

# 국제해사기구 해사안전규정의 새로운 제정방향에 대한 연구

박주성\* · 하원재\*\*†

\* 한국선급, \*\* 한국해양대학교 해사글로벌학부

## New Regulatory Formulation Approaches for IMO Maritime Safety Regulations

Joo sung Park\* · Weon jae Ha\*\*†

\* Korean Register of Shipping, Busan 46762, Korea

\*\* Division of Global Maritime Studies, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

**요 약 :** 현행 SOLAS 협약은 기존의 규범적 기술 형식의 규정으로 규범적이다. 규범적인 규정은 해상 운송수단의 기술적 진보와 변화된 상황을 시기적절하게 반영하지 못한다. 이 연구에서는 규범적인 방식의 안전규정이 아닌 안전성능기반의 해사안전규정을 제정하기 위해 고려되어야 할 사항들을 제시하여 해사안전규정의 제정방향 설정을 위한 선행연구로서의 역할을 하고자 한다. 연구의 방법으로는 최소기준에 대한 개념과 특성, 규정이 가지는 상업적, 기술적 및 전략적 특성, 구조적인 요건과 운항 요건의 상호보완 관계, 하드웨어 요건을 충족하기 위한 최종기능에 대한 요건, 안전규정의 시행 주체 및 대상의 재확인 및 안전규정과 환경규정의 충돌로 인한 모순에 관한 문제점들을 검토하였다. 이를 바탕으로 하드웨어적 요건과 소프트웨어적 요건의 고려, 다단계 승인 프로세스, 복잡한 시스템에 대한 새 안전요건, 인적요인의 고려, 규정영향 평가, 행정부담의 경감을 위한 안전기준 같은 해사안전협약 제정 및 개정 시 고려하여야 할 사항 10가지 원칙을 제시하였다.

**핵심용어 :** 국제해사기구, 해사안전협약, 규범적 안전 규정, 최소기준, 소프트웨어적 규정, 하드웨어적 규정, 다단계 승인

**Abstract :** The present SOLAS Convention has maintained safety regulations in a largely prescriptive form and this has become overly prescriptive now. The prescriptive rules do not properly reflect technical advances and changing environments in the maritime sector in a timely manner. The purpose of this study is to provide preliminary research to lay a foundation for the development of a new regulatory framework based on safety performance which is not a prescriptive rule making bases. This study reviewed the concept and characteristics of a minimum requirement, the implications of safety regulations in terms of strategic, commercial and technical aspects, the compensative correlation between constructional requirements and operational measures, the concept of safety with regard to final stage confirmation of functions, expansion of implementers and objects of safety regulations, and the balance between safety and environmental protection requirements. Based on these research, 10 principles for the rule formulation process has been suggested such as consideration on the hardware requirements and software requirement, the multi-stage approval concept, new safety concerns for complex shipboard systems, considerations on the human element, regulatory impact assessments and measures to reduce administrative burdens.

**Key Words :** International Maritime Organization, Maritime safety conventions, Prescriptive safety regulations, Minimum requirement, Software requirement, Hardware requirement, Multi-stage approval

### 1. 서 론

선박에 대한 안전분야를 다루는 국제해사기구(International Maritime Organization: IMO) 협약에는 국제해상인명안전협약(International Convention on Safety of Life at Sea: SOLAS), 국제만재하수선협약(International Convention on Load Lines: ILLC), 국

제해상충돌방지규칙(Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea: COLREG), 선원의 훈련·자격증명 및 당직근무 기준에 관한 협약(International Convention on Standards of Training and Watchkeeping for Seafarers: STCW) 등이 있으며 이 중에서도 SOLAS 협약은 선박의 구조, 구획 및 복원성, 소화, 구명, 항해통신 설비, 안전경영시스템, 보안 등 선박의 안전에 관한 가장 포괄적인 규정들을 담고 있는 협약이다. SOLAS 협약은 타이타닉호 사고 후속조치로 1914년 최초 제정되어 몇 번의 제정 및 개정을 거친 후 1974년에 목

\* First Author : jspark@krs.co.kr, 070-8799-8130

† Corresponding Author : wjha@kmou.ac.kr, 051-410-4641

시수락 절차를 담은 현재 형태의 SOLAS 협약이 되었으며, 해운산업에서의 안전기록(Safety Records)을 현저하게 개선시킨 IMO의 주요 동력중의 하나임은 자명한 일이다. SOLAS 협약은 선박의 건조, 설비 및 운항에 관한 기준을 담고 있으며 지난 40년 동안 수많은 개정을 거쳐 지금은 14개 장의 본문과 부속 코드, 결의서 등으로 구성되어 있다. 이는 대부분 대형 해양사고 후속조치 성격의 개정으로 추가된 것들이다. 따라서 1914년 최초 제정되어 100년이 넘는 현행 SOLAS 협약은 주제별 편제가 여러 장에 걸쳐서 혼재되어 있을 뿐만 아니라 기존의 규범적 기술 형식의 규정이 오랫동안 그대로 유지되고 있어 너무 서술적이며 해상 운송수단의 기술적 진보와 변화된 상황을 반영하기 위한 규정 제정 또는 개정 시의 개념이 일관성을 잃어가고 있다.

따라서 이 연구에서는 해사안전규정의 특성과 규정제정 시 주요 고려사항들을 검토하였다. 먼저, 최소기준에 대한 개념과 특성, 규정이 가지는 상업적, 기술적 및 전략적 특성, 안전확보를 위한 하드웨어적인 요건과 소프트웨어적인 요건의 상호보완 관계, 하드웨어 요건을 충족하기 위한 최종 기능에 대한 요건, 안전규정의 시행 주체 및 대상의 재확인 및 안전규정과 환경규정의 충돌로 인한 모순에 관한 문제점들을 검토하였다. 나아가 다단계 승인 프로세스, 복잡한 시스템에 대한 새 안전요건등과 같은 해사안전협약 제정 및 개정 시 고려하여야 할 사항들을 제시하고자 한다.

