

- (2) 새로운 항만 설계시 안전성 평가 및 유지 보수
- (3) 새로운 항해장비 개발시 유효성 검증
- (4) 기존 선박 및 모든 가정 선박들에 대한 조종의 곤란도 테스트
- (5) 선박의 충돌 및 기타 다른 상황에 대한 모의 평가
- (6) 선박-인간-환경에 대한 분석 및 기타 조종성 문제에 관한 평가
- (7) 선박조종, 접이안, 팀워크 등을 통한 해기사 교육

20. SOLAS 규정검토 및 내충돌 성능에 우수한 선수구조부 구조설계

해양시스템공학과 송 명 근
지도교수 이 상 갑

여러 가지 형태의 선박충돌로 인하여 지금까지 수많은 해양오염은 물론 인명과 재산의 손실이 있어 왔다. 특히 유조선 및 화학제품 운반선 들의 충돌사고는 해양오염의 주요원인 중의 하나이고 그 피해는 매우 심각하게 나타나고 있다. 또한 모든 선박들은 잠재적으로 충돌사고 위험성에 노출되어 있다고 볼 수 있다. 이러한 충돌 및 해양 오염으로부터 최소한의 안전을 확보하기 위하여 관련 국제법규가 발효되어있다. 이들 국제법규로서는 SOLAS 1974에 의한 충돌격벽(collision bulkhead)의 위치, MARPOL 73/78에 의한 유조선의 이중선체구조(double hull/bottom structure) 배치와 IBC code에 의한 화학제품운반선(chemical tanker)의 구획배치(cargo segregation) 등이다.

충돌격벽의 위치 및 설치에 관한 SOLAS 협약은 1974년 채택되어 1980년 발효되었다. 이는 당시의 건조선박들의 운항성능을 기준으로 정해진 것이고 이후 보완된 바 없으므로, 오늘날 대형화 및 고속화되고 있는 건조선박들의 운항성능과는 상이하다고 볼 수 있다. 현재의 규정에 의하면 충돌격벽의 위치는 선종, 운항속도, 크기 및 구조조건에 관계없이 단순히 선박길이 만의 요소로 결정되고 있으므로 동일한 길이를 갖는 15노트 내외의 유조선 및 살물선(bulk carrier)이나 25노트 내외의 컨테이너선의 경우 모두 동일한 충돌격벽의 위치를 요구하고 있다. 이는 선수충돌(bow collision)에서 속도의 자승에 비례하는 충돌에너지 크기에 따라 실제 충돌거동(collision behavior)에 큰 차이가 발생함에도 불구하고 현 규정은 이를 전혀 고려하지 못하는 점이다. 이러한 미비점은 1974 년대의 소형 및 저속의 선박건조 경향을 기준으로 SOLAS 규정이 제정되어 오늘날 건조선박에 이를 적용 시에 이들 선박들의 충돌사

고 시 충돌격벽의 기능 및 안전성에 심대한 결함이 있음을 의미한다. 이러한 관점에서 본 논문에서는 선종, 운항속도 및 선박크기와 충돌격벽의 위치에 관한 상관관계를 조사하고 SOLAS 협약의 보완점을 제시하였다.

충돌격벽과 선수부구조의 충돌거동과 붕괴형태(collapse type)는 선수부구조의 강성구조(rigid structure) 또는 연성구조(soft structure)에 따라 동일 선박의 운항성능 조건에서도 붕괴거동(collapse behavior)에 차이를 나타낸다. 일반적으로 결빙지역과 같은 특별한 운항구역에서는 내빙구조로 설계가 이루어져서 선수부구조의 강성이 큰 구조형태를 갖게되나, 일반적으로 선수부구조는 자체의 독특한 기하학적 형태에 따른 구조배치와 파랑하중을 고려한 설계여건에 의해서 기본적으로 강성구조화 되어있다. 선수부구조가 강성구조일 경우에는 충돌에너지의 흡수가 적기 때문에 일반적으로 피충돌선(struck ship)에 매우 큰 붕괴현상을 유발하나 연성구조일 경우에는 자체적으로 충돌에너지 흡수가 커서 아코디언 같은 붕괴현상을 보이므로 상대적으로 피충돌선의 붕괴거동도 작아지게 된다. 충돌격벽은 선수충돌 시 충돌붕괴로부터 화물창을 보호하고 손상복원성을 유지하는 것이 그 목적으로서 충돌격벽의 손상 시 유조선의 경우 극심한 해양환경 오염을 야기하고, 일반 화물선 또는 여객선의 경우에는 손상복원성 부족으로 전복을 야기하게 된다. 따라서 충돌격벽의 위치는 현재의 SOLAS 규정에서 요구하는 선박길이 뿐 아니라 선박의 선종, 운항성능, 크기 및 선수부구조 형태를 복합적으로 고려하여 규정되어야 할 것이다.

