

## 154kV급 인텔리전트 변전소 구축

정영환\*, 양대일\*, 김정배\*, 최인혁\*\*, 김정호\*\*, 이동일\*\*  
 \*(주)효성, \*\*한전 전력연구원

### Construction of Intelligent Substation for 154kV Class

Y.H.Chung, D.I.Yang, J.B.Kim, W.P.Song, I.H.Choi, J.H.Kim, D.I.Lee,  
 HYOSUNG, KEPRI,

**Abstract** - We perform intelligent substation construction of 154kV class with KEPRI. The intelligent substation is build in Gochang 765kV testing facility and consists of electronic instruments, digital control panel, remote monitoring and diagnosis system, and digital relay system. Rogowski coil type CT(RCT) and capacitive voltage divider(CVD) are applicable for instrument transformer of conventional type. Digital control panel(DCP) replaces local panel which is driven by mechanical operation. For monitoring condition of GIS and TR, various sensors are used. In this paper, we report the synopsis and the progress state of project.

#### 1. 인텔리전트 변전소의 필요성

이미 대부분 국가의 전력계통은 갈수록 그물망처럼 얽혀지고, 수요가 늘어나서, 전력회사의 한정적인 운영인원 만으로는 전체의 계통을 통제할 수 없는 수준에 가까워지고 있으며, 변전소가 대부분 산악지역 등에 위치하여 변전소에 상주할 수 있는 전문인원을 충원하는데 어려움을 겪고 있다. 또한, 공업시설이 집중된 지역에서 계통사고가 발생할 경우, 사고파급에 의한 여파가 심각하여 전력회사에 전문학적인 피해보상을 요구하고 있는 실정이다.

따라서, 국외의 전력회사들은 이러한 주요시설이 집중된 지역의 변전소 및 기간변전소에 예방진단시스템을 도입하여 전력기기의 수명을 예측하여 계통사고를 미연에 방지하고자 노력하고 있으며, 동시에 원격감시시스템을 적용하여 소수의 인원이 도심지내에 위치한 본사에서 수십개의 무인변전소를 감독·운영하고 있다. 또한 보호계전방식도 디지털릴레이를 적용하여 좀더 안정적인 계통보호시스템으로 나아가고 있다. 결국 예방진단시스템, 원격감시시스템, 디지털보호계전시스템의 도입은 전체 계통의 무인화·디지털화를 유도하고 있으며, 각 변전소간의 네트워크도 인터넷기반으로 바뀌면서 기존의 변전소는 서서히 환경친화적인 인텔리전트형 변전소로 변모할 것으로 판단된다.

이러한 흐름에 맞춰 ABB, 알스툼, 지멘스등 유수의 중전기메이커들은 기존에 전력기기를만 생산하던 시절에서 벗어나서, 예방진단시스템, 원격감시시스템 개발에 박차를 가하고 있으며, 이미 개발된 축소형·저소음·환경친화적인 GIS 및 변압기등에 접목시켜 시장에 적극공모함으로써 각국의 전력회사들로 하여금 자사제품에 대한 구매욕구를 불러일으키고 동시에 후발 동종업체들과의 격차를 벌려나가고 있다.

현재, 국내에도 PL범이 발효되면서, 한전의 입장에서 계통사고 역시 큰 부담이 되고 있으나, 일부 기간변전소에만 부분적인 예방진단시스템이나 디지털보호계전시스템이 적용되어 있을 뿐이며, 아직까지도 대부분의 변전소는 전력기기의 사고에 무방비상태이다. 또한 기존의 초고압 변전소는 사람들에게 혐오시설로 인식되어 인근

주민들과의 마찰이 빈번한 실정이다.

