

교사 내 실내라돈 관리를 위한 연속강제배기설비의 저감 효율 평가

김용재^{1,2*} · 장병욱^{1,2} · 송명환¹ · 김근호² · 이용욱³

한국원자력안전기술원¹, 과학기술연합대학원², (주)한진씨에스엔³

E-mail: k337kyj@kins.re.kr

중심어 : 라돈, 저감 효율, 내부피폭

서론

'08-'09년도에 환경부 주관으로 한국원자력안전기술원은 전국 라돈 분포도 작성을 목적으로 초등학교에 대한 전국 라돈 조사를 실시하였다. 그 결과, 화장암 암반대 지역에 위치하고 구식 마루가 바닥재로 사용된 학교의 경우 실내 라돈 농도가 높은 경향을 보였다⁽¹⁾. 이러한 이유는, 마루 바닥재 연결부위가 밀봉되어 있지 않아 마루 밑 토양에서 방출된 라돈이 쉽게 실내로 유입될 수 있기 때문이다. 특히, 목재 부식을 막기 위한 통기구가 실내에 위치한 학교의 실내 라돈 농도는 더욱 높게 나타났다⁽¹⁾.

통상 학교 교사내 실내 라돈 농도는 학교가 비게 되는 야간에 급격하게 증가하는 특징을 보인다. 일부 학교에서 근무시간대(08:00 - 17:00)에서의 라돈 농도가 높아 학생과 교사의 보호를 위한 관리 방안 및 저감 조치가 필요한 경우도 있다. 그러나 라돈 농도가 높다는 이유만으로 농촌 및 산악지역에 위치한 학교의 바닥재를 무분별하게 콘크리트와 플라스틱 밀봉재 등으로 모두 교체하는 것은 불필요한 예산의 낭비와 또 다른 실내 오염 물질의 발생을 유발할 수 있다.

본 연구에서는 구식마루가 사용된 초등학교의 라돈 저감을 위하여 기존의 마루를 교체하지 않고 마루 밑 외벽을 뚫어 건물 하단으로부터 실내로 유입되는 공기를 강제 배기하는 방법으로 보다 간편한 시공방법을 적용한 저감 설비를 개발하여 설치된 시제품에 대한 저감 효율을 평가하였다.

학교 선정 및 평가 방법

개발된 라돈 저감 설비 시제품의 설치 및 유효성

평가를 위하여 환경부 주관으로 한국원자력안전기술원이 실시한 전국 라돈실태조사 결과에 근거, 실내 라돈 농도가 높은 충북 괴산군 소재의 송면초등학교를 선정하였다. 본 학교는 1944년에 개교했으며, 현재 교사는 1984년 콘크리트로 지어진 단층 건물로 실내는 동일한 크기의 교실이 총 8개 있으며, 이중 한 개의 교실은 교무실로 사용되고 있고 다른 한 개 교실은 교장실과 행정실로 나누어 사용되고 있다. 실내 바닥은 구식 마루로 구성되어 있으며, 목재 부식 방지를 위한 통기구가 실내에 위치하고 있다. 본 연구에서는 교장실과 행정실을 대상으로 저감 설비를 설치하였다. 바닥을 통한 라돈 저감에는 라돈 sump를 설치하여 sump에 고인 라돈을 배출하는 것이 일반적이나 본 학교는 마루 밑 약 20 cm 정도 깊이의 하부 공간이 존재하므로 별도의 라돈 sump 설치 없이 배기팬을 이용한 강제 배기 방식으로 라돈을 저감시켰으며, 비닐 장판을 이용하여 통기구를 밀봉하였다. 팬 용량은 220 V 단상, 148 W로 최대 풍량은 10 m³/min.이었다. 전력소모에 따른 유지 관리비용 및 소음 등의 이유로 설비 설치후 최대 용량의 1/4로 운전하였다.

라돈 저감 효율을 측정하기 위하여 시제품 설치 공사 전과 후의 약 1 주일 동안 RAD7 (DurrIDGE 사, 미국)을 이용하여 30분 간격으로 교장실과 행정실의 실내 공기중 라돈 농도를 연속적으로 측정하였고 라돈 유입의 원인이 되는 마루 밑 라돈 농도도 함께 측정하였다.

