

2018년 제1회(2018.4.15시행)

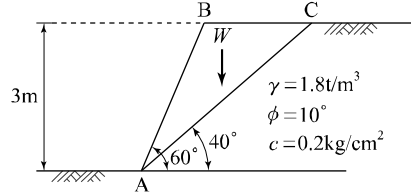
토목기사 실기 기출유형문제

(합격자 발표 2018.5.25)

“합격을 기원합니다.”

* 다음 물음에 답을 해당 답란에 답하시오. (배점 : 100, 문제수 : 25)

1. 다음 그림과 같은 사면에서 AC는 가상 파괴면을 나타낸다. 썰기 ABC의 활동에 대한 안전율은 얼마인가? (3점)



◦ 계산과정 : 안전율 $F = \frac{c \cdot L + W \cos \theta \cdot \tan \phi}{W \sin \theta}$

• $\overline{BC}$ 거리계산

$$x_1 = 3 \tan 30^\circ = 1.732 \text{ m}$$

$$x_1 + x_2 = 3 \tan 50^\circ = 3.575 \text{ m}$$

$$\therefore \overline{BC} = x_2 = 3.575 - 1.732 = 1.843 \text{ m}$$

• $\overline{AC}$ 거리계산

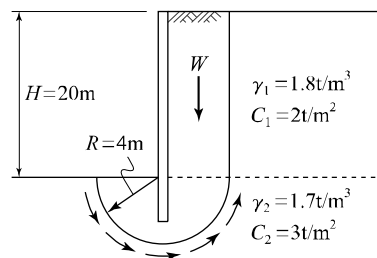
$$\overline{AC} = L = \frac{3}{\cos 50^\circ} = 4.667 \text{ m} \left(\because \cos 50^\circ = \frac{3}{\overline{AC}} \right)$$

• 파괴토사면 $\triangle ABC$ 의 중량 W

$$W = \frac{3 \times 1.843}{2} \times 1.8 = 4.976 \text{ t/m} \quad \therefore F = \frac{2 \times 4.667 + 4.976 \cos 40^\circ \times \tan 10^\circ}{4.976 \sin 40^\circ} = 3.13$$

◦ 답 : 3.13

2. 그림과 같은 말뚝 하단의 활동면에 대한 히빙(heaving)현상에 대한 안전율을 구하시오. (3점)



◦ 계산과정 : 안전율 $F_s = \frac{M_r}{M_d} = \frac{C_1 \cdot H \cdot R + C_2 \cdot \pi \cdot R^2}{\frac{R^2}{2} (\gamma_1 \cdot H + q)}$

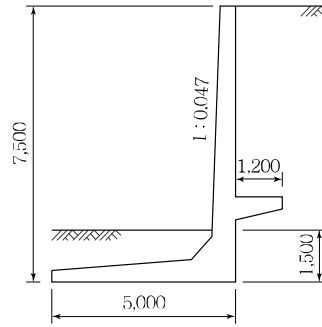
$$• M_d = \frac{4^2}{2} (1.8 \times 20 + 0) = 288 \text{ t} \cdot \text{m} (\text{Heaving을 일으키려는 Moment})$$

$$• M_r = 2 \times 20 \times 4 + 3 \times \pi \times 4^2 = 310.80 \text{ t} \cdot \text{m} (\text{Heaving에 저항하는 Moment})$$

