

모형토조실험을 통한 토양개량제 적용의 실험적 연구(II)

여동준*, 이병석*, 김경민*, 고건우**

*전북대학교 토목공학과

** (주)이지오 산업

ggjoa@jbnu.ac.kr

An Experimental Study on the Application of Soil Stabilization using Soil Box Test (II)

Dong-Jun Yeo*, Byung-Suk Lee*, Kyung-Min Kim*, Kun-Woo Ko**

*Dept. of Civil Engineering, Jeonbuk National University.

**E-Geo Construction Co.,Ltd.

요약

본 논문에서는 연약지반으로 이루어진 사면과 옹벽 구조물에 대해 토양개량제를 사용한 표층개량공법이 구조물의 변위에 미치는 영향을 모형토조를 사용해 측정하였다. 채취한 점성토로 모형토조 내에 사면 구조물과 아크릴판을 이용한 옹벽 구조물을 묘사하였으며, 구조물 상부에 하중 재하시 전체적인 변위거동 측정을 위하여 모형토조 내에 일정한 간격으로 표척을 설치해 내부 변위를 측정하고, 촬영을 통해 구조물 표면의 변위를 측정해 하중 재하 전과 후의 변위 형상을 비교하였다. 실험결과, 개량층의 두께가 증가할수록 내부 및 표면의 변위가 감소하는 것을 보아 토양개량제 사용시 전체적인 구조물 안정성이 증가하는 것을 볼 수 있었다.

1. 서론

토양개량제를 사용하는 표층개량공법은 연약한 기초 지반의 공학적 성질을 개량시켜 지반 지지력 증대, 침하의 방지, 수압 및 투수성의 감소 또는 제거 등을 목적으로 흙의 치환, 다짐, 탈수, 고결 등의 처리를 통해 안정성을 높여 천재지변 및 작용하중에 대한 변형을 감소시킨다[1].

본 연구에서는 직접 제작한 모형토조를 이용하여 초연약지반으로 이루어진 사면과 옹벽구조물을 묘사하였으며, 원지반과 토양개량제를 사용한 표층개량을 통해 표층개량별 두께별로 모형토조내의 변위형상을 측정하여, 표층개량제의 사용이 구조물에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

2. 실험 방법 및 구성

점성토로 이루어진 연약지반 구조물 묘사를 위하여 실제 붕괴현장인 전북 김제시의 점성토를 채취하여 시험을 진행하였다. 원지반의 물리적 특성을 파악하기 위해 KS규정에 의거하여 비중시험(KS F 2308), 체가름 시험(KS F 2309), 다짐시험(KS F 2312), 비중계시험(KS F 2302), 액소성 한계시험(KS F 2303)을 실시하였으며 시험 결과는 [표 1]에 나타내었

다. 시험결과, 시료의 액성한계는 30.647% 이었으며, 액성한계를 넘어간 초연약지반 묘사를 위하여 시험시에는 원지반 함수비를 33%로 실시하였다. 연약지반의 성형은 최대건조단위중량의 95%로 중량을 맞추어 각 층별 다짐을 통해 실시하였다.

[표 1] 원지반 물리적 특성

시료명	D10 (mm)	D30 (mm)	D60 (mm)	#200 통과율	#4 통과율
원지반	0.018	0.04	0.06	97.5	100
시료명	G_s	LL	PL	PI	O.MC
원지반	2.754	30.647	23.000	7.647	22.5

본 연구에서 사용된 모형토조의 규격은 60cm(L)×120cm(B)×70cm이었으며, 최대 높이는 62cm로 고정하여 사면 및 옹벽구조물을 묘사하였다. 하중 재하판은 60cm×30cm로 구조물 상부에 작용하는 하중을 묘사하기 위해 3mm/min의 속도로 재하하였으며, 하중과 변위는 LVDT를 활용한 데이터 로거로 측정하였다.

사면묘사를 위해 직접 제작한 구조물 틀을 설치하여 면적별로 산정한 중량을 각 층별 다짐을 통하여 사면을 묘사하였으며, 옹벽구조물은 L자 모양의 아크릴판을 제작하여 다짐

시 아크릴판을 설치하여 묘사하였다.

하중 재하시 구조물 내부의 흙의 변위거동을 파악하기 위해 1cm×1cm×1cm의 십자모양 표적을 제작하여, 8cm 간격으로 토조 벽면에 진공그리스를 도포하여 부착하였다[2]. 표적의 변위는 하중재하전인 초기상태와 하중재하 완료 후인 변형 후 상태의 사진에서 실험 전후 이동한 만큼의 절대좌표값을 추출하여 구한 변위벡터로 전체적인 변위의 형상을 컨투어러로 나타내었다. 표면의 변위형상은 실험 전후 사진을 통해 선으로 나타내어 비교 분석하였다.

