

### 1. 서론

해양사고의 예방을 위한 노력은 국제해사기구(International Maritime Organization: IMO)를 중심으로 해상 인명안전협약(international convention for the Safety Of Life At Sea: SOLAS)과 해양오염방지협약(Prevention of Pollution from Ships: MARPOL) 등 관련 법규의 보완을 통하여 이루어져 왔다. 그러나 계속되는 법규의 제정과 강화에도 불구하고 해양사고는 지속적으로 발생하고 그 피해도 대형화되고 있으며, 경험을 기반으로 한 SOLAS의 제반 규정은 관련 산업 환경의 변화와 기술의 발전을 수용하는 데는 한계가 있다. 이에 따라, SOLAS 협약 및 관련 규정을 적용함에 있어 규정된 요구사항(prescribed requirements)과 차이가 있더라도 동등 혹은 그 이상의 안전 수준을 만족하는 경우에는 그 대안(alternatives)을 인정하고 있다. 본 고에서는 IMO MSC 제82차 회의(2006.11)에서 채택되어 2010년 7월 1일부터 적용되고 있는 SOLAS II-1 (Construction-Structure, Subdivision and Stability, Machinery and Electrical Installations) 및 SOLAS III(Life-Saving Appliances and Arrangements)를 위한 대체설계 및 배치(Alternative Design and Arrangement)의 개요와 적용을 위한 절차 및 방법론에 대하여 소개한다.

### 2. 대체설계 및 배치

(Alternative Design and Arrangement)

앞서 언급한 바와 같이 SOLAS의 제반 규정은 관련 사회적 환경의 변화와 관련 기술의 발전을 수용하는 데는 한계가 있다. 따라서 SOLAS 협약 및 관련 규정의 적용함에 있어 규정 요건 (prescribed requirements)과 차이가 있더라도 동등 혹은 그 이상의 안전 수준을 만족하는 경우에는 그 대안을 인정하고 있다(SOLAS 제1장 규칙 5).

대체설계 및 배치(Alternative Design and Arrangement: AD&A)란 SOLAS에서 규정하고 있는 규정요건(prescriptive

requirement)과 다른, 그러나 그 요구를 만족시키는 데 적합한 수단(measures)을 의미한다.

AD&A는 공학적 분석(engineering analysis)을 기초로 한다. 공학적 분석이란 제안하는 AD&A가 관련된 규정과 동등 이상의 안전도를 만족한다는 사실을 보여주기 위한 과정으로서 통상 증가된 공학적인 엄격함으로 인하여 전통적인 규칙기반의 설계(rule-based design)에 비해 계산 및 문서화에 상당히 많은 시간을 요구한다. 그러나 설계 대안에 대한 선택의 범위가 크고, 비용-효과적(cost-effective)인 설계, 그리고 새로운 기술의 수용 등의 이점이 있다.

공학적 분석에는 널리 사용되고 있는 방법(methods), 실험 데이터, 계산, 공학교과서 및 기술 문헌상에 포함되어 있는 관계식(correlations) 및 컴퓨터 모델들을 포함하는 심도 있는 과학 및 공학 사례(practices)들을 기초로 하며, 안전설계를 위해 정립된 방법을 따라야 한다.

AD&A를 위한 공학적 분석은 IMO에서 제정한 지침에 따라 수행하고, 관련 문서를 해당 정부에 제출하여 승인을 받도록 하고 있다. 그리고 해당 정부에서 발행한 승인문서와 함께 관련 기술 자료를 해당 선박에 비치하여 해당 선박 혹은 시스템의 운용 및 유지보수에 참고하도록 하고 있으며, 아울러, 해당 정부는 그 내용을 IMO에 제출하여 회원국들에 회람되도록 요구하고 있다.

참고로, SOLAS 제2-1장(규칙 17)에서는 화재안전과 관련한 설계 및 배치가 Part B, C, D, E 및 G에 규정을 따르지 않더라도 동등 수준 이상의 안전 목표 및 기능 요구사항을 만족할 경우 이를 허용하고 있으며, 이에 따른 공학적 분석(engineering analysis), 평가 및 승인에 관한 요구사항을 규정하고 있다.

