

## 132kV XLPE Cable용 Composite Bushing 기중종단접속함 개발

김정훈, 오웅중, 김기영, \*박정기, 정영우  
 대한전선(주) 전력기기

### Development of 132kV XLPE Cable Composite Bushing EB-A.

J.H.Kim, E.J.Oh, K.Y.Kim, J.K.Park, Y.W.Jeong  
 TAIHAN Electric Wire Co.,Ltd. EHV POWER CABLE ACCY PLANT

**Abstract** - Silicone insulators have many advantages over porcelain insulators. Especially silicone insulators have good characteristics of impact hardness, surface insulation, ease of processing, mass productivity and don't have risk of bombardment and vandalism. Recently insulation part made by silicone are becoming widely used. In this paper we introduce the development of Sealing End for 132kV XLPE cable with silicone composite hollow insulator and the adoption of it to a actual transmission line in abroad. This paper contains of design procedure, structure, electrical performance of it.

〈표1〉 요구 특성

시험항목	요구특성
1 부분방전시험(상온)	5pC 이하 / 1.5U <sub>0</sub>
2 고온 Tan δ	10×10 <sup>-4</sup> 이하/ U <sub>0</sub>
3 열 cycle 시험	20cycle/ 2U <sub>0</sub>
4 부분방전시험(상온)	5pC 이하 / 1.5U <sub>0</sub>
5 부분방전시험(고온)	5pC 이하 / 1.5U <sub>0</sub>
6 충격내전압시험	±BIL/10회
7 교류내전압시험	2.5U <sub>0</sub> /15분

### 1. 서 론

실리콘 절연물은 자기계 절연물의 취약점으로 지적되어 왔던 충격강도, 표면 절연성, 가공성 측면에서 우수하고 Vandalism과 사고에 의한 피폭, 비산의 위험이 없으며 자기절연물에 비해 대량생산이 가능하여 최근 송배전 분야에 많이 사용되고 있다. 초고압 전력케이블 분야에서는 이러한 실리콘의 장점과 더불어 실리콘 절연물의 경량성 및 우수한 시공성에 의한 접속품질의 향상으로 가공선의 Branch로서 기중 종단 접속함이 매우 적절한 것으로 알려져 왔다. 세계적으로도 Polymer 절연물 접속재의 수요가 증가하고 있는바 당사에서는 Silicon Composite Bushing을 적용한 132kV XLPE Cable 기중 종단접속함 개발을 완료하여 해외의 실선로에 적용하였다. 본고에서는 국내에서는 아직 사용되고 있지 않으나 해외시장을 목표로 개발한 132kV XLPE Cable 기중종단접속함(Silicon Composite Bushing Type)의 설계와 구조, 시험특성 및 성능시험 결과에 대하여 간략히 소개하고자 한다.

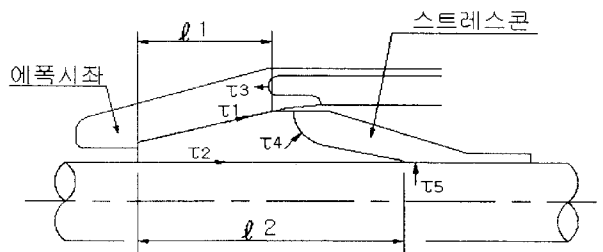
### 2. 개발내용 및 요구특성

본 연구에 의해 개발된 접속함은 기중 종단접속함이다. 기중종단접속함의 개발요구특성은 〈표1〉과 같이 IEC 60840규격을 만족하도록 설계되었다.[1]

