

# 선박의 손상복원성 규칙과 관련된 IMO의 최근 동향

전 영 기

<(사) 한국선급>

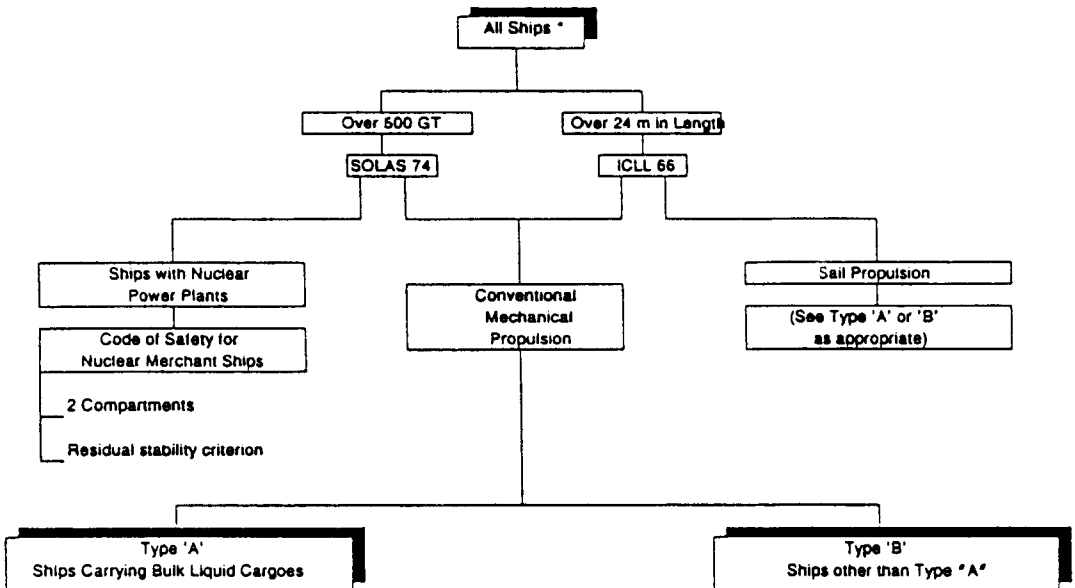
## 1. 서 언

IMO SLF 소위원회(Subcommittee on Stability, Loadline and Fishing Vessels Safety)는

명칭으로부터도 알 수 있듯이 선체의 구조강도를 제외한 선박의 기하학적 형상과 관련된 감항성 문제들, 즉 비손상 및 손상복원성, Loadline, 톤수 관련 사항 등을 다루는 기술 소위원회이다. 본 보

FIGURE 1

DAMAGE STABILITY REGULATIONS FOR MERCHANT SHIPS, PART 1  
(Applicable to ships recently built, under construction or under design)



\* - MARPOL 73/78, Annex I, applies to all ships (and all oil tankers) fitted with cargo spaces which carry over 200 cubic meters of oil in bulk. Annex II applies to all ships carrying dangerous bulk cargoes or noxious liquid chemical substances. The IGC Code applies to all ships carrying liquified gases in bulk.

FIGURE 2

**DAMAGE STABILITY REGULATIONS FOR MERCHANT SHIPS, PART 2**  
(Applicable to ships recently built, under construction or under design)

