

대규모 건물의 기밀성능 측정기준 수립에 관한 연구

Study on the Establishment of Large Building Airtightness Measurement Standards

이동석* · 지경환* · 조재훈**†

Lee Dong-Seok*, Ji Kyung-Hwan* and Jo Jae-Hun**†

(Submit date : 2014. 1. 5., Judgment date : 2014. 1. 6., Publication decide date : 2014. 2. 25.)

Abstract : Airtightness standards using fan pressurization method are normally used for measuring small buildings, detached houses, and apartment units. And, it is easy to conduct airtightness measurement through this fan pressurization method. However, it can be difficult to achieve accurate measurement results for the large buildings as the height and volume of the buildings have been increased. In this paper, we studied the principle of airtightness method by fan pressurization. And, we reviewed the measurement process described in ISO 9972, EN 13829, ASTM E779, ATTMA TS 1, CAN/CGSB 149.15, and JIS A 2201. Then, we categorized the methods' items according by air flow rate(Q) and pressure difference(ΔP). As a result, we made a comparison analysis on the measurement methods appeared in each standards. And, we achieved 5 test conditions about air flow rate and pressure difference to state requirements for large buildings airtightness measurement.

Key Words : 기밀성능(Airtightness), 연돌효과(Stack effect), 누기(Air leakage), 측정 방법(Measurement method), 표준(Standard), 가/감압법(Pressurization/depressurization method)

1. 서 론

최근 에너지에 대한 관심과 중요성이 점점 증가하고 있다. 2010년 기준 국내에서 소비되는 최종에너지는 총 157.44 106toe에 달하고, 이중 건물부분에서 소비되는 총 에너지는 40.36

106toe으로 국내 최종에너지소비의 26%에 해당한다[1]. 이렇게 국내에서 소비되는 에너지의 대부분이 모두 수입에 의존하는 것을 볼 때, 건물에서의 에너지는 매우 중요한 과제가 된다. 특히, 건물에서 손실되는 에너지 중 침기로 인한 손실 비중은 1981년 이전 30%에서

**† 조재훈(교신저자) : 인하대학교 건축학부
E-mail : jhjo@inha.ac.kr, Tel : 032-860-7582
*이동석, 지경환 : 인하대학교 건축학부 대학원

**Jo Jae-Hun(corresponding author) : Division of Architecture, Inha University.
E-mail : jhjo@inha.ac.kr, Tel : 032-860-7582
*Lee Dong-Seok, Ji Kyung-Hwan : Graduate school, Division of Architecture, Inha University.

점차 그 비중이 증가하고 있는 실정이며, 앞으로 건물에서 침기로 인한 건물 에너지 손실 비중은 전체 건물 에너지손실의 반 이상을 차지하게 될 것으로 전망하고 있다[2].

건물이 고층화, 대형화됨에 따라, 건물에서는 실내외의 압력차로 인한 더 많은 침기 및 누기의 발생으로 에너지 손실을 증가시키고 있다. 이러한 대규모 건물에서 침기 및 누기로 인한 에너지 손실을 줄이기 위한 한 가지 방법으로 건물의 기밀성능이 중요시 되고 있다. 건물의 기밀성능을 측정하는 방법으로는 가스 추적법과 팬을 이용한 가/감압법[3-8]이 일반적으로 사용되고 있다. 가스추적법을 이용한 건물의 기밀성능 측정방법은 가/감압법을 이용한 측정방법 보다 더 높은 정확성을 가질 수 있지만, 가스추적법은 측정시 가/감압법보다 더 많은 비용이 소요되고 또한 경험이 많은 전문가들을 필요로 하게 되므로, 현장에서는 주로 가/감압법을 이용한 기밀성능 측정방법이 사용되어지고 있다[9]. 그러나 이러한 표준들은 대부분 저층의 주거건물 또는 소규모 건물을 대상으로 다루어져 왔다. 이에 대규모 건물에서의 기밀성능 평가를 위해서는 기존의 기밀성능 측정방법에 관한 표준들이 유효한지에 대한 검토가 요구된다.

