

제22차 네양사고방적세미나

'07. 5.23(수).13:30/한국해양대학교

격 려 사



해양수산부 차관
이 은

존경하는 해양수산가족 여러분,
그리고 오늘 세미나의 주제발표와 토론에 참여해 주신
해양안전 분야 전문가 여러분!

먼저,
해양안전 문화의 저변확대를 위하여 지난 '86년부터
개최해 온 이 세미나가 올해로서 스물두번째를 맞이
하게 된 것을 진심으로 축하드립니다.

또한 오늘 이 행사를 주최해 주신 한국해기사협회를
비롯한 16개 유관단체 대표님과 관계자 여러분들께도
깊은 감사를 드립니다.

존경하는 해양수산가족 여러분!

우리나라는 국토의 3면이 바다로 둘러싸인 반도국가이
지만, 사실상 섬나라와 다름없어 바다를 이용하고 바다로
떨어가야 할 운명을 안고 있습니다.

이처럼 바다는 미래의 경제부국을 실현하는 대동맥으로
우리 모두가 가꾸고 지켜가야 할 중요한 자산입니다.

그런데 우리가 바다를 이용하고 해양산업활동을 전개하기 위해서는 가장 기본이 되는 해양안전이 반드시 보장되어야 할 것입니다.

안전이 보장되지 않는다면 막대한 인명과 재산의 손실을 초래하게 되고 그로인해 해운·수산 등 해양관련 산업이 크게 위축될 것입니다.

이러한 중요성 때문에 국제적으로도 IMO와 같은 유엔 전문기구를 만들어 해양안전 확보를 위한 국제협약 등 각종 안전제도와 기준을 제정하여 회원국들이 이를 준수토록 강제하고 있습니다.

그러나, 이러한 국제적 노력에도 불구하고 지난 해 12월 인도네시아 여객선 「세노파티」 호의 침몰로 승객 등 500여명이 실종되는 대참사가 발생했습니다.

금년 4월에도 1,600명의 승객과 승무원이 탑승한 스페인 국적의 여객선 「씨 다이아몬드」 호가 그리스 연안에서 좌초 침몰되어 하마터면 엄청난 재앙으로 이어질 뻔 하였습니다.

몇 일전 5월 12일에는 중국 다롄항 남동방 약 32마일
해상에서 우리나라 국적 화물선 「골든 로즈」 호가
충돌로 침몰되면서 선원 16명이 실종되는 안타까운
사고가 발생하였습니다.

이와 같은 일련의 해양사고는 어느 쪽의 잘못을 떠나
사소한 부주의로 인하여 발생하는 경우가 많으며,
그 규모가 크든 작든 우리에게 씻을 수 없는 상처를
안겨주게 됩니다.

최근 5년간 우리나라 해양사고 발생추이를 살펴보면
2004년을 정점으로 사고율은 서서히 감소추세에 있습니다만
인적과실로 인한 후진국 형 인재사고는 크게 줄어들지
않고 있는 실정입니다.

존경하는 해양수산가족 여러분!

해양수산부는 지난 해 중앙부처 최초로 해양안전분야
ISO9001 인증을 획득한 바 있습니다.

또한 지난 4월에 실시한 IMO 회원국감사 결과에서도 국제적으로 높은 수준의 해양안전관리 체제를 유지한 것으로 평가받은 바 있습니다.

그렇지만, 정부의 노력보다 더욱 중요한 것은 해양수산 종사자 개개인의 의식수준이 선진국 수준 이상으로 높아져야만 합니다.

해양사고 문제와 관련해서는 아무리 좋은 정책과 제도가 마련된다 하더라도 선박 문항자의 안전의식 수준이 높아지지 않으면 해양사고는 결코 줄어들 수 없습니다.

이런 의미에서 매년 개최되는 이 세미나는 우리 모두가 바다의 주인이라는 인식을 공유하고 해양안전 의식을 높일 수 있는 매우 좋은 기회라 생각합니다.

아무쪼록 오늘 발표되는 주제에 대하여 함께 토론하고 의견을 나눔으로써 좋은 정책방안이 제시될 수 있기를 기대합니다.

끝으로 이처럼 뜻 깊은 행사를 준비해 주신 한국해기사 협회를 비롯한 16개 주최 단체장님들과 관계자 여러분
들께 다시 한 번 감사를 드리며,

이 세미나가 앞으로도 우리 해양수산 발전에 더욱 기여하고
해양안전문화 창달에 선도적 역할을 수행할 수 있기를
바랍니다.

감사합니다.

2007. 5. 23

해양수산부 차관 이 은

2007년

제22차 해양사고방지세미나

- 일 시: 2007년 5월 23일 (수) 13:30~18:30
- 장 소: 한국해양대학교 50주년 기념회관 (한진홀)

□ 주 제:

- 해양교량 건설시 해상교통안전 확보방안
- 소형선박의 복원성기준 설정방향
- GBS의 제정동향 및 우리나라의 대응방안

□ 주 최 : 해양수산업 관련 16개 단체

한 국 해 기 사 협 회
대 한 손 해 보 험 협 회
선 박 안 전 기 술 공 단
수 산 업 협 동 조 합 중 앙 회
한국해상산업노동조합연맹
한 국 도 선 사 협 회
한 국 선 급
한국선주상호보험조합
한 국 선 주 협 회
한 국 원 양 어 업 협 회
한국해사위험물검사원
한 국 해 양 수 산 개 발 원
한 국 해 양 수 산 연 수 원
한 국 해 양 오 염 방 제 조 합
한 국 해 운 조 합
해 양 시 스템 안 전 연 구 소

□ 후 원: 해양수산부 중앙해양안전 심판원

□ 진 행 순 서

시 간	진행내용	비 고
13:00~13:30	등 록	
13:30~13:35	개회선언 및 국민의례	사회자
13:35~13:40	개 회 사	주최단체 대표
13:40~13:50	격 려 사	해양수산부장관
13:50~14:00	장내정리 및 주제발표자 소개	
14:00~14:25	〈제1주제 발표〉 해양교량 건설시 해상교통안전 확보방안	한국해양대학교 박진수 교수
14:25~14:50	〈제2주제 발표〉 소형선박의 복원성 기준 설정방향	선박안전기술공단 이희준 팀장
14:50~15:15	〈제3주제 발표〉 GBS의 제정동향 및 우리 나라의 대응방안	한국해양대학교 박영선 교수
15:15~15:30	휴 식 (Coffee break)	사회자
15:30~17:05	종합토론	진행 중앙해양안전심판원 김병수 조사관
17:05~17:15	휴식 및 리셉션장 이동	
17:15~18:30	리 셉 션	

목 차

○ 제 1 주제	1
----------------	---

해양교량 건설시 해상교통안전 확보방안

한국해양대학교 박진수 교수

○ 제 2 주제	27
----------------	----

소형선박의 복원성기준 설정방향

선박안전기술공단 이희준 팀장

○ 제 3 주제	63
----------------	----

GBS제정동향 미 우리 나라의 대응방안

한국해양대학교 박영선 교수

제 1 주제

해양교량 건설시 해상교통안전 확보방안

한국해양대학교

박진수 교수

해상교량 건설시 해상교통안전 확보 방안

한국해양대학교 해사대학 교수 박진수

한국해양대학교 운항훈련원 조교수 박영수

한국해양대학교 마린시뮬레이션센터 전임연구원 조익순

목 차

1. 서론	5
2. 해상교량 현황 및 사고	6
2.1 세계 해상교량 현황	6
2.2 우리나라의 해상교량 현황	8
2.3 해상교량 관련 해양사고	9
3. 해상교량 건설 시 고려요소	15
3.1 항로설계 기준상의 고려요소	15
3.2 해상교량 설계 시 고려요소	16
3.3 안전확보를 위한 운영상 고려요소	23
4. 결론	25

1. 서론

최근 들어 우리나라에서는 항만 및 주요 선박 통항로 상에 해상교량의 설치 또는 사업 계획이 예정되고 있다. 영종도 신공항과 인천 송도를 연결하는 인천신공항 제2연육교가 설계되어 건설 중이고, 광양항과 묘도를 연결하는 광양대교가 계획되어 있으며, 부산의 북항대교, 목포대교 및 거가대교 등이 건설이 추진되고 있다. 인천신공항 제2연육교는 2001년 한국해양연구원에서 인천신공항 제2연육교에 대한 선박조종시물레이션을 실시(한국해양연구원, 2001)하였으나, 한국도선사협회 인천지회에서는 675미터의 교각 폭을 1000미터로 확대하고 교각의 위치를 남쪽으로 변경할 것을 요청하는 등 해상교통 안전성에 대한 의견이 상이하였다. 또한 목포대교의 경우 설계상의 교각폭과 교량하부의 높이는 400~500미터 및 53미터이지만 한국도선사협회 목포지부에서는 교각 폭 654미터, 교각하부 높이 58미터를 요구하고 있는 실정이다. 또한 거제도와 가덕도를 연결하는 거가대교의 경우 교각 폭이 230미터와 475미터로 계획 중에 있지만, 마산과 진해를 입·출항하는 선박에 대한 안전성 평가가 선행되어 할 것으로 사료된다.

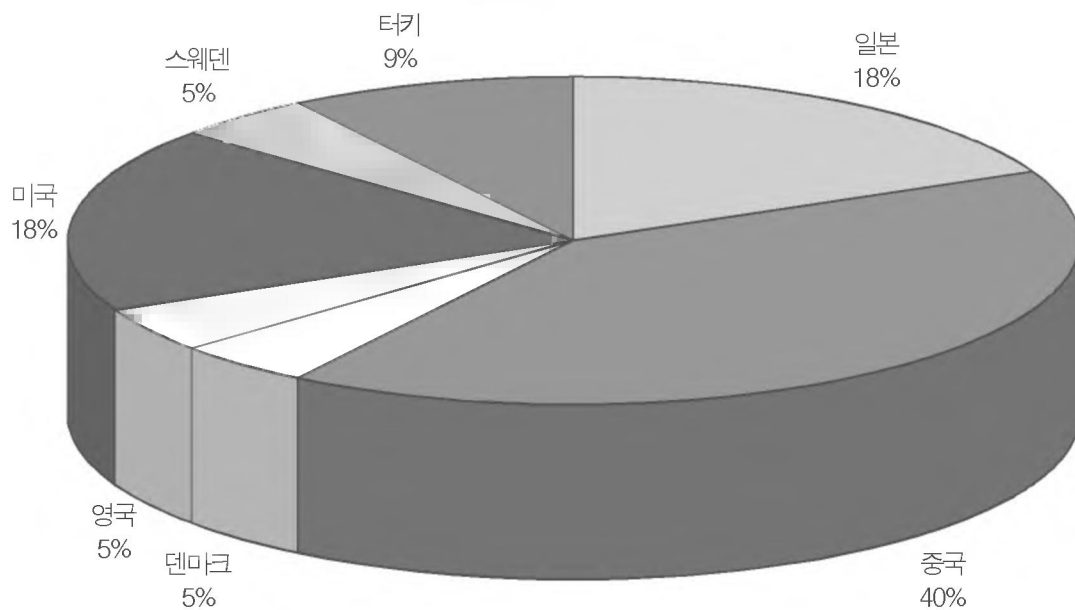
이처럼 해상교량의 건설은 선박의 통항안전에 큰 영향을 미침에도 불구하고 경제적인 측면의 고려가 우세하여 장래 항만의 지속적인 발전과 해상교통안전 확보에 지장을 초래할 수 있다. 즉 교각하부 높이에 의해 선박의 높이를 제한함으로써 통항 선박을 제약하고, 교각 폭에 의해 수역이 제약되며, 교각 주변에 난류가 발생하고, 바람이 변하여 선박운동에 영향을 미친다. 또한 선박운항자의 시계를 제약하고, 레이더 영상, 선박의 통항패턴뿐만 아니라 선박운항자에게 심리적 영향을 준다. 따라서 해상교량 건설 시에는 안전성에 대한 신중한 검토가 필요하다. 그러나 교각 폭과 교량하부의 높이의 증가는 건설비가 증가되기 때문에 업계의 이해가 상충된다. 이제 우리나라에도 해상교통로 상에 대형 교량이 설치 또는 설계 중임을 감안할 때, 해상 교량 설계 시에 해상 교통안전을 위하여 고려해야 될 방안을 생각하여야 할 시기가 도래하였다.

이 연구에서는 해상교량 설계 시에 해상교통의 안전을 위한 확보 방안을 제안하기 위해 우리나라 및 외국의 대형 해상교량 현황에 대하여 조사 연구하고, 해상교량 건설 시에 선박운항자의 심적 부담감을 감소시킬 수 있는 안전대책을 통하여 해양사고를 미연에 방지할 수 있도록 하고, 이를 통하여 항만의 효율성을 향상시키는 것을 목적으로 한다.

2. 해상교량 현황 및 사고

2.1 세계 해상교량 현황

전 세계에는 많은 해상교량이 설치되어 있으며, 그 중 주 경간장 폭이 1,000m 이상인 해상교량의 현황을 보면 <Table 1>과 같이 22개 교량이 현존 또는 건설 중인 것으로 조사되었다. 국가별로 보면 (Fig. 1 참조) 중국이 9개로 40%, 일본과 미국이 각 4개로 18%, 터키가 2개, 영국과 덴마크 및 스웨덴이 각각 1개를 차지하고 있다.



<Fig. 1> 국가별 긴 교량 설치 현황

교량 명	국가 명	주 경간장 폭	형하고	완성년도
Akashi Kaikyo Bridge	일본	1,990m	65m	1998
Zhoushan Xihoumen Bridge	중국	1,650m		2008 (예정)
Great Belt East Bridge	덴마크	1,642m	65.1m	1997
Runyang Yangtze River Highway Bridge	중국	1,490m		2005
Humber Bridge	영국	1,410m	29.9m	1981
Jiangyin yangtze River Bridge	중국	1,385m	50m	1999
Tsingma Bridge	중국	1,377m	62.1m	1997
Verrazano Narrows Bridge	미국	1,298m	69.5m	1964
Golden Gate Bridge	미국	1,280m	67.1m	1937
Yangluo Yangtze River Bridge	중국	1,280m		2007 (예정)
Hoga Kusten Bridge	스웨덴	1,210m		
Mackinac Straits Bridge	미국	1,158.2m	45.1m	1957
Huangbu Zhujiang Bridge	중국	1,108m		2007 (예정)
Minami Bisan-seto Bridge	일본	1,100m	65m	1988
Faith Sultan Mehmet(2nd Bosphorus) Bridge	터키	1,090m	64m	1988
Guizhou Balinghe Bridge	중국	1,088m		2007 (예정)
Sutong Yangtze River Highway Bridge	중국	1,088		2008 (예정)
Stonecutters Bridge	중국	1,018		2008 (예정)
Bosphorus Bridge	터키	1,074m	64m	1973
George Washington Bridge	미국	1,066.8m	64.9m	1931
3rd Kurushima Kaikyo Bridge	일본	1,030m	65m	1999
2nd Kurushima Kaikyo Bridge	일본	1,020m		1999

〈Table 1〉 전 세계의 긴 해상교량 현황

자료: 世界の長大橋(1995), Ship Collision With Bridges(1993)

<http://www.jb-honshi.co.jp/center/job/rank.html>

2.2 우리나라의 해상교량 현황

우리나라에서는 최근에 들어 각 자치단체에서 해상교량의 관광사업화를 위하여 많은 해역에 해상교량을 건설 또는 예정이며, 그 현황을 보면 <Table 2>와 같다. 지금까지는 주 경간장 폭이 500m 이하의 교량 설치가 대부분이었지만, 광양대교 및 인천대교의 경우에는 1,520m와 800m의 주 경간장 폭을 가지는 대형 해상교량을 건설하기로 계획하고 있다. 이 해상교량 하부를 통항하는 선박의 크기만 하더라도 12,000TEU급 컨테이너 선박(인천의 경우, 5천 TEU급 컨테이너 선박)의 통항이 가능한 해상교량을 설치하는 것으로 계획되어 세계에서 4번째 크기의 교량이 설치되는 것이다.

교량명	항 만	주경간	항로폭	형하고	통항선박	현재상황(공사기간)
영종대교 (제1연육교)	인천항	300m	200m	35m	1만DWT 단독통항	완 공 ('95.11-' 00.11)
서해대교	평택항	470m	300m	62m	5만DWT 단독통항	완 공 ('93.11-' 01.1)
거가대교	부산 신항	3,240m	침매 터널		12천TEU 왕복통항	시공중 ('04.12-' 10.12)
목포대교	목포항	500m	300m	53m	5.5만DWT 단독통항	시공중 ('04.11-' 09.10)
마창대교	마산항	400m	250m	64m	3만DWT 왕복통항 (6만DWT 단독)	시공중 ('04.4-' 08.6)
인천대교 (제2연육교)	인천항	800m	620m	70.4m	7만DWT (5천TEU급) 왕복통항	시공중 ('05.2~' 09.12)
광양대교	광양항	1,520m	1,400m (가항폭)	75m (중앙 85m)	14만DWT (12천TEU급) 왕복통항	실시계획 승인협의중 ('07.10~' 12.6)
북항대교	부산항	540m	425m (가항폭)	60m	14만DWT (12천TEU급) 단독통항	실시계획승인 ('07.2~' 11.8)
울산대교	울산항	560m	400m	60m	5만DWT (Ro-Ro선-260m) 왕복통항	-
제3연육교 (청연대교)	인천항	430m	300m	39m	2만DWT 왕복통항	-
삼학대교	목포항	-	-	-	-	-

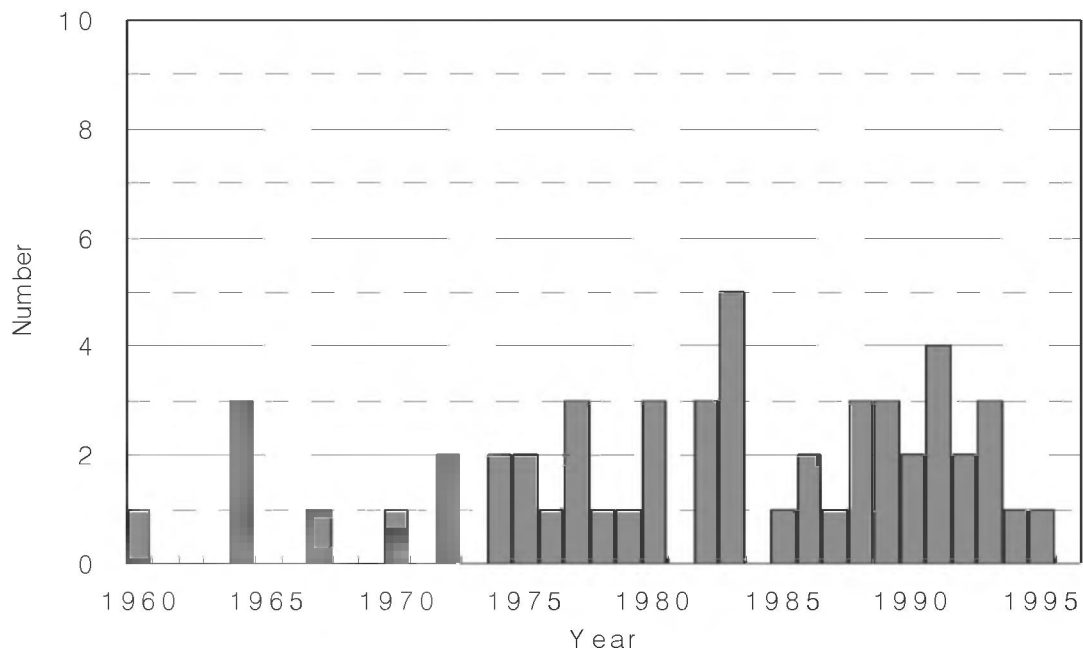
자료: 해양수산부 항만운영과

2.3 해상교량 관련 해양사고

2.3.1 해상교량 관련 해양사고 발생 현황

(1) 사고발생 건수

〈Fig. 2〉는 1960년부터 1995년까지 선박과 해상교량과의 충돌사고 중 피해가 다소 큰 주요한 사고(US 100,000 이상)를 나타낸 것이다 (이하, 주요 해양사고라 한다).



〈Fig. 2〉 주요 해양사고 발생 건수 (피해금액 \$100,000 이상)

이 그림에서 보면 총 52건의 주요한 해양사고가 발생하였는데, 이 중 64%가 선박운항자에 의한 인적과실(Human Error), 21%가 엔진(Engine) · 타(Rudder) 결함 · 예인삭 절단 등의 주요 시스템의 기술 결함으로, 15%가 기타요인에 의한 것으로 조사되었다.

(2) 사고발생 해역

해상교량과 관련한 주요 해양사고 발생 지역을 살펴보면, 1960년부터 1995년까지 북미지역에서 22건, 유럽 22건, 남미 1건, 아시아 및 호주 7건이 발생한 것으로 밝혀졌다.

(3) 선종 및 주요 원인

해상교량과 관련한 주요 해양사고 발생 선종을 살펴보면, 26척의 화물선(석탄운반선~자동

차운반선), 7척의 탱커선(액화가스, 기름 운반선), 15척의 예인선, 유람선·준설호프선 각 1척, 기타 2척이다. 즉 화물선이 50%를 차지하고 있으며, 다음으로는 예인선이 해상교량과 충돌하는 사고가 많이 발생하는 것을 알 수 있다.

교량 명	주경간장	진입직선거리(D)	선박 길이(L)	D/L	사고 일시
Sorsund Bridge, Norway	100m	450m	108m	4.17	1963.9.27
Sidney Lanier Bridge, USA	75m	3550m	174m	20.40	1972.11.7
Fraser Bridge, Canada	117m	1000m 370m	200m	5.00 1.85	1975.12.26
Benjamin Harrison Memorial Bridge, USA	72m	1000m 450m	187m	5.35 2.41	1977.2.24
Tromso Bridge, Norway	80m	740m 320m	41m	18.05 7.80	1977.7
Drammen Bridge, Norway	50m	500m 250m	118m	4.24 2.12	1978.
Second Narrows Railway Bridge, Canada	152m	1350m 350m	175m	7.71 2.00	1979.10.12
Sunshine Skyway Bridge, USA	263m	1300m	165m	7.88	1980.2.6
Sunshine Skyway Bridge, USA	263m	1300m	186m	6.99	1980.5.9
Newport Bridge, USA	488m	1000m	171m	5.85	1981.2.19
Sidney Lanier Bridge, USA	75m	400m	185m	2.16	1988.5.3

자료: 부산-거제간 연결도로 민간투자사업 선박조종 시뮬레이션 검토 연구보고서(2004)

이 중 놀랄만한 것은 해상교량의 교각과 충돌한 사고는 16건인데 비하여, 교량의 상판과 충돌한 사건이 21건이나 발생하였다. 해상교량의 상판과 충돌한 사건 중 선박승무원간 및 항만당국과의 적절한 의사소통(기상 불량 시 통행 및 통행보고 무시)이 이루어지지 못하여 발생한 것이 12건이나 된다고 보고되고 있다.

또한, 해상교량은 대부분 충분한 직선향로에 설치되어야 한다고 권고하고 있지만, 지형 특성상 그렇지 못한 향로가 존재하기 때문에 직선향로와 충분하지 못한 직선향로 (굴곡향로라고 지칭)에 해상교량이 설치되고 있다. 하지만 발생한 주요 해양사고를 살펴보면 해상교량이 설치된 대부분인 직선향로에서는 14건이 발생한 반면, 전 세계에 그렇게 많지 않은 굴곡향로에서 6건이나 발생하였다 (Table 3 참조).

특히 庄司 邦昭(Shoji Kuniaki)^① 교수는 Tasman Bridge에 대한 선박충돌 사고를 비롯한 많은 사고의 원인이 만곡부가 있다는 것과 만곡부 변침점에서 교량까지의 직선거리가 짧았다고 지적하였으며, 교량까지의 직진거리가 8L(선박길이의 8배) 이하일 경우 충돌의 위험이 높다고 분석하였다.

2.3.2 선박과 해상교량과의 사고 사례

(1) 외국의 사례

● 일반 선박

【사례 1】 (2006년 8월 29일, 화물선이 ‘Vincent Thomas Bridge’ 와 충돌 / Los Angeles)

； 사고 선박은 crane을 탑재하고 있는 선박으로 다리의 높이를 감안하면 충분히 안전하게 통과할 수 있었었지만, 사고 당시 선박에 탑재된 crane을 격납하지 않고, 즉 직립 상태로 둔 채 다리를 통과하다 직립된 crane이 다리의 상판과 충돌

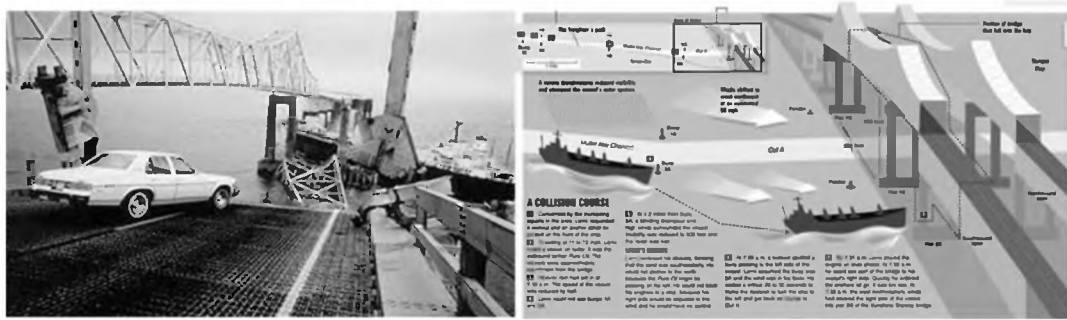
【사례 2】 (2005년 4월 3일, 화물선이 ‘Great Belt Bridge’ 와 충돌 / Great Belt)

； 화물선이 Great Belt Bridge 부근에서 선회를 잘 못하다가 다리와 충돌. 이때 다리의 감시 체계 및 VTS 통제 실패도 있어서 충돌의 원인중 하나로 간주.

【사례 3】 (1980년 5월 8일, 탱커가 ‘Skyway Bridge’와 충돌 / Florida)

； 안개 및 폭우의 상황에서 항행 중 선박에 탑재되어 있던 레이더의 고장과 갑작스런 폭풍의 조우 등으로 인한 선박의 향로 이탈로 인해 다리와 충돌

<1> 橋梁に対する船舶衝突事故例調査と新素材橋脚防護施設, 日本船長協会, 第116号, pp.52~68



〈Fig. 3〉 Skyway Bridge(Florida) 사고 (1980)

【사례 4】 (1975년 1월 5일, 광석운반선이 ‘Tasman Bridge’와 충돌 / Hobart)

； 가랑비가 내리는 가운데 광석운반선의 조선 미숙으로 Tasman Bridge와 충돌.
두 개의 교각탑과 콘트리트 상판 3개가 떨어짐.



〈Fig. 4〉 Tasman Bridge 사고(1975)

● 예부선

【사례 1】 (2002년 5월 26일, 부선이 '1-40 Bridge'와 충돌 / Oklahoma)

； 사고 부선을 예인하고 있던 예인선의 blackout으로 인해 부선의 통제가 불가능한 상태에서 부선이 '1-40 Bridge'의 교각과 충돌. 충돌로 교각의 파괴 및 일부 상판이 떨어짐

(2) 국내의 사례

● 일반 선박

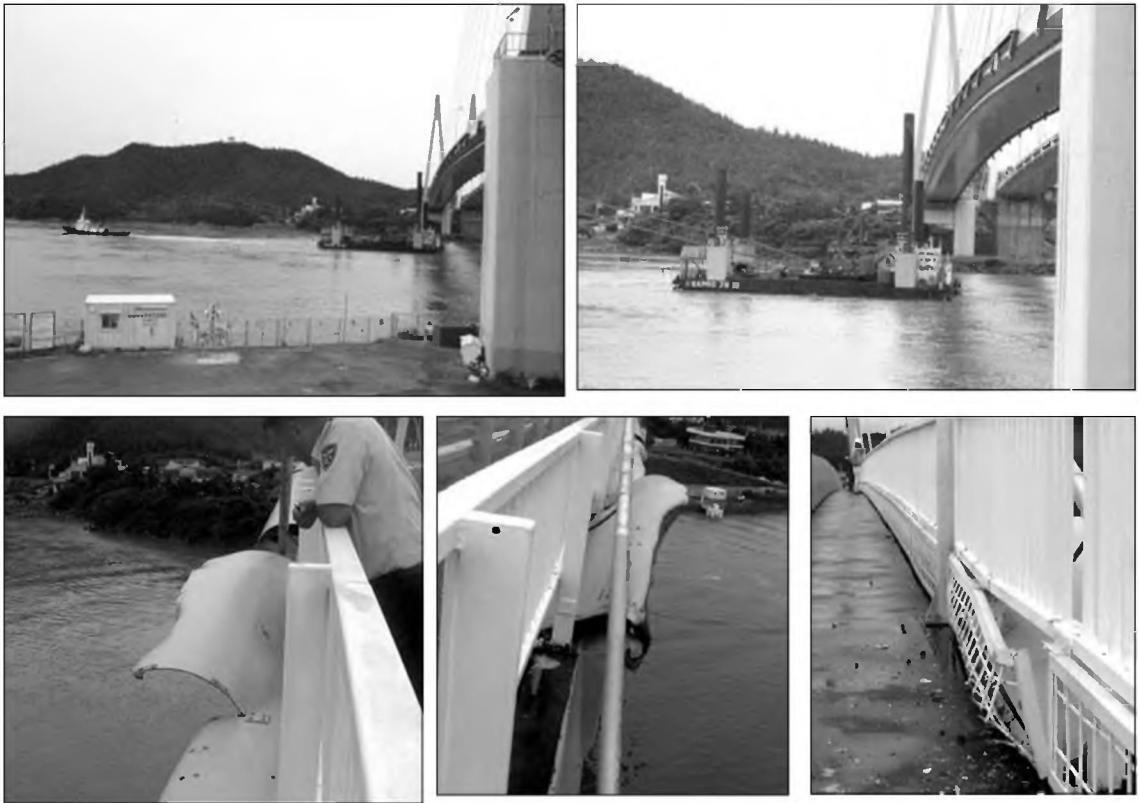
【사례 1】 (2006년 1월 14일, 내항여객선이 ‘연도교’ 와 충돌)

； 전남 신안군 도초면 도초항에서 여객 30여명을 태우고 목포로 향하던 내항여객선이 갑자기 조타가 되지 않아 신안군 ‘안좌~팔금’ 간 연도교에 충돌

● 예부선

【사례 1】 (2006년 8월 27일, 작업선이 ‘진도대교’ 와 충돌)

； 해상지질 조사를 위한 작업선이 높이 28m 가량의 굴착기 및 파이프를 적재하고 진도대교 인근 물양장에 정박도중 운항부주의로 조류에 떠밀려 제 1진도대교 중앙 정간부 측면에 충돌



〈Fig. 5〉 진도대교 사고 (2006)

【사례 2】 (2006년 8월 14일, 콘크리트 타설선이 ‘인천대교’ 와 충돌)

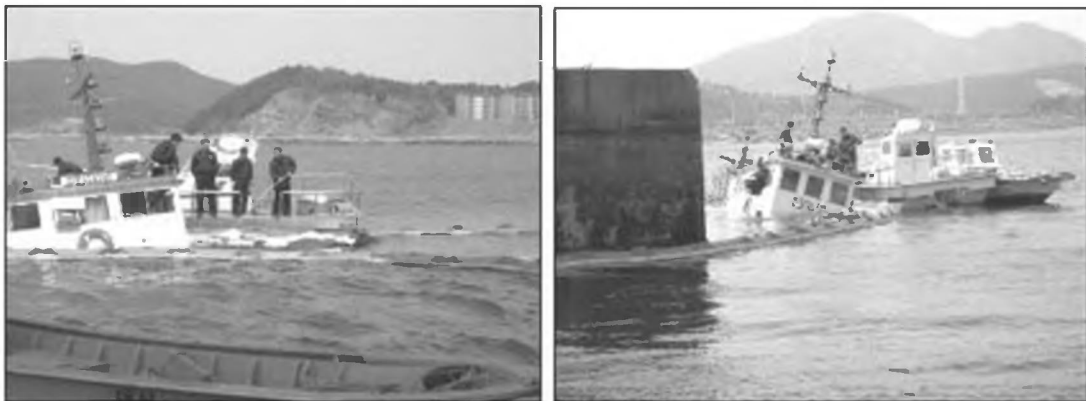
； 인천대교 교각공사를 위해 투입된 콘크리트 타설선이 백중사리때 밀물에 밀리면서 동편 13번 교각과 충돌



<Fig. 6> 인천대교 사고 (2006)

【사례 3】 (2006년 3월 24일, 예인선이 ‘섬진대교’ 와 충돌)

； 24톤 강선의 예인선이 섬진대교 밑 해상을 항행 중 엄청난 조류의 영향으로 선체가 조류에 밀리면서 섬진대교 교각에 충돌



〈Fig.6〉 섬진대교 사고 (2006)

【사례 4】 (2007년 4월 22일, 작업선이 ‘진도대교’ 와 충돌)

； 조력발전소 공사를 위한 해상구조물을 적재하고 통항하던 작업선이 진도대교 통과도중 운항부주의로 조류에 떠밀려 제 1진도대교 중앙경간부 측면에 충돌

3. 해상교량 건설 시 고려요소

3.1 항로설계기준상의 고려요소

3.1.1 우리나라 및 일본의 항로설계기준

우리나라(한국항만협회, 2000) 및 일본의 항로설계기준에서는 “항로를 횡단하여 가교할 경우에는 높이 방향 및 폭 방향에 충분한 여유를 확보할 필요가 있다” 라고 명기되어 있고 고려 사항에 대하여는 다음과 같이 열거하고 있다.

