



1. 서 언

전기학회가 발족한지 50년을 뒤돌아보면서 전기사용자와 가장 근접한 위치에 있는 배전분야의 그간의 발자취를 돌아켜본다는 것도 큰 뜻이 있다 하겠다.

종래 우리나라의 배전전압은 고압 3.3^{KV} △ 방식, 저압전 등 100^V 단상2선식, 동력 200^V △ 방식을 채용하여 오던 중, 1950년 6.25동란은 가뜩이나 취약한 노후설비를 최악의 상태로 몰아넣었으며, 가까스로 전계에서 복구는 하였으나 설비의 공급력은 크게 부족하였고 기자재의 조달도 어려운 실정이었다.

전기3사가 통합한 1961년 당시는 전력생산이 수요에 크게 미치지 못하여 제한송전을 하였고, 공급의 우선순위를 정하고 순위별배전선을 구성하였다. 그 명칭도 다양하여 전용선, 특선(주·야간공급), 야간선 ... 등으로 동일장주에 여러 종류의 고·저압선과 변압기를 설치하였고, 설비의 노후화, 전력손실과다는 물론 공급신뢰도는 도저히 기대할 수 없었다.

그러나 1957년 ICA기술훈련TEAM이 10개월간의 훈련을 마치고 귀국하였고, 1964년 4월 1일을 기하여 제한송전이 해제되면서 배전분야도 새로운 전기를 맞이하게 되었다.

특히 1965년 12월 30일 농어촌전력화촉진법이 국회를 통과·공포됨으로써 한전은 1970년까지 전국의 미전화농어촌지역을 조사하여 공급방안을 마련하였다. 이와 병행하여 정부는 1970년 12월 5일에 농어촌전력화장기계획을 발표하면서 1979년까지 완전전전화할 것을 다짐하였다.

2. 배전기술의 발전과정

2.1 일차배전전압승압

기존의 3.3^{KV} △ 배전방식을 Y결선· $\sqrt{3}$ 배 한 5.7^{KV} Y 방식으로 승압한다면 중성선가설과 다중접지만으로 시설의 기자재를 재사용할 수 있어 별로 큰 비용을 들이지 않고 $\sqrt{3}$ 배의 공급력과 손실전력이 1/3로 감소함으로 당시로서는 크게 기대되는 배전방식이었고, SMITH HINCHIMEN & GRILL社의 TASK ORDER 보고서에도 한국의 배전시설을 개선하는데 있어 우선적으로 채택할 과제로 추천되었다.

그리하여 1958년 대전지점 마전변전소관내 금산 배전선로에서 5.7^{KV}Y 공통중성선다중접지방식을 시도하였다. 이때 필자는 대전지점의 박광덕, 김현울과 함께 일개월간 현장에서 승압공사에 임하였고, 금산배전선로시험실적을 전기학회지 전기공학 제7집에 발표하였다.

결과를 요약하면 기술적으로는 별로 크게 문제된 것이 없으나, 배전선로와 근접한 대지귀로식 전회선로 또는 전보회로는 통신선유도장해가 있었고, 고압선이 고저항지락사고시, 고장검출의 어려움이 있었다.

1960년 1월 고압선의 고저항사고시의 검출을 용이하게 하고, 인체의 안전을 도모하기 위하여 삼상오선식, 즉 저압선다중접지방식을 남부산변전소관내(2000^{KVA} × 3대) 전배전선로를 대상으로 승압하였고, 이어 대구시내 신암변전소관내에도 확대적용한 바 있으나 중성선의 중복가설에 따른 문제점, 통신선의 유도장해 등으로 5선식은 중지되고 4선식도 1991년도엔 통계에서 사라졌다.

1960년 이후에는 3.3^{KV} △ 방식의 배송압인 6.6^{KV} △ 방식으로의 승압도 시도된 바 있으나 고도경제성장기에 따른 전력수요의 계속적인 증가로 기존전압의 회선증가만으로는 투자의 효율성이나, 장주의 간소화, 급격히 성장하는 수요의 대응조치로는 미흡하여 보다 상위의 배전전압으로의 이행이 불가피하였다. 여기서 고려대상이 된 것이 기존 6.6^{KV} △ 방식을 $\sqrt{3}$ 배승압한 11.4^{KV}Y 방식과 기존의 22^{KV} 송전선을 접지식으로 변경한 22.9^{KV}Y 방식이었다.

