

최신 국제 협약과 선박의 일생

박한채, 박지윤 (주한진중공업, 기본설계팀)

서론

선박의 안전과 국제환경 오염 방지를 위해서 국제해사기구는 설계, 제조뿐만 아니라 운항, 관리, 항만 통제, 최종 Ship Recycling까지 선박의 life cycle 전체를 국제 협약의 틀에서 관리하려고 하고 있다. 선박의 최초 설계에서부터 최종 Ship Recycling까지 관련된 최근 국제 협약의 동향을 살펴보고 관련 산업계의 영향 및 향후 방향을 알아보하고자 한다.

본론

최초 선박의 주 동력원은 자연의 힘과 인력으로 구동 되었으며 재료 또한 나무를 이용한 친환경적 선박이라고 할 것이다. 산업기술의 발달로 인해 steam, turbine, diesel, 등의 추진기관을 단 선박이 등장 하였으며, 강선과 용접에 의한 선박 건조가 가능하게 되었고 선박의 대형화, 고속화로 지속적으로 발전 하였다. 이에 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)에서는 잦은 해상 사고와 환경오염을 막기 위해 지속적인 노력을 기울여 여러 협약을 만들게 되었고 이제는 배의 life cycle 전체를 국제협약의 틀 안에서 통제함으로써 선박의 안전을 획기적으로 향상시키기 위해 GBS(Goal Based Standard)를 제정하고 신개념의 선박 건조 협약을 진행 중에 이르렀다.

1. 설계 및 건조

최근의 국제해사기구의 움직임은 기존의 협약 및 RULE을 제 검증하고 새로운 개념의 협약을 제정 하여 선박 설계 단계에서부터 더 안전하고 친환경

적 선박을 요구 한다.

1-1 GBS(Goal Based Standard) 도입

Prestige 선박의 사고 이후 선체 구조 결함으로 인한 해양 사고를 줄이고자 IMO에서 보다 근본적으로 접근 시도가 대두되어 기존의 선급 RULE에 따라 건조되었던 선박의 설계기준 및 건조과정을 국제협약의 틀 안에서 통제함으로써 선박의 안전을 획기적으로 향상시키기 위한 새로운 개념의 IMO의 법규체계를 각 5단계로 구분하여 제정하였다.

GBS의 TIER 구조를 보면(Fig.2) TIER I의 GOAL에 따라 기능 요건(TIER II)이 만들어지고 그러한 기능요건을 만족할 수 있는 Regulation과 Rule등이 제정되고(TIER IV) 이러한 Regulation과 Rule등이 합당한가를 검증하는 단계(TIER III)를 거치게 되고 산업계의 표준과 각종 PRACTICES들은 이러한 협약과 Rule를 만족하기 위해 변화되어야 한다. 결국 협약의 변화가 새로운 기술의 개발과 설계, 조

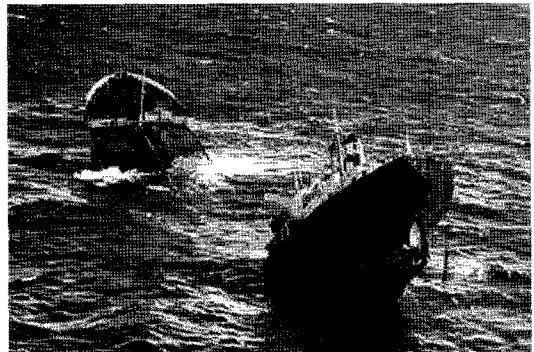


Fig 1 "Prestige" 사고(2002.12)

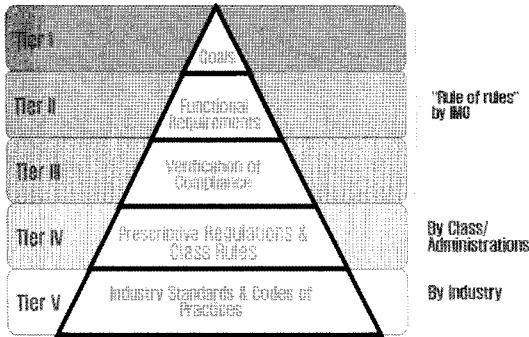


Fig. 2 GBS FRAMEWORK

선소 생산의 변화 및 관련 산업계 전반의 변화를 요구 한다.

