

220kV 가교절연 케이블용 Plug-in 종단접속재 개발

채병하, 류정현, 김영준, 이지나, 김종표, 정규동, 한봉수
 일진전기(주) 전선기술연구소

Development of EB-G typed Plug-in for 220kV XLPE Cable

Chae ByungHa, Ryu JungHyun, Kim YoungJun, Lee JiNa, Kim JongPyo, Jung GyooDong, Han BongSoo
 ILJIN Electric Co., Ltd. Cable Division R&D Labortory

Abstract - 초고압 지중송전선로에 적용되는 가교절연 케이블은 전기적 특성의 우수성과 유지보수의 용이성 때문에 확대적용되고 있다. 345kV급 지중송전선로는 장거리 계통에 적용이 되고 있으며, 이에 따라 접속재부분의 개발도 중요하게 되었다. 배전선로에 사용되던 Plug-in 종단접속재를 송전용 가스중종단접속재(EBG)에 적용함으로써 선로 결합 시에 사용되는 부품의 수를 줄이고, 작업공정의 단순화를 이룰 수 있었다. 아직 국내제품으로는 초고압 Plug-in 종단접속재가 실계통에 적용된 경우는 없으나 이번 220kV용 Plug-in 종단접속재를 개발함으로써 당사의 기술력 확보를 이룰 수 있었으며, PMJ와 마찬가지로 세계적인 인증기관인 네덜란드 KEMA에서 제품에 대한 신뢰성 인증을 받았다.

노출을 한다. (2) 절연체 다음질을 하고 (3) 도체 슬리브를 압축한다. (4) 스트레스 콘을 결합한 다음 미리 결합되어 있는 Plug-in 종단접속재의 기기챔버와 조립·결합한 후 마무리한다.

1. 서 론

전기적 특성의 우수성과 유지보수의 용이성 때문에, 점차적으로 가교절연 케이블은 초고압 지중송전선로 적용되고 있다. Plug-in 접속재는 현재 적용되고있는 가스중종단접속재(EBG)에 비하여 다음과 같은 장점을 가지고 있다. (1) 유지보수가 편리하고, 전력설비 고장시 신속 간편한 케이블 분리 가능하다. (2) SF6 가스의 재충전없이 현장에서 접속이 용이하다. (3) 어떠한 방향이든 입의 설치 가능하다. (4) 설치 공간 및 변전소 건물의 소형화가 가능하다.

2. 본 론

2.1 Plug-in 중종단접속재 개발 요점

실제 계통에서 30년 이상동안 사용할 수 있도록 각 부분의 전계값의 데이터를 기준으로 개발하였고, 표 1과 같이 IEC-62067에 만족하는 전기적 특성을 갖을 수 있는 것에 중점을 두었다. 접속의 형태도 기존의 접속 방식과 다른 Back-to-back형태의 챔버를 사용하였고, Plug-in 종단접속재의 기기챔버와 케이블 접속을 동시에 접속하지 않아도 되었다. 기기챔버는 생산 시 미리 조립하여 사용함에 따라 챔버내 이물이나 먼지의 포함 정도를 0에 가깝게 관리할 수 있고, 현장 내 접속 시 필요한 시간도 줄일 수 있다. 그리고 수직으로 접속되는 Plug-in 종단접속재의 특성에서 발생하는 축력 문제도 해결에도 중점을 두었다.

2.2 Plug-in 종단접속재 조립 순서

220kV용으로 개발되어 KEMA에서 인증시험을 받은 Plug-in 종단접속재의 조립 순서는 그림 1과 같다. (1) 준비단계에서는 압축 슬리브를 연결할 도체 노출과 외도

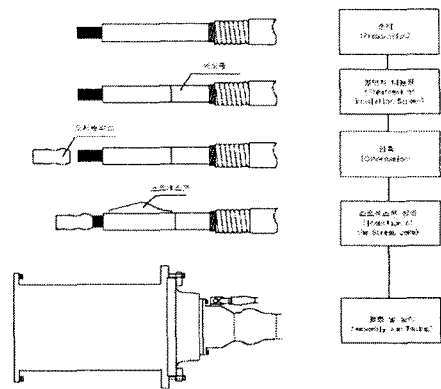


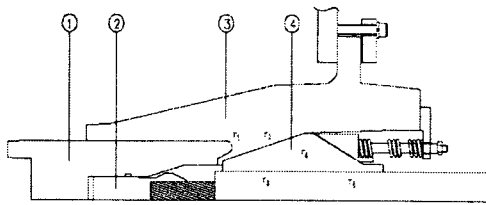
그림 1. Plug-in 종단접속재 조립 순서

표 1. 전기적 특성(IEC-62067기준)

항목	요구사항
부분방전	>5pC
Lightning Impulse	±1050kV, 각 10회
AC 전압	2U ₀ (20 주기)

2.3 전계해석 및 신뢰성 평가

Plug-in 종단접속재의 기본 구조는 그림 2와 같다. 주요 구성품으로는 상부 매립 전극, 에폭시 에판, 도체 슬리브, 전기적인 스트레스를 완화시켜주는 스트레스콘으로 구성되어 있다. 신뢰성 평가를 위해 상부매립전극과 에폭시(τ_1), 스트레스콘 절연부와 에폭시(τ_2), 케이블 절연층과 스트레스콘 절연부(τ_3), 스트레스콘 절연부와 반도전부(τ_4) 그리고 케이블 절연층과 스트레스콘 반도전부(τ_5)에서의 전계해석값을 바탕으로 제품 설계의 신뢰성을 확보를 위해 시뮬레이션을 하였다. 그 결과는 표 2와 같다.



