

선박 해양용 본질안전 LED 방폭 조명 표준화를 위한 가이드 개발 연구

이 승 혁* · 김 태 훈**

*호서대학교 안전환경기술융합학과 · **호서대학교 수소에너지안전기술공학과

A Guideline on Development of LED Convergence Intrinsic Safety Luminaire for Marine Plants & Ships and It' s Standard

Seung-Hyeok Lee* · Tae-Hun Kim**

*Department of Convergence Technology for Safety and Environment, Hoseo University

**Department of Hydrogen Energy and Safety Technology Engineering, Hoseo University

Abstract

Offshore plants should be managed at a high level of safety condition. Because the offshore plant has cramped space and has difficult access when a fire occurred, a fire can be critical to the plants. LED lighting can reduce the risk of fire by its lower energy consume suitable to intrinsic safety and lower heat radiation that can reduce the possibility of ignition. Also LED has a long lifetime. Though LED luminaire has various advantages for offshore plants, an international standard for the luminaire has not provided because it is new technology. Because there is no international and domestic standard specially provided for the LED luminaire, a guideline is required for developing the LED light and for the future establishment of an international standard. This study was conducted to develop the guideline for LED luminaire for offshore plants. Firstly, relevant standards were analyzed for the guideline. Then we found that there are editorial differences between international standards and domestic standards. So the guideline was developed based on international version and the differences between the domestic and international standard were provided to let Korean developers recognize the differences.

Keywords : LED luminaire, Intrinsic Safety, Marine Plants, Standard

1. 서 론

선박에서의 화재, 폭발의 사고에 대한 통계를 보면 `12년에 109건, `13년 85건, `14년 108건, `15년 101건, `16년 117건으로 지속적으로 발생되는 것을 볼 수 있다. [1] 해양에서의 화재는 육상으로의 소방활동을 기대할 수 없고 자력의 사고처리가 필요하여 소화활동의

한계가 있다. 특히 선박이나 해양플랜트의 경우 화재의 확대가 빠르고 대피시간이 부족하여 화재의 관리 매우 중요하다[9].

해양플랜트는 해양자원을 찾아내고 이를 채취할 수 있는 종합적인 해양설비를 말하며 이중 심해의 유정을 개발하기 위해 바다를 돌아다니며 시추공을 사용하여 원유를 찾아내고 육상으로 원유를 옮기는 중요한 설비

† This research was supported by Academic Research fund of Hoseo University in 2015(2015-0340).

† Corresponding Author : Tae Hun Kim, Department of Hydrogen Energy and Safety Technology Engineering, Hoseo University, 20, Hoseo-ro79beon-gil, Baebang-eup, Asan-si, chungcheongnam-do, Republic of Korea 31499, E-mail : emtxx@hoseo.edu

Received October 20, 2017; Revision Received November 11, 2017; Accepted December 11, 2017.

를 FPSO라 한다. FPSO는 ‘부유식 생산용 플랜트 (Floating Production Storage and Offloading)’의 약자로 바다 위에 떠 있는 선박에서 원유를 생산, 저장, 정제하는 시설이다. FPSO의 화재 발생 시 인적 손해뿐만 아니라 경제적으로도 매우 큰 손실이 될 수 있다.[10]

국제해사기구(IMO)는 2012년 7월 MEPC 62차 총회에서 EEDI(선박제주연비지수)와 SEEMP(선박에너지 효율관리계획)를 2013년 1월부터 적용하는 강제규정 채택하였으며, 선박배출 온실가스 감축을 위한 기술적 조치(신조선 에너지 효율지수, Energy Efficiency Design Index, EEDI)와 운항적 조치(현존선 에너지효율지수, Energy Efficiency Operation Index, EEOI)를 통해 관리에 힘쓰고 있다.

특히, 선박에서 발생하는 고열, 진동, 각종 먼지로 인해 메탈등, 형광등 등의 기구가 열에 의한 손상이 다수 발생하여 정비 및 교체에 많은 비용이 소모되고 있으므로 대체 조명의 개발이 시급한 실정이며, 선박이나 해양플랜트의 화재의 경우 기관실, 주방, 선창, 보일러 등에서 일어나는 경우가 많은데 연료와 발화원이 될 수 있는 열원, 전기, 화기들이 많기 때문에 이에 대한 관리가 필요하다.¹¹⁾

게다가 선박뿐만 아니라 Oil & Gas 플랫폼, FPSO, Drill Ship과 같은 해양구조물의 작업환경은 항시 폭발성 Gas가 작업환경에서 존재(Zone 0)할 수 있는 지역이기 때문에 이러한 지역에서 사용되는 모든 전기기구는 폭발을 방지하는 방폭형 제품을 적용하도록 법제화를 필요로 하고 있다.