### 3. 대체설계 및 배치 적용

IMO에서는 AD&A에 대한 기술적 판단을 위하여 안전공학 적용을 위한 지침을 제공하고 있다. 선주, 건조자 혹은 설계자는 이 지침에 따라 AD&A를 위한 설계팀을 구성하고 공학적 분석을 수행한다.

1) MSC/Circ.1002 Guidelines on alternative design and arrangements for fire safety (SOLAS Ch.II-2/Reg.17), MSC.1/Circ.1212 Guidelines on alternative design and arrangements for machinery(SOLAS Ch.II-1/Reg.55) and life-saving appliances (SOLAS Ch.III/Reg.38)

### 3.1 설계팀 구성

AD&A를 위해 정부에서 인정할 수 있는 설계팀이 구성되어야 한다. 설계팀에는 AD&A의 필요에 따라 선주, 건조자 혹은 설계자의 대표, 당해 평가에 필요한 안전, 설계 혹은 운용에 필요한 지식과 경험이 있는 전문가들이 포함되어야 하며, 검사원(marine surveyors), 선박운용자(vessel operators), 안전공학자, 장비제작사, 인적요소 전문가, 조선공학자, 해양공학자(marine engineer) 등을 포함할 수 있다.

### 3.2 공학적 분석 절차 및 방법론

#### 3.2.1 예비분석 (Preliminary Analysis)

##### 1) 범위의 정의

분석하고자 하는 선박, 선박시스템, 구성품, 공간, 그리고 장치들이 구체적으로 정의되어야 한다. AD&A와 규정상의 요구사항과의 차이의 정도에 따라 선박의 상세도면, 장치정보와 관련 도면, 시험데이터, 분석결과, 선박의 운항특성과 운항조건, 운항 및 유지보수 절차, 재료특성 등의 정보가 요구된다. 그리고 계획하는 AD&A에 영향을 주는 규정이 기능요건(functional requirement)과 함께 예비분석보고서(preliminary analysis report) 상에 명확하게 문서화되어야 한다.

##### 2) 사고시나리오의 개발

사고 및 운용 시나리오는 분석 및 시험설계(trial alternative design: TAD) 평가를 위한 기초를 제공하며, 따라서 대체설계 절차의 근간이 된다. 사고 시나리오 개발은 다음의 4 영역, 즉 위험요소의 식별 (identification of hazards), 위험요소의 분류 (enumeration of hazards), 위험요소의 선정(selection of hazards) 및 계획 재난시나리오(design casualty scenarios: DCS)의 정의로 구분한다.

위험요소의 식별 단계는 사고 시나리오 개발과정 뿐 아니라 전체 대체설계 방법론에 있어 매우 중요하다. 만약, 하나의 특별한 위험요소 혹은 사고가 누락되면 분석과정에서 고려되지 않고 따라서 최종 설계도 부적절하게 된다. 위험요소는 사고사례데이터 및 통계데이터, 전문가의 의견, 경험, 그리고 위험성 및 운용성(hazard and operability: HAZOP), 결함수분석(fault tree analysis: FTA), 사건수분석(event tree analysis: ETA), 결함모드 및 영향분석(failure modes and effects analysis: FMEA), 조건분석(what-if) 등 여러 가지 위험요소 식별방법 등이 사용된다.

식별된 위험요소들은 3개의 등급, 즉 사고의 결과가 국부적으로 영향을 미치는 국부적 요소(localized), 선가 전체에 미칠 수 있는 주요 요소(major), 그리고 해당 선박뿐만 아니라 주변선박이나 타 분야에 영향을 미치는 중대사고 위험요소(catastrophic)로 그룹화 한다.

