

# EU SAFEDOR 프로젝트

이종갑 (한국해양연구원)

## 1. 서론

선박의 대형화/고속화/침단화 및 항행환경의 복잡화에 따라 해양에서의 대형사고의 위험이 증가하면서 국제해사기구(IMO)를 중심으로 한 국제사회에서는 선박 및 해양구조물의 안전에 대한 기준의 강화와 함께 설계 및 건조 단계에서 안전성을 확보하기 위한 새로운 개념의 법규체계를 구축하고 있다. 이에 따라, 최근 유럽, 일본 등 선진국들은 새로운 법규체계의 개발을 주도하면서 관련 기술 및 시장을 선점하기 위한 수단으로 안전기술에 대한 연구 개발 노력을 강화하고 있다.

EU SAFEDOR (Design, Operation and Regulation for Ship Safety) 프로젝트는 보다 고품질의 깨끗하고 안전한 운송 수단의 혁신을 위한 해양 산업의 요구에 대응하면서, 유럽 조선해양 산업의 경쟁력 향상을 목적으로 2005년 2월부터 4년간 총 2,000만 유로가 투입된 EU 공동 프로젝트(The 6th EU RTD Framework Programme (FP6), Integrated Project)이다. 유럽의 14개 조선해양 관련 국가의 53개 기관이 참여한 이 프로젝트에서는 위험도 기반 설계/승인(risk-based design and approval) 및 관련 법규체계(risk-based regulatory framework)의 구축, 관련 핵심 기술(H/W 및 S/W)의 개발, 그리고 전문 인력양성을 주요 내용으로 하였으며, 그 결과는 GBS (Goal-Based new ship construction Standards)를 포함한 IMO의 법규체계는 물론 미래 조선해양산업의 기술환경 및 경쟁력 구도에 큰 영향을 미칠 것으로 예상된다.

국내에서도 선박 및 해양구조물의 안전성 확보를

위한 기술의 개발에 착수하고 있으나, 전통적인 조선공학기술을 바탕으로 한 손상선박의 안전성평가 등 일부 기술에 국한되고 있으며, 최근 IMO를 중심으로 전개되고 있는 GBS 등 새로운 개념의 법규 체계에 대응하고 관련 기술을 선도하기 위한 본격적인 연구개발이 요구되고 있다.

이 보고서는 2009년 4월 IMO 본부에서 개최된 EU SAFEDOR 프로젝트의 최종결과발표회 자료 및 관련 문서들을 토대로 향후 조선해양산업에 미칠 영향을 전망하고, 국내 조선산업계의 대응방안 제안을 목적으로 하였다.

## 2. SAFEDOR 프로젝트 개요

### 2.1 추진배경

대형피해를 초래하는 해양사고는 해사분야는 물론 일반 대중에게도 안전에 대한 경각심을 고조시키고 있다. 최근 증가하는 민간재난은 안전 및 보안을 사회문제의 전면에 부각되고 있으며, 선박의 안전과 보안에 대한 전통적인 접근방법들은 면밀한 분석의 대상이 되고, 가능성 있는 새로운 방법들이 검토되고 있으며, IMO의 제74차 해사안전위원회(MSC 74)에서는 ‘서술적 규정(prescriptive regulations)’에 의해 제공되는 동등 이상의 안전수준을 제공하는 새로운 개념 및 기술을 허용하는 ‘대체설계 및 배치’를 평가하기 위한 법규체계 ‘(regulatory framework)’의 개발을 전략적 목표로 정하였다.

해상수송은 유럽에서 ‘지속가능한 수송체계

(sustainable transportation)’의 핵심요소이다. 유럽 주변 혹은 유럽을 경유하는 물동량의 증가에 대응하여 보다 안전하고 효율적인 RoRO/RoPax 선박의 요구되고 있으며, 안전운항은 유럽 연안에 환경적인 영향을 감소하기 위한 선결조건이다. 또한 유럽의 조선소들은 RoRo/RoPax 및 크루저선박의 대부분을 수주하고 있으며, 유럽의 선주들은 총톤수 기준으로 세계 상선의 40%가량을 실질적으로 관리하고 있다.