그러나, 위험장소인 0종장소에서 사용하기 위한 설비들은 본질안전 구조를 갖도록 되어있지만, 이러한 방폭 구조의 설비 경우 비용도 많이 소요되며 만드는 조건이 까다로워서 제품의 개발이 어렵다.

국내의 선박에 사용할 수 있는 규격의 경우 IEC 규격을 따르는데 이 규격을 국내의 경우 국외의 수출과 안전성을 높이기 위해서 사용할 수 있다. 국내에서 현재 본질안전에 관한 국제 규격 IEC 60079-11은 2011년 발행된 6.0 버전이고, 국내 규격 KSCIEC 60079-11은 1999년 발행된 국제 규격 IEC 60079-11 4.0 버전의 번역본이다. 이러한 실정으로 최신의 국제 규격이 현재의 국내 규격과 다소 다르게 명시되어 있다.

국내의 규격의 안전성을 높이기 위해서는 해외의 규격과 비교하여 재검토할 필요가 있다.

본 연구에서는 현재 최신화된 국제 규격의 검토와 LED본질안전 방폭등 개발 가이드를 통해서 LED 본질안전 방폭 조명의 개발과 표준화를 위한 가이드 작성

에 관해 연구하였다.

2. 이론적 배경

조선 및 해양플랜트 산업은 국내 전체 수출에서 차지하는 비중(2009년, 451억 불, 국내 수출액 1위 품목)이 12.4%, 최근 5년간 연평균 증가율이 23.6%로 큰 비중을 차지하고 있다. 하지만 탱크선, 벌크선 등은 중국의 저가 수주 등 물량 공세로 인하여 선가는 계속 하락하고 있다. 그러나 LNG선, Drill ship, FPSO 등 기술집약적인 고부가가치 선박 분야가 우리나라 조선 산업의 활로가 되고 있어 이에 대한 연구 개발과 투자를 필요로 하고 있다.

선박 조명등 산업에서는 선박 실내등, 실외등, 방폭등, 항해등 및 신호등으로 조명이 사용되며, 해양플랜트용 조명은 선박용 조명은 유럽의 선박 관련 조명업체들이 시장의 80% 이상을 점유하고 있다. 국내 해양플랜트의 단위당 LED조명 시스템 가격은 FPSO와 Drillship이 기당 약 300억 원, Semi-Rig는 기당 150억 원 정도(출처 : 국내 선종별 실적 자료 기준, 대양전기 시장조사)이므로 LED조명시스템에 대한 적기 개발을 통해 새로운 수익원을 창출할 뿐만 아니라 신규 인력 창출 및 국산화 개발을 통한 수입 대체 효과를 거둘 수 있다.

LED조명은 낮은 소비전력으로 각광받는 조명이다. 기존 조명에 비해 작은 소모 전력과 긴 수명, 제어의 용이성 등으로 대규모 산업 설비에 적용이 유리하며, 또한 LED의 저전력 특성을 활용하여 저전력에 특화된 본질안전 및 비점화 방폭 규격에 적합하다.

하지만 현재 LED 방폭 조명, 특히 선박 및 해양 플랜트에서 사용할 수 있는 LED 본질안전 방폭 조명에 관한 표준은 없다. 따라서 제품의 개발은 기존의 방폭 규격을 모두 만족할 뿐 아니라 실제 환경에 노출 시 폭발하지 않도록 하여야 한다.

비점화 방폭 구조 중 Ex nL 에너지 제한 방폭 규격이 본질안전화 하여 Ex ic 방폭 규격으로 흡수되었다. 이로서 Zone 0,1,2 등 모든 방폭 구역에 대해 본질안전 단일 방폭 형식으로 효과적인 관리가 가능하게 되었다. 또한 이를 바탕으로 방폭 위험 지역 내에서 안전한 신호 전달을 할 수 있는 FISCO(Fieldbus Intrinsic Safety Concept)에 대한 요구사항을 포함하고 있다.

2.1 본질안전 규격의 변화

본질안전 방폭 구조는 2003년 까지 ia, ib 두 등급의 방폭 구조를 갖고 있었다. 따라서 이전까지 몰드 방폭 구조와 내압 방폭 구조, 두 가지의 방폭 형식만이 Zone 0를 포함한 모든 위험 영역에 적용 가능하였다. 여기에 본질안전 Ex ic 등급이 만들어지면서 본질안전 또한 모든 지역에 알맞게 적용 가능한 규격이 방폭 방식이 되었다.

