

10. 받침부 평가 (교각, 교대)

10.3 교각 P9

10.3.1 받침본체 검토

교각 받침부 평가시 지진하중은 교각의 단면강도와
받침부 발생지진력 중 작은 값으로 한다

(1) 받침 1기당 횡방향 저항용량(f_B)

- 교축방향

$$f_B = 4,130.00 \text{ kN}$$

- 교직방향

$$f_B = 4,130.00 \text{ kN}$$

(2) 보유성능 : 횡방향 저항용량 F_{BC} : 받침 1기당의 저항용량*저항하는 받침 개수

- 교축방향

$$\begin{aligned} F_{BC} &= 4,130.00 \times 1 = 4,130.00 \text{ kN} \\ &= 1,250.00 \times 2 = 2,500.00 \text{ kN} \\ &= 6,630.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

- 교직방향

$$F_{BC} = 4,130.00 \times 1 = 4,130.00 \text{ kN}$$

(3) 소요성능 : 받침부 평가지진력 F_{BD}

- 교축방향

$$\begin{aligned} F_{BD} &= \text{MIN}[F_n, [V]_{\text{comb,Top}}] \\ &= \text{MIN}[4,707, 5,134] = 4,706.73 \text{ kN} \end{aligned}$$

- 교직방향

$$\begin{aligned} F_{BD} &= \text{MIN}[F_n, [V]_{\text{comb,Top}}] \\ &= \text{MIN}[12,244, 4,278] = 4,277.60 \text{ kN} \end{aligned}$$

(4) 받침본체 내진성능평가

- 교축방향

$$\frac{F_{BC}}{F_{BD}} = \frac{6,630.00}{4,706.73} = 1.409 > 1.0 \quad \text{OK}$$

- 교축직각방향

$$\frac{F_{BC}}{F_{BD}} = \frac{4,130.00}{4,277.60} = 0.965 < 1.0 \quad \text{NG}$$

10.3.2 받침본체 앵커

(1) 받침제원

본체규격

C = 860 mm	받침 교축방향 길이 (하판)
B = 860 mm	받침 교축직각방향 길이 (하판)
d _a = 160 mm	받침부 앵커소켓 직경
d _b = 64 mm	받침부 앵커볼트 직경
h _{ef} = 550 mm	받침부 앵커 근입 깊이
S _L = 720 mm	받침 교축방향 앵커 간격
S _T = 720 mm	받침 교축직각방향 앵커 간격
n = 4 ea	앵커 개수
받침부 콘크리트 강도	f _{ck} = 24 MPa
앵커의 유효단면적	A _{se} = 3217 mm ²
앵커의 인장강도	f _{uta} = 860 MPa
앵커의 유효 묻힘길이	h _{ef} = 550 mm
코핑부 깊이	h _{cop} = 3000 mm

(2) 강재파괴

1) 보유성능 : 강재강도

$$V_{sa} = n \cdot 1.0 \cdot A_{se} \cdot f_{uta} \quad V_{sa} \quad n : \text{앵커 개수}$$

교축방향:	$V_{saL} = 4 \times 1 \times 3,217 \times 860 = 11,066 \text{ kN}$
교직방향:	$V_{saT} = 4 \times 1 \times 3,217 \times 860 = 11,066 \text{ kN}$

2) 소요성능 : 받침 1기당 평가지진력

$$F_{ASD} \quad F_{ASDL} = F_{BDL} / n^L = 4706.73 / 3 = 1,569 \text{ kN}$$

$$F_{ASDT} = F_{BDT} / n^T = 4277.60 / 1 = 4,278 \text{ kN}$$

3) 평가

교축방향	$\frac{V_{saL}}{F_{ASDL}} = \frac{11,066}{1,569} = 7.054 > 1.0$	OK
교직방향	$\frac{V_{saT}}{F_{ASDT}} = \frac{11,066}{4,278} = 2.587 > 1.0$	OK