지금까지 국내에서도 많은 관련분야의 연구원들이 예방진단시스템이나, 원격감시시스템에 관한 연구 또는 적용을 시도하였으나, 국내의 변전분야에 관한 연구는 이론적연구와 시뮬레이션 수준이며, 이미 개발된 예방진단시스템이나 원격감시시스템도 대개 디지털 전자회로로 구성되어, 실증시험없이 초고압 전력계통에 직접 적용하기에는 많은 위험요소가 존재한다. 따라서, 이러한 시스템을 도입하기 위해서는 실제통하에서 실증시험을 거칠 필요가 있으며, 실증시험의 효과를 극대화하기 위해서는 단일 변전소를 기기부터 네트워크까지 하나의 디지털 시스템으로 구성해야만 원활한 운영을 이룰 수 있을 것으로 판단되어 본 사업을 추진하게 되었다.

따라서, 본 논문에서는 당사에서 추진하는 인텔리전트 변전소 구축에 관련된 사업개요 및 현재까지의 진행상황을 설명하였다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 사업 개요

본 사업은 산업자원부에서 자금을 지원하고 전력연구원이 주관하여 추진하는 전력산업 인프라조성사업내에서 추진되는 '신송전 실증시험선로 및 변전설비 구축사업'으로써, 사업의 전체 수행기간은 2002년 7월부터 2007년 6월까지이며, 현재 4차년도(2005.07~2006.06)가 진행되고 있다. 본 사업에는 총 4개 기관이 참여하고 있으며 각 기관별 추진내용은 아래와 같다.

- 전력연구원(주관기관) : 총괄시스템 기획, 부지선정, 설비의 운영방안 연구
- 효성(참여기업) : 인텔리전트 변전소 설계/제작/설치
- 현대건설(참여기업) : 신송전 철탑 설계/제작/설치
- 전기연구원(위탁기관) : 신송전 철탑용 암절연물 설계 및 평가

당사는 인텔리전트 변전소의 토목/건축공사 및 변전기기의 설계부터 제작/설치까지 Turn-key로 납품예정이며, 본 변전소는 전북 고창의 한전 765kV 실증시험장내에 설치될 예정이다(그림 1 참조).

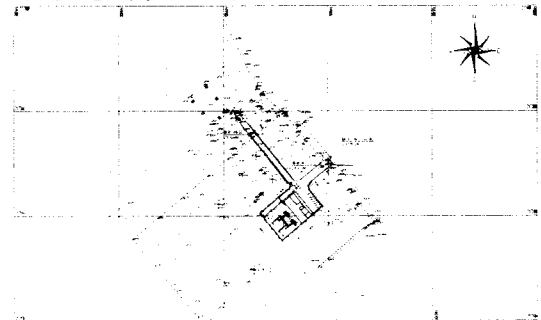


그림 1. 고창시험장변전소의 배치계획 평면도

## 2.2 고창시험장 변전소 사양

고창시험장S/S의 기기정격 및 사양은 한전 표준 154kV 변전소 사양을 토대로 구성하였으며, 인텔리전트 시스템에 관련된 사양은 신규 제정된 IEC규격들과 해외 변전소 벤치마킹자료를 바탕으로 구성하였다. 또한, 기존 변전소와의 비교를 위해 GIS 2 Bay 및 변압기 1 Bank는 기존 Conventional type 변전소의 형태와 동일한 사양으로 제작된다.

- 총부지 면적 : 36.8 × 27m
- 제어소 부지 : 12.2 × 27m
- 제어소 층수 : 1층
- 제어소 구성 : 중앙감시실, 전장Panel실, 회의실 등
- 170kV 50kA GIS : 4 Bay
- 154kV 45/60MVA MTR : 2 Bank
- 25.8kV 25kA C-GIS : 11 Bay
- 전장품 : 1 Set.
- 예방진단시스템 : 1 Set.
- SCADA시스템 : 1 Set.

