대한설비공학회 2008 하계학술발표대회 논문집 pp. 0754 ~ 0757

08-S-124

다공성 건축자재의 투습 및 통기성 분석에 대한 연구

김 종 원, 안 영 철*†

부산대학교 건축공학과, *부산대학교 건축학부

Analysis of Water-Vapor Permeance and Ventilation Property of the Porous Construction Materials

Jong-Won Kim, Young-Chull Ahn*†

Department of Architectural Engineering, Pusan National University, Busan, 609-735, Korea

**School of Architecture, Pusan National University, Busan, 609-735, Korea*

ABSTRACT: To maintain the indoor air quality, many ventilation systems and technologies have been developed in the highly insulated and air tight buildings. In this study, a porous construction material, which is applicable to passive ventilation system, is developed and measured the performances of the permeability and the resistance of water vapor, and the dust collection efficiency. The average coefficient of water vapor permeability shows 3.6 g/㎡·h·㎜Hg, which is slightly higher than Hanji (2.4~3.2 g/㎡·h·㎜Hg) and the average water vapor resistance factor shows 0.303 ㎡·h·㎜Hg/g, which is slightly smaller than Hanji(0.309~0.315 ㎡·h·㎜Hg/g). The pressure drop of the porous construction material is smaller than the HEPA filter and the minimum dust collection efficiency shows 82.8% in the range of 2~9 cm/s.

Key words: Ventilation(환기), Water vapor permeability(투습성), Water vapor resistance factor(습기투과 저항계수), Water vapor resistance(투습저항)

1. 서 론

최근 에너지 비용의 증가에 따른 건축물의 고단열 및 고기밀화는 실내환경의 쾌적성 보장의 측면에서 환기의 부족을 초래하여 부정적인 요소로 작용하게 되었다. 그래서 적극적인 대처방안으로 전열교환기를 사용한 기계적 환기방법이 많이 적용되고 있으나 이 역시 추가적인 동력을 소모해야 한다는 단점과 창문을 통해 대량의 공기를 유입시켜 단시간에 환기를 시켜오던 과거의 생활습관에 비해 상당히 제한된 양의 환기만을 할 수 있다는 단점 때문에 소비자들의 욕구를 충족시켜줄만한 완벽한 대안으로서는 부족한 상황이다[1]. 게다가 현대에 대부분의 건축자재는 시멘트를 이용한 콘크리트로 제작되어 실내환경오염을 배가시키고 있다. 이는 현대인이 하루 중 대부분을 실내의 인공적인 환경에서 생활하고 있음을 고려할 때 건강적으로 매우 위험한 현실이 아닐 수 없다.

또한 현재 많은 대기환경오염물질들 중 머리카락 굵기의 30분의 1인 초미세먼지는 폐나 혈액으로 바로 침투할 가능성이 높아 여타 대기환경오염물질보다 인체에 훨씬 해롭다.

그러므로 본 연구에서는 자연환기가 가능한 다공성 건축자재를 개발하고자 하며 특히 황사 등의 미세입자가 실내로 유입되는 것을 방지하기

† Corresponding author
Tel.: +82-51-510-2492; fax: +82-51-514-2230
E-mail address: ycahn@pusan.ac.kr

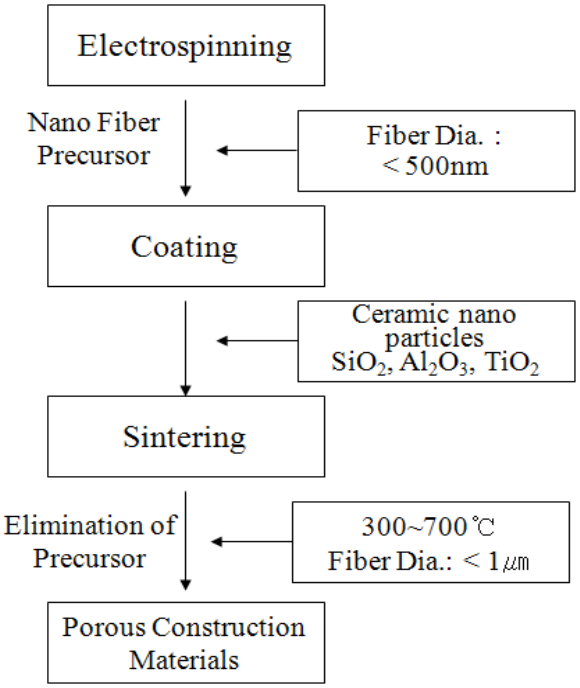


Fig. 1 Process diagram for the production of the porous construction materials.

위하여 투습, 통기성 및 고효율 분진 포집 성능을 가지는 다공성 건축자재를 개발하고자 한다.

