

2023년 제3회(2023.10.7시행)

토목기사 실기 기출유형문제

(합격자 발표 2023.11.15)

“합격을 기원합니다.”

* 다음 물음에 답을 해당 답란에 답하시오. (배점 : 100, 문제 수 : 24)

01 계획된 저수량 이상으로 댐에 유입하는 홍수량을 조절하여 자연하천으로 방류하는 중요한 구조물인 여수로(Spill Way)의 종류를 3가지만 쓰시오. (3점)

- ① _____
 ② _____
 ③ _____

해답 ① 슈트식 여수로 ② 측수로 여수로 ③ 그롤리 홀 여수로
 ④ 사이펀 여수로 ⑤ 댐마루 월류식 여수로

02 직경 30cm 평판재하시험에서 작용압력이 300kPa일 때 침하량이 20mm라면, 직경 1.5m의 실제 기초에 300kPa의 압력이 작용할 때 사질토지반에서의 침하량의 크기는 얼마인가? (3점)

계산 과정)

답: _____

해답 침하량 $S_F = S_P \left(\frac{2B_F}{B_F + B_P} \right)^2 = 20 \times \left(\frac{2 \times 1.5}{1.5 + 0.3} \right)^2 = 55.56 \text{ mm} (\because \text{사질토지반})$

03 터널굴착시 여굴(over break)이 발생하는 원인을 3가지만 쓰시오. (3점)

- ① _____
 ② _____
 ③ _____

해답 ① 천공 및 발파의 잘못 ② 착암기 사용 잘못 ③ 전단력이 약한 토질 굴착시 발생

04 흙의 애터버그(Atterberg)한계의 종류 3가지를 쓰시오. (3점)

- ① _____
 ② _____
 ③ _____

해답 ① 액성한계 ② 소성한계 ③ 수축한계

05 도로 포장을 설계하기 위해 다음과 같이 CBR을 구하였다. 포장설계를 위한 설계 CBR을 구하시오. (단, CBR계수에 상관되는 계수(d_2)는 2.83을 적용한다.) (3점)

4.6	3.9	5.9	4.8	7.0	3.3	4.8
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

계산 과정)

답: _____

해답 설계 CBR = 평균 CBR - $\frac{CBR_{max} - CBR_{min}}{d_2}$

$$\bullet \text{ 평균 CBR} = \frac{\sum CBR_{값}}{n} = \frac{4.6 + 3.9 + 5.9 + 4.8 + 7.0 + 3.3 + 4.8}{7} = 4.9$$

$$\therefore \text{설계 CBR} = 4.9 - \frac{7.0 - 3.3}{2.83} = 3.59 \quad \therefore 3$$

($\therefore$ 설계 CBR은 소수점 이하는 절삭한다.)

06 우물통 케이스 기초의 수직하중이 W , 주면마찰력이 F , 선단부지지력이 Q , 부력이 B 일 때, 침하조건식을 작성하고, 적절한 침하촉진방법을 2가지만 쓰시오. (3점)

(1) 침하조건식 :

○ _____

(2) 침하촉진방법

① _____

② _____

해답 (1) $W > F + Q + B$

(2) ① 재하중에 의한 침하공법

② 분사식 침하공법

③ 물하중식 침하공법

④ 발파에 의한 침하공법

⑤ 감압에 의한 침하공법

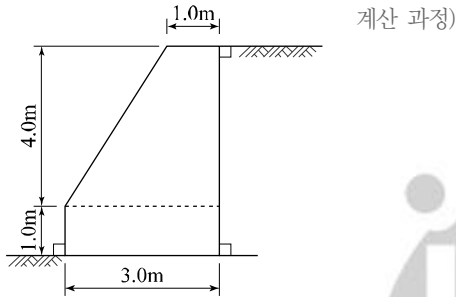
07 어느 암반지대에서 RQD의 평균값은 60%, 절리군의 수는 6, 절리 거칠기계수는 2, 절리면의 변질계수는 2, 지하수 보정계수 J_w 는 1, 응력저감계수 SRF는 1일 경우 Q 값을 계산하시오. (3점)

계산 과정)

답: _____

해답
$$Q = \frac{RQD}{J_n} \cdot \frac{J_r}{J_a} \cdot \frac{J_w}{SRF} = \frac{60}{6} \times \frac{2}{2} \times \frac{1}{1} = 10$$

- 08 다음과 같은 모양의 중력식 옹벽을 설치하려고 한다. 흙의 단위중량 $\gamma_t = 17.5 \text{ kN/m}^3$, 내부마찰 각 $\phi = 31^\circ$, 점착력 $c = 0$, 콘크리트의 단위중량 $\gamma_c = 24 \text{ kN/m}^3$ 일 때 옹벽의 전도(over turning)에 대한 안전율을 Rankine의 식을 이용하여 계산하시오. (단, 옹벽 전면에 작용하는 수동토압은 무시한다.) (3점)



