

파랑 중 벨러스트상태의 저속비대선 후류 유동장 계측

김호** · 김명수** · 서광철***

*, ** 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소, *** 목포해양대학교 조선해양공학과

Wake Field Measurement for Low-Speed Full Ship Ballast Condition in Waves

Ho Kim** · Myoung-Soo Kim** · Kwang-cheol Seo***

*, ** Korea Research Institute of Ship and Ocean Engineering, *** Mokpo National Maritime University

핵심용어 : 스테레오 입자영상유속계, 와류방출, 공칭반류, 위상동기화장치

Key Words : SPIV(Stereo Particle Image Velocimetry), Vortex Shedding, Nominal Wake, Phase Synchronize System

1. 개요 및 연구목적

파랑 중 선박의 속도성능에 대한 관심이 높아져 가고 있지만, 아직까지 대부분의 파랑 중 속도성능에 대한 연구들은 주로 파랑 중 부가저항의 관점에서 수행되고 있으며, 파랑 중 벨러스트 조건에서의 선미 부 유동 해석에 관한 연구는 세계적으로도 연구사례를 찾아보기 힘든 상황이다.

아울러, 본 연구에서 수행된 파랑 중 선미 부 프로펠러 면으로 유입되는 유동계측 결과는, 기존 CFD해석 결과의 확인(verification) 및 검증(validation)용으로 사용될 수 있으며, 또한 프로펠러 설계 시 프로펠러의 하중 변동에 관한 문제, 추진 효율 향상 및 선박의 연료절감장치(energy saving device) 설계에 참고할 수 있는 기초 자료로 유용하게 활용될 수 있기를 기대해본다.

2. 연구방법

실험은 전 세계적으로 수치해석 및 실험 계측 결과가 공개되고 있는 KVLCC2 선형의 모형선을 사용하였다. 정면으로 입사하는 파도의 조건은 $\lambda/L_{pp}=0.6, 0.9, 1.5$ 이며, 적재 하중 조건은 벨러스트상태(ballast condition)인 $df=0.067, af=0.119$ 이다.

파랑 중 모형선의 공칭반류와 부가저항을 동시에 계측하기 위하여, 저항시험장치, 트래버스(traverse system), 위상동기화장치, SPIV시스템을 예인전차에 설치하여 파랑 중 각 위상에 대한 프로펠러면의 유입유동을 계측하였다.

3. 결과 및 고찰

이하에 보여지는 결과에서 좌표 값은 선체길이 L_{pp} , 속도는 예인속도 U , 와도는 L_{pp} 와 U 로 무차원화 하였으며, 해석알고리즘은 상호상관법을 이용하여 최종적으로 32×32 pixel을 검사영역으로 설정하였다.

저속 비대선 프로펠러 면의 대표적인 유동 특성인 거대 빌지 보오텍스(bilge vortex)가 생성되었으며, 보오텍스의 중앙에서 강한 와도가 발생하였다. 선체의 좌우 빌지를 따라 생성되는 한 쌍의 빌지 보오텍스는 서로 반대 방향으로 회전하면서 프로펠러면으로 유입되어, 프로펠러 후류 유동 특성에 영향을 미치게 된다. 여기에서는 반시계 방향의 회전을 양의 값으로, 시계 방향의 회전을 음의 값으로 설정하였다.

4. 결론

본 연구에서는 SPIV 시스템을 이용하여 파랑중 항주하는 벨러스트상태의 KVLCC2 모형선에 대한 공칭반류계측을 수행하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

$\lambda/L_{pp}=0.6$ 에서는 선체 운동의 진폭이 작기 때문에 선미 부 유동장 발달에 영향을 주는 주된 요인은, 물 입자의 궤도 운동(orbital motion)에 의한 파의 압력구배 변화로 판단된다. $\lambda/L_{pp}=0.9$ 와 $\lambda/L_{pp}=1.5$ 의 계측 결과에서는 선체 운동의 진폭이 상대적으로 커짐에 따라 프로펠러 보스의 상하 운동으로 인한 빌지보오텍스의 궤적 변화가 위상 별로 다르게 나타났다.

* First Author : kimho@kriso.re.kr, 042-866-3449

† Corresponding Author : kimho@kriso.re.kr, 042-866-3449