1-2 CSR(Common Structure Rule)

이러한 국제해사기구의 행보에 국제선급연합회(IACS, International Association of Classification Societies)는 현재까지 각 선급 별로 다른 선급 규칙에 대해 공동 규칙 CSR(Common Structure Rule)을 만들게 되었고 이를 국제해사기구는 전문가 그룹을 형성하여 GBS의 TIERIII에 해당하는 검증 단계를 거쳐 곧 SOLAS에 채택할 예정이다. 이 CSR에 의해 TANKER와 BULK 선의 경우 공통 규칙에 맞게 설계를 진행하여야 한다. 이로 인해 각 선급 별 상이한 설계를 통일할 수 있으나 더 강화된 요구사항으로 강제는 증가하고 결국 선가가 상승하게 된다. 뿐만 아니라 조선소에서는 설계의 투명성 측면에서 SCF(Ship Construction Files)를 제공하여야 하므로 도면 보안과 지적재산권 문제도 발생하게 된다.

1-3 New Sub-division Damage Stability

복원성의 측면에서도 더 강화된 손상 시 복원성을 요구하게 되어 IMO에서는 SOLAS(The International Convention for the Safety of Life at Sea)에 New Sub-division Damage Stability 채택하

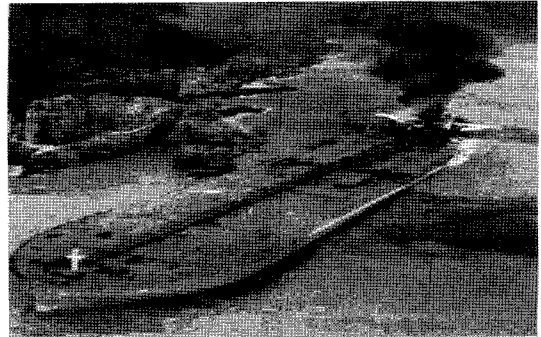


Fig. 3 “씨프린스” (1995.07)

여 2009년 01월 01일부터 적용하게 되었다.

기존의 손상 가정 경우인 Deepest / Partial draft 에 Light service draft를 추가 하고 요구구획지수 및 도달구획지수 등을 강화하였다. 이로 인해 건화물 선의 수밀격벽이 추가 또는 변경되고 컨테이너선의 경우 컨테이너의 감소를 초래하게 되었다.

1-4 연료유 이중화

오염과 환경에 대한 여론 강화, 해양환경오염 규제 범위가 확대 됨에 따라 IMO에서는 MARPOL (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships)에 연료유 탱크 이중화를 채택 됨으로써 TANKER의 CARGO HOLD 보호뿐만 아니라 모든 연료유가 이중선체로 보호 되거나 그렇지 않은 연료유 탱크는 최소한의 양으로 규정해 놓았다. 특히 컨테이너와 같이 대용량의 연료유를 요하는 선박에는 화물창 일부를 연료유 저장 Tank로 배치하여야 하므로 화물 용량이 줄어들게 되고 기존의 컨테이너 설계는 새롭게 설계 되어야 한다. 뿐만 아니라 Engine Room Space 부족으로 장비 배치 또한 힘들어 진다. 이는 선가의 증가로 이어 진다.

1-5 대기오염

선박에 의한 대기오염의 감소를 위해 SOx 기준

강화, Controlling emission of PM, VOC 규제 등과 NOx CODE 개정으로 단계별로 NOx 배출량을 줄이게 하였다. NOx CODE Tier II에서는 2011년 1월 1일 이후 건조된 선박에 탑재되는 디젤엔진의 경우 in-engine design modification으로 적용하여야 하고 Tier III 2016년 1월 1일 이후 건조된 선박에 대해 적용된다. 이에 엔진 업체는 새로운 기술 개발 및 보조 기기를 생산에 박차를 가하고 있다. 조선소의 경우 신조 계약 시 고려하여야 한다. 이렇듯 새로운 협약의 제정은 조선 설계뿐만 아니라 업계 표준을 바꾸고 기술 개발의 동기를 부여하고 있다.

