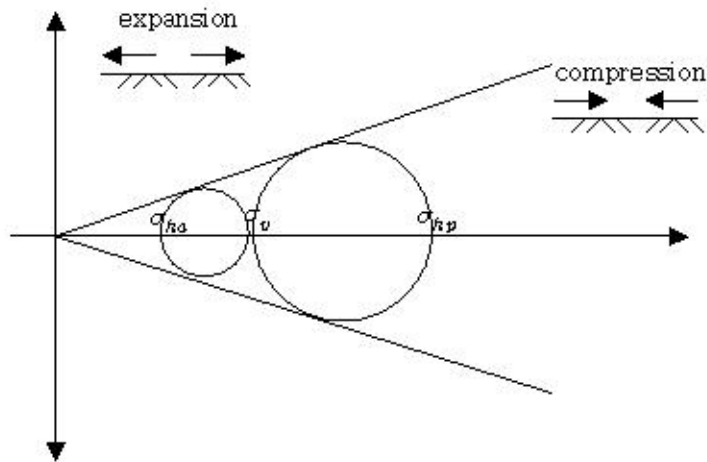
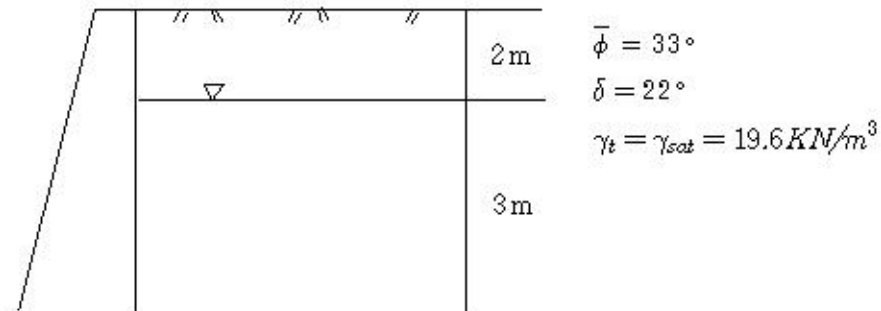


2006학년도 토질역학 시험 (4)

1. (20) 옹벽에 작용하는 힘의 방향에 따라 옹벽 뒤쪽 지반이 주동 또는 수동 상태에 도달한다. $\sigma - \tau$ 평면상에서 mohr 원과 파괴포락선($c=0, \phi \neq 0$)을 이용하여 주동과 수동 상태에서의 횡방향 응력 (σ_{hs}, σ_{hp})을 산정하고 주동 및 수동 토압 계수 (K)를 삼각함수 식으로 나타내라.

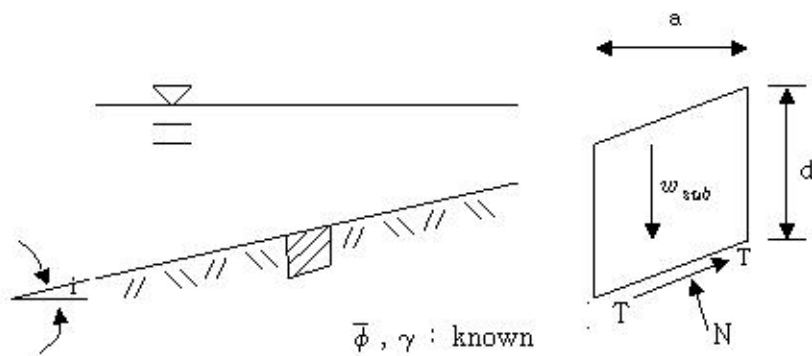


2. (20) 다음의 그림과 같이 배수시설이 없는 벽체에 작용하는 합력의 크기와 방향을 구하라.



$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2 \alpha \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta) \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

