

2003년도 직원연구개발 요약집

이 자료는 선박검사기술협회 직원들의 기술력 향상 및 연구능력배양 등을 목적으로 한 자체 연구개발 업무 추진계획에 의하여 2004년 2월에 발표된 “2003년도 직원연구개발 최종보고서”의 요약문이다.

■ 어선전복사고 사례분석을 통한 적정복원성 등에 관한 연구

이 경 훈/기술연구실
최 경 신/기술심사부
이 찬 재/인천지부

1. 제 목

어선전복사고 사례분석을 통한 적정복원성 등에 관한 연구

2. 연구과제의 목적 및 중요성

가. 목 적

어선전복사고의 원인을 분석하여 이러한 사고가 선체복원성, 예비부력, 방수구 및 잘못된 선체운용술과 어떠한 인과관계가 있는지를 판단하고, 이에 대한 개선점을 도출코자 하였다.

나. 중요성

해양안전심판원의 통계를 보면 지난

5년간 어선에 있어서 전복사고는 4대 사고유형(침몰, 좌초, 전복, 화재)중 9.7%를 차지하고 있는데 비하여 인명피해(사망, 실종)은 전체의 35%나 차지하고 있다. 사고발생율은 작지만 인명피해율이 높은 것이 전복사고의 특징이다.

이러한 해양사고에 대하여 해양안전심판원에서 원인을 규명하고 있기는 하나, 어선전복사고의 사례분석을 통하여 일반선박과 어선과의 해양사고 발생율을 비교하고 각각의 선박종류별 해양사고별 인명피해현황을 조사하여 어선의 전복사고의 위험성과 원인을 분석하여 이러한 사고가 어떠한 유형을 가지고 있는지, 선형적인 특성, 방수구 및 잘못된 선체운용술과 어떠한 인과관계가 있는지를 가려내고 이에 대한 개선점을 도출하여 전복사고를 방지하기 위한 방법이 무엇인지 찾아보고자 하였다.

3. 연구과제의 내용 및 범위

가. 소형선박의 복원성 간이판정법 검증

- 선박의 안정성에 미치는 자유표면의 효과
원래 IMO Res. A.749기준은 배의

〈표 1〉

D(m) \ B(m)	횡 요 주 기														
	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.2	4.4
0.6	3.2	3.2	3.4												
0.7	3.8	3.8	3.3	3.5											
0.8	4.3	4.0	3.7	3.6	3.6	3.7									
0.9	4.3	4.6	4.3	3.9	3.7	3.7	3.8								
1.0		4.6	4.9	4.5	4.2	4.0	3.8	3.9	4.0						
1.1			4.8	5.1	4.6	4.4	4.2	4.0	4.0	4.1	4.3				
1.2				5.0	5.2	4.8	4.5	4.3	4.2	4.1	4.2	4.3			
1.3					5.1	5.3	5.0	4.7	4.5	4.4	4.2	4.3	4.4		
1.4						5.3	5.5	5.1	4.9	4.7	4.5	4.4	4.4	4.5	4.6
1.5							5.4	5.6	5.3	5.1	4.9	4.7	4.6	4.5	4.6
1.6								5.5	5.7	5.4	5.2	4.9	4.9	4.8	4.7
1.7									5.7	5.9	5.6	5.4	5.2	5.1	5.0
1.8										5.8	6.0	5.8	5.5	5.4	5.2

길이 24미터이상의 어선에 적용토록 되어 있으나 배의길이 40미터미만인 어선에 대한 국내기준에 비하여 동적 복원 성능기준이 상당히 강화된 것으로서 국내 근해어선의 경우 대부분의 선박이 동기준에 적합하지 않은 것으로 나타나 IMO Res. A.749기준을 국내 24미터 이상 어선의 복원성기준에 그대로 수용하지 못하고 있다는 것을 파악하였다.

○ 소형어선의 복원성 간이판정법

소형선에 있어서 경사시험이 곤란할 경우에는 횡요시험에 의해 횡요주기를 예측하여 〈표 1〉의 값 이하일 경우 GM 기준이 만족되는 것으로 일본 「소형선 검사기구」의 「소형어선안전규칙에 관한 세칙」에 규정되어 있음을 볼 수 있다.

나. 해양사고의 통계조사

○ 선박종류별 해난사고 발생현황

어선의 해양사고가 전체 해양사고의

70%이상을 차지하고 있으며 이는 어선의 척수가 많은 것에도 기인하지만 어선의 규모가 복원성능에 적합하지 않음을 알 수 있었다.

○ 선박의 해양사고종류별 발생현황

1998년부터 2002년까지 5년간 해양안전심판원이 전체선박의 해양사고종류별 발생현황을 조사한 결과 충돌사고가 전체의 37.1%로 가장 많은 사고로 조사되었으며, 그 뒤를 이어 기관손상, 침몰순의 분포를 보였다. 전복사고비율은 전체의 2.7%로 조사된 사고종류 중 극히 낮았다.

○ 어선의 사고종류별 해양사고 발생현황

1998년부터 2002년까지 어선의 사고종류별 해양사고 발생현황을 살펴본 결과 기관손상, 충돌, 침몰, 화재폭발순으로 사고가 많았다. 어선의 경우 일반선박에 비하여 기관의 정속운전 보다는 어군(魚群)을 따라 작업을 하기 때문에 갑작스러운 출력 증가 및 감속, 급선회 등

기관의 운용에 가혹적인 조건이 장시간 지속되기 때문에 이것이 기관손상으로 이어지고 자항능력을 상실한 상태에서 큰 파도 등의 외력에 의해 선박이 쉽게 전복되는 것으로 파악되었다.