(1) 높이 방향의 여유에 관한 사항

- ① 선박의 마스트 높이, 선박의 트림
- ② 조석, 파고
- ③ 선박운항자의 심리적 영향

(2) 폭 방향의 여유에 관한 사항

- ① 탁월풍, 조류, 교각 형상에 의한 조류 변화
- ② 선박의 속력, 조종 성능, 정지 성능
- ③ 선박운항자의 심리적 영향

위에서 보는 바와 같이 이 기준에서는 고려사항에 대하여 기술하고 있을 뿐 설계기준의 흐름과 구체적인 내용에 대하여는 논하고 있지 않다.

3.1.2 미국의 교량설계기준

미국의 AASTHO (American Association of State Highway and Transportation Officials)에서 발간한 문건^{〈2〉}을 살펴보면 주 경간장이 대상선박의 2~3배보다 짧으면 선박에 의한 충돌이 발생할 수도 있다고 기술하고 있다.

〈2〉 Guide Specification and Commentary for Vessel Collision Design of Highway Bridges

3.2 해상교량 설계 시 고려요소

해상교량 건설시 안전대책을 확보하기 위하여 우선 해상교량 건설 시에 고려되어야 할 요소에 대하여 알아볼 필요가 있다.

3.2.1 항행 환경

(1) 자연 환경

해상교량 건설 대상해역의 바람, 조류, 파랑, 파고, 시정 등과 같은 자연환경에 대하여 기존 자료를 조사하여야 한다.

바람은 대상 해역 인근의 기상관측소에서 관측한 연간 풍향, 풍속의 발생 빈도 및 과거에 발생한 최대풍속 및 태풍 발생 시의 최대풍속, 순간최대풍속 등을 조사한다. 이는 교각주변에 있어서의 바람의 변화가 주변에 미치는 영향을 산출하거나 동요시뮬레이션의 시나리오 설정시의 기초자료가 된다.

파도는 유의파의 풍향·파고 및 풍향·주기별 발생빈도 및 과거에 발생한 최고파고와 주기를 조사한다. 이는 교각주변의 난류의 범위 및 난류가 선박에 미치는 영향을 산출하는 수조실험 및 동요시뮬레이션의 시나리오 설정시의 기초자료가 된다.

그리고 대상 해역의 수로지, 기존의 조류관측보고서, 조류도에서 유향과 유속을 조사한다. 이는 교각주변의 난류의 범위 및 난류가 선박에 미치는 영향을 산출하는 수조실험 및 동요시뮬레이션의 시나리오 설정시의 기초자료가 된다.

또한, 대상 해역의 시정을 조사한다. 시정은 선박 통항에 아주 중요한 요소이기 때문에 시정이 제한되는 비율, 안개 지속시간, 계절별 발생 빈도 등을 조사해야 한다.

(2) 교통 환경

교통 환경은 교량건설 대상 해역을 항행하는 항행선박과 그 해역에서 조업하는 어선의 상황을 파악해야 한다. 항행선박의 조사는 교량 건설 대상 주변해역의 항행 실태조사를 실시하여, 통항 선박의 선종별·선형별 통항 척수, 시간대별 선박 통항 척수 등을 조사한다. 또한 소형선, 어선, 대형선의 현황, 통항 선박의 항적, 교통흐름 등을 조사해야 한다. 조사 자료는 해상교통류 시뮬레이션의 항행모델구축, 평가 비교대상에 활용된다. 또한 조사 대상해역에서 조업하는 어선의 상황을 파악해야 한다.

(3) 해양 사고

대상 해역에서 과거에 발생한 해양사고에 대하여 종류별, 선박의 크기별로 정리한다. 해양 사고의 원인을 분석하여 기관 고장, 타기 고장, 조류, 바람, 수면부족이나 경계소홀, 항법위반, 어선의 영향, 시정제한 등에 의한 해양사고를 조사하여 교각과의 충돌 확률을 산출하는 기초자료로 활용한다.

(4) 장래 교통 환경

건설 대상 주변해역에서 발생할 장래 선박교통량은 기존 데이터를 기초로 정리하게 되는데, 장래의 해상 교통환경 조사항목은 ;

- 현재 운항 중인 선박치수의 특성을 고려하여 운항될 선박의 치수를 조사하고, 장래에 출현할 최대 선박의 치수를 검토한다. 이는 마스트 높이의 도출 및 동요시뮬레이션의 시나리오 설정 시 대상 선형의 기초자료가 된다.
- 교통실태조사 및 해양수산통계연보 등에서 통항 선박의 척수를 조사한다. 이는 해상교통류 시뮬레이션의 기초자료가 된다.
- 교통실태 조사결과를 기초로 현행 종·기점 패턴을 구한 후, 5년, 10년, 20년 등 예상 대상 년도의 종·기점 패턴을 구한다. 이는 해상교통류 시뮬레이션의 기초자료가 된다.
- 교통실태조사를 실시한 결과, 각 항만의 입항실적, 항만개발 계획 자료에 의해 장래입항척수를 구하고, 항만관리자에 대한 설문조사를 실시하여 그 결과를 고려한다. 이는 해상교통류 시뮬레이션의 기초자료가 된다.
- 교통실태조사를 기초로 교량을 통항한 실적 및 입·출항 흘수를 파악하여, 마스트 높이를 추정한다. 현재 최대선박을 파악하여 주된 선박, 조선소, 하주 등에 대한 설문조사를 실시하여 장래성을 가미한다. 교량을 통항하는 최대 마스트의 높이는 대상해역을 통항한 실적이 있는 선박, 통항 실적은 없지만 현존하는 선박, 금후 대형화가 상정된 선박을 대상으로 한 관점에서 검토되어야 한다.

즉, 통항 실적 선박은 대상해역을 통항하는 유조선, LNG, 컨테이너선, 일반화물선, 자동차선, 여객선, 공사작업선, 해양구조물, 범선 등 각 선종의 최대 선박의 마스트 높이를 조사해야 하고, 대상해역을 통과하지는 않았지만 현존하는 선박의 선종별 최대선박의 마스트 높이를 조사해야 한다.

3.2.2 교각 폭의 평가요소 및 평가방법

교량이 건설될 수면에 있어서 선박조종자의 입장에서 본 바람직한 구조물 중심 간격을 구성하는 교각거리와 항행 수로 폭에 대한 평가요소 및 평가방법은 다음과 같다.

(1) 해상교량의 이격거리

선박조종자가 해상에 설치된 구조물 근방을 항행할 때, 안전을 위해 구조물과의 거리를 확보하려고 한다. 여기에서 항행 선박과 구조물과의 이격거리에 대해서 교각 주변에 있어서의 바람·조류의 흐름에 의한 영향, 교각에 의한 간섭력의 영향 등으로부터 필요한 이격거리(물리적으로 선박이 항행 상 교각과의 최저한 확보하고자 하는 이격거리) 및 구조물 중심거리(폭)를 검토해야 한다.

교각과의 이격거리는 교각주변의 난류의 범위와 이 난류가 주변선박에 미치는 영향 및 교각에 의한 간섭영향 등의 요소를 검토할 필요하다. 즉, 교각 주변에 있어서의 조류의 변화는 교각의 형태(사각형, 원형)에 따른 수조실험을 실시하고, 교각 주변의 조류 변화가 주변 선박에 미치는 영향은 일정 풍속 하에서의 수조 실험을 실시한다. 또한 교각 주변에 있어서의 바람의 변화는 풍속과 선속과의 비가 10 이상의 강풍 역에서의 풍동실험을 실시하며, 교각에 의한 간섭력이 주변 선박에 미치는 영향은 수심과 흘수와의 비가 크게 되면 간섭력은 작아지기 때문에 교각 형상과 수심/흘수비를 고려하여 수치계산을 실시한다.

(2) 해상교량의 주 경간장 폭의 평가방법

교각 폭은 교량 건설을 기초로 교각 폭, 교각 위치, 교축법선을 변수로 하여 여러 안을 설정한다. 선박이 항행하고 있는 수역에 교각을 설치하면, 선박교통의 흐름이 변화하여, 부근 해역의 교통 환경에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 따라서 교각 폭의 설정 조건에 맞추어, 장래의 선박교통량을 예상한 해상교통류 시뮬레이션을 실시하여, 선박조종자의 관점에서 평가를 실시한다.

해상교통류시뮬레이션은 ① 대상해역의 설정, ② 교각위치, 교축법선의 설정, ③ 가항폭, 이격(離隔)거리의 설정, ④ 통항선박 데이터의 설정 (선박의 크기 구성, 발생척수, 항행속력, 통항 경로대), ⑤ 시뮬레이션 시나리오의 설정·실시, ⑥ 평가의 순으로 실시한다.

3.2.3 해상교량 하부 높이의 평가요소 및 평가방법

(1) 검토 방법

교량하부의 높이를 결정하기 위해서는 통항 선박의 마스트 높이, 선박의 파랑 중의 동요량이 중요한 요소가 된다. 이를 위해서는 대상해역의 관측 해상데이터를 사용하여 항행 선박의 동요시뮬레이션을 실시하여 파랑중의 선체동요를 구하여 교량하부의 높이를 검토해야한다.

교량 하부 높이를 검토하는 방법은 ① 대상 선박의 추출·정리, ② 자연조건의 정리, ③ 시뮬레이션 케이스의 선정, ④ 동요시뮬레이션의 실시, ⑤ 시뮬레이션 결과의 해석, ⑥ 교량 하부 높이의 검토 순서로 실시한다.

(2) 동요 시뮬레이션

항행 선박의 동요시뮬레이션은 파랑 중을 항행하는 선박은 자선의 관성력이나 중력, 해수에 의한 부력이나 저항, 파도나 바람의 힘 등이 작용하고 있기 때문에 이 힘의 조합을 계산하여 선체동요를 추정한다.

시뮬레이션 대상 선박은 마스트 높이 조사결과에 의해 입항실적, 입항 가능성이 있는 선박 중에서 마스트 높이가 높은 선종을 대상으로 한다. 또한 흘수에 대해서 마스트가 높고, 선체동요가 발생하기 쉬운 상태를 대상으로 한다.

그리고 시뮬레이션 실시 전에 파향·파주기 및 선속이 항행 선박의 동요에 어느 정도 영향이 있는가를 파악하기 위해, 한 주기, 파고의 파가 연속하는 규칙적인 파(규칙파)에 있어서의 선체동요를 계산하고, 대상 선형에 대해서 기본 감도분석을 실시한다. 또한 대상 해역의 도선사로부터 어느 정도의 기상조건에서 승선할 수 없는지를 파악한다. 관측소로부터 유의파고 및 유의주기의 값, 파향성의 파랑조건을 분석하고, 평균풍속과 풍향을 조사한다.

시뮬레이션 케이스는 ① 대상선형, ② 풍향, 관측파형(유의파고, 유의주기) 등의 파랑조건, ③ 풍향, 풍속 등의 바람조건, ④ 대상선형의 침로, ⑤ 대상선형의 속력 등 여러 변수를 조합하여 결정한다. 시뮬레이션 시나리오는 관측된 파형 데이터 및 풍향·풍속(파랑조건에 대응한 조건)을 설정하고, 선박의 통항을 고려하여 침로 및 선속을 설정한다.

시뮬레이션 결과를 평가방법은 시뮬레이션에서 구한 선체동요량 취급시 우선 마스트 부분

의 상하 변위를 구한다. 여기서는 상하 방향의 변위를 고려하기 때문에 heave, pitch 및 roll의 동요량을 대상으로 하고, sway, surge 및 yaw 등에 의한 수평방향의 동요는 평가하지 않는다.

시뮬레이션의 결과는 ① 파향의 영향, ② 침로의 영향, ③ 풍력의 영향, ④ 파형 데이터의 차이에 의한 마스트 상승량의 비교한다. 또한 장래 통항이 예상된 최대 선박의 마스트 높이와 여유 높이의 검토 및 파랑과 조류 등에 의한 마스트 높이의 변화를 여유 높이로서 설정할 필요가 있다. 즉, 교량하부높이는 마스트 높이와 여유 높이의 합이고, 여유높이는 트림 보정, 선체 동요량, 심리적 여유량, 조석 오차, 기압에 의한 해면상승, 홀수 오차의 합이다.

(3) 동요 시뮬레이션 요약

선체 동요에 의한 마스트 높이의 변화는 바람, 파랑 등의 상세한 관측 데이터의 해석 결과로부터 필요에 의하여 동요 시뮬레이션을 실시하여 장래의 통항 최대 선박의 마스트 높이의 변화량을 파악한다. 즉, 최대 마스트 높이의 선박의 크기, 항행 속력, 침로 등의 대상 선박 데이터의 설정, 바람, 조류, 풍랑 등의 외력 설정, 시뮬레이션 케이스의 설정 및 실시, 마스트 높이 변화량의 파악을 행한다.

대상 선박의 통항시 조건과 조석에 의한 마스트 높이의 변화, 교량 하부를 통항하는 조선자의 심리적 부담 등을 고려한다. 즉, 트림 보정, 조석 오차, 기압에 의한 해면 상승, 홀수 오차, 심리적 영향 등을 고려한다.

여유 높이는 동요량, 트림 보정, 조석 오차, 기압의 영향, 홀수 오차, 심리적 영향 등을 고려한다.

교량 하부 높이는 장래 통항이 예상된 최대 선박의 마스트 높이에 여유 높이를 가산해 교량 하부 여유 높이를 결정한다.

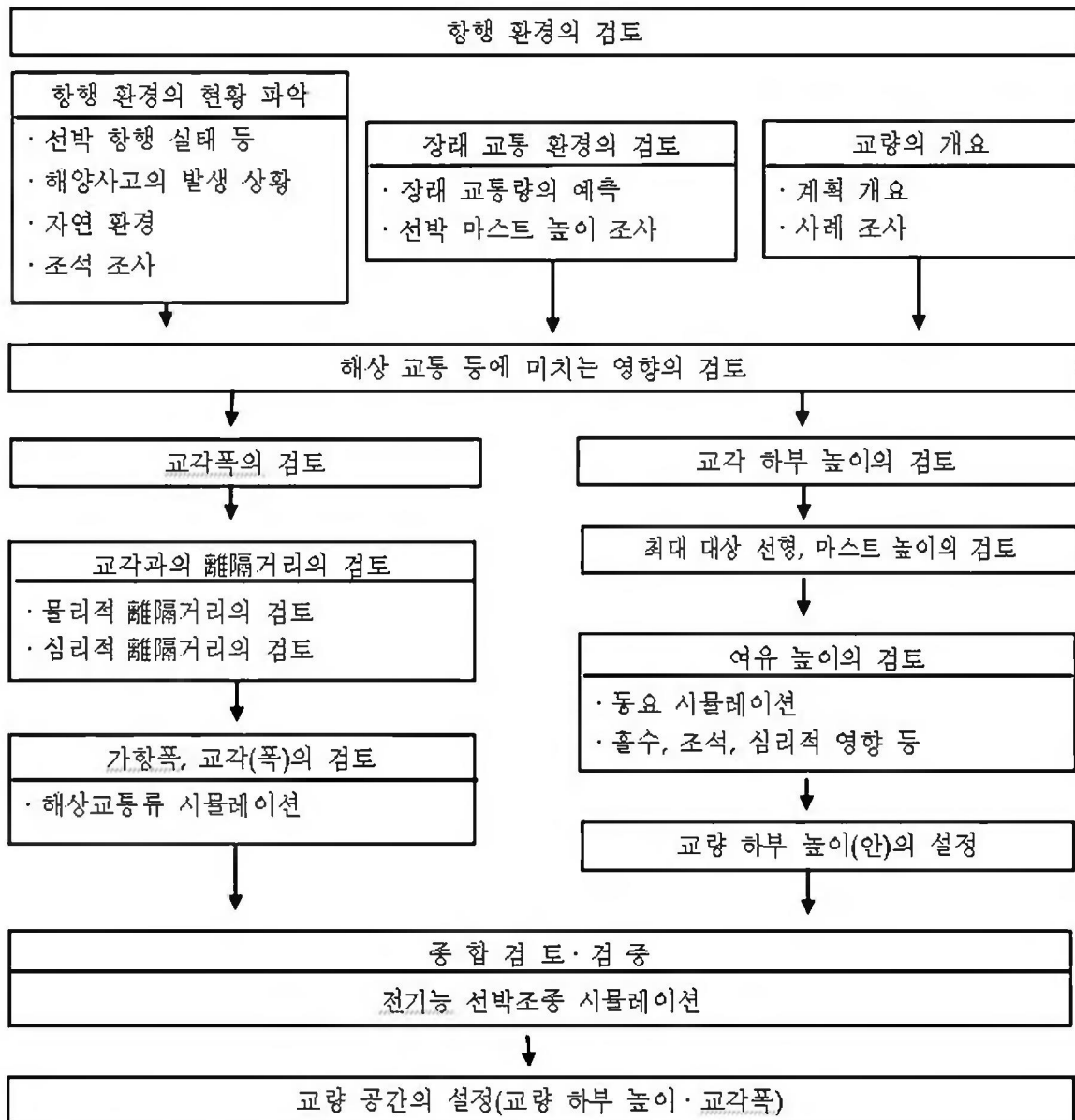
3.2.4 교량 공간의 검토

선박조종시뮬레이터(Ship Handling Simulator, 전기능 선박조종시뮬레이터)를 사용하여, 교량공간을 큰 화면에 영상화하여 해상교통량 시뮬레이션에서 발생한 선박의 교통상황 중 장래 통항 최대선형으로 실제로 조선하여 통행함으로써 교량계획이 항행선박에 미치는 영향을 검증한다. 또한 주야에 교각에 의한 사각의 영향과 조선 목표 등에 대하여 검토하여 항행안전대책을 검토해야 한다.

고려 요소			비 고
마스트 높이			마스트 높이가 큰 선박, 장래 대상 해역을 항행할 가능성이 있는 선박
			대상해역에서의 선체의 트림, 풍랑의 영향, 심리적 영향
여유 높이	트림 보정치		공선 항해시의 트림
	선체 동요량		선체동요시물레이션에 의한 마스트 상승량의 최대치
	기타	심리적 여유량	
		조석오차	조시의 20~30분 이내의 조고오차
		기압에 의한 해 면상승	기압에 의한 해면상승량
		흘수오차	흘수의 읽음 또는 계산오차
고려 사항	흘수조정폭		황천시 발라스트수를 채워 선미흘수를 깊게 할 수 있다.
	도선사 승선기준		도선사 승선 기준의 풍속 및 파고 선체동요량에 사용한 데이터는 대상해역의 통항선박의 실적을 이용한다.

3.2.5 해상교량의 안전성 평가

해상교량의 안전성 평가 순서는 <Fig. 8>과 같다. 평가요소로서는 해상교통에 미치는 영향을 미치는 선박의 항행실태, 해양사고, 자연환경 등의 항행환경을 파악하고, 장래 교통량 예측과 선박 마스트 높이 조사 등의 장래 교통 환경을 검토하며, 교량의 개요와 사례조사 등을 조사해야 한다. 이와 같은 항행환경의 조사는 교각 폭의 결정시 교각과의 물리적 이격거리를 평가할 때 수조실험과 해상교통류 시물레이션의 기초자료가 될 뿐만 아니라, 교각 하부 높이를 결정할 때 최대 선형의 마스트 높이와 동요 시물레이션을 실시할 때 시나리오의 기초자료가 된다.



<Fig. 8> The assessment flow on bridge design

교각 폭은 교각과의 물리적, 심리적 이격거리를 검토한다. 교각과의 이격거리는 교각 주변에서의 난류의 범위와 난류로 인한 주변 선박에 대한 영향 및 교각에 의한 간섭영향 등의 요소를 검토한다. 난류의 범위 및 주변선박에 미치는 영향은 수조실험을 실시하여 평가한다. 또한 교각 주변의 바람 변화로 인한 선박에 미치는 영향은 풍동실험으로 평가하며, 교각에 의한 간섭력이 주변 선박에 미치는 영향은 교각 형상과 수심/홀수비를 고려하여 수치계산으로 평가한다. 교각 폭은 교각 폭의 설정 조건에 맞추어 장래의 선박교통량을 예상한 해상교통류 시뮬레이션을 실시하여, 선박조종자의 관점에서 평가한다.

교량 하부 높이는 <Table 4>와 같이 마스트의 높이, 트림 보정치, 선체 동요량, 심리적 여유량, 조석오차, 기압에 의한 해면상승 및 흡수오차 등의 여유높이 및 흡수 조정폭과 도선사 승선 기준 등의 평가요소를 검토해야 한다.

평가방법으로서는 마스트 높이의 경우 장래 대상해역을 통할 가능성이 있는 최대선형의 마스트 높이를 조사하고, 선체 동요시뮬레이션을 실시하여 마스트의 최대 상승량을 구한다. 또한 트림 보정치, 심리적 여유량, 조석오차, 기압에 의한 해면상승 및 흡수오차를 산출한다.

선박조종시뮬레이션을 실시하여 교각 전후의 항로의 직선길이를 검토할 필요가 있다. 선박이 교각을 통항하기 위해서는 교각을 진입하기 전에 일정한 침로로 정침할 필요가 있기 때문이다. 이는 교각의 진입 전에 대각도 변침을 해야 하는 경우에는 그 길이를 길게 할 필요가 있다. 그리고 조선자는 교각에 의해 교각후방 수역에서 시야에 사각이 발생하기 때문에 그 영향을 조사해야 한다. 특히 야간에 현등이 보일 수 있는 시야를 확보가 가능한지를 평가해야 한다. 또한 교각에 의한 레이더의 차폐구간을 확인해야 한다.

3.3 안전확보를 위한 운영상 고려요소

해상교량 건설 이후 운영상의 안전대책을 확보하기 위하여 고려되어야 할 요소에 대하여 알아볼 필요가 있다.

먼저, 해상교량과 관련한 해양사고의 원인을 분석해 보면 크게 인적과실, 기술 결함 및 환경에 기인한 3가지로 구분할 수 있으며, 이를 세분화해보면 <Table 5>와 같다.

이 표에 기술된 내용 중 첫번째 항목인 인적 과실은 다양한 교육과 훈련을 통해 어느 정도 제거할 수 있을 것인데, 한 예를 든다면 선교팀의 원활한 의사소통을 통해 Human error chain을 차단하는 방법을 들 수 있다. 구체적인 방안으로는 선박조종시뮬레이터를 이용한 BRM 훈련 등을 통하여 선교팀의 의식과 태도를 전환함으로써 사고에 도달하기 이전에 Error chain을 차단하는 방법이다.

또한 교각 주위에 순시선을 배치하는 방안, 대형선이나 위험물 운반선이 교각을 통과할 때에는 향도선을 배치하는 고전적인 방법도 있으며, 또한 이와 같은 인간과실의 예방을 위해서는 각 항만에 운영중인 VTS를 적극 활용하는 것도 유용한 방법일 것이다.

두번째 항목인 기술상 결함은 본 선 자체의 정기적인 정비 및 각종 체크리스트를 통한 확인이 필수적이지만, 갑작스럽게 발생하는 주요 기기의 고장은 각 항만의 비상대응절차에 따라 대응하여야 할 것이며, 이 또한 VTS 센터의 능동적인 개입과 원조가 필수적이다.

세번째 항목인 환경에 기인한 것은 사전에 기상·해상에 관한 정보를 제공하여 통항 가능 여부를 사전에 판단하도록 할 필요가 있으며, 이 역시 VTS의 능동적인 원조가 필요할 것이다.

	Classification	Cause
1	Human Failure	<ul style="list-style-type: none"> ○ No Action <ul style="list-style-type: none"> - . absence - . present but not attentive - . attentive but problem not realised ○ Unintended Wrong Action <ul style="list-style-type: none"> - . situation misunderstood - . situation understood, wrong action chosen - . communication problems(e.g. pilot/master) ○ Intended Wrong Action <ul style="list-style-type: none"> - . navigational basis(charts) is not updated - . confusion of buoys and/or landmarks - . manoeuvring capabilities overestimated - . clearance requirements underestimated
2	Technical Failure	<ul style="list-style-type: none"> ○ loss of propulsion ○ steering system failure ○ radar failure ○ GPS failure
3	Environmental	<ul style="list-style-type: none"> ○ reduced visibility ○ large and/or variable cross current ○ large current in sailing direction ○ cross winds ○ ice conditions

4. 결 론

최근 우리나라에는 여러 곳에 해상교량 건설이 추진 중에 있으며, 특히 주 경간장 폭의 넓이로는 세계에서 세번째로 넓고, 형하고는 세계에서 가장 높은 광양대교 건설이 추진 중에 있고, 조석간만의 차이가 큰 인천해역에 제2인천대교가 건설 중에 있다.

그러나 이러한 교량 건설을 추진함에 있어 경제적인 측면만을 고려한 교량 설계가 이루어지는 사례가 많아, 건설을 추진하는 주체와 이용자 단체간의 의견대립과 갈등이 반복되고 있으며, 때로는 사회적인 문제로까지 대두되고 있는 현실이다.

이러한 문제점은 해상교량의 설계와 통행 안전성 평가에 관한 기준이나 공감대가 형성되지 않은 것에 기인하고 있는 것으로 판단되며, 이러한 상황에서 우리나라의 해상교량 건설시 선박 통행의 안전 확보 방안을 논의할 중요한 시점이 되었다.

전 세계의 해상교량과 관련한 해양사고를 분석한 결과 US 100,000달러 이상의 손해가 발생한 주요 해양사고는 1년에 1.4건 정도 발생하였고 이 중 운항부주의와 같은 인적과실이 전체의 64%를 차지하는 것으로 나타났다.

해상교량 건설시 안전확보를 위한 설계 방안으로는 각종 지침을 점검하여 이에 부합하는지 확인할 필요가 있으며, 항행환경 현황과 장래의 교통 환경을 검토하여 교량 건설이 해상교통에 미치는 영향을 검토하여야 한다.

해상교통류 시뮬레이션 등과 같은 기법을 이용하여 가항 폭과 교각 폭 및 교각과의 이격거리를 결정하여야 하고, 동요 시뮬레이션 등과 같은 기법을 이용하여 교각 하부의 높이 및 여유 높이 등을 결정할 필요가 있다.

이와 같이 결정된 안에 대해 선박조종 시뮬레이터 등을 이용하여 종합적인 검토와 검증 절차를 거쳐 교각폭이나 교량하부 높이 등을 결정할 필요가 있고, 종합적인 해상교통 안전성평가를 실시하여야 할 것이다.

제 2 주제

소형 선박의 복원성 기준 설정 방향

선박안전기술공단

이 희 준 기술연구팀장

소형선박의 복원성기준 설정방향

선박안전기술공단 기술연구팀장 이 희 준

목 차

1. 서론	31
2. 소형선박의 현황	32
2.1 선종별 선박 등록현황	32
2.2 소형선박의 주요제원 분석	33
2.3 전복사고 발생현황 및 원인 분석	35
3. 국내외 선박복원성기준	40
3.1 국내외 선박복원성기준 개요	40
3.2 소형선박의 복원성능 분석을 위한 기준 선정.....	43
4. 소형선박의 복원성능 분석	44
4.1 모델선형의 선정	44
4.2 모델선형의 복원성능 평가	46
4.3 각 복원성기준의 비교 분석	48
4.4 소형선박 복원성기준 설정 방안	53
4.5 소형선박 복원성기준(안)	55
4.6 복원성기준(안) 평가	57
5. 결론	60
참고문헌	62

1. 서론

선박은 해상에서 여객 및 화물을 운송하거나 어로작업 등에 사용할 목적으로 건조된 운송수단으로서 바람 및 파도 등 악조건 하의 해상상태에서도 전복되지 않고 그 목적을 달성하기 위해서는 충분한 복원성능 확보가 필요하다.

해양안전심판원의 자료에 의하면 1999년 이후 2005년까지 7년간 우리 나라 총 해양사고 6,096건 중 총톤수 20톤미만의 선박이 2,335건으로 38.3%를 차지하고 있으며, 총톤수 20톤 이상 100톤미만인 선박이 2,035건으로 33.4%를 차지하고 있어 규모가 작은 선박의 해양사고가 많은 것으로 나타나고 있다.

또한, 동 기간 동안 전복사고 선박은 189척으로 어선(140척, 74.1%), 예인선(17척, 9.0%), 기타선(23척, 12.2%), 화물선(8척, 4.2%) 등이 전복사고가 많은 것으로 나타나고 있으며, 해양사고에 따른 인명피해 발생률도 전복사고가 평균 2.35명/건으로 다른 사고에 비해 월등히 많은 것으로 나타났다.

이러한 전복사고의 예방 및 저감을 위하여 국제해사기구(IMO)에서는 선박의 복원성능을 평가하기 위한 기준으로 1968년 Res. A.167(IV) 및 Res. A.168(IV)로 여객선 및 화물선에 관한 기준과 어선에 관한 복원성기준을 권고한 바 있으며, 1993년에는 Res. A.749(18)로 IMO 기구와 관련한 모든 종류의 배의길이 24미터이상 선박에 대한 복원성기준을 종합적으로 권고한 바 있다.

