

2021년 제3회(2021.10.16시행)

토목기사 실기 기출유형문제

(합격자 발표 2021.11.26)

“합격을 기원합니다.”

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

01 히빙의 정의와 방지대책을 2가지만 쓰시오.(4점)

가. 히빙의 정의를 간단하게 쓰시오.

나. 히빙의 방지대책을 2가지만 쓰시오.

① _____ ② _____

해답 가. 연약한 점토질지반을 굴착할 때 흙막이벽 전후의 흙의 중량 차이 때문에 굴착지면이 부풀어 오르는 현상

나. ① 흙막이공의 계획을 변경한다.

② 굴착지면에 하중을 가한다.

③ 흙막이벽의 관입깊이를 깊게 한다.

④ 표토를 제거하여 하중을 적게 한다.

⑤ 양질의 재료로 지반개량을 한다.

02 직경 30cm의 평판재하시험을 한 결과 침하량 25mm일 때 극한지지력이 300kPa이고, 침하량이 10mm이었다. 허용침하량이 25mm인 직경 1.2m의 실제 기초의 극한지지력과 침하량을 구하시오. (단, 점토지반과 사질토지반인 경우에 대하여 각각 구하시오.)(4점)

가. 점토지반인 경우에 대해서 구하시오.

① 극한지지력 :

② 침하량 :

나. 사질토지반인 경우에 대해서 구하시오.

① 극한지지력 :

② 침하량 :

해답 가. ① 극한지지력 $q_u = 30 \text{ t/m}^2$ (∵ 재하판에 무관)

$$\text{② 침하량 } S_F = S_P \times \frac{B_F}{B_P} = 10 \times \frac{1.2}{0.30} = 40 \text{ mm} (\because \text{재하판 폭에 비례})$$

나. ① 극한지지력 $q_{u(F)} = q_{u(P)} \times \frac{B_F}{B_P}$ (∵ 재하판 폭에 비례)

$$= 300 \times \frac{1.2}{0.30} = 1,200 \text{ kN/m}^2 (\because 300 \text{ kPa} = 300 \text{ kN/m}^2)$$

$$\text{② 침하량 } S_F = S_P \left(\frac{2B_F}{B_F + B_P} \right)^2 = 10 \times \left(\frac{2 \times 1.2}{1.2 + 0.3} \right)^2 = 25.6 \text{ mm} (\because \text{재하판에 무관})$$

03 3m×3m 크기의 정사각형 기초를 마찰각 $\phi = 30^\circ$, 점착력 $c = 50\text{kN/m}^2$ 인 지반에 설치하였다. 흙의 단위중량 $\gamma = 17\text{kN/m}^3$ 이며, 기초의 근입깊이는 2m이다. 지하수위가 지표면에서 1m, 3m, 5m 깊이에 있을 때의 극한지지력을 각각 구하시오. (단, 지하수위 아래의 흙의 포화단위중량은 19kN/m^3 이고, Terzaghi 공식을 사용하고, $\phi = 30^\circ$ 일 때, $N_c = 36$, $N_r = 19$, $N_q = 22$) (6점)

가. 지하수위가 1m 깊이에 있는 경우

계산 과정)

답 : _____

나. 지하수위가 3m 깊이에 있는 경우

계산 과정)

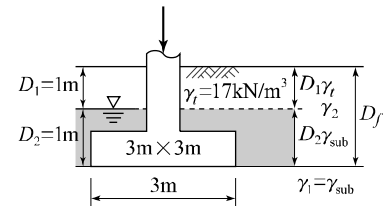
답 : _____

다. 지하수위가 5m 깊이에 있는 경우

계산 과정)

답 : _____

해답 가. $q_u = \alpha c N_c + \beta \gamma_1 B N_r + \gamma_2 D_f N_q$
 $= \alpha c N_c + \beta \gamma_{\text{sub}} B N_r + (D_1 \gamma_1 + D_2 \gamma_{\text{sub}}) N_q$
 $\bullet \gamma_1 = \gamma_{\text{sub}} = 19 - 9.80 = 9.2\text{kN/m}^3$
 $\bullet \gamma_2 D_f = D_1 \gamma_t + D_2 \gamma_{\text{sub}}$
 $= 1 \times 17 + 1 \times 9.2 = 26.2\text{kN/m}^2$
 $\therefore q_u = 1.3 \times 50 \times 36 + 0.4 \times 9.2 \times 3 \times 19 + 26.2 \times 22$
 $= 2,340 + 209.76 + 576.4 = 3,126.16\text{kN/m}^2$



