

보강토 옹벽의 소요지지력과 허용지지력



김 경 모

보강기술(주) 연구소장
kgmong@hotmail.com

1. 서론

일반적으로 보강토 옹벽은 일반 RC 옹벽에 비하여 소요 지지력이 작으며, 따라서 일반 RC 옹벽을 적용하는 경우에는 지지력에 대한 안정성을 확보할 수 없으나 보강토 옹벽으로는 지지력에 대한 안정성을 확보할 수 있는 경우가 있다. 이러한 보강토 옹벽의 특성으로 인하여, 보강토 옹벽은 지반지지력이 거의 없는 초연약지반 상에도 시공할 수 있다고 오해하는 경우가 종종 있다.

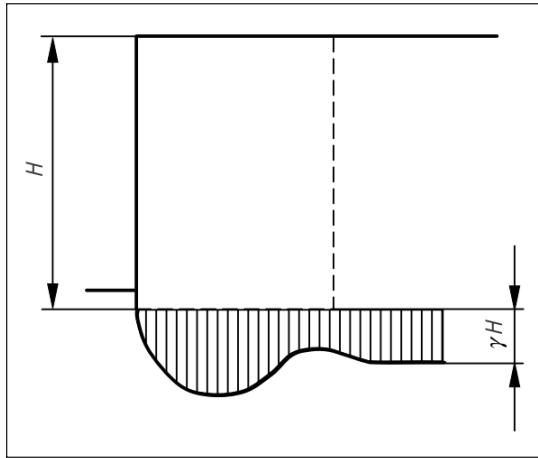
본 기술노트에서는 보강토 옹벽의 소요지지력과 허용지지력에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 보강토 옹벽의 소요지지력과 허용 지지력

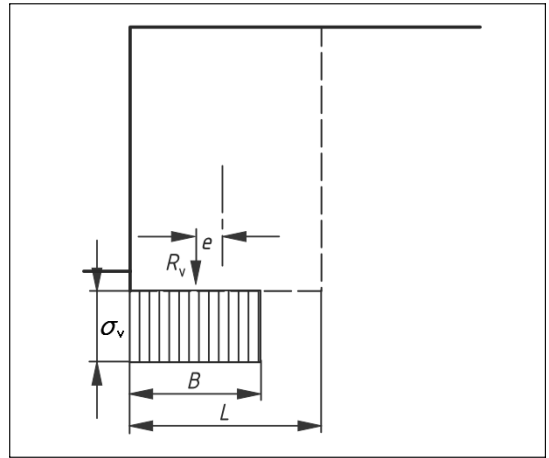
가. 보강토 옹벽의 소요지지력

보강토 옹벽은 기초지반에 하중으로 작용하게 되며, 보강토 옹벽을 설치함으로써 하부지반에 발생하는 수직응력(applied vertical stress)을 보강토 옹벽의 소요지지력(required bearing pressure)이라 한다.

보강토 옹벽에 의하여 하부지반에 부과되는 수직응력의 전형적인 분포는 그림 1. a)에서와 같으며, 이러한 수직응력의 분포로부터 보강토 옹벽 하부의 수직응력 분포를 Meyerhof type의 응력분포로 가정할 수 있다. 이 때 보강토 옹벽 저면에서 하부지반에 가해지는 수직응력(σ_v)은 다음 식 (1)과 같이 계산할 수 있다(한국지반공학회, 1998;



(a) 보강토 옹벽 하부의 수직응력 분포



(b) 설계에 적용하는 수직응력 분포

그림 1. 보강토 옹벽 하부의 수직응력 분포(BSI, 2010)

건설교통부, 2000; Elias 등, 2001).

$$\sigma_v = \frac{R_v}{L - 2e} \quad (1)$$

여기서, σ_v : 보강토 옹벽 하부지반에 발생하는 수직 응력

R_v : 보강토 옹벽의 자중을 포함하는 수직력
의 합

L : 보강재의 길이

e : 편심거리

보강토 옹벽 상부에 성토사면이 없는 경우, 일반적인 보강토 옹벽의 소요지지력은 개략적으로 보강토체 자중 (γH)의 1.3배 정도가 된다.

