

# AI 기반 콘크리트 마감 자동화 시스템용 응결추정계의 영향인자 분석

## Analysis of Influence Factors of Setting Time Estimation System for AI-Based Concrete Finishing Automation System

한수환<sup>1\*</sup> · 후원야오<sup>2</sup> · 김수호<sup>2</sup> · 임군수<sup>3</sup> · 김종<sup>4</sup> · 한민철<sup>5</sup>

Han, Soo-Hwan<sup>1\*</sup> · Hu, Yun-Yao<sup>2</sup> · Lim, Gun-Su<sup>3</sup> · Kim, Jong<sup>4</sup> · Han, Min-Cheol<sup>5</sup>

**Abstract** : As part of the study on the development of the setting time estimation system, this study attempted to confirm the change in hardness values for each influencing factor variable and secure its reliability. According to the research results of this paper, the hardness value of the setting time estimation system tended to gradually decrease in the case of the hardness value of the closing time by curing temperature, and the hardness value increased in the concrete state compared to mortar. Therefore, further research on influencing factors will be conducted in consideration of material and statistical factors in the future.

**키워드** : 인공지능, 응결추정계, 영향인자, 자동화 시스템

**Keywords** : artificial insemination, setting time estimator, influencing factor, automated system

### 1. 서론

콘크리트의 표면마감 작업은 평활도를 요하는 슬래브와 같은 구조물에 수밀성 향상, 건조수축 방지 등의 목적으로 대부분의 현장에서 일반적으로 실시되고 있다. 이때, 콘크리트의 표면마감 작업의 시작 및 종료 시기는 응결시간과 밀접한 관련이 있다. 현재 실 구조체에 응결시간 측정이 가능한 방법으로는 Penetrometer 또는 전자기적 초음파를 활용한 측정방법등이 있는데, Penetrometer의 경우 초결시기까지만 측정이 가능하고, 초음파를 활용한 응결시간측정의 경우 장비의 사용속련도 및 고가의 비용이 요구되기 때문에 건설현장에서 범용적으로 사용하기에 곤란하다. 이에 선행연구를 통해 고무경도계를 기반으로 한 응결추정계(D type)를 AI 기반 콘크리트 슬래브 마감 자동화 시스템의 운용시기를 결정할 수 있도록 활용하고자 한다.

따라서 본 연구에서는 응결추정계를 AI 기반 콘크리트 슬래브 마감 자동화 시스템 개발 연구의 일환으로 마감 자동화 시스템에 적용하기 이전에 영향인자 변수별로 경도치 변화를 확인하여 응결추정계의 신뢰성을 확보하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 본 연구에서는 양생온도와 모르타르와 콘크리트의 영향인자 변수를 확인하고자 계획하였다. 측정사항으로는 KS F 2436에 의거한 모르타르 관입저항 시험기로 관입저항치를 측정하고, 동일한 시료 및 동일한 용기에 응결추정계를 측정하여 모르타르 관입저항치와 응결추정계의 관계를 확인하고, 추가적으로 모르타르와 콘크리트의 경도 차이 또한 확인하고자 한다.

표 1. 실험 및 분석계획

배합사항	W/C(%)	1	40
실험변수	양생온도(°C)	3	5, 20, 35
	5 mm 체가름 여부1)	2	실시, 미실시
측정사항	응결시간	2	모르타르 관입저항치, 응결추정계 경도치

1) 잔골재 최대치수의 5 mm 체가름 실시 및 미실시를 통해 모르타르 및 콘크리트로 구분(실시 : 모르타르 / 미실시 : 콘크리트)

1) 청주대학교 산학협력단, 연구원, 공학석사, 교신저자 (shhan@cju.ac.kr)

