

메틸셀룰로오스(MC)계 증점제 혼입에 따른 3D 프린팅 콘크리트용 시멘트계 모르타르의 특성 변화에 대한 기초적 연구

A basic study of Properties of Cement Mortar for 3D Printing Concrete Using Methyl Cellulose Thickener

김 한 솔* 장 종 민** 이 한 승***
 Kim, Han-Sol Jang, Jong-Min Lee, Han-Seung

Abstract

Integrating 3D printing into architecture is gaining attention because it allows construction of construction structures without formwork. Among them, 3D printing construction materials must have high flow performance and at the same time ensure the performance that does not collapse during lamination. Therefore, in this study, we tried to determine the fluidity and lamination properties of mortar formulations, and set the thickener incorporation ratio as the formulation parameters. As a result of this experiment, it was confirmed that the lamination performance was secured from the thickening agent mixing rate of 1.5%.

키 워 드 : 3D 프린팅, 증점제, 레올로지
 Keywords : 3D printing, cement thickening agent, rheology

1. 서 론

융합기술이 주목받고 분야와 사이의 경계가 희미해지고 있는 오늘날, 건설분야 또한 새로운 가치창출을 위해에 다른 분야들의 기술을 건설에 접목시키는 시도가 활발히 이루어지고 있다. 특히 건설분야에 현재 빠르게 발전하고 있는 3D프린팅 기술을 적용시키는 연구가 진행되고 있으며 이에 필요한 재료적 연구 또한 광범위하게 진행되고 있다. 3D 프린팅 건설재료의 경우 거푸집 없이 시공하기 때문에, 적층을 하더라도 형상변화가 일어나지 않아야 하며, 관을 통하여 압출하여 타설하기 때문에, 관내에서의 이송이 수월해야 한다. 하지만 적층성 및 유동성을 만족시키기 위해 혼화제를 과다혼입할 경우, 초기 강도 및 부착력 감소, 건조수축 증대 등의 문제가 발생할 우려가 있다. 본 연구에서는 3D 프린팅 복합재료의 최적배합을 도출하기 위하여 증점제 혼입 비율에 따른 3D 프린팅용 시멘트계 복합재의 유동특성과 적층성 변화를 분석해 보고자 한다.

2. 실험방법

본 연구는 모르타르의 증점제 투입량을 변수로 설정하여 각 실험체의 적층특성을 확인하였다. 실험체의 적층특성은 높이변화와 점도로 파악하였다. 실험에 사용된 배합은 표 1과 같다. 실험체의 점도는 Brookfield 사의 레오미터로 확인하였고, 모르타르의 정확한 소성점도 및 항복응력을 측정하기 위해 믹싱 직후 레오미터에 투입하여 레올로지를 측정하였다. 실험체의 적층성능은 각 배합을 15개층으로 3D 프린팅 적층한 뒤, 적층 직후 높이와 모르타르가 경화된 이후의 높이 변화량을 측정하는 방법으로 평가하였다. 그림 1은 모르타르를 일정한 압력으로 출력하기 위해 제작한 펌프의 개요도이다.

표 1. 모르타르 배합표

Specimen	W/B(%)	OPC(g)	FA(g)	SF(g)	Water(g)	Sand(g)	AP (%)	증점제(%)
T0	38	620	170	92	311	1090	0.5	0
T0.5	37	620	170	92	306	1090		0.5
T1.0	37	620	170	92	301	1090		1
T1.5	36	620	170	92	297	1090		1.5
T2.0	35	620	170	92	292	1090		2

* 한양대학교 건축시스템공학과 석사과정
 ** 한양대학교 건축시스템공학과 박사과정
 *** 한양대학교 ERICA 건축학부 교수, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

