

FEM해석을 통한 콘크리트내 수분침투 및 확산 예측

Prediction of Water Penetration and Diffusion in Concrete Through FEM Analysis

유 조 형* 이 한 승**
 Yoo, Jo-Hyeong Lee, Han-Seung

Abstract

A permeability of concrete is a very important factors evaluating durability. So, we are carrying out a lot of relational data bases and experiment regarding a permeability. In order to evaluate a permeability of concrete, we are proceeding study on the water penetration and diffusion in concrete by water pressure. Because a way to evaluate a permeability of concrete has a limit. We will present a good method of evaluating durability of concrete using the water penetration depth of concrete by water pressure. To carry this out, we executed experiment with penetration depth of concrete by water pressure and verified it though FEM analysis.

키 워 드 : FEM 해석, 투수성, 침투깊이, 다르시의 법칙, 확산계수
 Keywords : FEM Analysis, Permeability, Penetration depth, Darcy's law, Diffusion Coefficient

1. 서 론

1.1 연구의 목적

콘크리트의 투수성은 내구성을 평가하는 매우 중요한 자료로서, 투수성을 평가하기 위한 여러 방법들이 제시되고 있으나, 현재까지 콘크리트의 투수성을 평가하는 방법은 콘크리트 투수시험 방법이 보편적으로 실행되어오고 있다. 하지만 콘크리트 투수시험방법은 콘크리트체를 통과하는 물의 흐름을 평가하는 것으로 현재 사용되어 지고 있는 콘크리트를 평가하는데 한계가 있다.

따라서 이를 평가하기 위한 방법으로 콘크리트의 수압을 가하여 콘크리트내로의 물의 침투시켜 침투깊이를 평가하는 방법이 제시되고 있다

본 연구에서는 이 규격에 의해서 실험을 실시해 얻어진 침투계수 및 확산계수를 이용하여 콘크리트의 투수성 및 나아가 콘크리트의 내구성을 평가하는 새로운 방법을 제안하고자 한다.

이를 규명하기 위해서 본 연구자는 콘크리트내 수압을 가하여 침투깊이를 구하여 콘크리트의 침투계수 및 확산계수를 산정하였으며, FEM 해석을 통해서 콘크리트내 수분 침투 및 확산에 따른 침투깊이 예측을 실시하여, 콘크리트의 투수성 및 내구성을 평가하는 기초자료를 제공하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 콘크리트에 수압을 가하여 콘크리트의 수분침투 깊이를 측정하였으며, 실험을 통해 콘크리트의 침투계수 및 확산 계수를 산정하여 콘크리트의 투수성을 평가하였고, 이를 규명하기 위해 FEM 해석을 통해 콘크리트의 침투깊이 예측을 하여 콘크리트의 투수성 검증하였다.

2. 투수성 평가

2.1 수밀성 (투수성 평가)

작용하는 수압의 크기에 의해 콘크리트 내의 물의 흐름 메커니즘이 상이하기 때문에 수압이 0.15MPa 이하인 경우와 이것을 초과한 경우에 대해서 각각 침투계수 및 확산계수를 다음 식 (1)과 식 (2)로 계산할 수 있다.

$$K = \frac{\omega_0}{2Pt} dm^2 \tag{1}$$

- K : 침투계수 (mm/s 또는 $\times 10^{-3}$ m/s)
- P : 시험 수압(MPa)
- t : 시험 시간(s)
- dm : 평균 침투 깊이(mm)
- ω_0 : 물의 단위용적 중량(9.8×10^{-6} N/mm³)

* 한양대학교 건축환경공학과, 박사과정
 ** 한양대학교 건축학부 부교수, 공학박사, 교신저자
 (ercleehs@hanyang.ac.kr)

$$\beta_0^2 = \alpha \frac{dm^2}{4t\xi^2} \quad (2)$$

- β_0^2 : 초기 확산계수 (mm²/s 또는 $\times 10^{-6}$ m²/s)
- t : 시험 시간(s)
- dm : 평균 침투 깊이(mm)
- α : 시험 시간에 관한 보정계수
- ω_0 : 시험 수압에 관한 계수

3. 해석

3.1 해석 모델링 및 해석

FSI 모듈을 이용하여 해석을 실시하기 위해서는 그림 1과 같이 콘크리트 모델과 유체 모델 두 개로 나누어 2차원으로 모델링을 하여 해석을 실시하였다.