○ 선박의 사고별 인명피해현황

인명피해가 가장 큰 사고는 충돌이며 다음으로 침몰, 전복순이었다. 특히 사망사고의 경우는 충돌 다음으로 전복에 의한 사망자가 많은 것으로 조사되었고 전복사고의 발생율은 극히 낮지만 인명피해 현황 중 사망과 행방불명이 차지하는 비율이 높아 전복사고의 심각성을 알 수 있으며 전복사고는 어선뿐만 아니라 모든 선박에 대하여 선박의 승조원들의 안전을 심각하게 위협하는 해양사고로 판명되었다.

○ 어선의 사고별 인명피해현황

어선의 전복에 의한 사망자의 수가 전체선박의 전복에 의한 사망자수의 60%이상을 차지하고 있으며, 행방불명의 인명피해는 어선의 전복에 의한 수가 전체선박의 전복에 의한 수의 90% 이상으로 전복에 의한 행방불명자의 대부분이 어선원임을 알 수 있었다.

다. 어선의 전복사고 유형분석

○ 어선전복사고의 월별 발생현황

1993년부터 2002년까지의 10년간 해양안전심판원의 재결서를 검색하여 어선의 전복사고에 대하여 조사한 바, 대체적으로 겨울철에 해당하는 12월에서 다음해 3월까지의 사고발생율이 제일 높은 것을 볼 수 있었다.

○ 해역별 어선전복사고 현황

전복사고의 50% 이상이 전라, 경상지역에서 발생하였으며 이는 이 지역의

등록어선 척수가 많은 것에 기인하는 것도 있지만, 국내 근해어선들의 주 조업 구역인 동중국해 등의 길목으로 이 구간을 항행할 시 선박에 작용하는 주 풍향과 파도의 방향이 선박의 진행방향에 횡측인 북서쪽 또는 남동쪽이기 때문인 것으로 사료된다. 횡풍(Beamwind)과 횡파(Beamsea)는 추파(Following sea)와 더불어 선박복원성에 커다란 악영향을 주는 것으로 보인다.

○ 톤급별 사고발생현황

전복사고의 절반 가까이 총톤수 10톤미만의 소형어선으로 기타선박에 비하여 법적인 규제사항이 적은 소형선박에서 발생하였으며, 이는 선박규모가 소형에 따른 예비부력 부족으로 파도 등 외력에 의해 쉽게 전복되고, 만재출수선 및 복원성의 심사가 없기 때문에 선장 등 운용자가 본선의 적정 적재상태가 어느 정도인지 정확히 파악하지 못한 채 운용하는데서 비롯된 것으로 재결서 조사결과 나타나고 있다. 또한, 총톤수 40톤이상의 어선의 전복사고 또한 높게 발생하고 있는 것으로 조사되었는데 총톤수 40톤이상의 어선들은 선박의 길이가 대부분 24m이상이기 때문에 선박복원성기준에 의한 복원성계산서의 심사를 받은 선박임에도 불구하고 전복사고가 많이 발생한다는 것은 선박은 항시 복원성계산서내의 표준재화상태와 동일한 상태로 운항하지 않는다는 것과 모든 해상상태에서의 안전을 보장할 수 없다는 것이다.

○ 업종별 사고발생현황과 선형적특성

전복사고 해당 어선의 선형적인 특성을 조사한 결과 길이/너비의 비는 사고 선박의 대부분이 3.00~4.00사이에 분포하였으며, 너비/깊이의 비는 대부분이

2.00~3.00사이에 분포하였다. 전복사고율이 높은 통발, 연승, 자망어선의 선형적 특성을 살펴본 결과, 통발어선의 경우 길이/너비의 비의 평균은 3.686, 너비/깊이의 비는 2.481이었다. 동일 통발어선의 일반적인 길이/너비와 너비/깊이의 비가 전라남해권의 경우 3.232 와 3.191이며, 경상남해권은 3.204 와 2.608로 조사되었다. 통발어선의 경우 일반적인 길이/너비의 비가 3.200의 비율인데 비하여 전복사고어선의 비는 3.6이상으로 일반적인 선박보다 배의 길이가 선평에 비해 약간 긴 것으로 조사되었으며 일정선평에 대한 길이의 증가는 선박의 직진성을 좋게하고 일반배치가 유리한 점이 있으나 조종성능의 선회반경이 길어지고 나빠지는 단점이 있으며 반대로 일정길이에 선평의 감소는 복원성측면에서 볼 때 유리한 점이 거의 없으며 BM이 작아져 결국 초기복원성의 척도인 GM의 감소를 가져오며 동일한 경사우력에 대하여 타 선박보다 횡경사의 각이 크다는 것을 의미하므로 GM이 작은 선박은 그만큼 해수의 상갑판상유입 또는 상갑판의 잠김이 쉽고 따라서 작은 양의 해수 유입으로도 복원성에 악영향을 끼치는 것으로 나타났다.

또한, 연승어선의 선형적인 특성에 대해 살펴보면, 전복사고 연승어선의 길이/너비의 비의 평균은 3.467, 너비/깊이의 비는 2.635이다. 동일 연승어선의 일반적인 길이/너비와 너비/깊이의 비가 전라남해권의 경우 3.201 와 3.211이며, 경상남해권은 3.377 와 2.714로 조사되었다.

