

# 640TEU 컨테이너선의 묘박설비와 외력크기의 비교에 대한 고찰

강봉석\*, 정효진\*, 오지설\*, 박은아\*, 박인성\*  
지도교수 : 김세원\*

Abstract	5. 묘박중인 컨테이너선의 파주력 산정
1. 서론	6. 컨테이너선의 외력과 파주력 비교
2. 대산항 묘박지에서의 파주력 검토	7. 결론
3. 대산항 정박지의 기상조건	참고문헌
4. 외력의 산정	

## Abstract

1. Instrution
2. Investigation about holding power in Da san mooring area
3. Weather condition in Da san anchorage
4. Calculation of External power
5. Calculation of Container ship' holding power in mooring
6. Comparison of Container ship' External power and holding power
7. Conclusion

Keywords : 묘박중인 선박의 안정성 확보

### 1. 서론

최근 들어 조선기술의 비약적인 발달에 힘입어 선박이 전용선화 되고 대형화되면서 선박의 안전은 곧 인간 생활환경의 안전과 직결되는 상황으로 인식되기에 이르렀다. 특히 대형 유조선의 해양사고로 인한 유류 유출은 엄청난 해양자원의 손실과 해양환경의 파괴 및 오염을 초래하고 있다. 그러므로 선박이 육지에 인접하여 정박중일 때에는 선박 안전확보를 위하여 여러 가지의 안

전장치와 수단들이 활용되고 있다.

계류장비에 대해서는 국제적으로 일정한 기준을 정하여 선박크기에 따라서 적절한 장비를 장착하도록 하여 선박의 안전을 확보하고 있다. 이를 위하여 묘 및 묘채줄, 계류줄 그리고 예인색 등의 계선장비에 대해서는 국제선급협회를 통한 각국의 선급규정에서 의장수(Equipment Number)계산에 의한 적절한 크기의 의장품을 설치하도록 강제규정화 되어 있다.

선박의 정박시설은 바람, 조류, 파랑, 해류 등에

\* 학생회원, 한국해양대학교 운항시스템공학부

\*\* 정회원, 한국해양대학교 교수

의한 주위 외력에 충분히 견딜 수 있는 강도를 가져야 하고, 정박선박이 어느 정도의 외력에 노출되었을 때 안전조치를 취하여야 하는지를 정량적으로 평가하기 위해서는 정박선박에 작용하는 외력의 종류와 크기를 종합적으로 파악하여야 한다.

묘박중인 일부 선박은 외력이 파주력의 한계를 초과함으로써 좌초 및 침몰과 같은 엄청난 해양사고를 일으킨 경우가 많다. 이와 같은 해양사고를 미연에 방지하기 위해서는 선체에 가해지는 각종 주위 외력과 파주력과의 관계에 있어서 과학적 근거에 바탕하여 수식적으로 해석할 필요가 있다. 즉 예상되는 주위 외력을 분석하여 선체에 작용하는 전체 외력을 산정하고, 그 결과로 선체에 가해지는 장력의 크기를 계산 비교하여 선박의 안전성을 확보해야 한다.

그러므로 본 연구에서는 묘박중인 선박의 안전성을 확보하기 위하여 최대의 자연환경 조건에 따른 묘박선에 작용하는 풍력 및 조류력에 의한 외력을 산정하고, 그에 따른 파주한계력을 산출하여 종합적인 한계외력의 산출과 선박의 안전성을 평가하고자 한다.

## 2. 대산항 묘박지에서의 파주력 검토

아래와 같은 대산항의 최대 자연조건하에서 정박지에 묘박한 컨테이너선의 ANCHOR 및 ANCHOR CHAIN CABLE의 파주력(P)이 풍압력(Ra)과 유압력(Rw)의 외력을 견딜 수 있는지(P≥Ra+Rw)를 검토하면 다음과 같다.

