

전력수송의 고속도로 765kV송전기술 ②

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

3) 건설원가 절감(kW · km)

765kV 송전선로는 건설원가가 절감되어서 kW 당 원가가 345kV에 비해 74% 정도이다.

구분	154kV T/L	345kV T/L	765kV T/L
송전용량 (2회선기준)	48만 kW	180만 kW	840만 kW
손실	1.2%	0.26%	0.05%
동일 선로수	18개	5개	1개(기준)
용량 부지 비교 면적	720평(4.5배)	300평 (1.9배)	160평(기준)
원가		650원/kW 12억원/km	480원/kW 39억원/km

4) 환경친화적인 설계

765kV 송전선로는 실규모 시험선로를 통한 장기시험을 통해 코로나로 인한 소음, 라디오 잡음 뿐만 아니라, 전계, 자계, 풍소음 등에 대한 충분한 검토를 통해 환경친화적인 설계를 통해 건설되었다. 표는 다른 500kV급 및 765kV급 선로와의 비교자료로서 Gmax는 환경장해의 주요인자로 작용한다.

선로명	도체방식		Gmax[kV/cm]
	소도체수	소도체경[cm]	
VEPCO 500kV	2	4.2	17.8
BPA 500kV(미국)	2	6.4	16.7
AEP 765kV(미국)	4	3.0	21.8
KEPCO 765kV(한국)	6	3.0	13.97

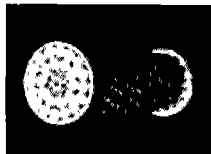
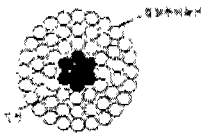
5. 765kV 송전 기자재

● 전력선

전력선은 직접적으로 전력을 수송하는 매체로서 도전율이 높고, 기계적인 강도가 크며, 밀도가 작고, 내구성이 있어야 한다.

765kV 가공선로에 사용되는 전선은 발열을 위해 모두 나전선을 사용하고 있으며, ACSR (Aluminum Cable Steel Reinforced)을 가장 많이 사용하고 있다. ACSR은 비교적 도전율이 높은 (약 61%) 경알루미늄선을 인장강도가 높은 (125kg/mm²) 아연도금 강선(galvanized Steel Wire) 주위에 꼬아서 만든 것으로서, 강심에는 전류가 흐르지 않는 것으로 보고 연선의 단면적 및 저항은 알루미늄 부분에 대해서만 생각하고 있다.

같은 저항의 경동 연선에 비하면 전선의 바깥지름이 커지기 때문에 코로나 방지측면에서 특히 고전압의 송전선로용 전선으로서 유리하다고 할 수 있다. 765kV 송전선은 전파장애, 코로나 소음, 송전용량, 적정 지상고 유지 등을 종합 검토한 결과, 345kV 송전선로에 일반적으로 사용하는 ACSR 480mm² Rail 보다 강도가 큰 ACSR 480mm² Cardinal 6도체 방식을 채택하였으며, 해안에 인접한 당진화력 T/L은 전선 부식방지를 위하여 ACSR/AW 전선을 선정하였다.



● 애자

애자는 전력선을 철탑에 기계적으로 고정시키고 전기적으로 절연시키기 위해서 사용하는 절연지지물의 역할을 한다. 애자는 옥외에서 사용되므로 바람, 비, 눈 등의 자연적인 악조건 하에서도 전기적, 기계적 특성이 좋아야 하며, 비, 눈, 안개 등에 대하여 충분한 전기적 표면 저항을 구비하여, 누설전류가 충분히 적어야 한다. 그리고 정격전압에서도 코로나 방전이 일어나지 않고 표면에서 아크 또는 코로나가 일어나더라도 파괴되거나 손상을 입지 않아야 한다. 애자는 재질에 따라 자기애자, 유리애자, 폴리머 애자 등이 있으며, 765kV 선로에는 자기재 애자를 사용하고 있다.



● 스페이서 댐퍼

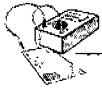
765kV 선로는 같은 양의 전력을 전송하면서도 코로나 저감 및 선로정수 개선효과가 있는 상당 다도체 방식을 택하고 있으며, 우리나라의 경우는 6도체 방식을 택하고 있다. 이러한 경우에, 각 소도체간의 충돌을 방지하고 전선간의 거리를 일정하게 유지해 주며 바람에 의해 발생하는 진동에 의한 전선 손상을 방지하기 위해 스페이서 댐퍼를 사용하고 있다. 765kV 송전선로에 사용되는 스페이서 댐퍼는 국내에서 자체개발하여 건설된 전 구간에 사용되고 있다.



