

VOC Analyzer를 이용한 파티클보드로부터 방산되는 휘발성유기화합물의 간이 측정방법 개발

안재윤*¹ · 김수민*¹ · 김진아*¹ · 김현중*¹ · 문석중*²

*1 서울대학교 산림과학부 환경재료과학전공 바이오복합재료 및 접착과학 연구실

*2 R&D Dept., Medical & Environmental Devices Division, ABILIT Corporation, Osaka 542-0081, Japan

1. 서론

현대 사회에서는 실내환경에 대한 관심이 크게 증가하고 있고 주택의 구조나·사용되고 있는 건축재료는 크게 바뀌어 왔다. 신축·개축 후의 주택, 사무실 등에서는 냉·난방, 단열 등 에너지 절약 대책의 이유로 실내공간의 고기밀화가 되어 가고 있다. 또한 실내공간내의 내장재, 가구 등에서 다양한 화학물질이 사용됨에 따라 화학물질의 방산에 의한 실내공기오염으로 거주자들에게 나타나는 다양한 건강 이상 증상에 대해서 보고되고 있다. 이처럼 실내공기 중요성은 인간이 실내에서 생활하는 시간이 하루 중 90% 이상을 차지하며, 재실자의 건강에 직접적으로 영향을 미치기 때문이다. 본 연구에서는 이러한 공기 중의 유해물질인 주요 VOC를 측정하는 VOC Analyzer를 이용하여 건축재료, 그 중에서도 파티클보드로부터 방산되는 VOC를 측정하는 방법을 개발하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 재료

본 연구에서 사용된 재료는 건축자재로 많이 사용되는 파티클보드로써 동화기업(주)에서 분양 받았고 건축폐잔재와 원목을 50:50 비율의 칩을 이용하여 제조된 파티클보드로 비중이 0.8이고 두께 9mm 였다, F/U (포름알데히드/요소)의 비 1.25이고 경화제는 10% NH₄Cl 수용액을 사용하였고 왁스 1% 첨가 하였다, 점도는 29cp이고 고형분율은 50.7%이다.

2.2 VOC Analyzer

분양 받은 파티클 보드를 항온항습실 (온도 25°C±1, 습도 50±5%)에 15일 동안 보관하고 파티클 보드를 10cm×10cm 1개, 5cm×5cm 4개, 2.5cm×2.5cm 16개 3종류의 시편으로 절삭 한 후 하루 더 보관 하였다. Figure 1은 VOC Analyzer의 모식도 이다. Figure 2 에서는 폴리에스테르 봉지 안을 N₂가스로 3번 정화시키고 N₂가스를 채워 넣었고 가스타이트를 이용하여 폴리에스테르 봉지의 공기를 특정 시간에 포집하여 포집한 공기를 VOC Analyzer로 분석했다. 백그라운드를 측정하기 위해 빈 폴리에스테르 봉지에 N₂ 가스만 넣어 측정하였다. 포집한 가스의 0.5cc 버리고 남아 있는 가스 (5cc)만 분석하였고 반복 횟수는 3 반복하였다.

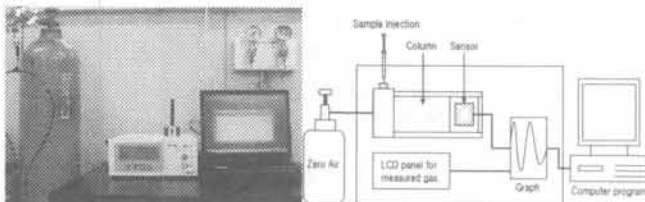


Figure 1. Schematic diagram of the VOC Analyzer.



Figure 2. Three kinds of specimens with N₂ in 3L polyester bag.

2.3. GC/MS와 VOC Analyzer의 상관관계

GC/MS와 VOC Analyzer의 상관관계를 찾기 위해서 첫 번째, 5L 테프론에 표준 가스를 채우고 가스 분석을 위해 Tenax - TA 튜브와 주사기를 이용하여 포집하여 Tenax-TA는 GC/MS, Gastight는 VOC Analyzer 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

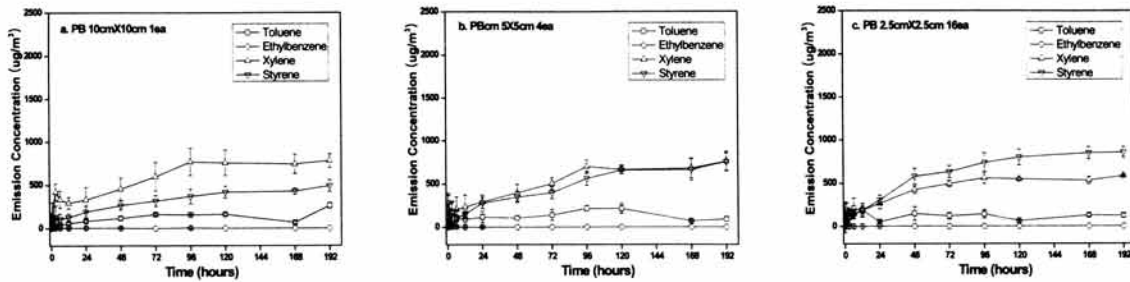


Figure 3. VOC emission concentrations of PB (a) 10cm×10cm 1ea, b) 5cm×5cm 4ea, c) 2.5cm×2.5cm 16ea) by VOC Analyzer.

