

## 직선 가공배전선로 경간 및 지선강도 설계방안 연구

왕윤찬\*, 선상진\*, 김상규\*, 김창완\*  
한국전력공사 중앙교육원\*

### A Study on Design Techniques for Span Length and Guy Wire Strength in Straight Over-head Distribution Lines

Yoon-Chan Wong\*, Sang-Jin Sun\*, Sang-Kyu Kim\*, Chang-Wan Kim\*  
Central Education Institute of Korea Electric Power Corporation

**Abstract** - 가공배전선로는 태풍과 같은 자연재해에 상시 노출되어 시설되므로 전기고장 및 설비피해가 발생할 우려가 매우 높다. 그러나 이와 관련한 실질적인 연구들이 부족하여 가공배전선로의 설계원들이 직선선로의 경간 결정시 단순히 저압부하밀도 및 전주강도만을 고려하고 있으며, 인류지선 및 종지선의 규격 선정방법을 잘 이해하지 못함에 따라 규격 선정의 오류가 발생되기도 한다. 따라서 본 고에서는 그 동안의 연구결과를 바탕으로 가공배전선로 설계시 수평선간이격거리를 고려한 경간 결정방법과 장경간 및 표준경간의 인류지선, 장경간개소 종지선 결정방법에 대하여 사례를 통해서 설명하였다. 본 고에서 제시한 방법에 따라 설계검토를 시행한다면 표준경간에서 선간단락고장을 예방할 수 있을 뿐만 아니라, 장경간 및 표준경간의 인류지선 및 종지선의 강도가 재해시에도 충분한 강도를 확보하여 설비피해 및 전기고장을 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

기준에 의하면 바람의 횡진에 따른 전선의 수평선간거리가 충분한지 여부는 검토되고 있지 않은 실정이다.

**<표 1> 태풍대비 지역별 표준경간**

| 구 분 | 중하중용 전주(700kg) |      | 고강도 전주(1000kg) |      |
|-----|----------------|------|----------------|------|
|     | 해안지역           | 강화지역 | 해안지역           | 강화지역 |
| 1회선 | 60m            | 40m  | 60m            | 60m  |
| 2회선 | 35m            | 30m  | 50m            | 40m  |

논자의 기존 연구에 의하면 바람의 휴식 시 수평선간거리계산식을 이용하여 강화지역의 ACSR/AW-TR/OC 160mm<sup>2</sup>의 완철길이별 최대경간을 검토한 결과는 <표 2>와 같다.

**<표 2> ACSR/AW-TR/OC 160mm<sup>2</sup> 완철 길이별 최대경간**

| 이도조건 | 기준이도 (0.6m) |     |        |      | 지역별하중조건 |      | 임계경간 및 적용하중조건      |
|------|-------------|-----|--------|------|---------|------|--------------------|
|      | 2400mm      |     | 5400mm |      | 5400mm  |      |                    |
| 완철길이 | 560mm       |     | 1140mm |      | 2600mm  |      | EDS ≤ 68.2<br>≤ 강화 |
| 선간거리 | 39m         | 63m | 102m   | 148m | 116m    | 166m |                    |
| 강화지역 |             |     |        |      |         |      |                    |

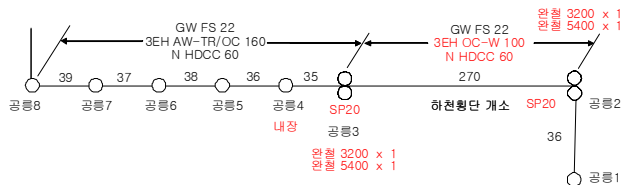
상기 표에서 표준경간의 기준이도 0.6m(경간 40m, 온도 15℃, 무풍 및 무빙 기준)를 시공 시 보통장주인 경우 최대 39m까지 설계할 수 있음을 알 수 있다.

