

초고층 공동주택의 입상덕트 환기시스템에서 외기조건과 작동조건에 따른 환기성능평가

김 영 배, 김 재 홍*, 성 재 용**, 이 명 호*
서울과학기술대학교 에너지환경대학원, *서울과학기술대학교 기계공학과

Ventilation Performance According to Outdoor and Operating Conditions of the Vertical Exhaust Duct System in High Riser Public Houses

Young Bae Kim, Jae-Hong Kim*, Jaeyong Sung**, Myeong Ho Lee*
Graduate School of Energy & Environment, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea
*Department of Mechanical Engineering, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea

(Received October 31, 2009; revision received January 3, 2011)

ABSTRACT: The ventilation performance of a vertical exhaust duct system in the high riser public house has been evaluated by a commercial software, Fluid Flow, which solves pressure losses through the duct system including bathroom fans and a hybrid roof fan. During the numerical simulations, outdoor wind condition and stack effects in summer and winter were considered as well as the operating conditions of a basement damper and the roof fan. The results show that the bathroom ventilation in summer is the most unsatisfactory. The opening of the basement damper has a problem that the polluted air in the lower floors is exhausted to the underground parking lot, not to the rooftop. If the basement damper is closed, the exhaust flow rate in the lower floors is not sufficient due to the strong flow resistance in the long vertical duct even though the roof fan is under operating.

Key words: Ventilation performance(환기 성능), Stack effect(굴뚝 효과), Roof fan(루프팬), Basement damper(지하 댐퍼), Vertical exhaust duct(배기입상덕트)

1. 서 론

최근 주거의 형태가 고층화로 변화됨에 따라 초고층 공동주택 건설이 늘어나고 있다. 초고층 공동주택에서는 기계설비의 관점에서 여러 가지 고려해야 할 요소들이 많이 있다. 그 중 하나가 환기

설비이며, 전통적으로 사용되어 온 화장실, 주방 환기도 고층화됨에 따른 문제들이 많이 발생한다.

초고층 건물에서 원활한 환기를 위해서는 굴뚝효과(stack effect)와 건물 외벽에 부는 바람의 영향을 고려해야 한다. 굴뚝효과는 여름 또는 겨울철 실내의 온도차로 생기는 건물 내외부 압력차로 인해 실외 공기가 유입 또는 유출되는 현상으로 화장실, 엘리베이터, 계단부 등에 따라 다르게 나타난다.⁽¹⁻³⁾ 건물 외풍에 의해서도 실외 공기의 유출입이 발생할 수 있으며, 건물의 기밀도, 풍속, 풍향 등에 따라 건

† Corresponding author
Tel.: +82-2-970-6398; fax: +82-2-949-1458
E-mail address: jysung@snut.ac.kr

물 내부에 다양한 압력분포 특성이 나타난다.⁽⁴⁻⁵⁾

이런 인자들은 수직 입상덕트에 의한 주방 및 욕실의 환기시스템에도 영향을 미친다. 특히 초고층 공동주택에서는 오염 물질이 덕트로 배출되지 못하고 체류하거나 욕실 배기팬이 가동되지 않는 곳에서 역류가 발생하는 등 여러 가지 문제들이 나타난다. 이러한 제반 문제들에 대한 연구와 방지 대책에 관해 다양한 연구가 수행되었다. 그 중 가장 대표적인 것이 욕상부 입상덕트 말단에 하이브리드(hybrid) 루프팬을 설치하는 것이다. 하이브리드 루프팬은 자연통풍력 만으로 환기가 어려운 경우에는 루프팬을 강제적으로 가동하여 배기를 원활하게 하고 자연배기가 가능할 정도로 자연통풍력이 큰 경우에는 루프팬을 정지하는 시스템을 말한다. Kwon and Ahn⁽⁶⁾은 차압센서를 설치하여 하이브리드 루프팬을 자동 제어하는 시스템의 운전성능을 평가하였고, Kim and Kim⁽⁷⁾은 강제 배기 시스템을 설계하기 위한 기초 자료로서 주방과 욕실의 층별 배기량에 영향을 미치는 인자들을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 고찰하였다. 그러나 세대 배기팬과 루프팬을 포함한 전체 입상덕트 환기시스템의 유동해석을 수행한 연구는 아직 보고되지 않았다.

따라서 본 연구에서는 루프팬 입상덕트시스템을 적용한 초고층 공동주택에 대하여 실제 사용되는 세대 욕실팬 및 루프팬의 성능곡선을 이용하여 시스템 전체의 유동현상을 고찰하고자 한다. 덕트 유동해석은 배관시스템의 압력손실을 해석하기 위한 상용 S/W인 Fluid Flow⁽⁸⁾를 사용한다. 이 프로그램을 이용하여 덕트 내 욕실 배기 유량과 입상덕트 층별 압력분포를 구하여 입상덕트 환기시스템의 성

능을 평가한다. 이를 바탕으로 굴뚝효과, 외풍 등 외기 조건과 세대 동시 사용율, 지하 주차장 댐퍼의 개폐여부, 루프팬의 작동여부 등 작동조건에 따른 영향을 논의한다. 세대 주방팬의 작동 여부도 중요한 변수 중의 하나이지만 본 연구에서는 논의하지 않았다.