연구의 방법으로서 그동안 IMO에서 제정한 각종 협약 규정의 제정 및 개정 프로세스와 그 특성을 조사하였다. 또한 제정된 규정의 장단점들을 포함한 현황을 분석하여 향후 규정제정 시 고려되어야 할 주요 사항들을 도출하였다.

이 연구에서 제시되는 향후 해사안전협약 제정 및 개정 시 고려하여야 할 사항들은 앞으로 해사규정의 제정 시 고려하여야 할 방향설정에 필요한 선행연구로의 역할을 하고자 한다.

## 2. 해사안전규정의 특징

안전이란 “수용할 수 없는 수준의 리스크가 없는 것”으로 정의되며 선박안전규정은 선박 건조 및 운항 중 준수해야 할 안전요건을 말한다(IMO, 2015b). 선박건조에 대한 안전규정의 제정 및 시행의 가장 큰 목적은 선박이 그 일생동안 지정된 운용 및 환경 조건에서 적절하게 운항되고 유지보수 되었을 때 그 선박이 충분히 안전하고 환경 친화적하도록 설계 및 건조되도록 하는데 있다(IMO, 2010a). 나아가, 안전규정의 목적은 선장, 선주 및 육상 관리자, 운용자 측에서 인적 실패나 태만이 발생하지 않도록 하는데 있다. 이러한 해사안전규정의 종류 및 특성들을 살펴보면 다음과 같다.

### 2.1 해사안전규정의 종류

#### 2.1.1 선급 규칙

전통적으로 또한 20세기 중반까지는 선급 규칙이 선박안전을 다루는 중추적 역할을 했다. 특히, 국제선급연합회(International Association of Classification Societies: IACS) 소속 선급의 규칙들은 선박의 설계, 건조 및 운항에 관한 최소기준으로 간주되어왔다. 이 선급규칙들은 선박이라는 재산을 보호하고 선박의 감항성 유지라는 목적을 달성하기 위하여 주로 선체구조, 기관, 전기 설비 등 선박의 하드웨어에 대한 요건 및 이들의 주기적인 검사에 대한 요건을 다루고 있다.

#### 2.1.2 협약

IMO에서는 선급규칙보다 훨씬 넓은 범위의 선박안전에 관한 국제협약들을 채택하고 있다. 여기에는 국제만재흡수 협약, 국제해상인명안전협약, 국제해상충돌방지규칙, 선원의 훈련·자격증명 및 당직근무 기준에 관한 협약 등이 있다.

#### 2.1.3 국가 규정

각 국은 IMO에서 채택한 협약 외에 자국의 부가적인 규정들을 제정하고 있으며 IMO 등에서 국제적으로 합의된 규정과는 상반되거나 독자적 규정을 만들기도 한다.

#### 2.1.4 해사관련 단체 기준

IMO에 비정부간 기구로 등록되어 활동 중인 전문단체인 INTERTANKO, ICS, OCIMF, INTERCARGO, ISMA, IAPH, SIGTTO, ICHCA, ITF 등은 소속회원사들의 이익을 대변하기 위하여 IMO의 규정 제정에 깊이 관여하며 주로 운항지침의 형태로 비 강제 성격의 안전기준들을 제정하고 있다.

#### 2.1.5 국제표준기관의 기준

ISO, IEC, ASTM 등 국제표준기관에서 발행하는 표준들은 해사분야에 있어서 IMO 협약이나 선급규칙을 보충하는 규정으로 많이 활용된다.

### 2.2 현행 IMO 해사안전규정의 특성

#### 2.2.1 최소요건

다른 운송수단들과 경쟁하며 물품을 운송하는 상선에 대하여 안전만을 고려해 절대적인 안전을 추구하도록 요구할 수는 없다. 규정의 제정자들은 요구되는 안전수준, 즉 수용 가능한 잔존 리스크 수준의 결정시 도입할 규정이 달성할 수 있는 안전의 수준과 그에 수반되는 상업적 비용, 요구되는 기술의 가용성, 수용할 수 있는 리스크의 한계 사이에서 항상 고민한다. 서로 이익과 추구하는 철학, 경제적 또는 기술적 수준 등이 다른 수많은 회원국과 정부 및 비정부간 기

구의 대표들 간의 IMO 회의장의 논란은 대부분 이러한 요인들을 고려한 수렴과정이라 볼 수 있다. 따라서 이렇게 수렴된 최종 규정은 선박을 건조 및 운항하면서 준수해야 할 최소한의 요건이며, 요구되는 그 규정들을 모두 만족한다고 해서 그 선박이 항상 완벽하게 안전하다고 간주되어서는 아니 된다.

IMO는 SOLAS 협약을 최소기준이라고 정의(IMO, 2016)하고 있으며 IMO와 유사하게 선박에 대한 안전규정을 제정하고 있는 IACS도 그 전략문서에서 선급규칙이 최소요건임을 명시(IACS, 2014)하고 있다. 해사산업계에서는 대체적으로 선급규칙 및 IMO 협약 요건을 만족하는 것을 해상에서의 최소요건을 충족하는 것으로 간주하여왔다. 그러나 선박의 설계자와 운항자는 이러한 규정을 준수해야 할 최소 요건이 아닌 최대한의 기준으로 간주하는 경향이 많다.

### 2.2.2 상업적, 기술적 및 전략적 특성

해사안전규정이 최소 요건임에도 불구하고 이것이 국가 및 해사산업계에 미치는 영향은 절대적이다.

대량생산 방식을 도입하고 있는 조선 공정의 특성상 설계자나 조선업자는 대체로 새로운 규정, 특히 설계나 조선공정에 변경을 수반하는 규정은 반기지 않는다. 예를 들어 조선업계는 조선공정에 심각한 변화를 초래할 가능성이 있는 선박보호도장기준의 SOLAS 협약 도입을 반대했었다. 선주나 조선업계는 정해진 규정의 요건을 준수하는 선에서 설계하는 것을 선호하고 오랫동안 그 관례를 유지해 온 탓에 국제적 또는 국내법적 규정은 결국 기술적 진보를 방해하는 결과를 낳기도 하고 있다.

