

Shield Metal Emeded Type Epoxy Unit 사용의 OF 케이블용 유지 접속함의 개발

황보승 박현득 이광철 허근도 한기만
금성전선구미연구소

THE DEVELOPMENT OF STOP JOINT (using Shield Metal Emeded Type Epoxy Unit)

S. HWANGBO, H. D. Park, K. C. Lee, G. D. HUH, K. M. Han
GOLDSTAR CABLE CO., LTD GUMI RESEARCH INSTITUTE

< ABSTRACT >

We have developed 154 kV OF cable accessories from 1987.4 to 1990.10 by doing assembly design, investing equipment, manufacturing inspecting parts, type testing in labortary, in our company, in KEPCO. The one of those accessories, Oil Stop Joint, has been developed by using Shield Metal Emeded Type Epoxy Unit. This is more reliable than old type.

1. 서론

당사의 경우 1987년 4월부터 초고압 OF cable 부속재 개발을 실시하여 표. 1의 개발 Flow를 거쳐 1990년 10월 개발을 완료하였으며, 그 해 12월 부터 생산 판매 실시 중이다.

154kV OF, CV 부속재의 개발은 최근 국민의 생활 수준의 향상과 도시의 인구집중에 따른 도시의 전력 수요의 밀도가 높아짐에 따라 지중 송전 계통의 전력 케이블 수요 확산과 더불어 증대하고 있으며, 그외에 다음과 같은 원인에 의해 그 개발 필요성이 절실히 요구되었다.

첫째, 수출시 부속재 Maker로부터의 지속적 공급 여부가 불확실

둘째, 개발시 외국 업체로부터의 기술의존 탈피로 초고압 분야의 기술자립화 가능 및 향후 345kV OF CABLE 부속재 개발을 위한 기술 축적

셋째, 판매 원가의 개선으로 대외 경쟁력 강화

넷째, KEPCO의 국산화 정책에 부응

본 개발 제품중 케이블 내의 유압 조절용으로 사용되는 유지 접속함(OIL Stop Joint)은 그림. 1과 그림. 2의 2가지 type이 있으며, 후자는 케이블의 Sheath를 절연해 주는 기능이 포함된 유지 절연 접속함이다. 이 유지 접속함의 구조는 보강 절연 및 전계 완화로 유침 절연지, Epoxy Bell-Mouth가 사용되었으며, 절연유의 차단 및 전계 왜곡 방지를 위하여 Epoxy 유지 유니트, 차폐봉이 사용되고, Sheath 절단을 위해 Epoxy 절연봉이 사용된 복잡 형상의 것이다.

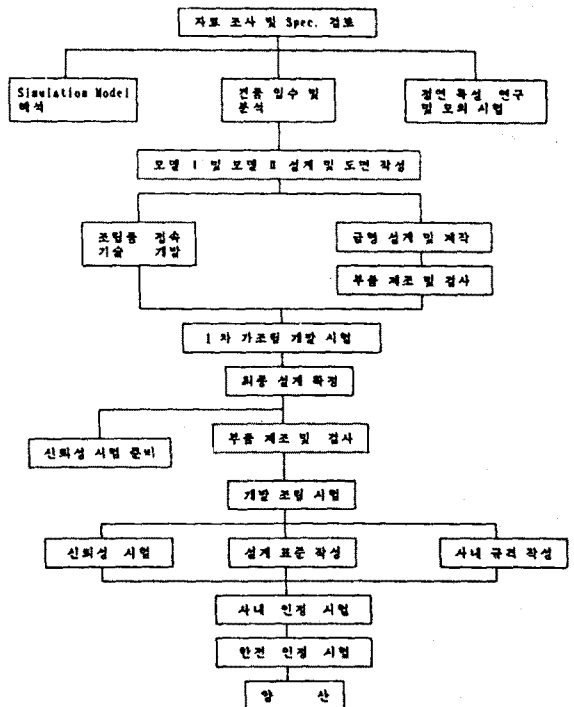


표. 1 개발 진행 Flow

유지 접속함에 사용된 유지 유니트(Stop Unit) 및 벨 마우스는 Epoxy 제품으로서 OF 및 CV Cable의 이종 접속에 사용되는 주요부품이며, 향후 접속재의 Prefabricate 화 및 축소에 필수적인 부품이다.