### 2.1 컨테이너선의 요목

LOA	125.30 M
LBP	116.50 M
BREADTH(MLD)	20.00 M
DRAFT(S.L.W.L)	7.80 M
DEPTH (MLD)	10.70 M
DEADWEIGHT (S.L.W.L)	9677 TON

MAIN ENGIN /SPEED	7600 PS × 170 RPM	MAX. 18.20 KTS
		SER. 16.20 KTS
CLASSIFICATION	LR	
CONTAINER CAPACITY	IN HOLD	250 TEU
	ON DECK	392 TEU
	TOTAL	642 TEU

### 2.2 의장수 계산

한국선급에서 사용하고 있는 의장수 산출에는 다음의 식을 이용하여 각 선박별 의장수를 계산하며, 본 컨테이너선의 경우에 있어서의 의장수 계산식은 다음과 같다.

#### 1) 의장수 계산식

$$EN = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2.0h \times B + \frac{A}{10} \quad (2.1)$$

$\Delta$  : 하기만재흘수선에 대한 형배수량(t)

h 및 A : 다음 각호에 의한 값

① h는 다음 식에 의한 것

$$h = f + h' \quad (m)$$

f : 선체 중앙의 선측에 있어서 만재흘수선으로부터 최상층 전통갑판보의 상면까지의 수직거리(m)

h' : 최상층 전통갑판으로부터 나비가 B/4를 넘는 선루 또는 갑판실 중 가장 높은 위치에 있는 것의 정부까지의 높이(m). 이 높이의 측정에 있어서 현호 및 트림은 무시한다. 또한 나비가 B/4를 넘는 갑판실이 나비가 B/4를 넘지 않는 갑판실의 상부에 있을 경우에는 나비가 B/4 이하인 갑판실의 높이는 산입하지 아니한다.

② A는 다음 식에 의한 것

$$A = fL + Sh'' \quad l \quad (m^2)$$

f : 전 호의 규정에 따른다.

Sh'' l : 최상층 전통갑판보다 상방에 있는 나비가 B/4를 넘고 높이가 1.5 m 이상인 선루, 갑판실 또는 트렁크 이외에 대하여는 산입할 필요는 없다.

③ 전 각호에 있어서 높이가 1.5 m 이상인 스크린(screen) 및 불워크는 선루 또는 갑판실의 일부로 간주한다.

2) 의장수의 계산

위의 의장수 산출식 (2.1)을 이용한 본 컨테이너선의 의장수 계산은 아래와 같다.

$$EN = \Delta^{2/3} + 2.0h \times B + \frac{A}{10}$$

여기서

Δ : 하계 만재배수량, 9677 ton

h : 하계 만재흘수선으로부터 갑판실 상단까지의 높이, 2.9 m

B : 형폭, 20.00 m

A : 하계 만재흘수선 상의 측면적, 1745.7 m<sup>2</sup>

그러므로

$$\begin{aligned} EN &= \Delta^{2/3} + 2.0h \times B + \frac{A}{10} \\ &= 9677^{2/3} + 2.0 \times 2.9 \times 20.00 + 174.6 \\ &= 744.7 \end{aligned}$$

3) 의장수에 의한 의장품 크기

선급협회 통일규격안인 "Equipment Number Table" 에 따라서 본 컨테이너선의 의장품 크기를 결정하면 이 컨테이너선의 경우 의장수(EN)는 744.7로서 의장기호 D4(EN 720-780)에 해당되고 의장품의 크기는 다음과 같다.

(1) Anchor : 2.280 ton × 2 Ea

(2) Chain cable : 36mm(Grade 3) × 467.5m  
(19Shackles, stud link chain)  
\*표에서 18.7Shackles이 나왔으며 이 값에 0.3을 더해 19Shackles로 하고 양쪽현에 각각 9.5shackles로 함

(3) Towing line : Wire Rope (6 x 24),  
30mm x 190m  
절단하중 (41.8 ton)  
(의장수 규격에 의하면 37.8 ton  
이나 실제 41.8 ton을 사용한다.)