나. $d < B$ 인 경우

$$q_u = \alpha c N_c + \beta \left\{ \gamma_{\text{sub}} + \frac{d}{B} (\gamma_t - \gamma_{\text{sub}}) \right\} B N_r + \gamma_t D_f N_q$$

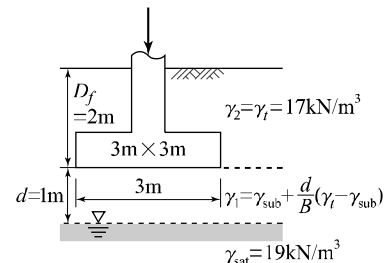
$$\bullet \gamma_{\text{sub}} = \gamma_t - \gamma_w = 19 - 9.80 = 9.2\text{kN/m}^3$$

$$\bullet \gamma_1 = \gamma_{\text{sub}} + \frac{d}{B} (\gamma_t - \gamma_{\text{sub}})$$

$$= 9.2 + \frac{1}{4} (17 - 9.2) = 11.15\text{kN/m}^3$$

$$\therefore q_u = 1.3 \times 50 \times 36 + 0.4 \times 11.15 \times 3 \times 19 + 17 \times 2 \times 22$$

$$= 2,340 + 254.22 + 748 = 3,342.22\text{kN/m}^2$$



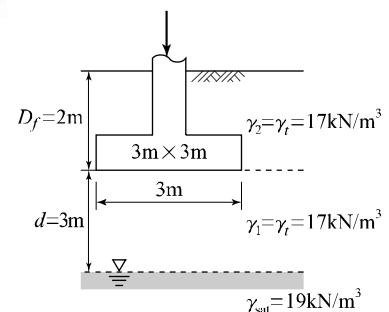
다. $d \geq B$ 인 경우

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

$$\bullet \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_t = 17\text{kN/m}^3$$

$$\therefore q_u = 1.3 \times 50 \times 36 + 0.4 \times 17 \times 3 \times 19 + 17 \times 2 \times 22$$

$$= 2,340 + 387.6 + 748 = 3,475.60\text{kN/m}^2$$



04 심뺨기공(심뺨기 발파공)의 종류 중 4가지만 쓰시오. (3점)

① _____ ② _____ ③ _____ ④ _____

해답 ① V컷 ② 번컷 ③ 노컷 ④ 스윙컷 ⑤ 피라미드컷

05 횡방향 지반반력계수(K_h)를 구하는 현장시험을 3가지만 쓰시오.(3점)

① _____ ② _____ ③ _____

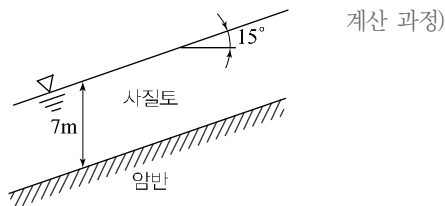
해답 ① 프레스미터시험(PMT) ② 달라토미터시험(DMT) ③ 수평재하시험(LLT)

06 록볼트의 정착형식은 크게 3가지로 구분할 수 있는데, 이 3가지를 쓰시오.(3점)

① _____ ② _____ ③ _____

해답 ① 선단정착형 ② 전면접착형 ③ 혼합형

07 아래 그림과 같은 무한사면에서 지하수위면과 지표면이 일치한 경우 사면의 안전율을 구하시오. (단, 지반의 $c=0$, $\phi=30^\circ$, $\gamma_{sat}=18.0\text{kN/m}^3$ 이다.) (3점)



답: _____

해답 $F_s = \frac{\gamma_{sub} \cdot \tan \phi}{\gamma_{sat} \cdot \tan i} = \frac{18.0 - 9.80}{18.0} \times \frac{\tan 30^\circ}{\tan 15^\circ} = 0.98$

