

한전 765 kV 송전선로 전선가선설계에 관한 검토

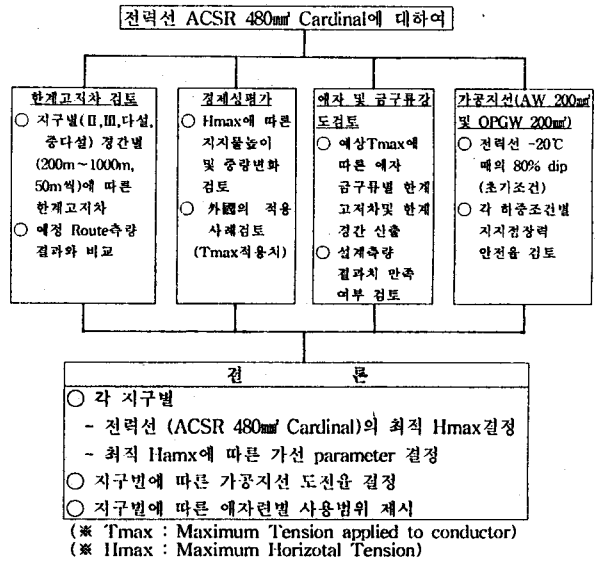
박 광희, 김 용환*, 원 봉주
한국전력공사 송변전처 송전진압격상추진반

A study on the design of conductor stringing for KEPCO 765kV Transmission Lines

K.H. Park, Y.W. Kim*, B.J. Won
UHV Project office, T/S Dept., KEPCO

Abstract - This paper deals with the design of conductor stringing of KEPCO 765kV transmission line. The main subject in the design of conductor stringing is the determination on what the stringing tension is. According to the stringing tension, the weight and height of towers and the strength necessary for conductor, hardware, insulator vary, and the construction cost and the reliability of tower are affected largely. Therefore, in order to determine the optimum condition for stringing conductors, We appraised various items ; estimation of economic comparison, strength appraisal of conductor, hardware, insulator, etc. After studying these entirely, we present the condition of condutor stringing for KEPCO 765kV transmission line.

3. 검토방법



1. 서론

한국전력공사는 765kV 송전선로에 적용할 전력선으로 전력선의 경우 ACSR 480mm² x 6B (Cardinal), 가공지선은 AW 200mm² 및 OPGW 200mm²로 각각 선정하였다. 이는 송전용량 및 경제성, 전기 및 기계적 환경장애를 고려한 적절한 결정이라 사료된다.

일단 전선의 선종이 결정되면 이 전선을 어떻게 가선해야 하는가? 하는 문제가 대두하게 되며, 본 논문에서는 여러 조건들의 검토를 통하여 한국전력공사의 765kV 송전선로 전선의 가선설계 조건을 제시코자 한다.

2. 검토의 필요성

가선장력을 크게하면 지지물의 높이를 낮게할 수 있는 반면 지지물의 설계중량에 영향을 미치게 되며, 전선과 애자,금구류의 소요강도가 커지게 되는 결과를 초래하게 된다. 가선장력을 작게 하는 경우 반대의 상황이 되어 가선장력에 따라 송전선로의 건설공사비와 설비의 신뢰도(Reliability)는 큰 영향을 받는다.

그러므로, 최적의 가선조건을 산정하기 위해선 가선장력에 따른 지지물의 중량변화와 사용가능 애자금구류의 사용한계, 지지물의 높이증가에 따른 신뢰도 등을 고려하여야 한다.

이와 아울러 전선의 허용안전율도 지구별로 검토하여 적용기준을 차별화하는 것도 최적가선을 위해 필요하다.

3.1 한계고저차 검토

공간,전선,가선장력이 주어졌을 때 지지점의 장력이 허용안전을 만족하는 최대고저차를 한계고저차라 하고,구하는 관계식은 다음과 같다.

$$(w^2 \cdot q^2 \cdot \sin^4 j) \cdot h^4 + (4H \cdot w \cdot q \cdot \cos j \cdot \sin^2 j) \cdot h^3 + (2w^2 \cdot q^2 \cdot s^2 \cdot \sin^2 j + 4H^2 \cdot \cos^2 j + \sin j \cdot (8H^2 - 8Tb \cdot H)) \cdot h^2 + (4H \cdot w \cdot q \cdot s^2 \cdot \cos j) \cdot h + (w^2 \cdot q^2 \cdot s^4 + s^2 \cdot (8H^2 - 8Tb \cdot H)) = 0$$

여기서, w : 전선단위중량(kg/M) q : 부하계수

H : 가선수평장력(kgf) Tb : 지지점장력(kgf)

j : 전선의 횡진각(°), s : 경 간(M), h : 고저차(M)

3.2 경제성평가(건설비)

가선장력에 따라 지지물의 높이와 중량은 변하는데 지지물의 중량은 가선장력에 비례하고, 지지물의 높이는 반비례하게 된다. 그런데, 첩탑중량은 또한 높이가 커질수록 커지므로 첩탑중량은 가선장력의 함수로 표시할 수가 있다.

이를 수식으로 표현하면,

○ 높이의 변화에 따른 중량변화량

$$\Delta h = \frac{ws^2}{8H_1} - \frac{ws^2}{8H_2} = \frac{ws^2}{8} \cdot \left(\frac{1}{H_1} - \frac{1}{H_2} \right)$$

$$WT_1(\text{중량변화량}) = k_1 \cdot \Delta h = k_1 \cdot \frac{ws^2}{8} \cdot \left(\frac{1}{H_1} - \frac{1}{H_2} \right)$$

○ Hmax 에 따른 중량변화율

$$\Delta WT_2 = k_2(H_1 - H_2)$$

$$\therefore \Delta WT = \Delta WT_1 + \Delta WT_2$$

$$= k_1 \cdot \frac{ws^2}{8} \cdot \left(\frac{1}{H_1} - \frac{1}{H_2} \right) + k_2(H_1 - H_2) \text{가 된다.}$$

k₁ 및 k₂는 생산기술연구과제로 수행되었던 강관형철탑의 Hmax에 따른 중량변화와 높이에 따른 중량변화를 검토하여 개략적으로 구하여 적용하였다.

