

공동충전재로써 산업부산물을 복합적으로 활용한 슬러리게 되메움의 현장적용성 평가

Evaluation of Field Applicability of Controlled Low Strength Materials as Cavity Filling Materials Various Industrial by Products

료 호 개* 김 동 훈** 임 남 기***
Liao, XiaoKai Kim, Dong-Hun Lim, Nam Gi

Abstract

In this study, the engineering characteristics of CLSM mixed with GBFS and GF were identified to review the applicability as a replacement material and further evaluate the recharge and field applicability as a joint filler material. First, Using more than 30% of GBFS to replace FA enabled bleeding control through improved fluidity. Second, When using more than 30% of FNS to replace sand, it was found that adding 0.25~0.35 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, 석탄회, 고유동성, 공동충전재, 산업부산물

Keywords : slurry materials, coal ash, high flowable, cavity filling materials, industrial by products

1. 서 론

1.1 연구의 목적

CLSM(Controlled Low Strength Materials: 이하, CLSM)은 “저강도 제어 재료” 정의되며, 미국 및 일본 등을 중심으로 건설 분야에서 보급되고 있는 슬러리게 되메움 재료이다. CLSM의 가장 큰 특징은 각종 산업부산물 및 폐기물을 다량으로 유효 또는 경제적으로 사용할 수 있다는 점과 압축강도의 최소치가 아닌 최대치가 제어된다는 것이다. 즉, 소요강도 이상의 성능을 가지면서 또한, 장기적으로는 일정강도 이하(8.3N/m²)로 제어된 슬러리게 재료이다. 본 연구에서는 다량의 산업부산물 및 폐기물 등을 재활용하여 현장에 적용한 사례가 선진외국 대비 저조한 국내의 실정을 감안하여 다량의 산업부산물을 안전하게 유효 활용할 수 있는 슬러리게 되메움 재료의 물성시험을 통해 공동충전재로써의 현장적용성을 검토하고자 한다. 즉, 고로슬래그미분말(Granulated Blast Furnace Slag : 이하, GBFS) 및 페로니켈슬래그잔골재(Ferronickel Slag for Fine Aggregate : 이하, FNS)를 복합적으로 활용한 CLSM의 공학적 특성 평가를 통해 FA(Fly Ash) 및 모래의 대체 재료로써의 다량 활용 방안 및 공동충전재로서의 현장적용성을 최종 평가하고자 한다.

2. 실험계획

2.1 실험재료

본 실험에서는 공동충전재로써 산업부산물을 복합적으로 활용한 CLSM의 물성평가를 위해 보통시멘트(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 FNS는 KS F 2502의 페로니켈슬래그잔골재(밀도 2.89g/cm³)를 사용하였다. 또한, 모래는 낙동강에서 채취한 천연모래를 선별하여 사용하였고 배합수는 일반 상수도를 사용하였다. 사용재료는 표1, 배합표는 표 2와 같다.

* FMI 인터스트리 연구관리팀, 팀장, 공학박사

** 동명대학교 건축공학과 겸임교수, 공학박사

*** 동명대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(ing@tu.ac.kr)

표 1. 사용재료

	Density (g/cm ³)	Specific surface area (cm ² /g)	Absorbing ratio(%)
Cement	3.16	3,150	·
FA	2.18	3,370	·
GBFS	2.80	3,980	·
FNS	2.89	·	0.4
Sand	2.59	·	1.13
AE	AE agent for mortar and concrete		
Water	Waterworks		

표 2. CLSM 배합표

Item	f/a	Unit weight (kg/m ³)							Flow (mm)	Air (%)
		W	C	FA	S	GBFS	FNS	AE		
Base		330	20	481	1152	·	·	3.3	201	4.8
G15F15	30	330	20	408	979	72	173	3.5	205	4.6
G30F30		330	20	337	806	144	346	3.5	209	4.7
G45F45		330	20	264	634	217	518	3.6	214	4.8
G60F60		330	20	192	461	289	691	3.8	218	5.0
G75F75		330	20	120	288	361	864	3.8	224	5.1

※ G15F15, 30, 45, 60, 75 = Replacement Ratio of GBFS·FNS
 ※ Temperature 20°C, Moisture 60%