(점착력 $c=0$ 이고, 지하수위가 지표면과 일치할 때 반무한사면의 안전율)

08 어느 지역의 월평균기온이 아래 표와 같다. 동결지수를 구하시오.(3점)

월	월평균기온(°C)
11	+1
12	-6.3
1	-8.3
2	-6.4
3	-0.2

계산 과정)

답: _____

해답 동결지수 $F = (\text{영하온도}(\theta) \times \text{지속일수})$ 의 총합

$$= 6.31 \times 31 + 8.3 \times 31 + 6.4 \times 28 + 0.2 \times 31 = 638^\circ\text{C} \cdot \text{days}$$

09 PSC 박스거더로 미리 시공하는 건설공법 중 동바리를 사용하지 않는 교량의 건설공법 종류 3가지를 쓰시오. (3점)

① _____ ② _____ ③ _____

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

10 콘크리트 구조물에서 시공이음을 설치하고자 할 때 그 위치 또는 방향에 대해 아래의 각 물음에 답하십시오. (3점)

가. 바닥틀과 일체로 된 기둥 또는 벽의 시공이음 위치로 적합한 곳 :

나. 바닥틀의 시공이음 위치로 적합한 곳 :

다. 아치에 시공이음을 설치하고자 할 때 적합한 방향 :

해답 가. 바닥틀과 경계 부근에 설치
나. 슬래브 또는 보의 경간 중앙부 부근에 설치
다. 아치축에 직각방향이 되도록 설치

11 콘크리트를 2층 이상으로 나누어 타설할 경우 상층의 콘크리트 타설은 원칙적으로 하층의 콘크리트가 굳기 시작하기 전에 해야 하며, 상층과 하층이 일체가 되도록 시공하여야 한다. 이러한 시공을 위하여 아래의 각 경우에 대한 답을 쓰시오.(4점)

가. 허용 이어치기 시간 간격을 두는 이유는 무엇의 예방을 하기 위해서인가?

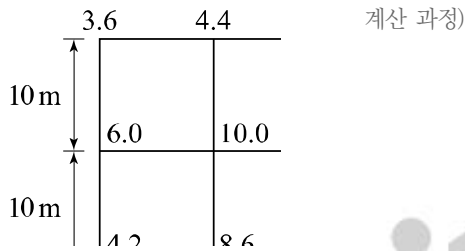
나. 허용 이어치기 시간간격의 표준을 쓰시오.

① 외기온도가 25℃를 초과하는 경우 :

② 외기온도가 25℃ 이하인 경우 :

해답 가. 콜드 조인트(cold joint)
나. ① 2시간 ② 2.5시간

- 12 농공단지 조성을 위하여 다음 그림과 같이 기준면으로부터 고저측량을 하였다. 이 용지를 수평으로 정지하고자 할 때 절토량과 성토량이 같게 하려고 하면 기준면으로부터 몇 m의 높이로 하면 되는가? (3점)



답: _____

해답 $H = \frac{V}{A \times n}$

- $V = \frac{a \cdot b}{4} (\sum h_1 + 2\sum h_2 + 4\sum h_4)$
- $\sum h_1 = 3.6 + 4.2 + 6.0 + 4.2 = 18m$
- $\sum h_2 = 4.4 + 8.0 + 8.6 + 6.0 = 27m$
- $\sum h_4 = 10m$
- $\therefore V = \frac{10 \times 10}{4} \times (18 + 2 \times 27 + 4 \times 10) = 2800m^3$
- $\therefore H = \frac{2800}{(10 \times 10) \times 4} = 7m$

- 13 0.7m³의 백호 2대를 사용하여 16,300m³의 기초터파기를 다음 조건으로 했을 때, 터파기에 소요되는 일수는 구하시오. (단, 정수로 산출하시오.) (3점)

【조 건】

- 백호 cycle time : 20sec
- 작업효율 : 0.75
- 1일 운전시간 : 8hr

- 버킷계수 : 0.9
- 토량환산계수(f) : 0.8

계산 과정)

