

SM21) 환기회로망을 이용한 주호의 환기특성 평가 An evaluation of ventilation characteristics of dwelling unit by ventilation network

김신도, 강영, *이주상

서울시립대학교 환경공학과, *옥천전문대 환경공학과

1. 서론

풍압력 외의 외부에너지가 필요치 않아 에너지를 절약할 수 있고, 외기를 도입하여 실내를 쾌적하게 유지할 수 있다는 장점으로 인해 자연환기에 대한 관심이 높아지고 있다. 자연환기에 영향을 미치는 인자는 건물의 특성, 외기의 특성 등으로 매우 다양하며, 독립적으로 작용하지 않고 상호연관적으로 작용한다.

영향인자 중 가장 중요하다고 할 수 있는 개구부의 유량계수는 개구부의 형태 및 위치에 따라 연계적으로 변화하는 값으로, 일반적으로 풍동실험에 의하여 추정된다. 풍동실험은 실측의 어려움을 보완할 수 있는 방법이긴 하지만, 여러 가지 다양한 조건을 모두 고려하기에는 시간적, 경제적으로 비효율적이다. 또, 유량계수가 같은 경우에도, 그 밖의 영향인자에 따라서 환기량이 변하기 때문에, 실험을 통해 여러 조건에서의 환기특성을 파악하기는 어렵다.

따라서 본 연구에서는 준비과정이 복잡하고 측정에 많은 시간이 소요되는 풍동실험의 대안으로서 환기회로망을 제안하고, 이를 통하여 유량계수를 추정하고자 하였다. 또한, 개구부의 개폐율에 따른 환기량 분배의 변화를 알아보고자 하였다.

2. 연구방법

전기회로에서의 Ohm의 법칙과 환기식은 다음과 같이 표현된다.

$$Q = \alpha A \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \Delta P}, \quad I = \frac{V}{R}$$

Q : 환기량 (m³/sec), α : 유량계수, A : 개구부 면적 (m²)

g : 중력가속도 (9.8m/sec²), γ : 공기비중 (kg/m³), ΔP : 차압 (kg/m², mmH₂O)

I : 전류 (A), V : 전압 (V), R : 저항 (Ω)

여기서, $I \equiv Q$, $V \equiv \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \Delta P}$, $R \equiv \frac{1}{\alpha A}$ 의 관계를 가진다.

그림 1(a)는 실험에 이용한 주호의 평면도이고, 그림 1(b)는 이 평면도를 환기회로망으로 구성한 것이다.

본 연구에서는, 풍동실험을 통해 얻은 차압으로 계산한 전압과 저항값을 환기회로망에 입력하여 나온 전류와 실험을 통해 구한 환기량이 유사해질 때까지 저항을 변화시키면서 같은 과정을 반복하였으며,

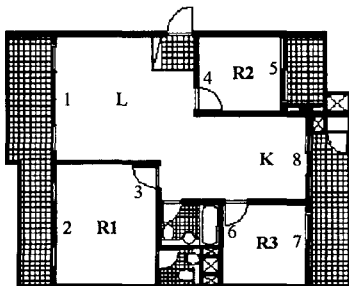


Fig. 1.(a) Plan of dwelling unit

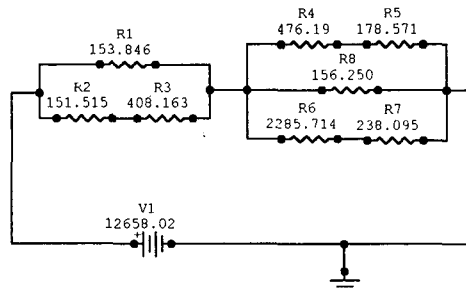


Fig. 1.(b) Ventilation network

최종 저항으로부터 유량계수를 구하였다. 환기량 및 차압은 선행연구(1999년 한국대기환경학회 춘계학술대회 요지집 pp.95-96)의 결과를 이용하였으며, 전류는 Circuitmaker라는 프로그램을 이용하여 구하였다. 개구부의 유량계수를 구한 후, 개구부의 개폐율을 변화시키면서, 즉 여러 가지 저항값을 프로그램에 입력하면서 환기량의 변동을 살펴보았다.

