

# 수압에 따른 모르타르내 수분침투에 관한 연구

## Study on the Water Penetration in Mortar by Water Pressure

유 조 형\*                      이 한 승\*\*                      조 형 규\*\*\*

Yoo, Jo Hyeong              Lee, Han Seung              Cho, Hyeong Kyu

---

### ABSTRACT

Concrete is a type of porous materials and is physically and chemically damaged due to exposure to various environments from the placing to the service life. These reactions affect the corrosion of steel bars applied in concrete and that decreases the durability life and strength of such steel bars. Thus, it is very important to insert rust inhibitors into steel bars in the case of a deterioration element that exceeds the critical amount of corrosion in the location of steel bars. However, it is very difficult to guarantee corrosion resistance at the location of steel bars using conventional technology that applies corrosion inhibitors only on the surface of concrete. This study attempts to develop a method that penetrates corrosion inhibitors up to the location of steel bars and investigate the penetration depth of corrosion inhibitors by verifying moisture migration in concrete under an applied pressure.

### 요 약

콘크리트는 다공성 재료로써 타설 직후부터 사용년한 동안 각종 환경에 노출되어 물리적 혹은 화학적인 영향을 받게 된다. 특히, 외부에 존재하는 황산염, 염화물 이온, 이산화탄소 등과 같은 유해성분들은 장기간에 걸쳐 용액 혹은 기체 상태로 콘크리트 내부로 침투되어 콘크리트 구성물들과 물리적 혹은 화학적 상호작용을 일으켜 콘크리트내에 매설된 철근의 부식을 야기 시켜 콘크리트의 내구년한과 내력을 감소시키게 된다. 따라서 철근위치까지 유해한 열화인자가 임계부식량을 초과하는 경우 방청성분을 철근위치까지 확실하게 침투시키는 것이 매우 중요하나, 현재와 같이 콘크리트 표면에 방청제를 도포하여 침투시키는 기술개발만으로는 철근위치에서의 방청성 확보가 곤란한 실정이다. 본 연구진은 철근위치까지 방청제를 침투시키기 위한 연구개발을 추진하고 있으며, 이를 공학적으로 규명하기 위하여 압력 하에서 콘크리트내로의 수분이동과 같이 방청제에 따른 방청제 침투깊이를 명확히 규명할 필요가 있다. 이를 규명하기 위하여 모르타르를 사용하여 수압에 따른 침투깊이 및 침투량을 측정하여 침투량과 침투 깊이와의 관계 및 가압 시간에 따른 침투 깊이와 침투량을 실험을 통하여 측정하여 침투계수 및 확산계수를 산정하고 가압시간과 수압에 따른 모르타르내에 침투깊이를 예측하였다.

---

\* 정희원, 한양대학교, 건축환경공학과, 박사과정  
\*\* 정희원, 한양대학교, 공학대학 건축학부, 교수  
\*\*\* 정희원, 한양대학교, 건축환경공학과, 석사과정

## 1. 서 론

최근 염해를 받은 콘크리트 구조물의 내구성을 확보하기 위하여 방청제가 많이 사용되어 지고 있다. 방청제를 사용하여 철근위치까지 유해한 열화인자가 임계부식량을 초과하는 경우 방청성분을 철근위치까지 확실하게 침투시키는 것이 매우 중요하나, 현재와 같이 콘크리트 표면에 방청제를 도포하여 침투 시키는 기술개발만으로는 철근위치에서의 방청성 확보가 곤란한 실정이다. 본 연구진은 철근위치까지 방청제를 침투시키기 위한 연구개발을 추진하고 있으며, 이를 공학적으로 규명하기 위하여 압력 하에서 콘크리트내로의 수분이동과 같이 방청제에 따른 방청제 침투깊이를 명확히 규명할 필요가 있다.<sup>1)</sup> 이를 규명하기 위하여 모르타르를 사용하여 수압에 따른 침투깊이 및 침투량을 측정하여 침투량과 침투 깊이와의 관계 및 가압 시간에 따른 침투 깊이와 침투량을 실험을 통하여 측정하여 침투계수 및 확산계수를 산정하고 가압시간과 수압에 따른 모르타르내에 침투깊이를 예측하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 가압침투류(다르시의 침투류)<sup>2)</sup>