또한 2004년 12월 IMO의 해사안전위원회(MSC) 79차 회의에서는 배의길이 12미터이상 24미터미만 어선에 대한 시설기준으로 「소형어선의 설계 및 건조에 관한 잠정지침(2005)」과 「어선안전코우드(2005)」를 승인한 바 있으며, 현재 복원성·만재흡수선·어선안전전문위원회(SLF)에서는 배의길이 12미터미만 어선에 대한 국제적 기준을 개발하기 위한 논의가 진행되고 있다. 그러나 이러한 IMO 결의 등은 그 내용을 각국이 수용하도록 권고하는 수준으로 각국의 실정에 따라 기준을 별도로 설정하여 적용할 수 있도록 각국 정부에 위임하고 있는 상황이다.

이에 따라 각국 정부는 IMO의 결의사항을 수용하거나 자국의 실정에 맞추어 적절한 복원성기준을 설정하여 선박에 적용하고 있다.

특히 소형선박과 관련하여 일본에서는 총톤수 3톤 이상 20톤미만의 어선에 대하여 항요주기에 의한 복원성능 판정기준을 설정하고 있고, 20톤 이상의 어선에 대하여는 우리나라의 24미터 이상 어선에 적용되는 복원성기준과 동일한 기준을 적용하고 있다. 또한 미국이나 유럽의 경우에도 자국의 실정에 따라 배의 길이 24미터 미만 중 일정규모 이상의 선박에 대하여 복원성기준을 설정하여 적용하고 있다.

한편, 우리나라에서는 1963년 8월 26일 선박복원성규정을 제정하면서 여객선에 대한 복원성기준을 설정하였으며, 어선에 대한 복원성기준은 1971년 4월 1일에, 화물선에 대한 복원성기

준은 1997년 6월 24일에 구체적인 복원성능 기준을 설정하여 현재까지 적용하고 있다. 현재의 복원성기준은 모든 여객선과 배의길이 24미터이상인 어선 및 화물선에 적용되고 있으나, 2007년 1월 3일 선박안전법이 전면 개정되어 공포됨에 따라 2007년 11월 4일부터는 복원성기준의 적용대상 선박이 배의길이 12미터이상 어선 및 화물선까지로 확대될 예정이다.

이와 같이 소형선박의 안전에 관한 국제적 기준의 개발이나 기준의 강화 노력이 지속될 것으로 판단되며, 국내적으로도 선원 및 선주 등 선박사용자의 선박안전에 관한 요구사항은 지속적으로 증가할 것으로 예상된다.

따라서 여기에서는 해양안전심판원의 재결서 분석을 통하여 선박전복사고의 원인을 분석하는 동시에, IMO 및 국내외 복원성기준을 살펴보고 대표적인 복원성기준을 국내의 선박에 적용하여 각 기준을 비교 검토하고자 하며, 이러한 조사 분석을 바탕으로 국내 실정에 적합하고 소형선박의 전복사고를 방지하는데 기여할 수 있는 배의길이 12미터이상 24미터미만 어선 및 화물선 등의 소형선박³⁾에 대한 복원성기준을 설정방향을 제시하고자 한다.

2. 소형선박의 현황

2.1 선종별 선박 등록현황

1980년 이후 2005년까지 우리 나라 선박의 용도별 연평균 등록현황 및 점유율을 살펴보면 <표 1>과 같다. 다만, 부선의 경우 1999년 이후 집계가 시작되어 1999년 이후의 등록선박 척수를 평균적으로 고려하였다.

<표1> 용도별 연평균 선박등록현황 (1980~2005년)

용도 항목	합계	여객선	화물선 복원성기준 적용대상 선박					부선	어선
			화물선	유조선	예인선	기타선	소계		
연평균 척수	96,804	175	845	628	1,020	2,149	4,622	1,740	90,972
점유율(%)	100	0.18	0.87	0.65	1.05	2.22	4.79	1.80	93.98

자료 : 해양수산부, 해양수산통계연보

<표 1>에서 보는 바와 같이 우리 나라 등록선박의 26년간 동안 연평균 점유율은 어선이 93.98%로 대부분을 차지하고 있으며, 예인선이 1.05%, 부선이 1.80%, 기타선이 2.22%의 평균 점유율을 보이고 있다. 이들 선박의 연도별 등록현황 추세를 해양수산통계연보에서 살펴보면, 어선은 약 90,000여척에서 정체 추세이며 예인선, 부선 및 기타선은 점차 증가 추세인 것으로 파악된다.

<3>2007년 1월 3일 개정 공포된 선박안전법 제2조에 의하면 소형선박을 배의길이 12미터미만의 선박으로 규정하고 있으나, 여기서는 선박안전법 개정에 따라 새로이 복원성기준 적용대상이 되는 배의길이 12미터이상 24미터미만의 선박을 소형선박이라고 표기함

또한, 2005년도에 있어서 톤급별 선박 등록현황을 살펴보면 <표 2>와 같다.

<표 2>에서 보는 바와 같이 총톤수 5톤 이상 100톤미만 선박이 화물선 복원성기준 적용대상 선박의 경우 3,085척(61.7%)이고 어선의 경우 11,631척(12.8%)으로서 총톤수 100톤 이상의 선박의 점유율이 각각 1,549 (31.0%), 889척(9.8%)인데 비하여 많은 비중을 차지하고 있는 것을 알 수 있으며, 화물선 중에서는 예인선 및 기타선에 규모가 작은 선박이 많은 것으로 파악된다.

<표 2> 톤급별 선박 등록현황 (2005년)

(단위 : 척)

용도 톤급	합계	여객선	화물선 복원성기준 적용대상 선박					부선	어선
			화물선	유조선	예인선	기타선	소계		
합계	97,854	205	797	678	1,214	2,308	4,997	1,917	90,735
5톤 미만	78,578	0	5	3	2	353	363	0	78,215
5톤~100톤미만	14,980	61	204	292	830	1,759	3,085	203	11,631
100톤이상	4,296	144	588	383	382	196	1,549	1,714	889

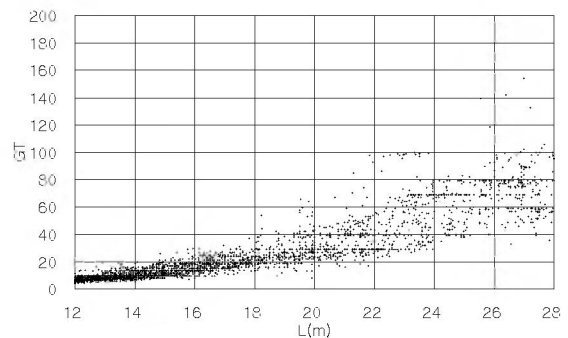
자료 : 해양수산부, 해양수산통계연보

2.2 소형선박의 주요제원 분석

국내 어선에 대한 주요제원을 분석하여 보면 <그림 1> 내지 <그림 3>⁴⁾과 같다. 이 분석 결과는 선박안전기술공단에 등록된 검사대상 어선 중 등록장이 12미터 이상인 어선 8,090척을 분석한 결과이다.

분석결과 어선은 배의길이가 12미터인 경우 총톤수는 약 4톤 내지 10톤의 범위에 주로 분포하고 있으며, 24미터인 경우 총톤수는 약 30톤 내지 80톤의 범위에 분포하는 것으로 나타났다. 따라서 복원성기준 적용대상을 배의길이 24미터이상에서 12미터이상으로 확대하는 경우 총톤수로는 대략 50톤이상 어선에서 적용되던 복원성기준이 약 5톤이상인 어선에 복원성기준이 적용되는 경향이 될 것으로 판단된다.

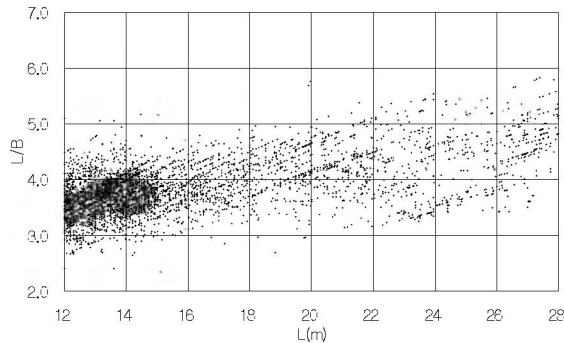
또한 배의길이가 짧아질수록 L/B가 작아지는 경향을 갖는 것으로 나타났다. 이와 같은 현상은 배의 길이가 짧아질수록 선박의 복원성능, 특히 초기복원력을 확보하기 위하여 선박의 너비를 크게 하여야 하기 때문에 L/B는 배의길이 12미터에서 약 2.7~4.5, 24미터에서 약 3.4~5.5 정도의 범위를 나타내고 있다.



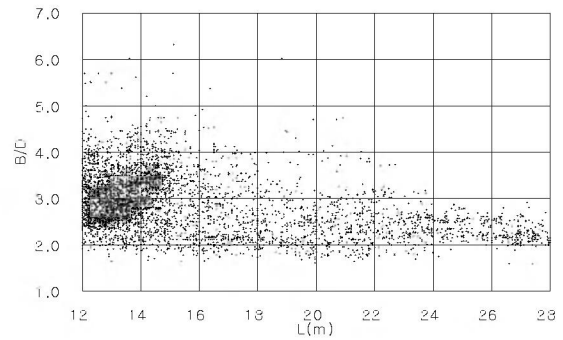
<그림 1> 어선의 L~G/T 관계

<4> 주요제원 분석에 사용된 기호 중 G/T는 총톤수, L은 배의길이, B는 배의너비, D는 배의깊이를, L/B 및 B/D는 배의길이/배의너비 및 배의너비/배의깊이 비를 의미함. 이하 같음.

L/B의 경향에 따라 B/D는 배의길이가 짧을수록 넓은 범위의 분포를 가지는 특성을 보이고 있으며, 이에 따라 B/D는 배의길이 12미터에서 1.9~4.5, 24미터에서 1.9~3.0 정도의 분포를 나타내고 있다. 이러한 경향은 일정한 배의너비에 대하여 배의깊이의 변화 폭은 큰 차이를 보이지 않으나 배의깊이가 작을수록 B/D는 상당히 커지기 때문인 것으로 판단된다.



<그림2> 어선의 L~L/B 관계



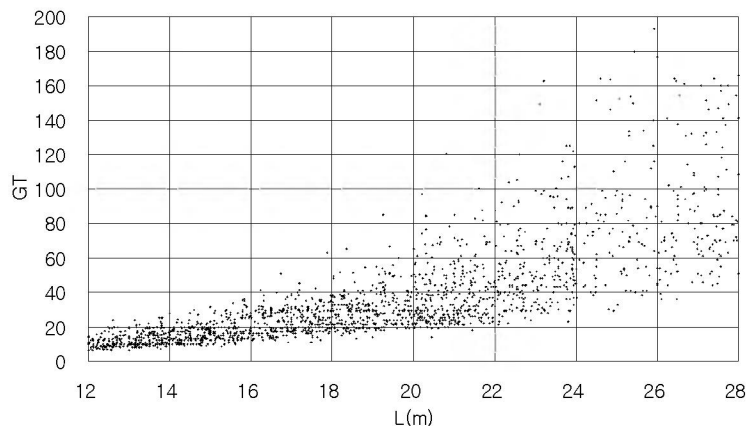
<그림3> 어선의 L~B/D 관계

또한 국내 선박 중에서 여객선 및 어선을 제외한 선박에 대하여 선박안전기술공단의 검사대상 선박 중 등록장이 12미터이상인 선박 2,640척을 대상으로 주요제원을 분석한 결과 <그림 4> 부터 <그림 6>과 같이 분포하는 것으로 나타났다.

일반적인 선형의 화물선은 <그림 4>의 배의길이와 총톤수의 관계를 분석한 결과에서 보듯이 동일한 배의길이에서 총톤수가 대략 3~4배 정도의 차이를 나타내고 있다. 이와 같이 총톤수의 분포 범위가 어선보다 큰 것은 등록된 선박의 상당수가 총톤수를 아직도 구톤수로 사용하고 있는 것도 하나의 요인이기는 하지만, 동일한 배의길이의 어선에 비하여 배의너비가 큰 부선형의 선박이 상대적으로 많기 때문인 것으로 판단된다.

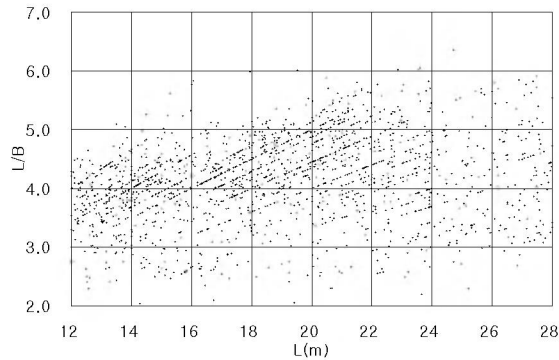
<그림 4>에 의하면 배의길이가 12미터인 경우 총톤수는 약 5톤 내지 15톤의 범위에 주로 분포하고 있으며, 24미터인 경우 총톤수는 약 30톤 내지 120톤의 범위에 분포하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 <그림 5>에서 보는 바와 같이 배의길이가 길수록 L/B가 커지는 경향은 어선과 같으나 L/B의 분포 범위가 더 넓어 배의길이 12미터에서 약 2.3~4.6, 24미터에서 약 2.8~6.0 정도의 범위를 나타내고 있으며, B/D는 전체적으로는 어선과 유사한 경향을 가지고 있으나 어선에 비하여 변화 폭이 적은 것으로 나타났다.

이러한 경향은 일반적인 선형의 화물선인 경우 어선과 같이 어업허가 등에 관한 규칙 의한 총톤수의 제한

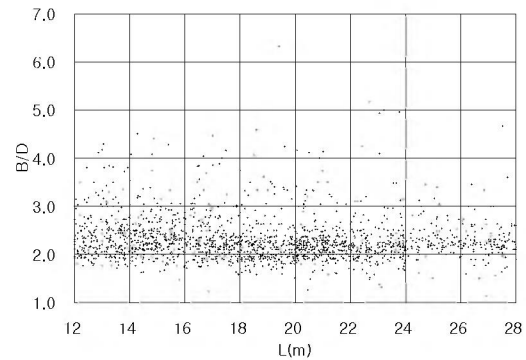


<그림4> 화물선의 L~G/T의 관계

이 없기 때문에 선박의 깊이를 배의 사용목적에 따라 적절히 선택할 수 있기 때문인 것으로 파악된다. 이에 따라 B/D는 배의길이 12미터에서 1.9~3.4, 24미터에서 1.9~3.0 정도의 분포를 나타내고 있어 대체적으로 어선에 비하여 분포 범위가 좁으나 일부 선박은 부선과 같이 적은 L/B에 큰 B/D 값을 갖는 선박도 상당수 있는 것으로 나타났다.



<그림5> 화물선의 L~L/B 관계



<그림6> 화물선의 L~B/D 관계

전반적으로 평가할 때 배의길이 24미터미만의 소형선박은 24미터이상의 선박에 비하여 L/B 값이 작고 B/D 값이 큰 경향을 가지고 있는 것으로 조사되었으며, 이러한 경향은 소형선박의 복원성능 특성에 중요한 영향을 줄 것으로 판단된다.

2.3 전복사고 발생현황 및 원인 분석

해양안전심판원의 자료에 따라 1980년 이후 26년간 사고종류별 연평균 해양사고 척수 및 동기간 동안 사고 1척당 평균 인명피해를 종합해 보면 <표 3>과 같다.

<표3> 사고종류별 연평균 해양사고 발생 척수 및 인명피해 (1980년~2005년)

단위: 척, 명/척

항목 \ 사고종류	충돌	접촉	좌초	전복	화재 폭발	침몰	기관 손상	조난	인명 사상	기타	계
연평균 사고건수	262.5	18.9	65.5	16.0	42.6	61.8	136.5	31.7	17.7	43.8	696.3
점유율(%)	37.70	2.71	9.41	2.30	6.12	8.87	19.61	4.55	2.55	6.29	100.0
인명피해(명/척)	0.27	0.31	0.17	2.35	0.53	1.05	0.02	0.12	1.32	0.37	0.37

자료 : 해양안전심판원

<표 3>에서 보는 바와 같이 전체 해양사고 중 전복사고는 연평균 16.0척으로 2.30%의 점유율을 차지하고 있어 다른 종류의 사고에 비하여 점유율은 가장 낮게 나타나고 있으나, 사고척당

평균 인명피해 발생률을 보면 2.35명으로 충돌사고 0.27명, 침몰사고 1.05명 등 다른 사고보다 월등히 높음을 알 수 있다. 이러한 경향은 전복사고가 다른 사고에 비해 막대한 인명피해나 재산상의 손실을 초래하는 해양사고임을 잘 나타내고 있다.

또한 1980년 이후 26년간 발생한 전복사고를 선박의 용도에 따라 분류하여 살펴보면 <표 4>와 같으며, 어선 이외의 선박에서 기타선과 예인선의 전복사고가 많은 것으로 나타났다.

<표4> 용도별 전복사고 발생 건수 (1980년~2005년)

단위: 척

항목 \ 용도	여객선	화물선	유조선	예인선	기타선	어선	계
총 사고건수	7	22	5	33	53	297	417
연평균 건수	0.3	0.8	0.2	1.3	2.0	11.4	16.0
점유율	1.68%	5.28%	1.20%	7.91%	12.71%	71.22%	100.00%

자료 : 해양안전심판원

그러나 해양안전심판사례집의 사고통계에는 선박의 규모에 따른 전복사고 발생현황은 제시되지 않고 있다. 이에 따라 1966년 이후부터 2004년까지의 해양안전심판원의 재결서 자료를 분석한 결과 선박 용도별 톤급별 전복사고 발생현황은 <표 5> 및 <표 6>과 같이 조사되었다.

<표 5>에서 보는 바와 같이 1966년 이후 2004년까지 전체 전복사고 394건 중 총톤수 100톤 미만 선박의 전복사고가 286건으로 73%를 점유하고 있어 대부분을 차지하는 것으로 나타났다. 또한, 선박의 용도 및 규모에 따라 살펴보면 총톤수 5톤이상 50톤미만 선박의 전복사고는 예인선의 경우 17건으로 예인선 전체 전복사고 21건의 81.0%를 차지하고 있어 소형 예인선의 전복사고가 상당히 많은 비중을 차지하고 있는데 반하여 유조선(33.3%)이나 화물선(22.2%), 부선(6.1%) 및 기타선(12.5%) 등에 있어서는 점유율이 그다지 많지 않은 것으로 나타났다.

<표5> 용도별 톤급별 선박전복사고 발생현황 (1966년~2004년) 단위: 건

용도 \ 톤급	5톤미만	5톤이상 20톤미만	20톤이상 50톤미만	50톤이상 100톤미만	100톤 이상	미 상	계
여객선	0	1	1	3	1	0	6
화물선	0	4	4	9	19	0	36
유조선	0	1	0	1	1	0	3
예인선	0	1	16	3	1	0	21
부 선	0	0	1	0	32	0	33
기타선	6	1	1	1	5	2	16
어 선	87	62	25	58	47	0	279
계	93	70	48	75	106	2	394

자료 : 해양안전심판원 재결서 분석

〈표6〉 업종별 톤급별 선박전복사고 발생현황 (1966년~2004년) 단위 : 건

업종 \ 톤급	5톤미만	5톤이상 20톤미만	20톤이상 50톤미만	50톤이상 100톤미만	100톤 이상	미 상	계
유자망	32	15	1	2	6	0	56
연 승	9	11	2	0	0	0	22
통 발	20	12	10	5	1	0	48
채낚기	1	2	0	9	10	0	22
저인망	0	1	3	29	13	0	46
트 롤	0	0	0	4	13	0	17
안강망	1	4	4	7	0	0	16
선 망	0	1	1	0	1	0	3
어획물운반선	0	0	1	2	2	0	5
연안복합	4	7	0	0	0	0	11
기타어선	20	9	3	0	1	0	33
계	87	62	25	58	47	0	279

자료 : 해양안전심판원 재결서 분석

어선의 경우 〈표 6〉에서 보는 바와 같이 총톤수 5톤이상 50톤미만에서 전복사고가 많은 업종은 통발어선(22건), 유자망어선(16건), 연승어선(13건), 기타어선(12건), 연안복합어선(7건) 순으로 조사되었다.

이러한 전복사고는 여러가지 요인에 의하여 발생하는 것으로 파악되며 대부분 경우 다수의 요인이 복합적으로 작용하여 전복사고를 일으키게 된다.

따라서 대부분의 경우 전복사고를 어느 한가지의 원인으로 간단히 설명하기는 어려운 일이며 어떠한 요인이 전복사고에 어느 정도 영향을 미쳤는지를 판단하기 곤란하나, 전복사고 사건에 대한 재결서의 내용에 따라 전복사고의 원인을 선박의 복원성능과 관련된 중요한 원인으로 판단되는 사항을 중심으로 〈표 7〉과 〈표 8〉에 선종별로 나누어 정리하여 보았다.

다만 1건의 전복사고에 여러 가지 사고원인이 있는 것으로 판단되는 경우 모두 전복사고 원인에 포함하여 계산하였으며 전복사고 원인의 구분은 다음과 같이 고려하였다.

○ 화물의 과적이나 적재불량

어획물 및 어구 등의 과적 또는 적재불량이나 고박의 미흡으로 인한 중량물의 이동이 전복의 원인이 된 경우

○ 갑판유입수의 영향

바람 및 파도 등의 영향으로 선박이 횡경사하여 갑판상에 해수가 유입되어 직립하지 못하여 전복의 원인이 된 경우

○ 조타, 조선의 불량

급격한 선회 또는 조선 부주의로 인한 선회력이 전복의 원인이 된 경우

○ 황천항해 복원력 부족

폭풍주의보시 등과 같이 해상상태에 따른 외력에 비하여 복원력이 부족하여 전복된 경우

○ 선체내 해수유입

출입문 등 해수유입개구를 통하여 해수유입이 된 경우

○ 외력의 영향

크레인 작업이나 어로작업 중의 어구조조에 따른 외력이 전복의 원인이 된 경우

○ 기타

선체외판의 파공 등에 의해 해수유입이 된 경우, 해저에 어망이 걸려 작용되는 외력 또는 기타 상기이외의 원인에 의하여 전복된 경우

〈표7〉 용도별 전복사고 원인분석

사고 원인 용도	과적, 적재 불량, 어구/화물 이동	갑판 유입수	조선/조타 불량	황천항해, 복원력 부족	선체내 해수유입	외력영향 (양망, 크레인, 예인작업)	기타 (선체파공, 해저 어구걸림)	계
여객선	5	0	0	1	0	0	1	7
화물선	25	1	3	4	4	1	4	42
탱커	2	0	0	0	0	1	1	4
예인선	1	0	10	0	1	11	3	26
부선	13	1	0	9	15	1	7	46
기타선	5	0	4	2	1	0	4	16
어선	80	52	41	92	34	31	50	380
계	131	54	58	108	55	45	70	521

자료 : 해양안전심판원 재결서 분석

〈표 7〉에서 보는 바와 같이 전체 전복사고의 원인 중에서는 과적 및 적재불량이 131건으로 가장 많고 황천항해에 따른 복원성능 부족이 108건이었으며, 어선에 있어서는 황천항해가 92건, 과적 및 적재불량이 80건으로 조사되었다. 또한 〈표 8〉에서 보듯이 어선에 있어서 황천항해에 따른 복원력 부족에 의한 전복사고는 저인망어선, 유자망어선 및 통발어선 순으로 많았으며 과적 및 적재불량에 따른 전복사고는 통발어선, 저인망어선, 유자망어선 순으로 많은 것으로 조사되었다.

〈표8〉 어선의 업종별 전복사고 원인분석

사고 원인 용도	과적, 적재불량, 어구/화물 이동	갑판 유입수	조선/조타 불량	황천향해, 복원력 부족	선체내 해수유입	외력영향 (양망, 크레인, 예인작업)	기타 (선체파공, 해저 어구 걸림)	계
유자망	11	6	6	20	5	10	13	71
연승	6	1	2	5	3	3	5	25
통발	18	4	10	16	8	1	7	64
채낚기	8	9	6	11	2	0	1	37
저인망	12	15	8	22	3	5	5	70
트롤	7	5	3	0	4	5	3	27
안강망	4	3	0	5	3	1	5	21
선망	1	1	0	2	1	0	0	5
어획물운반선	1	0	2	2	2	0	1	8
복합	2	3	2	2	0	2	1	12
기타어선	10	5	2	7	3	4	9	40
계	80	52	41	92	34	31	50	380

자료 : 해양안전심판원 재결서 분석

이러한 경향은 총톤수 5톤 이상 100톤미만 규모의 선박을 대상으로 전복사고의 원인을 분석해 보아도 유사한 경향을 나타내는 것으로 파악되었으며, 선박의 용도별로 전복사고 원인을 좀더 상세히 살펴보면 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 화물선의 경우 총 36척의 전복사고 중 전복원인이 과적 및 적재불량에 기인한 것이 25건으로 큰 비중을 차지하고 있다. 또한 화물선의 전복사고 중 총톤수 50톤미만 전복사고 선박은 8척으로, 이중 6척은 카훼리화물선이고 2척은 일반화물선이며, 7척은 갑판상에 화물 과적 또는 화물의 고박미흡이, 1척은 선체외판의 파공으로 인한 침수가 전복사고 원인으로 나타났다.
- 유조선의 전복사고는 3건이 있으나, 200톤급 1척은 양하중 자유표면효과의 증가 및 계선줄에 의한 외력으로, 50톤급은 갑판상에 화물 적재 및 고박 미흡으로, 20톤급은 무리한 기중기 작업으로 각각 전복되었으며, 유조선 본래의 목적으로 항해 중 복원성 부족으로 전복된 사례는 보고되지 않고 있다.
- 예인선의 경우 전복사고 선박 21척 중 17척이 50톤 미만으로 소형선박의 전복사고가 상당히 많다. 사고원인은 예인 중 예인장력이 작용하고 있는 상태에서 선회를 위하여 조타시 예인줄의 반력에 의한 횡방향의 경사모멘트로 전복되는 경우가 다수인 것으로 파악되었다.

- 부선의 경우 전복사고 선박 총 33척 중 50톤미만 선박 1척, 24미터미만 선박 2척으로 소형선박의 비중이 극히 작으며, 갑판상에 과적으로 인하여 복원성이 부족하거나 화물창에 해수가 유입되는 것이 주요원인으로 나타났다.
- 기타선의 경우 전복사고 선박 16척 중 총톤수 50톤이상의 선박은 위험물운송선 4척, 병원선 1척 및 준설 작업선이 1척이며, 총톤수 5톤이상 50톤미만 선박은 준설선과 용달선 각 1척씩이다. 위험물운송선 4척 중 가스캐리어 3척은 대각도 전타 등 조선불량이 전복사고 원인이고, 캐미칼탱커 1척은 전 탱크 부분적재로 인한 자유표면수의 영향이, 13톤급 용달선은 갑판상의 화물이동이 전복사고의 원인으로 지적되었다.
- 어선의 경우 전복사고 선박 총 279척 중 5톤미만 87척, 5톤~50톤미만 87척, 50톤이상 105척으로 조사되었으며, 전복사고도 여러가지 원인이 복합적으로 작용하여 발생하고 있는 것으로 파악된다. 어선의 전복사고의 발생원인을 요약해 보면, 폭풍중의보 등 황천시 해상에서의 바람 및 파도에 따른 횡요에 의하여 전복되거나 횡요운동 또는 어구 등의 외력에 의하여 횡경사시 갑판상에 해수가 유입되고 어획물이나 어구 등 중량물이 이동하게 되어 직립상태로 되돌아오지 못하는 상황에서 출입문 등 해수유입개구로 선체내로 해수가 유입되어 복원력이 부족하게 되거나 부주의한 조타로서 선회 초기의 내방경사에 의한 횡경사가 가중되어 전복되는 것으로 요약된다.

이러한 전복사고의 원인 중에서 과적 및 적재불량 또는 선체파공이나 해저의 어구 걸림 등은 선박의 복원성능 부족이 직접적인 원인이 되었다고 보기에는 어려운 사항으로 오히려 선장의 안전운항조치 미흡 또는 무리한 운항이 일차적인 원인인 것으로 판단된다. 따라서 복원성기준은 바람 및 파도의 영향, 갑판유입수의 영향 등과 해수유입각을 반영하여 대각도 횡경사시 선박의 동적복원력을 판정할 수 있는 기준으로 설정되는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

3. 국내외 선박복원성기준

3.1 국내외 선박복원성기준 개요

1) 우리 나라의 복원성기준

우리 나라는 배의길이 40미터이상의 어선의 경우 IMO Res. A.749의 기준 즉, IS Code의 어선복원성기준을 수용하고 있다. 이 기준은 복원정곡선의 면적 등을 규정한 IS Code의 어선일반기준을 수용하고 있으며, 배의길이 45이상의 경우 풍속은 26%를, 그 이하의 배의 길이에 대하여는 풍압면적 중심위치의 수면상방 높이에 따라 풍속을 완화하여 적용하는 IS Code의 어선기상기준을 수용하고 있다.

반면 배의길이 24미터이상 40미터미만인 어선에 대한 기준은 일본의 기준을 수용한 것으로

풍속 19㎧에서 일본방식의 기상기준을 적용하여 개발된 초기횡메타센타높이(GoM) 기준을 적용하고 있으며 선체의 재질이 목선인 경우와 다른 재질의 선박인 경우에 대하여 다른 GoM 값 기준이 적용되고 있다. 이외에 총톤수 10톤미만의 낚시어선으로 최대탑재인원이 13인 이상인 경우 우리 나라의 평수구역 여객선 복원성기준(풍속 15㎧의 한계경사각기준)을 준용하고 있다.

화물선에서는 연해구역이상을 항행하는 배의길이 24미터이상의 선박(국내항해 예인, 해난구조, 준설 또는 측량에 사용되는 총톤수 500톤미만의 선박 및 총톤수 500톤미만 부선 제외)에 대하여 복원성기준이 적용되고 있다.

화물선 복원성기준의 내용은 국제항해 선박인 경우 IS Code의 기준을 수용하고 있으나 국제 연해구역을 항해하는 경우 기상기준 중 풍속을 26㎧에서 19㎧로 완화하여 수용하고 있으며, 국내항해 선박의 경우 근해구역 항해 선박에는 IS Code의 일반기준을 적용하고 있으나 연해구역을 항해하는 경우 IS Code의 일반기준 중 일부 항목을 적용하지 않도록 완화하여 수용하고 있다. 또한, 갑판적목재운송선에 대한 기준과 부선의 복원성기준이 별도로 규정되어 있으며, 배의길이 24미터미만으로 카훼리화물선인 경우 항해구역에 따라 연해인 경우 화물선 복원성기준을, 평수구역인 경우 여객선 복원성기준을 준용하도록 규정하고 있다.

여객선에 대한 복원성기준은 1963년 8월 26일 선박복원성규정이 제정되면서 일본의 여객선 복원성기준을 수용한 것으로 항해구역에 따라 평수구역 선박 및 연해구역 항해예정시간이 2시간미만인 선박은 15㎧, 연해구역 선박은 19㎧, 근해이상 항해선박은 26㎧의 풍속을 적용한 기상기준이며, 이러한 풍속 적용의 배경은 일본의 29개 지역에서의 풍속에 대한 35년간의 기록을 조사한 결과에 따른 것으로 근해이상 구역은 태풍 후에 뒤따라오는 Steady Wind, 연해구역은 이동성 저기압하에서, 연해구역 항해예정시간이 2시간미만인 지역은 한랭전선시의 풍속에 따라 설정된 것으로 알려져 있다.