(3) 콘크리트 파괴

1) 보유성능 : 콘크리트 파괴강도 V_{cbg}

$$V_{cbg} = A_{vc} / A_{vco} * \Phi_{ed,v} * \Phi_{c,v} * \Phi_{h,v} * V_b$$

A_{vc} : 단일 앵커 또는 앵커그룹의 전단력 방향에 형성되는 전단파괴면 투영면적

A_{vco} : 연단거리, 간격 또는 부재두께에 제한을 받지 않는 단일앵커의 전단력방향 자유단면에 형성되는 전단파괴면 투영면적 (mm^2)

$$A_{vco} = 4.5C_{a1}^2$$

$\Phi_{ed,v}$: 연단거리 영향에 대한 전단강도 수정계수

$$C_{a2} \geq 1.5C_{a1} \quad , \quad \Phi_{ed,v} = 1.0 \quad \quad C_{a2} < 1.5C_{a1} \quad , \quad \Phi_{ed,v} = 0.7 + 0.3 * C_{a2} / 1.5C_{a1}$$

$\Phi_{c,v}$: 사용하중을 받을 때 콘크리트에 균열이 발생하지 않는 위치의 강도 수정계수

$\Phi_{h,v}$: $h_a < 1.5C_{a1}$ 인 경우의 강도 수정계수, 단 $\Phi_{h,v}$ 는 1 이상이어야 한다.

V_b : 전단력을 받는 단일 앵커의 기본콘크리트 파괴강도 (kN)

$$V_b = 0.6(l_e/d_0)^{0.2} \sqrt{d_0} \sqrt{f_{ck}} C_{a1}^{1.5}$$

C_{a1} : 앵커볼트 중심에서 하중작용 방향으로 콘크리트 표면까지의 수직거리(mm)

C_{a2} : 앵커볼트 중심에서 하중작용 방향직각방향으로 콘크리트 표면까지의 수직거리(mm)

h_a : 앵커가 정착되는 콘크리트 두께(mm)

① 교축방향

$$C_{a1} = 1,617 \quad mm$$

$$C_{a1}' = 1,617 \quad mm$$

$$C_{a2} = 1,476 \quad mm$$

$$C_{a2}' = 1,476 \quad mm$$

$$\sum S_i = 12189 \quad mm$$

$$S_L = 720 \quad mm$$

$$1.5C_{a1} = 2,426 \quad mm$$

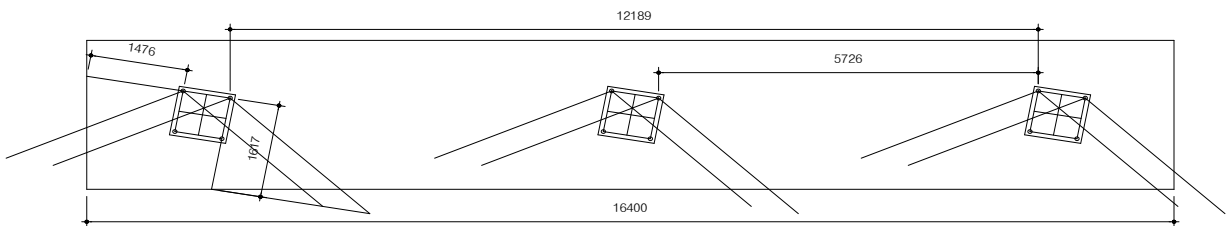
$$S_T = 720 \quad mm$$

$$S_{ax} = 5726 \quad mm$$

$$h_{cop} = 3,000 \quad mm$$

$$h_a = \min[h_{cop}, 1.5C_{a1}] = 2,426 \quad mm$$

$$\text{투영길이} = 16,400 \quad mm$$



'- 파괴선이 겹치므로 전체받침 앵커그룹으로 저항

$$A_{vc} = 39,778,200 \text{ mm}^2$$

$$A_{vco} = 4.5 C_{a1}^2 = 4.5 \times 1617^2 = 11,766,101 \text{ mm}^2$$

$$\text{check } A_{vc} < n A_{vco} = 39,778,200 < 6 \times 11,766,101 = 70,596,603 \text{ mm}^2$$

