

765kV 1회선 송전선로 기술기준 및 설계방안

심순보* 민병욱* 박갑호* 조춘익* 김재열* 신일섭**
 한국전력공사* 한국전력기술**

Technology and Design Standards of 765kV 1cct Transmission Line

Soon-Bo.Sim* Byeong-Wook.Min* K.H.Park* C.I.Jo* J.Y.Kim* I.S.Sin**
 KEPCO* KOPEC**

Abstract - To solve the difficulty in obtaining transmission routes and substation sites, increase the transmission capacity between generation sites and load centers, and enhance the stability of the power system, we have constructed and operated the 765kV double circuit transmission line(hereunder T/L) from the Dangjin thermal power plant and the Uljin nuclear power plant to the metropolitan. It makes it possible for us to accumulate know-how of the 765kV system that is the highest operating system level in Asia.

As the second 765kV project, we are going to construct the 765kV single circuit T/L between Ansung and Gap yung. Because of the different electrical and mechanical characteristics, we are in need of different design technology. This paper presents the optimal design of 765kV single circuit transmission line after due consideration about the arrangement of conductors, the shape of a tower, insulation, etc.

1. 서 론

당진화력 및 울진원자력 발전단지의 전력수송 능력 확보와 전력계통의 안정도 향상, 송전선로 경과지 확보난 경감 그리고 국토이용의 효율성 향상 등을 위하여 당진-신서산-신안성간 및 신태백-신가평간을 765kV 2회선 송전선로로 건설하여 운영 중에 있으며, 765kV 2회선 송전선로는 국내기술에 의해 건설되어 우리나라 동양 최고전압에 대한 기술력을 확보하게 되었다. 그러나 765kV 2단계 사업으로 추진될 신안성-신가평간 송전선로는 1회선으로 건설할 계획으로 기존 2회선 수직배열과는 전기적, 기계적 특성이 완전히 상이하기 때문에 별도의 설계기술이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 1회선 송전선로에 적합한 설계기술을 확보하기 위하여 전선배열, 첩탑형상, 절연구조, 애자금구장치 등에 대한 기술검토를 통하여 안정성, 경제성, 시공성, 환경성 등을 감안한 최적 설계방안을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 전기환경장해 검토

765kV 1회선 송전선로의 전계강도 및 환경장해를 검토하여 상배열에 따른 지상고 및 상간격을 결정하고 이에 따른 표준경간, 지지물 형식, 최적의 첩탑형상을 설계하여 결정하였다. 환경장해의 설계조건은 1994년에 제정된 765kV 1단계 사업인 2회선 송전선로에 대한 기준이 제정된 이후 국내 관련법에 대한 특별한 변경사항이 없어 1단계에서 적용한 환경장해 목표와 동일한 기준을 표1과 같이 적용하였다.[1]

표 1 765kV 1회선 송전선로 환경장해 목표
 Table 1 Goal of environmental design for the T/L

항 목	적 용 지 역	설 계 목 표
코로나소음	주 거 지 역	50dBA 이하
	준주거지역	55dBA 이하
	기 타 지 역	60dBA 이하
라디오장해	주거·준주거지역	SNR 26dB 이상
	기 타 지 역	SNR 15dB 이상
TV장해	주거·준주거지역	SNR 40dB 이상
전계강도	사람의 출입이 빈번한 지역	3.5kV/m 이하
	기타지역	7.0kV/m 이하
자계강도	주거지역·기타지역	1,000mG 이하

2.2 전선배열

송전선로 전력선의 상배열은 세계적으로 가장 많이 적용하고 있는 그림1의 형상 중 경제성, 미관, 용지확보, 유지보수성, 전기적 특성 등을 종합적으로 검토한 결과 표3과 같이 삼각배열로 결정하였다.[2]