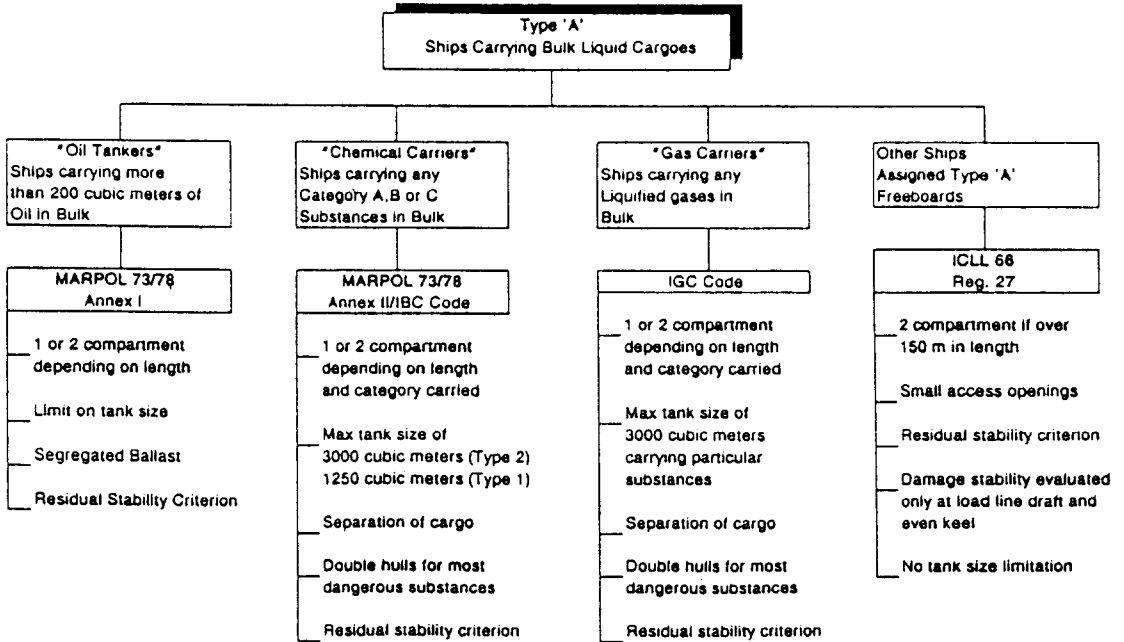
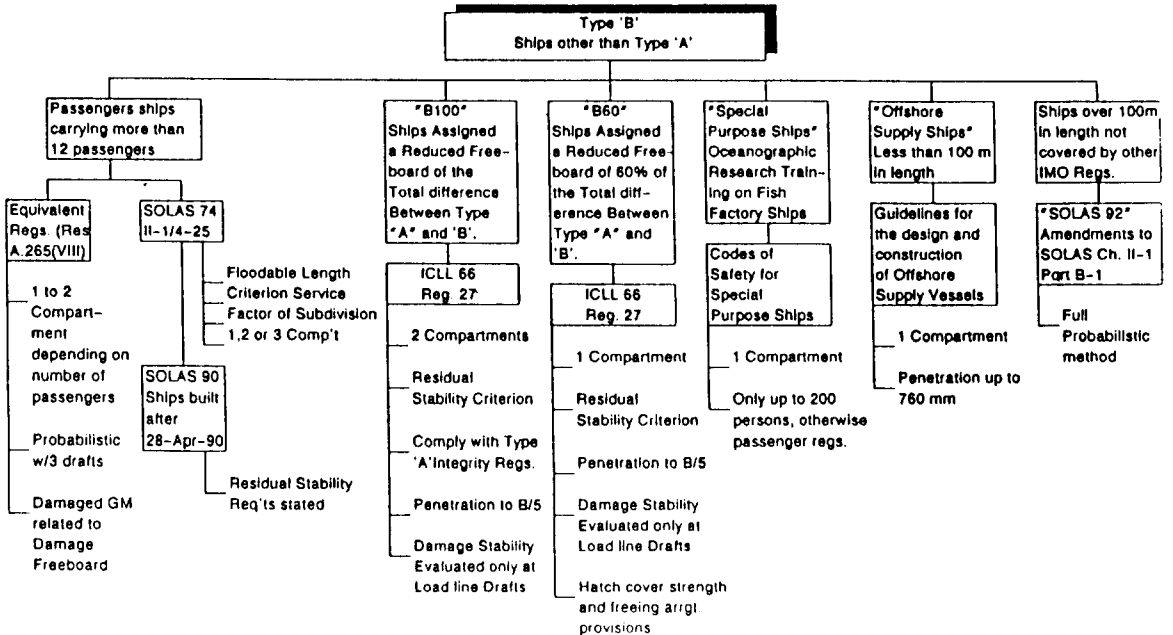


FIGURE 3

**DAMAGE STABILITY REGULATIONS FOR MERCHANT SHIPS, PART 3**  
(Applicable to ships recently built, under construction or under design)



고는 금년 1월 11일부터 15일까지 영국 런던에서 개최된 SLF 37차 회의 결과를 중심으로 선박의 손상복원성과 관련된 최근의 IMO의 동향을 소개하여 국내 관련업계에 최신정보를 제공하고 향후의 대처방향을 논의하기 위함이다.

