

디지털 신호를 입력받을 수 있어야 하며, 유효전력, 무효전력 및 전력량 등을 계산할 수 있는 프로세싱 기능은 가져야 한다. 특히 최근에는 교류파형, 전기품질, 전력계통 동요 등에 관한 데이터를 저장할 수 있어야 한다는 것이 언급되고 있다. 또, DNP 프로토콜 등 국제 표준 프로토콜을 지원할 수 있어야 한다.

(4) Power Supply

선로 정전시에도 단말장치가 정상 동작하도록 구동전력의 공급이 가능해야 하며, 유지보수 없이 재충전이 가능해야 한다. 온도에 관계없이 정상성능을 발휘해야 하고, 충전량, 과전압, 저전압에 대한 자기진단 기능 구비되어야 한다.

3. 일본의 배전자동화

일본은 배전자동화를 상당히 오래전에 시작해서 전국에 배전자동화가 거의 완료된 상태이다. 1980년대까지는 자동화 개폐기의 기능을 이용하여 고장구간을 자동 구분하는 방식을 사용하였으며 89년대 중반부터 컴퓨터시스템이 도입되었다. 2001년도 초의 일본의 자동화시스템 설치현황은 <표 1>과 같다.

<표 1> 일본의 전력회사별 배전자동화 추진율

구분	동경	중부	북부	관서	중국	사쿠	구주	북해도	오기나와	계
영업소 수	126	75	29	41	45	10	58	70	4	463
자동화 적용수	125	75	29	41	32	10	52	70	4	446
자동화율(%)	99	100	100	100	71	100	90	100	100	96%

3.1 일본의 배전자동화 기술동향

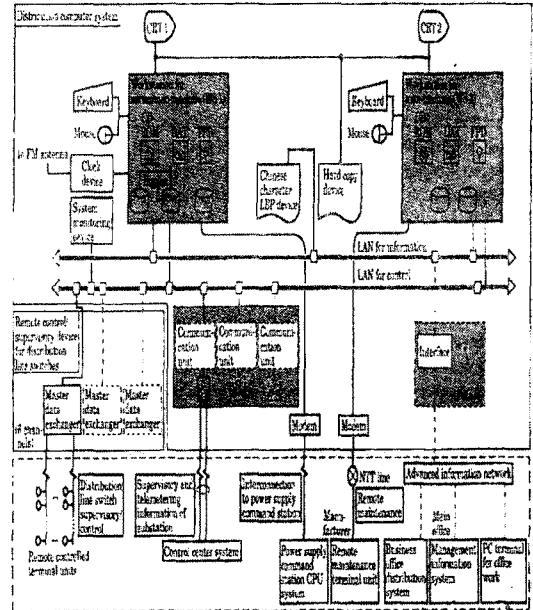
배전사업소의 규모에 따라 대규모, 중규모, 소규모 등 세 종류로 배전자동화 시스템이 구분 적용되고 있다. 현재는 배전계통 운전과 관련된 데이터를 처리하고 있는 업무기계화 시스템 등 타 전산시스템과 배전자동화 시스템의 연계를 다각도로 추진중이다. 원격감시제어의 기능구현은 이미 완성되었기 때문에 경제적 효과를 얻을 수 있는 선로 공급용량 상향운전 기능을 구현하는데 주력하고 있다. 또, 시스템의 신뢰도를 높이기 위한 주장치이 중화나 관련 시스템과의 연계 확대 및 인터넷을 통한 정보공유 등에 관심을 기울이고 있다. 일본의 배전자동화 시스템 업그레이드 방향은 <표 2>에 보인다.

