

# 정수중 부선 주위의 유동 특성에 관한 연구

이상민† · 정우철\* · 김현수\*\*

† 군산대학교 해양생산학과 교수, \*\*\*인하공업전문대학 선박해양시스템과 교수

## Study on the Flow Characteristics around a Barge in Still Water

Sang-Min Lee<sup>†</sup> · Uh-Cheul Jeong\* · Hyun-Soo Kim\*\*

<sup>†</sup> Dept. of Marine Science and Production, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

\*,\*\*Dept. of Ship & Ocean System, Inha Technical College, Incheon 402-752, Korea

**요약** : 본 연구에서는 모형실험 및 수치계산에 의해 정수중 부선 주위의 유동해석을 실시하였으며, 이를 통하여 객관적이고 정량적으로 부선의 저항추진 성능을 파악할 수 있었다. 먼저 회류수조에서 모형실험을 실시한 후, 실험에서 얻어진 데이터와의 비교를 통한 CFD의 유효성을 검증하고, 다른 형태의 예부선 선박 주위의 유동장 계산에 적용시켜 해결할 수 있는 가능성을 확인 하였다. 부선의 선수 형상에 의하여 저속일 때 25% 정도의 저항이 차이나는 현상을 모형실험을 통하여 파악할 수 있었으며, 유효마력은 7kts부터 급격히 증가하므로 적재상태별 경제적인 운항속력을 선정하여 효율적인 예부선 업무를 수행해야 할 것으로 판단된다.

**핵심용어** : 부선, 저항추진성능, 유동해석, 전산유체역학, 모형실험

### 1. 서 론

어려운 환경속에서 안전하고 효율적인 예항업무를 지원하기 위해서는 사전에 예부선에 대한 과학적인 데이터를 충분히 확보하여 이를 토대로 한 예인 업무의 자료로서 활용하여야 한다. 예부선의 해상에서의 안전 운항을 위한 예부선의 사고분석 및 예방기술 등에 관한 연구들이 활발히 진행중에 있다.

특히 부선 운송 형태에서 가장 일반적인 형태인 선미예인의 경우 실패역에서의 정확한 예인력의 추정이 매우 중요하다고 할 수 있다. 예인력을 추정하기 위해서는 우선 예선과 부선의 저항성능 및 예부선 주위의 유동장 특성을 파악할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 첫 번째 단계로서 정수중 부선 주위의 유동 특성을 조사 및 분석하기 위하여 부선의 저항성능을 모형실험과 CFD를 이용한 수치계산에 의하여 해석하고자 한다. 모형실험은 무한수심 조건에서의 회류수조에서 저항과 선측파형 등을 관측하였으며, 유동장 해석을 위하여 VOF (Volume of Fluid)법을 기초로 한 수치 시뮬레이션을 이 행한다. 수조 실험 결과와 상호 비교함으로써 본 수치계산법의 타당성에 대하여 논의하며, 부선의 저항성능 및 선체 주위 유동장의 특성을 분석하고자 한다.

### 2. 모형 실험

설계속도를 7kts로 정하고 역조와 순조의 조류 영향을 고려

† 교신저자 : 이상민(중신회원), smlee@kunsan.ac.kr, 063)469-1814

\* 공동저자 : 정우철(정회원), ucjeong@inhac.ac.kr, 032)870-2176

\*\* 공동저자 : 김현수(정회원), hyunsookim@inhac.ac.kr, 032)870-2172

하여 5kts~10kts의 구간에서 실험을 실시하여 각 속도에 따르는 저항 특성을 비교·검토 하였다. 부선의 저항성능을 추정하기 위한 모형실험은 인하공업전문대학의 회류수조에서 실행하였으며, 2가지 선형의 부선 모델로서 1/50 축척으로 제작된 모형을 이용하였다.

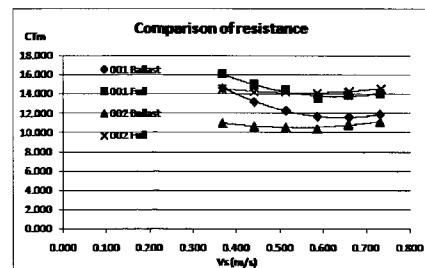


Fig. 1 Total resistance coefficient,  $C_{tm}(10^{-3})$

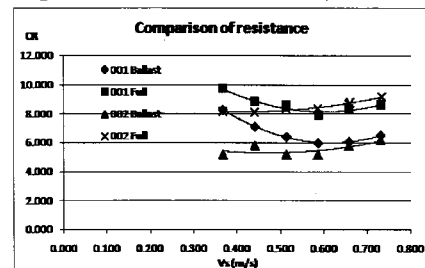


Fig. 2 Residual resistance coefficient,  $C_r(10^{-3})$

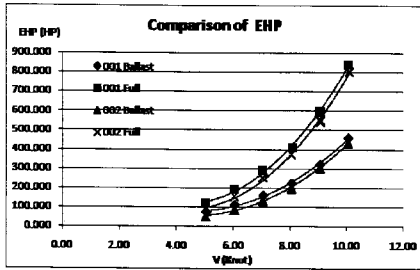


Fig. 3 EHP curve (HP)