2) IMO의 복원성기준(IS Code)

IMO Res. A.749의 배의길이 24미터이상 어선에 대한 복원성기준은 국내의 배의길이 40미터이상 어선에 적용하는 기준과 동일하나 어로작업 중 추가적인 외력에 대한 세부적인 기준은 제시되지 않고 주의를 요한다는 권고만 있다. 또한 24미터미만 어선으로 B/D 가 1.75~2.15이고 $f/B^{(5)}$ 가 0.02~0.20, $ls/L^{(6)}$ 이 0.60이하로서 선수미의 현호가 국제만재흘수선협약의 표준현호 이상인 경우 이들 값에 따라 계산할 수 있는 횡메타센타높이 기준이 제시되어 있다.

화물선의 복원성기준은 국제항해 화물선에 적용하는 국내기준과 동일하며, 갑판적 목재운송선, 폰툰형 부선, 물자공급선(Offshore Supply Vessel)과 총톤수 500톤 이상의 특수목적선, 배의길이 100미터 이상의 컨테이너선 등에 대한 복원성기준이 별도로 규정되어 있다. 한편 여객선에 대한 기준은 선하나 여객의 이동에 의한 횡경사기준 이외의 일반기준이나 기상기준은 화물선

〈5〉 f : 건현(m), B : 배의너비(m)

〈6〉 L : 만재상태의 흘수선의 길이(m), ls : 높이가 1.8m 이상인 선루의 길이(m)

과 동일하게 규정되어 있다.

IS Code의 기상기준의 경우 모든 선박에서 풍속을 26%로 고려하고 있으나 부선의 경우는 풍속을 30%로 적용하고 있다.

3) 일본의 복원성기준

일본은 총톤수 20톤이상의 어선에 대하여 국내 어선 중 배의길이 24미터이상 40미터미만에 적용되는 기준과 동일한 초기횡메타센타높이 기준을 적용하고 있다. 이 기준은 일본에서 1963년부터 2년간 배의길이 15미터이상 40미터미만 어선을 대상으로 해난사고 선박 39척 및 조업 중인 어선 140척의 복원성능을 일본의 기상기준(국내 여객선에 적용하는 기준과 동일)에 따라 분석하여 초기횡메타센타높이 기준으로 설정된 것으로 적용된 풍속은 19%이다. 한편, 총톤수 20톤미만의 경우 정박 중 횡요시험으로 구한 자유횡요주기가 B 및 D에 따라 표의 값으로 주어진 기준 값 이하일 것으로 규정하고 있다.

또한 화물선의 경우 배의길이 24미터 이상으로 연해구역 이상을 항해하는 선박에 복원성기준을 적용(국내항해 총톤수 500톤미만 선박 적용 면제)하며, 기준의 내용은 국내 국제항해 화물선기준과 같이 IS Code의 화물선기준을 수용하고 있다. 그리고 여객선 복원성기준은 우리 나라 기준에 수용된 바와 같이 항행구역에 따라 풍속을 완화한 기상기준을 적용하고 있다.

4) 기타 국가의 복원성기준

미국의 어선 복원성기준은 배의길이 24미터이상에 적용되고 있으며, 갑판유입수 기준을 포함하여 IS Code보다 강화된 토레몰리노스 어선안전협약의 복원성기준을 수용하고 있다. 반면 여객선 및 화물선기준은 IS Code의 일반기준을 수용하였으나 예인선의 경우 예인력에 의한 추가기준을 적용하고 있고, 기상기준의 경우 독자적인 기준을 적용하고 있으나 폐워된 해역에서 풍속을 약 20%로 완화하고 돌풍시의 한계경사각 기준을 적용하고 있어 그다지 엄격한 기준이 아닌 것으로 파악된다.

또한 영국에서는 전장 15미터이상인 어선 및 화물선과 항해구역이 출발항에서 일정범위를 넘는 경우의 여객선에 대하여 IS Code의 일반기준만을 적용하고 있다.

호주의 경우 배의길이 25미터이상 어선인 경우 토레몰리노스 어선안전협약의 복원성기준을, 배의길이 15미터이상 25미터미만 어선인 경우 IS Code의 24미터미만 어선에 권고된 기준과 유사한 기준을 적용하고 있으며, 화물선에서는 한정근해구역(Restricted offshore) 이상을 항해하는 배의길이 24미터 이상 선박인 경우 IS Code의 일반기준을, 한정근해구역 이상을 항해하는 배의길이 16미터 이상 24미터 미만 선박 및 평수구역을 항해하는 배의길이 16미터 이상 선박인 경우 IS Code의 24미터미만 어선에 권고된 기준과 유사한 초기횡메타센타높이기준을 적용하고 있다.

3.2 소형선박의 복원성능 분석을 위한 기준 선정

IMO 및 각국 정부의 선박복원성기준을 살펴보면 복원성기준은 복원정곡선의 면적 및 최대 값 등을 규정하는 일반기준과 바람 및 파도에 따른 횡요시의 안전성을 직접 평가하기 위한 기상 기준으로 크게 분류할 수 있으며, 소형선박 등에서 적용하는 간이기준으로는 일본의 경우와 같이 횡요주기를 사용하는 경우도 있으나 대체로 초기횡메타센타높이 기준을 사용하는 경향이다.

국내의 복원성기준은 초기에 제정할 당시에는 일본의 복원성기준을 수용하였으나 이후 개정하면서 IMO의 권고기준을 부분적으로 수용하였다. 이에 따라 우리 나라의 복원성기준은 일본기준 및 IMO의 권고기준이 혼재되어 있어 기준의 이론적 근거에 통일성이 부족한 문제점이 있는 것으로 판단된다. 또한 배의길이 24미터이상 40미터미만인 어선에 적용하는 복원성기준은 일본의 기준을 수용한 것으로서 선체의 재질에 따라 복원성기준 값이 달라지는 차이를 나타내고 있다. 이와 같이 선체의 재질에 따른 복원성기준 값의 차이는 일본에서 동 기준을 개발할 당시 선체의 재질에 따른 전복사고를 분석하여 설정된 것으로 파악되나 선박에 작용하는 외력이나 복원력을 고려할 때 선체의 재질이 직접적으로 복원성능에 미치는 영향은 없으므로 불합리한 것으로 판단된다.

따라서 국내의 소형선박에 대한 복원성기준은 이러한 기준의 문제점을 고려하는 동시에 각국의 복원성기준 중 소형선박에 적용 가능성이 있는 기준들을 비교 평가함으로써 국내 실정에 적합한 복원성기준을 설정하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

이들 각국의 복원성기준 중에서 국내 소형선박의 복원성기준 설정에 참조할 만한 복원성기준을 정리해 보면 다음과 같다. (다음에 표기된 기준의 명칭은 각 기준을 간단히 표기하여 서로 구분하기 위하여 편의상 붙인 명칭임)

- 연해여객선기준 : 풍속 19㎞를 적용하는 일본의 기상기준을 수용하여 우리 나라의 연해구역을 항해하는 여객선에 적용하는 복원성기준이며, 바람 및 파도중의 동적복원성능에 따라 판정하는 기준임. 우리 나라 24미터이상 40미터미만 어선에 적용하는 초기횡메타센타높이 기준 설정에 배경이 된 기준임.
- 한정연해여객선기준 : 풍속 15㎞를 적용하는 일본의 기상기준을 수용하여 우리 나라의 한정연해구역을 항해하는 여객선에 적용하는 복원성기준이며, 바람 및 파도중의 동적복원성능에 따라 판정하는 기준임.
- 평수여객선기준 : 풍속 15㎞를 적용하는 일본의 기상기준을 수용하여 우리 나라의 평수구역을 항해하는 여객선에 적용하는 복원성기준으로 한계경사각에서의 정적복원성능에 따라 판정하는 기준임. 우리 나라에서 낚시어선 및 평수구역을 항해하는 카훼리화물선에도 적용됨.
- 연해화물선기준 : 우리 나라의 국내 연해구역을 항해하는 화물선에 적용하는 복원성기준으로 IS Code의 화물선에 대한 일반기준 중 복원정 최대값기준과 복원정 최대값 발생각도기준이 면제된 기준임.

- IS 화물선일반기준 : 우리 나라의 국내 근해구역을 항해하는 화물선에 적용하는 기준과 동일한 IS Code의 화물선에 대한 일반기준임.
- IS 기상기준(26) : 우리 나라의 국제 근해구역 이상을 항해하는 화물선과 배의길이 45미터이상인 어선에 적용하는 기상기준과 동일한 기준으로 풍속을 26%로 적용하는 IS Code의 기상기준임.
- IS 기상기준(19) : 우리 나라의 국제 연해구역을 항해하는 화물선에 적용하는 기상기준으로 IS Code의 화물선에 대한 기상기준의 풍속을 26%에서 19%로 완화한 기준이며, 일본의 기상기준을 수용한 연해여객선기준과 풍속이 같은 기준임.
- 어선기준(강) : 우리 나라의 배의길이 24미터이상 40미터미만의 강 및 FRP 어선에 적용되는 복원성기준으로 일본의 총톤수 20톤이상의 어선에 적용하는 기준과 동일하며, 일본에서 풍속 19%를 적용하여 일본의 기상기준 적용결과를 분석하여 GoM 값 기준으로 개발한 것임.
- 어선기준(목) : 우리 나라의 배의길이 24미터이상 40미터미만의 어선 중 목선에 적용되는 복원성기준으로 기준의 배경은 어선기준(강)과 동일함.
- IS 어선일반기준 : 우리 나라의 배의길이 40미터이상 어선에 적용하는 기준 중의 일반기준과 동일한 기준으로 IS Code의 어선에 대한 일반기준임.
- IS 어선간이기준 : IS Code의 배의길이 24미터미만의 소형어선에 대하여 권고된 초기횡메타센타높이 기준임.
- 횡요주기기준 : 일본에서 총톤수 20톤미만의 소형어선에 적용되는 기준으로 배의너비 및 길이에 따라 정해지는 횡요주기에 의하여 복원성능을 판정하는 기준임.

또한 앞에서 정리한 각국의 복원성기준에 정확히 반영된 사례는 없으나 국내 소형선박의 복원성기준 설정시 기존의 기준과 비교분석을 위하여 참조할 만한 복원성기준을 살펴보면 다음의 기준을 고려할 수 있다.

- IS 기상기준(15) : IS Code의 기상기준의 풍속을 26%에서 15%로 완화하여 일본의 기상기준을 수용한 한정연해여객선기준과 풍속을 같게 고려한 기준임.

4. 소형선박의 복원성능 분석

4.1 모델선형의 선정

IMO 회의 문서나 여러 연구보고서를 살펴보면 복원성기준을 개발하는 방법은 IS Code 및 일본의 기상기준 개발에 적용된 것과 같이 외력에 의한 횡경사모멘트와 복원모멘트를 균형적으로 고려하는 방법, IS Code의 일반기준 개발과 같이 사고사례 수집 및 분석을 포함한 통계적 접근 방법, 해상에서의 선박의 거동에 대하여 수학적 시뮬레이션의 전복확률 계산을 포함한 확률론적 접근방법, 그리고 체계적인 모형시험에 의한 방법 등으로 정리할 수 있다.

그러나 여기에서는 앞에서 소개한 네 가지 방법 중 현재의 복원성기준 개발시 적용되었던 방법인 외력에 의한 횡경사모멘트와 복원모멘트를 균형적으로 고려하는 방법을 이용하고 국내외에서 적용되고 있는 복원성기준을 실선에 적용하여 복원성능 및 복원성기준의 특성을 비교 평가하는 방법을 바탕으로 모델선형을 선정하여 각 종 기준을 비교 분석함으로써 소형선박의 복원성 기준 설정방향을 제시하고자 한다.

다만, 모델선형의 선정은 실제 선형을 기본선형으로 하여 소형선박의 주요제원 분포 범위를 고려한 주요제원 변경 모델선형을 고려하였으며, 배의길이 24미터 이상 선박에 대한 기준과의 연속성을 감안하여 24미터 이상 모델선형도 12척(어선 6척, 화물선 6척) 포함하였다.

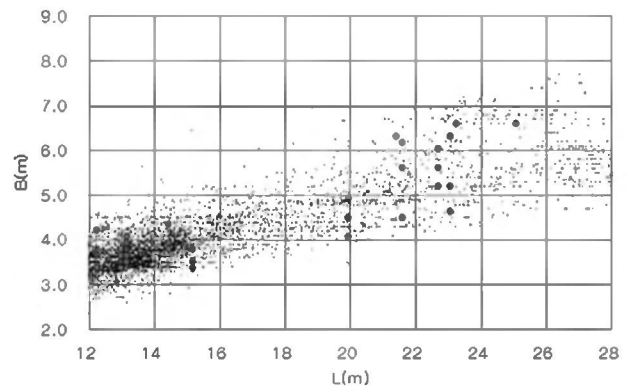
1) 어선 모델선형 선정

어선 중 근해어선의 복원성능 분석을 위하여 권현망어선, 안강망어선, 저인망어선, 연승어선, 채낚기어선 각각 한 척씩과 통발어선 3척으로 총 8척을 기본선형으로 선정하였으며, 통발어선 이외의 기본선형에 대하여 각각 2~3척의 주요제원 변경 모델선형을 선정하여 총 18척의 모델선형을 선정하였다. 또한 연안어선에 있어서는 낚시어선으로 사용되고 있는 연안복합어선 4척을 기본선형으로 하여 각 기본선형에 대하여 주요제원 변경선형을 3~4척씩 고려하여 총 15척의 모델선형을 선정하였다.

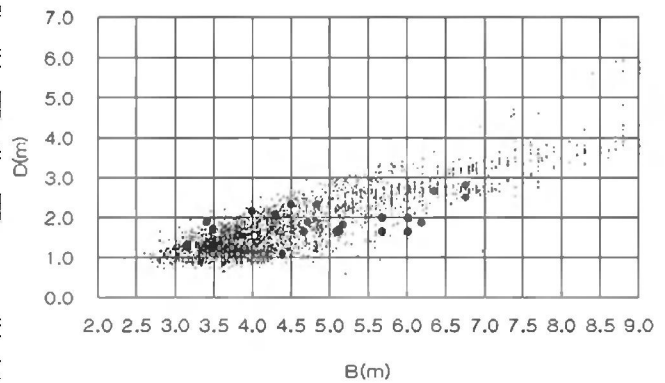
총 33척의 어선 모델선형의 주요제원 분포는 <그림 7> 및 <그림 8>에 국내 어선의 주요제원 분포도와 비교하여 나타낸 바와 같다.

2) 화물선 모델선형 선정

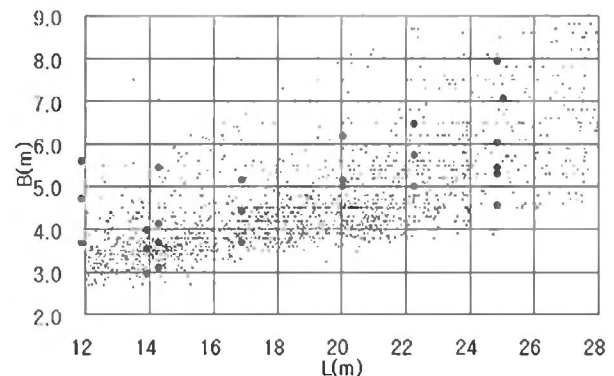
화물선의 복원성능 분석을 위하여 기타선 2척, 예인선 3척, 유조선 3척으로 총 8척의 기본선형을 선정하였으며, 국내 화물선의 주요제원 분포를 고려하여 각 기본선형을 중심으로 2~3척의 주요제원 변경 모델선형을 선정하



<그림7> 어선 모델선형의 길이, 폭의 분포



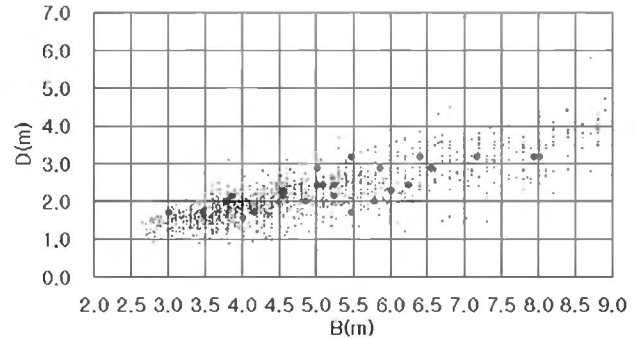
<그림8> 어선 모델선형의 폭, 깊이 분포



<그림9> 화물선 모델선형의 길이, 폭 분포

여 총 25척의 모델선형을 선정하였다.

선정된 화물선 모델선형의 주요제원 분포는 <그림 9> 및 <그림 10>에 국내 화물선의 주요제원 분포도와 비교하여 나타낸 바와 같다.



<그림10> 화물선 모델선형의 폭, 깊이 분포

4.2 모델선형의 복원성능 평가

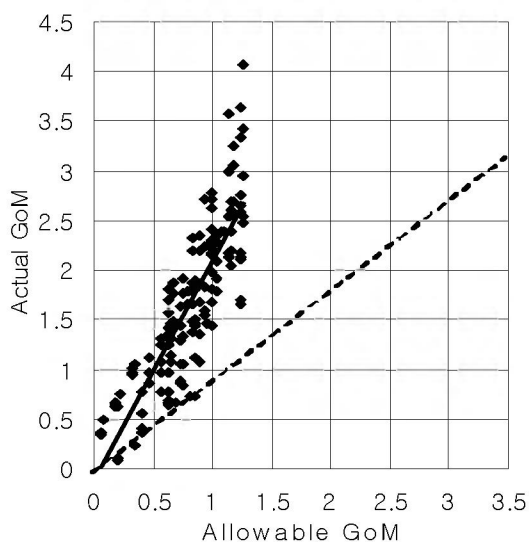
소형선박의 복원성능 평가를 위하여 선정된 기준들은 그 평가내용에 있어 상이점이 많아 서로 비교하기 어려운 점이 있다.

이에 따라 각 복원성기준에 의한 평가결과를 상호 비교하고 선박의 적하상태별 복원성능의 여유를 간단히 비교하기 위하여 각 기준에 의한 복원성능 판정을 각 기준에 따른 최소횡메타센타높이(Allowable GoM)를 계산하여 각 기준간의 상호 비교와 적하상태의 실제 횡메타센타높이(Actual GoM)와 비교하는 방법을 사용하였다.

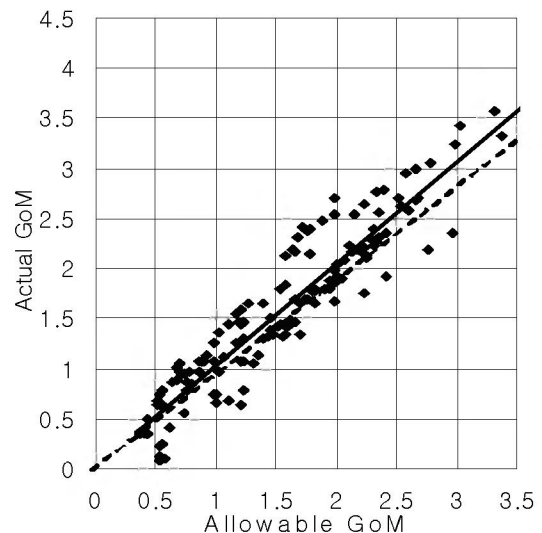
1) 어선 모델선형의 적하상태 복원성능 평가

어선 모델선형의 각 적하상태에 있어서 어선 관련 주요 복원성기준에 의한 복원성능 평가결과는 <그림 11>에서부터 <그림 14>와 같다.

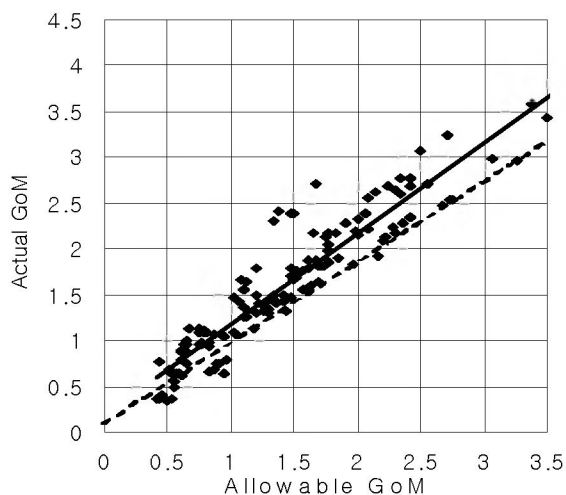
그림에서 알 수 있는 바와 같이 분포도의 기울기가 클수록 모델선형의 복원성능이 기준에 만족하는 합격률이 높으며, 기울기가 작을수록 요구되는 기준에서 요구하는 Allowable GoM이 크기 때문에 기준이 엄격한 것으로 판단할 수 있다.



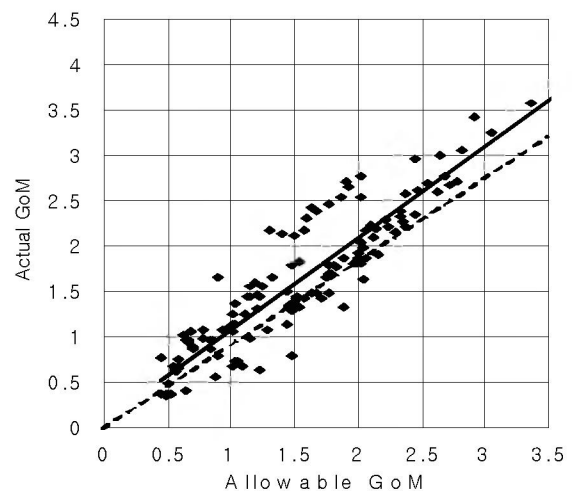
<그림11> 어선기준(강)에 의한 어선모델선형 적하상태 평가



<그림12> 연해어객선기준에 의한 어선모델선형 적하상태 평가



<그림13> IS 어선일반기준에 의한
어선모델선형 적하상태 평가



<그림14> IS 기상기준(26)에 의한
어선모델선형 적하상태 평가

각 기준의 적용결과를 살펴보면, 국내 24미터이상 40미터미만 강 및 FRP 어선에 적용되는 어선기준(강)의 Allowable GoM이 가장 작아 합격률이 93%로 가장 높았으며, IS Code의 어선 일반기준은 합격률이 66%, 연해여객선기준은 53%, IS Code의 기상기준(26)은 48%의 합격률을 갖는 것으로 나타나, 네 가지 기준 중 IS Code의 기상기준(26)이 가장 엄격한 기준으로 판단되었다.

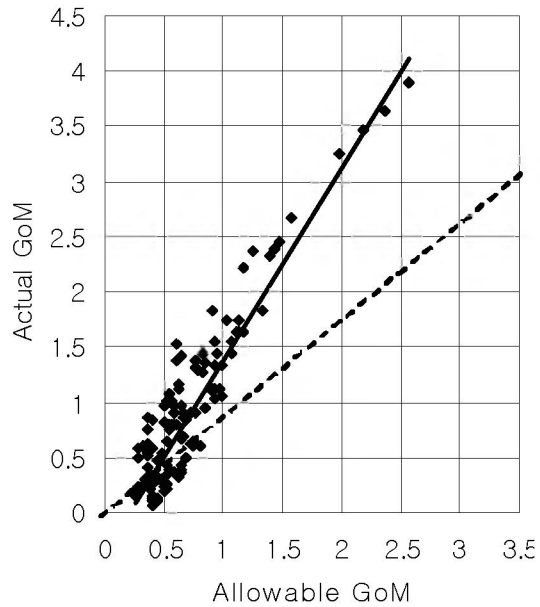
또한 이러한 평가결과를 고려할 때 현행의 어선기준(강)은 일본에서 1963년도에 동 기준을 개발할 때 적용하였던 풍속 19㎧에 따른 연해여객선기준을 적절히 반영하지 못하고 있으며, 풍속 26㎧를 적용한 IS Code의 기상기준(26)이 풍속 19㎧를 적용한 연해여객선기준과 큰 차이를 보이지 않는 점으로 보아 IS Code의 기상기준은 일본의 기상기준에 비하여 엄격하지 않은 것으로 판단된다.

2) 화물선 모델선형의 적하상태 복원성능 평가

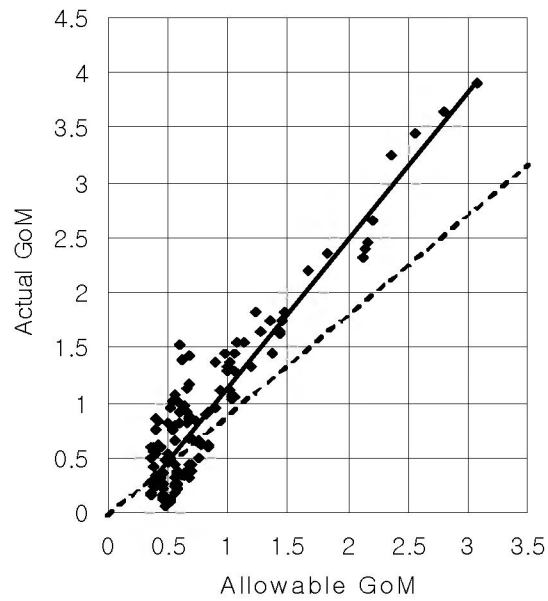
또한 화물선 모델선형에 대한 평가결과는 <그림 15>에서부터 <그림 18>과 같다.

각 기준에 따른 합격률을 살펴보면 국제연해구역을 항행하는 화물선에 대한 기상기준인 IS 기상기준(19)의 합격률이 74%, 국내연해 화물선기준 합격률이 65%, IS Code의 기상기준(26)과 IS Code의 화물선 일반기준의 합격률이 56%로 동일하였다.

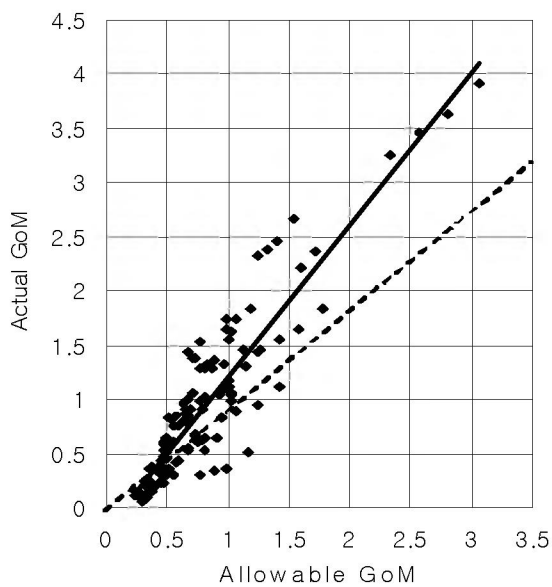
따라서 IS Code의 기상기준에 풍속 19㎧를 적용하는 경우 국내 연해구역의 화물선 복원성기준보다 완화된 기준으로 판단된다. 또한, 기상기준과 일반기준 또는 국내연해 화물선기준과의 합격률 차이점을 분석해 보면 유조선과 같이 적하상태의 흘수가 높은 경우 기상기준을 만족시키기 쉽고, 도선선과 같이 흘수가 낮거나 갑판실이 커 풍압측면적이 큰 경우 기상기준이 일반기준에 비하여 엄격한 기준이 되는 경향으로 나타났다.



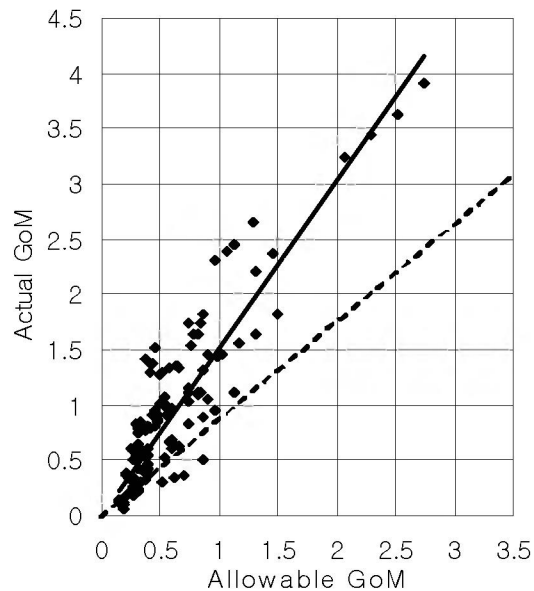
<그림 > 국내연해화물선기준에 의한 화물선모델선형 적하상태 평가



<그림16> IS 화물선일반기준에 의한 화물선모델선형 적하상태 평가



<그림17> IS 기상기준(19)에 의한 화물선모델선형 적하상태 평가



<그림18> IS 기상기준(26)에 의한 화물선모델선형 적하상태 평가

4.3 각 복원성기준의 비교 분석

1) 어선 모델선형에 의한 복원성기준의 비교

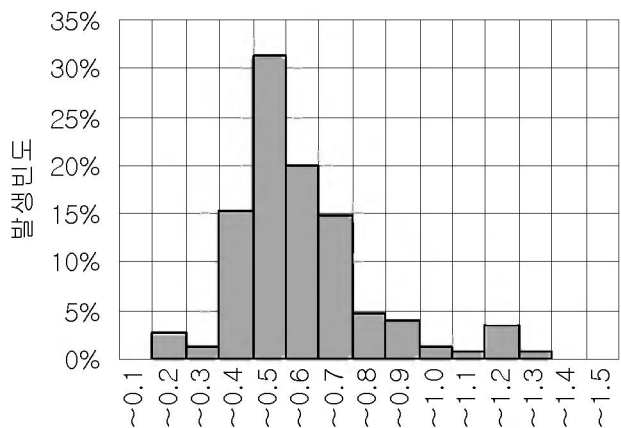
어선 모델선형의 각 적하상태에 대하여 각 복원성기준에 따른 최소횡메타센타높이 값 계산결과를 서로 비교하여 횡축에는 기준값의 비를 0.1 간격으로 나타내고 종축에는 각 기준값의 비 그룹별 발생빈도를 표시하면 <그림 19> 내지 <그림 22>와 같으며, 다음과 같은 특성을 가지는 것으로 분석된다.

○ <그림 19>에 나타난 바와 같이 배의길이 24미터이상 40미터미만 강 및 FRP 어선에 대한

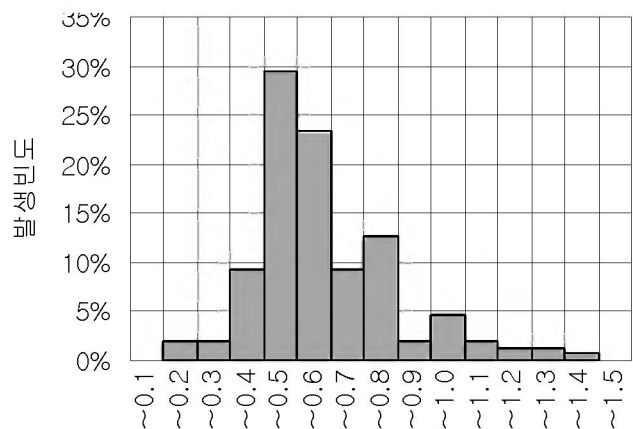
국내기준, 즉 어선기준(강)은 동 기준이 일본에서 설정될 당시 적용되었던 기준 즉, 연해여객선기준에 비하여 평균 53.9%의 횡메타센타높이를 요구하는 것으로 나타나 당초 목적했던 복원성기준에 미흡한 것을 말해주고 있다.