대규모 건물에서의 기밀성능 측정방법 및 기준 마련을 위한 검토사항을 파악하기 위해, 본 연구에서는 기밀성능 측정방법 중 팬을 이용한 가/감압법 원리에 대한 이해를 바탕으로 대규모 건물과 소규모 건물에서의 기밀성능 측정방법에 대하여 고찰하였다. 위의 내용들을 바탕으로 국내외 대표적인 표준, ISO 9972[3], DIN EN13829[4], ASTM E779[5], JIS A 2201[6], ATTMA TS1[7], CAN/CGBS-149.15[8]의 측정방법에 대한 표준들을 비교분석하여 대규모 건물에서의 기밀성능 측정 요

구조건을 분석하였다.

2. 대규모 건물의 기밀성능 측정방법 고찰

2.1 대규모 건물의 기밀성능 측정시 고려사항

(1) 기밀성능 측정방법의 원리

건물의 기밀성능은 외피에서 새어 들어오거나 나가는 공기의 양(즉, 누기량)을 측정함으로써 평가할 수 있다. 팬을 이용하여 건물에 가압 또는 감압을 하면, 공간의 내부에는 이로 인한 압력차가 발생하게 되는데, 이때 건물로 불어넣는 압력차(ΔP)와 풍량(Q)을 사이에는 다음의 멱급수함수의 관계가 있다.

$$Q = k(\Delta P)^n \quad (1)$$

여기서, k 는 유체계수, $m^3/s Pa^n$, n 은 무차원 유체지수($0 \leq n \leq 1$, 대부분의 경우 $0.5 \leq n \leq 1$)이다. 유체계수 k 값과 유체지수 n 값은 지수함수의 관계식을 log값으로 환산하고, 추정회귀직선의 방정식을 계산함으로써 구할 수 있는데(Fig. 1 참조), 이는 건물의 기밀성능과 관련이 있다.

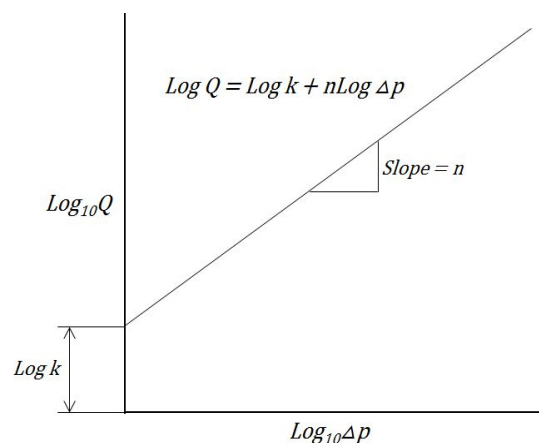


Fig. 1 Example of log-log graph

식 1을 고려하였을 때, k 값과 n 값은 건물의 기밀성능에 의해 결정되므로, 결국 현장 실험시 측정자가 주요하게 다루어야 할 것은 풍량(Q)과 압력차(ΔP)가 된다. 따라서 정확한 기밀성능 평가를 위해서는 충분한 풍량과 압력차를 유도하기 위한 측정방법이 마련되어야 한다.

일반적으로, 기존에 마련되어 있는 국내외 기밀성능 측정방법들은 표준에서 적용가능한 건물의 크기를 따로 구분하여 정의하지 않았기 때문에 대규모 건물에도 적용할 수 있어야 한다. 그러나 Fig. 2에서와 같이 건물의 크기가 커지게 되면 건물의 크기와 높이, 외피면적 등이 달라지므로 건물의 정확한 기밀성능 평가를 위한 충분한 압력차(ΔP)와 풍량(Q)을 유도하기 어렵다. 본 논문에서 다루는 대규모 건물이란 기존의 측정방법 표준에서 설명한 방법으로 충분한 풍량과 정확한 압력차를 유도하기 어려운 모든 종류의 대규모 건물들을 말한다.