GHG(Green House Gas)

전세계적 이슈인 지구 온난화(Green House Gas)에 가장 큰 악 요인인 CO₂ 감소를 위해 전세계가 많은 노력을 하고 있다. 이에 국제해사기구는 선박에 의한 CO₂ 방출량을 감소시키기 위해 MEPC에서 본격적으로 논의되고 있다. Energy Efficiency Design Index(EEDI)를 만들고 있으며 Base Line를 설정하고 이 기준에 맞게 배를 설계하여야 한다.

$$\frac{\sum CO_2_{propulsion} + \sum CO_2_{NMSL} - \sum CO_2_{RED}}{Capacity \cdot V_{ref}}$$

CO₂ index를 낮추기 위해서는 분자의 항목을 낮추고 분모의 항목을 증가 시켜야 한다. 분자의 감소를 위해 엔진효율을 향상시켜 파워 및 가스 배출량을 줄이고 에너지 Saving 장치 등이 필요하며, 분모를 키우기 위해 속도와 재화중량을 증가시켜야 한다. 또한 설계 초기 단계에서부터 이 값은 확인이 되어야 하고(Model test등) 최종적으로는 시운전을 통해 확인 될 것이다.

속도를 증가시키기 위해서는 엔진 마력 증가와 재화중량의 감소가 불가피하다. 즉 설계자는 최적의 선형 및 추진기를 설계하고 최적화된 엔진 선정하여야 하고, 엔진 업체는 엔진효율을 향상시켜야 한다.

이로 인해 설계 능력이 나후되면 선박 건조 자체가 불가하게 되므로 설계 능력의 중요성이 극대화 될 것이다.

1-6 밸러스트수 규제

밸러스트수로 인한 해당 국가의 해상 오염이 심각해짐에 따라 입항전에 Ballast 교체를 의무화 하게 되고 현재는 D-1 밸러스트수 교환기준에 맞게 설계가 되고 향후 모든 선박은 D-2 처리장치 설치를 의무화 하여야 한다. 처음 이 기술이 논의되었을 때는 처리 기술이 전무한 상태였지만 협약을 제정하고 시행 함에 거리낌이 없었고 이로 인해 관련 산업계 전반의 큰 이슈가 되었고 관련기술의 발달을 가져오게 되었다. 현재 최종 승인 업체의 수도 늘어나고 있다. 선주 또한 향후 기기설치를 위해 미리 ENGINE ROOM에 공간 확보를 요구하고 신조 건조 시 설계에 반영하게 되었다.

| 규칙 | 통과기준 | GW Tonnage 용량 | -08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|-------------|---------------|-----|------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 기존선(Existing ships) : 2009년 전에 건조된 (= 용량기준) 선박 신규선(新造) : 2009년 이후에 건조된 (= 용량기준) 선박 | | | | | | | | | | | | | |
| B-3.1.2 | <2009 | <1500 | - | D-1 | D-2 | | | | | | | | |
| B-3.1.1 | <2009 | 1500 ~ 5000 | - | D-1 or D-2 | | | | | | | | | |
| B-3.1.2 | <2009 | >5000 | - | D-1 or D-2 | | | | | | | | | |
| 신선(New ships) : 2009년 이후에 건조된 (= 용량기준) 선박 Assembly 25는 2009년 건조된 항속승인된 처리장치 기 유해성 평가 결과 불거함을 인식하고, 2009년에 건조된 (= 용량기준) 밸러스트수 용량 5000 M3 미만의 선선의 경우 D-2 요건을 두 번째 안전장치설치까지 만족하여야 하며, 2011년 12월 31일 초교에서는 안 통용 당시에는 참고하는 Res.A.1095(25)를 채택하였고, 또한, 2010년 이후 건조되는 선박에 대해서는 MEPC 58차에서 승인 예정함. | | | | | | | | | | | | | |
| B-3.2.1 | ≥2009 | <5000 | | | | | | | | | | | |
| B-3.2.2 | 2009 ~ 2011 | ≥5000 | | | | | | | | | | | |
| | ≥2012 | | | | | | | | | | | | |

* D-1 : 밸러스트수 교환기준, D-2 : 처리장치 설치

1-7 도장

선박의 도장에 의한 환경 오염과 부식으로 인한 안전성 저하로 인해 국제해사기구는 보호도장성능 규정을 신설하고 시행함으로써 획기적으로 도장에 의한 안전사고 및 오염을 제어하게 된다.

