

친환경 고화재를 활용한 급속 되메움재의 특성

Characteristics of Light Weight Mixed Soil using Eco-Friendly Solidification Material

신정열*†, 박재임*, 이안호*, 황중호**

Jeong-Ryol Shin*†, Jae-Im Park*, An-Ho Lee*, Jung-Ho Hwang**

Abstract This research will develop eco-friendly and rapid backfill for open-cut construction of Near-surface transit. For this purpose, we have analyzed the characteristics of light weight mixed soil using OPC and slag cement in previous studies. In addition, light mixed soil with 300 and 500 KPa were manufactured using eco-friendly solidification material. Then, the unconfined compressive strength and CO₂ emission were measured for the light mixed soil specimens and compared with previous studies. It was observed from the results that light mixed soil using eco-friendly solidification material satisfy the required unconfined compressive strength and reduce CO₂ emission compared light mixed soil using OPC and slag cement.

Keywords : Open-Cut method, Backfill, Light weight mixed soil, Eco-friendly, Rapid construction

초 록 본 연구에서는 친환경 급속 되메움재를 개발하기 위하여 선행연구로 현장발생토에 보통 포틀랜드 시멘트(OPC) 및 슬래그 시멘트 활용한 경량혼합토를 분석하였으며, 추가 연구로 친환경 고화재를 활용한 친환경 경량혼합토를 목표 압축강도 300kPa 및 500kPa에 대해서 제작한 후 재령 3, 7 및 28일의 일축압축강도 및 CO₂발생량을 평가하여 선행연구 결과와 비교분석하였다. 그 결과, 친환경 고화재를 활용한 경량혼합토는 목표 일축압축강도를 만족하면서 품질이 우수하며, CO₂발생량은 OPC 및 슬래그 시멘트를 활용한 경우보다 절감되는 것으로 나타났다.

주요어 : 개착공법, 되메움재, 경량혼합토, 친환경, 급속시공

1. 서 론

도심지 내에 개착공법으로 건설되는 지하구조물을 시공하는 경우 상부도로의 교통혼잡을 최소화할 수 있는 급속시공과 불충분한 다짐으로 인한 지반 및 도로포장 침하 등을 해결하는 기술이 요구된다[1]. 이에, 개착으로 발생하는 준설토에 시멘트와 같은 고화재 및 기포 등의 재료를 첨가혼합해서 만든 경량혼합토는 상부하중을 감소시킬 뿐만 아니라 현장에서 제조 및 펌프에 의한 압송 타설로 급속 되메움이 가능하고 소음 및 진동 저감 효과효과가 우수하여 되메움재로 적합한 재료이다[2-4].

† 교신저자: 한국철도기술연구원 광역도시교통연구본부(jrshin@krrri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 광역도시교통연구본부

** 창성토건

본 연구에서는 친환경 급속 되메움재를 개발하기 위하여 선행연구로 현장발생토에 보통 포틀랜드 시멘트(OPC) 및 슬래그 시멘트를 활용한 경량혼합토의 특성을 분석하였으며[5], 추가 연구로 친환경 고화재(Eco-friendly solidification material, EFSM)를 활용한 경량 혼합토를 목표 일축압축강도 300kPa 및 500kPa에 대해서 제작한 후 재령 3, 7 및 28일 일축압축강도 및 CO₂ 발생량을 평가하여 선행연구 결과와 비교·분석하였다.

2. 본 론

2.1 사용재료

친환경 급속 되메움재에 사용한 원료토는 선행연구와 같이 전라북도 00공사 현장에서 발생된 원료토를 채취하였다. 기포제는 독립기포가 형성되고, 기포가 균일한 동물성 기포제로 희석배율 및 발포배율은 각각 19배 및 25배의 배율로 정하여, 공기압 4±0.5kg/cm² 하에서 일정한 기포를 사용하였다. 친환경 고화재는 고로슬래그 미분말, 플라이 애시 및 자극제 등을 혼합한 C사 제품을 사용하였고, 화학혼화제는 급속 시공에 따른 조기강도 확보를 위해 폴리카르본산계(PC계)를 사용하였다.

