

P-01

피난설계 예시도면 작성을 통한 피난소요 시간 비교·분석 연구

The comparative analysis on escaping time for fire escape design

김대희* · 황은경** · 조정훈*** · 황금숙****

Dae-Hee Kim · Eun-Kyoung Hwang · Jung-Hun Jo · Keum-Suk Hwang

Abstract

A guideline to complement safety problem of escape code at the fire controlling design stage was shown by comparing & analysing developed fire controlling countries such as US, UK, Japan, and etc. and appropriateness of improving legislations for building standard of escape code was examined by comparing & analysing escaping time with escape code simulation(SIMULEX, EXDOUS) as the guideline.

key words : Evacuation, Escape design, Escaping time

1. 서 론

1.1 연구의 목적

화재는 복잡한 물리적, 화학적 반응을 동반하는 현상으로서 그 진행 양상을 예측하기 위해서는 기본적으로 화재의 성장과 진화 과정 전반에 대한 공학적인 이해가 선행되어야 한다. 미국과 영국은 이러한 공학적인 접근을 위해 연소공학, 유체역학, 열역학, 화학공학 등의 연구를 활발하게 진행하고 있으며, 최근에는 IT를 포함한 컴퓨터 기술과의 접목으로 화재의 진행과 제반 위험요인에 대한 예측 가능한 피난시뮬레이션 프로그램이 개발되었다. 따라서 본 논문에서는 현행기준으로 완공된 건축도면과 개선기준을 적용하여 보안·수정된 건축도면을 피난시뮬레이션 프로그램을 이용하여 각각의 피난소요 시간을 비교·분석함으로써 향후 피난관련 법령의 제·개정 방향에 대한 기초 자료를 제시하는데 목적이 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 목적은 건축물 화재시 제실자의 인명안전 보호를 위해 현행 법령 중 개선이 필요한 항목을 도출하고 향후 법령 제·개정을 위한 타당성을 검증하였다. 조사 방법으로 첫째, 현행 국내 피난관련 법령 중 피난 설계시 문제점이 있는 항목을 도출하였다. 둘째, 도출된 항목을 보안·수정하기 위하여 선진국의 피난기준을 비교·분석하여 개선된 피난기준을 제시하였다. 셋째, 현행 기준으로 준공된 설계도면과 개선기준을 적용하여 보안·수정된 피난설계 예시도면을 작성하였다. 마지막으로 화재시나리오에 따른 피난시뮬레이션을 통해 건축물의 용도에 따른 피난시간을 비교·분석하여 법령 제·개정을 위한 타당성을 검증하였다.

2. 본론

2.1 피난성능 향상을 위한 개선 항목 도출

국내의 피난관련 법령 중 개선이 필요한 항목은 다음과 같다. 계단의 이격거리 기준이 없어 양방향 피난이 불가능한 경우가 발생하며, 국내의 경우 대부분 초기 계획단계에서만 보행거리가 산정됨에 따라 인테리어 및 내장공사가 완료된 시점에는 초과되는 경우가 발생한다. 또한, 피난로 수 및 계단 유효폭의 경우 제실자 밀도에 대한 고려 없이 천편일률적으로 적용하고 있어 화재시 피난시간이 지연되는 경우가 발생한다. 따라서 소방선진국인 미국(NFPA), 영국(BS) 등의 피난기준을 토대로 보안·수정된 개선기준은 다음 표 1과 같다.

* 정회원, 한국건설기술연구원 건축도시연구실, 연구원, E-mail: crossbear@kict.re.kr

** 정회원, 한국건설기술연구원 건축도시연구실, 선임연구원

*** 정회원, 한일엠이씨 소방설비본부, 실장

**** 정회원, 한일엠이씨 소방설비본부, 이사

표 1. 현행기준과 개선기준 비교

항목	국내 현행 기준	개선기준
계단의 이격거리	-피난에 지장이 없도록 일정한 간격 유지	-건물 대각선 길이의 1/3(1/2) 이상 이격
보행거리 및 막다른 복도	-거실에서 계단까지의 최단 보행거리 -기준 없음(서울시 심의기준 20m)	-실내 장애물을 포함한 보행거리* -6.1m(스프링클러적용시: 15m)
피난로 수	-용도에 따른 면적에 따라 2개소 이상 설치	-500명 이하(2개소), 500~1,000명(3개소), 1,000명 이상(4개소)
계단 유효폭	-문화집회, 판매영업 : 120cm이상 -상부층 200m ² /지하층 100m ² 이상 : 120cm이상	-최소 120cm 이상 -재실인원수에 따라 계단폭 변화

