

# 실습선 한바다호의 묘박 지킴 개발에 관한 연구

정창현\* · 공길영\*\*

\* 한국해양대학교 한바다호, \*\* 한국해양대학교 항해시스템공학부

## A Study on the Development of Anchoring Manual for T.S. HANBADA

Chang-Hyun Jung\* · Gil-Yong Kong\*\*

\* T/S HANBADA, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

\*\* Division of Navigation System, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea

**요 약** : 우리나라는 매년 최소 3~4개 정도의 태풍의 영향을 받고 있으며, 이러한 태풍은 강한 바람과 많은 비를 동반하여 막대한 재산피해와 인명피해를 가져왔다. 특히, 태풍 매미는 기록적인 강풍과 높은 파도를 동반하여 피항지에 묘박중인 선박들과 부두에 계류중인 선박들이 침몰, 좌초, 충돌하는 등 많은 해양사고를 유발시켰다. 태풍의 내습이 예상되면 선박들은 태풍의 예상 진로에서 멀리 벗어나거나 안전한 피항지를 선택하여 투묘를 실시하고 있다. 하지만, 투묘에 대한 사항이나 투묘 후 선박의 안전에 대한 판단은 운항자의 경험에 의존하고 있는 실정이다. 따라서, 본 논문에서는 실습선 한바다호를 대상으로 선체에 작용하는 외력과 외력에 대한 대항력을 상호 비교·분석함으로써 선박의 묘박 안전성을 정량적으로 평가하였고, 이를 바탕으로 주요 한계풍속, 선박에서의 안전대책, 단계별 조치사항 등에 대한 묘박 매뉴얼을 개발하였다.

**핵심용어** : 태풍, 해양사고, 외력, 파주력, 묘박 매뉴얼

**Abstract** : Typhoons are usually influencing at least 3 or 4 times per year in Korean peninsula and they accompanied with strong winds and heavy rains and then brought tremendous loss of properties and lives. Especially typhoon "MAEMI" resulted in a lot of marine accidents of vessels such as sinking, stranding, collision etc. at anchoring or on berthing in pier. If the typhoon comes up to expected area influencing the incidents, the vessel tries to escape from the route of typhoon or anchor in sheltering anchorage. However, consideration of the anchoring or judgement of ship's safety against strong winds is decided only by the experience of operators without detail evaluation of the safety. Therefore, this paper evaluated the safety of T.S. HANBADA by comparing the external forces with the holding powers. Furthermore, based on this evaluation, the anchoring manual was produced for the maximum endurable wind velocity, the general precautions and the actions taken on the ship with steps.

**Key Words** : Typhoons, Marine accidents, External force, Holding power, Anchoring manual

### 1. 서 론

우리나라에는 매년 평균 3~4개 정도의 태풍이 영향을 주고 있다(기상청, 2003). 이러한 태풍은 강한 바람과 많은 비를 동반하며, 1959년 사라, 2002년 루사, 2003년 매미는 막대한 재산피해와 인명피해를 가져왔다. 특히, 태풍 매미는 기록적인 강풍과 높은 파도를 동반하여 피항지에 묘박중인 선박들과 부두에 계류중인 선박들이 침몰, 좌초, 충돌하는 등 많은 해양사고를 유발시켰다.

Table 1은 태풍 매미의 영향으로 진해만을 포함한 마산항, 진해항 등 마산지방해양수산청 관할수역 내에서 발생한 해양

고는 총 62척으로, 침몰 8척, 좌초 및 좌안 32척, 그리고 충돌 사고 현황을 나타낸 것이다. 진해만 주변에서 발생한 해양사 및 접촉이 22척이었다. 그리고 진해만 내에서 발생한 해양사고는 총 25척으로, 침몰 3척, 좌초 및 좌안 13척, 그리고 충돌 및 접촉이 9척이었다(마산지방해양수산청, 2003).

Table 1. Marine accidents at bay of Jinhae by typhoon 'Maemi'

Classifications	Sinking	Aground	Collision	Total
Number of accidents	3/8	13/32	9/22	25/62

Number of accidents : in bay of Jinhae / all boundary of Masan VTS  
Source : Masan Regional Maritime Affairs and Port Office, 2003

\* 대표저자 : 정희원, hyon@hhu.ac.kr , 051-410-4206  
\* 교신저자 : 종신회원, gykong@hhu.ac.kr , 051-410-4273

Table 2는 태풍 매미가 우리나라를 통과하는 동안 관측된 기상 관측치를 나타낸다. 최대순간풍속은 제주 및 고산에서 60 m/s로 관측되어 우리나라 기상관측 이후 가장 높은 값을 기록하였고, 여수에서 49.2 m/s, 통영에서 43.8 m/s, 그리고 부산에서 42.7 m/s를 기록하였다.