규범적 규정은 특정 형태의 설계나 설비의 형태를 고착화시킨다. 예를 들어 SOLAS 협약의 구명설비 기준은 오랜 동안 큰 변화가 없었으며 따라서 선박에 탑재된 구명정의 형태나 그 진수 방식은 오랜 세월동안 거의 변하지 않았다. 1990년대 많이 발생한 산적화물선의 해양사고 여파로 IMO는 SOLAS 협약 제12장을 신설하여 산적화물선의 구조안전기준을 강화 할 때 이중선체 요건은 선택사항으로 도입하기로 결정하였다. 당시 이것이 강제화 되었다면 오늘날 우리가 보는 대형 산적화물선은 유조선과 마찬가지로 대부분 이중선체와 이중선저를 갖는 구조를 하고 있을 것이다.

이러한 규정의 보수성에도 불구하고 선박의 항해통신 장비와 같이 육상의 기술들이 빠른 속도로 도입되는 분야들은 관련 규정들이 기술적 진보에 맞추어 개정주기가 빨라지기도 한다.

새로운 규정의 도입은 산업계에 기회와 위기를 동시에 가져다준다. 관련 기술이 확보된 국가나 회사는 자체 기술을 IMO 협약으로 채택시켜 강제화 시킴으로써 기술적 진보가

안된 상대방에 비해 제품의 시장선점을 취하기도 한다. 온실가스 배출 기준들의 시행 시기에 대한 문제는 정유사들의 설비투자 시기나 엔진제조자들의 신기술투자 여부 및 시기에 대한 결정에 큰 영향을 미친다.

즉, 규정은 설계표준을 결정하며, 조선 공정에 영향을 미치기도 하고 설비제조자의 기술투자를 결정하게 하는 요인이 되기도 한다. 이 때문에 각 국가 및 관련 산업계는 IMO, ISO, IEC, IACS 등의 규정 제정기구들의 활동에 항상 민감하게 대응하고 상호 이해득실에 따라 서로 협조와 반목을 되풀이한다. IACS가 제정하는 특정기준들이 공정거래당국의 주목대상이 되기도 하는 것은 규정의 제정이 산업계에 그만큼 전략적으로 중대하고 민감한 사안이기 때문이다.

미국이나 EU와 같은 특정 국가들은 IMO에서 다자간에 합의된 규정과는 상이한 요건을 도입하기도 한다. EU는 자체적으로 많은 안전, 환경관련 지역규정들을 도입하여 시행중에 있다. 엑손 발데즈호 사고 후 미국은 90 유류오염방지법(Oil Pollution Act 90)을 도입하면서 유조선에 이중선체요건의 도입을 강제화 하였고 결국 IMO 협약에서는 허용하고 있는 중갑판 유조선은 아직까지 한척도 건조되어 운항된 실적이 없는 결과를 초래했다. 시장의 지배력을 이용한 이러한 일방적 조치들은 국제성을 갖는 해운산업의 특성상 산업계에 규정시행 상 많은 혼란과 재정적 부담을 가중시키고 있다.

특히 규정의 이러한 특성을 잘 이해하고 있는 EU의 경우, 선박의 건조는 모두 극동으로 이전 되었으나 조선 해운산업의 영향력은 계속 유지하기 위한 전략으로 끊임없이 새로운 방식의 규정들을 제안하고 있다.

### 2.2.3 하드웨어적 요건과 소프트웨어적 요건의 특성

요구되는 수준의 안전을 확보하기 위해 하드웨어적 요건만으로 해결하는 것이 언제나 가능 한 것은 아니며 선박의 안전요건은 구조, 설비와 같은 하드웨어적 요건과 운항상 제약요건과 같은 소프트웨어적 요건의 조합으로 이루어질 수밖에 없다. 예를 들어 화물을 어떻게 적재하든 만재할수 선만 지키면 항상 복원성을 만족하도록 선박을 설계하기는 쉽지 않으며 따라서 선장에게 출항전 복원성을 점검하도록 하는 요건이 부가된다. 화물창의 바닥을 아무리 무거운 중량물을 적재하여도 견딜 수 있도록 무한정 두껍게 설계할 수는 없으므로 화물창별로 적재 가능한 최대 화물중량에 대한 요건이 운항적 제한사항으로 부가된다. 또한 선박이나 선박의 시스템이 안전하고 효과적으로 운용되기 위해서는 거기에서 일하는 사람의 건강, 안전, 전반적인 성능 측면에서 지원하도록 설계하도록 하는 요건뿐 아니라 그들을 충분히 훈련시켜서 운용할 수 있도록 하는 관리요건도 필요하다. 그러나 여기서 주목해야 하는 것은 합리적이지 못하게

설계된 하드웨어의 경우 아무리 잘 수립된 제도 하에서 훈련을 시킨다 해도 인적인 오류를 줄이는데 한계가 있다는 사실이다.

SOLAS 협약은 운항자가 거주하고 조작하는 선박의 구조, 설비, 시스템 등 안전 요소에 대한 하드웨어 요건을 주로 다루고 있으며, 운항자가 준수하여야 하는 운항적 요건들도 일부 포함되어 있다. 또한, 안전은 이러한 두 종류의 요건들의 만족만으로는 확보할 수 없다는 사실이 명백해지면서 해랄드 오브 프리엔터프라이즈호 사고 후속조치의 일환으로 SOLAS 협약에 국제안전경영코드(International Safety Management Code: ISM Code)가 도입되었다. ISM Code는 선박회사와 본선에 잘 수립된 안전정책과 절차서의 시행을 통하여 인적 오류나 관리상 단점에 기인한 안전저해 요인을 줄이고자 하는 요건이다.

이러한 하드웨어적 요건과 소프트웨어적 안전규정은 인적요인의 관점에서 다시 분류한다면, 인적요소를 고려한 요건과 인적자원에 대한 요건(Squire, 2004)으로 나누어 볼 수 있겠다. SOLAS 협약은 하드웨어 요건이 주를 이루지만 소화훈련, 출항 전 복원성 확인 등 여러 가지 운항요건들이 병행되어있고, 전자해도의 경우와 같이 하드웨어의 기능요건, 인적요소 요건 등은 SOLAS 협약에서 다루지만 사용자 훈련 등 인적자원에 대한 요건은 STCW 협약에서 다루고 있다.

