

배연을 위한 공동주택 세대 내 화장실 배기구 활용 가능성에 관한 연구

조성우

창원대 건축공학과 교수

A Study on the Availability of the Toilet Exhaust Port in Apartment Households for Smoke Exhaust

Sung-Woo Cho

Professor, Dept. Architectural Engineering, Changwon Univ.

(Received February 10, 2022; Revised March 18, 2022; Accepted April 01, 2022)

요 약

공동주택에서 외기와 직접적으로 접한 화장실을 활용한 배연 가능성을 통하여 세대 내의 질식사를 줄이기 위한 시스템을 제안하였다. 기존의 세대 내에 부착된 F.D의 개폐 방식은 화염 및 연기확산을 방지하기 위하여 화재실에서는 “CLOSED” 형태를 취하나, 제안된 시스템의 화재실에서는 “OPEN” 하고, 화재실을 제외한 각 층 세대들의 F.D를 “CLOSED” 시키는 시스템이다. 제안된 시스템의 법적 검토 결과 F.D의 성능이 기준에 적합하면 법적으로 타당하다고 할 수 있고, 자연배기인 경우, 수직덕트 내의 유속이 법규에서 규정하고 있는 유속 이하로 나타남에 따라 제안된 시스템의 적용은 가능하나, 배기량에 대한 고려는 필요할 것으로 판단된다.

ABSTRACT

This paper suggests a system to reduce suffocation casualties in apartment households by smoke exhaust using the toilet exhaust port adjacent to the outdoor. The opening/closing method of the fire damper attached to the existing systems takes the form “CLOSED” to prevent flame and smoke diffusion, but the method used in the proposed system is contradictory to this method. The results of the legal review of the smoke exhaust system depends on the conformance of the damper performance to legal requirements. Hence, the proposed system can be applied if the damper performance conforms to the legal requirements and the air velocity in the pipe shaft is within the legal velocity limit. However, the exhaust rate of the natural exhaust system must be considered.

Keywords : Toilet, Fire damper, Smoke exhaust, Pipe shaft, Computational fluid dynamics

1. 연구배경 및 목적

공동주택은 주요구조부가 내화구조로서 화염 확산을 막을 수 있는 방화구조로 이루어졌으며, 공동주택의 각 세대는 갑종방화문을 설치하여 방화구획으로 지정^(1,2)되어 있다고 할 수 있다. 공동주택에서 화재 발생은 대부분이 세대 내에서 발생하며, 재실자의 피난 동선은 세대 내 → 현관 → E/V홀 또는 계단 → 외부로 형성되게 된다.

그러나 실질적으로 화재가 발생한 경우, 공동주택에서 세대를 벗어난 상태에서 E/V홀 또는 계단은 제연설비의 작동으로 피난이 원활한 반면, 세대 내에서는 대피공간, 하향식 피난구 또는 경량칸막이를 이용한 인접세대로 대피하게 되나, 배연장

치는 설치되어 있지 않은 상황이다. 세대 내의 재실자는 대피공간으로 피난하지 못하는 경우 현관을 통과하여 E/V홀 또는 계단으로의 대피가 유일한 방안이다. 그러므로 세대 내에서 질식사에 의한 피해를 줄이기 위해서는 피난(대피)공간으로의 대피와 유독가스의 빠른 배연을 통해서 어느 정도의 피난시간을 확보하는 것이 주요 해결책이 될 수 있다고 판단된다.

2019년도 행정안전부에서 발표한 공동주택 화재 건수의 보고에 의하면, 화재 발생 시 “인지 단계”에서 피해자들은 화재 상황에 대한 인지 지연 및 수면이나 음주 등으로 무방비 상태인 경우가 주간(11 h~19 h)보다 야간(23 h~07 h)이 1.6배 높게 나타남⁽³⁾에 따라 화재를 감지한 폐식 상태에서 피난을 위한 시간은 매우 짧은 관계로 질식사가 초래된다고 할 수 있다. 부

Corresponding Author, TEL: +82-55-213-3805, FAX: +82-55-213-3809, E-Mail: swcho@changwon.ac.kr

© 2022 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

산에서 2018년 8월 29일 새벽 5 h 39 min경 동래구의 9층 공동주택 1층 안방 거실에서 4명이 질식사로 사망하였고, 2020년 5월 5일 새벽 3 h 52 min경 제주도 서귀포시에 위치하고 있는 공동주택의 주방에서 시작된 화재로 인하여 일가족 4명이 안방에서 질식사 한 것을 사례^(4,5)로 들 수 있다.

화재 발생에 따른 연소생성물은 일산화탄소뿐만 아니라 다양한 혼합 기체가 발생되므로, 혈중 일산화탄소 농도는 여타 물질을 포함하는 연소생성물의 흡입량에 대한 지표가 될 수 있으며, 농도가 1% (10,000 ppm) 이상이면 즉사, 0.3% (3,000 ppm) 이상이면 보행에 곤란을 초래한다고 보고⁽⁶⁾하고 있다.