답: _____

해답 $F_s = \frac{M_r}{M_o} = \frac{W \cdot b + P_v \cdot B}{P_A \cdot y} = \frac{W \cdot b + 0}{P_A \cdot y}$ ($\because$ 수동토압 P_v 는 무시)

$$\begin{aligned} \bullet P_A &= \frac{1}{2} \gamma_t H^2 \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \\ &= \frac{1}{2} \times 17.5 \times 5^2 \tan^2 \left(45 - \frac{31^\circ}{2} \right) = 70.02 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\therefore M_o = P_A \cdot y = (70.02 \times 1) \times \frac{5}{3} = 116.7 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\bullet W = W_1 + W_2 + W_3$$

$$W_1 = \left(\frac{1}{2} \times 2 \times 4 \right) \times 24 = 96 \text{ kN/m}$$

$$W_2 = 1 \times 4 \times 24 = 96 \text{ kN/m}$$

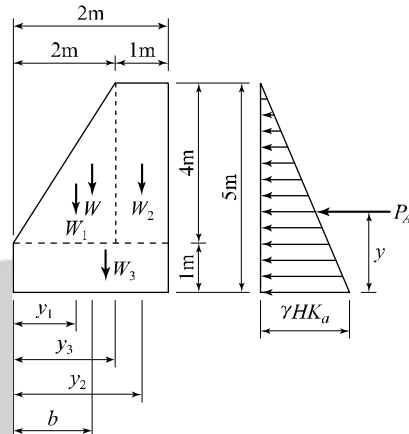
$$W_3 = (3 \times 1) \times 24 = 72 \text{ kN/m}$$

$$\therefore W = 96 + 96 + 72 = 264 \text{ kN/m}$$

$$\begin{aligned} \bullet b &= \frac{W_1 \cdot y_1 + W_2 \cdot y_2 + W_3 \cdot y_3}{W} \\ &= \frac{96 \times 2 \times \frac{2}{3} + 96 \times (2 + 0.5) + 72 \times 1.5}{264} = 1.80 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\therefore M_r = W \cdot b = (264 \times 1) \times 1.80 = 475.2 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\therefore \text{안전율 } F_s = \frac{475.2}{116.7} = 4.07$$



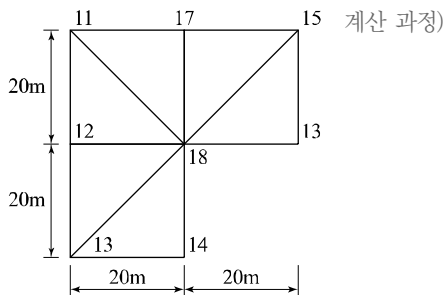
09 암거의 배열방식을 3가지만 쓰시오. (3점)

- ① _____
 ② _____
 ③ _____

해답 ① 자연식 ② 빗식 ③ 차단식 ④ 집단식 ⑤ 어골식



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



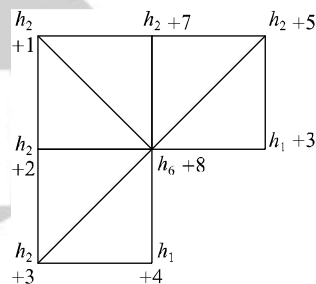
답: _____

해답 • 시공기준면과 각점 표고와의 차를 구하여 총토공량을 계산

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

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

$$\therefore V = \frac{20 \times 20}{6} \times (7 + 2 \times 18 + 6 \times 8) = 6,066.67\text{m}^3$$



11 댐 콘크리트 시료 5개의 압축강도를 측정하여 각각 19.5MPa, 20.5MPa, 21.5MPa, 21.0MPa 및 20.0MPa의 측정치를 얻었다. 이 콘크리트 시료의 변동계수를 구하여 이 댐의 품질관리는 어떠한지 판정하시오. (단, 계산 근거를 명시하고 소수점 둘째자리까지 구하시오.) (3점)

(1) 변동계수 :

계산 과정)

답 : _____

(2) 품질관리 판정 :

계산 과정)

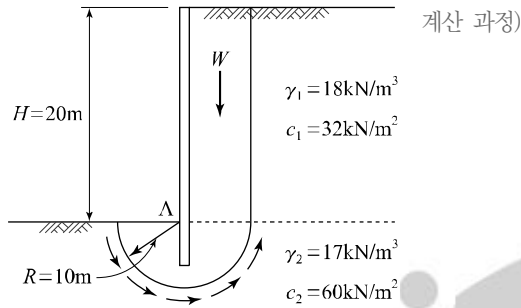
답 : _____

해답 (1) 변동계수 $C_v = \frac{\text{표준편차}}{\text{평균값}} \times 100 = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$