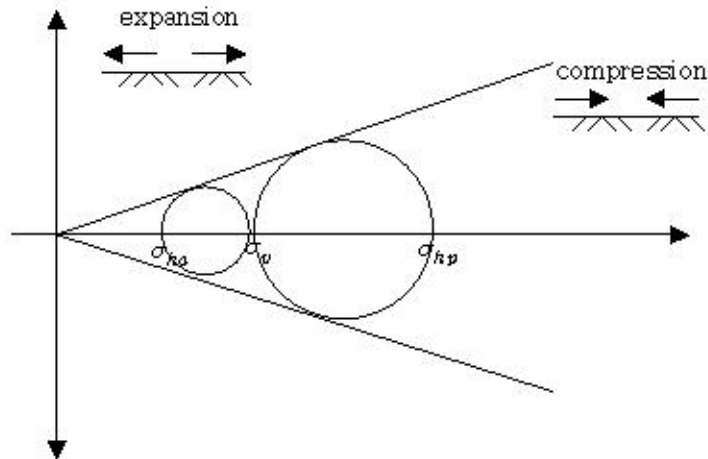
3. (10) 옹벽 설계 필요충분조건 3가지를 쓰시오.
4. (10) 상대밀도 및 근입깊이/기초폭 (D/B) 에 따른 얽은 기초의 failure mode 3가지에 대하여 설명하시오.
5. (10) 동력학적공식 중 Engineering News 공식을 적은 다음 여기에 사용된 각 변수를 정의하라. 그리고 이 공식에 적용된 안전율은 얼마인가?
6. (10) 기초의 허용 지지력 계산시 전체 안전율을 이용한 방법과 부분 안전율을 이용한 방법에 대하여 설명하시오.
7. (10) 아래에 보인 모래 사면이 안전율 1이상을 확보하기 위한 조건이 $\bar{\phi} \geq i$ 임을 보여라.



8. (10) 유한 사면 안정 해석 방법 중에서 Ordinary method와 Simplified Bishop method가 절편법(method of slices)에 해당한다. 이 두 방법의 차이점을 비교하여 설명하라.

Exam #4 모범답안

1. 옹벽에 작용하는 힘의 방향에 따라 옹벽 뒤쪽 지반이 주동 또는 수동 상태에 도달한다. $\sigma - \tau$ 평면상에서 mohr 원과 파괴포락선($c=0, \phi \neq 0$)을 이용하여 주동과 수동 상태에서의 횡방향 응력 (σ_{hs}, σ_{hp})을 산정하고 주동 및 수동 토압 계수(K)를 삼각함수 식으로 나타내라.



$$\sin \phi = \frac{\frac{\sigma_v - \sigma_{hs}}{2}}{\frac{\sigma_v + \sigma_{hs}}{2}} \rightarrow \sigma_{hs} = \left(\frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \right) \sigma_v$$

$$\ast \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \therefore \sigma_{hs} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \sigma_v = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \gamma z$$

$$\therefore \text{주동토압계수 } K_a = \frac{\sigma_{hs}}{\sigma_v} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

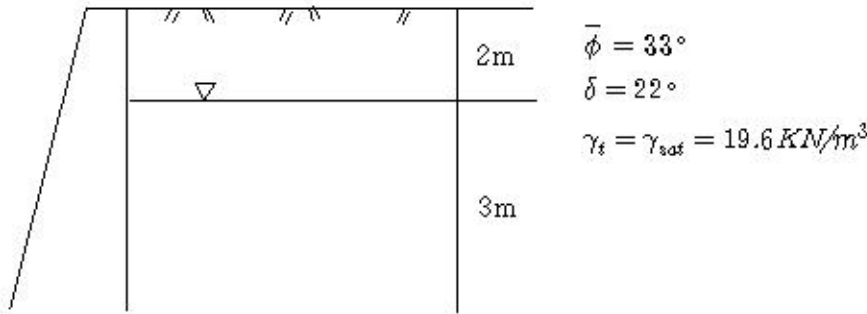
$$\sin \phi = \frac{\frac{\sigma_{hp} - \sigma_v}{2}}{\frac{\sigma_v + \sigma_{hp}}{2}} = \frac{\sigma_{hp} - \sigma_v}{\sigma_v + \sigma_{hp}}$$

$$\rightarrow \sigma_{hp} = \left(\frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right) \sigma_v$$

$$\ast \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \text{ 이므로 } \sigma_{hp} = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \sigma_v = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \gamma z$$

$$\therefore \text{수동토압계수 } K_p = \frac{\sigma_{hp}}{\sigma_v} = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

2. 다음의 그림과 같이 배수시설이 없는 벽체에 작용하는 합력의 크기와 방향을 구하라.