해사산업분야에서 위험도 기반 접근 (Risk-based approaches, 이하 RBA)은 확률론적 손상복원성의 개념에서 시작되어 해양구조물 분야에 폭넓게 적용되었으며, 지금은 해운분야에 적용되고 있다. 해사산업에서의 RBA의 사용 동기는 크게 두 가지다. 즉, 안전하다고 판단되나 어떤 공식적인 이유로 승인이 될 수 없는 신개념 선박의 설계, 그리고/혹은 안전성을 고려한 기존설계의 최적화이다.

SAFEDOR는 선박설계에 있어 속도, 화물용량, 항속 거리 등 다른 성능요소와 함께 측정가능한 안전성능을 고려한 투명하고 일관성 있는 방법론을 제공할 것이다. 또한 SAFEDOR는 이론과 실제에 있어 선박안전설계의 새로운 철학을 추구한다. 그 결과들은 위험도 기반 설계 프로세스와 극한 혹은 사고상태에서 선박의 안전성능을 예측할 수 있는 진보된 도구들이며, 이들은 8종류의 신개념선박의 설계에 실제 적용되었다. 제안된 법규체계의 개선은 최상위 및 기능레벨에서 위험도 허용기준(risk acceptance criteria)과 함께 위험도 기반 선박 및 시스템의 새로운 승인 절차를 포함하고 있다.

## 2.2 추진 방향 및 목표

### 가. SAFEDOR 프로젝트의 비전

SAFEDOR의 비전(vision)은 유럽 해사산업의 경쟁력 강화를 위한 혁신을 통한 안전성의 제고이다. 즉, ‘안전’을 설계목표(design objective)로 취급함으로써 해상운송의 안전 및 보안수준을 합리적(cost effectively)으로 향상하고, 설계/운용에 있어 체계

적인 혁신 및 관련 법규체계의 현대화를 통하여 유럽의 해사산업의 경쟁력 강화를 위한 해결책의 제공을 목적으로 하고 있다.

해상수송의 안전성을 향상시키기 위한 구체적인 방법으로는 비용(cost), 안전(safety) 및 성능(performance)의 균형을 유지하면서 합리적인 안전성 향상 수단을 위하여 ‘안전’을 설계의 제약요소(constraints)가 아닌 목표(design objective)로 취급하고, 성능예측과 위험 분석을 연계한 ‘위험도 기반 법규체계’를 정립하며, 최신의 first-principle 해석도구를 개발하여 통합적이고 전체적(holistic)인 설계 과정에서 적용한다.

해사산업의 경쟁력을 증가시키는 방법으로는 (법규체계의 개선을 통하여) 혁신적인 설계 솔루션에 대한 규칙(rule) 기반의 제약요소들을 제거하고, 유럽에 적합한 고경제가치를 가진 지식집약적이고 안전핵심적(safety-critical vessels)인 선박에 초점을 맞추고, 선정된 선종에 예산의 배정을 통하여 새로운 방법론을 적용을 지원한다.

### 나. SAFEDOR 프로젝트의 목표

SAFEDOR 프로젝트는 해사산업을 위한 위험도 기반 법규체계의 개념과 요소들을 개발하기 위한 최초의 대규모 프로젝트이다. 이 작업의 핵심은 안전문제에 first-principle approach를 용이하게 하기 위하여, 충분히 포괄적인 시스템의 복잡성을 고려한, 상응하는 설계도구의 통합이다. 이를 달성하기 위한 전략적인 연구 목표는 다음과 같다.

- 안전문제에 first-principle 접근을 용이하게 하기 위한 위험도 기반의 그리고 내부적으로 허용된 법규체계의 개발
- 통상운용, 극한 및 사고상태, 재난 시나리오를 평가하기 위한 인적요소가 고려된 설계방법 및 도구의 개발 및 설계환경에의 통합
- 제안된 방법론과 문서 및 그들의 실용성을 검증하기 위한 유럽형 safety-critical 선박에 대한 시험설계

- 안전문화의 개발을 촉진하기 위한 지식의 체계적인 전파
- 이들 원리들을 보다 적극적으로 수용하기 위하여 새로운 기술적, 방법론적, 그리고 법규 개발에 있어 대학에서의 훈련 및 해사산업계의 관계자들의 자질 향상

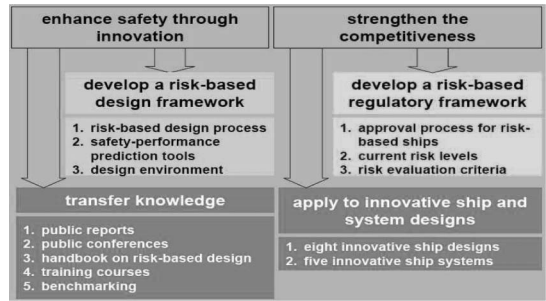


Fig.1 Mission and Objectives of SAFEDOR

Fig.1은 SAFEDOR의 비전, 목표 및 접근방법을 요약하고 있다.