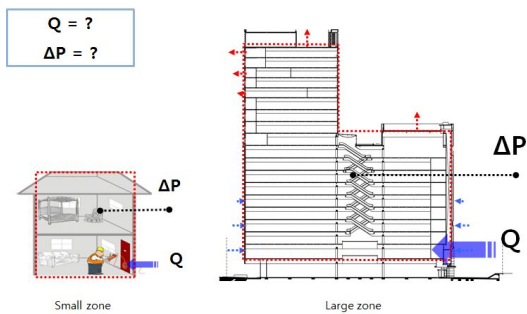


Fig. 2 Small building vs. Large building

(2) 압력차(ΔP)와 관련된 문제

압력차(ΔP)의 경우, 표준들에서는 측정 건물의 모든 공간을 하나의 단일 존(Zone)으로 간주하고, 유도되는 압력차는 모든 공간에서 동일하다는 가정 하에 압력을 측정하게 되는

데[3-8], 건물의 높이가 증가하게 되면 측정 건물의 모든 층에 동일한 압력분포를 가질 것이라고 보기 어렵다. 이러한 이유에서는 높이에 따른 공기의 밀도, 연돌효과, 그리고 외부 바람 등이 실내 압력분포 차이를 만드는 주요한 원인이 될 수 있다. 공기 밀도의 경우, 고도가 높아질수록 밀도가 낮아지기 때문에 소규모 건물에서는 상하층부 사이의 고도가 비교적 비슷하여 실내 밀도차이가 크지 않지만, 대규모 건물에서는 높은 최상층부와 최하층부의 고도차이로 공기밀도가 달라지기 때문에 높은 층으로 갈수록 실내의 압력이 낮아지게 된다. 연돌효과와 연돌의 경우, 건물의 실내외 온도차와 높이에 따라 크게 영향을 받게 되는데, 동일한 실내외 온도차 조건에서 소규모 건물에서는 비교적 건물의 높이가 낮아 연돌효과로 인한 영향이 적지만, 대규모 건물에서는 높이에 따른 압력분포 차이가 극심해진다. 외부 바람의 경우, 바람의 세기가 고도에 따라 달라지므로 높이가 낮은 소규모 건물에서는 외부 바람으로부터 비교적 균등한 영향을 받지만, 대규모 건물에서는 상층부로 올라갈수록 외부 바람의 세기가 달라져 이에 의한 압력차가 발생하게 된다.

(3) 풍량(Q)과 관련된 문제

풍량(Q)의 경우, 소규모 건물이나 아파트의 단위세대 등은 건물의 크기가 작기 때문에 기존에 사용되어지는 공기이송장비로 충분한 풍량 공급이 가능하였다. 그러나 건물의 크기가 증가하면 특정 압력차를 유지하기 위한 필요 풍량이 더 커지게 되므로, 기존의 풍량 공급 방법으로는 측정이 어려울 수 있다. 예를 들어, A건물(500m^3)과 B건물($30,000\text{m}^3$)이 동일한 기밀성능($\text{ACH}@50 = 5(1/\text{h})$)을 가진다면 A건물은 $2,500(\text{m}^3/\text{h})$ 의 풍량이, B건물은 $150,000(\text{m}^3/\text{h})$

의 풍량이 필요하게 된다. 이 경우, 일반적인 블로어 도어의 팬(최대풍량: 약 10,000 m³/h@50Pa)을 이용하여 기밀성능을 측정한다고 하였을 때, A건물은 한 대의 장비로 충분한 풍량이 공급되어 질 수 있지만, B건물에서는 여러 대의 장비가 필요로 하게 된다. 일반적인 출입문의 경우 블로어 도어를 설치할 수 있는 면적에는 한계가 있으므로, B건물은 풍량 공급방법에 대한 재검토가 필요하게 된다.