따라서 공릉 4호에서 각도주까지의 공장 150m에 소요되는 전주본수는 다음과 같다.

$$150m \div 39m = 3.81 \approx 4\text{본}$$

$$\text{그러므로 공릉 4호에서 각도주까지의 평균경간은 } 150m \div 4\text{본} = 37.5m$$

이다. 따라서 각 경간을 평균 37.5m로 결정하여야 하지만 현장 여건상 해당지점에 건주할 수 없는 경우가 있으므로 본 고에서는 <그림 2>와 같이 공릉4호부터 8호까지의 경간을 36~39m로 선정하였다.



**<그림 2> 직선개소의 경간 결정 결과**

## 1. 서 론

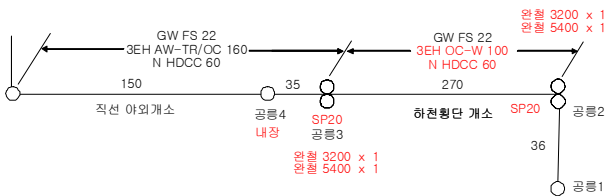
가공배전선로는 태풍과 같은 자연재해에 상시 노출되어 시설되므로 전기고장 및 설비피해가 발생할 우려가 매우 높다. 따라서 가공배전선로는 설계 시 이러한 피해가 발생하지 않도록 설계지역의 기상조건을 감안하여 전기적 및 기계적 안전성 확보 여부를 검토하여야 한다. 그러나 이와 관련한 실질적인 연구들이 부족하여 가공배전선로의 설계원들이 직선선로의 경간 결정시 단순히 저압부하밀도 및 전주강도만을 고려하고 있으며, 인류지선 및 종지선의 규격 선정방법을 잘 이해하지 못함에 따라 규격 선정의 오류가 발생되기도 한다. 따라서 본 고에서는 논자가 그동안 연구한 결과를 바탕으로 표준경간에서 바람의 횡진을 고려한 수평선간이격거리를 고려하여 경간을 결정하는 방법과 장경간 및 표준경간의 인류지선 및 종지선의 규격을 선정하는 방법을 사례를 들어서 설명하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 설계조건

본 고에서는 아래의 그림과 같이 가공배전선로를 설계함에 있어서 직선야외개소의 경간, 공릉2호 및 각도주의 인류지선, 공릉3호의 종지선 규격을 검토하는 방법을 사례로 들고자 한다.

설계조건으로 이 지역은 오순등급 B급지역이고, 풍압하중은 고온계에는 강화지역의 풍압(풍속 45m/s), 저온계에는 감중풍압(풍속 35m/s)을 적용해야 하는 지역이며 부하전류를 감안하여 특고압전선의 굵기는 알루미늄절연전선류 160mm<sup>2</sup>를 적용해야 하는 구간이다. 직선야외개소의 공릉4호부터 각도주까지의 공장은 150m이며, 장경간개소는 검토한 결과 특고압선은 OC-W 100mm<sup>2</sup>를, 장주는 완철 3200과 5400mm를 사용하여 2단으로 시설하는 것을 조건으로 하였다.



**<그림 1> 설계 조건**

### 2.2 직선개소의 경간 결정

일반적으로 현재는 경간결정시 지역별 저압부하밀도를 감안하여 결정된 표준경간과 전주강도를 고려한 태풍대비 지역별 표준경간에 따라 설계하고 있다. 저압부하밀도를 감안한 야외지역의 지역별 표준경간은 50m정도이며, 전주강도를 고려한 강화지역의 1회선 설치시 표준경간은 <표 1>과 같이 중하중용이 40m, 고강도 전주가 60m이다. 그러나 기존

### 2.3 보통지선의 강도계산식

가공배전선로에 시설하는 보통지선의 강도계산식은 다음과 같다.

$$T_g \geq \frac{KFM}{h_g} \sqrt{\left(\frac{h_g}{l_g}\right)^2 + 1} \dots\dots\dots (식 1)$$