22.9^{KV} 또는 11.4^{KV} 승압사업은 1963년 2월 EBASCO사 등의 제의도 있었고 그후 AID, ADB, 차관사업에 전폭적으로 반영됨으로써 확대실시되었다.

우리나라에서 처음으로 시험한 22.9^{KV}Y 배전은 1965년 10월 대구지점관내의 기존 22^{KV} 약목송전선로(비접지) 9KM를 접지면압기를 통하여 22.9^{KV}Y 공통중성선다중접지 3상4선식으로 배전화하였으며 저압측도 인근의 4개부락을 전동 220^V, 동력 380^V로 승압하였고 만족한 시험결과를 얻었다.

특히 5.7^{KV}에서 문제가 되었던 고저항지락사고시의 검출도 지락전류가 대폭증가하여 검출을 용이하게 하였다. 11.4^{KV}Y 승압은 기존의 6.6^{KV} 배전선로를 활용한다는 견지에서 1966년 서울지점관내 포천 1동, 2동지역과 1968년에는 부산지점 부산진변전소 관내를 승압하였다. 그러나 1965년 22.9^{KV}Y로 시험배전을 시발점으로 하여 전배전선로를

22.9^{KV}Y 방식으로 단일표준화하였으며 <표 1>은 1996년 말의 배전전압별 설비 현황이다.

표 1. 배전전압별 설비 현황

(1996년말)

전압	110V	220V	380V	22.9KV	22.9KV 이상	비고
33-△	-	-	-	-	-	완료
5.7-Y	-	-	-	-	-	완료
6.6-△	130	2,387	7,004	4,874	215	2002년 예정
11.4-Y	-	-	-	-	-	완료
22.9-Y	3,787	298,397	783,295	978,465	33,220	98.8% 승압
22-△	-	-	-	-	-	완료
계	3,917	304,701	790,299	983,339	33,435	

서언에서도 언급한 바 있으나, 1964년 4월 1일 이후 전력 제한이 완전히 해제됨으로써 동일장주상의 수회선이 1회선 1루트 원칙으로 정리되면서 선로사고감소, 사고복구시간단축, 손실전력감소 등 배전설비를 개선할 수 있는 길을 터주었다.

1964년엔 우리나라에서 처음으로 서울지점 능곡 배전선로에서 경 AL선을 고압선으로 시사용하였으며, 접속재는 미국 BURNDY사 제품과 공구로 同社의 시방에 따라 시공하였다. 이후 고·저압선에 널리 사용, 현재에 이르고 있으며 경제적인 배전선로건설의 시발이 되었다.

1964년 11월 서울지점 영등포 관내의 배전지적화 작업을 1/1200도면에 완성하였다. 명동 배전선로를 1회선 Loop로, 세종로 s/s~을지로 s/s간을 2회선 Loop로, 시험운전하였고, 저압은 100/200^V, V결선 등·동 공용 BANKING방식으로 하여 공급신뢰도를 향상시킬 수 있었다.

이 때 사용한 Loop개폐기는 자동시한순송식으로 일본의 戶上社 제품이고, 저압 BANKING SWITCH는 국산으로 勝利社의 개발품이다.

2.2 이차배전전압승압

저압승압에 대한 논의는 1963년 4월 아세아극동경제위원회(ECAFE : Economic Commision for Asia and Far East)에서 우리나라 농어촌전화사업 추진시엔 전면채택하는 것이 유리할 것이라는 권장이 있었고 당시 한전의 기술용역을 수행중이던 EBASCO社도 같은 의견을 제시하였다. 실제로 세계 각국의 예를 보더라도 미국, 일본을 제외한 구주, 아세아, 아프리카 등 약 80%의 여러 나라에선 전등 200^V급, 동력 400^V급을 사용하고 있는 실정이다.

