

An estimation of natural ventilation rate on an apartment house

강영·황의현¹⁾·김신도

서울시립대학교 환경공학과, ¹⁾경도대학 토목환경과

1. 서론

에너지 절약에 대한 관심이 고조되면서, 창문이 기밀화되고 실내공기질이 저하되어 불쾌감을 느끼는 사람이 늘어나고, 더욱이 SBS(Sick Building Syndrome)라는 신종 질병이 발생하기도 하였다. 자연통풍은 풍압력을 이용하여 실내의 공기를 외기로 치환하는 환기방식이므로, 실내공기질을 양호하게 유지하면서 에너지가 전혀 필요치 않다는 이점을 가지고 있다. 그러므로 자연통풍에 대한 연구가 충분히 이루어진다면 에너지의 절약 및 실내의 쾌적한 공기질 확보를 기대할 수 있을 것이다.

그러나 건물의 형태나 개구부의 형태, 수, 위치, 기류의 특성 등 자연환기에 영향을 미치는 요인은 너무나도 많고 복잡하여 이를 전체적으로 다루는 연구는 적다. 자연통풍에서 가장 중요한 인자는 개구부의 유량계수로, 개구부의 형태 뿐 아니라 위치에 따라서도 달라진다. 각 개구부 형태별 유량계수는 예전부터 실험을 통해 많이 연구되어 왔다. 그러나, 개구부의 위치에 따라 연계적으로 환기량이 어떻게 변하는지에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

건축물은 그 용도에 따라 외형과 평면 모두 다양한 형태를 가지고 있으며, 그에 따라 환기 특성도 모두 다르기 때문에 이런 다양한 경우를 모두 연구하는데는 어려움이 따른다. 따라서 본 연구에서는 비교적 형태가 통일된 공동주택을 대상으로 개구부의 위치에 따른 환기량의 변화를 알아보고자 한다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 모형과 풍동

가장 보편적이라고 판단한 28평형 공동주택을 1/25로 축소하여 5mm 아크릴로 제작한 모형을 이용하였으며, 그 구조는 그림 1과 같다. 그림에서 1, 2, ... 로 표시한 것이 유속측정점이며, ①, ②, ... 로 표시한 곳은 차압측정점이다. 각 개구부는 완전히 개방되었다고 가정하였으며 창문이나 문은 닫지 않았다.

실험에 이용한 풍동은 전장이 17.5m, 단면이 1.7m×1.3m, 측정부 길이가 6m인 토출형 환경경계층 풍동이다. (1997년도 한국대기보전학회 추계학술대회 요지집 p. 77 그림 1 참조)

2.2 유속 및 차압측정

개구부를 통과하는 유속은 Anemomaster Model No. 6243 (KANOMAX)을 이용하여 측정하였고, 차압은 Pressure Transmitter Model T10-01EX (Modus Instruments, Inc.)를 이용하여 각 개구부 전후의 압력 차로 측정하였다.

바람이 정면으로 유입될 때는 2, 3, 4, 5m/s의 4가지 외기풍속에서 실험을 하였고, 풍속 3m/s에서는 모형을 좌로 45°, 우로 45° 회전시키며 같은 실험을 실시하여 풍향에 따른 변화를 알아보았다.

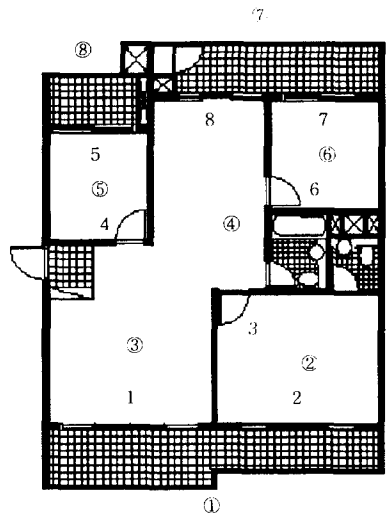


Fig. 1. Plan of dwelling unit

2.3 통풍량 및 유량계수 계산

통풍량은 측정된 유속과 각 개구부의 단면적을 곱한 값에 형태에 따른 유량계수(단순창=0.7)를 적용하여 계산하였고, 위치에 따른 유량계수는 다음과 같은 환기량, 개구부 면적, 차압의 관계를 이용하여 산출하였다.