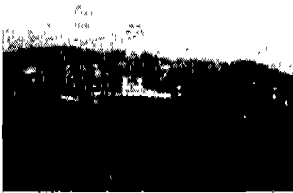
선종	연선구성	계산단면적 (mm ²)	인장허중 (kg)	외경 (mm)	중량 (kg, km)	탄성 계수	선팽창계수 (10 ⁶ /C)
ACSR 480mm ² (Cardinal)	A1 54/3.38 St 7/3.38	A1 484.53 St 62.81	15,300	30.42	1,836	7,987	19.53
ACSR/AW 480mm ² (Cardinal)	A1 54/3.38 St 7/3.38	A1 484.53 St 62.81	15,300	30.42	1,760	7,565	20.5

● 철탑

765kV 철탑은 높이 80~150m, 중량 200ton이 넘는 만큼 대형화됨에 따라 산형강 적용시에는 복합 부재의 형태가 불가피하여 시공 및



유지보수가 곤란하므로, 주주재와 사재는 단일부재의 적용이 가능한 강관부재를 채택하고 완금재는 산형강을 사용하였다. 철탑의 상정하중은 전기설비기술기준과 한전의 철탑설계 기준을 적용하였으며, 기초는 험준한 산악지형을 통과하는 관계로 신뢰도가 큰 심형기초를 적용하였다.



- 문형철탑 3기, 진동관측용 CCTV Set
- 진동측정데이터 기록 및 분석장치
- 장력측정장치 및 Load Cell
- 풍향풍속계, 온도계 등 기상관측 장비
- 각종 진동측정용 센서류



가공진동시험설비

6. 765kV 관련 송전분야 연구

■ 공기절연 실증시험

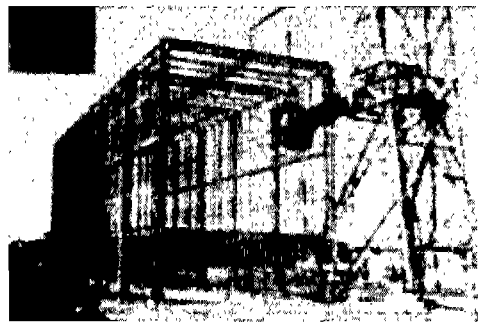
공기절연 실증시험은 실규모의 현수형 및 내장형 애자장치에 대하여 4 MV급 옥외충격전압 발생장치를 이용하여 실시되었다. 연구결과는 765kV 철탑설계시 애자수량, 공기절연거리설계에 이용되었으며 변전 기기의 BIL(Basic Impulse Level), BSL(Basic Switching Level) 및 차단기, 고속도 접지스위치(HSGS: High Speed Ground Switch)의 고유과도회복전압(TRV: Transient Recovery Voltage), 피뢰기의 정격 등 765kV 각종 기기 정격을 결정하는데 이용되었다.



아킹혼의 내방전시험

■ 코로나케이지를 이용한 전기환경 모의시험

단상모의시험선로인 코로나케이지(Corona Cage)를 이용한 765kV 송전선로의 환경영향평가 및 후보도체방식 선정을 위한 모의시험연구를 수행하였다. 단상 전기환경모의시험설비는 사용 도체와 인가전압을 수시로 변경할 수 있고, 낮은 전압으로 도체 표면 전위경도를 크게 할 수 있으므로 다수 다종의 시험을 효율적이고 경제적으로 수행할 수 있는 잇점을 가지고 있다. 단상 모의시험설비는 송전선로 도체설계에 가장 큰 요소가 되는 코로나 소음 및 라디오 장애 등의 현상 연구에 유효하게 잘 응용되고 있다.



전기환경모의시험설비(코로나케이지)

■ 송전선로 진동 시험

실규모 송전선로 진동시험설비를 이용해 가공선로의 각종 진동현상의 실규모 시험뿐만 아니라, 765kV 6도체의 진동 특성 파악 및 가공선로용 스페이서뎀퍼 및 뎀퍼류의 적용방안을 제시하고 있다.

진동시험설비의 개요는 다음과 같다.