자망어선의 경우, 전복사고 어선의 길이/너비의 비 평균이 3.504이고, 너비/

깊이의 비는 2.631이다. 동일업종의 선박들의 일반적인 길이/너비와 너비/깊이의 비는 전라남해권의 경우 3.299와 2.987이며, 경상남해권은 3.459와 2.917이다. 길이/너비의 비는 큰 차이가 없지만 너비/깊이의 비에서 사고선박의 비가 약간 작게 조사되었다.

4. 연구결과 및 활용에 대한 건의

가. 연구결과

우리는 지난 10년간의 어선의 전복사고 사례조사를 통하여 전복사고가 어선 뿐만 아니라 여타용도를 갖는 모든 선박의 해양사고종류 중 승선원들의 안전을 심각하게 위협하는 중대사고 임을 알 수 있으며 어선의 전복사고는 해상상태, 선박운용자의 과실 및 선박의 결함이 복합적으로 결합되어 일어나는 사고라는 사실을 파악할 수 있었다.

나. 활용에 대한 건의

- 조업출항전 선장 등 선박운용자는 본선의 특성 및 적정 적화상태를 정확히 파악해야 한다.
- 조업중 상갑판상의 각종 어구등에 의해 방수구가 막히지 않도록 어구 등의 안전관리를 보다 철저히 하도록 하여야 한다.
- 계획한 선속이 가능하고 허가톤수를 초과하지 않는 한 초기설계시 너비/깊이의 적절한 비율을 찾고 선체의 폭을 넓게 하여 선박의 복원성을 향상시킬 수 있는 설계방안 또한 중요한 요소라 할 수 있겠다.
- 전복사고를 일으키는 선형적특성에 대한 좀더 면밀한 연구를 토대로 사고를

유발할 수 있는 선형의 사용금지를 계
도 할 수 있는 방안이 마련될 필요가
있다고 판단된다.

- 소형어선에 대한 개략적인 적정 적재중
량을 산정하여 각 업종별로 권고할 필
요가 있다.
- 전복사고 유형별 사례집을 발간하여 어
민들에게 널리 홍보하여 이러한 사고
방지에 이용할 수 있을 것이다.

▣ IMO GHG 배출규제에 따른 선박으로부터 발생하는 CO₂ 배출관련 동향분석

박 한 선/검사제도부
김 태 연/기술연구실

1. 제 목

IMO GHG 배출규제에 따른 선박으로부터
발생되는 CO₂배출관련 동향분석

2. 연구과제의 목적 및 중요성

가. 목 적

- IMO에서 GHG(지구온난화가스)에 대한 규
제 움직임을 보임에 따라, 선박으로부터의 대
기오염방지협약 국제동향 및 국내현황 조사,
대기오염 현황과 규제동향, 선박으로부터
CO₂ 배출 관련 자료 조사, 향후 대책 및 평
가에 관한 조사 및 분석을 목적으로 함

나. 중요성

- GHG(GHG : Green Hause Gas

[CO₂, CO₄, N₂O, HFC, PFCS,
SF₆], 이중 96%를 차지하는 것이 CO₂
임)에 관련된 국제협약이 발효되면 앞
으로 건조되는 그리고, 기존에 건조된
거의 모든 선박에 공통적으로 적용되
어, 관련 산업 전반(ENGINE
MAKER, 해운사, 조선소, 관련 장비
업체 등) 및 국내법규 수용 등 엄청난
파급효과를 불러일으킴

- 세계 선진국에서는 환경보호라는 명분
아래, 그 규제를 심화하여 자국업체보
호에 나서고 있음
- 그에 따라, 기술개발 경쟁이 치열할 것
으로 예상되며, 기술이 낙후되는 경우
에는 선진기술을 비싼 기술료를 지불하
고 도입을 하던지, 고가에 구입해야 됨
- 그러나, 국내 선박 건조량이 세계 1/3
이상을 차지하는 등 우리나라는 대표적
인 조선공업국가 및 해운국이며, 삼면
이 바다로 둘러싸여 수많은 연근해 선
박을 보유한 국가로서, 이에 관한 국제
동향 파악 및 대처방안 마련이 시급함

3. 연구과제의 내용 및 범위

- 선박으로부터의 대기오염 국제동향 및 국
내현황
 - 선박대기오염방지협약 채택 배경
 - 최근 들어 지구 환경 보존 문제가 범세
계적인 중대 현안으로 떠오름에 따라
IMO의 동참 필요성 제기, 선박 대기
오염 규제에 관한 국제협력의 필요성
이 적극 대두됨, 선박에 의한 대기오염
문제가 시급히 해결되어야 할 과제로
부각되었음
 - 선박대기오염방지협약의 특징
 - IMO 최초의 대기오염 규제협약임, 선박
에서 생성·배출되는 모든 형태의 대기

