방화문의 누설틈새 계산 및 연돌효과 분석

김일영[†] · 권창희

한세대학교 유시티 IT 융합도시정책학과

The Leakage Crack Calculation of the Fire Door and the Stack Effect Analysis

Il-Young Kim[†] · Chang-Hee Kwon

Dept. of U-City IT Convergence and Urban Policy, Hansei Univ.

(Received February 13, 2013; Revised March 18, 2013; Accepted April 5, 2013)

요 약

건축의 환경이 변하면 그에 따른 설계기준도 변하여야 한다. 방화문의 시험기준이 2005년 7월 27일 차연성 시험이 적용되면서 문틈이 기밀한 구조로 바뀌었다. 그러나 국가화재안전기준은 영국의 자료를 인용한 과거의 문틈규정을 적용함으로써 현실과 설계 규정의 차이가 오차나 안전을 이상으로 과도하다. 설계와 현실의 차이로 인하여 발생하는 결과 및 현상을 분석하고 개정되어야 할 국가화재안전기준의 누설틈새면적 계산법을 제시하고 연돌효과로 인한 방연풍속의 차이를 분석하였으며 생활패턴 및 피난패턴을 반영한 공동주택의 방연풍속 측정법에 대해 고찰하고 합리적인 측정법을 제시하였다.

ABSTRACT

The architecture environment has changed. The corresponding design criteria should be changed. From July 27th, 2005 the Korea Standard of the fire door changed concerning the smoke resistance test which made the door gap structure more elaborate. However the National Fire Safety Codes are applied by the old data's of England. Which in case differs in the actual construction to the blue print, making the safety standard too excessive. Analyze the results and the phenomenon that occurs due to the difference between design and reality. The National Fire Safety Codes should be revised to leakage crack calculation is presented. Difference of the air flow for the smoke protection due to the stack effect analyzed. Living patterns and evacuation patterns of the apartment reflect and reasonable air flow measurement method are presented.

Keywords : Fire door, Fire protection, Stack effect, Leakage calculation, Smoke control

1. 서 론

건축의 환경이 발달하고 변화했다. 사양기준은 규격을 보고 설계를 하는 데 규격의 기준이 바뀌었는데도 여전히 과거의 기준을 적용하여서 설계를 하고 있는 관행이 되풀이 되고 있다. 그로인하여 원래 의도하였던 성능과는 다른 결과를 보이기도 한다.

방화문의 경우 2005년도 7월 27일을 기준으로 차연성 시험이 적용되면서 문틈이 기밀한 구조로 바뀌었다. 그러나 국가화재안전기준은 영국의 자료를 인용한 과거의 문틈규정을 적용함으로써 현실과 설계 규정의 차이가 시공 오차나 안전을 이상으로 과도하여 오히려 부속실의 과압이 발생하고 방화문의 개방을 어렵게 하여 피난을 방해

하는 원인이 될 수 있다. 또한 급기가압 제연설비의 설계를 할 때 기초자료인 누설틈새의 오류로 인하여 설계의 결과 값은 현실과 상이 할 수 있고 잘못된 해석을 낳을 수 있다.

박재현⁽¹⁾ 등은 방화문의 최대 허용 차연량을 근거로 관행적인 설계의 틀을 깬 새로운 계산방식을 제안하였고 여용주⁽²⁾도 기존 복잡한 컴퓨터 함수관계 수식으로 이루어진 계산식을 공학계산기와 단순모델링을 적용한 방식으로의 풍량 계산 방식을 제안 하였다. 또한 김일영⁽³⁾은 방화문의 누설틈새에 대한 연구와 더불어 피난층에 부속실 유무에 따른 제연성능의 차이를 밝히고 피난층에 부속실을 구성하여 제연설비를 설치하였을 시에 오히려 예산의 절감과 함께 계단실이 연기의 오염으로부터 안전함을 밝혔다.

