

중공사막을 이용한 초미세 입자 제거를 위한 가스 여과 공정의 3D 현장 시뮬레이션 및 입자 추적

○ 먼저 실제 데이터를 기반으로 중공사막의 3D 디지털 트윈 가상 모델을 구축하였고, 중공사막을 이용한 초미세 입자의 여과 과정도 다중 스케일 시뮬레이션을 통해 성공적으로 분석되었다.

이 연구에서는 멤브레인 분석과 관련하여 주사 전자 현미경(SEM)과 X선 컴퓨터 단층 촬영(X-CT)의 차이점을 조사했으며, 세공 크기 분포는 Granulometry 모듈과 Porosimetry 모듈 두 가지 다른 모듈을 기반으로 계산되었다. Porosimetry 모듈의 결과는 실험 측정의 결과보다 더 높은 정확도를 보였다.

유동해석에서 유속과 압력분포도 시뮬레이션으로 막여과의 수송현상을 조사하였으며, 또한 전례 없는 입자 추적 기술이 적용되어 입자가 어떻게 포착되었는지에 대한 자세한 정보를 성공적으로 제공한다.

이미지 분석과 멀티스케일 시뮬레이션을 결합하여 높은 신뢰성과 효율성으로 멤브레인 성능을 평가 할 수 있는 플랫폼을 구축했다.

키워드

Image analysis, Particle tracing, Multiscale simulation, Ultrafine particles air filtration

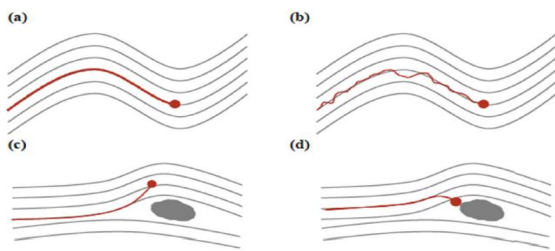


Fig. 2. Particle movement influenced by (a) friction with fluids, (b) Brownian motion, (c) electrostatic bouncing and (d) electrostatic attraction.

[각 인자에 영향을 받는 입자]

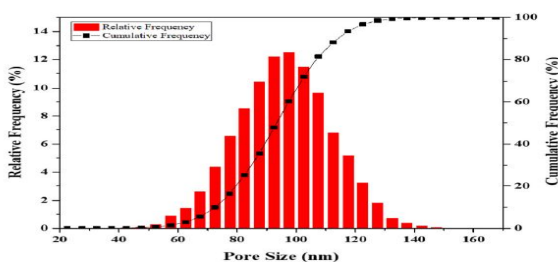


Fig. 8. The estimated pore size distribution of the experimental membrane with an average pore size of 95.7 nm and a standard deviation of 16.1 nm.

[실험 멤브레인의 추정 공극 크기 분포]

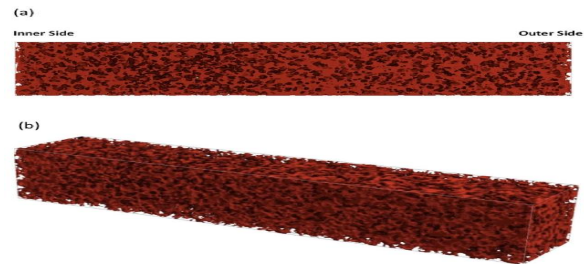


Fig. 6. (a) The 2D schematic diagram of the hollow fiber membrane; (b) The schematic diagram of the 3D structure of the hollow fiber membrane (constructed shorter than the real structure).

[중공사막의 2D, 3D 구조의 개략도]

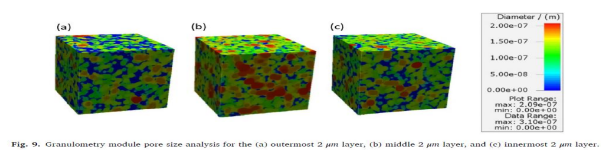


Fig. 9. Granulometry module pore size analysis for the (a) outermost 2 μ m layer, (b) middle 2 μ m layer, and (c) innermost 2 μ m layer.

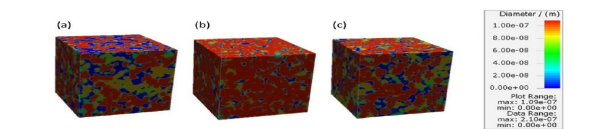


Fig. 10. Porosimetry module pore size analysis for the (a) outermost 2 μ m layer, (b) middle 2 μ m layer, and (c) innermost 2 μ m layer.

[세공 크기 분포 비교(Granulometry, Porosimetry)]

원 제 목	3D in-situ simulation and particle tracing of gas filtration process for ultrafine particles removal using a hollow fiber membrane
출 처	Journal of Membrane Science
원 저 자	Frank Lin, Pei-Chuan Chen, Tse-Chiang Huang, Geng-Sheng Lin, Kuo-Lun Tung