* 실내 계획이 미확정 된 경우 최단 보행거리의 2/3 적용

현행기준으로 완공된 설계도면과 개선기준을 적용하여 보안·수정한 예시도면은 아래 그림 1과 같다. 업무용도의 경우 피난계단이 한쪽으로 편중되어 이격거리 기준을 적용하여 보완하였으며, 복합용도는 보행거리 및 막다른 복도의 개선기준을 적용하였다. 판매시설의 경우 불특정 다수의 고객이 이용함으로 인해 개선된 피난로 수와 계단 유효폭의 기준을 적용하여 개선도면을 작성하였다.

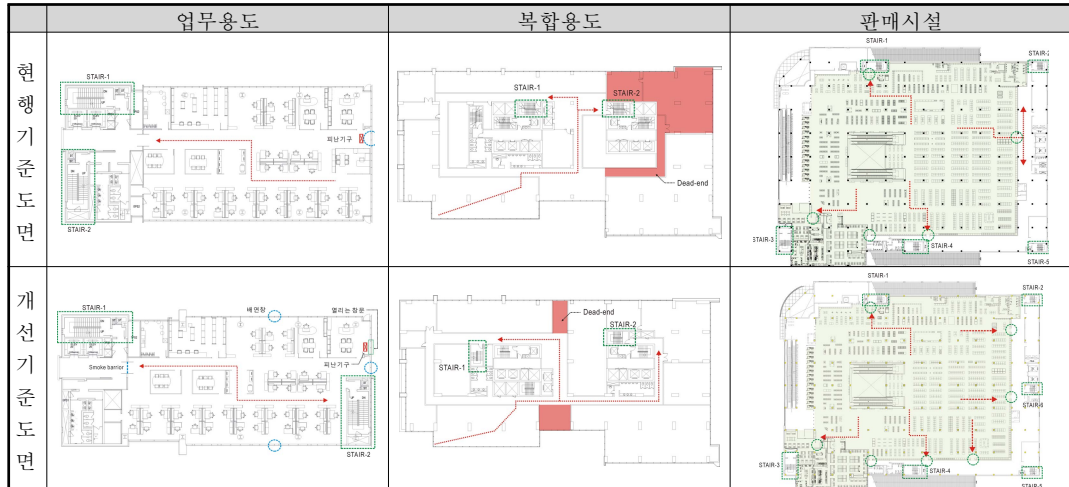


그림 1. 현행기준 및 개선기준 도면

2.2 화재 시나리오 작성

현행 기준과 개선기준을 적용 하였을 때의 피난동선, 보행거리 그리고 피난시간 등을 비교하기 위하여 상용프로그램인 SIMULEX와 EXDOUS를 사용하였다. 두 가지 경우의 동일한 비교를 위하여 재실인원 및 보행 속도 그리고 재실자 특성은 동일하게 가정하였다.