$$V_b = 0.6(l_e/d_a)^{0.2} \sqrt{d_a} \sqrt{f_{ck}} C_{a1}^{1.5}$$

$$= 0.6 \frac{550^{0.2}}{160} \times \sqrt{160} \times \sqrt{24} \times 1617^{1.5}$$

$$= 3,094.78 \text{ kN}$$

$$\Phi_{ed,v} = 0.883$$

$$\Phi_{h,v} = 1.000$$

$$l_e = \text{MIN}[h_{ef}, 8d_a] = 550 \text{ mm}$$

$$V_{cbg}^L = A_{vc} / A_{vco} \times \Phi_{ed,v} \times \Phi_{c,v} \times \Phi_{h,v} \times V_b$$

$$= \frac{39,778,200}{11,766,101} \times 0.883 \times 1.400 \times 1.000 \times 3,095 = 12,928 \text{ kN}$$

② 교직방향

$$C_{a1} = 2,196 \text{ mm}$$

$$C_{a1}' = 2,000 \text{ mm}$$

$$C_{a2} = 897 \text{ mm}$$

$$C_{a2}' = 897 \text{ mm}$$

$$\sum S_i = 0 \text{ mm}$$

$$S_L = 720 \text{ mm}$$

$$1.5C_{a1} = 3,294 \text{ mm}$$

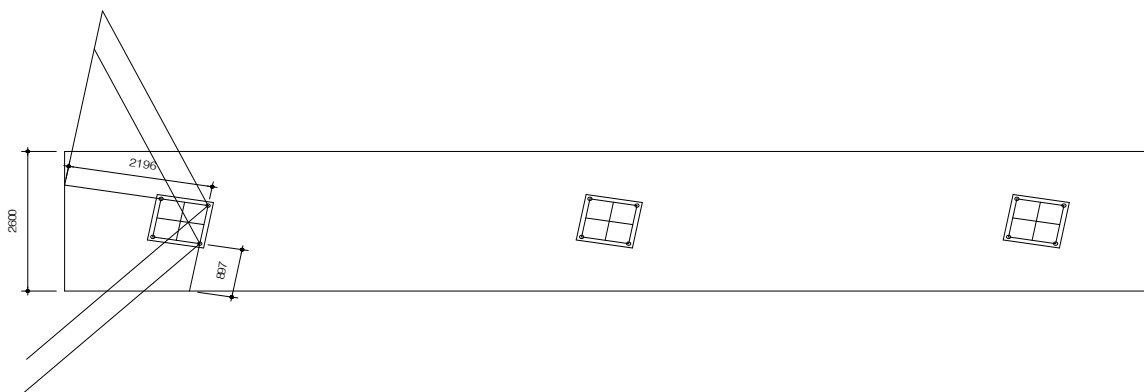
$$S_T = 720 \text{ mm}$$

$$S_{ay} = 0 \text{ mm}$$

$$h_{cop} = 3,000 \text{ mm}$$

$$h_a = \text{min}[h_{cop}, 1.5C_{a1}] = 3,000 \text{ mm}$$

$$\text{투영길이} = 2,600 \text{ mm}$$



- 콘크리트파괴 저항면적 산정 시 3면 이상이 가장자리의 영향을 받는지 여부 검토

$$\begin{array}{llllllll} 1\text{면} & C_{a1} & = & 2,196 & \text{mm} < & 1.5C_{a1} & = & 3,294 & \text{mm} \\ 2\text{면} & C_{a2}' & = & 897 & \text{mm} < & 1.5C_{a1} & = & 3,294 & \text{mm} \\ 3\text{면} & h_{\text{cop}} & = & 3,000 & \text{mm} < & 1.5C_{a1} & = & 3,294 & \text{mm} \end{array}$$