2.2 대규모 건물에서의 측정방법 사례

기존의 기밀성능 측정방법은 일반적으로 Blower Door와 AHU(Air Handling Unit)를 이용하는 방법과 이를 함께 사용하는 방식이 있다. Sharples et al.[10]의 연구에서는 Blower Door를 이용하여 3층 규모의 건물에 대한 기밀성능을 측정하였고, Shin, H.K. et al.[11,12]의 연구에서는 블로어 도어를 이용한 아파트의 단위세대 기밀성능을 측정하였다. Jeong, J.W. et al.[13]의 연구에서는 AHU를 이용하여 3층 규모의 사무소 건물과 2층 규모의 학교 외피의 기밀성능을 측정하였다. Kim, M.H. et al.[9]의 연구에서는 Blower Door와 AHU를 함께 사용하는 측정방법과, 표준에서 제시하는 AHU를 이용한 측정방법을 실험을 통하여 비교한 연구를 하였다. 이러한 측정방법들 중 가장 많이 사용되는 블로어 도어를 이용한 기밀성능 측정방법은 대부분 작은 건물이나 주택, 그리고 아파트의 단위세대의 기밀성능 측정에 주로 국한되어 있었으며, AHU를 이용한 기밀성능 측정 연구사례에서는 AHU가 높은 건물에서 적합한 방법이 될 수 있으나 이는 환기를 목적으로 계획된 시스템이므로 대규모 건물의 기밀성능 측정방법에서 제시하는 특정 압력차를 유도하기 어려울 수 있다고 설명하고 있다.

기존 연구에서는 대규모 건물 전체의 기밀

성능 측정을 가능성에 대하여 다루고 있으나 관련 상세사항(Q , ΔP)의 규정에 대한 논의는 부족하다고 판단된다. 대규모 건물의 기밀성능 측정방법을 규정하기 위해서는 우선적으로 Q 와 ΔP 에 관한 사항이 규정될 필요가 있다.

3. 기밀성능 측정을 위한 요구사항

본 장에서는 대표적인 표준(ISO 9972, EN 13829, ASTM E779, JIS A 2201, ATTMA TS1, CAN/CGSB-149.15)들에서 압력차(ΔP)와 풍량(Q)에 관련한 사항들을 비교분석하여 Table. 1에 나타내었다. 분석결과 대부분의 표준들에서는 ΔP 값과 Q 값에 관한 사항들이 일반적인 규모의 건물을 대상으로 기술되고 있었으며, 대규모 건물에서의 기밀성능 측정방법에서 추가적인 고려가 요구되는 사항들은 다음과 같다.

3.1 압력차(ΔP) 관련 사항

(1) 영(0)기류 압력차(zero-flow pressure difference)¹⁾ 측정

팬을 통해 건물에 유도한 정확한 압력차 계산을 위해서는 영(0)기류 압력차, ΔP_0 를 이용한 압력차 보정과정¹⁾이 중요하다. 이를 위해선 먼저 정확한 영(0)기류 압력차가 측정될 수 있어야 하는데, 조사된 대부분의 표준에서는 영(0)기류 압력차의 측정방법에 관하여 측정 시기, 측정 시간, 측정 가능 압력차 기준에 관한 내용을 다루었다. 측정 시기에 관해서는 모든 표준에서 압력차(ΔP)측정 전과 후에 각

1) zero-flow pressure difference, ΔP_0 : 팬의 풍량이 없는 상태(정지한 상태)의 실내의 압력차를 의미하며, KS L ISO9972(2006)에서 이를 영(0)기류 압력차라 기술하고 있어 이를 사용함.

