

가로등주 기초 구조계산서

[기초규격 : 400 x 620 (510) x 600]

[ANCHOR규격 : ϕ 19 x 4 ea, CTC 170 mm]

[가로등주 높이 : H = 3 M]

2009.10



가로등주 기초 구조계산서

[기초규격 : 400 x 620 (510) x 600]

[ANCHOR규격 : ϕ 19 x 4 ea, CTC 170 mm]

[가로등주 높이 : H = 3 M]

2009.10

(주) 삼원이앤씨

경남 김해시 부원동 618-36

공학박사

구조기술사

한 상 중

목 차

제1장 계산조건

- 1.1 계산목적
- 1.2 하중조건
- 1.3 사용재료
- 1.4 지반조건
- 1.5 설계방법
- 1.1 참고문헌

제2장 구조도

제3장 하중계산

- 3.1 고정하중
- 3.2 풍하중
- 3.3 토압

제4장 기초의 안정검토

- 4.1 전도에 대한 검토
- 4.2 활동에 대한 검토
- 4.3 지반지지력에 대한 검토

제5장 ANCHOR BOLT 구조계산

- 5.1 ANCHOR BOLT 응력검토
- 5.2 ANCHOR BOLT 매입길이 계산

제 1 장 계산조건


1.1 계산목적

본 구조계산에서는 H= 3 M 가로등주를 안전하게 지지할 수 있는 기초의 구조계산을 수행하고자 한다.

1.2 하중조건

(1) 가로등주

▶ 적용 가로등주 : H = 3 M

▶ 중 량 : 0 kgf  풍하중에 의해 좌우되므로 가로등주의 하중은 무시함.

(2) 풍하중 도로교 설계기준의 하부구조 풍하중 적용

$$p = \frac{1}{2} \rho V_d^2 C_d G$$

여기서, p : 풍하중(kgf/m²)

$\rho = 0.125 \text{ kgf} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4$: 공기밀도

$V_d = 40 \text{ m/s}$: 설계기준 풍속

$C_d = 0.8$: 항력계수

$G = 1.9$: 거스트응답계수

$$p = \frac{1}{2} \times 0.125 \times 40^2 \times 0.8 \times 1.9$$

$$= 152 \text{ kgf/m}^2 \quad \rightarrow \quad 150 \text{ kgf/m}^2 \text{ 적용 (도로교 설계기준)}$$

(3) 콘크리트

▶ 무근콘크리트의 단위중량 : w = 2,350 kgf/m³

1.3 사용재료

(1) 콘크리트

▶ 설계기준강도 : fck = 210 kgf/cm²

▶ 허용(휨)압축강도 : fca = 0.4 fck = 84 kgf/cm²

(2) ANCHOR BOLT

▶ 허용인장응력 : fa = 1,200 kgf/cm²

▶ 허용전단응력 : va = 900 kgf/cm²

1.4 지반조건

가로등 설치시에는 통상 지반조사를 시행하지 않으므로 일반적인 관례치를 적용하며,
터파기시 본 계산에서 적용한 값보다 작다고 판단되면 기초 및 되메우기 토사를 양질의
토사로 치환·다짐하여야 한다.

- ▶ 흙의 단위중량 : $\gamma_t = 1.9 \text{ tf/m}^3$
- ▶ 흙의 내부마찰각 : $\Phi = 20^\circ$
- ▶ 흙의 점착력 : $C = 0$
- ▶ 기초지반의 허용지지력 : $q_a = 20 \text{ tf/m}^2$