식별된 모든 위험요소들의 분류를 토대로 분석을 정량적 분석을 수행할 사고의 범위(range)의 선택한다. 이때 발생확률 혹은 빈도를 구체적으로 정량화할 필요는 없으며, 가장 크고(largest) 발생빈도(가능성)가 높은 위험요소들을 포함하는 사고 범위(range of incident)를 선정하여야 한다.

선택된 위험요소들을 기초로 정량적 분석에 사용될 사고 시나리오를 정의하고 문서화한다. 여기에는 사고(casualty)에 대한 초기사건의 발생에서부터 연결고리, 위치 등에 대한 정성적인 기술, 해당 선박에 대한 기술, 원래의 구획 혹은 시스템, 설치된 안전장치(safeguards), 종사자의 수 및 신체적/정신적 상태, 가용한 탈출수단 등이 포함된다.

##### 3) 시험설계(Trial Alternative Design: TAD)의 개발

이 시점에서 하나 혹은 그 이상의 TAD가 정의된 성능기준 (performance criteria)과 비교할 수 있도록 개발되어야 한다. TAD는 인적요소, 운용 및 관리의 중요성을 고려해야 한다. 즉, 잘 정의된 운용 및 관리절차는 전체적인 안전수준을 향상시키는 데 큰 역할을 한다는 것을 인식해야 한다.

##### 4) 예비분석보고서의 작성

예비분석보고서는 설계팀의 구성, 자격, 대체설계 분석의 범위, 만족해야 할 기능적 요구사항, 재난 시나리오 및 정량적인 분석을 위해 선정된 TAD를 포함하여 지금까지 수행된 모든 단계에 대하여 기술한 문서로서, 공식적인 검토 및 동의를 위하여 정량적 분석 착수 전에 정부에 제출되어야 한다.

#### 3.2.2 정량적 분석

정성적 분석은 엔지니어링 관점에서 가장 노력이 집중되는 단계로서 계획 재난시나리오(Design Casualty Scenarios: DCS)의 정량화, 성능기준(performance criteria)의 개발, 안전여유치(safety margin)들의 허용가능성의 검증, 규범적 성능기준(Prescriptive Performance Criteria: PPC)에 대한 TAD 성능의 평가 등이 포함된다.

1) 계획 재난시나리오(DSC)의 정량화

정량화는 예비분석의 결과로 정의된 TAD를 평가하는 데 사용되며, 위험요소의 형태 및 확장에 영향을 줄 수 있는 모든 요소들의 상세화(specification)를 요구한다. 여기에는 사고탐지/경보시스템(casualty detection and alarm system) 및 제거방법(mitigation methods) 효과의 계산, 사고의 발생에서부터 제압 혹은 탈출 전까지의 시간 계산, 선박의 손상, 승객, 승무원에 미치는 결과의 예측 등을 포함한다.

식별된 각 위험요소에 대해 사고시나리오의 범위가 정의되어야 한다. AD&A가 규칙기반설계(regulatory prescribed design: RPD)에 대한 비교를 기초로 하고 있기 때문에 정량화는 가능한 단순화되어야 하며, RPD 대비 AD&A의 안전수준을 평가하는 데 충분한 정보를 제공한다든 하나 혹은 두개의 시나리오를 분석하는 것만으로도 충분할 수 있다.

그리고 각 시나리오에 대하여 일정(timeline)이 개발되어야 한다. 일정은 탈출시간까지(혹은 assembly station, evacuation station 및 구명보트 까지)의 관련 event의 전체 체인을 포함해야 한다.

시나리오는 관련 공학적 용어(engineering terms)로 정량화되어야 한다. 이는 사고(casualty)의 특성을 결정하기 위한 기존의 관계식이나 계산절차를 사용하여 얻을 수 있다. 어떤 경우에는 사고특성을 적절히 예측하기 위하여 실제 시험이나 실험이 필요한 경우도 있다. 그리고 사용된 계산절차에 상관없이 입력요소(parameter)들의 불확실성 및 제한사항들의 영향을 결정하기 위하여 민감도 해석이 수행되어야 한다.