표 1

WP	제목	주요내용	비고(주관기관)
WP1	Project Management	- 프로젝트 총괄	(GL)
WP2	Safety Performance Prediction Tools	- 새로운 설계 도구의 개발 및 검증/보완 - 개발된 도구의 설계환경에의 통합 - 위험도 및 RCO (risk control options)의 영향 평가	(DTU)
WP3	Risk Control Options	- 안전운항을 지원하기 위한 혁신적인 기술 개발 - 검토 중인 RCO와 관련하여 안전성을 지원하기 위한 구체적인 도구의 개발 - 위험도 저감 가능성(potential)의 평가	(SAM Electronics)
WP4	Risk-based Regulatory Framework	- 기존안전수준 (current safety level) 의 정립 - 신개념/위험도 기반 설계의 승인 프로세스, 위험도 평가기준 등 위험도 기반 법규체계의 정립 - 주기능 및 시스템 수준에서 허용기준을 정의하기 위한 방법론의 개발	(DNV)
WP5	Risk-Cost Models / Integration of Tools	- 위험도기반 설계 개념 (high-level understanding) 통합 - 성능-비용-수익-위험도에 대한 parametric 모델 개발 - 통합 선박설계 플랫폼에 대한 사양 개발	(SSRC)
WP6	Design Implementation	- 제안된 RBD 프레임워크의 실용성 검토(test) - 혁신을 저해하는 법규에 대한 도전(challenge) - 실제 적용을 통한 위험도기반 접근방법론(risk-based approaches)에 대한 공감대 확산 - RBR 프레임워크의 문서화 및 교육훈련에 사용될 수 있는 경험의 확보	(Navantia)
WP7	Knowledge management, training and dissemination	- SAFEDOR 프로젝트내에서 수행된 연구로부터 획득된 지식의 전파(knowledge transfer) - 새로운 기술//방법론 및 법규개발에 있어 대학교육 및 산업계 전문가의 인식 제고 - SAFEDOR IP 결과의 효율적인 확산 - 특정 주제에 대한 성능 벤치마크 - SAFEDOR IP 결과에 대한 합리적인 평가	(NTUA)

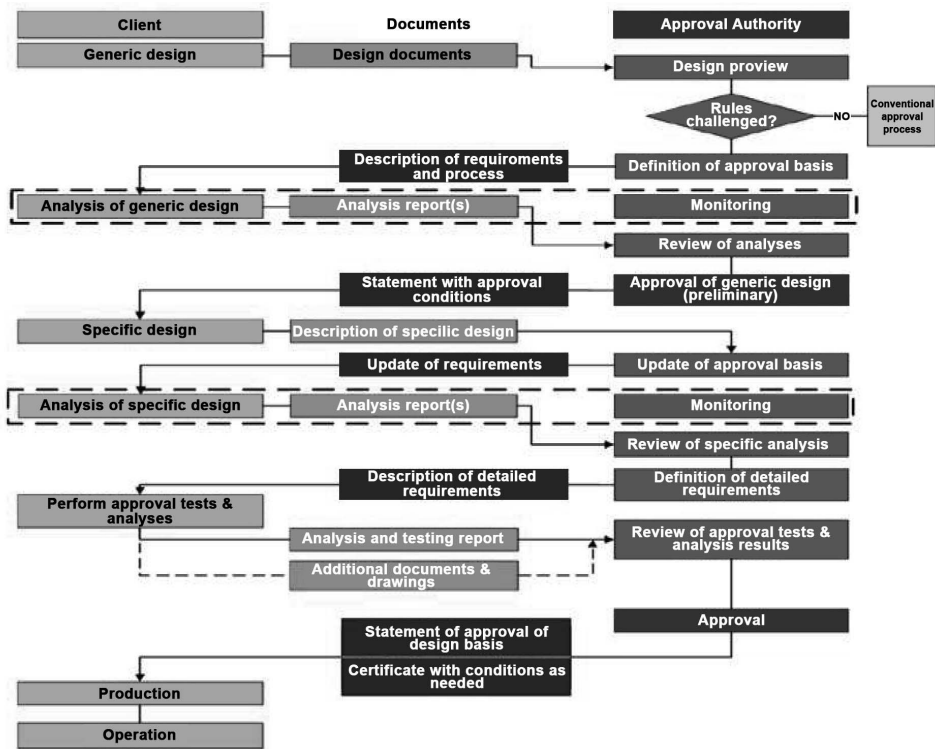


Fig. 2 위험도 기반 설계 승인 절차 (MSC86/5/3)

