

# AI 기반 콘크리트 마감 자동화 시스템용 응결추정계의 Mock-up Test

## Mock-up Test of Setting Estimation System For AI-based Concrete Finishing Automation System

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

Han, Soo-Hwan<sup>1\*</sup> · Lim, Gun-Su<sup>2</sup> · Han, Jun-Hui<sup>2</sup> · Kim, Jong<sup>3</sup> · Han, Min-Cheol<sup>4</sup> · Han, Cheon-Goo<sup>5</sup>

**Abstract** : This study is conducted to identify improvements in the setting time estimation system through the Mock-up test of the finishing automation system and the setting estimation system. As a result of the study, it is necessary to adjust the spring strength of the setting time estimator and the diameter and length of the estimation needle so that the value of the hardness can be measured from 15HD to around 40HD.

**키워드** : AI기반 콘크리트 마감 자동화 시스템, 인공지능, 응결추정계, 세티메타

**Keywords** : AI-based concrete finishing automation system, artificial insemination, setting time estimator, settimeter

### 1. 서론

콘크리트의 표면마감 작업은 수밀성 향상, 침하 및 수축균열 방지 등의 목적으로 실시하고 있지만, 현재 표면마감 작업시기 결정기준과 측정방법이 미비하여 기능공의 감으로 작업되고 있다. 한편, 건축공사 현장에서는 노동집약적 산업 기피현상과 인건비 상승으로 숙련된 작업공 부족 및 공사비용 증가 등의 문제가 발생하고 있다. 상기와 같은 문제 해결책으로써 인공지능과 사물인터넷을 접목하여 스스로 콘크리트 표면마감 작업이 가능하고, 정확한 표면마감 작업시기를 결정할 수 있는 시스템의 중요성이 부각되고 있다.

따라서 본 연구는 AI 기반 콘크리트 슬래브 마감 자동화 시스템 개발(이하 마감 자동화 시스템) 연구의 일환으로, 콘크리트 표면마감 작업 개시 및 종료 시기 결정과 운용시간 등을 산정하기 위해 실제 건설현장에서 사용하는 레미콘 규격으로 Mock-up test를 진행하여 본 연구진에 의해 개발된 응결추정계의 문제점 및 개선사항을 도출하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 측정사항 중 모르타르 관입저항치는 KS F 2436에 의거하여 체가름된 모르타르를 측정하였고, 응결추정계 및 Settimer는 콘크리트 사진 1과 같은 Mock-up 시험체 표면의 경도치를 측정하는 것으로 계획하였다. Settimer는 선행 연구[1]를 통해 표면마감 작업시기를 경도치에 따라 제안한 바가 있어 개발중인 응결추정계 경도치와 비교하는 것으로 계획하였다. 응결추정계는 사진 2와 같이 선행연구결과에 따라 무선 블루투스 송수신이 가능한 P사의 고무경도계를 기반으로 제작되었으며, 기존의 추정침을 지름 1.5 mm 추정침으로 교체하여 사용하였다.

표 1. 실험 및 분석계획

레미콘 규격		1	25-30-180
측정사항	응결시간	3	모르타르 관입저항치
			Settimer 경도치
			응결추정계 경도치

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

2) 청주대학교 건축공학과, 박사과정

3) 청주대학교 건축공학과, 조교수, 공학박사

4) 청주대학교 건축공학과, 교수, 공학박사

5) 청주대학교 건축공학과, 명예 석좌교수, 공학박사

### 3. 실험결과 및 분석



그림 1. Mock-up test 부재 사진



그림 2. 응결추정계 사진



그림 3. 마감 자동화 시스템의 구동모습

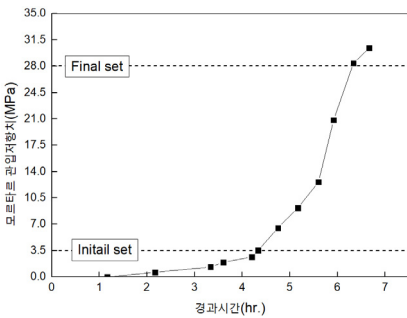


그림 4. 경과시간에 따른 관입저항치

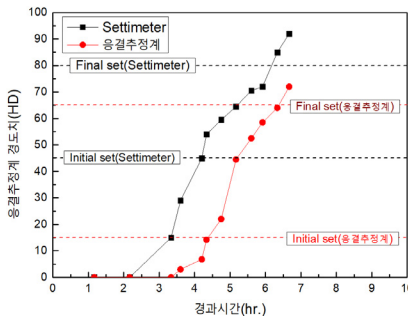


그림 5. 경과시간에 따른 Settimeter 정도치

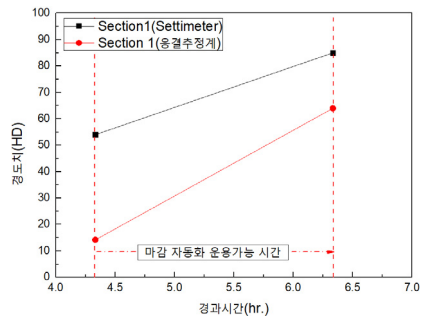


그림 6. 측정개소별 응결추정계 및 Settimeter의 작업 개시 및 종료시기 정도치

그림 4은 경과시간에 따른 관입저항치를 나타낸 것이며, 그림 5는 경과시간에 따른 Settimeter 정도치와 응결추정계 정도치를 나타낸 것이다. 응결추정계 정도치는 Settimeter에 비해 초결 및 종결 정도치 모두 20~30 HD정도 낮게 나타났는데, 이는 Settimeter와 응결추정계간 스프링 강성차이에 기인한 것으로 판단된다. Settimeter 정도치의 경우 표면 모르타르 층 하부에 존재하는 굵은골재 영향으로 초결은 55 HD 전후, 종결은 90 HD 전후로 선행 연구결과보다 10 HD 전후로 높게 측정되었다.

그림 6은 Settimeter와 응결추정계의 사진 2와 같은 마감 자동화 시스템의 작업 개시 및 종료시기 정도치와 작업 가능시간을 나타낸 것이다. 응결추정계의 경우 작업개시 정도치는 15 HD 전후이며, Settimeter의 경우는 55 HD이며 종결시기 까지 약 2시간 전후로 마감 자동화 시스템의 작업이 가능하였다. 응결추정계의 정도치는 Settimeter에 비해 초결전 정도치 범위가 0~15 HD로 좁았는데, 콘크리트의 표면마감 작업은 초결 이전에 블리딩수 제거, 재진동 마감과 같은 공정도 포함되어 있기 때문에 응결추정계의 초결 전 범위를 개선할 필요가 있는 것으로 판단된다.

### 4. 결론

본 연구는 마감 자동화 시스템용 응결추정계의 Mock-up test를 통해 개선점을 도출하고자 연구를 진행하였다. 응결추정계의 경우 정확한 표면마감 작업 공정관리를 위해 초결전 정도치 범위를 증가시킬 수 있도록 응결추정계의 스프링 강도와 추정침의 지름 및 길이를 조정할 필요가 있을 것으로 판단된다.

### 감사의 글

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

### 참고문헌

1. 한수환, 김종, 한민철, 한천구. 응결시간 추정기에 의한 콘크리트 표면마감시간 관리의 가능성 분석. 대한건축학회논문집, 2022. 제38권 3호 p. 241-247.