현존하는 국제협약상의 선박의 손상복원성 규칙을 정리하면 그림 1, 2, 3과 같은데[1], 이들은 결국 손상의 가능성 및 손상 후의 복원능력 또는 생존능력들을 선정함에 있어 결정적인 방법(deterministic method)을 사용하는지 또는 확률적인 방법(probabilistic method)을 사용하는가에 따라 크게 두가지로 구분할 수 있으며 Fig.3의 여객선에 대한 Reg. A265(VIII)와 화물선에 관한 SOLAS Chap II-1, Part B-1(이하 "SOLAS 92")이 후자의 경우에 속한다고 할 수 있다. 이들에 대한 장단점과 자세한 내용은 기히 잘 알려져 있어 여기서는 생략하기로 한다. 다만 확률론적인 방법에 의한 손상복원성 규칙들은 규칙화를 위하여 불가피하게 결정론적으로 정할 수 밖에 없는 부분을 제외하고는 손상 및 손상범위와 손상후의 생존에 관한 확률분포함수를 실선의 손상자료들로부터 도출내 냄으로써 이론적인 근거와 경험치에 의한 근거를 동시에 확보하였다는 것이 특징이며, 이러한 관점에서 앞으로 국제협약에서의 손상복원성 규칙은 점차 확률론적인 방법으로 바뀌어 가는 추세이며 이러한 IMO의 의도를 구체적으로 반영한 실례가 소위 SOLAS 92이다.

## 2. SLF 37차 회의에서 다루어진 손상복원성 규칙의 내용

위와 같은 손상복원성 규칙과 관련하여 금번 SLF 37차 회의에서 다루어진 내용들을 크게 나누어 보면 다음과 같다. 즉

- (1) 기존선에 대한 새로운 손상복원성 규칙의 적용
- (2) SOLAS 92 적용상의 interpretation
- (3) 100m 미만 화물선의 손상복원성 규칙
- (4) 각종 확률론적 손상복원성 규칙의 통일작업(harmonization)
- (5) 기타 사항

이며 각각에 대한 구체적인 결정사항과 향후 추진 방향을 살펴보면 다음과 같다.

### 2.1 기존선에 대한 새로운 손상복원성 규칙의 적용

이는 손상복원성 규칙뿐만 아니라 IMO에서 제정되는 모든 새로운 협약과 관련된 기본적인 문제로서 이에 대한 IMO의 법률적인 기본입장은 신협약에 의하여 기존의 협약이 영향력을 잃지 않는다는 것인데 여기에서 발생할 수 있는 문제가 신협약 발효전에 건조된 기존선에의 적용문제이다. 즉 특별히 명시되지 않은 경우 기존선은 신협약의 영향을 받지 않으나 신협약에 의한 요구기준이 기존협약과 큰 차이가 날 경우 또는 기존선이 협약의 기준항목에 큰 영향을 미치는 개조를 행할 경우 이에 대해 IMO 또는 관련정부는 기존선에 관한 신협약 적용의 권한을 가질 수 있어야 하는데 일반적으로 "to the discretion of the Administration" 등의 포괄적인 문구로만 표시되어 있다.

IMO의 MSC(Maritime Safety Committee : 해상안전위원회)에서는 협약중 이러한 종류의 포괄적인 문구에 의하여 협약의 적용이 국제간 일률적이지 못하다는데 주목하고 앞으로 새로운 협약의 적용시에는 항상 기존선에 관한 문제를 동시에 검토키로 하였다. 그 대표적인 예가 double hull tanker의 의무규정에 따른 현존유조선의 phase-out schedule, 현존 ro-ro passenger 선박의 stability upgrading schedule(MSC/Circ. 574)이다. 손상복원성 규칙에 있어서의 현안문제로는 현존 여객선에 대한 SOLAS 90의 소급적용문제와 기존 화물선 개조시의 SOLAS 92의 적용문제가 대두되어 있으며 전자의 경우 현존여객선에 대하여 필요한 부분이 수정된 MSC/Circ. 574에 의한 손상복원성 지수를 계산한 후 이에 따른 upgrading schedule을 결정하기로 하였으며, 후자의 경우 신협약의 기존선에의 적용은 기존선에 "major modification"이 있을 경우 신협약을 적용하도록 되어 있으나 이의 정의 및 협약의 적용정도에 대하여는 결정하지 못하였다.

