

주요 사례를 통한 AC-14형과 ASS형 앵커의 파주계수 비교에 관한 연구

† 공길영 : 한국해양대학교 항해학부, kong@hhu.ac.kr

이윤석 : 한국해양대학교 운항훈련원, lys@hhu.ac.kr

정창현 : 한국해양대학교 한나라호, hyon@hhu.ac.kr

김종성 : 한국해양대학교 운항훈련원, kjsung@hhu.ac.kr

요 약 : 묘박 중인 선박은 주묘를 예방하기 위해서는 파주력을 크게 유지해야 하는데, 대부분의 파주력은 앵커에 의해 형성된다. 앵커의 파주력은 앵커의 형태와 수중무게 그리고 해저 저질에 따른 파주계수에 따라 달라진다. AC-14형 앵커는 ASS형 앵커에 비하여 2~2.5배의 파주력을 형성하는 것으로 알려져 있다. 그러나 이러한 파주계수는 모형실험 등을 통하여 정해진 것으로 실제 상황에서 그 유효성을 분석한 연구는 거의 없다. 따라서 본 논문에서는 AC-14형 및 ASS형 앵커의 파주계수를 실제 선박에서의 주요 사례를 분석하여, 현재 사용되고 있는 파주계수의 유효성을 확인하였다.

핵심용어 : 앵커, 파주력, 파주계수, AC-14형 앵커, ASS형 앵커

1. 서론

연구 배경 및 목적

해양 환경 변화로 인한 강력한 외력의 발생으로 선박의 주요 위험 증가

↓

묘박 안전성 측면에 있어서 가장 중요한 앵커의 비치 기준인 선급의 의장수 규정에 대한 검토 필요성 제기

↓

이 연구를 통해 충분한 의장수 조건을 만족시키는 앵커와 앵커체인을 선박 건조시부터 충족시킴으로써 묘박 안정성을 높이는데 기여할 것으로 기대됨

2. 선박의 주요사례 분석

2.1 선체에 작용하는 힘

외력과 대항력 요소

외력 요소	대항력 요소
- 바람에 의한 풍압력(F_W)	- 파주력(F_{HP})
- 파랑에 의한 표류력(F_D)	- 추진력(F_T)
- 조류에 의한 유압력(F_C)	
- 선체의 상하운동(F_H)	

평형 방정식

$$F_W + F_D + F_C + F_H = F_{HP} + F_T$$

2. 선박의 주요사례 분석

2.1 선체에 작용하는 힘

(4) 상하 운동

: 체인의 파주부 길이에 영향을 줌

✓ 앵커의 상크기 애저면에서 5° 틀리면 파주력이 1/4 감소되고, 15° 틀리면 1/2 감소됨(Dove의 실험).

✓ 주묘가 발생되는 대부분의 시점은 외력이 점점 강해져 애저에 놓인 파주부가 점점 줄어들어 앵커의 상크기가 틀리는 순간으로 판단됨.

2. 선박의 주요사례 분석

2.1 선체에 작용하는 힘

(5) 파주력

$$P_T = P_a + P_c = w_a \lambda_a + w_c \lambda_c l \dots \dots \dots (2-6)$$

여기서, P_T : 앵커와 체인의 총 파주력 ($t \cdot f$)

P_a : 앵커의 파주력 ($t \cdot f$), P_c : 체인의 파주력 ($t \cdot f$)

λ_a : 앵커의 파주계수, λ_c : 체인의 파주계수

w_a : 앵커의 수중중량(t), w_c : 체인의 수중중량(t)

l : 해저에 깔린 체인의 길이(m)

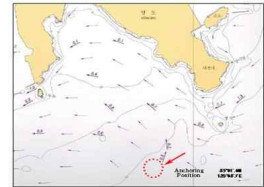
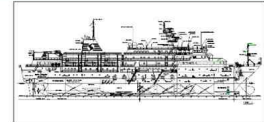