#### 2.2.4 최종기능에 대한 요건

SOLAS 협약 관점에서 하드웨어적 요건의 충족이란 대부분 그 기능에 대한 요건을 만족하면 됨을 의미한다. 구조, 방화, 설비요건 등은 형식승인 요건과 같은 기능요건을 만족하면 요건을 충족하는 것으로 간주된다. 요건의 충족을 어떤 방식으로 구현하는 가는 따지지 않는다. 즉, 이러한 규정은 최종 산출물이나 제품의 기능점검에만 주로 주안점을 두고 그 만족여부를 점검하며 제품이 어떤 절차와 프로세스를 거쳐서 최종 기능을 만족시키느냐는 따지지 않는다. 따라서 보다 복잡한 시스템의 경우와 같은 기술적 혁신들이 운영자와의 인터페이스를 통해 사고의 잠재적 가능성을 높일 수 있다는 사실을 반영하지 못한다.

오늘날 본선에 탑재되는 시스템은 자동화, 최적화 등 여러 가지 이유로 더욱 복잡해지고 있으며 시스템 간 대규모의 통합과 상호연결이 일어난다. 이러한 현대 선박의 복잡한 운항시스템은 설계자, 제조자 및 사용자에게 의한 예러발생 범위를 현저하게 증가시키며 최종단계에서 기능의 만족여부를 점검하는 방식의 전통적 규정만으로는 안전을 보장하기 힘들다(Pomeroy and Tomlinson, 2000).

복잡한 선박장비 또는 시스템은 최종단계의 제품개선에만 초점을 맞추어가지고는 그 시스템에서 필요한 개선을 달성하기 어렵다. 최종단계에서 그 기능요건을 만족한 것으로

간주되었다 할지라도 그 시스템의 적절하지 못한 설계 또는 제작이나 설치 단계에서의 실패가 사고 원인이 될 수 있다는 것은 명백해지고 있다. 이것이 사고의 원인임에도 보통 이것을 사고 원인 분석 때 누락시키고 리스크 분야로 식별하지 않아왔다. 기술적 진보라는 것은 사용자를 위한 설계의 실현을 위해 발생하기도 하지만 주로 기술주도에 의해 나타나는 현상(장비를 시장에서 돋보이게 하기 위한 자신들만의 특성 추가 방식 등)일 경우가 많으며, 이러한 기술에 있어서의 진보는 선박의 운항에 있어서 인적오류의 발생빈도에 지대한 영향을 끼친다(Pomeroy and Tomlinson, 2000).

#### 2.2.5 안전 규정의 시행 주체 및 대상

협약의 경우 안전규정의 제정 및 시행주체는 주관청이며 인정단체 등에서 이를 대행하는 경우가 많다. 또한, 항만국, 선급, 유류터미널, 김정회사, 화주등과 같은 여러 종류의 기관들이 적용되는 안전요건의 검증을 위한 검사를 시행하고 있다. 이러한 각 단체들은 자체적인 관심사항에 초점을 맞추어 안전업무를 수행하며, 이러한 다각화된 안전규정의 시행은 선박운항자들에게 안전업무의 중복 및 반복에 따른 불편과 경제적 부담을 초래할 뿐 아니라 가중된 업무부하로 인하여 오히려 선박의 안전을 저해하는 요소가 되기도 한다.

조선업자, 설비제조자, 선주, 관리회사 등은 협약 준수에 대한 의무가 있으며 협약시행에 대한 책임은 협약의 당사국인 기국에 있고 선급 등이 그 업무를 대행하기도 한다. 협약의 효과적인 이행을 점검하기 위해 기국과 항만국은 각각 자국선 및 외국적선에 대해 기국통제와 항만국통제를 시행한다.

IMO는 기국들이 모여서 협약을 제정하는 장소에 불과하지만, IMO 자체가 협약 시행의 한 축이 되는 경우도 있다. IMO 감사팀이 기국의 협약이행능력을 점검하기 위해 기국에 대한 감사를 직접 수행하기도 하며, 산업계가 제출한 평형수 처리장치의 기본승인을 하고, 목표기반 선박건조기준에 의한 규정의 제정 원칙을 이행하기 위해 선급이 제출한 규칙을 승인하는 역할도 수행한다. 이러한 IMO의 협약시행에 대한 직접적인 관여는 장점과 단점을 동시에 갖는다. 협약시행의 주체는 기국이므로 IMO의 직접적인 관여는 최소화 하는 것이 바람직하며 IMO는 협약제정 프로세스의 효율성 증대를 위한 역할에 초점을 맞추어야 할 것으로 보인다. 따라서, 현재 IMO가 수행 중인 협약시행 관련 역할들에 대한 종합적인 분석이 필요하며, 향후 협약제정 과정에서, IMO의 협약시행 역할을 포함하는 문제를 논의 시는 구체적 방향성을 제시하는 접근이 필요하다.

안전규정의 시행대상 측면에서 볼 때 SOLAS 협약 요건은 대부분 선박이 갖추어야할 요건을 기술하고 있다. 따라서

SOLAS 협약 규정은 “Ship shall be provided with .....”와 같이 그 주어가 대부분 선박이다. 그러나 최근 들어 선주, 연안국, 항만당국, 운항자, 선급 및 조선소 등이 지켜야할 규정들이 조금씩 추가되고 있다. 2016년부터 SOLAS 협약에 도입된 컨테이너의 무게계측 증명서 제출 요건에서는 선박 자체는 물론이고 화주, 컨테이너 포장업체나 컨테이너 터미널과 같은 업계를 관련 당사자로 하고 있기 때문에 협약의 시행 가능성 측면에서 여전히 논란이 되고 있다. SOLAS 협약에서 그 사용이 금지된 석면 불포함 증명이나 연료유 품질보증 문제 등에서의 같이 제품 공급사들의 어디까지를 규제 대상으로 할 것인가, 어디까지를 업계 자율에 맡길 것인가의 문제를 해결하기 위해서는 협약의 시행에 대한 점검주체인 기국과 대행기관, 항만국 통제기구를 기반으로 하는 IMO의 전통적 규제방식을 염두에 두고 제정되어온 IMO 협약의 기술방식에 근본적인 변화를 요구하고 있다. 따라서 IMO는 SOLAS 협약 규정의 적용대상 범위가 넓어짐에 따라 그 시행 가능성 뿐 만 아니라 효용성 측면에서 어떻게 이러한 규정이 제정되도록 할 것인가의 문제를 신중하게 고려해야만 한다.