- 평균값 $\bar{x} = \frac{19.5 + 20.5 + 21.5 + 21.0 + 20.0}{5} = 20.5 \text{ MPa}$
- $S = \sum (X_i - \bar{x})^2$
 $= (19.5 - 20.5)^2 + (20.5 - 20.5)^2 + (21.5 - 20.5)^2 + (21.0 - 20.5)^2 + (20.0 - 20.5)^2$
 $= 2.50$
- 표준편차 $s = \sqrt{\frac{S}{n-1}} = \sqrt{\frac{2.50}{5-1}} = 0.791$
- $\therefore C_v = \frac{0.791}{20.5} \times 100 = 3.86\%$

(2) $C_v = 3.86\% \leq 10\% \therefore$ 매우 우수

- 12 다음 그림과 같은 말뚝의 하단을 통하는 활동면에 대한 히빙(heaving) 현상에 대한 안전율을 구하시오. (3점)



답: _____

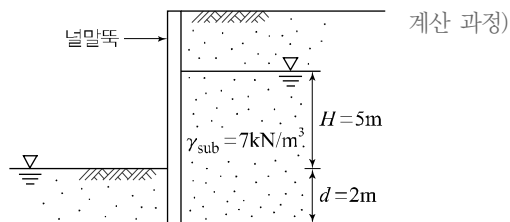
해답 안전율 $F_s = \frac{M_r}{M_d} = \frac{c_1 \cdot H \cdot R + c_2 \cdot \pi \cdot R^2}{\frac{R^2}{2}(\gamma_1 \cdot H + q)}$

• $M_d = \frac{10^2}{2} \times (18 \times 20 + 0) = 18,000 \text{ kN} \cdot \text{m}$ (Heaving을 일으키려는 모멘트)

• $M_r = 32 \times 20 \times 10 + 60 \times \pi \times 10^2 = 25,249.6 \text{ kN} \cdot \text{m}$ (Heaving에 저항하는 Moment)

$\therefore F_s = \frac{25,249.6}{18,000} = 1.40$

- 13 그림과 같은 널말뚝을 모래지반에 타입하고 지하수위 이하를 굴착할 때의 Boiling 여부를 검토하시오. (3점)



답: _____

해답 Boiling이 발생하는 조건

$$\frac{H}{H+2d} \geq \frac{G_s-1}{1+e} = \frac{\gamma_{\text{sub}}}{\gamma_w}$$

$$\frac{5}{5+2 \times 2} = 0.58 < \frac{\gamma_{\text{sub}}}{\gamma_w} = \frac{7}{9.80} = 0.71$$

$\therefore$ Boiling의 우려가 없다.

14 보강토 옹벽의 구성은 크게 3요소로 이루어진다. 그 3가지는 무엇인지 쓰시오. (3점)

- ① _____
 ② _____
 ③ _____

해답 ① 전면판(skin plate) ② 보강재(strip bar) ③ 뒤채움 흙(back fill)

15 마셜안정도시험(Marshall Stability Test)은 포장용 아스팔트 혼합물의 소성유동에 대한 저항성을 측정하여 설계 아스팔트랑 결정에 적용되는데, 이 시험 결과로부터 얻을 수 있는 3가지의 설계기준은? (3점)

- ① _____
 ② _____
 ③ _____

해답 ① 안정도 ② 흐름값 ③ 공시체의 밀도 ④ 공극률 ⑤ 포화도

16 0.7m^3 용량의 백호와 15t 덤프트럭의 조합토공현장에서 현장의 조건이 아래와 같을 경우 다음 물음에 답하십시오. (6점)

【시공 조건】

- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| • 백호의 버킷계수(K) : 1.1 | • 토랑환산계수(f) : 0.8 |
| • 백호의 사이클타임 : 19초 | • 백호의 작업효율(E) : 0.9 |
| • 자연상태 흙의 단위중량 : 1.7t/m^3 | • 토랑변화율(L) : 1.25 |
| • 덤프의 운반거리 : 20km | • 덤프트럭의 사이클타임 : 60분 |
| • 덤프트럭의 토랑환산계수(f) : 1.0 | • 덤프트럭의 작업효율 : 0.9 |

(1) 백호의 시간당 작업량을 구하십시오.

계산 과정)

답: _____

(2) 덤프트럭의 시간당 작업량을 구하십시오.

계산 과정)

답: _____

(3) 백호 1대당 덤프트럭의 소요대수는 몇 대인가?

