

예부선의 동역학 모델링 및 조종 성능 추정법 개발

† 여동진* · 한성환* · 김동진** · 김연규*

*한국해양연구원 해양시스템안전연구소

**서울대학교 조선해양공학과

Dynamics modeling and Estimation of Manoeuvrability for Tug-Barge Systems

† Dong-Jin Yeo* · Seong-Hwan Han* · Dong-Jin Kim** · Yeon-Gyu Kim*

*Maritime and Ocean Engineering Research Institute / KORDI, Korea

**Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Seoul National University, Korea

요 약 : 선박이 항만이나 운하 내에서 이동할 경우 일반적으로 예인선의 도움을 받아 운항하게 된다. 근래에 해상 물동량이 증가하면서 항만이나 운하 등지의 해상 교통이 복잡해지고 해난 사고 발생 가능성이 높아지는 추세이다. 따라서 예인선 및 부선의 조종 성능을 파악하여 전체 예부선 시스템의 운항 안정성을 확보할 필요가 있다. 예부선 시스템은 크게 예인선, 부선, 그리고 예인선과 부선을 연결하는 예인줄의 세 가지 요소로 구성된다. 본 연구에서는 예인선, 부선, 예인줄 각각의 동역학적 특성이 반영된 운동 방정식을 수식화하였다. 그리고 예인선의 수학 모형을 확립하기 위한 구속 모형 시험의 종류 및 범위에 대하여 논한다.

핵심용어 : 예인선, 부선, 예인삭, 조종운동방정식, 구속모형시험

ABSTRACT : In general, ships are towed to keep the safe operations in harbor or channel by tug boats. Due to increase in ocean traffic, many accidents are happened in harbor or channel in these days. Therefore it is necessary to predict manoeuvrability of tug-barge system, and to assure the safety of that system. Turg-barge system is composed of tug boat, barge, and towing cable, connecting both ships. Manoeuvring equations of tug-barge system are suggested, and the scopes of model tests are discussed to establish the mathematical models for tug boats in this paper.

KEY WORDS : Tug boat, Barge, Towing cable, Manoeuvring equations, Model tests

1. 서 론

예부선은 예선(Tug)과 부선(Barge)을 통틀어 부르는 명칭으로 최근 연근해 해상 물동량이 증가하면서 항만, 운하, 연근해에서 다양한 형태로 사용되고 있다. 예부선은 그 활용 방법에 있어 예인 상태에 따라 예인줄로 부선을 예인하는 선미 예인, 예선이 부선의 옆에 붙어서 예인하는 접현 예인과 예선이 부선의 선미에 합체되어서 예인하는 압항 예인으로 분류할 수 있다. 이러한 예부 상황에 대한 연구는 예선과 부선 각각에 대해서는 세계적으로 일부 수행된 결과가 있으나 통합된 예부 상황에 대한 심도 있는 연구는 많지 않은 실정이다. 특히 우리나라의 경우 대형 조선소를 주축으로 하여 대형 상선(유조선, 컨테이너선, LNG선 등)에 대한 연구는 많이 수행되었으나 소형 예선에 대한 연구는 전무한 상태임.

앞서 기술한 것과 같이 최근 예부선의 활용도가 높아지고 있

으며 이에 따른 해난 사고 등도 많이 발생하고 있다. 따라서, 예부선 운항과 같은 특수한 상황 및 목적에 대하여 분석할 수 있는 동역학 모델의 수립 및 예부선의 조종성능 추정에 대한 필요성이 증대되고 있는 상황이다. 본 논문에서는 한국해양연구원 해양시스템안전연구소에서 수행되고 있는 선미 예인 상황을 가정한 예부선의 동역학 모델링 및 조종 성능 추정법 개발 방안에 대하여 살펴본다.

2.. 예부선 동역학 모델

예부선의 동역학을 모델링하기 위하여 본 연구에서는 예선, 부선, 예인줄에 대한 개별적인 모델을 수립하고 이들에 대한 연결점 조건을 고려하여 통합 동역학 모델을 수립하고자 한다.