[†]Corresponding Author, E-Mail: truekim25@gmail.com
TEL: +82-10-7674-1025, FAX: +82-2-497-3856

ISSN: 1738-7167
DOI: <http://dx.doi.org/10.7731/KIFSE.2013.27.2.046>

J. H. Klotz⁽⁴⁾는 화재 상황 시 출입문의 열고 닫음이 제 연구역의 압력변동에 중요할 수 있으며 설계 할 때 이를 고려해야 한다고 하였다.

본 연구에서는 화재안전기준에서 제시하는 누설 틈새와 KS기준에 의한 누설틈새를 비교하고 또한 현장에 반입되는 방화문의 시험 성적서에 근거한 누설 틈새를 비교하며 이를 기초로 한 제연 송풍량을 계산하고 건물 내의 기류 유동해석 관련 연구에 폭넓게 이용되고 있는 CONTARMW S/W를 이용하여 연돌효과를 분석하고 화재안전기준에서 개정되어야 할 누설틈새에 대한 새로운 모델을 제시하며 생활습관과 현실성을 반영한 아파트의 방연풍속 측정법에 대해 고찰하였다.

2. 본 론

2.1 방화문의 차연성능

자동방화셔터 및 방화문의 기준(건설교통부고시 제2005-232호, 2005.7.27)에 의하면 차연성 시험이 적용되어 강화되었다. 방화문의 성능기준은 KS F 3109(문세트)에서 규정한 차연 성능이 추가되면서 차압 25 Pa에서 공기 누설량이 $0.9 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 를 초과하지 않을 것이라고 명시되었다⁽⁵⁾.

그러나 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준인 NFSC 501A는 누설틈새에 대한 기준이 변경되지 아니하였다.

최근 개정일인 2010년 12월 27일 고시된 NFSC 501A 제 12조에는 누설틈새의 면적이 표현되어 있고 1995년 5월 9일 고시된 내무부고시 제1995-7호 “특수 장소에 부설된 특별피난계단 및 비상용승강기의 승강장의 제연설비 설치에 관한 기술기준”의 별표1에도 동일한 내용이 들어 있음을 확인할 수 있다⁽⁶⁾.

Table 1. The Smoke Resistance Performance Analysis of the Fire Door

Sample list	Pressurization plate (unit: $\text{m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$)			
	Outer face		Inner face	
	25 Pa	50 Pa	25 Pa	50 Pa
A	0.45	0.67	0.46	0.7
B	0.13	0.28	0.14	0.31
C	0.27	0.44	0.32	0.46
D	0.7	1	0.7	1.1
E	0.3	0.4	0.3	0.4
F	0.3	0.5	0.3	0.5
G	0.2	0.3	0.2	0.3
H	0.6	0.9	0.8	1.1
I	0.4	0.6	0.5	0.7
Average	0.372	0.565	0.413	0.618

최소한, 방화문의 기준이 바뀔 때 화재안전기준도 승강기의 문을 제외한 차연성 테스트를 실시하여야 하는 특별피난계단의 부속실의 방화문의 문틈을 계산하는 식은 바뀌었어야 했다.

Table 1은 최근에 준공했거나 시공 중인 현장에 납품되었던 방화문 시험성적서의 차연성 시험 부분만을 발췌하여 분석한 것으로 방화문의 KS기준보다도 우수한 차연 성능을 보인 것을 알 수 있다⁽³⁾.

2.2 방화문의 최대허용 누설틈새 계산

방화문의 시험기준에 의한 방화문의 최대 허용 누설틈새를 계산하여 보았다.

문사이즈 $1 \text{ m} \times 2.1 \text{ m}$ 일 경우 25 Pa에서 최대 누설량은

$$0.9 \frac{\text{m}^3}{\text{min} \cdot \text{m}^2} \times \frac{(1 \text{ m} \times 2.1 \text{ m})}{60 \text{ s}} \times \text{min} = 0.0315 \text{ m}^3/\text{s}$$

이다.

$$Q = 0.827 A \sqrt{P} \quad (1)$$

여기서 Q는 누설량 m^3/s , A는 누설틈새 m^2 , P는 차압 Pa를 의미한다.

누설틈새를 계산하면 다음과 같다.

$$A = Q / (0.827 \sqrt{P}) = 0.0315 / (0.827 \times \sqrt{25}) = 0.0076 \text{ m}^2$$

2.3 화재안전기준의 누설틈새 계산

화재안전기준에는 영국의 기준을 인용하여 적용하였다⁽²⁾.

