

# 핫라인 씨포트암을 이용한 완철교체 공법

(The Method for Replacement of Strain Pole Crossarm using the Hot-line Support Arm)

문성원\*<sup>§</sup> · 박용범<sup>§</sup> · 김점식<sup>§</sup> · 송현석<sup>§</sup> · 조시형<sup>#</sup> · 최명호<sup>#</sup>

(대원전기(주)<sup>§</sup>, 한국전력공사 중앙교육원<sup>#</sup>)

S. W. Mun<sup>§</sup>, Y. B. Park<sup>§</sup>, J. S. Kim<sup>§</sup>, H. S. Song<sup>§</sup>, S. H. Cho<sup>#</sup>, M. H. Choi<sup>#</sup>

(Daewon Electric Corp.<sup>§</sup>, KEPCO<sup>#</sup>)

## Abstract

In this paper, developed a uninterruptible hotline tools and method for replacement of strain pole crossarm on overhead distribution line. For practical use of developed tools, following direct hot-line methods were proposed: 'Direct hot-line method for replacement of pin pole crossarm', 'Direct hot-line method for alteration of crossarm' and 'Crossarm replacement method in uninterruptible cable displacement area'. These methods were proposed more simple and safe working on hotline job.

### 1. 서론

배전 직접활선작업 중 내장주 완철교체의 경우 표준화된 직접활선공법이 없어 공사업체마다 설계 및 작업 방법이 달라 안전사고 위험, 시공품질 저하, 도급비 과다집행 등의 문제점이 발생되고 있다.

배전 활선공법은 미국의 간접활선공법 및 직접활선공법을 들여와 시공하고 있으나 국내에서는 직접활선공법에만 의존하고 있고, 간접활선공법은 거의 사용을 하지 않으며, 활선공구의 생산은 거의 전무한 상태로 대부분을 수입에 의존하고 있는 실정이다.

따라서 본 논문에서는 가공배전선로용 무정전 내장주 완철교체시 표준화된 활선공법 및 활선공구를 개발하고, 이와 더불어 개발된 공구의 활용성을 높이며 직접활선의 안전성을 향상시키기 위하여 '직접활선 편장주 완철교체작업' 및 '직접활선 장주변경작업' 그리고 '전선이선 무정전공법 구간내 완철교체작업'을 현재 공법보다 간단한 공정으로 안전하게 작업할 수 있는 직접활선 공법을 제시하고자한다.

### 2. 본론

#### 2.1. 이론적 배경

##### 1) 활선공사

활선작업은 충전된 단로기(DS)를 디스콘 붐을 사용하여 개폐한 것으로부터 시작되어 작업정전 감소를 위한 무정전 작업이 활성화됨에 따라 그 필요성과 중요성이 검증되어 기술개발을 통한 활선공구 및 공법이 날로 발전되어 가고 있으며 현재 실용화되어 배전분야 무정전 작업에 활용되는 활선공법은 다음과 같다[1].

- 간접활선작업: 특고압 충전부를 작업자가 직접 접촉하지 않고, 핫스틱(hot-stick) 및 작업 발판대를 활용하여 하는 작업으로 작업속도 및 작업 가능 범위가 제한적이다.
- 간접활선작업용 머니플레이터(Manipulator): 국내에서는 현장사용 가능한 간접활선작업용 머니플레이터 개발에 착수한 상태이다.

- 직접활선작업: 활선작업용 버펄 트럭을 이용하여 충전부를 작업자가 직접 만지면서 작업이 가능한 공법으로 작업 능력 및 작업가능범위가 넓어 국내에서 가장 활성화된 공법이다.

##### 2) 무정전공사

자동화산업 및 정보화 사회로의 급진전에 따라 고품질의 전력공급에 대한 고객의 요구가 더욱 증대되면서 고품질의 전력을 유지하기 위한 공법들이 활용되고 있으며, 국내에서 널리 사용되는 공법은 그림 1과 같다.

