

2022년 제1회(2022.5.7시행)

토목기사 실기 문제복원 가답안

(합격자 발표 2022.6.17)

“합격을 기원합니다.”

* 다음 물음에 답을 해당 답란에 답하시오. (배점 : 100, 문제 수 : 23)

01 연약지반에 설치한 교대에 발생하기 쉬운 측방유동에 영향을 미치는 주요 요인을 3가지만 쓰시오. (3점)

① _____ ② _____ ③ _____

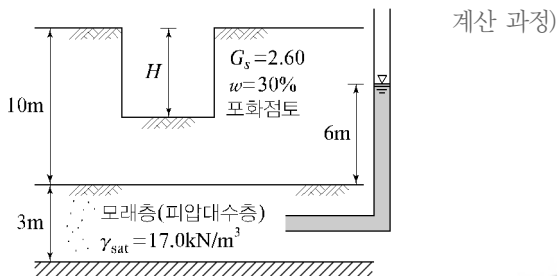
해답 ① 교대배면의 뒤채움 편재하중 ② 교대배면의 성토높이
③ 교대하부 연약층의 두께 ④ 교대하부 연약층의 전단강도

02 유토곡선(mass curve)을 작성하는 목적을 3가지만 쓰시오. (3점)

① _____ ② _____ ③ _____

해답 ① 토량 배분 ② 토량의 평균운반거리 산출 ③ 토공기계 결정
④ 시공방법 결정 ⑤ 토취장 및 토사장 선정

03 아래 그림과 같이 10m 두께의 비교적 단단한 포화점토층 밑에 모래층이 있다. 모래층은 피압 상태(artesian pressure)에 있을때, 점토층에서 바닥의 융기(heaving)현상이 없이 굴착할 수 있는 최대깊이 H 를 구하시오. (3점)



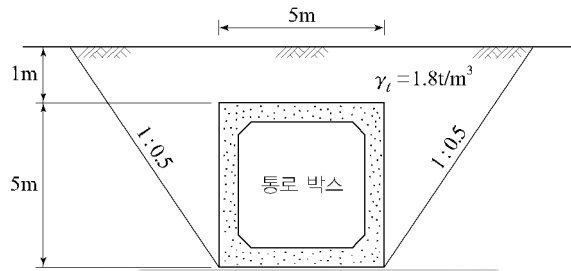
답 : _____

해답
$$H = \frac{H_1 \gamma_{sat} - \Delta h \gamma_w}{\gamma_{sat}}$$

- $H_1 = 10\text{m}$
- $e = \frac{G_s w}{S} = \frac{2.60 \times 30}{100} = 0.78$
- $\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w = \frac{2.60 + 0.78}{1 + 0.78} \times 9.80 = 18.61\text{kN/m}^3$
- $\Delta h = 6\text{m}$

$\therefore H = \frac{10 \times 18.61 - 6 \times 9.80}{18.61} = 6.84\text{m}$

- 04 아래와 같이 백호로 굴착을 하고 통로박스 시공 후, 되메우기를 한다. 이때 15ton 덤프트럭을 2대 사용하며 1일 작업시간을 6시간으로 하고, 덤프트럭의 $E=0.9$, $C_m=300$ 분일 경우 아래 물음에 답하시오. (단, 암거깊이는 10m, $C=0.8$, $L=1.25$, $\gamma_t=1.8\text{t/m}^3$) (6점)



- (1) 사토량(捨土量)을 본바닥토량으로 구하시오.

계산 과정)

답: _____

- (2) 덤프트럭 1대의 시간당 작업량을 구하시오.

계산 과정)

답: _____

- (3) 덤프트럭 2대를 사용할 경우 사토에 필요한 소요일수는 몇 일인가?

