

고도 정밀 M&S 시스템을 이용한 해양안전기술

† 이상갑

† 한국해양대학교 조선해양시스템공학부 교수, Marine Safety Technology 대표,

Marine Safety Technology using Highly Advanced M&S System

† Sang-Gab Lee

† Division of Naval Architecture & Ocean Systems Engineering, Korea Maritime & Ocean University,
Marine Safety Technology, Busan 606-791, Korea

요 약 : 최근 대용량 고속 컴퓨터의 출현과 고도 비선형 동적 해석 소프트웨어가 개발됨에 따라 안전사고 규명과 안전설계 등에 고도 정밀 Modeling & Simulation(M&S) 시스템이 널리 적용되고 있다. 특히 해양안전은 천배의 밀도를 갖는 해양에서의 내충돌 및 내충격 응답을 실선 규모로 규명 분석하여야 할 것이다. 이를 위해서는 고도 정밀 M&S 시스템에 유체-구조 연성(Fluid-Structure Interaction, FSI) 해석기법을 적용하여야 보다 정확하고 합리적인 안전성을 평가할 수 있다. 여기서는 이러한 고도 정밀 M&S 시스템을 적용한 해양안전기술의 적용 분야를 소개하고자 한다.

핵심용어 : 안전사고 및 설계, 고도 정밀 M&S 시스템, 유체-구조 연성 해석기법, 해양안전기술

1. 서 론

고도 정밀 Modeling & Simulation (M&S) 시스템을 이용한 해양안전사고의 원인규명, 선박 해양플랜트의 안전성 평가와 구조설계 등 해양안전에 관한 엔지니어링 기술과 친환경 고효율 복합재 프로펠러를 중·대형 선박에 상용화하는 조선기술을 소개하고자 한다. 최근 고속 대용량 전산시스템의 등장과 함께 고도 비선형 소프트웨어가 개발됨에 따라 자동차, 항공기 및 선박 등의 내충돌 안전설계와 사고 손상원인을 규명하는데 고도 정밀 M&S 시스템이 가장 효율적이고 신뢰성을 극대화할 수 있다는 것은 잘 알려져 있다.

선박 해양플랜트는 공기보다 1,000배의 밀도를 갖는 물에서 운동하고 영향을 받는 특성을 가지고 있으므로, 이러한 특성을 보다 정확하게 고려할 수 있는 유체-구조 연성(Fluid-Structure Interaction, FSI) 해석기법을 적용한 고도 정밀 M&S 시스템이 해양안전사고의 원인규명과 안전성 평가를 보다 정도(accuracy) 높고 합리적으로 수행할 수 있을 것이다.

최근 전 세계적으로 배출가스규제 등 환경규제가 강화되고 고유가가 지속됨에 따라 친환경 고효율 선박 및 추진기 개발이 시급한 상황에 있다. 세계적인 선박용 프로펠러 제작회사

인 나카시마 프로펠러가 올해 6월 CFRP(탄소섬유 강화 플라스틱) 프로펠러를 개발하여 세계 최초로 상선에 탑재하였으며, 동합금 프로펠러와 비교하여 약 40% 가볍고 동일 선속에서의 필요마력이 약 9% 감소하였으며 경량화에 따라 선체진동도 감소하였음을 보고하고 있다.

2. 해양안전사고 원인규명 및 안전성 평가

본 연구진은 유체-구조 연성 해석기법을 적용하고 손상의 판단기준을 잘 만족시키는 고도 정밀 M&S 시스템을 개발하여 실선(full-scale)의 충돌, 좌초, 접촉, 전복, 침수 및 침몰 등의 다양한 해양안전사고의 원인규명과 특수선, 고부가가치선 등의 충돌, 좌초, 폭발, 슬로싱, 빙산 또는 평탄빙과의 연성 등을 고려한 구조 안전성 평가를 수행하고 있다. 특히 유체-구조 연성 해석기법을 적용한 실선 충돌, 좌초, 접촉, 전복, 침수 및 침몰에 관한 고도 정밀 M&S 시뮬레이션을 수행하고 있는 곳은 세계에서 본 연구진만이 유일하게 수행하고 있다.

최근 폭풍 및 해일성 파도 등을 구현하는 기법을 개발하여 최악의 기상상태하의 해양안전사고의 원인규명을 할 수 있게 되었고, 침몰된 세월호와 같은 큰 선체의 인양 시 보다 안전적이고 정확한 인양 과정을 재현하여 인양 소요시간을 줄이고

† 교신저자 : 종신회원, sglee@kmou.ac.kr

인양 시 발생할 수 있는 위험요소를 줄일 수 있을 것이다. 해양안전사고 원인규명을 위한 고도 정밀 손상 시뮬레이션 M&S 기술은 사고원인의 과학적인 분석 뿐 만 아니라 사고 메카니즘을 정확히 밝혀내어 유사한 상황의 사고가 재발하지 않도록 선박의 안전설계 및 안전항해 등 예방 대책을 마련하고, 선원 재교육의 기반 기술로도 활용이 가능하다.