Table 2. Maximum & maximum instantaneous wind velocity

Position	Jeju	Gosan	Yeosu	Tong-yeong	Busan
Max. wind speed (m/s)	39.5	51.1	35.9	30.0	26.1
Max. inst. wind speed (m/s)	60.0	60.0	49.2	43.8	42.7

\* Source : Korea meteorological administration, 2003

태풍의 내습이 예상되면 선박은 태풍의 예상 진로에서 멀리 벗어나거나 안전한 피항지를 선택하여 투묘를 실시하고 있다. 하지만, 투묘에 대한 사항이나 투묘 후 선박의 안전에 대한 판단은 아직까지 운항자의 경험에 의존하고 있는 실정이다.

묘박중인 선박의 주요 한계에 관한 연구(이 등, 2005; 배 등, 2005)에서는 묘박 안전성에 관한 이론적인 연구결과를 태풍 매미 상륙시 진해만에 묘박했던 실제 사고 선박에 적용 또는 시뮬레이션을 실시함으로써 주요 한계와 주요 직전에 받는 풍압력을 평가하였다.

따라서, 본 논문에서는 실습선 한바다호를 대상으로 선체에 작용하는 외력과 외력에 대한 대항력을 수치적 계산 방법으로 상호 비교·분석함으로써 선박의 묘박 안전성을 정량적으로 평가하였고, 이를 바탕으로 주요 한계풍속, 선박에서의 안전대책, 풍속 단계별 조치사항 등에 대한 묘박 지침을 작성·제안하였다.

## 2. 대상선박의 제원

실선 시험 대상인 한바다호는 한국해양대학교의 실습선으로서, Table 3은 한바다호의 주요 제원을 나타내고, Fig. 1은 일반배치도를 나타내고 있다.

Table 3. General particulars of T.S. HANBADA

Items	Dimensions
LOA / LBP	117.20 m / 104.00 m
Breath(B)	17.80 m
Mean draft	5.915 m
Displacement	6,434.6 ton
Block coefficient(Cb)	0.5719 at 5.915 m
Anchor(AC-14) weight	2.475 ton
Chain cable	0.046 ton/m
Service speed / Maximum speed	17.5 kts / 19.0 kts
Main engine (MCR)	8,130 BHP × 176 RPM
Transverse projected area (A <sub>T</sub> )	287 m <sup>2</sup>
Lateral projected area (A <sub>L</sub> )	1,430 m <sup>2</sup>

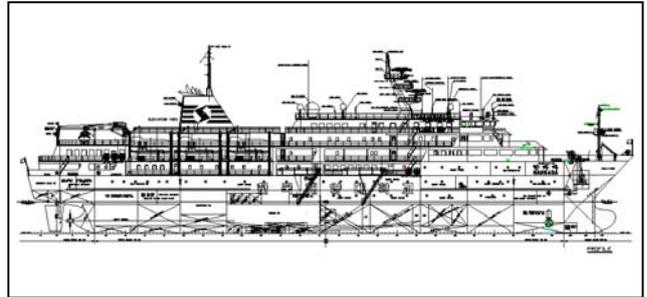


Fig. 1. General arrangement of T.S. HANBADA.

## 3. 외력에 대한 분석

묘박중인 선박에 영향을 주는 외력에는 바람, 파랑, 조류 등을 들 수 있다. 이러한 외력에 의해 선체에 작용하는 힘은 바람에 의한 풍압력, 파랑에 의한 표류력, 조류에 의한 유압력 등으로 분리할 수 있다. 하지만, 실습선 한바다호가 태풍 피항시 투묘지로 주로 사용하고 있는 진해만은 폐쇄된 해역으로 비교적 파고가 낮고 조류가 미약할 것으로 판단된다. 따라서 본 논문은 초기단계의 연구로 계산의 간편화를 위하여 바람 이외의 외란에 대해서는 생략하고, 외력에 대한 요소로 바람에 의한 풍압력만을 고려하였다.

풍압력을 산출하는 식은 일반적으로 항해 또는 묘박중인 선박에 동일하게 적용되나, 묘박의 경우 Fig. 2와 같이 바람이 불어오는 방향을 기준으로 선수가 좌우로 움직이는 스윙(Swing) 현상이 발생한다.