답: _____

해답 소요일수 = $\frac{\text{총작업량}}{\text{시간당 작업량} \times \text{소요대수} \times \text{일 운전시간}}$

- $Q = \frac{3,600 \cdot q \cdot K \cdot f \cdot E}{C_m}$
- $= \frac{3,600 \times 0.7 \times 0.9 \times 0.8 \times 0.75}{20} = 68.04m^3/hr$
- $\therefore \text{소요일수} = \frac{16,300}{68.04 \times 2 \times 8} = 14.97 \quad \therefore 15 \text{ 일}$

14 연약지반 처리 중 치환공법은 지반의 연약토를 제거하고 양질의 토사를 치환하여 비교적 단기간 내에 기초처리를 할 수 있는데 치환공법을 3가지만 쓰시오.(3점)

① _____ ② _____ ③ _____

해답 ① 굴착치환공법 ② 폭파치환공법 ③ 강제치환공법(압출치환공법)

15 지진 발생시 교량의 안전에 대하여 지진보호장치 3가지를 쓰시오. (3점)

① _____ ② _____ ③ _____

해답 ① 받침보호장치 ② 점성댐퍼 ③ 낙교방지 장치 ④ 내진보강 탄성 받침장치

16 다음의 도로포장에 관련된 명칭을 각각 기입하시오.(3점)

A. 콘크리트 포장 슬래브의 포설, 다짐, 표면 끝손질 등의 기능을 겸비하여 거푸집을 설치하지 않고 연속적으로 포설하는 장비는 무엇인가?

B. 입도조정공법이나 머캐덤공법 등으로 시공된 기층의 방수성을 높이고, 그 위에 포설하는 아스팔트 혼합물층과의 부착을 잘되게 하기위하여 기층위에 역청재료를 살포하는 것을 무엇이라 하는가?

C. 아스팔트 포장의 기층으로서 사용하는 시멘트 콘크리트 슬래브를 무엇이라 하는가?

해답 A. 슬립 폼 페이버(slip form paver)
B. 프라임코트(Prime coat)
C. 화이트베이스(white base)

17 가설 흙막이의 지지, 옹벽의 전도 방지, 산사태 방지 등으로 사용되는 Earth Anchor의 주요 구성요소를 3가지 쓰시오.(3점)

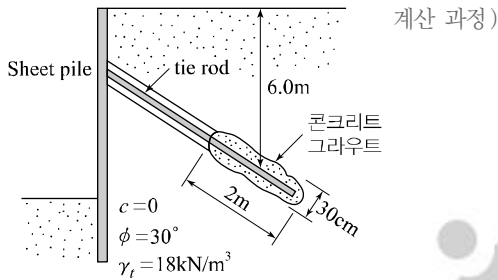
① _____ ② _____ ③ _____

해답 ① 앵커두부 ② 인장부 ③ 앵커체

18 다음의 그림에서 모래층에 설치한 earth anchor(=tie backs)의 극한저항은?

(단, 콘크리트 그라우팅은 일정한 압력하에서 시공되었으므로 정지토압계수 상태 K_o 로 본다.)

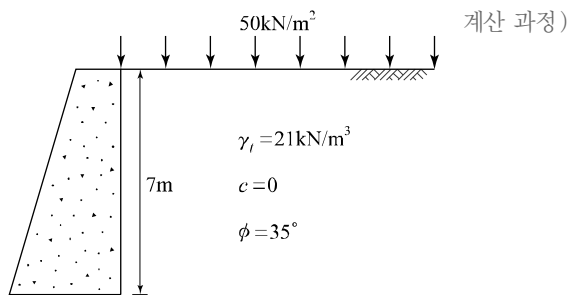
(단, $K_o = 1 - \sin\phi$ 이용한다.)(3점)



