

메카스톤 블록식 보강토옹벽

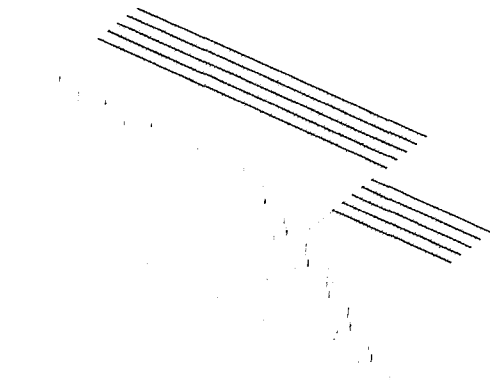
Reinforced Block Retaining Wall System with MEKASTONE

이 승 훈
(주)메카모아 상무



1. 개 요

메카스톤 블록식 보강토옹벽은 메카스톤 블록과 성토흙 사이에 지오그리드를 메카핀을 사용하여 연결 설치하여 성토체의 안정성을 증가 시킴으로써 수직 벽체를 형성하는 구조물로 전면 블록과 보강재가 연결되어 보강재와 흙 사이의 마찰에 의하여 저항하는 구조임.



2. 보강토옹벽의 원리

1) 토질공학적 개념

초기에 학자들은 보강토 공법을 고전적인 토질공학이론 간주하여 흙 속의 수평연속요소를 토체를 구성하는 하나의 요소, 즉 다른 형태의 흙 입자로 가정하여 흙의 전단강도가 어떻게 개선되는가를 규명하는 개념이다. 그런 연구 결과 보강재가 삽입된 흙 입자의 횡방향 이동의 억제에 흙 자체의 마찰계수의 증가 또는 점착성분의 증가로 인한 수평응력의 감소효과로 해석하였다. 실험결과 마찰계수의 증가는 낮은 응력상태에서, 점착력의 증가는 높은 응력상태에서 나타난다는 사실이 입증되었으며 최근 대부분의 연구자에 의하여 점착력의 증가이론이 설득력을 얻었다. 다만 이 때에 증가되는 점착성분은 보강재가 제거되면 곧 사라진다는 점에서 겉보기 점착력(apparent cohesion)이라 부른다. 겉보기 점착력(c_r)의 생성으로 인한 보강토의 감소수평응력(σ_r)을 Mohr의 응력원으로 설명하면 그림

1과 같다.

$$K_a \sigma_v = \sigma_h + \sigma_r, \quad \sigma_v = K_p \sigma_h + K_p \sigma_r$$

위 식에서, K_p 는 수동토압계수, σ_v 는 수직응력 그리고 σ_h 는 수평응력을 각각 나타낸다.

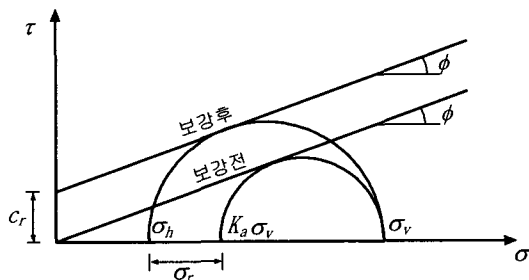


그림 2 보강토체의 수평응력 감소이론 (Sigma model)

보강으로 인하여 유발된 접착력을 c_r 이라 하면, σ_v 는 아래 식과 같이 표시된다.

$$\sigma_v = K_p \sigma_h + 2\sqrt{K_p} c_r, \quad c_r = \frac{\sigma_v \sqrt{K_p}}{2}$$

2) 실용이론

전술한 고전적 이론은 판형 또는 grid형태의 현대적 보강재가 삽입된 보강토체를 해석하기에는 충분치 않다. (현대적인 보강재는 소정의 수직간격을

두고 포설됨으로 균질한 토체로 해석할 수 없다.) 흙과 보강재의 상호작용으로부터 나타나는 흙 입자의 횡방향이동 구속현상은 그림 2와 같다.

토체는 흙의 자중에 의하여 수직응력(σ_v)이 작용하며 토체의 수직응력에 의한 수평분력($\Sigma\sigma_h$)은 토압계수(K)에 의하여 결정되며 흙 입자를 횡방향으로 이동시키려는 능동적인 힘이다.

$$\sigma_h = K \cdot \sigma_v$$

따라서 횡방향이동에 대하여 같은 크기 또는 그 보다도 큰 값의 저항하는 힘이 존재한다면 토체의 횡방향이동 즉 변형을 발생하지 않을 것이며 안정된 토체라고 할 수 있다. 흙 속에 삽입된 판형 보강재의 상하에는 동일한 크기의 수직응력(σ_v)이 작용하며 보강재의 접촉면에서 마찰력(σ_r)을 발생하게 된다.

$$\sigma_r = \sigma_v \tan \delta \approx f^* \sigma_v, \quad \delta = f(\phi, c, \epsilon)$$

위 식에서, $\tan \delta$ 는 흙과 보강재의 마찰계수이고, f^* 는 흙과 보강재의 결속저항계수(단순마찰 이외의 포괄적 의미의 저항계수)이며, ϵ 은 보강재의 형상계수이다.