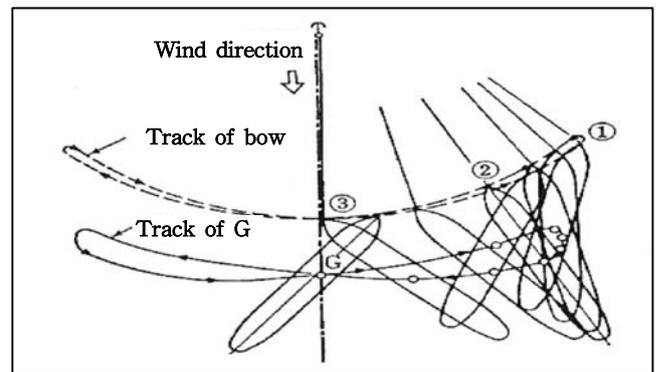


Fig. 2. Swinging pattern of bow at anchoring.

이러한 스윙 현상은 그림에서 보는 바와 같이 중심점(G)을 기준으로 ∞ 모양의 궤적을 만들면서 선수가 좌우로 이동하기 때문에 상대풍향에 따른 정면 풍압면적과 측면 풍압면적을 함께 고려해 주어야 한다. 그러나 실시간 상대풍향을 정확히 예측하기 어려우므로 일반적으로 적하상태에 따라 만선상태(Full Loaded Condition)에서는 정면 풍압면적의 2배, 그리고 공선상태(Ballast Condition)에서는 정면 풍압면적의 3배에 해당하는 값을 각각 사용하고 있다(Honda, 1986).

Fig. 3에 나타난 바람에 의한 풍압력은 식(1)에 의하여 산출

하였으며, 여기에서 정면 풍압계수는 한바다호의 정면 및 측면 풍압면적, 풍압 중심점, 선교 높이 등을 기초로 Fujiwara (1998)에 의해 제안된 추정식에 입력하여 산출하였다(정 등, 2008). 그림에서 Wind Force \*1은 정면 풍압력, \*2은 정면 풍압면적의 2배에 해당되는 풍압력 그리고 \*3은 3배에 해당되는 풍압력을 의미한다.

$$Y_a = \frac{1}{2} \rho_a C_x(\theta) A_T V_a^2 \quad (1)$$

단,  $Y_a$ : 풍압력(톤),  $A_T$ : 정면 풍압면적( $m^2$ ),

$V_a$ : 풍속( $m/s$ ),  $\rho_a$ : 공기밀도( $kg/m^3$ )

$C_x(\theta)$ : 정면 풍압계수,  $\theta$ : 상대풍향

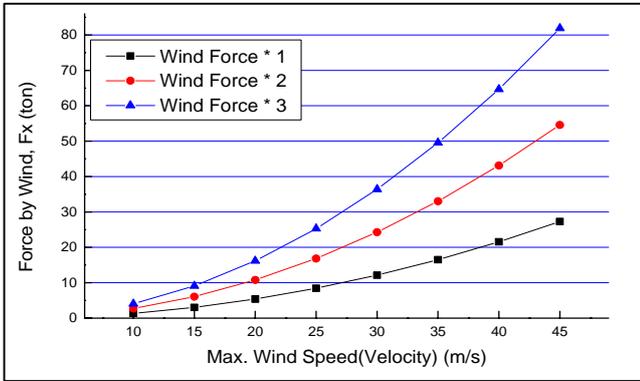


Fig. 3. Force by wind on transverse area with wind velocity.

#### 4. 파주력에 대한 분석

닻 및 닻줄에 대한 치수는 일반적으로 의장수 산출식(2)에 따라 결정된다. 실습선 한바다호에는 2,475톤의 고파주력 앵커가 설치되어 이를 계산에 사용하였다.

$$Equipment\ Number = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2Bf + \frac{A}{10} \quad (2)$$

여기서,  $\Delta$ : 하계만재배수량(톤),  $B$ : 선폭( $m$ )

$f$ : 하계만재흘수선상에서 폭이  $B/4$ 보다 큰

최상층선루 또는 갑판실까지의 높이( $m$ )

$A$ : 하계만재흘수선상의 측면투영면적( $m^2$ )

파주력(Holding Power)은 주로 해저 바닥에 투묘된 닻과 닻줄로 구성되는 파주부에 의해 형성되며, 동일한 규격의 닻 및 닻줄이라 할지라도 해저 저질에 따른 파주계수에 따라 그 값이 달라진다. 파주계수는 장소 및 조건에 따라 저질의 점성이나 성분이 다르기 때문에 다소의 차이는 있으나, 일반적으로 사용되는 파주계수는 Table 4와 같다(윤, 2002).

