2009년도 공동학술대회 "해양산업의 녹색성장을 위한 선도전략" 논문집 pp. 30~31

쾌속여객선의 수중부유물과의 내충돌 안전성 평가

† 이상갑 · 이재석* · 백윤화* · 전승환**

† 한국해양대학교 조선해양시스템공학부 교수

* 한국해양대학교 대학원 조선해양시스템공학과 대학원생

** 한국해양대학교 항해시스템공학부 교수

Crashworthy Safety Assessment of High Speed Passenger Ship with Underwater Floating Matter

† *Sang-Gab Lee · Jae-Seok Lee* · Yun-Hwa Baek* · Seung Hwan Jun***

† *Div. of Naval Architecture & Ocean Systems Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea*

* *Graduate School, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea*

** *Div. of Navigation System Engineering, Korea Maritime University, Busan 606-791, Korea*

요 약 : 본 연구의 목적은 쾌속여객선과 수중부유물과의 실선 충돌응답해석을 통하여 선체와 승객의 내충격 안전성 평가를 수행하는 것이다. 그동안 수중부유물과의 충돌사고로부터 발생하였던 선체와 승객들의 손상자료들을 면밀히 검토하고 평가하여 쾌속여객선 수중익 시스템의 수중부유물과의 충돌에 의한 손상구조를 철저히 파악함으로써 내충격 안전성 평가를 위한 다양한 충돌 시나리오를 작성할 수 있었다. 주변 유체를 고려하는 LS-DYNA 코드의 유체-구조 연성 해석기법과 국부 zooming 해석기법을 사용하여 쾌속여객선의 수중부유물과의 충돌응답해석을 수행하여 선체와 승객의 내충격 안전성 평가를 수행하였다.

핵심용어 : 쾌속여객선, 승객, 수중부유물, 수중익 시스템, 실선 충돌응답해석, 내충격 안전성 평가, 유체-구조 연성 해석기법, 국부 zooming 해석기법, LS-DYNA 코드

ABSTRACT : *Through the full scale ship collision response analysis of high speed passenger ship with underwater floating matters, the objective of this study is to perform the crashworthy safety assessment of its hull and passengers. For this safety assessment, diverse collision scenarios could be established through the thorough understanding of damage mechanisms due to the collision of its hydrofoil system with underwater floating matter examining the damage informations of its hull and passengers from the collision accidents, and through the estimation of the damages of its hull and passenger. The next step, crashworthy safety assessment of its hull and passengers, was carried out by the collision response analyses of high speed passenger ship with underwater floating matter using Fluid-Structure Interaction(FSI) analysis technique of LS-DYNA code in consideration of surrounding water, and using local zooming analysis technique.*

KEY WORDS : High Speed Passenger Ship, Passenger, Underwater Floating Matter, Hydrofoil System, Full-Scale Ship Collision Response Analysis, Crashworthy Safety Assessment, Fluid-Structure Interaction(FSI) Analysis Technique, Local Zooming Analysis Technique, LS-DYNA code

1. 서 론

본 연구에서는 수중부유물과 쾌속여객선의 충돌에 의한 선박 및 승객의 실선 충돌응답해석을 통하여 선체의 손상을 예측하고 승객의 안전성을 추정하였다. 이를 위해서 본 연구에서는 LS-DYNA 코드의 유체-구조 연성(FSI ; Fluid-Structure Interaction) 해석기법을 이용한 수중부유물과 쾌속여객선의 실선 충돌 시뮬레이션을 수행하고 국부 zooming 해석기법을 이용하여 승객의 거주 갑판, 의자, 벨트 및 승객의 인체 모델링 dummy에 대한 충격응답해석을 수행하여 선체의 손상 예측과 승객의 안전성을 추정하였다.

† 교신저자 : 종신회원, sglee@hhu.ac.kr, 051)410-4306

* 학생회원, wonman100@hanmail.net, feeljaedol@hanmail.net, 051)410-4934

** 종신회원, korjun@hhu.ac.kr 051)410-4444

- 충돌사고에 의한 쾌속여객선의 선체 및 승객 손상자료 평가
- 충돌 시뮬레이션을 위한 쾌속여객선의 충돌 손상기구 파악
- 수중부유물과 쾌속여객선의 실선 충돌 시뮬레이션 수행
- 국부 zooming 해석을 통한 승객의 안전성 해석

2. 실선 충돌 시뮬레이션 및 승객의 안전성 해석

Fig. 1과 2는 각각 유체-구조 연성해석 기법을 이용한 쾌속여객선의 실선 충돌 시뮬레이션 및 국부 zooming 해석을 통한 승객의 안전성 해석의 일부를 보여 주고 있다.