토양개량제를 사용한 지반개량층은 [표 2]와 같이 사면과 옹벽구조물 각각의 배면과 굴착 바닥면을 두께 8cm, 10cm, 12cm로 지반개량하여 지반개량을 하지 않은 원지반과의 전후 비교 및 개량층의 두께별로 변위형상을 관측하였다. 토양개량제는 원지반 중량 대비 9%를 혼합 후 건비빔 손배합을 통해 제작하였으며, 6시간 양생 후 시험을 실시하였다.

[표 2] 실험 구성

구조물 형상	지반개량층 두께(cm)			
	0	8	10	12
사면	0	8	10	12
옹벽	0	8	10	12

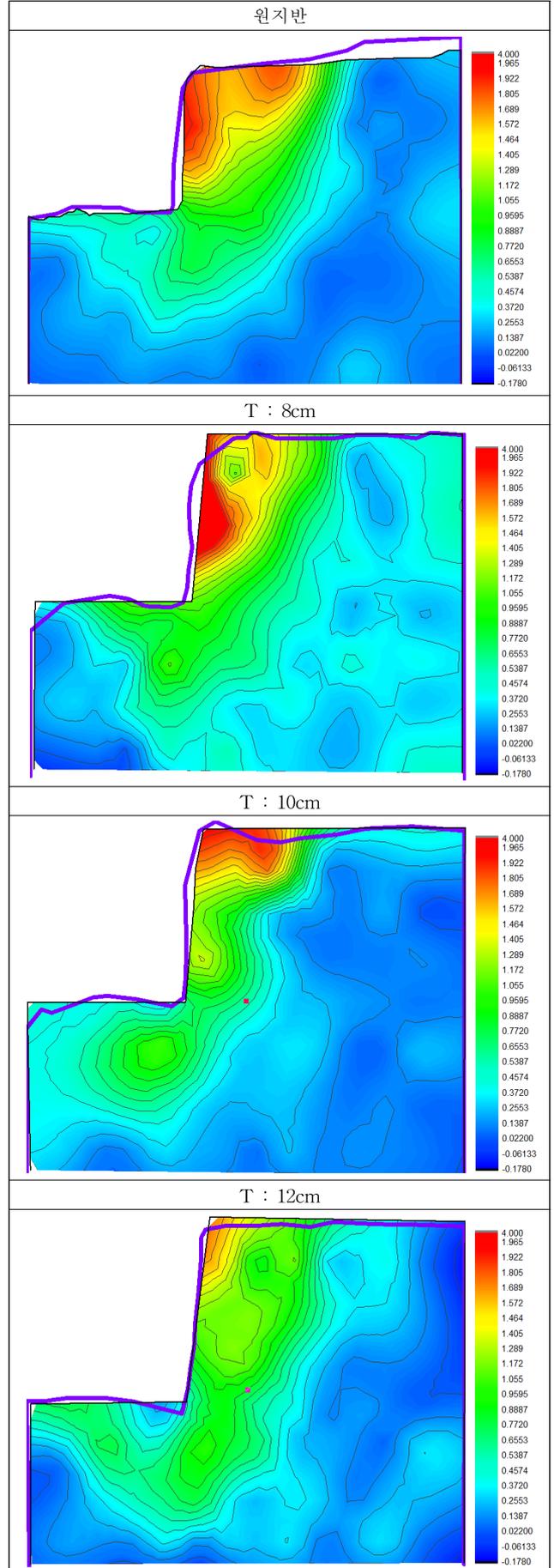


[그림 1] 모형토조를 통한 사면 묘사

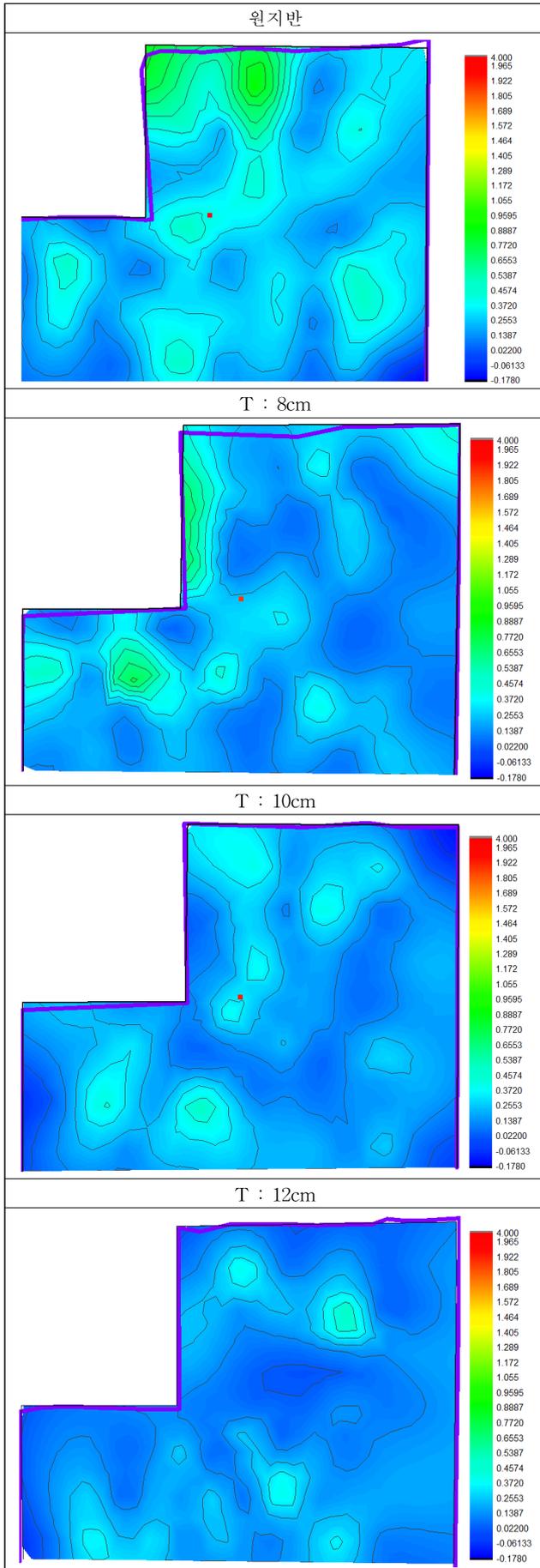
3. 변위 측정 결과

구조물 형상별 원지반과 각 두께별로 지반개량을 실시한 시험군의 하중재하시 변위측정 결과는 [표 3, 4]에 나타내었다. 각 변위벡터의 크기는 컨투어러로 나타냈으며 보라색 선은 하중재하 완료시 지반 표면의 변화를 나타내었다.

[표 3] 사면의 변위형상



[표 4] 옹벽구조물의 변위형상



시험 결과, 사면과 옹벽구조물 모두 지반개량시 표면의 변위 및 지반 내부의 변위 또한 감소함을 알 수 있었으며 두께가 증가할수록 변위가 감소하여 토양개량제를 사용한 표층개량시 전체적인 구조의 안정성이 향상 되는 것을 확인할 수 있었다. 특히 시험시 사용한 시료는 함수비가 33%로 굉장히 연약하여 사면의 원지반에서 보다시피 사면의 형상 유지가 매우 어려웠지만, 표층개량을 통해 구조물의 형태가 안정되는 것을 볼 수 있었으며, 이는 표층개량 두께가 증가할수록 안정성이 향상되는 것을 볼 수 있었다. 