두 말할 필요도 없이 같은 공사비를 투입하여 배전압으로 공급한다면 공급력은 2배, 손실전력은 1/4로 감소되는 것이 바람직하다 하겠으나 기존설비 특히 수요자의 가전기기의 보상비가 승압에 따른 경제성을 좌우하게 된다.

우리나라에서 처음 승압을 시도한 것은 1965년 10월, 22.9^{KV}Y 배전을 시험할 당시 경북 칠곡군 3개 부락 212호와 선산군 109호를 100^V에서 220^V로 승압하였고, 1966년에 강원도의 고성, 양구, 인제 등 농어촌지역과 서울 화곡동의 집단 신시가지에 대하여 220^V로 시험공급하였다. 그러나 그 당시에는 220^V 사용기거나 110/220^V 겸용기기의 생산이 미진한 상태여서 특히 서울 화곡동의 수요자로부터의 불만이 많았다.

그러나 이러한 것들이 동기가 되어 승압에 대한 관심이 고조되었고, 승압의 필요성이 인정되어 1967년 3월 27일 상공부 고시 제3029호로 장관의 자문에 응하기 위하여 배전방식개선자문위원회(위원장 : 상공부광공차관보 심의환)를 두었다. 이로써 승압문제는 정부의 주도하에 적극적으로 추진할 수 있게 되었다. 위원회는 1968년 7월에 조사반(오창석, 황석중)을 해외에 파견하여, 승압업무절차, 안전문제 등을 조사하도록 하였고, 전압을 220/380^V로 결정하고 1970년 4월 장기 15년 승압계획(1970~1984)을 수립하였으며, 구체적인 시행으로 들어갔다.

즉 서울공대 응용과학연구소에 인체에 대한 안전보호방식을(1969년 9월 보고서 제출) 대한전기학회에 전기용품제조면허시행규칙개정(안, 1970년 9월)과 110/220^V 겸용기기 규격을 작성(1973년 12월 완료)토록 의뢰하였다.

이러한 노력이 주효하여 공업진흥청은 1978년 9월 220^V 승압기술기준운영요령을 제정하였고 1979년 1월부터 1991년 1월까지 10차에 걸쳐 179개 품목에 대하여 100^V 전용기기의 생산을 금지토록 고시하였다. 따라서 앞으로 모든 가전제품은 220^V 정격으로 생산하게 되어 승압을 용이하게 하였다.

전등 220^V 승압작업은 1996년 대상호수 3,223,000호의 95.3%가 승압되었고 승압완료시점을 1998년도로 계획하고 있다.

동력 380^V 승압작업은 1990년 ACE기술단에 용역, 승압대상 72,322호에 대하여 220^V 전용기기의 380^V 개조방안, 380^V 승압공사지침서작성, 경제성 등을 검토토록하였다. 한전은 380^V 승압계획을 수립하여 시행중으로 1996년 실적은 90.6%이며 2005년에 끝낼 예정이다<표 4>.

이상으로 1차배전전압은 3.3^{KV}△, 5.7^{KV}Y, 6.6^{KV}△, 11.4^{KV}Y 다단계전압에서 22.9^{KV}Y로, 단일표준화되었고, 2차전압도 100^V전등, 200^V동력에서 220^V전등, 380^V동력으로 표준화하여 국제표준전압으로 일치시켰다.

3. 농어촌전화사업

낙후한 농어촌의 근대화와 소득증대로 도시와 농어촌의 균형있는 발전을 도모하려는 국가적 요청에 따라 전기의

공급이 없는 농어촌 지역에 전화사업을 촉진하기 위한 법령이 제정공포됨으로써 그 실효를 거두게 되었다. 즉, 이병욱의 10인의 의원이 국회에 제출한 농어촌 전화촉진법이 1965년 12월 30일 공포됨으로써 시작되었다.