- 어선기준(강)은 IS Code의 어선일반기준의 기준값에 비하여 <그림 20>과 같은 분포를 가지며, 평균 58.2%의 횡메타센타높이를 요구하는 것으로 나타났으며, <그림 21>과 같이 IS Code의 기상기준(26)에 비하여 평균 52.4%의 횡메타센타높이를 요구하는 것으로 나타났다.

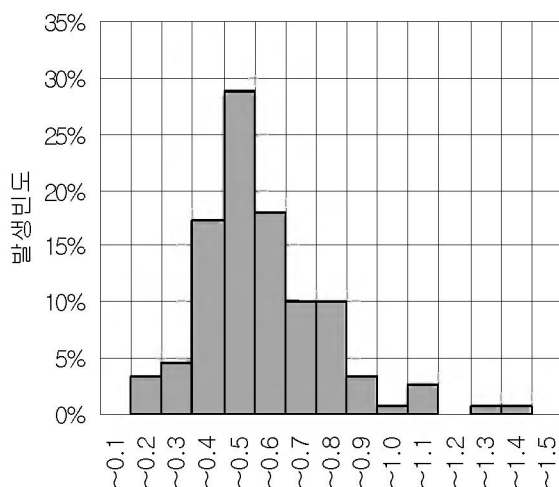
- 또한, <그림 22>에서 보는 바와 같이 연해여객선기준은 IS Code의 기상기준(26)에 비하여 평균 97.0%의 횡메타센타높이를 요구하는 것으로 나타나, 대체적으로 IS 기상기준(26)과 대등한 수준인 것으로 나타났다. 이것은 각 기준의 적용 풍속이 연해여객선기준의 경우 19㎧이고 IS 기상기준(26)이 26㎧이나 파도 중의 횡요각 계산에 차이가 있기 때문인 것으로 파악된다.



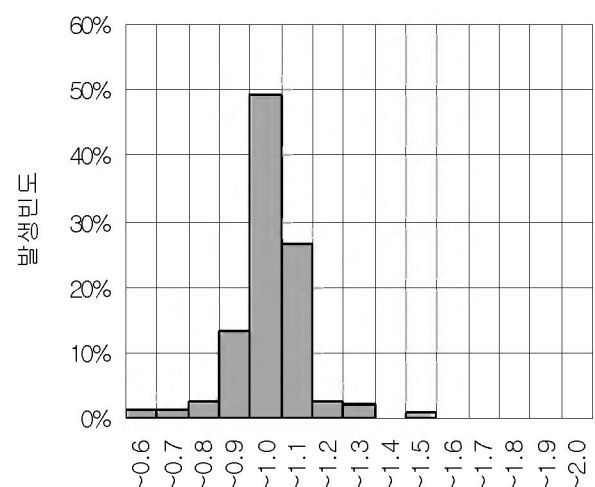
<그림19> 어선기준(강)/연해여객선기준 기준값의 비



<그림20> 어선기준(강)/IS 어선일반기준 기준값의 비



<그림21> 어선기준(강)/IS 기상기준(26) 기준값의 비



<그림22> 연해여객선기준/IS 기상기준(26) 기준값의 비

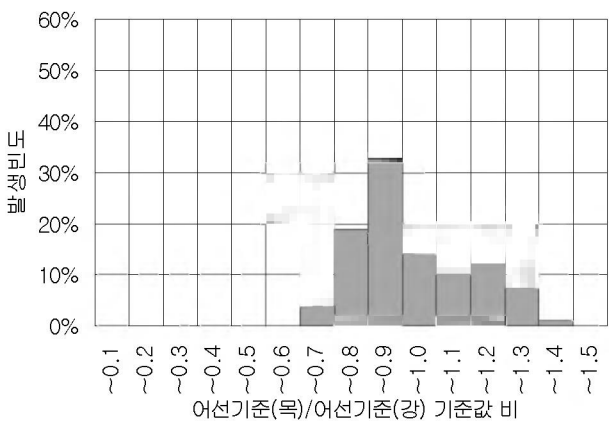
2) 등록선박에 의한 어선복원성기준의 비교

국내외의 어선복원성기준 중에는 주요제원 및 흘수에 따라 계산할 수 있는 간이한 기준이 몇 가지 있으며, 이들 기준에 국내의 24미터미만 등록어선의 주요제원을 적용하여 각 기준을 서로 비교해 보았다.

각 복원성기준의 요구 값 계산에 있어서 흘수는 임의로 고려하여 건현/배의깊이 비가 0.1, 0.15, 0.20, 0.25 및 0.32인 경우를 고려하였으며, IS Code의 24미터미만 어선에 대한 간이기준이나 일본의 횡요주기기준은 각 기준의 적용범위내의 어선에 한하여 적용하였다. 이에 따라 국내 어선기준 중 배의깊이 24미터이상 40미터미만 어선에 적용하는 어선기준(목)과 어선기준(강)의 비교에는 6,640건, 어선기준(강)과 IS 어선간이기준의 비교에는 1,730건, 어선기준(강)과 횡요주기기준의 비교에는 5,045건이 분석에 사용되었다.

기준의 비교 결과는 <그림 23> 내지 <그림 25>와 같으며, 비교분석 결과와 각 기준의 설정배경을 고려할 때 국내외의 소형어선용 복원성기준은 다음과 같이 평가할 수 있는 것으로 판단된다.

- 배의깊이 24미터이상 40미터미만의 목재 어선에 대한 복원성기준인 어선기준(목)은 동일한 주요제원의 강선 및 FRP선에 대한 어선기준(강)에 비하여 평균적으로 92.7%의 수준의 GoM 값을 요구하고 있다. 이러한 경향은 목선으로 건조하는 경우 다른 선질로 건조하는 경우보다 전복사고 후 잘 침몰되지 않아 안전하다는 평가를 바탕으로 하고 있는 것으로 판단된다. 그러나 <그림 23>에서 보는 바와 같이 어선기준(목)/어선기준(강) 기준값 비가 1이 넘는 경우도 30.4% 정도 발생하고 있으며, 이것은 B/D가 약 2.19 이하인 경우로서 배의너비가 깊이에 비하여 상대적으로 좁은 경우 강선 등 다른 선질로 건조하였을 때가 목선으로 건조하였을 때보다 안전하다는 평가를 나타내는 것으로 서로 모순점을 가지고 있다.



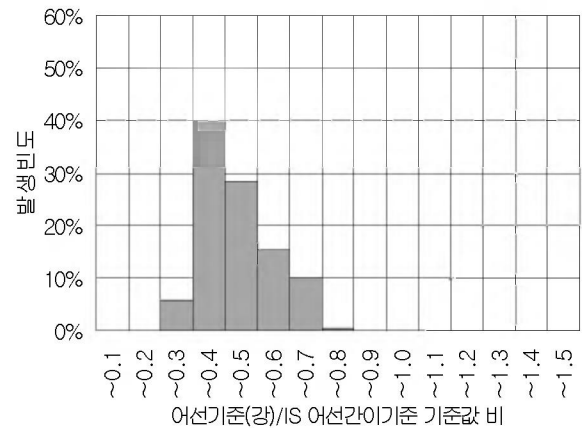
<그림 23> 어선기준(목)과 어선기준(강) 비교

또한 우리 나라나 일본의 동 기준을 제외

한 기타의 복원성기준이나 각국 및 IMO의 복원성기준에서 보는 바와 같이 선체의 재질에 따라 복원성기준을 상이하게 설정하는 경우는 없다. 이것은 선박의 복원력이 선체의 형상에 따라 결정되는 것으로 유체역학적으로 당연한 사항이며, 따라서 동 기준은 선체의 재질에 관계없는 규정으로 개정되어야 할 것이다.

- 국내 24미터이상 40미터미만의 강 및 FRP 어선에 대한 기준은 IS Code의 24미터미만 어선에 대한 간이기준과 비교하면 <그림 24>와 같이 분석되며 평균적으로 43.7%의 GoM 값

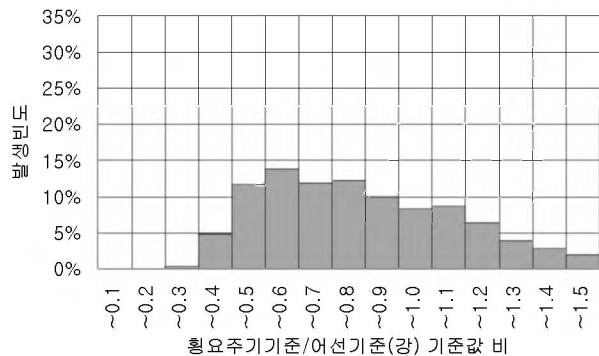
을 요구하고 있다. 따라서 IS 어선간이기준이 국내 어선기준(강)에 비하여 평균적으로 약 2배 이상의 높은 초기횡메타센타높이를 요구하는 강화된 기준임을 알 수 있다. 이러한 원인은 IS Code의 24미터미만 어선간이 기준 개발시 유럽의 어선선형을 대상으로 하였기 때문이며, 이에 따라 동 기준의 적용 범위도 B/D가 1.75~2.15 범위에 한정되는 등 범위가 좁아 주요제원 분포범위가 상이한 국내 어선에 일반적으로 적용하기 어려운 기준으로 판단된다.



〈그림 24〉 어선기준(강)과 IS어선간이 기준 비교

- 일본에서 총톤수 20톤미만의 어선에 적용하는 횡요주기기준은 어선기준(강)이 일본에서 총톤수 20톤이상 어선에 적용하는 점을 고려할 때 적용범위가 서로 다르다. 그러나 두 기준의 비교평가를 위하여 횡요주기기준의 적용대상 선박에 어선기준(강)을 적용하여 서로 비교해 보면 횡요주기기준이 어선기준(강)에 비하여 평균 81.7%의 GoM 값을 요구하는 것으로 평가된다.

그러나 〈그림 25〉에서 볼 수 있는 바와 같이 발생빈도의 분포범위가 넓어 두 기준간의 경향이 일관성이 결여된 것으로 나타나고 있으며, 이에 따라 27.2%는 횡요주기기준이 어선기준(강)에 비하여 오히려 엄격한 기준으로 나타나고 있다. 따라서 소형어선이 큰 규모의 어선에 비하여 육지로부터 가까운 거리에서 조업하고 있는 점과 어선기준(강)이 국내에서 배의길이 24미터이상 40미터미만의 강 및 FRP 어선에 적용되는 점을 고려할 때 횡요주기기준을 국내의 소형어선에 수용하여 적용하기에는 부적절한 것으로 평가된다.



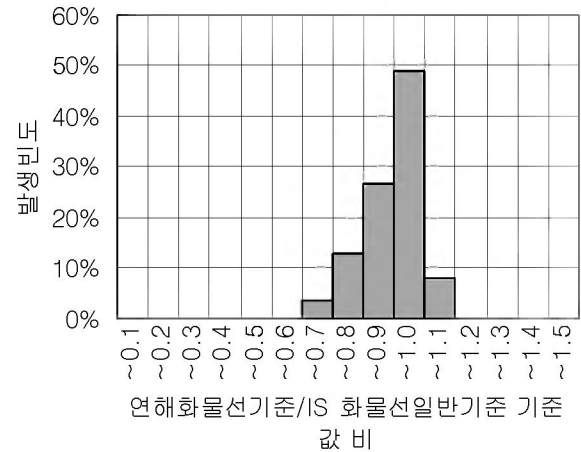
〈그림 25〉 어선기준(강)과 횡요주기 기준 비교

3) 화물선 모델선형에 의한 복원성기준의 비교

화물선의 복원성기준에 대한 비교 분석은 화물선 모델선형의 각 적하상태에 대하여 각 기준에 따른 최소 횡메타센타높이 값을 계산하여 비교하였다.

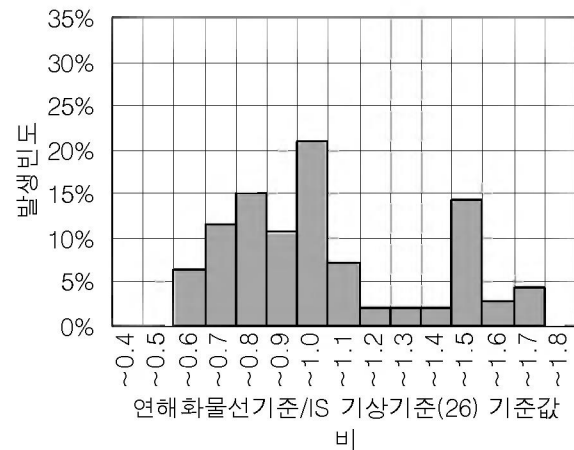
기준의 비교에 사용된 적하상태 수는 총 96건으로 기준간의 비교 결과는 〈그림 26〉에서부터 〈그림 29〉까지와 같으며, 이 비교분석 결과와 각 기준의 설정배정을 고려할 때 국내외의 화물선에 대한 복원성기준은 다음과 같이 평가할 수 있다.

○ 국내 연해구역을 항행하는 화물선 복원성 기준은 IS Code의 화물선일반기준에 의한 기준 값에 비하여 평균적으로 89.9%의 수준을 요구하고 있다. 이러한 경향은 연해화물선기준이 IS Code의 화물선일반기준 중에서 최대복원정 값이 횡경사각 25도 이상에서 발생되어야 한다는 기준과 횡경사각 30도에서의 복원정이 0.2m 이상이 되어야 한다는 기준이 면제되었기 때문이다.



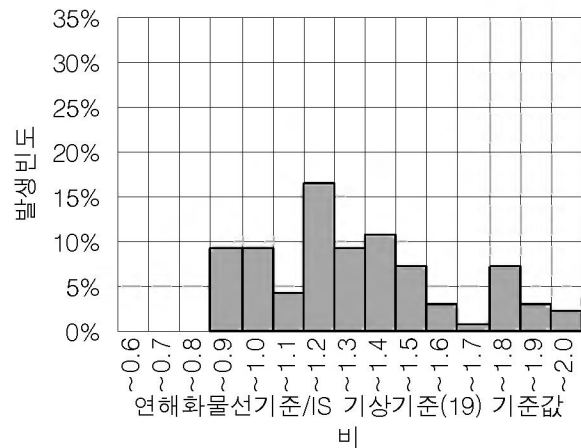
〈그림26〉 연해화물선기준과 IS 화물선 일반기준 비교

○ 국내 연해구역을 항행하는 화물선에 적용하는 연해화물선기준은 풍속 26㎞를 적용하는 IS 기상기준(26)에 의한 기준 값에 비하여 평균적으로 99.2%의 수준을 요구하고 있어 대체적으로 IS 기상기준(26)이 좀 더 강화된 기준으로 생각되나 〈그림 27〉에 개략적으로 나타난 바와 같이 기준값 비가 1이상인 경우도 약 35.4%나 되는 것으로 나타났다. 이러한 상황은 적하상태의 흘수가 높거나 풍압측면적이 작은 경우 국내 연해구역을 항행하는 화물선 복원성기준이, 흘수가 낮고 풍압측면적이 큰 선형인 경우 IS 기상기준(26)이 더 엄격한 기준으로 작용하기 때문인 것으로 확인되었다.



〈그림27〉 연해화물선기준 및 IS 기상 기준(26) 비교

○ 한편 국내 연해구역을 항행하는 화물선에 적용하는 연해화물선기준과 국제 연해구역을 항해하는 화물선에 적용되는 기준으로 풍속을 19㎞로 적용하는 IS 기상기준(19)을 비교해 보았을 때 기준값 비의 분포가 〈그림 28〉과 같이 분산되는 것으로 나타났으며, 두 기준값의 비는 평균 146.2%로 연해화물선기준이 더 엄격한 기준으로 나타났다.



〈그림28〉 연해화물선기준 및 IS 기상 기준(19) 비교

○ 또한 IS 기상기준(19)과 IS 기상기준(26)을 비교해 보면 〈그림 29〉와 같이 조사되었으며, IS Code의 기상기준에 풍속을 19㎞로 적용하는 경우가 풍속 26㎞인 경우에 비하여

평균 69.4% 정도의 GoM 값을 요구하는 것으로 나타났다.

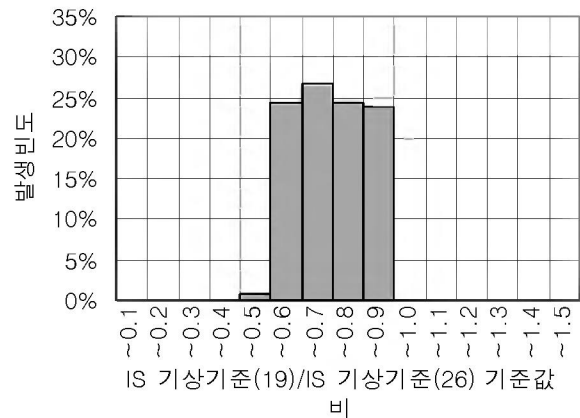
4.4 소형선박 복원성기준 설정 방안

1) 소형어선 복원성기준 설정 방안

우리 나라의 어선 복원성기준은 앞에서 설명한 바와 같이 배의길이 40미터이상인 어선에 대하여는 IS Code의 권고기준을 수용하고 있으나, 배의길이 24미터이상 40미터미만의 어선에 대하여는 일본의 기준을 수용하여 적용하고 있다.

한편 IMO 등 국제사회에서는 IS Code를 포함하여 77/93년 토레몰리노스 어선안전협약, 동 협약과 관련한 동아시아 지역기준, 배의길이 24미터미만에 대한 잠정지침을 개발한 바 있으며, 소형어선배의길이 12미터미만의 소형어선에 대한 안전성기준도 개발하고 있는 상황으로 어선 안전에 관한 국제적인 기준이 활발히 제시되고 있다. 따라서 우리 나라에서도 특별한 문제가 없는 한 IS Code의 권고기준을 수용하되 국내실정에 적합하도록 보완하여 수용하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

그러나 우리 나라에서 배의길이 40미터이상의 어선에 적용되고 있는 IS Code의 어선복원성에 관한 권고기준을 IS Code의 권고와 같이 배의길이 24미터이상 어선에 모두 적용하는 것은 어려울 것으로 판단된다.



〈그림29〉 IS 기상기준(19) 및 IS 기상 기준(26) 비교

〈표 9〉 근해어선의 복원성능 검토결과

이것은 1996년도에 한국어선협회에서 자체연구사업으로 추진한 「77/93년 어선안전협약에 의한 국내어선의 복원성능 검토 및 대책방안 연구」에서 검토된 것과 같이 어업허가등에 관한 규칙에 의하여 총톤수 규모의 제한을 받고 있는 근해어선의 경우 〈표 9〉에서 보는 바와 같이 조사대상의 60% 이상 선박이 IS Code의 권고기준에 미달하는 상황으로 파악되고 있기 때문에 어업허가 제한등급 규모의 재검토나 어구어업 및 선형의 개발 등 대책방안이 먼저 검토된 후 IS Code의 권고기준 수용여부를 결정하여야 할 것으로 판단된다.

업종구분	검토 대상 어선 척수	복원성능부족어선(척)		
		IS Code 일반기준	IS Code 기상기준	IS Code 종합평가
트롤	4	3	2	3
기선저인망	3	3	1	3
선망	3	3	3	3
등선	2	0	0	0
안강망	4	1	0	1
유자망	3	2	1	2
채낚기	4	4	3	4
연승	2	0	0	0
통발	4	2	3	3
운반선	1	0	0	0
계	30	18	13	19

한편 현재 배의길이 24미터이상 40미터미만의 어선에 대하여 적용하고 있는 어선복원성기준은 일본에서 1960년대의 어선을 대상으로 풍속 19%를 적용하여 일본의 기상기준 방식에 따라 개발된 것이므로 국내의 최근 어선 선형을 반영하고 IS Code의 기상기준에 따라 재검토해야 할 것으로 판단된다.

또한 이 기준은 일본에서 기준 설정당시 배의길이 15미터이상 40미터미만 어선에 대한 복원성능을 분석하여 설정된 것으로, 현재 일본에서는 총톤수 20톤 이상의 어선에 적용하고 있는 기준이므로 국내에 있어서도 특별한 문제가 없는 한 배의길이 15미터이상(총톤수 약 10톤급)까지 확대 적용할 수 있는 기준으로 판단된다. 물론 동 기준을 재검토하는 경우 <그림 23>과 관련하여 검토된 바와 같이 선체의 재질에 관계없는 복원성기준으로 설정되어야 할 것이다.

그리고 새로이 설정되는 소형어선에 대한 복원성기준은 국내에 있어서 총톤수 10톤미만의 어선 중 낚시어업에 종사하는 어선으로 최대탑재인원이 13인 이상인 경우 여객선의 평수구역 항해시의 복원성기준이 적용되고 있으므로 낚시어선에 대한 복원성기준과 형평성을 고려하여야 할 것이다.

다만, 복원성능의 분석에 있어서 2002년 8월 SLF 48차 회의에서 결정한 바와 같이 IS Code 기상기준의 적용에 있어서 파도중의 횡요각 계산에 사용되는 r계수가 1을 초과하는 경우 1로 고려하고, 어선은 항해구역이 지정되지 않아 항해구역에 따라 해상상태를 감안하여 기준을 설정하는 것이 불가능하므로 일본에서의 어선복원성기준 설정배경을 감안하여 40미터미만 중 근해어선(원양어선 포함, 이하 같다)은 풍속을 19%, 연안어선은 근거리에서 조업하는 것을 감안하여 풍속을 15%로 적용하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

2) 소형화물선 복원성기준 설정 방안

현재 배의길이 24미터이상에 적용되고 있는 국내연해 화물선기준은 IS Code의 일반기준을 완화하여 적용하고 있는 기준이다. 각국의 복원성기준에서 보는 바와 같이 항해구역이 같은 경우 복원성기준도 당연히 같은 기준이 적용되고 있다. 우리 나라의 경우에도 배의길이 24미터미만 카훼리화물선으로 연해구역을 항해하는 경우 국내연해 화물선기준과 동일한 기준이 적용되고 있다.

따라서 국내에 있어서 소형화물선의 경우에도 연해구역을 항해하는 경우 배의길이에 관계없이 현행 국내연해 화물선기준과 동일한 기준을 적용하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

또한, 평수구역을 항해하는 화물선인 경우 현재 카훼리화물선에서 적용하고 있는 기준과 같이 평수 여객선복원성기준을 준용할 수 있을 것으로 판단된다. 다만, 연해 화물선 복원성기준과의 조화를 위하여 IS Code의 기상기준 중 풍속을 15%로 적용하여 적절한 수준의 최소 횡메타센타높이기준으로 수용하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

4.5 소형선박 복원성기준(안)

1) 소형어선 복원성기준(안)

□ 근해어선 복원성기준(안)

소형 근해어선인 총톤수 10톤 이상의 각 모델선형에 IS Code의 기상기준에 풍속 19%를 고려한 IS 기상기준(19)을 적용하고, 횡요각 계산에 사용되는 r계수가 1을 초과하는 경우 1로 고려하여 계산한 최소 횡메타센타높이를 주요제원과 흘수에 따라 분석하면 다음과 같다.

〈그림 30〉 중 종축의 delta GM은 모델선형의 각 흘수(T)에서의 최소 횡메타센타높이 계산결과와 모델선형의 전체 흘수(T) 범위에서의 최소 횡메타센타높이 계산결과 중 최소 값과의 차이를 나타낸 것으로 흘수의 변화에 따라 발생하는 최소 횡메타센타높이의 증가량을 나타낸다. 이러한 종축의 값을 T/D의 변화에 따라 회귀분석하면 〈그림 30〉에 나타난 산식과 같게 된다.

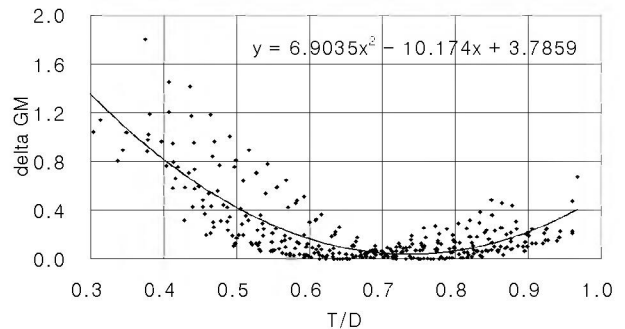
또한 〈그림 31〉의 종축에 나타난 Allowable GM-f(T/D)는 모델선형의 각 흘수(T)에서의 최소 횡메타센타높이 계산결과에서 〈그림 30〉의 T/D에 따른 회귀분석식에 의하여 추정되는 GM 값인 f(T/D)를 뺀 값으로 최소 횡메타센타높이 계산결과에서 흘수의 영향을 제외한 성분을 나타낸다. 이러한 종축의 값을 B 및 B/D에 따른 영향도를 회귀분석해보면 〈그림 31〉에 나타난 산식과 같다. 다만, 회귀분석에 있어서 기존의 24미터 이상 강 및 FRP 어선에 대하여 적용되고 있는 기준과의 비교를 위하여 $0.04B+0.54B/D$ 를 기준으로 분석하였다. 이러한 분석방법을 통하여 새로운 분석결과에 기존의 복원성기준 제정시의 분석결과를 서로 조화롭게 반영할 수 있을 것으로 판단된다.

회귀분석 결과를 종합하여 근해어선에 대한 복원성기준(안)을 산식으로 표현하면 식 (1)과 같이 표현된다.

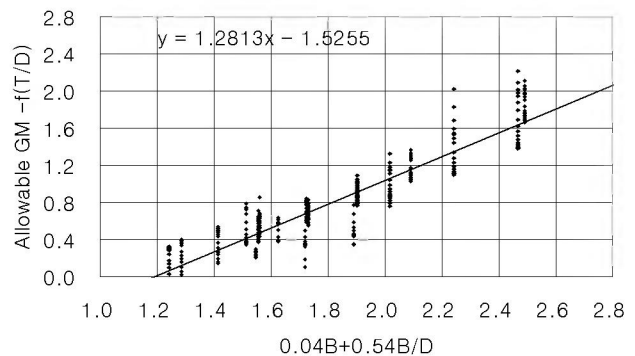
$$GoM \geq 0.051B + 0.692 \frac{B}{D} + 6.904 \left(\frac{T}{D} \right)^2 - 10.174 \frac{T}{D} + 2.260 \quad (1)$$

□ 연안어선 복원성기준(안A, 안B)

연안어선으로 배의길이 12미터이상 총톤수 10톤미만인 각 모델선형에 IS Code의 기상기준에



〈그림30〉 근해어선 All. GM의 T/D 영향



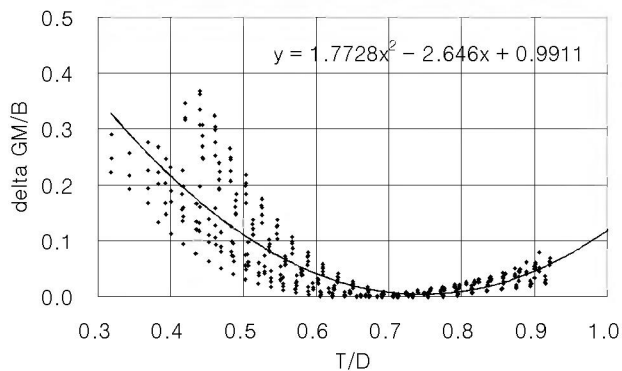
〈그림31〉 근해어선 All. GM의 B, D 영향

풍속 15%를 고려한 IS 기상기준(15)을 적용하여 계산된 최소 횡메타센타높이를 근해어선 복원성기준(안) 도출시와 같은 방식으로 주요제원과 흘수에 따라 분석하였다. 다만, 최소 횡메타센타높이 계산결과가 배의너비에 보다 의존적으로 변화하므로 최소 횡메타센타높이 계산결과를 배의 너비로 나눈 후 분석하였다.

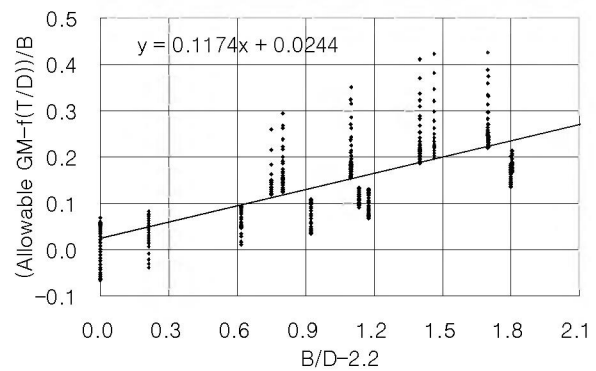
○ 황천시 피항 소요시간이 3시간 이상인 경우

연안어선인 경우에도 항해구역이 제한되지 않고 있으므로 원거리 해역에 출항하여 폭풍주의보 등 황천시에 쉽게 피항할 수 없는 경우를 고려하면, 폭풍주의보 발령이 약 2~3시간 후를 예측하여 발령되는 점을 감안할 때 피항 소요시간이 3시간을 넘는 해역에서 조업하는 경우 바람과 파도의 해상상태에 견딜 수 있는 적절한 동적복원력이 필요한 것으로 판단된다.

이에 따라 IS 기상기준(15)에 의한 동적복원성능 판정기준에 따라 계산한 최소 횡메타센타높이를 계산하여 <그림 32> 및 <그림 33>에 나타난 바와 같이 주요제원과 흘수에 따라 분석하였으며, 분석결과 황천시 피항 소요시간이 3시간 이상인 해역에서 조업하는 연안어선에 대한 복원성기준(안A)은 산식 (2)와 같이 분석되었다.



<그림32> 연안어선 All. GM의 T/D 영향



<그림33> 연안어선 All. GM의 B, D 영향

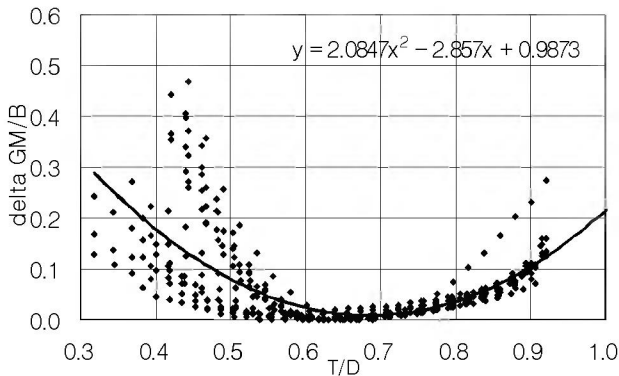
$$GoM \geq 0.117B \left(\frac{B}{D} - 2.20 \right) + \left[1.773 \left(\frac{T}{D} \right)^2 - 2.646 \frac{T}{D} + 1.016 \right] B \quad (2)$$

○ 황천시 피항 소요시간이 3시간미만인 경우

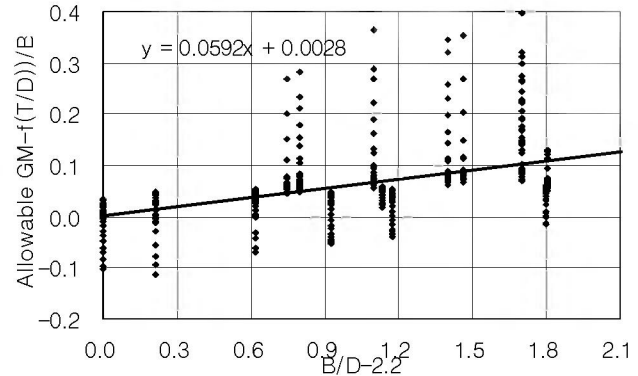
폭풍주의보 등 황천시 피항 소요시간이 3시간 미만인 가까운 해역에서 조업하는 경우 바람 및 파도에 의한 동적복원성능보다는 국내 평수구역 여객선 복원성기준과 동일한 개념인 한계경사각에서의 정적복원성기준으로도 충분할 것으로 판단된다.