2) 청주대학교 건축공학과, 석사과정

3) 청주대학교 건축공학과, 박사과정

4) 청주대학교 건축공학과, 조교수, 공학박사

5) 청주대학교 건축공학과, 교수, 공학박사

### 3. 실험결과 및 분석

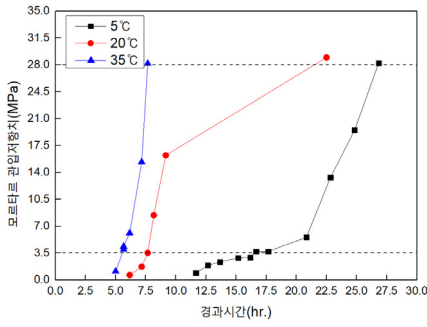


그림 1. 경과시간에 따른 관입저항치

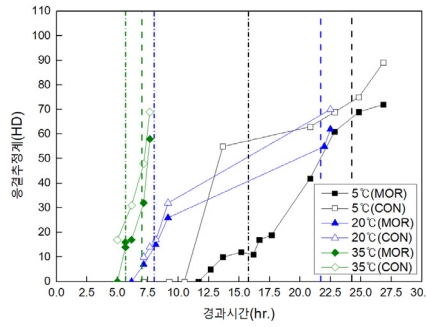


그림 2. 경과시간에 따른 경도치

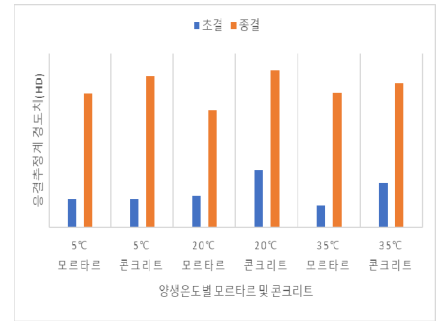


그림 3. 응결추정계 초결 및 종결 경도치

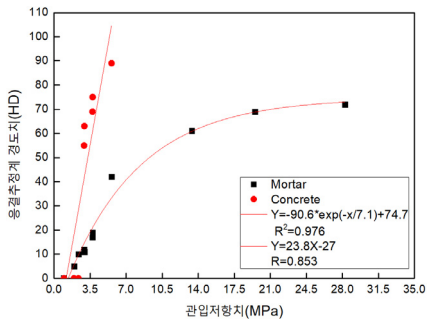


그림 4. 양생온도 5°C에 따른 관입저항치 및 경도치간 상관관계

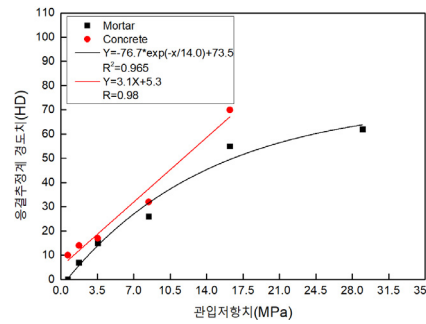


그림 5. 양생온도 20°C에 따른 관입저항치 및 경도치간 상관관계

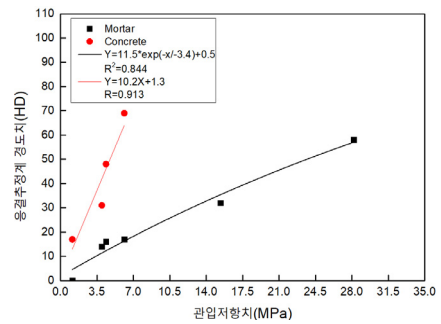


그림 6. 양생온도 35°C에 따른 관입저항치 및 경도치간 상관관계

그림 1 및 2는 양생온도별 경과시간에 따른 관입 저항치와 응결추정계 경도치를 나타낸 것이다. 관입 저항치의 경우 체가름된 모르타르 상태에서만 측정이 가능하기 때문에 모르타르 시료의 관입저항치를 나타낸 것이다. 양생온도별로 5°C의 경우 35°C에 비해 17시간 전후로 종결시간이 지연되었는데, 양생온도별로 응결시간 지연의 차이가 있을 뿐 관입저항치의 차이를 보이지는 않는 것으로 확인되었다. 응결추정계 경도치의 경우 전반적으로 양생온도에 따라 미세한 경도치 차이를 보였지만, 반면에 모르타르 상태 경도치와 콘크리트 상태 경도치는 최대 10~15 HD 전후로 큰 차이를 보였다.

그림 3은 응결추정계로 측정된 양생온도별 모르타르와 콘크리트의 초결 및 종결 경도치를 나타낸 것이다. 상기에서 언급한 바와 같이 양생온도에 따라 미세한 경도치의 차이를 보였는데, 이는 응결추정계의 특성상 표면의 상태와 경화 정도는 경도치에 큰 영향을 미치기 때문에 양생온도에 의한 영향이 아닌, 측정면의 상태에 따라 경도치의 차이가 나타난 것으로 판단된다. 또한, 추후 연구를 통해 측정면의 상태에 따라 경도치의 영향을 조사하고자 한다.

그림 4-6은 양생온도별 관입 저항치 및 경도치간 상관관계를 나타낸 것이다. 양생온도별로 관입 저항치와 응결추정계 경도치를 비교하였을 때 모르타르 경도치와 관입 저항치간 회귀곡선의 기울기 보다 콘크리트와 관입저항치간 회귀곡선의 기울기가 가파른 것으로 분석되었다. 또한 콘크리트 상태의 경우 모르타르 상태와 달리 관입저항치와 직선형태의 관계를 나타낸 것으로 분석되었다.

### 4. 결론

본 연구는 AI 기반 콘크리트 슬래브 마감 자동화 시스템용 응결추정계 개발 연구의 일환으로, 영향인자 변수별로 경도치의 변화를 확인하고 이의 신뢰성을 확보하고자 하였다. 본 논문의 연구결과로 응결추정계 경도치는 양생온도별로 종결시간 경도치의 경우 점진적으로 경도치가 감소하는 경향을 보였으며, 모르타르에 비해 콘크리트 상태에서 경도치가 증가하는 경향을 보였다. 이에 추후 재료적, 통계적 요인등을 고려하여 영향인자에 대한 추가적인 연구를 진행하고자 한다.

### 감사의 글

본 논문은 2202년 산업통상 자원부 산업기술혁신사업(과제번호: 20014786)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.