2.2 경량혼합토 배합비 및 공시체 제작

본 연구에서는 흙/시멘트비 5의 조건으로 목표 일축압축강도 300 및 500 KPa, 플로우값 200±20mm에 대한 배합비를 Table 1과 같이 정하였다. 공시체는 각 배합조건별로 3개 원주형 공시체(Ø100×100 mm)를 1set로 재령별(3, 7 및 28일)로 제작한 후 1일 후 몰드를 탈형하여, 밀폐된 비닐 주머니 속에 넣어 대기양생하였다.

Table 1 Mix proportions of light mixed soil

No.	Soil-cement ratio (S/C)	Strength (KPa)	Air content (%)	W/C (%)	Solidification Material (kg/m ³)	S (kg/m ³)	W (kg/m ³)			Unit mass (t/m ³)
							M1	M2	M3	
5	5	300	40.0	184.0	147	735	0.91	15.79	254	1.15
6	5	500	33.0	178.5	167	835	0.75	13.03	284	1.30

S: 원료토, M1: 기포제, M2: 희석수, M3: 반죽수

2.3 실험방법

2.3.1 일축압축강도

일축압축강도는 KS F 2314(흙의 일축압축 시험방법)에 따라 실시하였으며, 재령 3, 7 및 28일에서 공시체의 일축압축강도를 측정하였다.

2.3.2 CO₂ 발생량

콘크리트의 CO₂ 발생량은 한국환경산업기술원에서 제시하고 있는 LCI DB의 CO₂발생 수치를 적용하여 고화재(결합재) 기준에 준하여 측정하였다.

2.4 실험결과

2.4.1 일축압축강도

Fig. 1은 고화재 종류에 따라 재령별 일축압강도를 나타낸 것으로, 친환경 고화재를 사용한 경량혼합토는 목표 일축압축강도를 만족하는 것으로 나타났다. 친환경 고화재를 혼입한 경량혼합토의 초기재령 일축압축강도(3,7일)는 OPC 및 슬래그 시멘트보다 강도발현이 작으나, 재령 28일의 일축압축강도는 OPC 및 슬래그 시멘트보다 큰 것으로 나타났다. 이는 친환경 고화재의 주원료인 고로슬래그 및 플라이 애시 함량이 OPC 및 슬래그 시멘트보다 많아 재령이 증가할수록 잠재수경성 및 포졸란 반응이 활성화되었기 때문인 것으로 판단된다.

2.4.2 CO₂ 발생량

Fig. 2는 고화재 종류에 따른 CO₂ 발생량을 나타낸 것이다. 일축압축강도 300kPa의 경우, OPC, 슬래그 시멘트 및 친환경 고화재를 사용한 경량혼합토의 CO₂ 발생량은 각각 119.9, 71.6 및 61.4kgCO₂/m³로 분석되었으며, 친환경 고화재를 사용한 경우가 OPC 및 슬래그 시멘트보다 48.8 및 14.2% 절감되는 것으로 나타났다. 또한 일축압축강도 500kPa의 경우, CO₂ 발생량은 132.2, 79.5 및 69.7kgCO₂/m³로, 친환경 고화재를 사용한 경우가 OPC 및 슬래그 시멘트보다 47.3 및 12.3% 절감되었다.