이에 따라 국내 평수구역을 항해하는 여객선 복원성기준의 개념을 적용하여 풍속 15%의 바람에 의한 횡경사모멘트와 선원이동 또는 어구조작에 의한 횡경사모멘트 $0.0375B^2$ 를 추가하여 한계경사각기준에 의하여 요구되는 최소 횡메타센타높이를 계산하여 주요제원 및 흘수에 따라 분석해 보았다.

분석한 결과를 나타내면 <그림 34> 및 <그림 35>와 같으며, 황천시 피항 소요시간이 3시간미만 인 가까운 해역에서 조업하는 연안어선에 대한 복원성기준(안B)은 식 (3)과 같이 분석되었다.



<그림34> 연안어선 한계경사기준
All. GM의 T/D 영향



<그림35> 연안어선 한계경사기준
All. GM의 B, D 영향

$$GoM \geq 0.059B \left(\frac{B}{D} - 2.20 \right) + \left[2.085 \left(\frac{T}{D} \right)^2 - 2.857 \frac{T}{D} + 0.990 \right] B \quad (3)$$

2) 소형화물선 복원성기준(안)

□ 연해주역 소형화물선 복원성기준(안)

복원성기준 설정 방안에서 검토한 바와 같이 소형화물선으로 연해주역을 항해하는 경우 배의길이 24미터이상에서 적용되고 있는 복원성기준을 그대로 반영하는 것으로 고려하였다.

□ 평수구역 소형화물선 복원성기준(안)

평수구역을 항해하는 소형화물선의 복원성기준은 여객선이나 연안어선과 마찬가지로 화물선 모델선형에 풍속을 15%로 적용하여 한계경사각기준을 만족하는 최소 횡메타센타높이를 계산하고 계산결과를 주요제원 및 흘수에 따라 분석하여 설정하는 것이 타당한 것으로 판단되며, 분석결과 산식 (4)와 같은 기준이 도출되었다.

$$GoM \geq 0.047B \left(\frac{B}{D} - 2.2 \right) + \left[0.456 \left(\frac{T}{D} \right)^2 - 0.610 \frac{T}{D} + 0.237 \right] B \quad (4)$$

4.6 복원성기준(안) 평가

1) 소형어선 복원성기준(안) 평가

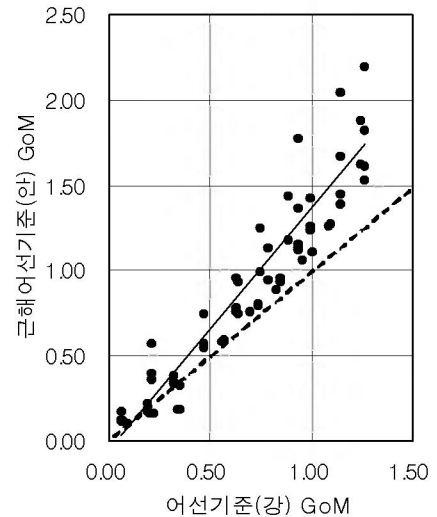
□ 근해어선 복원성기준(안) 평가

근해어선에 대한 복원성기준(안)으로 제안된 (1)식의 기준은 현재 배의길이 24미터이상 40미터 미만의 강 및 FRP 어선에 적용되는 어선기준(강)과 비교하면 <그림 36>과 같다.

○ <그림 36>에서 보는 바와 같이 근해어선기준(안)은 현재의 어선기준(강)에 비하여 평균적으로 30~40% 정도 큰 GoM값을 요구하는 강화된 기준으로 특히 T/D가 0.68이하로 건현

이 큰 경우 50%이상 큰 GoM값을 요구하는 경우도 있으며, B/D가 2정도의 값을 갖는 경우 어선기준(강)보다 다소 낮은 값을 요구하는 것으로 나타났다.

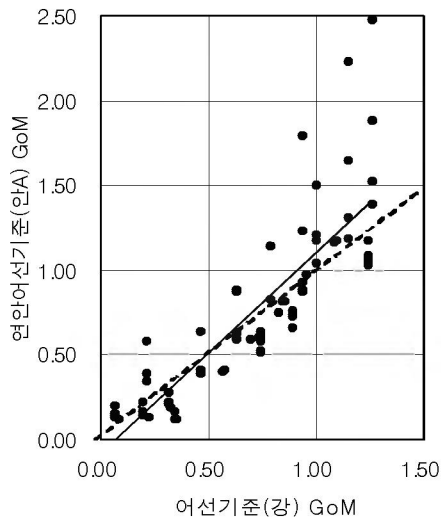
- 따라서 배의길이 40미터미만 근해어선에 대한 복원성 기준은 IS Code의 일반기준과 같이 최소 GoM값을 0.35m로 하는 조건으로 (1)식의 기준을 수용하되 B/D가 2이하인 경우 2로 하고 어선의 운항상태에 따른 흘수범위를 고려하여 T/D의 적용범위를 기존의 0.68이상에서 0.5까지 확대하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.



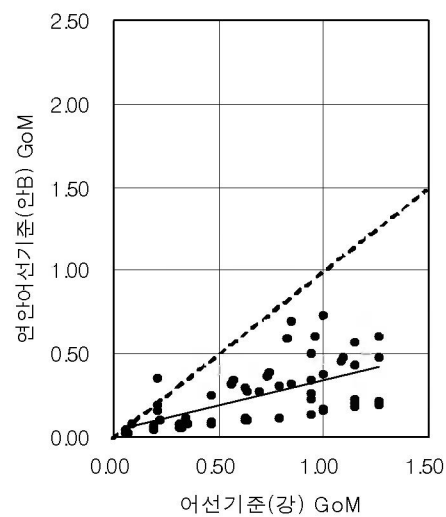
〈그림36〉 근해어선기준(안) 비교

□ 연안어선 복원성기준(안) 평가

연안어선에 대한 복원성기준으로 폭풍주의보 등 황천시 피항 소요시간이 3시간이상인 지역에서 조업하는지 여부에 따라 제안된 (안A) 및 (안B), 즉 (2)식 및 (3)식의 기준(안)과 현재 배의길이 24미터이상 40미터미만의 강 및 FRP선에 적용되는 어선기준(강)과 비교하면 〈그림 37〉 및 〈그림 38〉과 같다.



〈그림37〉 연안어선기준(안A) 비교



〈그림38〉 연안어선기준(안B) 비교

이러한 비교결과를 토대로 제안된 연안어선에 대한 복원성기준(안)을 평가하면 다음과 같다.

- 〈그림 37〉에서 보는 바와 같이 황천시 피항 소요시간이 3시간이상인 해역에서 조업하는 연안어선에 대한 기준인 연안어선기준(안A)은 T/D가 0.7~0.8 근처와 같이 흘수가 깊은 경우 어선기준(강)에 비하여 약 70~80% 수준의 GoM 값을 요구하고 있으나 흘수가 낮은 경우는 오히려 어선기준(강)에 비하여 약 150% 수준의 높은 GoM 값을 요구하는 것으

로 나타났다. 그러나 평균적으로 고려할 때 현재 배의길이 24미터이상 40미터미만의 강 및 FRP선에 적용되는 어선기준(강)과 비교하여 대등한 수준의 GoM 값을 요구하는 기준으로 평가된다. 다만, B/D가 2 근처인 경우 근해어선기준(안)의 경우와 같이 기준값이 어선기준(강)에 비교하여 다소 작은 GoM 값을 요구하는 경향인 것으로 나타났다.

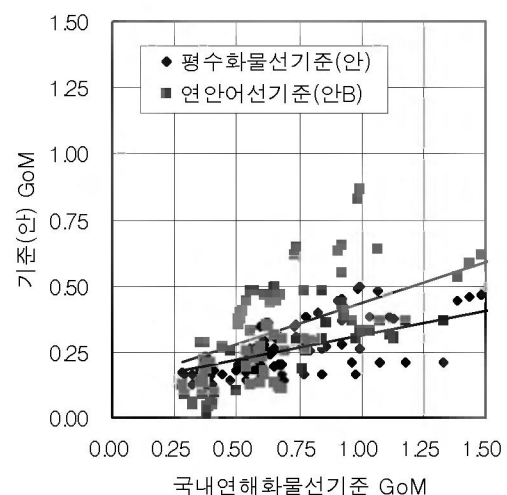
- 또한 <그림 38>에서 보는 바와 같이 황천시 피항 소요시간이 3시간미만인 해역에서 조업하는 연안어선에 대한 기준인 연안어선기준(안B)은 어선기준(강)에 비하여 평균적으로 약 30~40% 수준의 낮은 GoM 값을 요구하는 기준으로 나타났다.
- 따라서 연안어선에 대한 복원성기준(안)도 근해어선기준(안) 평가시와 같이 IS Code 일반기준의 최소 GoM값 0.35m를 수용하는 조건으로 (2)식 및 (3)식의 기준을 피항시간에 따라 수용하되, 산식의 형태에 따라 B/D-2.2 항이 음의 값이 되지 않도록 B/D가 2.2이하인 경우 2.2로 하며, 운항상태의 홀수범위를 고려하여 T/D의 적용범위를 0.5이상으로 하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

2) 소형화물선 복원성기준(안) 평가

소형화물선의 복원성기준(안)에 있어서 연해구역을 항해하는 소형화물선의 경우 기존의 배의 길이 24미터이상으로 연해구역을 항해하는 화물선의 기준과 동일하게 수용하는 것으로 검토되었으므로 <그림 15>에서 검토된 화물선 모델선형의 적하상태에 대한 적용결과 외에 기존의 국내연해화물선기준의 다른 유사기준과의 비교는 <그림 26> 내지 <그림 28>과 같다..

또한 평수구역을 항해하는 소형 화물선에 대한 복원성기준(안)은 평가를 위하여 <그림 39>에 보는 바와 같이 피항 소요시간이 3시간이내인 연안에서 조업하는 연안어선에 대한 기준(안), 즉 연안어선기준(안B)과 함께 연해화물선기준에 대하여 비교하여 보았다. 비교결과를 제안된 평수화물선기준(안)을 평가하면 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 평수구역 화물선에 대하여 제안된 복원성기준(안)은 국내 연해구역을 항행하는 화물선 복원성기준에 비하여 약 25%~50% 정도의 GoM 값을 요구하는 기준으로 상당히 완화된 기준이다. 또한 평수구역 화물선 복원성기준(안)은 피항 소요시간 3시간이내인 연안에서 조업하는 연안어선에 대한 복원성기준(안B)과 비교하였을 때에도 다소 완화된 기준으로 평가된다. 이러한 원인은 한계경사각 적용에 있어서 연안어선의 경우 어로작업 및 항해 중



<그림39> 평수화물선기준(안) 비교

선원의 이동에 따른 부가 횡경사모멘트를 고려하였으나 화물선의 경우 고려되지 않았고 선정된 모델선형의 풍압측면적이 어선에 비하여 적기 때문으로 분석된다.

- 이러한 분석결과를 고려할 때 평수구역 화물선에 있어서 선형의 다양성에 따른 풍압측면적의 변화를 감안하고 복원성 판정기준의 여유를 고려하여 연안어선기준(안B)으로 단일화하여 수용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

5. 결론

앞에서 검토한 바와 같이 전복사고 사례 분석결과, 각 국의 복원성기준 및 모델선형의 복원성능 분석결과, 소형 어선 및 화물선에 대한 복원성기준(안)에 대한 검토결과 등을 종합하면 현행 선박복원성기준 중 개선이 필요한 사항은 다음과 같이 파악된다.

- 현행 선박복원성기준에 의하면 국내항해에 종사하는 총톤수 500톤미만의 예인선은 복원성기준의 적용이 면제되고 있으나, 예인선의 경우 전복사고가 많으므로 복원성기준의 적용범위에 포함시킬 필요성이 있는 것으로 판단된다.
- 현행의 선박복원성기준은 여객선 및 배의길이 24미터이상 40미터미만의 어선에 대하여 일본의 기준을 수용하고, 화물선 및 배의길이 40미터이상 어선에 대하여는 IS Code를 수용함으로써 기준의 도입배경이 상이하여 서로 조화가 부족하므로 국제적 동향을 고려하여 IS Code의 복원성기준을 수용하는 방향으로 선박복원성기준을 재검토할 필요가 있다. 또한, IS Code 기상기준의 적용에 있어서 파도중의 횡요각 계산에 사용되는 r계수는 2002년 8월 SLF 48차 회의에서 결정한 바와 같이 1을 초과하는 경우 1로 고려하도록 개정할 필요가 있다.
- 배의길이 24미터이상 40미터미만의 어선에 대한 현행 복원성기준은 선체의 재질에 따라 기준이 상이할 뿐 아니라 기준의 설정시 일본에서 고려한 어선선형과 현재의 우리나라 어선선형과 차이가 있어 불합리한 것으로 파악되므로 국내의 어선실태를 반영하고 국제적인 기준과 같이 선체의 재질에 영향이 없는 기준으로 보완이 필요하다.

또한 선박안전법 개정에 따라 새로이 복원성기준 적용대상이 되는 소형선박에 대한 복원성기준은 이러한 선박복원성기준 중 개선이 필요한 사항을 반영하는 동시에 배의길이 24미터이상에 대한 현재의 국내 복원성기준의 설정배경을 준용하고, 모델선형에 대하여 여러 가지 기준의 복원성기준을 적용하여 분석한 결과 등을 반영하여 다음과 같은 방향으로 설정하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

- 어선의 경우 항해구역이 지정되지 않아 어선이외의 선박과 같이 항행구역에 따른 복원성기준 설정이 어려우므로 배의길이 40미터미만의 어선에 대한 복원성기준은 근해어업 및 원양어업에 종사하는 어선과 연안어업에 종사하는 어선으로 구분하고, 근해어선 및

원양어선의 경우 현행 기준의 설정배경과 같이 풍속을 19%, 연안어선인 경우 조업해역이 근거리로 고려하여 풍속을 15%를 고려하되 IS Code의 기상기준을 적용하여 분석한 GoM 기준으로 설정하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

- 다만, 연안어선으로서 폭풍주의보시 피항 소요시간이 3시간미만으로 기상특보 청취 후 신속히 피항할 수 있는 해역에서 조업하는 경우 현재 낚시어선에서 적용하고 있는 평수구역 여객선 복원성기준처럼 기준을 완화하여 풍속 15%의 해상에서 한계경사각기준을 적용하여 분석한 GoM 기준으로 설정하는 것이 가능할 것으로 판단된다.
- 또한 소형화물선에 대한 복원성기준은 현재의 복원성기준과 같이 항행구역에 따른 기준으로 설정하여 연해구역을 항해하는 경우 현행기준을, 평수구역을 항해하는 경우 현재 평수구역을 항해하는 카훼리화물선 기준과 같이 평수구역 여객선 복원성기준을 적용하여 분석한 GoM 기준에 약간의 여유를 고려하여 연안어선 중 피항 소요시간이 3시간 미만인 해역에서 조업하는 경우에 대한 기준을 적용하는 것이 적절한 것으로 판단된다.
- 이상과 같은 분석결과에 따라 선박안전법 개정에 따라 새로이 복원성기준 적용대상이 되는 소형선박에 대한 복원성기준을 포함하여 배의길이 24미터이상 40미터미만 어선에 대한 복원성기준 개선안 및 평수구역을 항해하는 화물선에 대한 복원성기준(안)을 다음과 같이 제안하고자 한다. 그러나 제안된 기준안은 58척의 모델선형을 사용하여 IS Code의 기상기준을 적용한 복원성능 특성을 분석한 것으로 선형특성에 따라 기준안과 차이가 있는 경우가 발생할 수 있으므로 제안된 기준안 대신 동 기준안 분석에 사용된 IS Code의 기상기준을 직접 적용하는 경우도 인정되어야 할 것으로 판단된다.

■ 배의 길이 40미터미만 어선의 복원성기준

- 근해어선 및 원양어선 : GoM이 0.35미터 또는 다음 산식에 의한 값 중 큰 값 이상일 것. 식에서, B/D가 2이하인 경우 2, T/D가 0.5이하인 경우 0.5로 함.

$$0.051B + 0.692 \frac{B}{D} + 6.904 \left(\frac{T}{D} \right)^2 - 10.174 \frac{T}{D} + 2.260$$

- 피항 소요시간이 3시간이상인 해상에서 조업하는 연안어선 : GoM이 0.35미터 또는 다음 산식에 의한 값 중 큰 값 이상일 것. 식에서, B/D가 2.2이하인 경우 2.2, T/D가 0.5이하인 경우 0.5로 함.

$$0.117B \left(\frac{B}{D} - 2.20 \right) + [1.773 \left(\frac{T}{D} \right)^2 - 2.646 \frac{T}{D} + 1.016]B$$

- 피항 소요시간이 3시간미만인 해상에서 조업하는 연안어선 : GoM이 0.35미터 또는 다음 산식에 의한 값 중 큰 값 이상일 것. 식에서, B/D가 2.2이하인 경우 2.2, T/D가 0.5이하인 경우 0.5로 함.

$$0.059B(\frac{B}{D}-2.20)+[2.085(\frac{T}{D})^2-2.857\frac{T}{D}+0.990]B$$

- 평수구역을 항해하는 화물선의 복원성기준 : 피항 소요시간이 3시간미만인 해상에
서 조업하는 연안어선의 복원성기준과 동일

참고문헌

- 이희준, 1996, “77/93년 어선안전협약에 의한 국내어선의 복원성능 검토 및 대책방안 연구” , 한국어선협회
- 이희준, 2002, “낚시어선의 건조실적 및 복원성능 고찰” 선박안전지
- 이희준외, 2004, “게통발어선의 어구적재량이 복원성능에 미치는 영향 연구” 선박검사
기술협회
- MSC 79/23/Add.3(2005.) ANNEX 38 Code of Safety for Fisherman and Fishing
Vessels, 2005
- MSC 79/23/Add.2(2004.) ANNEX 39 Voluntary Guidelines for the Design,
Construction and Equipment of Small Fishing Vessels, 2005
- SLF 49/6/1(2006.) ANNEX Proposed Standard of Safety for Small Fishing Vessels
- The Code of Safe Working Practice for The Construction and Use of 15metre(LOA)
to Less than 24metre(RL) Fishing Vessels, 2001. 9. 21 Maritime & Coastguard
Agency
- 船舶復原性規則 運輸省令 99. 1. 27 實用海事六法(平成 12年版) 成山堂書店
- 船舶検査心得準船處 船舶安全法關係規則解説集 2000. 2. 18, 成山堂書店
- IMO Res. A.749(18) Code on Intact Stability for All Types of Ships covered by IMO
Instruments

제 3 주제

GBS의 제정동향 및

[목표기반 신조선 건조기준]

우리 나라의 대응방안

한국해양대학교

박 영 선 교수

목표기반 신조선 건조기준(GBS)의 제정동향 및 우리나라의 대응방안

한국해양대학교 교수 박 영 선

목 차

1. 서론	67
2. GBS의 개념	68
3. 선박설계의 기본 개념	69
4. GBS에 관한 국제해사기구(IMO)에서의 논의현황	75
5. IMO 제출문서를 통해 본 우리나라의 입장	80
6. 향후 GBS의 발전방향 예측	83
7. 결론	85
참조문헌	86

1. 서 론

우리나라는 세계 약 10위권의 경제규모를 가진 국가로 평가되고 있다. 그러나 조선산업은 자체 기술력을 바탕으로 2000년 이후 수주량, 건조량, 수주잔량에서 계속 세계 1위의 자리를 지켜오고 있으며, 2006년의 총 수출액은 200억 달러를 초과한 것으로 보도되고 있다. 특히 우리나라 조선산업은 LNG 선박, 해양플랜트, 시추용 선박 등 고부가가치의 선박을 주로 수주하고, 국산화율이 90 퍼센트 이상으로서 외화가득률이 높아 반도체 산업과 함께 국민경제에 효자 산업으로서의 큰 역할을 하고 있다.

한편, 이러한 조선산업은 물론 해운산업에 큰 변화를 가져올 수 있는 활동이 국제해사기구(IMO)에서 조용히 이루어지고 있다. 그간 조선소는 국제표준화기구(ISO)의 품질관리기준에 의하여 자율적으로 활동해 왔고, 선급의 검사에 의하여 완성된 선박의 품질확인을 받아왔다. 그러나 IMO에서는 그간 사용되던 서술식(prescriptive) 규칙의 효용성에 의문을 제기하고 목표에 기반을 둔(Goal-Based) 새로운 기준(GBS)의 제정작업을 진행하고 있다. 이 작업은 선박의 설계, 건조는 물론 운항 및 재활용(recycle)에 이르기까지 선박의 운항수명 전체를 다루고 있기 때문에 향후 설계와 건조를 담당하는 조선소는 물론 선박의 운항을 담당하는 해운산업은 이 기준을 지키지 않을 수 없다.

GBS는 전혀 새로운 개념이 아니고, 항공운항, 원자력발전소의 운영, 수산식품산업, OECD의 규제개혁 작업 등 다른 분야에서 널리 활용되던 개념이다. 그러나 선박운항의 경우 선박의 운항조건이 계속하여 변화되기 때문에 실제 적용에 있어서는 다른 산업분야와 다소 차이가 있을 수밖에 없다. 따라서 IMO에서는 2002년(89차 이사회) 이후 GBS를 어떻게 해양안전 및 해양환경보호에 도입할 것인가에 대하여 계속하여 논의를 거듭하고 있다. 회의가 계속되면서 GBS의 개념 및 각종 방법론이 진화를 거듭하고 있음은 물론이다.

따라서 이하에서는 GBS의 개념을 살펴보고, IMO에서 그간의 논의과정을 중점적으로 살펴보기로 한다. 또 향후 GBS가 어떻게 발전해 갈 것인가에 대한 예측도 해본다. 또 마지막에는 이 글의 결론으로서 GBS에 대한 우리나라의 대응방안에 대하여 살펴보기로 한다. 특히, 세계 제1의 조선강국으로서 우리의 위치를 계속 지키기 위하여 우리나라가 IMO의 규칙제정작업(rule-making process)에 주도적으로 참여할 것을 제안해 본다.

* 이 글은 개인의 의견일 뿐 해양수산부나 한국해양대학교의 공식적인 의견이 아닙니다.

2. GBS의 개념

안전과 환경에 관한 정부의 전통적인 규제방식은 정부에 의한 일방적인 통제(command and control)였다. 즉, 정부는 안전에 관한 상세한 기준을 정하고 일반 국민이 이 기준을 제대로 준수하고 있는지의 여부를 확인하였다. 물론 이를 위반 시에는 적절한 벌칙이 가해졌다. 이와 같은 방식의 규제에 대하여는 각각 그 기준, 방식, 기준의 이름에 Rule-based Standard(규칙 기반 기준), Standard-based approach(기준기반 방식), Prescriptive rules(서술된 규칙) 등의 다양한 명칭이 사용되고 있다. <7>

그러나 이와 같은 종래의 기준들은 많은 문제점을 안고 있는 것이 사실이었다. 즉, 이러한 규제체제에서는 운항의 최종 단계(예: 자동차 배기구에서의 가스성분의 적정, 적절한 개수의 안전설비 비치 등)에서 합격하면 아무런 운항제한이 없기 때문에 피규제자는 이 단계에서 단속의 범망을 피해가려는 강한 유인(incentive)을 받게 된다. 또 사회적 이슈가 되는 사고가 발생하면 새로운 규제가 생기기 때문에 규제의 일관성도 부족하다. 현대와 같이 기술발전의 속도가 빠른 경우 기준설정에 필요한 경험이 쌓일 여유가 없으며, 최첨단의 전혀 새로운 분야에 대하여는 과연 어떤 기준을 적용해야 할지 알 수 없는 경우도 발생하고 있다. 기술의 발전과 시대의 변화에 따라 범망의 허점은 계속 발생할 수밖에 없다. 이에 따라 규제자는 범망의 허점(loophole)을 메우기 위하여 더욱 자세한 규정을 하게 되고, 기준은 점점 더 많아지게 된다. 자세하고 많은 규제 아래에서 새로운 기술개발은 매우 어려워지게 된다. 또 이 같은 체제에서 법규정을 집행하는 공무원과 이를 지켜야 하는 피규제자의 부담은 계속 증가하게 된다.

이러한 문제점을 개선하기 위한 노력의 일환으로서 다양한 분야에서 여러 가지 방식의 규제체제가 검토되었다. 특히 선박보다 안전의 중요성이 높은 항공산업, 핵발전소, 수산식품산업(Sea-food industry)에서는 이러한 논의가 더 일찍부터 시작되었다. 1970년대 항공분야에서는 서술된 규칙의 문제점을 다음과 같이 지적하며, 그 대안으로서 목표기반 규제(Goal-based Regulation)를 제안한 바 있다. <8>

- 1) 피규제자는 규정에 명시된 의무만 이행하면 법적 의무가 종료된다. 따라서 이러한 기준에도 불구하고 사고가 발생하면 그 책임은 그 기준을 만든 자에게 있다. 결국 안전의 책임은 피규제자에게 있는 것이 아니고 규제자에게 있는 것처럼 비쳐진다.
- 2) 서술된 규칙은 과거의 경험이 축적된 것이기 때문에 기술개발이 계속되는 분야에서는 오히려 더 위험할 수도 있다. 실제 새로운 설계를 하는 사람이 안전에 대한 문제를 검토할 수 있지 규제자가 할 수 있는 것은 아니다. 따라서 서술된 규칙으로는 다양한 설계상

<7> Wing-in-Ground(WIG) Vessels의 경우 국제적인 운항안전기준이 제대로 정비되어 있지 않다.

<8> Lord Robens, Safety and Health at Work, Report of the Committee 1970-72, HMSO Cmnd 5034, 1972 및 Lord Cullen, The public inquiry into the piper alpha disaster, HMSO Cmnd 1310, 1990.

해법을 찾아갈 수가 없다.

3) 서술된 규칙은 그 기준이 만들어질 당시 가장 최선의 방법이며, 기술발전에 따라 최선의 방법이 점차 변해간다. 그러나 서술된 규칙이 있는 한 피규제자는 종래의 규칙을 따르기만 하면 되므로 현재의 최선의 방법을 따를 이유가 별로 없다.

4) 과도하게 제한된 규제는 시장개방의 장애물로 작용하여 경쟁을 제한하게 된다.

5) 서술된 규칙은 원가를 증가시키고, 기술품질을 악화시킨다.

또 80년대 이후 미국 및 유럽에서는 규제의 개혁이라는 차원에서 현재의 규제제도에 대한 개선방안을 모색하기도 하였다. 이와 같은 개선방안의 예로는 Goal-based Standard(목표기반 기준), Goal-based Approach(목표기반 방식), Goal-oriented Regulation(목표위주 규제), Performance-based Regulation(성과기반 규제), Self Regulation(자율규제), Better Regulation(더 좋은 규제), Regulatory Reform(규제개선), Risk-based Regulation(위험기반 규제) 등을 들 수 있다. 종래의 규제방식은 규제내용을 자세히 설명하는데 반하여, 새로운 규제방식은 목표만을 제시할 뿐 구체적인 방법에 대하여는 설명하지 않는다는 것이다. 따라서 피규제자는 목표달성을 위한 방법을 자율적으로 선택할 수 있으나, 그 대신 그 방법이 어떻게 안전을 확보할 수 있는 지에 대한 합당한 증명(justification)을 해야 한다.^{〈9〉}

3. 선박설계의 기본 개념

가. 서 언

IMO GBS의 제1단계 목표(Goals)는 다음과 같이 정의된다.

“Ships are to be designed and constructed for **a specified design life** to be safe and environmentally friendly, when properly operated and maintained under the specified operating and environmental conditions, in intact and specified damage conditions, throughout their life.” ^{〈10〉}

또 특정설계수명(specified design life)은 다음과 같이 정의된다.

5 Specified design life is the nominal period that the ship is assumed to be exposed

〈9〉 예컨대 종래 방식에서 “유조선의 바닥 철판두께는 50mm” 라고 정했으나, 새로운 방식에서는 “유조선의 바닥철판은 북태평양 환경에서 25년간 내구성을 지녀야한다” 라고 정할 수 있다.

〈10〉 MSC 80/WP.8, Annex II.

to operating and/or environmental conditions and/or corrosive conditions and is used for selecting appropriate ship design parameters. However ship's **actual service life** may be longer or shorter depending on the actual operating conditions and maintenance of the ship throughout its life cycle.

위에서 보았듯이 IMO의 GBS에서는 설계수명과 운항수명이라는 용어가 사용되고 있다. 설계수명을 결정함에 있어서는 선체구조에 미치는 과도한 파랑하중(extreme wave loads)과 같이 위험에 노출된 기간, 부식과 피로도와 같은 재질의 악화현상을 고려하게 된다. 한편, 선박은 전손과 해양오염을 방지하기 위하여 운항수명 기간 중 적재상태와 손상된 상태를 불문하고 충분한 구조강도, 결합상태(integrity) 및 복원성을 유지해야 한다.

선박의 특정 설계수명과 실제 운항수명은 직접적인 상관관계가 있다고는 할 수 없다. 선박은 유지보수의 시행방법, 운항중 적재하는 화물의 종류, 선박의 운항환경, 발생한 손상부의 수리방법 등에 따라 선박의 상태에 큰 차이가 발생할 수 있기 때문이다. 또 선박의 물리적 상태만이 실제 운항수명을 결정하는 것이 아니다. 예컨대 해운시황의 악화로 비용이 수익을 초과하거나, 관련 법규의 변경으로 특정 선박이 퇴출되는 경우도 발생할 수 있다. 따라서 동일하게 설계된 선박들도 실제 운항수명에는 큰 차이가 발생하게 된다.

선박의 설계, 건조, 유지보수는 주관청의 인정을 받은 선급의 기준이나 이와 동등 이상인 주관청의 기준에 적합하여야 한다.^{〈11〉} IMO의 GBS에서는 제한 없이 항해하는 유조선과 산적화물선의 설계수명을 25년으로 정하였으므로, 향후 선급의 기준에 이에 맞게 바뀌어야 한다.^{〈12〉} 이 경우 설계수명을 25년으로 정했다고 하여 조선소가 25년의 실제 운항수명을 보장한다는 것으로 해석할 수는 없다. 다만, 통계학적으로 선박이 25년간 안전하게 운항할 수 있어야 하므로 선체구조, 기관, 각종 설비들이 상당한 내구성을 갖추어야 한다. 결국 이 같이 GBS에서 설계수명을 정하게 되면 내구성확보를 위하여 선박의 모든 건조과정에 많은 영향을 미치게 된다.