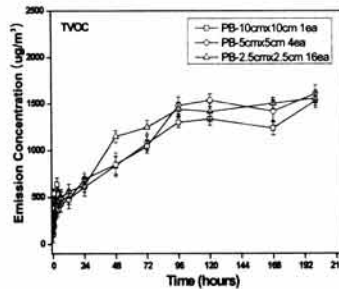


Figure 4. TVOC emission concentration from all kind PB by VOC Analyzer.

본 실험에서 VOC Analyzer를 적용에 앞서 VOC Analyzer와 GC/MS 상관관계의 결과는 Figure 4에서 보는 바와 같이 좋은 상관관계를 가지는 것을 알 수 있었다. GC/MS에 의해 측정된 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, o-자일렌의 함량은 $Y = 1.20X - 0.37$ (Y: GC/MS 결과($\mu\text{g}/\text{m}^3$), X는 VOC Analyzer의 결과처럼 VOC Analyzer 결과와 일직선적으로 비례하였다.

Figure 3에서 PB 10cm×10cm 1개, 5cm×5cm 4개, 2.5cm×2.5cm 16개 방산결과를 나타내고 있다. 시편 3 종류의 VOC 방산량은 시작부터 4일까지 천천히 증가하여 4일 이후에는 결국 일정해졌다. 10cm×10cm 1개의 경우 4일째 자일렌이 $768\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높았고 스티렌 ($368\mu\text{g}/\text{m}^3$), 톨루엔 ($157\mu\text{g}/\text{m}^3$), 에틸벤젠 ($4.67\mu\text{g}/\text{m}^3$)은 다음과 같았다. 5cm×5cm 4개의 경우는 10cm×10cm 1개에 비교하여 보면 4일째 자일렌의 양은 조금 감소하여 $701\mu\text{g}/\text{m}^3$, 스티렌 함량은 증가하여 $563\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 스티렌 방산량이 증가하고 자일렌 방산량이 감소하고 있다는 것을 알 수 있었고 이들의 방산량은 비슷했다. 톨루엔과 에틸벤젠은 아주 적은 양이 방산 되었다. 2.5cm×2.5cm 16개의 경우 4일째 스티렌의 방산량이 $736\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 가장 높게 나타났다. 자일렌은 $560\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 스티렌 방산량은 자일렌 방산량 보다 높았다.

톨루엔과 에틸벤젠은 VOC 방산에 있어서 극히 미량만이 방사하는 것과 시편의 종류와 관계없이 일정량을 방산하는 것을 알 수 있고 파티클보드에서 방산 되는 주 VOC는 자일렌과 스티렌 이었다.

TVOC는 VOC Analyzer에서 측정되는 4가지 VOC의 총합이다. Figure 4에서 보는 바와 같이 세 종류 샘플의 TVOC의 경우 경향, 방산량도 거의 비슷했다. TVOC도 시작부터 4일째까지는 천천히 증가하여 4일 이후에 일정해지는 것을 알 수 있었고 VOC Analyzer로 VOC량을 측정하는데 최적의 시간 4일째였다. TVOC의 경우 10cm×10cm 1개는 $1299\mu\text{g}/\text{m}^3$, 5cm×5cm 4개는 $1480\mu\text{g}/\text{m}^3$, 2.5cm×2.5cm 16개는 $1441\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이었다.

참고문헌

1. 이영규 외. 2003. 목질복합재료와 실내공기. 목재 공학. 31(5): 1~14.
2. 한국공기청정협회. 2000. 실내 VOCs 오염물질의 방출 특성 및 실태조사. 한국환경민간단체진흥회
3. Kavvouras, P.K., D. Koniditsiotis, and J. Petinarakis. 1998. Resistance of cured urea-formaldehyde resins to hydrolysis: a Method of evaluation. Holz Roh Werkst 52, 105~110.
4. Kim, S., and H-J Kim. Evaluation of VOCs Emissions from Building Finishing Materials using Small Chamber and VOC Analyzer. Indoor and Built Environment. 15(6), 511~523 (2006)
5. Wolkoff, P., P.A. Clausen, P.A. Nielsen, and L. Møhlhave. 1991. The Danish Twin Apartment Study; Part I: Formaldehyde and Long-Term VOC Measurements. Indoor Air. 4, 478~490.