### 3. 접속함의 개발

#### 3.1 기중종단접속함의 개발

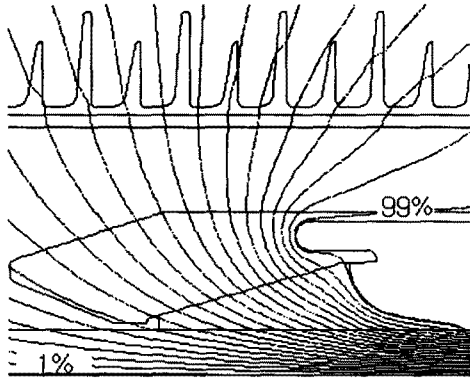
기중 종단 접속함의 기본 절연 설계는 직선 접속함과 동일하다. 단, 기중종단접속함에서의 고무 스트레스콘의 전계강도 분포는 직선 접속함에 비교하여 균등화되는 경향이 있다. 따라서, 절연 설계는 유리하지만, 에폭시 좌 금구와 고무 스트레스콘의 상대 위치를 적절하게 설정 하는 것이 중요하다.[2] EB-A의 기본 절연구조는 〈그림5〉에 표시된 것 같이 에폭시좌 1set, 고무스트레스콘 1ea, 스프링 압축장 1set, 외함등으로 구성되어 있다..



〈그림2〉 주요 설계부위 표시

전극형상, 전극위치 및 스트레스콘의 형상을 여러번 Trial & Error의 방법으로 변형시켜 최적의 전계값을

언어서 구조를 결정했고, 개발된 EB-A의 전계해석 결과를 <그림3>에 표시했다.



<그림3> 등 전위선도 표시

### 3.1.3 면압설계

고무절연체의 계면압력과 전기특성의 관계는 계면압력이  $2\text{kgf/cm}^2$  이상에서 포화되기 시작하여  $6\text{kgf/cm}^2$  이상에서 완전히 포화상태로 된다.[3] 따라서, 면압을  $2\text{kgf/cm}^2$  이상으로 유지하는 것이 효율적으로 목표하는 계면 전기특성을 얻을 수 있다.

본 EB-A는 초기 Setting시의 설계면압을  $4\sim 7\text{kgf/cm}^2$ 의 범위로 설정했고, Heat cycle하에 있어서도 각 부위의 면압이  $2.5\text{kgf/cm}^2$  이상을 유지하도록 설계했다.

또한, 스트레스콘 내경과 케이블 코아경의 차이를 1mm 이상으로 설정했다.

## 4. 성능시험

### 4.1 부품시험

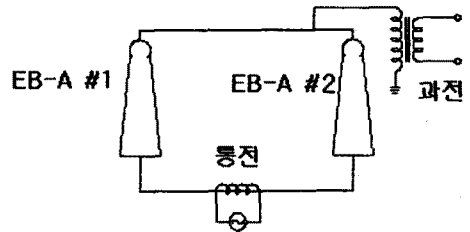
주요 부품인 Composite Bushing, 고무 스트레스콘 및 EPOXY 부품에 대하여 조립전 부품상태에서 성능을 평가하는 시험을 실시하였다. 시험항목 및 결과 DATA를 <표2>에 나타내었다.

<표2> 시험항목 및 결과 data

품명	시험항목	시험조건	결과
Composite Bushing	내압력시험	$12\text{Kg/cm}^2$ .3초	양호
	굽힘시험	$9\text{kNm}$	양호
스트레스콘	구조, 외관 및 칫수	도면과 일치	양호
	보이드 및 이물	$20\mu\text{m}$ 이하	양호
에폭시좌	구조, 외관 및 칫수	도면과 일치	양호
	보이드 및 이물	$20\mu\text{m}$ 이하	양호
	열 충격 시험	$10^\circ\text{C}\sim 90^\circ\text{C}$ 각1시간 10회	양호

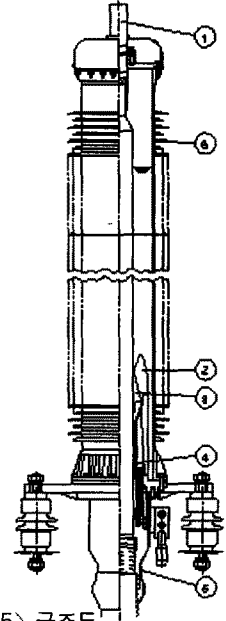
### 4.2 조립시험

132kV XLPE 케이블과 접속함을 해외공인시험기관에서 Type Test를 실시키 위해 기중 중단접속함(Composite Bushing Type)을 <그림4>와 같이 구성하여 조립시험을 실시하였다. 시험결과에 대해서는 Spec치를 모두 만족하였으며 결과 data는 <표3>에 나타내었다.