나. 안전확보 기준(Safety Assurance Criteria)

손상복원성(damage stability)의 계산과 관련, 안전승인기준(safety acceptance criteria)은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$A/R > 1$$

A: attained safety level(도달 안전수준)

R: required safety level(요구 안전수준)

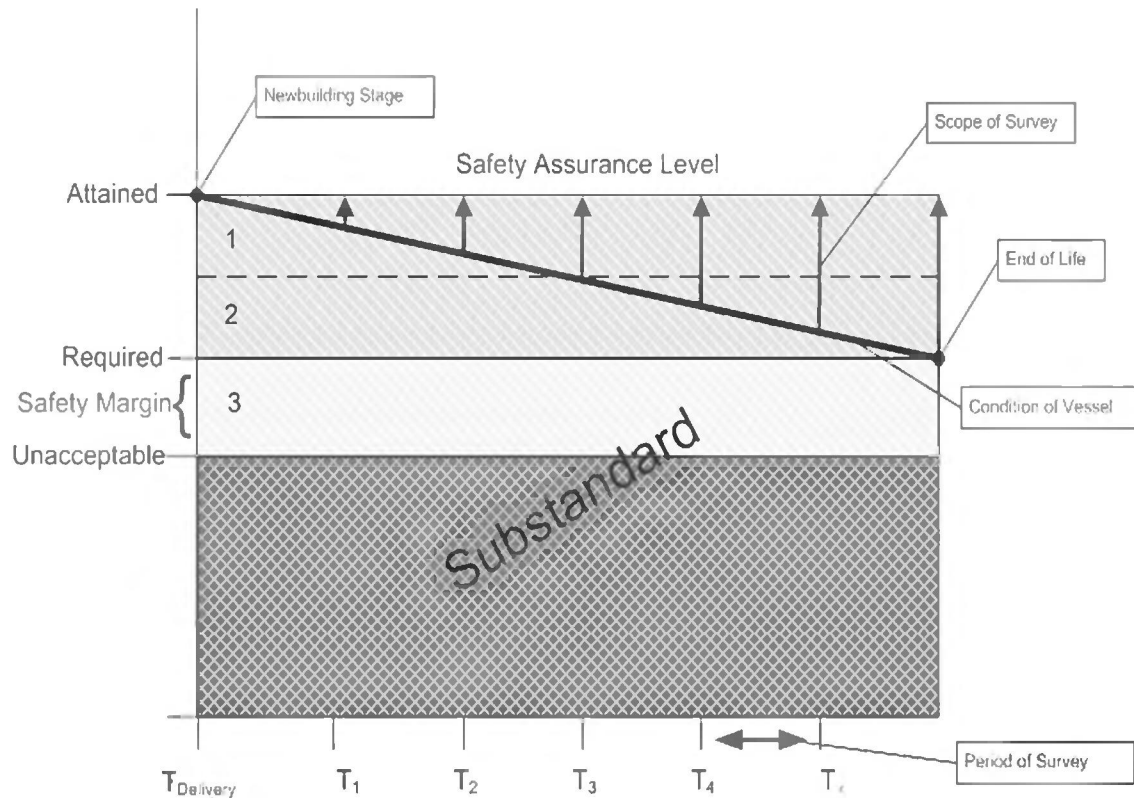
즉, 도달 안전수준은 항상 요구 안전수준보다 높아야 한다.

〈11〉 SOLAS II-1장 제3-1규칙.

〈12〉 para. 20, MSC 80/WP.8.

GBS에서 시간과 선령에 따른 선박구조의 안전확보 기준은 다음 그림1과 같다.

〈그림 1: Structural Safety Assurance Criteria〉



출처: Roberto P. Cassulo & Andrew M. Alderson, "Goal Based New Ship Construction Standards: Concepts of design and service life and related safety assurance criteria," Expert Meeting on Goal-Based Standards, Long-Term and High Priority Agenda in IMO, 2005.3.24.

1) 요구 안전수준(Required safety level)

요구안전수준 R은 안전이라는 관점에서 그 이하가 되면 기준미달로 인정될 수밖에 없는 기본적인 수준을 의미한다. 선박은 선령에 관계없이 항상 이 수준 이상을 유지해야 하며, 그 이하가 되면 기준미달이 된다. 기준미달에 해당하는 부분으로는 안전여유(safety margin)와 불안전 한계상태(unsafe limit states)가 있다.

- safety margin: 안전여유는 하중(파도 또는 화물적재), 재질의 성질, 기타 불확실성에 의하여 결정된다.
- unsafe/unacceptable limit states: 구조적으로 볼 때 그 이하가 되면 선체가 붕괴되거나 침몰할 한계의 상태

R은 정치적 사회적 승인기준^{〈13〉}에 따라 IMO나 각국 정부와 같은 규제자에 의하여 정해진다. 이 수준은 선박종류별 최소안전수준을 추정한 후 통계분석이나 공식안전평가(FSA)와 같은 위험기반기법을 활용하여 구한다.^{〈14〉} SOLAS 2-1장 제25-3규칙의 요구구획지수(required subdivision index) R도 이러한 계산방식을 활용하여 구한 바 있다.

2) 도달안전수준(Attained safety level)

도달안전수준 A는 선박이 신조선인 경우나 운항중인 경우를 불문하고 실제 선박에서 도달한 안전수준을 말한다. IMO의 목표인 “safer shipping, cleaner ocean”도 궁극적으로 항상 A가 R보다 크도록 하기 위한 것이다. 그러나 선박은 시간의 흐름에 따라 부식, 마모, 피로와 같은 자연적인 품질저하체제(natural degradation mechanism)가 작동하기 때문에 설계와 건조기준 만으로 이러한 목적을 달성할 수는 없다. 따라서 별다른 조치를 취하지 않고 방치할 경우 신조선의 A는 점점 낮아져 R이나 그 이하까지 도달하게 된다.

이를 방지하기 위한 방법으로는 다음의 2가지 방법이 있다.

- 선박소유자: 적절한 운항, 검사, 유지보수를 하고, 손상이 발생하면 즉시 수리한다.
- 기국정부, 대항검사기관(RO) 및 선급: 정기적인 검사 및 불시검사

그림 1에서 보듯이 시간의 흐름에 따라 A와 R의 격차가 점차 줄어들기 때문에 선박소유자는 보수유지와 수리의 범위를 넓혀 잡아야 하며, 정부 등의 검사기관은 상세한 검사를 시행해야 한다. 따라서 노후선의 경우는 A를 R보다 크게 하기 위한 수리 및 검사를 위한 추가의 비용이 많이 소요되게 된다.

다. 신조선 건조기준

선박은 법정요건(SOLAS, MARPOL 등), 선급규칙 및 신조선기준에 따라 설계되고 건조된다. 이러한 기준에 따라 건조된다는 것은 A가 일정 수준을 유지한다는 것을 의미한다. 이 경우 신조선의 A는 R보다 크며, 신조선의 추가 안전여유율(additional safety margin: ASM)은 다음과 같이 표시할 수 있다.

〈13〉 이 기준은 사람의 사망, 오염사고에 따른 위험수준, 선박의 종류, 사고위험의 가능성 및 사고결과에 따라 결정된다.

〈14〉 FSA(Formal Safety Assessment)는 위험 요소들을 과거의 경험, 현재의 상태 그리고 미래에 대한 예측 등을 통하여 평가한 후 사고 예방대책을 강구하고, 이 예방대책 중에서 가장 경제적인 것을 선택하는 능동적(Pro-active)인 기법으로 인정되고 있다. 그 구체적인 절차는 ① 목표의 정의(definition of goals, systems, operations), ② 위험의 확인(identification of hazards), ③ 위험분석(risk analysis), ④ 위험통제방법(risk control options), ⑤ 비용편익평가(cost benefit analysis), ⑥ 결정을 위한 권고(recommendations for decision making)로 되어 있다. IMO에 새로운 규정을 제안할 경우 반드시 FSA 보고서를 함께 제출하도록 하고 있다. GUIDELINES FOR FORMAL SAFETY ASSESSMENT (FSA) FOR USE IN THE IMO RULE-MAKING PROCESS (MSC/Circ.1023 & MEPC/Circ.392).

$$A_{NB} / R = A_{SM} > 1$$

※ ANB는 신조선의 도달안전수준

ANB가 높으면 높을수록 선박소유자는 유지보수에 필요한 비용을 절감할 수 있기 때문에 유리하다. 선박건조자가 ANB를 높이기 위한 수단으로는 다음의 4가지를 들 수 있다.

- 1) 순구조치수(net scantling)에 부식추가(corrosion addition)
- 2) 균형수탱크(ballast tank)^{〈15〉}와 외판 등에 페인트 도장
- 3) 피로누적에 의한 손상을 방지하기 위한 설계의 변경
- 4) 재질과 용접의 개선에 의한 건조품질 향상

IMO GBS의 2단계(functional Requirements)에서는 이러한 중요한 사항의 성능기준을 건조단계에서 정하도록 하고 있는 바, 그 구체적인 내용은 다음과 같다.

- 1) 여러 구획의 최소부식추가(minimum corrosion addition)를 정함.
- 2) 균형수 탱크 등에 대한 보호도장의 목표유효기간을 15년으로 정함.^{〈16〉}
- 3) 선박구조의 최소설계피로기간을 25년으로 정함.
- 4) 재질의 성질과 용접절차를 정함.

물론 선주는 상기 기준에 추가하여 선박의 운항구간이나 화물을 고려하여 조선소에 자신이 원하는 사항을 주문할 수 있다. 그러나 이 경우 추가비용이 발생하고 향후 매각 시 그 비용을 회수할 확률이 낮기 때문에 선박의 규모(Panamax, Cape size 등)와 선종(bulk carrier, oil tanker 등) 외에 선주가 특별히 주문하는 경우는 별로 없다.

라. 운항중인 선박의 기준

선박의 운항 중 유지보수가 필요 없는 선박을 건조한다는 것은 아직은 비현실적이다. 선박이 전체의 수명기간중 A를 R보다 높게 유지하기 위하여 적절하게 운항하고 유지보수를 하는 것은 선주의 책임이다. 감항성이 없는 선박을 운항하게 되면 선주는 공법적인 책임을 져야 함은

〈15〉 그간 Ballast water에 대하여는 “밸러스트수,” “물밸러스트” 등의 용어를 사용하여 왔으나, 2007년 「선박평형수관리법」의 제정추진을 계기로 해양수산부에서는 “선박평형수”로 사용하기로 하였다.

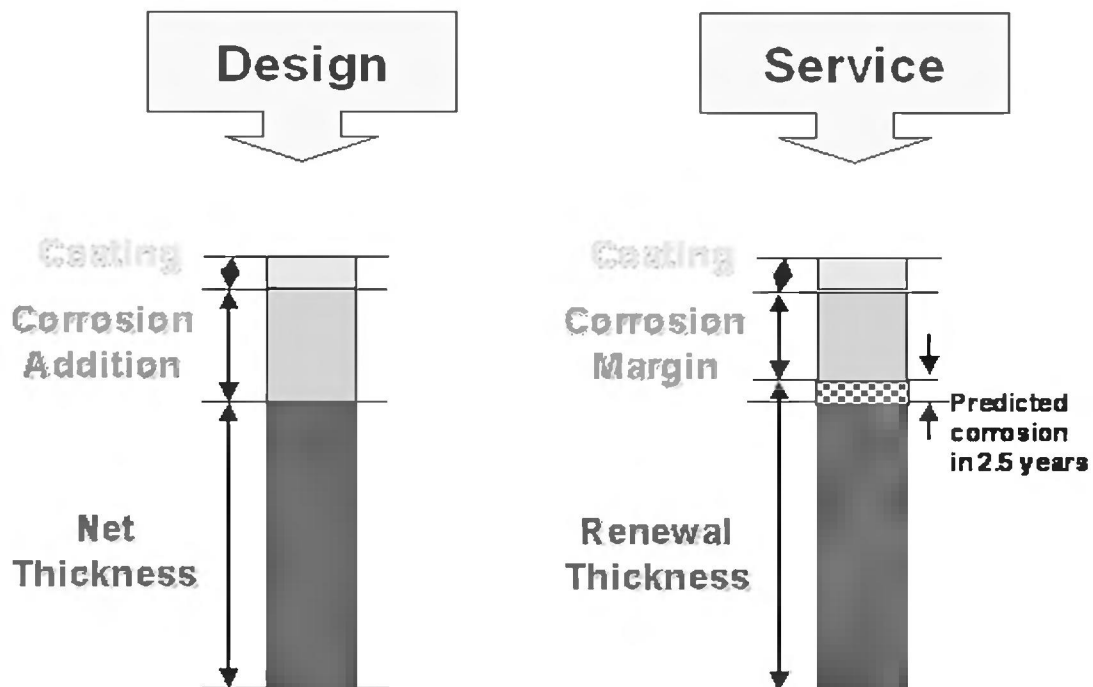
〈16〉 탱크 내는 습도가 높으며 온도변화가 심하여 부식의 속도가 빠르므로 신조 시부터 적절한 통제가 필요함. IMO MSC 82(2006.12)에서 「해수전용 평형수탱크 및 이중선체공간에 대한 보호도장의 성능기준」이 채택되었다. 따라서 2008.7.1. 이후 계약 또는 2009.1.1. 이후 용골거치선박으로서 전용 해수탱크를 가진 500톤 이상의 모든 선박 및 길이 150미터 이상의 산적화물선으로서 이중선체공간을 가진 선박에 적용된다.

물론 감항성능의 주의의무와 관련된 각종 계약법상의 책임을 지게 된다. ^{〈17〉} 기국정부 등의 검사기관은 강행규정을 선주가 잘 지키는지를 확인하기 위하여 주기적인 검사를 하게 된다.

선박이 노후화되면 유지보수, 검사 및 수리가 증가하게 되며, 선박을 운항하는 것이 경제적으로 이익이 되는 때까지 지속된다. 경제적 이익이 멈추는 때가 실제운항수명이 끝나는 때이며, 이 경우 선박은 재활용(recycling)단계로 들어가게 된다. 이론적으로 선주가 유지보수를 잘 하여 A를 신조의 상태를 유지한다면 선박의 운항수명은 무한하다.

신조선박을 인도받은 최초의 기간 중에 선박의 유지보수는 부식방지시스템과 도장상태의 유지에 주력하게 된다. 선주가 확인해야 할 주요 도장부분은 균형수탱크 내부, 화물창 및 외부 선체구조이다. 선체의 도장상태가 악화되면 선체구조의 유지보수 부담은 증가하게 된다. 특히 강판은 도장에 상처가 난 곳, 용접결합 부분, 응력을 많이 받는 곳부터 부식이 시작된다. 그 결과 검사의 범위가 늘어나고 검사가 종료되기까지 수리할 부분도 증가된다. 이 경우 선박이 충분한 강도(strength)와 수밀의 결합상태를 유지하고 있는지(즉, A>R인지)를 확인하는 방법은 강판의 두께가 부식여유(corrosion margin) 이내에 있는지 두께계측을 행하는 것이다. 선박이 노후화됨에 따라 두께계측을 행할 곳의 범위도 늘어나게 된다. 강판의 설계두께와 실제 운항중 두께의 관계는 다음의 그림 2와 같다.

〈그림 2: 설계두께와 운항중 두께의 관계〉



출처: 〈그림 1〉과 같음.

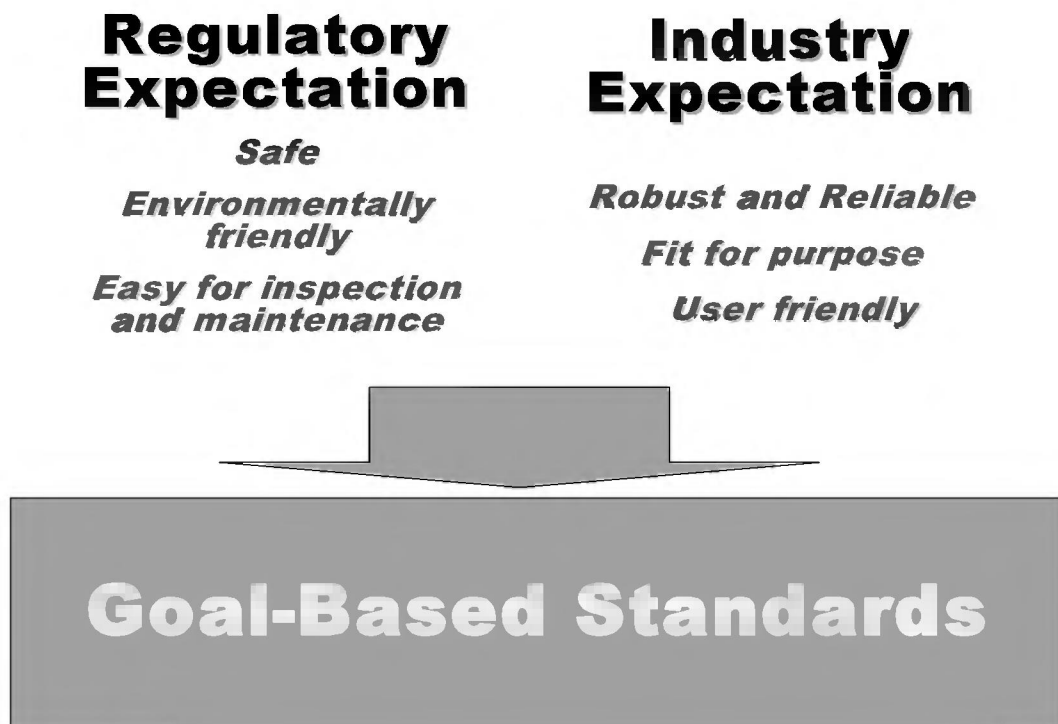
〈17〉 선박의 감항성이 없는 것으로 판명될 경우 선박소유자의 책임제한을 할 수 없고, 보험금을 수령하지 못할 가능성이 매우 높다.

4. GBS에 관한 국제해사기구(IMO)에서의 논의현황

가. 배 경

IMO는 설립 이래 해상인명안전협약(SOLAS), 해양오염방지협약(MARPOL) 등의 수많은 협약과 관련 지침을 제정하였다. 그러나 이러한 많은 안전 규정에도 불구하고 해양사고가 근절되지 않자 현행의 제도에 대한 새로운 접근방식의 필요성이 제기되었다. 이러한 노력의 대표적인 예가 1990년대 영국의 발의로 채택된 공식안전성평가(Formal Safety Assessment)이다. 그러나 FSA도 위험 요소들의 평가에 있어 평가자의 주관적인 입장이 개입될 수 있다는 단점이 제기되었다. FSA는 똑같은 현상을 평가하는 데 있어 평가자의 시각에 따라 전혀 다른 결론으로 갈 수 있다는 것이다. ^{〈18〉} 이러한 배경 하에 규제제정기관과 산업계의 필요성을 반영하여 새롭게 탄생한 것이 그림 3과 같은 IMO의 목표기반 신조선 건조기준(Goal-Based New Ship Construction Standards: GBS)이다.

〈그림3: GBS의 필요성〉



〈18〉2004년도 IMO MSC 78차 회의에서 영국은 산적화물선의 안전사고를 줄이기 위하여 이중 선체가 바람직하다는 FSA 연구 결과를 가지고 모든 산적화물선에 이중선체를 의무화할 것을 주장하였다. 그러나 그리스도 단일 선체와 이중 선체 산적 화물선에 FSA를 적용하여 이중선체 화물선이 단일선체화물선 보다 더 안전을 보장하지는 않는다는 결과를 발표하였다. 결국 IMO 회의에서 그리스가 다수의 지지를 얻어 산적화물선의 이중선체 강제화는 무산되었다.

나. GBS 논의의 시작

그리스와 바하마는 2002년 IMO 89차 이사회에 선박의 신조 시 선박의 구조 안전성을 보다 구체적으로 확보할 수 있도록 하는 GBS에 대한 초안을 제출하였다. 이 문제는 2003년 해사 안전위원회(MSC) 77차에서 논의되었으며, 그 결과는 2003년 90차 이사회에 제출되었다. 2003년 90차 이사회에서는 IMO가 신조 선박의 설계 건조시에 적용해야 할 GBS를 제정하기로 결의하고, MSC에서 이에 관한 모든 일을 진행하도록 하였다. 이 당시 IMO가 GBS를 제정해야 되는 이유로서는 ① 현재 선박의 설계 및 건조에 적용되는 안전 기준보다 더 상향된 기준이 필요하고 ② 해상에서의 안전 기준이 보다 종합적이어야 될 필요가 있다. ③ SOLAS, MARPOL 협약 등 IMO의 국제협약이 개별적으로 적용됨에 따라 상호간의 연관 관계가 명확하지 않고 안전관리에 구멍이 생기는 것을 예방하기 위하여 통합적인 안전 기준이 필요하다. ④ 기국 정부와 선급간의 안전에 대한 역할 분담을 명확하게 할 필요가 있다는 것이다. ^{〈19〉}

다. MSC 78 및 79의 결과

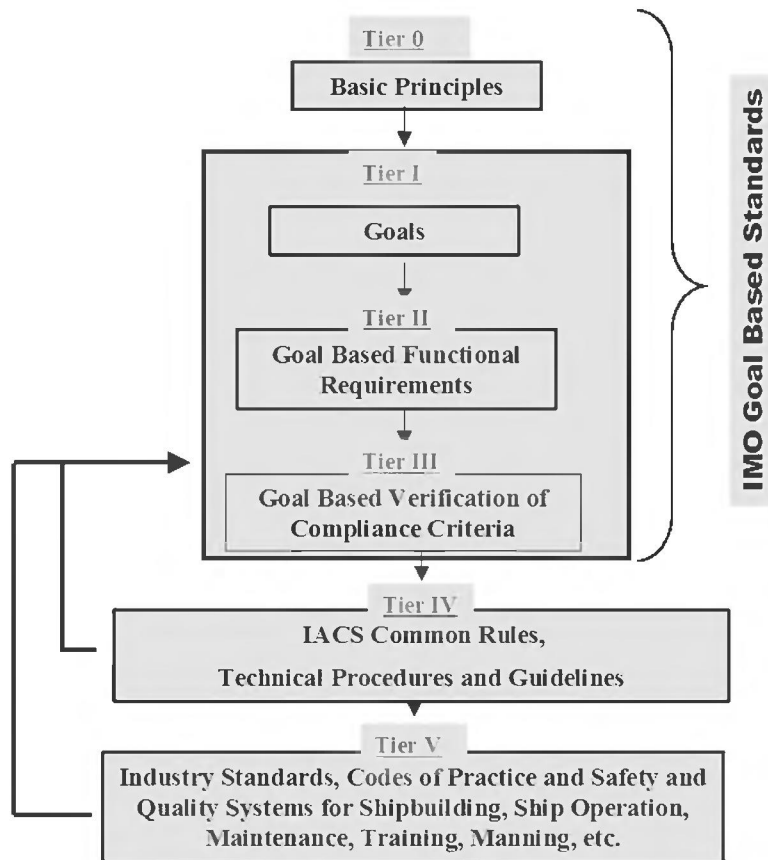
2004년 IMO는 MSC 78차에서 구체적인 논의를 거쳐 MSC 안에 GBS만을 위한 별도의 작업반을 설치하기로 하였다. 2004년 MSC 79차에서는 별도의 작업반을 두어 전 세계 기국 및 해사 관련 단체로부터 접수된 26편의 GBS 관련 문서에 대한 논의를 진행하였다. 이 논의에서 IMO GBS의 전체적인 5단계의 골격이 완성되었다. 전체적인 구성은 IMO GBS에 대한 선언적인 문구로서 기본원칙(Basic Principle: Tier 0)을 신설하고 그 아래에 1단계 목적(Goals), 2단계 기능요건(Functional Requirements), 3단계 검증 절차(Verification of Compliance Criteria), 4단계 선급규칙(IACS Rules), 5단계 산업계 기준(Industry standards)으로 결정하여 선박에 적용되는 안전 규정이 단계별로 명확하게 식별될 수 있도록 하였다. 여기서 GBS 1단계 목적(Goals)은 전 선종의 신조선박에 적용되게끔 정하는 것을 원칙으로 하였고, 2단계의 기능요건(Functional Requirement)은 선박의 목적 및 기능에 맞게 설정되어야 하므로 현재로서는 산적화물선(Bulk Carriers)과 유조선(Tankers)에만 적용하는 것으로 결정되었다. 제2단계의 세부항목으로서 설계수명(design life), 환경조건(environmental condition), 피로수명(fatigue life) 등의 13개 항목을 정하였다. 기본원칙과 1단계는 GBS의 지침이 되는 중요한 부분으로서 이것들과 그 이하 단계와의 관계는 기본협약과 하부 기술협약의 관계로 볼 수 있다.

^{〈20〉} GBS의 단계별 구조를 시각적으로 재현성한 것은 그림 4와 같다.

〈19〉 어떤 국가는 모든 안전 기준 시행을 선급에 일임하는 경우가 있고, 또 다른 국가는 부분적으로 일임하는 경우가 있다. 또한 위임 사항에 대한 관리도 각 국가의 능력에 따라 많은 차이가 있다. 그러므로 기국과 선급 간에 위임내용 및 관리책임을 명확하게 규정할 필요가 있다. 정부업무를 대행하는 RO의 최소기준에 관한 IMO지침으로는 Guidelines for the Authorization of Organizations Acting on Behalf of the Administration(IMO Res.A. 739(18))과 Guidelines on specifications on the survey and certification functions of recognized organizations acting on behalf of the administration(IMO Res. A. 789(19))이 있다.

〈20〉 예로서는 UN해양법협약과 SOLAS □ MARPOL협약의 관계를 들 수 있다.

〈그림 4: GBS Framework〉



라. MSC 80 결과

2005.5의 MSC 80차에서는 GBS 5단계의 세부적인 사항을 결정하는 작업을 수행하였다. GBS의 기본원칙(Basic Principle)은 많은 논란이 있었으나 MSC 79차에 결정한 문구를 그대로 유지하기로 하고, GBS 1단계 목적(Goals) 중 명확하지 않은 문구에 대한 수정을 하였다. 여기에서 정해진 GBS의 기본원칙과 1단계 목적은 각각 다음과 같다.

Basic Principles of Goal-Based Standards ^{〈21〉}

IMO goal-based Standards are:

- 1 broad, over-arching safety, environmental and/or security standard that ships are to meet during their lifecycle;
- 2 the required level to be achieved by the requirements by class societies and other recognized organizations, Administrations and IMO;

〈21〉 MSC 80/WP.8, Annex I.

- 3 clear, demonstrable, verifiable and long standing, implementable and adoptable, irrespective of ship design and technology; and
- 4 specific enough in order not to be open to differing interpretations.

Tier I (Goals) ^{〈22〉}

(Applicable to all types of new ships)

Ships are to be designed and constructed for a specified design life to be safe and environmentally friendly, when properly operated and maintained under the specified operating and environmental conditions, in intact and specified damage conditions, throughout their life.

- 1 Safe and environmentally friendly means that the ship shall have adequate strength, integrity and stability to minimize the risk of loss of life or the ship, or pollution to the marine environment due to structural failure, including collapse, resulting in flooding or loss of watertight integrity.
- 2 Environmentally friendly also includes the ship being constructed of materials for environmentally acceptable dismantling and recycling.
- 3 Safety also includes the ship's structure being arranged to provide for safe access, escape, inspection and proper maintenance.
- 4 Specified operating and environmental conditions are defined by the operating of the area for the ship throughout its life and cover the conditions, including intermediate conditions, arising from cargo and ballast operations in port, waterways and at sea.
- 5 Specified design life is the nominal period that the ship is assumed to be exposed to operating and/or environmental conditions and/or corrosive conditions and is used for selecting appropriate ship design parameters. However ship's actual service life may be longer or shorter depending on the actual operating conditions and maintenance of the ship throughout its life cycle.

또 2단계 기능요건(Functional Requirements)의 재분류 작업을 통하여 설계(Design), 건조(Construction), 운항 중(In Service Consideration)의 항목으로 재분류하였다. 세부항목의 경우 설계수명은 25년으로, 환경조건은 북대서양으로 각각 정하였다. 또한 3단계 적용범위 검증(Verification of Compliance Criteria)에 대한 작업이 시급함을 인식하고 이를 MSC 81차

〈22〉 MSC 80/WP.8, Annex II.

(2006.5)이전까지 통신작업반(Corresponding Group)을 통하여 초안을 마련하고 이를 MSC 81차 회의에서 논의하기로 결정하였다.

마. MSC 81 결과

2006.5의 MSC 81차에서는 2단계 기능요건의 세부항목으로 “재활용(recycling)”을 신설하고, 3단계 검증의 승인과 관련하여 선급규칙이 GBS를 만족하지 않으면 선박건조의 대행검사기관(RO)이 될 수 없음을 확인하였다. 이 경우 검증자는 MSC 산하의 전문가그룹으로 하기로 하였으며, 조선소의 건조품질기준(construction quality standards)은 조선소의 책임으로 하되, 그 기준은 선급규칙을 통하여 선급이 보장하기로 결정하였다. GBS를 IMO의 문서화하는 문제에 관하여 제1단계는 SOLAS협약을 개정하여 제II-1장에 포함시키기로 하고, 2□3단계는 별도의 규칙(code)나 권고(recommendation)를 만들어 SOLAS 협약 규정에 따라 강제화하기로 결정하였다.

산적화물선과 유조선에 적용할 GBS는 MSC 83차(2007.10)에서 마무리하는 것을 목표로 하며, 또한 전 선종 및 선박의 전 분야에 적용할 GBS는 안전수준방식(Safety Level Approach: SLA)^{〈23〉}을 사용하여 2011년까지 마련할 것을 결의하였다. 그간 GBS는 주로 결정론적(deterministic) 방식에 기반을 두고 있었으나 유럽국가들은 확률론적(probabilistic) 방식도 활용하자고 주장하여 승인되었다.^{〈24〉} 아울러 산적화물선과 유조선에 적용할 GBS의 완성을 위하여 회기 중간에 통신작업반을 운영하며, 완성된 GBS의 미비점 보완을 위하여 국제선급연합회(IACS)의 공통구조규칙(CSR)에 대한 평가를 시행하는 실험계획(Pilot Project)을 진행하기로 결정하였다. 또한 GBS의 포괄적인 완성을 위하여 장기 계획으로 SLA 논의를 본격화하기로 하고 회기 중간에 SLA 통신작업반을 결성하여 활동하기로 하였다.

바. MSC 82 결과

2006.12의 MSC 82에서는 산적화물선과 유탱커에 적용할 GBS에 대하여 중점적으로 토의하였다. 인간공학 원칙(ergonomic principles)을 2단계 기능요건의 세부항목(II.9 Human element considerations)에 포함시키기로 하였다. 이에 따라 번호를 재조정된 2단계 기능요건의 리스트는 별표 1과 같다. 또 선박의 설계, 건조, 운항□재활용 상의 고려사항을 포함하는 선박건조기록부(Ship Construction File)의 양식을 개정하였고, 이 기록부는 SOLAS 협약 II-1장의 규정에 의한 강제사항으로 포함시키기로 하였다. SOLAS 협약 개정안을 만들기 위하여

〈23〉확률론적 방식에 매우 익숙한 유럽의 국가들은 일종의 위험기반방식(risk-based approach)인 SLA의 적용을 주장하고 있으며, 일본도 이를 지지하고 있다.

〈24〉무작위 사건의 해석에 있어 결정론적 방식은 모든 행동은 다음 사건의 원인이 되기 때문에 일정한 투입에는 일정한 산출이 나오도록 결정되었다는 이론이며, 확률론적 방식은 결정론과는 달리 모든 것이 결정되는 것이 아니고 그러한 사건이 발생할 확률만이 결정되었다고 보는 이론이다.