세대 내에서의 인명 피해를 줄이기 위하여 2017년 국토교통부 보고서에서는 수막형성문과 급기압설비를 적용한 화장실을 대피공간으로 활용하는 방안을 제안⁽⁷⁾하고 있으나, 설비 장치의 추가로 집값 원가 상승의 요인으로 작용할 수 있다. 질식사에 큰 영향을 미치는 주요 요인은 높은 일산화탄소 농도이며, 이를 줄이기 위한 해결책으로 공동주택 세대에서 외기와 직접적으로 접하고 있는 화장실과 부엌의 배기구를 이용하여 배연(排煙)시킴으로서 일산화탄소 농도를 일시적으로 낮추어 피난 시간을 확보하는 방안도 세대 내에서의 질식사를 줄일 수 있는 방안으로 고려될 수 있다.

본 연구에서는 공동주택 세대 내의 질식사를 감소시키기 위하여 유일하게 외부와 연결된 화장실과 주방의 배기구가 있으나, 주방은 화장실과 비교하여 가연물 등 연소를 활성화시킬 수 있는 요인이 많다고 할 수 있다. 그러므로 화장실 배기구를 이용한 배연(排煙) 가능성의 기초적인 검토를 목적으로 한다.

2. 연구방법

세대 내의 연기배출을 위한 가능성을 검토하기 위하여 방화구획과 배연설비에 대한 법적 내용을 검토하고, 공동주택의 평면도를 근거로 기존 환기 방식과 배기구 크기 검토 및 CFD를 활용한 연기 흐름에 대한 내용을 파악하여 이에 대한 가능성을 검증하고자 하며, 주요 내용은 아래와 같이 정리할 수 있다.

- (1) 본 연구를 위하여 화장실을 연기배출 통로로 한 배연 시스템 제안
- (2) 건축법, 건축법시행령, 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 및 건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙과 화재예방, 소방시설설치 유지 및 안전관리에 관한 법률, 화재예방, 소방시설설치 유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령에서 규정하고 있는 배연설비에 대한 법적 검토
- (3) 기존 공동주택 화장실과 주방의 환기 방식과 pipe shaft (이하 수직덕트라고 칭함)의 크기 조사와 화재예방, 소방시설설치·유지 및 안전관리에 관한 법률에서 제시하고 있는 최소 배기량과의 관계 파악
- (4) 최소 배기량과의 관계 파악을 검증하기 위하여 기초 단계의 CFD 수행을 통한 배연 가능성 검토

3. 세대 내 배연시스템 제안

3.1 제안 시스템 고찰

공동주택은 화장실 내의 오염공기를 배출하기 위하여 수직덕트와 연결된 환기덕트를 설치하고 있으며, 환기 덕트 내에는 화재 발생에 따른 화염 및 연기가 다른 세대로 확산되는 것을 막기 위하여 방화댐퍼(fire damper: F.D로 칭함)가 설치되어 있고, Figure 1과 같다.

본 논문에서는 세대 내에서 화재가 발생한 경우, 외부와 연결되어 있는 수직덕트를 통하여 배연시키고자 하며, 연기배출 통로로서 화장실을 활용하고자 한다. 이에 대한 개념도는 Figure 2와 같다.

화재 발생 시, 기존 공동주택에서의 배연 시스템은 Figure 3과 같이 화재실(그림에서 “fire”)에서 연기가 발생하면 F.D는 “closed” 상태로 전환되어 화염과 연기가 다른 세대로 확산되는 것을 방지하게 된다. 그러므로 화재실의 세대 내는 연기가 가득 찬 상태가 된다. 그러나 본 논문에서 제시하는 배연 시스템은 화재로 인하여 발생된 연기를 세대 내에 가두는 것이 아니라, Figure 4와 같이 F.D가 “open”으로 전환되어 수직덕트를 통하여 외부로 배출되는 형태이다. 이 경우 화재실을 제외한 각층 세대들에 설치되어 있는 F.D는 “closed”로 전환시켜 화염이나 연기가 세대 내로 유입되는 것을 방지하게 된다.

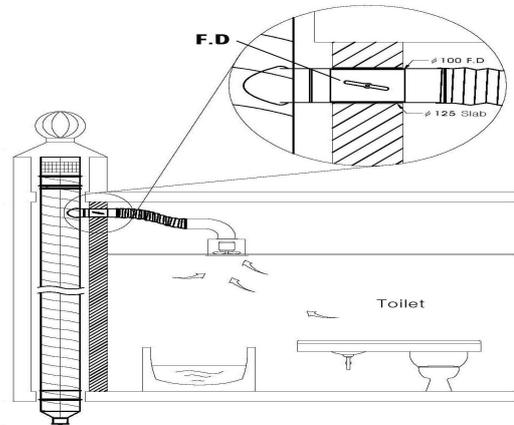


Figure 1. Equipped F.D in ventilation duct.

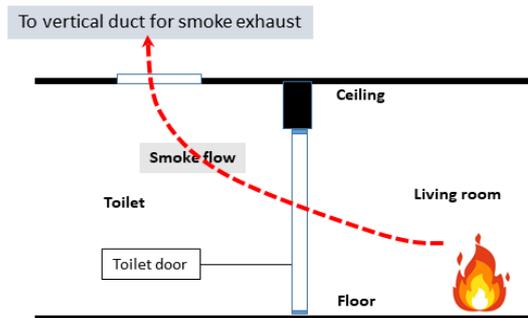


Figure 2. The suggested smoke exhaust system.

