

있어서는 한계가 있으므로 현실적으로 가능하지 않다. 한편 축소모형을 이용하는 방법이 있으나 치수효과(scale factor)등의 문제로 그 정도가 매우 낮으며 국부적인 현상만을 나타내기 때문에 실선 충돌거동과는 큰 차이가 있을 수 있다. 또한 간이식들이 유도되어 많이 사용되고 있으나 대부분 기본구조부재들의 실험결과를 근거로 도출되어서 복잡하고 거대한 실선의 충돌현상을 나타내기에는 적절하지 못하다.

LS/DYNA3D와 MSC/DYTRAN 등의 동적 비선형 시뮬레이션 코드를 사용하여 실선 유조선의 선수부 구조와 이중선측구조 등에 보강재의 형태, 주요부재의 배치 등의 변경을 통하여 선수부 구조와 선측구조의 붕괴거동과 파괴형태, 구조배치별 충돌에너지 흡수능력 및 압괴거리 등을 비교 검토하는 것은 매우 효율적인 내충돌 성능 향상의 연구방법이라 할 수 있다. 본 연구에서 수행하는 실선 충돌 시뮬레이션은 LS/DYNA3D를 사용하였다.

22. 내충격/내충돌에 우수한 300,000 DWT VLCC

선수부 구조설계



해양시스템공학과 정영진
지도교수 이상갑

선박의 선수부 구조(forebody structure)에 영향을 미치는 동적 거동(dynamic behavior)으로서의 황천 운항 시 선수 선저부(bow bottom structure)가 빠른 속도로 수면과 충돌하면서 발생하는 충격 현상인 선저 슬래밍하중(bottom slamming load)과 홀수 상부의 선수 플레어(bow flare)와 파랑이 충돌하면서 발생하는 충격 현상인 선수파랑충격하중(bow flare wave impact load) 등에 의한 국부적인 손상(damage)과 선수부 구조가 강체나 선박과 충돌(collision)함으로써 발생하는 손상이나 파단(rupture) 등이다. 이와 같은 선수부 구조에 발생하는 동적 거동은 대단히 복잡한 현상이 나타남으로 인해 정식화하여 이론적 해를 구하기 매우 어렵고, 또한 이러한 동적 현상을 실험이나 실측을 통하여 추정하기도 어렵다. 이것은 해양파의 특성, 선체의 운동, 선수부 구조의 형상 및 선수파랑의 불규칙적인 형태 등 많은 요소들이 복잡하게 간섭하여 발생함으로 인하여 선저 슬래밍하중과 선수파랑충격하중의 역적(impulse)과 작용영역의 크기 등 불명확한 점이 많기 때문에 역학적으로 정확하게 풀기가 곤란하기 때문이다. 또한 충돌사고 시 선체구조는 소성(plasticity), 파단, 찢김(tearing), 마찰 접촉(frictional contact), 대변형/대회전, 압괴(crushing)등 복잡한 비선형 구조응답을 나타내므로 충돌에 대한 선체구조의 손상거동 예측은 구조역학 분야 중에서도 가장 어려운 분야이

라 할 수 있다.

현재 유조선의 선수부 구조는 선저 슬래밍과 선수파랑충격 등으로 인한 손상 사례가 빈번히 발생하고 있어 충격현상을 포함한 선수부 구조의 동적 거동에 대한 관심이 커지고 있다. 충돌 해난사고에 의한 해양오염으로 인한 재산 및 해양환경의 피해는 매우 막대하며, 충돌선의 선수부 구조는 충돌선 자체 뿐 만 아니라 피충돌선의 선측구조의 손상에도 크게 영향을 미친다. 수치 시뮬레이션을 통한 내충격 및 내충돌 성능에 우수한 선수부 구조설계를 위한 연구가 부분적으로 수행되고 있으나, 현재 조선소에서는 선수부 구조설계 단계에서 각 선급규정에서 제시하는 동적 하중에 대응하는 정적등가하중(static equivalent load)과 허용치를 이용하여 구조계산을 하고 부재치수를 스캔틀링(scantling)하고 있다. 그러나, 실제 동적 거동에 대한 정확한 응답을 얻지 못하고 있는 실정이고 주로 정적해석(static analysis)을 통하여 동적 거동에 대한 선수부 구조의 강도를 유추하고 있는 실정이다. 더욱이 내충돌에 우수한 선수부 구조설계를 위하여 참고할 선급규정이나 실선 충돌 수치 시뮬레이션을 통한 검증 등을 수행하지 못하고 있는 상황이다.

본 논문에서는 기존의 DWT 300,000톤 VLCC와 새로 설계된 DWT 300,000톤 VLCC의 선수부 구조에 대하여 선저 슬래밍하중과 선수파랑충격하중에 대한 동적 거동응답과 선박간 및 강제 충돌 수치 시뮬레이션에 의한 충돌선의 선수부 구조와 피충돌선의 선측구조의 손상을 비교 검토하여 내충격 및 내충돌에 우수한 선수부 구조설계를 제시하고자 하였다. 제1장의 서론에 이어 제2장에서는 선저 슬래밍하중에 대하여 Lloyd 선급규정에서 제시하는 등가의 선저 슬래밍하중을 MSC/ NASTRAN을 사용하여 작용영역에 적용시켜 정적 구조해석을 수행하고, 또한 선저 슬래밍하중의 동적 특성을 추정하여 동적 비선형 유한요소 프로그램인 LS/DYNA3D를 사용하여 동적 구조해석을 수행하여 선수 선저부의 정적 및 동적응답에 대해 비교 검토하였다. 제3장에서는 선수파랑충격하중에 대한 역적 및 작용영역의 크기를 추정하고 기존 및 새로 설계된 VLCC의 선수 플레어에 대한 동적 구조해석의 수행을 통하여 각 부위에 대한 동적 거동응답을 비교 검토하였다. 제4장에서는 LS/DYNA3D를 사용하여 2가지 형태의 기존 및 새로 설계된 충돌선 VLCC의 선수부 구조의 선박간 및 강제 충돌 수치 시뮬레이션을 수행하여 선수부 구조 자체와 피충돌선의 선측구조의 손상을 비교 검토함으로써 선수부 구조의 내충돌 성능에 영향을 미치는 설계인자들을 도출하였다. 마지막으로 제5장에서는 본 연구에서 수행한 결과들에 대한 결론을 요약하였다.