### 3. 추진내용 및 결과

#### 3.1 추진내용

SAFEDOR 프로젝트는 크게 위험도 기반 설계 및 도구 개발, 이를 승인하기 위한 위험도 기반 법규체계, 그리고 이들 설계 및 승인체계를 검증하기 위한 신개념 선박 및 안전시스템의 개발, 그리고 개발결과의 보급·확산을 주요내용으로 하여 [그림 5] 및 [그림 6]에서 보는 바와 같이 SAFEDOR 프로젝트는 총괄과제(WP-1)를 포함한 7개의 세부과제(Work Package)로 나누어 추진되었다.

#### 3.2 추진결과

이 프로젝트의 성과물은 다음과 같이 요약된다.

- 위험도기반 법규체계 (Risk-Based Regulatory frameworks)
  - 위험도 기반 승인 지침 (Risk-based approval guidelines)
  - 위험도 평가기준 (Risk evaluation criteria)
  - 초기 공식안전성평가 (High-level FSAs)
- 위험도기반 설계 프레임워크 및 도구 (Risk-Based Design Framework and tools)
- 위험도 기반 선박 및 시스템 (Risk-Based ships and systems)
- 자질있는 엔지니어 (Qualified Engineers)

#### 가. 법규체계 (Regulatory framework)

SAFEDOR 프로젝트에서는 선박운항을 위한 위

험도기반 법규체계에 대한 기반요소들이 개발되었다. 여기에는 선박 및 선박시스템에 대한 승인 프로세스, 선박 및 기능 수준에서의 위험도 평가 및 허용기준, 문서화 및 품질에 대한 요건을 포함하고 있다.

위험도 기반 선박 및 선박시스템의 승인프로세스는 신개념 및 위험도기반의 설계가 안전하고 효율적인 방법으로 다루어졌는지를 보장하기 위해 승인 기관에 의해 사용될 기초를 제공하고, 이들 설계를 위한 승인프로세스를 보다 투명하고 신뢰성 있게 하는 것을 목표로 하고 있으며, 새로운 승인프로세스에 대한 요약과 관련 세부사항들이 IMO (MSC86/53)에 제출되어 있다.

위험도기반 설계 및 승인을 위한 상위레벨의 평가기준(High-level risk evaluation criteria) 또한 제시되었다. 이들 기준에는 개인 및 사회적 위험도 허용기준 (individual and societal risk acceptance criteria), 인명(life saving) 및 기준의 개정을 위한 적절한 배경정보를 포함하고 있다. 또한 환경보호와 관련한 새로운 비용효과성 평가기준, 즉 CATS (Cost of Averting a Ton of Oil Spilt) 이 개발되었다. 이 새로운 기준은 주로 - 유조선에 의한 유류 수송과 관련한 위험도가 ALARP 구역 내에 있다는 가정 하에- 그들의 비용효과와 관련한 설계변경안을 평가하는 데 사용될 것이다.

그리고, high-level risk model의 개발, 위험도 통제방안(risk control options)의 식별, 그리고 선종별 current risk level을 문서화하기 위하여 IMO FSA 지침에 따른 공식안전성평가(FSA)가 수행되었고, 컨테이너선, LNG 운반선, 유조선, 크루저선, RoPax 선, 그리고 위험물 운반 open-top 컨테이너 선에 대한 보고서가 IMO에 제출되었다. 제출된 FSA 보고서는 모든 대상 선종의 사회적 위험도(societal risk)가 ALARP 구역에 있으며, 따라서 비용효과가 있는(cost-effective) RCO들은 채택되어야 한다는 것

을 보이고 있다. 유조선, 그루저 및 로팩스 선박은 법규제정에서 고려되어야 할 많은 수단들을 제시하고 있다. 이는 궁극적으로 IMO 차원의 법규제정에 있어 위험도가 관리되는 방법에 영향을 줄 것이다.