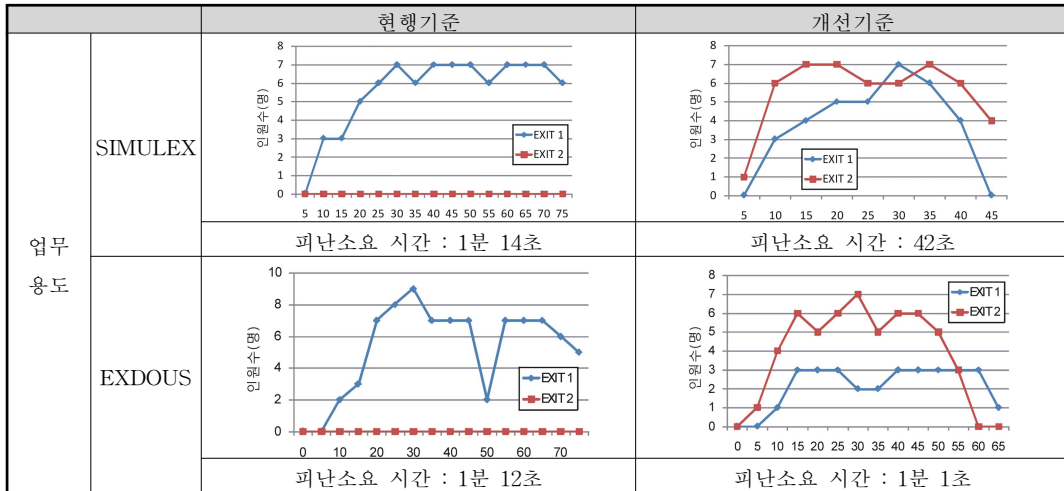
- 프로그램 : SIMULEX(UK), BUILDING EXODUS(UK)
- 보행속도 : 개인별 속도를 1.0m/s 로 고정
- 재실밀도 : 5.6m²/person(NFPA 101 2006 edition, Business use)
- 가 정 : 모든 재실자는 동시에 피난을 시작하여, 가장 가까운 출입구만을 이용

2.3 피난 시뮬레이션 분석 결과

업무용도의 경우 현행기준으로 피난 시뮬레이션을 수행해본 결과 SIMULEX는 1분 14초, EXDOUS는 1분 12초로 나타났으며, 개선기준 도면의 경우 SIMULEX는 42초, EXDOUS는 1분 1초로 현행기준 도면에 비해

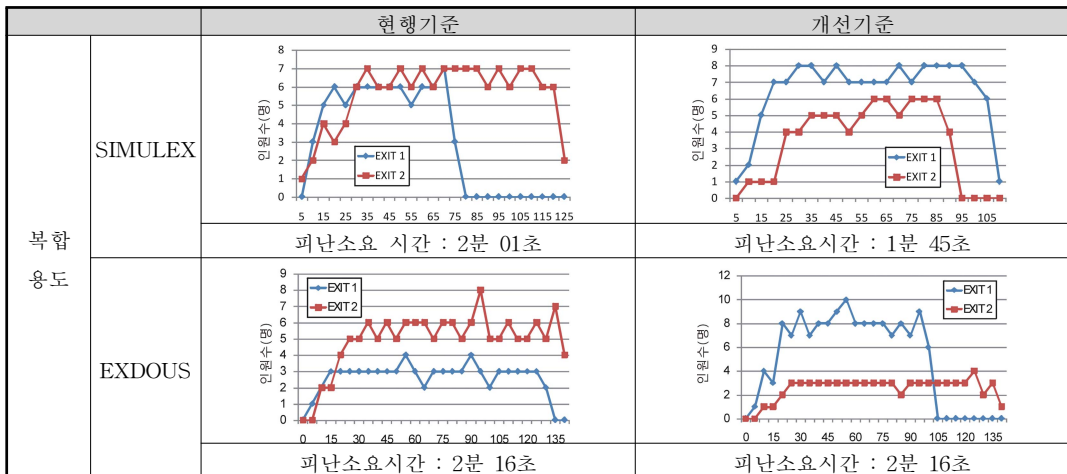
피난소요 시간이 단축되었다. 이는 비교적 균일한 재실자가 피난할 수 있도록 피난계단의 이격거리 기준을 적용함으로 전체적인 피난시간이 감소한 것으로 판단된다. 하지만 국내의 경우 2방향 피난로 대한 기준은 마련되어 있으나 이격거리 기준이 없어 2방향 피난로 확보의 근본 취지가 희석 될 우려가 있다.