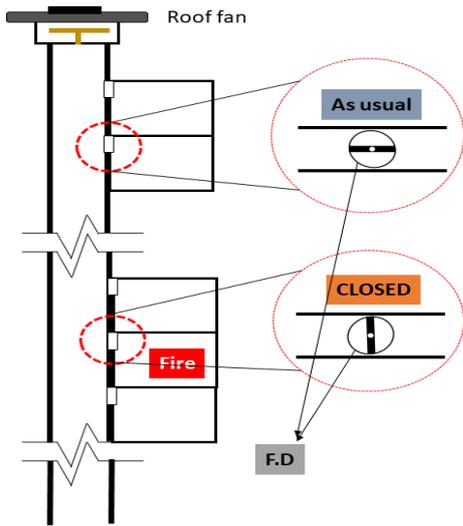


Figure 3. The existing smoke control system.

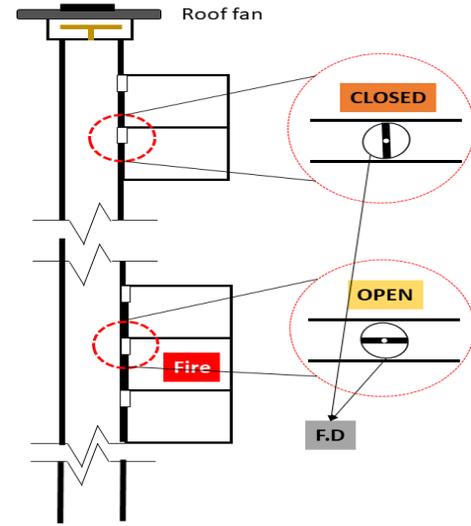


Figure 4. The suggested smoke control system.

Figure 4와 같이 화재실 세대 내의 연기가 외부로 배출되므로, 일산화탄소를 포함한 유독 가스의 농도 저하는 피난에 필요한 시간을 연장시킬 수 있으므로, 세대 내에서 발생하는 질식사 위험도는 어느 정도 감소시킬 수 있을 것으로 예측할 수 있다.

3.2 법규 검토

공동주택 세대는 방화구획으로 지정된 관계로 3.1절에서 제안한 배연 시스템의 적용을 위해서는 법적 검토가 필요하며, 주요 내용으로는 방화구획, 배연설비 및 제연설비가 있다. 방화구획은 건축 및 소방 관련법, 배연설비는 건축법, 제연설비는 소방관련법에서 언급하고 있으며, 건축법에서 규정하고 있는 내용은 아래와 같다.

- (1) 건축법 제 49조(건축물의 피난시설 및 용도제한 등) 제 2항에서는 대통령령으로 정하는 용도 및 규모의 건축물의 안전·위생 및 방화(防火) 등을 위하여 필요한 용도 및 구조의 제한, 방화구획(防火區劃), 화장실의 구조, 계단·출입구, 거실의 반자 높이, 거실의 채광·환기, 배연설비와 바닥의 방습 등에 관하여 필요한 사항은 국토교통부령으로 정한다.
- (2) 건축법 시행령 제 46조(방화구획 등의 설치) 주요구조부가 내화구조 또는 불연재료로 된 건축물로서 연면적 1천 제곱미터를 넘는 것은 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 구조물로 구획(이하 “방화구획”이라 한다)을 해야 한다.
- (3) 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제 14조(배연설비) 제 1항 3호에서는 배연구는 연기감지기 또는 열감지기에 의하여 자동으로 열 수 있는 구조로 하되, 손으로도 열고 닫을 수 있도록 할 것
- (4) 건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제 14조 제 2항 3호에서는 환기·난방 또는 냉방시설의 풍도

가 방화구획을 관통하는 경우에는 그 관통부분 또는 이에 근접한 부분에는 기준에 적합한 댐퍼를 설치할 것.

화재예방, 소방시설설치·유지 및 안전관리에 관한 법률에서 규정하고 있는 내용은 아래와 같다.

- (1) 화재예방, 소방시설설치·유지 및 안전관리에 관한 법률의 하부 기준인 제연설비의 화재안전기준(NFSC 501) 제 4조(제연설비)제 1항 4호에서는, 하나의 제연 구역은 직경 60 m 원내에 들어갈 수 있을 것
- (2) 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준(NFSC 501A) 제 14조(수직풍도에 따른 배출) 제 2항에서는 수직풍도의 내부면은 두께 0.5 mm 이상의 아연도금강판 또는 동등 이상의 내식성·내열성이 있는 것으로 마감되는 접합부에 대하여는 통기성이 없도록 조치할 것
- (3) 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준(NFSC 501A) 제 14조(수직풍도에 따른 배출) 제 3항에서는 각층의 옥내와 면하는 수직풍도의 관통부에는 다음 각목의 기준에 적합한 댐퍼(이하 “배출댐퍼”라 한다)를 설치하여야 한다.
 - 가. 배출댐퍼는 두께 1.5 mm 이상의 강판 또는 이와 동등 이상의 성능이 있는 것으로 설치하여야 하며 비내식성 재료의 경우에는 부식방지 조치를 할 것
 - 나. 평상시 닫힌 구조로 기밀상태를 유지할 것
 - 다. 개폐여부를 당해 장치 및 제어반에서 확인할 수 있는 감지기능을 내장하고 있을 것
 - 라. 구동부의 작동상태와 닫혀 있을 때의 기밀상태를 수시로 점검할 수 있는 구조일 것
 - 마. 풍도의 내부마감상태에 대한 점검 및 댐퍼의 정비가능할 이·탈착구조로 할 것
 - 바. 화재층의 옥내에 설치된 화재감지기의 동작에 따라