$$Q = \alpha A \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \Delta P} \quad v = \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \Delta P}$$

Q : 통풍량 (m³/sec), α : 유량계수, A : 개구부 면적 (m²), g : 중력가속도 (9.8m/sec²), γ : 공기의 비중 (1.3kg/m³), ΔP : 차압 (kg/m², mmH₂O), v : 유속(m/sec)

3. 결과 및 고찰

그림 2는 외기풍속 증가에 따른 통풍량의 변화를 비교한 것으로, 기류가 맞통풍되는 조건인 1번과 8번 개구부의 통풍량이 가장 많았으며, 2개 이상의 개구부를 지나는 2~7번 개구부의 통풍량은 현저히 적었다. 6, 7번 개구부를 통과하는 통풍량은 특히 적었는데, 6번 개구부는 바람이 직각으로 회전하여 유입되는 위치에 있어 특히 통풍에 좋지 않은 조건이라고 판단된다. 또 유입부와 유출부의 관계에 있는 2, 3번 개구부와 4, 5번 개구부, 6, 7번 개구부의 통풍량은 거의 비슷한 수준을 나타내었다. 또한 각 개구부 별로 살펴보면, 개구면적은 같지만 외기풍속에 비례하여 통풍량이 증가하고 있다.

풍향에 따른 통풍량의 변화를 알아보기 위해 그림 3과 같이 나타내어 보았다. 바람이 우측 45° 방향에서 유입될 때는, 바람이 먼저 도달하는 2번 개구부의 통풍량이 정면으로 유입될 때보다 많게 나타났으며 1번 개구부는 적게 나타났다. 좌측 45° 방향에서 유입시는 통풍량이 대체로 증가된 양상을 보였고, 특히 정면 유입시 통풍량이 적었던 6번 개구부가 다른 개구부와 비슷한 수준까지 통풍량이 증가되었다. 우측 45°와 좌측 45° 유입시, 그림 3의 결과와 달리 유입량과 유출량이 비슷한 수준이 아니었다. 이는 방안에서 기류의 정체나 동일한 개구부에서 유입과 유출이 동시에 일어나 나타난 결과라고 사료된다.

표 1은 2m/s 조건에서 측정된 차압과 통풍량에서 구한 α 값을 나타낸 것으로 각 개구부의 유량계수는 0.11에서 0.78의 범위로 나타났다. 6, 7번을 제외한 개구부는 그림 2에서 알 수 있듯이 유속에 따라 통풍량이 선형적으로 증가하기 때문에 외기풍속이 증가하여도 동일한 유량계수를 적용하는 것이 무방할 것으로 판단되지만, 6번 개구부는 지수적인 증가를 보이고 7번 개구부는 6번 개구부의 통풍량에 직접적인 영향을 받으므로 다양한 외기조건에서 연구가 더 필요하다고 판단된다.

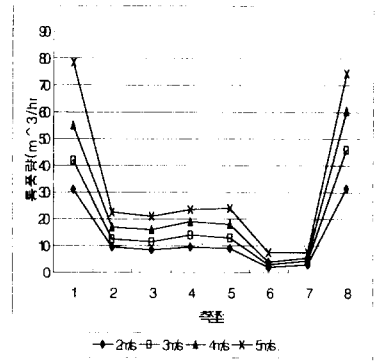


Fig. 2 Ventilation rate by wind speed

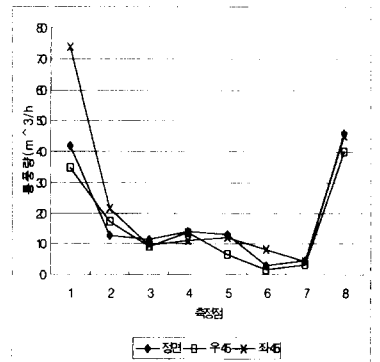


Fig. 3 Ventilation rate by wind direction

Table 1. Discharge coefficient of opening by location.

측정항목	1	2	3	4	5	6	7	8
통풍량(Q, m ³ /hr)	30.9	9.6	8.5	9.6	9.1	2.2	3.2	31.5
차압(ΔP , mmH ₂ O)	0.2	0.05	0.42	0.25	0.13	0.05	0.26	0.20
유량계수(α)	0.47	0.49	0.39	0.66	0.32	0.34	0.11	0.78