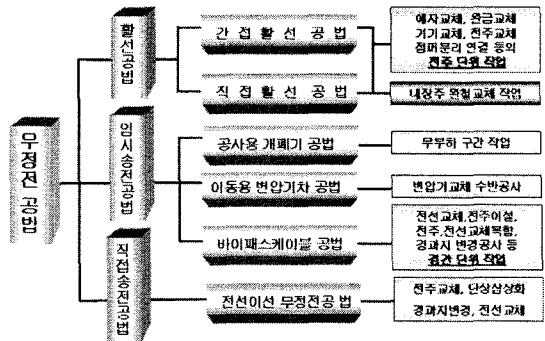


그림 1. 현행 활성화된 무정전공법의 체계  
Fig. 1. The structure of uninterruptible hotline method

- 임시송전공법: 공사용 개폐기, 이동용 변압기차, 특고압 By-pass 케이블을 이용하여 부하를 임시로 송전하고 작업한 후 다시 복구하는 공법으로, 작업 중 연계선로의 전력계통이 불안정한 문제점이 발생한다.
- 직접송전공법: 무정전 배전공사시 특고압 By-pass 케이블을 사용하지 않고 전선이선기구를 이용하여 주상에서 기존 활선상태의 전선을 이선함으로써 안전한 작업공간을 확보한 후 신설·철거 전선을 By-pass시켜 순차적으로 활선 분리·연결에 의한 간단한 공정이며, 작업 중 부하전환이 없어 전력계통이 안정적인 공법으로

로 임시송전공법보다 경제성이 높고 시공품질이 우수할 뿐만 아니라 도로횡단 개소, 2회선상단, 하천 횡단 등의 장경간 개소 및 도심지변대가 밀집된 변화가 등의 장비 진입이 곤란한 지역에서도 적용효과가 우수하여 작업 환경이 개선되는 장점이 있어 배전공사의 무정전 작업에 널리 사용되고 있다[2][3].

## 2.2. 활선공구 개발

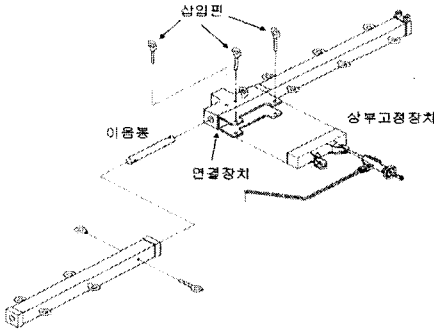


그림 2. 핫라인 씨포트암 조립도  
Fig. 2. The assembly diagram of Hot-line support arm

그림 2의 상부고정장치를 전주에 설치하고 연결장치를 결합하여 삽입핀을 끼워 고정된 다음 절연가완목을 이음봉과 삽입핀을 이용하여 좌측과 우측을 상부고정장치에 결합한다.

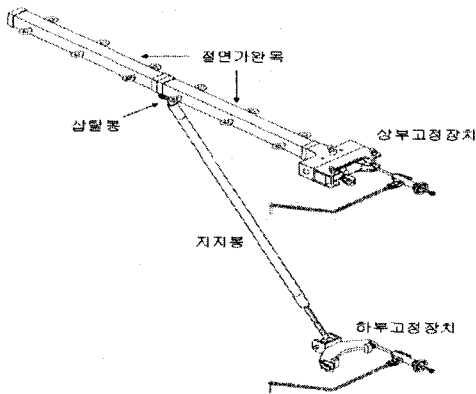


그림 3. 편출장주용 핫라인 씨포트암 조립도  
Fig. 3. The assembly diagram of Hot-line support arm for side pole

그림 3의 상부고정장치와 하부고정장치를 전주에 설치하고 상부고정장치 일측에 절연가완목을 끼워 고정하고 절연가완목의 한쪽 끝에 절연가완목을 결합하고 지지봉을 하부고정장치와 절연가완목과 결합하면 편출장주용 절연가완목이 완성된다. 이때 지지봉을 회전하면 나사형태의 삽탈봉에 의해 높이 조절이 가능하여 현장조건에 따라 용이하게 작업이 가능하다.

## 2.3. 설계하중 및 강도 계산

### 1) 설계하중 계산

작업하중은 절연가완목의 자중, 전선의 자중, 작업공구, 및 기자재의 하중과 풍압하중을 고려하여야 한다.

본 논문에서는 보다 과도한 하중이 적용되는 편출장주를 기준으로 설계하중을 계산한다.

