

회수수 슬러지 고형분을 주재료로 한 자원순환형 시멘트 2차 제품 생산의 기초적 특성 평가

Basic Characterization of Resource-recycling Secondary Products of Cement by Using Sludge Solids as The Main Material

김민성* 홍성준* 김영진* 류동우**
Kim, Min-Sung Hong, Sung-Jun Kim, Young-Jin Ryu, Dong-Woo

Abstract

In this study, we confirmed the basic characteristics of paste and mortar 1:1, 1:2, 1:3 composition using concrete sludge solid content for the purpose of developing a resource-recycling cement secondary products. The 1:2 mortar formulation showed the best compressive strength. The steam curing strength is superior in the order of C20, BS40, BS20 and Control. it is judged that the FA combination is not suitable.

키워드 : 슬러지 고형분, 회수수, 레미콘, 콘크리트 폐기물
Keywords : sludge solids, recycling water, ready-mixed concrete, concrete waste

1. 서론

1.1 연구의 목적

콘크리트 생산 과정에서 회수수는 레미콘 공장 트럭 애지테이터(Truck Agitator), 배치플랜터의 믹서 등에 부착된 콘크리트 및 건설현장의 초과 주문 등으로 반환된 반송 잉여 콘크리트의 세척에서 발생하게 된다. 회수수는 슬러지 고형분과 상징수로 구성되어 이의 강알칼리성 건설폐기물로 토양과 수질 등을 오염시킬 수 있어 중화처리하거나 회수수 폐기물 재활용 설비를 구비하여 사용하도록 규정하고 있다. 슬러지 고형분은 미수화 시멘트 입자와 다량의 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 함유하고 있어 시멘트 2차 제품 생산 시 주재료로서 사용이 가능할 것으로 기대가 되나 기존의 대다수 연구들은 슬러지 고형분을 활용하여 골재생산, 미립분 충전재료로서의 활용방안을 연구하고 있는 실정이다.¹⁾²⁾ 이에 본 연구에서는 당일생산 레미콘의 슬러지 고형분을 주재료로 한 자원순환형 시멘트 2차 제품 생산을 목표로 기초적 특성을 검토하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

2.1 사용재료

본 연구에서는 슬러지 고형분을 주재료로 한 페이스트 및 모르타르 시험체 제작을 위해 국내 레미콘 Y사의 회수수를 대상으로 채취 직후 압착탈수한 슬러지 고형분(함수율 약 40%, 이하 CSW)을 사용하였다. 사용된 시멘트는 KS L 5201 규정에 적합한 1종 보통포틀랜드 시멘트(이하 OPC), 혼화재료로써 KS F 2563에 적합한 고로슬래그 미분말 3종(이하 BS) 및 플라이 애쉬 2종(이하 FA)를 사용하였다. 또한 잔골재의 경우 동일 레미콘 공장에서 회수된 회수모래를 사용하였고 배합수는 회수수 탈수시 채취한 pH 12이상의 상징수를 배합수로 사용하였다.

2.2 실험방법

사용된 슬러지 고형분과 회수모래의 경우 밀도가 일정하지 않아 용적배합 대신 중량배합을 사용하여 페이스트 및 모르타르(CSW : Sand=1:1, 1:2, 1:3, 이하 M1:1, M1:2, M1:3)를 제작하였으며 배합표는 표 1에 나타내었다. 슬럼프는 130mm로 설정하였으며, 목표 슬럼프를 만족시키기 위하여 준 PC계 혼화제를 사용하여 배합을 실시하였다. 또한 시험체는 $50 \times 50 \times 50 \text{mm}^3$ 로 제

* 대전대학교 건축공학과 석사과정

** 대전대학교 건축공학과 교수, 교신저자(dwryu@daejin.ac.kr)

작하였으며 기중, 수중양생(재령 28일) 및 증기양생(1일 증기양생 후, 6일간 기중양생)을 실시한 후 목표 재령에서 KS L 5101에 따라 압축강도를 비교·평가하였다.