제12조(누설틈새의 면적 등)

1. 출입문의 틈새면적은 다음의 식에 따라 산출하는 수치로 할 것

$$A = (L/l) \times Ad$$

A: 출입문의 틈새(m^2)

L: 출입문 틈새의 길이(m). 다만, L의 수치가 l의 수치 이하인 경우에는 l의 수치로 할 것

l: 외여단이문이 설치되어 있는 경우에는 5.6, 승강기의 출입문이 설치되어 있는 경우에는 8.0으로 할 것

Ad: 외여단이문으로 제연구역의 실내 쪽으로 열리도록 설치하는 경우에는 0.01, 제연구역의 실외 쪽으로 열리도록 설치하는 경우에는 0.02, 승강기의 출입문에 대하여는 0.06으로 할 것⁽⁶⁾

가장 적은 틈새면적은 외여단이문으로 제연구역의 실내 쪽으로 열리는 경우이므로 이때 면적을 계산하면 다음과 같다.

$$L = (1 \times 2 + 2.1 \times 2) = 6.2, l = 5.6, Ad = 0.01$$

$$A = (L/l) \times Ad = (6.2/5.6) \times 0.01 \approx 0.011 \text{ m}^2$$

큰 틈새의 경우에도 외여단이의 경우 실외 쪽으로 열리는 경우에는 $Ad = 0.02$ 를 적용하면

$$A=(6.2/5.6) \times 0.02 \approx 0.022 \text{ m}^2$$

이처럼 화재안전기준의 누설틈새는 방화문의 시험기준 (0.0076 m^2)과 비교하면 상당히 크다.

2.4 방화문 기준을 기초로 한 제연 풍량 계산

자동방화셔터 및 방화문의 기준(건설교통부고시 제2005-232호, 2005.7.27)에 의한 21층의 아파트를 예제로 선택하여 제연송풍량을 계산하여보았다. 예제의 아파트는 광고신도시 ○○아파트 현장으로 피난층에 부속실이 설치되어 있다. 부속실이 21개소가 설치되어 있으므로 방연풍속을 위한 개방은 2개 층을 개방하는 것으로 계산하였다.

현장의 조건은 다음과 같다.

- ① 21층의 아파트로 2세대의 계단식(42세대)
- ② 1층에 부속실 설치됨
- ③ 세대출입문은 $1200 \times 2200 \text{ mm}$ 의 양개도어이나 한쪽은 쪽문으로 고정되어 있고 실제 출입에 소요되는 개구부는 1000×2200
- ④ 계단으로 들어가는 출입문은 1000×2200
- ⑤ 층당 층고는 2.9 m
- ⑥ 계단에서 외부로 통하는 곳에 출입통계를 위한 자동문이 설치되어 있으며 $2100 \times 2300 \text{ mm}$ 이나 실제 개방되는 개구부는 $1000 \times 2300 \text{ mm}$ 누설틈새는 $8.33 \times 10^{-2} \text{ m}^2$ 이다.
- ⑦ 승강기의 문은 $1000 \times 2100 \text{ mm}$
- ⑧ 승강기의 승강로 상부에 지름 300 mm 의 개구부가 2개 있다.(로프 구멍)
- ⑨ 옥상에도 나가는 출입문이 있으며 방화문으로 $1000 \times 2200 \text{ mm}$
- ⑩ 옥상에 옥탑지붕으로 올라가는 사다리점검구용 비상구가 있으며 누설틈새는 $1.14 \times 10^{-2} \text{ m}^2$
- ⑪ 계단실에는 창문이 프로젝트 창으로 $1200 \times 725 \text{ mm}$ 가 3층부터 41개소 설치되어 있으며 누설틈새는 개소 당 $1.39 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

정상상태로 송풍량을 계산하면

- 1) 세대방화문의 누설틈새 계산

KS방화문으로 차연량 25 Pa 시 $0.9 \text{ m}^3/(\text{min} \cdot \text{m}^2)$ 이므로 $Q=0.827A\sqrt{P}$ 로 계산하면 방화문의 크기가 1200×2200 이므로

$$0.9 \frac{\text{m}^3}{\text{min} \cdot \text{m}^2} \frac{\text{min}}{60\text{s}} 1.2 \text{ m} \times 2.2 \text{ m} = 0.0396 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$0.0396 = 0.827A\sqrt{25} \text{ 에서 } A = 9.58 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

- 2) 계단실 누설틈새 계산

세대방화문과 같은 방법으로 계산하면 방화문의 크기가 1000×2200 이므로 $A = 7.98 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

- 3) 승강기문 누설틈새계산

승강기문은 차연량 테스트를 거치지 아니하므로 국가화

Figure 1. Calculation summary of the smoke control on the 21F Apt.

