



전력수송의 고속도로 765kV송전기술 ①

글/ 이동일 책임연구원
송변전기술그룹
송전 및 전기환경연구팀장



목 차

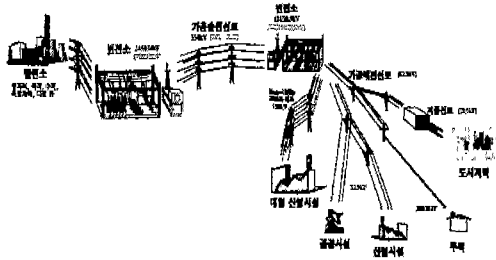
1. 송전선로의 정의
2. 우리나라 송전선로 전압 격상
3. 765kV 송전방식 도입 현황
4. 765kV 송전의 장점
5. 765kV 송전기자재
6. 765kV 관련송전분야 연구
7. 765kV 송전선로 전기환경 연구

1. 송전선로의 정의

전기의 존재는 이미 기원전 600년경 호박을 마찰시켰을 때 발생하는 마찰전기에서 인류가 최초로 인식하였으며 이러한 이유로 전기(Electricity)의 어원은 호박(Electron)에서 비롯되었다. 이후 지구상에 존재하는 전기를 인류가 에너지원으로 활용하기 시작한 것은 1880년경 에디슨이 처음으로 전구를 발명하여 실용화한 이후였으며, 이렇게 실용화된 전기의 활용은 초기에 매우 작은 규모의 직류(DC: Direct Current)로 공급과 소비가 이루어졌다. 그 당시는 전력산업의 기술적 기준을 정립했던 시기로 에디슨연구소(제너럴 일렉트릭의 모태)의 직류방식과 조지 웨스팅하우스가 추진한 변압기를 통한 교류송전방식 사이에 기술경쟁이 치열했다.

이후 전기는 모든 국가의 중요한 에너지원으로, 큰 규모의 발전과 전력 수송이 요구되었고 이를 위해 발전기의 구조, 신뢰성 및 사용전압과 송전전압의 변환에 유리한 교류(AC: Alternative Current) 기술이 전력산업의 근간이 되었다. 이러한 대규모의 주요 에너지원으로 활용되는 교류전

기의 발생에서 수용가에 이르는 구성은 아래의 그림과 같다

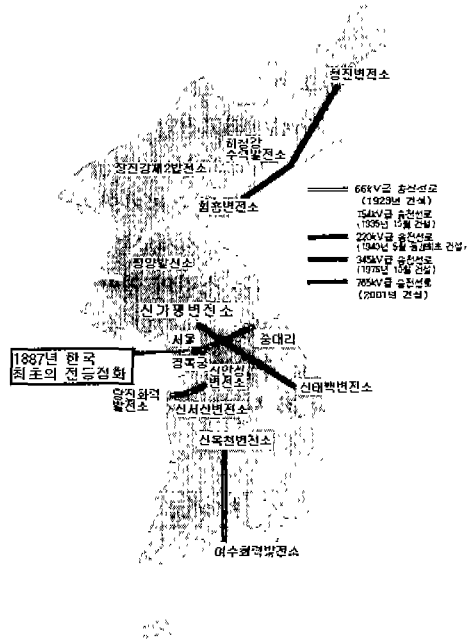


이렇게 전기를 생산하고 사용자에게까지 공급하는 일련의 설비를 전력계통이라고 한다. 전력계통은 여러 가지 요소로 구성되어 있는데, 발전소 및 송전선로, 변전소, 배전선로 등으로 나눌 수 있다. 발전소는 6.6kV ~ 24kV 정도로 낮은 전압으로 전기를 생산한다. 수용가에서 공급받는 전력은 전압의 제곱에 비례해서 결정되므로 이 정도의 낮은 전압으로는 대전력을 먼 지점까지 보내기가 어렵게 된다. 그러므로 발전소에 승압 변압기를 설치해서 대전력의 장거리 송전에 적당한 전압으로 승압하여 이를 수용가 부근의 변전소(전압을 변화시키는 곳)까지 보내게 되는데, 이러한 고전압의 전력 전송을 담당하는 선로를 송전선로라고 한다. 우리나라에서는 송전선로의 전압으로 154kV/345kV/765kV를 사용하고 있다.