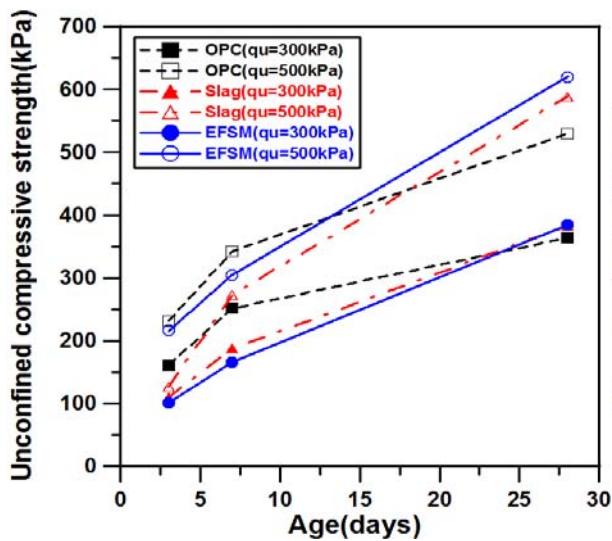


Fig. 1 Unconfind compressive strength

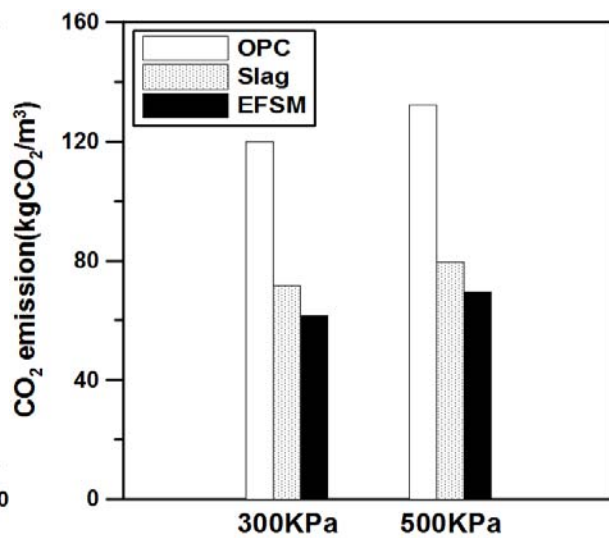


Fig. 2 CO₂ emission

3. 결 론

친환경 급속 되메움재를 개발하기 위하여 친환경 고화재를 활용한 경량혼합토와 OPC 및 슬래그시멘트를 활용한 경량혼합토의 일축압축강도 및 CO₂발생량을 분석한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다 ; (1) 친환경 고화재를 활용한 경량혼합토의 일축압축강도는 OPC 및 슬래그 시멘트보다 초기재령의 일축압축강도는 작으나 재령 28일의 일축압축강도는 큰 것으로 나타났다. (2) 친환경 고화재를 활용한 경량혼합토의 CO₂ 발생량은 OPC 및 슬래그 시멘트보다 약 12~49% 절감되는 것으로 나타났다. (3) 3가지 고화재를 활용한 경량혼합토의 특성을 분석한 결과, 친환경 고화재를 활용한 경량혼합토가 OPC 및 슬래그시멘트를 활용한 경우보다 품질도 우수할 뿐만 아니라 CO₂ 발생량도 작아 친환경 급속 되메움재 재료로 적합할 것으로 판단된다. 향후, 급속 시공을 위해 조기에 강도발현이 되고, 경제성을 고려한 배합설계를 수행하여 성능시험을 수행할 계획이다.

후 기

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 “저비용 저심도 인프라 핵심기술 개발” 연구비지원(15RTRP-B068762-03)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 신정열 등 (2014) 모듈식 저심도 개착시공기술 개념, 2014년 한국철도학회 춘계학술대회논문집, pp. 127-130.
- [2] 송준호 등 (2008) 원료토의 특성에 따른 경량기포혼합토의 압축강도 영향인자 분석, 한국지반공학회논문집, 제24권, 11호, pp. 157-167.
- [3] 윤길립 등 (2010) 준설퇴적물 유효활용을 위한 압축강도 및 환경성 평가, 대한토목학회, 대한토목학회논문집, 제30권, 제2C호, pp. 119-131.
- [4] 박대욱 등 (2013) 준설토의 도로포장 노상층 재료로서의 역학적 특성, 한독도로학회 2013년도 가을학술대회논문집, pp. 80-80.
- [5] 박재임 등 (2015) 고로슬래그 미분말을 활용한 경량혼합토의 특성에 관한 연구, 2015년 한국철도학회 춘계학술대회논문집, pp. 52-55.