### 2.2.6 안전규정과 환경규정의 충돌

선박은 안전운항을 하여야만 해양오염도 방지할 수 있는 것이어서, 안전과 환경은 상호 양립하는 것이지만, 세부적인 규정으로 들어가면 상호 충돌하거나 한쪽의 강화가 다른 쪽의 약화를 가져오는 수가 있다. 예를 들어 선박평형수협약에서 넘침방식으로 평형수를 배출하도록 요구하는 경우 이를 이행하는 데는 심각한 복원성문제가 초래된다. 이러한 경우 선장은 환경보호보다는 안전문제를 우선적으로 고려하여 선박을 운영해야 한다. 목표기반 선박건조기준의 경우도 선체두께의 증가를 가져오고 이는 선박에너지효율기준에 악영향을 미친다. 선박에너지효율기준을 만족시키기 위해 선속을 줄이면 조종성에 문제가 생기고 선박프로펠러시스템의 안정성에 영향을 준다. 따라서 이러한 상충되는 요건들을 동시에 만족시키는 기술들이 개발되어야 하겠지만, 그렇지 못한 경우 기준제정자들은 상호 균형적인 기준을 유지하도록 장치를 마련하여야 할 것이다.

### 2.2.7 규범적 기준

현행 안전규정은 선박이나 그 운항자가 갖추어야할 규정을 직접적으로 기술한 규범적 기준이다. 규범적 기준(Prescriptive Rules)은 “기술적 동가성(technical equivalency)”으로 목표의 만족 여부를 평가하는 것으로 목표를 어떻게 만족하느냐 즉, 특정 기술적 솔루션을 기술하는 것을 말한다. 이 전통적인 규범적 기준은 규정 집행자나 사용자들에게 비교적 단순 명료한 기준을 제시하며 서로 상이한 해석의 여지를 줄

여주는 장점이 있다. 그러나 이러한 규범적 기준은 다음과 같은 단점들을 내포하고 있다.

첫째, 주로 사고후속조치의 일환으로 과거의 경험이나 통계 치에 기초하여 기준이 수립되며 대부분 기술요건이다. 규범적 기준은 대부분 사전대응이 아닌 해양사고 후속조치의 일환으로 수립되는 사후대응 규정임이며 시간이 지남에 따라 현실과의 연계성이 멀어지게 된다.

둘째, 설계의 여지를 제한하여 기술적 진보를 저해하고 여러 가지 다양한 설계 상 해법들을 수용하기 힘들게 한다. 즉 설계자들에게 융통성을 주지 못한다.

셋째, 정해진 방식을 따라야 하므로 규정이 개정되기 전까지는 새로운 형태의 설계와 같은 도전적 상황들에 빠르게 대처하는 것을 어렵게 한다.

넷째, 연루된 모든 리스크의 파악, 규정으로 달성할 수 있는 안전수준의 파악, 규정의 당위성 확보 미비 등 규정의 제정과정이 투명하지 못하다.

다섯째, 새로운 규정을 채택하는 규정제정 프로세스가 일반적으로 느리다

반면에 공식안전평가(Formal Safety Assessment: FSA)와 같은 리스크 기반 또는 성능기반 기준은 규정수립 전에 리스크 분석을 수행하고 리스크 제어방안을 파악함으로써 안전의 등가성에 기초한 규정수립을 가능하게 한다. 따라서, 위와 같은 규범적 기준의 단점들을 대부분 해소할 수 있는 규정제정 방식이다.

## 3. 해사안전규정 제정 및 개정시 고려하여야 할 사항

선박이 일생동안 안전하고 환경 친화적으로 유지되도록 하기 위하여 적용할 안전기준을 제정하는 작업은 선박이 직면할 모든 위해요소들을 파악하여 안전목적에 부합하는 수준을 달성하기에 충분한 정도로 리스크 제어수단을 강구하고 이를 선박이 건조 및 운항 중 준수해야할 요건으로 만드는 것이라 할 수 있다. 선박은 그 기능에 따라 여러분야로 나눌 수 있을 것이다. 선박의 특정 안전분야에 대하여 규정을 제정할 때는 해당 분야에 연루된 모든 위해요소들을 체계적으로 고려하여 요구되는 안전수준을 확보하기 위한 요건들을 수립하는 것이 기본일 것이다.

### 3.1 하드웨어적 요건과 소프트웨어적 요건의 고려사항

하드웨어 요건과 소프트웨어 요건 간에 상호 조화적인 분포를 이루어야 하며 우선적으로 하드웨어적으로 해결하도록 하는 것이 바람직하다. 위험을 감소시키는 방안으로 채택해야할 설계적 조치를 운항이나 절차적 조치로 대체하는 것은 통상 허용되어서는 안된다(IMO, 2013a).

하드웨어 요건에 인적요인을 고려한 항목을 최대한 포함 시켜서 인적오류가 날 가능성을 낮추어야 한다. 하드웨어적 요건은 항구적 구조가 바람직하며 이차적 조치를 요구하는 것은 가능한 피해야 한다.

소프트웨어 요건들은 시행가능하고 본선인원이 합리적인 수준에서 준수할 수 있는 수준이어야 한다. 이런 측면에서, SOLAS 및 기타협약의 요건 중 본선 선원들에게 부과된 모든 행정적, 기술적 요건들을 식별하여 종합적으로 분석 및 개선할 필요가 있다.