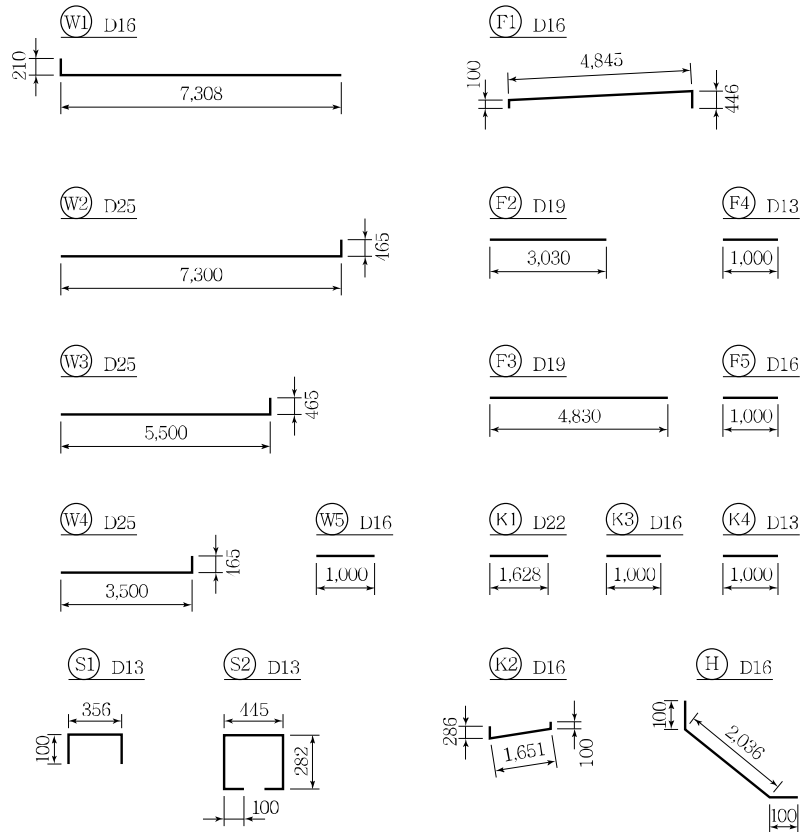
$$\therefore F_s = \frac{310.80}{288} = 1.08$$

◦ 답 : 1.08

일 반 도



철근상세도

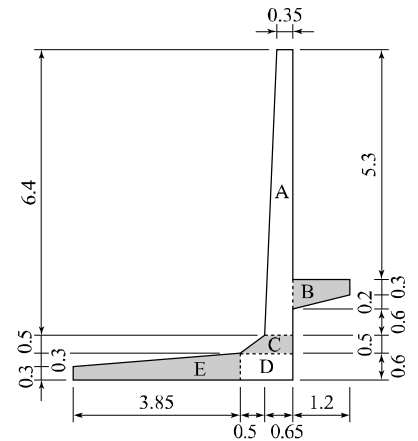


【조 건】

- W1, W4, H, K1, K2, K3, K4, F1, F2, F3 철근은 각각 200mm 간격으로 배근한다.
- W2, W3 철근은 각각 400mm 간격으로 배근한다.
- S1, S2 철근은 도면의 표시와 같이 지그재그로 배근한다.
- 물량산출에서 할증률은 무시하며 철근길이 계산에서 이음길이는 계산하지 않는다.

가. 길이 1m에 대한 콘크리트량을 구하시오. (단, 소수점 이하 4째자리에서 반올림)

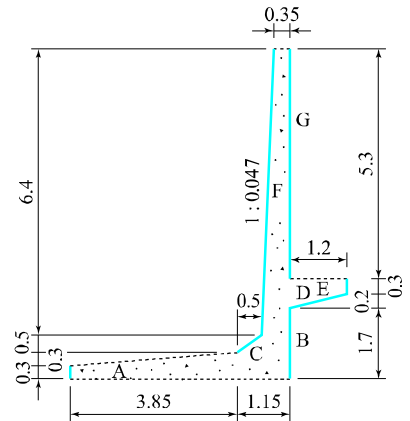
- 계산과정 :
 - A면 = $\left(\frac{0.35+0.65}{2} \times 6.4\right) \times 1 = 3.2\text{m}^3$
 - B면 = $\left(\frac{0.3+0.5}{2} \times 1.2\right) \times 1 = 0.48\text{m}^3$
 - C면 = $\left(\frac{0.65+(0.5+0.65)}{2} \times 0.5\right) \times 1 = 0.45\text{m}^3$
 - D면 = $\{(0.5+0.65) \times 0.6\} \times 1 = 0.69\text{m}^3$
 - E면 = $\left(\frac{0.3+0.6}{2} \times 3.85\right) \times 1 = 1.733\text{m}^3$
- $\Sigma V = 3.2 + 0.48 + 0.45 + 0.69 + 1.733 = 6.553\text{m}^3$
- 답 : 6.553m^3



나. 길이 1m에 대한 거푸집량을 구하시오.