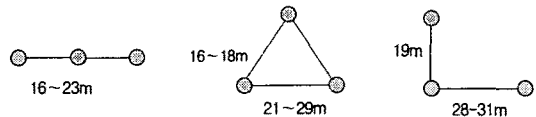


그림 1 전선배열 검토
 Fig. 1 Review the arrangement of conductors

표 2 전선배열별 비교분석
 Table 2 Comparing table of supporter types

전선배열	수평배열	삼각배열	직삼각배열
경 제 성	△	○	×
환 경 성	△	○	×
기 술 축 적	○	○	×
시 공 성	△	△	○
설 계 · 제 작	△	△	○
금 구 개 발	△	△	○
유 지 보 수	△	△	○
총 합	×	○	△

2.3 절연설계

2.3.1 과전압 배수

동서지역으로 분리되어 있었던 765kV 1단계 전력계통에 비하여 동서연계 및 전원용량의 증가로 인한 765kV 2단계 전력계통의 상용주파 일시과전압 및 개폐 과전압에 대한 과전압 배수를 검토한 결과 1단계 전력계통의 과전압 배수를 초과하지 않았으며, 표 3과 같이 과전압 배수를 결정하였다. [2]

표 3 신안성~신가평간 과전압배수
Table 3 Guide of overvoltage ratios

항 목		과전압배수(P.U)
상용주파 일시 과전압		1.2
개폐과전압	상대지간	1.9
	상 간	3.5

2.3.2 소요애자수량

현수애자장치는 전력선의 횡진을 억제하기 위하여 V런을 채택하였으며, 내장애자장치는 2회선 송전선로와 동일하게 적용하였다. 애자의 수량은 계통 내부이상전압에 대해 섬락이 일어나지 않고 뇌격 등 외부전압에 대하여 적절한 신뢰성을 갖는 설계방안으로 표 4와 같이 결정하고, 가공지선은 목표사오율을 0.7회/100km/년 로 설정하고 이를 만족할 수 있도록 차폐각을 0°로하여 2조로 구성하였으며, 아킹혼 간격은 접지저항 15Ω을 기준으로 하여 표 5와 같이 설계하였다.

표 4 애자소요수량
Table 4 Required number of insulator

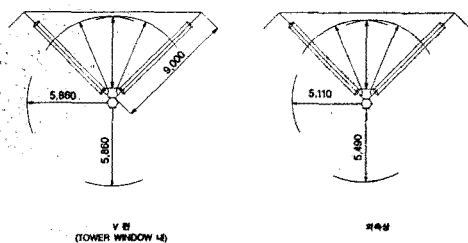
구분	지역구분	청정 I		청정 II	
		ESDD(mg/cm ²)	0~0.01	0.01초과 ~0.03	
해발고도 1,000m 이하	현 수	애자종류	보통 애 자		
			300kN	36	37
	내 장	400kN	34	36	
		400kN	28	36	

표 5 아킹혼 간격
Table 5 Arcing horn gap

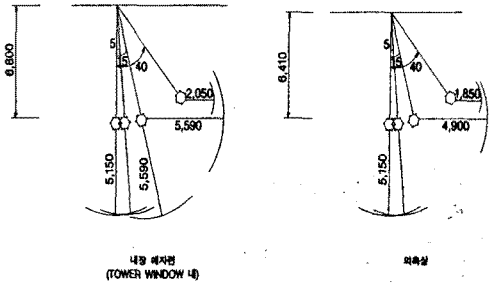
구 분		1,000m이하	1,000m초과 1,300m이하
현수(V런)	애자런혼	4,900 mm	5,100 mm
내장애자런	애자런혼 또는 Jumper내혼	4,600 mm	4,800 mm

2.3.3 공기절연 간격

애자런의 공기절연간격은 그림2와 같이 적용되 철탑 skeleton diagram 결정시에는 표6과 같이 철탑부재의 보정치를 고려하여 설계하였다. [4]