## 2.2 SOLAS 92에 대한 interpretation

'92년 2월 1일을 기준으로 적용하고 있는 본 협약은 적용에 있어 해석이 불분명한 부분이 아직도 많은 실정이며, 특히 각종 pipe line에 의한 progressive flooding에 대하여는 많은 이론이 있을 수 있는 부분이다. 금번 SLF 37차 회의에서는 Reg. 25-7, 25-8, 25-9에 대한 interpretation이 있었으며[2], 특히 Reg. 25-8에 관하여는 min.GM curve 작성시의 중간 draft에서의 stability 판단은 KG curve가 아니라 GM Curve를 linear interpolation해서 사용하여야 하며 cargo space의 insulation material이 어느 조건을 만족시키면 그의 volume이 permeability산정시 고려될 수 있다는 것이다[3].

또한 Reg. 25-9에서 개폐상태가 log book에 기록되는 subdivision door에는 Reg. 23-1에서 요구되는 position indicator가 필요치 않는 것으로 해석하였으며, 이러한 interpretation은 MSC Circular로 발행될 예정이다.

## 2.3 100m미만 화물선의 손상복원성 규칙

100m미만 화물선의 구획 및 손상복원성 규칙은 1994년 발효를 목표로 그간 계속 작업이 되어 왔으며 100m 미만의 one hold 화물선이 많은 우리나라의 경우는 직접적으로 관련이 되는 부분이므로 관련자들의 주의가 요망된다. 이제까지 결정된 원칙은 attained index의 계산은 상기 2.2의 100m 이상 화물선과 같은 방법을 사용하되 소형선들임을 감안하여 요구 구획지수(required index)의 값을 기존선의 attained index의 값과 비교한 다음 하향조정한다는 것이다. 이제까지 제안된 요구구획지수의 산식은 영국에 의해 제안된 식과 폴란드의 제안식이 검토되고 있으나 폴란드 제안식의 경우 영국의 식보다 5~10% 큰 값을 주고 있다. 그러나 뒤에 설명될 손상복원성규칙의 통일화 측면에서 폴란드식이 선호되는 있는 분위기이며, 일부 국가들은 아직도 기존선에 대한 적용경험이 더 필요하다는 이유로 인하여 금번 회의에서는 결정되지 못하였으나 '94년 회의에서는 추가자료의 유무를 불구하고 산식을 결정하기로 하였다.

## 2.4 확률론적 손상복원성 규칙의 통일작업

현재 IMO의 손상복원성 규칙 중 확률론적인 근거를 가진 규칙은 여객선에 관한 손상복원성 규칙(Res. A256(VII))과 100m 이상 화물선의 손상복원성 규칙이 있음은 앞에서 본 바와 같다. 그러나 이 두 규칙이 IMO가 보유하고 있는 동일한 손상자료로부터 도출된 식됨임에도 불구하고 세부적으로는 상당히 다르다는 데 문제가 있다.