2. 실험방법 및 실험장치

2.1 다공성 건축자재 제조공정

Fig. 1에는 본 연구에서 제작하고자 하는 직경 1 μm 이하의 고효율 분진 포집 성능을 가지는 다공성 건축자재 제조에 대한 순서를 나타내었다. 우선 전기방사법(Electrospinning)에 의해 직경 500 nm 이하인 고분자 나노섬유를 제조하며 이 표면을 세라믹 재질을 이용하여 코팅을 하게 된다. 그 후 소결공정을 통해 고분자 나노섬유를 분해시켜 제거하고 나면 최종적으로 다공성 건축자재가 얻어지게 된다[2]. 본 연구에서는 고효율 분진 포집 성능을 가지는 다공성 건축자재를 만들기 위해서 SiO_2 세라믹 재질을 사용하였다.

2.2 다공성 건축자재 투습계수 측정장치

건축물에서 결로는 종종 발생하곤 한다. 이렇듯 결로가 발생하면 건물 내외적인 손실 뿐 아니라 건강상으로도 아주 해롭게 작용한다. 이런 결로

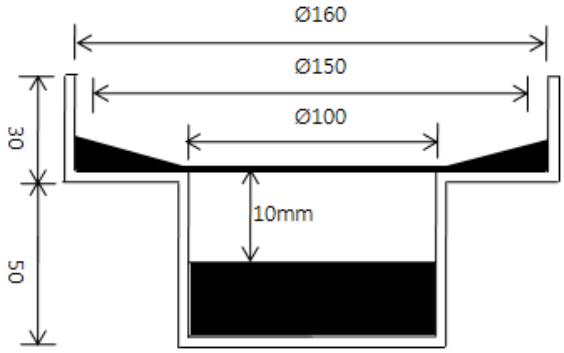


Fig. 2 Design of a cup for the measurement of the water-vapor permeance.

를 방지하기 위해서는 결로 예상부위에 대한 면밀한 검토가 필요하다[3].

이렇듯 결로 발생여부를 정확히 알기 위해 필요한 물성값으로 습기투과저항계수가 필요하다. KS에서 규정하고 있는 투습성 측정방법 중 본 연구에서는 KS F 2607의 “건축재료의 투습성 측정 방법”에 의해 투습계수를 측정하였다. 우선 질량을 측정하기 위한 측정 장소의 환경 조건은 (20±5)℃, 상대 습도 (50±10)%로 한다. 이러한 조건의 챔버 안에 Fig. 2와 같이 투습컵을 설치한 후 투습컵 바닥에 흡습재를 100 g 이상 투입하고 10 mm의 간격을 두고 시험체를 설치한다. 그리고 컵에 흡습재를 넣지 않고 같은 방법으로 또 하나의 블랭크 컵을 설치한다. 그리고 적당한 시간 간격으로 컵을 꺼내어 질량 증가를 측정하고 시험체의 투습량을 구한다. 측정 간격은 시험체 투습량의 증가가 0.1~10 g의 범위가 되는 시간으로 규칙적인 간격으로 한다. 측정 종료 시점은 초기 질량에 대해 약 10%의 흡습을 한 시점이거나 컵의 질량 증가가 240시간에서 0.2 g 이하인 경우 측정을 종료한다[4].

2.3 다공성 건축자재 통기성 및 분진포집효율 측정장치

Fig. 3은 통기성 및 분진포집효율을 평가하기 위한 장치의 개략도이다. 통기성은 실험샘플에 공기가 통과할 때 양단에 걸리는 압력손실을 측정하여 나타내었으며 분진포집효율은 표준 분진을 임의의 값으로 투입량을 변화시켜가며 측정을 하였다.

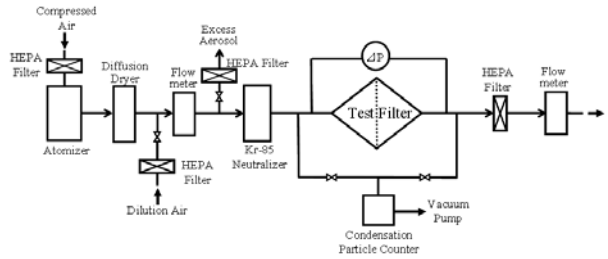


Fig. 3 Schematic diagram for the measurement of the pressure drop and the dust collection efficiency.