표 1. 배합표

Specimens	W/B	Weight ratio				Sand
		CSW	OPC	BS	FA	
Control	0.4	1	-	-	-	0, 1, 2, 3
C 20			0.2	-	-	
BS 20			-	0.2	-	
BS 40			-	0.4	-	
FA 20			-	-	0.2	
FA 40			-	-	0.4	
BS 30 FA 20			-	0.3	0.2	

3. 결과 및 고찰

압축강도 측정 결과는 그림 1~3과 같다. 2차 제품 생산을 목적으로 KS F 4004 콘크리트 벽돌 품질기준은 1종 벽돌 13MPa 이상, 2종 벽돌 8MPa 이상의 압축강도가 요구되며 M1:3의 Control 및 FA 2성분계 배합은 2종 벽돌 기준에도 만족하지 않았다. 증기양생 시 M1:2, M1:1, Paste, M1:3 순으로, 배합별로는 C20, BS40, BS20, Control, 3성분계, FA20, FA40 순으로 압축강도가 높게 측정되었다. 수중양생의 압축강도는 M1:3을 제외한 모든 배합이 30MPa 이상 발현되었으며 증기양생 및 기중양생의 경우 수중양생 대비 각각 약 50, 40%의 강도발현을 나타내었다. 기중양생은 혼화재로 치환 시 OPC 배합을 제외한 전 배합에서 Control 배합보다 강도가 저하되었다. FA 2성분계(FA20, FA40) 배합의 압축강도는 페이스트, 모르타르 모두 양생 방법 및 혼입률에 관계없이 Control보다 낮게 측정되었다.

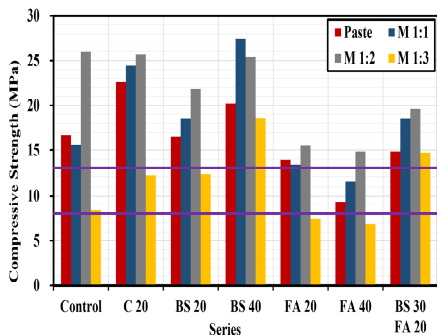


그림 1. 증기양생 재령 7일 압축강도

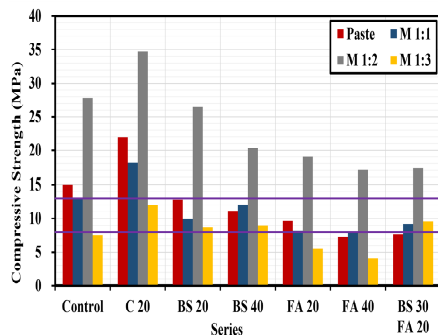


그림 2. 기중양생 재령 28일 압축강도

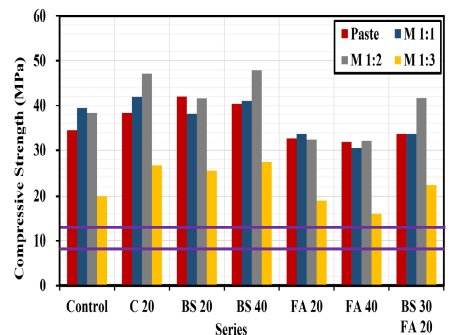


그림 3. 수중양생 재령 28일 압축강도

3. 결 론

본 연구에서는 회수수 슬러지 고품분을 주재료로 한 자원순환형 시멘트 2차 제품 개발 목적으로 페이스트 및 모르타르의 기초적 특성을 확인해 보았다. FA 2성분계 및 BS30 FA20의 3성분계 배합의 경우 혼화재를 치환하지 않은 Control 배합보다 강도발현이 낮아 2차 제품으로 제조 시에는 적합하지 않은 것으로 판단된다. 증기양생 시 압축강도는 M1:2이 가장 높았으며 C20, BS40, BS20, Control 순으로 강도발현이 우수하여 2차 제품 배합으로 적합한 것으로 나타났다.

Acknowledgement

본 논문은 2021년 국토교통부 국토교통기술촉진연구사업(과제번호: 21CTAP-C164096-01)에 의해 수행된 연구임.

참 고 문 헌

1. Pei Tang, Valorization of Valorization of concrete slurry waste (CSW) and fine incineration bottom ash (IBA) into cold bonded lightweight aggregates (CBLAs): Feasibility and influence of binder types, Journal of Hazardous Materials, Vol.368, pp.689~697, 2019.4
2. Dongxing Xuan, Innovative reuse of concrete slurry waste from ready-mixed concrete plants in construction products, Journal of Hazardous Materials, Vol.312, pp.65~72, 2016.7