<표 3-4-1> 선수앵커, 앵커체인 및 로프

의장기호	의장수		선수앵커		선수앵커용 체인(스터드체인)			토우라인			무어링 로프				
	넘고	이하	수	질량 (스톡리스 앵커의 단량)(kg)	길이 (m)	지름			길이 (m)	절단하중		수	길이 (m)	절단하중	
						제1종 (mm)	제2종 (mm)	제3종 (mm)		SI 단위 (kN)	공학단 위(kg)			SI 단위 (kN)	공학단 위(kg)
B3	205	240	2	660	302.5	26	22	20.5	180	129	13200	4	120	64	6500
B4	240	280	2	780	330	28	24	22	180	150	15300	4	120	69	7000
B5	280	320	2	900	357.5	30	26	24	180	174	17700	4	140	74	7500
C1	320	360	2	1020	357.5	32	28	24	180	207	21100	4	140	78	8000
C2	360	400	2	1140	385	34	30	26	180	224	22800	4	140	88	9000
C3	400	450	2	1290	385	36	32	28	180	250	25500	4	140	98	10000
C4	450	500	2	1440	412.5	38	34	30	180	277	28200	4	140	108	11000
C5	500	550	2	1590	412.5	40	34	30	190	306	31200	4	160	123	12500
D1	550	600	2	1740	440	42	36	32	190	338	34500	4	160	132	13500
D2	600	660	2	1920	440	44	38	34	190	371	37800	4	160	147	15000
D3	660	720	2	2100	440	46	40	36	190	406	41400	4	160	157	16000
D4	720	780	2	2280	467.5	48	42	36	190	441	45000	4	170	172	17500
D5	780	840	2	2460	467.5	50	44	38	190	480	48900	4	170	186	19000

(4) Mooring rope(원치용)

- ① 나일론 로프 : 30mm x 170m, 4set, 절단하중 (17.5 ton)
- ② 마닐라 로프 : 55mm x 170m, 4set 절단하중 (17.6 ton)
- ③ 비닐론 로프 : 40mm x 170m, 4set 절단하중 (20.2 ton)
- ④ 폴리에틸렌 로프 : 45mm x 170m, 4set 절단하중 (20.7 ton)
- ⑤ 폴리에스테르 로프 : 40mm x 170m, 4set 절단하중(21.0ton)
- ⑥ 폴리프로필렌 로프 : 45mm x 170m, 4set 절단하중 (20.7 ton)
- ⑦ 와이어 로프 : 4호(6x24), 20mm x 170m, 4set, 절단하중 (18.5 ton)

### 3. 대산항 정박지의 기상조건

기상관측소의 자료에 의하면 대산항 정박지의 자연환경 조건은 다음과 같다.

- ① 풍속 : 18 m/sec( 35 Knots)
- ② 유속 : 2.5 Knots (조금 때 최강유속) 4.5 Knots(사리 때 최강유속)
- ③ 수심 : 30m
- ④ 저질 : SANDY MUD

### 4. 외력의 산정

#### 4.1 풍압력

1) 풍압력 계산식

일반적으로 선박에 작용하는 풍력(RaH)의 산정에는 Huges의 식이 많이 이용되며, 다음과 같다.

$$R_{aH} = \frac{1}{2} \rho_a C_a V^2 (A \sin^2 \psi_a + B \cos^2 \psi_a) \quad (4.1)$$

여기서  $\rho_a$ 는 공기 밀도,  $C_a$ 는 바람의 항력계수이다.

식(4.1)은 단일 외력이 작용하는 경우에 간편하게 적용할 수 있는 식이나 조류력 등의 합성외력이 작용하는 경우에는 실용상 많은 어려움이 따른다.

그러므로 선체에 작용하는 풍력, 조류력 등의 유체력 R은 일반적으로 (4.2)식과 같이 표현된다

$$R = \frac{1}{2} \rho C_d V^2 A_p \quad (4.2)$$

여기서  $\rho$ 는 유체의 밀도,  $C_d$ 는 항력계수, V는 유체의 속력,  $A_p$ 는 유체의 흐름면에 대한 투영면적이다.

