

선박에서의 케이블 탑재위한 신뢰성 검토 연구

김승진, 유은혜
(재)한국조선해양기자재연구원

A reliability study for cable loaded on the ship

Seung-Jin Kim, Eun-Hye Yoo
Korea Marine Equipment research Institute

Abstract - 전 산업분야에 사용되는 전자기기 및 장비에 탑재되는 케이블의 경우 업종에 따라 기기에 맞춰 신뢰성을 검토하고 인증을 획득하여 해당 기기에 탑재되고 있다. 그러나 현재 선박이라는 특수 환경에서의 특성에 맞춰 검토되거나 규정되고 있는 케이블 신뢰성에 대한 연구는 다양한 접근방법에서 검토되지 않고 있다. 바다 위라는 제한된 환경에서 선박과 생사를 같이 하는 케이블의 신뢰성은 필히 검토되어야 하는 부분이다. 본 논문은 선박에 탑재되기 위한 케이블의 신뢰성에 대한 기준과 자료에 대해 언급하고자 한다.

1. 서 론

선박용 케이블은 모든 선박의 전기설비에 사용되는 전선으로써 전력용, 제어용, 통신용 등으로 구분된다. 선박용 케이블은 선가의 약 2~3% 정도를 차지하고 있으며, 특수선 등 고가의 선박의 경우 더 많은 비율을 차지하기도 한다. 선박 내 많은 시설들 중에서도 작은 비율이지만, 그 역할을 보면 사람의 혈관과 마찬가지로 케이블 없이는 선박의 운항이 힘들 정도로 중요한 비중을 차지하고 있다.

그러나 케이블 규격의 대다수는 주로 일본에서 수입되어온 제품이 차지하고 있다. 그리하여 우리나라가 조선업계의 선두에 서 있는데도 불구하고 케이블산업의 사용 규격은 JIS(Japan Industrial Standard-일본 공업규격표준) 및 IEC 스펠다드가 주를 이루고 있는 현실이다.

2. 본 론

2.1 선박용 케이블의 산업의 현황

2.1.1 선박용 케이블의 국내 기술개발 현황

제품수준 및 기술력 면에서 국내 선박용 케이블 제품들은 세계적으로 인정받고 있지만, 일반상선용 선박 케이블 등에서는 강세를 보이는 반면 부가가치가 높은 선박 및 해양플랜트 분야에서는 어려움을 겪고 있다. 이는 그러한 고부가가치선박에서 까다롭게 요구되는 난연성, 내화성 등을 확인할만한 신뢰성 있는 기준이 명확히 수립되어있지 않기 때문이다.

현재 국내 선박용 케이블 업체들은 고기능성의 케이블을 제작해 낼 수 있는 수준이며, 오랜 역사를 가진 외국기업들에 비해 원천기술의 부족 및 경험 등의 부재로 어려움을 겪기도 한다.

국내 선박용 케이블 산업의 발전에 비해 여러 가지 요인들로 인한 국내 표준제정의 부재 및 신뢰성 검토방안의 부족으로, 국내 케이블 업체들의 어려움 해소 방법이 필요하다.

그럼에도 불구하고 국내 선박용 케이블 제품들은 조선해양 산업의 케이블 산업을 리드하고 있으며, 지속적인 기술선도를 위해 다양한 각도에서 기술신뢰도를 입증해 나가고 있다.

2.1.2 선박용 케이블의 국내외 규격 및 표준화 동향

선박에 들어가는 모든 제품들은 국제적인 규격 및 표준화에 맞춰서 제작이 된다. 현재의 추세로는 JIS 가 가장 널리 사용되고 있고, 유럽규격인 IEC도 많이 사용된다. 여는 조선기자재 산업과 마찬가지로 케이블의 표준화는 선주의 요구사항에 따라 사양이 정해지게 되고, 그로 인하여 선주들이 대부분 유럽(UL)이나 미국(ASTM,MIL)등의 규격을 선호하는 것이 일반적이다.

그 외, 군용으로 사용되는 선박이나 잠수함 등의 경우에는 미국이 주도권을 많이 잡고 있기 때문에 미국규격을 주로 사용하고 있다.

즉, 안타깝게도 대한민국 스펠다드(KS)가 없는 것이 현실이며, 규격화된 신뢰도 높은 제품개발과 케이블 산업의 발전을 위해서라도 국내표준의 제정될 수 있도록 다양한 방면으로 고민되어야 할 것이다.