편출장주에서는 완철 교체를 하기 위해 절연가완목 2개를 연속해서 설치하여 사용하므로 하중계산을 하기 위해 2개의 절연가완목을 고려하여 계산해야 한다.

### (1) 절연가완목의 자중( $P_1$ )

편출장주일 경우는 2개의 절연가완목이 사용되므로 절연가완목 2개의 자중( $P_1$ )은

$$P_1 = 8.5\text{kg} \times 2\text{개} = 17\text{kg} \quad (1)$$

### (2) 전선의 자중( $P_2$ )

편출장주의 경우 설치되는 2개의 절연가완목에는 최대 3상의 전선이 걸리기 때문에 전선의 하중계산을 위해서는 3상 전선을 기준으로 계산한다. 전선은 ACSR/AW- OC 160mm<sup>2</sup>를 기준으로 한다[4][5].

표준 경간 50m의 1상당 전선의 자중은 36.5kg으로 3상의 전선 자중을 구하면

$$P_2 = 0.73\text{kg/m} \times 50\text{m} \times 3\text{상} = 109.50\text{kg} \quad (2)$$

### (3) 전선의 풍하중( $P_{3a}$ )

표 1. 전선의 풍압하중

Table 1. The wind pressure load of cable

구분	갑종	을종	병종
전선의 적용하중	76kg/m'	38kg/m'	38kg/m'
비고		차빙 6mm, 비중 0.9	

전선의 풍하중을 고려할 때에는 표 1의 전선의 풍압하중치를 고려하여 계산해야 한다. 그러나 활선작업 안전수칙에 의하면 작업자의 안전을 위해 다음과 같은 경우 원칙적으로 작업을 중단할 수 있다[6].

- 가) 강풍 : 관목의 큰 가지가 흔들리는 평균풍속이 7~10m/s 이상일 때
- 나) 강우 : 1회의 강우량이 50mm 이상
- 다) 강설 : 1회의 강설량이 25cm 이상
- 라) 짙은 안개 : 지상에서 작업원이 확실하게 보이지 않을 때
- 마) 혹서·혹한 : 작업원이 감당하기 어려울 정도로 고 판단할 때 등의 작업이 곤란한 경우에는 공사를 중지할 수 있다.

위의 안전수칙에 따라 갑종 풍압하중에 대한 풍속을 계산하면 Bernoulli 방정식으로부터 속도는

$$velocity = \sqrt{2 \times \left( \frac{P}{D_a} \right)} = \sqrt{2 \times \left( \frac{76 \times 9.8}{1.22} \right)} = 35\text{m/sec}$$

여기서, P는 압력,  $D_a$ 는 공기중 밀도이다.

갑종 풍압하중에 대한 풍속을 계산한 결과 활선 작업을 중단할 수 있는 평균풍속 7~10m/sec의 강풍보다 훨씬 강한 풍속인 35m/sec의 풍속 값을 구할 수 있었다.

동일한 방법으로 을종, 병종의 풍속을 계산 한 결과 약 25m/sec의 풍속값을 구할 수 있었다.

따라서 본 논문이 제시하는 핫라인 소프트웨어는 활선작업 안전수칙에 의해 풍속 7~10m/s 이상인 경우는 활선작업을 중지해야 함으로 풍압하중을 적용하지 않아도 되지만 안전율을 고려하여 갑종의 1/2인 을종 풍압하중을 적용하여 작업하중을 산출하여 설계에 반영하였다.

○ 전선 1상에 작용하는 풍하중(kg)=단위 수직 투영면적당 전선의 풍압하중(kg/m<sup>2</sup>) × 전선의 수직투영면적(m<sup>2</sup>)

○ 전선의 수직 투영면적(m<sup>2</sup>)=전선의 직경(m) × 전선의 길이(m)

ACSR/AW-OC160mm<sup>2</sup> 전선을 기준으로 표준 내장주의 전선의 풍하중과 마찬가지로 50m 표준 경간에서 전선 1상에 걸리는 풍하중은

$$P_{3a} = 38kg/m^2 \times 23.4 \times 10^{-3} m \times 50m = 44.46kg \quad (3)$$

