

알파비적검출법에 있어서 라돈농도 측정기의 사용법에 대한 제언

박 영 응

(주)알엔테크

E-mail: pyw@Rn-tech.com

중심어(keyword) : 라돈, 알파비적검출기, 포장재질, 설치형태, 오차

서 론

개정된 실내공기질공정시험기준(2010.3.5)에 의하면 실내공기 중에 존재하는 라돈농도 측정을 위한 주 시험법으로 알파비적검출법에 의한 장기라돈 측정방법이 채택되었으며, 이에 따라 알파비적검출법을 사용하는 알파비적검출기의 수요증가 및 측정결과에 대한 품질문제가 대두될 것으로 예상된다.

알파비적검출법에 의한 라돈농도 측정에 있어서, 본체의 구조, 고체비적검출기 고유의 백그라운드, 포장, 에칭 및 판독 공정 중에 발생하는 내부요소와 라돈의 방사성동위원소에 해당하는 토론(Rn-220, $T_{1/2}$: 55초), 공기밀도에 변화를 주고 또한 본체로 확산하여 들어가는 라돈의 양을 변화시킬 수 있는 온·습도 및 본체 내부에 분포하는 양전하의 라돈자핵종들을 한쪽으로 쏠리게 하는 주변 전자기장 등의 외부요소는 정확한 라돈농도 측정값을 얻는데 있어서 방해요소로 작용하게 된다. 본 연구에서는 포장재질과 설치형태에 따라 발생할 수 있는 오차를 비교·평가하여 알파비적검출기의 올바른 사용법을 제시하여 보았다.

재료 및 방법

미국환경보호청(EPA)에서 제시한 알파비적검출기가 갖추어야 할 성능은, 20개의 검출기를 약 4pCi/L 라돈농도에 노출시켰을 때 단 1개의 검출기라도 진값(True Value)에서 $\pm 25\%$ 의 만족오차 범위를 벗어나서는 것이 있어서는 안 된다는 것이며, 본 연구

에서는 이런 관점에서 오차의 정도를 평가하였다.

1. 포장재질에 따른 오차

알파트랙(α -track)을 일반비닐 및 알루미늄으로 코팅된 비닐 속에 밀봉한 형태로 각각 5개씩 준비하여 한국표준과학연구소 라돈챔버에 밀봉하지 않은 것 10개와 함께 넣고 약 50pCi/L의 농도에서 7일 동안 표준조사 한 후 포장재질에 따른 포장백그라운드의 차이를 비교하였다. 측정결과에 근거하여 조립일로부터 에칭일까지의 전 기간 동안에 4pCi/L의 같은 농도의 라돈에 노출된다고 가정하고 포장 재질별로 보관기간, 측정기간, 회수기간 변화에 따른 예측 가능한 최대오차를 유도하여 비교하였다.

2. 설치형태에 따른 오차

석고보드로 3면을 칸막이 시공한 2.8×3.5×2.9m의 빈 사무실 안에 높이 0.7m의 상면이 막힌 1.5×0.6m 크기의 판 형태의 작업대를 준비한 후 벽면으로부터 0.3m 떨어진 작업대 중간 지점에 5개의 알파트랙을 일렬로 올려놓고, 이와 마주보는 지점에 또 다른 5개의 알파트랙을 작업대 높이와 같은 0.7m 높이에 거울쌍이 되도록 실로 매달아 설치하여, 작업대에 올려놓았을 때와 실로 매달았을 때의 측정값을 비교하였다. 또한 매단 형태의 검출기 위쪽 2.2m 지점에 또 다른 검출기 5개를 거울쌍이 되도록 매 달아 설치하여 높이 차이에 따른 측정값의 변화도 비교하였다. 작업대의 한쪽 모서리에 연속식 라돈모니터(SUN, RM-1027)를 올려놓고 측정기간 동안의 평균농도를 측정하였으며, 연속식 라돈모니터 옆에 5개의 알파트랙을 일렬로

늘여 놓아 전자기장에 의한 영향도 함께 관찰하였다.

