

편복도형 아파트의 복도 외벽체 개구부 형태에 따른 환기성능 및 화재특성에 관한 연구

A Study on the Ventilation Performance and Fire Characteristics with Different Types of Openings in External Wall of One Side Corridor Type Apartment

고 명 진* 최 두 성*** 도 진 석**
Ko, Myeong Jin Choi, Do Sung Do, Jin Seok

Abstract

The objective of this study is to verify the safety in case of fire and change of residential environment for different wall construction approaches in a stairways apartment house. In order to confirm that case_1, which is current case that most of wall is opened and the case 2, which upper part of wall is limitedly opened are compared and analyzed based on simulations of fire, escape and natural ventilation performance. The analysis reveals that possible escape time for case 1 was more than 600 seconds and for case 2 was 195 seconds. Since the escape times for both cases were over 128 seconds, it would be reasonable to assume that every resident would escape. The simulation results on natural ventilation performance shows the air change per hour of case 1 and case 2 were .19n/h and .16n/h and there was 1.2 times difference. However, the difference was too insignificant and it could be seen as that different approaches on wall construction would not significantly influence on natural ventilation performance.

키워드 : 편복도형, 화재시물레이션, 피난시물레이션, 환기성능, 환기횟수

Keywords : One side corridor type, Fire simulation, Refuge simulation, Ventilation performance, Air change per hour

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

현재까지 건축되어진 대다수의 임대아파트는 유효면적 활용 극대화를 위한 방안으로 해당 층 전 세대가 복도·계단·엘리베이터 등을 공용으로 사용하는 편복도형의 평면 형태를 보이고 있다. 그러나 이러한 편복도형 아파트의 경우, 복도 개방 시 통풍 및 채광이 유리한 장점을 지닌 반면 바람의 영향과 동파문제, 빗물 및 눈의 침투 등과 같이 주거환경의 질을 저하시킬 수 있는 문제점을 내포하고 있다. 이에 최근 일부 편복도형 임대아파트의 리모델링 공사에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위한 방법의 일환으로 편복도의 외벽체를 상부까지 마감하고, 상부 일부만 외기에 개방하는 시공방안을 추진하고 있다. 그러나 이러한 시공방법은 기존 편복도의 벽체시공방법과 대비하여 단위세대의 환기성능 저감 및 화재 시 연기 배출과 관련한 안전성 저하와 같은 문제를 야기할

가능성이 있으므로, 이에 대한 충분한 검토를 통해 최종 설계와 시공이 이루어져야 할 것이다.

이에 본 연구는 국내 임대아파트의 평면 형태 중 대다수를 차지하는 편복도형에 있어, 편복도의 외벽체를 대부분 개방하여 시공하는 기존의 시공방식과 상부의 일부만을 개방토록 시공하는 수정된 방식을 대상으로 화재시의 안전성과 자연환기성능의 변화를 정량적으로 비교·분석하였으며, 이를 통해 편복도 외벽체 시공방법의 수정안에 대한 타당성 검증을 목표로하였다.

1.2 연구내용

본 연구에서는 편복도형 아파트의 편복도 외벽체 시공방법 수정안에 대한 화재시의 안전성 검증과 자연환기성능의 분석을 수행하며, 이에 대한 세부 연구내용을 정리하면 다음과 같다.

① 화재시의 안전성 검증을 위해 편복도 외벽체의 대부분이 개방되는 기존의 방식과 상부 일부만이 개방되도록 하는 수정안에 대해 각각 화재 및 피난시물레이션을 수행한다. 시물레이션 수행 시 화재상황은 스프링클러 등 소화설비가 작동하지 않는 최악의 상황으로 반영하며, 피난의 완료는 발화층 및 직상층의 인원이

* 인천대학교 건축공학과 박사과정(whistlemj@nate.com)

** 교신저자, 청운대학교 건축설비소방학과 전임강사
(trebelle@chungwoon.ac.kr)

*** 여주대학 건축학과 부교수(do@yit.ac.kr)

그 층의 계단실까지 진입하는 것으로 한다.

② 자연환기성능은 편복도 외벽체 시공방안별로 기류유동 및 환기횟수에 대한 CFD(Computational Fluids Dynamics) 시뮬레이션을 수행하여 분석한다.

③ 편복도 외벽체 시공방안별 시뮬레이션의 결과에 대한 최종 비교 분석을 통해, 편복도 외벽체 시공방법의 수정안에 대한 타당성을 검토한다.

1.3 수정된 시공방법에 의한 건물성능 예상 변화

현재의 편복도 외벽체 시공방법과 대비하여 편복도 외벽체의 상부가 600mm 개방되도록 수정된 방법(FL+2,000mm 이상 개방)으로 시공 시 예상되는 건물성능의 주요 변화를 정리하면 표 1과 같다.