2. 해석 모델 및 계산 조건

2.1 해석 모델과 압력손실 해석 방법

본 연구에서는 Fig. 1에서 보는 것과 같이 상용 S/W인 Fluid Flow를 이용하여 지하주차장이 있는 30층 고층 아파트에서 세대 욕실팬의 가동에 따른 입상덕트 환기시스템의 성능을 해석하였다. Fig. 1의 해석 모델에서 수직으로 형성된 입상덕트의 아래 부분이 지하주차장과 연결되어 댐퍼를 통해 개폐된다. 입상덕트의 상부는 루프팬이 설치되어 있으며, 이를 통해 공기가 외부로 배출된다. 각 세대의 욕실팬에 의한 환기 유동은 세대 배관을 따라 수직 입상덕트로 유입되며, 이를 통해 외부로 배출된다. 각 배관의 길이는 욕실에서 욕실 팬까지 0.1 m, 욕실 팬에서 입상덕트까지 1 m, 입상덕트관 층고 높이는 3 m로 설정하였다. 입상덕트 직경은 250 mm이며, 입상덕트로 연결되는 세대 배관의 직경은 100 mm이다.

해석 모델의 경계조건으로 시스템의 모든 입·출구에서 압력 경계조건을 사용하였으며, 각 배관으로 흐르는 유량은 경계조건과 배관의 압력손실 그리고 팬의 작동조건에 따라 베르누이 방정식을 연

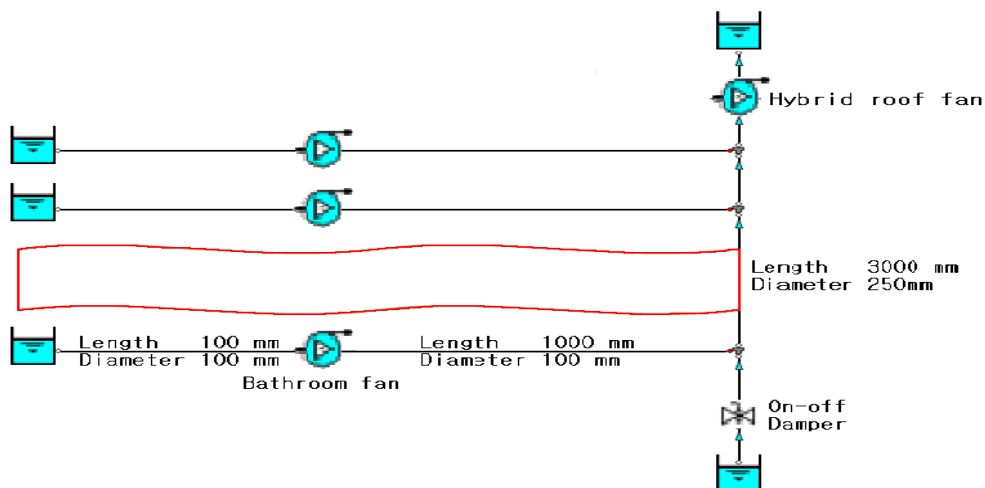


Fig. 1 Model of a exhaust duct system by a hybrid roof fan.

립하여 반복계산에 의해 해를 구하게 된다. 공기의 비중량은 γ 이고 중력가속도가 g 일 때, 각 배관요소 양단에서의 압력 P , 속도 V , 위치 z 의 관계식은 다음과 같이 정리된다.

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_F = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_L \quad (1)$$

여기서 h_F 는 팬의 압력수두이며, h_L 은 배관을 지나면서 발생하는 손실수두이다. 각 배관의 팬은 주어진 성능곡선 상에서 부하에 따라 압력 및 유량이 결정된다. 따라서 팬의 압력 또는 유량을 고정하면 실제 작동조건과 맞지 않으므로 본 연구에서는 각각의 팬에 대한 성능곡선을 직접 입력하여 배관망 시스템의 작동조건에 의해 압력 및 유량이 자동적으로 결정되도록 하였다.

로 결정되도록 하였다.

Fig. 2는 본 연구에서 적용된 세대 욕실팬의 성능곡선이며, 실제 공동주택에 적용되는 제품이며 Fig. 3은 실제 적용되고 있는 루프팬의 성능곡선이다. Fig. 2와 Fig. 3의 성능곡선을 바탕으로 반복계산에 의해 덕트 내 유동조건에 맞는 팬의 운전점이 계산된다.