2) 성능기준(performance criteria)의 개발

성능기준이란 관련 SOLAS 규정의 요구에 대한 정량적인 표현이다. TAD의 요구 성능(required performance)은 성능기준의 형태로 수치적으로 정의되며 성공적인 AD&A를 확보하기 위하여 필요한 허용한계(tenability limit) 혹은 다른 기준(criteria)을 포함할 수 있다.

만약 선박안전을 위한 대체설계 및 배치에 대한 성능기준이 novel 혹은 unique한 특성으로 인하여 규정(prescriptive regulation)으로부터 직접 결정될 수 없다면, 동등한 수준이 유지되는 허용 가능한 설계(prescriptive design)에 공통적으로 사용된 성능(intended performance)의 평가로부터 개발될 수 있다.

성능기준은 승객 및 승무원의 생존성과 관련되는 인명안전에 관한 기준, 사고의 물리적인 영향으로 표현할 수 있는 선박구조 및 관련 시스템의 손상에 대한 기준, 그리고 대기 및

해양환경에 미치는 영향과 관련한 환경 손상에 대한 기준 등으로 구분할 수 있다.

참고로, 다음은 SOLAS II-2로부터 직접 도출된 화재확산 예방과 관련한 성능기준의 예이다.

1) SOLAS제2-2장 규칙2:

- 화재안전목표:
  - 화재 및 폭발을 발생한 구역 안에서 차단, 통제 및 진압한다.
  - 화재안전목표를 달성하기 위한 기능요건들 중의 하나:
    - 거주구역을 방열 및 구조상의 경계에 의해 선박의 다른 부분으로부터 격리함

2) SOLAS제2-2장 규칙3:

- A급 구획 정의:
  - 다음에 열거하는 시간 내에 화염에 노출되지 아니한 쪽의 평균온도가 최초의 온도보다 섭씨 140도를 초과 상승하지 아니하도록 승인되고 또 이음매를 포함한 어느 한 점에서의 온도도 최초의 온도보다 섭씨 180도를 초과 상승하지 아니하도록 승인된 불연성 재료로 방열이 시공되어야 한다.

“A-60” 급	60분
“A-30” 급	30분
“A-10” 급	15분
“A-0” 급	0분

3) TAD의 평가

예비분석 과정에서 생성된 모든 정보 자료와 설계 시 고려되는 사고(design casualty)의 사양은 평가 프로세스의 입력으로 이용된다. 평가 프로세스는 필요한 (예비분석과정에서 정의된 범위를 기초로) 평가의 수준에 따라 달라질 수 있지만 그림 1에서 제시하는 절차를 따른다.

선택된 TAD는 그것이 동의된 안전여유치(safety margin)를 고려한 성능기준을 만족하는지, 바꾸어 말하면 규정에 의한 설계(prescriptive design)와 동등한 수준인지를 확인하기 위한 시나리오에 의한 설계에 대하여 분석되어야 한다.

어떤 특정 분석에 요구되는 엔지니어링 노력의 수준은 그 규정상의 요구사항(prescriptive requirement)에 대한 제안된 AD&A의 동등한 정도(equivalency)를 확인하는데 요구되는 분석의 수준(level of analysis)에 좌우된다. 당연히, 대체설계

및 배치에 의하여 영향을 받는 선박의 구성품, 시스템, 운용 및 부품이 많을수록 분석의 범위는 커질 것이다.

최종 AD&A는 요구되는 성능기준 및 안전여유치를 만족하는 TAD들로부터 선정된다.