<표 2> 배전자동화 시스템의 향후 업그레이드 방향

항목	현행 자동화시스템	고도자동화	장점
시스템 구성	Mini-Computer 집중형 시스템	Client-Server 구조의 Open 분산형 시스템	업무병행 처리가능
상호복구 (부하용량 계산)	용량단수 3단	용량단수 5단	배전선 이용률 향상에 의한 배전선 투자억제
병렬사고 복구	제어시간 전도연락에 의한 복구	전력계통 감시제어시스템과 연계하여 자동복구	변전소 병크 사고시의 정전시간 단축
유지보수 (Maintenance)	자동화시스템 개별 Maintenance	업무기계화 시스템과 연계하여 자동 Maintenance	Maintenance 업무의 효율화
수용가 수전 정보 수집	수용가 수전정보를 단위별로 표시	수용가 수전정보를 계통도상 표시	평상시, 사고시의 대응신속화

3.2 일본의 전력회사별 배전자동화 추진이슈

<표 3>에 나타난 바와 같이 전력회사별 배전자동화의 추진 이슈를 보면 최근 일본에서 주안점을 어디에 두고 있는지를 알 수가 있다. <그림 1>은 최근에 소개되고 있는 이중화된 배전자동화 시스템의 구성도이다.



<그림 1> 오기나와전력의 배전자동화 시스템 구성도

<표 3> 일본의 전력회사별 배전자동화 추진이슈

회사	업무효율화 측면	계통운용측면
북해도	· 배전종합관리 시스템 개발	· 새로운 5,000KVA급 배전방식 채용
동북	· 배전설계서 작성시스템 개발 · 전압변동 해석지원시스템 개발	· 배전자동화시스템의 상시활용에 의한 배전선로 이용률 향상
동경	· 배전종합관리 시스템의 전 사업소 도입완료	· 배전계통 운전용량 증대 · 배전선로 구간전류 감시시스템
북부	· Mapping시스템 · Mobile PC의 활용	· 배전선 상시운전용량 상향 · 주상변압기 이용률도 상향 · 배전자동화 영업시간 연계
중부	· 배전업무 종합지원 시스템 구축	· 배전계통의 최적연계 구성을 통한 대응용량 적용기준의 책정 · 배전자동화시스템과 타시스템 연계
중국	-	· PHS를 이용한 지락방향 검출 시스템의 개발 · 계통계획 지원시스템의 개발
사쿠	· 배전지리정보 시스템 구축	· 배전계통 감시제어를 검점사업소에 집중화
구주	· 배전공사 종합 온라인 시스템의 개발	· 배전자동화시스템을 활용한 설비운용 고도화

3.3 일본의 배전자동화 기능

동북전력의 시스템을 기준으로 배전자동화의 기능을 살펴보면 배전계통 원격감시제어 및 고장처리 기능은 배전자동화 시스템의 핵심기능으로서 장기간의 현장적용을 통해 매우 높은 신뢰도를 확보하고 있다. 한국의 시스템과 비교해 볼 때 변전소 운전정보 취득방식의 차이로 인해서 구현이 불가능한 기능을 제외하고는 대부분 국내에서도 이미 개발이 완료되었거나 개발이 진행중이며, 일부 기능은 미흡한 부분을 보완하고 있다. 따라서 일본과 한국시스템의 기능상 차이는 크지 않다. 분명한 차이가 있는 부분은 변전소 CB의 제어와 변전소 계전기의 동작정보 취득이 일본은 되는데 한국은 정책적인 제한으로 불가능하다는 것이다.

