

다량의 산업부산물을 활용한 슬러리게 되메움 재료의 물성 및 현장적용 가능성 평가

Properties and Applicability Evaluation of Control Low Strength Materials Used Industrial by-Products of A Great Quantity

료 호 개*	허 재 원**	김 동 훈***	임 남 기****
Liao, Xiaokai	Her, Jae-Won	Kim, Dong-Hun	Lim, Nam-Gi

Abstract

This study has resulted in the following findings. First, Using more than 30% of GBFS to replace FA enabled bleeding control through improved fluidity. Moreover, it has been confirmed that effective strength and proper quality can be achieved when it was applied as a backfilling material with higher early strength than the base material. Second, When using more than 30% of FNS to replace sand, it was found that adding 0.3~0.35 of the AE agent is effective for bleeding control through improved fluidity. Third, When using more than 30% of both GBFS and FNS in combination, it was found that adding 0.3~0.35 of the AE agent is effective for bleeding control through improved fluidity. Also, it was confirmed that proper mixing of 15~60% of GF secured the effective strength and desired quality as a refiller and joint filler material.

키 워 드 : 슬러리 재료, 플라이애쉬, 고유동성, 재활용, 산업부산물
Keywords : slurry materials, coal ash, high flowable, recycling, industrial by-products

1. 서 론

1.1 연구의 목적

미국콘크리트협회(ACI Committe 229)에서는 CLSM(Control Low Strength Materials, 이하 CLSM)을 재령 28의 압축강도를 8.3MPa 이하로 제어시킨 슬러리게 되메움 재료로 정의하고 있다.¹⁾²⁾CLSM의 주 사용재료는 현시점에서 플라이애쉬(Fly Ash, 이하 FA)가 주로 사용되고 있으나, 고로슬래그미분말(Granulated Blast Furnace Slag, 이하 GBFS) 및 페로니켈슬래그잔골재(Ferronickel Slag for Fine Aggregate, 이하 FNS), FRP폐재 및 유리폐자재(Foam Glass) 등의 각종 산업부산물 및 폐기물은 물론 하수슬러지 등의 도심형 리사이클링 재료에 이르기까지 다양한 형태의 재생자원을 FA 및 모래의 대체 재료로써 충분히 검토해 볼 수 있다.²⁾³⁾본 연구에서는 FA 및 모래의 대체 재료로써 각각 GBFS 및 FNS, 그리고 GBFS와 FNS를 복합적으로 활용한 GF(GBFS+FNS, 이하 GF)의 물성시험을 통해 대체 재료로서의 적용가능성을 검토하고자 한다. 나아가 도로 및 노면하부는 물론 포토홀(Pot Hole) 등의 되메움 및 공동충전재로서의 현장적용 가능성에 대해서도 검토하고자 한다.

2. 실험계획

2.1 실험재료

본 실험에서는 GBFS 및 FNS, GF를 활용한 CLSM의 물성 평가를 위하여 보통포틀랜드시멘트(비표면적 : 3,150cm²/g), FA는 KS L 5405에 규정된 2종(비표면적 : 3,370cm²/g)을 사용하였다. 또한, GBFS는 KS F 2563에 규정된 3종(비표면적 : 3,980cm²/g)을 사용하였고, FNS는 KS F 2502에 규정된 콘크리트용 페로니켈슬래그잔골재(밀도 2.89g/cm³)를 사용하였다. 또한, 모래는 KS L 5100에 규정된 압축강도 시험용인 주문진산 모래를 배합수는 일반 상수도를 사용하였다.

2.2 배합 및 공시체, 양생

본 실험에서는 단위시멘트량(kg/m³) 20, f/a(FA와 잔골재 S의 용적비율 : a는 FA와 S의 합계용적)30%로 고정하고, 목표 플로우

* 동명대학교 건축공학과 박사과정
 ** ING&ENG 대표이사, 공학박사
 *** 동명대학교대학교 건축공학과 겸임교수, 공학박사, 교신저자(97421053@hanmail.net)
 **** 동명대학교대학교 건축공학과 교수, 공학박사

값 $200 \pm 20\text{mm}$ 를 얻는데 필요한 최소단위수량을 설정하는 방법으로 CLSM의 배합을 최종적으로 결정하였다. 배합표는 표 1과 같다. 비빔을 완료한 시료는 아크릴 몰드($\varnothing 50 \times 100\text{mm}$)를 이용하여 일축압축강도용 공시체를 제작하였고, 이후 재령 3, 7, 14, 28일의 일축압축강도시험을 실시하였다.