Table 4. Holding factors with seabed

Seabed Holding factor	Mud	Sand	Gravel	Flat rock	Dragging
$\lambda_a$ (AC-14 type)	10	8	8	2.5	2
$\lambda_c$	1	1	0.8	0.8	0.5

묘박 중인 선박의 파주력은 다음 식(3)에 따라 계산된다(윤, 2002).

$$P_T = P_a + P_c = \lambda_a w_a + w_c \lambda_c l \quad (3)$$

여기서,  $P_T$ : 닻과 닻줄의 총 파주력(톤)

$P_a$ : 닻의 파주력(톤),  $P_c$ : 닻줄의 파주력(톤)

$\lambda_a$ : 닻의 파주계수,  $\lambda_c$ : 닻줄의 파주계수

$w_a$ : 닻의 수중중량(톤),  $w_c$ : 닻줄의 수중중량(톤)

$l$ : 해저에 깔린 닻줄의 길이( $m$ )

Fig. 4에서 보면, 일정 외력( $H$ )이 작용할 때 2묘박에 대한 파주력 계산은 좌·우현 체인이 선수미선과 이루는 각을 각각  $\alpha_p$ ,  $\alpha_s$ 라 하면 C점에서의 장력은  $P_p$ (좌현묘 파주력)과  $P_s$ (우현묘 파주력) 벡터의 합력 방향이 되므로 전체 파주력( $P_T$ )은 식(4)와 같이 표현된다.

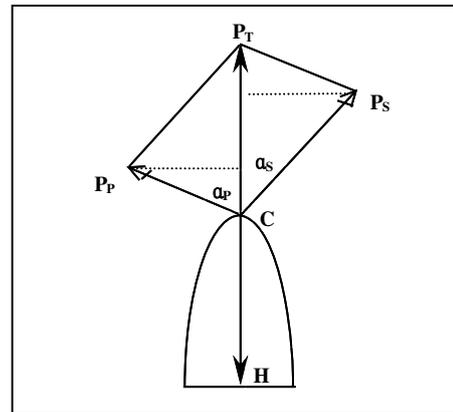


Fig. 4. Holding power of riding at two anchors.

$$P_T = P_p \cos \alpha_p + P_s \cos \alpha_s \quad (4)$$

또한, 파주력 계산시 추가로 고려하여야 할 사항은 외력의 크기에 따라 파주부의 길이가 달라지므로 이를 감안해야 한다. 여기에서는 각 요소별 외력 중에서 영향력이 가장 크게 작용하는 풍압력만을 고려하여 파주부의 길이를 먼저 산출하였고, 산출된 파주부의 길이를 토대로 전체 파주력을 계산하였다.

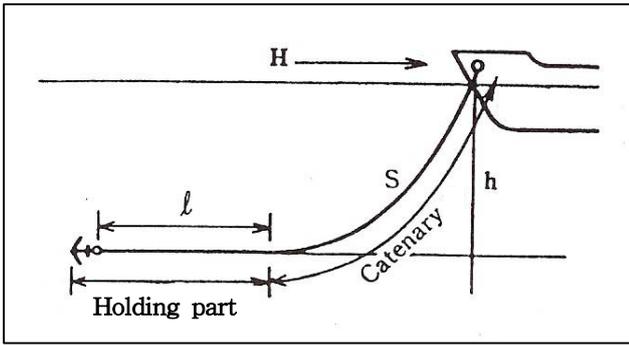


Fig. 5. Holding power at anchoring.

현수부의 길이(S)는 외력이 선체에 미치는 장력을 기초로 하여 식(5)에 의해 구할 수 있고 파주부의 길이는 신출된 닻 줄길이에서 현수부의 길이를 뺀 값이다(윤, 2002).

$$S = \sqrt{h(h + \frac{2H}{w_c})} \quad (5)$$

여기서,  $h$ : 묘쇄공에서 해저까지의 높이(m)

$w_c$ : 1m에 해당하는 닻줄의 수중무게(톤)

$H$ : 외력에 의해 닻줄에 작용하는 장력(톤)

묘박지 진해만의 저질은 Mud로 확인하였고, 해저에서 묘쇄 공까지의 높이는 진해만에서의 수심 21m를 고려하여 25m로 계산하였다. 또한, 체인에 작용하는 외력은 2묘박을 실시함으로써 스윙현상이 다소 억제되기 때문에 정면 풍압면적의 2배에 해당하는 풍압력을 적용하였다.

#### 4.1 단묘박

단묘박을 실시한 경우로 체인의 길이가 각각 7, 8, 9새클인 경우 외력에 따른 현수부 및 파주부의 길이를 계산하면 Table 5와 같다.