답 : _____

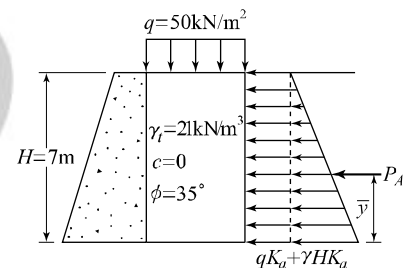
해답 $P_u = \pi dl \bar{\sigma}_v K_o \tan\phi = \pi dl \bar{\sigma}_v (1 - \sin\phi) \tan\phi$
 $= \pi \times 0.30 \times 2 \times (18 \times 6) (1 - \sin 30^\circ) \tan 30^\circ = 58.77 \text{ kN}$

19 그림과 같은 옹벽에 작용하는 전주동토압은 얼마인가? (Rankine의 토압이론을 사용하시오.)(3점)



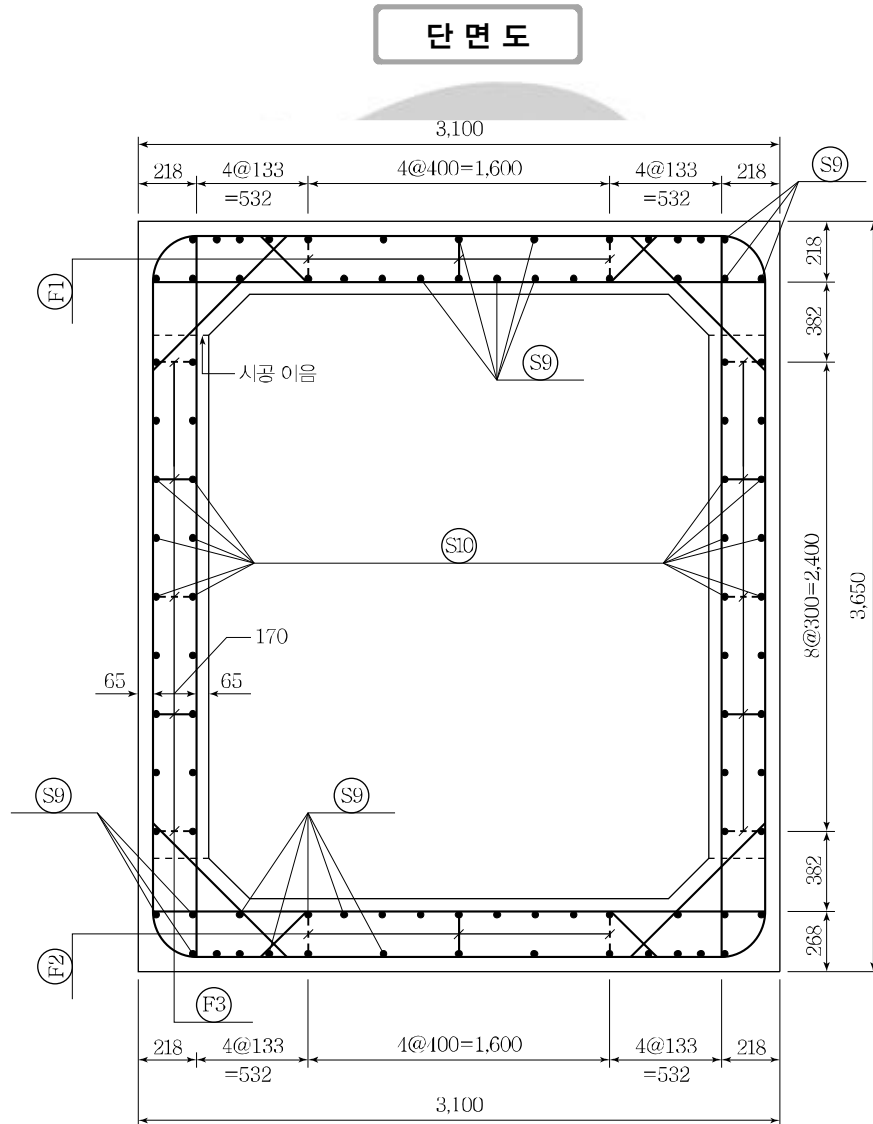
답 : _____

해답 전주동토압 $P_A = P_{a1} + P_{a2} = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_A + q H K_A$
 $\bullet K_A = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{35^\circ}{2} \right) = 0.271$
 $\bullet P_{a1} = \frac{1}{2} \times 21 \times 7^2 \times 0.271 = 139.43 \text{ kN/m}$
 $\bullet P_{a2} = 50 \times 7 \times 0.271 = 94.85 \text{ kN/m}$
 $\therefore P_A = 139.43 + 94.85 = 234.28 \text{ kN/m}$

