

보강토옹벽을 구성하는 타이바와 전면블록의 연결강도에 관한 실험연구

이승현^{1*}, 김병일²

An Experimental Study on Connection Strength between Tie-bar and Facing block composing Reinforced Earth

Seung-Hyun Lee^{1*} and Byoung-Il Kim²

요약 본 논문에서는 생태축조블록(전면블록)과 타이바로 사용되는 이형철근 그리고 앵커블록과 이형철근 사이의 연결강도를 속채움재료를 콘크리트, 흙, 쇄석으로 달리하여 실험을 통해 구하였다. 실험결과에 따르면 생태축조블록과 이형철근의 연결에 있어서는 속채움 재료로 콘크리트를 사용한 경우 연결강도가 타이바의 허용인장력보다 큰 반면 속채움 재료로 흙 또는 쇄석을 사용한 경우에는 연결강도가 타이바의 허용인장력과 비슷하거나 작게 측정되었다. 앵커블록과 타이바의 연결에 있어서는 속채움 재료로 쇄석을 사용하였는데 연결강도는 타이바의 허용인장력보다 크게 측정되었다.

핵심어 : 연결강도, 전면블록, 타이바, 앵커블록, 속채움재료

Abstract In this paper, connection strength between facing block and tie-bar was investigated through experimental study with varying in-fill material such as concrete, soil and crushed stone. Also, connection strength between anchor block and tie-bar was investigated with varying in-fill material.

According to the experimental results, in case of using in-fill concrete, connection strength between facing block and tie-bar was larger than allowable tension load of tie-bar. Whereas in case of using in-fill soil or crushed stone, connection strength between facing block and tie-bar was less or similar to allowable tension load of tie-bar. Connection strength between anchor block and tie-bar for which crushed stone was used as in-fill material, was larger than allowable tension load of tie-bar.

Key Words : Connection strength, Facing block, Tie-bar, Anchor block, In-fill material,

1. 서론

Vidal에 의해 보강토옹벽의 원리가 처음 개발된 이래 보강재에 의한 지반강도증가 발생기구에 대한 연구가 Ingold[1], Hausmann[2], Boden[3], Floss[4] 등에 의해 진행되어 왔고 이를 바탕으로 다양한 전면블록과 보강재를 적용하는 보강토 공법이 현장에서 많이 적용되고 있다.

기존에 많이 사용되고 있는 철근콘크리트옹벽과의 경제성 비교에 있어서는 벽체 높이가 약 6m 정도보다 클 경우에는 보강토 옹벽이 경쟁력을 가지고 있다고 볼 수 있으며 보강토 옹벽 자체는 철근콘크리트옹벽에 비하여 연성거동을 보이므로 특히 지진하중에 대한 안정성이 크다고 할 수 있다.

지압방식[5]의 보강토에서는 전면블록과 배면지반에 매설되는 앵커블록 그리고 이들 둘을 연결하는 타이바로 구성되어 있으며 전면블록으로는 최근 들어 식생이 가능한 전면블록이 개발되어 역학적 기능과 더불어 환경적 기능까지 제공하고 있다. 그러나 다양한 전면블록이 등장하고 있으나 그에 따른 역학적 검증은 충분하지 않은 실정이다. 본 연구에서는 지압방식의 보강토에 있어 환경적

이 논문은 2005년도 산학연 공동기술개발 컨소시엄사업의 연구비 지원에 의해 연구되었음.

¹선문대학교 토목공학과

²명지대학교 토목환경공학과

*교신저자: 이승현(shlec02@sunmoon.ac.kr)

기능을 가미한 생태 축조블록의 적응성 파악을 위해 생태 축조블록과 타이바 그리고 보강토 옹벽 배면지반에 매설되는 앵커블록과 타이바 사이의 연결강도특성을 실험을 통해 규명하고자 하였다.

2. 연결강도 실험

본 연구에서 고려한 보강토 옹벽의 역학적 기능 발현 방식은 지압방식으로서 전면블록과 옹벽 배면에 매설되는 앵커블록 사이에는 타이바(tic-bar)가 연결된 방식으로 배면 지반에 매설되는 앵커블록의 인발저항에 의해 토압에 저항하는 방식이다. 이때 설계시 타이바에 발생하는 인장력이 앵커블록에 의한 허용인발력보다 작아야 하며 타이바와 전면블록(생태축조블록) 그리고 타이바와 앵커블록 사이의 연결강도 또한 타이바에 발생하는 인장력 보다 충분히 커야 한다.