- 단, T<sub>g</sub> : 불평형장력을 지지하는 보통지선의 최소 인장하중 [kg]
- K : 지선계수 (양횡지선 = 1/2, 기타 = 1)
- F : 지선의 안전율 (양횡지선 = 2.5, 기타 = 1.5)
- M : 지선 설치주에 작용하는 외력에 의한 굽힘모멘트 [kg·m]
- h<sub>g</sub> : 불평형장력을 지지하는 보통지선 설치점의 지표상 높이 [m]
- l<sub>g</sub> : 보통지선의 근개 [m]

### 2.4 장경간개소(공릉2호) 인류지선 규격 결정

인류지선의 경우 경우 (식 1)의 M은 전선 상정최대장력에 의한 굽힘모멘트 M<sub>d</sub>[kg·m]를 적용하면 된다. 각 설치단의 M<sub>d</sub>는 다음 식과 같이 계산하면 된다.

$$M_d = \sum T_i h = T_i h N \dots\dots\dots (식 2)$$

단,  $T_i$ [kg]은 전선 1조의 상정최대장력이며,  $h$ [m]는 전선 설치점의 지표상 높이이고,  $N$ 은 전선의 조수이다.

논자의 2008년도 대한전기학회 하계학술대회 발표논문인 “장경간 가공배전선로 설계 신기법 적용 사례”에서 계산한 결과를 참고하면 공릉2~3호간 전선에 작용하는 고온계 및 저온계 상정최대장력은 다음과 같다.

**<표 3> 공릉2~3호간 전선의 설치점별 상정최대장력**

| 설치단  | 전선 종류 | 규격 (mm) | 조수 | 설치점 높이(m) | 상정최대장력(kg) |         |
|------|-------|---------|----|-----------|------------|---------|
|      |       |         |    |           | 고온계        | 저온계     |
| 가공지선 | FS    | 22      | 1  | 21.27     | 946.2      | 1,012.0 |
| 특고1단 | OC-W  | 100     | 1  | 19.59     | 1,822.7    | 1,407.4 |
| 특고2단 | OC-W  | 100     | 2  | 17.59     | 1,822.7    | 1,407.4 |
| 중성선  | HDCC  | 60      | 1  | 13.66     | 1,095.5    | 1,007.3 |

다음 표에서와 같이 각 설치단의 굽힘모멘트를 계산 후 고온계와 저온계 합성모멘트를 비교하면 고온계 합성굽힘모멘트가 크며, 전주형태가 H주인 경우에는 지선을 양쪽 전주에 설치하므로 각 지선은 불평형장력에 의한 굽힘모멘트의 1/2만을 부담하면 되므로 적용굽힘모멘트는 최대 굽힘모멘트의 1/2를 적용하면 된다.

**<표 4> 공릉2호 굽힘모멘트**

| 설치단   | 합성 굽힘모멘트(kg·m) |         | 최대굽힘모멘트 (kg·m) | 적용굽힘모멘트 (kg·m) |
|-------|----------------|---------|----------------|----------------|
|       | 고온계            | 저온계     |                |                |
| 가공지선  | 20,126         | 21,525  | 20,126         | 10,063         |
| 특고압1단 | 35,707         | 27,571  | 35,707         | 17,853         |
| 특고압2단 | 64,123         | 49,512  | 64,123         | 32,061         |
| 중성선   | 14,965         | 13,760  | 14,965         | 7,482          |
| 계     | 134,919        | 112,368 | 134,919        | 67,460         |

인류지선을 특고압 2단 완철의 하방 20cm의 지점에 설치하면서 지선의 각도를 45°로 할 경우 근개와 설치점의 높이는 17.39m이다.

(식 1)에 67,460[kg·m]와 근개 및 설치점의 높이를 적용하면 지선의 소요강도가 8,229kg이 소요되는 것으로 산출되며, 이 값보다 큰 인장하중을 가진 아연도강연선의 규격은 7/3.8mm(인장하중 9,140kg)이다.