<Table 1> Protection and permitted Zone of use

Method of Protection	Ex code	Permitted in: Zone -		
		0	1	2
Encapsulation	ma	√	√	√
	mb		√	√
Oil immersion	o		√	√
Powder filling	q		√	√
Pressurization	p		√	√
Flameproof	da	√	√	√
	db		√	√
	dc			√
Intrinsic safety	ia	√	√	√
	ib		√	√
	ic			√
Increased safety	e		√	√
Type of protection "n"	nA			√
	nR			√
	nC			√

2.2 Ex ic 방폭 규격 신설

본질안전 방폭 국제 규격의 Ex ic 등급은 본디 비점화 방폭 구조의 Ex nL 등급이었다. Ex nL 등급은 다른 비점화 방폭 구조와 이질적이다. 각각 비점화, 밀봉, 통기 제한 밀폐 방식으로 방폭 성능을 구현하는 비점화 nA, nC, nR 등급과는 달리 에너지 제한이라는 방식으로 방폭 능력을 구성하였다. 이러한 이질성과 더불어 에너지 제한 비점화 방식을 적용할 수 있는 기기 또한 한정적이었다. 또한 회로에 낮은 에너지를 인가하여 폭발 위험을 낮추고자 하는 방식은 오히려 본질안전 방폭 등급에 가깝다. 이러한 이유로 효율적인 방폭 규격 관리를 위해 IEC의 기술위원회 TC31에서 2003년 에너지 제한 비점화 방폭 규격을 삭제하고 Zone2에 적용할 수 있는 본질안전 ic 방폭 등급을 설치하였다. 이에 따라 2013년 4월 이후 해당 방폭 규격 인증

을 표시한 채 시장에 판매하는 것이 금지가 되었다. 또한 기존에 설치되어 운영 중인 Ex nL 방폭 제품은 사용 가능하지만, 이전에 Ex nL 등급을 사용하던 설비에 새로이 방폭 설비를 추가할 경우 다른 방폭 방식으로 하여야 하며, 경우에 따라서 적당할 경우 Ex ic 등급을 사용할 수 있도록 하였다.

2.3 FISCO 규격의 도입

FISCO는 본질안전 기기를 바탕으로 대규모 설비 내에서 신호전달을 하는 개념이다. 본질 안전의 낮은 전압은 동력 계통의 에너지 전달에 적합하지 않지만, 대규모 설비 내 통신 규격에 적합하였다. 이를 이용하여 대규모 설비 내에서 체계적이며 안전한 방폭 성능을 제공하는 통신 시스템 개념이 가능해졌고, 이 개념이 바로 필드버스 본질안전 개념 즉, FISCO다. 이와 비슷하게 본질안전 방폭 조명이 대규모 설비 내에서 동일한 방폭 형식으로 체계적인 관리가 이뤄진다면 더 효율적인 설비 운용에 도움이 될 것이다.

2.4 본질안전 LED 조명

LED 기술의 발전으로 저전력에서 효율적인 발광을 통해 충분한 조도를 확보할 수 있게 되었고, 특히 대단위 설비에 적용하게 될 경우 본질안전 규격이 모든 위험지역을 포함하게 되고, 본질안전의 저전압 내에서 충분한 조도 확보가 가능한 LED 조명 기술의 발전으로 본질안전 방폭 규격의 LED 조명 기술 개발이 가능하게 되었다.

하지만, 아직까지 본질안전 국제규격 IEC60079-11에서 LED 조명에 대한 구체적인 요구사항이 없는 만큼, 타 규격에서의 요구사항을 포함하여 제품 개발에 도움이 될 수 있는 가이드를 작성할 필요가 있다.

3. 가이드 개발

본 연구에서 가이드 개발은 다음과 같은 절차를 통해 작성되었다.

3.1 방폭인증에 관한 규격 분석

국내 방폭인증에 관련된 제도는 산업안전보건법 제 34조에 의한 방폭기기 안전인증제도만으로 시행되고 있으나, 국외 IEC 국제방폭인증 규격에서 방폭인증에 관련된 30가지의 표준규격은 다음 Table 2과 같다.

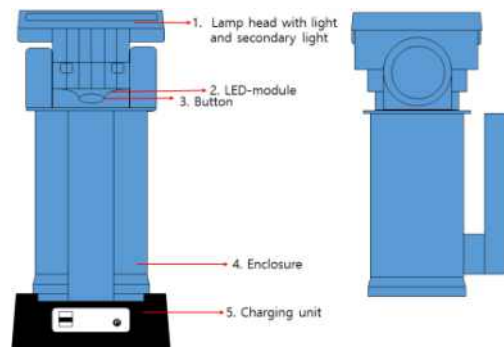
<Table 2> IEC Standard of quality assessment system for electronic component