표 1. 건물 성능 변화

구분	편복도 벽체 마감으로 인한 예상 발생 문제점	성능 변화
쾌적성	자연환기 성능 저하	냉, 난방 부하 저감으로 열적 쾌적성 향상
		비, 눈 등의 침투 방지로 주거환경 성능 향상
		외기의 침입으로 인한 결로 현상 방지
		외벽으로 인한 소음 부하 감소
	* 일조환경의 경우 수정안에서 상부 벽체가 창으로 시공되는 만큼 성능변화가 발생하지 않는다.	
안전성	화재 발생 시 연기 등 연소생성물 배출 성능 저하	외벽으로 인한 난간 추락 방지

2. 피난 및 환기성능 평가개요

2.1 피난 안전성

피난 안정성 평가는 피난가능시간(ASET, Available Safety Egress Time)과 피난소요시간(RSET, Required Safety Egress Time)의 비교를 통해 피난소요시간이 피난가능시간을 초과하지 않는지를 확인하는 과정으로, ASET보다 RSET가 충분히 작아지도록 하는 대책을 수립하기 위하여 피난 시뮬레이션을 구동한다. 실제 피난 시뮬레이션 소프트웨어는 이러한 RSET의 개념과 재실자의 유동을 유체의 흐름(Hydraulic flow calculation)에 비교하여 해석하는 기법을 이용하여 피난 활동에 소요되는 시간을 산출하고, 특정 시설 및 피난 절차의 개선 또는 피난 활동 지연의 감소 정도를 산정하여 최적의 피난시설과 피난절차를 유지할 수 있도록 한다.

1) 피난소요시간 예측

화재 시 경보가 울렸을 경우, 넓은 공간과 서로 다른 경보체계 또는 고장난 설비 등으로 인해 모든 사람들이 일제히 피난을 개시하지 않기 때문에 건물 화재 시 피난에 필요한 소요시간(t_{evac})은 다음 식 (1)에 의하여 계산한다.

$$t_{evac} = t_{alert} + t_{reac} + t_{walk} \quad (1)$$

여기서,

t_{alert} : 피난 개시 이전의 대응시간(Alert time)

t_{reac} : 피난 행동 결정시간(Reaction time)

t_{walk} : 피난통로의 이동(Travel time) 및 통과시간(Flow time)

2) 피난가능시간 예측

피난가능시간의 예측은 수계산이나 화재 모델링을 통하여 가능하다. 그러나 수계산은 개략적인 방법에 의존하고 있어 복잡한 공간에서의 실제 적용은 어렵다는 것이 일반적인 견해이다. 또한 화재는 근본적으로 실제실험이 어렵다는 측면에서 화재 모델링을 통하여 피난가능시간을 산출하는 방법이 성능위주의 화재안전설계법에서는 권장되고 있다.¹⁾

한편, 화재 모델링의 방법에는 존모델과 필드모델 등이 있는데, 존모델은 화재실을 고온의 상부 연기층과 저온의 하부층 및 화원으로 나누어 경계층을 통한 열, 물질 및 운동량에 관한 간단한 보존식을 적용하여 화재의 성상을 묘사한 방식이라 계산속도가 빠르고 결과의 해석이 쉬워 여러 변수에 대한 감응도 분석에 유리하다 반면 필드모델은 공간을 세분화하고, 세분화된 격자 각각에 비정상, 편미분 방정식을 적용하여 연고자 하는 변수의 해를 구하는 방식이라 가장 정밀한 예측을 제공할 수 있다. 표 2는 존모델과 필드모델의 차이점을 나타낸다.

표 2. 존모델과 필드모델의 차이점

구분	존모델	필드모델
화재규모	소수층, 소수실 화재	수 개~수십 개층, 실 화재
적용화재	연소 확대 이후	초기화재 및 연소 확대
해석표현	거시적 표현(추세)	미시적 표현(상세)
사용 컴퓨터	PC, WS	Super, WS
계산시간	수 분~수 시간	수 시간~수십 일

3) 성능기준의 결정

성능기준(Performance criteria)은 주어진 설계상황에 대해서 설계안을 평가하기 위하여 사용되는 한계 값과 범위를 말한다. 성능기준에는 물질의 온도, 가스의 온도, 연기의 농도 또는 연기의 높이, 복사열의 세기 등이 사용될 수 있다.²⁾ 본 연구에서는 연기농도 5m, 대기온도 10 0°C, 연층높이 1.8m, 일산화탄소 15ppm, 가시거리 5m, 이산화탄소 5%로 설정하였다.