재난안전기준의 누설틈새계산식에 의해서 계산하면

$$L=2.1 \times 3 + 2 = 8.3$$

$$l=8.0, Ad=0.06 \text{ 이므로}$$

$$A=8.3 \div 8.0 \times 0.06 = 6.23 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \text{이다.}$$

4) 계산결과 송풍량은 $7.016 \text{ m}^3/\text{s}$ 이다. 이는 덕트의 누설량 15%를 가산하지 않은 값이다.

5) 급기댐퍼의 크기는 개구율을 80%로 가정하였을 경우 $400 \times 550 \text{ mm}$ 로 계산되었다.

단한 부속실은 출입문을 통한 누설 틈새를 반영하였고 열린 부속실은 20개소를 초과하는 부속실이므로 2개층의 출입문(계단 출입문포함)을 여는 것으로 하였으며 자동문, 창문은 닫혀있는 것으로 계산하였고 연돌효과는 감안하지 아니하였다⁽³⁾.

계산의 과정은 Figure 1에 요약하였다.

2.5 화재안전의 누설틈새기준 제연풍량계산

출입문의 누설틈새를 화재안전기준의 누설틈새를 적용하여 계산하였다.

정상상태로 송풍량을 계산하면

- 1) 세대출입문의 누설틈새 계산

1.2×2.2 m의 양개도어 이므로

$$L=2.2 \times 3 + 1.2 \times 2 = 9$$

$$l=9.2, Ad=0.03$$

$A=(L/l) \times Ad$ 에서 L 이 l 보다 작으므로 l 의 수치로 하면
 $A=(9.2/9.2) \times 0.03 = 0.03 \text{ m}^2$

2) 계단실 누설틈새 계산

1.0×2.2 m의 외여닫이 문 이므로

$$L=2.2 \times 2 + 1.0 \times 2 = 6.4$$

$$l=5.6, Ad=0.02$$

$A=(L/l) \times Ad$ 에서 L 이 l 보다 크므로 그대로 적용하면 $A=(6.4/5.6) \times 0.02 = 0.022 \text{ m}^2$

3) 승강기문 누설틈새 계산

$$A=8.3 \div 8.0 \times 0.06 = 0.0623 \text{ 이다.}$$

4) 계산결과 송풍량은 $12.351 \text{ m}^3/\text{s}$ 이다. 이는 덕트의 누설량 15 %를 가산하지 않은 값이다.

방화문의 기준으로 계산하였을 시와 비교하면

$$12.351 \div 7.016 = 1.76 \text{ 으로 약 176 \%가 커짐을 알 수 있다.}$$

5) 급기덤퍼의 크기는 개구율을 80 %로 가정하였을 경우 $370 \times 400 \text{ mm}$ 로 계산되었다⁽³⁾.

2.6 계산결과와 검증

정상상태에서 계산한 결과를 CONTARMW S/W를 이용하여 검증해보았다.

시뮬레이션 결과에서 막대의 표시 중 적색은 개구부가 면한 두 공간과의 차압을 뜻하며 녹색은 풍량을 뜻한다. 시뮬레이션의 공간 및 개구부는 Figure 1의 평면을 토대로 누설틈새 및 송풍량, 출입문의 개구면적을 토대로 입력하였으며 닫힌 부속실의 차압과 화재가 1층에서 발생하였다는 가정에서 1층과 2층이 피난을 개시하는 것을 전제로 하였다.