다만, 편출장주의 경우에는 3상의 전선을 고려해야 하기 때문에 전선의 풍하중(P<sub>3a</sub>)은

$$P_{3a} = 44.46kg/1상 \times 3상 = 133.38kg \quad (4)$$

(4) 절연가완목의 풍하중(P<sub>3b</sub>)

표 2. 완철의 풍압하중

Table 2. The side diagram of Hot-line support arm

풍압을 받는 구성재		구성재의 단위 수직 투영면적당 풍압하중치(kg/m <sup>2</sup> )		
		갑종 풍압하중	을종 풍압하중	병종 풍압하중
완철류 (특고압용에 한함)	단일재로서 사용하는 경우	122	61	61
	기타의 경우	166	83	83

○ 절연가완목에 작용하는 풍하중(kg)=절연가완목의 단위 수직 투영면적당 풍압하중(kg/m<sup>2</sup>) × 절연가완목의 수직 투영면적(m<sup>2</sup>)

○ 절연가완목의 투영면적(m<sup>2</sup>)=절연가완목의 폭(m)×절연가완목의 길이(m)

표 2의 완철에 받는 풍압하중을 참고로 절연가완목에 걸리는 풍하중을 계산할 수 있다.

편출장주에 설치되는 절연가완목의 폭과 길이는 각각 76mm, 2,000mm이다. 따라서, 을종풍압하중을 적용하여 절연가완목에 가해지는 풍하중(P<sub>3b</sub>)을 구하면

$$P_{3b} = 61kg/m^2 \times 76 \times 10^{-3} m \times 2m = 9.27 \quad (5)$$

(5) 작업공구 및 자재하중(P<sub>4</sub>)

편출장주의 완철을 교체하는 과정에서 사용되는 작업공구 및 기자재의 하중은 보호장구나 활선공구 및 애자류 등이 포함되는 하중이며, 표 3과 같이 산출할 수 있다.

표 3. 작업공구 및 자재하중(3상 기준)

Table 3. Tools and materials load(3-phase reference)

작업공구 및 자재	중량	수량	합계
폴리머 현수애자	1.72kg	6개	10.32kg
전선커버	1.80kg	6개	10.80kg
인장크램프160	1.05kg	6개	6.30kg
데드엔드커버	2.30kg	6개	13.80kg
고무브랑켓	3.60kg	2개	7.20kg
활선용장선기	2.70kg	3개	8.10kg
합 계			56.52kg

편출장주에 사용되는 작업공구 및 자재하중의 합계는 표 3과 같이 총 56.52kg이다. 그러나 제작특성 및 편차를 고려하여 60kg로 적용하여 계산하였다.

$$P_4 = 60kg \quad (6)$$

(6) 편출장주에서의 설계하중 계산

표 4. 편출장주에 작용하는 하중

Table 4. A load effect on side pole

하 중	산출값	비 고
절연가완목의 자중(P <sub>1</sub> )	17.00kg	- 2개
전선의 자중(P <sub>2</sub> )	109.50kg	- 전선 3상
전선의 풍하중(P <sub>3a</sub> )	133.38kg	- 전선 3상 - 풍압하중 적용
절연가완목의 풍하중(P <sub>3b</sub> )	9.27kg	- 2개 - 풍압하중 적용
작업공구 및 자재하중(P <sub>4</sub> )	60.00kg	- 전선 3상
합 계	329.15kg	

따라서 풍압하중을 고려할 때 편출장주에 작용하는 최대 설계하중(P<sub>t</sub>)은 다음과 같다[8][9][10].

$$\begin{aligned} P_t &= P_1 + P_2 + P_{3a} + P_{3b} + P_4 \\ &= 17kg + 109.5kg + 133.38kg + 9.27kg + 60kg \\ &= 329.15kg \end{aligned} \quad (7)$$

이상과 같이 편출장주의 설계하중은 최대 329kg 정도이며, 공인인증 시험기관에 의뢰하여 측정된 편출장주의 하중시험 결과치는 550kg이었다. 이는 설계하중 329kg 보다 큰 값으로 견디는 하중에는 문제가 없음을 알 수 있다.

## 2) 강도계산

편출장주에서 절연가완목의 강도는 일측으로 연결된 2개의 절연가완목에 대한 최대응력(stress)이 생기도록 하는 부분에서 지지봉이 분담하는 하중(Q<sub>v</sub>)에 의해 절연가완목에 가해지는 응력보다 인장강도값이 크도록 정해져야 한다[8][9][10].

