

## 동결융해 작용을 받는 콘크리트의 내구성능 평가에 관한 연구

### Study on Evaluation of Concrete Durability Subjected to Freeze-Thaw Cycles

○할 리 오 나\*      허 인 옥\*\*      이 윤 정\*\*\*      이 상 훈\*\*\*      김 강 수\*\*\*\*  
Darkhanbat, Khaliunaa      Heo, Inwook      Lee, Yoon Jung      Lee, Sang-Hoon      Kim, Kang Su

키워드 : 콘크리트, 동결융해, 내구성능, 상대동탄성계수

Keywords : Concrete, Freeze-thaw, Durability, Relative Dynamic Modulus of Elasticity (RDME)

동결융해 작용은 콘크리트 구조물의 내구성능에 큰 영향을 주는 원인이며, 표면 열화, 균열, 철근 부식 등의 구조 성능 저하를 유발함으로써 구조물의 수명을 단축시킬 수 있다. 동결융해 작용을 받는 콘크리트의 내구성능을 파악하기 위해서는 동결융해 시험을 통한 콘크리트의 상대동탄성계수(Relative dynamic modulus of elasticity)의 평가가 필수적이며, 이러한 과정은 많은 비용과 시간을 필요로 하는 문제점이 있다. 동결융해 작용을 받는 콘크리트의 상대동탄성계수를 추정함으로써 이러한 문제를 극복할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 즉, 이 연구에서는 기존 연구를 토대로 다양한 콘크리트 배합에 대한 동결융해 실험 데이터베이스를 구축하였으며, 이를 기반으로 회귀분석을 통해 동결융해 작용을 받는 콘크리트의 내구성능 산정식을 제안하였다.

기존의 콘크리트 동결융해 관련 실험연구를 토대로 총 196개의 콘크리트의 동결융해 내구성능 데이터베이스를 구축하였다. 또한, 콘크리트의 동결융해 내구성능에 영향을 미치는 변수들에 대한 중요도 분석을 수행하였으며, 분석결과를 기반으로 산정식의 변수는 공기량, 잔골재율, 콘크리트의 압축강도, 물/시멘트비 및 동결융해 사이클 수로 결정하였다. 상대동탄성계수 산정식은 회귀분석을 통해 다양한 변수를 고려하여 다음과 같이 도출하였다.

$$RDME = \frac{A \times \beta^{0.2} \times f_c^{0.3}}{0.15 \times \alpha \times N^{0.2}} \quad (1)$$

\* 서울시립대학교, 건축학부, 박사후연구원

\*\* 서울시립대학교, 도시방재안전연구소, 박사후연구원

\*\*\* 서울시립대학교, 건축공학과 스마트시티융합전공, 박사과정

\*\*\*\* 서울시립대학교, 건축공학과 스마트시티융합전공, 교수, 교신저자

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering and Smart City Interdisciplinary Major Program, University of Seoul, kangkim@uos.ac.kr)

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2023-00220019).

여기서,  $A$ 는 공기량,  $\beta$ 는 잔골재율,  $f_c$ 는 압축강도,  $\alpha$ 는 물/시멘트비 및  $N$ 은 동결융해 사이클 수를 의미한다. 그림 1 및 표 1은 상대동탄성계수 산정식을 통하여 도출된 값과 실제 실험결과를 비교한 것이며, 동결융해 반복 작용을 받는 콘크리트의 내구성능 산정식의 결정계수( $R^2$ )와 평균 오차율은 각각 0.72와 11.8%로 나타났다.

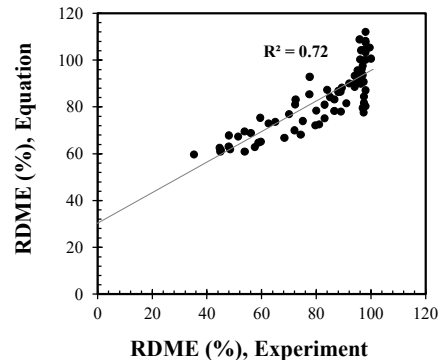


그림1. 상대동탄성계수 산정식의 결정계수

표 1. 상대동탄성계수 산정식의 오차율

| No.  | Relative dynamic modulus of elasticity, % (Equation) | Relative dynamic modulus of elasticity, % (Experiment) | Error (%) |
|------|--|--|-----------|
|      | RDME   | RDME   |           |
| 1    | 100.1  | 98.0   | 2.2       |
| 2    | 70.0   | 72.0   | 2.8       |
| 3    | 99.7   | 97.0   | 2.8       |
| 4    | 94.2   | 96.0   | 1.9       |
| 5    | 92.0   | 95.0   | 3.2       |
| 6    | 90.1   | 92.0   | 2.1       |
| 7    | 95.6   | 95.1   | 0.5       |
| 8    | 83.2   | 86.6   | 3.9       |
| 9    | 66.8   | 68.3   | 2.2       |
| 10   | 89.9   | 96.2   | 6.5       |
| AVG. |  |  | 11.8      |