2.1 좌표계

예부 상태를 나타내기 위한 좌표계는 기본적으로 공간고정좌표계와 예선 및 부선의 선박고정좌표계를 사용한다.

..... (중략)

2.2 예선 동역학 모델

예선의 동역학 모델은 수평면의 경우 횡동요를 포함한 4자유도 운동방정식으로 표현할 수 있다.

..... (중략)

2.3 부선 동역학 모델

부선의 동역학 모델은 3자유도 운동방정식으로 표현할 수 있다. 부선의 선형은 단순한 형상을 가지는 것이 일반적이므로 보다 단순화된 다음과 같은 운동방정식으로 표현할 수 있다.

..... (중략)

2.4 예인줄 동역학 모델

예인줄의 동역학 모델은 *Catenary* 방정식을 이용하며 예선의 상하 운동에 의한 예인점 변화에 따라 다음과 같은 평형 방정식으로 모델링 될 수 있다.

..... (중략)

3. 예선의 구속모형시험

예선의 운동을 보다 정확히 예측하기 위해서는 구속모형시험 등을 통한 조종운동의 해석이 필요하다. 본 연구에서는 예선의 주요목에 대한 통계 자료를 참고하여 구체적인 선형자료를 얻을 수 있는 선박을 대상으로 한 구속모형시험을 계획하였다.

3.1 대상선

총 24척의 예선에 대한 주요목 자료의 통계를 분석하고 통계치에 근접하며 구체적인 선형자료를 얻을 수 있는 선박을 대상으로 하였다. 대상선박의 선형 및 주요 특성치는 다음과 같다.

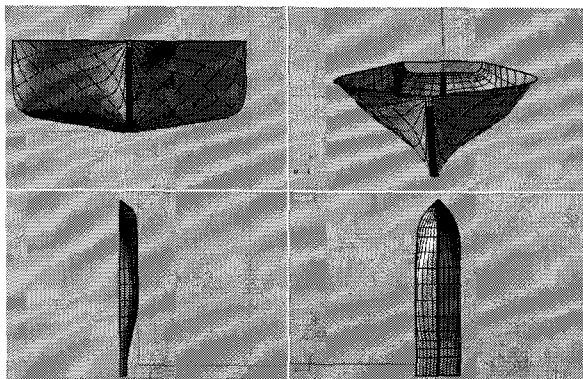


Fig. 1 Hull Form of Tug Boat

Table 1 Principal Particulars of Tug Boat

주요목	Lpp(m)	Breadth(m)	Draft(m)	Disp.(Ton)
	23.5	6.0	1.9	65
Twin Propeller, Twin Rudder				

..... (중략)

3.2 구속모형시험

구속모형시험은 예선의 조종운동을 보다 정확히 예측하기 위한 것으로 다음과 같은 시험이 계획되었다.

..... (중략)

간략 저항 및 자항시험

..... (중략)

정적시험

..... (중략)

동적시험

..... (중략)

5. 결 론

본 연구에서는 선미 예인을 가정한 예부 상황의 조종성능 추정을 위하여 예부 상태 모델을 예선, 부선, 예인줄 각각에 대한 동역학 모델을 고려하고 예선에 대한 구속모형시험을 계획하였다.(중략).....

후 기

본 논문은 한국해양연구원 해양시스템안전연구소에서 수행한 "예부선사고 분석 및 예방 기술(PES129A)" 과제에 대한 연구 결과의 일부이다.

참 고 문 헌

- [1] 여동진, 김연규, 김선영(2008), "CPMC 구속모형시험에 대한 Uncertainty Analysis의 적용", 대한조선학회 2008년도 추계학술대회논문집, pp. 81~88.
- [2] Capt. Hensen, H.(1997), *Tug Use in Port*, The Nautical Institute.
- [3] Capt. Livingstone, G. H. and Capt. Livingstone, G. H.(2006), *Tug Use Offshore, in Bays and Rivers*, The Nautical Institute.
- [4] Sisong, Y. and Genyu, H.(1996), "Dynamic Performance of Towing System - Simulation and Model Experiment", OCEANS '96. Conference Proceedings, pp. 216-230.