다르시의 흐름 속도는 시간과 공간에 대해 일정하기 때문에 동수구배는 선형이 된다. 그러므로 다르시의 속도 방정식을 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$u = \frac{d\chi}{dt} = k \frac{P}{\omega_0} \chi \quad (1)$$

$P$  : 콘크리트 위부분에 작용하는 압력  
 $\chi$  : 침투 깊이  
 $\chi d\chi$  :  $(kP)/(\omega_0)dt$

초기 조건이  $t = 0, \chi = 0$  일 때, 이것을 적분 하면, 측정된 평균 침투 깊이를  $dm$ 으로 사용하고,  $k$  를  $K$ 로 다시 써 이것을 투수 계수로 정의 하여 식 (2)은 다음과 같다.

$$\frac{\chi^2}{2} = \frac{kP}{\omega_0} t \quad , \quad \chi = \sqrt{\frac{kP}{\omega_0} t} \quad (2) \quad K = \frac{\omega_0}{2Pt} dm^2 \quad (3)$$

여기서,

$K$ : 침투 계수, $mm/s$ or $\times 10^{-3} m/s$	$dm$ : 평균 침투 깊이, $mm$
$P$ : 물의 압력, $MPa$	$\omega_0$ : 물의 밀도, $9.8 \times 10^{-6} N/mm^3$
$t$ : 가압 시간, $s$ ;	

## 3. 실험 개요 및 실험 방법

### 3.1 실험 개요

경화모르타르내의 수분 침투 깊이 측정하여, 시간과 압력에 대한 모르타르의 침투성장 및 침투량을 측정함으로써, 모르타르의 수분에 대한 침투 및 침투형상을 확인하는데 있다. 실험체 배합은 모르타르의 배합은 21Mpa기준의 콘크리트 배합을 기준으로 하며, 실험체는 (직경 10cm, 높이 20cm)의 콘크리트 강도 측정용 몰드를 사용하여 제작하여 28일간 수중 양생 후 5cm의 높이로 자른 후, 항온 항습실에서 14일간 온도 20℃, 상대 습도 35%에서 건조 시킨 후 침투 실험을 실시하였고, 실험은 수압과 가압시간을 변수로 하여, 침투깊이 및 침투량을 측정하였다.<sup>3)</sup>

표1. 실험체 배합

구분	W/C(%)	Water	Cement	Sand	A.D	비고
M-1	55	163	326	935	1.63	-

3.2 실험 방법

그림 1과 같이 밀판에 실험체를 설치하고, 측면을 밀실하게 하기 위해 실리콘으로 코팅을 하여 물이 옆면으로 스며들지 않게 보호하여 밀판에 고정 시킨 다음 투수실험기를 사용하여 수압에 따른 침투깊이 및 침투량을 측정하였다.<sup>4)</sup>

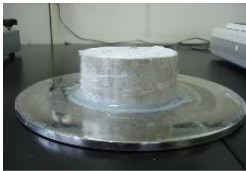


그림1. 실험체 설치과정 및 투수실험기



그림2. 침투량 및 침투깊이 측정

3. 결과 및 고찰

3.1 침투 깊이 및 침투량 측정 결과

그림 2와 같이 수압에 따른 침투깊이 및 침투량을 가압 종료 후 콘크리트 표면에 수분을 제거하고 무게를 측정하고 UTM을 사용하여 활렬하여 평균 침투깊이를 측정하였다. 그림 3은 수압별 침투 깊이를 나타내고, 그림 4는 수압에 따른 침투 형상을 나타낸다.



(a) 3kgf/cm<sup>2</sup>으로 가압 (b) 모관침투(0kgf/cm<sup>2</sup>)

그림4. 수압별 침투형상

그림3. 침투깊이 측정과정

표 2는 수압에 따른 가압시간별 침투깊이와 침투량을 나타낸 표이다.

