

제한수역에서의 Model ship의 상호작용

박병수·김종화 ·김척수
경상대학교, 부경대학교, (주)부산선박

서론

제한수역에서는 bank cushion, squat의 작용으로 인하여 선체의 운동특성이 변화한다. bank cushion에서의 heading의 변화와 squat에서의 흘수의 변화는 안전항해를 위해 항해자가 필수적으로 알아야 할 사항이지만, 시운전성적에도 포함되지 않고 실선을 통한 실험도 어려운 실정이다. 본 연구에서는 model ship을 이용하여 실험을 행하였다.

재료 및 방법

수로의 측벽에 접근하여 항해하면, 선체양측의 흐름의 차가 생겨 압력분포가 변한다. 적절히 보침을 하지않으면 선박은 위험에 처하게되고 심한 경우에는 충돌이 일어나 피해가 발생하게 된다. 또한, 천수역에서 선체주위의 수압분포가 변하면, 그 수면에 대응하여 선체가 균형의 자세를 취하여 선체침하는 정지 시보다 더욱 가라앉아 선체전후의 침하상태가 틀려져 항주 중의 트림이 변한다.

1. Model의 구성

1) 수학적 model

3차원 공간에서 고체운동은 다음과 같은 벡터형식의 운동방정식으로 표현된다.

$$m \frac{dV}{dt} + m \frac{d\omega}{dt} \times r_G + m\omega \times V + m\omega \times \omega \times r_G = F$$

$$I \frac{d\omega}{dt} - m \frac{dv}{dt} \times r_G + \omega \times I\omega - m(\omega \times v) \times r_G = M$$

여기서, m 은 질량, $r_G = (x_G, y_G, z_G)$ 는 중심의 위치, $v = (u, v, w)$ 는 선속도벡터,

$\omega = (p, q, r)$ 은 각속도벡터, $F = (X, Y, Z)$ 은 외력의 합성벡터 그리고 $M = (K, M, N)$ 는 물체에 작용하는 외부모멘트의 합성벡터이다. I 는 관성모멘트이다.

2) Model ship의 제원

1,000 GT급 트롤어선을 model ship으로 사용하였으며 제원은 Table 1과 같다.

Table 1. Particular of model ship

Item	Specification	
Length	LOA	70.57 m
	LBP	60.60 m
Breadth	12.30 m	
GT	National	999 ton
Draft	4.0m	
Displacement	1,681ton	
GM	0.7m	
Cb	0.61	
Main engine	3,300HP	
Service speed	14Kts	

2. 방법

1) Bank cushion

Fig. 1의 이상측 그림과 같이 선박 우측에 측벽을 배치하여 시간에 따른 heading의 변화를 측정하였다.

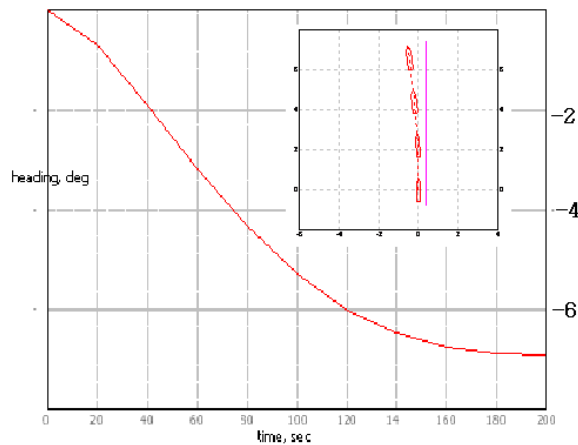


Fig. 1. Bank cushion

2) Squat

수심과 흘수의 비를 1.25 ~ 2.00으로 변화시켜 속력에 따른 선체침하량을 측정하였다.

결과 및 고찰

1. Bank cushion

선폭방향으로 해저가 경사되어있는 천수역을 항주할 때에는, 측벽에 접근하여 항주할 때와 같은 작용이 발생하여, 선수부는 해저사면으로부터 반발력을 받아 깊은 곳으로 밀게된다. 선폭에 대한 이안거리를 변화시켜 선수방위와 속력의 변화를 측정한 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 이안거리가 가까울수록 heading과 속력의 변화는 컸다. 선폭에 대한 이안거리가 0.2이하에서는 그 변화량이 이안거리를 초과하는 결과를 보였다.