Standard	Code name
IEC60079-0	Equipment - General requirements
IEC60079-1	Equipment protection by flameproof enclosures "d"
IEC60079-2	Equipment protection by pressurized enclosure "p"
IEC60079-5	Equipment protection by powder filling "q"
IEC60079-6	Equipment protection by liquid immersion "o"
IEC60079-7	Equipment protection by increased safety "e"
IEC60079-10-1	Classification of areas - Explosive gas atmospheres
IEC60079-10-2	Classification of areas - Explosive dust atmospheres
IEC60079-11	Equipment protection by intrinsic safety "i"
IEC60079-13	Equipment protection by pressurized room "p" and artificially ventilated room "v"
IEC60079-14	Electrical installations design selection and erection
IEC60079-15	Equipment protection by type of protection "n"
IEC60079-16	Artificial ventilation for the protection of analyser(s) houses
IEC60079-17	Electrical installations inspection and maintenance
IEC60079-18	Equipment protection by encapsulation "m"
IEC60079-19	Equipment repair, overhaul and reclamation
IEC60079-20-1	Material characteristics for gas and vapour classification - Test methods and data
IEC60079-25	Intrinsically safe electrical systems
IEC60079-26	Equipment with Equipment Protection Level (EPL) Ga
IEC60079-28	Protection of equipment and transmission systems using optical radiation
IEC60079-29-1	Gas detectors - Performance requirements of detectors for flammable gases
IEC60079-29-2	Gas detectors - Selection, installation, use and maintenance of detectors for flammable gases and oxygen
IEC60079-29-4	Gas detectors - Performance requirements of open path detectors for flammable gases
IEC60079-30-1	Electrical resistance trace heating - General and testing requirements
IEC60079-30-2	Electrical resistance trace heating - Application guide for design, installation and maintenance
IEC60079-31	Equipment dust ignition protection by enclosure t
IEC60079-33	Equipment protection by special protection 's'
IEC60079-34	Application of quality systems for equipment manufacture
IEC60079-35-1	Caplights for use in mines susceptible to firedamp - General requirements - Construction and testing in relation to the risk of explosion
IEC60079-35-2	Caplights for use in mines susceptible to firedamp - Performance and other safety-related matters

현재 국내에서 사용되어지는 규격은 최신 IEC 국제 방폭인증 규격이 아닌 과거의 규격만을 현재까지 유지하고 있는 실정이다. 따라서 국내 개발자가 새로운 기술을 개발할 때 국제 규격에 따를 경우 국내 규격을 유지한 채 국제 규격을 다시 따라야하는 번거로움이 발생하게 된다.

3.2 본질안전방폭등 개발 관련 규격

개발되어질 본질안전방폭등의 구조는 Figure 1과 같다.



[Figure 1] Structure of Luminaire

이에 제품 개발에 필요한 규격을 검토한 결과, [Figure 2]와 같이 일반 요구사항, 방진 방수 등급, 절연, LED모듈 안전요구사항이 필요한 것으로 도출되었다.



[Figure 2] Additional code for guideline

일반요구사항 IEC 60079-0은 Explosive atmospheres - Part 0 : Equipment-General requirements이라고 하며 적용범위는 폭발성 가스 분위기에서 사용하는 기기 및 방폭 부품의 구조, 시험 및 표시에 관한 일반 요구사항에 대하여 규정하며 ICS코드에는 폭발 환경용 전기장치가 있다. 국내에서는 KS C IEC 60079-0(방폭기기-제0부 : 일반요구사항)으

로 2007년 버전이 규정되어 있다.

방진방수등급 IEC 60529는 Degrees of protection provided by enclosures(IP Code)이라고 하며 적용 범위는 정격 전압이 72.5 kV를 초과하지 않는 전기 기기 외곽의 방진 보호 및 방수 보호 등급을 분류하는데 적용한다. ICS코드에는 전기쇼크 방지와 전기 공학 일반이 있다. 국내에서는 KS C IEC 60529(외곽의 방진 보호 및 방수 보호 등급)로 2006년 버전이 규정되어 있다.

절연 IEC 60664-3은 Insulation coordination for equipment within low-voltage systemes - Part 3 : Use of coatings to achieve insulation coordination of printed board assemblies이라 하며 적용범위는 인쇄회로기판의 한쪽 면이나 양쪽면을 절연 코팅한 인쇄 기판 조립품이다. ICS코드에는 절연시스템이 있다. 국내에는 KS C IEC 60664-3(저압기기의 절연 협조 - 제3부: 인쇄회로기판 조립품의 절연 협조용 코팅)으로 2014년 버전이 규정되어 있다.

LED모듈 안전요구사항 IEC 62031은 LED modules for general lighting - Safety specifications이라고 하며 적용범위는 발광다이오드(LED)모듈에 대한 일반요구사항과 안전 요구사항을 규정한다. ICS코드에는 램프에 관련된 기타 규격과 기타 반도체 장치가 있다. 국내에서는 KS C IEC 62031(일반 조명용 LED 모듈-안전 요구사항)으로 2011년 버전이 규정되어 있다.