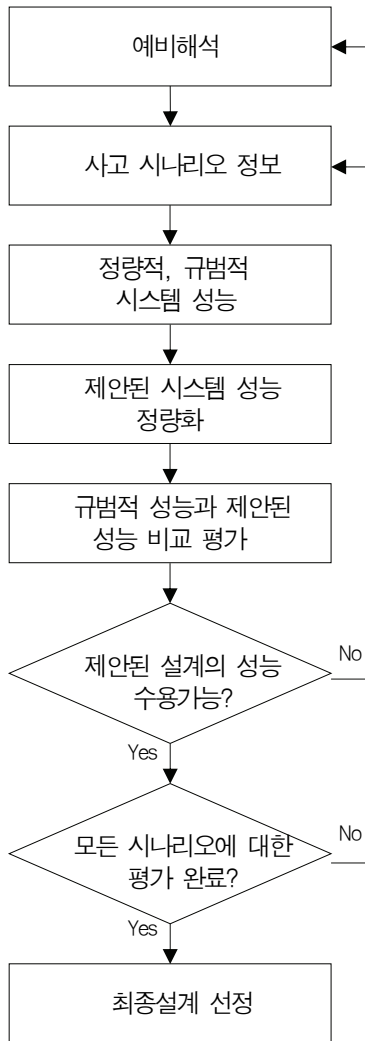


그림 1. Alternative design and arrangements process flowchart

### 3.3 문서화 (Documentation)

대체설계는 규정상의 요구사항(regulatory prescribed requirements)과 상당한 차이(deviation)를 포함할 수 있기 때문에 그 과정은 자세히 문서화되어야 한다. 이는 미래에 요구되는 설계의 변경이나 기국(flag State)의 변동 시 요구되는 기록(record)을 제공하며, 아울러, 미래 설계에 적용할 수 있는 정보를 제공한다. 대체설계 혹은 배치의 승인을 위하여 제공되어야 하는 정보는 다음과 같다.

1. 해석 및 설계의 범위;
2. 도면 및 사안을 포함한 대체설계 혹은 배치에 대한 설명;
3. 초기분석 (preliminary analysis) 결과:
  - 3.1 설계팀의 구성원 (자격 포함);
  - 3.2 평가하고자 하는 시험설계 및 배치 (trial alternative design and arrangements)에 대한 설명
  - 3.3 관련 SOLAS 규정 및 요구사항에 대한 discussion
  - 3.4 위험요소의 식별 (hazard identification);
  - 3.5 위험요소의 서열화(enumeration of hazards);
  - 3.6 위험요소의 선정(selection of hazards); 그리고
  - 3.7 계획 재난시나리오(design casualty scenarios)에 대한 기술;
- 4 정량적 분석 결과:
  - 4.1 계획 재난시나리오(design casualty scenarios);
    - 4.1.1 핵심적인 가정(critical assumptions);
    - 4.1.2 초기조건(initial conditions);
    - 4.1.3 공학적 판단 (engineering judgements);
    - 4.1.4 계산 절차 (calculation procedures);
    - 4.1.5 시험 자료(test data);
    - 4.1.6 민감도해석 (sensitivity analysis); 그리고
    - 4.1.7 일정 (timelines);
  - 4.2 성능기준(performance criteria);
  - 4.3 성능기준에 대한 시험설계안의 평가;
  - 4.4 최종 대체설계 및 배치 안에 대한 설명;
  - 4.5 시험, 검사 및 유지보수 요구사항; 그리고
  - 4.6 참고자료.

아울러, 다음의 정보는 정부의 승인문서와 함께 항상 선박에 보관되어야 한다.

- 중요한 설계 가정(assumptions) 및 특성(features)을 포함한 해석, 혹은 설계의 범위
- 도면 및 사안을 포함한 대체설계 및 배치에 대한 설명
- 영향을 받는 SOLAS의 관련 규정 목록
- 공학해석 결과의 요약 및 승인의 근거
- 시험, 검사 및 유지보수 요구사항

정부가 이 지침에 따라 AD&A를 승인 했을 때에는, 그 승인에 관련한 적절한 기술정보를 주어진 보고서 형식으로 요약하여, 회원국에 회람될 수 있도록, IMO에 제출하여야 한다.

또한 정부가 이 지침에 따라 AD&A를 승인 했을 때에는, 이에 따른 관련 증서를 발급해야 한다.