1.5 설계방법

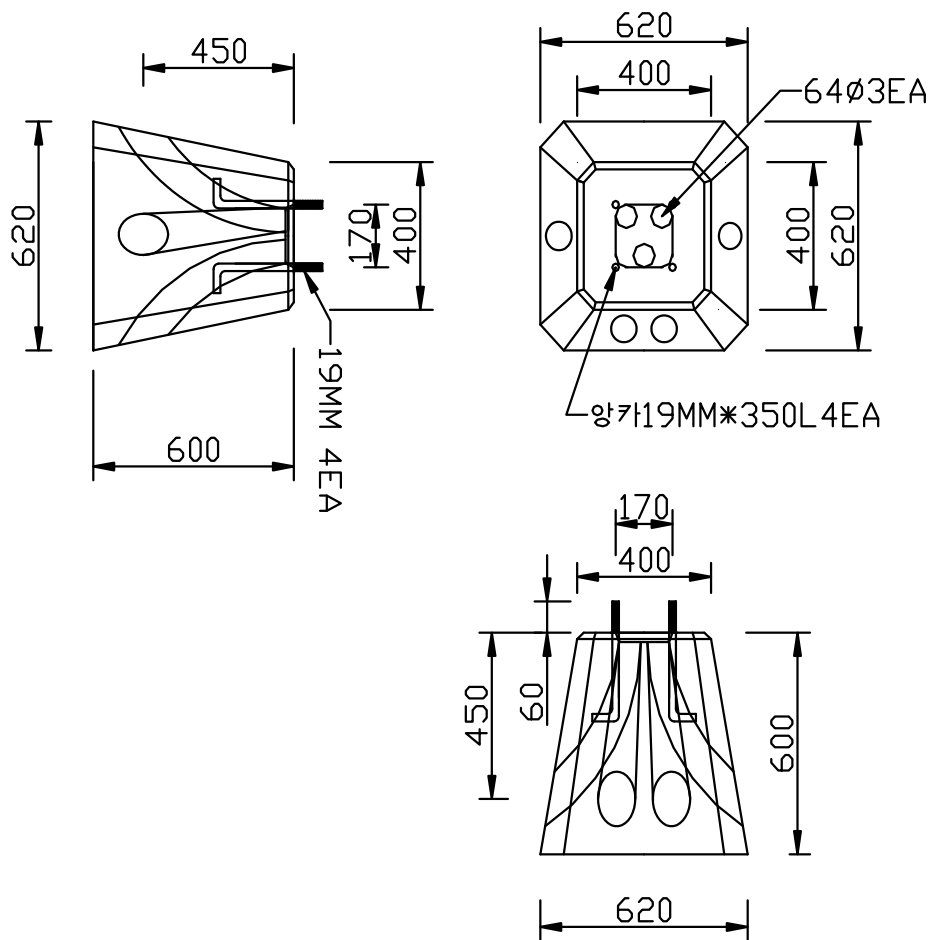
- ▶ 기초의 안정검토 : 허용응력설계법
- ▶ 콘크리트 및 Anchor 구조계산 : 허용응력설계법

1.6 참고문헌

- ▶ 도로교 설계기준
- ▶ 콘크리트 구조설계기준

제 2 장 구조도

400 x 600 가로등주 기초



제 3 장 하중계산

3.1 고정하중

(1) 가로등주

▶ $H = 3 \text{ M}$ 가로등주 : $W_p = 0 \text{ kgf}$

(2) 기초자중

[기초크기]

형상	상면(mm)		하면(mm)		높이(mm)
	a	b	a1	b1	h
직각형	400	400	620	620	600

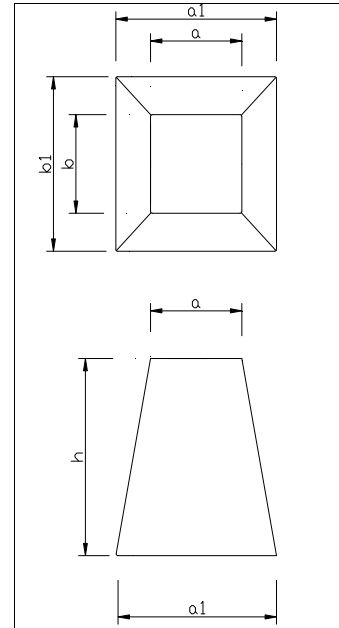
▶ $W_{F1} = (a^2 + a_1 \cdot b_1) / 2 \cdot h \cdot \gamma$
 $= (0.400^2 + 0.620 \times 0.62) / 2 \times 0.60 \times 2,350$
 $= 383.8 \text{ kgf}$