(4.2)식을 이용하여 풍력 Ra를 다음 식과 같이 분력의 합으로 표기한다.

$$R_a = R_{ax} i + R_{ay} j \quad (4.3)$$

여기서  $R_{ax}$  및  $R_{ay}$ 는 x와 y방향의 풍력의 분력이며, i 및 j는 각각 x 및 y 방향의 단위벡터이며, 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$R_{ax} = \frac{1}{2} \rho_a C_{ax} V^2 (A \sin \psi_a \cos \psi_a + B \cos \psi_a \cos \psi_a) \quad (4.4)$$

$$R_{ay} = \frac{1}{2} \rho_a C_{ay} V^2 (A \sin \psi_a \sin \psi_a + B \cos \psi_a \sin \psi_a) \quad (4.5)$$

여기서  $C_{ax}$  및  $C_{ay}$ 는 각각 x 방향 및 y 방향의 바람의 항력계수이다. 식(4.4) 및 식(4.5)에서 우변의 괄호 안은 각각 수풍 면적의 x항 및 수풍 면적의 y항을 나타낸다. 위의 각 분력 식을 합성하여 풍력  $R_a$ 를 얻는다.

$$\begin{aligned} R_a &= |R_a| \\ &= \sqrt{R_{ax}^2 + R_{ay}^2} \\ &= \frac{1}{2} \cdot \rho_a \cdot C_a \cdot V^2 \cdot (A \sin \psi_a + B \cos \psi_a) \end{aligned} \quad (4.6)$$

식(4.6)에서  $C_{ax} = C_{ay} = C_a$  로 하였다.

2) 풍압력 계산

위의 (4.6)식을 이용하여 컨테이너선의 묘박중의 풍압력을 산정하면 다음과 같다.

$$R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho_a \cdot C_a \cdot V^2 \cdot (A \sin \psi_a + B \cos \psi_a)$$

여기서,

$\psi_a$  : 바람의 입사각( 030° )

- $\rho_a$  : 공기 밀도(1.28 kg/m<sup>3</sup>)
- $C_a$  : 풍력계수(만재시/공선시  $C_a=1.176$ )
- $V$  : 풍력( 35 Knots = 18 m/sec)
- $A$  : 만재상태에서의 수면상 횡면 풍압면적 (1,746 m<sup>2</sup>)
- $B$  : 만재상태에서의 수면상 정면 풍압면적 (436 m<sup>2</sup>)
- $A'$  : 공선상태에서의 수면상 횡면 풍압면적 (2,397 m<sup>2</sup>)
- $B'$  : 공선상태에서의 수면상 정면 풍압면적 (543 m<sup>2</sup>)
- 1 Ton · Force = 9.80665 K · Newton

3) 컨테이너선의 만재상태에서의 풍압력 계산

$$R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho_a \cdot C_a \cdot V^2 \cdot (A \sin \psi_a + B \cos \psi_a)$$

$$= \frac{1}{2} \times 1.28 \times 1.176 \times 18^2 (1746 \times 0.50 + 436 \times 0.8660)$$

$$= 304.96 \text{ KN} = 31.12 \text{ TONS}$$

4) 컨테이너선의 공선상태에서의 풍압력 계산

$$R_a$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \rho_a \cdot C_a \cdot V^2 \cdot (A' \sin \psi_a + B' \cos \psi_a)$$

$$= \frac{1}{2} \times 1.28 \times 1.176 \times 18^2 \times (2397 \times 0.50 + 543 \times 0.8660)$$

$$= 406.93 \text{ KN} = 41.52 \text{ TONS}$$

4.2 조류력 산정

1) 조류력 계산식

일반적으로 선박이 계류할 수 있도록 안벽이 축조된 곳은 대부분 육지와 연결된 해안가로서 천해해역이며, 이러한 천해 해역에서는 조류가 비교적 탁월하고, 시버스와 같은 곳에서는 조류력과 함께 해류도 영향을 미치게 된다.

