

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.

▣ 타의 강도계산 프로그램 개발

나 형 진/기술심사부
이 범 주/기술심사부

1. 제 목

타의 강도계산 프로그램 개발

2. 연구의 배경 및 필요성

가. 배 경

- 타(Rudder)는 조타장치로부터 동력을 전달받아 선박에 선회모멘트 즉 회두력을 발생시키고 이를 이용하여 선박이 항행하고자 하는 목적지로의 조종이 가능하게 하는 역할을 하는 중요한 장치로 파손시 조종불능상태로 해양사고의 원인이 됨
- 타의 강도계산시 타본체, 타두재, 베어링 등의 부재를 굽힘모멘트, 전단력 및 반력에 따라 구하도록 하고 있으나 검토를 위한 직접강도계산방법 또는 근사식 등 객관적인 방법이 명기되지 않아 논란의 여지가 있음

나. 연구의 필요성

- 타의 강도계산을 위한 객관적인 방법을 마련하여 사용하도록 함으로서 검토시 논란의 소지를 줄이고, 계산과 관련된 프로그램을 개발함으로써 검토에 따른 소요시간을 줄일 수 있음.

3. 연구의 목표 및 추진방향

가. 목 표

- 타 강도계산을 위한 계산 방법 및 프로그램을 개발·보급하여 계산의 객관성을 부여하고 이를 활용함으로써 정확성 및 신속성을 확보하여 대민 신뢰도 제고에 기여하고자 함.

나. 추진방향

- 타 강도 계산방식 검증
 - 국제선급연합회(IACS) S10 Annex의 계산방식 등 자료를 수집, 실정에 맞는 계산방법을 도출.
 - 도출된 계산방법에 의한 결과치와 인증된 계산 프로그램을 이용한 계산

결과치의 비교 분석을 통한 객관성 검증.

○ 계산방법의 프로그램 작성

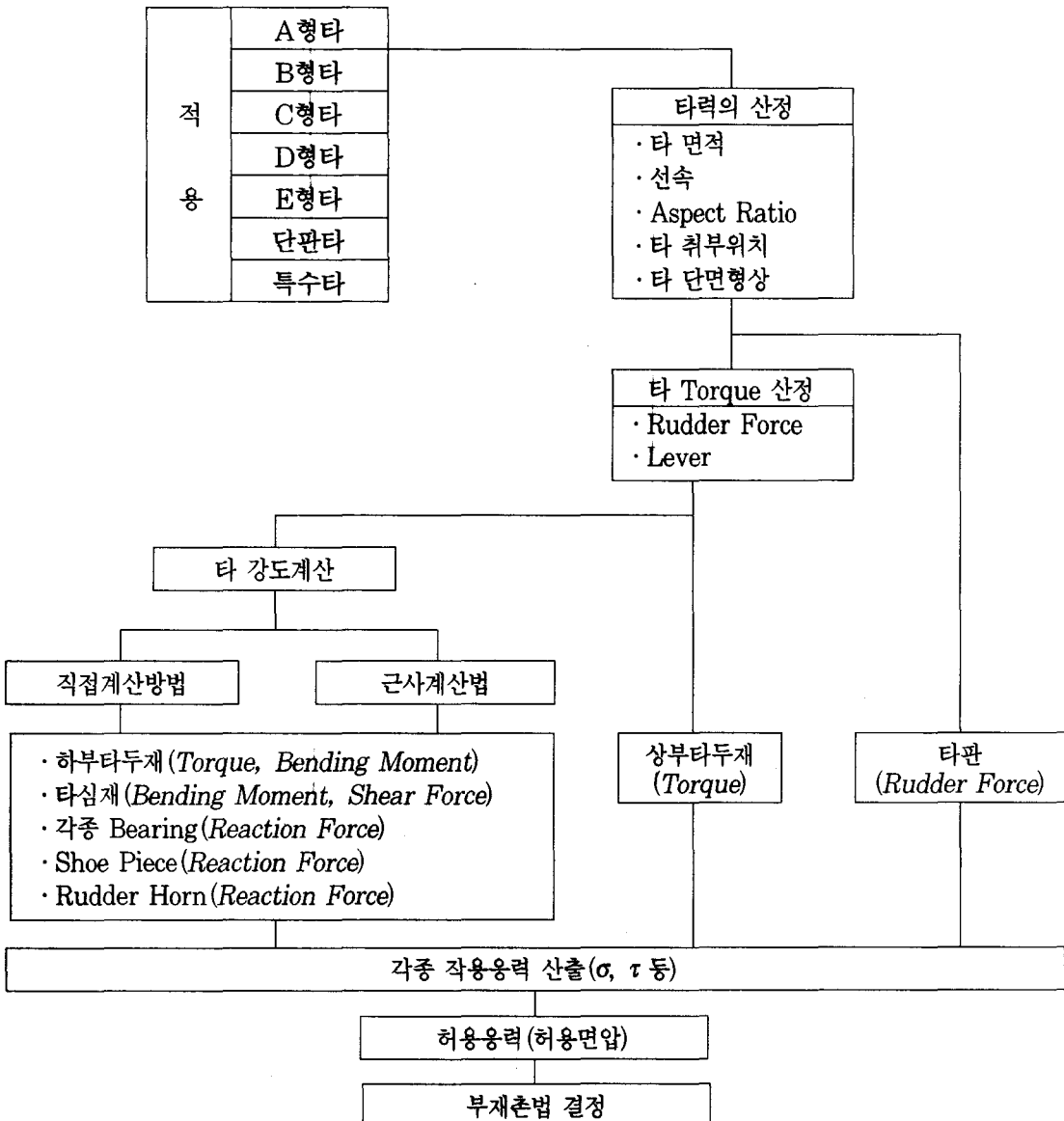
- 검증된 계산방법을 사용자가 편리한 프로그램으로 작성, 이를 이용한 계산결과를 비교 분석하고 지속적인 수정·보

