

# 선박구조가 승무원 생존율에 미치는 영향에 대한 연구

김원옥\*†

\*† 부경대학교 대학원

## A Study on the Crew's Survival ratio according to ship's construction

Won-Ouk. Kim\*\*

\* † University Graduate school of Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

요 약 : 선박은 충돌로 인한 침수, 화재 등 여러가지 이유로 긴급피난을 감행해야하는 경우가 많다. 특히, 선박의 경우 그 구조의 특성상 좁고 미로같은 복잡한 형태로 구성되어 신속한 탈출이 어렵다. 화재에 의한 인명손상의 경우 연기에 의한 질식사자 대부분을 차지하므로 신속한 탈출은 생존율 향상에 중요한 역할을 한다. 이 연구에서는 기존과 제안된 선박구조에 대한 화재 확산과 승무원 피난시간을 검토한다.

핵심용어 : 선박화재, FDS, 긴급피난

Abstract : This paper aims to improve survival ratio at ship fires by soot density reduction. This study examines soot density and visibility using FDS. And also examines evacuation time by Pathfinder. The FDS(Fire Dynamic Simulator) is a 3 zone model(Field Model) analysis tool and the pathfinder is a useful analysis tool for evacuation. This research examined about evacuation time using the current regulations of the ship's corridor width and exit width first. And then studied evacuation time again when ship's structure was changed according to the method that is proposed in this paper. And finally compared the results each other.

Key Words : Ship's fire, FDS, Emergency evacuation

### 1. 서 론

기존 선박의 복도폭, 피난구의 폭 등에 대한 탈출속도를 검토하고 이 연구에서 제안된 구조가 승무원 피난능력 향상에 미치는 영향에 대해 검토한다. 3차원 공간에서의 복잡하고 세분화된 해석이 가능한 Field Model방식을 사용하고 있다. 이 연구에서는 정확한 화재연구를 위하여 Field Model인 NIST(National Institute of Standards and Technology)에서 개발하여 전 세계적으로 가장 많이 사용되고 있는 FDS(Fire Dynamics Simulator)를 이용하였다.

### 2. CFD를 이용한 화재분석

시뮬레이션 공간은 한국해양대학교 실습선인 한바다호이며 화재조건은 다음과 같다. 시뮬레이션 시간(120초), 화재규모(2MW), 화원의 크기(4m x 0.5m), 가연성 물질(유류), 실내온도(20°C) 이다. 화원에서 10m간격으로 50m까지 보행속도를 감소시키는 소멸계수와 연기에 의한 가시거리 그리고 온도를 검토하였다. 선수공간에서 화재가 발생한 경우 학생침실까지 연기가 도달하는데 약 6초정도 걸리기 때문에 이 시뮬레이션에서는 소멸계수 증가로 인한 보행속도 감소(소멸계수가 0.4이상일 경우 보행속도는 1/2로 감소)는 없는 것으로 검토되었다. 가시거리도 10m지점에서 약 6초 후 4m정도 감소됨을 알 수 있었다. 화재 발생 후 6초가 지난 후에는 10m지점을 통과하였기 때문에 가시거리 감소 인한 보행속도 감소는 없었다(SFPE, 2005).

\*† 교신(대표)저자 : 김원옥(정회원), kwo72@hhu.ac.kr 051) 410-4000

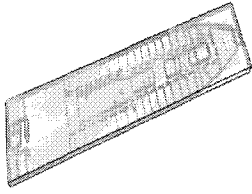


Fig. 1 3D model of FDS

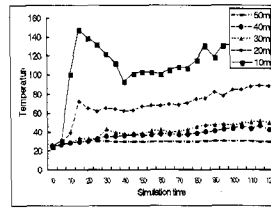


Fig. 2 Temp. per sec

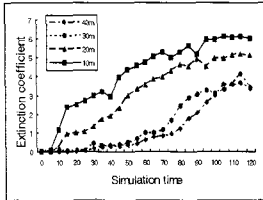


Fig. 3 Extinction coefficient per sec

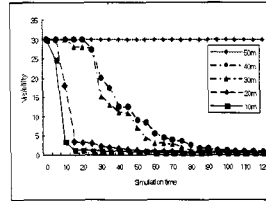


Fig. 4 Visibility per sec

### 3. 피난시간 예측

피난조건은 총 26개 침실에 4명(총 104명)이 거주하는 것으로 가정하였으며 화재 발생구역은 선수부분 학생 독서실로 하였다. 시뮬레이션결과 총 104명의 학생들은 모두 96초후 피난완료하는 것으로 검토되었다. Fig 5 & 6은 FDS를 이용한 화재시뮬레이션 후 연기거동과 Pathfinder를 이용한 피난시뮬레이션 결과를 동시간대로 표현한 것이다. 그림에서 보는바와 같이 학생의 피난이 연기의 확산보다 빨리 이루어짐을 알 수 있다. 단, 이 시뮬레이션은 학생들이 피난준비를 완료한 시점에서 시뮬레이션을 실시하였으므로 초기 지연시간은 감안하지 않았음을 밝혀둔다.