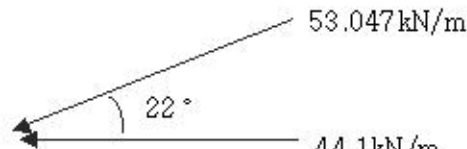
$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin^2\alpha \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta)\sin(\phi - \beta)}{\sin(\alpha - \delta)\sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

위의 조건에 의해 $K_a = 0.264$ 가 되며 $H_1 = 2m$, $H_2 = 3m$ 라고 하면,

- 지하수위 위까지 작용하는 토압 : $P_{a1} = \frac{1}{2} K_a \gamma_t H_1^2 = 10.349 kN/m$
- 지하수위상부의 토압이 상재하중으로 작용했을때의 지하수위 아래에서의 토압 :
 $P_{a2} = K_a q H_2 = K_a (\gamma_t H_1) H_2 = 31.046 kN/m$
- 지하수위 아래의 토압 : $P_{a3} = \frac{1}{2} K_a \gamma_b H_2 = 11.642 kN/m$
- 수압의 합력 : $U = \frac{1}{2} \gamma_w H_2^2 = 44.1 kN/m$

※여기서 토압은 벽면과의 마찰에 의해 22° 기울어져 작용하며 모든 토압의 합은 $10.349 + 31.046 + 11.642 = 53.037 kN/m$ 가 되며 수압의 합력은 벽면에 수직으로 작용하므로 그대로 $44.1 kN/m$ 를 고려한다.

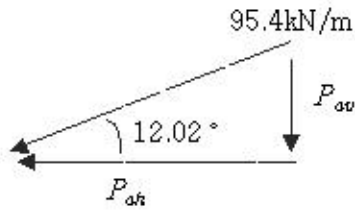
즉,



합력을 P_a 라고 하면, 수평성분 $P_{ah} = \cos 22^\circ \times \text{토압의 합력} + U$
 $= 93.275 kN/m$ 가 되며
 수직성분 $P_{av} = \sin 22^\circ \times \text{토압의 합력}$
 $= 19.868 kN/m$ 가 된다.

∴ 합력의 크기 = $\sqrt{P_{av}^2 + P_{ah}^2} = 95.368 kN/m$ 가 되며, 합력의 방향은 $\arctan \frac{19.868}{93.275} = 12.02^\circ$ 가 된다.

∴



3. 옹벽 설계 필요충분조건 3가지를 쓰시오.

- 수평활동에 대한 안전 - 옹벽은 수평활동에 대해 안전해야 하며 이는, 옹벽의 저판과 그 아래에 있는 흙의 마찰각을 δ 라고 할때 활동에 대한 안전율을 다음의 식으로 구한다.

$$F_s = \frac{R_v \tan \delta}{R_h} > 1.5 \quad *R_v = \text{옹벽자중 및 토압에 의한 힘의 수직성분의 합력}$$

R_h = 옹벽 및 토압에 의한 힘의 수평성분의 합력

δ = 옹벽과 바닥의 저면마찰각

- 전도에 대한 안전 - 편심량 e 가 $\frac{B}{6}$ 를 초과하지 않을때 (= 합력이 저판의 중앙 $\frac{1}{3}$ 이내에 있을때) 전도에 대해 안전하다고 할 수 있다. 이는 바닥면의 Core Area로서 인장력이 발생하지 않는 구간을 나타내며 따라서 이 범위를 벗어나게 되면 압축력이 0가 되고 인장력이 발생하므로(이 말은 곧 옹벽이 들려서 전도 된다는것을 의미함) 전도에 대해 불안정 해지게 된다. 꼭 편심량이 $\frac{B}{6}$ 를 초과하지 않더라도 전도에 대한 안전율의 확보를 위해 최소안전율을 1.5정도로 두고있다.

- 지지력에 대한 안전 - 저판아래의 압력(응력)이 직선적으로 분포한다고 가정시, 저판이 받는 최대 및 최소응력을 다음과 같이 계산하여 이 값이 허용지지력 보다 작아야 한다. 특히 최대응력은 옹벽의 저판압부리에서 발생하므로 저판압부리의 압력이 최대압력 (σ_{max})이 된다.

$$\sigma = \frac{R_v}{B} \times [1 \pm \frac{6e}{B}] \quad \rightarrow \quad \sigma_{max} < q_{allow}$$

4. 상대밀도 및 근입깊이/기초폭 (D/B) 에 따른 얽은 기초의 failure mode 3가지에 대하여 설명하시오.

