

케이블 관통부의 유기 팽창물을 이용한 밀폐재 내화성 특성 평가

임성식, 기명석, 정혁, 소병기, 강기훈  
JS 전선(주)

The Characteristic Evaluation of Fire-Resistance test by Cable Transit For Organic Expansion Sealing material

Sung-Sik Lim, Myeong-Seok Ki, Hyuk Jeong, Byoung-Ki So, Ki-Hun Kang  
JS Cable CO., Ltd

**Abstract** - The Cable Transit has an adaptable center hole for accommodating a cable to be passed through the wall(bulkhead/deck). The Cable Transits Sealing System must have important character which seal and protect against fire, smoke, gas, water, etc and consist of metal frame, sealing system and the cable, insulation. In this paper, introduced our cable transit organic expansion sealing material system, fire-resistance test and test result, etc. We carry to fire-resistance test in according to FTP Code Part 3(IMO Res. A. 754(18)) for A-60 class cable transit and the test result for our cable transit sealing system was satisfied.

1. 서 론

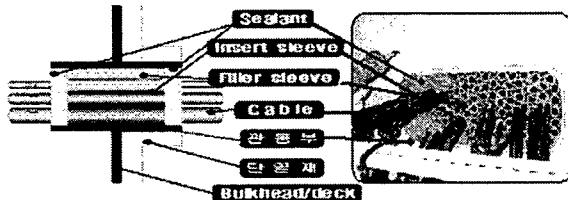
케이블 관통부는 선박의 갑판 및 벽면, 건구축물, 원자력 발전소 등의 구획간에 천정이나 벽면으로 케이블이 통과할때 발생하는 개구부(opennings)를 말하며 이러한 관통부에 화재에 대한 적절한 조치가 없을 때에는 작은 화재발생시에도 연동역할을 하게 되어 급격히 화재가 확산됨은 물론 유해가스의 통로가 되어 인명과 재산피해의 원인이 된다. 또한 초기 진화에 성공해도 각종 관통부를 통해 설비 및 기기 등이 침수 되어 많은 피해가 뒤따른다.

이로 인하여 당사에서는 케이블 관통부를 화재로부터 효과적으로 보호할 수 있는 제품을 개발 하였고 이것은 유기 팽창제로 구성되어 있다. 제품 구성은 유기 화합물인 열가스성 올레핀계 수지 재료 구성된 슬리브와 상온경화 1액형 실리콘 수지로 구성된 쉘란트를 사용하여 관통부를 밀폐시켜 주는 시스템을 완성하고, 본 논문은 선박 및 해양 구조물에 적용되는 케이블 관통부에 대하여 당사에서 개발된 유기화합물 팽창제로 밀폐하여 내화성 특성 평가를 실시하였다.

2. 본 론

2.1 케이블 관통부 유기 팽창물 밀폐 시스템 구조

선박 및 해양구조물에 사용 되는 케이블 관통부 및 유기 팽창물구조는 아래 그림1과 같다



<그림 1> 케이블 관통부 구조도

관통부 내에는 당사에 개발한 제품인 유기 팽창물 쉘란트와 슬리브를 사용 하였으며, 쉘란트는 상온 경화 1액형 실리콘 수지로 구성 되고 화재 시 팽창하는 특성이 있어 우수한 난연성 및 무독성을 가지며 관통부의 표면에 마감 처리하는 역할을 한다. 슬리브는 열가스성 올레핀계 수지로 상온에서는 고무의 특성을 가지며, 화재 시 팽창하는 특성이 가지고 있다. 또한 격벽(Bulkhead) 및 갑판(Deck)은 선박의 격벽 및 천장을 지칭한다.

2.2 내화성 시험

내화성 시험 방법으로 선박 및 해양 구조물에 적용되는 A-60등급 IMO FTPC Part3(IMO Res. A.754(18))에 따라서 시험 제작 및 시험을 진행하여 성능 평가를 하였다.

2.2.1 시험편 제작

시험편은 케이블 관통부가 포함된 벽면 구조인 격벽(bulkhead)과 바닥 천정 구조인 갑판(Deck) 두 가지 구조에 대하여 시험을 실시하였으며, 케이블 관통부는 작은 Size의 관통부와 큰 Size 관통부를 대표하여 시험하였다.

케이블 관통부 시험은 그림 1과 같이 쉘란트, 슬리브, 케이블, 관통부, 단열재, 격벽 및 갑판으로 구성 되어 있으며 쉘란트 및 슬리브는 당사 개발한 제품인 유기 팽창물 밀폐제로 사용 하였으며 슬리브는 케이블 관통부 내 설치하고 쉘란트는 관통부 양 표면에 마감 처리로 사용 설치하였다. 관통부에 설치된 케이블은 아래 표1과 같고, 단열재로는 선급으로부터 인증 받은 제품인 미네랄울(75mm,110kg/m<sup>3</sup>과 50mm,120kg/m<sup>3</sup>)을 사용하였으며, 케이블 관통부 및 격벽, 갑판은 4.5mm두께의 철판으로 제작하였다.