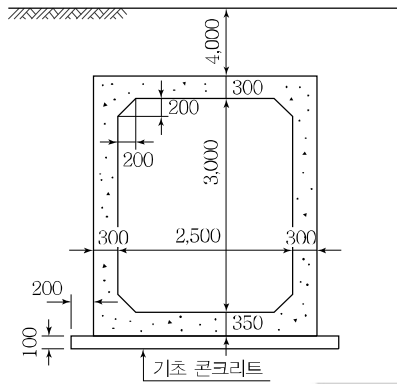


- 20 주어진 도면 및 조건에 따라 다음 물량을 산출하시오. (단, 주어진 도면의 치수는 축척에 맞지 않을 수 있으며, 주어진 치수로만 물량을 산출할 것) (18점)

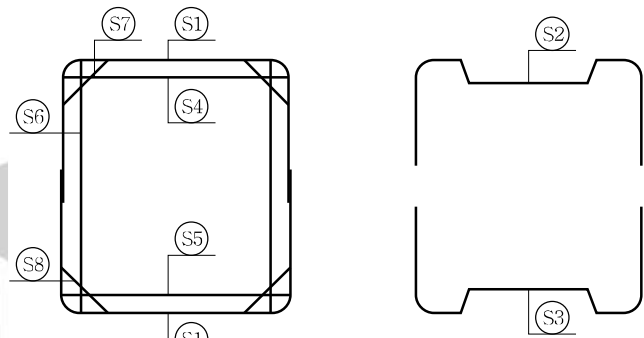
(단위 : mm)



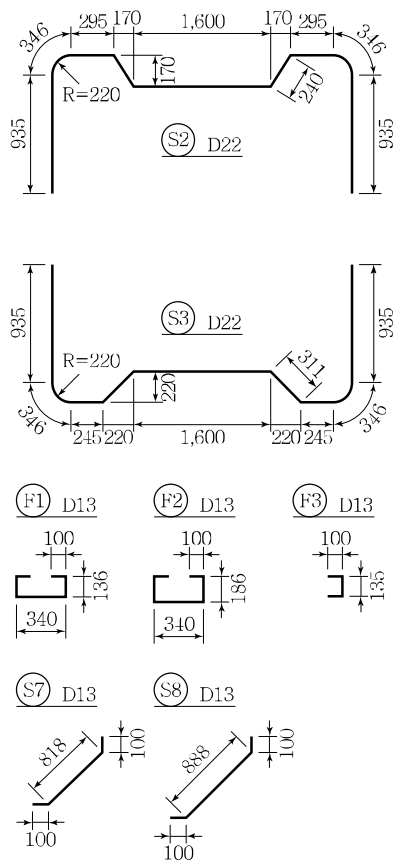
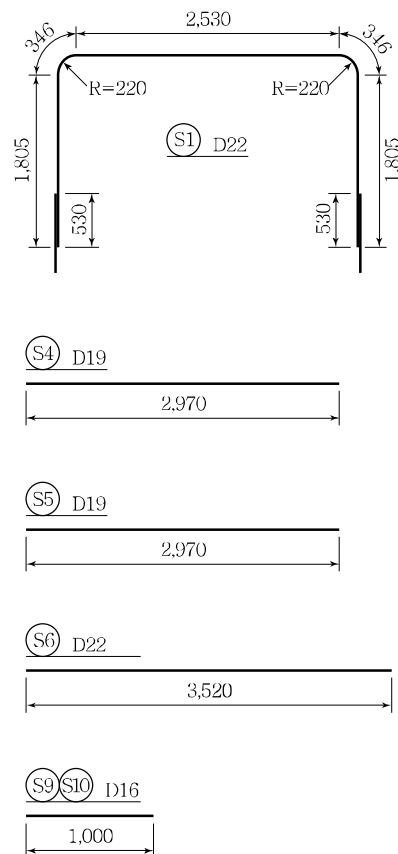
일 반 도