완을 거쳐 완성.

○ 프로그램의 실무적용 및 보급

- 객관성이 확보되면 타의 강도 검토에 활용하고 용역회사 또는 선주 등이 활용할 수 있도록 보급하여 협회 기술력 확보 및 위상 제고에 기여.

다. 연구개발 추진체계



4. 연구 내용

가. 타에 걸리는 힘과 토크

- Beaufoy 식에 의한 방법

$$F_R = 15.6 A_R \cdot V'^2 \cdot \sin \alpha \text{ (kg)}$$

A_R : 타의 면적(m^2)

V' : 타에 유입되는 유체의 속도(kt)

V : 선박의 속도(kt)

α : 타의 각도($^\circ$)

- 2차원 날개이론에 의한 방법

$$F_R = C_n \times \frac{1}{2} \rho \times A_R \times V'^2 \text{ (kg)}$$

ρ : 유체 밀도($\text{kg} \cdot \text{sec}^2/\text{m}^4$)

C_n : 타압 계수

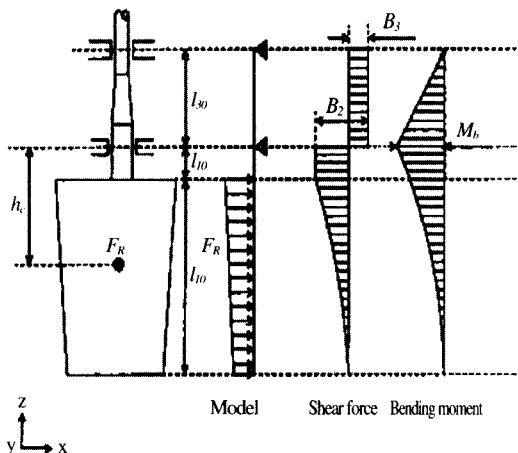
$$T_R = F_R \cdot \gamma$$

γ : 타두재 중심선에서 타력의 중심까지의 거리(m)

두 이론 중 타의 단면형상, 해수 유입각도, 종횡비 등을 고려한 2차원 날개이론에 근거한 근사식 이용

나. 타의 종류별 전단력 및 굽힘모멘트 근사계산식

“예” <C형타>



$$M_b = F_R h_c (N \cdot m)$$

$$B_2 = F_R + B_2 (N)$$

$$F_R = \frac{F_R (L_{10} + L_{30})^2}{8 L_{40} (L_{10} + L_{30} + L_{40})} (N)$$

다. 타 구성부재의 강도계산

- 상부타두재(Upper Stock) : 비틀림응력만 고려
중심축에서 비틀림응력의 최대치는 그 외면에서 발생하며 그 값은 다음과 같음.