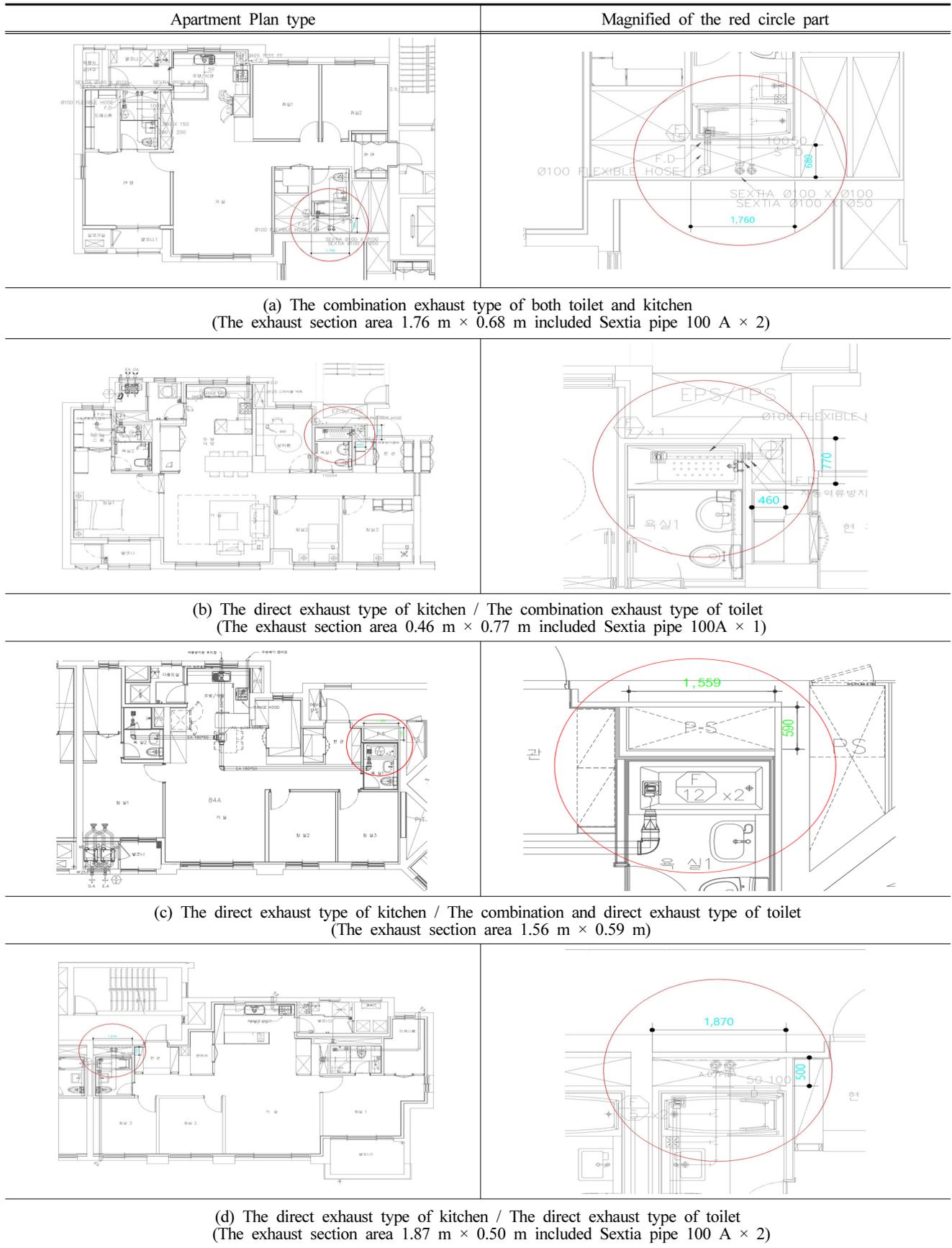


Figure 5. The exhaust port size of exclusive use area 84 m² type in investigated apartment.

당해층의 댐퍼가 개방될 것

- 사. 개방 시의 실제 개구부(개구율을 감안한 것을 말한다)의 크기는 수직풍도의 내부단면적과 같도록 할 것
- 아. 댐퍼는 풍도내의 공기흐름에 지장을 주지 않도록 수직풍도 내부로 돌출하지 않게 설치할 것

제연설비의 화재안전기준(NFSC 501) 제 4조 제 1항 4호를 근거로 본 논문에서는 화장실을 연기배출 통로로 하여 수직덕트를 통하여 외부로 배출시키는 방안으로 공동주택의 거실은 하나의 제연구역으로 볼 수 있다고 판단된다. 그리고 본 논문에서 제시한 시스템의 주 배기통로는 F.D가 설치되어 있는 환기덕트를 경유하여 수직덕트로 배출됨에 따라 F.D의 역할과 수직덕트의 설치기준은 중요한 요소이다.

또한 본 시스템을 적용한 경우, 방화구획에 대하여 국토교통부에 문의한 결과 “건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제 14조 제 2항 3호에서 기준에 적합한 댐퍼를 설치하여야 하며, 이는 방화구획을 관통하는 경우에는 모두 적용되어야 하므로 제연설비도 포함될 수 있다”는 답변을 받았다. 즉, F.D의 성능이 기준에 적합하다면, 본 논문에서 제시한 배연시스템은 법적으로 타당하다고 할 수 있다. 단, 수직덕트의 경우, 일반적으로 pvc로 제작된 위생배관이 삽입되어 있으므로 이에 대한 대책은 보완하여야 할 것으로 사료된다.