계산 과정)

답: _____

해답 (1) 백호의 작업량

$$Q_B = \frac{3,600 \cdot q \cdot K \cdot f \cdot E}{C_m}$$

$$= \frac{3,600 \times 0.7 \times 1.1 \times 0.8 \times 0.9}{19} = 105.04 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$(2) Q_t = \frac{60 \cdot q_t \cdot f \cdot E}{C_m} = \frac{60 \cdot q_t \cdot \frac{1}{L} \cdot E}{C_m}$$

$$q_t = \frac{T}{\gamma_t} \cdot L = \frac{15}{1.7} \times 1.25 = 11.03 \text{ m}^3$$

$$\therefore Q_t = \frac{60 \times 11.03 \times \frac{1}{1.25} \times 0.9}{60} = 7.94 \text{ m}^3/\text{hr}$$

$$(3) N = \frac{Q_s}{Q_t} = \frac{105.04}{7.94} = 13.23 \therefore 14 \text{ 대}$$

17 콘크리트 배합강도를 구하기 위한 시험횟수 15회의 콘크리트 압축강도 측정결과가 아래표와 같고 설계기준강도가 40MPa일 때 아래 물음에 답하시오. (6점)

【압축강도 측정결과(MPa)】

36	40	42	36	44	43	36	38
44	42	44	46	42	40	42	

(1) 배합설계에 적용할 표준편차를 구하시오. (단, 압축강도의 시험횟수가 15회 일 때 표준편차의 보정계수는 1.16이다.)

계산 과정)

답: _____

(2) 배합강도를 구하시오.

계산 과정)

답: _____

해답 (1) • 평균값($\bar{x}$) = $\frac{\sum X_i}{n} = \frac{615}{15} = 41\text{MPa}$

• 편차의 제곱합 $S = \sum (X_i - \bar{x})^2$

$$S = (41-36)^2 + (41-40)^2 + (41-42)^2 + (41-36)^2 + (41-44)^2 + (41-43)^2 + (41-36)^2 \\ + (41-38)^2 + (41-44)^2 + (41-42)^2 + (41-44)^2 + (41-46)^2 + (41-42)^2 + (41-40)^2 \\ + (41-42)^2 \\ = 146$$

• 표준편차 $s = \sqrt{\frac{S}{n-1}} = \sqrt{\frac{146}{15-1}} = 3.23\text{MPa}$

∴ 수정 표준편차 $s = 3.23 \times 1.16 = 3.75\text{MPa}$

(2) $f_{ck} = 40\text{MPa} > 35\text{MPa}$ 일 때

$f_{cr} = f_{ck} + 1.34s = 40 + 1.34 \times 3.75 = 45.03\text{MPa}$

$f_{cr} = 0.9f_{ck} + 2.33s = 0.9 \times 40 + 2.33 \times 3.75 = 44.74\text{MPa}$

∴ $f_{cr} = 45.03\text{MPa}$ (두 값 중 큰 값)

18 다음의 기초파일공법의 명칭을 각각 기입하시오. (3점)

- A. 굴착 소요깊이까지 케이싱 관입 후 및 내부굴착 후, 케이싱 인발, 철근망 투입, 콘크리트 타설, 완성
B. 표층 케이싱 설치, 굴착공 내에 압력수를 순환시킴, 드릴 파이프 내의 굴착토사 배출
C. 얇은 철판의 내외관 동시 관입, 내관 인발, 외관 내부에 콘크리트 타설

A. _____

B. _____

C. _____

해답 A : 베노토(Benoto) 공법, B : RCD(역순환) 공법, C : 레이몬드(Raymond) 말뚝공법

19 토적곡선(mass curve)을 작성하는 목적을 3가지만 쓰시오. (3점)

① _____

② _____

③ _____

해답 ① 토량 배분 ② 토량의 평균 운반거리 산출 ③ 토공기계 결정

④ 시공방법 결정 ⑤ 토취장 및 토사장 선정

- 20 지름 30cm인 나무말뚝 36본이 기초슬래브를 지지하고 있다. 이 말뚝의 배치는 6열 각열 6본이다. 말뚝의 중심간격은 1.3m이고, 말뚝 1본의 허용지지력이 150kN일 때 converse-Labarre 공식을 사용하여 말뚝기초의 허용지지력을 구하시오. (3점)

계산 과정)

답: _____

해답 $Q_{ag} = E \cdot N \cdot R_a$

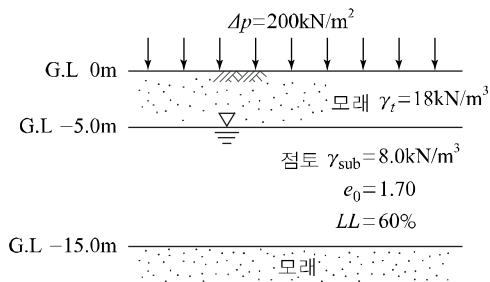
$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{d}{S}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{30}{130}\right) = 13^\circ$$

$$E = 1 - \phi \left\{ \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n} \right\} = 1 - 13^\circ \left\{ \frac{(6-1) \times 6 + (6-1) \times 6}{90 \times 6 \times 6} \right\} = 0.759$$

$$\therefore Q_{ag} = 0.759 \times 36 \times 150 = 4,098.6 \text{ kN}$$

- 21 그림과 같은 지반조건에서 유효증가하중이 200kN/m²일 때, 점토층의 1차 압밀침하량을 계산하시오. (단, 정규압밀점으로 가정하며, 압축지수는 경험식을 사용하며, LL은 액성한계임.) (3점)