표 1. 배합표

	W	C	FA	S	GBFS		W	C	FA	S	FNS		W	C	FA	S	GBFS	FNS
Base	252	20	499	787	.	Base	252	20	499	787	.	Base	252	20	499	787	.	.
GBFS15	252	20	424	787	75	FNS15	252	20	499	669	118	GF15	252	20	424	669	75	118
GBFS30	252	20	350	787	149	FNS30	252	20	499	551	236	GF30	252	20	350	551	149	236
GBFS45	252	20	274	787	225	FNS45	252	20	499	433	354	GF45	252	20	274	433	225	354
GBFS60	252	20	174	787	325	FNS60	252	20	499	315	472	GF60	252	20	174	315	325	472
GBFS75	252	20	149	787	350	FNS75	252	20	499	197	590	GF75	252	20	149	197	350	590

Temperature 20°C, Moisture 60%, AE = Fly Ash concrete Admixture, 15,30,45,60,75 = Replacement Ratio, GF = GBFS+FNS

2.3 시험방법

본 실험에서는 ACI Committe 229(1994) 및 “유동화 처리토 이용 기술 매뉴얼(2008)”에 기준하여 GBFS 및 FNS, GF 혼입 CLSM의 플로우 및 블리딩, 일축압축강도시험을 실시하는 방법으로 물성 평가를 실시하였다. 시험방법은 그림 1과 같다.

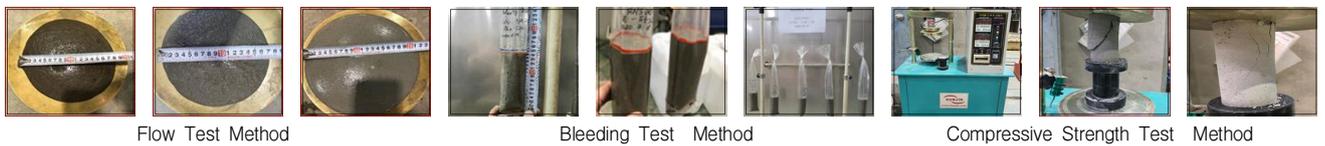


그림 1. 시험방법

3. 실험결과 및 분석

GBFS 및 FNS, GF를 혼입한 CLSM의 일축압축강도시험 결과는 그림 2와 같다. 그림으로부터 GBFS를 혼입한 CLSM의 경우 혼입을 증가에 따라 현장 적용을 위한 유효 적정 강도의 확보가 가능한 것으로 나타났다. 하지만, FNS 혼입 CLSM의 경우 Base 대비 강도가 낮은 것으로 파악되어 배합설계단계에서 GBFS 및 AE제의 혼입에 따른 강도 확보가 필요한 것으로 나타났다. 한편, GBFS 및 FNS를 복합적으로 활용한 GF의 경우 혼입율을 15~60% 적정 혼입하면 현장적용을 위한 유효 강도 및 품질확보가 가능한 것으로 확인되었다.

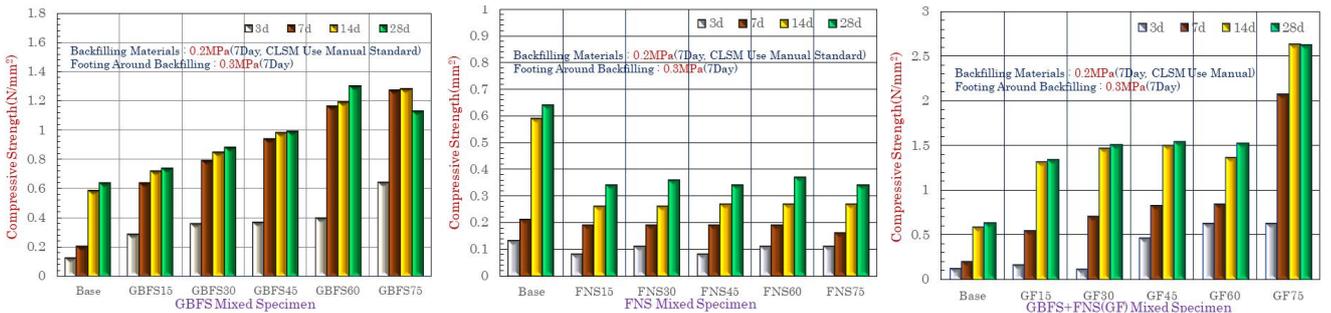


그림 2. GBFS 및 FNS, GF 혼입 CLSM의 일축압축강도시험 결과

Acknowledgement

본 논문은 한국연구재단 이공분야기초연구사업 개인기초연구지원사업(번호: 2018R1D1A1B0704681413)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. ACI Committee 229, Controlled Low Strength Materials, ACI Manual of Concrete Practice. ACI 229 R94, 1994
2. 김동훈외 2인, 하수슬러지를 활용한 저강도 콘크리트의 합리적 배합방법, 한국콘크리트학회논문집, 제24권 제4호, 2012
3. 료효개, 김동훈, 플라이애쉬를 활용한 슬러리게 되메움재료의 기초적 물성, 대한건축학회연합논문집, 제22권 제4호, 2020