

고주파 수분 센서를 이용한 시멘트 모르타르의 단위수량 측정에 관한 기초적 연구

An Fundamental Study on the Measurement of Cement Mortar Unit-Water Content Using High Frequency Moisture Sensor

조 양 제* **김 민 서**** **윤 종 완***** **박 태 준****** **이 한 승*******
 Cho, Yang-Je Kim, Min-Seo Yoon, Jong-Wan Park, Tae-Joon Lee, Han-Seung

Abstract

The unit-water content of concrete is one of the important factors in determining the quality of concrete and is directly related to the durability of the construction structure, and the current method of measuring the unit-water content of concrete is applied by the Air Meta Act and the Electrostatic Capacity Act. However, there are complex and time-consuming problems with measurement methods. Therefore, high frequency moisture sensor was used for quick and high measurement, and unit-water content of mortar was evaluated through machine running and deep running based on measurement big data.

키 워 드 : 내구성, 단위수량, 고주파 수분 센서
 Keywords : durability, unit-water content, high frequency moisture sensor

1. 서 론

콘크리트의 단위수량은 콘크리트의 품질을 결정하는 중요한 인자 중 하나로서 건설 구조물의 내구성과 직결되며, 현재는 콘크리트 단위수량 측정방법으로 에어메타 법, 정전용량 법 등이 적용되고 있다. 그러나, 측정방법의 복잡성과 시간이 많이 소요되는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 신속하고 정도높은 측정을 위해 고주파 수분 센서를 사용하고, 측정 빅데이터를 기반으로 머신 러닝과 딥러닝을 통하여 모르타르의 단위수량 평가를 실시하였다.

2. 실험 개요

표 1은 고주파 수분 센서를 통해 측정 된 W/C별 배합표 및 측정 데이터이다. 본 연구에서 사용된 단위수량 측정 센서는 고주파 수분 센서이며 측정항목은 TDS, Epsilon, Salinity, VWC, EC, Temp로 6개이다. 모르타르는 KS L ISO 679의 규정에 따라 제조했으며, 배합 직후부터 모르타르를 센서를 통해 1초의 간격으로 10분간 측정했으며, 동일 방법으로 5회 수행하였다.

표 1. W/C별 배합표 및 센서 측정 데이터

W/C (%)	C (Kg)	S (Kg)	W (Kg)	Temp	EC	VWC	TDS	Salinity	Epsilon
40	534.38	1603.16	213.75	24.45	2345.45	66.72	1172.47	1289.78	61.76
43	525.95	1577.86	226.16	23.93	2442.55	68.85	1221.02	1343.13	63.73
46	517.78	1553.35	238.18	23.26	2541.04	68.39	1270.21	1397.37	63.31
49	509.86	1529.59	249.83	22.82	2633.53	71.07	1316.48	1448.12	65.55
52	502.18	1506.55	261.14	23.26	2705.16	75.37	1352.25	1487.61	68.67
56	492.29	1476.88	275.68	22.88	2803.82	76.39	1401.64	1541.89	69.41

* 한양대학교 스마트시티공학과 석사과정
 ** 한양대학교 메카트로닉스공학과 석사과정
 *** 한양대학교 ERICA 산학협력중점 교수
 **** 한양대학교 ERICA 로봇공학과 교수
 ***** 한양대학교 ERICA 건축학부 교수, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

3. 결과 및 분석

표 2, 3은 고주파 수분 센서를 통해 측정된 W/C별 측정항목의 평균값을 오차에 따라 W/C별 Machine Learning, Deep Learning 분석 정확도를 나타낸 것이며, 그림 1, 2, 3은 Machine Learning과 Deep Learning 기반 분석 그래프, Deep learning 정확도 그래프를 나타내었다. 고주파 수분 센서를 통해 W/C별 약 2200개, 총 13659개의 데이터를 수집하였다. 인공지능을 통한 데이터 분석의 경우 Machine Learning 기반 데이터 분석은 6개씩 평균한 데이터를 사용하였으며 오차의 범위가 줄어들에 따라 정확도가 99.95%에서 64.64%로 나타났으며, 이는 W/C가 높아질수록 분산이 높아지는 문제가 발생하였기 때문이라고 판단된다. Deep Learning 기반 분석 데이터는 Machine Learning 기반 데이터 분석보다 더 낮은 분산과 낮은 오차 영역에서 높은 정확도를 보였으나 다양한 영역의 데이터에서의 추가적인 실험이 필요하다고 사료된다.

