

유동층연소방식 석탄재를 활용한 무시멘트 결합재

Development of Non-cement Material using Recycled Resources

문 경 주*
Mun, Kyoung-Ju

이 민 희**
Lee, Min-Hi

윤 성 진***
Yoon, Seong-Jin

Abstract

Inorganic binding material was made by recycled resource and its applicability as pile-filling material was examined. The result was that the material had same liquidity with the liquidity of OPC and high reactivity with site soil. According to dynamic/static loading tests by site test-construction, the inorganic binding material met both design bearing capacity and settlement. Since the inorganic binding material showed same or better performance than OPC, the utilization possibility of the inorganic binding material made of recycled resource as pile-filling material was verified.

키 워 드 : 순환자원, 고화재, 파일채움재, 유동층 연소방식 석탄재

Keywords : recycling resource, agent, pile backfill material, circulating fluidized bed combustion fly ash

1. 서 론

국가 경제 발전에 따른 사회 인프라 구조물의 축조가 증가에 따라 해안 매립지 공사가 늘어나고 있다. 해안 매립지는 지반이 연약하므로 인프라 구조물을 축조하기 위해서는 지반 보강이 필요하며 이에 따른 말뚝의 사용 수요가 증가하고 있다. 파일 관입시 파일과 지반사이의 공간을 일반적으로 보통 포트랜드 시멘트(OPC: Ordinary Portland Cement)를 파일채움재로 사용하고 있다. OPC는 토질의 영향을 많이 받는 특성으로 인하여 파일사공시 토사혼입에 따른 유기질에 의해 수화반응이 지연되거나 소정의 강도 확보를 목적으로 한 다량 사용으로 건조수축 현상이 발생하고, 이러한 부분을 개선하기 위해 성분 조정 및 첨가제를 사용함으로써 단가상승의 원인이 되고 있다. 이에 유동층 연소방식 석탄재(Circulating fluidized bed combustion fly ash 이하, CFBC-FA)를 이용하여 제조한 Cement Zero형 무기결합재의 물성을 검토하였으며, 파일채움재로써 활용 가능성을 평가하기 위해 현장 시험사공을 통한 성 검증에 관한 연구를 실시하였다.

2. 사용 재료 및 배합

본 실험에서 사용한 파일채움재용 무기결합재는 고로슬래그를 기반으로 하여 CFBC-FA를 자극제 및 결합재로 활용하여 제조하였으며, CFBC-FA의 혼입율 등은 예비 실험을 통해 3종류의 결합재(CFBC-Binder)를 실험 대상으로 선정하여 OPC와의 비교 실험을 실시하였다. 사용 CFBC-FA의 화학조성 및 기본 물성은 표 1과 같으며, 시험체의 배합조건은 한국토지주택공사의 전문시방서 중 주택건설공사 전문시방서 305351)에 준하여 결정하였으며, 각 채움재에 대한 배합은 표 2와 같다.

표 1. 사용재료의 물리화학적 성질

Item Type	Oxide composition(%)						Free CaO(%)	LOI (%)
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃		
CFBC-FA	30.5	15.9	32.4	4.6	5.6	8.4	17.3	3.39

표 2. 실험 배합

W/C	물	시멘트 (결합재)	비고
83%	730kg	880kg	믹서 용량 : 1.8m ³ D=1.55m, H=1.1m 시멘트 투입모터 4.0kg/sec
	H ≒ 54cm	3분 40초	

3. 실험 결과 분석 및 고찰

* (주)씨엠디기술단 대표이사, 공학박사

** 호원대학교 건축학부, 조교수, 공학박사

*** (주)지안산업 기술연구소, 공학박사, 교신저자(jiniyoon9@gmail.com)

3.1 CFBC-FA를 활용한 무기결합재의 유동성

그림 1은 결합재의 유동성 측정 결과로, CFBC-Binder의 유동성은 OPC에 비해 다소 떨어짐을 확인할수 있었다. 이는 CFBC-Binder에 혼합된 CFBC-FA가 부정형의 입형을 지니고 있으며, CFBC-FA에 함유되어 있는 CaO가 가수에 의해 반응을 시작하면서 일부 유동성이 상실²⁾ 되기 때문으로 사료된다.