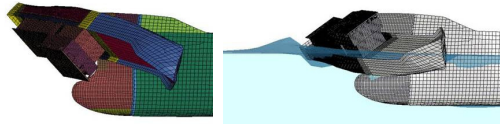


Fig. 1 Full-scale collision simulation between fishing boat and bulk carrier

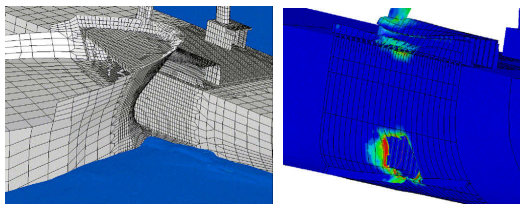


Fig. 2 Full-scale collision simulation of pelagic fishing ship and bulk carrier

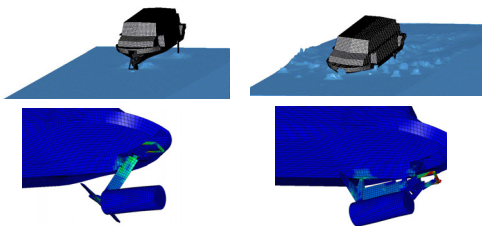


Fig. 3 Collision safety assessment of high-speed passenger with whale

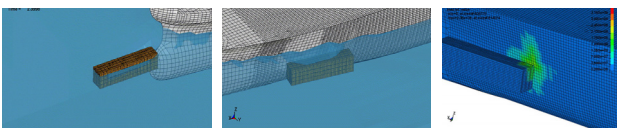


Fig. 4 Collision damage assessment of bulk carrier with floating or submerged object

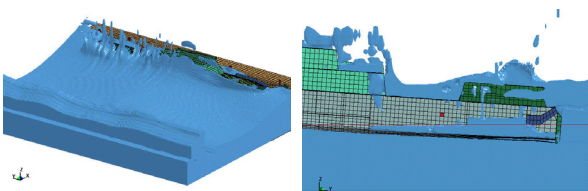


Fig. 5 Full-scale flooding simulation of ship

3. 선박 해양플랜트 구조학 및 설계

선박 해양플랜트의 구조해석 및 설계에 적합한 PATRAN/

NASTRAN과 SACS 등의 구조해석 프로그램과 해석기법을 적용하여 최적의 구조설계를 수행하고 있다. 특히 화재폭발, 낙하물(drop object)에 의한 충격손상, 접안 시 선박충돌 등의 사고하중(accidental load) 추정과 관련된 분야는 고도 정밀 M&S 시스템을 사용하여 안전하고 합리적인 내충격 구조설계를 수행하고 있다.

4. 복합재 유연 프로펠러 해석, 설계 및 제작

본 연구진은 복합재 유연 프로펠러를 국내 최초로 점진적 구조 파손해석, 설계 및 제작을 하여 성능시험도 수행하였으며 현재는 친환경 복합재 프로펠러를 중·대형 선박에 상용화하고자 연구를 수행하고 있다. 현재 동합금 선박용 프로펠러에 비하여 가볍고 고강도의 부식에 강한 복합재 프로펠러는 수중 방사소음에 우수하여 해군의 함정, 어뢰 및 요트 등에 사용되고 있으며, 대형 조선소에서도 상용화를 검토 중에 있다. 복합재의 압축성형과 유연성에 따른 프로펠러의 성능에 미치는 영향 등의 고효율의 프로펠러 설계와 제작을 위한 폭 넓은 연구가 필요하다.

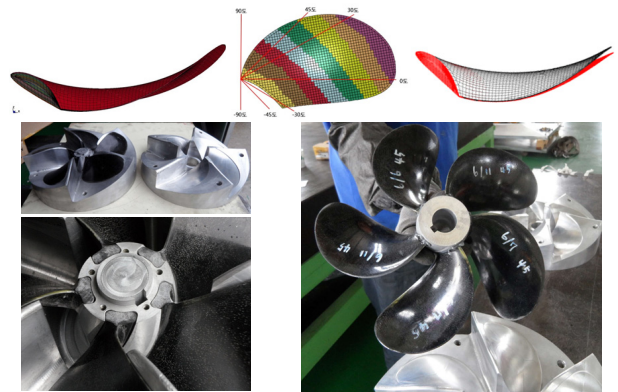


Fig. 6 Progressive fracture structural analysis and manufacture of composite flexible propeller

5. 결 론

신속하고 정확하게 사고원인을 규명하고 분석하여 안전사고 심판과 재판에 소요되는 경비를 크게 절감할 수 있으며, 사고 메카니즘을 과학적으로 규명하여 유사한 사고의 재발을 방지하고 선박의 안전설계와 안전항해 등의 예방 대책에 기여할 것이다.

그리고 구조설계 분야는 정확한 안전성 평가와 효율적인 구조설계를 통해 안전기술을 고도화 시키는데 상당히 기여할 것이다. 친환경 복합재 프로펠러를 상용화함으로써 에너지를 크게 절감할 수 있고, 진동소음을 감소시켜서 쾌적하고 안전하게 운항할 수 있을 것이다.