2.2 환기성능

1) 자연환기성능 평가 개요

환기(ventilation)는 실내의 공기정화 또는 온열환경조건의 개선 등의 명확한 환경개선을 목적으로 거주자의 의도적으로 실내외의 공기를 교체하는 행위로 정의³⁾할

1) 최창호, 조민관, 화재·피난 시뮬레이션을 통한 청소년 수련관 시설의 피난 안정성 검토, 대한설비공학회논문집, 21(1), 2009, 23~32
 2) 이평강, 김지성, 조동만, 배경태, 김석완, 시뮬레이션에 의한 노인복지시설의 피난안전성 평가, 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, 2003, 1390~1395
 3) 건설교통부, 신축공동주택등 환기설비 설치기준 해설서, 2006

수 있으며, 자연환기와 기계환기에 의한 방식으로 구분된다. 이러한 환기의 성능은 환기량(air change rate)으로 평가할 수 있으며 특히, 실내 오염물질의 농도에 의한 실내 환기의 적정성을 판단하는 경우 같은 환기량이라 할 지라도 실 용적의 크기에 따라 실내 농도의 상태가 크게 변하기 때문에 이러한 경우 외기도입량에 의해 환기성능을 평가³⁾한다.

2) 환기횟수

환기횟수는 외기도입량에 의한 환기성능 평가 단위의 하나로써 외기도입량(총체적 풍량)을 구조체를 제외한 건물 내부공간의 실내 총 체적으로 나눈 값으로, 공동주택의 환기기준을 평가하는 단위로 적용되고 있으며 특히, 환기시스템이 실제로 평가하려는 공간내의 공기오염물질에 대한 희석 및 제거 비율을 표현하는 단위로서 의미가 있다고 하겠다.

이에 편복도 아파트의 외벽체 개구부 형태에 따른 자연환기 성능을 평가하기 위한 본 연구에서는 외기도입량에 의한 환기성능 평가방법 중 하나인 환기횟수를 이용하였다. 또한, 보다 정확한 환기횟수 산정을 위해 실제적(effective volume)의 개념이 적용될 수 있지만, 실제적 산정의 현실적 어려움과 시뮬레이션에 의한 환기성능 검토 등의 이유로 인해 본 연구에서는 일반적으로 사용되는 실내 총체적을 이용하여 계산하였다. 식 (2)와 (3)은 이와 같은 단위세대에서의 자연환기 성능을 정량적으로 평가하기 위한 산출식을 나타낸다.

$$Q = v \times A \times 3600 \quad (2)$$

$$n = Q/V \quad (3)$$

여기서,

- Q : 풍량(m³/h)
- v : 풍속(m/s)
- A : 단면적(m²)
- n : 시간당 환기횟수(회/h)
- V : 실의 체적(m³)

3. 시뮬레이션 개요

3.1 화재시뮬레이션

1) 개요

화재시뮬레이션은 화재전용 프로그램인 FDS(Fire Dynamic Simulator V.5.4.2)를 이용하여 수행하였다. FDS는 미국 NIST(National Institute of Standards and Technology)에서 개발된 프로그램으로 후처리 결과가 뛰어나 화재분석이 많이 이용되고 있으며, 제연설비와 스프링클러 설비 그리고 건축물의 내화구조평가까지 가능하다.⁴⁾ 특히 시각화 도구인 스모크뷰(Smokeview V.5.4.3)는 전 세계의 시각화 도구 중에서 가장 성능이 월등한 프로그램으로 인정받고 있다.⁵⁾

4) Kevin McGrattan, Simo Hostikka, Jason Floyd, Howard Baum and Ronald Rehm, Fire Dynamics Simulator(version 5) Technical Reference Manual, 2009.

2) 분석조건

본 연구에서 FDS를 이용한 화재시뮬레이션 수행 시 전제한 조건들은 다음과 같다.

- ① 단일구획 내에서 화재가 1건 발생하는 조건(동일시간에 2건 이상의 화재가 발생하지 않는 조건)
- ② 화재세대는 중앙세대(07호)에서 발화
- ③ 스프링클러 헤드 및 감지기는 작동하지 않는 것으로 수행(본 시뮬레이션에서는 최악의 피난사항을 평가하는 것으로 스프링클러가 작동하지 않는 것으로 설정)
- ④ 편복도 개구부에는 맞바람이 2.4m/s로 부는 것으로 설정
- ⑤ 화재의 성장속도는 HRR이 390초 만에 3.5MW에 이르는 BFRL 실험 데이터로 설정
- ⑥ 계산시간은 모두 600초로 설정