(1) 수지별 물성 DATA

표 5. 불포화 폴리에스터의 물성 데이터  
Table 5. The property of matter data of unsaturated poly-ester

시험항목	단위	결과치	시험방법
인장강도	kg/cm <sup>2</sup>	760	ASTM D 638
인장탄성계수	kg/cm <sup>2</sup>	28,600	ASTM D 638
굴곡강도	kg/cm <sup>2</sup>	1,200	ASTM D 790
굴곡탄성계수 (E <sub>1</sub> )	kg/cm <sup>2</sup>	33,600	ASTM D 790

표 6. 비닐에스터의 물성 데이터  
Table 6. The property of matter data of unsaturated vinyl-ester

시험항목	단위	결과치	시험방법
인장강도	kg/cm <sup>2</sup>	860	ASTM D 638
인장탄성계수	kg/cm <sup>2</sup>	32,100	ASTM D 638
굴곡강도	kg/cm <sup>2</sup>	1,370	ASTM D 790
굴곡탄성계수 (E <sub>2</sub> )	kg/cm <sup>2</sup>	42,540	ASTM D 790

표 5는 절연가완목의 외부재로 쓰이는 불포화 폴리에스터의 물성 Data표이며, 표 6은 절연가완목 내부에 압착되어있는 비닐에스터의 물성 Data표이다.

(2) 탄성계수(E)

표 5와 표 6의 물성 데이터로부터 알 수 있다.  
- 불포화 폴리에스터의 탄성계수(E<sub>1</sub>): 33,600kgf/cm<sup>2</sup>  
- 비닐에스터의 탄성계수(E<sub>2</sub>): 42,540kgf/cm<sup>2</sup>

(3) 관성 모멘트(I)

$$I_1 = \frac{1}{12} \times bh^3 - \frac{\pi d_1^4}{64} \quad [cm^4] \quad (8)$$

$$I_2 = \pi - 64(d_1^4 - d_2^4) \quad [cm^4] \quad (9)$$

여기서, I<sub>1</sub>은 불포화 폴리에스터에 대한 면적관성모멘트로서, 절연가완목의 형태가 불포화 폴리에스터의 단면(정사각형)에서 비닐에스터의 단면(원형)을 뺀 형태이므로 식 (8)과 같이 나타낼 수 있다. 또한 I<sub>2</sub>는 비닐에스터에 대한 면적관성모멘트이며, 비닐에스터 외경(d<sub>1</sub>)으로부터 내경(d<sub>2</sub>)을 뺀 면적값으로 식 (9)와 같이 나타낼 수 있다.

식 (8), (9)로부터 각각의 면적관성모멘트를 구하면

$$I_1 = \frac{1}{12} \times 7.6 \times 7.6^3 - \frac{\pi \times 5.1^4}{64} = 244.81 cm^4 \quad (10)$$

$$I_2 = \frac{\pi}{64} (5.1^4 - 4.1^4) = 19.34 cm^4 \quad (11)$$

(4) 힘에 의한 각부분의 처짐

그림 4의 Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>의 하중에 의한 처짐을 표 5, 표 6의 탄성계수(E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>)와 면적관성모멘트(I<sub>1</sub>,

I<sub>2</sub>)을 각각 대입하여 계산하면 식 (12)~(15)과 같다.

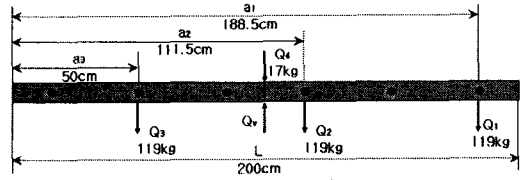


그림 4. 편출장주에서 절연가완목의 Bending Moment

Fig. 4. The Bending Moment on side pole Hot-line support arm

$$Q_1 \text{에 의한 처짐 [cm]: } \frac{Q_1 \left(\frac{L}{2}\right)^2}{6(E_1 I_1 + E_2 I_2)} \left(3a_1 - \frac{L}{2}\right)$$