Table 5. Holding & catenary part with wind velocity (single anchor)

Holding power		Wind velocity					
		10m/s	20m/s	25m/s	30m/s	35m/s	40m/s
Total ex. force (ton)		2.70	10.78	16.84	24.26	33.02	43.12
Chain	Catenary part (m)	63.0	118.3	146.7	175.3	203.9	232.6
	7 Sh'cles Holding part (m)	129.5	74.2	45.8	17.2	0	0
	8 Sh'cles Holding part (m)	157.0	101.7	73.2	44.7	16.1	0
	9 Sh'cles Holding part (m)	184.5	129.2	100.8	72.2	43.6	14.9

Table 6. Holding power of lying at single anchor

Holding power		Wind velocity					
		10m/s	20m/s	25m/s	30m/s	35m/s	40m/s
Holding power of anchor & chain	Anchor(ton)	21.53 / 16.14(in case of holding part is 0)					
	7 Sh'cles	5.22	2.99	1.85	0.69	0	0
	8 Sh'cles	6.33	4.10	2.96	1.80	0.65	0
Holding power	9 Sh'cles	7.43	5.21	4.06	2.91	1.76	0.60
	7 Sh'cles	26.75	24.52	23.38	22.22	16.14	16.14
	8 Sh'cles	27.86	25.63	24.49	23.33	22.18	16.14
	9 Sh'cles	28.96	26.74	25.59	24.44	23.29	22.13

(1)  $P_a = \lambda_a \times w_a = 10 \times 2.475 \times 0.87$ (conversion factor in water) = 21.53 ton

(2)  $P_c = \lambda_c \times w_c \times l = 1 \times l \times 0.04634 \times 0.87$

Table 6은 Table 5에서 계산된 파주부 길이로 단묘박인 경우의 파주력을 계산한 결과이다. 외력이 강해짐에 따라 체인에 장력이 강해져 파주부 길이가 '0'이 되는 경우에는 앵커의 파주력을 16.14ton으로 계산하였다(Anchor Shank가 해저면에서 5~7°정도 들리므로 파주력이 1/4정도 감소; 윤, 2002).

Fig. 6은 Table 6에서 계산된 파주력을 그림으로 표현한 것이다. 풍속(외력)이 강해짐에 따라 앵커체인 파주부 길이가 점점 짧아져 파주력이 점차적으로 작아지고 있음을 알 수 있다. 또한, 풍속이 35m/s 이상이 되면 Anchor Shank가 들림으로써 파주력이 급격하게 감소되고, 만약 앵커 및 앵커체인에 의한 파주력보다 외력이 강해지는 시점에서는 주묘가 시작될 것으로 예상된다. 주묘가 시작되면 Table 4에서 제시하고 있는 주묘에 해당하는 파주계수를 사용해야 함으로 파주력은 이보다도 훨씬 크게 감소될 것이다.

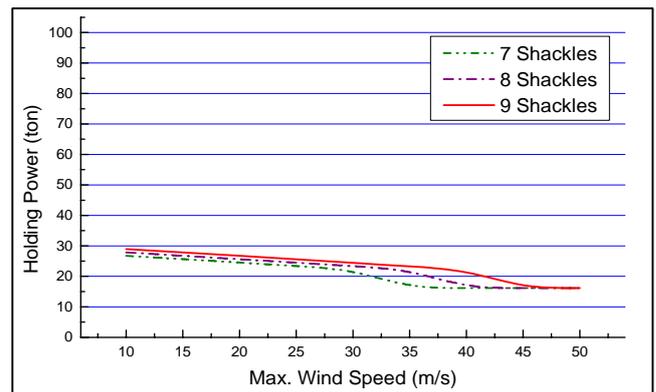


Fig. 6. Holding power of lying at single anchor.

#### 4.2 묘박

강풍하에서는 Fig. 2와 같이 스윙 현상이 발생하므로 반대편 앵커를 투하하고 그 묘쇄를 2새클 정도 내어 주어 해저를 끌도록 한다. 그렇게 함으로써 스윙 현상을 막고 동시에 강한 파주력을 얻을 수 있다.