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{32M}{\pi \cdot d_u}$$

$$\tau = \frac{T_R}{Z_p} = \frac{16 T_R \times 10^3}{\pi \cdot d_u^3} (N/\text{mm}^2)$$

비틀림응력의 허용치인 $68/K (N/\text{mm}^2)$ 를 대입하면,

$$d_u = 4.2 \times (T_R \cdot K)^{1/3} \text{가 된다.}$$

(단, K 는 재료계수)

- 하부타두재(Lower Stock) : 비틀림응력 및 굽힘모멘트를 고려
등가응력을 초과하지 않도록 하고 그 값을 다음과 같음.

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{(M \times 10^3)}{(\pi \cdot d_l^3/32)} \\ &= \frac{10.2 M \times 10^3}{d_l^3} (N/\text{mm}^2) \end{aligned}$$

$$\tau = \frac{16 T_R \times 10^3}{\pi \cdot d_l^3} (N/\text{mm}^2)$$

등가응력 $\sigma_e = (\sigma_b + 3 \tau^2 \times 10^3)^{1/2} (N/\text{mm}^2)$
이 $118/K (N/\text{mm}^2)$ 를 넘지 않도록 하면,

$$d_l^6 = \left(\frac{5.1^2}{118^2}\right) \times K^2 \times (4M^2 + 3T_R^2) \times 10^6 \text{이}$$

되고, 여기에 상부타두 d_u 를 넣어 정리하면,

$$d_t = d_u \times \left\{ 1 + \frac{4}{3} \times \left(\frac{M}{T_R} \right)^2 \right\}^{1/6} \text{ (mm)}$$

- 타판(Rudder Plate) : 등분포하중을 받는 양단고정의 띠판을 고려

$$\sigma = \frac{P \cdot S^2 \times 10^6}{2 t^2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

P = 타판에 걸리는 압력, 즉 타 하부에 걸리는 정수압과 타력에 따라 걸리는 평균압력의 조합

$$= 9.81 \times 1.025 d \times 10^3 + \left(\frac{F_R}{A \times 10^6} \right)$$

$$= \left(d + \frac{F_R^4}{A} \right) \times 10^{-1} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

S = 띠판의 폭(m)

t = 띠판의 두께(mm)

허용응력 $\sigma_a = 165K \text{ (N/mm}^2\text{)}$, 부식예비 두께 2.5mm를 고려하면,

$$t = 5.5 S \cdot \left(d + \frac{F_R^4}{A} \right)^{1/2} + 2.5 \text{ (N/mm)}$$

라. 타의 강도계산 프로그램 작성 및 검증

- 타의 각 부재에 걸리는 타력, 전단력, 굽힘모멘트 등을 구하기 위한 근사계산식을 범용 Spread Sheet인 EXCEL을 이용하여 작성하였음.
 - 입력 Sheet에서 선박의 주요촌법 속력, 용도, 타의 단면형상, 설치위치, 타골재의 간격 타판의 재료계수 및 타축의 항복응력을 해당 Cell에 입력 후 타의 형식을 선택하면 해당 계산 Sheet로 이동함.
 - 계산 Sheet에서 타의 형상에 나타난 기호 및 번호에 따라 순서대로 길이 및 좌표를 각 Cell에 입력하면 규정에서 요구하는 값이 계산됨.
 - 실선의 값을 우측 Cell에 입력하면 규

정치와 비교 적부(O.K 또는 N.G)를 알 수 있음. - 첨부 양식 참조

- 작성된 프로그램의 오차를 확인하기 위해 유사 프로그램(KRTRAS 등)과의 비교 검토를 한 결과 오차가 거의 없으며 특히 많이 검토되는 타의 유형 중 B형 및 C형의 경우 오차가 미미함.