보호도장성능규정 (PSPC : Performance Standard for Protective Coatings)의 강제화로 도막의 조기 손상 방지와 내구연한 15년 목표의 새로운 표준이 정립됨에 따라 조선소의 경우 표면처리 등의 공기의

증가 및 시설의 근대화 등이 필요하며 건조 능력 향상이 필요하다. 이는 도장뿐만 아니라 건조의 상당한 영향을 미치게 되었고 결국 선가 상승이 불가피하게 된다.

선박 유해 방오 시스템의 규제에 관한 국제협약(AFS, International Convention on the Control of Harmful Anti-Fouling Systems on Ships)으로 해양 생태계에 악영향을 미치는 선박용 유기주석(TBT) 성분 방오 도료의 사용이 금지됨으로써 관련업계인 도료업체의 새로운 도료 개발 이루어지고 도료로 인한 환경 오염을 크게 줄일 수 있게 하였다.

1-8 인적 요소 고려

선박 해상 사고의 대부분이 선원들의 부주의 및 항해 미숙으로 인한 것이다. 이에 선박 설계 단계에서부터 선박 자체의 안전뿐만 아니라 선원들의 편의와 안전 위한 설계에 더욱 관심이 커지고 있다. 또한 빈번한 해적 출현으로 도발 방지 위한 설계 변경, 감시 장치 설치, 해적 도발 방지 선실 설계 등이 개발 되고 있다.

ILO에서는 선실 설계 시 적용되어야 하는 최소한의 요구 사항이 있으며, MLC (Maritime Labour Convention) 기존의 ILO 에서 Maritime 관련 요구 사항만을 별도로 분리하여 구성하여 좀 더 선원들의 편의를 증가 시키는 방향으로 발전 시켰으며, 뿐만 아니라 선박 운항에 편리함과 조정에 불편함을 없애기 위해 Bridge Design (IMO Cir1.982, IACS UI SC181)이 제정되고 이를 선주들이 요구하고 있다.

1-9 선박 재활용 (Ship Recycling)

2009년 5월 홍콩에서 개최된 IMO 외교회의에서 '선박재활용 협약' 이 채택되고 채택된 협약은 규정된 발효요건을 만족하게 되면 정식 발효가 된다. 지금까지의 협약 발효과정을 볼 때 발효까지는 약 6-7년이 소요되리라 예측되지만 발효까지 여유가 있

다고 하더라도 결국 규정을 만족해야 하므로 선주는 '위험물 목록표'에 대하여 발효 전에 작성을 요구할 가능성이 있다. 따라서 설계단계에서 장비업체에게 협약 채택을 알리고 위험물 목록을 준비하도록 독려할 필요가 있다.

2. 운항, 경영

국제해사기구는 설계와 건조에서 보다 안전하고 튼튼한 배를 요구하고 있지만 선박의 운항 시 안전, 환경, 경영 분야에도 협약의 틀에서 관리하고 있다.

특히 CO2 감소에 위해 Energy Efficiency Operational Indicator(EEOI) 만들어 운항 시 CO2 배출을 제한하게 된다. 한번 운항 때 최대한 많은 Cargo를 빠르게 운송 하여야 한다.

2-1 국제안전경영코드(ISM, International Safety Management Code)

이 코우드의 목적은 선박의 안전경영 및 안전운항과 오염 방지를 위한 국제기준을 제공하기 위한 것이다. 이로 인해 선박 운영의 일반적인 사항을 권고 함으로써 운영 및 운항의 전반적인 사항을 정립하게 된다.