3.2 피난시뮬레이션

1) 개요

피난시뮬레이션을 수행하는 데 있어서 본 연구에서는 영국 Edinburgh 대학의 Dr.Thompson과 Marchant에 의하여 개발된 피난시뮬레이션 전용 소프트웨어인 SIMULEX (V.6.0)를 이용하여 수행하였다.⁶⁾ 이 프로그램은 건물의 형상과 피난인원을 CAD file을 이용하여 쉽게 입력함으로써 공간 내의 피난상황을 상세히 분석할 수 있는 프로그램으로 모든 사람들의 위치, 방향, 보행속도 등이 매 0.1초마다 계산되므로 사용자는 피난인원의 피난경로 및 지체현상 등을 화면상으로 확인할 수 있다.⁷⁾

2) 분석조건

본 연구에서 SIMULEX를 이용한 피난시뮬레이션 수행 시 전제한 조건들은 다음과 같다.

- ① 재실인원은 엄격한 피난안정성 확보를 위해, 아파트 일반가구 가구당 평균 인원수 3.2명⁸⁾보다 많은 5명으로 설정
- ② 재실인원 구성비는 남녀 각각 40%, Random 20%를 기준하였고, 신체치수는 SIMULEX 제공 기본값을 적용
- ③ 보행속도는 성인 0.8~1.7m/s, 어린이 0.7m/s 적용
- ④ 피난인지시간은 발화세대 30초, 기타세대 60초로 설정
- ⑤ 피난행동 전제조건
 - 피난대상자는 실내에 균등하게 분포
 - 피난은 일제히 개시되는 것으로 가정
 - 피난인원의 개별적인 특성에 의한 보행 속도 차는 무시
 - 피난경로가 복수인 경우에는 최단경로를 이용
- ⑥ 피난의 완료는 발화층 및 직상층의 인원이 그 층의 계단실까지 진입하는 것으로 설정

5) Glenn Forney, Kevin McGrattan, Building and Fire Research Laboratory, User's Guide for Smokeview(Version 5), 2009.

6) Intergrated Environmental Solutions Ltd., Simulex User Manual, 1998

7) 김병효, 피난 시뮬레이션(Computer simulation and modeling of egress design), 설비(특집:방재설비), 제17권 12호, 2000, pp.55~71

8) 통계청, 2007, 인구주택총조사 2005.

3.3 자연환기성능

1) 개요

자연환기성능을 평가하기 위한 CFD분석은 SCRYU/Tetra (V.4.0) 코드를 이용하였다. SCRYU/Tetra는 계산 및 그래픽 처리가 우수한 Node based FVM 방식을 적용하고 있으며, 최근 국내에서도 건축, 자동차 등 전 산업분야에 걸쳐 실무 및 연구용으로 널리 활용되고 있다.⁹⁾

2) 분석조건

본 연구에서 SCRYU/Tetra를 이용한 CFD분석 시 제한 조건들은 다음과 같다.

- ① 외부 풍속 조건은 서울지역 최근 5년간의 평균풍속 2.4m/s를 적용
- ② CFD분석 시 모델링의 도메인은 계산결과에 영향을 미치므로 대상지역의 지형, 건물의 배치 및 높이, 면적을 고려하여 적절한 크기로 설정되어야 한다. 이에 본 연구에서 도메인의 사이즈는 그림 1과 같이 X, Y, Z 축이 각각 건물의 7배, 11배, 3배가 되도록 적용하였으며, 이때 각 축의 길이는 X축이 550m, Y축이 440m, Z축이 171m 이다.

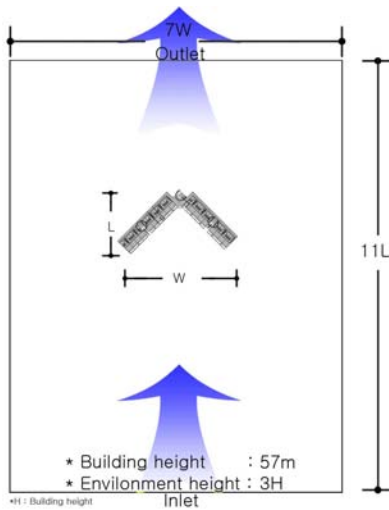


그림 1. 자연환기성능 모델링 경계조건

3.4 분석영역

본 연구는 편복도형 아파트의 복도 외벽체 개구부 형태 변화가 환기성능과 화재특성에 미치는 영향을 함께 분석하였으며, 선정된 분석영역과 각 모델링 개요 및 결과는 그림 2와 표 3~5에 나타내었다.