5. 결 론

지금까지의 유사프로그램과의 검토결과를 토대로 계산식의 객관성을 확보함으로써 타의 강도계산 검토시 논란의 여지가 있는 부분이 해소되고, 계산프로그램을 실선에 적용하여 타의 강도 검토시 계산의 신속성 및 정확성을 확보하며, 이를 보급하여 현장검사원, 용역회사 또는 선주 등이 활용할 수 있도록 하여 협회 기술력 확보 및 위상 제고에 기여할 수 있다고 판단됨.

▣ 계통발어선의 어구적재량이 복원성능에 미치는 영향 연구

이 회 준/기술심사부
김 선 권/군산지부

1. 제 목

계통발어선의 어구적재량이 복원성능에 미치는 영향 연구

2. 연구과제의 목적 및 중요성

가. 목 적

본 과제는 통발어구의 공기저항을 계측하여 계통발어선의 바람에 의한 전복모멘트 계산방식을 검증하고, 계통발어선의 어구 적재상태를

조사함과 동시에 국내의 복원성기준에 따라 어구적재량 변화에 따른 동적 복원성능을 분석하여 통발어선의 어구적재량이 복원성능에 미치는 영향을 분석하는 것을 목적으로 한다.

나. 중요성

계통발어선에 있어서 통발어구의 적재량은 어선의 복원성능에 상당한 영향을 주는 주요 요소로서 어선의 안전성능을 확보하기 위해서 바람 및 횡요에 따른 동적복원성능을 고려하여 적재량의 어구를 적재하는 것이 중요한 것으로 판단된다. 그러나, 선박복원성기준에서는 길이 40미터 미만의 어선의 경우 정적 복원성능기준을 적용하고 있으며, 현재 79톤급 근해 계통발어선에서는 약 4000개~5000개의 통발어구를 적재할 정도로 어구 적재량이 증가되어 풍압측면적이 상당히 커져 있으나 이에 따른 적절한 동적복원성능이 확보되었는지는 정확히 확인이 되지 않고 있는 실정이다. 따라서, 계통발어선의 어구적재실태를 조사하고, 어구적재량이 적하상태의 중량중심에 미치는 영향, 통발어구 적재에 따른 바람에 의한 전복모멘트에 미치는 영향 등을 고려하여 국제법 또는 국내의 동적복원성능 판정기준에 따라 복원성능을 분석함으로써 계통발어선의 어구적재량이 복원성능에 미치는 영향을 규명하는 것은 계통발어선의 안전성 확보를 위하여 중요한 과제로 판단된다.

3. 연구과제의 내용 및 범위

가. 계통발어선의 바람에 의한 전복모멘트 계산방식 검증

- 계통발어구의 공기저항 계측실험

풍동실험을 통하여 풍속에 따른 계통발어구 및 평판의 공기저항을 계측하고 어구 및 평판의 중첩된 상태에 대한 공기저항을 계측하여 실험결과를 분석하여 계통발어선에 탑재된 어구의 공기저항을 산출하기 위한 형상계수를 도출하였다.

- 계통발어선의 바람에 의한 전복모멘트 계산방식 검증
풍동실험결과에 따라 계통발어선의 어구 탑재상태에 대하여 현재의 국제 및 국내 복원성기준에서 채택하고 있는 바람에 의한 전복모멘트 계산방식이 적절한지 여부를 검증하였다.

나. 계통발어선의 어구 적재실태 조사

79톤급을 중심으로 통영지역에서 6척의 계통발어선에 대하여 어구의 적재규모 및 적재위치 등을 실선조사 하였으며, 2000년도 이후 본회에서 복원성검사를 받은 계통발어선 44척에 대하여 복원성 자료에 반영된 어구적재 실태를 조사하였다.

다. 어구 적재량이 복원성능에 미치는 영향 분석

- 어구적재량에 따른 복원성능 계산
계통발어선 중 전복사고 일으킨 선박에 있어서 해난심판결과 과다한 통발어구 적재에 따른 전복사고로 판정된 2척의 선박과 실선조사 결과 통발어구를 가장 많이 적재하는 것으로 조사된 선박 등 4척을 분석대상 선박으로 선정하여 통발어구의 적재량을 변화시켜가면서 국내의 어선복원성기준 및 화물선 복원성기준, 일본에서 어선복원성기준 설정을 위하여 적용하

였던 계산방식과 IMO Res. A.749의 어선에 대한 바람 및 횡요에 따른 계산방식에 따라 복원성능을 평가하였다.

