

우리나라 피난방화규정의 제·개정시기별 화재안전성능 평가 - 호텔건물을 중심으로 -

A Study on Evaluating the Fire Safety of the Regulation of Escape and Fire-Prevention from Enacting to Now - Focusing on the Hotel Building -

이세명 · 윤명오*†

Se-Myong Lee · Myong-O Yoon*†

서울시립대학교 대학원 재난과학과, *서울시립대학교 재난과학과
(2011. 3. 3. 접수/2011. 6. 10. 채택)

요 약

우리나라의 피난방화규정은 1962년 건축법 제정 이후 현재에 이르기까지 많은 변화를 겪어 왔다. 그러나, 과거에 비해 화재안전성능이 어느 정도 개선되었는지, 그리고 현재의 규정은 어느 정도의 화재안전성능을 확보하고 있는지에 대한 정량적인 평가가 이루어지지 않고 있다. 이 연구에서는 과거 화재사례로 비추어 화재발생시 인명피해가 높을 것으로 예상되는 숙박시설 중 호텔건물을 모델로 하여 피난방화규정의 제/개정 시기별 화재안전성능을 평가해 보았다. 그 결과, 과거에 비해 화재안전성능이 개선되고는 있으나, 특히 저층부분에서의 거실 및 층피난안전성에서 취약함을 확인할 수 있었다. 숙박시설의 경우 재실자의 화재 인지가 늦어 피난시간이 상대적으로 지연되는 문제점이 있기 때문에, 내부마감재료와 방화문 그리고, 방화구획(면적별/층별) 등의 규정을 보완하여 연기층하강시간을 지연시킬 수 있는 현실적인 방안을 마련할 필요가 있다.

ABSTRACT

“Regulation of Escape and fire-prevention of Building” of South Korea were enacted as a part of building codes in 1962. Since it was enacted, the law has gone through many changes. In this study, evaluated the fire safety of the law about the case of a hotel that the fire risk are expected to be higher whenever it was changed. As a result, the current law has gotten better in fire safety since it was enacted. However, especially it could be confirmed that the evacuation safety is insufficient in the lower level of hotel building. In the case of accommodation, because the occupants become aware of fire lately, they have not enough time to escape. Therefore, this study suggests that it is needed to come up with an effective counterplan about the interior finish materials, fire door and fire compartments that the smoke layer descending time is longer.

Key words : Regulation of escape and fire-prevention of building, The fire safety, Escape time, Smoke layer descending time

1. 서 론

우리나라의 피난방화규정은 대형화재가 발생할 때마다 개정 또는 강화되어 왔다. 피난방화규정은 화재 안전성을 확보하기 위한 최소한의 가이드라인을 정하

는 것이기 때문에 신축되는 건축물이 해당 법에 적법하게 건설된다고 하더라도 화재안전성을 확보하였다고 확신할 수 없다. 특히, 과거에 건설된 건축물의 경우에는 이후에 개정 또는 강화된 법규정에 미달되어 최근에 지어지는 건물들에 비해 화재안전성능이 떨어질 것이라는 것을 쉽게 예측할 수 있다. 하지만, 1962년 건축법의 제정 이후부터 현재에 이르기까지 많은 변화를

†E-mail: yoonmo@empal.com

거친 피난방화규정이 과거에 비해 화재안전성능이 어느 정도 개선되었고, 또한 어느 정도의 화재안전성능을 확보하고 있는지에 대한 정량적인 평가가 이루어지지 않고 있다. 이는 화재안전성을 확보하기 위한 최소한의 가이드라인 역할을 하고 있는 현행 법규정이 어떠한 부분에서 취약성이 있으며 향후 발생가능성이 높은 대형화재를 예방하기 위해 어떤 부분을 개선해 나가야 할지에 대한 방향성을 확인할 수 없다는 측면에서 문제점을 제기할 수 있다.

따라서, 이 연구에서는 과거 화재사례에 비추어 화재발생시 인명피해가 높을 것으로 예상되는 숙박시설 중 호텔건물을 모델로 하여 건축법 제정시기부터 현재까지의 피난방화규정의 변천과정을 살펴보고, 크게 변화한 시기별로 구분하여 일본의 피난안전검증법을 이용해 화재안전성능을 평가해 보도록 한다.

2. 호텔관련 피난방화규정의 변천과정

2.1 피난방화규정의 구분

건축물의 화재안전성능은 건축물에 화재가 발생하였을 때 연기층하강시간과 건물내의 재실자의 피난시간을 비교하는 피난안전성의 부분과 재실자의 피난시간

동안 건축물이 붕괴되지 않고 버틸 수 있는지에 대한 구조적 안전성의 부분으로 구분할 수 있다.

이 연구는 피난안전성 측면에서 건축물의 화재안전성능을 평가하기 위해 1962년 건축법 제정이후부터 현재까지의 개정내용을 조사 분석하였다. 건축물의 화재안전성능은 재실자의 피난시간이 건물내 연기층 하강 시간보다 빨라야 확보할 수 있는데, 건축법 상의 피난

Table 1. Escape and Fire-Prevention Regulations

구분	법조항
피난시간	8조 직통계단의 설치
	10조 관람석등으로부터의 출구
	11조 건축물 바깥쪽에서의 출구
	15조 계단의 설치기준
	15조의 2 복도의 너비 및 설치기준
연층하강시간	9조 피난계단/특피계단의 구조
	14조 방화구획 설치기준
	16조 거실의 반자높이
	24조 건축물의 마감재료
	26조 방화문의 구조

Table 2. Regulations Related to Escape Time (Hotel) -1

면적 (m ²)	개정년도 법조항	62년	73년	77년	78년	79년	82년	85년	99년	현행
		(0410)	(0901)	(1211)	(1030)	(1124)	(0807)	(0816)	(0509)	
200 미만	복도폭	규정없음								
	직통계단수	1개								
200 ~ 300	복도폭	1.6(양측에 거실) / 1.2(기타)					1.5(양측에 거실) / 1.2(기타)			
	직통계단수	1개	2개	1개			2개(3층이상)			
300 ~ 400	복도폭	1.6(양측에 거실) / 1.2(기타)					1.5(양측에 거실) / 1.2(기타)			
	직통계단수	1개	2개(3층이상)							
400 이상	복도폭	1.6(양측에 거실) / 1.2(기타)					1.5(양측에 거실) / 1.2(기타)			
	직통계단수	2개		2개(3층이상)						

Table 3. Regulations Related to Escape Time (Hotel) -2

법조항	년도	62년	73년	77년	78년	79년	82년	85년	99년	현행
계단의 구조	계단폭 120 단높이 20 단너비 24								120 / - / -	
화재층의 보행거리	50 m(거실~직통계단)									
피난층의 보행거리	50 m(직통계단~옥외출구)					50 m(계단~옥외출구)/100 m(거실~옥외출구)				
직통계단폭의 합계	-			직통계단폭합계 ≥ 복도폭			-			

방화규정도 이러한 관점에서 구분하여 볼 수 있다. Table 1은 피난방화규정을 피난시간 관련조항과 연기층하강시간 관련조항으로 구분한 것이다.

2.2 피난시간 관련조항의 변천과정

Table 2~3은 평가대상인 호텔의 피난시간 관련조항의 주요한 변천과정을 정리한 표이다. 복도폭은 82년 이후 양측에 거실이 있는 경우 1.6 m에서 1.5 m로 약간 완화되었으며 계단의 구조에서도 99년 이후 단높이 단너비에 대한 규정이 삭제되었다. 하지만, 피난시간 단축에 비교적 큰 영향을 미치는 직통계단의 수는 건물규모에 따라 시기별로 차이는 있지만 1개에서 2개로 강화되었음을 알 수 있다.