2.1 생태축조블록 및 타이바

실험대상이 되는 생태축조블록은 콘크리트 제품으로서 그 형태는 그림 1과 같은데 길이는 100cm이고 높이는 50cm 그리고 폭은 70cm이다. 또한 타이바를 앵커링하는 앵커블록은 그림 2와 같은데 콘크리트제품으로서 길이는 80cm이고 높이는 24cm이다.

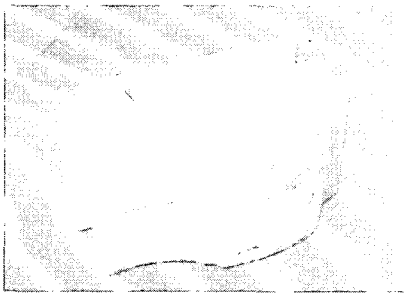


그림 1. 생태축조블록

보강재인 타이바로서는 이형철근을 사용하였으며 그 제원은 표 1에 나타나 있다. 타이바의 허용인장력(T_a)은 다음의 식 (1)과 같이 계산된다.

$$T_a = FS A_c F_y = 0.55 A_c F_y \quad (1)$$

F_y : 보강재의 항복응력

A_c : 보강재 단면적

2.2 실험계획

연결강도시험은 크게 타이바와 생태축조블록 사이의 연결강도시험과 타이바와 앵커블록 사이의 연결강도시험으로 나눌 수 있다. 이때 타이바와 블록 사이의 연결부는 타이바(이형철근)을 90° 만큼 절곡시켜 절곡길이가 20cm가 되도록 하여 정착시키며 정착부의 빈 공간은 콘크리트 또는 쇄석 또는 흙으로 채워 채움재에 따른 연결강도를 실험을 통하여 확인하도록 하였다. 실험계획을 표 2로 나타내면 표 2와 같다.

표 2. 연결강도 측정 실험계획

블록종류	전면블록						앵커블록		
	흙		쇄석		콘크리트		쇄석		
타이바 종류	D13	D16	D13	D16	D10	D13	D10	D13	D16

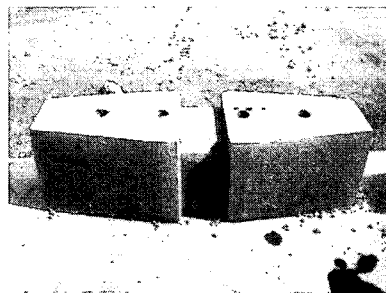


그림 2. 앵커블록

표 1. 타이바의 제원

지름 (mm)	단위중량 (kg/m)	공칭치수			항복점 (kg/mm ²)	인장강도 (kg/mm ²)	허용인장력 (kg)	항복인장력 (kg)
		지름 (mm)	단면적 (cm ²)	주변장 (cm)				
D 10	0.56	9.53	0.7133	3.0	30min.	45-61	1177	2140
D 13	0.995	12.7	1.267	4.0	30min.	45-61	2091	3800
D 16	1.56	15.9	1.986	5.0	30min.	45-61	3277	5960

실험장치는 그림 3과 그림 4에 나타나 있는데 그림 3은 생태축조블록과 타이바 사이의 연결강도 실험장치이고 그림 4는 앵커블록과 타이바 사이의 연결강도 실험장치이다.

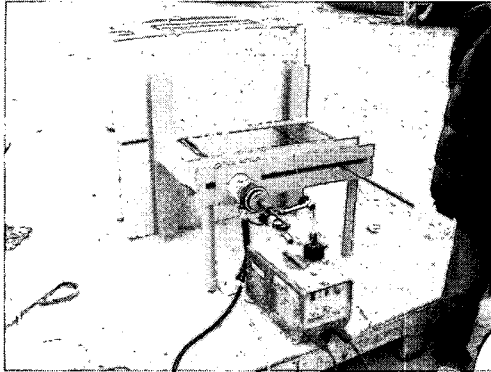


그림 3. 연결강도 실험장치(생태축조블록 vs 타이바)