그러나 이러한 마찰력은 변위를 일으키려는 응력이 발생하여야 나타나는 수동적인 응력이다. 또한 흙과 보강재의 접촉면에서 발휘할 수 있는 최대의

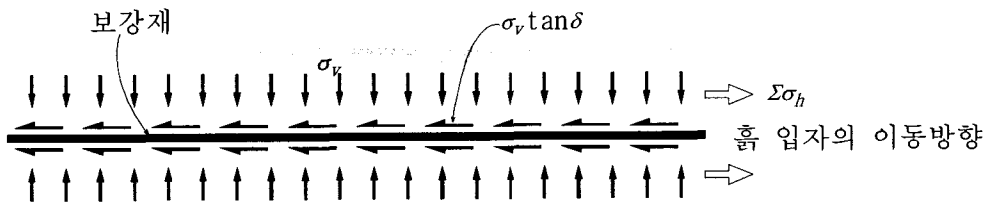


그림 3 보강토체의 흙의 횡방향이동 저항

미찰력은 횡방향이동이 발생하기 직전에 최대로 나타나며 이동이 시작되면 급격히 감소하는 특징을 갖는다. 만약 수동적으로 나타나는 수평저항력이 흙의 수평응력보다 크거나 같다면 이상적인 보강토체가 될 수 있으나, 반대로 작으면 불안정한 상태가 된다.

안정적인 보강토체 : $\Sigma\sigma_v \geq \Sigma\sigma_h$

불안정한 보강토체 : $\Sigma\sigma_v < \Sigma\sigma_h$

3) 보강재 사이의 흙의 아칭

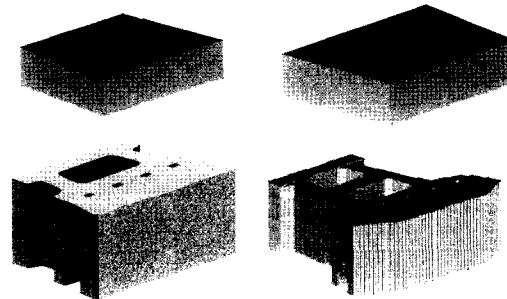
보강토체는 다층보강재로 구성된다. 따라서 보강재를 어떤 두께, 즉 수직간격을 유지하여야 하는가가 관심의 대상이 된다. 그림 3은 보강재와 보강재 사이의 흙 입자의 거동을 보여준다.

적당한 수직간격을 유지하는 보강토체는 보강재의 경계면에서 수평변위가 거의 나타나지 않으나 보강재에 멀어질수록 변위량이 커진다. 보강재 사이의 흙 입자는 그림에서처럼 아칭(arching)현상을 유지하게 되며 보강재의 간격이 어떤 한계를 벗어나면 아칭현상은 파괴되고 흙 입자의 횡방향변위의 억제기능이 상실된다. 많은 학자에 의한 연구결과에 따르면 횡방향 변위 억제기능이 유지되는 한계는 양질의 토사일 경우 1.00 m까지라는 것이 정설이다(보편적으로 80 cm 적용).

3. 구성자재

1) 메카스톤 블록

- 고강도의 콘크리트 공장제작 제품
- 압축강도 : 240 kgf/cm² 이상
- 흡수율 : 8% 미만
- 표면처리 : 줄무늬, 자연석무늬
- 색상 : 용도에 따라 다양한 색상 연출
- 종류 : 표준형, COMPAC형, CAP형



종 류	규 격 (mm)			중 량(kgf)
	폭	높 이	뒷길이	
콤팩형	440	200	310	39
표준형	528	200	480	55
표준캡형	528	100	310	29
콤팩캡형	400	100	310	25