2.2 각 층의 실내압력 조건

Fig. 1의 환기시스템에서 각 층의 실내, 지하주차장, 옥상부가 입구와 출구이며 이 부분에서 압력 경계조건이 사용된다. 지하주차장과 옥상은 대기압으로 설정하였으며 층별 실내 압력은 대기압을 기본 조건으로 하고 외풍이나 실내외 온도차가 발생하면 달라진다. 건물 외부에 바람이 불면 건물 외벽에 부딪치는 바람에 의해 정체압이 발생하고 그 압력이 실내 압력을 상승시킨다. 이를 외풍에 의한 환기 구동력 DP_w 라고 하며, 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$\Delta P_w = C_p \frac{\rho_0}{2} V^2 \quad (2)$$

여기서 C_p 는 압력계수, V 는 건물 외부 풍속, ρ_0 는 실외의 공기 밀도이다. 본 연구에서는 외부 풍속의 크기를 우리나라 년평균 풍속인 $V = 3 \text{ m/s}$ 로 지정하였다. 실외 공기 밀도는 평균 기온 20°C 를 기준으로 하여 $\rho_0 = 1.204 \text{ kg/m}^3$ 으로 지정하였다. 압력계수는 건물의 기밀도, 풍향 등에 의해 달라진다. 정사각형 건물 주위의 풍압계수에 관한 기존 연구⁽⁹⁾ 결과를 보면 외풍의 전면과 배면의 압력계수가 약 1.0, -0.5인 것으로 나타났다. 건물 내부 압력은 창문 개폐 정도, 방 배치도 등 복합적인 요소가 작용하나 본 연구에서는 외벽의 전면과 배면 압력의 중간값인 $C_p = 0.25$ 를 사용하였다.

여름 또는 겨울에는 실내외 온도차가 존재하므로 공기의 밀도가 다르다. 이러한 온도차에 의한 밀도 변화는 실내외 압력차로 나타나고 자연적인 공기 흐름이 생겨 굴뚝효과를 유발한다. 이를 온도차에 의한 환기 구동력 ΔP_t 라고 하고, 다음 식으로 계산된다.

$$\Delta P_t = h(\gamma_o - \gamma_i) \quad (3)$$

여기에서 h 는 유입구와 유출구의 높이의 차이이며, γ_o , γ_i 는 각각 실외와 실내의 공기 비중량이다. 본

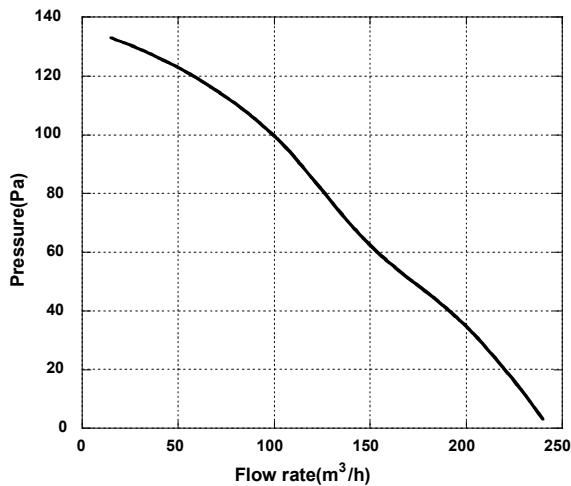


Fig. 2 Performance curve of the bathroom fan.

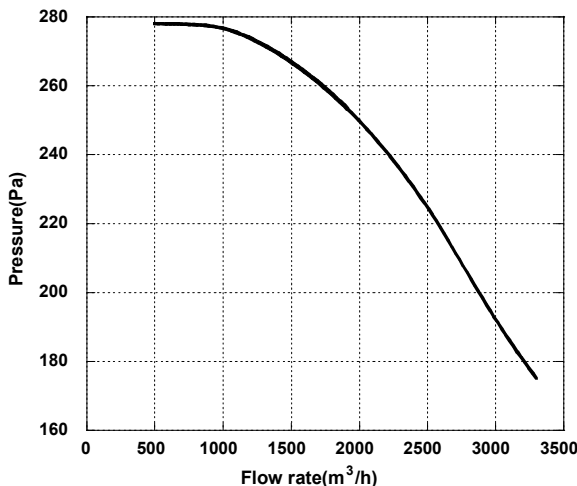


Fig. 3 Performance curve of the hybrid roof fan.

연구에서는 여름과 겨울의 외기 온도를 각각 31.1℃, -11.9℃로 설정하였으며, 실내 온도는 여름과 겨울 모두 26℃로 가정하였다. 본 연구의 대상인 입상덕트시스템의 유출입구는 각 층의 옥실과 옥상 배출구이므로 h 는 옥상과 각 층의 높이차가 된다. 옥상 배출구의 압력을 기준 압력으로 하면 각 층의 압력은 식(3)에 의해 다르게 나타나고, 이를 굴뚝효과에 의한 각 층의 압력 경계조건으로 사용된다.

최종적으로 외풍과 실내의 온도차에 의한 환기구 동력은 실내 압력의 변화를 가져오며 각 층의 실내 압력 P_i 는 두 압력의 합으로 다음과 같이 계산된다.

$$P_i = P_0 + C_p \frac{\rho_0}{2} V^2 + h(\gamma_0 - \gamma_i) \quad (4)$$

여기서 P_0 는 표준 대기압이 되고, 본 연구에서는 지하주차장 및 옥상도 같은 표준 대기압으로 설정하였다.