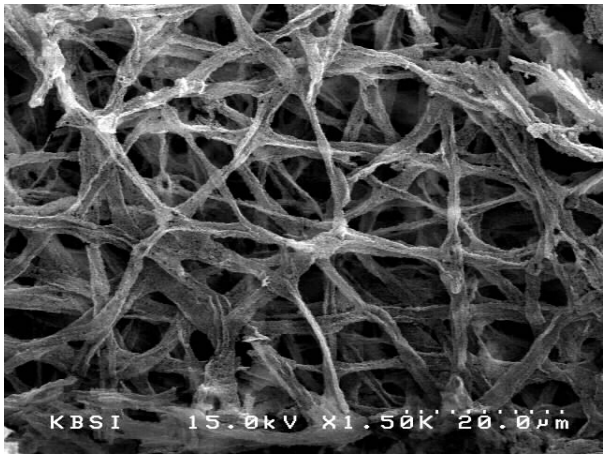


Fig. 4 SEM of the porous ceramic construction material.

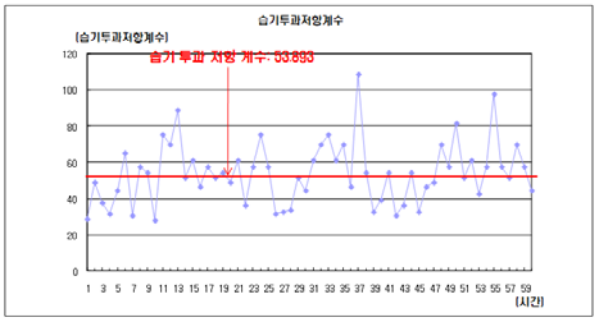
3. 실험결과 및 고찰

3.1 전기방사에 의한 다공성 건축자재 제조

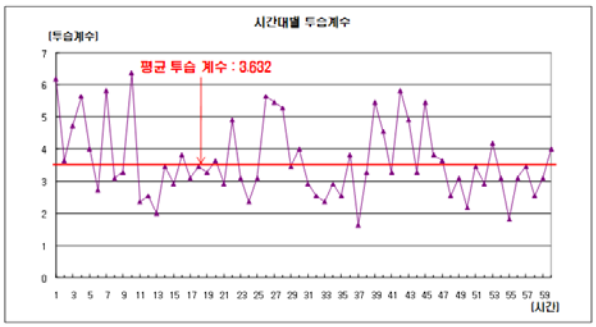
Fig. 4는 고분자 나노 섬유가 분해되어 없어지고 주위에 코팅된 SiO_2 입자들이 튜브형상으로 형성되어 있는 모습을 볼 수 있다. 이렇게 형성된 튜브상의 구조는 넓은 비표면적을 가질 수 있으며 재질자체의 경량화를 달성할 수 있고 SiO_2 입자들 대신 광촉매 특성을 가지는 TiO_2 입자를 사용할 경우 매우 큰 반응성으로 유해가스를 제거할 수 있는 잠재력을 가지게 되므로 향후 다양한 적용분야를 예측해 볼 수 있다.

3.2 다공성 건축자재 성능실험

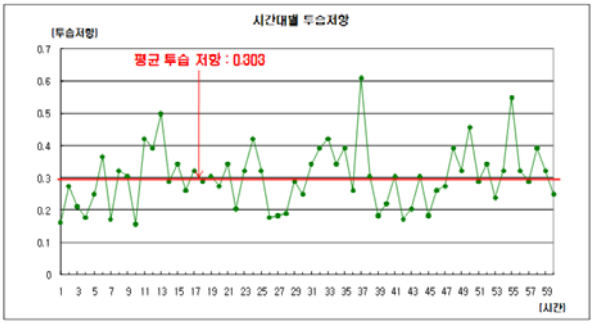
Fig. 5는 KS F 2607의 “건축재료의 투습성 측정 방법”에 의해 투습계수, 투습저항, 습기투과저항계수를 측정한 결과이다. 먼저 투습계수를 측



(a) Water vapor resistance factor.



(b) Coefficient of water vapor permeability.



(c) Water vapor resistance.

Fig. 5 Experimental results for the measurement of the water-vapor permeance.

정한 결과 평균 3.6 g/㎡·h·㎜Hg로 측정되었으며 선행연구[5]에서 제시한 한지의 투습계수 2.4~3.2 g/㎡·h·㎜Hg에 비해 다소 높은 값임을 알 수 있고 투습 저항은 0.303 ㎡·h·㎜Hg/g으로 선행연구에서 제시한 한지의 투습 저항 0.309~0.315 ㎡·h·㎜Hg/g보다 다소 낮은 값임을 알 수 있다. 그리고 건축 재료의 투습량을 같은 온도에서 같은 두께의 부동 공기층의 투습량과 비교한 습기 투과 저항 계수 값은 평균 53.89로 측정되었는데 이는 소재 자체가 다소 높은 통기성능을 가지기 때문에 이를 통한 수분의 전달도 비교적 크게 일어난다는 것을 볼 수 있다.