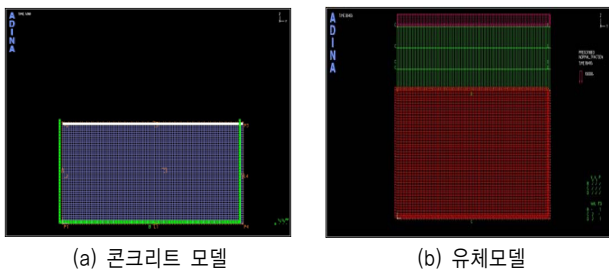


그림 1 해석 모델링

그림 2와 3은 수압에 따른 콘크리트의 투수시험 결과와 FSI 모듈을 이용한 해석결과를 비교한 그래프이다.

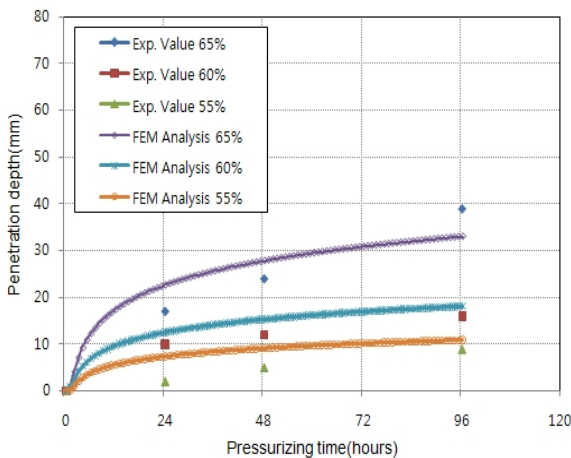


그림 2. 실험값과 FEM 해석값의 비교(수압 1.0MPa)

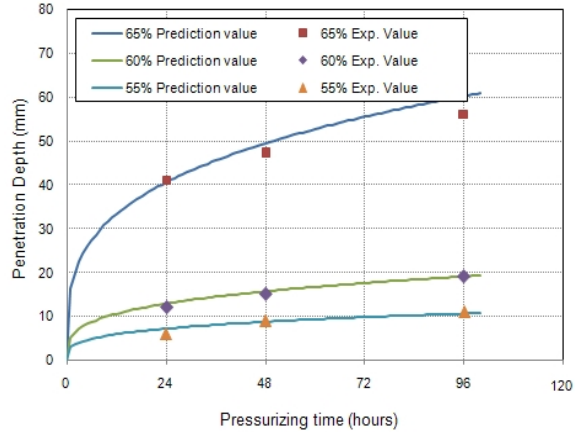


그림 3. 실험값과 FEM 해석값의 비교(수압 1.5MPa)

4. 결론

본 연구에서는 콘크리트를 대상으로 수압에 따른 침투깊이 실험을 실시하여 침투깊이를 측정하고, 이를 근거로 확산계수를 산정하였고, 이를 이용하여 FEM 해석을 통한 검증은 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 콘크리트내 수압을 가하여 침투깊이 실험을 실시한 결과 FEM 해석을 실시해 예측한 결과가 같은 경향으로 나타나는 것을 알 수 있었다.
- 2) 실험을 통해 알 수 없었던 고압에서의 침투깊이 및 가압시간에 대한 여러 가지 변수 해석을 통해 콘크리트의 투수성을 평가할 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 교육과학기술부 우수연구센터육성사업인 한양대학교 친환경건축 연구센터(R11-2005-056-04003)의 지원과 국토해양부 건설핵심기술연구개발사업인 콘크리트 코리아 연구단(05-CCT-D11)의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. 유조형, 수압을 받는 콘크리트로의 수분침투 및 확산에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제23권 제9호, pp.143~150, 2007.9
2. 村田二郎, 콘크리트의 수밀성과 콘크리트 구조물의 수밀성 설계, 技報堂出版, 2002
3. ADINA CFD & FSI, Automatic Dynamic Incremental Nonlinear Analysis (Theory and Modeling Guide), Vol.3, 2008