3.3 제품 개발에 필요한 요구사항 파악

LED 융합 해양 선박용 본질안전 방폭 조명에 대한 개발은 기본적으로 본질안전 규격을 따라야 하지만, 사용 환경 및 목적에 부합하기 위해서는 국내외의 규격을 수집하고 검토한 것을 바탕으로 다른 규격의 요구사항을 적용하였다.

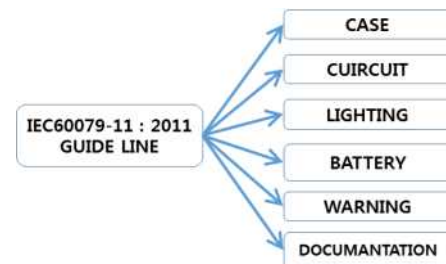
각각의 규격은 다음 Table 3과 같은 제품 개발 요구사항을 반영하였다.

<Table 3> Demands of each standards

Code	Standard	Requirement
IEC 60079-11	Equipment protection by intrinsic safety "i"	Basic requirement of intrinsic safety apparatus
IEC 60079-0	General requirement of Ex Equipment	General requirement of explosion proof standard
IEC 60529	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)	IP rating suitable for marine environment exposed to moisture including salinity
IEC 60664-3	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems	Use of coating, potting or moulding for protection against pollution
IEC 62031	LED modules for general lighting - Safety specifications	Safety requirement of general LED modules

3.4 가이드 작성

LED 융합 해양 선박용 본질안전 방폭 조명 개발용 가이드는 IEC 60079-11 본질안전 방폭 구조에 관한 규격의 제품 개발 관련 요구사항을 기본으로 제품이 갖춰야 할 관련 규격의 기준을 추가하여 작성하였고, 규격은 [Figure 3]과 같은 분야로 구분하였다.



[Figure 3] Divisions of guideline

IEC 60079-11을 바탕으로 기본적인 본질안전에 관한 사항에 더하여 제품의 각 부분별로 앞서 살펴본 요구사항을 추가하였다.

함체, 회로, 조명, 충전지 등 각 부품이 본질안전 관련하여 만족하여야 할 사항과 사용 환경에 적합성을 확보하기 위한 필요 요구사항 등을 가이드라인에 수록하였다.

3.3.1 함체 개발

함체 개발을 위해서는 규격 사항으로 밀폐함, 이격거리, 밀봉, 시험사항이 있다.

밀폐함은 IEC 60079-11 6.1을 기준으로 EC 60529에서 요구하는 IP 20 등급 이상의 함체 사용이 가능하고 배터리의 경우 다른 규격에 의한 방폭 “Zone 0 의 경우 몰딩” 추가, 그에 따른 IP 등급을 설정한다. 분체방지수준은 2등급으로 손가락에 의한 침투를 방지하고 12mm이상으로부터 보호되며 액체방지 수준은 0등급으로 무방비에 해당된다. 이격거리는 <Table 4>의 KC C IEC 60664-1에 따른 오염도 분류에 해당하는 일반적 산업시설의 오염도 3을 기준으로 한다.

<Table 4> Classification of pollution level on KS C IEC 60664-1

Category	Details	Example
Pollution degree 1	No pollution or only dry, nonconductive pollution occurs.	Sealed products
Pollution degree 2	Normally only nonconductive pollution occurs. Occasionally a temporary conductivity caused by condensation must be expected.	Office
Pollution degree 3	Conductive pollution occurs, or dry, nonconductive pollution occurs that becomes conductive due to expected condensation.	Factory
Pollution degree 4	Pollution generates persistent conductivity caused, for instance, by conductive dust or by rain or snow.	Outside

오염도 3 등급에서 본질안전 이격거리 및 연면거리의 적용은 <Table 5>와 같은 IEC 60079-11을 적용한다.

<Table 5> Clearances, creepage distances and separations on IEC 60079-11

1	2		3		4		5		6		7	
	Clearance (mm)		Separation distance through casting compound (mm)		Separation distance through solid insulation (mm)		Creepage distance (mm)		Distance under coating (mm)		Comparative tracking index (CTI)	
Level of protection (V)	ia, ib	ic	ia, ib	ic	ia, ib	ic	ia, ib	ic	ia, ib	ic	ia	ib, ic
10	1.5	0.4	0.5	0.2	0.5	0.2	1.5	1.0	0.5	0.3	-	-
30	2.0	0.8	0.7	0.2	0.5	0.2	2.0	1.3	0.7	0.3	100	100
60	3.0	0.8	1.0	0.3	0.5	0.3	3.0	1.9	1.0	0.6	100	100
90	4.0	0.8	1.3	0.3	0.7	0.3	4.0	2.1	1.3	0.6	100	100
190	5.0	1.5	1.7	0.6	0.8	0.6	8.0	2.5	2.6	1.1	175	175
375	6.0	2.5	2.0	0.6	1.0	0.6	10.0	4.0	3.3	1.7	175	175
550	7.0	4.0	2.4	0.8	1.2	0.8	15.0	6.3	5.0	2.4	275	175
750	8.0	5.0	2.7	0.9	1.4	0.9	18.0	10.0	6.0	2.9	275	175
1000	10.0	7.0	3.3	1.1	1.7	1.1	25.0	12.5	8.3	4.0	275	175
1300	14.0	8.0	4.6	1.7	2.3	1.7	36.0	13.0	12.0	5.8	275	175
1575	16.0	10.0	5.3	2.7	2.7	2.7	49.0	15.0	16.3	6.3	275	175
3.3k		18.0	9.0	4.5	4.5	4.5		32.0				
4.7k		22.0	12.0	6.0	6.0	6.0		50.0				
9.5k		45.0	20.0	10.0	10.0	10.0		100.0				
15.6k		70.0	33.0	16.5	16.5	16.5		150.0				

