

## Mock-up 실험을 통한 철근콘크리트 구조물의 공극률 변화 특성

권기정, 정해룡, 김도겸\*, 김건영\*\*

한국방사선폐기물관리공단, 대전시 유성구 대덕대로 989번길 111

\*한국건설기술연구원, 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283

\*\*한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 989번길 111

kikwon@krmc.or.kr

### 1. 서론

콘크리트가 원자력관련 시설물에 방사선차폐제로서 사용되는 이유는 콘크리트 자체가 여러 가지 혼합물로서 구성 재료의 배합과 밀도를 다양하게 변화시킴으로 방사선 차폐성능을 개선시킬 수 있으며, 경제적인 요인과 시공의 편리성까지 겸비한 우수한 재료이기 때문이다. 차폐용 콘크리트 또한 콘크리트의 일반적인 성질을 가지고 있으므로 외부환경 조건에 의해 정도의 차이는 있지만 반드시 열화는 진행되게 된다. 따라서 이러한 콘크리트의 내구성 평가는 매우 중요하다고 할 수 있으나 내구성에 대한 연구보고서 및 연구결과는 매우 부족하고, 단지 외국의 품질규정, 차폐성능 및 시공관리에 필요한 시설기준 및 참고문헌에만 의존하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 Mock-up 실험을 통해 철근콘크리트 구조물의 염화물 침투에 의한 공극률 변화 특성을 관찰하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 콘크리트 배합 및 설계 조건

원자력 관련 시설물에 적용된 실제 배합비와 설계 조건을 기반으로 하여, Mock-up 실험 장치를 제작하였다.

Table 1. 콘크리트 배합설계.

W/C (%)	S/a (%)	Proportion(kg/m <sup>3</sup> )									비고 (Binder)
		W	C	F/A	G 3/4"	S1	S2	WRA	AEA		
40.0	38.4	206	412	103	961	357	241	2.32	0.13	515	

Table 2. Mock-up 시험체 설계 조건.

방벽두께 (mm)	주철근 피복두께 (mm)	주철근 직경 (mm)	주철근 간격 (mm)
1,000	100	38	300

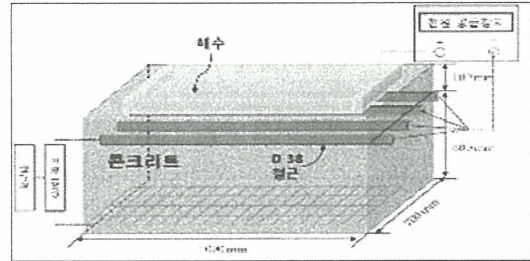


Fig. 1. 축진 철근부식 시험체 구성도.

#### 2.2. 실험결과 분석

##### 2.2.1 투수계수 실험

투수계수 실험은 채취한 코어 시편을 콘크리트용 시편 절단기를 사용하여 Ø100×50mm 크기의 원주형시편으로 제작 후, 콘크리트의 수압 투수 깊이 시험방법(ASTM D 5084)에 의거하여 삼축 압축 투수계수 시험기를 사용하여 실험하였다.

##### 2.2.2 MIP 실험

열화 환경에 따른 공극구조의 변화를 알아보기 위해서 수은압입 공극측정시험(MIP: Mercury Intrusion Porosimetry)을 실시하였다. 시험을 실시하기에 앞서 시편을 건조로에서 101±2℃의 온도로 24시간 건조함으로써 시편내의 잔여 공극수를 제거하였다. 측정 전까지 시편은 아세톤 용액에 보관함으로써 추가적으로 발생할 수 있는 수화반응을 억제하였다. MIP 시험조작은 수은의 원활한 압입을 위해 챔버 내의 압력을 서서히 낮추어서 최대 4.68psi로 하였다. 각 압력에 따른 수은의 압입량과 그때의 공극의 크기는 Wsahburn 방정식을 통해 구하였다.

### 3. 결론

코어시험체를 깊이별(1,3,5,7cm)로 컷팅한 후, 두께 10mm, 무게 7~8g의 시료를 채취하였다. 또한 각 시료를 ASTM D 4284에 의거하여 수은압

입법(Mercury Intrusion Porosimetry)으로 미세공극분포(macropore-size-distribution), 체적밀도(bulk density), 공극률(porosity)를 각각 분석하였다.

