

연약지반 표층혼합처리를 위한 조기강도 발현형 고화재의 개발

Development of early strength type hardening Agent for Surface Soil Stabilization Method

기 태 경* 김 기 훈** 이 병 기*** 권 오 봉**** 김 경 민***** 박 상 준*****
 Ki, Tae-Kyoung Kim, Ki-Hoon Lee, Byung-Ki Kwon, O-Bong Kim, Kyoung-Min Park, Sang-Joon

Abstract

There is the increasing number of constructing soil or structure on the soft ground during public works. Usually cement or slag cement has been the traditional material for surface soil stabilization method. Recently, early strength development properties of hardening agent is required for driving abilities of execution equipment and shortening of the construction time. Therefore, the purpose of this study is to develop the early compressive strength hardening agent for surface soil stabilization. The study was confirmed performance and availability of hardening agent using early strength type cement and industrial by-product minerals through early strength development properties in accordance with water cement ratio, content of hardening agent for soft soil.

키 워 드 : 조기강도 발현형, 고화재, 표층혼합처리
 Keywords : early strength development properties, Hardening agent, surface soil stabilization method

1. 서 론

표층혼합처리공법은 연약지반의 표층을 고화 처리하여 개량하는 공법으로, 주로 soil cement 공법을 적용하여 보통 포틀랜드 시멘트를 고화재의 재료로 사용해왔다. 표층을 고화 처리할 때 지반개량용 장비의 신속한 주행성을 확보하며, 시공합리화를 위하여 조기강도 발현형 고화재의 개발이 요구될 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 별도로 화학성분 및 분말도를 조정하여 제조한 조강형 시멘트를 주원료로 광물질 혼합재 및 산업부산물을 적용한 고화재의 환경유해성을 평가하고 실제 현장의 대상토에 대한 고화재의 W/C 및 첨가량에 따른 강도 특성 및 적용가능성을 확인하였다.

2. 실험방법 및 사용재료

2.1 실험계획 및 방법

실험계획은 표 1과 같이 실내시험은 고화재의 첨가량, W/C에 따른 압축강도를 측정하고, 현장시험은 고화재 첨가량에 따른 압축강도 및 평판재하시험을 실시하였다. 실험방법은 대상토를 고화재와 혼합하여 고화체를 제조한 후 Ø50mm×100mm 몰드에 D-a 다짐법으로 다져 성형하고, 온도 20℃, 습도 90%의 조건에서 양생한 후 저장도용 압축강도 시험기로 측정하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준		실험사항
실내 시험	고화재첨 가량	3	140, 160, 180kg/m ³ (함수비 27%)	대상토 물리· 역학시험 폐기물공정시험 압축강도
	물/고화재 비	3	220, 270, 320% (고화재 160 kg/m ³)	
현장 시험	고화재첨 가량	4	원지반, 120, 180, 240kg/m ³ (함수비 22%)	지내력시험 (평판재하시험)

2.2 사용재료

본 연구에서 사용된 고화재 원료의 특성은 표 2와 같고, 비교용 고화재는 보통 포틀랜드 시멘트(이하 OPC 표기)를 사용하였다. 고화재를 시험할 대상토는 전남지역 현장 육상토이며 표 3은 대상토의 특성을 나타낸 것이다.

* 아세아 시멘트, 건재연구소, 연구원
 ** 아세아 시멘트, 건재연구소, 전임연구원
 *** 아세아 시멘트, 건재연구소, 책임연구원
 **** 아세아 시멘트, 건재연구소, 수석연구원
 ***** 대우건설, 기술연구원 건축연구팀, 선임연구원
 ***** 대우건설, 기술연구원 건축연구팀, 책임연구원

표 2. 고화재 원료의 특성

구분	Blaine 값 (cm ² /g)	화학적분(%)	
		LOI	SO ₃
OPC(1종)	3,500	1.0	2.1
조강형 시멘트	5,100	0.7	2.9
슬래그	4,500	3.7	3.9
플라이애시	3,300	1.3	1.1
탈황부산물	1,600	7.0	25.5

표 3. 대상토의 물리·역학적 특성

구분	단위	결과	
역학적 특성	최대건조밀도	g/cm ³	1.943
	최적함수비	%	11.0
물리적 특성	통일분류법	-	SC
	액성한계 (LL)	%	37.0
	소성한계 (PL)	%	20.8
	소성지수 (PI)	%	16.2
	밀도(Gs)	g/cm ³	2.657

