

승객탈출분석 개정 동향 및 인명대피실험 기반 적용 시 고려사항

류은경* · † 양찬수

*,† 한국해양과학기술원 해양안전연구센터
*,† 과학기술연합대학원대학교 해양융합과학과

요 약 : 여객선의 안전은 인명의 안전과 직결되므로 이에 발맞추어 국제해사기구 (International Maritime Organization, IMO)는 빈번히 발생하는 선박의 전복 사고로 인한 인명 피해를 최소화하기 위하여 승객탈출분석 (Passenger Evacuation Analysis) 적용 지침을 꾸준히 개정 및 보완하고 있다. 승객탈출분석의 목적은 설계 단계에서의 탈출 설비의 배치 적합성 판단 및 배치된 탈출 설비를 이용하여 지침 상 규정하는 최대허용탈출시간 (Maximum allowable evacuation duration) 내에 탈출이 가능한 지를 분석하는 것이다. 본 논문에서는 승객탈출분석에 관한 지침의 개정 동향 및 최근 개정된 승객탈출분석 지침 (MSC.1/Circ.1533)의 개정 방향에 대하여 소개하고자 한다. 또한 탈출 해석 관련 한국해양과학기술원에서 개발 중인 인명대피안내시스템의 유효성을 검증하기 위하여 2016년 10월 수행 된 인명대피실험과 지침 상 규정하는 고도화 알고리즘 (Advanced algorithm) 기반 승객탈출 시뮬레이션 (Maritime EXODUS)의 비교 결과를 바탕으로 해당 지침 적용 시 고려사항에 대하여 고찰하고자 한다.

핵심용어 : 여객선 안전, 승객탈출분석, 탈출 해석, 인명대피실험

1. 서 론

여객선의 대형화와 함께 최근 10년 동안 전 세계적으로 여객선을 이용하는 연간 이용객의 수는 2배 정도 증가하였다. 여객선의 안전은 인명의 안전과 직결되므로 그 중요성은 더욱 강조된다. 국제해사기구(IMO) 해사안전위원회(MSC)는 빈번히 발생하는 선박의 전복사고로 인한 인명 손실을 최소화하기 위하여 1999년 상대적으로 전복 속도가 빠른 로로여객선을 대상으로 설계 초기 단계에 승객탈출분석을 수행할 것을 권고하는 중간 지침을 승인하였다(MSC/ Circ.909)(Lee, et al, 2003). 그 후 지속적인 보완을 통해 컴퓨터 시뮬레이션 기반 고도화된 승객탈출분석(Advanced Evacuation Analysis)을 포함하는 방식으로 개정되었다.

본 논문에서는 승객탈출분석 지침의 개정 동향 및 최근 개정된 승객탈출분석(MSC.1/Circ.1533)의 개정 방향에 대하여 소개하고자 하였다. 또한 한국해양과학기술원 해양안전연구센터에서 개발하고 있는 ‘상황인지형 대피안내시스템’의 유효성을 확인하기 위하여 목포해양대학교 실습선 새유달호에서 수행 한 인명대피실험과 동일한 환경 조건에서의 시뮬레이션의 결과를 비교함에 따라 승객탈출분석 적용 시 고려사항에 대하여 도출하고자 한다.

2. 승객탈출분석 개정 동향

2.1 MSC.1/Circ.1238

SOLAS Regulation II-2/13.7.4에 의하면 로로여객선의 탈출 경로는 설계 초기 단계에 탈출 분석에 의해 평가되도록 요구 되며, 이때 MSC.1/Circ.1238 지침을 사용하도록 권고하고 있다. 이는 신조되는 로로여객선을 대상으로 해당 지침을 사용할 것을 권고 할 뿐, 로로여객선이 아닌 기타여객선 및 현존 여객선은 지침의 적용을 장려하는 것에 그친다(IMO, 2007).