(1) 현수애자런 Clearance



(2) 내장애자런 Clearance

그림 2 애자런형별 절연간격

Fig. 2 Air clearance of insulator strings

표 6 공기절연거리

Table 6 Revision of the air clearance

(1) 현수애자런 보정치를 고려한 공기절연거리

구 분	뇌 surge	개폐 surge			
		Tower Window 내		외측상	
	도체-하단암	도체-하단암	도체-탑체	도체-탑체	
절연거리	5,490	5,860	5,860	5,110	
보 정 치	300	300	90	220	
계	5,790	6,160	5,950	5,330	

(2) 내장애자런 보정치를 고려한 공기절연거리

구 분	뇌 surge	개폐 surge			
		Tower Window 내		외측상	
	도체-하단암	도체-하단암	도체-탑체	도체-탑체	
절연거리	5,150	5,590	4,900	2,050	1,850
재 료 폭	50	90	220	90	220
합 계	5,200	5,680	5,120	2,140	2,070

2.4 철탁설계

2.4.1 철탁부재 및 형상

철탁 부재는 철탁중량에 따른 자재비, 지지물 형식에 따른 시공비 등의 경제성과 용지 확보, 민원발생 등을 검토한 결과 산형강을 철탁부재로 한 삼각배열이 가장 적합한 것으로 나타났다. 철탁형상은 전선배열 검토방식과 같은 조건인 그림 3을 기본으로 시공성, 미관, 용지 확보성, 유지보수성, 전기적 특성 등을 종합적으로 검토한 후 철탁형상을 결정하였다.

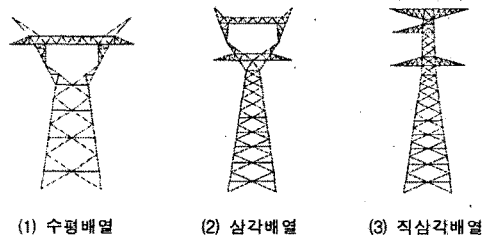


그림 3 전선배열별 철탁형상

Fig. 3 Three types of towers.

검토 결과는 수평배열이 경제적이지만 산복을 고려할 경우 철탁이 높아지고 선하면적이 넓어 불리하며, 직삼각 배열은 시공·제작성이 유리한 반면 한쪽으로 치우친

다는 느낌을 주어 시각적으로 불리하고, 삼각배열은 시공·제작성이 다소 불리하지만 경제성, 선하면적, 미관 면에서 우수하여 삼각배열을 적용하기로 하였다. [1]

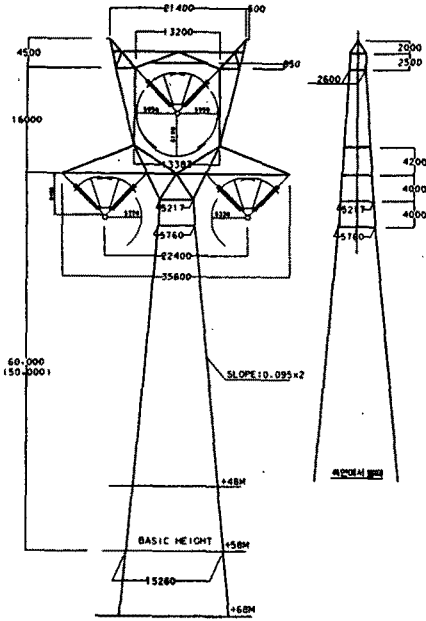


그림 4 1회선 첩탑형상 (A형)
Fig. 4 Skeleton diagram for 765kV 1cct T/L (A-type)

2.4.2 첩탑설계 계수

첩탑 구조물에 의한 중요도 계수는 재현기간 200년에 해당하는 1.3, 부재의 안전율은 1.02, 볼트의 안전율은 1.05로 설계 하였다.

첩탑의 높이별 분포도는 90m 이하 그룹과 90m 초과 그룹으로 분류하고 첩탑형상별 특성은 표7과 같이 설계 하였다.