계산 과정)



답: _____

해답 압밀 침하량 $S = \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \frac{P_2}{P_1} = \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \frac{P_1 + \Delta P}{P_1}$

$$P_1 = \gamma_t H_1 + \gamma_{sub} \frac{H_2}{2} = 18.0 \times 5 + 8.0 \times \frac{(15-5)}{2} = 130 \text{ kN/m}^2$$

$$C_c = 0.009(LL - 10) = 0.009(60 - 10) = 0.45$$

$$\therefore S = \frac{0.45 \times (15-5)}{1 + 1.70} \log \frac{130 + 200}{130} = 0.6743 \text{ m} = 67.43 \text{ cm}$$

22 PSC 박스거더 교량 가설공법으로 PSC 세그먼트를 이용한 장대 교량 가설공법 3가지를 쓰시오. (3점)

- ① _____
- ② _____
- ③ _____

해답 ① FCM(캔티레버공법) ② MSS(이동식 지보공법) ③ ILM(연속압출공법)

※ 22번 문제는 정확하지 않습니다.(토목기사 카페에 복원 제보 부탁드립니다.)

23 다음의 작업리스트에서 Net Work(화살선도)를 작도하고, 공사기간을 6일 단축했을 때 추가로 소요되는 최소비용을 구하시오. (10점)

작업명	작업일수	선행작업	단축가능일수(일)	비용경사(원/일)
A	5일	없음	1	60,000
B	7일	A	1	40,000
C	10일	A	1	70,000
D	9일	B	2	60,000
E	12일	C	2	50,000
F	6일	D	2	80,000
G	4일	E, F	2	100,000

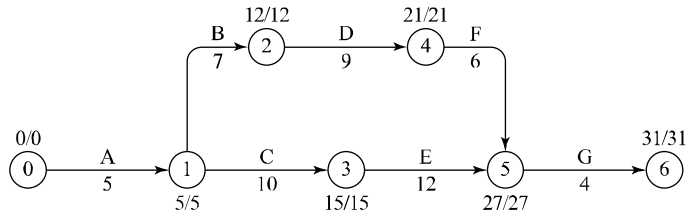
(1) Net Work(화살선도)를 작도하시오.

(2) 공사기간을 6일 단축했을 때 추가로 소요되는 최소비용을 구하시오.

계산 과정)

답: _____

가.



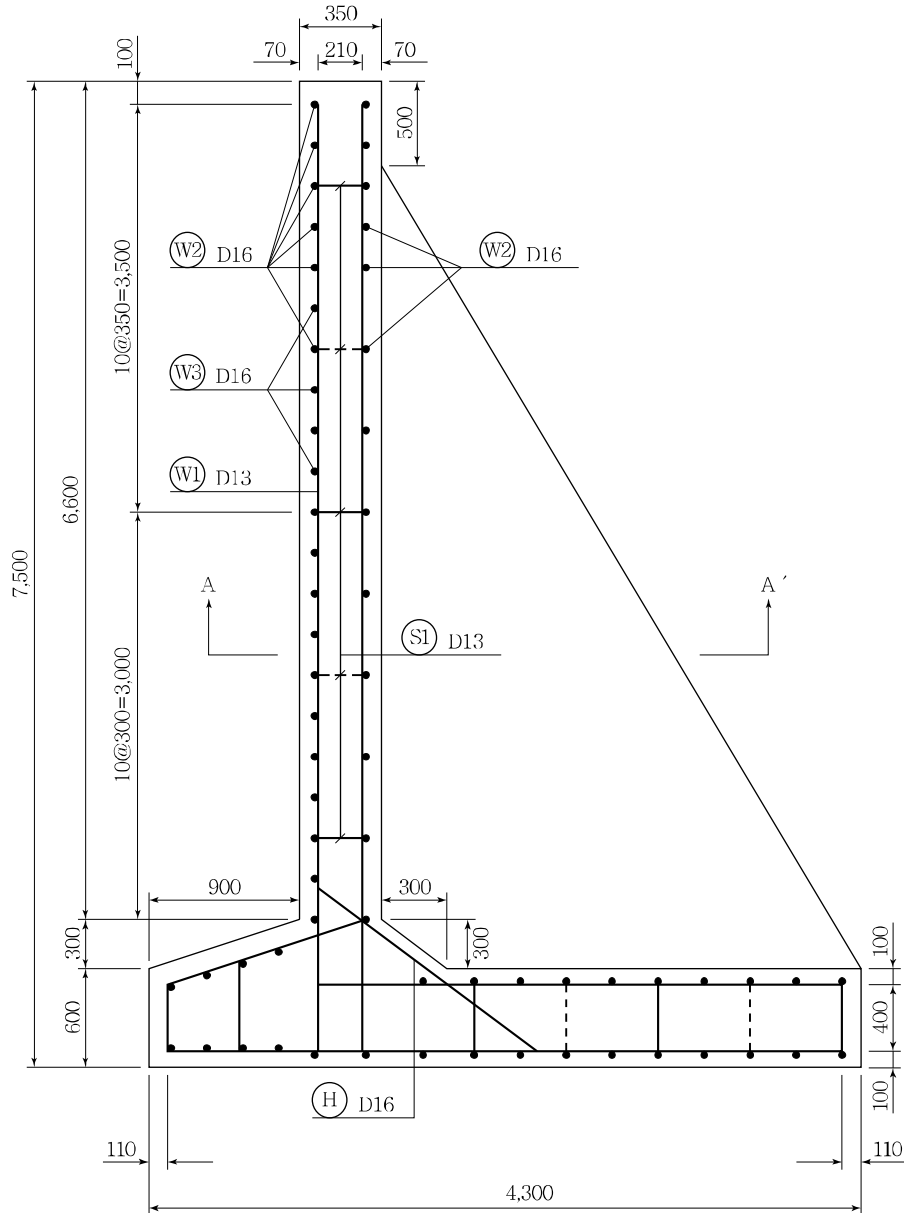
나.