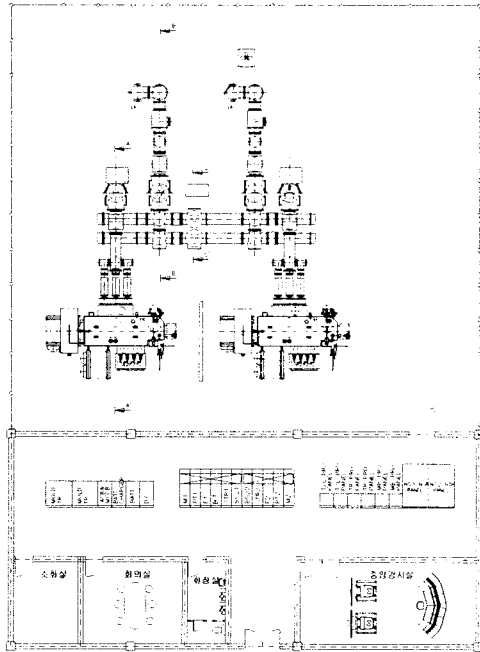


그림 2. 고창시험장S/S 기기배치도

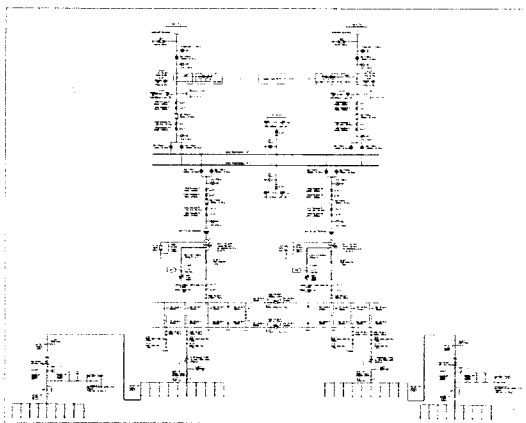


그림 3. 고창시험장S/S 단선도

## 2.3 인텔리전트 변전소의 구성

일반적인 인텔리전트 변전소의 구성도를 그림 4에 나타내었다. 변전소는 크게 최하위의 프로세스 레벨(Process Level), 중간단계인 베이 레벨(Bay Level), 최상위단계인 스테이션 레벨(Station Level)로 나누어지며, 각 레벨별 구성기에 대해서는 아래에 설명하였다.

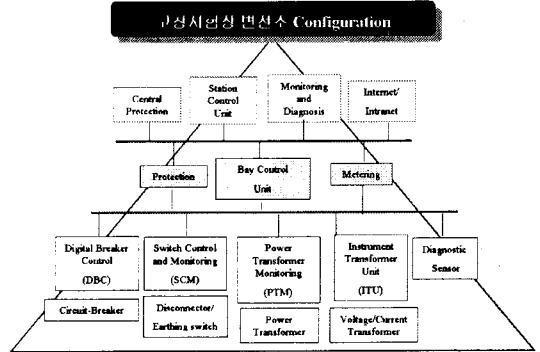


그림 4. 인텔리전트 변전소 시스템 구성도

### 2.3.1 전자식 변성기의 적용

그림 4에 나타낸 시스템 구성도에서 최하위 레벨중 Instrument Transformer Unit(ITU)에 해당하는 것이 바로 전자식 변성기(Electronic Instruments)이다. 전자식 변성기는 기존의 철심형 CT와 PT의 단점을 극복한 로고스키코일형CT(Rogowski coil type CT, 이하 RCT), Capacitive Voltage Divider(이하 CVD) 등이 있으며, RCT와 CVD의 출력을 받아 SCADA 및 디지털 릴레이에 데이터를 보내는 역할을 담당하는 Merging Unit(이하 MU)이 있다. 이번 고창시험장S/S에는 170kV GIS 2 Bay에 RCT가, 모선구간에는 CVD가 적용될 예정이다.

전자식 변성기의 사양은 IEC에서 최근 제정된 Electronic Instruments 규격인 IEC60044-7과 8에 따른다.