(단, 양측 마구리면은 계산하지 않으며, 소수점 이하 4째자리에서 반올림)

- 계산과정 :
 - 저판 A면 = $0.3 \times 1 = 0.3\text{m}^2$
 - 저판 B면 = $1.7 \times 1 = 1.7\text{m}^2$
 - 현치 C면 = $\sqrt{0.5^2 + 0.5^2} \times 1 = 0.707\text{m}^2$
 - 선반 D면 = $\sqrt{1.2^2 + 0.2^2} \times 1 = 1.217\text{m}^2$
 - 선반 E면 = $0.3 \times 1 = 0.3\text{m}^2$
 - 벽체 F면 = $\sqrt{6.4^2 + 0.3008^2} \times 1 = 6.407\text{m}^2$
($\because x = 0.047 \times 6.4 = 0.3008\text{m}$)
 - 벽체 G면 = $5.3 \times 1 = 5.3\text{m}^2$
- 면적 = $0.3 + 1.7 + 0.707 + 1.217 + 0.3 + 6.407 + 5.3$
 $= 15.931\text{m}^2$
- 답 : 15.931m^2



다. 길이 1m에 대한 철근량 산출을 위한 철근물량표를 완성하시오.

기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)	기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)
W2					F4				
W5					S1				
H					S2				

◦ 답 :

기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)	기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)
W2	D25	7,765	2.5	19,413	F4	D13	1,000	24	24,000
W5	D16	1,000	68	68,000	S1	D13	556	12.5	6,950
H	D16	2,236	5	11,180	S2	D13	1,206	12.5	15,113

【참 고】

※철근물량 산출근거

- $W2 = \frac{\text{총길이}}{\text{철근간격}} = \frac{1,000}{400} = 2.5 \text{ 분}$
 - $W5 = (\text{철근간격} + 1) \times 2 (\text{벽체 전후면}) = (26 + 1 + 1 + 1 + 4 + 1) \times 2 = 68 \text{ 분}$
 - $H = \frac{\text{총길이}}{\text{철근간격}} = \frac{1,000}{200} = 5 \text{ 분}$
 - $F4 = \text{철근간격} + 1 = (21 + 1 + 1) + 1 = 24 \text{ 분}$
 - $S1 = \frac{\text{단면도의 S1개수}}{(\text{W1의 간격}) \times 2} = \frac{5}{200 \times 2} \times 1,000 = 12.5$
 - $S2 = \frac{\text{단면도의 S2개수}}{(\text{F1의 간격}) \times 2} \times \text{옹벽 길이} = \frac{10}{400 \times 2} \times 1,000 = 12.5$
- (∴ 한칸 건너 지그재그로 배근)

6. 탄성과 속도가 1,100m/s인 사암으로 된 수평한 지반을 1개의 리퍼날이 부착된 21ton급의 불도저 ($q_0 = 3.3\text{m}^3$)로 리핑하면서 작업을 할 때 1시간당 작업량을 본바닥토량으로 구하시오. (단, 소수 셋째 자리에서 반올림하시오.) (3점)

【조 건】

- 1개 날의 1회 리핑 단면적 : 0.14m^2
- 리핑의 작업효율 : 0.9
- 작업거리 : 40m
- 리핑의 사이클 타임 : $C_m = 0.05l + 0.33$
- 불도저의 작업효율 : 0.4
- 불도저의 구배계수 : 0.90
- 불도저의 사이클 타임 : $C_m = 0.037l + 0.25$
- 토량변화율 : $L = 1.6, C = 1.1$

◦ 계산과정 : 조합 작업량 $Q = \frac{Q_D \times Q_R}{Q_D + Q_R}$

■ 리핑 작업량

$$Q = \frac{60 \cdot A_n \cdot l \cdot f \cdot E}{C_m}$$

$$C_m = 0.05l + 0.33 = 0.05 \times 40 + 0.33 = 2.33 \text{ 분}$$

$$\therefore Q = \frac{60 \times 0.14 \times 40 \times 1 \times 0.9}{2.33} = 129.785 \text{ m}^3/\text{hr}$$

(∴ 리퍼의 작업량은 본바닥토량이므로 $f = 1$ 이다.)

■ 불도저 작업량

$$Q = \frac{60 \cdot (q_0 \cdot \rho) \cdot f \cdot E}{C_m}$$

$$C_m = 0.037l + 0.25 = 0.037 \times 40 + 0.25 = 1.73 \text{ 분}$$

$$\therefore Q = \frac{60 \times 3.3 \times 0.90 \times \frac{1}{1.6} \times 0.4}{1.73} = 25.751 \text{ m}^3/\text{hr}$$

(∴ 불도저의 작업량은 흐트러진 토량에서 본바닥토량으로 환산하므로 $f = \frac{1}{L}$ 이다.)