표 2. 업무용도의 피난인원수 및 피난소요 시간



둘째, 복합용도의 경우 현행기준으로 피난 시뮬레이션을 수행 하였을 경우 SIMULEX는 2분 01초, EXDOUS는 2분 16초로 나타났으며, 개선기준 도면의 경우 SIMULEX는 1분 45초, EXDOUS는 2분 16초로 출구를 이용하는 인원수 및 피난시간은 유사하게 나타났다. 이는 현행기준 및 개선기준 모두 양방향 피난이 가능하도록 계획되었으며, 피난동선의 거리가 거의 동일함으로 인해 유사한 결과 값이 도출된 것으로 판단된다. 하지만 개선기준의 경우 건물 내의 모든 실에서 복도를 경유한 양방향 피난이 가능하도록 계획되었으나, 현행기준으로 설계된 경우에는 동측에 위치하고 있는 실에서는 막다른 복도로 인해 양방향 피난이 불가능하여 Dead-end가 존재한다. 이것은 화재시 위험요소로 작용할 뿐만 아니라 common path가 증가하므로 피난 시간이 증가되는 요인이 되기도 한다. 따라서 건축물의 피난설계시 가능한 막다른 복도가 존재하지 않도록 계획되어야 할 것이다.

표 3. 복합용도의 피난인원수 및 피난소요 시간



셋째, 판매시설의 경우 현행기준으로 피난 시뮬레이션을 수행한 결과 SIMULEX는 9분 18초, EXDOUS는 16분 24초로 나타났으며, 개선기준 도면의 경우 SIMULEX는 4분 34초, EXDOUS는 6분 07초로 현행기준 도면에 비해 피난소요 시간이 약 2~3배 정도 단축되었다. 이는 판매시설의 개선도면 작성시 재실자 밀도를 고려하여 계단의 유효폭, 피난계단의 수와 배치 등을 적절하게 계획하였기 때문으로 판단된다. 즉, 동일한 건축물이라 하더라도 피난계획의 구성 및 배치에 따라 피난소요 시간을 단축시킬 수 있었다.

표 4. 판매시설의 피난인원수 및 피난소요 시간

		현행기준	개선기준
판매 시설	SIMULEX	<p>피난소요시간 : 9분 18초</p>	<p>피난소요시간 : 4분 34초</p>
	EXDOUS	<p>피난소요시간 : 16분 24초</p>	<p>피난소요시간 : 6분 07초</p>

3. 결론

본 연구는 피난설계 예시도면을 작성하고 피난시뮬레이션 프로그램을 이용하여 피난소요 시간을 비교·분석함으로써 개선 항목의 효용성 검토하였으며 결론은 다음과 같다.

첫째, 업무용도의 경우 계단의 이격거리 기준을 적용하여 피난시뮬레이션을 수행한 결과 30%의 피난소요 시간을 단축시킬 수 있었다. 국내의 경우 피난 계단의 이격거리 기준이 없어 건축주 및 설계자가 이를 악용하였을 경우 양방향 피난이 불가능하여 대형인명 피해가 발생할 수 있으므로 조속히 피난계단의 이격거리에 대한 기준이 마련되어야 할 것으로 판단된다.

둘째, 복합용도의 경우 개선된 보행거리 및 막다른 복도 기준을 적용하였으나, 피난소요 시간에는 큰 변화가 없었다. 하지만 국내 법규에는 보행거리 산정방식이나, 문 폭의 측정 등에 대한 기준이 규정되어 있지 않아 화재시 위험요소로 작용할 뿐만 아니라 피난시간이 지체될 경우가 발생하므로 가능한 막다른 복도가 존재하지 않도록 계획되어야 할 것이다.

셋째, 개선된 피난로 수와 계단 유효폭의 기준을 판매시설에 적용하여 피난시뮬레이션을 수행한 결과 현행 기준에 비해 대략 2~3배 정도의 피난소요시간을 감축시킬 수 있었다. 이는 재실 인원이 원활히 피난할 수 있도록 피난용량을 고려하여 설계하였기 때문이다. 그러므로 향후 법령 제·개정시 건축물 용도별 재실자 밀도와 피난용량 기준이 정립된다면 보다 과학적이고, 안전한 피난설계가 이루어 질 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 법제처, <http://www.moleg.go.kr>
2. NFPA 101 Life Safety Code, NFPA, 2000.
3. International Building Code, international code council, Inc, 2006.