- 어구적재량이 복원성능에 미치는 영향 분석
분석대상 선박의 복원성능 판정계산 결과를 토대로 국내외의 각종 복원성기준을 적용하는 경우 어구의 적재량이 복원성능에 미치는 영향을 분석하고 동 기준들에 의한 선박별 최대 어구적재량을 추정하였다.
- 게통발어선의 안전성 향상방안 강구
복원성능 분석결과를 토대로 안전성 향상방안으로 어구적재량을 제한하는 방안과 복원성기준을 개정하는 방안을 검토하였으며, 개정안을 적용하는 경우 어구적재량이 복원성능에 미치는 영향을 고려하여 개정안에 의한 선박별 최대 어구적재량을 추정하였다.

게통발어구 1개의 형상계수는 0.388로 계측되었으며, 통발적재함 부분의 형상계수는 0.95, 갑판실측면에 통발어구를 적재한 부분은 1.26정도인 것으로 추정되어 게통발어선의 바람에 의한 전복모멘트 계산은 현재의 국제 및 국내 복원성기준에서 채택하고 있는 바람에 의한 전복모멘트 계산방식을 그대로 적용하여도 무리가 없는 것으로 확인되었다.

- 6척의 실선 및 44척의 복원성자료 조사결과와 전복사고선박 2척의 해난심판결과를 토대로 4척을 분석대상 선박으로 선정하여 통발어구의 적재량을 변화시켜가면서 국내의 어선복원성기준 및 화물선 복원성기준, 일본에서 어선복원성기준 설정을 위하여 적용하였던 계산방식과 IMO Res. A.749의 어선에 대한 바람 및 횡요에 따른 계산방식에 따라 복원성능을 평가하였으며, 어구적재량이 복원성능에 미치는 영향을 고려하여 동 기준들에 의한 분석대상 어선의 선박별 최대 어구적재량은 다음과 같이 추정되었다.

4. 연구결과 및 활용에 대한 건의

가. 연구결과

- 게통발어구의 공기저항 계측실험결과

선박분	실제 어구 적재량 (개)	최대 어구적재량 추정결과(개)				
		현행 어선복원성 기준 적용시	연해 화물선기준 적용시	근해 화물선 기준 적용시	A.749 어선 바람 및 횡요기준 적용시	일본 어선 복원성기준 제정시 방법 적용시
DY호	3,400	3,109	-515	-2,481	730	325
H호	3,500	4,300	2,684	2,584	2,009	1,843
D호	5,040	6,440	2,933	1,844	2,665	1,656
DI호	4,879	6,834	3,257	1,968	2,920	1,961

- 복원성능 분석결과를 토대로 계통발어선의 안전성 향상방안으로 어구적재량을 제한하는 방안과 복원성기준을 개정하는 방안을 검토하여 근본적인 대책으로 IMO Res. A.749의 40미터미만 어선에 적용되는 바람 및 횡요에 따른 복원성기준을 적절히 완화하여 수용하는 방안을 다음과 같이 제시하였으며,

〈선박복원성기준 개정안〉 - 현행 선박복원성기준 제18조1항3호를 다음과 같이 개정

3. 제1호의 규정에 불구하고 다음 조건식을 만족하는 어선에 대하여는 다음 각목의 기준에 적합하여야 한다.

$$\frac{A_r}{L_r \times D_r} \geq 1.6 - \frac{1}{50} \quad (L_r - 20)$$

이 식에서

A_r 는 직립상태에 있어서 건현을 0으로 가정한 경우 선박의 흘수선상의 부분의 선체 종단면적(제곱미터)

L_r 는 선박만재흘수선기준에 의한 건현용깊이(미터)

D_r 는 선박만재흘수선기준에 의한 건현용깊이(미터)

가. GoM이 0.35미터이상일 것

나. 제18조제2항제4호의 규정에 의한 40미터이상 어선복원성기준에 적합할 것. 이 경우 P 는 268.8N/m²으로 한다.

