

# 배전 자동화 시스템의 기술개발 동향

한국전기연구소  
선임연구원 서정일

## I. 배전자동화 시행배경 및 추진상황

사회가 발달하고 경제규모가 커지면 커질수록 일상생활의 전력 의존도는 더욱 높아 질 뿐만 아니라 정보기기등의 보급으로 전력의 질적 향상등 전력공급 신뢰도가 더 한층 요구되고 있다. 현재 배전선로 사고 발생시 1개선로 전구간이 광범위하게 정전이 되고 변전소에서 1-2회 재폐로를 실시하여 송전을 하여 전력을 공급하고 있으나 선로가 지락/단락 사고시 해당지점 작업원이 현장에 출동하여 사고구간을 분리하고 나머지 건전구간을 개폐기를 조작하여 부하용량을 실시해서 전기를 공급하고 있다. 그러나, 대도시의 상시 교통정체와 정전으로 인한 신호기 정지로 교통체증이 야기되어 현장 도착시간이 과다하게 소요되고, 고객 건물내부에 설치한 개폐기의 조작 곤란으로 예상 밖으로 장시간 정전이 이어지고 있는 실정이다. 이에 따라 배전선로 정전범위 극소화 및 정전시간단축등 배전계통의 효율적인 운용 및 전력공급 신뢰도 향상을 위하여 배전자동화가 필요하게 되었다. 다음은 배전자동화의 3대 기능이다.

- ◆ 선로운전 자동화:선로사고 또는 작업정전시 처리
- ◆ 원격 자동 검침:각종 계량기의 원격 검침 (시간대별, 최대전력량등)
- ◆ 원격 부하 제어:하계 피크전력 저감효과

국내에서도 오래전부터 배전자동화와 관련된 연구가 진행되어 왔으며 특히 정보, 통신기술의 발전에 따라 급속도로 발전하고 있는 상황이다 <표 1> 배전자동화 시스템은 전력계통에 관한 기술 뿐

<표 1> 국내 배전자동화 시스템 추진사항

년도	항 목	비 고
64	고장구간 자동검출 개폐기	
66	Recloser	대구간 분리
70	Sectionalizer	소구간 분리
87	SF <sub>6</sub> Gas 개폐기	IS 대체, 수동조작형
88	경기지사 시스템	미국 Emdton 시스템 도입 PLC 통신방식
93	KODAS 시스템 실증연구	국내기술 PLC+Pair Cable+CATV

만 아니라 단말장치등의 전자기술, 데이터 전달을 위한 통신기술, 중앙제어장치의 전산기술 및 전체 시스템의 통합을 위한 SI기술이 접목되어 있는 시스템 기술이다. 이러한 이유에서 선진국에서는 이미 오래전부터 배전자동화 시스템을 운용하고 있으나 국내에서는 최근에 이에 관하여 활발히 추진되고 있는 상황이다.

## II. 배전자동화 시스템 개발동향

앞서 언급한 바와 같이 배전자동화 시스템은 현대 첨단 기술이 관련된 복합 시스템기술이다. 따라서, 여러 방면에 기술수준이 높은 선진국들이 배전자동화 시스템 기술을 많이 가지고 있는 것도 당연하다고 생각된다. 배전자동화 시스템은 크게 보선사령실에 위치하는 중앙제어장치, 전주에 설치되는 개폐기와 단말장치 및 이를 연결하는 통신 시스템으로 크게 나눌 수 있다.

### 1. 중앙제어장치

배전자동화 시스템에서 단말장치가 감각기관이고 통신이 신경이라면 중앙제어장치는 두뇌와 같은 역할을 담당한다. 조작자에게 각종 현장정보를 제공하고 명령을 받으며, 선로운전자동화 알고리즘에 의하여 선로절체등 각종 역할을 맡고 있다.

#### ○ 지리정보 시스템과 연계운용

외국의 대부분 시스템은 지리정보시스템(GIS)과 같이 연동되어 어느 지점에 사고가 발생하면 그 지역의 지도와 함께 고장난 구간을 표시하며 현재 정전된 호수등 관련 정보를 제공할 수 있는 구조로 되어 있다. 또한, 외국의 경우 전기와 가스

가 같은 회사에서 운용되는 경우가 많으므로 가스도 같은 방식으로 처리되고 있다. 국내에서는 KODAS 프로토타입 시스템에서 연동되어 사용되었으나 여러가지 문제로 현재 고압결선도만으로 운용되고 있는 상황이다.