CONTARMW S/W의 자세한 사용법 및 계수의 보정은 필요하였다.⁽²⁾

KS방화문의 기준과 화재안전기준에 따라 계산한 출입문의 누설틈새 및 송풍량, 급기덤퍼의 개구율을 입력하였으며 덕트는 계산된 풍량에서 큰 풍량을 기준으로 당초 설계 사무소에서 제시한 값($1750 \times 400 \text{ mm}$)를 적용하였다. 덕트의 누설은 없는 것으로 가정하였으므로 송풍량도 15 %를 가산하지 않은 량을 입력하였다. Figure 2~10에서 우측하단의 모서리로부터 좌측으로 첫 번째 두 번째 개구부 그래프는 피난층의 방연풍속이며 그 풍량을 출입문의 크기 (2.2)로 나눈 값이 방연풍속이다.

결과는 두 경우 모두 법에서 요구하는 차압(40 Pa 이상)과 방연풍속(0.7 m/s 이상)을 만족하였다.

설명하자면 Figure 2는 KS방화문의 차연 기준을 적용한 값으로 닫힌 부속실의 차압은 48 Pa이며 방연풍속은 0.917 m/s이며 Figure 3은 화재안전기준의 누설틈새를 적용한 값으로 닫힌 부속실의 차압은 49 Pa이며 방연풍속은 1.08

Figure 2. The simulation of the smoke control on the 21F Apt. (KS Fire Door).

Figure 3. The simulation of the smoke control on the 21F Apt. (base on NFSC Door gap).

m/s이다.

설계의도와는 차압 및 방연풍속에서 약간의 차이를 보이지만 송풍량을 가산하지 아니하였으므로 실제 현장 적용 시는 오차 및 안전을 이내에 있다고 볼 수 있다.

2.7 연돌효과 예측

1층에서 화재가 발생하여 1층과 2층에서 세대문을 열고 모든 계단실문은 닫고 옥상문도 닫고 자동문은 열린 상태를 가정하였으며 기후 조건은 -20°C 를 적용하였다. 바람 등의 다른 요인은 감안하지 아니하였다.

Figure 4는 KS방화문을 적용한 것으로 시뮬레이션 결과를 보면 닫힌 부속실의 압력은 28 Pa이며 1층의 세대 출입문의 방연풍속은 0.745 m/s이다.

Figure 5는 화재안전기준의 누설틈새를 적용한 것으로 시뮬레이션 결과를 보면 닫힌 부속실의 압력은 28 Pa이며 1층의 세대 출입문의 방연풍속은 0.547 m/s이다.

화재안전기준으로 계산하였을시에 방연풍속이 기준에 약간 못 미치지만 부속실이 연기에 오염될 정도는 아니다. 두 경우 모두 닫힌 부속실이 28 Pa로 당초 설계기준인 50

Figure 4. Stack effect on the 21F Apt. (KS Fire Door).

Figure 5. Stack effect on the 21F Apt. (base on NFSC Door gap).

Pa의 70 %인 35 Pa와 비교하면 부족하지만 화재안전기준에는 충족(40 Pa의 70 %면 28 Pa)하며 연돌효과를 감안하면 양호하고 볼 수 있다.

여기서 부속실의 압력은 같은데 방연풍속의 차이가 보이는 이유는 계단실문은 닫혀 있으므로 옥상출입문이나 열린 자동문을 통한 누설량의 차이는 무시할 정도이고 계산된 급기땀퍼의 크기차이(개구부면적이 개구율 100 %로 환산 시 KS방화문 0.168 m², 화재안전기준 0.113 m²)로 인한 것이다.

또한 연돌 효과로 인하여 60 m 높이의 엘리베이터 상부 개구부(왼쪽 하부)로의 유출량이 정상상태보다 많아짐으로 인하여 엘리베이터 문 틈새를 통한 1층 닫힌 부속실로의 유입량도 감소하게 되어 연돌 효과 시에 방연풍속이 떨어진다. 즉, 화재안전기준의 누설틈새로 계산 시에 급기땀퍼 크기가 방화문의 누설틈새로 계산한 값보다 작아짐으로 인하여 급기땀퍼로 공급되는 급기량이 작기 때문에 엘리베이터 상부로 통한 누출량이 증가할 때 방연풍속이 작

Figure 6. The air volume enlargement (KS Fire Door).

아지는 것이다.