3. 결 론

산업부산물을 복합적으로 활용한 플로우 시험결과는 그림 1과 같다. 그림으로부터 GBFS 및 FNS를 복합적으로 활용한 CLSM의 경우 혼입량 증가에 따라 플로우가 증가하는 것으로 나타났다. 이러한 경향은 GBFS 및 FNS의 혼입량 증가가 CLSM의 유동성 거동에 영향을 미친 것으로 판단된다. 본 실험의 결과, GBFS 및 FNS를 15~60% 범위에서 복합적으로 활용하는 경우 AE제를 0.25~0.35(%, kg/m³) 적정 혼입하면 현장적용을 위한 유동성 확보에 유효한 것으로 확인되었다. 또한, 그림 2로부터 블리딩 시험 결과에서는 “유동화 처리토 이용 기술 매뉴얼(2008)”에서 규정하는 블리딩율 3% 이하를 모두 만족하는 것으로 파악되어 현장 적용 기준을 만족하는 것으로 나타났다. 하지만, GBFS 및 FNS를 60% 이상 혼입하는 경우에는 블리딩율이 급격히 증가되는 것으로 파악되어 현장적용 시에 블리딩율의 제어가 필요한 것으로 확인되었다.

한편, 그림 3으로부터 산업부산물을 복합적으로 활용한 일축압축강도 시험결과에서는 재령 14일부터 강도가 급격히 증가하는 것으로 파악되었다. 또한, 재령 28일 이후의 장기강도거동에서도 지속적으로 강도가 증가하는 것으로 확인되어 향후, 시간의 경과에 따른 재령 28일 강도의 평가가 현장적용에 있어 필요 할 것으로 판단된다. 또한, 그림으로부터 산업부산물을 복합적으로 활용한 CLSM(GF15~75)의 경우 “유동화 처리토 이용 기술 매뉴얼(2008)”에서 규정하는 재령 7일 강도 0.2MPa 이상은 모두 만족하는 것으로 확인되었다. 공동충전재로서 산업부산물을 복합적으로 활용한 CLSM의 물성 시험결과, GBFS 및 FNS를 30~60% 범위에서 FA 및 모래의 대체 재료로 활용하면 현장적용을 위한 품질 확보 측면에서 가장 적합한 것으로 확인되었다.

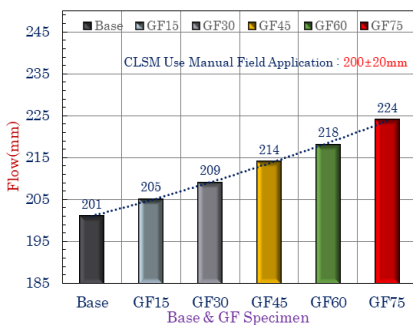


그림 1. 플로우 시험결과

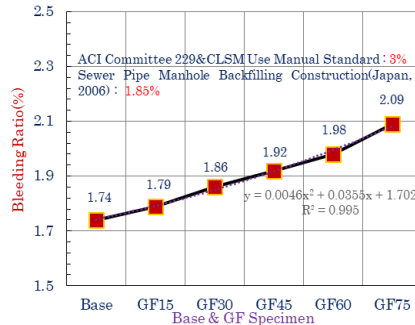


그림 2. 블리딩 시험결과

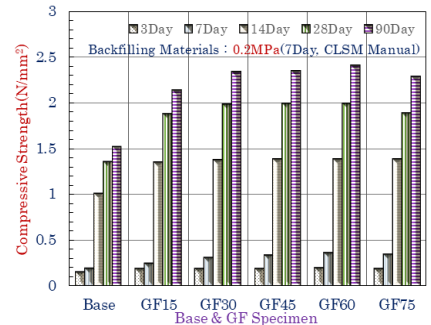


그림 3. 압축강도 시험결과

Acknowledgement

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

참 고 문 헌

1. ACI Committee 229(1994), Controlled Low Strength Materials, ACI Manual of Concrete Practice. ACI 229 R94.
2. 김동훈, 다량의 산업부산물을 활용한 슬러리게 퇴매움재료의 물성 평가, 한국건축시공학회논문집, vol.20 No.5, 2020
3. 료효개, 김동훈, 플라이애쉬를 활용한 슬러리게 퇴매움재료의 기초적 물성, 대한건축학회연합논문집, 제22권 제4호, 2020