- General Shear Failure : Dense/ Stiff soil 이거나 O.C clay일때

$D_f = 90\% \sim 100\%$ 일때

D/B가 작을때

-Local Shear Failure : Medium soil인 경우

$$D_r = 50\% \text{일때}$$

D/B가 중간정도 일때

-Punching Shear Failure : Loose/Soft soil일때

$$D_r = 10\% \sim 20\% \text{일때}$$

D/B가 클때(파괴면이 지면까지 발생되지 않을때)

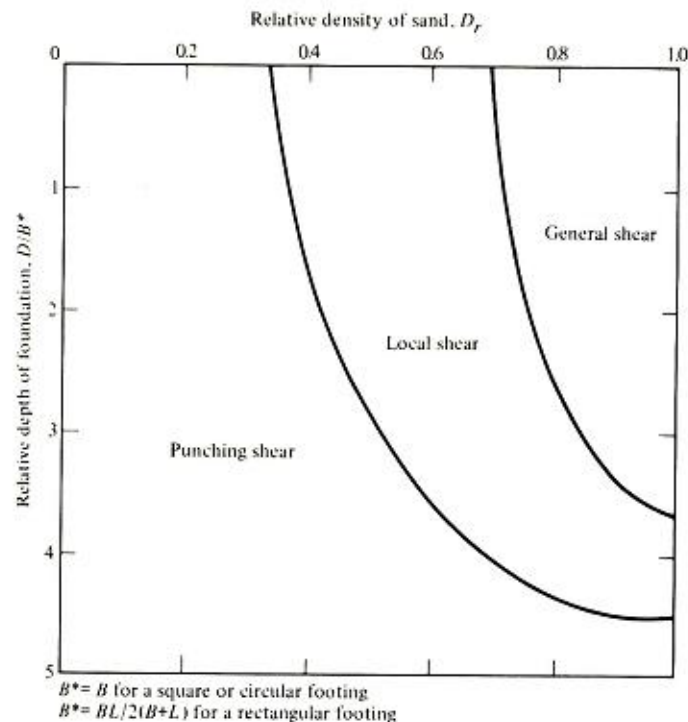


Fig. 3.10 Modes of failure of model footings in sand. (After Vesic, 1963a, as modified by De Beer, 1970.)

5. 동력학적공식 중 Engineering News 공식을 적은 다음 여기에 사용된 각 변수를 정의하라. 그리고 이 공식에 적용된 안전율은 얼마인가?

$$W_H \times H = R(S + 0.1)$$

$$\rightarrow R = \frac{2W_H \times H}{S + 0.1} \quad \text{※여기서, H : ft 단위} \quad 0.1 : \text{in 단위}$$

※ W_H : Hammer의 무게 R : 저항력
H : Hammer의 낙하고 0.1 : 에너지 손실 보정값
S : 관입깊이

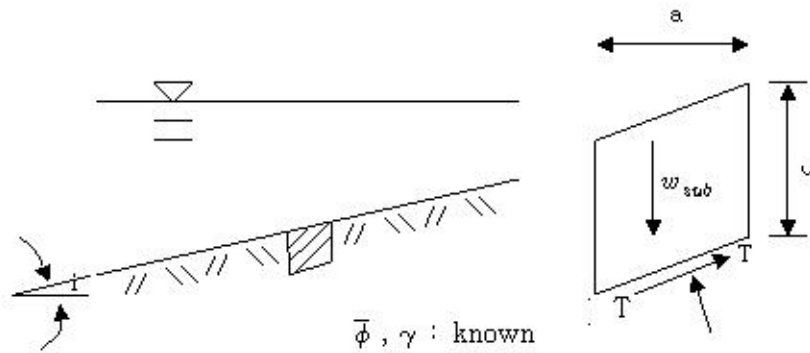
안전율 = 6, 분자의 H는 ft단위로 분모의 (s+0.1)은 in단위

6. 기초의 허용 지지력 계산시 전체 안전율을 이용한 방법과 부분 안전율을 이용한 방법에 대하여 설명하시오.

저항term(극한지지력)을 적절한 안전율로 나눠서 허용안전율을 산정하는 방법 $q_a = \frac{q_0}{F_s}$
 → 모든 요소에 대해 전체적으로 안전율을 고려하는 방법으로 보수적인 결과

제반요소 각각에 대해 서로 다른 부분적 안전율을 고려하는 방법으로 전체안전율 고려 방법에 비해 훨씬 경제적이다 할 수 있다. $q_a = \frac{q_n}{\text{평균하중계수}}$ 로 계산하게 되며, 이때 q_n 은 공칭지지력, 평균하중계수 = $\sum P_i(f_s)_i$ 로써 P_i 는 전체하중에 대한 i 하중의 비율이며 $(f_s)_i$ 는 i 하중에 적용되는 안전율이다.