<그림4> 조립시험 회로

번호	품명
1	도체슬리브
2	에폭시좌
3	스트레스콘
4	압축장치
5	보호관
6	Composite Bushing



<그림5> 구조도

<표3> TYPE TEST 결과

No	시험항목	요구특성	결과
1	부분방전시험	$5\text{pC}$ 이하/ $1.5U_0$ (114kV)	NO PD
2	고온 Tan $\delta$	$10 \times 10^{-4}$ 이하/ $U_0$ (38kV) 도체온도: $95\sim 100^\circ\text{C}$	0.0002
3	열 cycle 시험	$20\text{cycle}/2U_0$ (152kV) 도체온도: $95\sim 100^\circ\text{C}$ 8시간: ON/16시간: OFF	양호
4	부분방전시험	$5\text{pC}$ 이하/ $1.5U_0$ (114kV)	NO PD
5	충격내전압시험	$\pm 650\text{kV}/10\text{회}$ 도체온도: $95\sim 100^\circ\text{C}$	양호
6	교류내전압시험	$2.5U_0$ (190kV)/15분(상)	양호
7	교류내전압파괴 시험 (잔존특성시험)	교류내전압 시험후 $15\text{kV}/30\text{분}$ 씩 승압 B.D될때까지 시험	400kV 비파괴

## 5. 결 론

## (참 고 문 헌)

본 논문에서는 국내에서는 사용되고 있지 않지만, 해외수출 시장 겨냥을 위해 개발한 132kV XLPE 케이블용 기중 중단접속함(Composite Bushing Type)에 대해 설계, 구조, 시험특성 및 성능시험결과에 대하여 기술 하였다.

본 논문에서 보는 바와 같이 성능 시험 결과가 IEC 60840 SPEC.을 모두 만족하여 해외 공인기관의 인증 시험에 합격하였을 뿐만이 아니라, 잔존 특성을 확인하기 위해 교류 내전압 파괴시험을 실시한 결과, 상기 <표 3>의 7항에서와 같이 접속함의 성능은 매우 우수하며, 높은 신뢰성을 보여 주었다.[4] 또한 신 개발품인 132kV XLPE 케이블용 기중 중단접속함(Composite Bushing Type)을 국내에서는 최초로 해외 Project에 적용하게 되었다.

실리콘의 장점과 더불어 실리콘 절연물의 경량성 및 우수한 시공성에 의한 접속품질의 향상으로 가공선의 Branch로서 기중 중단 접속함이 매우 적절한 것으로 알려져 왔다. 세계적으로도 Polymer 절연물 접속재의 수요가 증가하고 있고, 기중 중단접속함(EB-A)도 Silicon Composite Busing type이 증가하고 있는 추세이므로 당사에서는 132kV, 154kV, 230kV급 기중 중단접속함(EB-A)을 개발 완료하여 해외수출시장 진출을 적극 꾀하고 있다.

- [1] IEC Publication 60840, "Test for Power Cables with Extruded Insulation and their accessories for rated voltages above 30kV up to 150kV"
- [2] Cigre Working group 21-203, "Recent Technical Progress in Accessories for Extra-High Voltage XLPE Cables in Japan", 1992.
- [3] 中野孝男외8명, "154kV CV케이블용 프레하브 접속함의 개발", 古河電工時報, 第84別刷, 平成元年 7月.
- [4] CV케이블高電壓試驗法專門委員會, "CV케이블および 접속部の高電壓試驗法", 電氣協同研究, 第51卷 第1号, 平成7年6月