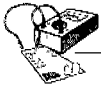
| 전력계통의 설비와 기능 | |
|--------------|---|
| 설비 | 기능 |
| 발전소 | 여러 종류의 에너지(화력, 수력, 원자력등)에서 전력을 생산함 ※ 전압: 10kV~20kV |
| 송전용 변전소 | 발전소에서 생산한 저전압(10~20kV)의 전력을 사용자까지 경제적으로 수송하기 위해서 고전압(154kV, 345kV, 765kV)으로 변환시킴. 고전압의 경우 많은 용량을 먼거리까지 수송할 수 있음. ※ 전압: 10kV~20kV → 154kV/765kV |
| 송전선로 | 높은 전압으로 바뀐 전력을 저손실로 장거리 대량 수송함. ※ 전압: 154kV/345kV/765kV |
| 배전용 변전소 | 고객을 안전과 효율적인 전력배분을 위해서 소비자 부근에서 전압을 낮추어 배전선로에 전력공급 ※ 전압: 154kV → 22.9kV |
| 배전선로 | 대규모 고객이 사용할 수 있는 전압(22.9kV)으로 전력을 수송하거나 배전용 변압기로 가정용 고객이 사용가능한 전압으로 낮추어 전력을 각 고객에게 공급 ※ 전압: 22.9kV → 220V/380V |
| 고객 | 공급된 전력을 최종적으로 소비함 ※ 전압: 220V/380V/22.9kV |

2. 우리나라의 송전선로 전압 격상

우리나라의 전력사업은 1898년 1월 26일 서울에 한성전기회사가 설립되면서 시작되어 1920년대까지는 소화력발전설비에 의한 도시배전규모로 영위되어 왔다. 최초의 송전선로는 1923년 경성전기주식회사에서 건설한 중대리에서 한성(서울)간의 166km 66kV 송전선로이다. 계통계획에 의하여 송전선로가 건설된 것은 조선총독부에서 전기사업조사위원회에 의뢰하여 1930년 8월부터 1932년 12월에 걸쳐 수립한 발전 및 송전망 계획과 전국적인 계통계획에 의하여 시행된 것이 최초이다. 154kV 송전선로가 처음 건설된 것은 장진강 제2발전소에서 평양간의 200km로서 1935년 10월에 건설되었으며, 1940년 5월에는 허천강수력발전소에서 청진 및 흥남간 동양 최초로 초고압인 220kV 송전선로를 건설하였다.



이후 해방과 남북분단에 이은 1948년 5월 14일의 斷電으로 남한의 전력사정이 암울하던 시대를 거쳐 1961년부터 시작된 경제개발계획에 의한 경제성장에 힘입어 전력수요가 급증하게 되었다. 증대하는 전력수요와 발전기의 대용량화에 따른 대전력을 수송할 수 있는 초고압 송전계통의 필요성



이 대두되어 1968년에 미국 CAI(Common Wealth Associates Inc)와의 용역에 의한 검토에 따라 1970년 1월 345kV 송전선로 건설계획을 확정하여 1976년 10월에 여수화력발전소에서 옥천까지 190km의 345kV 송전선로를 본격 운전하였다. 765kV 송전선로는 당진화력-신서산-신안성까지의 178km와 신태백-신가평까지의 162km 등 총선로길이 340km를 1996년 2월 착공하여 2002년 4월에 상업운전을 실시하고 있다.

3. 765kV 송전방식 도입 현황

1) 세계각국의 765kV급 송전방식

1965년에 캐나다 Hydro-Quebec 전력회사가 북쪽 Church Fall 수력발전소에서 발전한 약 5백만kW의 전력을 700km 떨어진 Montreal까지 수송하기 위하여 공칭전압 735kV, 최고전압 765kV로 송전하기 시작한 것이 700kV급으로는 세계에서 처음이다. 이후 미국 AEP 전력회사가 1969년부터 공칭전압 765kV, 최고전압 800kV로 송전을 개시하였으며, 이후 미국의 New-York 전력, 남미의 브라질, 베네수엘라, 아프리카의 남아공화국에서도 공칭전압 765kV 송전선로를 도입 운전하고 있으며, 동구권에서는 소련의 연방이었던 폴란드와 헝가리가 공칭전압 750kV의 송전방식을 소련으로부터 전력을 수송받기 위하여 1970년대부터 운영해 왔으나 최근에는 송전이 중지된 상태이다.