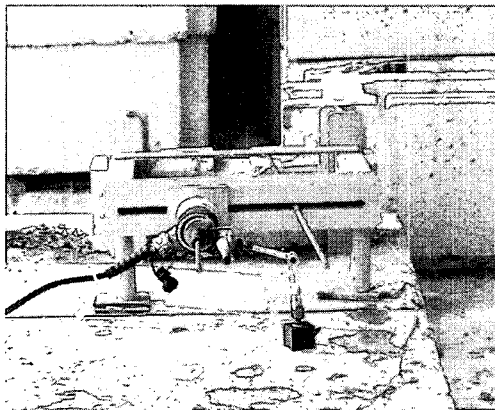
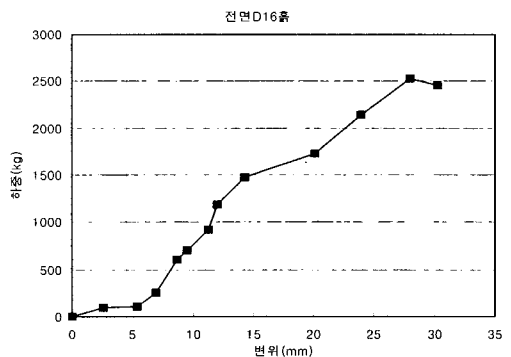
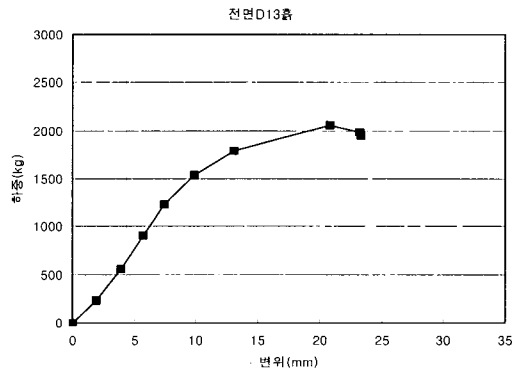
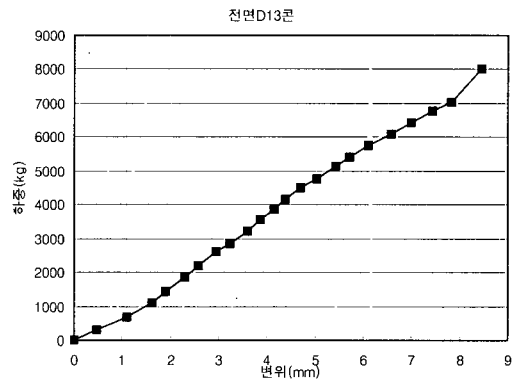
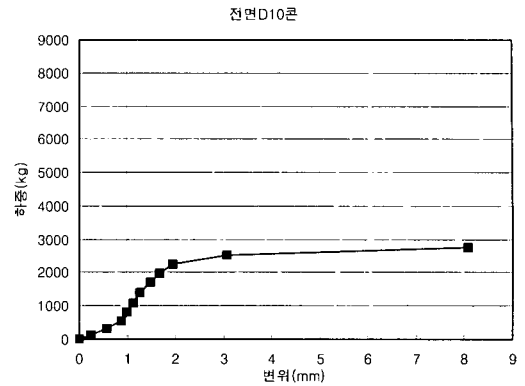


그림 4. 연결강도 실험장치(앵커블록 vs 타이바)

그림 3 및 그림 4에 나타나 있듯이 재하장치는 H형강으로 구성된 구조체로 구성되어 있으며 블록자체를 반력장치로 이용하도록 하였다. 하중은 20t 용량의 유압잭을 이용하여 가하하도록 하였으며 이형강봉에 발생하는 인장력은 전기저항식 스트레인게이지를 통해 측정하고 인장변위는 전기식 다이얼게이지를 이용하여 측정하였다.

2.3 실험결과 및 분석

그림 5는 생태축조블록과 타이바 사이의 연결강도 실험결과를 하중-변위곡선으로 나타낸 것이다. 그림의 상단에는 '전면D10콘'과 같은 구분용어를 사용하였는데 '전면D10콘'은 생태축조블록과 D10 이형강봉 그리고 채움재로 콘크리트를 사용했음을 나타낸다.