▶ 전선관로($\varnothing 64 \times 3 \text{ ea}$) HaII 공제

$W_{F2} = (\pi / 4 \times 0.064^2 \times 0.55) \times 3 \text{ ea} \times 2,350 = 12.5 \text{ kgf}$

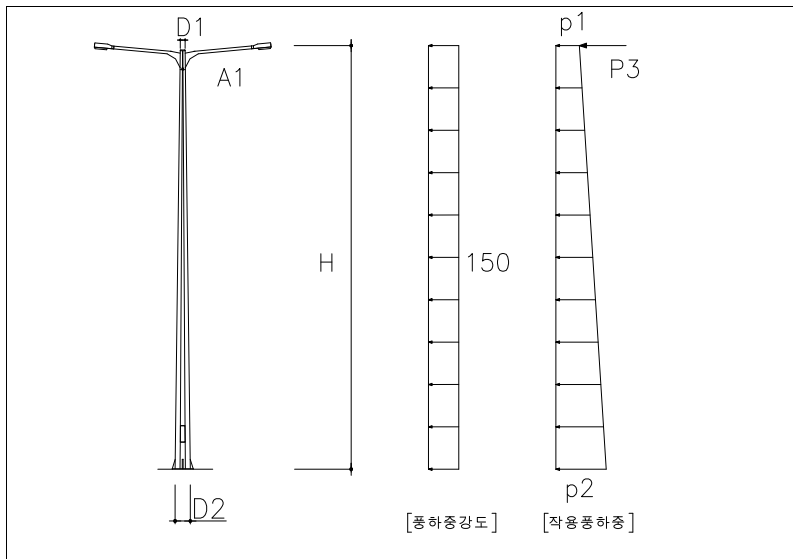
▶ 기초자중

$W_F = W_{F1} - W_{F2}$
 $= 383.8 - 12.5 = 371.3 \text{ kgf}$



3.2 풍하중

가로등주에의 부착물 등을 고려하여 10 % 할증)



$$H = 3 \text{ M}$$

$$D1 = 90 \text{ mm}$$

$$D2 = 180 \text{ mm}$$

$$A1 = 0.2 \text{ m}^2$$

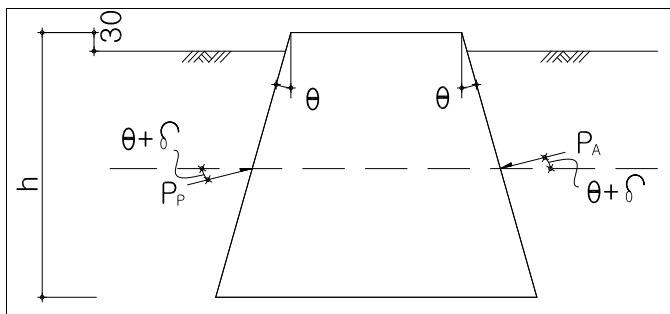
$$p_1 = 150 \times 0.09 \times (1 + 0.1) = 14.85 \text{ kgf/m}$$

$$p_2 = 150 \times 0.18 \times (1 + 0.1) = 29.7 \text{ kgf/m}$$

$$P_3 = 150 \times 0.20 \times (1 + 0.1) = 16.5 \text{ kgf}$$

$$\begin{aligned} \therefore P &= (p_1 + p_2) / 2 \cdot H + P_3 \\ &= (14.85 + 29.7) / 2 \times 3.0 + 16.5 \\ &= 83.3 \text{ kgf} \end{aligned}$$

3.3 토압


 P_A : 주동토압

 P_P : 수동토압

 θ : 연직면과 벽배면이 이루는 각

 α : 지표면과 수평면이 이루는 각

 δ : 벽 배면과 흙 사이의 벽면마찰각

(1) 토압계수

$$K_A = \frac{\cos^2(\Phi - \theta)}{\cos^2\theta \cdot \cos(\theta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\Phi + \delta) \cdot \sin(\Phi - \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} = 0.533$$