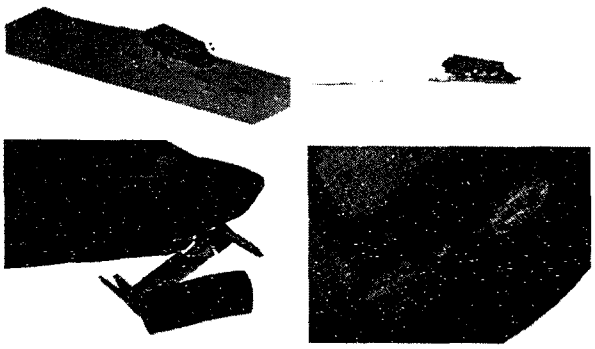

Fig. 1 Collision and damage behaviors of high speed ship

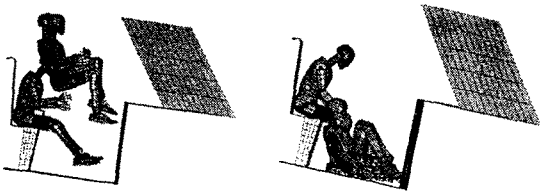

Fig. 2 Collision behavior of passengers at deck

3. 결론 및 고찰

본 연구를 통하여 다음과 같은 점들을 고찰할 수 있었다.

- 본 연구에서와 같이 정도 높은 내충격 응답해석을 위해서 쾌속여객선의 선체와 선수 foil & strut system에 대한 도면을 비롯하여 수중부유물에 대한 정확한 정보들이 필요하지만 많은 노력을 기울였으나 여전히 미흡한 점들이 다소 있었다.
- 손상 및 실측자료를 이용하고 정도 높은 시뮬레이션을 수행하여 쾌속여객선의 선수 foil & strut system과 선체의 손상 발생 mechanism을 상당히 정확하게 파악할 수 있었다. 국내 쾌속여객선의 선저부위의 파공이나 침수가 발생하고 승객들에게도 큰 충격을 주는 것은 수중부유물의 선수 foil & strut system과의 충돌에 대한 bulbous bow의 지렛대 역할이 가장 큰 요인이라는 것을 본 연구를 통해서 파악할 수 있었다. 이러한 손상 기구에 가장 중요한 요소는 absorber의 용량과 bulbous bow의 구조에 대한 정확한 자료가 필요하지만 애석하게도 본 연구를 수행하는데 명확한 자료가 없었다. 정도 높은 시뮬레이션을 이용하여 전반적으로 손상 mechanism을 정확히 파악하였다.
- 수중부유물과 쾌속여객선의 충돌에 의한 선체의 손상과 충돌 거동은 수중부유물의 충돌로 인한 충격력과 foil & strut system의 파손으로 인한 선수부의 갑작스런 양력지지 손실로 인하여 고속의 선수부가 수면으로 내리치는 현상을 구현하기 위해서는 본 연구에서와 같이 유체-구조 연성해석 기법을 사용하는 것이 매우 적절하였고, 승객의 안전성 추정도 본 연구에서와 같이 국부 zooming 해석을 수행한 것이 가장 유효하였다고 사료된다. 그러나 선체와 유체영역의 유한요소 크기에 비하여 선수 foil & strut system의 손상 mechanism을 정확히 구현하기 위해 필요한 유한요소 크기가 매우 작아서 유체-구조 연성해석을 이용한 충돌 시뮬레이션을 수행할 수 없었다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 선수 foil & strut system의 이상화 모델을 개발하여 보완하였으며 전반적인 거동을 잘 나타내었다고 사료된다.
- 짧은 시간에 부족한 자료와 매우 정도 높은 충돌 시뮬레이션을 수행하는 데에는 다소 문제가 있었다. 보다 더 다양한 시나리오를 수행할 시간적 여유가 없었고, 가장 핵심적인 bulbous bow와 absorber의 용량에 대한 명확한 자료가 없어 본 연구를 통한 정확한 손상 결과를 도출할 수 없었다. 그러나 수중부유물과 쾌속여객선의 충돌 시 국내 쾌속여객선의 bulbous bow 구조의 지렛대 역할로 인하여 선체와 승객에 더 큰 충격을 주었고 선수 선저구조에 파공을 발생시켜 침수가 된다고 사료된다.
- 본 연구에서의 승객 안전성 검토를 통하여 벨트를 매고 의자에 앉아있을 경우가 충돌사고에 대하여 확실히 안전성이 크게 향상된다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 선수부 선실이 중앙부 선실에 비하여 충격에 대한 승객의 손상 정도가 훨씬 크므로 벨트를 매지 않는 승객들의 충격 완화를 위하여 선실 주위 구조물에 특별히 관심을 가져야 할 것으로 사료된다. 보다 정확한 bulbous bow와 absorber의 용량에 자료가 있다면 보다 정확한 충돌 손상거동을 추정할 수 있겠지만 현재의 연구를 통해서 수중부유물과의 쾌속여객선 선수 foil & strut system과의 충돌로 인한 선체의 안전성을 크게 발생하지 않은 것과 hull bourn 상태에서의 쾌속여객선의 복원성은 대체로 우수하다는 점에 비추어 침몰은 발생하지 않을 것으로 사료된다.

후 기

본 연구는 국토해양부의 지원으로 수행하였습니다.