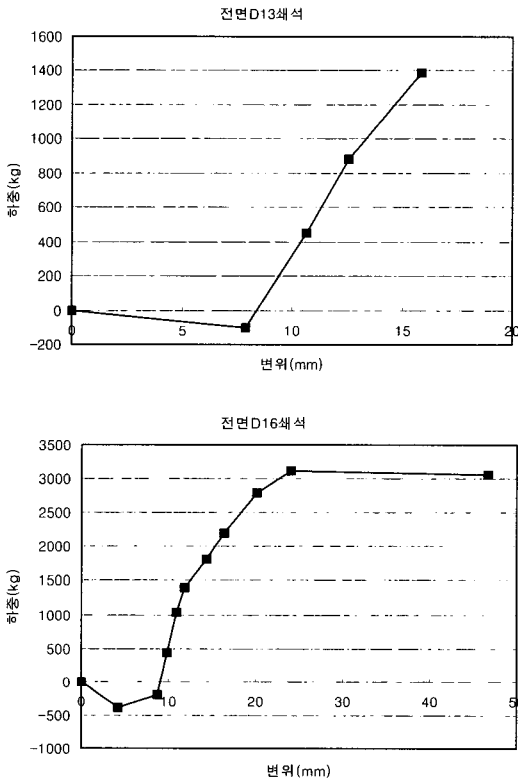


그림 5. 생태축조블록과 타이바 사이의 하중-변위 곡선

그림 5의 상단에 있는 두개의 하중-변위곡선을 통해 볼 때 생태축조블록의 내부를 콘크리트로 속채움하는 경우 D10, D13 이형강봉을 사용하였을 때 각각의 이형강봉의 허용인장력인 1177kg과 2091kg 이상의 하중에 저항함을 알 수 있으며 허용인장력에 대응하는 인장변위는 각각 1.2mm, 2.7mm정도이다.

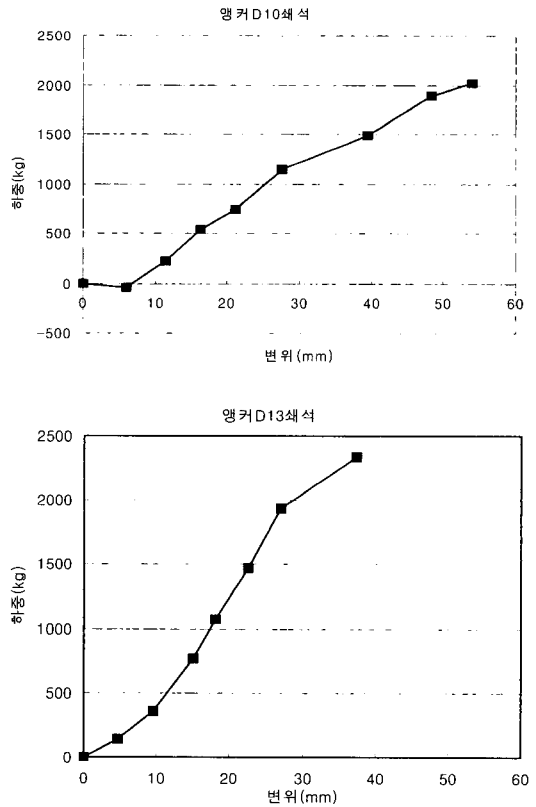
그림 5의 중앙에 있는 두개의 하중-변위곡선을 통해 볼 때 생태축조블록의 내부를 흙으로 속채움하고 D13 이형철근을 사용할 경우 침투 하중값은 이형철근의 허용인장력 정도임을 알 수 있다. 그러나 D16 이형철근을 사용할 경우 침투하중값은 2500kg 정도로서 허용인장력 3277kg의 76%정도밖에 연결강도가 발휘되지 않음을 알 수 있다. 또한 D13 이형철근의 경우 허용인장력에 대응하는 변위는 21mm정도로서 콘크리트로 속채움한 경우에 비하여 7.7배의 인장변위 증대가 있음을 알 수 있다.

그림 5의 하단에 있는 두개의 하중-변위곡선은 쇄석으로 속채움한 경우인데 왼쪽 그림의 경우 인장하중이 이형철근의 허용인장력에도 훨씬 못미쳐 철근의 절단이 발생하였는데 이는 불량한 철근의 사용때문으로 판단된다. 오른쪽 그림은 D16 이형철근을 사용한 경우인데 침투하

중값은 3115kg으로서 허용인장하중의 95%정도의 연결강도가 발휘됨을 알 수 있다. 또한 쇄석으로 속채움한 경우 초기에 응력이완현상이 나타남을 알 수 있는데 이는 유압실린더를 재하 프레임에 설치할 때 초기에 가해진 선행하중이 쇄석에 묻혀 있는 철근의 인발 및 인장에 의해 이완된 것으로 판단되며 하중이 이완되는 변위량은 약 8mm정도이다.

이상의 실험결과를 통해 볼 때 생태축조블록과 타이바 사이를 연결할 경우 콘크리트로 속채움하는 경우에 있어서는 연결강도가 이형철근 자체의 허용인장력보다 크다고 볼 수 있으나 속채움 재료로 흙이나 쇄석을 사용하는 경우에는 이형철근 자체의 허용인장력보다 작은 연결강도가 발휘됨을 알 수 있고 이 경우 연결강도가 발휘되는 변위량은 21mm에서 28mm사이에 있어 설계시 전면블록 변위에 미치는 영향을 고려해야 한다.

그림 6은 앵커블록과 타이바 사이의 연결강도실험결과를 하중-변위곡선으로 나타낸 것이다.



