

X-선 회절분석을 활용한 전도성 그라우트재의 수화특성

Hydration Characteristics Analysis of Conductive Grout Materials using XRD

임건우¹ · 임창민¹ · 김영민² · 이건철^{3*}

Im, Geon-Woo¹ · Lim, Chang-Min¹ · Kim, Young-Min² · Lee, Gun-Cheol^{3*}

Abstract : In this study, the hydration characteristics of conductive grout materials for each binder were investigated using XRD, and as a result of the experiment, the specimen with UFFA consumed more Ca(OH)₂ than the specimen with other binders, which is judged to have activated the pozzolanic reaction of UFFA, a high powder.

키워드 : 탄소나노튜브, 고분말 플라이애시, X-선 회절분석

Keywords : carbon nanotube, ultra fine fly ash, XRD

1. 서론

구조부재의 자기감지를 위해 시멘트 복합재료로 CNT가 사용되고 있으나, CNT의 응집현상으로 인해 시멘트 복합체의 역학적 성능 저하가 일어나는 것으로 알려져있다. 이에 선행연구에서는 CNT를 다공성 소재에 함침하여 분말형태로 사용함으로써 내부 공극 충전효과 및 강도개선의 효과를 확인하였으며, 궁극적으로 단위 시멘트량 절감을 기대 할 수 있었다[1]. 이러한 결과를 기반으로 본 연구에서는 전도성 저시멘트 그라우트재의 개발에 있어 결합재의 수화특성을 검토하기 위해 콘크리트용 결합재로 일반적으로 사용되는 플라이애시 및 고로슬래그미분말을 다량치환한 그라우트 배합의 수화특성 검토결과에 대하여 보고하고자 한다.

2. 실험계획

본 연구의 배합사항은 표 1과 같으며, B:S의 비율은 질량비로 1:1로 하였다. 결합재는 시멘트 질량의 40% 치환하여 사용하였으며, 사용재료는 일반 플라이애시(FA), 고로슬래그미분말(BFS), 고미분말플라이애시(UFFA)를 사용하였다. 실험사항으로는 X-선 회절 분석과 전자주사현미경(SEM)을 3, 28일 재령에서 측정하였다.

표 1. 전도성 그라우트재 배합사항

Specimen	W/B(%)	Binder(%)				Sand(%)		Ad(%)
		OPC	BFS	FA	UFFA	Silica Sand	S-CNT	
OPC	34	100	-	-	-	100	-	1,2
C-UFFA		100	-	-	-	97	3	
C-BFS		60	40	-	-	97	3	
C-FA		60	-	40	-	97	3	
C-UFFA		60	-	-	40	97	3	

1) 한국교통대학교 대학원 건축공학과 석사과정
 2) 한국교통대학교 대학원 건축공학과 박사과정
 3) 한국교통대학교 건축공학전공 교수, 교신저자(gclee@ut.ac.kr)

3. 실험결과 및 분석

3.1 X-선 회절분석

그림 1은 결합재 종류에 따른 재령 3, 28일 X-선 회절분석 결과이다. 결합재를 혼입한 시험체의 경우 OPC 시험체 대비 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 이 감소하는 경향을 확인하였으며, C-UFFA의 경우 C-FA 보다 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 이 감소하는 것으로 나타났다.