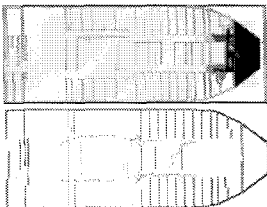


Figure 5. After 6sec (FDS & Pathfinder)

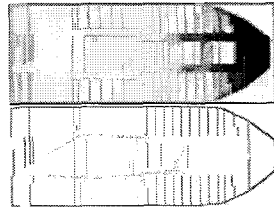


Figure 6. After 12sec (FDS & Pathfinder)

### 4. 선박구조 변경에 의한 피난 능률 향상

#### 4.1 복도폭 및 피난구의 폭 증가

복도 폭의 경우 균중밀도가 0.5일 경우 (100m<sup>2</sup>에 균중이 50명인 경우) 복도의 폭이 1m보다 50cm가 증가한 1.5m인 경우 피난시간이 급격하게(17.8초) 줄어든 것으로 알 수 있다. 결과적으로 균중밀도가 0.5보다 낮은 경우에는 복도의 폭을 넓히는 것이 피난속도 감소에 미치는 영향이 크지 않으나 0.5이상일 경우는 큰 역할을 하는 것을 알 수 있다.

피난구를 통해 밖으로 나가는 것으로 계수로 표현한 것이 유출계수이며 피난구의 특성상 많은 사람이 제한된 구역으로 모여들어 병목현상이 생기기 때문에 피난시간 계산시 아주 중요한 변수 역할을 한다. 균중밀도가 0.2까지는 피난구 폭 증가는 큰 의미가 없었으나 0.3이상에서는 50cm 증가시 6초, 1m증가시 8.5초가 감소하였다. 그러나 그래프를 보면 1.5m와 2.0m의 차이는 1m와 1.5m와의 차이에 비해 적다. 즉, 균중밀도가 0.3이상 일 경우 50cm를 증가 시키면 피난시간 감소에 도움이 될 것으로 판단된다.

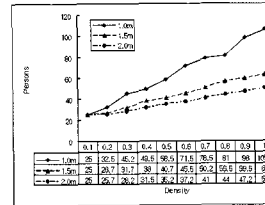


Figure 7. Evacuation Persons according to corridor width

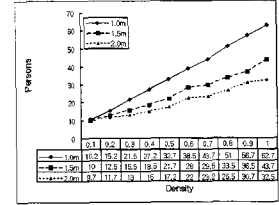


Figure 8. Evacuation Persons according to exit width

### 5. 결 론

각종 조사 및 통계에 의하면 화재발생시 온도상승에 의한 인명손실보다는 연소시 발생하는 각종 독성물질에 의해 질식사하는 경우가 많은 것으로 나타난다. 이 연구에서는 이러한 피난 장애요소 개선을 통한 생존율 향상을 제고하기 위해 기존 선박구조의 변경 즉, 복도폭, 피난구의 폭 증가시 피난시간 증가에 대해 검토하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 복도의 경우 균중밀도가 0.5이상일때 폭 50cm증가시 피난시간 감소에 큰 영향을 미치는 것으로 검토되었다.
2. 피난구의 경우 균중밀도가 0.3이상일때 폭 50cm증가시 피난시간 감소에 큰 영향을 미치는 것으로 검토되었다.

향후 연구는 피난개시전 소요시간, 선박의 경사에 의한 피난 지연시간 등 신속한 피난에 지장이 주는 다양한 상황을 고려한 검토가 필요할 것으로 본다.

### 참 고 문 헌

- [1] 1974年 海上人命安全協約-1998 統合本(2001), 해인출판사
- [2] 한국화재보험협회(2005), SFPE 방화공학 핸드북
- [3] THUNDERHEAD ENGINEERING(2009), User Manual
- [4] NIST(2004), Fire Dynamics Simulator (Version 4) User's.
- [5] NIST(2004), User's Guide for Smokeview Version 4-A Tool for Visualizing Fire Dynamics Simulation Data.
- [6] <http://www.thunderheadeng.com>
- [7] <http://www.nist.gov>