- 오염 유발물질을 규제함, 육상산업 설비의 저황유 사용의무화에 맞춰 선박연료유의 황 함유량을 규제함, 국제기준에 적합한 선박엔진의 탑재를 의무화, 협약의 제규정과 각종 요건에 충족한 경우에 발행되는 국제대기오염방지증서(IAPP) 및 엔진대기오염방지증서(ELAPP)의 선내비치를 의무화, 협약을 위반한 선박에 대해서는 항만국 통제(PSC : Port State Control)가 실시되어 선박운항이 실질적으로 규제됨
- 선박대기오염에 따라 배출이 규제되는 물질 및 특성
 - 질소 산화물 · 황 산화물
 - ▷ 선박디젤기관의 작동에서 생성·배출되는 유해가스는 질소산화물, 황산화물 이외에도 이산화탄소, 일산화탄소 등이 있음. 이 가운데 특히 IMO에서 배출을 규제하는 물질은 질소산화물(NOx)과 황산화물(SOx)임
 - ▷ 질소산화물이 대기 중에 분포되는 농도가 높아지는 경우, 폐기종이나 기관지염 등 호흡기 질환을 유발함
 - ▷ 황산화물은 질소산화물과 함께 산성비의 주원인 물질로 평가됨
 - 휘발성 유기화합물(VOCs)
 - ▷ 유기화합물은 원유를 비롯한 각종 석유제품의 생산과 취급과정에서 발생되고, 이 같은 물질의 상당량은 회수되지 못하고, 대기 중으로 방출되는데 이를 통상적으로 휘발성 유기 화합물(VOCs : Volatile Organic Compounds)로 분류
 - ▷ 이 같은 VOCs는 작업현장에서 만성적인 직업병을 유발하는 것은 물론 인체 내에 암세포 형성에 영향을 줌. 특히, 대기 중에서는 광화학 반응을 일으켜 오존을 파괴하여 생태계

및 기후변화를 초래하는 물질임

○ 대기오염 현황과 규제법조사

- 대기오염현황
 - 대기오염물질
 - 대기오염문제(오존층파괴, 지구온난화, 산성비)
- 대기오염규제
 - 국내법규에 의한 규제(대기환경보전법, 오존층보호법)
 - 국제협약에 의한 규제(오존층보호에 관한 빈나협약, 오존층과기물질에 관한 몬트리얼의정서, 후속개정 의정서, 기후변화협약)

○ 선박에서 CO₂배출량 조사방법

- 모든 선박을 통합하여 합계 CO₂배출량을 계산하는 방법 조사
- 각각의 선박에 대한 평균연료소비량을 산정 하는 방법 조사

$$FUEL/FUEL_0 = (SPD/SPD_0)^\beta$$

Fuel : 고정된 속도에서 연료소비(t/day)

Fuel₀ : 선박사양에서 연료소비기록(t/day)

SPD : 고정된 속도(knot)

SPD₀ : full load 항해 속도(knot)

β : 계수(선박 type에 따라 변화 : 철광석 및 석탄 운반선 1.64, 유조선 1.87)

- 선박종류, 크기, 건조 년에 의한 평균연료소비량을 산정하는 방법 조사

$$P = \sum_i \sum_j P_{ij} = \sum_i \sum_j C_{ij} \times tn_{ij}$$

P_{ij} : 연료소비량(t-fuel/year),

tn_{ij} = K_{ij} × S_{ij} × X_{ij} × α_{ij} × v_{ij}

tn_{ij} : i와 j 범주 안에서 원유 수송량(ton-mile/year),

K_{ij} : i와 j 범주 안에서 평균 원유의 량(ton/ship)

S_{ij} : i와 j 범주 안에서 선박수,

X_{ij} : i와 j 범주 안에서 바다에서의 매년

α_{ij} : i와 j 범주 안에서 바다에서 전체
 날(280day/year)
 날짜 중에 운반된 날짜(대략 0.5)

v_{ij} : i와 j 범주 안에서 운반된 항해의
 평균 항해 속도(mile/day),
 C_{ij} : 하루 연료소비량

〈표 1〉 탱커선의 선령 및 DWT별 평균연료소비량 산정결과

DWT(10 ³ ton)	~1977	1978~82	1983~87	1988~92	1993~97	Total
10~25	900	375	201	60	79	1,614
25~50	1,799	850	821	552	642	4,665
50~80	489	909	440	246	61	2,144
80~100	1,017	833	605	771	411	3,637
100~120	154	85	181	219	428	1,066
120~200	1,741	240	179	902	650	3,712
200~320	3,105	191	581	2,142	1,931	7,950
320+	1,372	264	-	-	-	1,636
Total	10,578	3,745	3,007	4,891	4,201	26,423

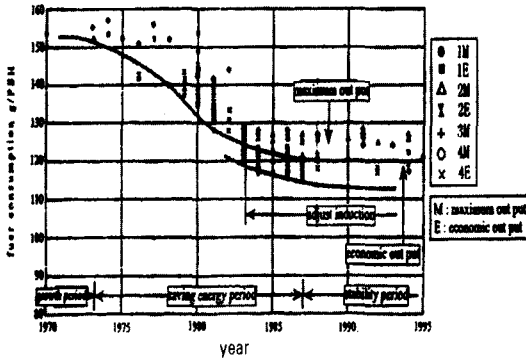
〈표 2〉 철광석 운반선의 선령 및 DWT별 평균연료소비량 산정결과

DWT(10 ³ ton)	~1978	1979~83	1984~88	1989~93	1994~98	Total
10~25	4,377	1,376	658	209	422	7,042
25~50	443	178	217	45	110	994
50~80	1,149	893	506	328	619	3,495
80~100	13	7	2	2	3	28
100~120	189	73	6	0	8	276
120~200	275	400	437	594	853	2,622
200~320	9	7	10	15	23	0
320+	0	0	0	0	0	0
Total	6,456	2,935	1,836	1,193	2,037	14,456