이 법의 기본취지는 경제적으로나 지역적으로 불리한 여건에 있는 농어촌 지역주민에게 송변전공사비를 제외한 공사비를 장기저리로 융자해줌으로써 재정적 편익을 제공하여 전국토를 완전전화하기 위한 것이다. 이 사업은 농어촌의 생산력을 증강시켜 농어민의 경제발전은 물론이고, 교육, 문화, 보건, 위생 등의 수준을 향상시키는 선도적인 사업이라 할 수 있을 것이다.

한전은 1970년 4월부터 12월까지 전국 농어촌의 미전화 지역을 조사하여 공사계획서를 작성하였고, 앞으로의 농어촌전화사업의 기틀을 마련하였다. 정부는 1970년 12월 5일 농어촌전화사업장기계획을 발표하면서 1979년까지 농어촌 지역을 완전전화할 것을 다짐하였다.

아울러 이 사업의 강력한 추진을 위하여 1971년 6월 16일 상공부에 농촌전화과, 한전본사에 농어촌전화추진본부, 지점에 추진반을 두어 사업계획에서 자금운영, 소요자재조달, 시공관리에 이르기까지 일관업무를 우선적이고 효율적으로 수행토록 하였다.

3.1 농어촌 미전화지역조사

1969년말 전국의 총 주택호수는 4,279,443호이며 미전화호수는 2,551,924호로 전국의 미전화율은 59.63%로 전기의 미공급지역이 공급지역을 상회하고 있는 실정이다. 배전전압은 1차 22.9^{KV}로 2차 220/380^V로 정하여 경제적인 배전설계기준을 작성하여 시공하였으며 일부 송변전설비를 추가하였다. 여기에 동원된 인원은 11,510명/년 이었다.

표 2. 전국의 미전화율 (1969년 12월)

총 주택수(호)	4,279,443	비 고
미전화주택수(호)	2,551,924	
미전화율(%)	59.63%	

※ 낙도, 벽지 56,500호 제외

표 3. 미전화지역공사개요

구 분	공사규모	신규 기설대비(%)
송전 : 신·중설, 장제	2,445KM	14
변전 : 신·중설, 용변	824MVA	24
배전 : 22.9 ^{KV} 주상변압기	13,017KM 70,163대	327 76
인입선	1,669,228건	84

총 공사비(백만원)

용 자 : 83,818 ... 5년거치 30년균등상환 연리 7.5% ...
전기요금에 가산징수

한 전 : 11,708

주 민 : 8,706(내선)

계 : 104,232백만(40,844원/호)

미전화지역의 공사가 방대하였음에도 불구하고 10년도 안되는 단기간에 우리 국민의 저력이 발휘되어 전화사업은 원활히 시행되었고, 정부도 약속대로 1979년까지 낙도, 벽지 56,500호를 제외하고 완전전화하였으며, 56,500호도 1983년부터 전화사업이 재개되어 1987의 전화율은 99.8%로 대망의 농어촌 전화사업은 유종의 미를 거두게 되었다.

4. 배전기자재의 국산화와 품질향상

1950년대는 5.14단전, 6.25동란과 전재복구, 전력제한송전 등의 악몽의 시기였다면 1960년대는 1962년 제1차경제개발 5개년계획을 시발점으로 우리나라가 공업입국의 기초를 다지면서 오늘날 세계10위권의 교역국가로서 발전하게 된 중요한 시기라고 볼 수 있다.

1964년 4월 1일을 기하여 전력제한송전해제, 중화학공업 시설의 지속적인 확장, 전국농어촌전화사업완료 등 전력수요는 해마다 급신장하였고, 1961년 발전설비용량 36만5천 KW에서 1996년에는 3,350만^{KW}로 92배 증가하였다.

배전설비 또한 신설선로와 기설선로를 22.9^{KV}로 단일표준화하면서 초기에는 일부개폐기, 애자류를 수입하였으나, 현재는 전량 국산개발하여 22.9^{KV} 배전선 총연장 783,295KM에 사용하고 있다.