그림 2는 자연환기성능 및 화재특성 시뮬레이션을 위한 분석영역으로 특히, 화재 특성 분석을 위한 층은 화재 발화층으로 가정된 2F를 기준으로 상층으로의 화재확산(피난시간고려)을 고려, 발화층 외 3F를 분석영역으로 반영하였다. 표 3은 본 연구에서 분석을 실시한 기존 외벽체 개구부 형태와 제안된 외벽체 개구부 형태의 모델링 결과를 나타내며, 표 4는 화재 시뮬레이션의 모델링 결과를 나타낸다. 표 5는 자연환기성능 분석을 위한 CFD 시뮬레이션의 모델링 결과이다.

9) SCRYU/Tetra User Guide Manual ver 4.0, CRADLE, 2004

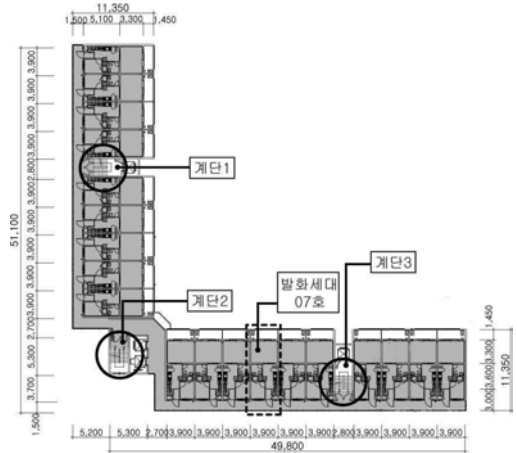


그림 2. 분석영역 (서울 OO타운 D아파트 2~3F)

표 3. 편복도형 아파트 복도 외벽체 개구부 형태

구분	시뮬레이션 모델링 개요
Case_1	<ul style="list-style-type: none"> · 중앙세대 화재 발생, · 현재상태 (FL+1,300mm 이상 개방)
Case_2	<ul style="list-style-type: none"> · 중앙세대 화재 발생, · 편복도 개구부 600mm 상태 (FL+2,000mm 이상 개방)

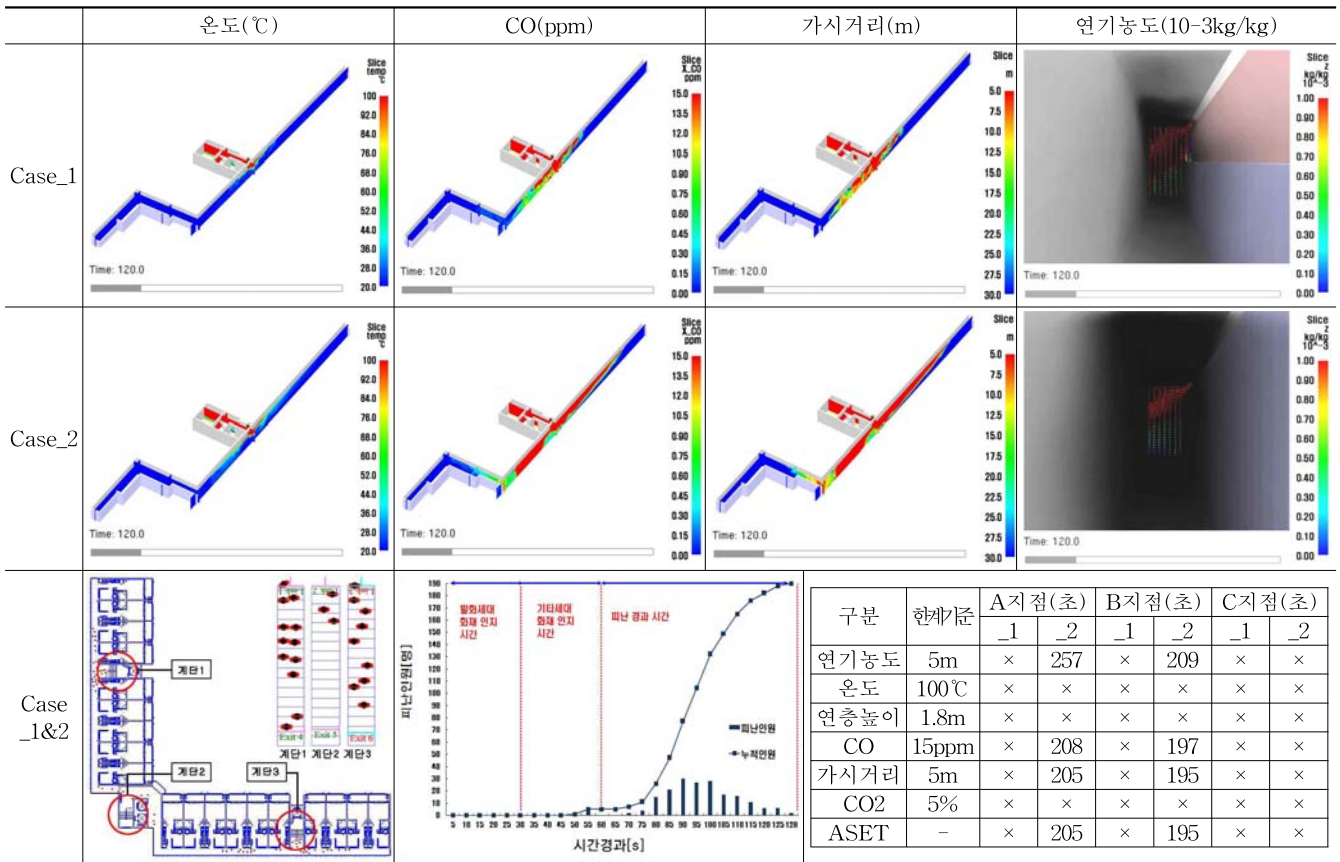
표 4. 시뮬레이션 모델링 결과(FDS)