- 선박 HARDWARE(엔진, 선체효율 등) 효율 향상을 통한 연료소비감소방안 조사

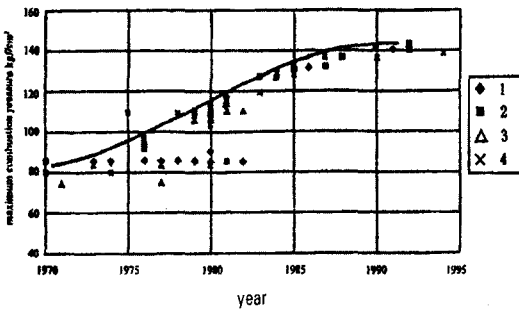
4. 조사결과 및 활용에 대한 건의

가. 조사결과



〈그림 1〉 건조 년에 의한 저속 2행정 엔진 연료소비량 변화

Investigation of the Utilization of R&D Results on the Enhancement of Diesel Engine Performance, Japan Shipbuilding Research Association(Energy Division), 1998



〈그림 2〉 건조 년에 의한 저속 2행정 엔진의 최고 폭발압력 변화

○ NO_x와 CO₂ 관계 및 NO_x 저감기술개발 현황조사

- NO_x와 CO₂ 관계
- NO_x 저감기술 개발현황(SCR, 저 NO_x연료 분사노즐, 연료분사지연, E.G.R, 에틸렌 연료를 이용한 배기가스 저감 기술)
- NO_x 모니터링 시스템 소개

○ 본 과제 조사 결과 NO_x와 CO₂는 역 관계(엔진의 효율이 높으면, 즉, 완전 연소에 가까우면 CO₂의 발생량이 많고 CO₂의 발생량을 줄이기 위해서는 엔진의 효율이 저하되고 NO_x의 발생량이 많아짐)에 있음

○ 이런 이유로 외국에서의 이산화탄소 관련 연구사례를 보더라도 직접적인 이산화탄소의 저감기술보다는 선박에서 사용되는 연료소비량을 줄이거나, 선체 효율을 증가시키기 위한 연구가 이루어지고 있음.

○ 이에, 현 기술 단계에서 수행되고 있는 NO_x 저감기술개발이 끝나고 난 이후에 비로소 직접적인 CO₂저감 기술 개발이 가능할 것으로 사료됨

○ CO₂ 배출규제방안에 대한 검토는 IMO사무국과 UN이 공동으로 연구하고 그 결과를 IMO에 통보하기로 되어 있으며, 현재 아래의 3 가지 주제가 중점 논의되고 있음

- 선박으로부터 CO₂ 배출에 관한 사항
- GHG 배출감소를 위하여 선주와 IMO의 이해관계 정립, 신조선 및 현존선에 대한 배출기준 개발착수
- 신조선 및 현존선의 GHG 배출감소 이행에 관한 신뢰성 추적

○ 그 결과, 향후 아래에 대한 구체적인 결과가 도출될 것임

- GHG 배출 기준 설정
- 선박의 GHG 유효성 평가 방법 개발
- GHG 배출 인덱싱 평가에 관한 지침서 개발
- 기술적, 운항적 및 market-based 솔루션에 대한 평가

나. 활용에 대한 건의

- 일본은 이미 CO₂배출과 관련하여 선박 종류별, 그리고 산업별로 전체 CO₂배출량을 파악하고 있었음
- 그러나, 우리나라는 CO₂배출 규제에 따른 선박종류별, 산업별 전체 CO₂배출량 조사가 이루어지지 않아,
- 향후, 국제협약을 국내법규에 수용할 경우, 대응책 마련이 미비한 상황임
- 추가로, 국내 항해에 종사하는 선박에 대한 관련 국제협약 수용여부를 판단하기 위하여 아래와 같은 추가 연구가 필요함
 - 연근해 선박에 대한 CO₂ 발생량 조사
 - CO₂ 발생저감설비의 개발
 - 현존선에서의 CO₂ 발생저감방법개발
 - CO₂저감방법에 대한 검증방법 개발
 - 관련 검사기준마련 등

▣ 연안어선의 조타시야 개선에 관한 연구

정 덕 수/기술사업부
권 수 연/기술사업부
김 태 연/기술연구실

1. 제 목

연안어선의 조타시야 개선에 관한 연구

2. 연구과제의 목적 및 중요성

가. 목 적

- 연안어선 해양사고방지를 목적으로, 충돌사고 원인중 한가지인 조타시야를 개선하기 위한 방안 연구

나. 중요성

- 국내 연안어선 및 일본 어선에 대한 자료조사
 - 국내 연안어선의 실선조사 및 일본 어선에 대한 자료 조사를 수행하여 비교, 검토하였다.
- 조타시야 확보정도에 대한 검토
 - 현재 조선소에서 가장 많이 건조하고 있는 어선의 일반배치도를 조사하고, 조타시야에 대한 기준을 토대로, 검토 대상으로 선정된 일반배치도를 분석하여 그 원인과 문제점을 도출하였다.
- 연안 어선들의 일반배치에 대한 분석
 - 본 연구에서는 현재 운항중인 연안어선과 우리 협회에서 개발한 표준 어선들의 일반배치도 및 기존의 연안어선에 관한 연구자료를 토대로 검토하였다.
- 최적의 일반배치도 작성
 - 앞에서 연구한 내용을 정리하여 최적의 조타시야를 갖춘 연안어선에 대한 일반배치도를 작성하였으며, 맹목거리에 대한 계산을 수행하여 조타거리에 대하여 검토하였다.
- 보고서를 작성하여 연안어선의 안전에 대한 자료 구축 및 설계 자료를 구축하였다.