### 3.2 최종기능 중심 요건과 다단계 설계 및 승인 요건에 대한 고려사항

전통적인 선박장비나 단순한 시스템은 그 사용성을 라벨링의 개선, 색상의 적용과 같은 국부적 변경을 통해서 예견되는 인적기능에 보다 잘 부합되게 함으로써 달성할 수 있다. 전통적인 장비나 시스템에 대해서는 개발의 최종단계에서만 제품을 평가하여 그 적합성을 보장하는 전통적인 방식을 적용하여도 문제가 없다. 그러나 보다 복잡한 시스템, 특히 진보된 기술의 적용을 극대화한 경우에는 이러한 방식은 적합하지 않다(Pomeroy and Tomlinson, 2000).

전통적인 형식승인과 증서발행시스템에서는 제품을 상호 합의된 기준이나 규칙에 근거하여 검사한다. 이 방식에서는 시험프로그램을 통한 시연을 통해 기술된 성능이 나오는지 점검한다. 좀 더 복잡한 시스템의 경우 이러한 방식은 그 효용성이 떨어지며 적용기준이나 규칙도 시스템의 사용 중 발생 가능한 잠재적인 인적오류에 대한 평가항목이 없는 경우가 대부분이다. 네트워크를 이용한 통합과 상호연결이 많이 발생하는 복잡한 시스템은 가능한 상호연결과 장비간 상호 의존성 등이 단순한 시스템에 비해 명확하지 않다. 시스템의 복잡성으로 인해 모든 관련 시험을 실시할 수가 없으며 따라서 평가절차의 완료 후에도 모든 오류가 발견되고 제거되었다고 보증하기가 어렵다. 많은 오류들은 이미 시정하기 힘든 단계에서 발견되며, 시정될 수 있다할지라도 단순한 국부적 수정에 그치거나 근본원인의 제거를 위해서는 광범한 재설계 및 제작이 필요함을 의미한다.

따라서 협약의 제정자들은 SOLAS 협약 상 요구되는 장비의 성능요건을 승인단계 관점에서 그 종류별로 분류하고, 제품이 완성된 최종단계에서의 기능요건에 대해 중점을 둔 현행 규정을 적용하기에 부적합한 것들을 식별하여 다음과 같은 사항들이 고려되도록 하여야 한다.

첫째, 적용할 설계 및 승인 프로세스: 최종단계의 일회성 승인이 아니라 다단계의 설계 및 승인 절차 적용

이런 시스템의 안전 수준을 보장하기 위해서는 대체 또는

리스크기반 평가설계 분야와 마찬가지로 설계 초기 단계부터 최종제품의 완성단계까지 여러 번의 단계별로 설계자와 승인자간 또는 설계자와 사용자간 및 제조자간의 상호 업무 활동을 다루는 다단계의 설계 및 승인요건이 필요하다. 이 프로세스에서는 해당 시스템을 다루게 될 운용자를 필수적으로 관여시켜야 한다. 이러한 프로세스를 담은 규정으로의 변경은 설계자가 시스템 설계 시 사용자를 고려한 인적요인의 반영, 즉 사용자를 고려한 요건의 개발을 촉진할 것이다. 이로서 선박전체의 설계가 인간과 기술적 구조물의 혼합체로 고려되도록 해야 한다. 다만, 다단계의 설계 및 승인방식은 기존 형식승인 방식보다 많은 시간이 소요되므로 복잡한 시스템 등 안전의 확보에 꼭 필요한 안전부분에 한정하여 적용되어야 한다.

둘째, 적용할 규정제정 방법론: 목표기반 기준 적용

이러한 장비나 시스템의 경우, 인간과 기계간의 인터페이스의 두 가지 중요 요소, 즉 그 장비나 시스템을 운용하는 인간의 행동에 대한 변동성과 장착된 소프트웨어의 운용의 복잡성으로 인하여 전통적인 규범적 기준, 즉 특정 기술적 해법을 명시하고 기술적 등가성으로 요건의 만족여부를 평가하는 하는 방식은 적합하지 않으며, 목표와 기능요건을 정의하는 목표기반기준(Goal-based Standards: GBS)이 되어야 한다. 이 GBS를 구성하는 목표, 기능요건 및 규정은 그 제정 프로세스가 리스크 평가에 의해 지원되었거나 그 규정의 토대가 리스크 평가에 의한 결과물인 리스크 기반의 기준을 의미한다. 따라서 이는 파악된 위험과 리스크 분석에 결과를 이용하여 상위레벨의 주요원칙과 평가기준만을 목표와 기능요건으로 기술하는 방식의 원칙기반 규정(IMO, 2015c; IACS, 2000a; IACS, 2000b; EU, 2005; ISO, 2005)이 될 것이다. 여기서 원칙은 주로 인간공학원칙을 말한다. 이 원칙은 장비나 시스템뿐 아니라 생애주기의 평가에도 적용되도록 하고 평가기준, 관련 산업표준 등은 하위레벨에서 정의되어야 한다(Pomeroy and Tomlinson, 2000; IMO, 2015c; IACS, 2000a; IACS, 2000b; EU, 2005; ISO, 2005).

### 3.3 복잡한 시스템에 대한 새 안전요건

오늘날 선박의 시스템은 날로 자동화 되고 복잡하게 되어 가며 상호 결합 및 네트워크로 연결된다. 예를 들어 항해시스템의 경우 선박외부에서의 시스템(육상지원시스템 등)과도 연결되어 해양데이터와 정보를 수집, 통합, 교환, 분석 및 표현한다. 이러한 시스템간의 상호의존성, 조각화의 증가, 인간과 기계의 상호인터페이스 증가, 사이버가능시스템의 보안위협 증가 등은 기존에 존재하거나 인식되지 못한 분야에 대한 안전 기준의 수립을 절실하게 만들고 있다. 따라서

IMO는 차세대 안전문제로서 선박의 제어시스템과 소프트웨어를 시급하게 다루어야 한다. 이렇게 함으로서 IMO는 이 분야의 빠른 기술적 진보에 대응하고 이러한 시스템으로 인한 안전사고나 보안사고를 방지하는 장치를 마련할 수 있을 것이다. 이 새로운 안전영역은 e-navigation(IMO, 2015c), 선박 보안 지침 등 일부 분야에서 논의가 있으나 IMO 차원의 일반적 요건은 거의 없다고 할 수 있다. 이 문제가 좀 더 연구되고 관련 안전문제가 분석됨에 따라 SOLAS 협약에는 많은 변화를 초래할 수도 있다. SOLAS 협약의 적용분야는 선박의 제어시스템, 소프트웨어의 품질보증 및 인간중심 설계(Software Quality Assurance & Human-Centered Design: SQA와 HCD), 데이터의 온전성, 사이버보안 등이 될 수 있다.