## 4. 선박설계에서의 적용방안

최근 선박의 안전 및 해양오염방지를 위해 도입되고 있는 위험도 기반 방법론의 적용분야는 선박설계(design), 관리(management) 및 규정제정(regulation and rules)이며, 특히 설계분야에서는 대체설계 및 배치(AD&A)와 위험도 기반 설계(risk based design: RBD)로 나눌 수 있다.

현재 AD&A의 선박설계에 적용 가능한 분야를 세분화하면 SOLAS Chapter II-1, II-2, III에서 명시된 것과 같이 선박의 기관실 배치, 구획배치, 안정성, 전기장치 설치, 구명장비 배치 및 구조분야이다.

기존 전통적인 형태(conventional type)의 선박인 벌크선, 컨테이너선 및 유조선 등과 같은 선종에 대해서 현재 조선소에서는 많은 설계 및 건조실적을 바탕으로 설계가 수행되고 있기 때문에 AD&A를 적용하기는 부분적으로는 가능하나 전체적인 설계과정에 적용하기는 힘들 것으로 여겨지며, 새로운 선박 또는 고부가가치 선박의 경우에는 보다 높은 안전성 및 해양오염방지 확보를 위해서 SOLAS에서 명시한 분야를 비롯한 전체적인 설계과정에서 AD&A를 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

선박설계 단계별로 AD&기술의 적용방안에 대해서 간략하게 살펴보면 다음과 같다.

- 예비(preview) 단계:
  - 위험도 기반 설계가 필요한 분야를 결정
  - 해석의 범위 결정(위험도 허용 기준, 위험도 평가 기준 등)
- 직접적인 설계수행 단계:
  - 초기 및 기본설계 단계에서 수행
  - 선박의 각종 시스템(기능, 배치, 공간, 주요 구성품 등) 정의 및 배치
  - 시스템 요구사항(안전, 환경, 운용) 정의
- 해석단계:
  - 신선박 설계를 위한 탈출, 교육 및 유지보수 해석
  - 위험모델(risk model) 개발
  - 구조신뢰성 및 각 구성품들의 신뢰성 해석

AD&A의 선박설계에 적용으로 얻게 되는 기대효과에 대해서 살펴보면 다음과 같다.

- 미래 한국을 이끌 신성장동력(녹색기술분야, 그린수송시스템)으로 선정된 바 있는 WISE선박(LNG 운반선, 대형컨테이너선, 크루저 등 신개념/고부가가치 선박) 및 FPSO 등 해양구조물의 안전설계 및 검증을 위한 기반기술 확보
- IMO GBS의 개발 즉, 선박의 안전 목표, 기능요건, 검증체계 및 평가기준의 설정 단계에서 국내 보유기술 및 산업 환경 반영을 통한 국제해사기술 규정 및 표준 주도
- LNG운반선, 대형컨테이너선 등 우리나라의 주력 선종에 대한 GBS 개발 및 관련 기술표준의 개발과 국제표준화 주도를 통한 Rule-Taker에서 Rule-Maker로의 위상 전환
- 주요 조선경쟁국과의 시장우위요소가 가격경쟁력에서 기술 경쟁력으로 전환되는 시점에서 국제해사 법규 및 기준(Rule & Standard)의 개발 및 주도는 산업계 전반의 Paradigm을 전환을 주도할 수 있는 기술적 기반을 확보할 수 있음

## 5. 결론

해상안전과 해양오염을 방지하기 위해 지속적인 법규의 제정과 강화에도 해양사고는 지속적으로 발생하고 그 피해도 점차 대형화하고 있는 추세이다. 따라서 이러한 사고를 줄이기 위해서 선박설계 단계에서부터 기존의 방법론이 아닌 새로운 설계기술의 도입을 시도하여 왔으며, 이러한 요구를 만족하는 대체설계 및 배치(AD&A)도 IMO에서 인정하는 방법론으로 SOLAS 협약 및 관련 규정을 적용함에 있어 규정요건과 차이가 있더라도 동등 혹은 그 이상의 안전 수준을 만족하는 경우에는 그 대안(alternatives)을 인정하는 방법론이다.