CTI : Evidence of compliance with the CTI requirements of insulating materials shall be provided by the manufacturer. At voltages up to 10 V, the CTI of insulating materials is not required to be specified.

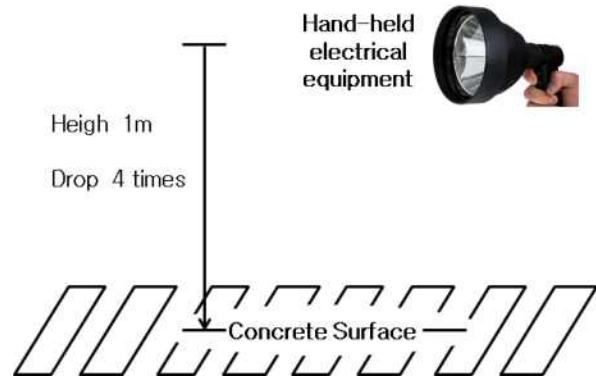
오염도 2를 만족시 IEC 60079-11의 표 F.1의 완화거리 사용이 가능하다.

밀봉은 불꽃에 의한 점화 가능성을 차단하여 본질 안전을 확보한다. 그에 관한 규정은 Table 6과 같이 Annex D에 규정된다.

<Table 6> Annex D

Requirement
<p>A seal shall be maintained where any part of the circuit emerges from the encapsulation and therefore the compound shall adhere at these interfaces.</p> <p>The exclusion of components encapsulated with casting compound from the creepage distance requirements is based upon the removal of the likelihood of contamination.</p> <p>The measurement of CTI is, in effect, a measurement of the degree of contamination needed to cause breakdown in a separation between conductive parts. The following assumptions emerge from this basic consideration:</p> <ul style="list-style-type: none"> - If all electrical parts and substrates are totally enclosed, that is if nothing emerges from the encapsulation, then there is no risk of contamination and hence breakdown from contamination cannot occur; - if any part of the circuit, for example a bare or insulated conductor or component or the substrate of a printed circuit board, emerges from the encapsulation, then, unless the compound adheres at the interface, contamination can enter at that interface and cause breakdown.
<p>The casting compound shall have a temperature rating conforming to 6.6 (Encapsulation).</p> <p>NOTE 1 All casting compounds have a maximum temperature above which they may lose or change their specified properties. Such changes may cause cracking or decomposition which could result in surfaces hotter than the outside surface of the casting compound being exposed to an explosive atmosphere.</p> <p>NOTE 2 It should be noted that components which are encapsulated may be hotter or colder than they would be in free air, depending on the thermal conductivity of the casting compound.</p>

시험 사항에는 방폭등급 ia와 ib의 상황에서의 점화가 발생되지 않아야 하는 상황을 규정하고 자세한 사항은 부속서 B를 따른다. 낙하시험의 경우 본질안전의 손상이 없어야 [Figure 4]와 같은 시험으로 IEC 60079-0을 따른다.



[Figure 4] Drop test on IEC 60079-0

3.3.2 회로 개발

회로 개발에는 재전압 시험과 전지 및 축전지의 시험이 있다.

내전압 시험은 일반 규격이 없어 시험은 48~62 Hz의 사인파 교류 전압 또는 정해진 교류 전압의 1.4배의 첨두 전압인 리플이 3% 이하인 직류 전압, 시험기는 누설 전류의 발생을 고려하여 시험 전압을 유지할 수 있는 전압-전류 용량이 충분한 것, 전압은 10초 이내에 정해진 값에서 안정되도록 증가시켜야 하며, 그 후 적어도 60초 동안 유지, 공급 전압은 시험 중 일정하게 유지하여야 하며, 전류는 5 mA를 초과해서는 안 되도록 실험을 실시 한다.

축전지에 관한 시험은 1차년도 축전지 선정 과정에서 마치도록 한다.