3. 국내 및 외국어선의 자료조사

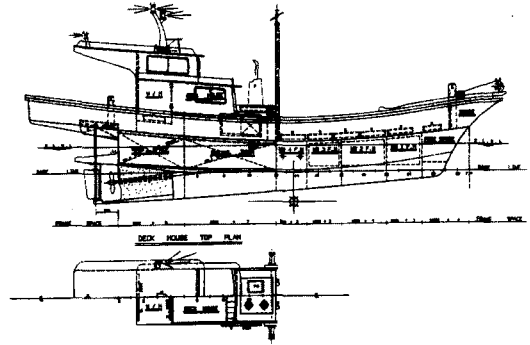
가. 국내 어선의 일반배치

일반적으로 연들의 크기가 너무 크고, 높이가 높기 때문에 전방을 보면서 조타하기가 부담스러운 상태이나 배기관을 선미방향으로 유도하여 갑판상의 소음감소와 및 조타실 시야확보를 한 경우와 조타실전방에 연들이 있으나 전방 시야를

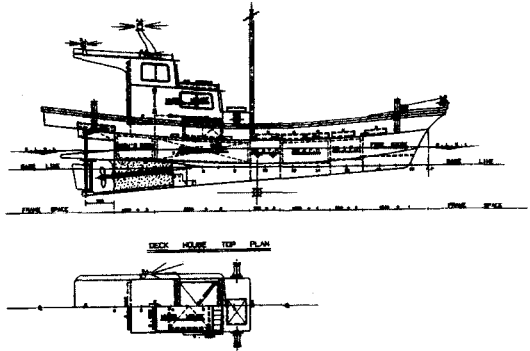
고려하여 좌, 우현으로 배기관을 나누어 배치한 경우도 있다.

나. 외국 어선의 일반배치

- 1) 일본 : 일본의 소형어선에 있어서는 조타실을 선수쪽으로 배치하여 연돌이 조타실 후부에 위치 되어있어 전방의 시야는 좋으나, 후방의 시야를 가릴 수 있다.
- 2) 노르웨이 : 노르웨이 어선에 있어서 가장 특징적인 면은 조타실이 선 수부에 위치하고 선미부에서 어로작업을 한다는 점이며, 조타실 뒤에 조정할 수 있는 조타 휠을 설치해 어로 작업하면서 조타 조작이 가능하다.



〈그림 2〉 4.98톤급 FRP 어선

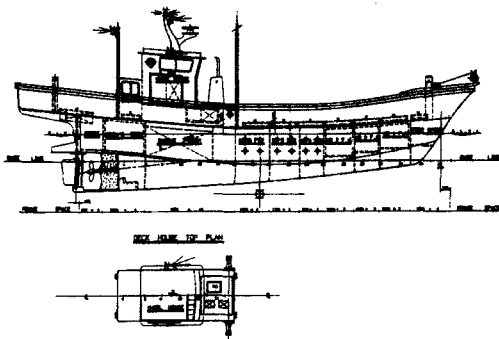


〈그림 3〉 2.88톤급 FRP 어선

4. 일반배치를 통한 조타시아 개선방안 연구

가. 국내에 많이 보급되어 있는 연안어선의 일반배치도

본회에서 설계하여 보급한 표준어선을 포함하여 현재 국내에 많이 보급되고 있는 일반배치도를 톤급별로 조사하였다.



〈그림 1〉 9.77톤급 FRP 어선

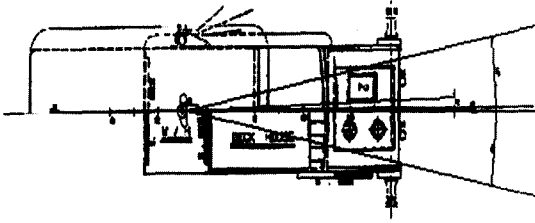
나. 기본 설계시 고려할 사항에 대한 검토

1) 연돌 크기 및 배치

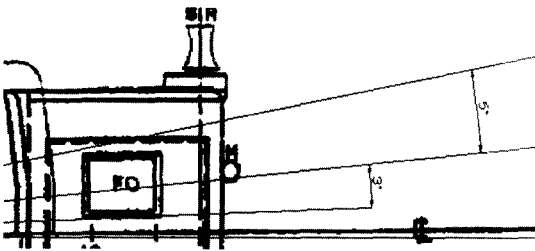
전방시야 확보에 대한 검토를 위해서, 배 길이 45미터이상 어선외의 선박에 적용되는 선박설비기준 제110조 및 국제항해에 종사하는 어선 등을 제외한 고속선에 적용하도록 되어있는 고속선의 안전에 관한 국제 코우드 15.3 시야 확보 요건의 내용에 관한 규정을 연안어선에 적용하여 보았다.

현재 많이 분포하는 연안어선의 일반 배치인 〈그림 4〉를 보면, 총합계 맹목

구간이 20도를 초과하지 않으며, 맹목 구간은 10도를 초과하지 않으나, <그림 5>에서 나타낸 바와 같이, 좌현의 가시 구간의 각도는 연돌에 의해 약 2도정도가 되므로, 약 8도정도의 맹목구간을 갖게 된다. 그러므로 연돌은 좌현의 조타시야를 방해하는 요소가 된다. 맹목구간을 5도정도로 줄이기 위해서는 연돌의 크기를 현재보다 반 이상으로 줄여야 한다.