<p>2F 7호(중앙세대)</p>	<p>단위세대</p>
--------------------	-------------

표 5. 시뮬레이션 모델링 결과(CFD)

<p>도메인</p>	<p>격자생성 (mesh = 1,270,000)</p>
------------	--------------------------------

표 6. Case_1&2 화재 시뮬레이션 결과 - 120초경과(피난 : 80초)



4. 수치해석 결과

분석사례별 주요 시뮬레이션 결과를 화재(FDS) 및 피난(SIMULEX), 자연환기성능(SCRYU-Tetra)으로 구분하여 하여 제시하면 다음과 같다.

4.1 화재시뮬레이션 결과

화재시뮬레이션의 주요 결과를 각 분석안별로 다음 표 6에 나타낸다.

Case_1(FL+1,300mm 이상 개방)의 경우 화재 발생 60초 후에는 단위세대 전체에 확산된 연기 등 연소생성물이 복도부로 확산되기 시작하였으며, 120초 후에는 복도의 열린 공간으로 모든 연기 및 연소 생성물이 환기되기 시작하는 것으로 분석되었다. 화재 발생 180초 이후부터는 연기 및 연소생성물이 Ceiling Jet를 형성하며 복도 상부를 따라 이동, 열린 외부 공간으로 환기되어져 복도를 이용한 피난 및 대피에 어려움이 없을 것으로 분석되었다.

Case_2(FL+2,000mm 이상 개방)의 경우에는 화재 발생 60초 후 단위세대 전체로 확산된 연기 등 연소생성물이 복도부로 확산되기 시작하였고 120초 후에도 복도 천장을 따라 복도 공간으로 확산되어졌으며 180초 후에는 더 이상 확산되지 못하고 열린 외부 공간을 통해 환기되는 것으로 분석되었다.

각 지점별 피난가능시간은 Case_1의 경우 A, B, C 지

점 모두 600초 이상으로 분석되었으며, Case_2의 경우에는 A, B 지점은 각각 205초, 195초, C 지점은 600초 이상인 것으로 분석되었다. 최종 피난가능시간은 피난계단이 위치한 지점 중 가장 멀리 위치한 C 지점을 기준으로 선정되어야 하나, 편복도의 특성상 연기가 편복도 상부의 개구부로 모두 빠져나가 세대라인이 다른 C 지점까지는 도달하지 않는 것으로 분석되어 동일 세대라인에서 가장 멀리 위치한 B 지점을 기준으로 선정하였으며, 이 때 화재층 최종 피난가능시간은 Case_1 600초 이상, Case_2 195초로 분석되었다.