여기서 사용한 유지 유니트(Stop Unit)는 Epoxy 제품에 유침지를 감고, 제 진공 함침한 것으로 절연 내력이 우수하다. [그림.3]

II. 본 론

1. 개발 진행 단계

접속재의 경우, 선진국에서는 3.2 kV ⇒ 22 kV ⇒ 154 kV의 단계를 약 30 년에 걸쳐 개발을 진행하였으나, 당사의 경우 154 kV 급을 자체 기술로 단 시일에 개발을 완료하였다.

154 kV 급 지중 송전선의 경우, 사고시 사고지역이 넓고 피해액이 크므로, 개발시 부품 및 설계에 있어서 신뢰성이 매우 요구되고 있으며, 현장 조립시 Zero Defect가 꼭 필요하다. 이에따라 당사에서는 개발초기부터 부품 및 조립품을 설계용 선로에 적용시키기위한 수많은 실증 시험을 실시하였다.

본 개발과정에서 사용된 절연 재료로서는 SF6 gas, 절연유, Crepe 지, 유침지, Epoxy 수지, 자기재에관등으로 복잡 다양한 구조 형상으로 되어 있고, 각 절연재료의 고유 특성, 이종 절연 재료간의 연면전계특성 및 성질 파악과분석을 행하였다.

유지 접속함의 경우, 주요 부품으로서 Epoxy 유지 유니트[그림.3]가 있으며, 이것의 제조 Flow는 표.2 와 같다.

Epoxy 부품 개발은 재료의 내 ARC 성, 내 Tree 성, 내열성, 체적 고유 저항, 표면 저항이 가장 좋은 재료 및 compounding 을 연구한 다음, 전극과 Epoxy 부품의 접속 상태, 계면 접촉각, Epoxy 의 기계적 강도, Epoxy 수지의 Filler에 따른 유전율, Epoxy 수지의 노화, 열팽창 수축 맞춤, Epoxy 표면의 연면 방전, silver paint도포에 따른 수지의 노화 특성등을 고려하였으며, 금형제작에 따른 문제점, 부품 및 매입 전극의 표면 상태, gas 분해 및 침투로 인한 영향, 주변 부품과의 기밀 특성, 불순물의 혼입, 도전성 입자 및

수분의 영향등을 제조 공정의 최적화 및 X-ray 검사, 부분 방전 시험, 냉열 시험등의 검사 방법에 의해 원인을 분석 및 해결하여 신뢰성을 확보 하였다.

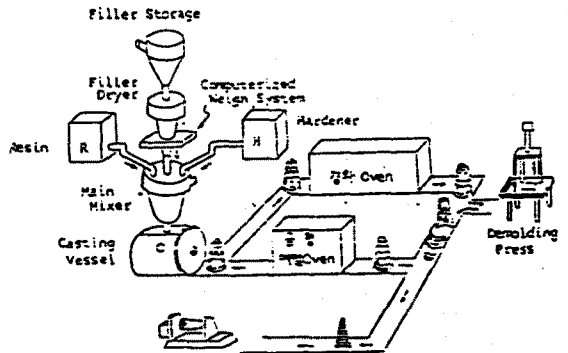


표 2 : 에폭시 유지 유니트의 제조 FLOW

2. 조립 시험 및 시험 결과

유지 접속함 및 유지 절연 접속함의 요구특성으로서의 부품 특성과 조립 시험이 있으며, 주요 부품시험으로는 유지 유니트의 부분 방전 시험 (120kV, 5 pC 이하)과 냉열 시험등이 있다.

조립 시험으로서는 표.3 과 같은 특성이 요구된다.

시 험 항 목		규 격
Impulse 내전압		-900 kV/3회
AC 장시간 내전압		300 kV/6 h
차폐층 impulse내전압		-50 kV/3 회
기밀 시험		14 kg/cm ² /30분
장기 과통전 (30일)	AC 인가 전압 인가 전류 각류 내전압	180 kV 60℃ 이상/8h(1일) 354.2 kV

표.3 조립 시험 Spec

개발초기에 파괴특성으로서 충격 내전압과 교류 내전압 특성이 나빠지며, 파괴 경로로서는 보강유침지의 Slope부의 유층 발생에 의한 파괴와 유지 유니트의 매입 전극 또는 도체 접속 Sleeve 에서 에폭시 유지유니트와 절연유의 계면 파괴의 2가지로 대별될 수 있다. [그림.4, 그림 5.]