- 개정안을 적용하는 경우 어구적재량이 복원성능이 미치는 영향을 고려하여 개정안에 의한 선박별 최대 어구적재량은 표와 같이 추정되었으며, 이 결과는 실선에서 현재 적재하고 있는 어구량의 68~82% 정도로서 복원성능 특성이 변경되는 경우 실제 적재량의 약 50% 정도까지 감소되는 것으로 추정되었다.

선박구분	실제 어구적재량 (개)	개정안에 따른 최대 어구적재량 (개)
DY호	3,400	2,691
H호	3,500	2,884
D호	5,040	3,414
D1호	4,879	3,615

나. 활용에 대한 건의

현행 어선복원성기준 및 국내외 복원성기준에 따른 분석대상 어선의 최대 어구적재량은 유사규모의 계통발어선에 대하여 전복사고 예방을 위한 적정 어구량 결정에 참조가 될 것으로 판단되며, 복원성능 분석결과를 토대로 제시한 복원성기준 개정안은 향후 어선복원성기준 개정시 참조할 수 있을 것으로 판단된다.

그러나, 이 개정안은 안전성면만을 고려하여 현행 복원성기준보다 한층 강화된 것으로 이 개정안이 복원성기준에 수용되는 경우 계통발어선의 어업경영 수지가 상당히 악화될 것이 예상되므로, 복원성기준 개정전에 계통발어선의 적절한 어업경영 수지가 유지될 수 있도록 어업허가규모 증대 등 다각적인 면에서 연구가 더 필요할 것으로 판단된다.

▣ 길이 24m 미만 선박의 적정 방수구 면적에 관한 연구

권 수 연/연구개발부
나 형 진/기술심사부
박 노 경/연구개발부

1. 제 목

길이 24m 미만 선박의 적정 방수구 면적에 관한 연구

2. 연구의 배경 및 필요성

가. 배 경

- (1) 선박에서의 방수구의 역할 및 중요성
방수구는 갑판상 유입해수를 신속하게 배출 선박의 복원성 등 안전성에 중요한 역할
- (2) (구)연안어선설비기준이 삭제됨으로 인한 관련 기준의 적용시 문제점
현 강선의선체구조기준 및 소형선박의 구조및설비기준 적용시 문제점 내포

나. 연구의 필요성

- (1) 방수구의 크기를 검토하기 위한 객관적인 계산식의 필요성
길이 24m미만의 선박의 방수구에 대한 객관적인 계산식 마련 - 방수구 면적 계산시 편의성 제공

3. 연구의 목표 및 내용

가. 목 표

방수구 적정면적의 계산 방법 및 프로그

램 개발 보급
계산의 객관성 및 정확성, 신속성 부여

나. 내 용

- (1) 방수구 면적 계산방식 검증
방수구 관련 각종 규정 검토, 자료 수집 - 적절한 계산방법 도출
- (2) 계산방법의 프로그램 작성
계산방법을 프로그래밍화 - 계산결과의 분석 및 수정 보완을 통한 최적의 프로그램 완성
- (3) 프로그램의 실무적용 및 보급
객관성의 확보를 통해 방수구 면적 검토에 활용

4. 연구내용

가. 24m미만 선박의 방수구 모양 및 설치 경향

- 가능한 상갑판과 가깝게 설치
- 선수부터 선미에 걸쳐 등간격으로 불워크 단면에 약 200mm×70mm 정도의 크기로 시공
- 불워크 돌출부 하단에 시공하여 해수의 유입을 방지
- 선주, 조선소의 취향 및 어선의 크기 업종 등에 따라 설치

나. 24m이상 선박에서의 방수구 관련 규정

- (1) LL, 1988/Annex I/Reg. 24
건현갑판 또는 선루갑판 폭로부의 불워크로부터 웰을 형성하는 경우, 갑판에서 유입수를 신속히 배출할 수 있는 설비를 갖추어야 함.

웰에 있어서 불워크의 길이(L)가 20미터 이하의 경우

$$A = 0.7 + 0.035L(m^2)$$

L이 20미터를 넘는 경우

$$A = 0.07L(m^2) \quad (L은 0.7L 이하)$$

- (2) 1977년 어선안전을 위한 토레몰리노스 국제협약에 관한 1993년 토레몰리노스 의정서 제2장 14규칙

$$A = 0.07L$$

(다만, L이 0.7L보다 클 필요는 없다.)