작업명	단축가능 일수(일)	비용경사 (원/일)	31	30	29	28	27	26	25
A	1	60,000		1					
B	1	40,000			1				
C	1	70,000							1
D	2	60,000					1	1	
E	2	50,000		1				1	
F	2	80,000							
G	2	100,000				1	1		
추가비용(만원)				6	9	10	10	11	13
추가비용 합계(만원)				6	15	25	35	46	59

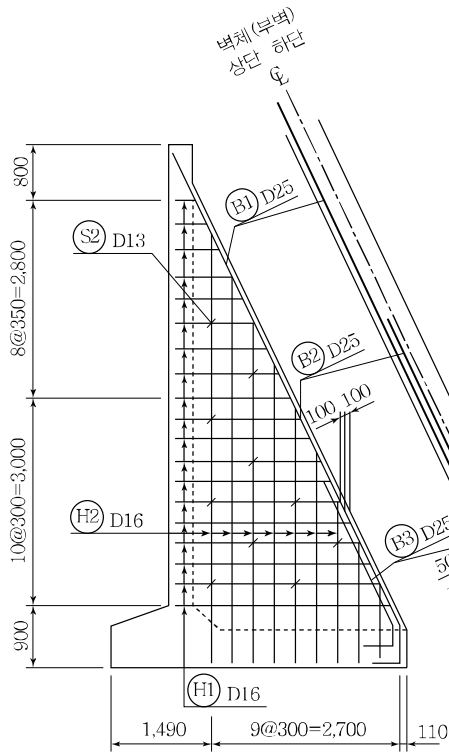
∴ 최소비용 : 59만원

- 24 주어진 도면 및 조건에 따라 다음 물량을 산출하시오. (단, 주어진 도면의 치수는 축척에 맞지 않을 수 있으며, 주어진 치수로만 물량을 산출하며 도면의 단위는 mm이다.) (18점)