3.2 화학적 수축량

그림 2에서와 같이 CFBC-Binder의 수축량은 OPC에 비해 수축량이 매우 적으며, 배합 후 10시간 전까지는 오히려 체적이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 CFBC-FA에 포함된 CaO 성분이 물과 반응하여 Ca(OH)₂를 형성할 때 생기는 체적 팽창으로 인해 결합재의 수화반응 메커니즘에 의한 수축량²⁾을 보상하여 타설 직후 2~4시간에 일어나는 소성 수축을 저감하는 효과가 발현될 것으로 사료된다. 또한, 이러한 체적변화는 OPC에 비해 PHC 파일의 주면마찰력 및 선단지지력을 확보하기가 용이하며 기존 시멘트 사용량을 현저히 감소시킬 수 있을 것으로 예상된다.

3.3 압축강도

파일채움재에 대한 압축강도에 관한 규정은 정해져 있지 않아 일반적으로 사용되어지는 OPC와의 비교를 통해 적용 가능성 여부를 판단하였다. CFBC-Binder의 압축강도는 OPC에 비해 초기 3일 재령의 강도는 낮게 측정되었으나, 재령 7일 이후의 압축강도는 동등 이상임을 확인할 수 있었다.

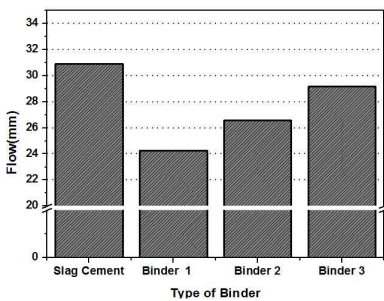


그림 1. 파일채움재의 유동성

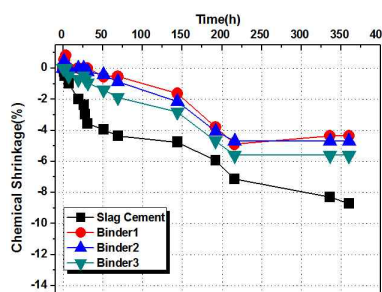


그림 2. 파일채움재의 화학적 수축량

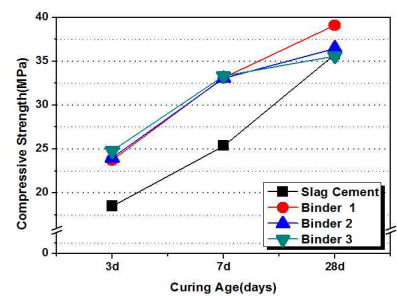


그림 3. 파일채움재의 압축강도

4. 결 론

유동층 연소방식 석탄재를 활용하여 제조한 무기결합재의 파일주입재로서의 적용성을 검토한 결과, CFBC-Binder의 유동성은 CFBC-FA의 영향으로 OPC에 비해 낮은 값을 보였으나, 체적 수축에 대한 보상 효과는 우수한 것으로 확인되었다. 또한 압축강도는 초기 재령에서는 OPC에 비해 낮지만, 재령 7일 이후 동등 이상임을 확인하였고, 이러한 물성 검토 결과, 파일 주입재의 요구성능에 부합함을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 2011년도 국토해양부의 재원으로 한국건설교통기술평가원(KICTEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다. (과제번호: 11TRPI-C057504-01)

참 고 문 헌

1. 한국토지주택공사 주택건설공사 전문시방서, 30535 말뚝 선굴착 공법, 2010
2. 윤성진, 고갈습 플라이애시를 활용한 온돌 바닥 마감용 모르타르 물성, 한국폐기물자원순환학회, 2013