표2. 침투깊이 및 침투량

수압 (kgf/cm <sup>2</sup> )	가압시간						비고
	24시간		48시간		96시간		
	침투량(g)	침투깊이 (mm)	침투량(g)	침투깊이 (mm)	침투량(g)	침투깊이 (mm)	
모관침투(0)	10	8	11.6	9.5	12	21.2	
3	25	20	33	24	49	43	

3.2 침투깊이 및 침투량 실험 결과분석

3.2.1 수압과 침투깊이 및 침투량의 관계

수압에 따른 침투량 및 침투깊이 실험을 통해 그림4 및 그림5와 같은 결과를 얻었으며 실험을 통하여 얻은 침투깊이를 다르시의 침투류로 해석한 결과 실험값과 일치 하는 것을 알 수 있었다. 수

압에 따른 침투량은 모관 침투에 경우에 거의 증가하지 않았지만, 가압을 할 경우에는 그래프와 같이 시간에 따른 침투량이 많이 증가하는 것을 알 수 있었다.

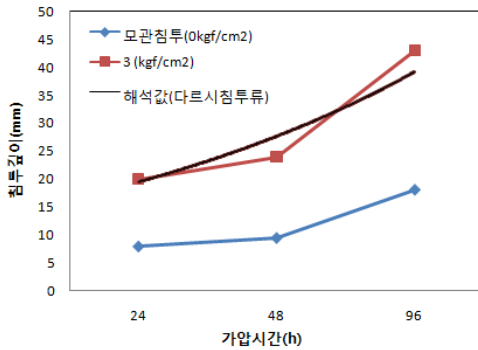


그림 4. 수압에 따른 침투깊이

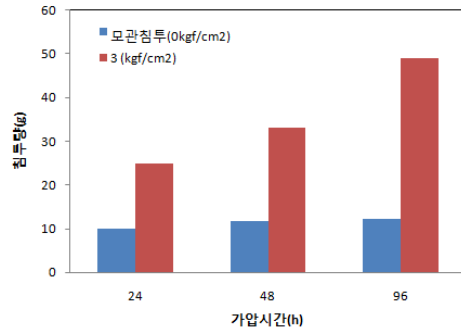


그림 5. 수압에 따른 침투량

#### 4. 결 론

본 연구에서는 가압을 통한 모르타르내 수분 침투 형상을 알아보기 위해 모르타르내 가압 침투실험을 통해서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 모르타르내 수압을 가하여 가압 침투 시킬 경우 침투량이 모관 침투(흡수) 보다 시간에 따라서 크게 증가하는 것을 알 수 있었다.
- 2) 가압을 할 경우 3kgf/cm<sup>2</sup> 이하의 저압에서는 모래층을 흐르는 속도 방정식인(다르시의 침투류) 해석으로 침투깊이를 예측할 수 있었다.
- 3) 가압시간이 증가 할수록 침투량 및 침투깊이가 증가하는 것을 알 수 있었고, 모관침투인 경우 침투깊이는 증가하나 시간에 따른 침투량 증가는 미소한 것을 알 수 있었다. 추후 침투량과 침투 깊이와의 관계에 대해서 연구가 필요하다고 사료된다.

#### 감사의 글

이 논문은 과학기술부 우수연구센터육성사업인 한양대학교 친환경건축센터(R11-2005-056-04003)의 연구비 지원과 건설교통부 건설핵심기술연구개발사업인 콘크리트코리아 연구단(05-CCT-D11) 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. 유조형 외 3인, "수압을 받는 콘크리트로의 수분침투 및 확산에 관한 연구", 대한건축학회 논문집, v.23 n.9(2007-09)
2. 村田二郎 著, "コンクリートの水密性とコンクリート構造物の水密性設計", 技報堂出版, 2002
3. Jiro Murata 외 3인, "Study on Watertightness of Concrete", ACI Journal / March-April 2004
4. 한천구 외 3인, "석산에서 발생하는 슬러지 미립분의 혼입률 변화에 따른 시멘트 모르타르의 강도 및 흡수 특성" 한국콘크리트학회 논문집, v.13 n.6(2001)