Table. 1 Standards comparison for airtightness measurement

Standard		ISO 9972 (2006)	EN 13829 (2000)	ASTM E779 (2010)	JIS A 2201 (2003)	ATTMA TS1 (2013)	CAN/CGSB-149.15 (1996)	
		International	Europe	U.S.A.	Japan	UK, EU	Canada	
ΔP	Zero-flow pressure difference (ΔP_0)	<ul style="list-style-type: none"> $\Delta P_{0,1}$: before test $\Delta P_{0,2}$: after test ΔP_0 : average Record over 30 second $\Delta P_0 \leq \pm 5$ Pa 	<ul style="list-style-type: none"> $\Delta P_{0,1}$: before test $\Delta P_{0,2}$: after test ΔP_0 : average Record over 30 second $\Delta P_0 \leq \pm 5$ Pa 	<ul style="list-style-type: none"> $\Delta P_{0,1}$: before test $\Delta P_{0,2}$: after test ΔP_0 : average 	<ul style="list-style-type: none"> $\Delta P_{0,1}$: before test $\Delta P_{0,2}$: after test $\Delta P_{0,1}$ and $\Delta P_{0,2}$ should be same $\Delta P_0 \leq \pm 3$ Pa 	<ul style="list-style-type: none"> $\Delta P_{0,1}$: before test $\Delta P_{0,2}$: after test ΔP_0 : average Record over 30 second $\Delta P_{0,1}, \Delta P_{0,2}, \Delta P_0 \leq \pm 5$ Pa 	<ul style="list-style-type: none"> $\Delta P_{0,1}$: before test $\Delta P_{0,2}$: after test ΔP_0 : average 	
	Range	Minimum	<ul style="list-style-type: none"> 10 Pa, OR Five times ΔP_0 	<ul style="list-style-type: none"> 10 Pa, OR Five times ΔP_0 	<ul style="list-style-type: none"> 10 Pa 	<ul style="list-style-type: none"> In calm conditions : ≥ 10 Pa, In windy conditions : ≥ 30 Pa 	<ul style="list-style-type: none"> 10 Pa, OR Five times ΔP_0 	-
		Maximum	<ul style="list-style-type: none"> Small buildings : 50 Pa ~ 100 Pa Large buildings : 25 Pa ~ 50 Pa 	<ul style="list-style-type: none"> Small buildings : 50 Pa ~ 100 Pa Large buildings (> 4000 m²) : 25 Pa ~ 50 Pa 	<ul style="list-style-type: none"> 60 Pa 	<ul style="list-style-type: none"> In calm conditions : ≥ 50 Pa, In windy conditions : ≥ 70 Pa 	<ul style="list-style-type: none"> Normal buildings : ≥ 50 Pa Large buildings : ≥ 35 Pa 	<ul style="list-style-type: none"> No greater than 75 Pa
	Value	Increment	<ul style="list-style-type: none"> No greater than 10 Pa 	<ul style="list-style-type: none"> No greater than 10 Pa 	<ul style="list-style-type: none"> 5 Pa ~ 10 Pa 	-	<ul style="list-style-type: none"> No greater than 10 Pa *Wind speed > 3 m/s : ≥ 10 Pa (15 Pa is recommended) 	-
Number of Point		<ul style="list-style-type: none"> At least 5 (equally spaced data points) 	<ul style="list-style-type: none"> At least 5 (equally spaced data points) 	<ul style="list-style-type: none"> At least 5 (equally spaced data points) 	<ul style="list-style-type: none"> At least 5 (equally spaced data points) Each measurement is repeated 3 times (total 15 points) 	<ul style="list-style-type: none"> At least 7 	<ul style="list-style-type: none"> At least 3 	
Q	Building	Size	-	<ul style="list-style-type: none"> Small buildings : ≤ 4000 m² Large buildings : > 4000 m² 	-	<ul style="list-style-type: none"> High rise buildings : over 20 storeys Large buildings : > 60,000 m² for air permeability of 10 > 120,000 m² for air permeability of 5 	-	
		Internal volume (m ³)	<ul style="list-style-type: none"> Net floor area \times Mean net ceiling height 	<ul style="list-style-type: none"> Net floor area \times Mean net ceiling height 	<ul style="list-style-type: none"> Net floor area \times Mean net ceiling height 	-	<ul style="list-style-type: none"> Interior volume enclosed by the building envelope with ± 1 % accuracy (Optional) 	
		Envelope area (m ²)	<ul style="list-style-type: none"> Total envelope area : The total area of all floors, walls and ceilings, bordering the internal volume 	<ul style="list-style-type: none"> Total envelope area : The total area of all floors, walls and ceilings, bordering the internal volume 	-	<ul style="list-style-type: none"> Building envelope : a part separating the inside and the outside of a building airtightly 	<ul style="list-style-type: none"> A_E permeability : Air permeability envelope area *Air barrier line: follow the insulation to the external envelope 	<ul style="list-style-type: none"> Area of exterior walls above grade, the uppermost ceiling, the lowest test floors (interior dimensions) (Optional)
	Air-moving Equipment	<ul style="list-style-type: none"> Any device capable of pressurization and depressurization ex) Fan and duct, Blower door, HVAC 	<ul style="list-style-type: none"> Any device capable of pressurization and depressurization ex) Fan and duct, Blower door, HVAC 	<ul style="list-style-type: none"> Any device capable of pressurization and depressurization ex) Blower door assembly, Blower, HVAC (not recommended) 	<ul style="list-style-type: none"> Any device capable of pressurization and depressurization ex) Fan and duct, Blower 	<ul style="list-style-type: none"> Single fan single door : dwellings and small buildings Multi-fans single door : small - medium buildings Multi-fans double door : larger buildings Trailer or lorry mounted fans : medium - (very) large buildings 	<ul style="list-style-type: none"> AHU 	