나. 기초지반의 허용지지력

반면, 허용지지력(allowable bearing pressure)은 기초지반의 극한지지력(ultimate bearing capacity)에 안전율을 고려하여 결정하며, 여기서 지반의 극한지지력은 얕은기초의 지지력 공식에 의하여 계산할 수 있다. 극한지지력은 기초지반의 전단강도(shear strength)에 크게 영향을 받으며, 기초의 폭(B), 근입깊이(D_f) 등의 영향을

받을 수 있지만, 보강토 옹벽에 대해서는 근입깊이의 영향을 제외하고 다음 식 (2)와 같이 극한지지력을 계산한다 (한국지반공학회, 1998; Elias 등, 2001).

$$q_{ult} = cN_c + \frac{1}{2}\gamma(L - 2e)N_\gamma \quad (2)$$

여기서, q_{ult} : 기초지반의 극한지지력

c : 기초지반의 점착력

γ : 기초지반의 단위중량

N_c, N_γ : 지지력계수

기초지반의 허용지지력(q_a)은 앞의 식 (2)에서 구한 극한지지력에 지반지지력에 대한 안전율을 고려하여 다음과 같이 계산할 수 있다(한국지반공학회, 1998; 건설교통부, 2000; Elias 등, 2001).

$$q_a = \frac{q_{ult}}{FS} \quad (3)$$

여기서, q_a : 기초지반의 허용지지력

FS : 지반지지력에 대한 안전율

지반 강도정수 산정에는 여러 가지 오차의 발생가능성

을 내포하고 있기 때문에, R.C. 옹벽과 같은 강성 구조물(rigid structures)를 지지하는 기초에 대해서는 비교적 큰 안전율 3.0을 적용하여 지반의 허용지지력을 산정하는 것이 일반적이지만, 보강토 구조물은 R.C. 구조물에 비하여 상대적으로 유연성이 있으므로 2.5의 안전율을 적용하여 지반의 허용지지력을 산정한다(The Reinforced Earth Company, 2005).

다. 보강재 길이를 증가시키면 소요지지력을 감소시킬 수 있는가?

기초지반의 지지력이 불충한 경우, 보강토 옹벽의 소요 지지력을 감소시키기 위하여 보강재의 길이를 증가시키는 방안을 생각해 볼 수 있다.

앞의 식 (1)에서 소요지지력의 계산에 편심거리의 2배를 제외한 보강재 길이를 사용하며, 편심거리(e)는 보강토체의 자중과 배면토압의 관계로부터 얻어지므로, 보강재 길이를 증가시키면 편심거리가 감소하며, 이론적으로는 Meyerhof 분포로 가정된 기초의 폭 $B = L - 2e$ 가 보강재의 길이(L)까지 증가할 수 있다.

따라서 보강재 길이가 증가하면 소요지지력을 감소시킬 수 있지만, 보강재 길이(L)를 아무리 길게 하더라도 보강토 옹벽의 소요지지력은 보강토 옹벽의 자중(γH) 보다 작아질 수는 없다.

바꿔 말하면 보강토 옹벽이 설치될 기초지반은 최소한 보강토체의 성토자중(γH)을 지지할 수 있을 만큼의 허용 지지력이 필요하다.

3. 결론

일반적으로 보강토 옹벽은 강성 구조물(rigid structure)인 R.C. 옹벽에 비하여 유연성이 크므로, 하부지반에 부과되는 수직응력(소요지지력)이 작고, 지반지지력에 대한 기준안전율이 작으므로, R.C. 옹벽으로는 지반지지력에 대한 안정성을 확보할 수 없는 경우에도 보강토 옹벽으로는 안정성을 확보할 수 있는 경우가 있다.

그러나, 보강토 옹벽을 적용하기 위해서는 적어도 보강토체의 성토자중(γH)을 지지할 수 있을 정도의 허용지지력은 확보되어야 한다.

참고문헌

1. 건설교통부(2000), 도로설계편람(II), pp. 407-42 ~ 407-58.
2. (사)한국지반공학회(1998), 토목섬유 설계 및 시공요령, pp. 253-305.
3. BSI (2010), BS8006-1:2010 Code of Practice for Strengthened/Reinforced Soils and Other Fills, British Standards Institution, London, p. 82-83.
4. Elias, V., Christopher, B. R. and Berg, R. R. (2001), Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes Design and Construction Guidelines, FHWA-NHI-00-043, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington D.C.
5. The Reinforced Earth Company (2005), Design Manual for Reinforced Earth Walls.