

IMO 지침에 의한 피난모델의 검증

김종훈 · 서동훈 · 어득강 · 김운형 · 윤호주* · 황은경*
경민대학 · 한국건설기술연구원*

Validation of Egress Models by IMO Guidance

Kim, Jong Hoon · Seo, Dong Hoon · Eo, Deuk Gang
Kim, Woon Hyung · Yun, Ho Ju* · Eun, Kyung Hwang*
KYUNGMIN COLLEGE, KICT*

요 약

본 연구는 IMO에서 제안하고 있는 피난모델에 대한 검증 및 확인 절차를 알아보고 이를 SIMULEX 모델에 적용하여 분석해보았다. 결과적으로 볼때 이 검증절차가 현재 사용되고 있는 피난모델들을 검증하기에는 아직 보완해야할 점이 많은 것으로 판단된다. 피난모델을 검증, 평가하기 위한 평가체계에 대한 연구가 필요하다 생각된다.

1. 서 론

최근 국내에서는 성능위주 소방설계의 도입을 위한 다양한 연구와 노력들이 진행되고 있다. 이러한 노력들에는 화재의 안전성을 평가하기 위한 도구(Tool)들에 대한 지식 및 사용방법에 대한 습득을 위한 것도 포함되어있다. 성능위주 소방설계에서의 평가는 대상에 따라 다르지만, 피난안전성평가 부분의 경우 대상공간에서 화재발생시 내부의 재실자들이 화재에 의해 위협해질 수 있는 시간인 허용피난안전시간(ASET : Available Safety Egress Time)과 대상공간에 있을 것으로 예상되는 사람들이 대상공간을 모두 빠져나오는데 소요되는 시간인 요구피난안전시간(RSET : Required Safety Egress Time)을 비교하여 결정한다. 즉 ASET이 RSET 을 초과하는 경우는 평가가 만족한 것으로 대상공간의 피난인들은 화재 시 안전한 피난이 가능할 것으로 판단한다.

이러한 평가에서 ASET과 RSET을 예측하는 것이 중요하며, 이를 위해 화재모델(Fire Model)과 피난모델(Egress Model)이 많이 사용되고 있다. 그러므로 성능위주소방설계에서 이들 도구들의 사용은 매우 중요한 위치를 차지하고 있으며, 이들의 예측 결과 신뢰도에 따라 평가결과의 신뢰도도 좌우 된다고 할 수 있다.

그런데 국내에서 사용되고 있는 화재와 피난 모델들은 평가에 적용할 때 그 모델의 이론 및 입력데이터로부터 발생하는 한계점이나 제한점들에 대해 검토를 거치지 않는 것이 현재의 상황이다. 특히 피난모델의 경우는 더욱 그러한 상황이라 할 수 있다.

본 연구에서는 국제해사기구(IMO)에서 제안한 피난모델 검증 지침을 피난모델에 적용 분석해봄을 통해 그 적용 범위와 문제점들 그리고 효용성에 대하여 알아보고자 하였다.

2. 검증과 확인 절차 (V&V, Verification and Validation)

특정목적에 사용되기 위하여 개발된 프로그램들은 검증과 확인절차(V&V과정)를 거쳐 평가를 받아야 한다. 이러한 V&V의 소프트웨어 개발 적용에 관하여 한국 정보통신기술 협회에서 발간한 정보통신단체 표준 TTAS IE-1059, 소프트웨어 검증 및 확인계획서 지침(Guide for Software Verification and Validation Plan)에서는 ‘소프트웨어 검증과 확인은 소프트웨어 시스템과 그 중간산출물들의 요구 사항을 만족시키는지 확인하기 위해 검사, 분석, 그리고 시험기법을 사용하며 이러한 요구사항은 기능의 성능 과 품질속성모두를 포함한다.’라고 명시되어있다. ASTM E1355, "Standard Guide for Evaluating the Predictive Capability of Deterministic Fire Models"등을 참고하여 보면, 화재모델에 대한 검증(Verification)은 수학적인 검토로서 개발자가 의도한 계산의 절차를 완전히 수행하는지를 검토하는 작업이고, 확인(Validation)은 계산이 목적하는 대상으로부터 얻어지는 실제 세계의 데이터를 예측하는데 대한 정확성의 수준을 알아보는 물리적 검토라 할 수 있다. 이러한 절차는 그 모델의 사용에 대한 신뢰도를 알아볼 수 있는 필수적인 지표이다.

화재분야에서 모델을 사용할 때, 이에 대한 적용범위와 신뢰도에 대해 파악하고 적용하는 것은 필수적인 사항으로 모두 알고 있지만, 이러한 사항을 검증하기 위한 절차와 수행에 필요한 기반적 요소들에 대해 국내의 경우 매우 미약한 사항이다. 특히 피난모델에 대해서는 더욱 그러하다고 할 수 있다.

3. IMO MSC.1/Circ.1238 GUIDELINES FOR EVACUATION ANALYSIS FOR NEW AND EXISTING PASSENGER SHIPS

국제해사기구(International Maritime Organization, IMO)의 Maritime Safety Committee (MSC)는 국제적 규약인 Safety of Life at Sea(SOLAS) 의 이행을 위한 가이드를 승인하였는데, 2007년 10월 3일에서 12일에 개최된 회의에서 Guidelines on evacuation analyses for new and existing passenger ships을 승인하였다. 이 지침의 ANNEX 3이 GUIDANCE ON VALIDATION/VERIFICATION OF EVACUATION SIMULATION TOOLS 이다. 이 부록에는 소프트웨어 검증에 관한 4가지 형태를 제시하고 있으며, 이에 대한 내용은 다음과 같다.