2.8 화재안전기준의 누설틈새로 계산시 문제점

건설현장에 반입되는 방화문은 Table 1과 같이 방화문의 시험기준과 비교하여 더 밀실하게 제작되고 있다. 시험품과 현장반입품의 오차가 있다고 하더라도 시험기준을 상회하리라고는 볼 수 없을 것이다. 따라서 현장의 설계조건을 화재안전기준이 아닌 방화문의 시험기준으로 설정하여야 할 것이다.

현재 사용되고 있는 계산 값을 현장에 적용하여 보았다. 즉 누설틈새를 화재안전기준으로 적용하여 결정된 송풍량을 KS방화문이 설치된 현장에 적용하여 어떠한 문제가 있는 지 살펴보았다.

Figure 6은 Figure 2의 누설틈새에 Figure 3의 송풍량을 적용하였다. 즉 7.016 m³/s 대신 12.351를 입력하였다(현재 통용되는 설계관행). 시뮬레이션 결과를 보면 닫힌 부속실의 압력이 148.8 Pa로 과압을 해소하지 아니하면 출입문을 열고 피난할 수 없다. 방연풍속은 1.6 m/s로 기준에 2배가 넘게 되어 오히려 화재실에 연소공기를 과다 공급하여 화세를 조장할 수 있는 문제점이 있다⁽²⁾.

계산의 근거가 되는 기본데이터의 오류로 인한 폐해는 크고 필요이상의 과풍량으로 인한 예산의 낭비도 심하다고 볼 수 있다.

Figure 7은 Figure 6을 좀 더 시각적으로 구분이 쉽도록 표현 한 것으로 Contam Result Viewer를 이용하여 공간이나 개구부에 마우스를 가져다 대면 수치까지 보여 주는 것을 표현 한 것으로 Figure 6과 Figure 2가 나타나는 막대 그래프는 별다른 차이를 보이지 않기 때문에 시각적인 차이를 보이게 하기 위해서 표현 하였다.

Figure 2도 Contam Result Viewer를 이용하여 보면 Figure 8과 같이 나타난다.

2.9 계절에 따른 연돌효과 분석

예제의 아파트는 2012년 7월에 소방공사 준공을 하였다.

Figure 7. The air volume enlargement (KS Fire Door) using Contam Result Viewer.

Figure 8. The normal condition (KS Fire Door) using Contam Result Viewer.

여름철에 준공한 현장을 겨울철에 테스트를 실시해 보았다. 실험의 조건은 계단실에 설치된 창문을 일부(48 m 높이 1개소) 열고 측정 세대의 배란다 창문도 열고 세대출입문도 열고 해당 층의 계단실 출입문도 열고 측정을 하였다. 화재신호와 연동되어 1층의 자동문은 열렸다. 여름철에 동일한 방법으로 테스트 할 때는 방연풍속을 만족하였으나 겨울철에는 범규에 충족하지 아니하였다.

Figure 9은 여름철의 기온조건으로 실내기온은 20 °C이고 외부기온은 30 °C인 조건에서 시뮬레이션을 한 것으로 열린 창문을 통한 역 연돌효과가 발생하여 방연풍속이 0.954 m/s로 Figure 4의 결과(0.745 m/s)보다 오히려 증가하였다.

Figure 9의 우측 상부 모서리로부터 아래로 두 번째 위치의 열린 창문을 통한 계단실 내부로 많은 풍량이 들어옴을 볼 수 있다. 세 번째 개구부는 열린 자동문으로 창문을 통한 유입량보다는 많이 빠져 나갔다.(개구부의 크기가 자

Figure 9. Summer test (KS Fire Door).

Figure 10. Winter test (KS Fire Door).

동문이 훨씬 크기 때문임)

Figure 10은 겨울철의 기온조건으로 실내기온은 20 °C이고 외부기온은 측정일인 2012년 12월 26일의 외부기온인 -14 °C인 조건에서 시뮬레이션을 한 것으로 열린 창문(우측 상부 모서리로부터 아래로 두 번째 위치의 개구부) 및 엘리베이터 상부 환기구(좌측 하단 모서리로부터 우측으로 첫 번째 개구부)를 통한 강력한 연돌효과가 발생하였다.