표 2. 오차에 따른 W/C별 Machine Learning 분석 정확도

W/C Error	40 %	43 %	46 %	49 %	52 %	56 %	Mean
± 1%	76.39	69.36	81.16	57.72	63.04	40.2	64.64
± 2%	95.22	95.59	97.24	94.17	88.63	80.15	91.85
± 3%	98.73	99.75	100	97.67	93.46	93.46	98.18
± 4%	100	100	100	100	99.48	99.49	99.83
± 5%	100	100	100	100	99.74	100	99.95

표 3. 오차에 따른 W/C별 Deep Learning 분석 정확도

W/C Error	40 %	43 %	46 %	49 %	52 %	56 %	Mean
± 1%	87.43	87.01	84.54	85.06	68.99	72.36	80.9
± 2%	93.46	95.58	96.86	96.46	83.72	90.95	92.8
± 3%	97.73	99.01	99.75	98.98	92.50	98.73	97.79
± 4%	100	100	100	100	100	99.91	99.91
± 5%	100	100	100	100	100	100	100

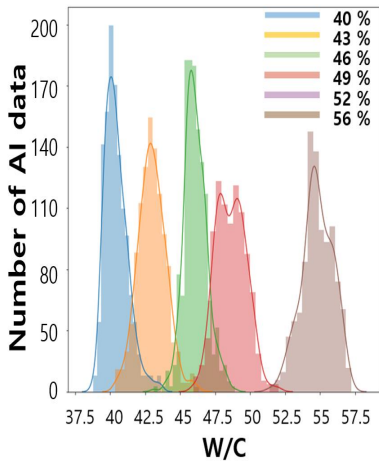


그림 1. Machine Learning 분석 그래프

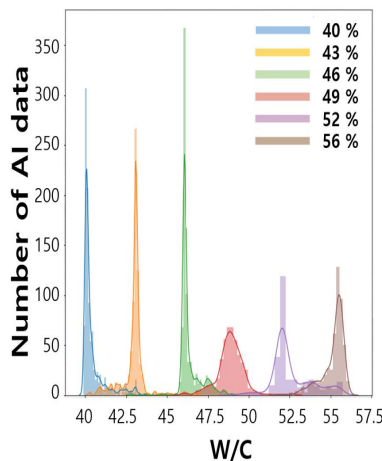


그림 2. Deep Learning 분석 그래프

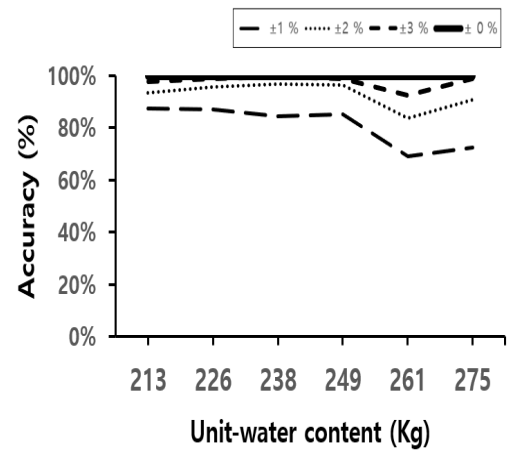


그림 3. Deep Learning 분석 정확도 그래프

4. 결론

고주파 수분 센서를 통해 모르타르의 단위수량 평가에 관한 기초적 연구를 실시하였다. Machine Learning과 Deep Learning 기반 분석 데이터의 경우 ±3% 이상의 오차 범위를 가질 때 모르타르의 단위수량 정확히 평가 할 수 있었다. Deep Learning 기반 데이터 분석의 경우 Machine Learning에 대비해 성능이 높지만 오차의 범위가 낮아짐에 따른 정확도를 높이기 위하여 다양한 모델링을 적용하며 추가적인 데이터 수집과 연구가 필요하다고 사료된다.

Acknowledgement

이 연구는 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업이다. (No.2015R1A5A1037548)

참 고 문 헌

1. 김복규 외 5인, 마이크로 웨이브 센서를 활용한 콘크리트 단위수량 추정에 관한 실험적 연구, 한국콘크리트학회, 제30권 제2호, pp.545~546, 2018.11