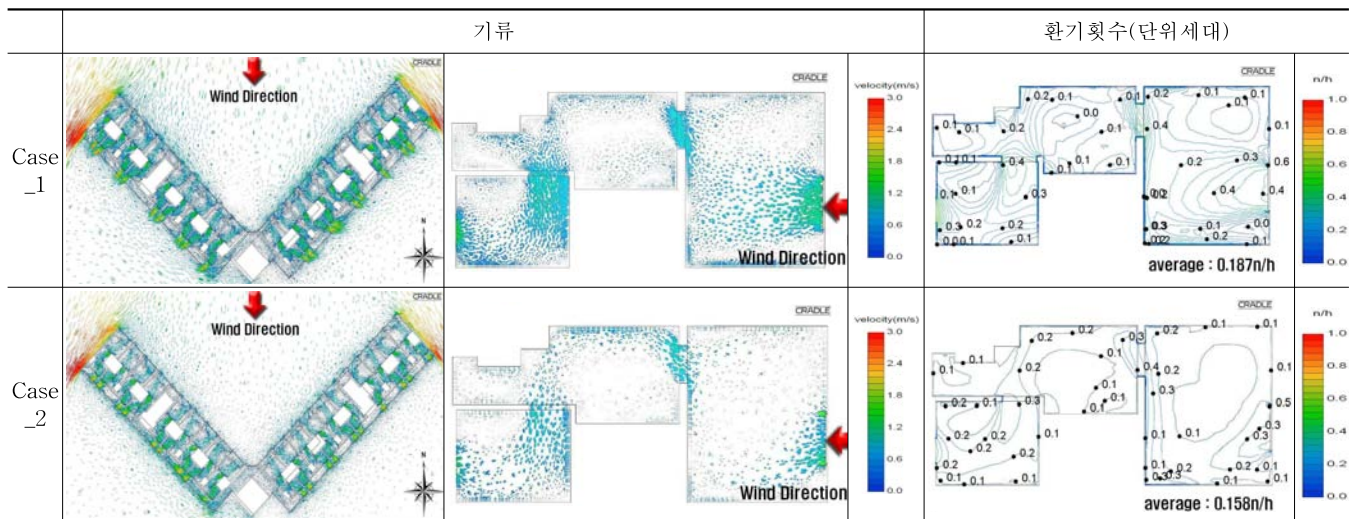
4.2 피난시뮬레이션 결과

피난시뮬레이션의 주요 진행 시간별 진행 상태의 분석 결과를 표 7에 정리하여 나타내었다. 표 7을 통해 알 수

표 7. 피난시뮬레이션 분석 결과

진행 시간 (Case_1&2)	진행 상태
30초	· 발화세대 재실인원이 화재를 인지, 피난개시
40초	· 발화세대 모든 재실인원 실 피난 완료
55초	· 발화세대 모든 재실인원 층 피난 완료
60초	· 발화세대 외 전 세대 재실인원 피난 실시
113초	· 화재층(2F) 모든 재실인원 층 피난 완료
114초	· 3층 모든 재실인원 층 피난 완료
128초	· 2&3층 모든 재실인원 피난 완료

표 8. 자연환기성능 분석 결과



있듯이, 2층 중앙세대(07호)에서 화재 발생 시 화재층 2층과 직상층 3층 재실인원의 피난소요시간은 각각 113초와 114초로, 2층과 3층의 모든 재실인원이 피난을 완료하는데 소요된 시간은 128초로 분석되었다.

위의 각 분석사례별 화재 및 피난시뮬레이션 분석을 바탕으로 한 화재 시 안전성 검토 결과, 기존 편복도의 외벽체 상태(FL+1,300mm 이상 개방)와 편복도 개구부가 600mm가 되도록 외벽체를 수정하여 시공할 경우(FL+2,000mm 이상 개방) 피난가능시간의 차이는 발생하지만, 두 경우 모두 피난가능시간 안에 모든 거주자의 피난이 가능한 것으로 평가되었다.

4.3 자연환기성능 평가

분석사례별 자연환기성능은 기류유동 및 환기횟수 분석을 통해 평가하였으며, 주요 결과는 표 8과 같다.

Case_1(FL+1,300mm 이상 개방)과 Case_2(FL+2,000mm 이상 개방)의 기류유동 분석 결과, 창을 통해 유입된 외기가 편복도의 개구부를 통해 배출될 때 유동량에서 두 분석사례가 미미한 차이를 보일 뿐 기류속도 및 실내에서의 기류형상에는 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다.

자연환기성능을 정량적으로 평가할 수 있는 기준인 환기횟수의 분석 결과, Case_1과 Case_2의 평균 환기횟수는 각각 약 0.19회/h, 0.16회/h로 나타났으며, 분석사례별 평균 환기횟수는 약 20%의 차이를 보였다. 즉, 편복도형 아파트의 복도 과다 개방에 따른 문제를 해결하기 위한 방안 중 하나로 제시된 Case_2의 자연환기성능은 현재 상태를 가정한 Case_1과 비교했을 때 큰 영향이 없는 것으로 분석되었다.

5. 결론

본 연구에서는 편복도형 아파트의 편복도 외벽체 시공 방법에 따른 화재 시 안전성(제연특성) 및 주거환경의 변화 검증은 목표로, 벽체의 대부분을 개방하는 현재의 방식

Case_1 (FL+1,300mm 이상 개방)과 벽체 상부만 일부 개방하는 방식 Case_2(FL+2,000mm 이상 개방)에 대해 화재 및 피난, 자연환기성능 시뮬레이션을 수행하고 비교·분석하였다. 이에 대한 주요 결과는 다음과 같다.