결과 및 고찰

포장재질에 따른 오차에 있어서, 일반비닐 및 알루미늄으로 코팅된 비닐로 밀봉한 알파트랙의 측정값은 포장하지 않은 알파트랙의 측정값에 비해 각각 67% 및 10%에 해당하였으며, 이를 근거로 하여 보관기간, 측정기간, 회수기간의 변화에 따른 최대오차를 계산하여 그림1에 나타내었다. 그림에서 분홍색과 녹색선은 각각 일반비닐과 알루미늄으로 코팅된 비닐로 밀봉하였을 때의 계산결과이며, 각 선의 왼쪽 부분의 점선은 조립 후 설치 전까지의 보관기간에 해당하며 오른쪽 부분의 점선은 수거 후 에칭 전까지의 회수기간에 해당한다. 세로축에 표시된 최대오차는 조립 후 회수하기까지의 전 기간 중에 4pCi/L의 라돈농도에 노출된다고 가정하여 계산한 결과이며, 측정기간이 3개월이고 수거기간이 7일이라고 가정하였을 때 예측 가능한 최대오차가 25%에 도달하는 시점은 일반비닐로 밀봉한 경우와 알루미늄으로 코팅된 비닐로 밀봉한 경우로 구분하였을 때 조립 후 설치까지의 보관기간이 각각 35일 및 230일에 해당함을 알 수 있었다.

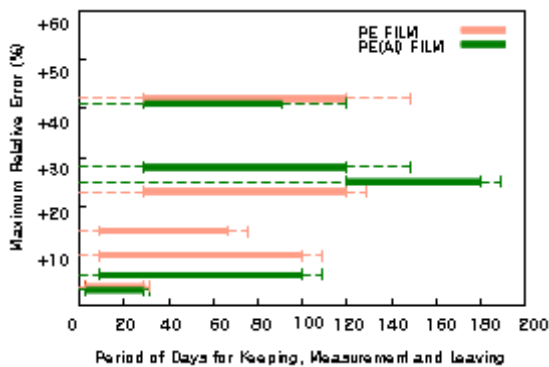


그림 1. 포장재질에 따른 예측 가능한 최대오차

설치형태에 따른 오차에 있어서는, 알파비적검출기 뿐만 아니라 연속식 라돈모니터도 작업대 위에 올려 놓고 측정할 경우에는 매달아 측정하는 것에 비해 약 60%에 해당하는 값을 나타내는 것을 확인하였으며, 또한 연속식 라돈모니터에 근접한 알파비적검출기는 전자기장의 영향을 받아 그 값은 더욱 낮아지게 됨을

확인할 수 있었다. 작업대 위에서 측정한 연속식 라돈 모니터의 측정값 1.3pCi/L과 비교하였을 때, 전자기장을 방출하는 물체에 해당하는 라돈모니터와 50cm 이상 떨어진 위치의 알파트랙은 허용오차 범위 내에 있었으나, 10cm 정도로 인접한 경우에는 약 62%에 해당하는 값을 나타냄을 확인하였다.

표 1. 알파비적검출기 설치형태에 따른 측정값 분포

Installation	Concentration (pCi/L)	Remark	
		Distance from Bottom (cm)	Distance from Wall (cm)
Pending	2.1	70	30
	1.5	220	30
on Table	1.2	70	30
	0.8	70	near by RM-1027

※ 측정기간 : 2010.2.2~2010.3.16

결론

라돈은 알루미늄으로 코팅된 비닐 포장까지 침투하는 것이 확인 되었으므로, 장기보관에 따른 포장백라운드 증가뿐만 아니라 포장 훼손에 따른 추가오차의 가능성 등을 고려한다면 보관시간을 단축하는 것이 알파비적검출기의 측정오차를 줄이는데 있어서 유리하다는 것을 알 수 있으며, 현장 설치자는 검출기를 인수한 시점으로부터 최소한 35일 이내에 설치하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 또한 표면이 막힌 판 형태의 물체 위에 올려놓거나 전자기장을 발생시키는 물체에 인접하게 설치한 경우에는 허용하는 정도 이상의 오차가 발생할 수 있으므로 알파비적검출기는 매달아 설치하는 것이 유리하다고 할 수 있으며, 천정과 벽으로부터 약 90cm 이상의 거리를 유지하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

참고 문헌

1. 환경부고시 제2010-24, 실내공기질공정시험기준
2. NEHA-NRPB Device Evaluation Program
3. USEPA Indoor Radon and Radon Decay Product Measurement Device Protocols