Fig. 1의 모형의 전저항 계수(Ctm)를 살펴보면 만재상태에서 <001>모델과 <002>모델 사이에는 0.367m/s(실선의 5kts)를 제외하고 전반적으로 큰 차이가 보이지 않는다. 그러나 경하상태인 경우 0.367m/s에서 <001>보다 <002>모델이 25%정도 감소되고, 0.732m/s(실선의 10kts)에서는 7%가량 감소되고 있음을 확인 할 수 있다. 저속의 경하상태에서 조파저항을 포함하는 잉여저항 성분(Fig. 2)은 <001>모델이 <002>모델보다 월등히 높기 때문에 전체적인 저항값이 <001>모델에서 크게 발생하는 것으로 판단된다. 이러한 현상은 만재상태와 경하상태 모두 고속으로 될 수록 점차 감소하는 경향을 보여준다. 선수형상의 영향으로 <002>모델의 선박이 <001>모델 선박보다 저항성능이 전반적으로 우수하며 저속상태일 때 그 특성이 더욱 크게 나타나고 있음을 확인 할 수 있다. Fig. 3을 살펴보면, <001>모델의 경우 경하상태에서 만재상태가 될 경우 5kts에서 65%, 7kts에서 81%, 10kts에서 83%씩 각각 추가적인 유효마력의 증가가 필요한 것으로 나타난다. <002>모델에서도 거의 유사한 성향을 보여주고 있다. 설계속도 7kts부터 마력증가가 급속히 커지므로 적재상태별 경제적인 운항속력을 선정하여 효율적인 예부선 업무를 수행해야 할 것으로 판단된다.

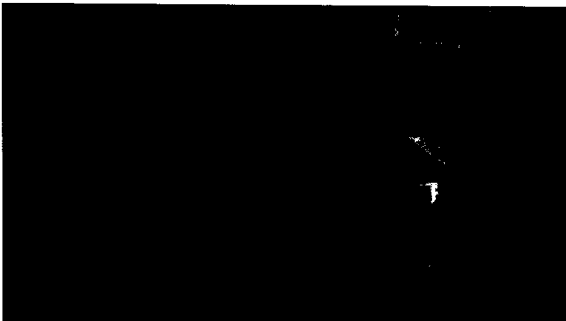


Fig. 4 Wave patterns for KNU-002 (full load condition, V=10 knots)

### 3. 수치 시뮬레이션

본 연구에서는 부선 주위의 유동장 해석을 위하여 Fluent를 이용하여 수치계산을 실시하였다. Fig. 6에는 <001>모델이 만재상태에서 10kts로 항주하고 있을 때의 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다. 모형실험 결과인 Fig. 5와 비교하여 보면 선수부 및 선측에 발생하는 파형을 시뮬레이션에 의해서도 매우 잘 구

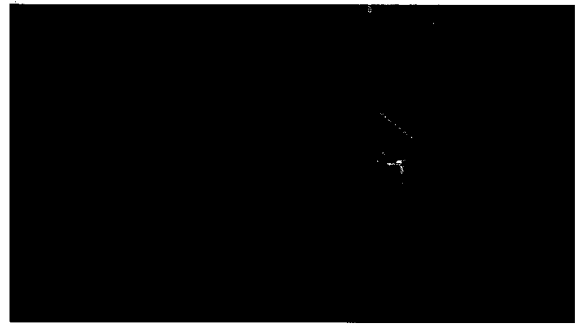


Fig. 5 Wave patterns for KNU-001 (full load condition, V=10 knots)

현해 내고 있음을 확인 할 수 있다. 또한 설계 속도 7kts에서의 전저항 계수 값은  $13.436 \times 10^{-3}$ 으로 모형실험에 의해 얻어진 값  $14.396 \times 10^{-3}$ 과 유사한 결과를 보여주고 있다. 이와 같이 실험 결과와의 종합적인 비교를 통해 본 연구에서 사용된 수치계산법의 타당성을 확인 할 수 있다.

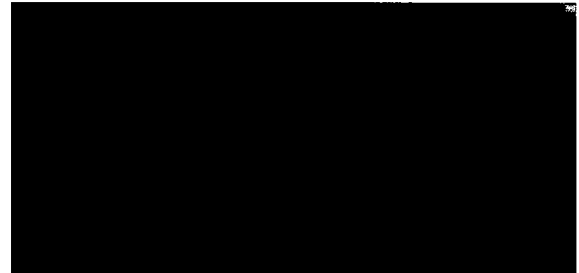


Fig. 6 Wave patterns for KNU-001 (full load condition, V=10 knots)

### 4. 결 론

본 연구에서는 모형실험 및 수치계산에 의해 정수중 부선 주위의 유동해석을 실시하였으며, 이를 통하여 객관적이고 정량적으로 부선의 저항추진 성능을 파악할 수 있었다. 먼저 회류수조에서 모형실험을 실시한 후, 실험에서 얻어진 데이터와의 비교를 통한 수치계산의 유효성을 검증하고, 다른 형태의 예부선 선박 주위의 유동장 계산에 적용시켜 해결할 수 있는 가능성을 확인 하였다.

### 후 기

이 논문은 2008년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-331- F00046)

### 참 고 문 헌

- [1] 김세원, 정우리, 정태권(2009a), "예부선 안전운항 개선 방안 (II)", 한국항해항만학회 제33권 제2호 추계학술대회논문집, pp. 20~22.
- [2] 남종호, 현범수, 김태운, 김대현(2007), "수퍼요트의 초기 선형 선정을 위한 유체성능해석 및 모델링기법", 대한조선학회논문집 제44권 제4호, pp. 451~458.