각 영(0)기류 압력차를 측정하도록 하였고, 측정 시간에 관해서는 3개의 표준에서 30초 이상 측정하여 얻은 평균값을 사용하도록 하였다. 측정 가능 압력차 기준에 관해서는 3개의 표준에서 영(0)기류 압력차가 5 Pa를 넘지 않는 범위 내에서 기밀성능 측정을 진행하도록 제한하였다. 또한 JIS A 2201에서는 측정 전후의 영(0)기류 압력차 값이 동일하고 3 Pa를 넘지 않는 경우, 측정을 진행하도록 제시하였고, 이외 2개의 표준에서는 측정 시간과 측정 가능 압력차 기준을 따로 제시하지 않았다.

대규모 건물의 기밀성능 측정방법에서는, 높은 건물에서 발생할 수 있는 연돌효과 및 외부 바람의 영향 등으로 인한 측정 결과의 오차를 줄이기 위해서는 압력차(ΔP) 보정을 위한 정확한 영(0)기류 압력차를 측정할 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 표준에서 제시하는 영(0)기류 압력차의 측정 시기(압력차 측정 전후), 측정 시간(최소 30초), 측정 가능 압력차 기준(5 Pa이하)에 관한 3가지 항목이 모두 고려되어야 할 것으로 판단된다.

(2) 측정 압력차 범위

측정 압력차 범위는 최저압력차(Minimum pressure difference)와 최대압력차(Maximum pressure difference)가 있는데, 대부분의 표준에서 최저압력차는 10Pa 이상 또는 영(0)기류 압력차의 5배 이상, 최대압력차는 50Pa 이상의 범위를 가지고 측정할 것을 권장하였다. ISO 9972를 포함한 3개의 표준에서는 건물의 규모에 따라 완화조건을 제시하고 있었는데, 대규모 건물의 경우에는 50 Pa의 최대압력차 유도가 어려운 점을 감안하여 기준을 최소 25 ~ 35 Pa로 완화하였다. 그러나 충분한 측정압력차 범위 및 횟수를 확보해 주기 위해서는 최대압력을 낮추기보다 충분한 풍량 공급을 통하

여 최대압력차 기준인 50Pa을 유도해야 할 것으로 판단된다.

(3) 측정 압력 모듈

측정 압력 모듈에는 증가압력(Increment pressure)과 측정횟수(Number of point)가 있다. 증가압력에 관해서는 대부분의 표준에서 10Pa 이내의 동등한 압력차 간격으로 측정할 것을 제시하였으며, ATTMA TS1에서 바람의 세기를 고려하여 풍속이 3 m/s를 넘는 경우 15 Pa의 증가압력으로 측정할 것을 권장하였다. 측정횟수에 관해서는 대부분의 표준에서 동등한 증가압력으로 최소 5회 이상 측정할 것을 제시하였다. JIS A 2201에서는 압력차의 정확성을 위해서 각 압력차 포인트(Point)마다 3회 이상 측정하여 하나의 값을 결정하도록 제안하였다.