#### ○ 개방형 시스템 및 Downsizing

컴퓨터 시스템의 측면에서는 개방형 분산시스템의 사용이 많아지고 있다. 물론 개방형 시스템(Open System)이라는 용어는 그 정의에 관하여 논란이 많지만, 중앙제어장치에 사용되는 컴퓨터 시스템은 이전에는 각 제작회사가 독자적인 OS를 사용하는 특수용도의 시스템이었으나 현재는 일반적으로 널리 알려진 기종을 사용한다. 특히, 이전에는 Unix, VMS등의 OS가 많이 사용되었으나 최근에는 Windows NT를 사용한 시스템이 많아지고 있다. 이는 Windows NT가 소형 PC에서 대형 시스템에 이르기까지 적용이 가능하고 일반인에게 친숙한 환경등 여러 장점이 있기 때문에 급속히 확산되고 있다. 이와 같은 맥락으로 PC가 성능을 급격히 향상하여 이전의 대형시스템과 같은 성능을 나타내게 되자 ABB MicroScada시스템과 같이 중앙제어장치를 PC로 구성하는 시스템도 나타나고 있다. (그림 1)은 유럽지역의 설치예정 시스템의 점유도를 나타내는데, PC 와 워크스테이션이 절반이상을 차지하고 있다는 것을 알 수 있으며 미국지역인 경우 유럽보다 더 Downsizing이 가속화되고 있다.

#### ○ 종합배전자동화

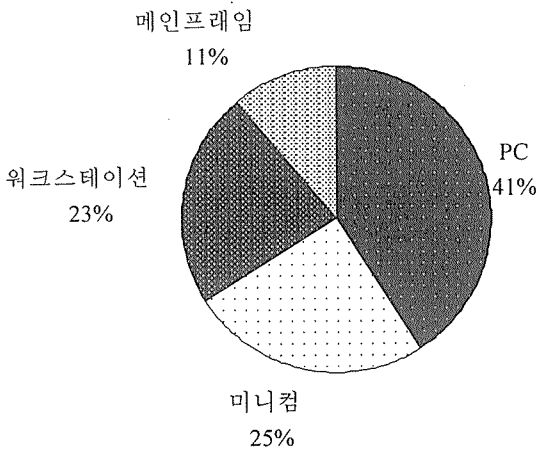
종합배전자동화 시스템은 일본에서 추진되고 있는데, 설계부터 운용에 이르기까지 전 과정을 배전자동화 틀속에 묶음으로서 운용의 효율성을 높

이고자 한다. 특히, 전력정보제어 시스템기술로 전력기간 디지털 네트워크를 구성하여 발전분야에서 현장 수리요원 지원 시스템까지 전체 시스템을 통합관리하는 것도 추진되고 있다. 국내에서도 배전 관련분야에 대해 이와 유사한 작업이 진행중이다.

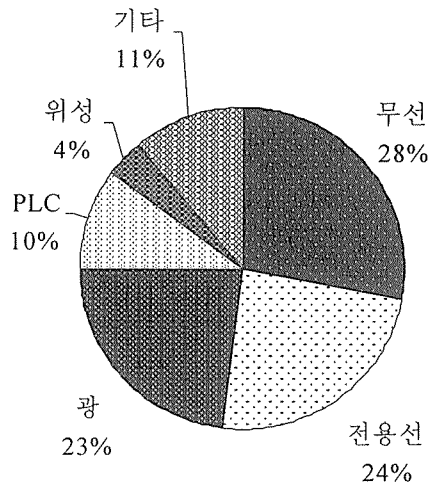
○ 신 소프트웨어기술의 적용

새로운 소프트웨어기술의 적용은 매우 중요하다. 왜냐하면 중앙제어장치는 실시간 처리 소프트웨어로 이루어져 있기 때문이다. 이전의 전문가 시스템 기법의 적용으로 부터 신경망, 유전이론과 같은 최신 인공지능 기술이 적용되고 있으며, DCS 기술의 적용으로 집중제어 방식에서 분산제어형태로 바뀌어 가고 있고, 객체지향기법을 응용한 방안이 연구되고 있다.

선로들에는 중간중간에 개폐기가 취부되어 있으며 이것에 단말장치가 연결되어 중앙제어장치와 통신을 한다. 따라서 통신의 속도와 기술이 전체 시스템의 성능에 큰 영향을 미치게 된다. 최근 정보통신분야에 눈부신 발전으로 관련 부분의 발전이 두드러진다. 그러나, 빠르다고 반드시 좋다는 식은 곤란하며 사용목적과 비용의 관계를 따져서 판단할 필요가 있다. 각 통신방식의 특성상 서로 장단점이 있고 각 나라의 내부 사정이 다르기 때문에 어느 방식이 적합하다고 하기는 곤란하다. (그림 2)는 유럽지역에서 계획되고 있는 SCADA관련 프로젝트에서 사용예정인 통신방식이다. 무선, 전용선(임대선로포함), 광을 이용한 통신방식이 전체의 3/4을 차지하고 있는 것을 알 수 있다. 다음은 현재 배전자동화에서 사용하거나 사용이 계획되고 있는 통신방식이다.