■ 765kV 송전선로 TV 전파장애

765kV 6복도체 선로와 같이 대형 송전선로에 TV 전파가 입사되는 경우에는 주로 전선에 의해

텔레비전 전파가 반사되거나 차폐되어 TV 전파장해를 발생시키게 된다.

TV 전파장해는 송전선로 주변의 주거자들에게 직접적으로 느껴지는 문제로서 선로건설전·TV 전파 수신특성을 비교 측정하여, 송전선로에 의한 TV 전파장해 발생여부를 확인하고 지역별 특성에 맞는 대책을 추천하여 송전선로 건설시 발생될 수 있는 민원을 해소할 수 있도록 기술지원하고 있다.



TV 전파장해 확인

7.765kV 송전선로 전기환경 연구

1) 송전·전기환경팀

우리나라 송전·전기환경 기술 개발의 선두주자 송전·전기환경팀은 2002년 5월 765kV 송전선로의 상용운전을 개시하기까지 설계 및 관련기기 개발 등 순수한 국내 기술로 성공적으로 수행된 765kV 격상사업을 선도하였으며, 이는 고창 765kV 실증시험장을 설계, 건설하여 국내 환경에 적합한 최적의 설계 기술의 도출을 통하여 가능하였다. 또한 실증시험선로를 활용한 송전선로의 활선기술 개발 등 전력수송에 가장 중요한 선로로 활용될 765kV 송전선로의 안정적 운용을 위한 지속적인 기술개발 및 향후 건설 예정인 신설 765kV 1회선 송전선로 건설에 필요한 기술 개발을 수행할 예정이다. 특히 신송전 기술과 변전실증시험설비를 구축하여 신개념의 송변전 기자재 설계 및 개발 기술을 유도하기 위한 인프라 구축 사업을 금년 7월 전력산업 연구개발사업의 일환으로 착수하여, 향후 지속적인 송변전 신기술 개발에 주력할 계획이다. 또한, 국민의 환경에 대한 관심이 점차 높아지고 765kV 송전선로의 가압에 즈음하여 전력설비에 대한 민원이 급증하여, 전기환경분야는 과거 어느때 보다 객관적이고 투명한 평가와 대책 기술이 요구되고 있다. 송전·전기환경팀에서는 환경

친화적 초고압 송전기술개발과 송전선로의 전자계 영향연구 등 1980년대부터 지속적으로 관련 연구를 수행하여 전력설비의 전자계 및 각종 전기환경에 대한 평가 및 저감 설계기술 분야의 기술을 축적하였다. 이러한 경험을 바탕으로 향후 남북 전력계통연계 및 나아가 동북아 계통연계에 대비한 국내 가공직류송전 기반기술개발을 전력산업연구개발사업의 일환으로 금년 9월 착수예정이다. 송전·전기환경팀은 전력연구원내에서 송전분야 12개 연구과제와 300여 억원 연구비를 확보하여 가장 활발한 연구를 수행하는 팀중의 하나로 이동일 책임연구원이 팀의 모든 수행과제를 조율하여 리드하고 있으며, 선임연구원 추장희, 최인혁, 강지원, 신구용 그리고 선임보연구원 장태인, 일반연구원 이성두가 각 과제의 실무를 맡고, 위촉연구원 김정호(책임급), 김복규, 임창렬, 홍동석, 송혁진이 연구업무의 일선에서 최선을 다하고 있다.

또한, 1989년 고창실증시험장의 부지선정부터 765kV 시험선로, 진동시험설비, 전기환경모의시험설비, 충격전압시험장 등 25만평의 시험장을 본팀에서 관리운영하고 있으며, 고창시험장에서는 김휴연, 문재석이 시험장 관리를 맡고 있다.

2) 연구개발

■ 765kV 실규모 시험선로 실증시험장 운영

765kV 실규모 시험선로는 송전선로 환경설계 및 이의 검증과 환경영향평가를 위해 1992년부터 건설되어 운용되고 있는 설비로서 765kV 송전선로의 환경친화성을 확인하는 것이 가장 중요한 연구내용이다. 시험선로의 기계적, 전기적인 중심이 되는 2호와 3호 철탑사이에 선로와 직각으로 가정소음 12Set, 라디오장해 4Set, TV장해 4Set센서를 설치하여 감지되는 데이터를 장기 취득하여, 통계분석을 통해 그 발생특성을 평가하였다.



765kV 실증시험선로

다음호에 계속됩니다.