2.3 수치해석 조건

환기 성능을 평가하기 위해서는 몇 세대 옥실팬이 어떤 조합을 가지고 작동하는지 그리고 지하덤퍼의 개·폐 여부, 루프팬의 작동 여부 등 많은 경우의 수를 고려해야 한다. 하지만 모든 경우를 다 고려할 수 없으므로 구역별로 나누어 수치해석을 하였다. Table 1은 수치해석 조건을 나타낸다. 수치해석 조건은 30층 규모의 초고층 공동주택에서 설계 조건인 동시 사용률 30%를 설정하였다. 따라서 총 30개 층 중 9개 층의 옥실팬이 가동되며 균등배치(3개층 간격), 저층 9개 층(1~9층), 고층 9개 층(22~30층)이 사용될 때를 작동 조건으로 선정하여, 이 3가지 작동 조건에서

Table 1 Operating conditions for numerical simulations

Bathroom fans	3 floors Interval	Lower floors	Upper floors
Roof fan Damper	ON OPEN	ON OPEN	ON OPEN
Roof fan Damper	ON CLOSE	ON CLOSE	ON CLOSE
Roof fan Damper	OFF OPEN	OFF OPEN	OFF OPEN
Roof fan Damper	OFF CLOSE	OFF CLOSE	OFF CLOSE

루프팬의 가동 여부와 지하 주차장과 연결된 덤퍼의 개·폐 여부가 환기에 어떤 영향을 미치는지 살펴 보았다.

3. 결과 및 고찰

3.1 외기 조건에 따른 환기 성능 평가

초고층 공동주택에서 외기 조건에 따른 옥실 환기 성능을 정량적으로 평가하는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 외기 조건으로 기본조건, 외풍조건, 여름조건, 겨울조건의 4가지 경우에 대한 수치해석을 수행하였고, 그 결과로서 옥실팬을 통해 환기되는 세

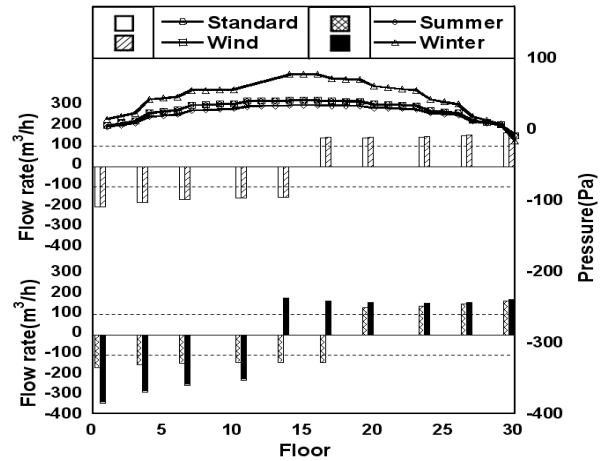


Fig. 4 Flow rate and pressure distributions when the bathroom fans are operated with the 3 floors interval.

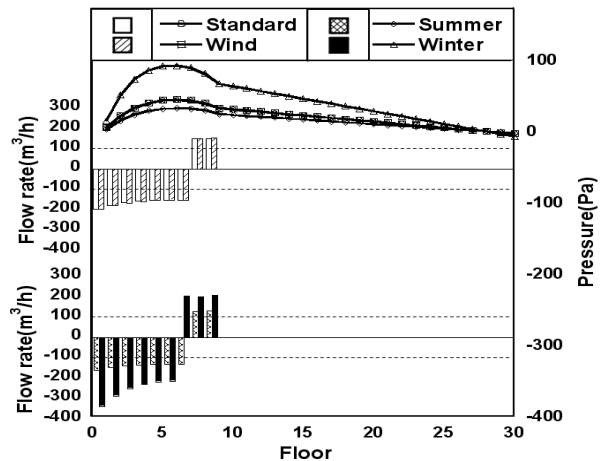


Fig. 5 Flow rate and pressure distributions when the bathroom fans of the lower floors are operated.

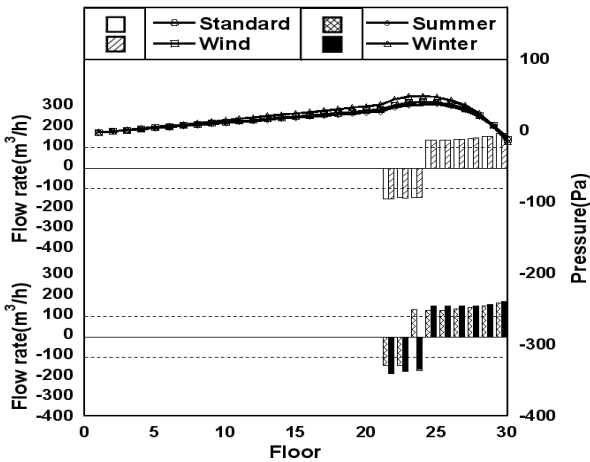


Fig. 6 Flow rate and pressure distributions when the bathroom fans of the upper floors are operated.