국산기자재의 품질을 알기 위하여 배전선사고를 설비별, 원인별로 살펴보고, 경년열화시험을 하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1996년 배전선로사고건수(5분 이상 정전)는 총 2,906건이며, 설비별로는 애자 29.5%, 전선 18.7%, 수용가구내 9.5%, 개폐기류 9.2%, 주상변압기 7.9%, 원인별로는 자연열화 24%, 외물접촉 21.7%, 제작불량 10.4%, 타사고파급(수용가구내 등) 10%로 나타나 있다.

이것을 다시 정리하여 요약하면 다음과 같다.

자연열화·제작불량이 34.4%라는 것은 아직도 우리나라의 기술수준을 향상시킬 여지가 있음을 나타내는 것으로서 이는 경년열화시험을 통하여 입증되고 있다. 즉 열화현상이 초기(6~7년)에 발견되고 있고 전종목에 걸쳐서 같은 경향을 나타내고 있다. 특히 심한 것은 애자이며 다음에 개폐기류, 주상변압기 ... 순이다.

수용가구내 사고(파급사고), 전선(외물접촉)사고에 대해서는 공급신뢰도에서 언급하겠다.

여기서 배전기자재의 품질향상에 대하여 몇 가지 고언을 한다면 다음과 같다.

- (1) 22.9^{KV}Y 중성선 다중접지 배전방식은 미국에서 널리 사용하고 있고, ANSI 규격을 적용하고 있음으로 항상 최신의 ANSI 규격에 유념, 적용하여야 한다(예 : 현수에자시험항목 ...).

- (2) KS규격은 JIS 규격을 참고로 한 것이나, JIS 규격과 상이한 항목에 대해서는 그 이유를 조사하고 검증된 후에 KS 규격을 적용하여야 한다(예 : 애자류의 접착용 포트랜드 시멘트, ...).
- (3) 새로운 규격(잠정 규격 포함)을 채택할 때, 수명이나 특성을 좌우하는 항목은 심증을 기해야 한다(예 : GAS 개폐기, ...).
- (4) 수명을 예측하고 품질을 평가할 수 있는 한계성능검증시험을 권한다(예 : 개폐기류, 변압기의 기능적 수명시험, ...).
- (5) 저가구매제도를 원가에 입각한 우량구매제도로 개선.

5. 공급 신뢰도 향상과 양질의 전기공급

전기이용의 고도화와 급속한 고도정보화사회로의 진입에 따라 전기의 질 향상은 아무리 강조하여도 부족하다. 그 중에서도 예고없는 불의의 정전사고는 물론이지만 작업정전도 수요자의 동의를 얻기에는 점점 어려워지고 있다.

이 외에도 주파수와 전압유지, 순간전압강하, 고조파장해 등에 대한 대책을 끊임없이 강구하여야 한다.

- 위와 관련하여 몇 가지 개선점을 제안한다면 다음과 같다.
- (1) 배전계통망 구성을 다계통 수전형식으로 하고, 수지상계통은 보호협조에 의한 고장구간의 정확한 분리와 수용가설비와의 책임분계점에는 고장분리장치(Fuse付

- C.O.S)를 설치한다.
- (2) 배전작업의 기계화로 작업정전의 zero화를 기한다.
- (3) 배·내선공사는 해당분야의 기능사 자격 소지자만이 공사에 종사할 수 있도록 하여 부실공사를 방지한다. ... 공사업법에 명기하여야 하며, 일본, 미국에서는 법에 명시하고 있다.
- (4) 국산기재의 품질향상 대책을 강구하여야 한다. 구체적 방법으로 끊임없이 계속적으로 경년열화 특성조사와 시험, 국내외규격의 조사와 비교, 수명예측기법의 개발 등을 들 수 있다. 이 외에도 양질의 전기를 공급하기 위해서는 고려할 점이 많겠으나 이상으로 줄이겠으며 <표 4>에 한전의 주요배전지표를 소개한다.