즉, 손상의 확률 "p"를 정의함에 있어 화물선에서는 손상의 위치 및 종방향 범위를 포함하고 있는데 반하여 여객선에서의 "p"는 종방향 손상범위만을 고려하고 손상의 위치는 별개의 "a" factor로 정의하고 있고 횡방향 손상범위와 관련하여 화물선의 "r" factor는 이중 선체형구조(즉, wing tank)에 대한 장점을 인정해주고 있다. 한편 손상후의 생존확률 "s" factor는 여객선의 경우 손상 model test의 결과에 근거를 둔 반면 화물선의 경우 잔존복원성에 근거를 두고 있다. 이외에 손상복원성 계산에 포함되는 선박홀수의 갯수, 수직방향 침수 범위의 고려여부, 최종 요구 구획지수에 관한 사항 등 많은 차이점이 있다.[4]

이러한 상이점을 극복하기 위한 작업의 한 방향으로 세계적으로 공용될 수 있는 A.265 및 SOLAS 92를 동시에 계산할 수 있는 software의 개발 움직임이 있으며 최근 nordic country에서는 이러한 harmonization을 위한 국제간 project가 진행중이어서 금년중에 마무리 지어질 것으로 발표되어 주목을 끈다. 금번 회의에서는 통일화 작업에 대한 기본방향을 결정하였으며[5], 1997년까지 완료할 것을 잠정적으로 결정하였는데 통일화 작업의 기본 원칙은 다음과 같다.

- (1) Attained index A의 산정은 선종에 관계없이 동일하여야 하며 이에 고려해야 할 사항은 결국 "p"(손상확률), "s"(손상후 생존확률), "R"(요구 구획지수)이다. 다만 여객선의 경우 high speed의 영향이 "p" factor 산정시 고려되어야 하며, "s" factor 산정시 final equilibrium angle의 제한(약 7도 정도)이 있어야 한다.
- (2) 선박의 전 길이에 걸친 local attained index의 확인 및 계산을 통하여 total att-

ained index가 R보다 크더라도 선박의 길이 방향에 걸쳐 상대적으로 손상복원성의 관점에서 취약한 부분이 있을 수 있음에 주의를 기울여야 한다.

- (3) "A" factor의 계산에는 최소 3개 이상의 draft가 사용되어야 한다.
- (4) 구체적인 작업은 손상범위 관련 factor들의 산식통일("p", "r", "v"), 요구 구획지수 "R"의 선종에 따른 결정작업으로 분리하여 수행하여야 할 것이다.

## 2.5 기타 사항

상기외에 결정되지는 못하였으나 중요한 문제 중의 하나가 MSC /Circ.574의 적용에 있어 손상 후 GZ curve에 대한 interpretation이다. 이는 지극히 개념적인 문제로서 손상후 GZ curve를 결정함에 있어 progressive flooding이 일어날 경우 바로 전 상태의 GZ curve를 인정하여 step이 있는 GZ Curve를 사용할 것인지 아니면 progressive flooding 이 완료된 후의 최종 GZ curve만을 사용할 것인지의 문제이나 장시간의 토의에도 불구하고 확실한 결론에 이르지 못하였다.

또한 확률론적인 손상이론과 관련하여 최근 논의되고 있는 문제는 oil tanker의 손상시 가상 기름유출량의 계산방법에 대한 내용인데 좌초에 의한 손상과 충돌에 의한 손상의 확률을 손상자료의 부족으로 인하여 잠정적으로 각각 50%로 결정하였다.

## 3. 결 언

### 3.1 향후 손상복원성 규칙개발에 관한 대비

현재 국내에서는 이제까지 사용하고 있었던 외국으로부터 도입된 선박기본 계산 프로그램에 덧붙여 손상복원성 부분의 프로그램을 추가로 구입하여 사용하거나 자체적으로 이 부분에 대한 프로그램을 작성하여 사용하고 있는 실정이다.

그러나 전술한 바대로 조선 선진국들이 주축이 된 software개발 통일화 움직임으로 볼 때 국내에서도 하루 빨리 이러한 software들에 대한 최소한의 상호 검증 작업이 시급하다고 하겠으며 이 자

리를 빌어 관련자 여러분의 추후 노력을 부탁드립니다. 프로그램 적용상에 있어서는 전술한 각종 interpretation을 참고하시기 바랍니다.

한편 여객선 또는 ro-ro passenger 선박의 경우 국내에는 해당 선박이 그리 많지 않아 상대적으로 큰 문제를 삼지 않아 왔으나 우리나라도 고 부가 가치 선박인 여객선의 수출선 건조를 위하여는 평소 이에 대한 대비가 있어야 할 것이다.