이러한 분야에 대한 규정의 제정방식은 목표기반기준이 되어야 한다. 예를 들어 SQA와 HCD는 성능기반 그리고 리스크기반이다. 즉, 연루된 모든 위험이 식별되고, 연관된 리스크가 평가되고 필요시 리스크 감축 및 제어방안을 강구하여 수용가능한 수준의 리스크, 품질 및 사용성(IACS, 2000a; IACS, 200b; ISO, 2002)를 보장해야 하는 규정이 되어야 한다. 이 과정에서 인적요인에 대한 고려도 이루어져야 한다. 설계 및 승인절차는 다단계의 설계 및 승인 프로세스를 채택하는 것이 적합할 것이다.

### 3.4 인적요인

인적요인이 선박의 안전에 매우 중요한 역할을 하고 있다는 것은 잘 알려진 사실이며 오션엔저호 침몰이나 브레어호 좌초같은 대형 참사는 인적과실이 얼마나 심각한 결과를 초래하는지를 여실히 보여주었다. P&I 클레임들의 가장 큰 요소도 인적오류이다. 해양사고의 80%까지가 인적 과실, 더 정확히 말해 운항과실에 기인한다. 나머지 20%는 인식하지 못한 결함이나 전문적인 유지보수의 부족에 기인한 선체나 설비의 고장에 의한 사고이다(Baker et al., 2002). 전통적으로 하드웨어적인 관점에서 선박의 기능문제라고 여겨져 왔던 많은 사고들도 사실은 인적과실에 기인한 것이 많다. 또한 오늘날 선박 자동화 등으로 인하여 보다 복잡한 본선시스템이 구성되면서 인적요인의 고려는 더욱 중요성을 갖게 되었다. 따라서 이러한 인적과실은 제거 또는 감소시키기 위해서는 해사안전규정의 제정 시 인적요인을 반영하는 것이 필요하다.

인적요인을 규정제정 시 고려하기 위한 방법론으로는 인적요소분석절차(Human Element Analysing Process: HEAP)(IMO, 2013b)이나 HRA(Human Reliability Analysis)(IMO, 2015d) 등을 고려해 볼 수 있다. 이러한 방법론들은 목표기반 기준의 프로세스에 접목함으로써 인적요인을 고려한 규정이 제정되도록 할 수 있을 것이다.

### 3.5 영향평가

영향이란 어떤 조치가 취해졌을 때 일어날 상황과 조치가 취해지지 않았을 때 일어날 상황의 차이이다. 안전규정을 제정할 때는 리스크 기반 모델을 기초로 변경된 규정에 대한 시험을 함으로써 IMO나 선급은 자체의 규정제정프로세스에 대한 투명성과 객관성을 확보할 수 있다.

이는 대체설계 및 등가설계에서도 사용하는 프로세스이며 SOLAS 협약의 GBS 신조건조기준에서는 선급의 구조규칙의 개정 시 이 프로세스를 포함하도록 요구하고 있다(IMO, 2010b).

### 3.6 행정부담의 경감

협약상의 행정요건이란 어떤 정보나 데이터를 작성, 보고 및 보관하도록 하는 요건을 말하며 행정부담이란 필요없어 지거나, 과도하거나 불필요한 행정요건을 말한다(IMO, 2011). 협약에는 이러한 행정요건이나 행정부담이 다수 포함되어 있으며, 계속되는 협약의 제정 및 잦은 개정은 정부, 선사, 선원 등 모든 관련 당사자들에게 많은 법률적, 행정적 부담을 안겨준다. 심지어 ISM Code 등과 같이 협약요건을 만족시키기 위한 행정업무로 인한 업무부하의 증가로 선원들이 필수적인 안전업무를 소홀히 하여 오히려 안전을 저해하는 요소가 되기도 한다는 불평까지 나오고 있는 실정이다.

IMO는 회원국이 신규 의제를 제안하는 경우 이의 승인여부를 결정하기 위한 평가 기준 중 하나로 법률적, 행정적 부담을 충분히 분석하였는가를 검토하도록 하고 있다. 즉, 해당 신규의제에 대한 제안자는 동 제안으로 인해 발생할 수 있는 법률적, 행정적 부담이 충분히 고려되었다는 것을 증명하기 위하여 “행정요건 및 행정부담 식별 체크리스트”를 작성하여 위원회에 제출하도록 하고 있다(IMO, 2015a).

## 4. 결 론

앞에서 연구한 바와 같이 현행 해사안전규정들은 대부분 규범적 기준이며 준수하여야 할 최소한의 요건으로 이를 모두 만족한다고 해서 선박이 완벽하게 안전하다고 간주될 수 없다. IMO의 향후 과제는 이러한 최소요건의 수준 및 내용을 관련자들로부터의 의견수렴에 기초해서 어떤 프로세스를 통해 가장 합리적인 선에서 IMO 회의 참석자들이 결정 하도록 할 것인가 하는 방법론을 개발하고 시행하는 것이다.

또한 규범적인 규정들이 오랫동안 지속되어 옴으로써 선주나 조선소는 정해진 규정의 요건을 준수하는 선에서 설계하는 것을 선호하고 오랫동안 그 형태를 유지해 온 탓에 규정은 기술적 진보를 방해하는 결과를 낳기도 한다.