국내 선박용 케이블 산업의 발전에 비해 여러 가지 요인들로 인한 국내 표준제정의 부재 및 신뢰성 검토방안의 부족으로, 국내 케이블 업체들의 어려움 해소 방법에 대한 논의 등이 필요하다.

2.1.3. 선박용 케이블 관련 규격

〈표 1〉 선박용 케이블 관련 규격 [3]

구분	발행국가	규격번호	내 용
IEC	IEC	IEC-60092 ; Electrical installation in ships	선박용 케이블 일반규정 (현재 가장 많이 사용, 국제표준)
		IEC-60228	도체에 관한 규정
N a t i o n a l S t a n d a r d	Norway	NEK606	Off-Shore에 적용하는 케이블 규정, Mud-resistant 시험이 있음
	Japan	JIS C 3410	선박용 케이블에 대한 규격
		JCS 390	선박용 내화성 케이블에 규격
		JCS 312A	고압 선박용 케이블에 대한 규격
		JCS 296B	선박용 배선 케이블에 대한 규격
	Canada	CSA-C22.2 No.245	해양, 선박용 케이블에 대한 캐나다 규격 (UL1309와 동일)
	British	BS 6833	선박용 케이블에 대한 규격
Germany	DIN 89158~89160	선박용 케이블에 대한 규격	
단체 표준	USA	IEEE 45	선박용 자체에 대한 일반 규격
		IEEE 1580	IEEE 45종 케이블 부분만 세부적으로 규정
		UL 1309	해양, 선박용 케이블에 대한 규격
국방 규격	USA	MIL-DTL -24640,24640	함정용 케이블에 대한 미국 국방 규격
		MIL-C-17	동축 케이블에 대한 미국 국방 규격
	Germany	VG 95218 P.60~P.66	함정용(주로 잠수함) 케이블에 대한 독일 국방 규격
		Japan	NDX XC 3510

참고 : 제이에스전선(주)

2.2 선박용 케이블의 검사 규격

2.2.1 선박용 케이블의 요구조건

일반적으로 선박용 케이블은 난연성, 내화성, 내한성 등 환경적 요인에 관한 시험항목들이 요구된다.

또한 요즘 대두되고 있는 고부가가치 선박인 해양플랜트용이나 특수영역인 군함 등으로 사용되기 위해서는, 정확도와 낮은 고장률 등이 민감하게 작용하기 때문에 일반적인 케이블 요건보다 좀 더 까다롭게 요구되고 있다.

Oil 및 Gas를 대용량으로 수송하는 Bulk선, Drilling FPSO과 같은 특수 선박의 경우 해상사고가 심각한 환경오염으로 직결된다. 따라서 특수선박에서는 <표 2>와 같은 내용을 기반으로 선주의 요구사항과 납품국적에 따라 필수 시험 항목이 요구된다. 또한, 수송용 외 극저온을 유지해야 하는 LNG선박, 극지 탐사 위한 과학 연구용 선박 등은 극저온 환경에서 요구되는 특수 환경에서의 가혹 조건에 대한 인증도 검토되어야 한다.

선박의 운항 목적에 따라 선박용 케이블의 시험시 부여하는 그 가혹한 정도의 차이가 있으며, 까다롭게 요구되는 제품의 성능 향상을 위해 설계단계 및 완제품 검토시 가속수명장치를 통해 그 신뢰도를 확인하는 방법이 필요하다.

2.2.2 선박용 케이블의 특수 검사 규격

<표 2> 선박용 케이블 관련 규격 [3]

시험항목	규격번호	내용
난연성	IEC 60332-3(-10)	VTFT 시험기구, chamber 시험
	IEC 60332-3(-21)	VTFT category A F/R
	IEC 60332-3(-22)	VTFT category A - 40분간 실시
	IEC 60332-3(-23)	VTFT category B - 40분간 실시
	IEC 60332-3(-24)	VTFT category C - 20분간 실시
	IEC 60332-3(-25)	VTFT category D (Fiber optic cable)
	IEC 60332-1	VTFT-1가닥으로 시험
	IEC 383	VTFT-20분간실시,chamber없음
내화성	IEC 60331-12	충격내화성
	IEC 60331-21	0.6/1kV까지 Electric cable 내화성
	BS 6387	Fire alone, Fire with shock, Fire with water 각각 규정
연기밀도	IEC 61034-1,2	완제품케이블에 대해 빛의 투과율 시험
할로겐포함도	IEC 60754-1,2	할로겐가스 포함도, Ph 및 전기전도도측정
내한성	CSA C22.2 NO.38	케이블의 저온 특성 시험
독성지수	NES 711	연소시 발생하는 독성가스 검출시험
산소지수	ASTM D2863	재질의 산소지수 측정
연기지수	ASTM E 662	재질의 연기지수 측정