계산 과정)

답: _____

해답 (1) • 굴착토량 = $\frac{\text{윗변길이} + \text{밑변길이}}{2} \times \text{높이} \times \text{암거길이}$

$$= \frac{(3+5+3)+5}{2} \times 6 \times 10 = 480\text{m}^3$$

• 통로박스체적 = $5 \times 5 \times 10 = 250\text{m}^3$

• 되메우기량 = $(480 - 250) \times \frac{1}{0.8} = 287.5\text{m}^3$

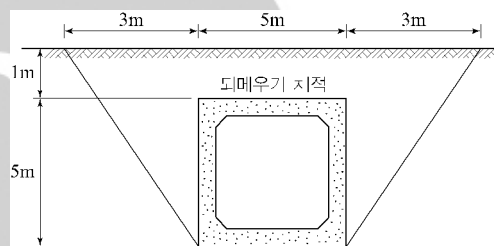
∴ 사토량 = $480 - 287.5 = 192.5\text{m}^3$

(2) 덤프트럭의 적재량 $Q = \frac{60 \cdot q_t \cdot f \cdot E}{C_m}$

• $q_t = \frac{T}{\gamma_t} \cdot L = \frac{15}{1.8} \times 1.25 = 10.42\text{m}^3$

∴ $Q = \frac{60 \times 10.42 \times \frac{1}{1.25} \times 0.9}{300} = 1.50\text{m}^3/\text{h}$

(3) 소요일수 = $\frac{192.5}{1.50 \times 6 \times 2} = 10.69 \therefore 11\text{일}$



05 해안, 준설, 매립 공사시 사용되는 준설선의 종류를 3가지만 쓰시오. (3점)

① _____ ② _____ ③ _____

해답 ① 펌프준설선 ② 디퍼준설선 ③ 그레브준설선 ④ 버킷준설선

06 연약지반층에 설치한 말뚝(pile)에 발생하는 부마찰력(Negative friction)을 줄이는 방법 3가지를 쓰시오. (3점)

① _____ ② _____ ③ _____

해답 ① 표면적이 작은 말뚝을 사용하는 방법 ② 말뚝직경보다 약간 큰 케이싱(casing)을 박는 방법
③ 말뚝 표면에 역청재료를 피복하는 방법 ④ 말뚝지름보다 크게 preboring을 하는 방법
⑤ 지하수위를 미리 저하시키는 방법

07 함수비가 20%인 토취장의 습윤단위중량(γ_t)가 18.8kN/m^3 이었다. 이 흙으로 도로를 축조할 때 함수비는 15%이고 습윤단위중량은 19.8kN/m^3 이었다. 이 경우 흙의 토량 변화율(C)는 대략 얼마인가? (3점)

계산 과정)

답: _____

해답 토량 변화율 $C = \frac{\text{본바닥 흙의 건조밀도}}{\text{다짐 후의 건조밀도}}$

$$\bullet \text{ 본바닥 흙의 건조단위중량 } \gamma_d = \frac{\gamma_t}{1+w} = \frac{18.8}{1+0.20} = 15.67\text{kN/m}^3$$

$$\bullet \text{ 다짐후의 건조단위중량 } \gamma_d = \frac{\gamma_t}{1+w} = \frac{19.8}{1+0.15} = 17.22\text{kN/m}^3$$

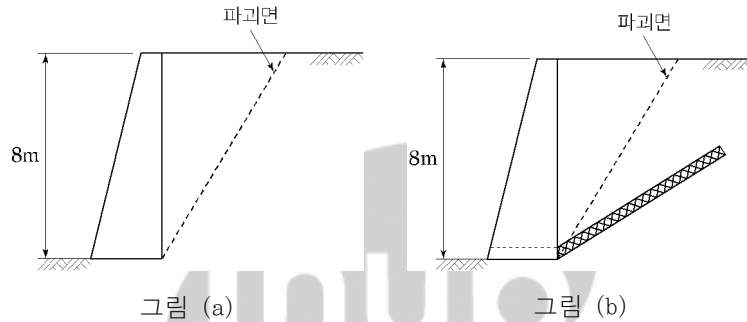
$$\therefore C = \frac{15.67}{17.22} = 0.91$$

08 교량의 상부구조와 하부구조의 접점에 위치하여 상부구조에서 전달되는 하중을 하부구조에 전달하고, 상하부 간의 상대변위 및 상부구조의 회전변형을 흡수하는 구조를 무엇이라 하는가? (2점)