2.3 연기층하강시간 관련조항의 변천과정

Table 4~8은 평가대상인 호텔의 연기층하강시간 관련조항의 주요한 변천과정을 정리한 표이다. 층별 방화구획은 73년 이전에는 규정이 없었으며 73년에 5층 이상, 77년에 3층 이상에 층별 방화구획하도록 강화되었고, 면적별 방화구획도 73년에 11층 이상에 대한 규정을 강화하였으며 77년에는 1500 m²에서 1000 m²로 면적규정이 강화되었다. 73년 이후에 거실(난연재), 복도/계단/통로(준불연이상)에 내장재 규정이 신설되었다. 방화문의 경우 1962년 건축법 제정 당시부터 방화문의 구조(철재등의 두께 등)에 대해 규정하고 있으나, 차연 성능에 대한 규정은 없었다. 1999년 이후 “방화문의 인정 및 관리기준(건설교통부 고시 제 1999-368호)”에서

Table 4. Regulations Related to Smoke Layer Descent Time (Hotel) - Fire Compartments

	62년~73년	73년~77년	77년~현행
면적별 방화구획	연면적 1,500 m ² 마다 구획	바닥면적 1,500 m ² 마다 구획 11층 이상 100 m ² /200 m ² (준불연재)/500 m ² (불연재)마다 구획	바닥면적 1,000 m ² 마다 구획 11층 이상 200 m ² /500 m ² (불연재)마다 구획
층별 방화구획	규정없음	5층이상의 모든 층과 지하2층이하에 있어서는 층마다 구획	3층 이상의 모든 층과 지하층에 있어서는 층마다 구획
용도별 방화구획	주요구조부를 내화구조부로 설치해야할 부분과 기타부분 사이		

Table 5. Regulations Related to Smoke Layer Descent Time - Finish of Building

	73년~82년	82년~92년	92년~현행
숙박시설(호텔)	3층 이상의 해당용도 바닥면적 합계가 300 m ² 이상 (거실-난연재 이상 복도, 계단, 통로-준불연이상)	3층 이상의 해당용도 바닥면적 합계가 200 m ² 이상 (거실-난연재 이상 복도, 계단, 통로-준불연이상)	3층 이상의 해당용도 바닥면적 합계가 400 m ² 이상 (거실-난연재 이상 복도, 계단, 통로-준불연이상)
업무시설(오피스)	5층 이상 부분의 바닥면적합계가 500 m ² 이상 (거실-난연재 이상 / 복도, 계단, 통로-준불연재 이상)		

Table 6. Regulations Related to Smoke Layer Descent Time (Hotel) - Fire Door

	62~99	99~05	05~현행
갑종	1. 양면에 두께 0.5 mm 이상의 철판 2. 철판의 두께 1.5 mm 이상 3. 기타 건설부장관이 고시하는 기준에 따라 국립건설시험소장이 그 성능을 인정하여 지정한 것	방화문의 인정 및 관리기준 (건교부고시제 1999-368호) 1. 방화문에 차연성시험을 최초 도입 2. 차연성능 시험은 한국산업규격 KSF2292(창호의 기밀성 시험방법)에 따라 시험을 실시하며 판정기준은 한국산업규격 KS F 2292(창호의 기밀성시험방법) Figure 2의 기밀성등급선 120등급 보다 우수하여야한다.	자동방화셔터/방화문의 기준 (건설교통부 고시제 2005-232호) 1. 방화문과 방화셔터의 성능기준 도입(갑종(비차열 1시간) 을중(비차열 30분)) 2. 차연성능시험을 KSF2292(창호의 기밀성 시험방법)이 아닌 KSF 2846(방화문의 차연성시험 방법)에 따른 차연성시험 결과 KS F 3109(문세트)에서 규정한 차연성능을 확보 ※ 차연성능시험의 강화.
을중	1. 철판의 두께가 0.8 mm~1.5 mm 2. 철재 및 망입유리로 된 것 3. 골구를 방화복재, 옥내면에 두께 1.2 cm 이상 석고판을, 옥외면에는 철판을 붙인 것 4. 기타 건설부장관이 고시하는 기준에 따라 국립건설시험소장이 그 성능을 인정하여 지정한 것		

Table 7. Regulations Related to SmokE Layer Descent Time (Hotel) - Ceiling Height

	62~82	82~현행
거실 반자높이	1. 거실의 반자높이는 2.1 m 이상 2. 학교의 교실(50 m ²)은 3 m 이상 3. 관람집회시설등은 4 m 이상	1. 거실의 반자높이는 2.1 m 이상 2. 삭제 3. 관람집회시설등은 4 m 이상

Table 8. Regulations Related to Smoke Layer Descent Time (Hotel) - The Structure of the Stairs

면적 (m ²)	년도			
	층수	62~73	73~82	82~현행
200 미만	1~4층	직통	직통	직통
	5층	피난	피난	직통
	6~10층	피난	피난	피난
	11층 이상	피난	특피	피난
200~400	1~4층	직통	직통	직통
	5~10층	피난	피난	피난
	11층 이상	피난	특피	피난
400 이상	1~4층	직통	직통	직통
	5~10층	피난	피난	피난
	11층 이상	피난	특피	특피

최초로 방화문(방화셔터 포함)의 차연성시험을 도입하였고, 2005년에는 차연성시험이 강화되었다.

피난시간 및 연층하강시간 관련조항의 변경과정을 조사 분석한 결과, 피난방화규정은 피난시간 관련조항보다 연층하강시간 관련조항에서 더 큰 변화가 있었음을 확인할 수가 있었다.

3. 호텔관련 피난방화규정의 화재안전성능 평가

3.1 일본의 피난안전검증법

일본은 2000년 6월 건축기준법의 개정으로 기존의 사양기준에 따른 설계방법(루트A)에 더해 성능적인 설계방법이 법령에 도입되었다. 일본에서는 오랜 화재경험과 공학적 data를 토대로 피난안전검증법(루트B)을 개발하여 성능설계에 활용하고 있는데, 피난안전검증법은 화재실의 연기발생량과 연층하강시간을 예측하는 공학계산식과 피난시간을 예측하는 공학계산식을 이용하여 거실/층/전관피난안전성을 평가하는 방법이다.

이 연구에서 우리나라 피난방화규정의 화재안전성능을 평가하는 방법으로 피난안전검증법을 활용하는 이유는 우리나라의 법체계가 일본의 법체계가 상당히 유사할 뿐 아니라, 연기발생량과 연층하강시간 그리고 피난시간을 예측하는 계산식에 담겨 있는 여러 변수들이 피난방화규정에서 주로 다루고 있는 거실면적/규모, 층고의 높이, 복도의 폭, 직통계단의 수, 피난계단 및 특별피난계단, 보행거리, 방화구획 및 방화문의 차연성능 등과 직/간접적으로 관련이 있기 때문이다. 다시 말해, 피난방화규정의 제·개정 시기별로 변경된 규정을 피난안전검증법의 연층하강시간과 피난시간 계산식에 적용함으로써 각 시기별 피난안전성능을 정량적으로 평가해 볼 수 있기 때문이다.

3.1.1 거실피난안전검증법

거실피난안전검증법은 화재실이 되는 거실의 재실자 전원이 거실에서 피난을 종료할 때까지 소요되는 시간이 거실의 한계연층높이(1.8 m)까지 연층이 하강하는 시간보다 빠른가를 평가하는 것이다. 여기서, 피난시간(t_{escape})은 피난개시시간(t_{start}), 거실출구까지의 보행거리(t_{travel}), 거실출구의 통과시간(t_{queue})의 합계로 계산된다. 연층하강시간(t_s)은 거실용도와 내장재의 종류에 따른 화재성장속도(α_r 와 α_m), 거실의 바닥면적, 그리고 거실의 천정높이에 따라 연층하강시간을 예측하는 식을 통해 구할 수가 있다.

Table 9. Calculations-Room

거실피난시간
$t_{escape}(\text{피난시간}) = t_{start} + t_{travel} + t_{queue}(\text{min})$ $t_{start}(\text{피난개시시간}) = \sqrt{A_{\text{areal}}/30}(\text{min})$ $t_{travel}(\text{거실출구까지보행시간}) = \max(l_i/v)(\text{min})$ $t_{queue}(\text{거실출구통과시간}) = \Sigma p A_{\text{areal}} / \Sigma N_{\text{eff}} B_{\text{eff}}(\text{min})$ A_{areal} : 거실바닥면적(m ²) l_i : 출구까지 최장 보행거리(m) v : 보행속도(m/min) p : 재실자밀도(명/m ²) N_{eff} : 유효유동계수(명/분) B_{eff} : 유효출구폭(m)
거실연층하강시간
$t_s(\text{연층하강시간}) = A_{\text{room}}(H_{\text{room}} - 1.8)/(V_s - V_e)$ $V_s(\text{연기발생량}) = 9((\alpha_r + \alpha_m)A_{\text{room}})^{1/3}(H_{\text{room}} + 1.8)^{5/3}$ A_{room} : 거실바닥면적(m ²) H_{room} : 거실천정높이(m) α_r : 용도별화재성장속도 α_m : 내장재별화재성장속도 V_e : 유효배연량(m ³ /min)
판정방법
$t_{escape} \leq t_s$

3.1.2 층피난안전검증법

층피난안전검증법은 당해층의 어떤 거실에서 화재가

발생한 경우에 당해층에 있는 모든 재실자가 당해층의 직통계단 중 하나를 통과할 때까지 소요되는 시간이 당해층의 각 거실 및 각 거실에서 직통계단으로 통하는 피난경로부분의 한계연층높이(H_{lim})까지 연층이 하강하는 시간보다 빠른가를 평가하는 것이다.