3.3 화장실 배기구의 활용 가능 면적 산출

공동주택에서 화재 발생에 따른 배연량은 배연구의 크기와 유속에 크게 좌우되므로, 전용면적 84 m²에 해당되는 공동주택 화장실의 환기구와 수직덕트의 단면적을 조사하였으며, 내용은 Figure 5와 같다.

화장실과 주방과의 환기장치 연결 조건에 따라 분류할 수 있으며, 본 논문에서는 (a) 화장실과 주방 공용배기구 (b) 화장실 통합배기와 주방 직배기 (c) 화장실 결합 직배기와 주방 직배기 (d) 화장실 직배기와 주방 직배기의 4종류로 분류하였으며, 각 종류별 수직덕트 크기 및 수직덕트 속에 설치된 위생배관의 크기에 대한 내용은 Figure 5와 같다.

주택 화재에서 플래시 오버(flashover)에 따른 연기층의 온도는 600 °C에 도달할 것으로 예측⁸⁾됨에 따라 이를 고려하여 수직덕트 내부에 설치된 위생배관과 분리하여 배연통로를 설치할 필요가 있다. 고온의 공기로부터 pvc 배관 보호를 위하여 내화재인 벽돌의 길이쌓기(표준벽돌 크기 190 × 90 × 57) 및 유지관리를 위한 공간 확보를 고려한 경우, 배연구로서 활용할 수 있는 단면적은 줄어들게 된다. 이를 고려하여 공동주택 화장실 배연구와 연결된 수직덕트의 단면적은 대략적으로 각각 (a)는 1.07 m², (b)는 0.28 m², (c)는 0.92 m², (d)는 0.83 m²의 공간 확보가 가능할 것으로 판단된다.

제연설비의 화재안전기준(NFSC 501) 제 6조(배출량 및 배출방식) 제 1항에서는 거실의 바닥면적이 400 m² 미만으로 구획된 예상제연구역에 대한 배출량은 바닥면적 1 m²당 1 m³/min 이상으로 하되, 최저배출량은 5,000 m³/h 이상으로 할 것으로 규정하고 있

고, 동법 제 10조(유입풍도 등) 제 1항에서는 유입풍도안의 풍속은 20 m/s 이하로 규정하고 있다. 배출량은 수직덕트의 단면적과 밀접한 관계가 있다. 이를 고려하여 동일 조건(연돌내의 풍속을 20 m/s로 상정한 경우)에서 배출량은 20,160 m³/h로 4종류 가운데 가장 적고, 배연 가능성이 불리하다고 판단되는 (b)를 대상으로 자연 배기와 기계 배기에 대한 CFD를 수행하여 그 결과를 알아보고자 한다.

3.4 화장실 배기구를 활용한 배연 타당성 검토

공동주택 화장실 내의 배기구를 통한 배연 타당성에 대한 기초적인 검토를 위하여 수직덕트에 팬을 장착하지 않은 자연 배기와 팬을 장착한 기계 배기에 대하여 CFD를 수행하였다. 본 논문에서 연기 유동을 예측하기 위하여 AnsysFluent 2020을 이용하였으며, 이는 화재 발현 및 성상의 구현보다는 연기 흐름 즉 유체흐름을 예측하기 위하여 범용적으로 활용되는 유체해석 프로그램이다.

세대 내 화장실을 포함한 각 실에 있는 문은 100% 개방된 상태이며, 층고는 2.8 m, 화장실에서 수직덕트로 연결된 개구부의 크기는 천정에서 상층 슬랩의 하부까지이며, 높이는 0.25 m, 폭은 0.78 m로 하였다. 공동주택의 환기횟수는 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제 11조(공동주택 및 다중이용시설의 환기설비 기준 등)의 제 1항에서는 건축물의 시간당 환기횟수를 0.5회를 적용하였으며, 본 과제에서는 이를 근거로 풍속을 계산하였다. 모델 형성과 입력데이터 경제조건은 Figure 6과 같다.

3.4.1 자연 배기인 경우

옥상층에 루프팬을 설치하지 않은 자연배기인 경우에 대하여 연기 흐름을 예측하였다. 세대 내의 공기온도 즉 유입구의 온도는 20 °C이고, 유속은 0.16 m/s이며, 수직덕트 상부에서 외기에 노출된 유출구 경계조건은 “free”로 하여 CFD를 수행하였으며, 결과는 Figure 7과 같다.

세대 내에서 수직덕트를 통하여 외부로의 연기유출에 대한 가능성을 파악하는 것이 목적이며, Figures 7(b) 및 7(d)와 같은 양상을 보이고 있다. 수직덕트 내부 유속은 유출구 기준으로 0.5~15.7 m/s, 평균 유속은 7.9 m/s이며, 수직덕트의 내부에서 외부로 유출되는 벡터 방향을 가지며, 가장자리에서 높은 유속을 보이는 것으로 예측되고 있다.