○ _____

해답 교좌장치(교량받침, shoe)

- 09 아래 그림과 같이 8.0m의 연직옹벽에 연속적인 강우로 뒤채움흙이 완전 포화되어 있다. 뒤채움 흙은 포화밀도 $\gamma_{\text{sat}} = 19.8 \text{ kN/m}^3$, 내부마찰각 $\phi = 38^\circ$ 인 사질토이며, 벽면마찰각 $\delta = 15^\circ$ 이다. 이때 Coulomb의 주동토압계수는 0.270이고 파괴면이 수평면과 55° 라고 가정할 경우 아래의 물음에 답하시오. (단, 물의 단위중량 $\gamma_w = 9.81 \text{ kN/m}^3$) (8점)



- (1) 그림 (a)와 같이 옹벽면에 배수구가 없을 경우 옹벽에 작용하는 전 주동토압을 구하시오.

계산 과정)

답: _____

- (2) 그림 (b)와 같이 파괴면 아래쪽에 배수구를 경사지게 설치했을 경우 옹벽에 작용하는 전 주동토압을 구하시오.

계산 과정)

답: _____

해답 (1) $P_A = \frac{1}{2} \gamma_{\text{sub}} H^2 C_a + \frac{1}{2} \gamma_w H^2$
 $= \frac{1}{2} \times (19.8 - 9.81) \times 8^2 \times 0.27 + \frac{1}{2} \times 9.81 \times 8^2$
 $= 86.31 + 313.92 = 400.23 \text{ kN/m}$

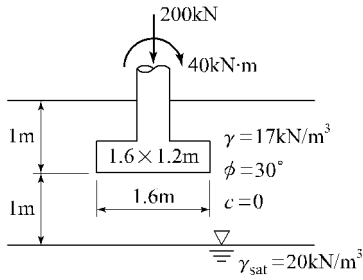
(2) $P_A = \frac{1}{2} \gamma_{\text{sat}} H^2 C_a$
 $= \frac{1}{2} \times 19.8 \times 8^2 \times 0.27$
 $= 171.07 \text{ kN/m}$

- 10 아스팔트 포장 중 실코트(seal coat)의 중요한 목적 3가지만 쓰시오. (3점)

① _____ ② _____ ③ _____

- 해답 ① 표층의 노화방지 ② 포장 표면의 방수성 ③ 포장 표면의 미끄럼 방지
 ④ 포장 표면의 내구성 증대 ⑤ 포장면의 수밀성 증대

- 11 다음 그림과 같이 연직하중과 모멘트를 받는 구형 기초의 극한하중과 안전율을 Terzaghi 공식을 이용하여 구하시오. (단, $N_c = 37.2$, $N_q = 22.5$, $N_r = 19.7$ 이다.) (3점)



계산 과정)

[답] 극한하중 : _____, 안전율 : _____

해답 안전율 $F_s = \frac{Q_u}{Q}$

• 편심거리 $e = \frac{M}{Q} = \frac{40}{200} = 0.2\text{m}$

• 유효폭 $B' = B - 2e = 1.6 - 2 \times 0.2 = 1.2\text{m}$

• $d < B$ ($1\text{m} < 1.6\text{m}$)인 경우

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

$$= (20 - 9.80) + \frac{1}{1.2}\{17 - (20 - 9.80)\} = 15.87\text{kN/m}^3$$

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

$$= 0 + 0.4 \times 15.87 \times 1.2 \times 19.7 + 17 \times 1 \times 22.5$$

$$= 532.57\text{kN/m}^2$$

• 극한하중 $Q_u = q_u A = q_u \cdot B' \cdot L$

$$= 532.57 \times (1.2 \times 1.2) = 766.90\text{kN}$$

$\therefore F_s = \frac{766.90}{200} = 3.83$

- 12 높은 교각이나 사이로, 수조 등의 공사에 사용하는 특수 거푸집으로 시공속도가 빠르고 이음이 없는 수밀성의 콘크리트 구조물을 만들 수 있는 대표적 특수 거푸집 공법 3가지를 쓰시오. (4점)