### 2.3.2 디지털 컨트롤 판넬의 적용

디지털 컨트롤 판넬(Digital Control Panel, 이하 DCP)은 그림 4의 시스템 구성도에서 Digital Breaker Control(DBC) 및 Switch Control & Monitoring(SCM)에 해당하며, 기존의 기계식 스위치와 Magnetic 점접점으로 구성된 LCP(Local Control Panel)를 대체하게 된다. 이번 고창시험장S/S에는 170kV GIS 2 Bay에 설치될 예정이다.

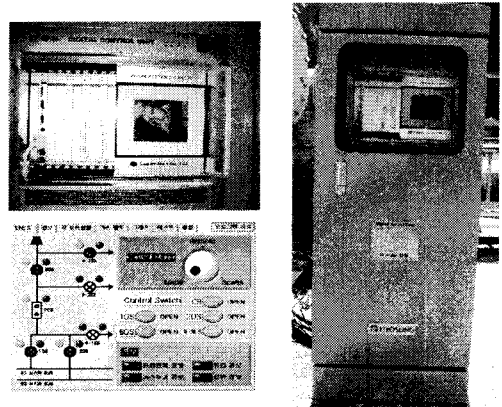


그림 5. 170kV GIS용 DCP

### 2.3.3 예방진단시스템의 적용

그림 4에서 Power Transformer Monitoring(PTM)과

Diagnostic Sensor에 해당하는 것으로써 170kV GIS 2 Bay 및 154kV 변압기 1 Bank에 예방진단시스템이 적용될 예정이며, 표1과 같은 진단항목을 가지고 있다. 표 1과 같이 각 센서에서 측정된 아날로그 신호(4~20mA) 및 디지털 신호(On/Off)는 베이레벨에 해당하는 GIS용 또는 변압기용 DAU(Diagnostic Analysis Unit)에 보내지며, DAU에서는 이 신호들을 취합하여 통신으로 스테이션 레벨의 Station Controller에 보내게 된다.(그림 6 참조)

표 1. GIS 및 변압기의 예방진단항목 및 센서사양

항목	센서	사양	
부분방전	UHF센서(내장형)	500~1500MHz	
GIS	파괴기 열화감시	CT + 신호처리부	전누설전류, 제3고조파분 누설전류 측정 Surge Count기능
	SF <sub>6</sub> 가스밀도 및 고장점 표정	Gas Density Transmitter	출력신호 : DC 4~20mA Power Supply : 24V 온도보상
	차단기 동작특성	DC CT + 보조접점	보조접점 : ON/OFF Trip/Closing coil : DC 0~4V
MTR	절연유 열화 (유중가스)	HYDRAN M2	0~2000ppm, 유중가스 총합 (H <sub>2</sub> , CO, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> ) 및 수분 함유량 측정
	OLTC 모니터링	TM100	점점마모, 토오크, 과부하, 탭위치/동작횟수
	절연유 온도	Oil Temperature Transducer	출력신호 : DC 4~20mA Power Supply : 24V 측정범위 : 0~160℃
	냉각팬/펌프모터 운전상태	AC CT	출력신호 : AC 0~4V
	활선정유장치 압력	PT-3300(압력센서)	출력신호 : DC 4~20mA