전통적으로 유럽은 선박안전 및 환경보호 관련 국제기준의 개발을 선도해 왔으며, 최근에는 기존의 'Reactive' 개념에서 'Proactive' 개념으로 안전 및 환경보호에 대한 패러다임의 변화를 통하여 해운산업의 주도권을 지속적으로 확보/유지하고, 극동 조선산업 국가들과의 차별화를 위한 전략적 수단으로 "위험도 기반 접근방법론"을 기초로 한 안전설계 및 관련 법규체계를 개발하고, 그 결과를 IMO에 제출함으로써 이를 기정사실화 하고 있다.

IMO에서는 선박의 안전수준을 보다 향상시키기 위한 새로운 방법론으로 SLA(Safety Level Approach) 기반의 GBS 및 Generic GBS 개념을 도입하였고, 기존의 법규가 보장하지 못하는 새로운 개념의 선박에 대해서는 기존 규정요건과

비교하여 동등 혹은 이상의 안전수준을 보장할 경우, 이를 위한 대체설계 및 배치(alternative design and arrangement)를 허용하고 있으며 점차 그 적용대상을 확대하고 있다. 특히, 최근 IMO에서 논의되고 있는 SLA 기반 GBS는 대체설계 및 배치의 개념을 선박 전체에 적용 가능한 새로운 regulatory framework이다.

따라서 선박의 안전설계를 위한 새로운 개념의 접근방법인 대체설계 및 배치 기술은 차별화된 설계기술력의 확보는 물론 고부가가치 선박의 핵심적인 설계기술이며, 나아가 GBS 체제에 능동적인 대응전략이 될 것이다.

향후 세계 1위의 조선해양국가로서의 위상을 지속적으로 유지하기 위해서는 먼저, '2010년 산업원천기술개발사업'을 통해서 대체설계 및 배치 기술을 비롯한 위험도 기반 안전설계기술의 자립화를 완성하고 2007년부터 수행 중인 'IMO의 신개념선박건조기준 (GBS) 대응 기술표준 개발' 사업을 통해 LNG운반선, 대형컨테이너선 등 우리나라의 주력 선종에 대한 Generic GBS 및 관련 기술표준의 개발과 국제표준화 주도하여 Rule-Taker에서 Rule-Maker로의 위상전환이 필수적이다.

## 참고 문헌

- MSC81/WP.6 Annex 2 Draft MSC Circular Guidelines on alternative design and arrangements for SOLAS Chapter II-1 and III

- SOLAS 99/00 Amend/II-2/Reg.17 Alternative design and arrangements
- MSC/Circ.1002 Guidelines on alternative design and arrangements for fire safety
- ABS Guidance notes on Alternative design and arrangements for fire safety, January, 2004.
- Annual Public Report: Design, Operation and Regulation for Safety (SAFEDOR), February 28, 2006.
- MSC.1/Circ.1212 Guidelines on alternative design and arrangements for machinery(SOLAS Ch.II-1/Reg.55) and life-saving appliances (SOLAS Ch.III/Reg.38)



이 순 섭

- 1966년생
- 2005년 부산대학교 공학박사
- 현 재 : 경상대학교 조선해양공학과 조교수
- 관심분야 : 선박안전설계, CAD/CAM
- 연락처 : 055-722-9191
- E-mail : gnusslee@gnu.ac.kr



이 종 갑

- 1954년생
- 1977년 부산대학교 조선공학과 졸업
- 현 재 : 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 책임연구원
- 관심분야 : 해양안전, 위험도기반설계
- 연락처 : 042-866-3411
- E-mail : jklee@moeri.re.kr

## 인력선-솔라보트 축제 통영 2011

- 일시 : 2011년 8월 10일(수) ~ 12일(금)
- 장소 : 통영시 도남만 요트 마리나
- 주최 : 대한조선학회, 충남대학교 공과대학, 한국해양연구원
- 주관 : 충남대학교 공과대학 선박해양공학과