- (3) 강선의선체구조기준 : 국제만제해수선 협약에 따름.

다. 길이 24m미만 소형선박에서의 방수구 관련 규정

- (1) (구)연안어선설비기준 (제정 1996. 7. 31 수산청고시 제1996-18호)(제12조) 선박의 길이에 따라 방수구 면적 결정.

- (2) (현재)소형선박의구조및설비기준(제11조)

소형선박의 폭로갑판 상에 불워크가 설치되는 경우 유입수를 배출하는데 충분한 크기의 방수구를 설치

- (3) The Voluntary Guidelines(FAO/ILO/IMO Voluntary Guide-lines for the Design, Construction and Equipment of Small Fishing Vessels)

작업갑판의 폭로부에서 불워크가 웰을 형성하는 최소 방수구면적(A)

$$A = K \times L \quad (L은 선박길이의 70\% 이하)$$

여기서 K = 0.07(길이 24m 선박)

$$K = 0.035(\text{길이 } 12\text{m 선박})$$

- (4) 일본소형선박검사기구(JCI)의 검사사 무규정세척

필요 최소 방수구 면적과 길이와의 회귀식 산출 적정 방수구 면적을 규정화

$$HOA(\text{min}) = 17.4 \times Lr - 101 \quad (\text{cm}^2)$$

라. 방수구 면적 계산

- (1) 계산 방법

각 선박에 따라 선박의 특성에 따른 계수를 선정하고 경험식에 의한 유입해수량을 결정한다. 그리고 베르누이 방정식과 일차 연속방정식을 이용하여 배수시간을 구한 다음 해수유입주기를 허용배수시간으로 설정하여 유량에 따른 방수구의 면적을 도출한다.

- (2) 방수구 면적 계산식

- ① 유입해수량

경험식에 의한 산정

$$Q = 0.73 \{ Hw - 0.5(f + H - B/20) \}^{3.5}$$

여기서, f : 출항상태에서의 건현

H : 유효 Bulwark의 높이

B : Bulwark의 돌출부를 제외한 선박의 폭

Hw : 파고의 높이, $\frac{1.25xLr}{10}$

- ② 배수시간

$$t = \frac{KOA}{C \times HOA} \times \sqrt{\frac{1}{2g}} \times \left(\sqrt{\frac{Q}{KOA}} - \sqrt{\frac{Q}{4 \times KOA}} \right)$$

여기서, Q : 유량(m³)

KOA : 상갑판 면적(m²)

HOA : 방수구 면적(m²)

- ③ 해수유입주기(허용배수시간)

정해진 시간내에 배수가 실질적으로 완료되는 시간

$$T = 25.53 T_w$$

- (3) 고려되어야 할 사항

유입된 해수의 자유표면이 방수구 아래로 내려가지 않는 최대가속도를 계산하여 불워크 상으로 넘치지 않는 한도하의 변화량을 계산

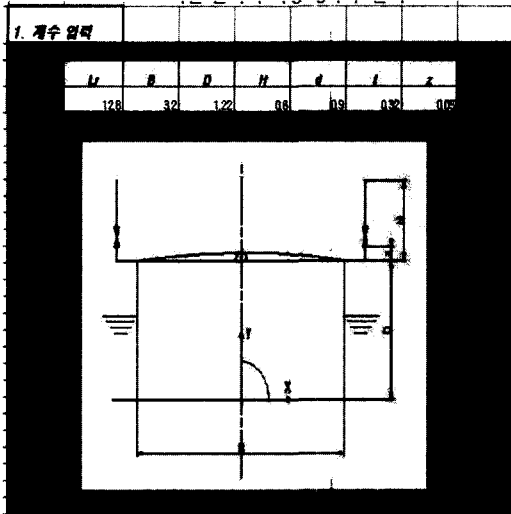


그림 2 계수입력

2. 유입계수값

최대가속도	3.3721875 (m/sec ²)
경사비	0.9441008 (m)
장르높이	0.9905812 (m)
H _{we}	1.6 (m)
Q	1.5700266 (m ³)