① _____ ② _____ ③ _____

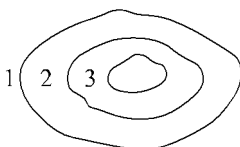
해답 ① Sliding form 공법

② Slip form 공법

③ Travelling form 공법

- 13 그림과 같이 표고가 20m씩 차이 나는 등고선으로 둘러싸인 지역의 흙을 굴착하여 택지조성을 계획할 때 1.0m^3 용적의 굴삭기 2대를 동원하면 굴착에 소요되는 기간은 며칠인가? (단, 굴삭기 사이클타임 = 20초, 효율 = 0.8, 디퍼계수 = 0.8, $L = 1.2$, 1일 작업시간 = 8시간, 등고선 면적 $A_1 = 100\text{m}^2$, $A_2 = 75\text{m}^2$, $A_3 = 50\text{m}^2$ 이다.) (3점)

계산 과정)



답: _____

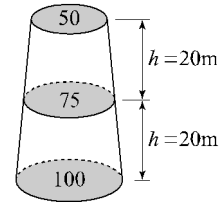
해답 • 굴착토량 $V = \frac{h}{3}(A_1 + 4A_2 + A_3) = \frac{20}{3}(100 + 4 \times 75 + 50) = 3,000\text{m}^3$

• 굴삭기 1대 작업량

$$Q = \frac{3,600 \cdot q \cdot K \cdot f \cdot E}{C_m} = \frac{3,600 \times 1.0 \times 0.8 \times \frac{1}{1.2} \times 0.8}{20} = 96\text{m}^3/\text{hr}$$

• 백호 2대의 작업량 = $96 \times 8\text{시간} \times 2\text{대} = 1,536\text{m}^3/\text{day}$

$$\therefore \text{소요공기} = \frac{\text{총굴착토량}}{\text{백호 2대의 작업량}} = \frac{3,000}{1,536} = 1.95 \therefore 2\text{일}$$



14 가물막이(Coffer Dam) 공사에서 Sheet pile식 공법의 종류 4가지를 쓰시오. (3점)

① _____ ② _____ ③ _____

- 해답 ① 간이식 ② Ring Beam식
 ③ 한겹 sheet pile식 ④ 두겹 sheet pile식
 ⑤ Cell식

15 터널에 사용하고 있는 록볼트(rock bolt)의 인발시험 목적 2가지를 쓰시오. (3점)

① _____ ② _____

- 해답 ① 지반과 록볼트의 정착력
 ② 볼트의 파단강도
 ③ 볼트와 충전재의 부착강도

16 가요성포장(Flexible Pavement)의 구조설계시, AASHTO(1972) 설계법에 의한 소요포장 두께지수(SN)가 4.3으로 계산되었다. 포장은 표층, 기층 및 보조기층의 3개층으로 구성하고, 각층 재료를 상대강도계수와 표층, 기층의 두께를 다음과 같이 배분할 경우의 보조기층 두께를 구하시오. (3점)

포장층	재료	상대강도계수	두께(cm)
표층	높은 안정도의 아스팔트 콘크리트	0.176	5
기층	쇄석	0.055	25
보조기층	모래 섞인 자갈	0.043	

계산 과정)

답: _____

해답 포장 두께지수 $SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$
 $4.3 = 0.176 \times 5 + 0.055 \times 25 + 0.043 \times D_3$
 $\therefore \text{보조기층 두께 } D_3 = 47.56\text{cm}$

17 우물통 기초의 침하 시 편위의 원인을 4가지 쓰시오. (3점)

- ① _____
- ② _____
- ③ _____
- ④ _____

- 해답** ① 유수에 의해서 이동하는 경우
 ② 지층의 경사
 ③ 편토압
 ④ 우물통의 비대칭
 ⑤ 날끝에 호박돌, 전석 등의 장애물이 있는 경우

18 댐 콘크리트에서 사용되는 용어의 정의를 간단하게 쓰시오. (4점)