$$\therefore \text{조합 작업량 } Q = \frac{25.751 \times 129.785}{25.751 + 129.785} = 21.49 \text{ m}^3/\text{hr}$$

◦ 답 : 21.49m³/hr

7. 방파제(防波堤, break water)란 외곽시설(外郭施設)로 항내정온을 유지하고 선박의 항행을 원활히 하기 위해 축조된 항만구조물이다. 방파제의 구조형식에 따른 종류를 3가지만 쓰시오. (3점)

◦ 답 : ① 직립제, ② 경사제, ③ 혼성제

8. 어느 작업의 정상소요일수는 15일이며, 가장 빨리 끝낼 경우 12일이 소요되고 아무리 늦어도 20일 이내에는 끝낼 수 있다. 이 작업이 기대되는 소요일수를 구하고, 이때의 분산을 구하시오. (4점)

가. 기대 소요일수를 구하시오.

◦ 계산과정 : $t_e = \frac{t_0 + 4t_m + t_p}{6} = \frac{12 + 4 \times 15 + 20}{6} = 15.33\text{일}$

◦ 답 : 15.33일

나. 분산을 구하시오.

◦ 계산과정 : $\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6} \right)^2 = \left(\frac{20-12}{6} \right)^2 = 1.78$

◦ 답 : 1.78

9. 다음 데이터를 이용하여 Normal time 네트워크 공정표를 작성하고 공기를 3일 단축할 때 최소의 추가공사비를 산출하시오. (10점)

(단, ① Net Work 공정표 작성은 화살표 Net Work로 한다.

② 주공정선(Critical path)은 굵은 선 또는 이중선으로 한다.

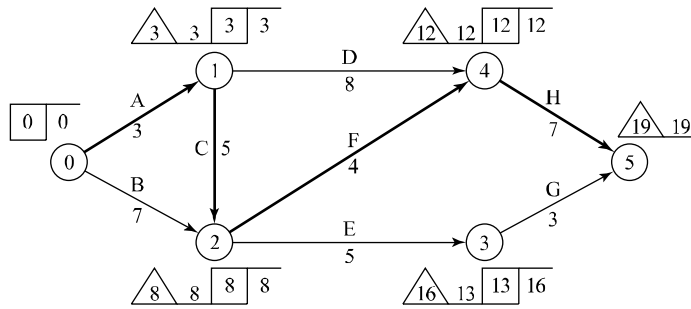
③ 각 결합점에는 다음과 같이 표시한다.)



작업명 (activity)	정상비용		특급비용	
	공기(일)	공비(원)	공기(일)	공비(원)
A(0 → 1)	3	20,000	2	26,000
B(0 → 2)	7	40,000	5	50,000
C(1 → 2)	5	45,000	3	59,000
D(1 → 4)	8	50,000	7	60,000
E(2 → 3)	5	35,000	4	44,000
F(2 → 4)	4	15,000	3	20,000
G(3 → 5)	3	15,000	3	15,000
H(4 → 5)	7	60,000	7	60,000
계		280,000		334,000

가. Normal time 네트워크 공정표를 작성하시오.

◦ 답 :



나. 공기를 3일간 단축할 때 최소의 추가공사비를 구하시오.

◦ 계산과정 : • 각 작업의 비용구배

$$A = \frac{26,000 - 20,000}{3 - 2} = 6,000 \text{ 원}, \quad B = \frac{50,000 - 40,000}{7 - 5} = 5,000 \text{ 원}$$

$$C = \frac{59,000 - 45,000}{5 - 3} = 7,000 \text{ 원}, \quad D = \frac{60,000 - 50,000}{8 - 7} = 10,000 \text{ 원}$$

$$F = \frac{20,000 - 15,000}{4 - 3} = 5,000 \text{ 원}$$

- 공기 1일 단축(18일) : F작업에서 1일 단축
직접비 : +5,000원 증가, 총추가비용 : +5,000원
 - 공기 1일 단축 (17일) : A작업에서 1일 단축
직접비 : +6,000원 증가, 총추가비용 : +11,000원
 - 공기 1일 단축 (16일) : (B+C+D)작업에서 각각 1일 단축
직접비 : (5,000+7,000+10,000)22,000만원, 총추가비용 : 33,000만원
- ∴ 최소 추가비용 : 33,000원