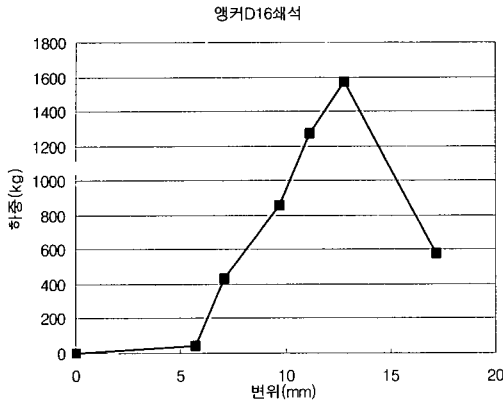


그림 6. 앵커블록과 보강재 사이의 하중-변위 곡선

앵커블록과 타이바 사이의 연결에 있어 속채움 재료는 모두 쇄석을 사용하였는데 D10 이형철근을 사용한 경우 철근의 허용인장력 보다 큰 연결강도가 발휘됨을 알 수 있고 허용인장력에 대응하는 변위량은 약 27mm정도이다. D13 이형철근을 사용하는 경우에도 철근의 허용인장력보다 큰 연결강도가 발휘됨을 알 수 있으며 허용인장력에 대응하는 변위량은 약 32mm정도이다. D13 이형철근을 사용한 경우 약 2500kg에서 철근의 절단이 발생하였다. D16 이형철근을 사용한 경우는 약 1600kg의 인장 하중에서 앵커블록의 파괴가 발생하였는데 이는 앵커블록의 압축강도가 소요강도를 만족하지 못한 원인과 하중재하방식에 의해 집중하중이 앵커블록에 작용했기 때문으로 생각된다.

3. 결론

생태축조블록과 타이바 사이의 연결강도와 앵커블록과 타이바 사이의 연결강도를 속채움 재료를 달리하여 실험을 통하여 구하였다. 실험결과에 따르면 생태축조블록과 타이바의 연결에 있어서는 속채움 재료로 콘크리트를 사용한 경우 타이바가 D10의 이형강봉일 때의 연결강도가 타이바 자체의 허용인장력보다 2.3배 크게 측정되었고 타이바가 D13의 이형강봉일 때의 연결강도는 타이바 자체의 허용인장력보다 3.8배 이상 발휘됨을 알 수 있었다. 속채움 재료로 흙을 사용한 경우 타이바가 D13의 이형강봉일 때의 연결강도는 타이바의 허용인장력 정도 발휘되었고 타이바가 D16일 때의 연결강도는 타이바의 허용인장력의 76%정도만 발휘되었다. 속채움 재료로 쇄석을 사용한 타이바가 D16의 이형강봉일 때의 연결강도는 타이바의 허용인장력의 95%정도가 발휘되었다. 따라서 연결부 속채움 재료로 흙이나 쇄석을 사용할 경우 연

결강도를 설계에 반영해야 하며 연결강도에 대응하는 변위량도 고려해야 할 것이다. 앵커블록과 이형철근의 연결에 있어서는 속채움 재료로 쇄석을 사용하였는데 연결강도는 타이바의 허용인장력보다 크게 측정되었다.

참고문헌

- [1] T.S. Ingold : Reinforced Earth, Thomas Telford, 1982.
- [2] M.R.Hausmann : Strength of Reinforced Soil, Proc. 8th Aust. Road Resh. Conf., Vol. 8, sept. 13, 1976
- [3] Boden, J.B., Irwin, M.J., and Pocock, R.G., "Construction of Experimental Walls at TRRL", Ground Eng., vol. 11, no. 7, pp. 28-37, 1978.
- [4] Floss, R., and Thamm, B.R., "Field Measurements of a Reinforced Earth Retaining Wall and under Static and Dynamic Loading", Int. Conf. Soil Reinforcement, Paris, vol. III, pp. 183-188, 1978
- [5] 김상수, 보강토 공법의 설계와 시공, 도서출판 과학기술, pp. 151-155, 2001. 8.

이 승 현 (Seung-Hyun Lee)

[정회원]



- 1988년 8월 : 서울대학교 토목공학과 (공학사)
- 1991년 2월 : 서울대학교 토목공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 서울대학교 토목공학과(공학박사)
- 2000년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 토목공학과 부교수

<관심분야>
토질역학, 기초공학

김 병 일 (Byoung-Il Kim)

[정회원]



- 1987년 2월 : 서울대학교 토목공학과 (공학사)
- 1989년 2월 : 서울대학교 토목공학과 (공학석사)
- 1994년 2월 : 서울대학교 토목공학과 (공학박사)
- 1995년 3월 ~ 현재 : 명지대학교 토목환경공학과 교수

<관심분야>
토질역학, 기초공학