나. 설계 프레임워크 및 도구 (Designer's toolbox)

RBD는 설계 프로세스 안에 안전성능(safety performance)의 평가를 통합하는 전통적인 설계 프로세스의 확장이다. 인명, 환경 및 재산에 대한 위협의 방지 혹은 감소가 선속, 적재량 등 전통적인 설계목표와 함께 설계목표의 하나로 포함된다.

SAFEDOR는 성능 및 비용 등 전통적인 설계목표들과 위험도를 최소화하는 새로운 목표와의 균형을 위한 향상된 의사결정을 제공하는 설계 프레임워크를 개발하였다.

RBD 프레임워크의 구성요소 및 주요 사고 카테고리를 포함 하는 안전성능예측 도구와의 연결관계는 다음그림과 같다.

SAFEDOR에서 극한상태 및 사고상태에서 선박의 안전성능을 예측하기 위한 몇가지 공학적 도구가 새로이 개발되고 보완되었으며, 개발된 내용은 다음과 같다.

- 충돌 및 좌초에 대한 강화된 훈련 및 선교의 장비들로 인한 인과관계에 대한 베이지언 네트워크

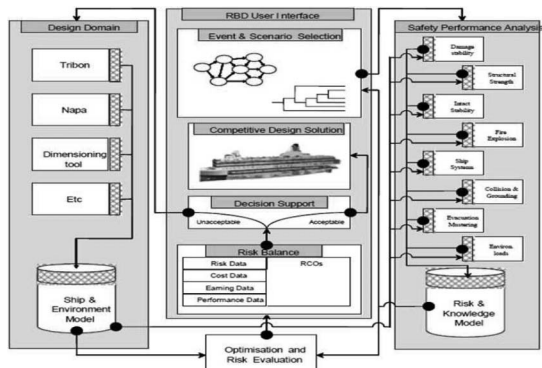


Fig. 3 RBD tool 개발절차



(Bayesian network)의 확장

- 추진 및 조종시스템의 고장 확률을 예측하기 위한 새로운 베이지언 (Bayesian network)의 개발 (컴포넌트에 대한 데이터의 부족으로 검증이 제한적임)
- 표준 시스템시물레이션 package 내에서 Fault Tree 및 FMEA table 생성을 위한 새로운 기법 개발. 고장모드와 관련한 시스템 및 컴포넌트에 annotation을 추가하는 기능 포함.
- 컨테이너 화재의 확률 및 결과를 평가하기 위한 Bayesian network을 이용한 화물창 내의 화재 평가를 위한 새로운 접근방법 적용
- 손상복원성에 대한 확률론적 접근방법과 유사한 여객선의 화재안전성 평가 방법론 개발
- 손상선박의 구조신뢰성해석 (충돌 후 손상된 상태가 유조선의 hull girder에 대한 dimensioning case가 아니라는 것을 보여줌)
- 비손상 전복(intact capsizing)의 확률 예측을 위한 새로운 알고리즘 개발

(RoPax 페리에 대한 전복시간을 위한 확률밀도 함수 예측을 위한 새로운 방법 개발. 새로운 방법은 매우 빠르고, 설계환경에 통합이 가능하며, 현재 검증이 진행 중이지만 지금까지는 충분히 정확한 것으로 판단되고 있음.)

다. 선박 및 탑재시스템 (Ships and their systems)

SAFEDOR의 시작과 함께 8개의 설계팀이 신개념 선박의 개발에 착수하였다. 두가지 종류의 크루저선, 고속 RoPax 페리선, 혼합형 RoRo/RoPax 선박, RoPax 페리를 위한 a lightweight composite sandwich superstructure, 단거리 LNG 운반선, open-top container 선, 그리고 유조선이 기술적, 경제적, 그리고 안전의 관점에서 개념적으로 검토되었다.

대표적인 사례는 safety compliance의 시연하기 위한 안전성을 위험도 기반 접근방법의 사용한 예로

서 RoPax 페리에 대한 경량화 복합샌드위치 상부 구조물(lightweight composite sandwich superstructure)에 대한 설계였다. full scale 화재시험의 결과가 반영된 위험모델과 첨단 컴퓨터시물레이션은 적절한 RCO들이 적용되면 여객선에 대한 risk level이 기존 페리선의 경우보다 작다는 것을 보여주었다. 또 다른 성공사례는 고속 RoPax 페리(full displacement)로서 RBD에 대한 최적화 가능성을 증명하고 새로 개발된 침수 예측 tool을 시연하였다. 또한 새로운 구획배치개념에 대한 위험도 평가는 강력한 위험도 저감수단(RCO)로서 blisters (inflatable buoyancy units above design waterline)를 제안하였다.