주 철근 조 립 도



철근 상세 도



【조 건】

- S1~S8 철근은 300mm 간격으로 배치되어 있다.
- F1, F2, F3 철근은 300mm 간격으로 지그재그로 배치되어 있다.
- 철근의 이음과 할증은 무시한다.
- 지형상태는 일반도와 같으며 터파기는 기초 콘크리트 양끝에서 100cm 여유폭을 두고 비탈기울기는 1 : 0.5로 한다.
- 거푸집량의 계산에서 마구리면은 무시한다.

가. 길이 1m에 대한 기초와 구체의 콘크리트량을 구하시오. (단, 소수 4째자리에서 반올림하시오.)

- ① 기초 콘크리트량 :
- ② 구체 콘크리트량 :

나. 길이 1m에 대한 거푸집량을 구하시오. (단, 소수 4째자리에서 반올림하시오.)

계산 과정)

답: _____

다. 길이 1m에 대한 터파기량을 구하시오. (단, 소수 4째자리에서 반올림하시오.)

계산 과정)

답: _____

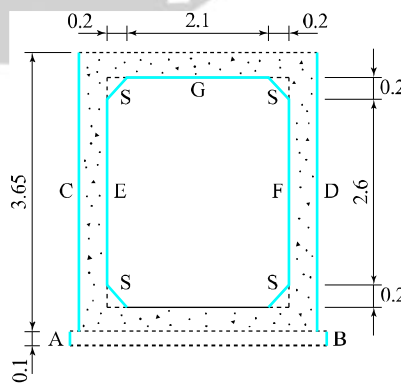
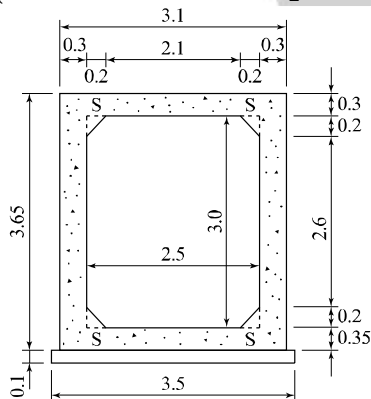
라. 길이 1m에 대한 철근량을 산출하기 위한 다음 철근물량표를 완성하시오.

(단, 소수 3째자리에서 반올림하시오.)

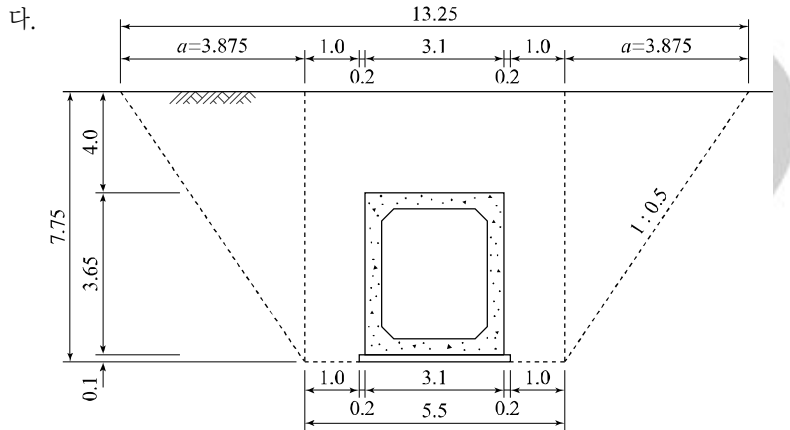
기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)	기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)
S1					S9				
S7					F1				

정답 가. ① $V_1 = 3.5 \times 0.1 \times 1 = 0.350\text{m}^3$

$$\textcircled{2} \left\{ (3.1 \times 3.65) - (2.5 \times 3.0) + \frac{1}{2} \times 0.2 \times 0.2 \times 4 \right\} \times 1 = 3.895\text{m}^3$$