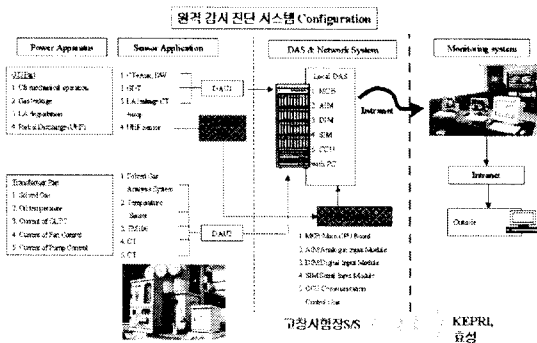


그림 6. 원격감시시스템 구성도

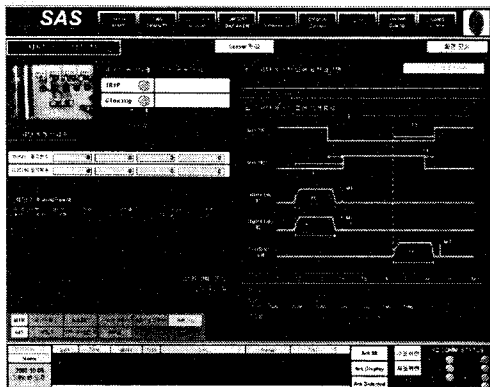


그림 7. 차단기 동작특성 감시화면

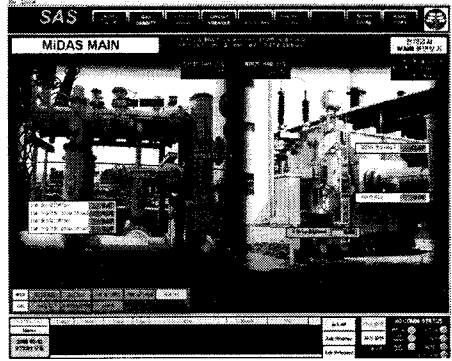


그림 8. GIS 및 변압기 감시화면

### 2.3.4 디지털 보호계전시스템

고창시험장S/S는 모든 Protection 및 Metering에 디지털릴레이가 적용될 예정이다. 기존의 디지털 릴레이는 수A의 전류신호를 받도록 설계되어 전자식변성기와는 호환이 되지 않는다. 따라서, 당사는 전자식변성기의 입출력 특성에 맞춰 설계/제작할 예정이다.

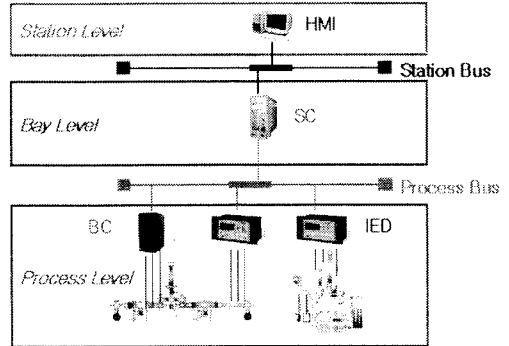


그림 9. 디지털 보호계전시스템 구성도

### 2.4 과제 진행상황 및 향후계획

3차년도(2004.7~2005.6)에는 고창시험장S/S가 설치될 위치의 측량 및 지질조사를 완료하였으며, 전자식변성기 및 부분방전센서의 설계를 완료하였다.

현재, 한진 전력연구원으로부터 변전소 배치도를 승인 받아, 토목 및 건축설계가 진행중이며, 4차년도(2005.7~2006.6)에는 변전소 토목/건축공사 및 변전기기를 제작 완료할 예정이다.

### 3. 결 론

지금까지 당사가 추진하고 있는 인텔리전트 변전소 구축사업에 대하여 소개하였다. 앞에서 밝힌 바와 같이 인텔리전트 변전소는 예방진단시스템, 원격감시시스템, 디지털보호계전시스템이 하나로 통합된 시스템이므로, 모든 시스템이 맞물려 원활하게 운용될때 비로소 인텔리전트 변전소라 할 수 있을 것이다.

따라서, 본 사업을 통해 국내 최초로 인텔리전트 변전소를 구축함으로써, 예방진단시스템, 원격감시시스템, 디지털보호계전시스템의 실증시험을 통해 검증할 수 있게 되고, 동종업계의 국제경쟁력강화에도 큰 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

향후, 이러한 인텔리전트 변전소가 국내 변전소의 대부분을 차지하게 된다면, 변전소를 운영하는 인원이 대폭 축소될 수 있음은 물론이며, 전력기기의 수명을 예측하여, 계통사고를 미연에 방지하게 되어 좀더 안정적인 고 경제적인 계통운영을 할 수 있을 것으로 판단된다.