2.2 MSC.1/Circ.1533

여객선의 탈출분석 및 사고 경험에 따르면 이는 최첨단 여객선의 실제 조건을 충족하지 못하는 것으로 나타났다. 이와 같은 문제점을 보완하기 위하여 IMO는 승객탈출분석에 관한 개정된 지침(MSC.1/Circ.1533)을 승인하였으며, 이는 2020년 1월 1일을 기준으로 발효 예정이다(Lloyd’s Register, 2016).

SOLAS Regulation II-2/13.3.2.71의 개정안에 따르면 로로여객선 뿐만 아니라 2020년 1월 1일 이후 건조된 기타 여객선에 대해서도 대피 분석을 의무화하고 있으며, 해당 선박의 설계 초기 단계에 개정안의 이행지침(MSC.1/Circ.1533)을 이용한 대피 분석을 수행 할 것을 권고하고 있다. 또한 기존 여객선의 경우에도 혼잡 지점 및 위험 구역을 식별하기 위하여 대피 분석을 수행 할 것을 장려하며, 최대탈출허용시간이 초과되었음을 보여주는 분석 결과가 나오면 수정된 운영 조치가 구현 될 수 있도록 한다(IMO, 2016).

† 교신저자 : 종신회원, yangcs@kiost.ac.kr 031)400-7678
* 정희원, eungyeong.ryu@kiost.ac.kr 031)400-7769

3. 탈출 해석 기반 실선 대피시간 비교

승객탈출분석은 소집 장소로 가기 위해 적합한 탈출 수단이 확보되었는지 설계 관점에서 수행하는 탈출설비 분석과 설계된 탈출 수단을 이용하여 최대허용탈출시간 내에 탈출이 가능한지 분석하는 탈출 해석으로 구성된다(Kim, et al, 2011).

탈출 해석 기반 개발 중인 ‘상황인지형 대피안내시스템’의 유효성 검증을 위하여 2016년 10월 4일 목포해양대학교 실습선 새유달호에서 100명의 실습생 대상(대조군 50명, 실험군 50명)으로 인명대피실험을 수행하였다. 모든 출입구 사용이 가능한 경우 승객 전원이 대피하는데 소요되는 시간은 기기가 없는 대조군 상태에서는 64초, 기기가 부착된 실험군의 경우에는 40초로 38%의 시간 단축 효과를 보였다. 또한 대피 초기를 의미하는 25% 인원의 탈출완료시간이 61% 단축됨에 따라 대피 초기에 시간 단축 효과가 큰 것을 확인하였으며, 대피 인원을 균일 분산 안내 가능함을 확인하였다(Ryu, et al, 2017).

위의 실험과 동일한 조건에서 MSC.1/Circ.1238기반 시뮬레이션 툴인 Maritime EXODUS를 이용한 인명대피실험을 수행한 결과, 승객 전원이 탈출하는데 소요되는 시간은 42초였다. 이는 실제 인명대피실험 시 대피안내시스템 이용 시와 유사한 결과로서, 실제 실험과 22초의 차이(34%의 시간 차이)를 보였다. 이는 실험 공간이 선박의 일부로 제한되어 있기에 차이가 크지 않으나, 지침 상 규정하고 있는 시나리오에 따른 Main Vertical Zone에서 수행 할 경우 그 차이는 더욱 확연한 것으로 사료된다.

4. 결 론

여객선에서 비상 상황 발생 시 인명 피해를 최소화하기 위하여 가장 중요한 부분은 빠르게 소집 장소에 집합하고, 집합 완료한 승객 및 승무원의 정확한 인원점검이다. 이를 바탕으로 변화하는 비상 상황에 적절하게 대응 할 수 있기 때문에 소집 시 탈출 설비의 중요성은 더해진다. 그로 인해 로로여객선에 대한 설계 초기 단계의 승객탈출분석 시작으로 그 대상 선박은 점진적으로 확대 및 강제화 되어 가고 있으며, 그에 따라 수행 지침 또한 개정되고 있다.