$$= \frac{119 \times \left(\frac{200}{2}\right)^2 \cdot (3 \times 188.5 - \frac{200}{2})}{6(33,600 \times 244.81 + 42,540 \times 19.34)}$$

$$= 10.2 cm \quad (12)$$

$$Q_2 \text{에 의한 처짐 [cm]: } \frac{Q_2 \left(\frac{L}{2}\right)^2}{6(E_1 I_1 + E_2 I_2)} \left(3a_2 - \frac{L}{2}\right)$$

$$= \frac{119 \times \left(\frac{200}{2}\right)^2 \cdot (3 \times 111.5 - \frac{200}{2})}{6(33,600 \times 244.81 + 42,540 \times 19.34)}$$

$$= 5.14 cm \quad (13)$$

$$Q_3 \text{에 의한 처짐 [cm]: } \frac{Q_3 a_3^2}{6(E_1 I_1 + E_2 I_2)} \left(\frac{3}{2}L - a_3\right)$$

$$= \frac{119 \times 50^2 \cdot \left(\frac{3}{2} \times 200 - 50\right)}{6(33,600 \times 244.81 + 42,540 \times 19.34)}$$

$$= 1.37 cm \quad (14)$$

$$Q_4 \text{에 의한 처짐 [cm]: } \frac{Q_4 \left(\frac{L}{2}\right)^3}{6(E_1 I_1 + E_2 I_2)}$$

$$= \frac{17 \times \left(\frac{200}{2}\right)^3}{6(33,600 \times 244.81 + 42,540 \times 19.34)}$$

$$= 0.31 cm \quad (15)$$

∴ Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>의 하중에 의한 처짐의 합은 다음과 같다.

$$Q_r = 10.20 cm + 5.14 cm + 1.37 cm + 0.31 cm = 17.02 cm$$

이때 편출장주에서 지지봉이 받는 하중(Q<sub>v</sub>)은 Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>의 하중에 의한 처짐의 합(Q<sub>r</sub>)으로부터 산출할 수 있다.

$$\frac{Q_v \left(\frac{L}{2}\right)^3}{6(E_1 I_1 + E_2 I_2)} = 17.023 \text{ cm} \quad (16)$$

$$\therefore Q_v = 924.18 \text{ kg}$$

(5) Bending Moment(M)

그림 4와 식 (16)의  $Q_v$ 로부터 Bending Moment를 계산하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} M &= Q_1 a_1 + Q_2 a_2 + Q_3 a_3 + Q_4 \cdot \frac{L}{2} - Q_v \cdot \frac{L}{2} \\ &= -49,068 \text{ kg} \cdot \text{cm} \end{aligned} \quad (17)$$

(-)값은 힘의 방향이 반대이다.

(6) 편출장주에서 절연가완목에 가해지는 응력

$\sigma_{x1}$ ,  $\sigma_{x2}$ 는 각각 불포화 폴리에스터와 비닐에스터에 작용하는 응력으로  $y_1$ ,  $y_2$ 는 각각 불포화 폴리에스터와 비닐에스터의 반경(cm)이다.

표준 내장주와 마찬가지로 불포화 폴리에스터와 비닐에스터의 각각의 탄성계수( $E_1$ ,  $E_2$ ), 면적관성모멘트( $I_1$ ,  $I_2$ )와 식 (17)의 Bending Moment(M)를 적용하여 응력을 계산하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \sigma_{x1} &= \frac{M y_1 E_1}{E_1 I_1 + E_2 I_2} = \frac{49,068 \times 3.8 \times 33,600}{33,600 \times 244.81 + 42,540 \times 19.34} \\ &= 692.39 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \sigma_{x2} &= \frac{M y_2 E_2}{E_1 I_1 + E_2 I_2} = \frac{49,068 \times 2.55 \times 42,540}{33,600 \times 244.81 + 42,540 \times 19.34} \\ &= 588.26 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \quad (19)$$

식 (18), (19)로부터 편출장주의 절연가완목에 가해지는 불포화 폴리에스터와 비닐에스터의 응력은 각각 692.39kg/cm<sup>2</sup>과 588.26kg/cm<sup>2</sup>이다. 이는 표 5와 표 6의 불포화 폴리에스터와 비닐에스터 각각의 인장강도값 760kg/cm<sup>2</sup>, 860kg/cm<sup>2</sup>보다 더 작은 것임을 알 수 있다.