충돌현상에 대한 연구의 가장 유효한 방법으로는 실선충돌실험으로 충돌거동을 보다 정확히 추정할 수 있겠으나 환경적 문제와 막대한 비용이 요구되고 다양한 충돌상황을 연구함에 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 code를 이용하여 실선 선수부구조의 충돌격벽의 위치, 종 및 횡능골(longitudinal and transverse frame)의 형태, 주 구조부재(primary member)의 배치 등의 변경을 통하여 선수부구조의 붕괴거동과 파괴형태, 구조배치별 충돌에너지 흡수능력 및 압괴거리(penetration or indentation depth) 등을 비교 검토하는 것이 매우 효율적인 방법이라 할 수 있다. 선박의 충돌에는 충돌선(striking ship)이 피충돌선에 충돌하는 선박간 충돌(ship to ship collision)과 교량, 해안 안벽 및 플랫폼 등과 같은 해상 시설물에 충돌하는 강체충돌(ship to rigid collision)의 두 가지 경우로 나눌 수 있다.

국내 조선산업이 본격적으로 시작된 지 25년만에 세계 조선시장에서 약 40%의 점유율로 세계 1위의 건조율을 차지함으로써 높은 경쟁력을 갖추었다. 특히 VLCC는 전세계의 약 80%, 컨테이너선은 약 50% 이상을 건조하고 있으나 핵심요소기술은 경쟁국인 일본 및 기타

선진국에 비하여 다소 낮은 수준이고 국제해사기구(IMO) 등에서의 조선·해양관련 기술활동도 타국에 비하여 주도적이지 못한 경향이 있다.

본 연구에서는 SOLAS에서 요구하는 충돌격벽의 최소거리 위치에 대한 규칙의 적합성 여부를 검토하기 위하여 300,000 DWT VLCC와 6,800 TEU급 컨테이너선을 이용하여 실선충돌 시뮬레이션을 수행하고 선박간 충돌조건과 강체 충돌조건에서의 선수부구조의 붕괴거동과 충돌격벽에 미치는 영향을 조사하였다.

본 연구의 수행에 사용되는 수치 시뮬레이션 LS/DYNA3D code의 해석능력을 검증하고, 두 선박의 선수부구조가 300,000 DWT 유조선의 중앙부에 충돌하는 선박간 충돌과 해상의 견고한 구조물 등의 강체에 전면충돌(full collision) 및 부분충돌(partial collision)에 대한 수치 시뮬레이션을 수행하여 그들의 결과를 검토하였다. 또한 충돌선 선수부구조의 강성 및 연성구조가 내충돌에 미치는 영향을 비교·검토하기 위하여 SOLAS 규칙에 따라 근래에 건조된 선박의 선수부구조를 강성 및 연성구조로 각각 설계 변경하면서 수행하였다.

21. MARPOL 규정검토 및 내충돌 성능에 우수한 이중선체 구조설계

해양시스템공학과 장 흥 수
지도교수 이 상 갑

최근 유조선의 해난사고에 의한 해양오염 방지에 대한 국제사회의 관심이 증가하고 있는 것은 1990년 미국에 의한 기름오염 방지법안(Oil Pollution Act 90, OPA90) 발효와 1992년 국제해사기구(International maritime organization, IMO)의 유조선의 이중선체구조(double hull structure)의 의무화에서 잘 알 수 있다.

MARPOL 73/78 협약 발표 이후 주요 개정 사항 중의 하나가 유조선의 이중선체 규칙 도입으로 "Exxon Valdez"호 좌초사고 이후 유조선 사고에 의한 해양오염방지를 주목적으로 하고 있다. 유조선의 이중선체구조 배치에 대한 MARPOL 73/78 규정 중 이중선측구조(double side structure)의 규칙은 유조선의 재화중량만이 고려되는 유일한 인자이다. 그리고 이 규칙은 1992년 발효된 이후 보다 체계적으로 이 규칙에 대한 심도 깊은 연구가 수행되지 못했고, 선박간 충돌이라는 매우 복잡한 구조 역학적인 현상을 검증된 수단을 이용하여 더욱 구체적으로 연구를 할 필요가 있다고 사료되었다.

이중선체 규칙은 부속서 I, 제2장, 규칙 13F 및 13G에 의해 요구되고 있으나 신조의 경