- 3면이 가장자리의 영향을 받으므로 하중작용방향으로 연단거리 재산정

$$\begin{aligned} C_{a1}' &= \max(C_{a2}/1.5, h_a/1.5, S_{ay}/3] & = & 2,000 & \text{mm} \\ & 1.5C_{a1}' & = & 3,000 & \text{mm} \\ \therefore C_{a1} &= 2,000 & \text{mm} & 1.5C_{a1} & = & 3,000 & \text{mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{vc} &= 7,800,000 & \text{mm}^2 \\ A_{vco} &= 4.5C_{a1}^2 & = & 4.5 \times 2,000^2 & = & 18,000,000 & \text{mm}^2 \\ \text{check } A_{vc} < n A_{vco} &= 7,800,000 < 2 \times 18,000,000 & = & 36,000,000 & \text{mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_b &= 0.6(l_e/d_a)^{0.2} \sqrt{d_a} \sqrt{f_{ck}} C_{a1}^{1.5} \\ &= 0.6 \frac{550^{0.2}}{160} \times \sqrt{160} \times \sqrt{24} \times 2,000^{1.5} \\ &= 4,257.07 & \text{kN} \end{aligned}$$

$$\Phi_{ed,v} = 0.790 \quad \Phi_{h,v} = 1.048$$

$$l_e = \text{MIN}[h_{\text{efr}}, 8d_a] = 550 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{cbg}}^T &= A_{vc} / A_{vco} * \Phi_{ed,v} * \Phi_{c,v} * \Phi_{h,v} * V_b \\ &= \frac{7,800,000}{18,000,000} \times 0.790 \times 1.400 \times 1.048 \times 4,257 = 2,137 & \text{kN} \end{aligned}$$

2) 소요성능 : 앵커부 요구성능

$$\text{교축방향: } F_{AC,DL} = 1,569 \times 3 = 4,707 \text{ kN}$$

$$\text{교직방향: } F_{AC,DT} = 4,278 \times 1 = 4,278 \text{ kN}$$

3) 평가

$$\text{교축방향} \quad \frac{V_{\text{cbgL}}}{F_{AC,DL}} = \frac{12,928}{4,707} = 2.747 > 1.0 \quad \text{OK}$$

$$\text{교직방향} \quad \frac{V_{\text{cbgT}}}{F_{AC,DT}} = \frac{2,137}{4,278} = 0.500 < 1.0 \quad \text{NG}$$

(4) 콘크리트 프라이 아웃 파괴

1) 보유성능 : 콘크리트 파괴강도 V_{cpg}

$$V_{cpg} = k_{cp} \cdot N_{cbg}$$

$$k_{cp} : \text{콘크리트 프라이아웃 강도계수} \quad \begin{array}{ll} h_{ef} < 65\text{mm} \text{ 인 경우} & k_{cp} = 1 \\ h_{ef} \geq 65\text{mm} \text{ 인 경우} & k_{cp} = 2 \end{array}$$

$$N_{cbg} : \text{인장을 받는 앵커 그룹의 콘크리트 파괴강도} \quad N_{cbg} = A_{nc}/A_{nco} \cdot \phi_{ed,N} \cdot \phi_{c,N} \cdot N_b$$

$$A_{nc} : \text{인장강도 산정을 위한 단일 앵커 또는 앵커 그룹의 콘크리트 파괴면 투영면적(mm}^2\text{)}$$

$$A_{nco} : \text{연단거리 또는 간격에 제한을 받지 않는 경우에 인장강도산정을 위한}$$

$$\text{단일 앵커의 콘크리트 파괴면 투영면적(mm}^2\text{)} \quad A_{nco} = 9h_{ef}^2$$

$$\phi_{ed,N} : \text{연단거리 영향에 의한 인장강도 수정계수}$$

$$C_{a,min} \geq 1.5h_{ef} \quad \phi_{ed,N} = 1$$

$$C_{a,min} < 1.5h_{ef} \quad \phi_{ed,N} = 0.7 + 0.3(C_{a,min}/1.5h_{ef})$$

$$N_b : \text{인장력을 받는 단일 앵커의 기본 콘크리트 강도}$$

$$N_b = 3.9\sqrt{f_{ck}} h_{ef}^{5/3} \quad (280 < h_{ef} < 635) \quad N_b = 10\sqrt{f_{ck}} h_{ef}^{1.5}$$