(그림 1) 유럽지역 기종별 점유도



(그림 2) 유럽의 통신방식(계획)

2. 통신시스템

배전자동화 시스템은 넓은 지역에 산재되어 있는 선로들을 감시하고 제어하는 시스템이다. 이

○ PLC(Power Line Carrier) 방식

이 방식은 기존의 전력선에 캐리어 신호를 부가하여 통신하는 방식으로 전력회사가 보유한 선로

가 수용가까지 모두 연결되어 있으므로 매우 저렴한 통신방식이다. 이는 유럽지역에서 많이 이용되고 있으며 국내에서도 경기지사 시스템에 사용되고 있고 KODAS 시스템의 경우 원격검침에 사용되고 있다. 이 방식은 리플제어방식과 확산 스펙트럼방식으로 나눌 수 있으며 일반적으로 수백 kbps급 정도의 속도를 나타내고 있고, 단점으로는 부하변동 및 선로구성 변경등의 외란에 의한 신뢰도가 낮고 장거리 선로에서 고속통신을 실현 할 경우 전송영점이 발생하는등의 문제가 있으나 일본의 경우 동경전력만이 이 방식을 고수하여 17-19%정도 차지하고 있으나 수용가와의 데이터 교류가 빈번해 짐에 따라 타 통신방식으로 변경이 계획되고 있다.

#### ○ Pair Cable 방식

이는 말그대로 Pair Cable을 선로와 병행하여 포설하고 모뎀으로 일대일 또는 일대다 통신하는 방식으로 수천bps급 속도와 경제성으로 인하여 넓지 않은 지역에 일반적으로 널리 사용되는 방식이다. 일본의 경우 대부분을 차지하고 국내 기술로 개발된 KODAS 시스템도 같은 방식을 사용하고 있으며 단점으로는 노이즈 및 유도등에 대한 대비가 필요한 점이다.

#### ○ 동축케이블(CATV) 방식

현재 도심지역에는 동축케이블을 이용한 CATV 방송이 각 가정까지 포설되어 있다. 여기에는 수십개의 채널로 동시에 전송이 가능하며 한국의 경우 멀티미디어 양방향 통신도 가능한 방식이며 한국전력이 전체 망의 60%정도 보유하고 있어서 외국과는 달리 배전자동화 통신수단으로 사용이 계획되고 있다. CATV 채널중 일부를 배전자동화에

할당하여 통신하는 방식으로 사용되며 수십Kbps급의 고속통신이 가능하다. 하지만 단점으로는 증폭기가 중간중간에 필요하며, 선로 사업자가 지역마다 다르고, 대도시 이외에는 포설되어 있지 않다는 점, 유합잡음에 대한 대책등이 있다. 일본의 경우 관서전력이 시험사용중이며 KODAS 시스템도 일부구간에 대해 성공적으로 시험을 끝낸 상태이다.

#### ○ 광케이블 방식

전력계통망과 첨가된 경우 광의 특성상 잡음이나 서어지등의 유도가 없고 아주 장거리를 수십 Mbps급의 고속으로 통신이 가능한 것이 장점이나 배전선로와 같이 Multidrop의 형태에서 많은 접속개소가 필요한 경우 기술적, 경제적 문제가 있다. 특히, 전력유도가 예상되는 전력구 구간에서는 효과적이며 일본의 북해도전력, 구주전력등에서 시험운용중인 상태이다. 이러한 이유로 전구간에 걸친 광케이블 사용보다는 일부구간에만 사용하고 나머지는 타 통신방식과 병행하는 하이브리드 방식이 많이 사용된다. 유럽등 선진국에서는 점차 사용이 늘고 있다.

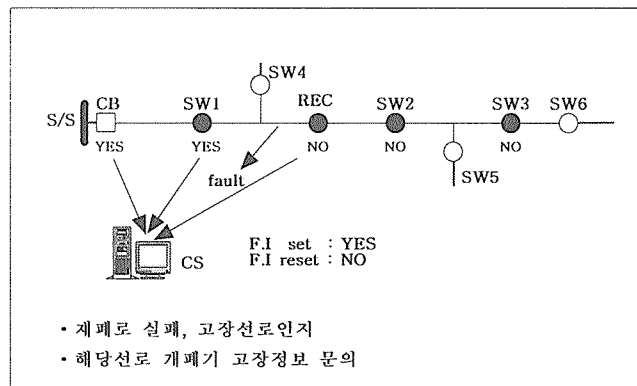
#### ○ 무선통신 방식

배전자동화의 특성에서 생각하여 보면 무선통신은 아주 좋은 통신방법이다. 왜냐하면 별도의 통신선로 포설이 필요없고, 전주의 이설등이 자주 발생하기 때문에 이에 따른 통신변경등의 작업이 필요없고 놓여준 지역처럼 상당히 긴 선로에서도 손쉽게 적용이 가능하기 때문이다. 하지만 우리나라는 출력 및 주파수의 할당 및 사용에 대한 것이 법으로 매우 엄격히 규제되고 있으며 고속 양방향 디지털통신에 대한 기술 및 중계국 설치등의 문제