구분	케이블	No. of cores× cross section	Dia. (mm)	수량
큰 Size 관통부	0.6/1KV TFOI(ABG)	3C×35	25.60	15
	250V BFOU/B(I)	16C×1.5	29.60	15
	250V RUCU(I)(IS)	57C×1	36.80	15
	250V RFOU(i)(IS)	57C×1	40.50	16
	6 / 10KV RUCU	3C×95	66.40	3
	250V BFOU(C)	8C×1.5	42.80	3
	6 / 10KV RUCU	3C×25	52.70	2
	600V TYPE P 16PN	16C×16AWG	22.60	2
	60V RCOP(OS)	57C×1	23.90	2
작은 Size 관통부	0.6/1KV TPCY	3C×10	20.70	2
	0.6/1KV TYCY	2C×10+E	20.10	1
	250V BFOU/B(i)	10C×1.5	29.60	1
	0.6/1KV RUCU DPYCY	21C×1.0	27.80	1
		2C×16	21.80	2

<표 1> 관통부 설치된 케이블 종류 및 수량

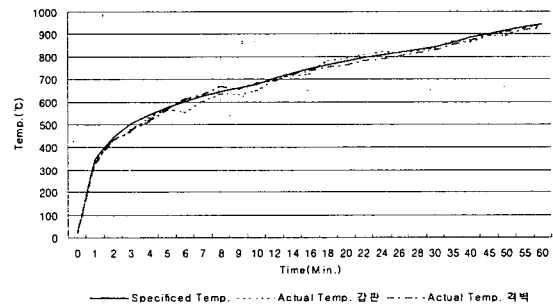
큰 Size 케이블 관통부에는 640(width)×250(height)×200(length)×6(thickness)mm 이며 케이블 용적율 36.34%를 차지 하며 75개가 설치되었고, 작은 Size케이블 관통부는 180(width)×120(height)×200(length)×6(thickness)mm로 케이블 용적율은 15.09%이고 케이블은 5개가 설치되었다.

2.2.2 내화시험 온도 조건

내화성 시험은 FILK(방재 시험 연구소)에서 실시하였으며, 시험로(Furnace)의 열전대로부터 얻어진 시험로의 평균온도를 감시하고, 식 (1) (즉, 표준 가열곡선)의 관계가 유지되도록 관리하였다.

$$T=345\log_{10}(8t+1)+20 \quad (1)$$

여기서, T는 시험로의 평균 온도(°C) / t는 시간(분)



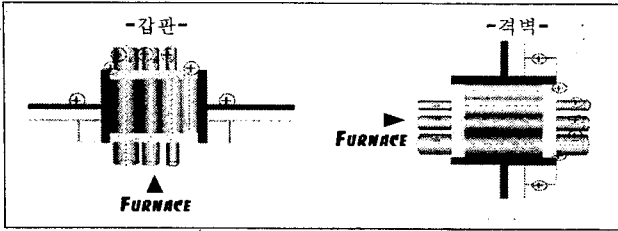
<그래프 1> 시험로 온도

2.2.3 성능 평가

여러 가지 조건, 즉 단열재 두께 및 밀도 철판 두께, 시공 방법 등에 따른 변수도 있지만 본 논문 내화성 시험 평가에서는 케이블, 관통부 밀폐재의 내화성능을 평가하였다.

2.2.4 온도 측정

<그림 2>와 같이 열전대를 설치 후 온도를 측정하였다.



<그림 2> 온도 측정 위치

선박 및 해양 구조물은 그림 2와 같이, 갑판(Deck)의 경우 하단에서 화염을 가하고, 격벽(bulkhead)의 경우, 단열재가 없는 부분에 화염을 가하여 시험하였다.

관통부 표면 25mm 상·하면, 셸란트 표면으로 부터 전선의 25mm 지점 그리고 전선으로 부터 거리가 25mm 떨어진 셸란트 표면 상·하단부면에 각각 열전대를 붙여 온도를 측정하였다.

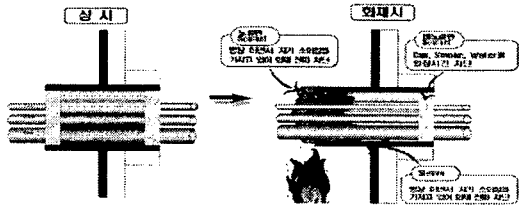
2.2.4 판정 기준

열전대를 설치한 어떤 지점에서든 온도 상승이 초기 온도보다 180℃를 초과하지 않아야 한다.