여기서, $\Phi = 20^\circ$

$$\theta = \tan^{-1}[(b_1 - b)/(2 \cdot h)] = 10.39^\circ$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$\delta = \Phi/3 = 6.67^\circ$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\Phi + \theta)}{\cos^2\theta \cdot \cos(\theta + \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\Phi - \delta) \cdot \sin(\Phi + \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} = 2.109$$

여기서, $\Phi = 20^\circ$

$$\theta = \tan^{-1}[(b_1 - b)/(2 \cdot h)] = 10.39^\circ$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$\delta = -\Phi/3 = -6.67^\circ$$

(2) 주동토압

$$p_a = \gamma \cdot h' \cdot K_A$$

$$= 1.9 \times (0.60 - 0.03) \times 0.533 = 0.577 \text{ tf/m}^2$$

$$P_A = 1/6 \cdot (2 a_1 + a) \cdot h' \cdot p_a$$

$$= 1/6 \times (2 \times 0.620 + 0.400) \times (0.60 - 0.03) \times 0.577$$

$$= 0.090 \text{ tf}$$

$$P_{AH} = P_A \cdot \cos(\theta + \delta) = 0.086 \text{ tf}$$

$$P_{AV} = P_A \cdot \sin(\theta + \delta) = 0.026 \text{ ft}$$

(2) 수동토압

$$p_p = \gamma \cdot h' \cdot K_p$$

$$= 1.9 \times (0.60 - 0.03) \times 2.109 = 2.284 \text{ tf/m}^2$$

$$P_p = 1/6 \cdot (2 a_1 + a) \cdot h' \cdot p_p$$

$$= 1/6 \times (2 \times 0.620 + 0.400) \times (0.60 - 0.03) \times 2.284$$

$$= 0.36 \text{ tf}$$

$$P_{PH} = P_p \cdot \cos(\theta + \delta) = 0.355 \text{ tf}$$

$$P_{PV} = P_p \cdot \sin(\theta + \delta) = 0.023 \text{ ft}$$

제 4 장 기초의 안정검토

4.1 전도에 대한 검토

$$V = W_p + W_F = 0 + 371 = 371 \text{ kgf} = 0.371 \text{ tf}$$

$$\begin{aligned} M &= \frac{p_1 + p_2}{2} \cdot \left[h + \frac{H}{3} \cdot \frac{2p_1 + p_2}{p_1 + p_2} \right] + P_3 \cdot (h + H) + P_{AH} \cdot \frac{h'}{3} \\ &= \frac{14.85 + 29.7}{2} \times \left[0.60 + \frac{3.00}{3} \times \frac{2 \times 14.85 + 29.7}{14.85 + 29.7} \right] \\ &\quad + 16.5 \times (0.60 + 3.00) + 86 \times \frac{0.60 - 0.03}{3} \end{aligned}$$

$$= 118.8 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$\begin{aligned} M_r &= V \times \frac{b_1}{2} + P_{AV} \cdot \left(b_1 - \frac{b_1 - b}{6} \right) + P_{PH} \cdot \frac{h'}{3} - P_{PV} \cdot \frac{b_1 - b}{6} \\ &= 371 \times \frac{0.62}{2} + 26 \times \left(0.62 - \frac{0.62 - 0.40}{6} \right) \\ &\quad + 355 \times \frac{0.60 - 0.03}{3} - 23 \times \frac{0.62 - 0.40}{6} \\ &= 197.1 \text{ kgf} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\therefore FS = \frac{M_r}{M} = \frac{197.1}{118.8} = 1.66 > 1.5 \text{ (단기시)} \quad \therefore \text{O.K}$$