여기서, 피난시간(t_{escape})의 계산방법은 거실피난안전검증법의 계산방법과 유사하다. 연층하강시간(t_{s2})은 화재실의 연층하강시간과 피난경로의 연층하강시간의 합계로 계산한다. 이때 거실연층하강시간 계산방법과 다른 점은 다음과 같다. 거실연층하강시간 계산에서는 재실자의 호흡선을 기준으로 설정된 1.8 m(한계연층높이)까지의 연층하강시간을 계산하지만, 층연층하강시간은 화재실에서 하강한 연층이 인접한 피난경로로 누설되고 다음 피난경로로 누설되는 시간을 합산하여 계산한다. 따라서, 각 피난경로의 출입문의 종류에 따라 한계연층높이가 달라지며 또한 연기발생량도 달라지게 된다(Table 13과 Table 14).

예를 들어, 화재실과 피난경로가 자동폐쇄식 방화문으로 구획된 경우에는 방화문의 차연성능으로 연기의 누설이 제한되므로 화재실과 인접한 피난경로에서의 연기발생량은 $V_{s2} = k \times A_{Op}$ 으로 계산하게 되고 이때 화재실의 한계연층높이는 방화문높이의 1/2까지가 된다. 불연문으로 구획되어 있는 경우에는 화재실의 한계연층높이에서의 연기발생량이 그대로 인접한 피난경로로 누설되는 것으로 보며 이때 화재실의 한계연층높이는

Table 10. Calculations-Floor

층피난시간
$t_{escape2}$ (피난시간) = $t_{start2} + t_{travel2} + t_{queue2}$ (min) t_{start2} (피난개시시간) = $\sqrt{A_{floor}} / 30 + 5$ (min) $t_{travel2}$ (직통계단출구까지보행시간) = $\max(l_2/v)$ (min) t_{queue2} (직통계단출구통과시간) = $\Sigma p A_{area2} / \Sigma N_{eff} B_{st}$ A_{floor} : 당해층의 바닥면적(m^2)(구획관통부 제외) l_2 : 직통계단출구까지 최장 보행거리 p : 재실자밀도(명/ m^2) A_{area2} : 당해층거실바닥면적(m^2) N_{eff} : 유효유동계수(명/분) B_{st} : 직통계단출구폭(m)
층연층하강시간
t_{s2} (연층하강시간) = $\Sigma A_{room} H_{room} - H_{lim} / (V_s - V_e)$ (min) V_{s1} (연기발생량) = $9((\alpha_f + \alpha_m) A_{room})^{1/3} (H_{room}^{2/3} + H_{lim}^{2/3})$ V_{s2} (연기발생량) = $k \times A_{Op}$ (k: 방화문차연성능에 따른 값) A_{room} : 거실바닥면적(m^2) H_{room} : 거실천정높이(m^2) α_f : 용도별 화재성장속도 α_m : 내장재별 화재성장속도 V_e : 유효배연량(m^3 /min) H_{lim} : 한계연층높이(m) A_{Op} : 방화문면적
판정방법
$t_{escape2} \leq t_{s2}$

출입문상단까지가 된다. 그리고, 직통계단과 인접한 최종 피난경로에서의 한계연층높이는 거실과 같이 1.8 m가 된다.

3.1.3 전관피난안전검증법

전관피난안전검증법은 당해건축물의 어떤 거실에서 화재가 발생한 경우에 당해건축물에 있는 모든 재실자가 당해건축물에서 지상까지 피난을 종료할 때까지 소요되는 시간이 당해건축물의 각 거실 및 각 거실에서 지상으로 통하는 직통계단 또는 승강로(수직관통부 부분)와 인접한 피난경로부분의 한계연층높이(H_{lim})까지 연층이 하강하는 시간보다 빠른가를 평가하는 것이다. 전관피난안전검증법의 계산방법은 층피난안전검증법과 거의 유사하다. 다만, 특징적인 부분은 전관피난안전검증의 경우 최종 피난경로로 누설된 연기층이 한계연층높이까지 하강하여 수직관통부(계단, 승강로 등)로 연기가 누설되는 순간까지 피난이 완료되지 않은 경우에는 피난안전성을 확보하지 못한 것으로 판정한다. 일반적으로, 전관피난안전검증법은 피난시간이 가장 많이 소요되는 층과 연층하강시간이 가장 짧게 소요되는 층을 대상으로 피난안전성을 검증하게 된다.

Table 11. Calculations-Outdoor

전관피난시간
$t_{escape3}$ (피난시간) = $t_{start3} + t_{travel3} + t_{queue3}$ t_{start3} (피난개시시간) = $2\sqrt{A_{floor}} / 15 + 5$ (min) $t_{travel3}$ (지상으로향하는출구까지보행시간) = $\max(l_3/v)$ t_{queue3} (지상으로향하는출구통과시간) = $\Sigma p A_{area3} / \Sigma N_{eff} B_d$ A_{floor} : 당해층의바닥면적(m^2)(구획관통부 제외) l_3 : 지상으로 향하는 출구까지 최장 보행거리(m) p : 재실자밀도(명/ m^2) B_d : 지상으로 향하는 출구폭(m) A_{area3} : 당해건축물의 거실부분 바닥면적(m^2) N_{eff} : 유효유동계수(명/분)
전관연층하강시간
t_{s3} (연층하강시간) = $\Sigma A_{room} (H_{room} - H_{lim}) / (V_s - V_e)$ V_{s1} (연기발생량) = $9((\alpha_f + \alpha_m) A_{room})^{1/3} (H_{room}^{2/3} + H_{lim}^{2/3})$ V_{s2} (연기발생량) = $k \times A_{Op}$ (k: 방화문차연성능에 따른 값) A_{room} : 거실바닥면적(m^2) H_{room} : 거실천정높이(m^2) α_f : 용도별 화재성장속도 α_m : 내장재별 화재성장속도 V_e : 유효배연량(m^3 /min) H_{lim} : 한계연층높이(m)
판정방법
$t_{escape3} \leq t_{s3}$

3.1.4 피난안전검증을 위한 Data¹⁾

일본의 건설성 고시 1441호(Table 12와 Table 13)/ 1442호(Table 14)에는 피난안전검증을 위한 각종 Data

Table 12. Data for Escape Safety Evaluation-1

용도	내용	
보행속도	호텔 등	계단상행 27 (m/min)
		계단하행 36 (m/min)
		계단외의 60 (m/min)
재실자밀도	호텔 등	고정침대 바닥면적/침대수
		기타 0.16 (명/m ²)
단위발열량 (q _f)	호텔 등	240 (MJ/m ²)
	음식점 등	480 (MJ/m ²)
α _f	q _f ≤ 170 경우	α _f = 0.0125
	q _f > 경우	α _f = 2.6 × 10 ⁻⁶ × q _f ^{3/3}
α _m	불연재	0.0035
	준불연	0.014
	난연재	0.056
	목재등	0.35

Table 13. Data for Escape Safety Evaluation-2

실의 종류	출입문의 구조	한계연층높이
계단으로 통하는 출입문이 있는 실		1.8 m
그 밖의 실	상시폐쇄식방화설비 또는 수시 폐쇄할 수 있고 연기 감지기와 연동하는 자동 폐쇄 장치를 설치한 방화설비	당해실의 바닥면에서 각 출구의 상단까지의 높이 중 최대값의 1/2
그 밖의 실	그밖의 구조	당해실의 바닥면에서 각 출구의 상단까지의 높이 중 최대값

Table 14. Data for Escape Safety Evaluation-3

벽 및 출입문의 종류	연기발생량 (연기누설량)
준내화 구조의 벽 또는 불연 재료로 덮인 벽의 개구부에 령 제 112 조 제 14 항 제 1호에 규정하는 방화 설비가 설치되고 있는 경우	2A _{op}
준내화 구조의 벽 또는 불연 재료로 덮인 벽의 개구부에 령 제 112 조 제 14 항 제 2호에 규정하는 방화 설비가 설치되고 있는 경우	0.2A _{op}
그 외	V _{so}

를 제시하고 관련 건물에 적합한 값을 적용토록 하고 있다.

3.1.5 방화문의 차연성능

일본의 “방화설비성능평가업무방법서”²⁾에는 자동폐쇄(또는 감지기연동폐쇄)와 차연성능이 있는 방화문(건축기준법 시행령 제 112조 제14항 제2호에 규정하는 방화설비)의 경우 그 차연성능이 압력차이 19.6 Pa에서 0.20 m³/min·m² 이하가 되도록 규정하고 있다. 이러한 이유로 거실 출입문에 건축기준법 시행령 제 112조 제 14항 제2호에 규정하는 방화문을 설치하는 경우에는 거실과 인접한 복도로의 연기누설량(연기발생량)을 0.2 × Aop(방화문의 면적)로 규정을 하고 있다. 이에 반해 령 제112조 제14항 제1호에서 규정하는 방화설비의 경우 자동폐쇄(또는 감지기연동폐쇄)는 되지만, 차연성능규정을 적용받지 않는 방화문으로 이러한 경우에는 10배의 연기누설량을 적용하여 2 × Aop(방화문의 면적)로 규정하고 있다.