SAFEDOR에서는 안전에 크게 영향을 미치는 분야에 초점을 맞춘 선교배치, 전력공급장치, 그리고 구명설비에 관한 몇가지 새로운 개념과 같은 혁신적인 시스템의 개발이 수행되었다. 전력분배와 관련한 새로운 시스템은 RoPax 페리 설계에 통합되어 안전 규정의 관점에서 분석되었다.

또한, SAFEDOR에서는 사고에 뒤따르는 마지막 단계에서 선박을 포기해야할 필요가 있을 때 각기 서로 다른 시나리오 및 관련된 생존범위에 초점을 맞춘 새로운 구명설비를 개발하였다.

라. 전문인력 (Qualified Engineers)

SAFEDOR 프로젝트의 시작부터 해운 산업계의 RBA에 대한 지식을 향상시키고 새로운 안전문화를 개발하기 위한 동기를 부여하기 위한 보급 및 확산 수단이 계획되었다. 이에 따라 SAFEDOR는 많은 사람들을 년차 공개 컨퍼런스에 참여시켰으며, 년차보고서 및 발표자료가 주요 이해당사자들에게 제공되었다. 훈련교재에 추가하여 학생들과 경력있는 엔지니어들을 위한 보충교재로 Risk-Based Ship Design에 관한 핸드북이 발간되었다. SAFEDOR 컨소시엄의 명성있는 전문가들에 의해 공동 집필된 이 책은 SAFEDOR 프로젝트 내에서 수행된 연구

결과로부터 얻어진 지식을 해사사회에 널리 전파하고 위험도기반설계 및 선박안전을 다루는 과학적인 접근방법에 대한 전파를 촉진할 것이다.

### 3.3 향후 전망 (Outlook)

보다 목표기반 형태로 발전하는 해운에 대한 법규체계와 화재안전, 손상 복원성 그리고 가까운 장래에 구명설비에 대한 IMO의 새로운 법규들과 함께 선박 설계자에게 가용한 설계 해(solution)의 영역이 확대될 것이다. 선박설계자들은 현재 진보된 그리고 추가적인 목표로서 안전을 설계 프로세스에 포함하는 위험도 기반 선박설계를 지원하는 복잡도가 증가된 가용한 방법과 도구들을 보유하고 있다. 위험도 평가기준(Risk evaluation criteria)은 궁극적으로 명시적(explicit)이 되고 해사당국(maritime administrations)에 의해 승인되고 통합적(holistic)인 의사결정을 가능하게 할 것이다. 종합컨대 향상된 경제성과 증가된 안전성을 가진 혁신적인 선박을 생산하기 위한 모든 필요한 요소들과 틀(frame)이 현재 가용하다. 또한 SAFEDOR 프로젝트의 결과를 보완하기 위한 과제들이 추진될 예정이다. 예를 들어 GOALDS(time-to-flood), FLOODSTAND(time-to-sink) 등이 FP7에 계획되어 있으며, 그 밖에 손상상태 및 악천후에서의 선박성능, 손상후 잔류강도(residual structural capability), 인적요소 등이 주요 과제로 검토되고 있다.

비록, IMO에서 위험도 기반의 SLA를 사용한 GBS에 대한 추가적인 개발이 빠르게 진전되고 있지는 않지만 설계에서의 위험 분석, 승인 및 법규제정(rule-making)은 분명한 추세(trend)이다. 이러한 관점에서 SAFEDOR에 의해 수행된 FSA 연구에 대한 IMO에서의 검토는 IMO에서 해운에 대한 위험수준(risk level)을 문서화하는 데 있어 커다란 단계(step)로 보여진다. 이와 병행하여 산업계에서는 많은 새로운 상용(commercial) 및 연구 프로젝트에

SAFEDOR에서 개발된 위험도기반 방법론(risk-based approaches)의 사용이 시작되고 있다. 그리고 유럽해사산업계는 2020을 향한 핵심 우선과제(key priority)로 위험도 기반 프레임워크의 적용(implementation)을 식별(identify)하고 있다.