선박의 보다 높은 안전 확보를 위해서는 최소한으로 규정

된 선급과 협약요건의 준수 수준을 넘어서 보다 자발적으로 견고한 선박을 건조하고 모범사례 도입 등 안전문화를 증진하며 해사산업계가 강제규정의 유무에 상관없이 선급규칙, 산업계 규정 등 자발적인 규제를 도입 시행하도록 유도하는 것이 무엇보다 중요하다. ISM Code가 일정부분 그 기반을 제공하고 있기는 하나 그 효율적인 시행은 잘 안 되고 있는 것이 현실이다.

앞에서 도출된 해사안전규정의 각종 특성과 규정제정 시 주요고려사항을 바탕으로 해사안전규정의 새로운 제정방안을 개발하기 위한 10가지 원칙을 다음과 같이 도출하였다.

- 1) 규정은 규범적 방식보다는 성능 기반으로 제정되어야 한다.
- 2) 규정의 제정과정은 투명한 방식으로 진행되도록 해야 한다(모든 리스크 및 안전수준의 파악, 당위성 확보 등).
- 3) 규정은 기술적 진보를 저해하지 않도록 기술 되어야 하며 설계상 유연성을 확보해야 한다.
- 4) 규정은 하드웨어적 요건을 우선하여 제정되어야 하며 운항적 요건은 최소화하고 시행가능 한 합리적인 수준 이어야 한다.
- 5) 선박에 설치되는 복잡한 장비나 시스템에 대한 규정은 최종단계에서 기능요건 만족여부 뿐만 아니라 설계 초기단계부터 다단계의 승인요건이 도입되어야 한다.
- 6) 복잡한 장비나 시스템과 같은 사이버 시스템의 경우 시스템의 품질보증, 데이터 온전성, 사이버보안 등 새로운 안전요건이 개발되어 적용되어야 한다.
- 7) 인적요인이 체계적으로 반영된 규정이 제정되어야 한다. 선박의 장비나 기계류, 시스템(인터페이스 포함), 구조물과 이들의 배치, 안전한 작업환경 등에 인간공학적 요건이 도입되어야 한다.
- 8) 규정은 사용자 위주의 설계를 유도해야 하고 인적오류를 최소화 시키는 방향으로 제정되어야 한다.
- 9) 지역적 기준보다 국제적으로 합의된 단일의 규정이 되도록 해결책을 모색해야 한다.
- 10) 새로 도입될 규정이 산업계에 미칠 영향과 과급효과, 기술적 가용성 등 영향평가가 충분히 되어야 한다.

위에서 도출된 사항들은 규정제정의 원칙만을 다루고 있으며 이 원칙들을 실현하는 새로운 해사안전규정의 제정방식을 고안하기 위하여는 공식안전평가, 리스크기반 기준, 목표기반 기준 등 각종 규정제정 방법론과 각 방법론들의 장단점과 적용 가능한 분야에 대한 연구가 추가로 수행되어야 한다.

## References

- [1] Baker, C. C., K. P. McSweeney and D. B. McCafferty (2002), Human Factors and Ergonomics in Safe Shipping: The ABS approach, Proceedings of the Maritime Operations: Human Element - 7th Annual Conference, Washington D.C., pp. 1-6.
- [2] EU(2005), EU Funded ATMOS, Development of Advanced Technology Systems for Future Ships, The results of Project.
- [3] IACS(2000a), Recommendation No. 9 Guidelines for Assessing the Application of Ergonomics to the Development Process of Shipboard Complex Systems, pp. 1-7.
- [4] IACS(2000b), Recommendation No. 10 Guidance for Approval of Marine Equipment based on Ergonomic Principles, pp. 1-7.
- [5] IACS(2014), IACS Objectives, Strategy and Action Plan (2014-2015).
- [6] IMO(2010a), Resolution MSC.287(87), Adoption of the International Goal-Based Ship Construction Standards for Bulk Carriers and Oil Tankers (Tier I Goals), pp. 2-3.
- [7] IMO(2010b), Res. MSC 296(87), Adoption of the Guidelines for the Verification of Conformity with Goal-based Ship Construction Standards for Bulk Carriers and Oil Tankers, pp. 1-29.
- [8] IMO(2011), Res. A. 1043 Periodic review of administrative requirements in mandatory IMO instruments, pp. 1-2.
- [9] IMO(2013a), MSC.1/Circ.1455 Guidelines for the approval of alternatives and equivalents as provided for in various IMO instruments (Para. 1.2.4), p. 2.
- [10] IMO(2013b), MSC-MEPC.2/Circ.13 Guidelines for the Application of HEAP Process, pp. 1-8.
- [11] IMO(2015a), MSC-MEPC.1/Circ.4/Rev.4 Guidelines on the Organization and Method of Work, Annex 5 Checklist for identifying administrative requirements and burdens, pp. 1-29.
- [12] IMO(2015b), MSC.1/Circ.1394/Rev.1, Generic Guidelines for Developing IMO Goal-Based Standards, pp. 1-9.
- [13] IMO(2015c), MSC.1/Circ.1512 Guidelines on Software Quality Assurances and Human-Centred Design for E-Navigation, pp. 1-19.
- [14] IMO(2015d), MSC-MEPC.2/Circ.12/Rev.1 Revised Guidelines for FSA, Appendix 1 Guidance on HRA, pp. 18-32.
- [15] IMO(2016), Definition described in IMO web page: www.imo.org (Accessed : 2016.10.04.).
- [16] ISO(2002), ISO/TR 16982:2002, Ergonomics of human-system



interaction - Usability methods supporting human-centred design, pp. 1-42.

- [17] ISO(2005), ISO 17984:2005, General principles for the development and use of PES in marine applications, pp. 1-63.
- [18] Pomeroy, R. V. and C. M. Tomlinson(2000), A Systems Approach to Integrating the Human Element into Marine Engineering Systems, pp. 1-8.
- [19] Squire, D.(2004), The Human Element in Shipping, CBE, FNI, Published in The International Maritime Human Element Bulletin, pp. 1-20.

---

Received : 2016. 10. 04.

Revised : 2016. 11. 11. (1st)

: 2016. 12. 20. (2nd)

Accepted : 2016. 12. 28.