우리나라의 경우에는 1962년 건축법 제정 당시부터 방화문의 구조(철재등의 두께 등)에 대해 규정하고 있으나, 그 내용을 살펴보면 화열에 대한 내화성능에 치중하고 있으며 차연성능에 대한 규정은 없다. 그러던 것이 1999년 “방화문의 인정 및 관리기준(건설교통부 고시 제 1999-368호)”에서 최초로 방화문(방화셔터 포함)에 KSF 2292(창호의 기밀성 시험방법)에 준한 차연성 시험을 하여 기밀성등급선 120등급보다 우수해야

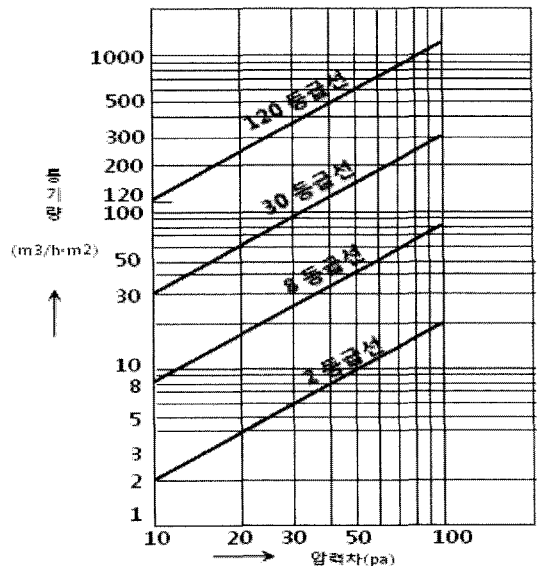


Figure 1. KSF 2292.

한다고 규정하고 있다.

기밀성등급선 120등급은 Figure 1에서 20 Pa(초기화재시 차압)에서 약 240 m³/h · m²의 누설량을 갖는 성능이며, 이는 방화문이 초기 화재시에 20 Pa에서 4 m³/min · m²의 연기를 누설하는 성능을 가진다는 의미이다. 또, 2005년 “자동방화셔터 및 방화문의 기준(건설교통부 고시 제 2005-232호)”에서는 KSF 2292(창호의 기밀성 시험방법)에 의한 방법이 아닌 KSF 2846(방화문의 차연성 시험방법)에 따른 차연성시험 결과 KSF 3109(문세트)에서 규정한 차연성능을 확보하도록 하고 있으며, KSF 3109(문세트)에서는 25 Pa에서 0.9 m³/min · m²의 미국 IBC의 규정을 참고토록 하고 있다.

이러한 내용을 바탕으로 층 및 전관피난안전검증에서 연층하강시간을 계산하기 위한 방화문의 연기누설량을 Table 15와 같이 우리나라의 상황에 맞게 변형하여 적용하도록 한다.

Table 15. Data for Escape Safety Evaluation-4

벽 및 개구부의 종류	연기누설량 (연기발생량)
99년 이전에 설치된 방화문/방화셔터 (자동폐쇄 및 감지기연동폐쇄형에 한함)	9A _{op}
99년~05년에 설치된 방화문/방화셔터 (자동폐쇄 및 감지기연동폐쇄형에 한함)	4A _{op}
05년 이후에 설치된 방화문/방화셔터 (자동폐쇄 및 감지기연동폐쇄형에 한함)	0.9A _{op}
그 외	V _{so}

3.1.6 배연설비

피난안전검증법에서는 일본의 자연배연관계규정에 적합하고 당해거실 벽의 바닥면으로부터의 높이가 1.8m 이하인 부분에 배연구의 개방과 연동하여 자동적으로 개방되거나 상시개방상태인 급기구가 설치된 배연설비를 설치한 경우에는 연기발생량(V_{so})을 다음과 같이 구할 수 있다.

$$V_{so} = V_s - V_e (V_s: 거실연기발생량/V_e: 배연량) \quad (식 1)$$

우리나라의 경우 6층 이상의 문화집회시설, 업무시설, 숙박시설 등에 있어서 방화구획된 공간마다 1개소 이상의 배연창을 설치토록 규정하고 있다.³⁾ 하지만, 우리나라의 배연설비의 경우 배연성능에 대한 연구가 부족하고, 적법하게 설치하였을 때 어느 정도의 배연성능을 갖는지를 가늠하기가 어렵기 때문에 본 연구에서는 배연설비에 대한 연기배출량을 고려하지 않기로 한다.

다만, 소방관련법에서 규정하고 있는 특별피난계단

부속실 및 비상용승강기의 승강장에 설치하는 급기가압 제연설비의 경우 배연이 아닌 급기가압을 통해 부속실(또는 승강장)의 안전도를 높이는 설비이기 때문에 연기확산에 비교적 안전하다고 판단하고 부속실 이외의 수직관통부인 일반엘리베이터 승강장 등으로의 연기확산경로를 선택하여 전관연층하강시간을 계산하였다.

3.2 호텔관련 피난방화규정의 화재안전성능 평가

3.2.1 평가모델

Figure 2~4와 같이 동일한 형태의 평면(호텔 1층 1400 m²/기준층 1000 m²)을 3층/6층/12층 규모로 구분

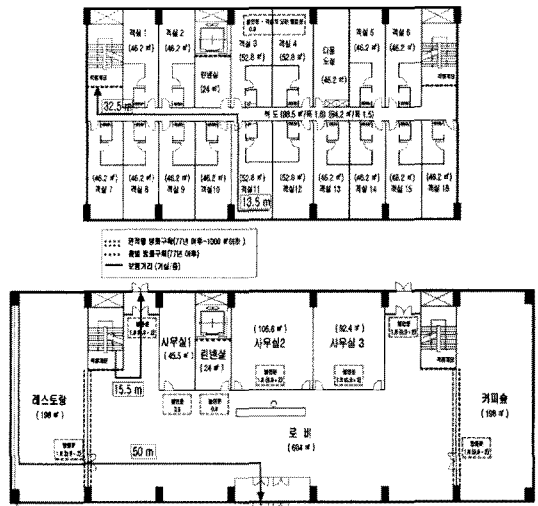


Figure 2. 3rd and first floor plan.

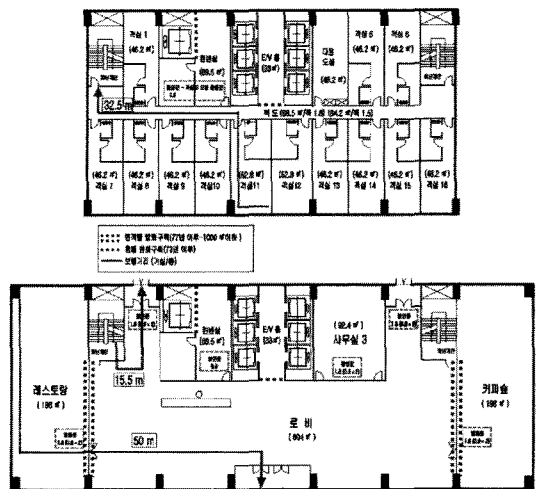


Figure 3. 6th and first floor plan.

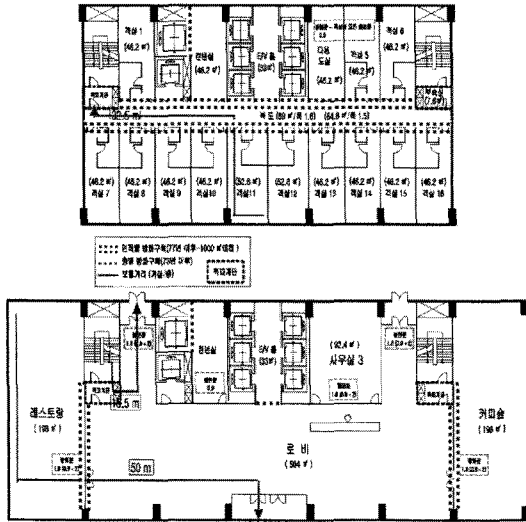


Figure 4. 12th and first floor plan.

하고 각각에 대해 시기별 피난방화규정을 적용하여 화재안전성능을 평가한다.

3.2.2 1~4층 규모(3층)

3층규모 호텔의 건축시기별 피난방화규정은 Table 16과 같다.