오늘날 위험도 기반 선박들이 운항되고 있으며, 그들의 운용 측면(aspects)에서도 동등수단(equivalent)의 관점에서 위험도 기반 요소를 다루는 기존의 법규체계와 연결(aligned with)된다. 동등수단의 허용에 대한 세부내용과 이유들은 IMO에 전달되어야 하며 회원국들에 회람되어야 한다. 선박의 설계가 보다 위험도 기반으로 됨에 따라, 한 선박의 모든 위험도 기반 요소(risk-based elements)들이 선상에서 보관해야 할 절차 및 허용기준과 함께 완전한 문서화를 보장할 분명한 필요가 있다. 또한 검사자 및 PSC 관리들의 관심사항을 담은 적절한 요약문서도 만들어질 전망이다.

## 4. 결론 및 제안

### 4.1 결론

안전기술은 해상에서의 인명, 재산, 환경보호를 위한 선진국형 공공복지기술이며, 선박 및 해양구조물의 고부가가치화를 위한 핵심요소기술이며 관련 국제기준 및 산업표준의 개발을 위한 필수 요소로서, 관련 산업의 국제경쟁력 향상 및 국제 사회에서의 영향력 강화를 위한 수단이다. 특히, 안전설계 기술은 유럽 등 선진국에 주도되고 있는 안전기술에 대한 기술격차해소는 물론, 중국 등 후발경쟁국과의 차별화를 통하여 해운, 조선 등 관련 산업의 지속가능한 경쟁력 확보/유지를 위한 한 전략적 수단이 될 것이다.

EU SAFEDOR (Design, Operation and Regulation for Ship Safety) 프로젝트는 보다 고품질의 깨끗하고 안전한 운송 수단의 혁신을 위한 해양 산업의 요

구에 대응하면서, 유럽 조선해양 산업의 경쟁력 향상을 목적으로 EU 차원의 대형연구개발 프로젝트로서, 위험도 기반 설계/승인(risk-based design and approval) 및 관련 법규체계(risk-based regulatory framework)의 구축, 관련 핵심기술(H/W 및 S/W)의 개발과 설계적용을 통한 검증, 그리고 관련 대학 및 산업계 전문 인력양성을 주요 내용으로 하였으며, 그 결과로,

- 선박안전에 대한 새로운 철학을 제시하고
- 이의 실현을 위한 구체적인 수단으로서 ‘위험도 기반 설계 및 승인’(risk-based design and approval) 체계를 정립하였으며,
- 이에 필요한 방법론과 도구를 개발하고
- 관련 내용을 문서화하여 IMO에 제출하였다.

관련 사전연구와 SAFEDOR 프로젝트를 통한 4년간의 본격적인 연구에도 불구하고 아직 선박 및 해운 분야에서 ‘위험도 기반 접근방법론(Risk Based Approaches in the maritime industry)’을 본격적으로 적용하기에는 해결해야 할 많은 문제점들이 지적되고 있다.

그러나 선박 및 해양구조물의 안전성을 확보하기 위한 합리적인 수단으로서 원자력 및 석유화학, 항공 등 타 산업 분야에서 검증된 ‘위험도 기반 접근방법론’의 적용은 되돌리기 어려운 추세(trend)로 판단된다. 특히 신개념/고부가가치 선박의 안전성확보를 위한 수단으로서 위험도를 기반으로 한 법규체계와 안전설계 및 승인의 개념은 GBS 체제하에서 안전설계 및 엔지니어링 분야의 새로운 시장을 형성하고 이를 선점하기 위한 전략적 수단으로 활용될 것으로 전망된다.

#### 4.2 대응방안 (제안)

우리나라는 그 동안 선박 설계 및 건조기술의 눈부신 발전과 함께 세계 1위의 조선해양국가로서의 위상을 확보하고 있으며, 큰 이변이 없는 한 당분

간 그 위치를 유지할 수 있을 것으로 보인다. 그러나 안전 및 환경보호 문제를 중심으로 한 최근의 국제사회의 움직임은 조선해양과 관련한 기술 및 산업환경의 변화를 예상케 한다.