◦ 답 : 33,000원

10. 자연함수비 8%인 흙으로 성토하고자 한다. 시방서에는 다짐한 흙의 함수비를 15%로 관리하도록 규정하였을 때 매층마다 1m²당 몇 l의 물을 살수해야 하는가? (단, 1층의 다짐두께는 20cm이고 토량 변화율은 C= 0.9이며, 원지반 상태에서 흙의 단위중량은 1.8t/m³임) (3점)

◦ 계산과정1 : • 1m²당 흙의 중량 $W = Ah \gamma_t = 1 \times 0.20 \times 1.8 \times \frac{1}{0.9}$

$$= 0.4 \text{ t} = 400 \text{ kg}$$

• 흙입자 무게 $W_s = \frac{W}{1+w} = \frac{400}{1+0.08} = 370.37 \text{ kg}$

• 함수비 8%일 때 물의 무게 $W_w = \frac{wW}{100+w} = \frac{8 \times 400}{100+8} = 29.63 \text{ kg}$

• 함수비 15%일 때 물의 무게 $W_w = W_s w = 370.37 \times 0.15 = 55.56 \text{ kg}$

$$\left(\because w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \right)$$

∴ 살수량 = 55.56 - 29.63 = 25.93kg = 25.93l

◦ 계산과정2 : • 1층의 원지반 상태의 단위체적 $V = 1 \times 1 \times 0.20 \times \frac{1}{0.90} = 0.222 \text{ m}^3$

• 0.222 m^3 당 흙의 중량 $W = \gamma_t V = 1.8 \times 0.222 = 0.4 \text{ t} = 400 \text{ kg}$

• 8%에 대한 물의 무게 $W_s = \frac{W \cdot w}{1 + w} = \frac{400 \times 8}{100 + 8} = 29.63 \text{ kg}$

• 15%에 대한 살수량 $= 29.63 \times \frac{15 - 8}{8} = 25.93 \text{ kg} = 25.93 \text{ l}$

◦ 답 : 25.93l

11. concrete를 거푸집에 타설한 후부터 응결이 종결될 때까지에 발생하는 균열을 일반적으로 초기균열이라고 한다. 초기균열은 그 원인에 의하여 크게 나눌 수 있는데 3가지만 쓰시오. (3점)

- 답 : ① 침하수축균열(침하균열)
 ② 플라스틱 수축균열(초기건조균열)
 ③ 거푸집 변형에 의한 균열
 ④ 진동 및 경미한 재하에 의한 균열

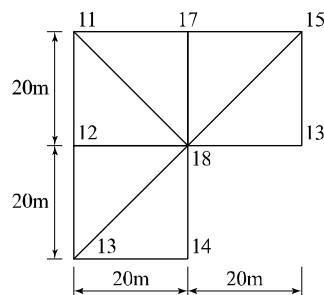
12. Sand drain을 연약지반에 타설하는 방법을 3가지만 쓰시오. (3점)

- 답 : ① 압축공기식 케이싱 방법
 ② Water jet식 케이싱 방법
 ③ Rotary boring에 의한 방법
 ④ Earth auger에 의한 방법

13. 공기케이스 공법과 비교하였을 때 오픈케이스 공법의 시공상 단점을 3가지만 쓰시오. (3점)

- 답 : ① 선단의 연약토 제거 및 토질상태 파악이 어렵다.
 ② 큰 전석이나 장애물이 있는 경우 침하작업이 지연된다.
 ③ 굴착시 히빙이나 보일링 현상의 우려가 있다.
 ④ 경사가 있을 경우는 케이스가 경사질 염려가 있다.
 ⑤ 저부 콘크리트가 수중시공이 되어 불충분하게 되기 쉽다.

14. 측량성과가 아래와 같고 시공기준면을 10m로 할 경우 총토공량을 구하시오. (3점)
 (단, 격자점의 숫자는 표고이며, m 단위이다.)



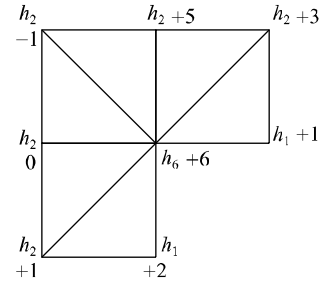
◦ 계산과정 : • 시공기준면과 각점 표고와의 차를 구하여 총토공량을 계산

$$V = \frac{a \cdot b}{6} (\sum h_1 + 2\sum h_2 + 6\sum h_6)$$

- $\sum h_1 = \sum (h_1 - 10) = 3 + 4 = 7\text{m}$
- $\sum h_2 = \sum (h_2 - 10) = 1 + 7 + 5 + 3 + 2 = 18\text{m}$
- $\sum h_6 = 8\text{m}$

$$\therefore V = \frac{20 \times 20}{6} \times (7 + 2 \times 18 + 6 \times 8) = 6,666.67\text{m}^3$$