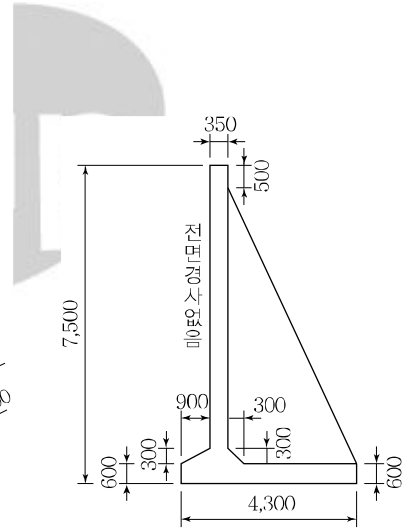
단 면 도



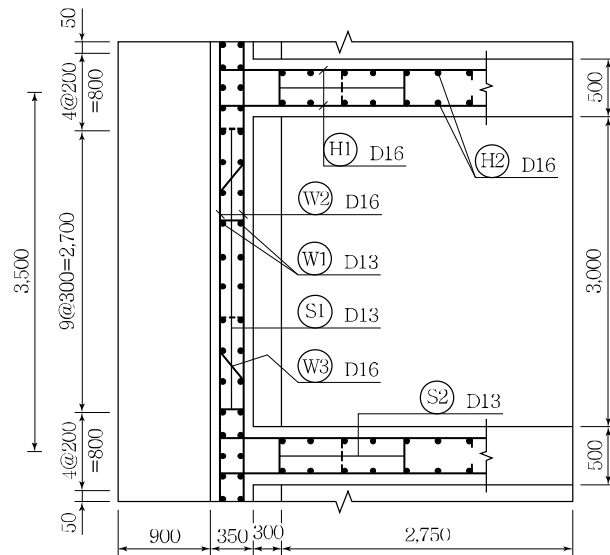
측면도



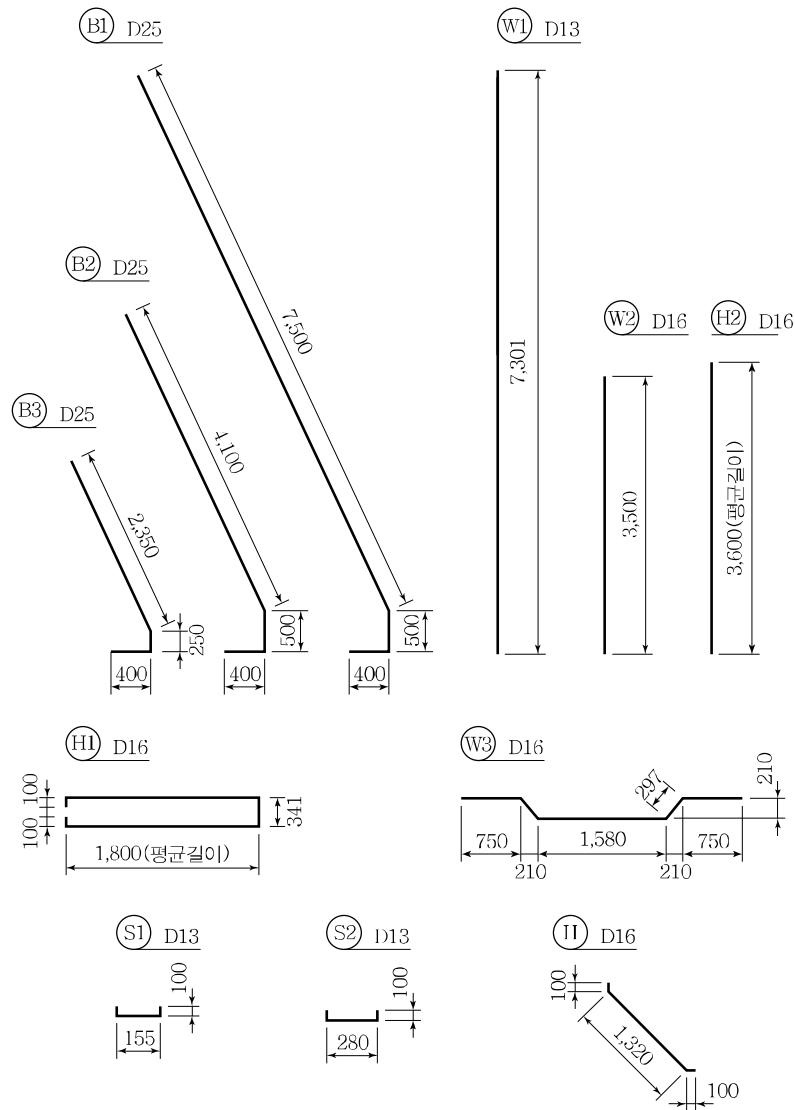
일반도



A-A' 단면도



철근 상세도



【조 건】

- S1 철근은 지그재그(Zigzag)로 배치되어 있다.
- H 철근의 간격은 W1 철근과 같다.
- 물량산출에서의 할증률 및 마구리는 없는 것으로 한다.
- 철근길이 계산에서 이음길이는 계산하지 않는다.
- 저판의 철근량은 계산하지 않는다.

(1) 부벽을 포함하는 옹벽길이 3.5m에 대한 콘크리트량을 구하시오.

(단, 소수점 이하 4째자리에서 반올림하시오.)

계산 과정)

답: _____

(2) 부벽을 포함하는 옹벽길이 3.5m에 대한 거푸집량을 구하시오.

(단, 소수점 이하 4째자리에서 반올림하시오.)

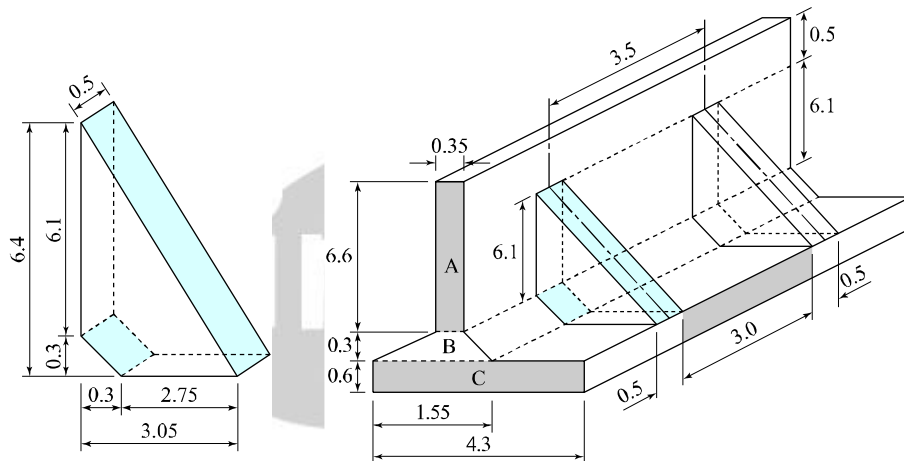
계산 과정)

답: _____

(3) 부벽을 포함하는 옹벽길이 3.5m에 대한 철근물량표를 완성하시오.