### 3.1 미세공극분포

분석결과, 공극분포의 피크점이 대략 50nm에 분포하였으며, 건전한 콘크리트의 피크 포인트와도 동일한 결과를 나타냈다. 따라서 콘크리트 내부로의 염분침투, 침투한 염분의 응결에 의한 공극의 증가현상은 미미한 것으로 나타났다.

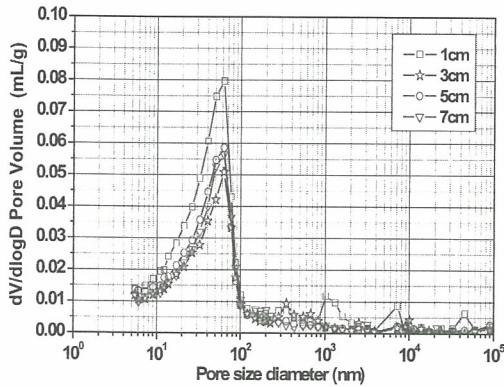


Fig. 2. 시험체 깊이별 공극분포.

### 3.2 공극률 및 체적밀도

코어시험체는 깊이가 증가함에 따라 공극률은 감소하고 체적밀도는 증가하는 경향을 나타냈으며, 공극률은 대략 10~12%, 체적밀도는 2,200~2,300kg/m<sup>3</sup>으로 열화가 없는 동일한 물-시멘트비의 시험체와 유사한 값을 나타냈다. 한편, 상대적으로 불리딩의 영향이 높은 콘크리트의 표면과 가장 근접한 깊이(1cm)에서는 다소 높은 공극률과 낮은 체적밀도를 나타냈다.

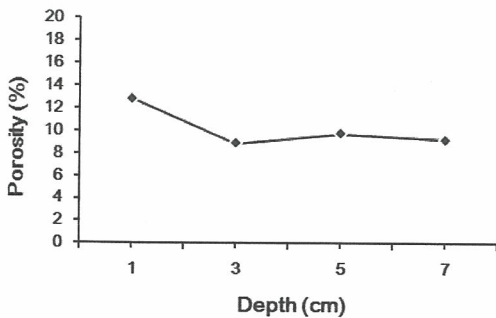


Fig. 3. 시험체 깊이별 공극률.

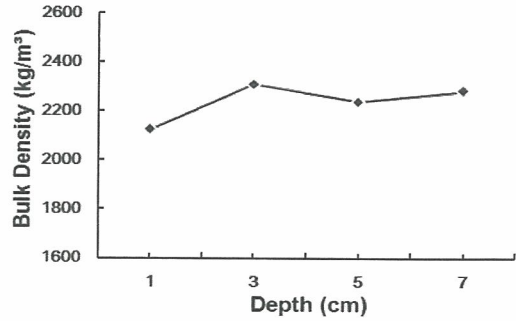


Fig. 4. 시험체 깊이별 체적밀도.

### 3.3 투수계수

70cm코어를 채취하여 콘크리트 표면으로부터 3cm, 5cm별로 시편을 준비해 투수계수 실험을 진행하였다. 그 결과 깊이별 투수계수는 염화물 침투에 의한 부식에 의한 영향을 거의 받지 않는 것으로 나타났다.

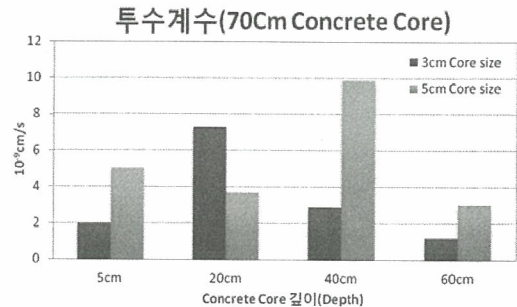


Fig. 5. 투수계수 측정결과.

## 4. 감사의 글

본 연구는 2009년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(2009T100100523)

## 5. 참고문헌

- [1] 한국방사성폐기물관리공단, 2012, 콘크리트 균열발생 및 철근부식 결과 보고서.
- [2] 한국방사성폐기물관리공단, 2011, 철근부식 모델링 보고서.