3.3.3 조명 개발

조명 개발에는 LED방폭등을 위한 국제 규격이 미비하여 LED특성을 고려한 시험규격이 필요하다. 조명 개발에 필요한 규격사항에는 온도시험(IEC 62031 일반 조명용 LED 모듈 - 안전 요구사항)이 있다. 이러한 온도 시험에는 열을 측정하여 한계온도 이상 열이 오르는 지에 대한 여부 실험을 실시하고 LED방폭 국제 규격이 미비함으로 그에 대한 제한이 필요하다.

3.3.4 축전지

축전지에 일반 사항에는 <Table 7>과 같은 IEC 60079 - 0에 따른 전압이어야 한다.

<Table 7> Secondary cell battery on IEC 60079-0

IEC Standard	IEC 61960
type	Lithium
Electrolyte	Non-aqueous organic salt
Maximum charging voltage(per cell)	Up to 4.2V
Normal voltage (for surface temperature assessment)	3.5V
Peak open circuit voltage (for spark hazard assessment)	4.2V

전지의 설치시에는 본질안전의 부정적 영향이 없도록 하고 최소 IP30 이상의 보호 등급 밀폐함이 필요하다. 충전지의 시험에는 전지에 대한 일반 시험, 불꽃 점화 시험, 표면 온도 시험, 최고 표면 온도 시험, 축전지 함 압력 시험, 배터리 수지충전물에 대한 시험이 필요하다.

전지에 대한 일반 시험 사항에는 최소 2번이상 방전과 두 번째 혹은 세 번째 방전에서 제조사의 사양대로 완전 충전이 되는 것의 확인이다.

불꽃 점화 시험은 폭발 분위기에서 교체할 수 없는 전지를 장비한 기기의 단일 전지의 개방 회로 전압의 침투값이 4.5V 이하일 경우 할 필요가 없다.

표면 온도 시험은 최악의 조건에서 폭발성 분위기에 노출시 전지의 가장 뜨거운 부분의 측정으로 최고값을 얻는다.

최고 표면의 온도 시험은 전지 외부의 모든 전류 제한장치를 합선 후 10개의 전지 시료와 회로의 내부 전류 제한 장치 및 합선된 장치와 함께 실험하여 측정한다.

축전지 함 압력 시험은 축전지 5개 표본에서 최대 30kPa내에서 분기압을 최소 60초간 축전의 표본을 적용하여 영구적 변형의 유무를 확인한다.

배터리 수지충전물 시험은 지름 6mm 금속봉의 평평한 끝부분으로 수지 성형품의 표면에 수직으로 30N의 힘을 10간 물딩에 손상이나 영구적 변형, 1mm이상의 유동이 없는 것으로 수지 충전불이 외함의 일부분을 형성 할 경우 60079-0의 내충격 시험에 준한 낙하 시험을 한다.

3.3.5 경고문구

경고 문구에는 IEC-60079-0에서 규정한 최소한의 표시로 본안기와 관련된 접속 기구, 단자함, 플러그와 소켓 등에 쉽게 식별 가능하도록 표시한다. [Figure 5]와 같이 경고 표시는 필요한 경우 적절한 문구로 교체 가능하고 여러 문구는 하나의 동등한 문구로 합칠 수 있다.



[Figure 5] sentence substitution

3.3.6 문서화

문서화에는 취급설명서에 대해서 'IEC60079-0 30. 설명서' 항에 따라 일련번호와 최소한의 추가정보를 표기하였다.

표기 사항에는 전기기기에 일련번호를 제외하고 원활한 정비를 위한 적합한 추가정보와 함께 표시하는 정보, 안전지침(서비스 신청, 사용, 조립 및 해체, 정비, 설치, 조정), 필요할 경우 훈련지침, 전기기기를 예상되는 작동 상태 하에 의도된 장소에서 안전 하게 사용하는지에 대한 여부, 전기 및 압력변수, 최고 표면온도와 기타 제한 수치, 필요한 경우 경험사 발생 가능한 오작동 세부사항과 특별한 사용조건 및 전기기기에 장착하는 도구의 중요 특성, 전기기기가 준수한다고 표시한 규격 목록 및 각 규격의 발생 일자, 인증서는 이러한 요구사항을 만족시키는데 사용가능하다. 설명서에는 서비스, 점검, 정확한 작동확인 가능하다면 기기 정비에 대한 내용, 기타 모든 유용한 정보, 특히 안전에 관한 내용이 들어가야 한다.

본질안전 기기는 기기의 전기적인 정수(전원, 입력 전원), 설치 및 사용에 대한 특별한 요건, 비본안 회로와 관련 기기의 단자에 인가할 수 있는 Um의 최대값, 방폭 성능을 결정하는데 가정했던 특수 요건, 예를 들면, 보호 변압기 또는 다이오드 안전 배리어로부터 인가되는 전압, 6.3.13에 적합한지의 여부, 본질 안전과 관련된 경우, 주위 상황에 대해서만 밀폐함 표면에 표시가 추가로 필요하다.