건물의 기밀성능은 결국 압력차(ΔP)와 풍량(Q)에 관한 지수함수의 관계를 통해 이를 log값으로 환산한 후 나타낸 그래프(Fig. 1 참조)를 해석함으로써 예측할 수 있다. 이러한 과정에서, 그래프의 정확성을 높이기 위해서는 다수의 압력차 측정 횟수가 중요하다. 대규모 건물의 기밀성능 측정방법에서 측정결과에 대한 정확성을 위해서는 표준에서 제시된 최소 3회 이상의 측정횟수를 확보해야 할 것으로 판단된다.

3.2 풍량(Q) 관련 사항

(1) 건물 크기 기준 및 계산

건물의 크기에 관한 기준은 대부분의 표준에서 제시되지 않았으며, EN 13829와 ATTMA TS1에서만 크기에 따른 측정방법을 구분하였다. 그러나 제시된 표준들에서도 크기에 관한 기준이 달랐으며, 크기에 따른 측정방법이 적용되는 사항들이 달랐다. EN 13829에서는 건

물의 체적(즉, 대규모 4000m³ 이상)을 기준으로 건물의 압력차 범위에 관한 사항을 구분하였고, ATTMA TS1에서는 건물의 층수(즉, 20층 이상)와 외피면적(즉, 60,000m²과 120,000m²)을 기준으로 건물을 구분하여 대규모 건물에서의 측정방법을 제시하였다. 그러나 ATTMA TS1의 방법은 건물의 외피를 층별로 나누어 부분적으로 측정한 개개의 결과 값들을 이용하여 건물에 대한 외피 기밀성능을 예측하는 방법으로 대규모 건물 전체의 기밀성능 측정 방법이라 보기 어렵다. 이러한 내용들을 바탕으로 하였을 때, 기존의 표준들에서는 건물의 크기에 대한 사항이 미흡한 것으로 판단된다. 표준에서는 건물의 크기(즉, 대규모, 소규모) 등을 구분할 수 있는 기준(예를 들어, 외피면적, 체적, 높이, 층수 등)들을 명확히 하여, 이에 따른 측정방법의 구분이 필요할 것으로 판단된다.

건물의 크기와 관련하여, 대부분의 표준들에서는 체적과 외피면적에 대한 정의를 모두 비슷하게 설명하였지만, 실제 건물의 가압된 공간의 체적과 외피면적을 계산하기 위한 구체적인 외피 경계면 기준 설정 부분에서 차이를 보였다. ISO 9972를 포함한 2개의 표준에서는 건물 외피의 안쪽 면을 경계로 하여 건물의 체적과 외피면적을 계산하도록 하는 반면, ATTMA TS1는 건물외피의 두께를 고려하지 않았다. 정확한 건물의 크기를 계산하기 위해서는 실제 가/감압이 되는 실내 공간의 크기가 계산되어야하기 때문에, 건물 외피의 안쪽 면을 경계면으로 설정하여 계산하는 방법이 건물의 크기 계산에 적합하다고 판단된다.