Table 16. Regulations for Construction Period - 3rd Floor

년도	관련조항 (제/개정된 내용만 기재)
62~73	계단폭 120 단높이 20 단너비 24 계단은 직통계단구조로 2개소 설치 방화구획대상아님/복도폭 1.6(양쪽거실) 방화문 차연성능 - 9Aop 적용 거실마감재 일반재료로 설정
73~77	복도폭 1.5(양쪽거실)로 설정 거실마감재는 난연재로 설정(73년신설)
77~99	방화구획(1000 m ² 마다/3층 이상)
99~05	방화문 차연성능 개선 - 4Aop 적용
05~현	방화문 차연성능 개선 - 0.9Aop 적용
50 m(거실~직통계단)/0 m(직통계단~옥외출구) 50 m(계단~옥외출구)/100 m(거실~옥외출구)	

거실 및 층피난안전검증에서는 직통계단에서 가장 먼 3층의 객실11번을 대상으로 실시하였고, 전관피난안전검증에서는 역시 피난층 출입구에서 가장 먼 3층 객실11번의 피난시간과 1층의 레스토랑에서의 화재로 인한 연증하강시간을 비교하여 전관피난안전성을 평가

하였다.

77년 이전까지는 면적별/층별 방화구획 대상이 아니었으며, 77년 이후에 Figure 2와 같이 면적별/층별 방화구획 대상이 되면서 층 및 전관피난안전성능이 향상되었을 것으로 예상된다.

3.2.3 5~10층 규모(6층)

6층규모 호텔의 건축시기별 피난방화규정은 Table 17과 같다.

Table 17. Regulations for Construction Period - 6th Floor

년도	관련조항(제/개정된 내용만 기재)
62~73	계단폭 120 단높이 20 단너비 24 계단은 피난계단구조로 2개소 설치 방화구획대상아님/복도폭 1.6(양쪽거실) 방화문 차연성능 - 9Aop 적용 거실마감재 일반재료로 설정
73~77	방화구획(5층이상) 복도폭 1.5(양쪽거실)로 설정 거실마감재는 난연재로 설정(73년신설)
77~99	방화구획(1000 m ² 마다/3층이상)
99~05	방화문 차연성능 개선 - 4Aop 적용
05~현	방화문 차연성능 개선 - 0.9Aop 적용
50 m(거실~직통계단)/0 m(직통계단~옥외출구) 50 m(계단~옥외출구)/100 m(거실~옥외출구)	

73년 이후 층별 방화구획 대상이 되어 Figure 3과 같이 층별 방화구획이 되며, 또한 피난계단 설치대상이므로 계단실로의 연기확산속도를 늦출 수 있을 것으로 예상된다.

하지만, 77년 이전에는 1~4층의 경우 피난계단을 설치하지만, 층간 방화구획 대상이 되지 않으므로 엘리베이터홀 등과 같은 수직관통부로의 연기확산속도가 여전히 빨라 4층이하 부분의 피난안전성능은 기존과 유사할 것으로 예측되며, 다만, 5층이상 부분의 층 및 전관피난안전성능은 향상되었을 것으로 예상된다. 77년 이후에는 층별 방화구획이 3층이상으로 강화되었다.

3.2.4 11층 이상 규모(12층)

12층규모 호텔의 건축시기별 피난방화규정은 Table 18과 같다.

73년부터 11층이상의 거실을 불연재로 마감하였을 경우, Figure 4와 같이 500 m² 이내로 방화구획을 하여야 하며, 5층 이상 부분은 층별 방화구획하여야 한다. 이로 인해, 5층 이상 그리고 11층 이상 부분의 층 및

Table 18. Regulations for Construction Period - 12th Floor

년도	관련조항(제/개정된 내용만 기재)
62~73	계단폭 120 단높이 20 단너비 24 계단은 피난계단구조로 2개소 설치 방화구획대상아님/복도폭 1.6(양쪽거실) 방화문 차연성능 - 9Aop 적용 거실마감재 일반재료로 설정
73~77	방화구획(5층이상/11층이상 불연재마감할 때 500m ² 마다 구획) 계단은 특별피난계단구조로 2개소 설치 복도폭 1.5(양쪽거실)로 설정 거실마감재는 난연재료로 설정(73년신설)
77~99	방화구획(1000m ² 마다/3층이상)
99~05	방화문 차연성능 개선 - 4Aop 적용
05~현	방화문 차연성능 개선 - 0.9Aop 적용
50m(거실~직통계단)/0m(직통계단~옥외출구) 50m(계단~옥외출구)/100m(거실~옥외출구)	

전관피난안전성능이 개선되었을 것으로 예상된다. 특히, 11층 이상 층에 있는 객실의 출입문의 경우 방화구획 규정에 맞게 갑종방화문으로 구획함에 따라 복도로의 연기확산속도가 상당히 지연될 것으로 예상된다. 하지만, 4층 이하 부분은 기존과 큰 변화가 없을 것으로 예상된다. 그리고, 77년 이후에는 층별방화구획이 3층 이상으로 강화되었고 또한, 면적별 방화구획이

1000m² 이하로 강화되면서 1층의 레스토랑과 커피숍 부분을 방화구획 하게 되어 1층의 계단 및 승강장으로의 연기확산속도를 늦출 수 있어 전관피난안전성능이 개선되었을 것으로 예상된다. 또한, 73년부터는 계단을 특별피난계단구조로 설치하도록 규정이 강화되었다.

3.3 평가결과 및 분석

3.3.1 거실피난안전성평가

Table 19는 거실피난안전성평가 결과를 나타낸 표이다. 피난방화규칙에서 규정하고 있는 거실의 반자높이 2.1m와 내부마감재를 난연재료 하였을 경우에 피난시간과 연층하강시간은 다음과 같다.

$$t_{start1} = \sqrt{52.8} / 30 = 0.24(\text{min})$$

$$t_{travel1} = 13.5/60 = 0.225(\text{min})$$

$$t_{queue1} = 2/(90 \times 0.9) = 0.025(\text{min})$$

$$\therefore t_{escape1} = 0.24 + 0.225 + 0.025 = 0.49(\text{min})$$

$$V_{s1} = 9 \times ((0.024 + 0.056) \times 52.8)^{1/3} (2.1^{5/3} + 1.8^{5/3})$$

$$= 88.85$$

$$\therefore t_{s1} = 52.8(2.1 - 1.8)/88.85 = 0.178(\text{min})$$

계산결과 $t_{escape1} > t_{s1}$ 이므로 피난안전성이 확보되지 않음을 확인할 수가 있었다.

다음으로, 층고와 내장재의 종류를 2.5m/준불연재, 3m/불연재료로 설정하여 거실피난안전성평가를 해 보았으며 그 결과를 나타낸 것이 Figure 5(왼쪽)이다.

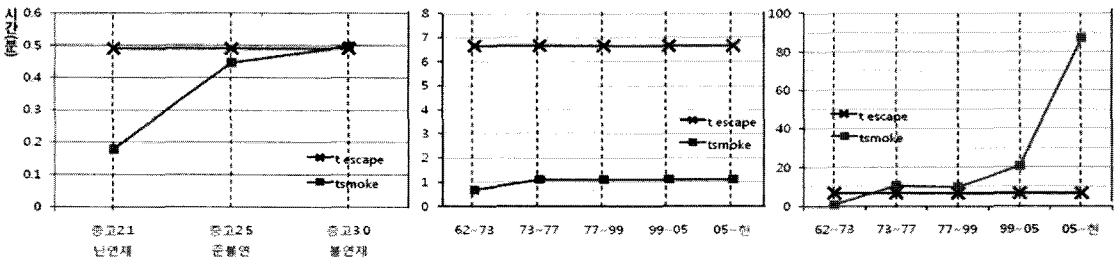


Figure 5. Escape safety evaluation - room (Left)/floor (3rd and 6th) (Middle)/floor (12th) (Right).

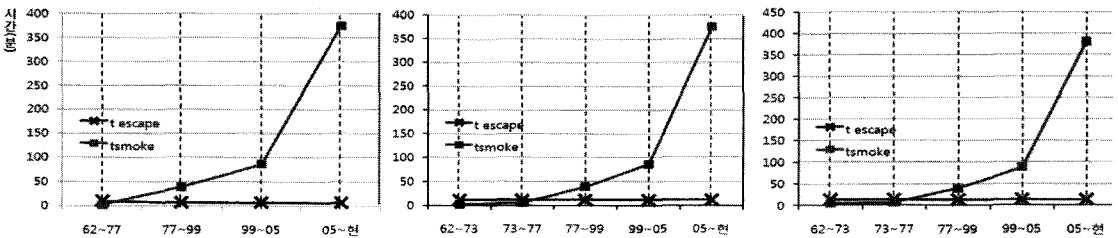


Figure 6. Escape safety evaluation - outdoor (3rd) (Left)/outdoor (6th) (Middle)/outdoor (12th) (Right).

거실의 반자높이를 2.5 m, 내부마감재를 준불연재로 하였을 때 연층하강시간은 0.447분이며, 거실의 반자높이를 3m, 내부마감재를 불연재로 하였을 때 연층하강시간은 0.498분으로 피난시간 0.49분과 유사하게 됨을 확인할 수 있었다. 즉, 거실의 반자높이를 현행의 규정보다 높게 설정하거나 거실 내장재를 준불연재 이상으로 하였을 때 피난안전성이 개선됨을 확인할 수 있었다.