보강 유침지 Slope시단부의 유층(oil gap) 발생은 접속 작업시 발생하며, Impulse 내전압 특성이 현저히 저하한다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 조립 작업시 지권 Tension의 조정 및 작업자의 숙련성 향상이 요구된다.

두번째의 파괴에서는 절연유의 절연특성, 매입 전극의 형상에 의해 절연 파괴전압이 크게 좌우되며, 특히 예폭시 부분과 절연유 계면 특성이 나쁘다. 이러한 특성을 만족시키기 위하여는 절연유내의 불순물과 수분의 영향을 최대한 억제하고, 매입 전극의 형상을 최적화 하여, oil Streamer 발생 전압을 향상 시켜야 한다.

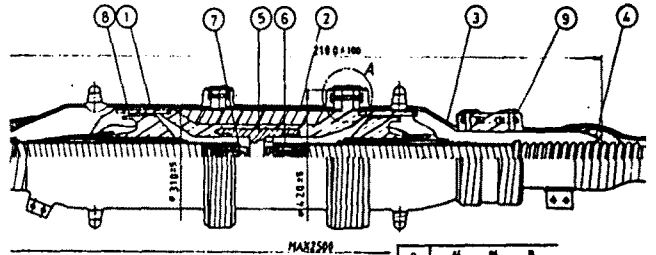
그림.6은 유지 접속함의 개발 초기 단계의 충격 파괴 전압 결과를 나타낸 것으로 품질의 향상을 얻을 수 있었으며, 한전 인정 시험시 요구특성의 30% 이상되는 결과를 얻을 수 있었다.

그림.7은 유지 접속함의 전개 분포를 나타낸 것으로 매입 전극의 끝단에 전계가 집중되며, 이 부분의 전계 완화가 중요함을 나타내고 있다.

III. 결론

당사(금성 전선)에서는 1987년 4월부터 154 kV OF Cable 1200, 2000 mm² 부속재 개발을 시작하여 조립 설계, 부품 설계, 부품 제조 및 검사, 조립 개발 시험을, 사내 인정 시험, 한전 인정 시험을 거쳐, 1990년 10월 개발을 완료하였으며, 1990년 12월 양산 및 초회 납품을 실시하였다.

OF 접속재중 유지 접속함은 케이블 접속외, 절연유의 차단이 필요하여, 그 형상이 복잡하고 전계 왜곡이 심하다. 또한 Epoxy 부품의 형상이 복잡하여 커서 제작 및 설계상의 어려움이 많으나, 당사에서 순수 자체 기술로 이틀 단기간에 개발하여, 신뢰성을 입증하였다.



구분	명칭	수량
9	방열판	1
8	방열핀	1
7	모양링	1
6	도체-절연유-유지	1
5	유지용 나사	1
4	모로관 (4)	1
3	모로관 (3)	1
2	유지 모로관	1
1	모로관 (1)	1
NO	명칭	수량