Figure 7(a)와 같이 바닥에서 높이 1.5 m 지점에서 온도분포는 517.8~875.1 °K이고, 평균 온도는 686.4 °K로 나타났다. 그리고 화재 발생에 따른 세대 내의 온도상승으로 인하여 성층화된 압력분포(Figure 7(c) 참고)를 보이며, 평균 127 Pa (세대 내와 외기와의 압력차)의 압력 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 toilet → pipe shaft의 유출구 부근에서 압력분포는 다른 양상을 보이는 것을 알 수 있다. 화장실에서 유출구 부근으로는 오리피스 효과로 인하여 최대 풍속을 나타내고 있다.

CFD 수행 결과 연기 배출 풍도인 수직덕트의 최고 유속은 15.7 m/s로 제연설비 화재안전기준(NFSC 501) 제 9조 제 2항에서 규정하고 있는 20 m/s 이하를 만족하고 있으나, 유속이

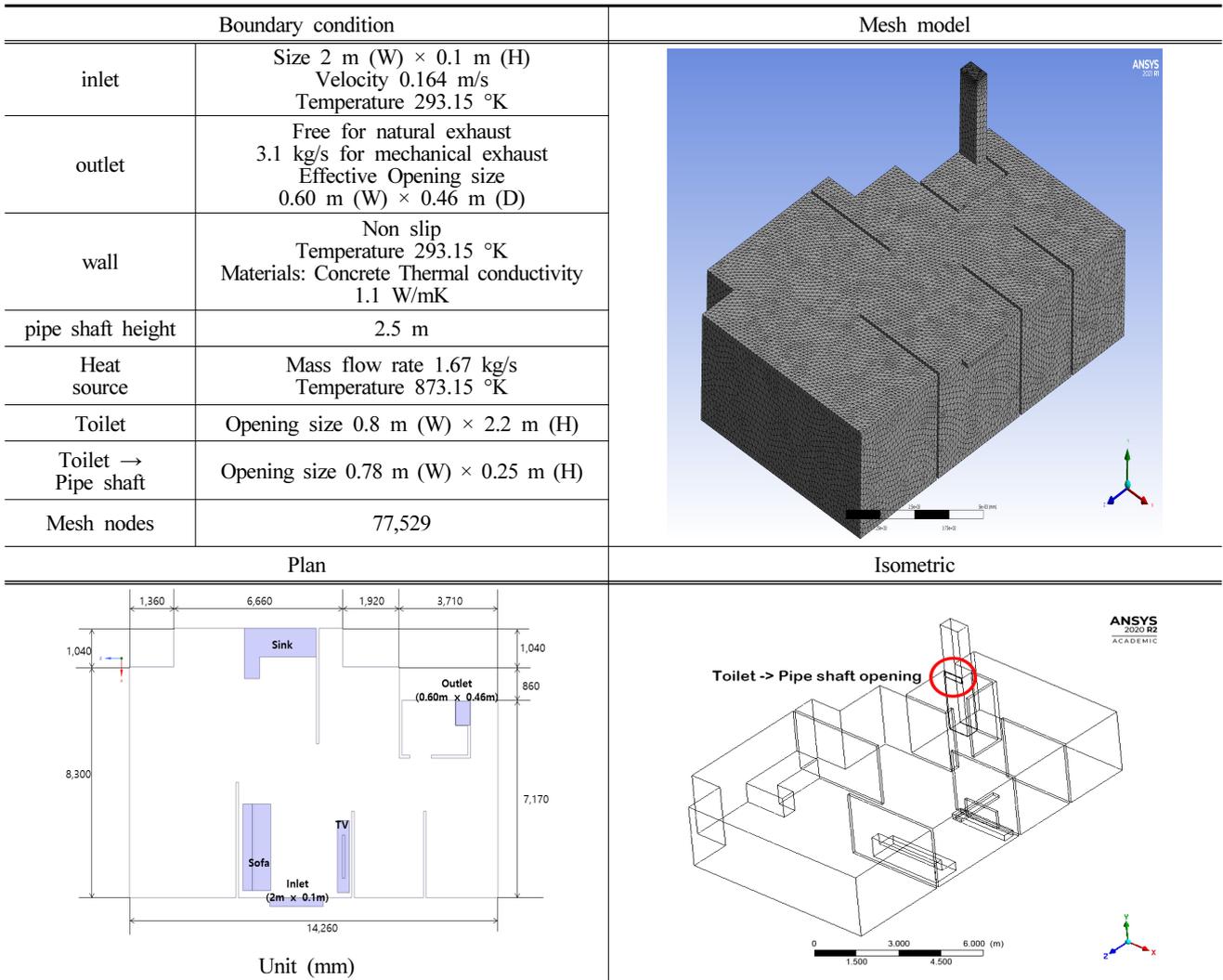


Figure 6. Input data and boundary condition for CFD.

고층의 수직덕트를 통과하면서 점차적으로 감소됨에 따라 배출량을 충족시키지 못하는 경우가 발생할 수 있을 것으로 예측된다. 그러므로 옥상에 파워 루프팬을 설치한 기계 배기의 경우에 대하여 살펴보고자 한다.

3.4.2 기계 배기인 경우

세대 내에서 발생하는 연기를 자연배기로 한 경우, 배출량을 만족시키지 못하는 경우가 발생됨에 따라 파워 루프팬의 사양⁹⁾을 토대로 기계 배연을 적용하였다. 자연배기와 동일한 경계조건이며, 다만 유출구는 질량 유량 3.1 kg/s로 입력값으로 변경하여 CFD를 수행하였으며, 그 결과는 Figure 8과 같다.