완성된 가이드는 다음과 같은 목차로 구성하였다.

1. 가이드 개요
2. 검토 규격
3. 용어의 정의
4. 개발 가이드
 - 4.1 합체 개발 가이드
 - 4.2 회로 규격 사항
 - 4.3 조명 개발에 필요한 규격 사항
 - 4.4 충전지 요구사항
 - 4.5 표시에 대한 사항
 - 4.6 문서화

4. 결론 및 고찰

LED 융합 해양 선박용 본질안전 방폭 조명의 개발은 향후 안정적인 에너지 수급을 위한 설비에서의 안전성을 확보하고 대단위 설비 내에서 효율적인 조명 관리에 큰 기여를 할 것이다. 이러한 장점에도 불구하고 새로운 패러다임의 제품에 대한 규격이 존재하지 않아 기존의 기술을 대체하여 시장을 차지하기 어렵다. 따라서 제품의 개발과 동시에 규격의 작성을 염두에 두어야 하고, 이 점에서 가이드의 작성은 향후 국제 표준 규격 작성에 도움이 될 것이다.

가이드 작성에 있어 가장 많은 시간을 할애한 작업은 규격의 번역이었다. 약 10여년 뒤쳐진 국내 규격은 일부의 경우 국제 규격에서 효력을 상실하였고, 더하여 해당 기술의 제품이 시장에서 퇴출된 경우도 있다. 이러한 점은 국내 규격이 구태여 국제 규격과 따로 존재하는 것이 의미가 있는지에 대한 의문을 갖게 한다.

기술 개발에 있어 국내 표준과 국제 표준의 이원화된 규격 체계는 해외에서 이미 개발된 기술을 국산화하는 경우에 한해 의미가 있다. 반면 LED 융합 해양 선박용 본질안전 방폭 조명 개발과 같이 수출을 목표로 하며 선도적인 기술을 개발하는 경우 국내 규격은 의미가 없고, 국제 규격을 따라야 한다. 이 경우 규격이 번역되어있지 않아 외국어에 능통하지 않는 이상 개발자는 언어 장벽에 부딪히게 된다.

국내 개발자가 기술개발을 함에 있어 언어 장벽을 해소하기 위해서는 국내 규격을 국제 규격의 과거 버전으로 유지하더라도 새로 발행된 국제 규격 또한 규격 발행과 동시에 우리말로 번역하여야 할 것이다.

5. References

- [1] Won-Wook Kim, Chang-Je Kim, Yang-Beom Chae, "A Study on the Safety Evacuation of Onboard Fire", Journal of the Korea Ship Safety Technology Authority, Vol.29, 2010.
- [2] Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd., "Do you know "FPSO" on the ocean oil refinery?", Korea Hydro & Nuclear Power company Blog, 2014.
- [3] Jin Choi, "A Study on the Safety Assessment and Analysis of Ship Fire", Pusan National University Graduate School, Master of Engineering Thesis, 2005.
- [4] Statistics Korea, "Occurrence of marine accidents by ship type", 2017.
- [5] Philip Saward, "Ex ic Intrinsic Safety' s New Protection Level", Intrinsic Safety Solutions, 2016.
- [6] Chris Towle, "The Current State of the IEC Intrinsically Safe Standards", Hazardous Areas Conference, 2007.
- [7] IEC, "IEC 60079-11 Explosive Atmospheres - Part 11: Equipment Protection by Intrinsic Safety i ", 2011.
- [8] KATS, "KS C IEC 60079-11 : 2007 Explosive atmospheres - Part 11 : Intrinsically safe circuits I ", 2012.
- [9] IEC, "IEC 60079-0 Explosive Atmospheres - Part 0: Equipment - General Requirements ", 2011.
- [10] IEC, "IEC 60529 Degrees of Protection Provided by Enclosures(IP Code)", 2001.
- [11] IEC, "IEC 60664-3:2003 Insulation Coordination for equipment within low-voltagwe systems - Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution", 2010.
- [12] IEC, "IEC 62031:2008 LED Modules for General Lighting - Safety Specifications", 2014.

저 자 소 개

이 승 혁



호서대학교 안전환경기술융합학과 석사 학위 취득.
관심분야 : 연구실안전, 사전유해인자위험분석, 설비 신뢰도 분석 등

김 태 훈



호서대학교 안전공학과 박사 취득. 현재 호서대학교 수소에너지 안전기술공학과 주임교수로 재직 중
관심분야 : 수소에너지, 신뢰도 분석, 신뢰도 데이터, 안전성 평가, 연구실 안전, 인간 신뢰도 분석 등