◦ 답 : 6,666.67m³



15. 아래의 표에서 설명하는 사면보호공법의 명칭을 쓰시오. (2점)

사면의 활동토체를 관통하여 부동지반까지 말뚝을 일렬로 시공함으로써 사면의 활동하중을 말뚝의 수평저항으로 받아 부동지반에 전달시키는 공법이다.

◦ 답 : 억지말뚝공법

16. 두께가 3m이 정규압밀 점토층에서 시료를 채취하여 압밀시험을 실시하였다. 시험결과가 다음과 같을 때 이 점토층이 압밀도 60%에 이르는 데 걸리는 시간(일)을 구하시오. (3점)
(단, 배수조건은 일면배수이다.)

- | | |
|---|---------------------------------|
| • 초기상태의 유효응력(σ'_0) : 0.2kg/cm ² | • 초기간극비(e_0) : 1.2 |
| • 실험 후 유효응력(σ'_1) : 0.4kg/cm ² | • 실험 후 간극비(e_1) : 0.97 |
| • 시험점토의 투수계수(K) : 3.0×10^{-7} cm/sec | • 60% 압밀시 시간계수(T_v) : 0.287 |

◦ 계산과정 : $t_{60} = \frac{T_v \cdot H^2}{C_v}$

$$\bullet \text{ 압축계수 } a_v = \frac{e_0 - e_1}{\sigma'_1 - \sigma'_0} = \frac{1.2 - 0.97}{0.4 - 0.2} = 1.15\text{cm}^2/\text{kg}$$

$$\bullet \text{ 체적변화계수 } m_v = \frac{a_v}{1 + e_0} = \frac{1.15}{1 + 1.2} = 0.523\text{cm}^2/\text{kg}$$

$$\bullet \text{ 압밀계수 } C_v = \frac{k}{m_v \gamma_w} = \frac{3.0 \times 10^{-7}}{0.523 \times 1 \times 10^{-3}} = 5.736 \times 10^{-4}\text{cm}^2/\text{kg}$$

$$(\because \gamma_w = 1\text{g/cm}^3 = 1 \times 10^{-3}\text{kg/cm}^3)$$

$$\therefore t_{60} = \frac{0.287 \times 300^2}{5.736 \times 10^{-4}} = 45,031,380.75\text{sec} = 12,508.72\text{hr} = 522\text{일}$$

◦ 답 : 522일

17. 흙의 노상재료 분류법으로서 흙의 성질을 숫자로 나타낸 것을 군지수(group index)라고 한다. 이러한 군지수를 구할 때 필요로 하는 지배요소 3가지를 쓰시오. (3점)

- 답 : ① No.200(0.075mm)체 통과율
 ② 액성한계
 ③ 소성지수

18. 중력식 댐의 시공 후 관리상 댐 내부에 설치하는 검사랑의 시공목적은 3가지만 쓰시오. (3점)

- 답 : ① 콘크리트 내부의 균열검사
 ② 콘크리트 온도측정
 ③ 콘크리트 수축량 검사
 ④ 그라우팅공 이용
 ⑤ 간극수압 측정
 ⑥ 양압력 상태검사

19. $3\text{m} \times 3\text{m}$ 크기의 정사각형 기초를 내부마찰각 $\phi = 20^\circ$, 점착력 $c = 1.2\text{t/m}^2$ 인 지반에 설치하였다. 흙의 단위중량 $\gamma = 1.8\text{t/m}^3$ 이며, 기초의 근입깊이는 5m이다. 지하수위가 지표면에서 7m 깊이에 있을 때의 극한지지력을 Terzaghi 공식으로 구하시오. (3점)

(단, 지지력계수 $N_c = 17.7$, $N_q = 7.4$, $N_r = 5$ 이고, 흙의 포화단위중량은 2.0t/m^3 이다.)