방연풍속은 0.35 m/s로 인위적으로 계단실의 창문을 열었을 때 연돌효과와 극대화 방연풍속은 현저히 떨어짐을 알 수 있다. 또한 피난층의 열린 계단실 출입문(우측 가운데 가로줄의 2개의 개구부)을 통하여 계단실(우측 상부 사각형)로 풍량이 들어옴을 볼 수 있다.

2.10 생활 패턴과 방연풍속 측정법에 대한 고찰

아파트의 경우 세대 당 거주민이 보통 4명 이하가 대부분을 차지하여 다중이용시설과 비교하여 적은 편이다. 또한 거주밀도는 낮보다는 밤이 높은 편이다.

Table 2는 약 110여명을 상대로 하여 2013년 3월 8일부터 3월 15일까지 인터넷 카페 및 학교, 건설현장에서 일반인을 대상으로 계절별 생활패턴 및 피난 패턴을 설문조사

Table 2. Living Pattern & Evacuation Pattern Research

1. Your age ? (114)
① 10~20age(3) ② 21~39age(44) ③ 40~59age(56) ④ Over 60age(11)
2. How many people is living? (114)
① 1~2persons(9) ② 3~4persons(79) ③ 5~6persons(14) ④ Over7persons(2)
3. Do you open the window in the winter and do you live?(114)
① I close excluding the ventilation and live.(92)
② When I close any time and live.(13)
③ Only when sleeping, I except, I open mainly and live.(6)
④ When I except the time that snow or rain come, I open always and it live.(3)
4. Do you open the window in the summer and do you live?(114)
① I close excluding the ventilation and live.(17)
② When I close any time and live.(2)
③ Only when sleeping, I except, I open mainly and live.(49)
④ When I except the time that snow or rain come, I open always and it live.(46)
* Next! You answer to the case where you live in the stair type apartment.(87)
5. Even in winter, if it will be of service to the save heating cost, would you close the window installed in the stair?
① Yes. I will close.(78)
② No. I will keep open.(2)
③ I will not pay attention.(8)
6. If it is of service to the ventilation increased excluding the winter, would you open the window installed in the stair?
① Yes. I will keep open.(66)
② No. I will close.(16)
③ I will not pay attention.(6)
7. Do you open the stairs room door and do you live?
① I keep open regardless of a season.(21)
② I keep close regardless of a season.(23)
③ I will not pay attention.(22)
④ When being cold, closing and being hot, I keep open.(22)
8. If you do the fire outbreak, do you keep open the house door and are you going to escape?
① Yes. I will keep open and escape.(13)
② No. I close so that the fire doesn't may spread and I escape.(39)
③ I will not pay attention.(15)
④ Although I keep open, I know to be by itself closed.(21)
9. If you do the fire outbreak, do you keep open the stairs room door and are you going to escape?
① Yes. I will keep open and escape.(18)
② No. I close so that the fire doesn't may spread and I escape.(38)
③ I will not pay attention.(16)
④ Although I keep open, I know to be by itself closed.(16)

한 결과로 겨울철에는 난방을 위해 세대의 창문을 닫고 생활하는 경우가 대부분이며 계단실 창문 및 계단실 출입문도 난방효율을 위해 닫고 생활하는 경우가 대부분이다. 계단실 창문과 계단실 출입문의 경우 겨울철을 제외한 다른 계절은 대부분 열어놓고 생활을 한다. 세대 창문의 경우 실내기온 및 냉난방 여부에 따라 열거나 닫고 생활 한다.

화재가 발생하여 피난을 하는 경우를 가정하면 세대출입문을 열고 나와서 계단실 출입문을 열 때면 이미 세대출입문은 닫힌다. 특히나 아파트의 경우 계단실 출입문에 자동폐쇄장치를 의무적으로 설치하도록 하였기 때문에 더더욱 그렇다⁷⁾.

이러한 생활 패턴을 반영하여 직통계단식 공동주택의 경우에는 방연풍속 측정법이 바뀌어야 할 것이다. Figure

7의 조건은 쉽게 일어 날 수 있지만 Figure 8의 조건처럼 겨울철에 계단실 창문을 열고 생활하는 것은 좀처럼 일어나지 않기 때문이다.