한편 100m 미만 화물선의 경우 동남아를 운항하는 우리나라의 cement 및 log carrier 선과는 직접적인 연관이 있는 문제이나 이에 대한 대책이 국내에서는 거의 미미한 실정이다. 그러나 이러한 선박들을 주 건조대상으로 하고 있는 우리나라 중소형 조선소의 역량과 기술경쟁력 확보 측면을 고려할 때 규칙이 설계상 미칠 수 있는 영향들에 대하여 연구가 되어야 할 것이며, 궁극적으로 전술한 손상복원성 프로그램의 국제범용화 움직임은 국제 조선기술 사회에서의 영업적인 측면도 상당히 내재되어 있다는 사실도 간과되어서는 안될 것이다.

### 3.2 기타 사항

이제까지 한국선급은 선박의 한국의 정부대행 검사권을 수임하고 있는 원인으로 IMO의 각종 기술위원회에 참여하여 오고 있으며 이의 결과들을 국내업계에 홍보하여 가능한 최신 국제동향을 알리고자 노력하고는 있으나, 업계의 기대에는 미흡한 점이 많았던 것이 사실이다. 그러나 이러한 국제협약 관련 활동은 정부뿐 아니라 국내 조선해운 관련자 모두의 몫이며 근본적으로 현장 설계자(협약 적용자)들의 관심과 협조가 없이는 세계의 선박건조량 중 우리나라가 차지하는 몫 만큼의 국제 기술사회에서의 기여는 불가능함을 강조하고자 한다. 확정된 협약의 적용에만 신경 쓸 것이 아니고 협약의 제정과정에서의 참여를 통하여 협약의 내용에 관한 기술정보를 경쟁대상자보다 먼저 확보함으로써 기술력과 경쟁력 우위를 확보할 수 있다는 적극적인 인식으로의 전환이 우리의 조선업계에는 필요하다고 생각되며, 이는 조선기술 선진국들의 예를 보면 자명한 사실인 것이다.

## References

- [1] IMO SLF 35/7/5, Revision of the Technical Regulations of the 1966 LL Convention-Damage Stability Regulation Comparison, C.r. Cushing & Co, Inc, on behalf of USCG (G-MTH-3)
- [2] IMO SLF 37/wp.9 "Subdivision and Damage Stability-Report of SDS working group", SDS

- working group.
- [3] IMO SLF 37/4/14 "Subdivision and Damage Stability-Reg. 25-7, Permeability", IACS
- [4] IMO SLF 37/5 "Harmonization of Damage Stability Provisions in IMO Instruments Based on the Probabilistic Concept of Survival", United Kingdom
- [5] IMO SLF 37/wp. 7 "Draft Report to the Maritime Safety Committee"

최근 발간된 국외저명 학술지의 목차입니다.  
연구활동에 참고하시기 바랍니다.

Journal of Ship Research  
Volume 36, Number 4

- 287 Induced Effects on Propeller Inflows :  
Harmonics of Effective Wakes  
by John Pershing Breslin
- 299 The Icebreaking Problem in Two  
Dimensions : Experiments and Theory  
by Petri Valanto
- 317 On the Hydrodynamics of Vertically  
Oscillating Planing Hulls  
by Armin W. Troesch
- 332 Numerical Study on a Viscous Flow with  
Free-Surface Waves About a Ship in  
Steady Straight Course by a Finite-Vol-

- ume Method  
by Hideaki Miyata, Ming Zhu, and  
Osamu Watanabe
- 346 Recipes for Computing the Steady  
Free-Surface Flow Due to a Source  
Distribution  
by Dane Hendrix and Francis Noblesse
- 360 Mean-Flow Measurements in the Bound-  
ary Layer and Wake and Wave Field of a  
Series 60  $C_s=0.6$  Ship Model-Part 1 :  
Froude Numbers 0.16 and 0.316  
by Y. Toda, F. Stern, and J. Longo
- 378 Collapse of Inverted Hemi-Ellipsoidal  
Shell Domes Under Uniform Pressure  
by C. T. F. Ross and N. Rotherham  
\* Fourteenth Georg Weinblum Memorial  
Lecture