따라서, 호텔건물에 있어서 거실피난안전성을 확보하기 위해서는 거실의 반자높이와 내장재에 관한 현재의 규정을 개선할 필요가 있다고 판단된다.

3.3.2 층피난안전성평가

62~73년의 3층에서의 피난시간과 연층하강시간을 계산하면 다음과 같다.

$$t_{start2} = \sqrt{924.3 / 30} + 5 = 6.01(\text{min})$$

$$t_{travel2} = 32.5/60 = 0.54(\text{min})$$

$$t_{queue2} = 32/(90 \times 2.4) = 0.15(\text{min})$$

$$\therefore t_{escape2} = 6.01 + 0.54 + 0.15 = 6.7(\text{min})$$

$$V_{s\text{거실}} = 9 \times ((0.024 + 0.35) \times 52.8)^{1/3} (3^{5/3} + 2^{5/3})$$

$$= 229.03$$

$$t_{s\text{거실}} = 52.8(3 - 2)/229.03 = 0.23(\text{min})$$

$$V_{s\text{복도}} = V_{s\text{거실}} = 229.03$$

$$t_{s\text{복도}} = 88.5(3 - 1.8)/229.03 = 0.46(\text{min})$$

$$\therefore t_{t2} = t_{s\text{거실}} + t_{s\text{복도}} = 0.23 + 0.46 = 0.69(\text{min})$$

계산결과 $t_{escape2} > t_{t2}$ 이므로 피난안전성이 확보되지 않음을 확인할 수가 있었다. 동일한 계산방법으로 시기

별로 3층/6층/12층에서의 피난시간과 연층하강시간을 계산하여 정리한 것이 Table 20이다. 여기서, V_{s1} 과 t_{s1} 은 각각 거실에서의 연기발생량과 연층하강시간을 나타내며 V_{s2} 와 t_{s2} 는 피난경로인 복도에서의 연기발생량과 연층하강시간을 나타낸다. 3층/6층의 경우에는 거실과 복도간에 불연문이 설치되어 있어 화재가 발생하더라도 거실과 복도사이를 자동폐쇄할 수가 없다. 그러므로, 거실에서의 연기발생량이 그대로 복도로 누설되기 때문에 $V_{s2} = V_{s1}$ 가 된다. 거실과 복도의 상부 축연공간의 체적(천정으로부터 한계연층높이까지의 체적)에 연기발생량(V_{s1} 와 V_{s2})을 각각 나눠주면 거실과 복도에서의 연층하강시간을 구할 수 있으며 이 값들을 합산한 것이 해당층에서의 연층하강시간이 된다. 이때 거실의 한계연층높이는 불연문의 높이인 2m이며, 복도의 경우에는 직통계단과 인접하고 있으므로 한계연층높이가 1.8m가 된다. 내장재 종류별 화재성장속도(α_m)는 73년 이후에 거실부분에 난연재로 설치하도록 규정이 신설되어 73년 이전에는 목재등의 화재성장속도(Table 12)인 0.35를 적용하였다. 12층의 경우에는 피난경로가 거실 → 복도 → 부속실 → 계단으로 구성되어 있으며 각각은 자동폐쇄식의 방화문으로 구획되어 있으므로 복도와 부속실에서의 연기발생량은 $V_{s2} = k \times A_{Op}$ (k: 방화문차연성능에 따른 값)에 따라 계산하게 된다. 각 피난경로별 한계연층높이는 바닥으로부터 방화문높이(2m)의 1/2인 1m가 되며, 계단과 인접한 최종 피난경로인 부속실에서의 한계연층높이는 1.8m가 된다.

층피난안전성평가 결과 3층과 6층의 대상모델에서

Table 19. Escape Safety Evaluation - Room

피난 시간	연도	① 층	② 실명	③ 바닥 면적 A_{area}	④ 천정 높이 H	⑤ 보행 거리 $l_{//}$	⑥ 재실 자수 ΣpA_{area1}	⑦ 복도 면적 ΣA_{co}	⑧ 층재실 자수 ΣpA_{load}	⑨ 유효 유동 계수 N_{eff}	⑩ 화재성장률		⑪ $\frac{0.14}{\sqrt{(\alpha_f + \alpha_m)}}$	⑫ 유효 출구폭		
											3층	α_m				
연층 하강 시간	62~현	3층	객실11	52.8	2.1	13.5	2	88.5	32	90	0.024	난연0.056	0.495	0.9		
	62~현	3층	객실11	52.8	2.5	13.5	2	88.5	26	90	0.024	준불0.014	0.718	0.9		
	62~현	3층	객실11	52.8	3.0	13.5	2	69	26	90	0.024	불연0.0035	0.844	0.9		
연층 하강 시간	⑬ 거실연강하시간 $\frac{A_{area1} \times (H - 1.8)}{\max(V_s - V_c, 0.01)}$				※ 거실피난의 경우 제개정시기별 법규정의 변화내용이 없기 때문에 거실피난안전 검증결과가 동일 ※ 따라서, 거실피난의 경우 거실의 천정과 내장재를 변화시켜 거실피난안전검증을 실시						거실피난안전검증					
	0.178										⑭ t_{start}	⑮ t_{travel}	⑯ t_{queue}	⑰ t_{escape}	⑱ t_{smoke}	판정
	0.4476										0.24	0.225	0.025	0.49	0.178	NO
	0.4983										0.24	0.225	0.025	0.49	0.447	NO
				0.24	0.225	0.025	0.49	0.4983	YES							

Table 20. Escape Safety Evaluation - Floor

피난	연도	① 피난층	② 실명	③ 바닥면적 A _{floor}	④ 천정높이 H	⑤ 보행거리 l ₂	⑥ 층재실자수 ΣpA _{area2}	⑦ 당해층계단실면적 ΣA _{st}	⑧ 피난통로공용하는재실자수 ΣpA _{load}	⑨ 유효유동계수 N _{eff}	⑩ 계단출구폭 B _{st}
연층하강	연도	⑪ 화재층	⑫ 거실연강하시간 $\frac{A_{\text{areal}} \times (H - H_{\text{lim}})}{\max(V_s - V_e, 0.01)}$	⑬ 복도연강하시간 $\frac{A_{\text{areal}} \times (H - H_{\text{lim}})}{\max(V_s - V_e, 0.01)}$	⑭ 부속실연강하시간 $\frac{A_{\text{areal}} \times (H - 1.8)}{\max(V_s - V_e, 0.01)}$						
						⑮ t _{start}	⑯ t _{travel}	⑰ t _{queue}	⑱ t _{escape}	⑲ t _{smoke}	⑳ 판정
3층 건물	62~73	3층	객실11	924.3	3	32.5	32	21	32	90	2.4(1)
	73~77	3층	객실11	920(2)	3	32.5	32	21	32	90	2.4
	77~99	3층	객실11	920	3	32.5	32	21	32	90	2.4
	99~05	3층	객실11	920	3	32.5	32	21	32	90	2.4
	05~현	3층	객실11	920	3	32.5	32	21	32	90	2.4
6층 건물	62~73	6층	객실11	851	3	32.5	26	21	26	90	1.8
	73~77	6층	객실11	851	3	32.5	26	21	26	90	1.8
	77~99	6층	객실11	846.7	3	32.5	26	21	26	90	1.8
	99~05	6층	객실11	846.7	3	32.5	26	21	26	90	1.8
	05~현	6층	객실11	846.7	3	32.5	26	21	26	90	1.8
12층 건물	62~73	12층	객실11	831	3	32.5	26	21	26	90	1.8
	73~77	12층	객실11	831	3	32.5	26	21	26	90	1.8
	77~99	12층	객실11	826.8	3	32.5	26	21	26	90	1.8
	99~05	12층	객실11	826.8	3	32.5	26	21	26	90	1.8
	05~현	12층	객실11	826.8	3	32.5	26	21	26	90	1.8
3층 건물	62~73	3층	(불연문) 0.23	(직통) 0.46	부속실없음	6.01	0.54	0.15	6.7	0.69	NO
	73~77	3층	(불연문) 0.385	(직통) 0.738	부속실없음	6.01	0.54	0.15	6.7	1.12	NO
	77~99	3층	(불연문) 0.385	(직통) 0.738	부속실없음	6.01	0.54	0.15	6.7	1.12	NO
	99~05	3층	(불연문) 0.385	(직통) 0.738	부속실없음	6.01	0.54	0.15	6.7	1.12	NO
	05~현	3층	(불연문) 0.385	(직통) 0.738	부속실없음	6.01	0.54	0.15	6.7	1.12	NO
6층 건물	62~73	6층	(불연문) 0.23	(피난) 0.46	부속실없음	5.97	0.54	0.16	6.67	0.69	NO
	73~77	6층	(불연문) 0.385	(피난) 0.738	부속실없음	5.97	0.54	0.16	6.67	1.12	NO
	77~99	6층	(불연문) 0.385	(피난) 0.738	부속실없음	5.97	0.54	0.16	6.67	1.12	NO
	99~05	6층	(불연문) 0.385	(피난) 0.738	부속실없음	5.97	0.54	0.16	6.67	1.12	NO
	05~현	6층	(불연문) 0.385	(피난) 0.738	부속실없음	5.97	0.54	0.16	6.67	1.12	NO
12층 건물	62~73	12층	(불연문) 0.23	(피난) 0.46	부속실없음	5.96	0.54	0.16	6.66	0.69	NO
	73~77	12층	(방화문:9) 1.43	(특피) 8.52	(방화문:9) 0.56	5.96	0.54	0.16	6.66	10.5	YES
	77~99	12층	(방화문:9) 1.43	(특피) 8.52	(방화문:9) 0.56	5.96	0.54	0.16	6.66	10.5	YES
	99~05	12층	(방화문:4) 1.43	(특피) 18.00	(방화문:4) 1.27	5.96	0.54	0.16	6.66	20.7	YES
	05~현	12층	(방화문:0.9) 1.43	(특피) 80	(방화문:0.9) 5.63	5.96	0.54	0.16	6.66	87.06	YES