$$\phi_{c,N} : \text{사용하중을 받을 때 콘크리트에 균열이 발생하지 않는 위치의 강도 수정계수}$$

$$\text{선설치앵커 : } \phi_{c,N} = 1.25 \quad \text{후설치앵커 : } \phi_{c,N} = 1.40$$

① 교축방향

$$C_{a1} = 1,617 \text{ mm}$$

$$C_{a1}' = 1,617 \text{ mm}$$

$$C_{a2} = 1,476 \text{ mm}$$

$$C_{a2}' = 1,476 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 550 \text{ mm}$$

$$1.5h_{ef} = 825.0 \text{ mm}$$

$$2 \times 1.5h_{ef} = 1,650.0 \text{ mm}$$

$$S_L = 720 \text{ mm}$$

$$S_T = 720 \text{ mm}$$

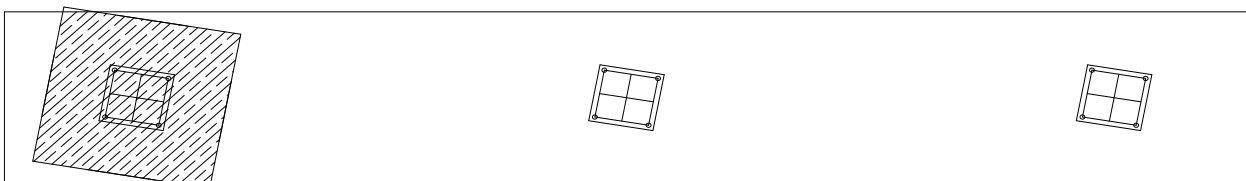
$$S_{ax} = 5,726 \text{ mm}$$

$$S_{ay} = 0 \text{ mm}$$

$$h_{ef}' = 550 \text{ mm (유효문힘깊이)}$$

$$1.5h_{ef}' = 825.0 \text{ mm}$$

$$2 \times 1.5h_{ef}' = 1,650.0 \text{ mm}$$



$$h_{ef} = 550 \text{ mm}$$

$$A_{nc} = 5,585,934 \text{ mm}^2 \text{ (투영면적 산정; 삽도참조)}$$

$$A_{nco} = 9h_{ef}^2 = 2722500 \text{ mm}^2$$

$$\text{check } A_{nc} < n A_{nco} = 5,585,934 < 4 \times 2,722,500 = 10,890,000 \text{ mm}^2$$

$$\phi_{ed,N} = 1.000$$

$$\phi_{c,N} = 1.250$$

$$N_b = 10\sqrt{f_{ck}} h_{ef}^{1.5} = 631.90 \text{ kN}$$

$$N_{cbg} = A_{nc}/A_{nco} * \phi_{ed,N} * \phi_{c,N} * N_b$$

$$= \frac{5,585,934}{2,722,500} \times 1.000 \times 1.250 \times 631.9 = 1,621 \text{ kN}$$