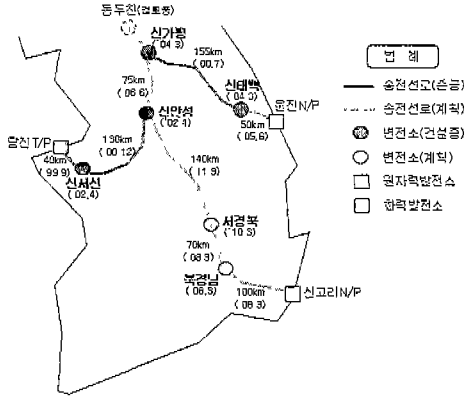
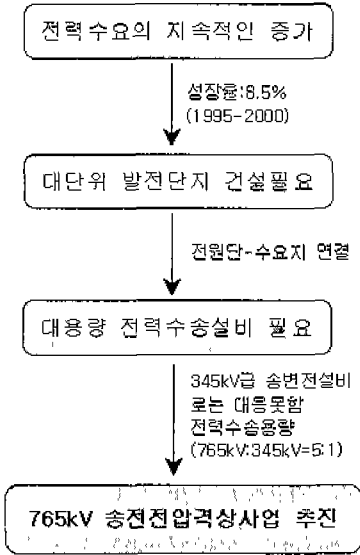
| 국명 | 격상전압(kV) | 격상년도 | 송전거리(km) | 비고 |
|---------|-----------|--------|----------|--------------------------|
| 미국 | 345-765 | 1969 | 300 | 현재 1,500kV 송전기술 개발중 |
| 러시아 | 500-1,150 | 1985 | 2,000 | 시베리아 지역의 대규모 석탄화력 개발 |
| 캐나다 | 315-735 | 1965 | 600 | 5,000MW 규모 수력발전 개발 |
| 일본 | 500-1,000 | 70년대 초 | 250 | 부하증가 대비용으로 현재 500kV로 운전중 |
| 브라질 | 345-750 | 1982 | 900 | 13,000MW 규모 수력개발 |
| 남아공 | 400-765 | 1988 | 440 | 세계 최초의 765kV GIS 발전소 |
| 인도 | 400-765 | 70년대 초 | 450 | 부하증가 대비 초기 400kV 운전 |
| 베네수엘라 | 400-765 | 1984 | 650 | 수력발전소 대전력 수송 |
| 폴란드-헝가리 | 400-750 | 1986 | 114 | 러시아와 연계 |

2) 우리나라의 765kV 도입 배경

우리나라는 1980년대 이후 급격한 경제성장에 따라 년 10%대의 급격한 전력수요 증가를 보이고 있으며, 1인당 전력소비량 또한 매년 큰폭의 증가세를 보이고 있다. 우리나라의 경우, 주요한 전력수요 증가지대가 경인지역에 집중되어 있으나, 이 지역은 인구 밀집지역으로 환경과 입지적인 관점에서 새로운 발전원을 개발하기 어려우며, 이에 따라 대용량 발전단이 있는 중부권이나 영동권으로부터 수요지인 경인지역으로의 대규모 전력전송로가 필요하게 되었다. 이에 따라 1979년부터 765kV로의 전압격상을 준비하였으며, 1983년부터 765kV 연구개발을 시작하여 1997년 10월에 1차로 765kV 송전선로에 345kV 가압을 시작하여 2002년 4월 26일에 역사적인 765kV 송전을 개시하였다. 우리나라의 765kV 송전선로는 외국의 수평배열 1회선보다 2배의 전력수송 능력을 가진 수직배열 2회선 방식으로 세계에서 최초로 시도되었다.



2001년도 설비 및 수급현황



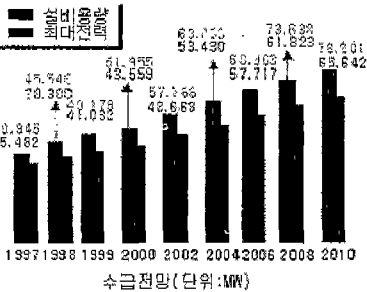
765kV 송전선로 구성도

4. 765kV 송전의 장점

- 1) 송전 용량 증대 및 합리적인 국토 이용

기존 345kV급으로 송전선로를 건설할 경우와 비교해서 765kV로 전압을 격상할 경우, 송전용량을 5배로 증대시킬 수 있을 뿐만 아니라, 첩탑부지 및 선하지 면적을 대폭 줄일 수 있으므로 국토의 효율적인 이용 측면에서 매우 큰 장점을 가지고 있다.
- 2) 송전 손실 최소화

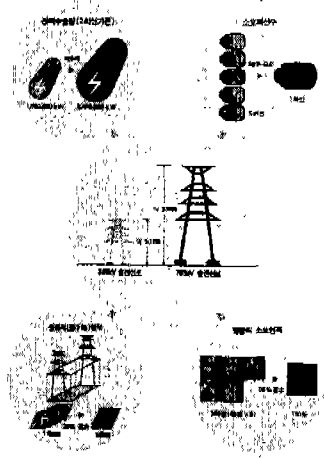
송전 손실은 전압의 제곱에 반비례하는 특성을 가지고 있어서 전압을 765kV로 격상할 경우, 송전손실이 345kV에 비해 20% 감소하게 된다.



송전전압격상의 효과

- 경인지역의 전력수급 불균형 해소
- 송변전설비 건설에 필요한 소요용지 최소화
- 전력손실 감소
- 전력계통의 안정도 향상
- 국내 전력분야 기술 도약으로 국제경쟁력 향상

2002년 현재 우리나라의 765kV 송전선로는 당진화력-신서산-신안성까지의 178km와 신태백-신가평까지의 162km 등 총선로길이 340km가 건설되어 운용중에 있으며, 향후 신안성-신가평 구간과 신안성-서경북-북경남-신고리 원전을 잇는 송전선로가 건설될 예정이다.



다음호에 계속됩니다