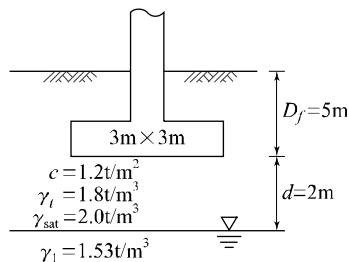
◦ 계산과정 : $q_u = \alpha c N_c + \beta B \gamma_1 N_r + \gamma_2 D_f N_q$

• $d < B = (7-5)\text{m} < B = 3\text{m}$ 인 경우

$$\gamma_1 = \gamma_{\text{sub}} + \frac{d}{B}(\gamma_t - \gamma_{\text{sub}}) = (2-1) + \frac{2}{3} \times \{1.8 - (2-1)\} = 1.53\text{t/m}^3$$

$$\therefore q_u = 1.3 \times 1.2 \times 17.7 + 0.4 \times 3 \times 1.53 \times 5 + 1.8 \times 5 \times 7.4$$

$$= 103.39\text{t/m}^2$$



◦ 답 : 103.39t/m^2

20. 다음 콘크리트의 시방 배합을 현장 배합의 단위수량을 결정하시오. (3점)

【시방 배합】	
• 단위 수량 : 200kg/m ³	• 단위시멘트량 : 400kg/m ³
• 잔골재량 : 800kg/m ³	• 굵은골재량 : 1,500kg/m ³
• 잔골재의 표면수 : 5%	• 굵은골재의 표면수 : 1%
• 잔골재의 No 4(5mm)체 잔류량 : 4%	• 굵은골재의 No 4(5mm)체 통과량 : 5%

◦ 계산과정 : ① 입도에 의한 조정

$$• S = 800\text{kg}, G = 1,500\text{kg}, a = 4\%, b = 5\%$$

$$• \text{모래 } x = \frac{100S - b(S + G)}{100 - (a + b)} = \frac{100 \times 800 - 5 \times (800 + 1,500)}{100 - (4 + 5)} = 752.75\text{kg}$$

$$• \text{자갈 } y = \frac{100G - a(S + G)}{100 - (a + b)} = \frac{100 \times 1,500 - 4 \times (800 + 1,500)}{100 - (4 + 5)} = 1,547.25\text{kg}$$

② 표면수에 의한 조정

$$• \text{모래의 표면 수량} = 752.75 \times \frac{5}{100} = 37.64\text{kg}$$

$$• \text{자갈의 표면수량} = 1,547.25 \times \frac{1}{100} = 15.47\text{kg}$$

③ 현장 배합량

$$• \text{단위수량} = 200 - (37.64 + 15.47) = 146.89\text{kg/m}^3$$

◦ 답 : 146.89kg/m³

21. 양면배수인 점토층의 두께 5m, 간극비 1.4, 액성한계 50%인 점토층 위의 유효상재 압력이 10t/m²에서 14t/m²로 증가할 때 침하량은? (3점)

$$• \text{계산과정 : 침하량 } S = \frac{C_c H}{1 + e} \log \frac{P + \Delta P}{P} = \frac{C_c H}{1 + e} \log \frac{P_2}{P_1}$$

$$• \text{압축지수 } C_c = 0.009(W_L - 10) = 0.009(50 - 10) = 0.36$$

$$\therefore S = \frac{0.36 \times 5}{1 + 1.4} \log \frac{14}{10} = 0.1096\text{m} = 10.96\text{cm}$$

◦ 답 : 10.96cm

22. 터널에 사용하고 있는 록 볼트(rock bolt) 인발시험의 목적에 대하여 3가지만 쓰시오. (3점)

◦ 답 : ① 록볼트의 인발력(인발내력) 측정

② 록볼트의 종류 선정

③ 시공 후의 정착효과 판정

23. 특수 거푸집 공법에 대하여 3가지만 쓰시오. (3점)

◦ 답 : ① sliding form 공법

② travelling form 공법

③ slip form 공법

24. 지진 발생시 교량의 안정에 대하여 지진 보호장치 3가지만 쓰시오. (3점)

- 답 : ① 지진격리받침
- ② 감쇠기
- ③ 낙교방지장치

25. 흙의 다짐의 정의와 다짐의 목적에 대하여 쓰시오. (6점)

- (1) 흙의 다짐의 정의 :
- (2) 흙의 다짐의 목적 :

- 답 : (1) 흙의 다짐의 정의 : 흙에 인위적인 힘을 가하여 흙의 공학적성질을 개선하는 작업을 말함.
- (2) 흙의 다짐의 목적 : 압축성 감소, 지지력 증대, 전단강도 증가, 투수성 감소, 밀도 증가, 부착력 증가