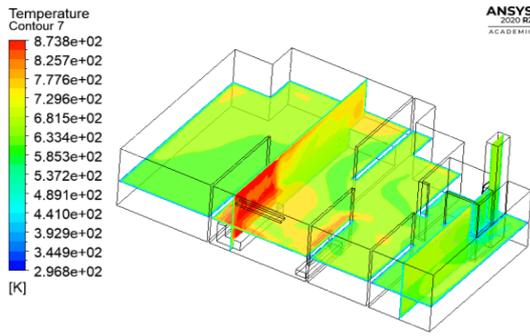
기계 배연을 적용한 경우 연기 유출은 Figures 8(b) 및 8(d)와 같은 양상으로 자연배기와 유사한 형태를 볼 수 있다. 수직덕트 내부 유속은 유출구를 기준으로 2.3~28.9 m/s, 평균 유속은 14.7 m/s이며, 수직덕트에서의 벡터는 외부로 향하고 있는 것으로 나타났다.

Figure 8(a)와 같이 바닥에서 높이 1.5 m 지점에서 온도분포

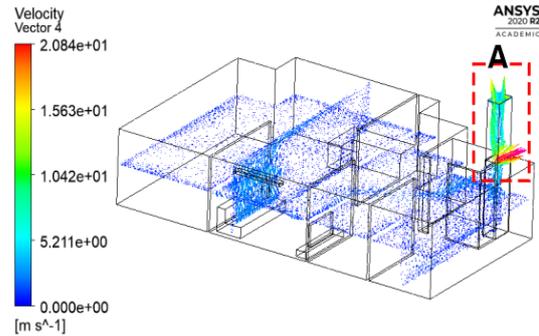
는 494.3~875.8 °K이고, 평균 온도는 679.2 °K로 나타났다. 자연 배기와 달리 빠른 유속으로 인하여 세대 내의 전체적이 평균 온도는 감소하는 경향을 보이고 있다. Figure 8(c)에서 보듯이 평균 압력 차이는 55.8 Pa로 예측되었다. 그리고 자연배기와 같이 오리피스 현상이 발생하는 유출구 부근에서의 압력 분포는 다른 양상을 보이고 있다.

CFD 수행 결과, 연기의 배출 풍도인 수직덕트의 최고 유속은 28.9 m/s이므로, 제연설비 화재안전기준(NFSC 501)에서 규정하고 있는 20 m/s 이하를 초과하는 것으로 나타났으나, 연돌의 높이를 고려하면 최고 유속은 감소할 것으로 판단된다. 유출구를 통한 배출량은 14,605.9 m³/h로 예측됨에 따라 자연배기량과 비교하여 충분한 배기량의 확보는 가능할 것으로 판단된다.

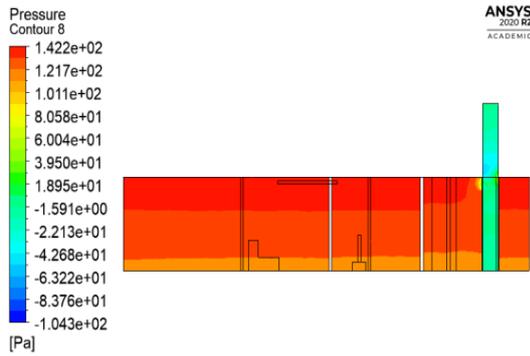
이상과 같이 자연배기와 기계배기에 대한 CFD 수행 결과, 두 경우에 대한 연기 흐름은 세대 내 → 화장실 → toilet → pipe shaft → 수직덕트 → 외부로 배연되는 양상은 가시화를 통하여 알 수 있다. 그러나 배연을 위하여 toilet → pipe shaft의 유출구 부근에서의 와류현상은 두 경우에서 발생되므로,



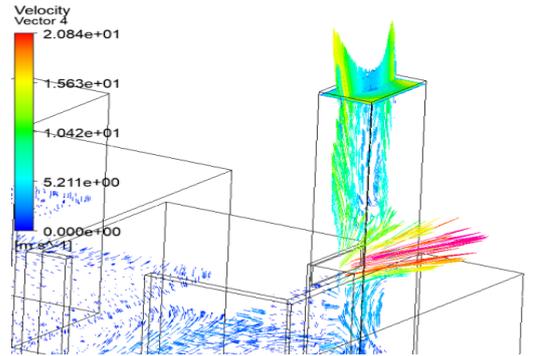
(a) Temperature distribution at 1.5 m height