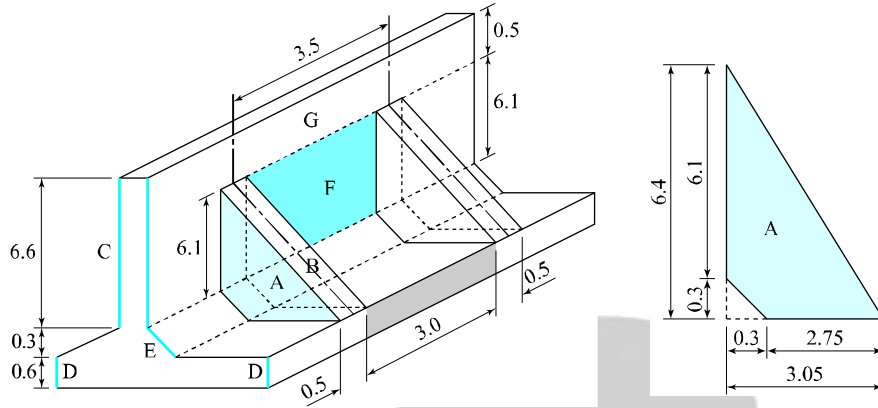
기호	직경	길이	수량	총길이	기호	직경	길이	수량	총길이
W1					H1				
W2					B1				
W3					S1				

해답 (1)



- 단면적×부벽두께 = $\left(\frac{6.4 \times 3.05}{2} - \frac{0.3 \times 0.3}{2} \right) \times 0.5 = 4.8575 \text{m}^3$
- 벽체 A = 단면적×옹벽길이 = $(0.35 \times 6.6) \times 3.5 = 8.085 \text{m}^3$
- 헌치부분 B = $\frac{0.35 + 1.55}{2} \times 0.3 \times 3.5 = 0.9975 \text{m}^3$
- 저판 C = $(0.6 \times 4.30) \times 3.5 = 9.03 \text{m}^3$
- ∴ 총콘크리트량 = $4.8575 + 8.085 + 0.9975 + 9.03 = 22.970 \text{m}^3$

(2)



$$\begin{aligned}
 & \bullet A\text{면} = \left(\frac{6.4 \times 3.05}{2} - \frac{0.3 \times 0.3}{2} \right) \times 2 (\text{양면}) = 19.43\text{m}^2 \\
 & \bullet B\text{면} = \sqrt{6.4^2 + 3.05^2} \times 0.5 = 3.545\text{m}^2 \\
 & \bullet C\text{면} = 6.6 \times 3.5 = 23.10\text{m}^2 \\
 & \bullet D\text{면} = (0.6 \times 3.5) \times 2 (\text{양면}) = 4.20\text{m}^2 \\
 & \bullet E\text{면} = \sqrt{0.3^2 + 0.3^2} \times 3.0 = 1.273\text{m}^2 \\
 & \bullet F\text{면} = 6.1 \times 3.0 = 18.30\text{m}^2 \\
 & \bullet G\text{면} = 0.5 \times 3.5 = 1.75\text{m}^2 \\
 & \therefore \text{총거푸집량} = 19.43 + 3.545 + 23.10 + 4.20 + 1.273 + 18.30 + 1.75 = 71.598\text{m}^2
 \end{aligned}$$

(3)

기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)	기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)
W1	D13	7,301	26	189,826	H1	D16	4,141	19	78,679
W2	D16	3,500	26	91,000	B1	D25	8,400	2	16,800
W3	D16	3,674	8	29,392	S1	D13	355	10	3,550



철근물량 산출근거

기호	직경	길이	수량	총길이	수량산출
W1	D13	7,301	26	189,826	- A-A'단면에서 - 철근 간격수 $\times 2$ (전후면) $= \{(9+1) + (2+1)\} \times 2$ (전·후면) = 26본
W2	D16	3,500	26	91,000	- 철근 간격수 $\times 2$ (전후면) $= \{(4+3+5) + 1\} \times 2$ (전·후면) = 26본
W3	D16	3,674	8	29,392	단면도에서 수계산
H1	D16	4,141	19	78,679	- 측면도 8@+10@ - 간수 + 1 = $(8+10) + 1 = 19$본
B1	D25	8,400	2	16,800	측면도 벽체(부벽)상단 좌우
S1	D13	355	10	3,550	- 단면도 실선 3, 점선 2 - A-A'단면도(실선 2, 점선 2) $\therefore 3 \times 2 + 2 \times 2 = 10$본

“합격을 기원합니다.”