## 2.4. 핫라인 씨포트암을 이용한 표준공법개발

### 1) 직접활선 내장주 완철교체작업

그림 5와 같이 표준장주상 기준완철 아래에 상부 고정장치 양측으로 절연가완목을 결합하여 전주에 고정된 상태에서 그림 6과 같이 표준장주의 완철로부터 전선을 분리하여 절연가완목의 걸림림에 취급이 용이한 별도의 폴리머 현수애자를 결합하여 교체하고자 하는 완철에 있는 전선을 핫라인 씨포트암으로 이선하고 상부의 완철을 교체한 후 역순으로 복귀하여 내장주 완철을 교체한다.

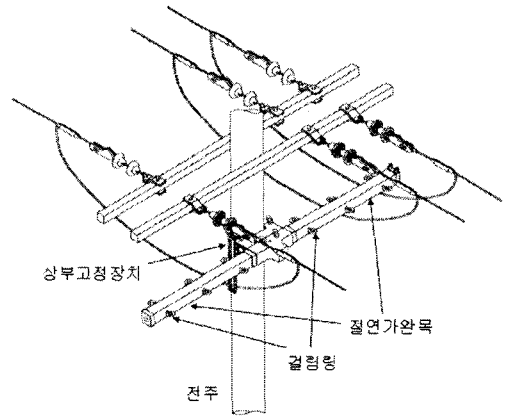


그림 5. 표준 내장주용 핫라인 씨포트암 설치  
Fig. 5. The installation of Hot-line support arm on standard strain pole

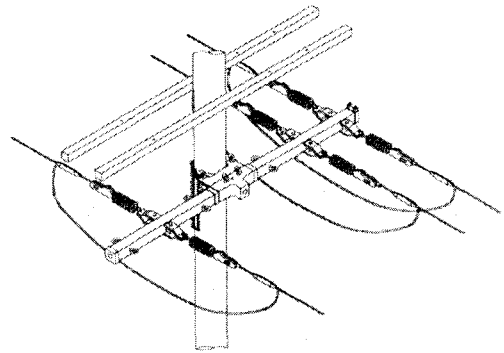


그림 6. 핫라인 씨포트암으로 전선이선(내장주)  
Fig. 6. The cable transfer to Hot-line support arm(strain pole)

### 2) 직접활선 편출 내장주 완철교체작업

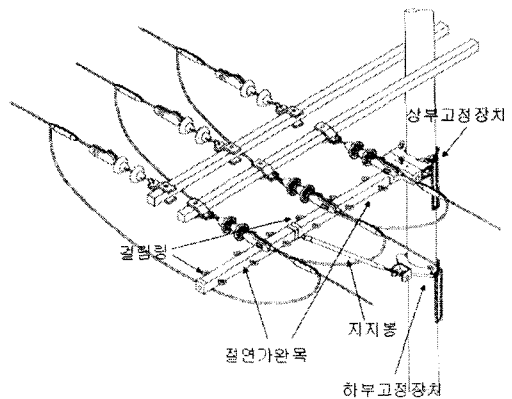


그림 7. 편출 내장주용 핫라인 씨포트암 설치  
Fig. 7. The installation of Hot-line support arm on side pole

편출 내장주의 경우에는 그림 7과 같이 상부고정장치 일측에 절연가완목을 연속하여 편출장주의 완철 하측에 결합하고 하부고정장치와 지지봉을 결합하여 절연가완목 외측에 결합하여 핫라인 써포트암을 전주에 견고하게 설치한 후 그림 8과 같이 절연가완목의 걸림림에 취급이 용이한 별도의 폴리머 현수애자를 결합하여 교체하고자 하는 완철에 있는 전선을 핫라인 써포트암으로 이선하고 상부의 완철을 교체한 후 역순으로 복귀하여 편출 내장주 완철을 교체한다.