3. 계수시간

4. 계수유입주기

	(평균)	(상해)
T _w	16 (sec)	11.456 (sec)
T	408.48 (sec)	282.47188 (sec)

5. 계산결과

H _{OA}	0.0063985 (m ²)	63.984811 (cm ²)
	0.0069364 (m ²)	69.363981 (cm ²)

그림 3 계산수행

마. 방수구 면적 계산 프로그램 개발

입력하여 방수구 면적을 계산할 수 있도록 간단히 정리

엑셀 프로그램을 사용하여 사용계수를

계산에 대한 검토를 위하여 24m 미만 선박 5척에 대한 방수구 면적 계산을 수행

표 1 표준어선의 각 계수

종 류	계 수	LBP (L _{OA})	B	D	d	H	f	Z	갑판의 면적(m ²)	Well의 길이(l)
7.93톤급 연안유자망		13.0 (15.9)	3.2	1.2	0.84	0.7	0.36	0.025	46.67	9.1
4.99톤급 연안연승		10.9 (13.04)	2.8	1.0	0.7	0.5	0.3	0.025	32.24	7.63
2.99톤급 연안채낚기		8.8 (10.7)	2.4	0.86	0.65	0.46	0.21	0.025	22.52	6.16
1.99톤급 연안유자망		8.7 (10.4)	2.2	0.7	0.5	0.4	0.2	0.025	20.43	6.09
1.71톤급 연안유자망		7.8 (9.3)	1.9	0.7	0.54	0.4	0.16	0.025	14.47	5.46

표 2 계산식에 의한 표준어선에 대한 방수구면적 계산의 예

종 류 \ 결 과	LBP (Loa)	B	D	d	방수구의 면적 (cm ²)
7.93톤급 연안유자망	13.0 (15.9)	3.2	1.2	0.84	107
4.99톤급 연안연승	10.9 (13.04)	2.8	1.0	0.7	69
2.99톤급 연안채낚기	8.8 (10.7)	2.4	0.86	0.65	49
1.99톤급 연안유자망	8.7 (10.4)	2.2	0.7	0.5	49
1.71톤급 연안유자망	7.8 (9.3)	1.9	0.7	0.54	37

5. 결 론

표 3 각 계산방식에 따른 표준어선에 대한 방수구 면적(cm²)

종류 \ 계산방식	연구 결과에 의한 계산식	JCI	(구)연안어선 설비기준	Voluntary Guidelines	실선
7.93톤급 연안유자망	107	126	95	3378	1250
4.99톤급 연안연승	69	87	59	2304	1120
2.99톤급 연안채낚기	49	53	32	1473	975
1.99톤급 연안유자망	49	51	31	1424	912
1.71톤급 연안유자망	37	38	25	1133	540

지금까지의 결과를 토대로 표준어선에 대하여 선박의 길이에 따른 방수구의 면적을 계산해 보았다. 각기 다른 기준에 대해 계산을 수행한 결과, 일본 JCI에서의 계산식보다는 약간 작은 값을 얻었으나, 거의 동일한 결과를 얻었으며, 현재는 쓰이지 않으나, 최소치인

연안어선 설비기준의 방수구 면적보다는 큰 값을 가지고 있음을 확인하였다. 또한 Voluntary Guidelines 및 실선의 방수구 크기와는 많은 차이를 보이고 있음을 확인하였다. 이는 본 연구의 경우 일본 JCI의 방수구 관련 연구를 토대로 수행하였기 때문에 연안어선설비기준과 Voluntary Guidelines 및 실선과 차이가 있는 것으로 사료된다.

본 연구를 토대로 방수구 면적을 검토한 결과 본 연구와 방수구 관련 기준 및 실선과는 차이를 보이고 있으므로 본 연구에서 계산한 방수구 면적에 대하여 실선에 대한 검증이 앞으로 필요하다고 생각되었으며, 이에 대한 검증 후에 길이 24m 미만 선박의 방수구 면적 계산에 대하여 본 연구와 방수구 관련 기준을 참고 적절한 방법을 제시해야 하며 방수구의 최소 면적에 대한 기준을 제정할 필요가 있다고 생각된다.

<다음호에 계속>