대유량과 입상덕트 내 각 층별 분기관에서의 정압을 도식화 하였다. 작동조건으로는 루프팬에 의한 영향을 배제하기 위해 루프팬은 정지 상태로 설정하였고, 지하주차장 댐퍼는 열려 있는 것으로 설정하였다.

Fig. 4~Fig. 6에서는 옥실팬의 가동 조건에 따른 세대유량과 입상덕트 내의 압력분포의 결과를 보여주고 있다. Fig. 4는 옥실팬을 3개층 간격으로 균등 배치한 경우이고, Fig. 5는 옥실팬을 1에서 9층까지 가동한 경우이다. Fig. 6은 옥실팬을 22에서 30층까지 가동한 경우의 결과이다. 우선, 층별 압력분포를 살펴보면 특정 층에서 압력이 최대값을 가지고 있으며, 이 보다 낮거나 높은 층에서는 압력이 점점 낮아진다. 이는 세대 환기 유동이 최대 압력값을 가진 층을 기준으로 상층부는 옥상부로 배출되고, 하층부는 지하주차장으로 배출됨을 의미한다. 지하주차장 댐퍼가 열려있을 경우 저층 세대의 환기 유동은 유동저항이 큰 옥상부 보다는 저항이 작은 지하주차장으로 빠져 나감을 알 수 있다. 따라서 입상덕트 내부 압력이 가장 높은 층이 분기층이 되며, 분기층 이하에서는 지하주차장으로 배출되는 세대 환기 유량을 Fig. 4~Fig. 6에서 음수로 표시하였다. 지하주차장으로 배출되는 세대 수는 기본 외기조건에서 옥실팬을 3개층 간격으로 균등 가동할 경우에는 총 10세대 중 5세대이다. 반면, 저층부 세대만 가동될 경우에는 7세대로 늘어나고, 고층부 세대만 가동될 경우에는 3세대로 줄어든다. 그 이유는 저층부 세대의 환기 유동이 옥상으로 배출되기에는 유동저항이 크게 작용하기 때문이다.

외기 조건에 따른 환기 유량의 변화를 살펴보면 기본조건과 외풍조건 값이 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 여름에는 역굴뚝 효과로 인해 기본조건보다 전체적으로 환기유량이 감소하며, 겨울에는 굴뚝효과로 인해 기본조건보다 환기유량이 증가하였다. 뿐만 아니라 최대 압력이 나타나는 분기층도 여름에는 기본조건보다 낮아지고 겨울에는 높아진다. Table 2에서는 세대별 환기유량을 합산한 총 환기유량의 값을 옥실팬 가동 조건과 외기 조건에 따라 비교하였다. 이 표에서 괄호 안의 숫자는 기본조건과 비교한 총 환기유량의 증감율을 나타낸다. 여름과 겨울의 외기 온도 변화에 따른 총 환기유량은 저층부 세대의 옥실팬이 가동될 경우 가장 많은 변화를 보였다. 다음으로 옥실팬이 3개층 간격으로 균등 가동되는 경우이며, 고층부 세대가 가동될 경우가 변화폭이 가장 작게 나타났다. 결론적으로 저층부 세대의 환기가 굴뚝효과나 역굴뚝효과의 영향을 가장 많이 받는다고 할 수 있다. 특히 여름철의 경우 저층 세대의 환기유량이 감소할 뿐만 아니라 지하주차장으로 배출되는 세대 수도 증가하기 때문에 입상덕트를 통한 환기시스템을 설계함에 있어 외기 조건으로는 여름조건을 설정하는 것이 중요하다. 건축물 설계시 세대별 설계 환기 유량이 100 m³/h 인 것을 감안하면 Fig. 4~Fig. 6의 수치 해석 조건에서는 외기 조건이 변하더라도 모두 설계 유량을 초과하므로 문제는 없다. 그러나 지하주차장 댐퍼를 열어 둠으로 인해서 저층부 환기가 옥상부가 아닌 지하주차장으로 배출되는 것은 바람직하지 않으며 제어시스템을 통하여 이를 적절히 제어하는 것이 필요하다.

Table 2 Total exhaust flow rate(m³/h) and its variations compared to the standard outdoor condition

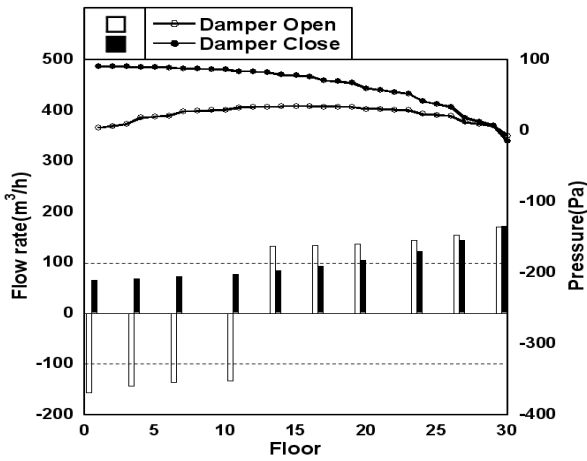
Bathroom fans	3 floors Interval	Lower floors	Upper floors
Standard	1590.8	1441.2	1332.3
Wind	1601.0 (+0.6%)	1449.9 (+0.6%)	1341.1 (+0.7%)
Summer	1442.4 (-9.3%)	1228.0 (-14.8%)	1292.3 (-3.0%)
Winter	2097.8 (+31.9%)	2149.6 (+49.2%)	1470.9 (+10.4%)