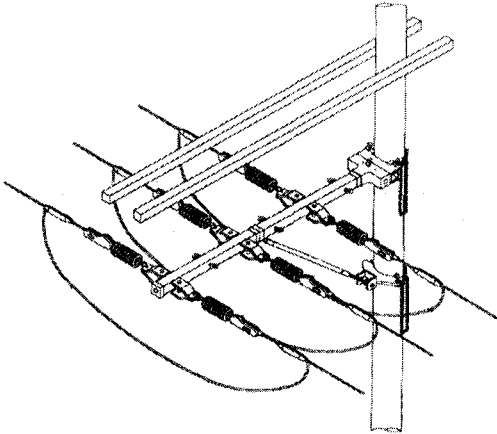


그림 8. 핫라인 써포트암으로 전선이선(편출장주)  
Fig. 8. The cable transfer to Hot-line support arm(side pole)

### 2.5. 기존공법과 개발공법의 비교

구분	기존 공법	개발 공법
원리	○ 직접활선 공법	○ 직접활선 공법
기술적 측면	○ 내장주 완철교체 작업 불가 ○ 작업공구 및 공법의 현장 활용성 결여(도급업체 활선 필수 장비에서 제외됨) ○ 작업공정 복잡 ○ 활선공구 과다 투입(수입) ○ 안전성 결여 ○ 시공품질 저하 ○ 작업시간 과다소요 ○ 작업중 전력계통 불안정	○ 내장주 완철교체 작업 가능 ○ 개발공구 및 공법 현장 활용성 우수 ○ 작업공정 단순화 ○ 공구의 단순화(국산화) ○ 안전성 향상 ○ 시공품질 향상 ○ 작업시간이 짧음 ○ 작업중 전력계통이 보다 안정적
경제적 측면	○ 공사비 과다소요 ○ 직접활선작업이 불가능한 내장주 완철교체 대체 무정전공법 시행으로 예산낭비	○ 편장주 및 내장주 완철교체작업 공사비 약 20%이상 절감가능 ○ 장주변경 작업 공사비 약 25%이상 절감가능

### 3. 결론

본 논문에서는 기존 직접활선 내장주 완철교체 작업시 활선작업용 작업공구 미흡 및 표준공법의 부재에 따른 안전성의 결여 및 시공품질의 저하와 공사비 과다지출 등의 여러 문제점을 해소하고 작업자의 안전성 확보와 시공품질을 향상시키기 위해 가공 배전선로의 무정전 내장주 완철교체용 활선공구인 핫라인 써포트암의 개발 및 이를 활용하여 표준화된 활선공법을 개발하였다.

또한 핫라인 써포트암의 활용성을 높이기 위하여 현재 시공하고 있는 직접활선 장주변경작업 및 직접활선 편장주 완철교체작업시에도 활용이 가능한 표준공법을 개발하였다.

본 논문의 주요 결과는 다음과 같다.

- 직접활선 내장주 완철교체를 위한 활선 작업용 표준공구인 핫라인 써포트암 개발
- 직접활선작업 내장주 완철교체를 위한 표준공법 개발 및 표준절차서 제정
- 직접활선 내장주 완철교체작업, 편장주 완철교체, 장주변경작업 및 전선이선공법 보조공구로의 활용 가능한 공구 개발

본 논문에서 개발된 활선작업 공구인 핫라인 써포트암 및 이를 이용한 표준공법으로 인해 배전 선로의 직접활선 작업시 작업자의 안전성 확보 및 시공품질의 향상은 물론 공사비 감소에도 크게 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국전력공사 중앙교육원 배전교육팀의 현장기술개발에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

#### [참고 문헌]

- [1] 한국전력 중앙교육원, "배전전공 교육교재", 2003. 5
- [2] 한국전력 중앙교육원, "무정전 배전공법", 2005. 1
- [3] 한국전력 중앙교육원, "무정전공법(기초과정)", 2002
- [4] 한국전력공사 배전처, "配電施工基準(架空篇)" 2001. 6
- [5] 한국전력공사 배전처, "배전설비 시공실무", 2003. 4
- [6] 한국전력공사, "設計基準(配電分野)" 1989. 2
- [7] 한국전력공사 品質保證室, "標準購買示方書(I)" 1995. 12
- [8] 양형렬의 4인, "기계금속재료", 보문당, 2003
- [9] 金楨圭의 4인, 材料力學, 청문각, 2004. 1
- [10] T. J. Lardner, R. R. Archer, "Mechanics of Solids", McGraw Hill, 2000. 8