Table 7. Holding & catenary part with wind velocity (7+2 shackles)

Wind velocity Holding power		10m/s	20m/s	25m/s	30m/s	35m/s	40m/s
		Total ex. force( $H_T$ ) (ton)	2.70	10.78	16.84	24.26	33.02
Port side (7 Sh'cles)	Ex. force( $H_S$ ) (ton)	1.56	8.14	15.14	23.71	33.15	40.09
	Catenary part (m)	50.6	103.5	139.3	173.3	204.3	224.4
	Holding part (m)	141.9	89.0	53.2	19.2	0	0
Stb'd side (2 Sh'cles)	Ex. force( $H_P$ ) (ton)	1.56	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31
	Catenary part (m)	50.6	77.3	77.3	77.3	77.3	77.3
	Holding part (m)	4.4	0	0	0	0	0

\*  $H_T = H_S \cos as + H_P \cos ap$  ( $as, ap = 30^\circ$ )

Table 7은 제진묘(우현앵커)를 2새클 정도 내어주고 양현묘 쇠의 교각을 60°정도로 하여 반대쪽 앵커(좌현앵커)의 체인을 7새클 내어 주었을 때의 외력에 따른 현수부 및 파주부의 길이를 계산한 결과이다(본선이 태풍의 우반원에 위치할 것으로 예상되는 경우, 우현묘를 제진묘로 사용하다가 최대풍속에 달할 때 우현묘를 더 신출하여 등량 조치할 수 있다).

양현묘쇠에 동일한 외력이 가해지다가 우현앵커의 파주력이 외력보다 작아지는 시점부터는 앵커가 끌리게 되므로 외력의 크기를 앵커의 파주력(4.31ton)과 동일한 값으로 계산하였다.

Table 8은 Table 7에서 계산된 파주부 길이로 2묘박인 경우의 파주력을 계산한 결과이다. 외력이 강해짐에 따라 체인에 장력이 강해져 파주부 길이가 '0'이 되는 경우에는 앵커의 파주력을 각각 16.14 및 4.31ton으로 계산하였다(좌현묘의 경우 7 Shackles × 27.5m = 192.5m, 해저에서 묘쇄공까지의 높이 = 25m이므로 Anchor Shank가 해저면에서 들리는 각도는 약 7°정도로 이 때 파주력은 1/4 감소한다. 그리고 우현묘의 경우는 2 Shackles × 27.5m = 55m, 해저에서 묘쇄공까지의 높이 = 25m이므로 Anchor Shank가 해저면에서 들리는 각도가 약 27°정도이므로 파주력은 4/5정도 감소; 윤, 2002).

Table 8. Holding power of riding at two anchors (7+2 shackles)

Wind velocity Holding power		10m/s	20m/s	25m/s	30m/s	35m/s	40m/s
		Port side (7 Sh'cles)	Anchor(ton)	21.53 / 16.14			
	Chain	5.72	3.59	2.14	0.77	0	0
Stb'd side (2 Sh'cles)	Anchor(ton)	21.53 / 4.31					
	Chain	0.18	0	0	0	0	0
Total holding power	Port side	27.25	25.12	23.67	22.30	16.14	16.14
	Stb'd side	21.71	4.31	4.31	4.31	4.31	4.31
	Total	42.40	25.49	24.23	23.04	17.71	17.71

- (1)  $P_a = \lambda_c \times w_a = 10 \times 2.475 \times 0.87 = 21.53\text{ton}$
- (2)  $P_c = \lambda_c \times w_c \times l = 1 \times 0.04634 \times 0.87$
- (3)  $P_T = P_s \cos as + P_p \cos ap$  ( $as, ap = 30^\circ$ )

이와 동일한 방법으로 양현묘쇠의 교각을 60°정도로 하여 반대쪽 앵커(좌현앵커)의 체인을 8 및 9새클 내어 주었을 때와 양현묘쇠를 60°정도(스윙역측 측면에서 볼 때 가장 양호한 각도)로 하여 모두 9새클 내어 주었을 때의 파주력을 계산하여 그림으로 표현하면 Fig. 7과 같다. 2묘박에서도 풍속(외력)이 강해짐에 따라 앵커체인의 파주부 길이가 짧아져 파주력은 점차적으로 작아졌다. 제진묘를 사용한 경우 단묘박 시의 파주력과 비교하면 외력이 10m/s일 때는 파주력이 16ton정도의 큰 차이를 보이는데, 점차적으로 외력이 강해져 20m/s부터는 2ton정도로 점점 그 차이가 줄어들고 있음을 알 수 있다. 그 이유는 앞서 언급되었듯이 Anchor Shank가 해저면에서 들리므로 파주력이 급격히 감소되었기 때문이다. 그러나, 양현묘쇠를 모두 9새클 내어 주었을 때에는 외력이 50m/s에 이르기가 지도 파주력이 일정한 감소를 유지하였다.