결과 및 고찰

그림 1은 설치가 완료된 저감 설비 시제품의 모습이며, 사용자가 쉽게 속도 및 운전 조절이 가능하도록 설

내에 control box를 설치하였다. 저감 설비 설치전과 후의 일일 라돈 농도 변화를 그림 2과 그림 3에 나타내었다.



그림 1. 설치된 라돈 저감 설비 시제품 및 control box

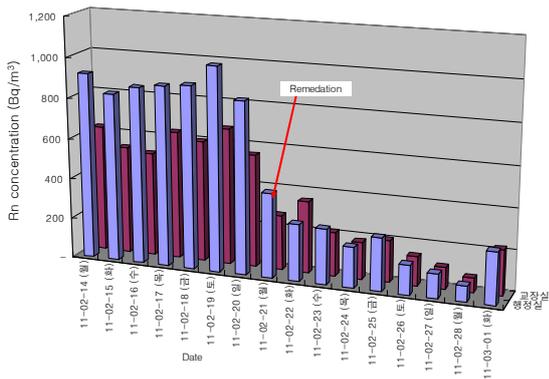


그림 2. 저감 설비 설치 전후의 일평균 라돈농도 변화

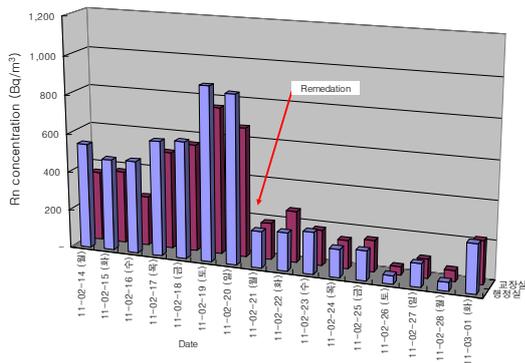


그림 3. 저감 설비 설치 전후의 근무시간대(08:00 - 17:00)의 평균 라돈농도 변화

설치된 저감 설비의 저감 효율을 측정하기 위하여 저감화 설비 공사전과 전후의 라돈 농도를 비교하여 표 1에

나타냈다. 그 결과, 공사전 행정실과 교장실의 1주일간 라돈 평균 농도 각각 904 Bq/m³과 601 Bq/m³이었으며, 공사후에는 각각 191 Bq/m³과 164 Bq/m³으로 낮아졌으며 저감 효율은 각각 78.9%과 72.6%였다.

표 1. 저감 전·후의 평균 라돈 농도 변화 비교

		라돈농도 (Bq/m ³)		저감 효율 (%)
		저감 전	저감 후	
행정실	1주일 평균	904	191	78.9
	근무시간대 평균*	601	138	77.0
교장실	1주일 평균	597	164	72.6
	근무시간대 평균*	470	130	72.3

* 일주일간의 근무시간대 평균 (08:00 - 17:00)

결론

마루 밑 바닥 공기를 연속적으로 강제 배기하는 방식으로 개발된 저감 설비 시제품의 저감 효율은 70% 이상으로 평가되었다. 향후 본 저감 설비 시제품은, 라돈 농도가 높은 구식 마루 학교에 대한 라돈 저감에 적용이 가능할 것으로 기대된다. 추가적으로, 연속 강제 배기와 함께 기존 바닥재를 교체 시공하여 건물 하단부로부터의 유입 차단 효과를 병행한다면 저감 효율은 더욱 커질 것으로 판단된다.

사사

본 연구는 교육과학기술부 원자력기술개발사업 “생활환경중의 방사선 영향 평가”의 일환으로 수행되었습니다. 공사기간 및 측정 기간 동안 협조해주신 정상운 교장선생님 이하 교직원 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. KINS (2009), 전국 실내라돈 실태조사 및 라돈 지도 작성을 위한 DB 개발, KINS/GR-410.