옹벽구조물의 경우 원지반에서 볼 수 있듯이 옹벽을 묘사한 아크릴 판이 토압에 의해 앞으로 기울었지만, 표층개량을 통해 옹벽이 덜 기울었으며 이는 표층개량 두께가 증가할수록 안정성이 향상되었다.

4. 결론

본 연구에서는 토양개량제를 이용해 각각의 구조물에 표층개량 후 지반의 거동을 비교, 분석하여 토양개량제의 적용성을 평가하였으며 아래와 같은 결론을 얻어내었다.

- 1, 토양개량제를 이용한 표층개량을 통해 연약지반으로 이루어진 사면 및 옹벽구조물의 안정성이 표층개량 전에 비해 크게 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 이는 표층개량 두께가 증가할수록 변위가 감소하여 안정성이 더욱 향상되었다.
- 2, 함수비가 높은 초연약지반에서 토양개량제를 사용하여 표층개량을 진행할 경우, 본 연구에서 진행한 사면과 옹벽구조물 뿐만 아니라 여러 상황에서 사용하여 지반 및 구조물의 전체적인 안정성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] S. M. Park, A Study on the Utilizing of SRF(Solid Recovery Fuel)+Coal Ash for Alkali-Activated No-Cement Material, Master's thesis, Jeonbuk National University. Jeonju, Korea, 2020.

[2] 정주영(2009), “연약지반 굴착 시 굴착저면의 안정성 평가에 관한 연구”, 부산대학교 대학원 공학석사 학위논문.