(b) Velocity distribution by vector at 1.5 m height

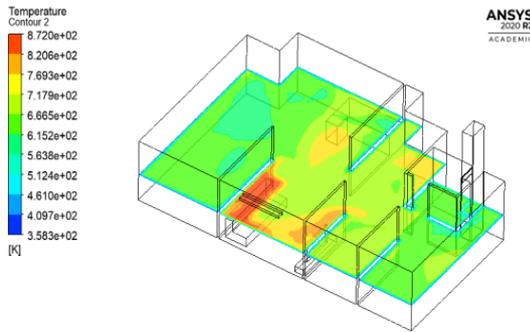


(c) Pressure distribution at Z axis

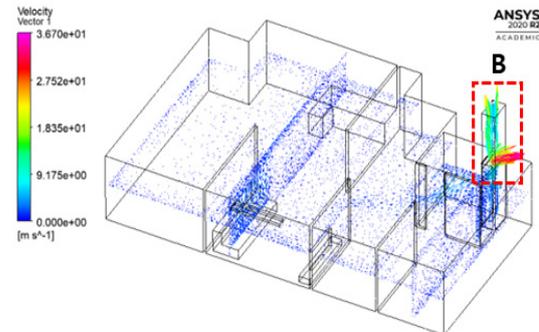


(d) Magnified figure of "A" part in velocity distribution

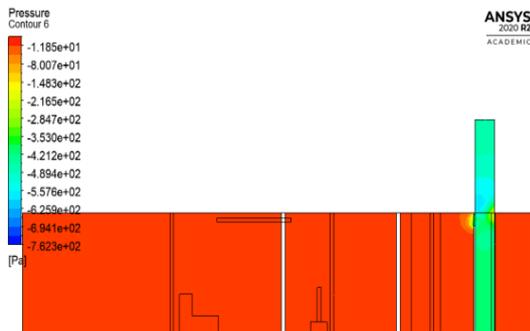
Figure 7. The results of temperature, velocity and pressure distribution for natural exhaust system by CFD.



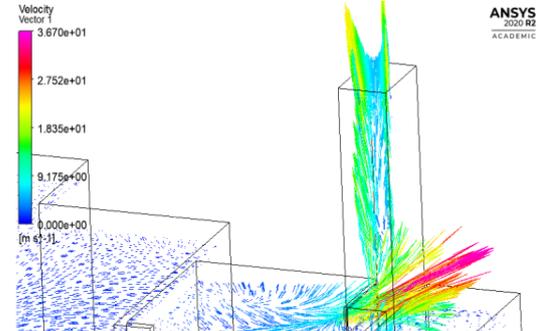
(a) Temperature distribution at 1.5 m height



(b) Velocity distribution by vector at 1.5 m height



(c) Pressure distribution at Z axis



(d) Magnified figure of "B" part in velocity distribution

Figure 8. The results of temperature, velocity and pressure distribution for mechanical exhaust system by CFD.

이를 해결할 수 있는 방안은 모색되어야 할 것으로 판단된다. 또한, 기계 배기의 경우, 수직덕트 내에서의 유속이 규정된 유속 이상으로 나타남에 따라 이를 고려한 루프팬의 선정이 필요할 것으로 판단된다.

4. 결 론

공동주택에서 외기와 직접적으로 접한 화장실을 활용한 배연 가능성을 통하여 세대 내의 질식사를 줄이기 위한 시스템을 제안하였다. 기존의 세대 내에 부착된 F.D의 개폐 방식과는 달리 제안된 시스템에서는 역(逆)방식을 가진다. 이 시스템의 적용을 위하여 방화구획에 대한 법적 검토 및 CFD를 활용하여 화장실에서 외부 수직덕트를 통과하는 연기흐름을 파악하여 배연 가능성을 예측하였으며, 결과는 아래와 같이 정리할 수 있다.

- (1) 방화구획에 대하여 국토교통부에 문의한 결과에 따르면, F.D의 성능이 기준에 적합하다면 제안된 시스템은 법적으로 타당하다고 할 수 있다.
- (2) 국내 공동주택의 경우, 화장실과 주방의 환기장치 연결 조건은 대략적으로 4종류로 분류할 수 있으며, 수직덕트의 단면적은 평면 형태에 좌우되는 경향을 파악하였다. 그러므로 원활한 배연을 위한 적정 면적의 확보가 필요할 것으로 판단된다.
- (3) 자연 및 기계 배기에 대한 CFD 수행 결과, 세대 내 → 화장실 → 배기구 → 수직덕트 → 외부로 백터방향이 나타났고, 자연 배기의 경우 수직덕트 내의 유속은 규정된 유속 범위에 속하나, 기계 배기의 경우에는 규정된 범위를 초과하므로, 이에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다.
- (4) 자연 및 기계 배기에 대한 CFD 수행 결과, 오리피스 효과에 의한 와류(渦流)현상은 원활한 배기를 위하여 해

결 방안을 모색할 필요가 있을 것으로 판단된다.

후 기

본 연구의 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구의 일부임(No. 2021R1A2C005179).

References

1. Ministry of Justice, “Building Act Enforcement Decree Article 2 (Definition) 7, 8” (2021).
2. Ministry of Justice, “Building Act Enforcement Decree Article 46 (Installation of fire compartments, etc)” (2021).
3. Ministry of the Interior and Safety, “Apartment evacuation facility” (2019).
4. Naver Blog, <https://blog.naver.com/wgh8162/221240202017> (2018).
5. Nocutnews, <https://www.nocutnews.co.kr/news/5338970> (2020).
6. B. S. Kim, B. J. Jang and M. C. Choi, “A Study on the fire safety management measures from during a fire toxic gases generated (Focus of Co gas measures)”, Proceeding of KSSM 2011 Autumn Annual conference, pp. 55-66 (2011).
7. Ministry of Land, “Infrastructure and Transport”, Press release, 27th Feb (2017).
8. Y. I. Lee and H. J. Kim, “An Analysis of the Developmental Characteristic of Housing Fire”, Journal of Korean Society of Hazard Mitigation, Vol. 18, No. 4, pp. 215-218 (2018). <https://doi.org/10.9798/KOSHAM.2018.18.4.215>.
9. Alpha ventilation, <https://dyvent.imweb.me/106> (accessed March 28, 2022).