2. 선박의 주요사례 분석

2.2 주요 사례 분석

(1) 실습선 한바다호

Items	Dimensions
LOA / LBP	117.20 m / 104.00 m
Breath(B)	17.80 m
Draft(fores/mean/aft)	4.9/5.4/5.8 m
Displacement(2/3 Consumed)	5,600 ton
Block Coefficient(Cb)	0.5522 at 5.4 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 (AT)	300 m ²
Lateral Projected Area (AL)	1,480 m ²

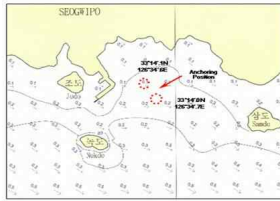
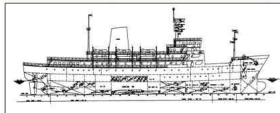


2. 선박의 주요사례 분석

2.2 주요 사례 분석

(2) 실습선 한나라호

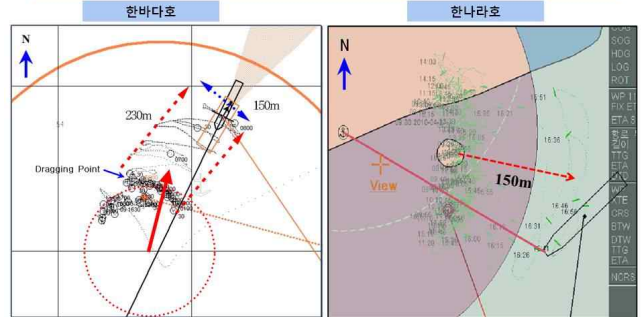
Items	Dimensions
LOA / LBP	102.7 m / 93.0 m
Breath(B)	14.5 m
Draft	F: 4.0m, M: 4.5m, A: 5.0m
Displacement	3,852 ton
Block Coefficient(Cb)	0.581
Anchor Weight	ASS(US) Type, 2,640 ton
Chain Cable	0.040 ton/m
Service Speed / Maximum Speed	15.25 kts / 17.00 kts
Main Engine (MCR)	4,000 BHP × 200 RPM
Transverse Projected Area (AT)	188 m ²
Lateral Projected Area (AL)	1,012 m ²



2. 선박의 주요사례 분석

2.2 주요 사례 분석

(3) 주요 당시의 ECDIS 항적 비교



2. 선박의 주요사례 분석

2.2 주요 사례 분석

(4) 대상 선박의 주요 환경 비교

condition	HANBADA		HANNARA	
	2009. 6. 10 06.30	2009. 6. 10 06.32	2010. 4. 27 16.00	2010. 4. 28 17.00
position	35°01' 0N 129°03' 7E	35°01' 0N 129°03' 7E	33°14' 1N 126°34' 6E	33°14' 0N 126°34' 7E
wind dir/sp'd (m/s)	SSW20	SSW25	WNW14	WNW16
current dir/sp'd (m/s)	NNE0.25	NNE0.25	ESE0.05	ESE0.1
wave height (m)	3	3	3	3
chain (shackle)	8	8	5	6
soundings (m)	57	57	30	38
seabed	Mud	Mud	Sand	Sand/Mud
dragging	No	Yes	Yes	No



2. 선박의 주요사례 분석

2.2 주요 사례 분석

(5) 주요 전후 대상 선박에 작용하는 외력의 비교

external force	HANBADA		HANNARA	
	2009. 6. 10 06.30	2009. 6. 10 06.32	2010. 4. 27 16.00	2010. 4. 28 17.00
wind force(ton)	10.9	17.3	4.6	6.0
friction force(ton)	2.5	2.5	0.3	0.3
drifting force(ton)	2.5	2.5	2.3	2.3
total ext. force(ton)	15.9	22.3	7.2	8.6



2. 선박의 주요사례 분석

2.2 주요 사례 분석

(6) 대상 선박의 파주계수 산출

Items	HANBADA		HANNARA	
	2009.6.10 06.30	2009.6.10 06.32	2010.4.27 16.00	2010.4.28 17.00
total ext. force (ton)	15.9	22.3	7.2	8.6
seabed	Mud	Mud	Sand	Sand/Mud
dragging	No	Yes	Yes	No
holding power (chain, ton)	0	0	0.3	0.5
holding power (anchor, ton)	over 15.9	under 22.3	under 6.9	over 8.1
coefficient (anchor)	over 7.3	under 10.3	under 3.0	over 3.5

※ 파주계수 산출 :

- 주요 전후의 시험을 기준으로 선박에 작용하는 전체 인력을 파주력과 동일한 값으로 봄.

