밀폐형 방재트러후 개발

황순철*•, 김태경*, 고창성*, 한기종*, 김동배**
*금성전선 (주) **(주) 럭키

The development of fire protection trough

S.C. HWANG*•, T.K. KIM*, C.S. GO*, K.J. HAN*, D.B. KIM**
* GoldStar Cable Co.,Ltd ** LUCKY

Abstract

EHV underground transmission cable characterized by low loss and bulk capacity should have high reliability to be protected fully from external damages, not to speak of its quality.

In 345kV underground transmission lines of our country, the usage of frie protection trough is standardized.

Fire protection trough consists of combination of trough body, spacer, shutting board, fastener, and etc. and it is required to have a high level of fire-retardant characteristics and mechanical strength.

Since 1992, we, GoldStar Cable, with collaboration of Lucky, have participated in the development of fire protection trough and completed the type test of manufacturing site and will be supposed to go into mass product within 1993.

1. 서 론

저손실, 대용량의 전력수송을 특징으로 하는 초고압 지중송전 케이블은 그 자체의 품질에서 뿐만 아니라 외부의 재해로 부터도 충분히 보호될 수 있는 높은 신뢰성을 갖추고 있어야 한다. 이러한 취지에 따라 우리나라의 345kV 지중 송전선로에는 지중 케이블의 방호 대책으로서 밀폐형 방재 트러후를 사용하는것을 표준으로 하고 있다.

밀폐형 방재 트러후는 트러후 본체, 스페이서, 차폐판 및 파스너 등의 조합에 의해 구성되는 것으로서 고난연성과 높은 기계적 강도를 갖추고 있어야한다. 당사에서는 '92년 (주)럭키와 공동으로 SMC PRESS 공법에 의한 지중선용 밀폐형 방재트러후 개발에 참여, 사내인정시험을 성공적으로 완료하고 현재 국가 공인기관 시험을 진행중에 있으며 '93년내 본격 양산 예정이다.

이에 본고에서는 방재트러후 개발과정에 있어서의 그 형상 및 치수결정 메카니즘과 제조 공정 및 사내인정시험 결과 등을 간략히 소개하고자 한다.

2. 345kV용 방재트러후의 형상 및 치수

2.1 단면

345kV용 방재트러후의 형상 및 치수는 전력구내 설치를 전제,i) 전력구내 통로폭의 확보, ii) 345 kV / 154kV의 소요 회선수 수용을 위한 케이블 지지 금구류간의 간격확보를 제약조건으로하여 다음 점들을 고려, 그림 1 과같이 결정하였다.

- 3상3각 Trefoil형태의 케이블 배치
- 강제냉각 시스템을 고려한 수냉관 설치공간
- 지락사고시 트러후 본체의 파괴를 방지키 위한 차폐판 및 케이블 고정금구류와의 단차를 없애기 위한 스페이서의 설치공간
- 시공상의 조립및 유지/보수시의 해체에 따른 작업 편이성 (방재트러후 본체를 트러후 상부, 하부및 이를 결속하기위한 화스너의 3개 부분으로 구성)
- 케이블 열신축에 의한 케이블 시이스의 변형을 방지하기위한 Snake포설 조건
- Snake 포설 오차

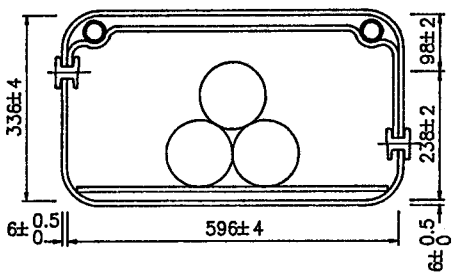


그림 1. 345kV용 방재트러후의 형상및 치수

2.2 길이 및 연결부분

길이는 3m를 표준으로 하였고 트러후간의 상호 연결부분은 기밀성을 잘 유지시킬 수 있도록 소켓형 구조로 하였다. 그림 2 에 345kV용 방재트러후의 정면도 및 상호연결부의 상세도를 나타내었다.