3.3 애자련강도 검토

애자 및 금구류는 서로 결합하여 set별로 설치되므로 동시에 하중이 인가되는데 아래와 같이 현수애자련 및 내장애자련으로 구분하여 강도검토식을 적용하였다.

○ 현수애자련강도 검토식

$$\frac{GN}{\sigma} = \sqrt{\left(nwS_m + nH \left(\frac{h_1}{s_1} + \frac{h_2}{h_2} \right) + I \right)^2 + \left(nwS_m \cdot \cos^2 \frac{\theta}{2} + nH \cdot \sin \frac{\theta}{2} + I_w \right)^2}$$

여기서, G : 애자의 RUS(Rated Ultimate strength)
 N : 애자련수 a : 안전율
 w_w : 전선단위길이당 풍압, n : 소도체수
 h₁, h₂ : 전후경간의 교차차, S₁, S₂ : 전후경간의 경간
 S_m : 전후경간의 평균
 I : 애자련의 중량, I_w : 애자련의 풍압

○ 내장애자련강도 검토식

$$\frac{G \cdot N}{a \cdot n} = (H + w \cdot q \cdot dH')$$

$$\text{여기서, } dH' = d' \cdot \left(1 + \frac{h}{4d} \right)^2, \quad d' = \frac{wq}{8H} \cdot S^2$$

$$s' = \sqrt{s^2 + h^2 \cdot \sin^2 j}, \quad h' = h \cdot \cos j$$

3.4 하중조건에 따른 수평장력 산출식

하중조건에 따른 수평장력 구하는 식은 아래와 같다.

$$B_3 \cdot t_i^3 + B_2 \cdot t_i^2 + B_1 \cdot t_i + B_0 = 0$$

$$B_3 = 1, \quad B_2 = \frac{k_1 \cdot S^2 \cdot q_i^2}{t_i} + k_2 \cdot (\theta f - \theta i) - t_i$$

$$B_1 = 0, \quad B_0 = -k_1 \cdot S^2 \cdot qf^2$$

여기서, t_f : 나중상태의 전선수평장력 (kgf/mm)

t_i : 초기상태의

S : 경간(M)

q_f : 나중상태의 부하계수, q_i : 초기상태의 부하계수

θ_f : 나중상태의 온도(°C), θ_i : 초기상태의 온도(°C)

k₁ : E · w² / (24 × A³), k₂ : E × α

E : 전선의 탄성계수(kgf/mm²), α : 전선의 열팽창계수

A : 전선의 전체단면적(mm²)

w : 전선단위길이당 중량(kgf/m)

3.5 지구별 하중조건 및 적용안전율

KEPCO 765kV 송전선로 예정 Route의 하중지구구분은 한전 설계기준 및 태백·사북지구 착빙설 하중조건 검토결과에 의해 II, III, 다설, 중다설지구로 구분되어지며, 지구별 하중조건 및 적용 안전율은 아래와 같이 적용하였다.

3.5.1 하중조건

구분	최고온도시	고온계류용시	저온계류용시	최저온도시	비고
중다설지구	75°C, 무풍, 무설	10°C, 기준풍압: 100kgf/m ² , 무설	0°C, 기준풍압: 30kgf/m ² , 착빙설: 40mm (0.6)	-20°C, 무풍, 무설	()은 비중

(※ II, III, 다설지구의 하중조건은 한전설계기준 참조)

3.5.2 적용안전율

구분	항목	안전율	비고
II, III, 다설지구	전력선	2.5	지지점장력기준
	가공지선	2.8	"
	애자 및 금구류	3.0	"
중다설지구	전력선	1.67	"
	가공지선	1.67	"
	애자 및 금구류	1.67	"

4. 결 론

위 검토결과 및 기준에 의해 검토한 후 그 결과를 분석, 종합한 결과, KEPCO 765kV 송전선로 가설설계조건을 아래와 같이 산정, 제시했다.

4.1 가공지선 도전을

- 40% AW 및 OPGW (II, III지구)
- 30% AW 및 OPGW (다설, 중다설지구)

4.2 애자련(애자 및 금구류)

- 현수애자련 : 300kN × 2련 또는 400kN × 2련
- 내장애자련 : 400kN × 3련

4.3 동가경간별 parameter

- II 지구 : 1040 ~ 1290
- III 지구 : 1050 ~ 1540
- 다설지구 : 900 ~ 1100
- 중다설지구 : 840 ~ 950

[참고문헌]

1. 한전 설계기준
2. 한전 UHV추진반, "태백·사북지구 착빙설 하중조건 검토", 1994.
3. 한전 UHV추진반, "애자련강도 검토", 1994.
4. 한전 UHV추진반, "765kV T/L 전선, 가공지선 선정 및 환경대책 지침", 1994
5. 한전 송변전건설처, "765kV 신당전-신서산 T/L 답사보고서", 1993
6. 한전 송변전건설처, "765kV 신서산-신안성 T/L 답사보고서", 1993
7. 한전 송변전건설처, "765kV 신태백-신가평 T/L 답사보고서", 1993
8. JEC-127(1979)
9. N.E.S.C (National Electrical Safety Code : U.S.A)
10. 동경전력, 1000kV 간선설계요항서
11. 동경전력, "송전설계의 手引"
12. 灼健觀, "송전공학"(문운당)