- 선박의 중 파주력은 앵커의 파주력과 체인의 파주력으로 구성되는데, 인력이 강하게 작용할 경우 대부분의 파주력은 앵커에 의해 형성됨.

$$P_a = P_T - P_c, \quad \lambda_a = \frac{P_a}{W_a}$$

3. 앵커 형태에 따른 파주력 검토

앵커 형태에 따른 파주력 계수와 파주력

Items	HANBADA		HANNARA	
	Mud	Sand	Mud	Sand
Seabed				
Coefficient (anchor)	10	8	4	3
Anchor weight (seawater, ton)	2.15	2.15	2.3	2.3
Holding power (anchor, ton)	21.5	17.2	9.2	6.9

- 고파주력 앵커의 경우 의장수 표에서 정하는 재래형 앵커 질량의 0.75배에 해당되는 질량으로 할 수 있다고 규정하고 있음.
- 고파주력 앵커의 파주계수는 재래형 앵커의 2배 이상임.

- 이러한 조건을 토대로 파주력 계산을 한 결과 재래형 앵커가 설치된 선박은 고파주력 앵커가 설치된 선박에 비하여 파주력이 2배정도 작다는 결론을 얻음.

4. 선박의 의장수 분석

4.1 KR, ABS, Lloyd's, NK 선급의 의장수 비교

선급 비교	KR	ABS	Lloyd's	NK
의장수 계산식	$E(\text{의장수}) = \Delta^{2/3} + 2.0Lk + 0.1L4$ 의장수 계산식 모두 동일			
최소 의장수	205	150	50	50
의장수에 따른 앵커 규격	동일	동일	동일	동일
의장수에 따른 앵커 체인 규격	동일	동일	동일	동일

4. 선박의 의장수 분석

4.2 대상 선박의 의장수 계산

한바다호 의장수 계산

NO.	ITEM	EQUIPMENT NUMBER ACTUAL SHIP		
		EQUIP NO.	1008.8 (980 ~ 1060)	
1	CLASS	KR		
	EQUIPMENT LETTER	E3		
RULE REQUIREMENT		BUILDING SPEC.		
2	ANCHOR			
	WEIGHT	JIS TYPE	3,060kg	3300kg
		AC-14 TYPE	2,295kg	2,475kg

4. 선박의 의장수 분석

4.2 대상 선박의 의장수 계산

한나라호 의장수 계산

NO.	ITEM	EQUIPMENT NUMBER ACTUAL SHIP	
		EQUIP NO.	763.9 (720 ~ 780)
1	CLASS	KR	
	EQUIPMENT LETTER	D4	
RULE REQUIREMENT		BUILDING SPEC.	
2	ANCHOR/JIS TYPE		
	WEIGHT	2,280kg	2,640kg

5. 결론

1. 주요 사례를 통하여 앵커 형식에 따른 파주계수를 비교 분석한 결과, AC-14형 앵커가 ASS형 앵커에 비하여 파주계수가 2배 이상임을 확인함.
2. 앵커의 수중무게와 파주계수의 곱으로 계산되는 파주력은 AC-14형 앵커를 설치한 선박이 ASS형 앵커를 설치한 선박보다 2배 정도 큰 파주력을 가지는 것으로 확인됨.
3. 최근 신조선의 경우 대부분 AC-14형의 고파주력 앵커를 설치하고 있으나, 법적 규정은 없으며, 재래선의 경우 아직까지 ASS형의 앵커를 사용하고 있는 선박이 다수 존재하므로, 이에 대한 규정의 검토 및 보완이 필요할 것으로 판단됨.
4. 다양한 형식의 앵커 및 선형에 따른 실선 데이터 수집과 분석을 통하여 정량화된 의장수 규정 제시가 요구됨