3.2 작동 조건에 따른 영향

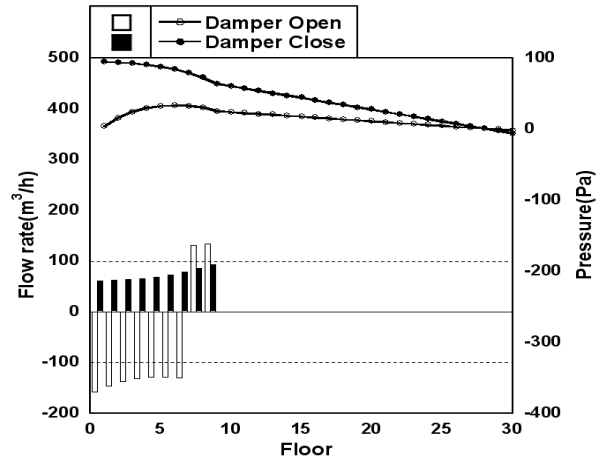
본 연구에서는 작동조건으로 세대 가동 조건, 지하 댐퍼 조건, 루프팬 조건을 변화시키면서 환기 성능을 평가하였다. 세대 가동 조건으로 3층 간격 균등배치, 저층부 9개층, 고층부 9개층의 욕실팬이 동시 작동하는 경우에 따른 특성을 해석하였으며, 지하 댐퍼나 루프팬은 ON/OFF 조건에 따른 영향을 파악하였다. 외기 조건은 환기량이 가장 적은 여름철을 기준으로 하였다.

Fig. 7은 3개층 간격으로 균등배치한 욕실팬이 작동할 경우로서 댐퍼나 루프팬의 작동여부에 따른 세대 환기유량 및 입상 덕트 압력 분포를 보여주고 있다. 앞에서와 마찬가지로 막대 그래프로 표시된 세

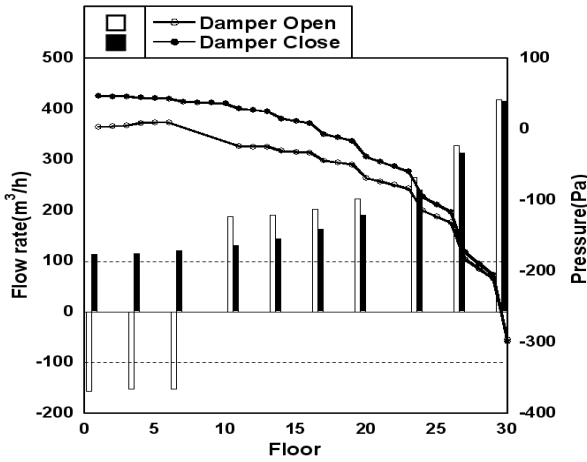
대 환기유량은 지하주차장으로 배출될 경우 음수로 나타내었다. Fig. 7(a)와 같이 루프팬을 정지한 상태에서 지하 댐퍼의 개폐에 따른 영향을 살펴보면, 댐퍼가 열린 경우에는 욕실 배기 유량은 모두 욕실 필요 환기량 $100 \text{ m}^3/\text{h}$ 를 만족하였다. 그러나 지하주차장의 댐퍼가 닫힌 경우에는 20층 이하 세대부터 필요 환기량을 만족하지 못하였다. 루프팬을 가동한 Fig. 7(b)의 유량을 살펴보면 댐퍼의 개폐여부에 상관없이 모두 욕실 필요환기량을 만족하였다. 지하주차장 댐퍼가 열린 경우에는 최대 압력이 입상덕트 내부에 형성되고 이를 기준으로 환기 유동이 분기된다. 루프팬을 가동하지 않으면 11층에서 분기되었으나 루프팬을 가동하면 7층에서 분기된다. 즉, 루프팬을 가동함으로써 지하 주차장으로 환기되는



(a) Roof fan is off

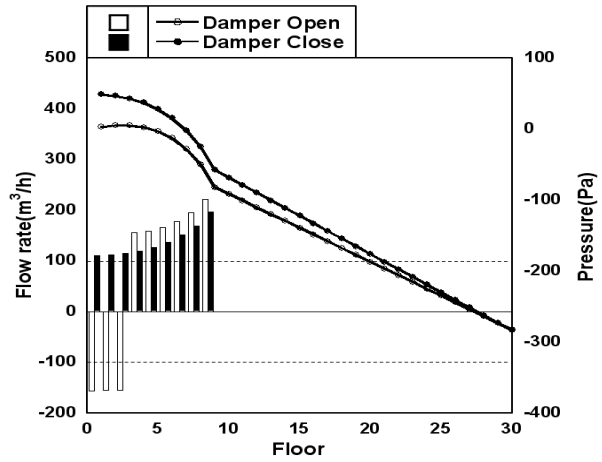


(a) Roof fan is off



(b) Roof fan is on

Fig. 7 Flow rate and pressure distributions and the effect of roof fan operation when bathroom fans are operated with the 3 floors interval.