현장에서 방연풍속을 테스트할 때 아파트의 경우 세대 베란다 창문을 열어서 옥외상태로 만들고 세대출입문을 열고 계단실 창문은 닫고 1층의 자동문은 화재신호로 락(lock)이 풀린 상태에서 계단실 출입문을 열고 테스트를 실시해 왔다. 그러나 생활패턴과 연돌효과를 감안하면 바뀌어 야 할 것으로 판단된다.

직통계단식 공동주택의 경우 계단실 출입문은 닫고 옥외와 면한 세대 창문과 세대출입문은 열고 측정하는 것이 타당할 것이다.

계단실 창문의 경우 계단실 출입문이 닫혀있다면 방연

풍속에 미치는 영향은 적으므로 열리든지 닫히든지 영향은 적다. Figure 4를 보면 연돌효과를 감안하더라도 계단실 출입문이 닫혔을 경우 방연풍속은 만족한다.

1층의 자동문의 경우는 1층에 부속실이 설치되어 구획이 되어 있다면 1층에서 화재가 발생 시, 자동문이 열려있어도 방연풍속에 미치는 영향은 적다⁽³⁾.

3. 결 론

본 연구를 통해 건축의 환경변화에 대응하지 못하였을 시의 문제점을 알 수 있는 계기가 되었으며 연구의 결과는 아래와 같이 요약된다.

첫째, 시중에 유통되는 방화문의 누설틈새는 과거와 비교하여 극히 적다.

둘째, 특별피난계단의 계단실 및 부속실제연설비의 화재안전기준(NFSC 501A)의 제12조(누설틈새의 면적 등)은 방화문의 성능기준을 근거로 개정되어야 한다.

셋째, 영국의 기준을 근거로 한 화재안전기준의 누설틈새로 설계 시에 송풍량이 과도하여 부속실의 과압으로 피난의 장애가 발생할 수 있으며 과도한 방연풍속으로 화재를 키우는 결과를 초래 할 수 있고 불필요한 예산의 낭비를 가져온다.

넷째, 제연설비 시험 시에는 계절적인 요인과 생활 패턴을 감안하여야 하며 직통계단식 공동주택의 경우 계단실 출입문을 닫고 외기와 면하는 세대 창문과 측정 층의 1세대의 출입문을 열고 세대출입문에서 방연풍속을 측정하는 측정법을 구체화하는 문구로 화재안전기준의 개정이 필요하다.

다섯째, 연돌효과를 감안하여 엘리베이터 환기구의 개구율을 조정, 계단실 창문의 자동폐쇄, 자동문의 계폐여부, 피난층에 제연설비 설치 등을 검토할 필요가 있다.

참고문헌

1. J. H. Park and B. R. Jin, "Technology for Smoke Control by Pressurization", ENP Lab (2008).
2. Y. J. Yeo, "Smoke Management Engineering", Korea Fire Research Institute, pp. 477-506 (2010).
3. I. Y. Kim, "A Study on Improving Performance of Pressurization System for Smoke Control", University of Seoul (2011).
4. J. H. Klote, "Design of Smoke Control Systems for Areas of Refuge", ASHRAE Transactions, Vol. 99, Part 2, pp. 793-807 (1993).
5. Korean Standards Association, "KS F 3109 : Door sets" (2009).
6. NFSC 501A, "Standard for Smoke-Control System Utilizing Pressure Differences in the Stairwell", National Emergency Management Agency (2010).
7. National Emergency Management Agency, "Forum of the Pending Problem and Direction of Development for the Smoke Control System of Apartment" (2013).
8. NFPA 92A, "Standard for Smoke-Control System Utilizing Barriers and Pressure Differences" (2009).
9. B. K. Kim, H. J. Kim, Y. J. Yeo, C. H. Leem and Y. H. Park, "The Influence of Zoning at Shafts of Super-tall Buildings on the Stack Effect and Stairwell Pressurization", Journal of Korean Institute of Fire Science & Engineering, Vol. 26, No. 5, pp. 92-98 (2012).
10. I. Y. Kim, "A Study on the Intelligent Ventilation System Combined with the Smoke Control System", Proceedings of 2012 Autumn Annual Conference, The Korean Society for U-City, pp. 81-89 (2012).