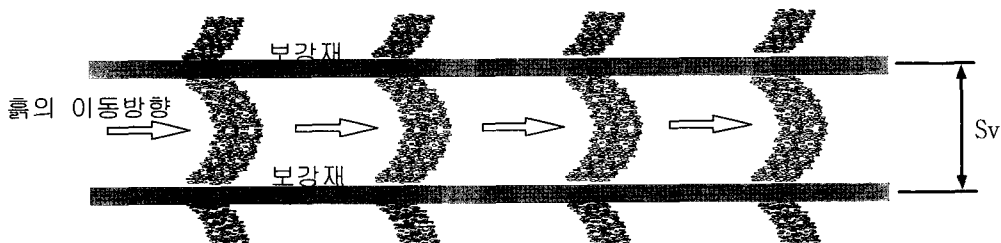
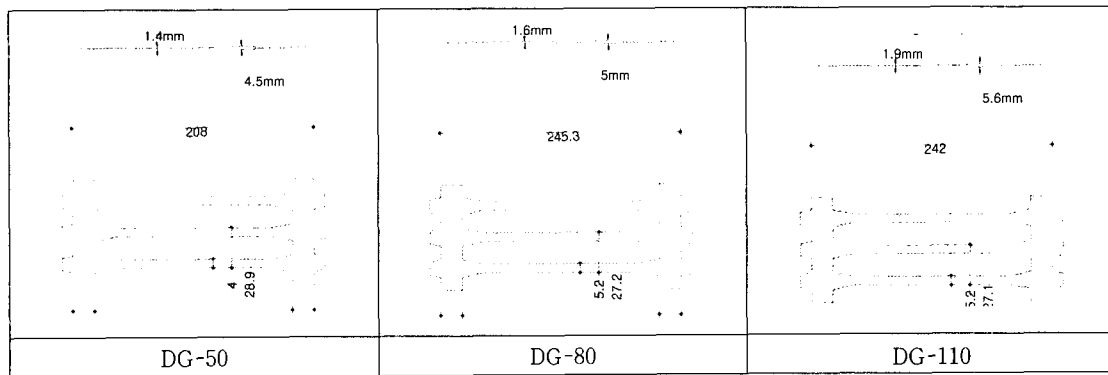


그림 4 보강재 사이의 흙의 Arching현상

2) GEOGRID

- 재질 : 폴리프로필렌(PP)
- 형상 및 인장강도

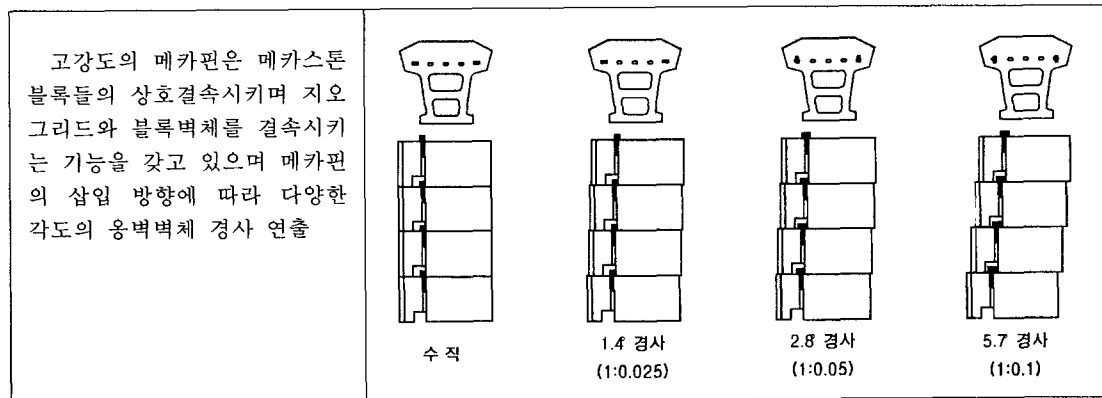
구 분	TYPE - 1 (DG-25)	TYPE - 2 (DG-35)	TYPE - 3 (DG-50)	TYPE - 4 (DG-80)	TYPE - 5 (DG-110)	비 고
인장강도	25 kN/m	35 kN/m	50 kN/m	80 kN/m	110 kN/m	
최대변형율(%)	12%	12%	12%	12%	12%	



3) 메카핀(MEKAPIN)

구 분	헤 드 부	기 등 부	
재 질	Polymer	유리섬유	
규 격(mm)	46 x 22 x 24	13 x 70 x 13	
강 도	500 kg/cm ² 이상		

4) 메카핀의 설치와 응벽축조





4. 안정성 검토

- 블록식 보강토 옹벽은 한계상태 및 허용응력 법에 의한 외적, 내적 안정성 검토
- 외적안정성 검토항목 : 옹벽의 활동, 전도, 지지력 및 침하, 전체적인 사면의 안정
- 내적안정성 검토항목 : 보강재의 인발저항, 보강재의 파단

활동	전도	지지력 및 침하
전반적인 안정	인발에 대한 안정	보강재의 파단

5. 공법의 특징 및 적용성

<ul style="list-style-type: none"> - 메카핀에 의해 블록과 토사보강재 및 뒷채움토사가 일체거동을 하므로 지진이나 진동등 동적 하중에도 안정 - 편연결에 의한 유연성 구조물이므로 연약지반등 부등침하 예상 구간에도 적용이 가능한 공법 - 동,하절기 온도차에 의한 영향, 염분에 의한 영향, 화학적 또는 생물학적인 주변환경에 효과적으로 적용할 수 있음 - 곡선부 처리가 용이하며 색상 및 무늬등의 선택사양을 적용하여 조형미 극대화 - 조립형 단순 반복 작업으로 시공이 용이하고 공기단축 효과 - 공장제품 사용으로 동절기 작업 가능 	 
---	---