<표 4> 배전자동화 시스템의 규모별 기능 비교

기능	설명	Server급		Client급	한국
		대도 사용	중도 사용		
현장기기 원격감시 제어기능	단말장치로 부터 원격제어 및 데이터취득	○	○	○	○
	투입시간 등 원격 징정	○	○	○	○
	전압, 전류, 위상차 등 계측	○	○	○	○
변전소 원격 제어기능	차단기의 투입/개방 상태 감시	○	○	○	개발
	계전기 동작정보 감시	○	○	○	x
	43A(재폐로 스위치) 수동/자동 제어	○	○	○	x
시스템 자기 동운전	모션 전압/전류, 선로인출전류 계측	○	○	○	개발
	배전계통 고장인지 및 부하운동 운	○	△	△	보완
	과부하 회피 운전	○	△	△	보완
배전계통 도 표시기	계획정전에 대한 전체운전	○	△	△	보완
	배전계통도 및 지형도 표시	○	△	△	○
	변전소 단선도상에 데이터 표시	○	○	○	개발
시플레이 션 기능	선로고장시 자동부하운동 시플레이션	○	○	○	보완
	선로 메인テナンス 훈련 기능	○	○	○	○
메인テナンス 기능	배전계통도 및 지형도 메인テナンス	○	△	△	○
	설비데이터 및 변전소 단선도 메인テナンス	○	△	△	개발
정보 서비스 기능	선로 정전시 관련정보(도로명 및 수용가 데이터 등)	○	-	-	개발
	정전 스케줄러 정보(도로명 및 수용가 데이터 등)	○	-	-	개발
자동 메인テナンス	통신장치, 단말장치, 개폐기, 통신경로 등의 상태 자동감시	○	○	○	○
사운드 경보 기능	고장발생시 안내 벨, 부저, 차임 등을 이용한 경보 기능	○	-	-	개발
타임 정정 기능	시스템 제어시간 정정 기능	○	○	○	○
대화면 스크린 표시	대화면 스크린에 시스템 운전상태 표시	○	-	-	○

3.4 일본의 향후 배전자동화 추진방향

그동안 일본에서는 가격이 비싼 시스템 구축비용을 낮추기 위해 주장치의 이종화를 시행하지 않았다. 그러나 세계적인 추세를 반영하여 1998년 처음으로 시스템의 신뢰도를 높이기 위한 주장치 이종화시스템이 개발되었다. 또, 전력회사별로 다르지만 배전업무를 처리하는 타전산시스템과의 연계가 적극 추진되고 있다. 예를 들면 우리나라의 신배전정보시스템(NDIS)과 유사한 업무기계화시스템과 배전자동화 시스템의 연계 등이 추진되고 있으며, 상위사업소에서 하위사업소의 배전계통을 감시제어

할 수 있는 서버/클라이언트 개념의 시스템 설계가 적극 검토되고 있다. 이 경우 서버급 시스템과 클라이언트급 시스템은 기능상에 차별화를 두고 있다. 차세대 배전자동화 시스템은 각 지점의 시스템을 LAN망을 통해 상호 연계하여 넓은 지역의 배전계통을 한꺼번에 운전할 수 있는 광역 배전자동화 시스템을 구현하려 하고 있다. 또, 배전자동화 운전정보를 배전자동화 운용자용 모니터 뿐만 아니라 개인용 PC에서도 인터넷망을 통해 확인해 볼 수 있는 정보공유시스템이 개발되어 시범적으로 설치되고 있다. 정보공유시스템(Shared Information System)은 사전 인증을 받은 개인 PC에서 배전계통의 실시간 운전정보를 원격지에서 볼 수 있으며, 자동화시스템에서 사고발생 정보를 지정된 개인 PC에 표시하게 할 수 있다. 또, 현장 출동자가 휴대하는 휴대용 터미널에서 현장 설비의 사건이나 점검표의 등록이 가능하고, 기종이 다른 서버간의 정보 공유가 가능하다.

4. 중국의 배전자동화

중국에서 생각하고 있는 배전자동화의 정의와 목적은 상당히 폭이 넓다. 배전계통의 자동화는 현대 전자기술, 통신기술, 컴퓨터 및 회로망기술을 이용하여 배전망의 온라인데이터와 오프라인데이터, 배전망데이터와 고객데이터, 전력계통망 구조와 지형에 대한 정보를 통합하여 완벽한 자동화시스템을 구축함으로써 배전계통의 정상적인 운영 및 사고발생시 감시, 보호, 제어, 전력사용과 배전관리의 현대화를 구현하는 최첨단시스템으로 정의하고 있다.