4.2 활동에 대한 검토

$$H = P_{AH} = 86.0 \text{ kgf}$$

$$H_r = (V + P_{AV}) \cdot \tan \phi_B + P_{PH}$$

$$= (371 + 59) \times (\tan(2/3 \times 20)) + 355 = 457.1 \text{ kgf}$$

$$\therefore FS = \frac{H_r}{H} = \frac{457.1}{86.0} = 5.31 > 1.2 \text{ (단기시)} \quad \therefore \text{O.K}$$


4.3 지반지지력에 대한 검토

$$q = \frac{V}{A} = \frac{0.371}{0.620 \times 0.620} = 0.97 \text{ tf/m}^2 < q_a = 20 \text{ tf/m}^2 \quad \therefore \text{O.K}$$

제 5 장 ANCHOR BOLT 구조계산

5.1 ANCHOR BOLT 응력검토

(1) 사용 Anchor Bolt

- ▶ 사용규격 : ϕ 19 mm
- ▶ 사용본수 : N = 4 ea
- ▶ Plate 직경 : ϕ 350 mm  사각형으로 환산 : t = 0.8 D = 280 mm
- ▶ Bolt 간격 : CTC 170 mm

(2) 콘크리트 및 Ancor Bolt 응력검토

① 작용력

$$V = 0.0 \text{ kgf}$$

$$H = P = 83.325 \text{ kgf}$$

$$\begin{aligned}
 M &= H^2 / 6 \cdot (2p_1 + p_2) + P_3 \cdot H \\
 &= 3.00^2 / 6 \times (2 \times 14.85 + 29.7) + 16.5 \times 3.00 \\
 &= 138.6 \text{ kgf} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

② 응력검토

* CHECK OF STRESS IN RE-INFORCED CONC. *

ALLOW STRESS OF CONC.(BENDING COMP.) = 100.8 kg/cm²

ALLOW STRESS OF RE-BAR (TENSION) = 1440 Kg/cm²

ELASTIC RATIO (n) = 9

***** SECTION OF RECT-BEAM or RECT-COLUMN *****

<< INPUT DATA >>

Member	B(cm)	H(cm)	d(cm)	d'(cm)	As(cm2)	As'(cm2)	M(t-m)	N(t)
40*60	28.00	28.00	22.50	5.50	5.67		0.139	

<< STRESSES >>

Member	X	Sc	Sc'	Ss	Ss'	Ref.
40*60	7.416	6.69		122		

* : OVERFLOW OF ALLOWABLE STRESS

: NEUTRAL AXIS IS IN CORE

▶ 콘크리트 압축응력 : $f_c = 6.7 \text{ kgf/cm}^2 < f_{ca} = 84 \text{ kgf/cm}^2 \times 1.2(\text{단기})$
 $\therefore 0.K$

▶ Bolt 인장응력 : $f_t = 122 \text{ kgf/cm}^2 < f_{ca} = 1,200 \text{ kgf/cm}^2 \times 1.2(\text{단기})$
 $\therefore 0.K$

③ Anchor Bolt 전단응력 검토

$$v = \frac{H}{N} = \frac{83.325}{4}$$

$$= 21 \text{ kgf/cm}^2 < v_a = 900 \text{ kgf/cm}^2 \times 1.2(\text{단기})$$

$$\therefore 0.K$$

5.2 ANCHOR BOLT 매입길이 계산

▶ Anchor Bolt 단면적 : $A_s = 2.835 \text{ cm}^2 \text{ (} \phi 19 \text{)}$

▶ Anchor Bolt 응력 : $f_t = 122 \text{ kgf/cm}^2$

▶ Anchor Bolt 장력 : $T = A_s \cdot f_t = 2.835 \times 122 = 345.9 \text{ kgf}$

▶ 콘크리트 부착응력 : $\tau_a = 0.64 \sqrt{210} = 9.3 \text{ kgf/cm}^2 \times 1.2(\text{단기})$

▶ Anchor 매입길이 : $L = \frac{T}{\pi D \tau_a} = \frac{345.9}{\pi \times 1.9 \times 11.1}$
 $= 5.2 \text{ cm} < \text{사용매입길이 } 23.0 \text{ cm}$
 $\therefore 0.K$