조류력  $R_c$ 는 풍력  $R_a$ 의 경우 식(4.6)과 비슷하며, 다음 식과 같이 분력의 합로 표기한다.

$$R_c = R_{cx} i + R_{cy} j \tag{4.7}$$

여기서  $R_{cx}$  및  $R_{cy}$ 는 아래에 나타낸 바와 같이  $x$  및  $y$  방향의 조류력의 분력이다.

$$R_{cx} = \frac{1}{2} \rho_c C_{cx} W^2 (A' \sin \psi_c \cos \psi_c + B' \cos \psi_c \cos \psi_c) \tag{4.8}$$

$$R_{cy} = \frac{1}{2} \rho_c C_{cy} W^2 (A' \sin \psi_c \sin \psi_c + B' \cos \psi_c \sin \psi_c) \tag{4.9}$$

여기서  $\rho_c$ 는 해수의 밀도,  $C_{cx}$  및  $C_{cy}$ 는 각각  $x$  방향 및  $y$  방향의 조류의 항력계수이고,  $A'$  및  $B'$ 는 각각 선체의 수면하 횡면투영면적 및 정면투영면적이다.

바람의 경우와 마찬가지로 식(4.8)과 식(4.9)의 괄호 안은 각각 조류 작용면적의  $x$ 항 및  $y$ 항을 나타낸다. 또한 각 분력을 합성하여 조류합력(조류력)  $R_c$ 를 얻는다.

$$R_c = |R_c|$$

$$= \sqrt{R_{cx}^2 + R_{cy}^2}$$

$$= \frac{1}{2} \rho_c C_c W^2 (A' \sin \psi_c + B' \cos \psi_c) \tag{4.10}$$

식(4.10)에서 바람의 경우와 마찬가지로  $C_{cx} = C_{cy} = C_c$ 로 하였다.

2) 조류력 계산

위의 조류력 계산식 (4.10)을 이용하여 컨테이너선의 묘박중의 조류력을 계산하면 다음과 같다.

$$R_c = \frac{1}{2} \rho_c C_c W^2 (A' \sin \psi_c + B' \cos \psi_c)$$

여기서,

- $\psi_c$  : 조류 입사각(030°)
- $\rho_c$  : 해수밀도(1025 kg/m<sup>3</sup>)
- $C_c$  : 조류력 계수(상대유향 및 수심(h)/흘수(d)의 비에 따라 달라진다.)
- $W$  : 조류력(사리 때; 4.5knots=2.31m/s, 조금 때 ; 2.5knots=1.29m/s)
- $A$  : 만재상태에서의 수면하 투영횡면적 (abt. 930 m<sup>2</sup>)
- $B$  : 만재상태에서의 수면하 투영정면적 (abt. 155 m<sup>2</sup>)
- $A'$  : 경하상태에서의 수면하 투영횡면적 (abt. 279 m<sup>2</sup>)
- $B'$  : 경하상태에서의 수면하 투영정면적

(abt. 48 m<sup>3</sup>)

$$1 \text{ Ton} \cdot \text{Force} = 9.80665 \text{ K} \cdot \text{Newton}$$

(1) 컨테이너선의 만재시 조류력

① 사리 때

$$\begin{aligned} R_c &= \frac{1}{2} \rho_c C_c W^2 (A \sin \phi_c + B \cos \phi_c) \\ &= \frac{1}{2} \times 1025 \times 0.4 \times 2.31^2 \times (930 \times 0.50 + 155 \times 0.866) \\ &= 655.5 \text{ K.N} = 66.89 \text{ TONS} \end{aligned}$$

(2) 컨테이너선의 공선시 조류력

① 사리 때

$$\begin{aligned} R_c &= \frac{1}{2} \rho_c C_c W^2 (A' \sin \phi_c + B' \cos \phi_c) \\ &= \frac{1}{2} \times 1025 \times 0.4 \times 2.31^2 \times (279 \times 0.50 + 48 \times 0.866) \\ &= 198.1 \text{ K.N} = 20.2 \text{ TONS} \end{aligned}$$