3. 결과 및 고찰

표 1은 환기회로망을 이용하여 유량계수를 구한 결과를 표시한 것으로, 오차는 대체로 10%이내이며, 최대 20%를 넘지 않도록 하였다. 이 수치는 풍동실험 자체의 오차를 생각하면 수용 가능하다고 사료된다. 유량계수는 유입부가 바람을 정면으로 받는 위치에 있는 실(R1, R2)의 경우 유입, 유출부 모두 1.0으로 추정되었으며, 개방된 공간인 거실(L)과 부엌(K)에 면한 개구부는 각각 0.62와 0.88로 추정되었다. 이와 같은 결과는 유출부가 존재함으로써 가질 수 있는 완충력의 부재에 의한 것으로 사료된다. 또, 개구부 6의 유량계수는 0.25로 나타났는데, 개구부가 기류방향에 직각으로 위치하여 유입량이 현저히 줄어드는 것으로 보인다.

Table 1. Discharge coefficient of opening by ventilation network

	L	R1		R2		R3		K
	1	2	3	4	5	6	7	8
A_i [m^2]	0.0104	0.0066	0.00245	0.0021	0.0056	0.0021	0.0042	0.0064
Q_i [m^3/h]	30.9	9.6	8.5	9.6	9.1	2.2	3.2	31.5
R [Ω]	311.538	303.030	408.163	476.190	357.143	1938.095	476.190	356.250
i_i [A]	33.140	9.255	9.255	8.513	8.513	2.561	2.561	31.29
Error [%]	7.2	-4.0	8.5	-11.3	-6.5	16.4	-20.0	-0.7
α	0.62	1.00	1.00	1.00	1.00	0.25	1.00	0.88

표 1에서 추정된 유량계수를 이용하여, 개구부의 개폐율을 변화시키면서 환기량의 변동을 알아보았다. Case 1은 일반적인 미세기 창호의 경우 최대 개폐율이 0.5인 점을 감안하여, 다른 결과의 비교자료로 이용하기 위해 파악한 값이다. Case 2는 창의 개폐율은 0.5로 하면서 문을 모두 닫았을 때의 결과로서, 총 환기량이 Case 1의 67%에 불과하였으며, 바람은 각 실로는 거의 유입하지 않고 거실과 부엌을 통하는 결과를 보였다. Case 3과 Case 4는 각각 풍상측, 풍하측 창호의 개폐율을 모두 0.25로 한 것으로, Case 1을 기준으로 한 총환기량비는 73, 72%로 나타났다. Case 3에서는 개구부 1의 감소율이 개구부 2보다 현격히 컸으나, Case 4에서는 동일한 결과를 보였고, 개구부 6은 개구부 8의 개폐율이 작아지면 그 자체의 개폐율에 상관없이 환기량이 커지는 양상을 보였다.

Case 5 ~ Case 18은 문은 완전 개방한 채, 1개 이상의 창호의 개폐율을 0.25로 변화시킨 결과로서, 총 환기량비가 가장 적게 나타난 경우는 거실과 부엌의 창을 변화시킨 Case 12이며, 개구부 1과 개구부 8 중 하나의 개폐율을 바꾸었을 때는 다른 창의 개폐율 변화 유무에 상관없이 77 ~ 80%로 대체로 유사한 비를 보였다. 개구부 8의 개폐율을 감소시키면, 절대적인 환기량은 감소하지만 R2와 R3의 환기량 분배율, 특히 가장 환기가 취약한 R3로의 환기량 분배율이 증가하므로, 외기 풍속이 충분히 강할 때는 가장 바람직하리라고 사료된다.

실 창호의 개폐율만을 바꾼 Case 6, 7, 8, 13, 14, 16의 경우에는, 총환기량비가 모두 90% 이상으로 나타나 영향력이 미미함을 알 수 있다. 개구부 1의 개폐율이 감소한 Case 5, 10, 11, 12에서 모두 개구부 2의 환기량의 절대적인 증가가 나타남을 알 수 있다. 그 반대인 Case 6, 13, 14의 경우에 개구부 1의 환기량 증가가 일어나기는 하지만 매우 미미하다. 개구부 1과 각 실의 창의 개폐율을 감소시킨 Case 10, 11, 12에서는 거실로의 환기량 분배율 및 그 실로의 환기량 분배율은 크게 감소하였으나 나머지 방에는 거의 영향이 없었다. 후면에 위치한 R2, R3의 창호 모두의 개폐율을 감소시킨 Case 16에서는 전면에 위치한 R1 환기량의 현저한 저하를 볼 수 있었으나, 거실 및 부엌에는 거의 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.