<그림 4> 전방시야에 대한 맹목구간



<그림 5> 연돌에 의한 8도정도의 맹목구간

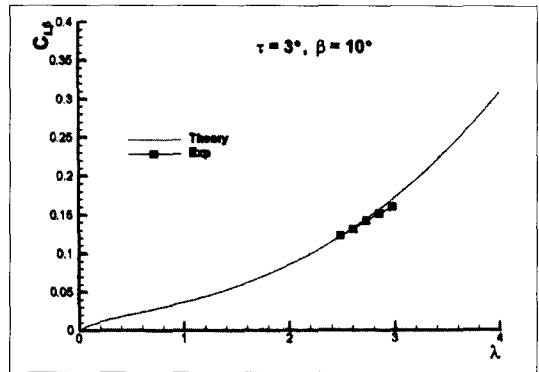
2) 항주시 선미트림

연안어선들은 일반적으로 항주시에 선수부가 크게 부양되므로, 조타시야에 커다란 영향을 미친다고 판단되어 트림 등에 의한 조타시야 계산 방법에 대하여 고려해 보았다.

가) Savitsky에 의한 경험식

Savitsky가 제안한 식에 의해 유추해 낸 양력 및 트림각도가 모형시험 결과와 유사한 결과를 갖는 지에 대해 자료 조사를 하고, 이에 대해

검토하였으며, 두 결과가 거의 유사함을 확인하여, 설계하는데 있어 트림각도 추정 자료로 구축하고자 하였다. <그림 6>은 Savitsky의 실험치와 모형시험의 결과가 일치하고 있음을 보여주고 있다.



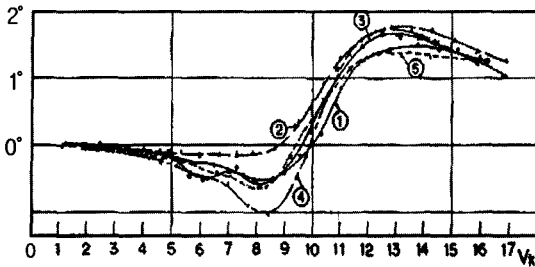
<그림 6> 모형시험과 Savitsky 경험식에 의한 결과 비교

나) 유사선형에 대한 모형시험 결과

연안어선의 선형과 비슷한 선형에 대한 모형시험결과를 분석하고 이 선형에 대한 최대 트림값을 예상하여 비슷한 선형의 트림값으로 대입하여 조타시야를 계산할 수 있도록 하였다. <표 1>은 이 선형에 대한 주요목을 나타내고 있다.

<표 1> 주요 요목

항 목	실 선	모형선
LOA	11.03	2.051
LBP	9.90	1.840
B	2.30	0.428
D	0.85	0.158



〈그림 7〉 항주중 트림값

〈표 2〉 번호별 컨디션

번호	condition	배수량(톤)	트림값(미터)
①	Light Weight	5.90	0.32
②	Light Weight	5.90	0.47
③	Half Load	6.90	0.32
④	Full Load	7.90	0.17
⑤	Full Load	7.90	0.32

〈그림 7〉은 이 선형의 각 적재상태에 따른 항주중의 트림값을 그래프로 나타내고 있으며, 〈표 2〉는 각 컨디션에 대한 배수량 및 트림에 대하여 설명하고 있다. 그래프에서 보듯이, 최대 트림값이 2도를 넘지 않고 있다. 9knots에서부터 Trim은 급격히 증가하고 있으며, 12~13knots에서 최대 트림값을 가지며 서서히 트림값이 감소하다 일정한 값을 갖고 있다.

다) 선미 Wedge에 의한 항주중의 트림 수정량의 추정법 및 극소저항 트림 값 시운전을 하다보면 계획속력으로 항주중에 선미트림이 과대하게 되는 때가 흔히 있는데, 그 경우에는 조타실로부터의 전방투시가 나쁘게 되든가, 저항이 증대하는 악영향이 발생

한다. 그 구체책으로 선미선저에 WEDGE를 취부하여 항주중에 선미를 들어올리는 양력을 발생시켜서 항주중의 선미트림을 수정하는 방법이 채용되고 있다.

라) 조타시야 계산

트림이 고려되지 않으면 항주하는 선박의 조타시야를 계산하는데 의미가 없으므로 앞에서 설명한 Savitsky의 경험식이나, 모형시험 결과에 의한 최대 트림 값을 주어 〈표 3〉의 조타시야 계산서에 의한 계산을 수행하도록 한다.

〈표 3〉 조타시야 계산서

항목	항주상태
F.P에서의 흘수 $dF(mid)$	(m)
A.P에서의 흘수 $dA(mid)$	(m)
트림(선미트림 : -)	(m)
트림각도(선미트림 : -)	(도)
트림에 따른 조타시야 수정각도	(도)
BOW CHOCK 위치의 흘수 (mid)	(m)
BOW CHOCK의 흘수상방 높이	(m)
BOW CHOCK의 흘수면상 수직높이	(m)
조타시야 맹목거리, Blind Distance)	(m)

3) 소음기의 국내현황 검토

조타시야가 문제가 되는 어선들을 검토한 결과 일부 어선들은 연돌 크기가 비정상적으로 커 조타시야에 지장을 주고 있음

가) 적정크기의 연돌과 소음기 설치

어선에서는 소음기 성능(길이와 폭에 영향을 받음)이 감소하더라도 엔진에서 발생하는 소음으로 인하여 갑판 소음에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 사료되는 바, 조타시야에 지장을