7. 아래에 보인 모래 사면이 안전율 1이상을 확보하기 위한 조건이 $\bar{\phi} \geq i$ 임을 보여라.



$$W = \gamma_s a d$$

$$U = \gamma_w a d \therefore W - U = (\gamma_s - \gamma_w) a d = \gamma'_s a d \text{ 이다.}$$

$$\text{요소의 N방향 분력은 } \gamma'_s a d \cos i \therefore \bar{\sigma} = \frac{\gamma'_s a d \cos i}{a} = \gamma'_s d \cos^2 i$$

$$\text{T방향 분력은 } \gamma'_s a d \sin i \therefore \tau = \frac{\gamma'_s a d \sin i}{a} = \gamma'_s d \sin i \cos i \quad N$$

$$\begin{aligned} * \bar{\sigma} \tan \phi &= \tau_{\max} \\ &= \gamma'_s d \cos^2 i \tan \phi \end{aligned}$$

$$\text{모래사면의 안전율이 1이상이 되려면, } \tau_{\max} \geq \tau \rightarrow \gamma'_s d \cos^2 i \tan \phi \geq \gamma'_s d \cos i \sin i$$

$$\tan \phi \geq \tan i$$

$$\therefore \phi \geq i$$

8. 유한 사면 안정 해석 방법 중에서 Ordinary method와 Simplified Bishop method가 절편법(method of slices)에 해당한다. 이 두 방법의 차이점을 비교하여 설명하라.

- Ordinary method(=Fellenius method) : 하나의 절편에 있어
 1. 절편양쪽에 작용하는 수평절편력ER 과 EL의 합이0이라고 가정
 2. 절편양쪽에 작용하는 수직절편력XR 과 XL의 합이0이라고 가정

$$F_s = \frac{\sum c' \cdot l + \tan \phi' \sum (W \cdot \cos \alpha - u \cdot l)}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

모멘트평형에 의한 안전율만 고려하는 방법으로 이 방법에 의한 F(안전율)값은정확한 해에비해 10~15%작은값을 가지거나 오차가 클 경우 60%가량의 오차가 발생되므로 신뢰성이 다소 떨어지는 방법이라고 할 수 있으며, 절편력의 합력의 작용방향은 바닥면과 평행하다.

- Simplified Bishop method :하나의 절편에 있어
 1. 절편양쪽에 작용하는 수직절편력XR 과 XL의 합이0이라고 가정 (수평절편력의 변화양상은 고려하여 0으로 두지 않는다.)

$$F_s = \frac{1}{\sum W \cdot \sin \alpha} \sum [c' \cdot b + (W - u \cdot b) \cdot \tan \phi'] \left[\frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \alpha \cdot \tan \phi'}{F_s}} \right]$$

$$= \frac{1}{\sum W \cdot \sin \alpha} \sum [c' \cdot b + (W - u \cdot b) \cdot \tan \phi'] \frac{1}{M(\alpha)}$$

여기서, $M(\alpha) = \cos \alpha \left(1 + \frac{\tan \alpha \cdot \tan \phi'}{F_s} \right)$

모멘트 평형에 의한 안전율만 고려하는 방법으로 이 방법은 절편 양쪽의 수평절편력의 변화양상을 고려하였으므로 Morgenstern-Price에 의한 정밀가정해법에 비해 오차가 크게 나지 않는 장점이 있어 많이 이용되는 방법으로 좌항과 우항의 식에 모두 안전율이 들어있어 시행착오법을 이용하여 풀어야 한다는 특징이 있다.

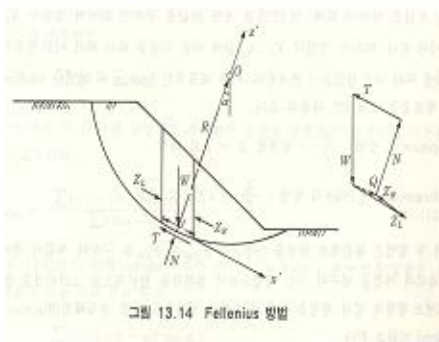


그림 13.14 Fellenius 방법

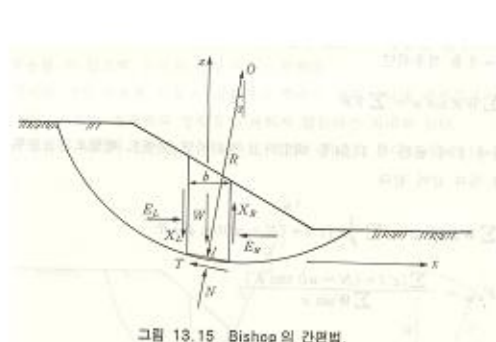


그림 13.15 Bishop의 간편법.