번호	부품명
1	상부매립전극
2	도체슬리브
3	에폭시 애관
4	스트레스콘

그림 2. Plug-in 종단접속재의 기본 구조

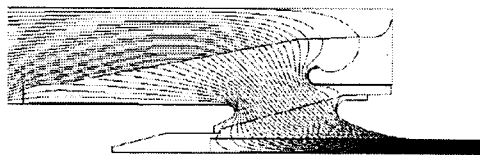


그림 3. plug-in 종단접속재의 전계형상

AC 내전압의 경우 최소 40%의 여유분을 보이고 있으면 다른 부분에서는 상당한 값이 여유를 가지고 있는 것을 알 수 있다. 이 부분은 점차적으로 수정하여 제품의 절연 성능이 과 설계되지 않도록 수정이 필요하며, 안전율적인 측면에서 30%정도의 여유분을 유지하도록 계속적인 개발 및 시험이 진행될 것이다. 이에 따라 안전율이 목적값에 도달했을 경우 제품의 소형화는 물론 재료비 절감에도 큰 영향을 미칠 것이다.

표 2. Plug-in종단접속재의 전기적 스트레스 결과값

구분	해석값 (kV/mm)	예상파괴 전압(kV)	안전율 (%)	예상파괴 전압(kV)	안전율 (%)
τ_1	2.71	925	361	2418	230
τ_2	0.999	679	149	1768	168
τ_3	0.577	842	329	1929	184
τ_4	3.67	638	498	1423	136
τ_5	5.22	502	502	1768	165

자체적으로 실시한 시험 결과 AC 내전압 시험에도 아무런 이상이 없었으며, 뇌충격 내전압 시험(Lightning Impulse test)에서도 제품에는 이상이 없었다. 그리고 뇌충격 내전압의 수준을 올려 제품의 안전율 여유값을 확인하기 위해 전압 수준을 상승하여 시험하던 중 약 -1500kV에서 기중종단접속재의 파괴가 발생하여 시험을 중단하였고, 파괴전 전압이 어느 수준인지는 알 수 없었다. 그림 4는 KEMA에서 실행된 뇌충격 내전압 시험의 결과 그래프이다. 정극성과 부극성 모두 10회 성공하였으며, 그림에는 5회씩의 결과만 수록하였다.

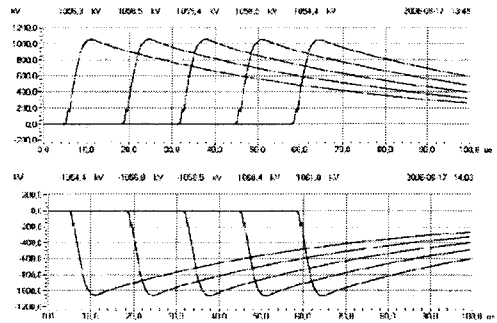


그림 4. 뇌충격 내전압 결과 그래프

3. 결 론

국산의 Plug-in 종단접속재는 아직 적용되고 있지 않지만, (1) 유지보수가 편리하고, 전력설비 고장시 신속 간편한 케이블 분리 가능하다. (2) SF6 가스의 채 충전 없이 현장에서 접속이 용이하다. (3) 어떠한 방향이든 임의 설치 가능하다. (4) 설치 공간 및 변전소 건물의 소형화가 가능하다는 이점이 있어 앞으로 실계통에 적용되리라 기대된다. 그리고 수직형태로 삽입을 하는 가스중 종단접속재의 경우 축력의 문제점이 발생하고 있으나 이런 문제점도 자체 해결하였고, 220kV용 제품에 대한 확실한 신뢰성을 얻기 위해 세계적인 인증기관인 KEMA (네덜란드)에서 2006년 4월부터 8월까지 약 4개월 동안 IEC-62067 규격에 의거한 모든 시험을 통과하여 제품에 대한 인증서를 취득하였다. 이번 성공을 거울삼아 앞으로 345kV용뿐만 아니라 그 이상의 전압 등급까지의 Plug-in 종단접속재 개발의 가능성이 높아지게 되었다.

[참 고 문 헌]

- [1] IEC62067, 2001, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150kV(Um=170kV up to 500kV(Um=550kV)-Test methods and requirements
- [2] Yutaka Kawawata, Takeo Henmi, Nobutsugu Kamiharako, Tesuyo Yoneda, "Development and Pratical Use of 500kV XLPE Cable", Hitachi cable review, No.7, 1988
- [3] 심순보의 13명"지중송전 케이블시스템", 한국전력공사 송변전 건설처,p147~160, 2002.12