2-2 국제선박 및 항만시설 보안 코드(ISPS, International Ship and Port Facilities Security Code)

2002년 12월 런던에서 개최된 해상보안에 관한 외교회의(The Diplomatic Conference on Maritime Security)에서는 해상보안의 강화를 위하여 1974년 해상인명안전협약의 새로운 규정 및 본 코우드를 채택하였다. 이러한 새로운 요건들을 통하여 선박과 항만이 서로 협력하는 가운데 해상수송분야의 보안을 위협하는 행위들을 감지하고 막을 수 있는 국제적인 체제가 형성될 수 있도록 하였다. 이로 인해 선주들은 해적 침입 방지를 위한 추가 적인 장비 및 설비를 요구 하고 있다.

3. 항만국의 기능 강화 통제

항만국 통제 (Port State Control, PSC) 란 선주, 선급 및 기국(Flag State)이 국제협약에서 요구하는 사항의 이행여부를 선박이 입항하는 항구의 항만당국이 확인하고 점검하는 것이다.

최후의 안전장치로서의 항만국 통제는 해상에서의 인명안전과 해양오염방지의 측면에서 중요한 역할을 하고 있다

선주, 선급 및 기국(Flag State)이 국제협약에서 요구하는 사항의 이행여부를 선박이 입항하는 항구의 항만당국이 확인하고 점검하는 것이다.

또한, 협약의 이행에 대한 모든 권한이 기국에 있음에도 불구하고, 당해 항만당국은 발견된 결함사항에 대하여 출항하기 전까지 시정을 요구할 수 있는 권한이 있다.

즉, 모든 국제협약의 준수는 기국주의를 근거로 하고 있었으나 현재는 입항국 주의를 같이 채택하고 있다.

그런데 중요한 사실은 그 책임만은 철저한 기국주의를 채택하고 있다. 최근 환경의 중요성이 전 세계적으로 확산되면서 항만국 통제의 중요성도 점점 확대되고 있으며, 이는 항만당국으로 하여금 항만국 통제의 점점 강화를 유도하고 있다.

- U.S. Coast Guard(USCG)
- Paris MOU (Europe and North Atlantic region)
- Tokyo MOU (Aisa-Pacific region)
- Acuerdo de Vina del Mar (Latin American region)
- Caribbean MOU (Caribbean region)
- Mediterranean MOU (Mediterranean region)
- Indian Ocean MOU (Indian Ocean region)
- Abuja MOU (West and Central African region)
- Black Sea MOU (Black Sea region)

4. 선박 재활용 (Ship Recycling)

선박이 수명을 다하고 나면 그 선박은 해체되게 된다. 하지만 그 과정에서 열악한 환경과 위험한 물질에 무방비로 노출됨에 따라 국제해사기구는 선박 재활용 협약을 개정하고 발효하게 된다. 이 협약으로 인해 선박의 최종 단계까지 국제협약의 틀 안에서 관리할 수 있게 된다.

우선 재활용을 위한 선박 디자인, 선박 건조방법, 운영에 따른 기초 설비의 건설 등 초기건조에 관한 영역과 선박 재활용 기능의 안전한 환경 친화적인 설비의 가동 등 건조 후 재활용 시설에 관한 영역, 그리고, 조약의 시행과 더불어 강제성을 가질 수 있는 조사, 증명서를 포함하여 감시 보고서에 이르는 시스템의 확충 영역으로 나타낼 수 있다

선박의 재활용을 위해 조선소는 수리 시 들어가는 물품의 업데이트된 재고목록을 정립해야 하고, 또한 선주는 이미 사용되고 있는 재고목록을 준비해야 한다. 지침서는 누가 그리고 어떤 재고목록을 집계하고 업데이트해야 하는지를 나타내 주게 될 것이다.

5. 향후 선박 설계 시 고려사항

앞서 살펴보았듯이 선박의 계약에서부터 재활용까지 어디 한곳 국제 협약이 영향을 미치지 않는 부분이 없으며 중요치 않은 부분이 없다. 하지만 시작의 단추를 잘 끼워야 되듯이 설계는 선박의 탄생