- (1) 관로식 냉각(pipe cooling)의 정의 :
- (2) 선행 냉각(pre cooling)의 정의 :

- 해답** (1) 댐 콘크리트를 친 후에 미리 묻어둔 파이프 내부에 냉각수를 순환시켜 댐콘크리트를 냉각하는 방법
 (2) 댐 콘크리트에서 콘크리트를 타설하기 전에 콘크리트의 온도를 제어하기 위해 얼음이나 액체질소 등으로 콘크리트 원재료를 냉각하는 방법

19 Concrete 배합에 사용되는 혼화재료는 혼화제와 혼화재로 구분된다. 혼화재의 종류를 3가지만 쓰시오. (3점)

- ① _____ ② _____ ③ _____

- 해답** ① 플라이 애시
 ② 팽창재
 ③ 고로슬래그 미분말
 ④ 실리카 폼

20 터널을 수치해석으로 설계할 때 3차원적 거동을 2차원으로 해석하기 위하여 사용하는 방법을 2가지만 쓰시오. (3점)

- ① _____ ② _____

- 해답** ① 응력 분배법
 ② 강성 변화법
 ③ 점탄성 해석법

21 수중콘크리트(水中 concrete) 작업시 주의사항을 3가지만 쓰시오. (3점)

- ① _____ ② _____ ③ _____

- 해답** ① 물을 정지시킨 정수 중에서 타설하여야 한다.
 ② 콘크리트는 수중에 낙하시켜서는 안 된다.
 ③ 콘크리트가 경화될 때까지 물의 유동을 방지하여야 한다.
 ④ 수평을 유지하면서 소정의 높이에서 연속해서 쳐야 한다.
 ⑤ 레이턴스를 모두 제거하고 다시 타설하여야 한다.
 ⑥ 시멘트가 물에 씻겨서 흘러나오지 않도록 타설하여야 한다.

22 다음과 같은 공정표(CPM Table)를 보고 아래 물음에 답하시오. (10점)

NODE		공정명	정상기간	정상비용	특급기간	특급비용
1	2	A	3일	30만원	3일	30만원
1	3	B	4일	24만원	3일	30만원
1	4	C	4일	40만원	3일	60만원
2	3	DUMMY	0	0만원	0일	0만원
2	5	E	7일	35만원	5일	49만원
3	5	F	4일	32만원	4일	32만원
3	6	H	6일	48만원	5일	60만원
3	7	G	9일	45만원	6일	69만원
4	6	I	7일	56만원	6일	66만원
5	7	J	10일	40만원	7일	55만원
6	7	K	8일	64만원	8일	64만원
7	8	M	5일	60만원	3일	96만원

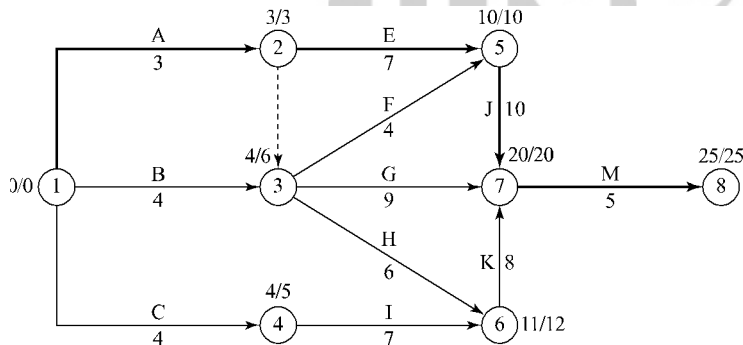
(1) Net Work(화살선도)를 작도하고 표준일수에 대한 Critical Path를 표시하시오.

(2) 정상공사시간 4일을 줄일 때 발생하는 추가비용의 최소치를 구하시오.

