

### 3B1) 건축자재의 FLEC 시험법 적용에 관한 연구

## The Study on the Application of FLEC Test in Indoor Building Materials

이서릴 · 윤중섭<sup>1)</sup> · 이희관<sup>2)</sup> · 김신도

서울시립대학교 환경공학과, <sup>1)</sup>서울시보건환경연구원, <sup>2)</sup>인천대학교 토목환경시스템공학과

#### 1. 서 론

국내에서는 건축자재로부터 방출되는 VOCs와 폼알데하이드 측정에 소형챔버법을 주 시험법으로 채택하고 있다. 반면, 유럽 ENV에서는 소형챔버법과 함께 FLEC(Field & Laboratory Emission Cell System)시험법을 사용하고 있다. FLEC시험법은 시공 유무에 상관없이 현장 및 실험실에서 적용 가능하며 시험법이 간편하다는 장점이 있으나, 현재 국내에서는 거의 연구되지 않은 실정이다.

따라서 이 연구에서는 FLEC시험법과 소형챔버법의 비교실험 자재방출량의 안정화되는 시점을 찾아 소형챔버시험법의 결과를 재현할 수 있는 FLEC시험법의 측정방법을 도출하여 적용성을 검토해보았다.

#### 2. 연구 방법

##### 2.1 측정방법

본 연구에서는 두 시험법을 이용하여 7일 동안 시간에 따른 건축자재의 방출강도를 측정하였다. FLEC과 소형챔버시험으로 측정된 건축자재의 농도의 안정화되는 시점을 측정하기 위해 변화폭이 클 것으로 예상되는 시점인 24시간 내에는 1~3 시간간격으로 측정하였으며 그 이후에는 12시간 간격으로 7일간 측정한다. 기존 논문에 따르면 FLEC은 15분에서 2시간 사이에 안정화가 되며 소형챔버는 수 시간에서 수 일내 안정된다. 소형챔버 경우 자재 설치 전에 측정하여 배경농도인 TVOC농도가 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하인 경우 자재를 설치하며 FLEC은 Zero Air 가스를 이용하여 배경농도를 유지한다.

Table 1. Comparison of test methods using FLEC and small chamber.

		FLEC	Chamber
Volume	m <sup>3</sup>	3.5 $\times 10^{-5}$	20 $\times 10^{-3}$
Exposed Area	m <sup>2</sup>	0.0177	0.04
Material Loading	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	507	2
Air Flow	ℓ/min	0.1	0.167
Air Exchange Rate	h <sup>-1</sup>	171	0.5
Area Spec. Vent. Rate	m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup>	0.3	0.25
Air Velocity	m/s	0.003 - 0.3	0.1 - 0.3
Temperature	℃	23	25
Relative Humidity	%	50	50
Edge Sealing		not exposed	exposed

##### 2.2 분석방법

EPA Method TO-17을 근거로 하여 Tenax TA 흡착관을 저온열탈착장치(ATD)를 이용하여 휘발성 유기화합물을 탈리한 후 질량 분석계(MS)가 부착된 GC(Gas Chromatograph)에 의해 Total IonChromatograph (TIC)를 이용하였다.

#### 3. 결 과

24시간동안 FLEC과 소형챔버시험법을 이용하여 MDF를 시험한 결과를 시간에 따른 방출강도(mg/m<sup>3</sup>)

hr)로 도식화 하였다(그림 1). 예상했던 바와 같이 FLEC의 의한 자재의 농도는 자재 설치 후 즉시 자재의 최고 농도(6.14mg/m<sup>3</sup>hr)가 되고 소형챔버에 비해 급격히 감소한다. FLEC은 높은 환기횟수로 인해 자재 설치 후 1 시간내에 기존에 Cell에 있던 공기가 배출되고 자재에서 방출되는 오염물질로 채워져 소형챔버와 달리 최고점에 바로 도달한 것을 확인할 수 있었다.

반면 소형챔버시험법은 이론적으로 예상한 9시간 후 시점보다 이전인 4시간 후 시점에 최고 농도(4.06mg/m<sup>3</sup>hr)가 되었고 그 이후 안정화되는 것을 확인하였다. 또한 자재의 농도가 안정화되면서 11시간 이후에는 두 시험법의 농도가 비슷하게 감소한다.

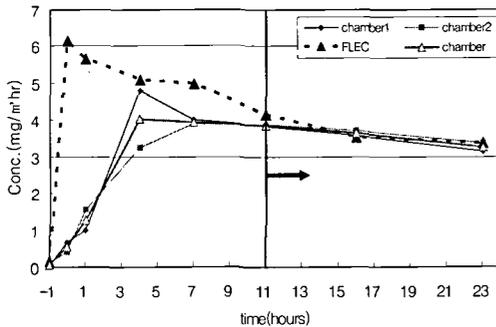


Fig. 1. Emission factor of MDF(mg/m<sup>3</sup> hr).

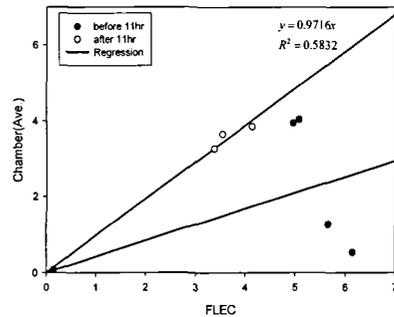


Fig. 2. correlation of FLEC and Chamber.

그림 2는 그림 1에서 시험된 결과를 11시간 이전과 이후의 측정값에 대한 상관성을 나타낸 것으로 11시간 이전의 측정값은 초기값의 차이로 인하여 상관성이 전혀 없는 것으로 나타났으나, 11시간 이후의 측정값은 상관성이  $Y=0.9716X$ ,  $R^2=0.5882$ 로 조사되어 11시간과 23시간 사이에는 소형챔버시험법에 의한 농도가 FLEC에 비해 약 0.97배 작게 배출되는 것으로 측정되었다.

#### 4. 결 론

- FLEC과 소형챔버시험법으로 인한 오염물질의 방출경향이 다른 요인으로는 환기횟수로 파악되며 11시간 이전에는 FLEC의 결과가 급격히 감소하여 충분한 안정상태가 아닌 것으로 사료된다. 따라서 두 시험법간에 결과를 비교하기 위해서는 농도의 안정화가 이루어진 11시간 이후에 측정해야 할 것이다.
- MFC 자재 시험시 11~24시간 농도 상관식은  $Y=0.9716X$ ,  $R^2=0.5882$ 으로 소형챔버시험에 의한 값이 FLEC에 비해 약 0.97배 낮게 방출되는 것으로 측정되었다. 그러나 자재의 성분에 따라 각 물질의 방출경향이 다르므로 각각의 상관식을 적용해야 할 것으로 판단된다.
- FLEC 시험법은 시험준비와 시험방법이 소형챔버시험법에 비해 간단하고 저렴하고 감소의 경향을 수시간 내에 볼 수 있는 장점이 있다. 또한 두시험법 간의 결과가 높은 상관성을 보이므로 건축자재 방출시험방법에 있어 적절한 시험법으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- Wolkoff P. (1998) Impact of air velocity, temperature, humidity, and air on long-term VOC emissions from building products. *Atmospheric Environment*. 32, pp 2659-2668.
- CEC-Commission of the European Communities, prENV 13419-2, Building products-determination of the emission of volatile organic compounds. Part2: Emission test cell method, Brussels: European Committee for Standardization (1998).
- EA Woolfenden, P. Hughes, T Salthammer and P Wolkoff (2005) Comparing emission cells to Small Chambers for material emissions testing, indoor air.