그림 2 : 유지절연 접속함의 구조

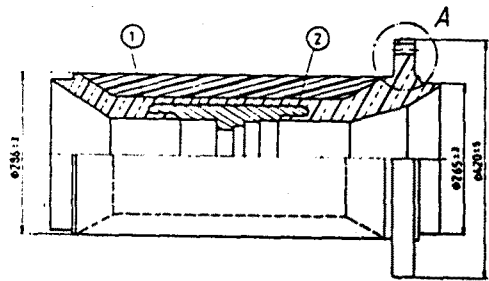


그림 3 : 유지 유닛의 상세 구조

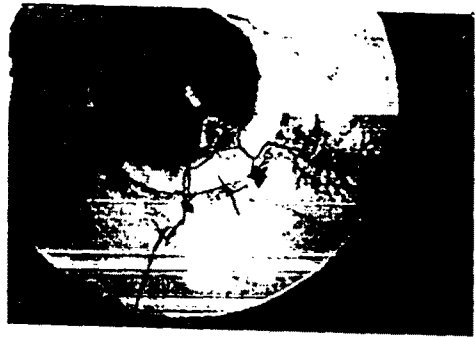


그림 4 : 예폭시 유지 유닛과 절연유의 계면파괴

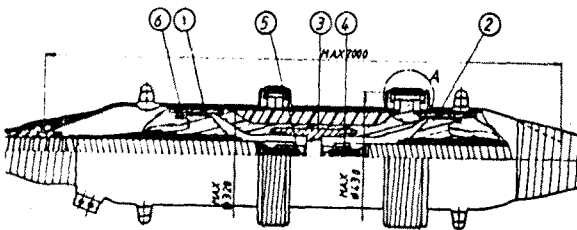


그림 1 : 유지 접속함의 구조

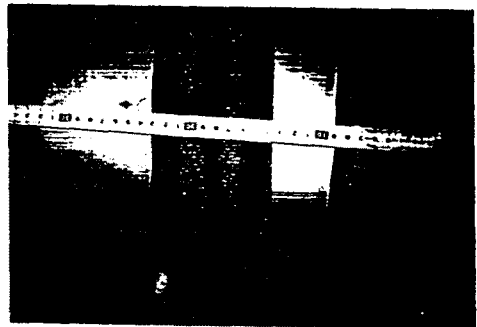


그림 5 : 예폭시 유지 유닛과 절연유의 계면파괴

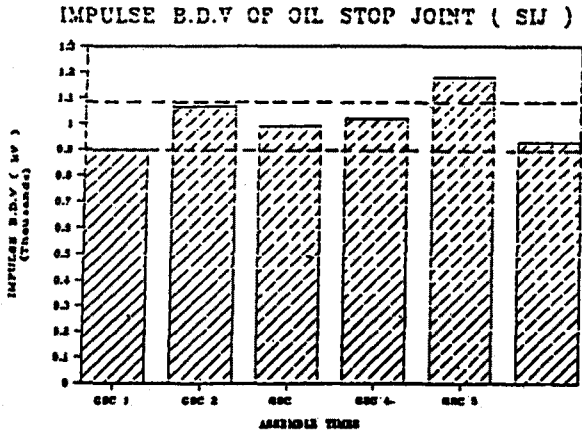


그림 6 유지 접선 접속함의 Impulse 파괴 특성 (1200 SQ & 2000 SQ 포함)

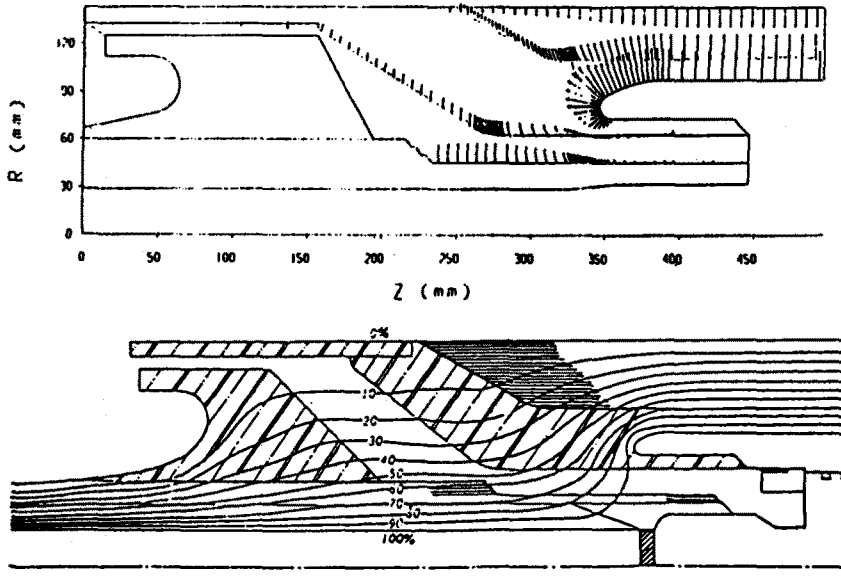


그림 7 : 유지 접속함의 전기 분포