계산 과정)

답: _____

해답 (1)



(2) 비용경사

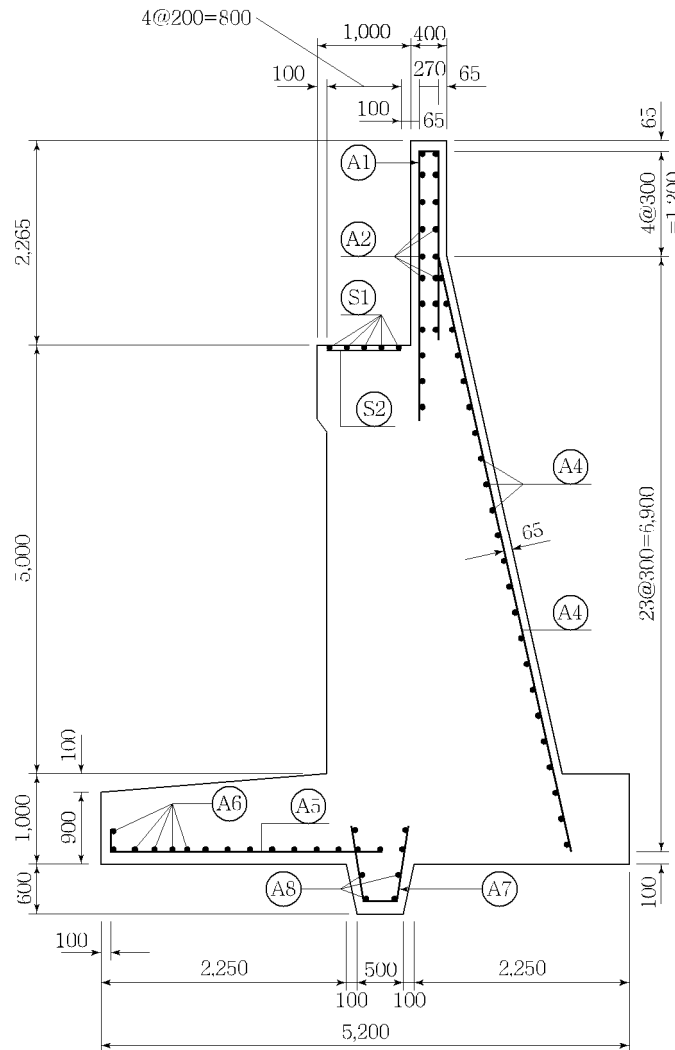
$$I = \frac{66-56}{7-6} = 10 \text{만원}, J = \frac{55-40}{10-7} = 5 \text{만원}, M = \frac{96-60}{5-3} = 18 \text{만원}$$

단축단계	단축작업	단축일	비용경사 (만원/일)	단축비용 (만원)	추가비용 누계 (만원)
1	J	1	5	5	5
2	J+I	1	5+10	15	20
3	M	2	18	36	56

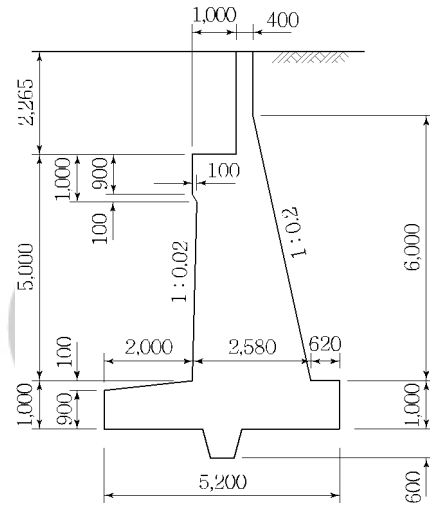
∴ 추가비용 56만원

23 주어진 반중력형 교대의 도면(단위 : mm) 및 조건에 따라 다음 물량을 산출하시오. (단, 주어진 도면의 치수는 축척에 맞지 않을 수 있으며, 주어진 치수로만 물량을 산출할 것) (18점)