4.1 중국의 배전자동화 추진목적

배전자동화를 실시하는 목적은 전력공급의 신뢰도 및 전력품질과 서비스품질을 향상시켜 기업의 경제성과 기업의 관리수준을 향상시킴으로서 전력공급자와 고객 모두에게 이익이 되도록 하는데 그 목적이 있으며 세부 내용은 다음과 같다.

- ① 고장으로 인한 정전횟수와 정전시간을 감소하고 정전범위를 축소하여 최종적으로는 정전이 없도록 할 것
- ② 과도전압 및 정상전압의 품질을 감시, 개선할 것
- ③ 설비보수시의 정전시간을 단축할 것
- ④ 회로망구조와 무효전력을 개선하여 전기에너지 손실을 최소화할 것
- ⑤ 전력공급설비의 이용율을 향상하여 공급능력을 증강시킬 것
- ⑥ 부하를 효과적으로 조정하여 부하차(피크부하치와 기저부하치의 차)를 감소시킬 것
- ⑦ 고객을 위한 서비스의 반응속도와 서비스품질을 향상시킬 것
- ⑧ 고장발생 시 고객에 대한 응답능력을 개선할 것
- ⑨ 계통의 정보자원을 공유할 것

4.2 중국의 배전자동화 시스템 기능

중국에서는 송변전 계통중에서 배전용 변전소에 전력을 공급하는 송변전설비는 배전급에 포함시키고 있다. 따라서 배전자동화의 기능에 변전소 자동화가 언급되고 있는 것으로 보인다. 급전자동화시스템, 변전소와 배전소(개폐소)의 자동화, 안전자동화(FA), 자동제도/설비관리/차리정보 시스템(AM/FM/GIS), 배전계통 운영관리 자동화, 배전망 분석 소프트웨어(DPAS), 기타 시스템과의 인터페이스 등을 배전자동화의 기능이라고 말하고 있다. 배전자동화의 등급은 적용사업소의 규모에 따라서 3단계로 나누는데, 등급별로 필수기능과 선택기능으로 나누어

구현항목에 차이를 두고 있다. 다음 <표 5>는 등급별 배전자동화 시스템의 기능을 나타낸 것이다.

<표 5> 중국 배전자동화 시스템의 기능

유형	필수기능	기본기능			한정 개발 진행	선택기능
		I 급	II 급	III 급		
배전 계통 제어	1. 개폐기 상태감시	○	○	○	○	<I>급 21. 사고추적 (History) 22. 이벤트순 서기록 23. 부하예측 24. 조류계산 25. 안전분석 26. 상태예측 27. 전압/무효 최적화 28. 계통구성 최적화 29. 회로망 결 선분석 30. 단락전류 분석계산 31. 배전망 계 획설계
	2. 전체조작 감시	○	○	○	○	
	3. 경보발생 (부하 및 전압한 도 초과)	○	○	○	○	
	4. 원격제측	○	○	○	○	
	5. 개폐기 원격제어	○	○	○	○	
	6. 원격설정 (Setting)	○	○	○	○	
	7. 정선관리(고장신고, 고장 진단, 위치확인, 자동분리, 송전회복)	○	○		○	
	8. 유지보수 관리	○			○	
	9. 조작순서 작성	○			○	
	10. 중요고객 통보	○			○	
	11. 선로손실/전압합격을 분 석	○	○	○	○	
	12. AM/FM/GIS	○			○	
변전 소자 동화	13. 변전소 원격감시제어 + 정보제공	○	○		○	
	14. 정상운전감시제어(보호, 구간분리, 활선, 제어)	○	○		○	
선로 자동 화	15. 고장인지, 고장구간확인, 자동분리, 송전회복	○	○	○	○	
	16. 원격검침 (전력량, 부하 곡선, 전압곡선)	○	○		○	
전력 사용 관리	17. 부하관리 (부하집중제어)	○	○		○	
	18. 고객의 고장신고 전화응 답	○			○	
	19. 고객 정보검색	○	○	○	○	
기타	20. 타 시스템 인터페이스	○	○	○	○	

중국의 배전자동화 기기규격을 보면 우리보다 높은 수 준을 요구하고 있는 항목들이 눈에 띈다. 단말장치를 포 함한 개폐기의 전압, 전류 계측정밀도가 ≤1.0%로 우리 보다 높고, 기기의 온도특성도 북쪽으로는 춥고 남쪽으 로는 더운 지역적인 환경을 반영하여 우리보다 범위가 넓다. 따라서 이러한 요구조건을 만족하려면 고가의 부 품이 사용되어야 한다.