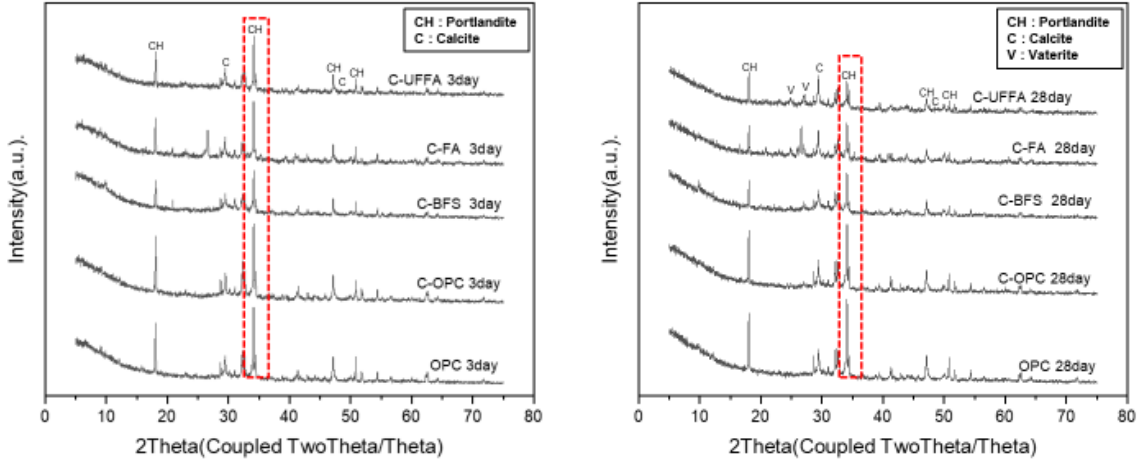


그림 1. 결합재 종류에 따른 X-선 회절분석

3.2 SEM

그림 2는 결합재 종류에 따른 재령 28일 전자주사 현미경 촬영 결과이다. 결합재를 혼입한 시험체의 경우 FA와 BFS를 이용한 시험체 보다 UFFA는 공극을 균질하게 충전시킨 모습을 확인하였으며, 이러한 원인을 UFFA의 높은 분말도를 통해 이루어진 것으로 판단된다.

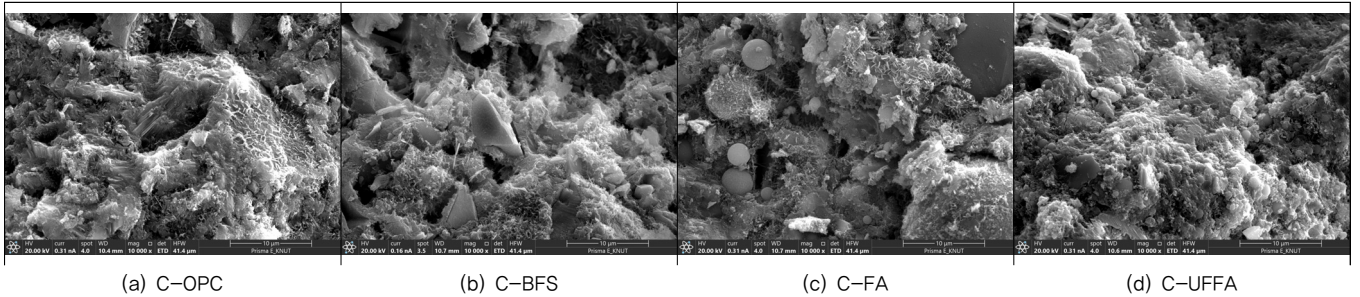


그림 2. 결합재 종류에 따른 전자주사 현미경 촬영

4. 결론

본 연구의 결과 C-UFFA를 혼입한 시험체의 경우 다른 결합재를 혼입한 시험체 보다 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 급격한 소비가 일어난 것으로 확인되었다. 이러한 원인을 고분말 재료인 UFFA 사용에 의해 일반 플라이애시 보다 포졸란 반응이 활성화 된 것으로 판단되며, 추가적인 화학분석이 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2021년 한국연구재단의 기초연구지원사업(과제번호 : 2021R1A4A2001964), 2023년도 한국연구재단의 중견연구사업(과제번호 : 2023R1A2C2006400), 2023년 한국교통대학교(과제번호 : 202301540001)의 연구비 지원에 의해 수행되었음.

참고문헌

1. 김영민, 권현우, 이진철. 다공성 소재에 함침된 CNT를 이용한 보수모르타르의 기초적 특성. 한국건축시공학회 학술발표대회논문집. 2021. 제21권 2호. p. 67-68.