(2) 공기이송장비 및 풍량 공급

공기이송장비에 관해서는 AHU만을 이용한 측정방법 표준인 CAN/CGSB-149.15를

제외한 대부분의 표준들에서, 사용 장비에 관한 기준을 따로 제시하지 않았고, 공기이송장비가 표준에 나와 있는 목적 및 범위(즉, 가/감압, 최대/최소 풍량, 정확도, 등)들을 만족시킬 수 있다면 어떠한 장비로도 측정이 가능하다고 설명하였다. 그러나 대규모 건물의 기밀성능 측정방법의 경우, 건물에 충분한 풍량을 공급해 줄 수 있는 장비가 한정되어 있고, 사용하는 장비에 따라 측정방법이 달라질 수 있다. 따라서 대규모 건물의 측정방법에서는 장비의 특성과 용량을 고려하여 충분한 풍량 공급이 가능하도록, 공기이송장비 및 풍량 공급방법에 관한 사항이 고려되어야 할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 팬을 이용한 가/감압법의 기밀성능 측정방법 원리를 바탕으로 대규모 건물에서의 기밀성능 측정방법에서 압력차(ΔP)와 풍량(Q)에 관해 검토가 필요한 사항들에 대하여 논의하였다. 기존연구 고찰 및 주요 측정방법 표준들에 대한 비교분석을 통하여, 기밀성능 측정 원리에서 다루어지는 압력차와 풍량에 관한 사항들을 논의하였다. 조사된 주요 측정방법 표준들은 풍량과 압력차에 관한 사항들이 대규모 건물의 기밀성능 측정을 위해 적용하기엔 부족하다고 판단된다. 대규모 건물의 기밀성능 측정방법에서 규정되어야 하는 5가지 사항들(영(0)기류 압력차 측정, 측정 압력차 범위, 측정 압력 모듈, 건물 크기 기준 및 계산, 공기이송장비 및 풍량 공급방법)을 분석하였으며, 이중 건물에서의 균등한 압력차 유도를 위한 풍량의 공급방법 및 압력차 측정방법에 대한 사항이 중요하게 다루어져야 함을 도출하였다.

후 기

본 연구는 국토교통과학기술진흥원의 연구비지원으로 수행되었으며(과제번호 : 13CHUD-C059699-03), 또한 2012년도 인하대학교의 지원에 의한 결과의 일부임(과제번호: INHA-44754).

참 고 문 헌

1. Korea Energy Economics Institute, Yearbook of Energy Statistics, No 33901, 2012, pp.222~223
2. Energy Audits of High-Rise Residential Buildings, CMHC, 1996
3. ISO 9972, Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method, 2006
4. DIN EN13829, Thermal performance of buildings Determination of air permeability of buildings Fan pressurization method, 2001
5. ASTM E779, Standard Test Method for Determining Air Leakage Rate by Fan Pressurization, 2010
6. JIS A 2201, Test Method for Performance of building airtightness by Fan Pressurization, 2003
7. ATTMA TS1, Measuring Air Permeability of Building Envelopes, 2013
8. CAN/CGBS-149.15, Determination of The Overall Envelope Airtightness of Buildings by the Fan Pressurization Method Using The Building's Air Handling Systems, 1996
9. Kim, M.H. et al., Feasibility of building envelope air leakage measurement using combination of air handler and blower door, Energy and Buildings Vol.62, pp.436~441, 2013
10. S. Sharples. et al., Airtightness testing and Air flow modeling of a three-unit multifamily building, Building Services Engineering Research and Technology 26, pp.167~172, 2005
11. Shin, H.K. et al., Measurement of the Dwelling Unit Airtightness and Evaluation of Energy Standards, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol.32, No.1, pp.229~230, 2012
12. Shin, H.K. et al., A Study on Airtightness of Building Components in The High-rise Building, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol.30, No.1, pp.33~34, 2010
13. Jeong, J.W. et al., Case studies of building envelope leakage measurement using an air-handler fan pressurization approach, Building Services Engineering Research and Technology 29, pp.137~155, 2008
14. Jo J.H., Measurements of the Dwelling Unit Airtightness in High-rise Residential Buildings, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol.26, No 10, 2010
15. Jo, J.H., A Case Study on the Field Measurement and Reduction of the Stack Effect in High-rise Buildings, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol.18, No 7, 2002
16. Han, S.K. et al., Estimation of air-handler fan pressurization test applicability based on the field measurement, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol.33, No.1, pp.277~278, 2013
17. Henri C. Fennell, Jonathan Haehnel, Setting Airtightness Standards, AHURAE Journal, pp.26~30, 2005
18. Shaw, C.Y. et al., Airtightness and air infiltration of school buildings, ASHRAE Transactions 85, pp.85~95, 1979
19. Tamura, T.G. et al., Studies on exterior wall air tightness and air infiltration of tall buildings, ASHRAE Transactions 82, pp.179~190, 1976