통신작업반을 구성하기로 하였다. SCF는 다른 도면이나 정보와 함께 선박의 설계와 건조가 2단계 기능요건에서 어떻게 적용할지를 알려주는 정보의 리스트로 계속 발전시켜 나갈 예정이다. 특히 건조도면을 선박 및 사무실에 보관하도록 하는 SOLAS 협약 II-1장 3-7규칙은 선박에 보관토록 하는 기본도면에 대하여도 다루고 있다고 인정하였다.^{〈25〉} 또 IACS CSR을 확인하기 위한 실험확인계획을 시행하기 위한 계획을 마련하고 이 실험을 위한 15인 이내의 위원회를 구성하기로 하였다.^{〈26〉}

SLA에 의한 GBS와 관련하여 임시로 장기작업계획(provisional long-term work plan)을 마련하였으며, 검토를 위한 통신작업반을 구성하였다. GBS의 지침을 만들기 위한 논의에서는 참가자들이 합의를 보지 못하고 일단 이 장기작업계획에 포함시키기로 하였다.

5. IMO 제출문서를 통해 본 우리나라의 입장

가. MSC 79/6/13

GBS를 우리나라에서는 어떻게 이해하고 있는지를 소개하고, 향후 GBS는 SOLAS II-1장에 반영되어야 한다고 제안하였다. 또 IMO는 종래 선급이 개발해오던 선박 건조의 세부적인 기준을 직접 제정하는 것보다는 이들 기준들이 추구해야 할 목적(Goals)을 제시해 줌으로써 안전하고 튼튼한 선박건조의 목표를 달성할 수 있도록 해야 한다는 원칙적인 사항을 제안하였다. 또한 MSC 78에서 결정된 GBS의 기본원칙과 단계별 구분에 관한 틀(framework)을 지지한다고 밝히고, 세부적인 항목에서 일부 문구의 수정을 제안하였다. 그러나 당시 MSC에는 약 30개의 문서가 제출되었고, 그 내용도 매우 다양하여, 우리나라의 제안은 크게 주목받지 못하였다.

나. MSC 80/6/11

이 문서에서 우리나라는 기본원칙, 1단계 목표 및 2단계 기능요건에 대한 많은 수정제안을 하였다. 그러나 기본원칙과 1단계 목표에서의 수정사항은 많은 논의 끝에 반영되지 않았다. 그럼에도 불구하고 보호도장의 설계수명(II.4)을 원안인 10년에서 15년으로 제안하였으며, 이 제안은 채택되었다. 또 기능요건 II.8에 수밀안전성(watertight and weathertight integrity)을 추가할 것을 제안하였으며, 문구가 다소 수정된 후 이 제안도 채택되었다. MSC 80부터는 정부의 용역사업의 일환으로 GBS가 연구되고, 그 결과가 MSC의 의제문서로 제출됨에 따라 문서의 품질이 향상된 것으로 판단된다.

〈25〉 MSC 80에서는 건조도면을 선박 및 육상에서 보관토록 하는 이 개정안을 채택하였으며, 2007.1.1.부터 발효되었다. 2007.1 개정된 선박안전법 제13조제4항에서는 승인된 도면을 선박에 보관하도록 하여 다소 차이가 있다.

〈26〉 우리나라도 이 위원회에 2명의 전문가가 참여하고 있다.

다. MSC 81/6/11

우리나라는 IMO GBS 통신작업반에 의해 준비된 IMO GBS 3단계(verification) 초안에 대한 여러 가지 의견을 제출하였으며, 그중 중요한 구체적 사항은 다음과 같다.

- ① 조선소의 건조 품질은 영업 및 경쟁력의 지표로 사용되므로 원칙적으로 조선소에 맡겨야 된다고 보나, IMO 또는 IACS가 새로 설립된 조선소에 대한 참고 자료로 쓰기 위한 지침서의 개발은 바람직함.
- ② IMO 전문가 그룹의 역할은 선급 규칙, IMO 규정의 문서 검증에 한정하고, Tier IV와 V의 국가 규정 및 관련 산업계 규정 등은 주관청이 검증하여야 함.
- ③ 여유강도(residual strength), 수밀 안전성(watertight and weathertight integrity), 부식 방지 등은 IMO나 정부규칙에서 강제적으로 적용되므로 선급규칙이 GBS Tier II의 요건을 모두 만족시킬 필요가 없음. 또 선급별로 Tier II의 만족범위에 차이가 있으므로 각 선급은 선급규칙이 Tier I, II를 어떻게 만족하는지 선급 규칙과 IMO 규정과의 관계를 표(cross reference table)로 만들어 제출하여야 함.
- ④ Tier II · III의 원활한 시행을 위하여 IMO 협약에서 충분히 규정되기 어려운 검증 절차 단계, 방법, 작업의 범위 등과 같은 사항이 담길 지침서의 개발이 필요하고, IMO GBS 전문가 그룹이 조속히 결성되어 검증 작업뿐만 아니라 이 지침서의 마련도 수행하여야 함.
- ⑤ 한국은 IMO GBS 개발에 위험기반방식(Risk Based Approach)의 필요성을 인식하고 현재의 GBS 개발 작업과 동시에 진행할 필요가 있고, 안전수준 기준의 개발에 도움이 될 것으로 인식함..
- ⑥IMO GBS는 SOLAS II-1에 포함될 수 있으나 장기적으로는 별도의 장이 필요함.

라. MSC 81/6/12

우리나라는 IMO GBS 통신작업반에 의해 준비된 IMO GBS 3단계 초안의 정보 및 문서 요건에 대한 의견 및 제안 문서를 제출하였으며, 구체적인 내용은 다음과 같다.

- ① 탱커와 산적화물선에 대한 북대서양 환경 조건에서 25년의 설계수명은 적당하며, 선급이 제출할 문서는 이러한 조건하에서 위험 통제 조치, 구조강도 안전에 사용된 기본원칙, 하중, 치수 산정, 부식여유 등을 보여줄 수 있어야 함.
- ② 한국은 모든 발라스트 탱크와 화물창에 0.2 mm/year 또는 0.25 mm/year와 같은 일률적인 평균 부식여유치의 적용을 반대함. 부식은 선박의 형태, 화물의 종류, 선박의 각

위치에 따라 달라지므로 부식 방지 조치는 운항 형태, 도장 요건을 고려한 선박의 형태에 따라 고려되어야 함.

- ③ 설계 투명성은 선박의 설계가 관련 당사자에게 공개되어야 한다는 것을 의미하고, 이것은 직접 구조 해석과 같은 대체 방법을 허용해야 함.
- ④ 선박 건조 파일에 설계 및 건조에 사용된 대체 방법을 명기해야 하고, 운항 중 제한 요소가 건조 파일에 기록되어야 하며, 또한 운항 매뉴얼에도 명기되어야 함.
- ⑤ 신조 건조에 적용되는 검사 기준과 절차는 선급에 의해 IMO 전문가 그룹에게 제출되어야 하고, RO에 의해 수행된 검사는 정부에 의해 현장 감사를 받을 수 있도록 그 검사 기록이 건조 파일에 포함되어야 함.

마. MSC 82/5/6

우리나라는 유조선과 산적화물선의 GBS 통신작업반 보고서에 대한 종합적인 의견을 MSC에 제출하였는바, 그 구체적인 내용은 다음과 같다.

- ① IMO 전문가 집단(group of experts)은 상설조직으로 운영되어야 하고, 전문가의 수는 9인 이상이 되어야 함.
- ② 선박 건조 File(SCF)은 선급규칙의 일부가 될 수 없으며, SCF는 선박에 보관되어야 함. 또 선박의 정비기록부는 SCF에 포함되기 보다는 별도로 관리되어야 함.
- ③ GBS와 관련, IACS CSR을 검증하는 실험계획(pilot project)을 지지하며, 이 계획이 유조선이나 산적화물선 한쪽에 국한될 필요가 없다고 판단함.

바. MSC 82/5/7 (한국)

선박의 안전 수준방식(SLA)에 대한 GBS 통신작업반 보고서에 대한 우리나라의 견해를 다음과 같이 제시하였다.

- ① 목표안전수준(target safety level for human safety and environmental safety)을 정하는 것은 아직 너무 빠르므로 우리나라는 Tier I에 포함시키는 제안을 지지하기 곤란하며, 만일 필요할 경우 Tier II에는 포함시킬 수 있음.
- ② SLA를 기반으로 한 GBS의 장기작업계획은 아직 성급하며(premature), 확인된 사고원인에 근거한 위험모형(risk model)의 개발은 우선적으로 진행되어야 함.

6. 향후 GBS의 발전방향 예측

GBS는 새로운 개념이며, MSC회의를 거듭하며 계속 진화하고 있다. 따라서 수많은 이해관계자들(stake holders)의 참여와 조정에 의하여 결정되는 IMO의 의사결정과정을 고려할 때 앞으로 GBS가 어떤 방향으로 갈 것인가를 짐치기는 쉽지 않다. 그러나 그간의 결정과정을 바탕으로 몇 가지 예상되는 방향은 다음과 같다.

가. GBS 개발에 안전수준방식(SLA)의 병행

위험기반방식(Risk Based Approach)의 SLA는 유럽국가들의 강력한 지지를 받고 있을 뿐만 아니라 일본도 여기에 가세한 상태이다. 실제로 SLA는 일부 GBS의 방식과 일부 연결지을 수 있는 부분이 있기도 하다. 이들 국가는 단체로 또는 개별국가의 형식으로 MSC에 의제문서를 지속적으로 내고 있으며, 이에 필요한 논리개발을 계속하고 있기 때문에 결국 GBS는 기존의 결정론적인 방식에 확률론적인 방식을 혼합한 위험이론이 정착될 것으로 예상된다. 참고로 지금은 GBS에 관한 논의에 열중하느라고 약간 소강상태에 있는 위험기반방식의 공식안전평가(FSA)도 연구가 지속될 경우 RBA 계통의 위험관리방식이 더욱 활기를 띌 것으로 예상된다.

나. 2단계 기능요건의 추가 및 SOLAS 협약의 개정

그간 2단계에는 MSC 80에서 우리나라가 제안한 수밀안전성(II.8 Watertight and weathertight integrity)을 포함시킨 바 있으며, MSC 82에서 인적요소(II.9 Human element considerations)를 포함시켰다. 따라서 앞으로도 필요가 있다고 판단되는 부분은 지속적으로 여기에 포함될 것이다. 특히 재활용부분은 IMO의 해양환경보호위원회(MEPC)에서 추진되고 있는 선박재활용협약(ship recycling convention)^{〈27〉}의 경우 선박재활용에 필요한 선박의 설계, 건조 및 운항요건을 다루고 있으므로 이 협약의 채택과 관련하여 새로운 하위항목의 추가가 예상되고 있다.

한편, 산적화물선과 이중선체 유조선에 대한 보호도장은 SOLAS 협약 II-1장 3-2규칙에 의하여 2006년 개정되어 2008.7.1.부터 적용된다. 이러한 보호도장 문제는 GBS와는 별도로 진행되었어도 협약채택과정에서는 많은 영향을 받아 그 성능기준이 마련되었다.^{〈28〉} 영향을 받은 구체적 내용으로는 도장의 목표유효기간이 15년이고, 도장기술서류(Coating Technical File)의 선박내 소지의무의 부과 등이다. 따라서 2단계 기능요건에 포함된 내용은 점차 SOLAS 협약 개정을 통하여 제II-1장에 포함될 것이다.

〈27〉 선박재활용협약은 2009년까지 채택될 예정이다.

〈28〉 동 규칙의 시행을 위한 성능기준(Performance Standard for protective coatings for dedicated seawater ballast tanks in all types of ships and double-side skin spaces of bulk carriers)은 500톤 이상의 모든 선박 및 150미터 이상의 이중 선체를 가진 선박에 대하여 적용된다.

다. 선박안전에 관한 연구개발사업의 확대

현행의 GBS, FSA 및 SLA 모두 다 나름대로 선박의 완벽한 안전을 보장한다고는 할 수 없다. 특히 GBS는 개별적인 고장형태(individual failure mode)^{〈29〉}를 다루고 있으며, 목표로서 전체 안전수준(total safety level)을 개발해야 한다. 또 이를 위하여 개별실패모드의 안전수준(위험승인기준: risk acceptance criteria)을 개발해야 하는데, 이것이 쉽지 않다. 여기에 인적요소에 의한 안전여유를 감안해야 한다면 더욱 어려운 문제이다. 결국 이러한 요소를 모두 감안하여 신뢰할 수 있는 안전기준을 만들기 위하여 세계 각국은 연구개발사업을 계속 확대할 것이다.

라. GBS의 범위확대

현재의 GBS는 1단계 목표의 경우는 모든 선박에, 2단계 기능요건에서는 유조선과 산적화물선에만 적용하도록 하고 있다. 그러나 이러한 작업이 완료되면 2단계 기능요건도 모든 선박으로 그 대상이 확대될 것이다. 또 현재의 GBS는 신조선만을 그 대상으로 하고 있으나, 향후에는 개별선박의 운항기간 전체에 걸쳐 안전수준을 관리하는 정도로 확대될 것이 예상된다. 또 작업범위도 선박안전은 물론 환경보호, 보안, 근로환경까지 확대될 것이다.

설계당시의 계획과 실제 선박운항 상태의 차이를 확인하고 관리하려면 관련 기록을 선박에 보관하도록 의무화해야 한다. ^{〈30〉} 향후 선박에 보관이 의무화될 것으로 예상되는 기록으로는 선박설계기록(Ship Design File), 선박건조기록(Ship Construction File),^{〈31〉} 선박검사 및 보수 기록(Ship Inspection and Maintenance File), 선박항해기록(Ship Voyage File) 등을 들 수 있다. 이러한 기록에 포함되는 정보의 내용 및 양식은 IMO에서 조선소, 선주, 선급, 정부 등 이해관계자 간의 협의를 통하여 최종적으로 결정될 것이다.

마. 조선소에 대한 주관청의 지도·감독 강화

그간 조선소는 정부의 특별한 간섭 없이 자율적으로 운영해 왔다. 그러나 GBS의 도입에 따라 조선소의 선박건조에 관한 활동은 보다 많은 주관청의 지도·감독을 받게 될 것으로 예상된다. 예컨대 4단계의 산업기준(industry standards)과 5단계 조선소의 관행·안전·품질관리 1단계 내지 3단계의 기준을 만족시켜야 하기 때문이다. 특히, 3단계의 검증에 관하여 현재는 선급을 통하여 간접적으로 확인하는 것으로 결정되었지만 선급은 결국 주관청의 지도·감독을 받는 점을 상기할 필요가 있다. 또 보호도장체제의 경우에 비추어 보아 조선소의 선박설계

〈29〉 고장형태는 상품이나 과정에 고장이 일어나는 형태를 분석하는 공학상의 기법을 말한다. 고장상태를 관찰하거나 설명하거나, 고장의 원인을 분석하여 설계상의 잘못을 수정하거나 개선하게 된다.

〈30〉 보호도장의 설계당시의 기록 및 운항중의 조장에 관한 정보에 관한 기록을 포함하도록 하는 도장기술기록(Coating Technical File)은 SOLAS 협약 개정을 통하여 이미 2008.7.1.부터 선박 내 보관이 의무화되었다.

〈31〉 MSC 82에서 SCF에 포함될 정보의 내용이 설계, 건조, 운항·재활용에 대한 검토사항이 합의된 바 있다.

및 건조체제에 대한 주관청의 형식승인체제가 들어올 개연성이 높다. 또한 형식승인을 받은 후 조선소가 자율적으로 품질관리를 행한다고는 해도 주관청이 불시점검을 통하여 미비점을 발견할 경우 바로 시정조치가 들어갈 수 있음은 물론이다.

7. 결론

GBS는 먼저 목표를 정하고, 그 목표 달성을 위한 방법을 제시해야 하기 때문에 종래의 서술적인 내용의 규정과는 전혀 다른 개념이다. 또한 목표가 달성될 수 있다면, 특정한 1가지 방법 외에도 많은 방법을 사용할 수 있다. 따라서 피규제자의 입장에서는 자신에게 가장 유리한 방법을 사용할 수 있다는 장점이 있다. 물론 이 방법이 선박안전이나 해양오염방지에 효과적이라는 점을 정당화하기 위하여 많은 연구의 부담이 있음은 물론이다. 이 분야에 관한 교과서조차 제대로 없는 우리 나라로서는 상당한 부담이 될 수 있다. 정부로서는 자세한 규정을 만들지 않는 대신 피규제자가 안전을 증명할 수 있는 지침의 개발, 피규제자가 제시한 안전사례(safety case)⁽³²⁾를 평가할 수 있는 전문인력의 확보 등 충분한 준비가 필요하다고 하겠다.

GBS의 개발을 위하여 IMO를 비롯한 많은 국가는 이 분야에 대한 많은 연구를 진행하고 있다. 유럽국가의 경우 4년간 총 2천만 유로(약 2천500억원)의 예산으로 SAFEDOR⁽³³⁾ 계획을 수립하여 해양안전에 관한 유럽 각국의 53개 기관이 참여하고 있다. 또 일본의 경우 국가연구기관인 해상기술안전연구소(NMRI)가 수년째 계속 국책사업으로 연구를 진행하고 있다. 따라서 이들은 이러한 연구를 바탕으로 많은 연구문서를 IMO에 제출하여 논의를 주도하고 있다. 2007.5.23-24 중 동경에서는 SAFEDOR와 NMRI 공동으로 국제세미나가 열리고 있기도 하다. 그러나 우리나라의 경우 이 분야에 대한 연구는 매우 빈약하며, 연간 1억원의 해양수산부 연구용역이 거의 전부라 해도 과언은 아닐 것이다. 세계 제 1위의 조선국가로서 새로운 기술표준의 제정작업에 제대로 참여하지 못하는 것은 매우 안타까운 일이다. 기술을 선점하려면 기술표준부터 장악해야 하는 것은 일종의 상식이다. GBS와 밀접한 관련이 있는 조선산업·해운산업·정부·학계가 이에 관한 연구를 활발하게 진행하여 IMO에서 우리나라가 GBS에 관한 주도국이 되길 기대해 본다.

우리나라가 GBS에 대한 관심이 적은 이유로는 조선산업의 주관부서와 무관하지 않다고 생각된다. 현재 조선산업은 산업자원부의 소관이며, 해운산업은 해양수산부 소관이다. GBS는 IMO에서 논의가 이루어지고 있으나, IMO의 주관부서는 해양수산부이다 보니 조선업계에서는

〈32〉 안전사례(safety case)는 관리책임자가 시설의 위험요소를 식별하고, 이 위험요소를 통제하는 방법을 제시하고, 이 안전관리시스템이 효과적이며 일관되게 적용되고 있다는 것을 설명하는 증거서류를 말한다.

〈33〉 SAFEDOR은 Design, Operation and Regulation for Safety의 약자이며, 그 목적은 혁신을 통한 안전강화를 통하여 유럽해양산업의 경쟁력을 강화하기 위한 것이다. <http://www.safedor.org/press/SAFEDOR-SC-2006-04-10-GL-public-presentation-2006.pdf> [2007.5.8.].

아무래도 적극적인 참여에 어려움이 있다고 판단된다.^{〈34〉} 가장 바람직한 방법은 조선산업의 주 관부서를 해양수산부로 이관하는 것이지만 이는 정부 전체의 조직개편과 맞물려 있어 쉽지 않은 방법이기도 하다. 차선책으로서는 해양연구원과 같은 민간 전문기관이 나서 GBS에 대한 우리나라의 전문인력을 총동원하고, 관련정책을 지원할 수 있는 시스템의 정비를 제안해 본다. 특히 선박의 안전문제에는 통계학, 위험관리(risk management), 조선공학, 선박운항학 등의 다양한 요소가 포함되어 있으므로 학제간 연구(interdisciplinary study)가 필수적이다. 따라서 전문기관은 각 분야의 전문가 풀(pool)을 구성하는 등 우리나라 전체의 능력을 최대한도로 활용할 수 있는 방안을 강구하여야 할 것이다.

마지막으로 GBS에 관한 논의는 안전에 관한 방법론에 관한 것이고, 결국은 사물을 바라보는 철학적인 문제로 귀착될 수 있다. 실생활에서 완벽한 제도는 찾기 어렵다. 그렇다면 어떤 방향에서 문제를 바라보고 해법을 찾을까 하는 것은 각국의 문화적 환경에 따라 조금씩 다를 수밖에 없다. 또한 새로운 해법이 모든 문제를 일거에 해결할 수 있는 것도 아니다. 그러나 새로운 것의 발견을 통하여 인류의 삶이 조금씩 개선되어 온 것도 사실이다. 새로 나온 GBS에 대하여 연구하면서도 GBS의 장점과 그 한계를 모두 이해하고 이를 개선하는 방법은 무엇인가에 고민하는 수준 높은 자세가 필요하다고 하겠다. 끝.

참고문헌

IMO MSC 관련 문서

Lord Cullen, The public inquiry into the piper alpha disaster, HMSO Cmnd 1310, 1990.

Lord Robens, Safety and Health at Work, Report of the Committee 1970-72, HMSO Cmnd 5034, 1972.

SAFEDOR, Annual Public Report Year 1, 2006.3.

Zachariadis P., Psaraftis, H.N., Kontovas C., “Risk Based Rulemarking & Design – Proceed with Caution”, RINA conference on Developments in Classification and International Regulations, London, January 2007.

일본 국토교통성, Expert Meeting on Goal-Based Standards, Long-Term and High-Priority Agenda in IMO, March 2005.

해양수산부, IMO Goal Based Standards에 대한 기초기술 확보 및 대응기술개발연구, 2006.12.

해양수산부, 목표기반 신조선 건조기준(GBS: Goal-Based New Ship Construction

〈34〉 산업자원부는 R&D 자금이 비교적 풍부하나 해양수산부는 적다는 점도 있으나 이것도 결국은 주관부서와 밀접한 관련이 있다고 보이므로 이에 관한 자세한 설명은 생략한다.

Standards)에 대한 종합보고. 2006.5.
해양수산부. 신개념선박구조기준(GBS: Goal Based New Ship Construction Standards)
에 대한 기초기술연구를 위한 개념정립. 2005.11.

(별표)

TIER II FUNCTIONAL REQUIREMENTS ^{〈35〉}

(Applicable to new oil and bulk carriers in unrestricted navigation)

DESIGN

II.1 Design life

The specific design life is not to be less than 25 years.

II.2 Environmental conditions

Ships should be designed in accordance with North Atlantic environmental conditions and relevant long-term sea state scatter diagram.

II.3 Structural strength

Ships should be designed with suitable safety margins:

- 1 to withstand, at net scantling, in the intact condition, the environmental conditions anticipated for the ships design life and the loading conditions appropriate for them, which should include full homogeneous and alternate loads, partial loads, multi-port and ballast voyage, and ballast management condition loads and occasional overruns/ overloads during loading/unloading operations, as applicable to the class designation; and
- 2 appropriate for all design parameters whose calculation involves a degree of uncertainty, including loads, structural modelling, fatigue, corrosion, material imperfections, construction workmanship errors, buckling and residual strength.

II.4 Fatigue life

The design fatigue life should not be less than the ship's design life and should be based on the environmental conditions in II.2.

II.5 Residual strength (이하는 내용 생략)

II.6 Protection against corrosion

II.6.1 Coating life

II.6.2 Corrosion addition

II.7 Structural redundancy

〈35〉 MSC 82/WP.5, Annex 1.

II.8 Watertight and weathertight integrity

II.9 Human element considerations

II.10 Design transparency

CONSTRUCTION

II.11 Construction quality procedures

II.12 Survey

IN-SERVICE CONSIDERATIONS

II.13 Survey and Maintenance

II.14 Structural accessibility

RECYCLING CONSIDERATIONS

II.15 Recycling

역대 해양사고방지세미나 개최현황

구 분	주 요 내 용
제1회 (’86)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’86. 10. 16. 10:00 ~ 16:20 - 장 소 : 서울 대한상공회의소 - 주 최 : 한국선주협회 등 해운, 수산 8개 단체 공동 - 주 제 : 해난방지활동 공동대처 유도
제2회 (’87)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’87. 8. 28. 10:00 ~ 16:00 - 장 소 : 부산 크라운호텔 회의실 - 주 최 : 한국해기사협회 등 해운, 수산 8개 단체 공동 - 주 제 : 중대해난사례 분석
제3회 (’88)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’88. 6. 28. 10:00 ~ 16:00 - 장 소 : 부산 크라운호텔 회의실 - 주 최 : 한국해기사협회 등 해운, 수산 8개 단체 공동 - 주 제 : 해난사고의 방지와 안전관리
제4회 (’89)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’89. 5. 25. 14:00 ~ 18:00 - 장 소 : 서울 대한상공회의소 - 주 최 : 한국선주협회 등 해운, 수산 8개 단체 공동 - 주 제 : 해상안전의식 고취 및 해상교통안전 정책개발
제5회 (’90)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’90. 5. 23. 14:00 ~ 17:50 - 장 소 : 부산 크라운호텔 회의실 - 주 최 : 한국해기사협회 등 해운, 수산 9개 단체 공동 - 주 제 : 해상안전제도의 개발방향
제6회 (’91)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’91. 5. 24. 13:30 ~ 19:00 - 장 소 : 서울 대한상공회의소 - 주 최 : 한국선주협회 등 해운, 수산, 보험 10개 단체 공동 - 주 제 : 유조선에 의한 해난 및 기름오염 손해와 대책
제7회 (’92)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’92. 5. 22. 13:30 ~ 19:00 - 장 소 : 부산 크라운호텔 회의실 - 주 최 : 한국선주협회 등 해운, 수산, 보험 10개 단체 공동 - 주 제 : 선박통신의 발전방향 및 해난사고와 선박보험
제8회 (’93)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’93. 4. 30. 13:30 ~ 19:00 - 장 소 : 서울 대한상공회의소 - 주 최 : 한국해기사협회 등 해운, 수산, 선원, 보험, 선급 10개 단체 공동 - 주 제 : 유류오염손해배상보장법 및 해난사고의 성격변화
제9회 (’94)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’94. 4. 22. 14:00 ~ 19:00 - 장 소 : 부산 서라벌호텔 - 주 최 : 한국해기사협회 등 해운, 수산, 선원, 보험, 선급 10개 단체 공동 - 주 제 : VTS 센터의 조직과 운영요원 및 VTS(VTM) 운영을 위한 설비와 장비의 검토

구 분	주 요 내 용
제10회 (’95)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’95. 4. 20. 14:00 ~ 19:00 - 장 소 : 서울 대한상공회의소 - 주 최 : 한국해기사협회 등 해운, 수산, 선원, 보험, 선급 10개 단체 공동 - 주 제 : 선박복원성과 최근의 해사안전동향
제11회 (’96)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’96. 4. 19. 13:30 ~ 19:00 - 장 소 : 부산 서라벌호텔 - 주 최 : 한국해기사협회 등 해운, 수산, 선원, 보험, 선급 10개 단체 공동 - 주 제 <ul style="list-style-type: none"> · 해난의 현실과 미래의 대응 · 해난의 유발요인과 VTS를 통한 예방효과 · 해상안전기술 수요조사에 관한 연구
제12회 (’97)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’97. 5. 15. 13:30 ~ 18:00 - 장 소 : 서울 전경련회관 - 주 최 : 한국해기사협회 등 해운, 수산, 선원, 보험, 선급 10개 단체 공동 - 주 제 <ul style="list-style-type: none"> · 해난사고 추세변화와 해난방지체계의 재검토 · 유조선의 해난 사례 및 안전대책 · 어선의 복원력 산정에 관한 고찰
제13회 (’98)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’98. 5. 22. 13:30 ~ 18:00 - 장 소 : 한국해양대학교 50주년 기념관(한진홀) - 주 최 : 한국해기사협회, 해운, 수산, 선원, 보험, 선급 등13개 단체 공동 - 주 제 <ul style="list-style-type: none"> · 해난방지를 위한 과학적 접근방안 · 해난심판제도의 발전적인 기능확대를 위한 제언 · 해양안전법의 제정방향
제14회 (’99)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : ’99. 5. 14. 13:30 ~ 18:30 - 장 소 : 서울 대한상공회의소 - 주 최 : 한국선주협회, 해운, 수산, 선원, 보험, 선급 등 15개 단체 공동 - 주 제 <ul style="list-style-type: none"> · 어선사고의 원인분석과 대책 · 우리나라 내항해운기업에 대한 안전관리시스템 도입 방안 · 유조선과 산적화물선의 안전을 위한 국제규정의 제정동향
제15회 (’00)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : 2000. 5. 19. 13:30 ~ 18:00 - 장 소 : 한국해양대학교 - 주 최 : 한국해기사협회 등 해운, 수산, 선원, 보험, 선급 16개 단체 공동 - 주 제 <ul style="list-style-type: none"> · 인적과실에 의한 해양사고 저감방안 · 항만국통제의 국제동향 및 향후전망 · 어선 해양사고방지 종합대책 추진방향
제16회 (’01)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : 2001. 5. 25. 13:30 ~ 19:00 - 장 소 : 서울 대한상공회의소 - 주 최 : 한국선주협회 등 해운, 수산, 선원, 보험, 선급 15개 단체 공동 - 주 제 <ul style="list-style-type: none"> · 선박자동식별장치 도입과 항행안전증진에 관한 고찰 · 해양유류오염관리 효율화 방안 · 선박의 생존성에 관한 동향

구 분	주 요 내 용
제17회 (’02)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : 2002. 6. 19. 13:30 ~ 19:00 - 장 소 : 부산 전시컨벤션센터 - 주 최 : 한국해양수산연수원 등 해운, 수산, 선급 등 15개 단체 공동 - 주 제 <ul style="list-style-type: none"> · 연안선의 선원과로방지 대책연구 · 어선과 상선의 정보교류 등 정보통신을 이용한 선박안전 운항지원 · 해상교통과 특례입법
제18회 (’03)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : 2003. 5.28. 13:30 ~ 18:00 - 장 소 : 한국프레스센터 - 주 최 : 한국선주협회 등 해양수산 관련 15개 단체 - 주 제 <ul style="list-style-type: none"> · 해양안전심판 40년의 성과와 향후과제 · 소형선박 안전운항을 위한 제도개선 · ISPS Code 발효와 우리나라 대응방안
제19회 (’04)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : 2004. 5.25. 13:30 ~ 17:00 - 장 소 : 한국프레스센터 - 주 최 : 한국선주협회 등 해양수산 관련 15개 단체 - 주 제 <ul style="list-style-type: none"> · 기준미달선 운항과 해운경영 · 우리나라 관제실태 및 VTS 운영개선방안 · 항해안전정보관리체제 도입방안 · 국가별 해상안전관리능력 평가제도(IMO Auditing Scheme)
제20회 (’05)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : 2005. 5.19. 14:00 ~ 18:00 - 장 소 : 한국해양대학교 - 주 최 : 한국해양수산연수원 등 해양수산 관련 15개 단체 - 주 제 <ul style="list-style-type: none"> · 어선해양사고 실태 및 저감 방안 · 불감항성 해양사고에 대한 심판방향 · 대기오염방지협약 발효에 따른 해운계의 영향 및 대응방안
제21회 (’06)	<ul style="list-style-type: none"> - 일 시 : 2006.11.28. 14:00 ~ 18:00 - 장 소 : 한국프레스센터 - 주 최 : 한국선주협회 등 해양수산 관련 15개 단체 - 주 제 <ul style="list-style-type: none"> · 여객선 안전운항 증진을 위한 자동식별장치 활용방안 · 선진국과 우리나라의 해양안전정책계획 비교분석 · 고등법원에서의 사실심리가 해양안전심판제도에 미치는 영향 및 대책