주지 않는 범위 안에서 연돌과 소음기를 설치하는 것이 바람직함

나) 소음기 소형화

- 기존 소음기를 소형화하여 기관실에 배치할 수 있도록 함으로써, 전방시계 확보 및 선박에서의 공간 활용 극대화하는 방안 검토
- 소음기의 성능을 개선하여 승선회경 개선
- 이를 위해, 소음기 소형화 이론 확립 및 소음기 제작도면을 작성하여 시제품 제작 및 성능 시험을 행하고자 하였으나,
- 각각의 어선마다 다시 소음기 최적 설계를 하여 소음기를 장착해야 하는 보급(엔진 마력, 엔진종류, 배기관 길이, 감소시키고자 하는 소음 수치 등, 각 어선마다 최적설계 수행) 및 비용상의 문제(어선당 약 1,000만원 소요, 기존 약 200만원~300만원)가 있으므로 이를 위하여는 별도의 연구사업이 요구되며,
- 이 기술은 고가의 대형선박에서는 소음기가 차지하는 금액이 작기 때문에 적용 가능하다고 사료되나, 본 연구사업의 주요 대상인 어선에서는 고가로서 현실적으로 적용하기 힘든 것으로 판단되었음.

다) 배기관 관경 조정 및 소음기 적정 위치 이동

- 현실적으로 적정크기의 소음기 및 소형화를 시키기 힘들 경우 그 차선택으로 배기관에 걸리는 저항값을 계산하여 연소가스가 원활히 배기될 수 있도록 하여 소음기 적정 위치 이동을 검토함
- 이 기술을 이용하면, 조타시야 확보에서 제일 문제가 되는 소음기를

적정위치로 변경하더라도 엔진에 무리가 없으며, 가장 최소한의 비용으로 조타시야를 확보할 수 있을 것으로 판단됨

5. 최적의 일반배치 작성

가. 조타실 전방에 연돌이 있는 경우

- 배기관경을 줄여 양측에 배치한 경우
조타실내부 적정위치에 양측으로 덕트형식의 구조물을 만들고, 조타실상부로 배기관을 설치하여 조타시야에 영향이 없도록 배치하는 방법이다. 조타실공간이 줄어들고, 배기관이 올라가는 곳에 적절한 방법으로 단열장치를 해야 하는 단점이 있으나, 선미로 배기관을 배치하는 경우보다 기관실 공간활용 면이나 냉각 등 유리한 면이 많을 것으로 생각된다. 다만, 이 기술을 현장에서 적용시 반드시 배압계산을 하여 엔진에 배압이 걸리지 않도록 검토를 하여야 함

나. 조타실 후방에 연돌이 있는 경우

- 유럽어선들처럼 조타실을 선수쪽에 위치시켜 어로 작업을 선미에서 하도록 하고, 조타실뒤에 배기관을 설치하여 조타실 상부에서 배기되도록 하는 방법이다. 마찬가지로 조타시야에 영향이 없으며, 별도의 구조물도 필요 없으나, 선수에서 어로 작업을 하는 우리나라 어선의 특성상 적용이 가능할지가 미지수이다.

다. 선미로 배기관을 배치한 경우

점점 선미로 배기관을 배치한 경우가 많아지는 추세이나, 연안어선에서는

아직도 적은 편이다. 상갑판을 넓게 쓸 수 있는 장점이 있다.

6. 결 론

앞에서 연구한 바와 같이, 연안어선의 조타시야를 개선하기 위해서는 조 타실 전방에 있는 연들의 위치 및 크기가 주 고려 대상임을 확인하였다. 또한 항주하는 연안어선의 선수부 부양에 의한 고려도 필요함을 알 수 있었다.

본 연구에서는 조타시야 확보를 위한 방안을 세가지로 나타내었다.

- 1) 첫째 조타시야 확보를 위하여 선박 건 조당시부터 배기관을 선미로 유도하는 방법이 있으며, 이는 연들의 크기나 위치를 고려하지 않아도 되는 장점이 있다. 그러나 기관실 용적에 대한 고려가 필요하다.
- 2) 둘째 조타시야에 지장이 없도록 적정 크기의 소음기를 설치하는 방법이다. 이는 앞서 설명한 내용과 같이, 연들의 크기를 현재보다 반으로 줄이는 것은

무리가 있으므로 조타실 양현에 덕트식의 구조물을 만들고 인슐레이션을 하여 덕트식의 구조물이 소음기의 역할을 할 수 있도록 하며, 연기 또한 양측에서 뒤로 흐를 수 있도록 하여 조타시야를 확보토록 한다. 그러나, 소형어선일수록 조타실 또한 매우 협소하므로 용적톤수에 대한 고려가 필요하다.

- 3) 셋째 조타시야에 지장이 없도록 소음기를 배치하고, 소음기 위치변경에 의해 엔진에 배압이 발생하지 않도록 적정 배기관 관경을 검토하는 것이 바람직하다 판단된다.

항주하는 선박의 부양치를 계산하고 이를 이용하여 조타시야를 정확하게 계산하는 것은 불가능하나, 선미 WEDGE 취부, 트림탭의 취부, 선체HULL LINE 조정 등 본 연구에서 제안한 방식에 의하여 설계시 반영하고 참고하는 것은 많은 도움이 되리라 생각되며, 정확한 치수 등을 계산하기 위하여는 고려대상 선박에 대한 별도의 연구가 필요할 것이다.