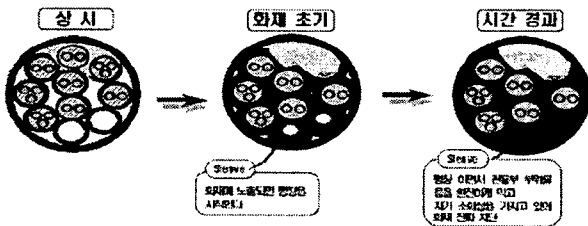
3. 결 론

3.1 케이블 관통부 유기 팽창물 화재 차단 Mechanism

유기 팽창물이 팽창하는 Mechanism은 아래 그림3,그림4와 같다.



<그림 3> 화재 시 유기 팽창물 Mechanism(측면도)

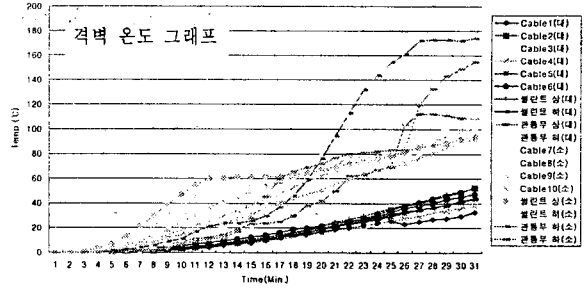
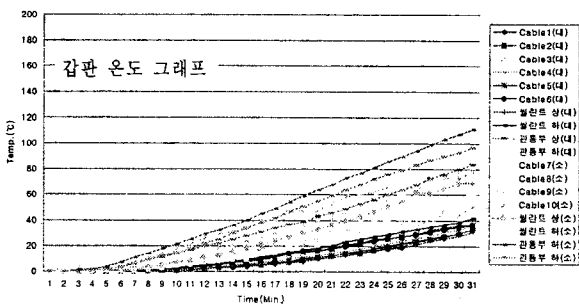


<그림 4> 화재 시 유기 팽창물 Mechanism(정면도)

당사에서 개발한 유기 팽창물은 화재 시 팽창하는 것이 주요 특성이며, 고온(200℃ 이상) 및 화염과 접촉 시 셸란트와 슬리브가 팽창하여 틈새를 메우고 Solid화 되어, 고온의 열전도를 저지하고 화염의 전파를 차단하는 것을 확인하였다.

3.2 내화성 시험 결과

시험 결과는 아래 그래프2 및 표2, 표3과 같이 나타난다.



<그래프 2> 시간에 따른 각 부분 온도 측정 결과

아래 <표 2>과 <표 3>은 설치한 열전대의 상승 온도를 나타낸다.

구분	케이블 제품명	No. of cores× cross section	Dia. (mm)	상승 온도(°C)	
				격벽	갑판
큰 Size 관통부	0.6/1KV TFOI(ABG)	3C×35	25.60	93	79
	250V BFOU/B(I)	16C×1.5	29.60	53	33
	6 / 10KV RUCU	3C×95	66.40	33	33
	600V TYPE P 16PN	16C×16AWG	22.60	44	37
	60V RCOP(OS)	57C×1	23.90	38	36
작은 Size 관통부	0.6/1KV TPYCY	3C×10	20.70	48	37
	0.6/1KV TYCY	2C×10+E	20.10	92	78
	250V BFOU/B(i)	10C×1.5	29.60	98	58
	0.6/1KV RUCU	21C×1.0	27.80	111	62
	DPYCY	2C×16	21.8	100	51

<표 2> 관통부 설치된 케이블 종류별 온도

온도측정 위치	상승 온도(°C)	
	격벽	갑판
큰 Size 관통부	셸란트 표면 상	52
	셸란트 표면 하	44
	관통부 표면 상	109
작은 Size 관통부	관통부 표면 하	107
	셸란트 표면 상	94
	셸란트 표면 하	101
관통부	관통부 표면 상	174
	관통부 표면 하	155

<표 3> 케이블의 온도

당사에서 개발한 유기 팽창물 밀폐제의 시험 결과는 온도상승이 모든 지점에서의 180℃ 미만을 나타내어, 선박 및 해양구조물의 관통부 밀폐 시스템으로 개발한 당사의 유기 팽창물 밀폐제는, 고온 및 화재에 안전함이 입증되었다.

[참고 문헌]

- [1] FTP Code, International Code for application of Fire Test Procedures (Resolution MSC 61(67), as amended by Res. MSC. 101(73).
- [2] 박준현, 원자력 발전소 방화벽 관통부 성능 평가 시험 적용, 한국 화재 소방학회 논문지, 제 20권 제 4호, 2006년.
- [3] 김형규, 조재규, 권성필, 김원국, 윤인섭, "케이블이 관통하는 방화벽에서의 비정상상태 열전도에 대한 연구", 화학공학의 이론과 응용 제 8권 제 2호 2002년.