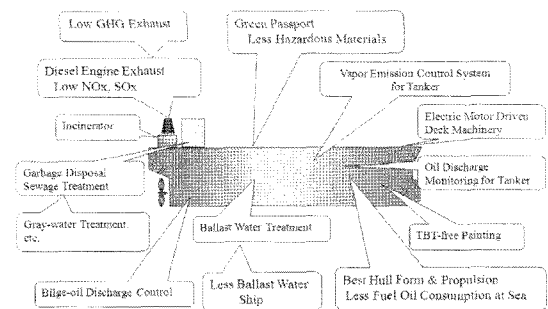


Fig.4 선박에 미치는 주요 국제 환경 규제

준비 단계이며 설계에서 놓치게 되면 건조자체가 불가 할 수도 있게 되었다. 최근의 국제해사기구의 관심은 안전과 환경 보호를 위해서 새로운 패러다임을 제시하고 시행하고 있다. 설계자 분들은 안전에 있어서 GBS-Safety Level Approach 방법과 환경에 있어 EEDI 등의 새로운 개념에 능동적으로 대처하고 예상하고 준비하여야 한다.

특히 환경 규제에 관한 협약들은 선박의 모든 부분에 걸쳐 나타나고 있으며(Fig.4) 이를 위해 설계 단계에서 전문가에 대해 환경과 관련된 사항을 검토 반영하여야 한다.

뿐만 아니라 새로운 개념의 에너지 Saving Device와 획기적인 설계 능력 향상, 엔진 개선 등이 필요하다. 현재 각 선급은 연료전지에 대한 새로운 Guide line를 만들고 있으며, 태양에너지, 풍력을 이용한 방법 및 신개념의 설계, 환경 친화적 설계를 위해 모든 관심을 기울이고 있다.

결론

지금까지 살펴본 최근의 협약을 보면 국제해사기구에서는 선박의 설계, 건조, 운항, 운영 및 최종 재활용에까지 선박의 전체 Life cycle를 국제협약의 틀 안에서 통제하여 관련 산업 기반 전체의 표준화를 도모하고 있다.

뿐만 아니라 기존의 패러다임을 변화시키고 Goal 자체를 강화하고 채택하는데 막힘이 없다.

기존의 협약 채택 시 고려된 방식은 Bottom-up 방식으로 산업계의 변화된 기술을 선박에 적용하였으나 앞서 살펴본 바와 같이 작금의 협약은 Top-down 방식으로 Goal를 변화시키고 기능 요건을 강

화 시켜 결국은 관련 산업계가 그 기능을 만족 시킬 수 있는 새로운 제품을 생산하게 만들고 있으며 업계는 새로운 기술 개발에 박차를 가해야만이 살아 남을 수 있게 되었다.

지금이야 말로 새로운 개념의 선박을 연구하고 개발하여야 하는 중요한 전환기라고 할 수 있다. 이 시기를 놓치면 앞으로의 조선산업 세계 1위 자리는 놓치게 될 것이다.

하지만 이러한 변화는 조선 세계1위의 우리의 자리를 더욱더 굳건히 할 수 있는 절호의 기회로 볼 수 있다. CSR, EEDI등은 우리의 설계 기술력을 평가 받을 수 있는 좋은 기회가 될 것이며 까다로운 건조사양은 후발 주자들과의 격차를 더욱 벌릴 수 있는 기회가 될 것이다. 기술력 향상과 더불어 도면 보안 및 지적재산권 보호 등도 우리가 풀어야 과제이다.

참고문헌

1. 제58차 MEPC 주요 결과, (KR, 김성철)
2. SOLAS 2006 Amendment
3. MARPOL 2006 Amendment
4. ISM CODE
5. ISPS CODE
6. AFS Convention 2001
7. Resolution MSC.215(82)/244(83)
8. 한국선급 PSC 소개
9. MSC 84/5/3 Report of the Correspondence Group on GBS, Germany
10. MSC 83/5/5 On the future of IMO GBS, Sweden
11. MSC 80/6/6 GBS-General Principles for Structural Standards, Denmark and Norway

박한채 | 한진중공업 기본설계팀 책임



- 1970년 6월생
- 1995년 부산수산대학교 선박공학 학사
- 관심분야: 선박설계
- E-mail: ahouse@hanjinsc.com

박지윤 | 한진중공업 기본설계팀 팀장



- 1959년 7월생
 - 1986년 부산대학교 조선공학 학사
 - 관심분야: 선박설계
 - E-mail: jypark@hanjinsc.com
-