## 5. 묘박중인 컨테이너선의 파주력 산정

선박이 정박지에 묘박 중일 때의 파주력(P)은 묘 및 묘쇄의 수중무게와 해저 저질의 종류에 따른 마찰력에 의하여 다음과 같이 계산된다.

$$P = P_A + P_C \quad (5.1)$$

여기서,  $P_A$  : 묘의 파주력,  
 $P_C$  : 묘쇄의 파주력

① 묘의 파주력 계산

$$o. P_A = \lambda a \times W_a \quad (5.2)$$

$\lambda a$  : 묘의 파주계수

$W_a$  : 묘의 수중무게(TON)

o. 묘의 수중무게 계산 ;

- 묘의 부력 :  $2.28 \div 7.8(\text{최의 비중}) \times 1.025(\text{해수비중}) = 0.3 \text{ TONS}$
- 묘의 수중무게 :  $2.28 - 0.3 = 1.98 \text{ TONS}$

o. 저질별 파주계수표

저질 파주계수	soft mud	hard mud	sandy mud
$\lambda a$	10	9	8
$\lambda c$	3	2	2

저질 파주계수	sand	shell & sand	gravel	flat rock
$\lambda a$	7	7	6	5
$\lambda c$	2	2	1.5	1.5

$$o. P_A = 4 \times 1.98 = 7.92 \text{ TONS}$$

o. 묘의 실용 파주계수를 최대 4로 보면 실용 파주력은 약 7.92톤이 된다.

② 묘쇄의 파주력 계산

$$o. P_C = W_c \times \lambda c \times \ell \quad (5.3)$$

$\lambda c$  : 묘쇄의 파주계수

$W_c$  : 묘쇄의 수중무게(TON)

$\ell$  : 묘쇄의 길이

o. 묘쇄의 수중무게 계산 ;

$$\text{- 묘쇄의 부력 : } 7.095 \div 7.8 \times 1.025 = 0.93 \text{ TONS}$$

$$\text{- 묘쇄의 수중무게 : } 7.095 - 0.93 = 6.17 \text{ TON/Shackle} = 0.25 \text{ TON/m}$$

양현 묘를 2묘박의 형태로 각각 묘쇄의 길이 9.5 Shackles(237.5m) 씩을 신출하고 있는 경우에 대한 파주력을 계산하도록 한다. 또한 수평장력이 없는 경우를 가정하고, 수심 30m에서 묘쇄공에서 해저까지 35.8m(묘쇄공까지 깊이 13.6m - 만재홀수에서 draft 7.8m+ 수심 30m)의 묘쇄가 수직으로 신출되고, 나머지 묘쇄는 해저에 접촉하고 있는 상태로 묘쇄길이는 약 201.7m이고, 그 때의 최대파주력은 다음과 같다.

$$o. P_C = 2 \times (\lambda c \times W_c \times \ell)$$

$$= 2 \times (1 \times 0.25 \times 201.7\text{m}) = 100.85 \text{ TONS 이다.}$$

③ 묘 및 묘쇄의 전체의 파주력

$$o. P = P_A + P_C = 7.92 + 100.85 = 108.77 \text{ TONS}$$

o. 묘와 묘쇄의 전체 파주력은 약 108.77 TONS이다

## 6. 컨테이너선의 외력과 파주력의 비교

컨테이너선의 묘박중의 최대 파주력과 전체 외력과의 관계를 비교하면 다음과 같다.

1) 최대 자연조건에서의 파주력과 외력의 비교  
 최대 자연조건 즉, 조류가 4.5노트로 흐르고 있을 경우에 만재상태에서는 전체 외력이 본선의 최대 파주력보다 약간 큰 수치를 보이고 있어 묘박이 불가능하고, 공선 상태에서는 최대파주력이 전체 외력보다 약 1.53배로 안전 묘박이 가능함을 알 수 있다.