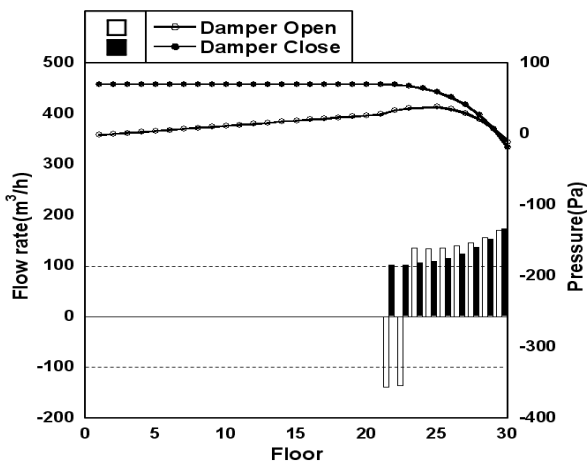


(b) Roof fan is on

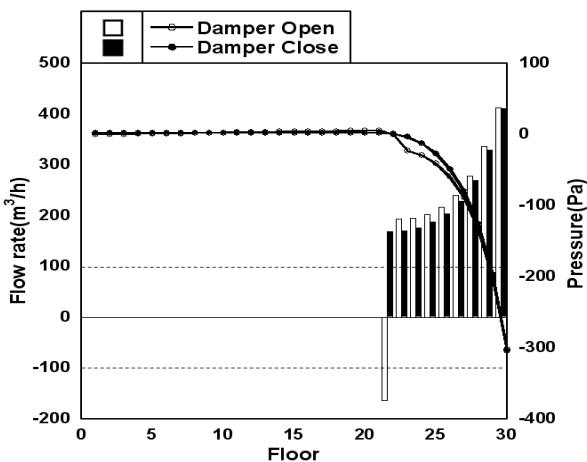
Fig. 8 Flow rate and pressure distributions and the effect of roof fan operation when the bathroom fans of the lower floors are operated.

세대유량이 많이 줄어들음을 알 수 있다.

Fig. 8은 저층부 9개 층의 욕실팬이 작동할 경우로서 댐퍼나 루프팬의 작동여부에 따른 세대 환기유량 및 입상 덕트 압력 분포를 보여주고 있다. Fig. 8(a)와 같이 루프팬을 정지한 상태에서 지하 댐퍼의 개폐에 따른 영향을 살펴보면, 댐퍼가 열린 경우에는 욕실 배기 유량은 욕실 필요 환기량 $100 \text{ m}^3/\text{h}$ 를 만족하였다. 그러나 지하주차장의 댐퍼가 닫힌 경우에는 저층부 모든 층이 필요 환기량을 만족하지 못하였다. 루프팬을 가동한 Fig. 8(b)의 유량을 살펴보면 댐퍼의 개폐여부에 상관없이 모두 욕실 필요 환기량을 만족하였다. 댐퍼가 열린 경우에 층별 압력 분포의 분기층은 루프팬을 가동함으로써 7층에서 3층으로 낮아진다.



(a) Roof fan is off



(b) Roof fan is on

Fig. 9 Flow rate and pressure distributions and the effect of roof fan operation when the bathroom fans of the upper floors are operated.

Fig. 9는 고층부 9개 층의 욕실팬이 작동할 경우로서 댐퍼나 루프팬의 작동여부에 따른 세대 환기유량 및 입상 덕트 압력 분포를 보여주고 있다. 루프팬의 가동 여부와 댐퍼의 개폐여부에 상관없이 모든 경우의 욕실 필요 환기량 $100 \text{ m}^3/\text{h}$ 를 만족하였다. 이것은 고층부로 갈수록 증가하는 음압이 세대유량에 반영되어 루프팬을 정지하고 댐퍼를 닫아두어도 고층부 세대의 필요 환기유량을 만족하게 되기 때문이다. 댐퍼가 열린 경우의 층별 압력분포를 살펴보면 루프팬을 가동함으로써 모든 세대의 환기 유량이 옥상으로 배출된다.

댐퍼가 열려 있으면 저층부의 환기 유동은 저항이 작은 지하주차장으로 상당부분 배출되는데 반해 댐퍼가 닫혀 있으면 욕실팬만의 힘으로 저층부의 유체를 30층 옥상까지 보내야 하기 때문에 매우 큰 유동저항을 받게 된다. 따라서 댐퍼가 닫힌 경우에는 층수가 낮을수록 세대 환기량이 급격히 감소한다. 이러한 저층부의 환기 유동이 옥상부로 원활히 배출하기 위해서 루프팬을 가동하는 것이 필요하다. 루프팬이 가동되면 고층부에 큰 음압이 형성되므로 지하 댐퍼가 닫히더라도 저층부 환기 유량이 확실히 증가하는 것을 볼 수 있었고 모든 층에서 욕실 필요 환기량 $100 \text{ m}^3/\text{h}$ 를 만족하였다.