가 있는 실정이다. Alligator Communication사 등 외국의 단말기 회사들은 무선방식 적용에 대한 기술개발이 활발하며 AGCF, ADC, ALC등 무선방식의 신뢰성확보를 위한 각종 기술을 부가하고 있다. 일반적으로 최대 5W급의 출력으로 300MHz, 900MHz 주파수 구역을 사용한다. 특히 적은 출력으로 중계국의 수를 최소화 하기위하여 Multiple Repeater기능을 제공하는 회사가 많다. 즉, 특정 단말장치가 데이터를 받으면 다시 중계기처럼 다른 단말기로 송신하는 방법이다. 국내에서는 PCS 및 TRS망을 이용한 연구가 계획되고 있다.

### 3. 단말장치

단말장치는 현재 선로의 각종정보를 취득하고 통보하거나, 중앙제어장치에서 보내온 명령을 해석하여 개폐기를 제어하는등의 역할을 담당하는 기기이다. 일본의 경우 저압, 단거리이며 순송방식이 주를 이루기 때문에 구조가 간단하나 우리나라를 포함한 대부분의 경우 고속 고장처리를 위한 고장표시기(Fault Indicator,FI)를 사용하고 있다. 그림 3은 FI의 예이며 Fault로 표시한 부분에 사고가 났다면 전단 단말에 FI가 설정된다.



(그림 3) Fault Indicator 예

#### ○ 취득정보

일반적으로 3상의 RMS 전압, 전류, 중성점 전압전류, KW, KVar, 위상각, 전류방향, 고장전류 표시기(FI), 각종 상태등의 데이터를 취득한다. 이 또한 각국의 배전자동화의 목적 및 통신방식에 따라 상이해진다. FI가 단말장치에 내장되어 있지 않고 FI만 있는 제품도 있는데, Nortroll사의 LineTroll제품인 경우 CT없이 전계와 자계에 의해 선로를 감시하기 때문에 전주에 결선작업 없이

설치가 가능하고 사고발생시 배터리로 동작되는 램프가 켜져서 선로순시원이 이를 보고 고장구간을 파악할 수 있도록 되어 있다.

#### ○ 프로토콜

중앙제어장치와 단말장치간에는 통신을 위한 프로토콜이 있어야 한다. 프로토콜이란 일종의 약속으로서 어떠한 명령을 내려보내면 어떻게 응답한다는 식의 것들이다. 하지만 중앙제어장치와 단말

장치를 만드는 회사가 많다보니 서로 각자 회사에 맞는 프로토콜을 가지고 있다. 따라서, A사의 중앙제어장치를 사용하는 곳은 B사의 단말장치와 통신은 곤란하다. 따라서, 이를 표준화하여 호환성을 보장하자는 모임이 있는데 Harris사가 주도하고 유수의 자동화 업체가 참여하고 있는 UCA의 DNP등이 있다.

### ○ 기타정보

Harris사의 DART RTU 경우 보호협조나 통신없이 자동적으로 고장구간을 차단하는 방식을 미국의 Long Island Lighting 사(LILCO)에 설치하여 성공을 거두었다고 한다. 또한, REMSDAQ 사의 RTU는 모듈설계를 도입하고 모듈간 고속의 LAN으로 접속하고 사용자 프로그램이 가능한 로직회로를 구현하여 여러분야에 적용이 가능한 확장형 RTU이다. 기타 많은 RTU회사들이 독특한 상품을 출시하고 있다.

### Ⅲ. 결론

앞서 살펴본 것처럼 배전자동화 시스템은 각국의 송, 배전에 대한 운용방안 및 각종 법규에 따라 상당히 상이함을 알 수 있다. 특히, 우리나라인 경우 고려하여 할 사항은 대도시 인구밀집, 신규 선로의 신설, 이설, 하계 피크부하에 의한 선로 채구성이 빈번하고, CB 조작권이 없는 등 외국의 경우와 많은 차이점이 있다. 몇 해전 일본의 모회사 배전계통이 다른 나라에 배전자동화 시스템을 납품하였다가 많은 문제를 일으킨 사례도 있다. 따라서, 국내 실정에 맞는 배전자동화 시스템의 개발이 필수적이라고 생각되며 추후 동남아등 개발도상국으로의 많은 수출이 예상될 뿐만 아니라, 턴키 베이스의 시스템 프로젝트로 수행되므로 기술집약적인 전략 수출 품목으로 육성하여야 한다고 생각된다.