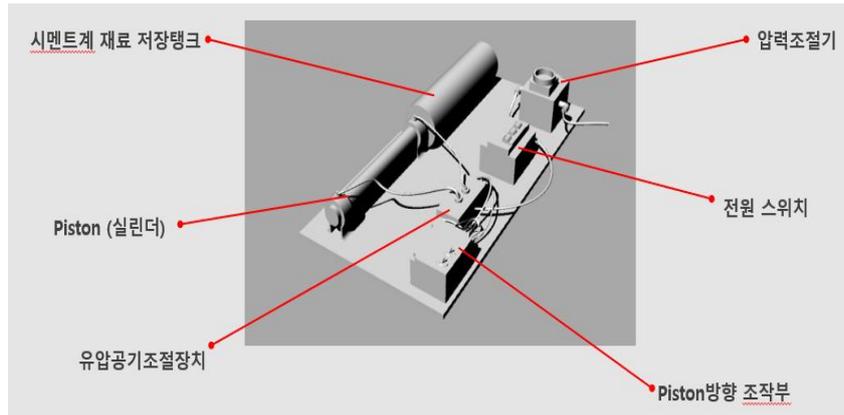


그림 1. 모르타르 압송펌프 모식도

3. 실험결과

그림 2는 실험체 적층 시 높이 변화율을 보여준다. 증점제를 혼입하지 않은 실험체는 경화하기 전에 붕괴하여 증점능력이 확보되지 못하였으며, 증점제를 1.0% 혼입한 실험체는 17%의 높이변화를 보여주었다. 증점제를 1.5, 2.0, 2.5%를 혼입한 실험체들은 높이 변화가 없었다. 그림 3은 증점제 투입 여부에 따른 실험체의 레올로지 결과이다. 증점제를 혼입한 실험체가 혼입하지 않은 실험체보다 항복응력이 커짐을 확인가능하다.

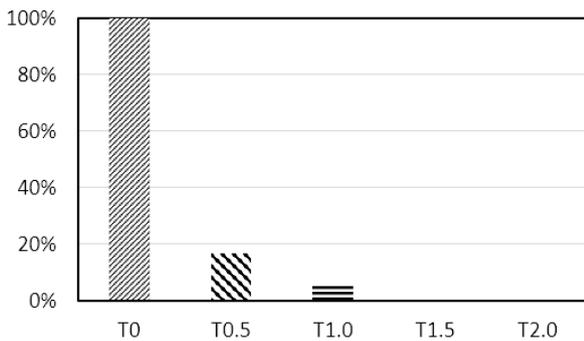


그림 2. 증점제 혼입율별 슬럼프 플로우 및 적층 후 변화율

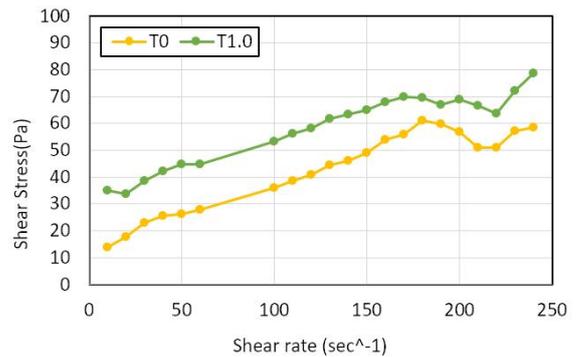


그림 3. 증점제 혼입여부에 따른 레올로지 변화

4. 결 론

본 연구에서는 증점제 혼입비율에 따른 3D 프린팅용 시멘트계 복합재의 특성을 확인하고 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 증점제 혼입 모르타르의 경우 증점제를 혼입하지 않았을 때보다 소성점도 및 항복응력이 증가하였으며, 일정 비율까지는 증점제 혼입 비율이 높을수록 슬럼프 플로우는 증가하고 적층이후 변화율은 감소하였다.
- 2) 증점제 혼입 비율이 높아질수록 모르타르를 압출한 후 실린더 내 슬래그 잔류량이 감소하였다. 이는 증점제 함량이 증가할수록 모르타르 압출시 골재분리가 감소하였기 때문으로 판단된다.

Acknowledgement

이 연구는 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다. (No. 2015R1A5A037548)

참 고 문 헌

1. 박기준, 박정준, 김성욱, 이장화, 이동규, 증점제를 사용한 저분체 고유동 콘크리트의 특성 평가, 한국구조물진단유지관리공학회 학술발표대회 논문집, pp.468~469, 2017
2. 이희준, 김관규, 연정흠, 연구석, 3D 콘크리트 프린팅용 시멘트 복합재료의 굳기 전 성질 시험방법, 한국콘크리트학회 학술대회 논문집, pp.752~754, 2019