그러나 승객탈출분석은 화재 상황을 기반으로 하며, 그 중 컴퓨터 시뮬레이션 기반의 승객탈출분석은 보행 속도 등이 도 시공학 데이터베이스를 사용하도록 지침 상 규정하고 있다. 그로 인해 선박의 중경사, 횡경사 및 선박의 운동성능이 승객과 선원의 보행 속도 및 탈출에 직접적인 영향을 미치지 않지만 신뢰 가능한 정보의 부족 등의 요인으로 탈출 분석 시나리오 상 고려되지 않는다. 즉, 탈출 설비의 적합한 배치와 관련하여 안전성을 확보하고자 하나 선박의 실제 운항 환경이 고려되지 않으므로 유효한 안전성 확보가 어렵다.

또한 설계된 탈출 수단을 이용한 승객 탈출 유효성 검토를 위하여 탈출해석 기반의 새유달호 인명대피실험 및 Advanced

algorithm Maritime EXODUS 인명대피실험 수행 결과를 비교하였다. 새유달호의 인명대피실험 시 ‘상황인지형 대피안내시스템’을 사용하지 않은 경우 전원이 대피 할 때까지 64초가 소요되었으며, ‘상황인지형 대피안내시스템’ 사용 시 40초로 38%의 대피시간 단축효과를 보였다. 새유달호 인명대피실험과 동일한 환경조건에서 수행한 Maritime EXODUS기반 인명대피실험에서는 대피안내시스템 사용 시와 유사한 결과인 42초를 보였다.

화재에 관해서는 IMO에서 꾸준한 관심을 가져왔으며, 이에 맞춘 예방 및 대응을 위한 규정 및 법적 장비들이 마련되어 있다. 하지만 전복속도가 빠른 로로여객선에서 발생 가능한 선박의 복원성 상실 혹은 과도한 경사 등으로 인한 전복 사고 시 대응 가능한 탈출 지원 설비에 대한 논의는 충분히 이루어지지 않고 있다. 또한 강화되고 있는 승객탈출분석 지침에 있어서도 탈출 설비의 설계 부분에 집중되어 있을 뿐, 탈출 설비 기반의 대피 지원 관점에서의 관심은 여전히 미흡하다.

IMO는 국제적 여객선 안전성 확보를 위하여 노력하고 있다. 그러나 IMO에서 권고하고 있는 최대허용탈출시간 등의 성능기준을 만족하기 위해서는 위험 상황을 실시간으로 반영하여 안전한 대피경로를 안내 가능한 인명대피 안내 및 지원 시스템이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Lee, et al.(2003), “Human behavioral Experiment for Evacuation Analysis”, Journal of the Society of Naval Architects of Korea 2003, Vol. 40, No. 2, pp. 41-48
- [2] IMO(2016), Guidelines for Evacuation Analysis for New and Existing Passenger Ships, MSC.1/Circ.1533
- [3] IMO(2007), Guidelines for Evacuation Analysis for New and Existing Passenger Ships, MSC.1/Circ.1238
- [4] Lloyd’s Register(2016), Statutory Alert : Revised Guidelines on Evacuation Analysis for New and Existing Passenger Ships, Lloyd’s Register Class News No. 41/2016
- [5] 김주환 외 5명(2011), “여객선의 탈출설비 및 해석에 관한 설계절차 정립”, 대한조선학회지, Vol. 2011, No. 6, pp.591-596
- [5] Ryu, et al.(2017), “Fundamental Research for Escape Guidance System Development of Passenger Ship”, Journal of Navigation & Port Research 2017, Vol. 41, No. 2, pp. 39-46
- [6] Hwang, K. I.(2015), “Simulation Analysis on Passengers’ Normal Evacuation Scenarios Considering the Changes if Heeling Angle during MV Sewol’s Sinking”, Journal of The Korean Society of Marine Environment & Safety 2015, Vol. 21, No. 1, pp. 47-56