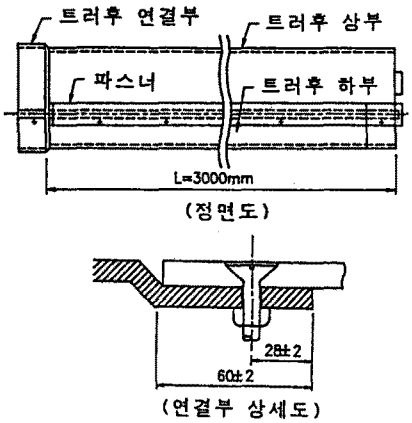


그림 2. 방재트러후 정면도 및 상호연결부 상세도

3. 방재트러후의 재질및 수지배합

방염3급 이상의 난연성과 180kgf.cm/cm² 이상의 높은 충격강도를 요구성능으로 하는 방재트러후의 재질로서는 개발초기 금속재료로서 STS 304와 열경화성 재료로서 FRP (Fibre glass Reinforced Plastics) 가 중점 검토되었다. 그러나 STS 304의 경우는 다른 금속과 마찬가지로 지락사고 등에 의한 아크전류가 트러후 본체에 흘러 인체사고 등 트러블을 일으킬 위험성이 있어 현 시점에서는 그 사용을 유보키로 하고 제품 성형에 보다 유리하고 가격도 저렴한 FRP를 선정하였다. 방재트러후재료로서의 FRP의 특성을 표 1 에 나타내었다.

표 1. FRP의 특성표

특 성 항 목	특 성 치
비 중	1.85
곡 강 성 (kg/mm²)	19.7
곡 탄 성 률 (kg/mm²)	1000
샤루피 충격강도 (kg.cm / cm²)	245
열변형 온도 (℃)	200
절 연 성 (Ω.cm)	10E-14
내 후 성	우 수
내 열 성	양 호
내 수 성	양 호
난 연 성	자기 소화성

FRP의 재질은 사용목적에 준거 불포화 폴리에스테르 수지를 그라스 섬유에 함침시키고난 후 난연성을 향상시키기 위하여 방화재로서 수산화 알루미늄 및 실리카 등을 첨가하여 성형하는 것으로 하였다. 또한, 수지배합의 표준은 표 2 와 같이하여 요구특성을 만족 시키도록 하였다.

표 2. FRP 방재트러후의 수지배합표준

재 질	배합비(PHR)
불포화 폴리에스테르 수지	100
수산화 알루미늄	75
실리카	10

주) PHR : Per Hundred Resin

4. 방재트러후의 설계

FRP 방재트러후는 수지와 보강섬유의 복합 재료이기 때문에 하중이 가해졌을 때의 거동은 일반구조물과 크게 다르게 된다. 이러한 점을 고려, 금번의 개발과정에서는 하중시험, 지락시험 등에 따라 FRP 방재트러후의 거동을 파악, 실현상에 가까운 설계방법을 정립하였다. 그림 3 에 그 수순을 제시 하였다.

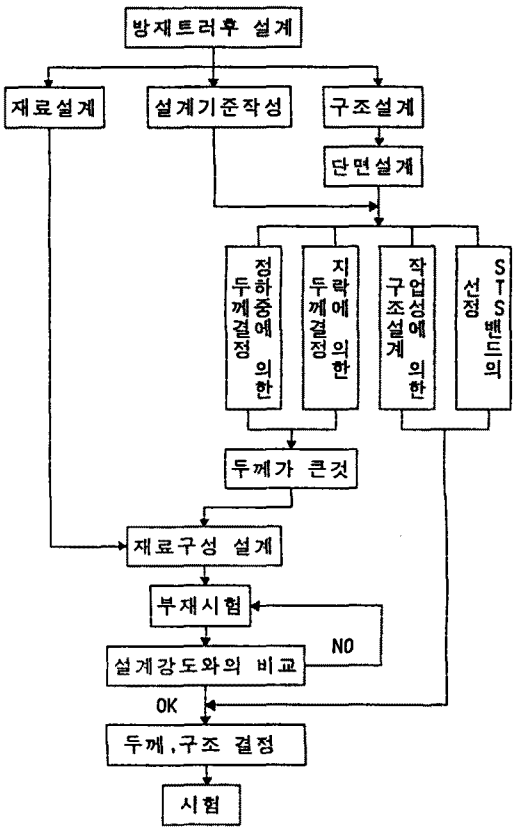


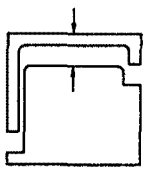
그림 3. FRP 방재트러후의 설계수순

5. 제조공정

방재트러후의 성형방법으로는 Pul Trusion공법, SMC공법 및 Pull Press공법 등이 중점 검토되었으나 소종 다량생산 및 치수 정밀도 측면에서 보다 우수한 SMC공법을 채택키로 하였다.