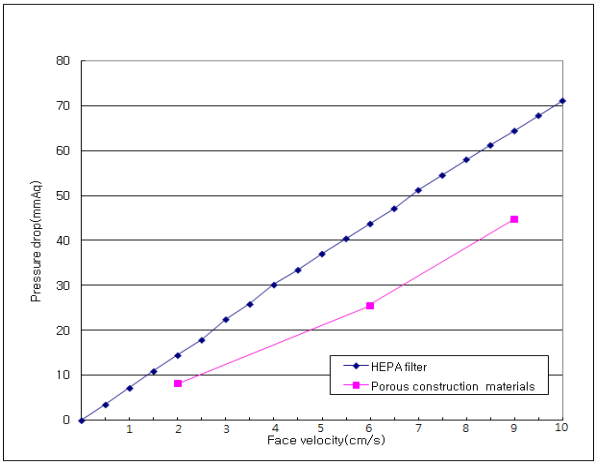


Fig. 6 Pressure drop of porous construction materials.

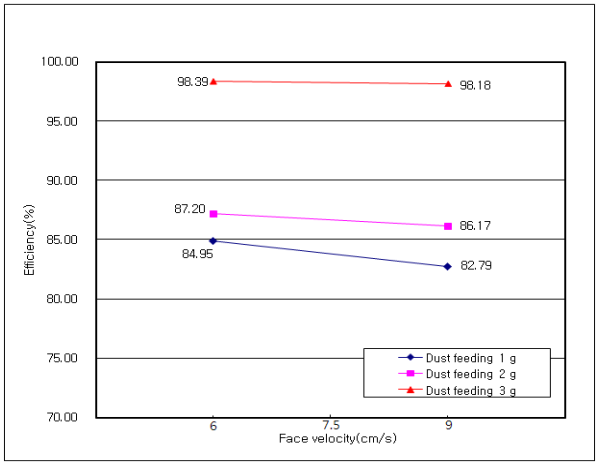


Fig. 7 Experimental results of the dust collection efficiency.

Fig. 6은 공기투과성능을 측정한 것으로 통과 유속에 따른 압력손실을 상용 HEPA 필터와 비교하여 나타내었다. 다공성 건축자재의 압력손실 값이 HEPA 필터와 비교하여 낮게 측정되었으며 이는 분진포집능력은 HEPA 필터에 비해 다소 낮을 수 있으나 공기의 투과성능은 우수함을 나타낸다.

Fig. 7은 분진포집효율을 측정한 결과로 면속도가 5.88 ㎝/s일 때 분진 1~3 g을 투입하면 각각 84.95%, 87.20%, 98.39%의 효율을 가짐을 알 수 있다. 또한 면속도가 8.82 ㎝/s일 때는 각각 82.79%, 86.17%, 98.18%로 효율이 다소 낮아졌음을 알 수 있다. 이는 면속도가 낮으면 시험 입자들의 운동에너지가 낮아져 효율이 증가하게 되는 것이다.

4. 결 론

본 연구에서는 다공성 건축자재를 개발하기 위한 연구를 수행하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

(1) SiO_2 나노 입자가 코팅된 고분자 나노섬유를 소결처리하여 다공성 건축자재를 제작하였다.

(2) 다공성 건축자재의 성능시험으로 투습성 측정, 통기성 측정, 분진포집효율측정시험을 실시하였다. 그 결과 투습계수는 평균 3.6 g/㎡·h·㎜Hg로서 한지에 비해 다소 떨어졌으며, 통기성은 1.96~8.82 cm/s의 유속일 때 차압을 측정, 비교하였으며 8.16~44.87 mmAq로 HEPA filter보다 낮은 값을 가짐을 확인하였다. 분진포집효율은 측정결과 최소 82.79%의 효율을 나타내었다.

참고문헌

1. Jang. Y.S., Park. H.S., 2004, A study on thermal performance analysis of the sustainable clayed hollow block wall, Journal of the Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, Vol. 4, No. 3, pp. 65-70.
2. Kim. J.W., Ahn. Y.C., and Kim. G.T., 2008, Development of Nano Ceramic Structures for HEPA Type Breathing Wall, Journal of the SAREK, Vol. 20, No. 4, pp. 274-279.
3. Kim. S.H., Park. J.I., Lee. M.W., and Hong. J.K., 2006, The estimation on the insulation performance of thermal insulation materials according to water vapor permeance, Proceeding of the SAREK'06 Winter Annual Conference, pp. 1012-1018.
4. KS F 2607, 2007, Measuring method of water vapor permeability for building materials, Korean Standard.
5. Lee. J.W., 2004, Study on the effect of traditional Koean paper(Hanji) as architectural material on indoor environment, Ph.D. dissertation, Pusan National University, Korea.