

## 콘크리트 구조물 내 발생한 균열의 폭에 따른 표면선량율의 변화에 관한 연구

이창민, 이윤희, 이진재, 조천형\*, 이경호\*, 백창열\*  
 한국과학기술원, 대전광역시 유성구 구성동 373-1번지  
 \*환경기술원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지  
[cmlee@kaist.ac.kr](mailto:cmlee@kaist.ac.kr)

사용후핵연료 건식저장시설을 비롯한 방사선차폐가 요구되어 지는 많은 시설에서 콘크리트가 사용되고 있다. 콘크리트는 cement와 물, 골재를 섞어 만드는 재료로써 특성상 양생 전후에 균열이 발생되는데 균열은 콘크리트 구조물의 열화(degradation)에 영향을 미치게 되므로 이들의 효율적인 관리는 매우 중요하다.

일본의 중앙전력연구소(CRIEPI)와 미국의 idaho 국립연구소등의 연구에 따르면, 균열은 콘크리트의 차폐능력에 변화를 줄 수 있으며, 특히 균열의 폭과 주름등은 표면선량율의 변화에 직접적인 영향을 미치는 것으로 평가되었다. 그러나 균열의 경우 형상이 매우 불규칙하여 이들에 대한 표면선량율의 변화를 코드를 이용한 수치적 해석으로 평가하기에는 매우 어려우며, 일본의 경우 단순화된 모델을 통해 균열을 모사하여 보수적으로 표면선량율의 균열폭에 대한 영향을 평가하였다. 그러나 이는 표면선량율에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 알려진 주름등에 대한 고려가 되지 않은 모델을 이용함으로써 높은 표면 선량율을 보이며, 이는 현실적이지 못한 것으로 평가되었다. 따라서 본 연구에서는 실험을 통해 실제 균열의 모양이 반영된 콘크리트 시편을 통해 균열에 의한 차폐효과를 반영함으로써 보다 현실적인 균열의 폭과 표면 선량율 간의 상관관계를 도출하고자 하였다.

이를 위하여 균열의 폭과 표면선량율간의 관계를 정량화 할 수 있는 아래와 같은 실험장치를 구성하였다.

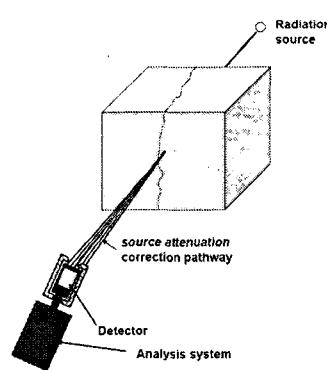


그림 1 실험장치 개략도

콘크리트 내 발생하는 균열의 경우 매우 다양한 형태를 나타내게 되므로 본 연구에서는 방사선 차폐 관점에서 가장 보수적인 관통 균열을 인위적으로 형성시켜 실험을 수행하였다. 본 연구에서 사용된 콘크리트 시편의 조성은 현재 운영 중 인 월성의 콘크리트 사일로의 조성을 따랐다. 아래 그림 2는 실험에서 사용되어진 콘크리트 시편의 개략도이다.

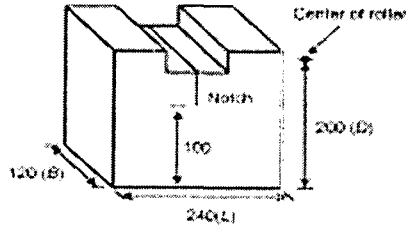


그림 2. 콘크리트 시편의 개략도

콘크리트 시편은 10, 15, 20cm 세 가지 두께로 제작되었고, 방사선원으로는 Co-60을 사용하였다. 실험의 결과는 아래와 같다.

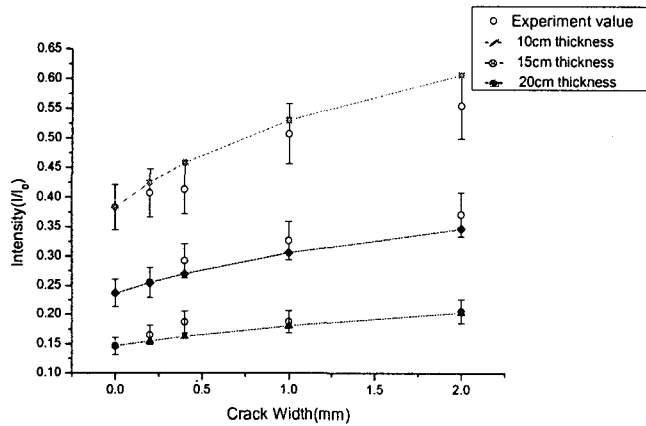


그림 3. 균열폭에 따른 방사선 강도의 변화

위의 결과로부터 본 연구에서는 아래와 같은 실험식을 제안하였다.

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu} \log\left(\frac{bx}{t} + 10\right)$$

이 식은 콘크리트 차폐체내 발생한 관통균열의 폭에 따른 방사선 강도의 감쇄정도를 나타내는 식으로써 I는 방사선의 강도(intensity), I<sub>0</sub>는 감쇄전의 방사선의 강도, μ는 매질의 선형 감쇄계수(linear attenuation coefficient), t는 매질의 두께, x는 균열의 폭을 나타내며, b는 상수이다. 본 연구에서는 실험결과에 따라 b의 값으로써 140 - 150값을 제안하였다.

앞에서 언급한 바와 같이 균열은 매우 다양한 형태를 가지게 되므로 본 연구의 결과는 실제 표면 선량율을 예측하는데 사용하기는 적절치 않을 것으로 판단되나, 보수적인 관점에서, 방사선 방호적 측면에서 차폐설계 시 하나의 기준으로써 사용될 수 있을 것으로 판단되며 특히 차폐여유도를 결정하는데 있어서 도움이 될 것으로 판단된다.