SMC공법에 의한 제조 Process의 개요를 표 3 에 나타내었다.

표 3. 방재 트러후 제조공정 개요

구 분	개 요
사용금형	Steel
작업조건	- 성형압력 : 30 ~ 70 kg / ㎠ - 성형온도 : 120 ~ 150 ℃ - 성형주기 : 11 분
작업방법	Press 상부 Mold  하부 Mold - SMC 또는 Prepreg. Sheet 재단 후 적층 - Mold Close후 가열, 가압경화

6. 사내시험결과

방재 트러후의 핵심 구성자재인 트러후 본체에 대한 한전 구매규격서상의 요구특성및 사내시험의 결과를 표 4 에 정리하였다.

7. 결론

이상에서 국내 지중송전 계통에서 사용하는 밀폐형 방재 트러후의 치수 및 형상결정 메카니즘과 제조공정, 사내시험 결과를 간략히 살펴보았다.

현재의 밀폐형 방재 트러후는 주로 345kV 알루미늄피 유입 케이블의 방재 대책으로써 그 용도가 제한되어 있지만 향후 지중송전 계통의 전압격상, 공동전력구 사용점증에 따른 타 지장물로 부터의 중요 송전선로의 보호측면에서 사용 빈도수 및 형태 다양화가 더욱더 증대되리라 예상된다.

금번의 밀폐형 방재 트러후 개발을 통하여 기존 수입자재의 국산화 대체 및 원가절감, 적정자재의 적기조달 등의 가시적 개발효과를 거둘수 있었고 향후에는 현재의 설계 및 제조기술을 바탕으로 품질안정화, 사용목적별 형태다양화 등에 더욱더 박차를 가할 예정이다.

표 4. 방재트러후의 요구특성 및 사내시험 결과

항 목			요구특성	시험결과
외 관			유해한 돌기,금,균열,흠,변형 등이 없을것	만족
형상 및 치수			승인사양에 적합할것	만족
연 소 가 스			발연농도 400 이하(ASTM E662)	만족
기계적강도 <평균>	축방향	인장(*)	17.0 이상	23.0
		굴곡(*)	20.0 이상	30.0
		압축(*)	15.0 이상	24.0
		충격(**)	180.0 이상	200.0
	주방향	인장(*)	10.0 이상	11.0
		굴곡(*)	15.0 이상	18.0
		압축(*)	12.0 이상	20.0
		충격(**)	90.0 이상	91.0
난 연 성			방염3급 이상	만족
내유성	침유후 인장강도(*)	축방향	12.0 이상	20.0
		주방향	7.0 이상	11.0
	침유후 난연성	탄화길이	15.0 ㎝ 이하	4.9
		잔염	5초 이하	0
		잔재	1분후에 없을것	0
내 부 측 압			금,균열,파괴등이 생기지 않을것. 하중제거후 잔유변형이 생기지 않을것.	만족
충 격 강 도			금,균열,변형 및 파괴 등이 생기지 않을것.	만족
굴 곡 강 도			중앙부및 접속부의 휨량이 25 ㎜ 이하일것.	만족 (5.4)
표면침식 강도			외상깊이 2.5 ㎜ 이하일것.	만족

주) * : kgf / ㎟
** : kgf.㎝ / ㎝

참고문헌

[1] 東京電力, "地中線用 密閉型 防災TROUGH 標準仕様書", Jun. 1988
[2] 古河電氣工業(株) "密閉型 防災TROUGHに ついて", 工技資材 0201號, Feb. 1990
[3] 한국전력공사, "밀폐형 방재 트러후및 부속재 구매규격서", May 1993
[4] 電力中央研究所(日本), "FRP材の 諸性能試驗", Jan. 1973
[5] 飯塚喜八郎, "電力ケイブル技術ハンドブック", pp 673~717, Mar. 1989