

## 삼축압축을 받는 콘크리트의 통계적 분석을 통한 팽창각 변화 분석

Statistical analysis of dilation angle variation in concrete under triaxial compression

○박 상 현\*  
Park, Sang-Hyun

석 승 욱\*\*  
Seok, Seungwook

배 백 일\*\*\*  
Bae, Baek-Il

최 창 식\*\*\*\*  
Choi, Chang-Sik

키워드 : 유한요소해석, 팽창각, 통계 분석

Keywords : Finite element analysis, Dilation angle, Statistical analysis

최근 콘크리트에 대한 유한요소해석이 빈번하게 이루어지고 있다. 유한요소해석은 탄성 범위의 경우 식 (1)과 같이 후크의 법칙에 의해 수행되며 소성 범위의 경우 소성론에 의거한 식 (2)와 같은 소성유동(Plastic Flow) 가정을 통해 해석이 진행된다.

$$\sigma = E\epsilon \quad (1)$$

$$d\epsilon_p = d\lambda \frac{\partial g_p}{\partial \sigma} \quad (2)$$

$g_p$ 는 포텐셜함수(Potential Function)이며 식 (3)으로 표현된다. 이에 대한 기울기는 팽창각(Dilation angle)으로 정의되는데, 변하지 않는 일정한 각도( $\psi$ )로 사용되고 있다. 팽창각은 물체가 하중을 받아 체적의 변화가 생길 때 이에 대한 체적 팽창의 크기를 나타내는 값이며 삼축압축실험을 통해 변화하는 팽창각의 값을 도출할 수 있다. 현재의 유한요소해석은 이러한 변화하는 팽창각에 대한 반영이 되고 있지 않다고 판단하였고 이에 본 연구에서는 실제 삼축압축실험 데이터를 통해 도출된 팽창각의 경향을 분석하여 새로운 팽창각 도출 제안식을 제시하였다.

$$g_p = (\bar{\sigma}_v, \bar{\rho}) = \sqrt{(\epsilon_f \tan \psi)^2 + \frac{3}{2} \bar{\rho}^2} + \bar{\sigma}_v \tan \psi \quad (3)$$

Yu(2012)에 따라 팽창각의 그래프 계형은 로그함수에 가깝게 표현된다. 본 연구에서는 팽창각의 제안식을 로그함수  $y = A \ln(x) + B$  형태로 표현하였다. 팽창각의 함수는

\* 한양대 건축공학부, 석사과정

\*\* 가천대 건축공학부, 조교수

\*\*\* 한양사이버대 디지털건축도시공학과, 교수, 공학박사

\*\*\*\* 한양대 건축공학부, 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Hanyang University, ccs5530@hanyang.ac.kr)

이 연구는 2024년도 정부 (과학기술정보통신부) 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. (과제번호 : NRF-2022R1A2C3008940, RS-2023-00207763)

압축강도 대비 구속압의 크기가 변수로 작용되기 때문에 그림 1.과 그림 2.  $f_t/f_c$ 에 따라 A, B가 도출된다.

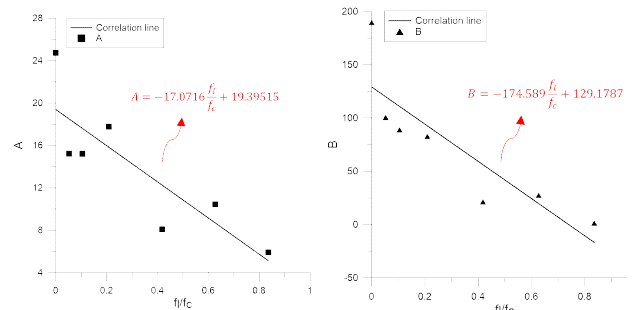


그림 1. 통계적 분석을 통한 A, B 도출

도출된 A, B에 따라 팽창각의 제안식은 식 (4)와 같이 표현되며 팽창각의 변화는 그림 2.을 통해 알 수 있다.

$$\psi = \left( -17.07 \frac{f_t}{f_c} + 19.40 \right) \ln(\epsilon_c) + \left( -174.59 \frac{f_t}{f_c} + 129.18 \right) \quad (4)$$

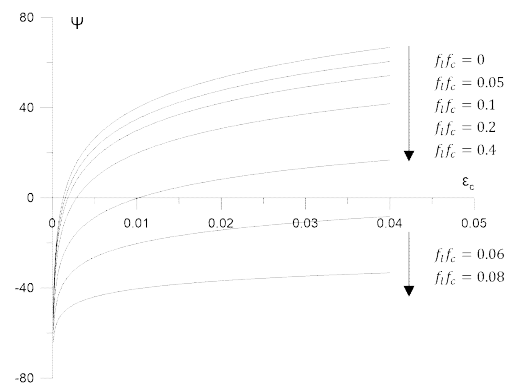


그림 2. 구속압 변화에 따른 팽창각 변화

### 참고문헌

1. Yu, T. T. J. G., et al. "Finite element modeling of confined concrete-I: Drucker-Prager type plasticity model." Engineering structures 32.3 (2010): 665-679.