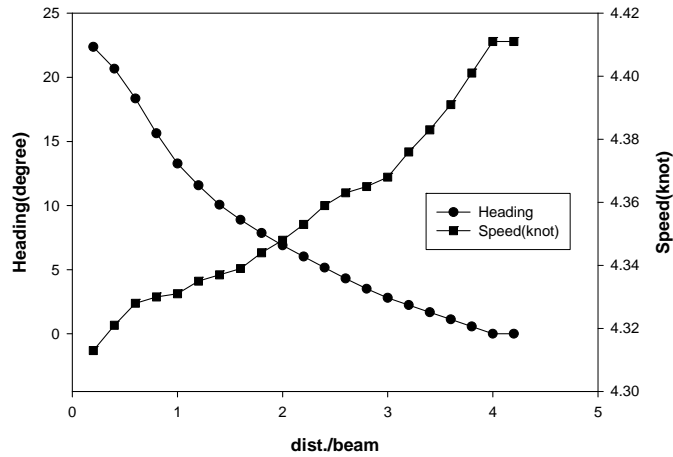


Fig. 2. Results of bank cushion

2. Squat

Froude수 $F_n (= V/\sqrt{L \cdot g})$ 이 0.06부근에서 항해 중의 선체침하현상이 나타나기 시작한다. F_n 이 0.3이하에서는 선수미 모두 침하하고 근소한 선수트림의 경향이 나타난다. 이 속도까지는 일반상선의 선속영역이므로, 상선의 대부분은 선수트림의 경향을 가지고 양상을 항해한다. F_n 이 0.3을 초과하면, 선수의 침하에 비해 선미의 침하가 커져 선미트림이 된다. F_n 이 0.6을 초과하는 고속이 되면, 선미트림으로 선체가 정지상태보다는 부상하여 수면을 활주하게 된다. 천수역에서의 항해 시 압력의 변화로 선체주위의 수위가 낮아지고 앞을수록 그 현상은 커진다. 항주중의 트림변화는 알아지는 만큼 선수트림에서 선미트림으로 이행된다. 흘수에 대한 수심의 변화에 따른 선체침하량은 Fig. 3과 같았다. 속력이 빠를수록 침하량은 커졌으며 최대침하량은 h/d 1.25 때 0.29 m를 나타내었다.

Table 2. Squat effect according to depth changes from the bottom(m)

depth/draft \ speed	1.25	1.3	1.4	1.5	2
1	0.0053	0.0052	0.005	0.004	0.0034
2	0.0201	0.0197	0.0187	0.0164	0.0138
3	0.044	0.043	0.0407	0.0382	0.0294
4	0.08	0.0781	0.072	0.0658	0.0535
5	0.124	0.1211	0.1128	0.1041	0.0821
6	0.1794	0.1736	0.1615	0.149	0.1195
7	0.2446	0.2356	0.2188	0.202	0.1615
8	0.2913	0.2864	0.2763	0.2641	0.2113

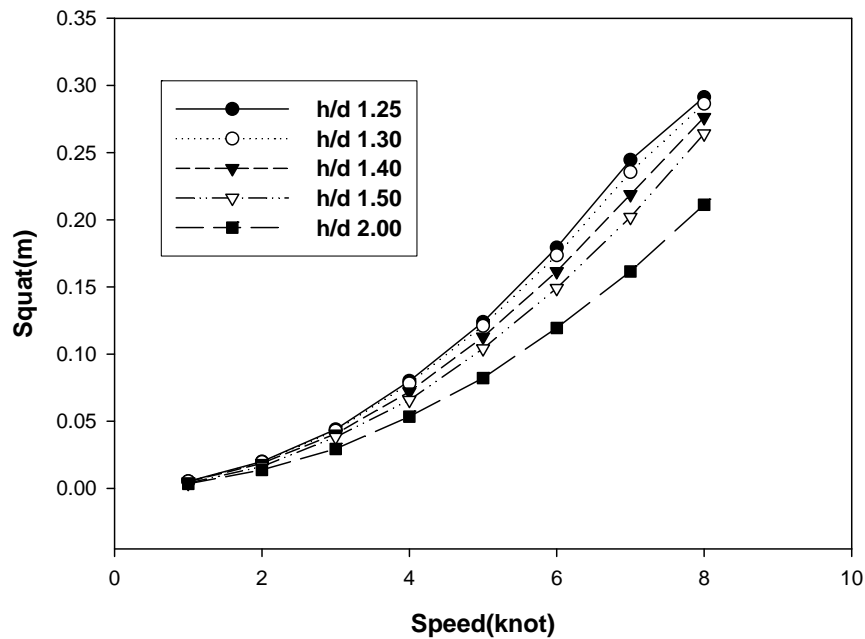


Fig. 3. Results of squat

참고 문헌

- 김세원 등, 2008. 천수 영역에서 저속 운항하는 선박의 조종성능 추정에 관한 연구, 대한조선학회 논문집 45 권 3 호
- 김연규 등, 2006. Flap 타 선박의 조종성능 추정 연구, 대한조선학회 논문집 43 권 2 호
- 김연규 등, 2006. POD 추진기선의 조종성능 추정 연구, 대한조선학회 논문집 43 권 2 호
- 설동명 등, 2005. 수중운동체의 잠수심도에 따른 수평면내 조종성능 변화에 대한 실험적 연구, 대한조선학회 논문집 42 권 6 호
- 임남균 b2005, 선박 조종성능 연구를 위한 선체형상 파라미터와 유체력미계수와의 관계분석, 한국항해항만학회지 29 권 8 호
- 이태일·권순홍, 2002. 선박의 조종성능 추정에 있어서 시스템식별법을 이용한 PMM 시험기법에 대한 연구, 한국해양공학회지 16 권 6 호