조 건	풍압력 (Ton)	조류력 (Ton)	전체 외력 (Ton)	최대 파주력 (Ton)
만재 상태	31	67	98	108.77
공선 상태	42	20	62	108.77

2) 현수부(Catenary)를 감안한 파주력 계산

$$S = \sqrt{h(h+2\frac{H}{W_c})}$$

h = Hawse pipe에서 해저까지의 깊이

Wc = 단위묘쇄의 수중무게

H = 외력의 수평장력

$$S = \sqrt{h(h+2\frac{H}{W_c})}$$

$$= \sqrt{35.8(35.8+2\frac{98}{0.24})}$$

$$= \sqrt{30518.3} = 174.7 \approx 175 \text{ (m)}$$

그러므로 Catenary를 제외한 부분은

$$475(19shackles \times 25m) - 175 = 300 \text{ (m)}$$

이므로 전체 파주력은

$$P = P_A + P_C$$

$$= 7.92 \times 2 + (1 \times 0.24 \times 300) = 87.84$$

Tons 이다.

따라서 최대 파주력 108.77 Tons 이고, 현수부 계산식에 의해서 현수부를 감안한 파주력은 87.84 Tons로 20.93 Tons 차이가 남을 알 수 있다.

## 7. 결 론

지금까지 우리는 배를 안전하게 계류시키기 위해 선박에 설치되는 각종 의장품의 적절한 크기를 결정지어 주는데 사용되는 현재 의장수 계산법이 적절한지 여부를 알아보기 위해 여러 가지 계산을 해 보았다.

선박에 작용하는 힘은 여러 가지가 있는데, 여기에서는 가장 큰 영향을 미치는 풍압력과 조류력만을 고려해 보았다.

실제로 640TEU 컨테이너선을 정해 그 선박의 도면 및 설계 자료를 이용하여 의장수 계산에 필요한 각종 요소를 구해, 그 값을 의장수 계산식에 대입하여 그 선박에 적합한 의장품 크기를 산출했다.

그 다음, 대산항이라는 특정항을 정해 그 항구에서의 자연환경 조건 중 최대 풍속 및 유속을 적용하여 풍압력 및 조류력을 계산하였다.

우선 앞에서 알 수 있듯이 대산항의 최대 풍속이 18m/sec이고, 유속이 4.5Knots (사리때)임을 고려해 풍압력 및 조류력 계산식에 의한 선박의 만선 상태에 따른 선박의 수면상부와 하부의 면적을 구해 대입해서 대산항에서 선박에 작용하는 풍압력과 조류력의 크기를 구했다.

만선시의 풍압력은 31Tons이고 조류력은 67Tons이었다. 따라서 풍압력과 조류력의 값을 합산한 전체외력은 98Tons이고, 최대 파주력은 108.77Tons이었다. 그러므로 만선시의 최대 파주력이 전체외력의 110%로 거의 동일함을 알 수 있다.

공선 상태에서는 풍압력이 42Tons이고 조류력은 20Tons이었다. 따라서 풍압력과 조류력의 값을 합산한 전체외력은 62Tons으로 최대 파주력 108.77Tons과 비교해 본 결과 공선시는 최대 파주력이 전체 외력의 175.4%로 안전 묘박이 가능함을 알 수 있다.

석유회사국제해운포럼(OCIMF : Oil Companies International Marine Forum)에서 유조선에 대하여 권고하고 있는 각 계류력의 최대 안전 허용장력

은 전체 계류력의 최소파단력(MBL : Minimum Breaking Load)의 55%이므로 이 규정을 적용하면 이 선박의 안전허용파주력은 약 59.82톤이 된다.

만선 상태에서는 전체 외력이 최대 파주력보다 38.18톤이 초과하여 OCIMF에서 규정하고 있는 안전파주력의 조건을 충족시키지 못함을 알 수 있다.

공선 상태에서는 본선의 전체 외력과 최대 파주

력을 비교하였을 때 최대 파주력이 전체 외력보다 7.82톤 여유가 있으므로 OCIMF에서 규정하고 있는 안전파주력 조건을 충족시킴을 알 수 있다.

따라서 두 상태를 비교해 본 결과 현재 선급에서 적용하고 있는 의장수 계산법에 의해 계류설비를 정하는 것이 본선에서는 적절하지 않음을 판단할 수 있다.