3D Modeling 활용
	- MS Project 공정표 활용	- 3D Model+공정프로그램연계(시뮬레이션으로 사전예측 및 공정 분석)
유지관리	- 준공도면 및 인수서류 활용	- 3D Model, 시공정보 통합 DB 활용

시스템으로, 최근 활용성이 증대되고 있는 3차원 건축설계와 공정관리 프로그램을 연계한 시스템이다. BIMS 구축 내용은 아래와 같다.

- 154kV 변전소 표준건축도면의 3D Modeling
- MS Project를 이용한 154kV 표준변전소 PDM공정표 작성(건축, 토목, 변전 포함)
- 3D Modeling과 PDM공정표를 연계한 Simulation 제작 및 Web상 구현 과 Off-line구현(Viewer지원)
- Web 기반에서 3D Modeling과 PDM공정표를 연계
- 무선 Web Camera 시스템 구축 및 시스템 연계
- 현장자료관리시스템(DB) 구축 및 시스템 연계

이 시스템이 구축되면 변전소 건물의 초기단계(계획, 설계)에서 생성된 정보를 시공, 유지관리 및 타 사업에까지 효과적으로 활용할 수 있고, 3D Modeling과 PDM공정이 결합된 가상 Simulation으로 사전 분석 및 예측(설계오류, 공정간 상호 간섭 등)이 가능하여 공기지연 및 손실을 예방할 수 있다. 또한, 시공 중에도 공정분석 및 대책 수립을 위한 정보를 제공받을 수 있으며, 인터넷을 기반으로 구축되어 시간, 장소에 제약 없이 실시간 현장관리가 가능하다.

### 3. 맺음말

전력산업은 경제성장과 더불어 그 역할 및 규모가 지속적으로 커지고 있으나 고품질 요구와 다양화된 소비자의 욕구, 환경보존과 전력설비 건설에 따른 민원 등으로 많은 어려움을 겪고 있다. 한전에서는 이 같은 상황의 돌파구로 전력산업에 IT기술을 접목하여 설비운영의 개선과 최적화로 기존 설비의 최적 이용을 도모하고, 과학적이고 경제적인 설비 건설을 꾀하고 있다. 또한, 분야별 정보의 통합을 통한 시너지효과 창출과 유비쿼터스 환경에 대처하기 위해 새로운 IT기술 도입에도 끊임없이 노력하고 있다.

디지털 기반 지식경제시대에서 전력 IT는 전력산업의 핵심 키워드이다. 지금 세계 각국에서는 산업 경쟁력 강화 및 에너지 공급의 효율성과 안정성 제고를 위한 핵심 인프라 구축을 위하여 전력 IT화를 정책으로 추진 중에 있으며, 세계 전기기기 시장이 전력IT를 중심으로 성장하고 있다.

우리가 국제 경쟁력 확보와 미래 변화를 선도하기 위해서는 정부, 한전, 관련업계가 함께 전력 IT 핵심 전략 기술개발, 기술인프라 구축확대, R&D 투자비중 확대, 전문인력 양성 등에 적극적으로 매진해 나가야 할 것이다.