(1) 컴포넌트 테스트 (Component Testing) : 피난모델을 구현하기 위한 소프트웨어가 의도대로 움직이는지를 확인하는 것으로, 모델의 주요 하위컴포넌트들이 설정된 대로 기능을 하는지를 기초적 테스트 시나리오 적용을 통해 검증하는 부분이다. 이 가이드에서는 7개의 테스트 시나리오를 제안하고 있다.

(2) 기능 검증 (Functional Verification) : 기능적 검증은 목적인 시뮬레이션을 수행하는데 요구되는 능력의 범위를 보여줄 수 있는 능력을 모델이 갖추고 있음을 확인하는 것이다. 기능검증을 만족하기 위해서, 모델 개발자들은 합당한 방법으로 모델의 성능의 완전한 범위와 선천적인 가정을 설명해야 하며, 이러한 모델 성능의 올바른 사용을 위한 가이드를 제시해야한다는 내용을 명시하고 있다..

(3) 정성적 검증 (Qualitative Verification)

이 부분은 예상되는 기대에 의한 자연적인 인간의 행동을 예측하는 것에 관련되어 있으며, 정성적인 검증이지만, 이는 모델이 실제적인 행동을 만들어 낼 수 있는지에 대한 성능을 보여줄 수 있다. 이 부분에서는 4가지 사항에 대한 테스트 시나리오를 제안하고 있다.

(4) 정량적 검증 (Quantitative Verification)

이 부분은 피난실험으로부터 얻어진 믿을 수 있는 데이터와 모델의 예측결과를 비교하는 것에 관련되어있다. 피난모델의 완전한 정량적 검증을 인정하기 위한 신뢰도있는 실험 데이터는 불충분하다. 충분한 데이터를 확보하기 전까지는 위의 3가지 부분의 검증을 고려할 수 있음을 제시하고 있다.

4. IMO 지침에 의한 피난모델 SIMULEX의 검증 적용

IMO지침의 피난모델 검증을 위한 테스트 시나리오를 피난모델 SIMULEX에 적용하여 보았다. 결과의 신뢰도를 높이기 위해 각 항목 당 10회씩 인원을 재배치하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 그 결과는 [표 1]과 같다. 선박에서의 화재시 피난을 검증하는데 적합한지 여부를 수행하기 위해서 작성된 테스트 시나리오는 많은 부분이 선박에서 발생하는 상황을 반영하고 있다.

수행 결과를 보면, 최대 최소의 차이가 발생하는 것을 알 수 있으며, 항목 중에서는 뚜렷한 세부지침이 없어 적용하기 어려운 부분도 있고, 모델의 특성에 의해 예러가 발생하여 평가를 할 수 없는 부분도 있다.

5. 결론

본 연구는 IMO에서 제안하고 있는 피난모델에 대한 검증 및 확인 절차를 알아보고 이를 SIMULEX 모델에 적용하여 분석해보았다. SIMULEX 모델은 이러한 평가체계가 구성되기 오래전에 제작된 프로그램으로 이러한 내용을 적용하여 테스트하기에 어려운 점이 많이 있었다. 결과적으로 볼때 이 검증절차가 현재 사용되고 있는 피난모델들을 검증하기에는 아직 보완해야할 점이 많은 것으로 판단된다. 피난모델을 검증, 평가하기 위한 평가 체계에 대한 연구가 필요하다 판단되며, 이는 국내에서 사용되고 있는 피난모델들의 신뢰도 검증을 위해서도 필요하다고 생각된다.

[표 1] IMO 지침의 검증 절차에 대한 SIMULEX의 적용 분석

| 구분 | | | Simulex | | |
|------|---------------------|--|---------|-------|--------|
| Test | 항목 | 세부 | 최대 | 최소 | 평균 |
| 1 | 복도에서의 보행속도 | 2m X 40m 복도, 보행속도 1m/s | 45.9 | 37.3 | 39.59 |
| 2 | 계단을 오를 때 보행속도 | 2m X 10m 계단, 보행속도 1m/s | 10.8 | 9.2 | 10.07 |
| 3 | 계단을 내려올 때 보행속도 | 2m X 10m 계단, 보행속도 1m/s | 12.9 | 9.1 | 10.11 |
| 4 | 출구유량 | 8m X 5m 거실, 출구 폭 1m 1.33P/S 초과X | 1.81 | 1.63 | 1.73 |
| 5 | 반응시간 | 8m X 5m 거실, 출구 폭 1m 10-100초사이 반응시간 분포 | | | OK |
| 6 | 코너 회전 이동 | 20명 코너를 이탈없이 통과 | | | OK |
| 7 | 인구통계 변수의 지정* | 남자 30-50세 지정된 속도의 분포함을 검증 | - | - | - |
| 8 | 역방향 흐름-복도로 연결된 두 거실 | | error | error | error |
| 9 | 출구흐름 | STEP 1 | 218.8 | 164.9 | 179.72 |
| | 커다란 라운지에서의 승객소산 | STEP 2 | 354.7 | 277.8 | 319.77 |
| 10 | 대피로할당 | | 25.4 | 22.8 | 24.17 |
| 11 | 계단 | | 95.8 | 89.1 | 92.4 |

참고문헌

1. International Maritime Organization (2007), MSC.1/Circ.1238 GUIDELINES FOR EVACUATION ANALYSIS FOR NEW AND EXISTING PASSENGER SHIPS.
2. ASTM E1355, Standard Guide for Evaluating the Predictive Capability of Deterministic Fire Models.
3. 한국정보통신기술협회 (2001) 소프트웨어 검증 및 확인 계획서 지침.