표 7 첩탑형상별 특성
Table 7 Tower configuration

구 분	Arm 폭		지 상 고	
	현수	내장	현수	내장
삼각배열	28 m	29 m	28 m	31 m

(주) 현수형은 A, 내장형은 C Type 기준

2.4.3 표준첩탑형 및 설계 하중경간

표준경간은 전선 상호간 이격거리 및 갠로핑 등 기술적인 사항과 공사비 비교를 통하여 검토한 결과 500m로 결정하였다. 신안성-신가평간 송전선로의 경과지 측량 결과 수평하중경간을 450m와 500m로 나누어서 설계하는 것이 경제적이고, 수직하중경간의 구분 적용은 경제성에 거의 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 1회선 첩탑 설계시에는 수평하중경간을 두 가지로 적용키로 하고, 수직하중경간은 첩탑 중앙에 미치는 영향이 적고 설계의 편의성을 고려하여 LA형 이외는 850m로 단일화 하였다. 현수형은 일반용 A형과 장경간용 LA형으로 구분하고, C형 이상의 첩탑형은 각도형과 내장형으로 구분하였다.

표 8 표준첩탑형 및 설계하중경간
Table 8 Standard span for tower type

첩탑형	수평 각도	수평하중 경간(m)	수직하중 경간(m)	주주재의 기술기	비 고
A	3°	450/500	850	19%	현수형
LA	3°	600	1,200	19%	장경간 현수형
B	20°	450/500	850	22%	각도형
C	30°	450/500	850	22%	각도, 내장형
E	40°	450/500	850	22%	각도, 내장형
G	50°	450/500	850	22%	각도, 내장형
D	60°	450/500	850	22%	각도, 내장형
Do	Dead End	450/500	850	22%	인류형

2.5 첩탑기초 설계

첩탑기초의 특성상 인양력을 기준으로 시공성, 경제성, 지형여건 등을 검토한 결과 기초인양력 260톤 이상은 심형기초, 260톤 미만은 독립기초 형식을 적용하는 것이 경제성이 있는 것으로 검토되었다. 또한 지반경사각이 25° 이상일 때는 심형기초가, 25°미만일 때는 독립기초가 경제성이 있는 것으로 검토되었다. 기초형식별 특성은 표9와 같고 형상은 그림5와 같다.

표 9 기초형식별 특징
Table 9 Type of foundation and its application

기초형식	특 정
독립기초	첩탑기초하중 260톤미만, 지반경사각 25°미만
심형기초	첩탑기초하중 260톤이상, 지반경사각 25°이상

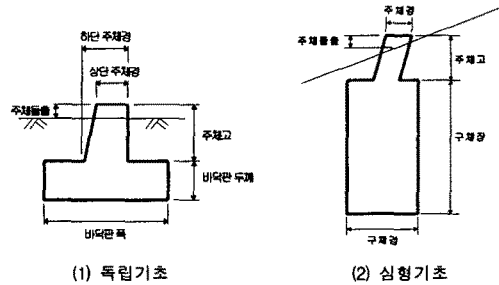


그림 5 첩탑기초 형식
Fig. 5 Type of foundation

3. 결 론

765kV 2단계 사업인 신안성-신가평간 1회선 송전선로에 적용할 전기환경, 전선배열, 절연 및 첩탑설계 그리고 기초설계에 대한 기술기준 및 기본 설계방향을 정립하였다. 향후 본 기술·설계기준을 토대로 765kV 1회선용 첩탑 및 V형 애자리의 개발과 시공기술에 적용할 예정이다.

(참 고 문 헌)

- [1] 한전 송전전압격상추진팀, "765kV 송전선로 전선선정 및 환경대책설계 지침", pp 52-64, 1994
- [2] 한전, "765kV 1회선T/L 기본설계 및 기술검토서", pp. 7-21, 2002.8
- [3] 한전 송전전압격상추진팀, "765kV 송전선로 절연설계 지침", pp.4-8, 1994.12
- [4] 한전 송전전압격상추진팀, "765kV 송전선로 애자장치 강도제일 검토서", pp3-21, 1994
- [5] 한전 송전전압격상추진팀, "765kV 송전선로 접지설계 검토", pp.277-283, 1995