**2.5 장경간개소(공릉3호) 종지선 규격 결정**

여기서는 공릉2~3호(장경간개소)에는 지역별 하중조건을 적용하고, 공릉3~4호(표준경간)에는 표준경간의 기준이도 0.6m(경간 40m, 온도 15°C, 무풍 및 무빙 기준)를 적용하게 됨에 따라 각 방향 전선의 상정최대장력의 크기가 다르며 이에 따른 불평형장력에 의해 발생하는 굽힘모멘트를 (식 1)의 M에 적용하여야 한다.

공릉3~4호(표준경간)에 기준이도를 적용시 설치점별 고온계 및 저온계 상정최대장력을 계산하면 다음 표와 같다.

**<표 5> 공릉3~4호간 전선의 설치점별 상정최대장력**

| 설치단  | 전선 종류 | 규격 (mm) | 조수 | 설치점 높이(m) | 상정최대장력(kg) |       |
|------|-------|---------|----|-----------|------------|-------|
|      |       |         |    |           | 고온계        | 저온계   |
| 가공지선 | FS    | 22      | 1  | 21.27     | 205.0      | 254.2 |
| 특고1단 | TR/OC | 160     | 1  | 19.59     | 766.8      | 879.6 |
| 특고2단 | TR/OC | 160     | 2  | 17.59     | 766.8      | 879.6 |
| 중성선  | HDCC  | 60      | 1  | 13.66     | 379.8      | 485.7 |

**<표 6> 공릉3호 굽힘모멘트**

| 설치단  | 전원측 굽힘모멘트 |         | 부하측 굽힘모멘트 |        | 합성 굽힘모멘트 |        |
|------|-----------|---------|-----------|--------|----------|--------|
|      | 고온계       | 저온계     | 고온계       | 저온계    | 고온계      | 저온계    |
| 가공지선 | 20,126    | 21,525  | 4,360     | 5,407  | 15,765   | 16,118 |
| 특고1단 | 35,707    | 27,571  | 15,022    | 17,231 | 20,685   | 10,340 |
| 특고2단 | 64,123    | 49,512  | 26,976    | 30,944 | 37,147   | 18,568 |
| 중성선  | 14,965    | 13,760  | 5,188     | 6,635  | 9,776    | 7,125  |
| 계    | 134,919   | 112,368 | 51,546    | 60,217 | 83,373   | 52,151 |

<표 3>과 <표 5>의 상정최대장력에 의해 발생하는 전원측 및 부하측 굽힘모멘트와 모멘트의 차인 합성모멘트는 다음 <표 6>과 같다. <표 6>에서 고온계 합성모멘트의 크기가 83,373[kg·m]으로서 크므로 H주로 시설하는 공릉3호주의 종지선 규격선정을 위해서는 이 값에 1/2의 모멘트인 41,687[kg·m]를 (식 1)에 적용하여 종지선의 소요강도를 산출하여야 한다. 근개 및 설치점의 높이를 인류지선과 동일하게 적용하면 종지선의 소요강도가 5,085kg이 소요되는 것으로 산출되며, 이 값보다

큰 인장하중을 가진 아연도강연선의 규격은 7/3.2mm(인장하중 6,500kg)이다.

**2.6 표준경간개소(공릉8호) 인류지선 규격 결정**

공릉4~8호는 1개 내장구간으로 가선되며, 이러한 경우에 이도 적용시 경간은 아래 식을 이용하여 등가경간으로 환산하여 적용한다.

$$\text{등가경간} = \sqrt{\frac{S_1^3 + S_2^3 + S_3^3 + \dots + S_n^3}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n}} \dots\dots\dots (식 3)$$

여기서  $S_1, S_2, \dots, S_n$  : 1개 내장구간 내 각 구간의 경간[m]

(식 3)을 이용하여 공릉4~8호의 등가경간을 계산하면 38m가 산출되며, 이 경간을 이도계산식에 적용하여 고온계 및 저온계 상정최대장력을 계산하면 다음 <표 7>과 같다.