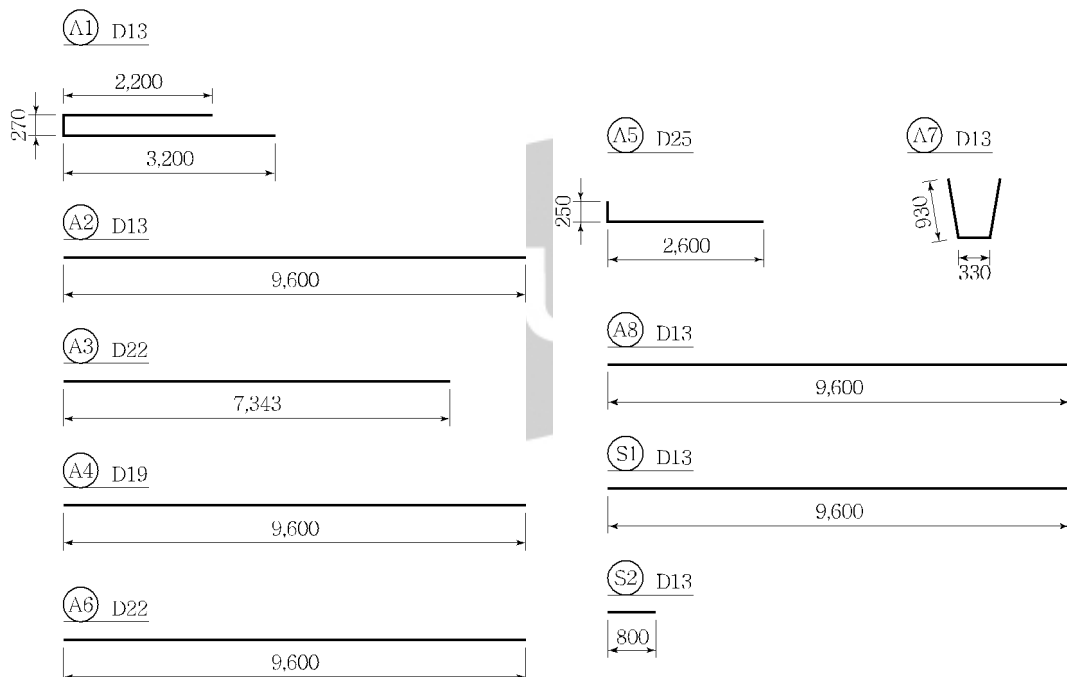
측 면 도



일반도



철근상세도



【조 건】

- A1, A3, A7, S2 철근은 피복두께가 좌·우로 각각 200mm이며, 300mm 간격으로 배근한다.
- A2, A4, A8 철근은 각 300mm 간격으로 배근한다.
- A6, S1 철근은 200mm 간격으로 배근한다.
- A5 철근은 피복두께가 좌·우로 200mm이며, 200mm 간격으로 배근한다.
- 돌출부(전단 Key) 부분의 거푸집은 사용하는 경우로 계산한다.
- 철근의 이음과 할증은 무시한다.

(1) 폭이 10m인 교대의 콘크리트량을 구하시오. (단, 소수점 이하 4째자리에서 반올림하시오.)

계산 과정)

답 : _____

(2) 폭이 10m인 교대의 전체 거푸집량을 구하시오. (단, 소수점 이하 4째자리에서 반올림하시오.)

계산 과정)

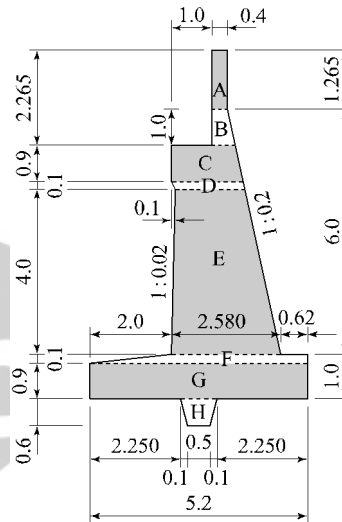
답 : _____

(3) 폭이 10m인 교대의 철근물량을 구하시오.