(1) 화재시뮬레이션 결과 중앙세대에서 화재발생시 Case_1의 A, B, C 지점의 피난가능시간은 모두 600초 이상, Case_2의 경우 각각 205초, 195초, 600초 이상으로 분석되어, 편복도 외벽체 개방공간을 감소시킨 경우 기존의 외벽체인 경우와 대비해 피난가능시간이 짧게 나타나 편복도 외벽체 개방공간의 마감정도가 화재 연기의 배출에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 편복도 상부 개구부로의 연기 배출 특성을 고려하여 같은 세대라인에서 가장 먼 위치에 있는 B 지점을 기준으로 최종 피난가능시간을 분석한 결과 Case_1과 Case_2 각각 600초 이상, 195초로 분석되었다.

(2) 화재층(2F)과 직상층(3F)의 재실인원이 그 층의 계단실까지 진입하는 것을 기준하여 피난시뮬레이션을 수행한 결과, 화재발생 시 피난소요시간은 화재층이 113초, 전 층(2&3F)이 128초로 분석되었다. 위 화재 및 피난시뮬레이션의 비교·분석 결과 분석사례 모두 피난가능시간 (Case_1 : 600초 이상, Case_2 : 195초) 안에 모든 거주자의 피난(128초)이 가능한 것으로 나타나 화재 시 피난 안정성이 확보된 것으로 평가된다.

(3) 자연환기성능에 대한 시뮬레이션 결과 분석사례의 평균 자연환기횟수는 Case_1과 Case_2가 각각 0.19회/h, 0.16회/h, 환기횟수의 차이는 약 20%로 큰 차이를 보이지 않았으며, 두 분석사례에 있어 기류속도와 형상 또한 큰 변화를 보이지 않았다. 이를 통해 편복도 외벽체 개방공간 시공방법에 따른 자연환기성능의 영향은 크지 않은 것 분석된다.

이상 제시된 시뮬레이션 분석결과를 종합하면, 현재의 편복도형 아파트의 복도 외벽체 시공에 있어 변경안 적

용 시, 편복도형 아파트의 장점인 자연환기성능에 대한 영향은 크게 주지 않으면서 바람의 영향, 동파문제, 빗물 및 눈의 침투와 같은 주거환경의 질을 저하시킬 수 있는 문제를 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 화재에 대한 피난 안정성도 확보할 수 있는 것으로 분석되어 편복도형 아파트 복도 외벽체 상부 일부만을 개방하여 시공하는 방안의 적용이 가능한 것으로 검증되었다.

그러나 본 연구의 결과는 일반적인 구조의 편복도형 아파트를 대상으로 환기성능 및 화재특성에 대한 시뮬레이션 연구를 통해 도출된 것으로, 본 분석안의 조건 및 구조와 상이한 편복도형 아파트에 연구의 결과를 일률적으로 적용하는 것은 무리가 있는 것으로 판단된다.

이에 본 연구에서 검증된 편복도형 아파트의 복도 외벽체 설계안에 대한 적용 시에는 각 설계·시공 사례별 조건 및 구조 등을 반영한 세부 검토 및 mock-up 테스트와 같은 추가적인 시험 연구 등이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 건설교통부, 신축공동주택등 환기설비 설치기준 해설서, 2006.
2. 김병효, 피난 시뮬레이션(Computer simulation and modeling of egress design), 설비(특집:방재설비), 제17권 12호, 2000, pp.55~71.
3. 이평강, 김지성, 조동만, 배경태, 김석완, 시뮬레이션에 의한 노인복지시설의 피난안정성 평가, 대한설비공학회 하계학술 발표대회 논문집, 2003, pp.1390~1395.
4. 최창호, 조민관, 화재·피난 시뮬레이션을 통한 청소년 수련관 시설의 피난 안정성 검토, 대한설비공학회논문집, 21(1), 2009, pp.23~32.
5. 통계청, 2007, 인구주택총조사 2005.
6. CRADLE, SCRYU/Tetra User Guide Manual ver 4.0, 2004.
7. Glenn Forney, Kevin McGrattan, Building and Fire Research Laboratory, User's Guide for Smokeview(Version 5), 2009.
8. Intergrated Environmental Solutions Ltd., Simulex User Manual, 1998.
9. Kevin McGrattan, Simo Hostikka, Jason Floyd, Howard Baum and Ronald Rehm, Fire Dynamics Simulator(version 5) Technical Reference Manual, 2009.

투고(접수)일자: 2010년 7월 8일

심사일자: 2010년 7월 19일

게재확정일자: 2010년 9월 29일