**<표 7> 공릉4~8호간 전선의 설치점별 상정최대장력**

| 설치단  | 전선 종류 | 규격 (mm) | 조수 | 설치점 높이(m) | 상정최대장력(kg) |       |
|------|-------|---------|----|-----------|------------|-------|
|      |       |         |    |           | 고온계        | 저온계   |
| 가공지선 | FS    | 22      | 1  | 14.77     | 209.6      | 254.8 |
| 특고1단 | TR/OC | 160     | 3  | 13.09     | 785.3      | 854.8 |
| 중성선  | HDCC  | 60      | 1  | 11.34     | 386.3      | 475.3 |

**<표 8> 공릉8호 굽힘모멘트**

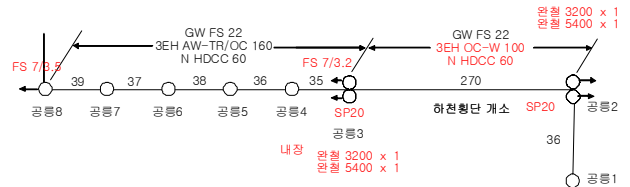
| 설치단   | 합성 굽힘모멘트(kg·m) |        | 최대굽힘모멘트 (kg·m) |
|-------|----------------|--------|----------------|
|       | 고온계            | 저온계    |                |
| 가공지선  | 3,096          | 3,763  | 3,763          |
| 특고압1단 | 30,839         | 33,568 | 33,568         |
| 중성선   | 4,381          | 5,390  | 5,390          |
| 계     | 38,315         | 42,721 | 42,721         |

상기 표에서와 같이 각 설치단의 굽힘모멘트를 계산 후 고온계와 저온계 합성모멘트를 비교하면 저온계 합성굽힘모멘트가 크며, 전주형태가 단주인 경우에 지선은 불평형장력을 모두 부담하여야 하므로 적용굽힘모멘트는 최대굽힘모멘트를 적용하면 된다.

인류지선을 특고압 완철의 하방 20cm의 지점에 설치하면서 지선의 각도를 45°로 할 경우 근개와 설치점의 높이는 12.899m이다.

(식 1)에 42,721[kg·m]와 근개 및 설치점의 높이를 적용하면 지선의 소요강도가 7,031kg이 소요되는 것으로 산출되며, 이 값보다 큰 인장하중을 가진 아연도강연선의 규격은 7/3.5mm(인장하중 7,730kg)이다.

<그림 3>은 본 고에서 검토한 경간 및 지선규격 선정 결과이다.



**<그림 3> 지선규격 결정 결과**

**3. 결 론**

기존의 설계방법으로는 저압부하밀도와 전주강도만을 고려하여 경간을 결정하였으며, 인류지선 및 종지선의 규격선정 방법이 이론에만 국한되어 있어 설계자가 현장에 적용하기가 매우 어려웠다. 따라서 본 고에서는 가공배전선로 설계시 수평선간이격거리를 고려한 경간 결정방법과 장경간 및 표준경간의 인류지선, 장경간개소 종지선 결정방법에 대하여 연구한 결과를 바탕으로 사례를 통해서 설명하였다. 본 고에서 제시한 방법에 따라 설계검토를 시행한다면 표준경간에서 선간단락고장을 예방할 수 있을 뿐만 아니라, 장경간 및 표준경간의 인류지선 및 종지선의 강도가 재해시에도 충분한 강도를 확보하여 설비피해 및 전기고장을 예방할 수 있을 것으로 기대된다.

**[참 고 문 헌]**

- [1] 왕윤찬, “가공설계 기술검토”, 배전기술검토능력향상반, 한국전력공사 중앙교육원, p3~110, 2008
- [2] 왕윤찬외3, “장경간 가공배전선로 설계 신기법 적용 사례”, 대한전기학회 하계학술대회 설계감리 전문위원회 논문집 제출논문, 2008
- [3] 왕윤찬, “태풍대비 설계방안”, 배전설비운영 I, 한국전력공사 중앙교육원, p443~502, 2008