전통적으로 유럽은 선박안전 및 환경보호 관련 국제기준의 개발을 선도해 왔으며, 최근에는 기존의 ‘Reactive’ 개념에서 ‘Proactive’ 개념으로 안전 및 환경보호에 대한 패러다임의 변화를 통하여 기존의 해운산업의 주도권을 지속적으로 확보/유지하고, 극동의 조선산업국가들과의 차별화를 위한 전략적 수단으로 SAFEDOR 프로젝트를 통하여 “위험도 기반 접근방법론”을 기초로 한 안전설계 및 관련 법규체계를 개발하고, 그 결과를 IMO에 제출함으로써 이를 기정사실화 하고 있다.

앞서 언급한 대로 아직까지 조선 및 해운산업에서 ‘위험도 기반 접근방법론(risk-based approaches: 이하 RBA)의 적용에는 많은 문제점들이 있으며, 구체적인 보완이 필요한 것은 사실이지만 안전 및 환경문제에 대한 보다 전향적(proactive)이고 합리적(rational)인 방법으로서 수용이 불가피 할 것으로 판단된다. 특히, IMO를 중심으로 선박의 안전수준을 향상하고 설계 및 건조 단계에서 요구되는 안전성을 확보/보장하기 위한 새로운 개념의 법규체계로서 GBS의 개념이 도입되고, 기존의 법규가 보장하지 못하는 새로운 개념의 선박이나 기술의 적용을 위한 ‘대체설계 및 배치’ (Alternative design and arrangement)의 적용이 확대됨에 따라, 지금까지 해양구조물 등에 적용되던 ‘위험도 분석 및 평가’ 기법과 이를 설계에 적용하기 위한 ‘위험도 기반 설계’에 대한 검토가 불가피하게 되었다.

지금까지 우리나라 조선업계는 안전 및 환경 관련 기술에 있어서 유럽 등 선진국에 의존해 왔으며, 설계의 제약조건(constraint)으로서 IMO 등 관련 국제법규나 선급의 규칙을 만족하는 소위 ‘규칙기반 설계(rule-based design)에 익숙해져 있다.




최근 안전 및 환경 관련 국제기준의 강화, 해양 플랜트 분야의 안전성평가에 대한 요구의 증대로 국내 조선업계에서도 안전설계(Design for Safety), 특히 위험도 기반의 안전설계에 대한 관심이 고조되고 있다. 그러나 여전히 선진 선급의 지원에 의존하면서 특히 GBS를 중심으로 한 새로운 법규체계의 개발에도 소극적이다.

이러한 현상은 안전 및 환경과 관련한 패러다임의 변화, 특히 유럽의 선주 및 선급 중심으로 GBS (Generic GBS) 및 이를 기반으로 한 설계/승인체계가 정착될 경우, 관련 기술의 종속은 더욱더 심화될 것이다.

한편, 기존의 확정론적 법규체계(deterministic / prescriptive rules/regulations)는 안전 및 환경과 관련한 설계에 있어 후발 경쟁국가들과의 기술수준의 평준화를 가속화시킬 것이며, 이들과 차별화를 위한 수단이 요구된다.

결론적으로 우리나라 조선업계의 입장에서는 유럽 등 선진국에 주도되고 있는 안전기술에 대한 기술적 종속을 탈피하고, 후발경쟁국과의 차별화와 조선해양산업 선도국(global leader)으로서의 위상확보를 통해 우리나라 조선해양산업의 지속가능한 경쟁력 확보/유지를 위한 전략적 수단으로서 안전 및 환경보호기술, 특히 '위험도 기반 안전설계기술'의 자립화가 필수적이며, 이를 위한 시급하고도 체계적인 연구개발이 착수되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] Design, Operation and Regulation for Safety - From Vision to Reality, Public Presentation (2003)
- [2] EU SAFEDOR Annual Public Report (2006, 2007, 2008)
- [3] Proceedings of SAFEDOR Open workshop (2006, 2007)
- [4] Proceedings for International RBA workshop (2007, 2008)
- [5] EU SAFEDOR Training Course Book (2008)
- [6] Proceedings of Final Conference (2009)
- [7] EU SAFEDOR News Letters (Vol.1~ 6)
- [8] A. Papanikolaou (ed.), 'Risk-Based Ship Design - Methods, Tools and Applications', Springer (2009)
- [9] <http://www.SAFEDOR.org> 

---

## 이 종 갑 | 한국해양연구원 책임연구원

---



- 1954년생
  - 2000년 충남대학교 선박해양공학과 박사
  - 연락처 : 042-866-3411
  - E-mail : jklee@moeri.re.kr
-