기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)	기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)
A1					A7				
A5					S1				

정답 (1)

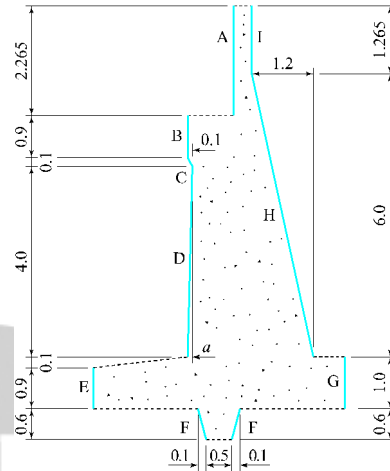
$$\begin{aligned}
 & \bullet A = 0.4 \times 1.265 = 0.506\text{m}^2 \\
 & \bullet B = \frac{0.4 + (0.4 + 1 \times 0.2)}{2} \times 1 = 0.5\text{m}^2 \\
 & \bullet C = \frac{(1.4 + 1 \times 0.2) + (1.4 + 1.9 \times 0.2)}{2} \times 0.9 \\
 & \quad = 1.521\text{m}^2 \\
 & \bullet D = \frac{(1.4 + 1.9 \times 0.2) + (0.9 + 0.4 + 2.0 \times 0.2)}{2} \times 0.1 \\
 & \quad = 0.174\text{m}^2 \\
 & \bullet E = \frac{(0.9 + 0.4 + 2.0 \times 0.2) + 2.58}{2} \times 4 \\
 & \quad = 8.560\text{m}^2 \\
 & \bullet F = \frac{(2.58 + 0.620) + 5.20}{2} \times 0.1 \\
 & \quad = 0.42\text{m}^2 \\
 & \bullet G = 0.9 \times 5.2 = 4.68\text{m}^2 \\
 & \bullet H = \frac{0.5 + 0.7}{2} \times 0.6 = 0.360\text{m}^2 \\
 & \Sigma \text{단면적} = 0.506 + 0.5 + 1.521 + 0.174 + 8.560 + 0.42 + 4.68 + 0.360 \\
 & \quad = 16.721\text{m}^2 \\
 & \therefore \text{총콘크리트량} = 16.721 \times 10 = 167.210\text{m}^3
 \end{aligned}$$



(2)

$$\begin{aligned}
 & \bullet A = 2.265\text{m} \\
 & \bullet B = 0.900\text{m} \\
 & \bullet C = \sqrt{0.1^2 + 0.1^2} = 0.1414\text{m}
 \end{aligned}$$

- $D = \sqrt{(4 \times 0.02)^2 + 4^2} = 4.0008\text{m}$
- $E = 0.9000\text{m}$
- $F = \sqrt{0.1^2 + 0.6^2} \times 2 = 1.2166\text{m}$
- $G = 1.000\text{m}$
- $H = \sqrt{(6 \times 0.2)^2 + 6^2} = 6.1188\text{m}$
- $I = 1.265\text{m}$
- $\therefore$ 총거푸집길이 $\Sigma L = 17.8076\text{m}$
- $\therefore$ 측면도의 거푸집량 $= 17.8076 \times 10$
 $= 178.076\text{m}^2$
- 양 마구리면 단면적 $= 16.721 \times 2$ (양단)
 $= 33.442\text{m}^2$
- $\therefore$ 총거푸집량 $= 178.076 + 33.442$
 $= 211.518\text{m}^2$



(3)

기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)	기호	직경	길이(mm)	수량	총길이(mm)
A1	D13	5,670	33	187,110	A7	D13	2,190	33	72,270
A5	D25	2,850	49	139,650	S1	D13	9,600	5	48,000



철근물량 산출근거

$$A1 = \frac{\text{교대 폭} - (\text{피복두께} \times 2)}{\text{배근 간격}} + 1 = \frac{10,000 - (200 \times 2)}{300} + 1 = 33\text{본}$$

$$A5 = \frac{\text{교대 폭} - (\text{피복두께} \times 2)}{\text{배근 간격}} + 1 = \frac{10,000 - (200 \times 2)}{200} + 1 = 49\text{본}$$

$$A7 = \frac{\text{교대 폭} - (\text{피복두께} \times 2)}{\text{배근 간격}} + 1 = \frac{10,000 - (200 \times 2)}{300} + 1 = 33\text{본}$$

S1 = 5본(수작업)



“합격을 기원합니다.”