나. A면 = 0.1m B면 = 0.1m C면 = 3.65m D면 = 3.65m
 E면 = 2.60m F면 = 2.60m G면 = 2.10m
 $S = \sqrt{0.20^2 + 0.20^2} \times 4 = 1.1314\text{m}$
 $\therefore \text{총거푸집길이} = 0.1 \times 2 + 3.65 \times 2 + 2.60 \times 2 + 2.10 + 1.1314 = 15.9314\text{m}$
 $\therefore \text{총거푸집량} = \text{총거푸집길이} \times \text{단위길이} = 15.9314 \times 1 = 15.931\text{m}^2$



$$a = 7.75 \times 0.5 = 3.875\text{m}$$

$$b = 1.0 + 0.2 + 3.1 + 0.2 + 1.0 = 5.5\text{m}$$

$$\therefore \text{터파기량} = \left(\frac{13.25 + 5.50}{2} \times 7.75 \right) \times 1 = 72.656\text{m}^3$$

라.

기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)	기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)
S1	D22	6,832	6.67	45,569	S9	D16	1,000	56	56,000
S7	D13	1,018	6.67	6,790	F1	D13	812	5	4,060



철근물량 산출근거

기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)	수량산출
S1	D22	$(1,805 \times 2) + (346 \times 2) + 2,530 = 6,832$	6.67	45,569	$\frac{1}{0.300} \times 2 = 6.67\text{본}$
S7	D13	$100 \times 2 + 818 = 1,018$	6.67	6,790	$\frac{1}{0.300} \times 2 = 6.67\text{본}$
S9	D16	1,000	56	56,000	$(13 + 15) \times 2 = 56\text{본}$ ($\therefore$ 길이 1m에 대한 철근량)
F1	D13	812	5	4,060	$\frac{3}{0.300 \times 2} \times 1 = 5\text{본}$ $600 : 3 = 1,000 : x \therefore x = 5$

- 21 다음 데이터를 이용하여 Normal time 네트워크 공정표를 작성하고 공기를 3일 단축할 때 최소의 추가공사비를 산출하시오. (단, ① Net Work 공정표 작성은 화살표 Net Work로 한다.)(10점)
- 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

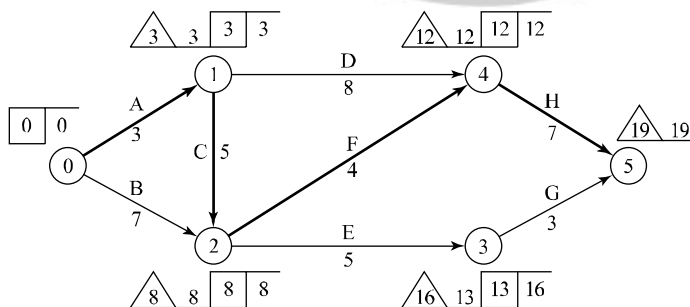
가. Normal time 네트워크 공정표를 작성하시오.

나. 공기를 3일간 단축할 때 최소의 추가공사비를 구하시오.

계산 과정)

답: _____

해답 가.



나. • 각 작업의 비용구배

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

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

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

- 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)22,000원, 총추가비용 : 33,000원
∴ 최소 추가비용 : 33,000원

[신규문제]

23 정지토압을 적용하는 구조물 3가지를 쓰시오. (3점)

해답 암거

24 다음 용어의 물음에 답하시오. (6점)

가. 부채꼴 수문의 정의를 쓰시오.

나. 댐 콘크리트의 온도상승을 억제하고 균열을 방지할 목적으로 콘크리트를 치기 전에 외경 25mm 정도의 파이프를 수평으로 배치하고 그 속에 자연지하수나 인공냉각수를 통과시켜서 콘크리트의 온도를 낮추는 것을 무엇이라고 하는가?

다. 기초압반의 변형성이나 강도를 개량하여 균일성을 주기 위하여 기초 전반에 걸쳐 격자형으로 그라우팅하는 방법으로 콘크리트댐 기초공사에 많이 이용되는 그라우팅 방법은?

해답 가.

나. 파이프 쿨링(pipe cooling)

다. 압밀 그라우팅(consolidation grouting)



“합격을 기원합니다.”