출처 : 제이에스전선(주)

2.3 가속수명시험 장치를 이용한 신뢰성 검토 실시 절차

2.3.1 가속수명시험 장치

가속수명시험장치(HALT)는 설계 및 완제품 신뢰성 검토 단계에서 온도변화율, power cycling, 6자유도 random vibration 등의 다양한 stress를 임의로 가하여 제품에 대하여 고장모드를 검출하고 내구신뢰성을 확보하기 위한 시험장치이다.

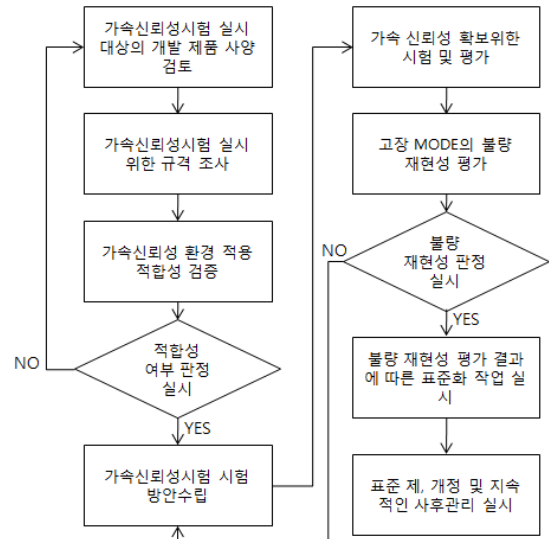
본 장치의 수명시험영역(ALT:Accelerated Life Testing)은 정상상태에서의 수명을 결정(보증)하기위해 실시되고, 신뢰성 모델식을 이용하여 검증한다.

2.3.2 가속수명시험 장치를 이용한 신뢰성 검토 실시 절차

<그림 1>와 같이 가속신뢰성시험 수행시 기존 완제품과 시험대상 제품의 비교 분석을 위해 제품 사양을 확인한 후에 적용할 선박에 따라 각종 품질 특성의 열화비교 등 시험조건 설정이 이루어져야 한다. 이후 앞서 설정된 시험조건에 따라 시험 실시가 이루어지고 결과를 도출해야 한다.

그리고 개발 단계에서 신뢰성을 확보하기 위해서는 가혹한 스트레스 조건을 통한 취약부위 또는 잠재 불량률 사전 검출해야 한다. 또한 앞서 언급된 검토 후 시험규격에 의한 합격 혹은 불합격 판정을 실시하여 최종 가속신뢰성시험 시험방안을 수립해야 할 필요가 있다. 이러한 시험 절차는 실제 field에서 발생하는 고장문제를 발견하여 제품에 대한 신뢰도와 수명을 예측할 수 있다.

가속수명시험 장치를 이용한 신뢰성 검토 방법은 아래와 같은 절차에 따른다.



<그림 1> 가속수명시험 장치를 이용한 신뢰성 검토 실시 절차

3. 결 론

본 고찰에서 논한 선박용 케이블의 신뢰성 검토에 대한 방안을 <그림 2>와 같이 실시하였을 때 신뢰도 확인을 검토할 방법에 대하여 논의하였다. 특히 이번 고찰에서는 직접 시험을 실시하지 않고, 기계적 동작이 만족스러운지를 검증하는 방법으로 신뢰성 검토 실시 방안에 대해서만 논의되었다. 향후 실제 해양환경에서의 케이블 신뢰성이 검토될 때 가속수명시험 장치를 이용한 신뢰성 검토 절차에 따른 적합성 검증에 대한 시험분야별 구체화된 검토가 필요하다.

또, 앞으로 선박의 종류에 따라 고려되어야 할 케이블 신뢰성과 같은 구체적인 절차의 규격화와, 포설 작업 등과 관련된 표준화와 같은 국내 기준의 규정 제정이 이루어져야 한다. 이를 바탕으로 국내 시험원과 제조사간의 케이블 신뢰성을 향상시킬 수 있도록 노력해야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] "KS C IEC 60092-350선박용 전기설비-제350부
- [2] 양병모 외 6명, "HVDC 해저케이블 장기과동전 신뢰성 시험평가 방법", 대한전기학회, 377-378, 2009
- [3] "해양과 조선", 18-32, 2010