지하 댐퍼를 열게 되면 루프팬이 작동하지 않아도 본 연구에서 고려한 3가지 작동조건에서 모두 필요 환기량을 만족하였다. 그러나 저층부 세대의 환기유동은 옥상으로 배출되지 않고 지하주차장으로 배출되는 문제가 있다. 이 경우 루프팬을 작동시키면 루프팬에 의한 고층부 음압으로 지하 주차장으로 배출되는 저층부 세대 수도 줄일 수 있다. 따라서 초고층 공동주택의 입상덕트 환기시스템 설계 시 여름철 저층부의 환기유량보장과 지하 주차장으로의 배출을 감소하도록 루프팬으로 강제 배기시키는 것이 바람직하다.

본 연구에서는 욕실팬의 동시 사용율 30%를 기준으로 환기가 가장 안되는 상황을 고려하여 실제 초고층 공동주택 환기시스템의 성능을 평가하였으며 구체적인 작동조건의 변화에 대응할 수 있는 루프팬, 지하댐퍼의 제어방법에 관해서는 추가적인 연구가 필요하다.

4. 결 론

본 연구에서는 30층 규모의 초고층 공동주택의 입

상덕트 환기시스템에 실제로 적용되고 있는 옥실팬, 루프팬의 성능곡선을 이용하여 외기 조건, 작동 조건에 따라 수치 해석을 수행하여 환기 성능을 평가하였다.

외기 조건으로 3 m/s의 외풍에 의한 영향, 여름철 역굴뚝효과, 겨울철 굴뚝효과를 비교 평가한 결과 외풍에 의한 환기 성능은 거의 변화가 없었으나 여름에는 총 환기량이 감소하고 겨울에는 증가하였다. 여름 및 겨울철의 환기량 증감은 저층부 세대의 가동율이 높을수록 증가 또는 감소폭이 크게 나타났다. 지하 댐퍼를 열면 입상덕트 내부에 최대 압력이 발생하는 분기층이 생기며, 이 분기층 이하 세대는 환기가 지하 주차장으로 빠져 나감을 확인하였다. 특히, 여름철의 경우 분기층이 높은 층수에서 형성되어 지하주차장으로 배출되는 세대수가 증가하였다.

작동 조건에 따른 수치해석을 통해 초고층 공동주택의 저층부는 옥상까지의 유동저항이 커서 지하 댐퍼를 닫으면 세대 필요 환기량을 만족하지 못함을 확인하였다. 이에 반해 루프팬을 가동하거나 지하댐퍼를 열면 세대 필요 환기량을 모두 만족하였다. 지하 댐퍼를 열고 루프팬을 작동하지 않으면 필요 환기량은 만족하나 지하 주차장으로 환기되는 문제가 있는 것으로 나타났다. 이 경우에는 루프팬을 작동시키면 분기층의 형성 위치가 낮아지고 지하 주차장으로 환기되는 유량은 감소하였다.

참고문헌

1. Tamura, G. T. and Wilson, A. G., 1967, Pressure differences caused by chimney effect in the three high buildings, ASHRAE Transactions. Vol. 73(II), pp. 1.1-1.10.
2. Tamblyn, R. T., 1991, Coping with air pressure problems in tall buildings, ASH-RAE Transactions. Vol. 97(I), pp. 824-827.
3. Jo, J. H., Yeo, M. S., Yang, I. H., and Kim, K. W., 2001, Field measurement and simulation of the stack effect in high-rise building, Proc. Architectural Institute of Korea, Vol. 21, No. 2, pp. 965-968.
4. Lee, J. H., Song, D. S., Lim, H. W., and Park, D. R., 2008, Study on stack effect characteristics by outdoor wind conditions in high-rise residential buildings, Proc. KIAEBS, pp. 106-109.
5. Lee, K. H., Kim, S. M., Park, Y. H., Moon, J. S., and Sohn, J. Y., 2005, A Study on the air tightness performance and stack effect characteristics in high-rise apartments, Proc. Architectural Institute of Korea, Vol. 21, No. 12, pp. 279-286.
6. Kwon, Y. I. and Ahn, J. H., 2009, Study on the control performance evaluation of the exhaust stack used in high-riser public house, Korean J. of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 21, No. 2, pp. 103-108.
7. Kim, Y. D. and Kim, K. W., 2003, Simulation of the kitchen and bathroom exhaust systems in high-rise apartment buildings, Korean J. of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 15, No. 12, pp. 996-1006.
8. Kim, J. K., 2009, Piping system fluid flow v.3, Journal of Fluid Machinery, Vol. 9, No 6, pp. 91-95.
9. Yeo, J. H., Hur, N., Won, C.-H., Kim, S. R., and Choi, C.-K., 2007, A numerical simulation of the pressure coefficient around a cubic building model, Proc. Autumn Symposium of KSC FE, pp. 162-166.