(1) Σ직통계단출구폭 = Σ직통계단의폭 (∵ 계단이 구획되지 않음)
 (2) 복도폭(1.6 → 1.5) 감소로 인한 복도면적 감소분

Table 21. Escape Safety Evaluation - Outdoor

피난	연도	① 피난층	② 실명	③ 바닥면적 A_{floor}	④ 천정높이 H	⑤ 보행거리 l_B			⑥ 객실 전체 객실자수 ΣpA_{area3}	⑦ 전체 계단실 면적 ΣA_{st}	⑧ (1) 옥외출구 공용하는 객실자수 ΣpA_{load}	⑨ 유효 유동계수 N_{eff}	⑩ (2) 옥외로의 출구폭 B_d
						화재층	계단	피난층					
3층 건물	62~73	3층	객실11	924.3	3	32.5	19	15.5	64	42.2	64	80	3.6
	73~77	3층	객실11	924.3	3	32.5	19	15.5	64	42.2	64	80	3.6
	77~99	3층	객실11	920	3	32.5	19	15.5	64	42.2	64	80	3.6
	99~05	3층	객실11	920	3	32.5	19	15.5	64	42.2	64	80	3.6
	05~현	3층	객실11	920	3	32.5	19	15.5	64	42.2	64	80	3.6
6층 건물	62~73	6층	객실11	851	3	32.5	47.5	15.5	130	105.5	130	80	3.6
	73~77	6층	객실11	851	3	32.5	47.5	15.5	130	105.5	130	80	3.6
	73~99	6층	객실11	846.7	3	32.5	47.5	15.5	130	105.5	130	80	3.6
	99~05	6층	객실11	846.7	3	32.5	47.5	15.5	130	105.5	130	80	3.6
	05~현	6층	객실11	846.7	3	32.5	47.5	15.5	130	105.5	130	80	3.6
12층 건물	62~73	12층	객실11	831	3	32.5	104.5	15.5	286	232	286	80	3.6
	73~77	12층	객실11	831	3	32.5	104.5	15.5	286	232	286	80	3.6
	77~99	12층	객실11	826.8	3	32.5	104.5	15.5	286	232	286	80	3.6
	99~05	12층	객실11	826.8	3	32.5	104.5	15.5	286	232	286	80	3.6
	05~현	12층	객실11	826.8	3	32.5	104.5	15.5	286	232	286	80	3.6
연층 하강	연도 연도	① 화재실	⑪ 거실연강하시간 $\frac{A_{areal} \times (H - H_{lim})}{\max(V_s - V_c, 0.01)}$		⑫ 로비연강하시간 $\frac{A_{areal} \times (H - H_{lim})}{\max(V_s - V_c, 0.01)}$		⑬ 수직관통부 인접실 연강하시간 $\frac{A_{areal} \times (H - H_{lim})}{\max(V_s - V_c, 0.01)}$		전관피난안전검증				
			⑭ t_{start}	⑮ t_{travel}	⑯ t_{queue}	⑰ t_{escape}	⑱ t_{smoke}	판정					
3층 건물	62~73	(1층) 레스토랑	(불연문) 0.32	(직통) 1.97	부속실없음			9.05	1.33	0.22	10.6	2.29	NO
	73~77		(불연문) 0.32	(직통) 1.97	부속실없음			9.05	1.33	0.22	10.6	2.29	NO
	77~99		(방화문(9)) 1.98	(직통) 37.28	부속실없음			9.04	1.32	0.22	10.58	39.26	YES
	99~05		(방화문(4)) 1.98	(직통) 83.89	부속실없음			9.04	1.32	0.22	10.58	85.87	YES
	05~현		(방화문(0.9)) 1.98	(직통) 372.84	부속실없음			9.04	1.32	0.22	10.58	374.82	YES
6층	62~73	(1층) 레스토랑	(불연문) 0.53	(피난) 1.62 (3)	부속실없음			8.89	2.12	0.45	11.46	2.15	NO
	73~77		(불연문) 0.79	(피난) 4.79	부속실없음			8.89	2.12	0.45	11.46	5.58	NO
	77~99		(방화문(9)) 2.04	(피난) 37.28	부속실없음			8.88	2.12	0.45	11.45	39.32	YES
	99~05		(방화문(4)) 2.04	(피난) 83.89	부속실없음			8.88	2.12	0.45	11.45	85.93	YES
	05~현		(방화문(0.9)) 2.04	(피난) 372.84	부속실없음			8.88	2.12	0.45	11.45	374.88	YES
12층 건물	62~73	(1층) 레스토랑	(불연문) 0.53	(피난) 3.25	부속실없음			8.84	3.7	0.99	13.53	3.78	NO
	73~77		(불연문) 0.79	(특피) 4.80	(일반승강장)(4) 0.61			8.84	3.7	0.99	13.53	6.20	NO
	77~99		(방화문(9)) 2.04	(특피) 37.28	(일반승강장) 0.61			8.83	3.7	0.99	13.52	39.93	YES
	99~05		(방화문(4)) 2.04	(특피) 83.88	(일반승강장) 1.37			8.83	3.7	0.99	13.52	87.29	YES
	05~현		(방화문(0.9)) 2.04	(특피) 372.84	(일반승강장) 6.11			8.83	3.7	0.99	13.52	380.99	YES

- (1) 피난층(1층)의 객실자는 제외
- (2) 추출입구(화재로 사용이 제한되는 상황 가정)를 제외한 부출입구의 폭의 합계
- (3) (73년이전)층별방화구획 되지 않은 승강장으로서의 연기확산경로를 선택
- (4) 부속실과 비교해 상대적으로 위험성이 더 높을 것으로 예상되는 승강장으로서의 연기확산경로를 선택

피난안전성이 떨어지는 것을 확인할 수 있으며(Figure 5(중간)), 12층의 경우 73년 이전까지는 피난안전성을 확보할 수 없었으나, 73년 이후부터는 피난시간이 연층하강시간보다 더 빨라짐을 알 수가 있었다(Figure 5(오른쪽)).

특히, 3층/6층규모의 대상모델에서 층피난시간이 층연층하강시간에 비해 5~6분 이상 초과되고 있는데, 이러한 결과가 62년 법제정 이후 현행법에 이르기까지 개선이 되고 있지 않아 문제점으로 지적할 수 있다.

층피난안전성평가를 실시하기 전에 사전예측에서 73년의 5층 이상 층별방화구획의 신설과, 77년의 3층이상 층별방화구획으로의 개정을 거치면서 층피난안전성이 개선이 되었을 것으로 예상하였으나, 평가결과 층피난안전성이 개선되지 않고 있음을 확인할 수 있었다.

그 이유는 층피난안전성평가는 재실자가 거실에서 직통계단으로 피난을 종료하는 시간과 피난경로(거실, 복도, 부속실)의 한계연층높이까지 연기가 하강하는 시간을 비교하는 것인데, 재실자가 해당층의 직통계단으로 피난을 종료하기 전에 직통계단으로 연기가 확산되는 것을 억제하기 위해서는 수평 피난경로상의 출입문 등에 자동폐쇄식 방화문을 설치하거나 방화구획을 하여야만 가능하게 된다. 즉, 면적별 방화구획이 해당층의 연층하강시간을 지연시킬 수 있다는 것을 알 수가 있었다.