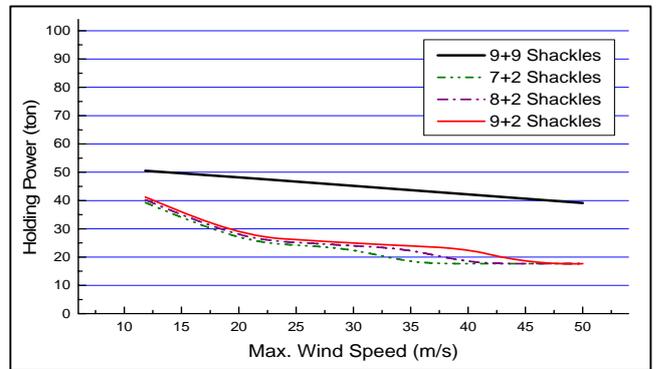


Fig. 7. Holding power of riding at two anchors.

## 5. 선박의 묘박 안전성 평가

### 5.1 단묘박

Fig. 8은 실습선 한바다호의 단묘박에 따른 풍압력과 파주력을 동시에 나타낸 것이다. 스윙 현상을 고려하여 체인에 작용하는 외력은 정면 풍압면적의 2배에 해당되는 풍압력을 적용하여 파주력을 계산하였으므로, 여기서는 2배 풍압력과 파주력에 대하여 비교한다.

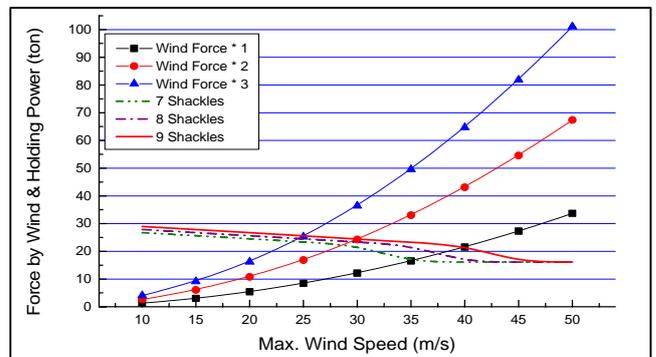


Fig. 8. Comparison with force by wind & holding power (single anchor).

그림에서 보면 파주력만으로 외력에 대항할 수 있는 한계풍속은 약 30m/s임을 알 수 있다. 따라서 풍속이 30m/s 이상이 예상되면 주묘의 가능성이 크므로, 2묘박 또는 엔진의 사용 등을 고려해야 할 것이다.

5.2 묘박

Fig. 9는 2묘박에 따른 풍압력과 파주력을 동시에 나타낸 것으로 제진묘 방식의 경우 20m/s이후에는 단묘박과 큰 차이를 보이지 않고 있다. 그러나 제진묘의 사용으로 스윙 현상이 다소 줄어들 것으로 예상되므로 풍압면적에 의한 풍압력이 단묘박에 비해 작아질 것으로 판단된다. 따라서 풍압력을 2배 이하로 본다면 외력에 대항할 수 있는 한계풍속은 30m/s보다 다소 커질 수 있다.

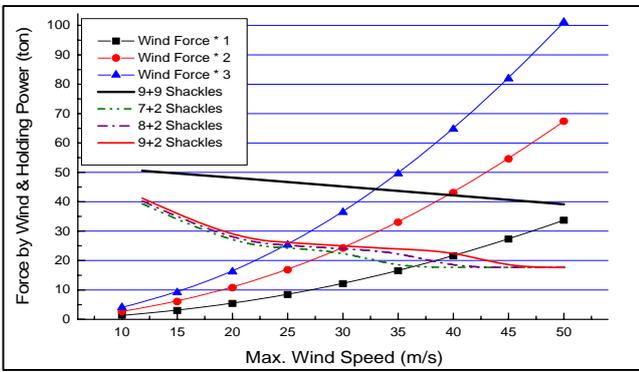


Fig. 9. Comparison with force by wind & holding power (two anchors).

또한, 양현묘쇄를 모두 9새클 내어 주었을 때에는 파주력만으로 외력에 대항할 수 있는 한계풍속이 약 40m/s임을 알 수 있다. 따라서 실습선 한바다호가 양현묘쇄를 모두 사용하여 최대 버틸 수 있는 한계풍속이 40m/s임을 감안한다면 적절한 시기에 엔진의 사용을 고려해야 할 것이다.

이상의 내용을 바탕으로 선박에서의 조치사항을 정리하면 Table 9와 같다.