4.3 국내 배전자동화 기술의 개선방향

외국의 시스템과 비교해 볼 때 개선이 필요한 부분은 다음과 같다. 기능면에서 손실감소 및 배전선로 운전용 량 증대를 구현할 수 있어야 하고, 특히 상당히 정밀한 수준의 전기품질 감시 기능이 구현될 수 있어야 한다. 기기의 규격과 관련해서는 계측정밀도가 국내는 ±3%인 데 반해 외국에서는 ±1.5% 를 요구하고 있다. 기기의 온 도특성도 국내는 -25℃~+70℃로 좁은데 비해 외국에서 는 -40℃~+85℃가 요구되고 있다. 전압이나 전류 파형 의 샘플링율이 국내에서는 1주기당 16샘플인데 비해 외 국에서는 128샘플을 구현함으로써 매우 자세한 파형분석 및 정확도 높은 계측이 이루어지고 있다. 고장처리 범위 면에서도 국내에서는 배전선로의 고장만을 처리하는데 일본에서는 변압기 탭 고장과 같은 광역 고장처리 까

지 가능하다. 외국에서는 배전계통의 조류계산을 수행하 여 무효전력제어 및 전압제어 등의 기능도 배전자동화 운전애 반드시 포함시키고 있다. 배전계통의 접지방식으 로 미국이나 한국, 대만 등은 다중접지 방식인데 반해 일본이나 중국, 유럽 등은 비접지 방식을 사용하고 있다. 따라서 비접지 국가에 적합한 고장표시기가 개발되어야 한다. 위에 언급한 바와 같이 외국 기술수준에 비해 미 흡한 부분은 앞으로 추가적인 연구개발이 필요하다.

5. 결 론

외국의 배전자동화 시스템과 국산 시스템을 비교해 보 면 기본적인 기능면에서는 상당한 수준에 이르고 있음을 알 수 있지만 일부 항목에서는 아직 부족한 부분이 있 다. 미국이나 일본보다 매우 높은 수준의 목표를 설정한 중국의 배전자동화는 현재 구현된 것이 아니라 목표일 뿐이지만, 중국에서는 배전자동화 사업을 추진하기 전에 각각의 배전자동화 시스템을 관련분야 기술자들이 두루 둘러보고 나서 매우 수준 높은 배전자동화의 최종 목표 를 설정하였다고 한다. 중국에서 원하는 수준의 시스템 을 구현한 곳은 없는 것으로 보이나 기술발전 추세로 볼 때 멀지 않은 시기에 구현이 될 것이다. 순수 국내기술 로 시스템을 개발하고 있는 우리나라에서도 중국이 수립 한 목표와 외국의 기술추세를 참고하여 국내 환경에 적 합한 최종목표를 설정하고 연구개발을 계속 추진해 나가 는 것이 바람직하다.

[참 고 문 헌]

- [1] 전력연구원, "배전자동화용 응용프로그램 개발 및 시스템 간 연계에 관한 연구 중간보고서", 2001. 10
- [2] Pennwell, "Distribution Automation Solutions for Success" DtribuTECH 2001 USA, 2001. 2
- [3] Fuji Electric, "Distribution Automation System for the Okinawa Electric Power Co.," Fuji Review, 1998. 4
- [4] Fuji Electric, "Distribution Automation System for Tohoku Electric Power Co.," Fuji Review, 1998. 4
- [5] 中國電力局, "配電系統 自動化 計劃設計準則"