3. 실험결과 및 고찰

그림 1과 그림 2는 고화재 첨가량 및 W/C에 따른 고화체의 압축강도 발현율을 나타낸 것이다. 고화재 첨가량 및 W/C 증가에 따라 OPC 대비 전 재령에서 개발고화재(Agent)가 높은 압축강도 발현율을 나타내며, 특히 3, 7일 초기재령에서 OPC 대비 월등 높은 것을 확인할 수 있다. 표 4는 개발 고화재의 환경 유해성 평가를 위해 폐기물 공정시험을 실시한 결과로 유해중금속 및 유기물 기준치를 만족하였다. 표 5는 현장평가를 위해 전남지역 공사현장 육상토에 고화재를 적용하여 개량처리한 지반의 압축강도 및 평판재하시험 결과로서 고화재의 사용량이 증가함에 따라 압축강도는 증가하고 침하량은 감소하며, 개량처리한 모든 지반의 허용지지력은 설계지지력을 만족하였다.

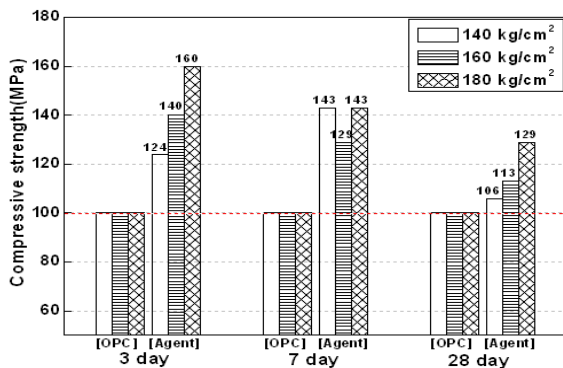


그림 1. 고화재 첨가량에 따른 고화체의 압축강도

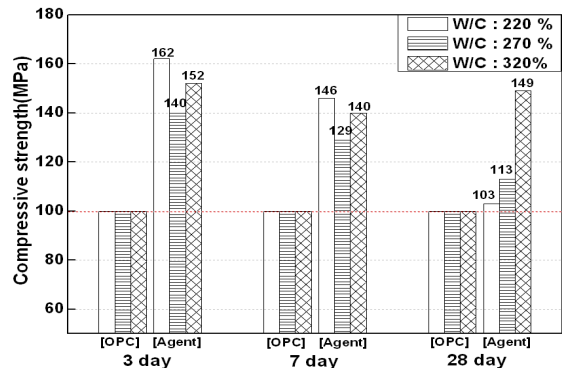


그림 2. W/C에 따른 고화체의 압축강도

표 4. 고화재의 폐기물 공정시험

구분	기준	측정
납	3.0	-
6가 크롬	1.5	0.45
구리	3.0	-
카드뮴	0.3	-
비소	1.5	-
수은	0.005	-
시안	1.0	-
유기인화합물	1.0	-
트리클로로에틸렌	0.3	-
테트라클로로에틸렌	0.1	-

표 5. 개발고화재를 적용한 지반의 압축강도 및 평판재하시험 결과

구분	단위	고화재 사용량(kg/cm ³)				
		원지반	120	160	180	
평판재하시험 (3일)	설계지지력	t/m ²	40			
	극한하중강도	t/m ²	38.5	127.4	127.4	127.4
	최대하중강도 대응침하량	mm	30	2.5	2.0	1.3
	단기허용지지력	t/m ²	25.7	84.9	84.9	84.9
	장기허용지지력	t/m ²	12.8	42.5	42.5	42.5
	장기허용지지력 대응침하량	mm	4.3	1.25	1.1	0.7
압축강도	3일	Mpa	-	1.8	2.1	2.4
	7일	Mpa	-	2.6	3.0	3.8

4. 결론

개발 고화재를 적용한 고화체 및 개량지반은 전 재령에 걸쳐 시멘트 대비 압축강도 발현율이 높고, 높은 W/C에서도 안정된 압축강도 확보가 가능할 뿐만 아니라 특히 재령 3, 7일 초기 강도 발현율이 높아 본 연구에서 목적하는 표층혼합처리에 있어 조기강도 발현형 고화재로 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

1. 석회계 토질안정재 및 고화재 개발, 산업자원부, 2007.3
2. 특허청, 연약지반 개량기술, PM 보고서, 2004