Table 9. Action taken on the ship with steps

Wind velocity	Measurements	Steps
Under 20 m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>Confirm weather information &amp; ship's position frequently</li> <li>Confirm movement of surrounding ships</li> </ul>	Lying at single anchor
20 m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inform to the captain</li> <li>Stand-by the engine &amp; bow thruster</li> <li>Let go another anchor</li> </ul>	Lying at two anchor
25 m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lead out the chain equally</li> <li>Use the bow thruster to restrain yawing</li> <li>Ballast to reduce the wind effect</li> </ul>	Lying at two anchor (lead out the chain equally)
30 m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consideration of the use of engine</li> <li>All station S/B</li> </ul>	
Over 40 m/s	<ul style="list-style-type: none"> <li>Use of the engine</li> </ul>	

본 논문에서는 선박의 묘박안전성 평가, 선박에서의 안전대책 그리고 단계별 조치사항 등을 포함하여 묘박 지침을 작성·제한하였다. 이러한 묘박 지침은 선박이 인도될 시점에서 해당 선박에 제공됨으로써 선박을 운항하는 항해사 및 선장으로 하여금 보다 정량적으로 선박의 안전을 판단할 수 있게 되었다.

6. 결 론

실습선 한바다호를 대상으로 선체에 작용하는 외력과 외력에 대한 대항력을 수치적 계산 방법으로 상호 비교·분석함으로써 선박의 묘박 안전성을 정량적으로 평가하였다. 본 연구 결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 단묘박인 경우 풍속이 강해짐에 따라 앵커체인이 파주부 길이가 점점 짧아져 파주력이 점차적으로 작아져, 풍속이 35m/s 이상이 되면 Anchor Shank가 들림으로써 파주력이 급격하게 감소되었다.

둘째, 제진묘를 이용한 2묘박에서는 외력이 10m/s일 때는 파주력이 16ton 정도로 큰 차이를 보이는데, 20m/s에 이르러서는 2ton 정도로 차이가 거의 없었다. 그 이유는 Anchor Shank가 해저면에서 들림으로 파주력이 급격히 감소되었기 때문이다. 그러나 양현묘쇄를 모두 9새클 내어 주었을 때에는 외력이 50m/s에 이르기까지 일정한 파주력 감소가 유지되었다.

셋째, 단묘박인 경우 파주력만으로 외력에 대항할 수 있는 한계풍속은 약 30m/s로 확인되었다.

넷째, 양현묘쇄를 모두 9새클 내어 주었을 때에는 한계풍속이 약 40m/s로 확인되었다. 따라서 실습선 한바다호가 양현묘쇄를 모두 사용하여 최대 버틸 수 있는 한계풍속이 40m/s임을 감안한다면 적절한 시기에 엔진의 사용을 고려해야 할 것으로 판단된다.

마지막으로 선박의 묘박안전성 평가, 선박에서의 안전대책 그리고 단계별 조치사항 등이 포함된 묘박 지침을 제한하였다.

본 연구에서는 앵커 및 앵커체인에 의한 파주력만을 고려하였으나, 추후 파랑에 의한 표류력과 해조류에 의한 유압력 그리고 엔진 사용에 대한 후속 연구가 필요하다. 또한, 스윙현상을 고려하여 정면 풍압면적의 2배로 외력을 계산하였으나, 폭넓은 실선 데이터를 바탕으로 추후 외력의 적용에 대한 이론식에 대한 검증도 함께 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] 기상청(2003), “기상소식지 10월호”, pp. 26-27  
 [2] 마산지방해양수산청(2003), “해양사고 통계”, pp. 30-34  
 [3] 배석한, 정연철, 김세원, 윤종휘, 이윤석, 구연풍(2005), “묘박 중인 선박의 주요 한계에 관한 연구(Ⅱ)”, 한국항해항만학회지, 제29권, 제1호, pp. 173-179

- [4] 윤점동(2002), “선박조종의 이론과 실무”, 세종출판사, pp. 17-19
- [5] 이윤석, 정연철, 김세원, 윤종휘, 배석한, 구엔풍(2005), “묘박 중인 선박의 주요 한계에 관한 연구(I)”, 한국항해항만학회지, 제29권, 제1호, pp. 165-171
- [6] 정창현, 공길영, 이윤석(2008), “실습선 한바다호의 강풍시 어프로칭 조선 및 예인선 사용 기준에 관한 연구”, 한국항해항만학회지, 제32권, 제8호, pp. 597-602
- [7] Fujiwara(1998), “The Estimation of Wind Force and Moments Acting on Ships”, The Society of Naval Architecture of Japan, No.183, pp. 77-90
- [8] Honda(1986), “Ship Maneuvering, Chapter 4 : The Maneuvering for Entering Port and Anchoring”, Seong San Dang, pp. 13-21

---

원고접수일 : 2009년 01월 05일

원고수정일 : 2009년 02월 10일(1차)

2009년 02월 24일(2차)

2009년 03월 11일(3차)

게재확정일 : 2008년 03월 24일