6. 결 언

우리나라는 광복의 기쁨도 잠시, 6.25 동란 등 민족의 시련이 연속되었으나, 전력의 부족을 극복하고 1962년 이후 7회에 걸친 경제개발계획을 성공리에 이룩함으로써 오늘날 한강의 기적을 탄생시키는 민족적 저력을 과시하였다. 이를 뒷받침하기 위한 전력설비도 1961년도 발전설비용량 36만 KW에서 1996년도엔 3,350만KW로 증가하였으며, 송전전압은 154^{KV}, 345^{KV}로 정비, 확장되었고, 배전전압도 22.9^{KV}, 220/380^V로 승압 단일표준화하였다.

이와 아울러 능어출전화사업이 완료됨으로서 전국이 완전전전화되어 공업화와 문화생활의 기틀을 마련하였다.

그러나, 오늘날 전자기술을 주축으로 한 기술의 진보는 눈부신 바 있으며, 특히 컴퓨터로 대표되는 고도정보화기기가 널리 보급되고 있다.

경제사회면에서도 사회기능의 고도화, 문화생활의 향상은 전기사용자로 하여금 고품질에 대한 욕구가 그만큼 높아지고 있음을 알 수 있다.

전기공급자인 한전에서도 이러한 시대적인 변화에 대응하기 위하여 목표를 설정(표 4, 주요배전지표)하고 노력하고 있으나, 이는 전기공급자만의 노력으로는 어려운 일이며, 수요자, 기기생산업체, 공사업체, 전력정책기관 등 다자간에 상호협력과 역할분담이 원활히 이루어짐으로써 기대할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 三相四線式배전방식 : 1960년 대한전기학회지 전기공학 제7집.
- [2] 배전전압과 손실감소대책 : 1960년 남광지(남선전기).
- [3] 우리나라 배전의 현황과 장래 : 1961년 한국전력지 7회연재.
- [4] 능어출전화사업의 현황과 장래 : 1971. 5. 6월호 농림계보.
- [5] 전력수급에 관한 관련자간 책임한계 및 역할분담연구 : 1988. 5 한전기술연구원.
- [6] 배전용국산기자재경년변화특성에 관한 연구 : 1990. 10 한전기술연구원.
- [7] 자가용수전설비의 품질향상과 전기안전관리제도에 관한 연구

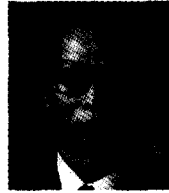
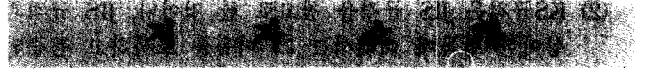
표 4. 주요배전지표

(1996년 말)

項 目	연도		
	1996년	1997년 목표	비 고
• 호당정전시간(분/호)	27	25	
작업	14	13	
고장	13	12	
• 규정전압유지율(%)	99.75		
• 배전손실율(%)	2.12		
• 1차배전전압승압(%) (22.9 ^{KV})	98.8	99.0	2002년 완료
• 2차배전전압승압(%)			
220 ^V 전등	95.3	97.9	1998년 완료
380 ^V 동력	90.1	90.6	2005년 완료
• 배전선로지중화율(%)	7.9	8.3	
• 배전선로절연화율(%)	87.8	90.0	

• 표시는 정부경영평가 항목임.

- : 1990/91. 전기협회조사연구논문.
[8] 우리나라 공업규격에 관한 연구 : 1991/92. 전기협회조사논문.
[9] 삼상200V 전용기기 개조방안에 관한 연구 : 1992. 2. 한전기술 연구원.
[10] 한국근세과학기술100년사 조사연구(전기편) : 1992. 12. 한국과학재단.
[11] 배전용 애자류 품질확보를 위한 경년변화시험에 관한 연구 : 1996. 2. 한전전력연구원.
[12] 배전현황 : 1997. 3. 한전배전처.



오창석(吳昌錫)

1927. 5. 23생. 1950년 서울대 공대 전기공학
학과 졸업. 1950년~1977년 한전 영업처, 배
전처, 기술개발처의 처장. 1977년~1986년
한국전기연구소, 부소장, 소장. 1986년~
1997년 한국전력, 대한전기협회에서 연구

과제수행. 논문 : 우리나라 배전의 현황과 장래, 800KV급 초
고압 송전에 관한 기초연구 등 20여편