이에 반해, 12층의 경우에는 거실과 복도 사이를 방화구획하고 특별피난계단을 설치함으로써 부속실이 피난경로로 추가되면서 직통계단까지의 연기확산을 적절하게 차단할 수가 있게 되어 피난안전성을 확보할 수가 있었다. 그리고, 1999년부터는 방화구획에 설치하는 방화문의 차연성시험을 최초 도입하였고, 2005년에는 그 차연성시험이 강화되면서 연층하강시간이 급격하게 증가하고 있음을 Figure 5(오른쪽)을 통해 확인할 수가 있다.

호텔과 같은 취침용도의 건물에서 화재가 발생하게 되면 피난개시까지 많은 시간이 소요되는데, 현행 규정으로 볼 때 10층 이하의 저층부분에서는 피난안전성을 확보하기가 쉽지 않다는 것을 층피난안전성평가를 통해 확인할 수가 있었다. 따라서, 호텔건물의 경우 10층 이하의 저층이라 하더라도 면적별 방화구획을 강화하거나, 거실 출입문을 자동폐쇄식 방화문을 설치토록 하여 수평 피난경로상의 연층하강시간을 효과적으로 지연시킬 수 있는 규정을 신설하는 방안도 생각해 볼 필요가 있다.

3.3.3 전관피난안전성평가

전관피난안전성평가는 피난시간이 가장 많이 소요되

는 최상층과 연층하강시간이 가장 빠를 것으로 예상되는 1층을 대상으로 실시하였다. 1층의 연기가 수직관통부 인접 공간(평가모델에서는 로비 또는 일반승강장이 된다.)까지 확산되어 한계연층높이에 도달하면 수직관통부(계단, 승강로 등)로 연기가 유입되어 건물 전체가 연기로 오염되기 때문에 이때까지 건물내 전체 재실자가 피난을 완료하지 못하면 피난안전성은 확보하지 못하는 것으로 판정한다.

62~73년의 3층규모 건물에서 3층 재실자의 피난시간과 1층의 연층하강시간을 계산하면 다음과 같다.

$$t_{\text{start}3} = 2\sqrt{924.3}/15 + 5 = 9.05(\text{min})$$

$$t_{\text{travel}3} = 32.5/60 + 19/36 + 15.5/60 = 1.33(\text{min})$$

$$t_{\text{queue}3} = 64/(80 \times 3.6) = 0.22(\text{min})$$

$$\therefore t_{\text{escape}3} = 9.05 + 1.33 + 0.22 = 10.6(\text{min})$$

$$V_{\text{레스토랑}} = 9 \times ((0.0765 + 0.35) \times 198)^{1/3} (2.5^{5/3} + 2^{5/3}) = 307.19$$

$$t_{\text{레스토랑}} = 198(2.5 - 2)/307.19 = 0.32(\text{min})$$

$$V_{\text{로비}} = V_{\text{레스토랑}} = 307.19$$

$$t_{\text{로비}} = 604(3 - 2)/307.19 = 1.97(\text{min})$$

$$\therefore t_{\text{s}} = t_{\text{레스토랑}} + t_{\text{로비}} = 0.32 + 1.97 = 2.29(\text{min})$$

계산결과 $t_{\text{escape}3} > t_{\text{s}}$ 이므로 피난안전성이 확보되지 않음을 확인할 수가 있었다. 동일한 계산방법으로 시기별로 3층/6층/12층에서의 피난시간과 1층의 연층하강시간을 계산하여 정리한 것이 Table 21이다. 여기서, 레스토랑과 로비의 층고는 각각 2.5m와 3m이며 면적은 198 m², 604 m²이다. 레스토랑의 한계연층높이는 불연문의 높이인 2m이며, 로비의 경우에는 인접한 직통계단의 상단높이인 2m를 한계연층높이로 하였다. 그리고, 레스토랑의 화재성장속도(α_f)는 0.0765이다(Table 12).

전관피난안전성평가 결과(Figure 6) 3층/6층/12층규모의 모든 모델에서 피난안전성이 향상되고 있음을 확인할 수 있었다.

73~77년은 거실내장재(난연재이상) 규정의 신설과 층별방화구획(5층이상) 77~99년은 방화구획(1000마다/3층이상)규정의 강화, 99~05년은 방화문 차연성기준의 신설, 05~현재는 방화문 차연성기준의 강화로 인해 전관피난안전성능이 향상되었음을 알 수 있었다. 1999년과 2005년의 전관피난안전성능의 향상은 방화구획선상의 방화문의 차연성능 향상에 기인한 결과이다.

4. 결 론

지금까지 우리나라 피난방화규정의 제·개정시기별 화재안전성능(피난안전성능)을 평가해 보았다. 연구결

과 1962년 법제정 이후 현행에 이르기까지 피난방화규정은 많은 개정과정을 거치면서 부분적으로 화재안전성능이 향상되어 왔음을 확인할 수 있었다. 하지만, 현행의 법규정대로 하였을 때 피난안전성을 확보할 수 있다고 하기에는 부족한 면이 많음을 또한 확인할 수 있었다. 먼저, 거실피난의 경우 거실반자의 높이, 내장재 등에 대한 현행 규정이 과거로부터 현재까지 큰 변화가 없었으며 재실자의 피난안전성을 확보하기에는 미흡하다는 것을 거실피난안전성평가를 통해 알 수가 있었다. 호텔과 같은 숙박용도 건축물의 경우에는 취침 및 사생활보호 등의 이유로 인해 화재에 대한 인지시간이 상대적으로 늦을 수 밖에 없다. 때문에, 피난개시시간이 다른 용도의 건축물에 비해 상대적으로 많이 소요되므로 이에 맞게 연층하강시간을 충분히 지연시키기 위해서는 피난경로의 내부마감재를 불연화, 난연화하거나 상부공간에 축연용량을 키우거나 수평 또는 수직으로의 연기확산을 효율적으로 차단할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다. 이런 측면에서 호텔건물내 재실자의 거실피난안전성을 확보하기 위해서 현행법에서 규정하고 있는 거실반자의 높이 및 내장재 등에 대한 현행 규정을 현실적으로 강화할 필요성이 있다.

층피난의 경우, 10층 이하의 저층부분에서의 층피난 안전성이 확보되지 않고 있음을 확인할 수 있었다. 거실 → 복도 → (부속실) → 계단으로의 층피난에서 피난 안전성을 확보하기 위해서는 거실피난과 같이 거실의 반자(천정)높이와 내장재의 규정을 강화하는 것과 함께 피난경로 상으로의 연기확산을 효과적으로 차단할 수 있도록 면적별 방화구획을 강화하거나 또는 거실의 출입문을 자동폐쇄식 방화문으로 설치하도록 하는 규정을 마련하는 방안도 생각해 볼 수 있다.

전관피난의 경우, 피난경로를 따라 수평으로 확산된 연기가 수직관통부에 유입되어 상부층으로 확산되기에 건물내의 모든 재실자의 피난이 완료되어야 하기

때문에 면적별, 층별 방화구획이 종합적으로 구축되어야 안전성을 확보할 수 가 있다. 층별 방화구획은 73년 5층 이상, 77년 3층 이상 부분에 대해 층별 방화구획하도록 강화되었고, 면적별 방화구획도 73년에 11층 이상부분에 대한 규정을 강화하였으며 77년에는 1500 m²에서 1000 m²로 면적규정을 강화하였다. 그 결과 전관 피난안전성능은 3층/6층/12층 대상모델 모두에서 어느 정도 안전성을 확보하게 되었음을 확인할 수가 있었다. 다만, 1~2층의 경우 층별방화구획 적용대상에서 제외되고 있는데 수직관통부의 경우 하나의 층이라도 연기에 오염되면 상층으로 급격히 확산되어 가므로 층별방화구획을 전층으로 확대 적용할 것을 고려할 필요가 있다.

이 연구를 통해 현행의 피난방화규정이 시간의 경과에 따라 어느 정도의 성능개선이 되어 왔으며, 현재 상황에서 부족하거나 개선이 이루어져야 하는 부분이 무엇인지를 확인할 수 있었다.

이 연구에서는 호텔용도에 대한 화재안전성능을 평가하였지만, 용도별로 피난방화규정의 화재안전성능을 평가한다면 해당 용도별로 현실성 있는 개선방안을 모색하는데 참고자료로 활용할 수 있을 것이라 생각한다.

참고문헌

1. 일본건설성 고시 1441호/1442호(2000.05.31).
2. 防火設備性能評業務方法書, 財団法人日本建築合試所(2005.11.15).
3. 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 국토해양부령 제306호(2010.11.5).
4. 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 국토해양부령 제320호(2010.12.30).
5. 윤명오, 박승민, “피난안전검증법 해설 및 적용사례”, 씨엔피솔루션(2008.8.14).
6. 建築物の合防火設計法, 日本建築センタ(1989.4).
7. 건축방재계획지침, 한국화재보험협회(97.11.05).