$$k_{cp} = 2$$

$$V_{cpg} = k_{cp} * N_{cbg} = 2 \times 1,621 = 3,241 \text{ kN}$$

- 받침 1기당 보유성능

$$V_{cpg} / N \text{ (받침개수)} = 3,241 / 1 = 3,241 \text{ kN}$$

② 교직방향

$$C_{a1} = 2,196 \text{ mm}$$

$$S_L = 720 \text{ mm}$$

$$C_{a1}' = 2,000 \text{ mm}$$

$$S_T = 720 \text{ mm}$$

$$C_{a2} = 897 \text{ mm}$$

$$S_{ax} = 5,726 \text{ mm}$$

$$C_{a2}' = 897 \text{ mm}$$

$$S_{ay} = 0 \text{ mm}$$

$$h_{ef} = 550 \text{ mm}$$

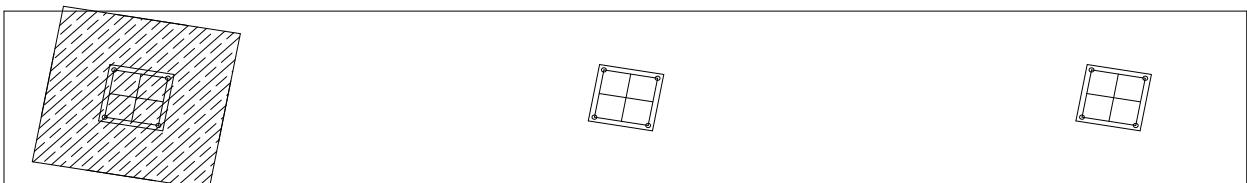
$$h_{ef}' = 550 \text{ mm (유효문힘깊이)}$$

$$1.5h_{ef} = 825.0 \text{ mm}$$

$$1.5h_{ef}' = 825.0 \text{ mm}$$

$$2 \times 1.5h_{ef} = 1,650.0 \text{ mm}$$

$$2 \times 1.5h_{ef}' = 1,650.0 \text{ mm}$$



- 프라이아웃 저항면적 산정시 4면 이상이 가장자리의 영향을 받는지 여부 검토

$$\begin{array}{llllllll}
 1\text{면} & C_{a1} & = & 2,000 & \text{mm} & > & 1.5h_{ef} & = & 825.0 & \text{mm} \\
 2\text{면} & C_{a2} & = & 897 & \text{mm} & > & 1.5h_{ef} & = & 825.0 & \text{mm} \\
 3\text{면} & C_{a2}' & = & 897 & \text{mm} & > & 1.5h_{ef} & = & 825.0 & \text{mm} \\
 4\text{면} & S_T + S_{ax} & = & 6,446 & \text{mm} & > & 2 \times 1.5h_{ef} & = & 1,650.0 & \text{mm} \\
 & S_{ay} & = & 0 & \text{mm} & < & 2 \times 1.5h_{ef} & = & 1,650.0 & \text{mm}
 \end{array}$$

- 앵커의 유효문힘깊이 h_{ef} 재산정 불필요

$$\begin{aligned}
 h_{ef}' &= \max \left[\frac{\max\{C_{a1}, C_{a2}, C_{a2}'\}}{1.5}, \frac{\max\{(S_T + S_{ax}), S_{ay}\}}{3} \right] \\
 &= \max \left[\frac{\max\{2000, 897, 897\}}{1.5}, \frac{\max\{(720 + 5726), 0\}}{3} \right] \\
 &= \max \left[\frac{2,000}{1.5}, \frac{6,446}{3} \right] \\
 &= 2,149 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\therefore h_{ef} = 550 \text{ mm}$$

$$A_{nc} = 5,585,934 \text{ mm}^2 \quad (\text{투영면적 산정; 삽도참조})$$

$$A_{nco} = 9h_{ef}^2 = 2,722,500 \text{ mm}^2$$

$$\text{check } A_{nc} < n A_{nco} = 5,585,934 < 4 \times 2,722,500 = 10,890,000 \text{ mm}^2$$

$$\phi_{ed,N} = 1.000 \quad \phi_{c,N} = 1.250$$

$$N_b = 10\sqrt{f_{ck}} h_{ef}^{1.5} = 631.90 \text{ kN}$$

$$N_{cbg} = A_{nc} / A_{nco} \times \phi_{ed,N} \times \phi_{c,N} \times N_b$$

$$= \frac{5,585,934}{2,722,500} \times 1.000 \times 1.250 \times 631.9 = 1,621 \text{ kN}$$

$$k_{cp} = 2$$

$$V_{cp} = k_{cp} \times N_{cbg} = 2 \times 1621 = 3,241 \text{ kN}$$

- 받침 1기당 보유성능

$$V_{cp} / N (\text{받침개수}) = 3,241 / 1 = 3,241 \text{ kN}$$

2) 소요 성능 : 받침 1기당 평가지진력

F_{ASD}

교축방향: $F_{ASDL} = 1,569 \text{ kN}$

교직방향: $F_{ASDT} = 4,278 \text{ kN}$

3) 평가

$$\begin{aligned} \text{교축방향} \quad \frac{V_{cpgL}}{F_{ASDL}} &= \frac{3,241}{1,569} = 2.066 > 1.0 \quad \text{OK} \\ \text{교직방향} \quad \frac{V_{cpgT}}{F_{ASDT}} &= \frac{3,241}{4,278} = 0.758 < 1.0 \quad \text{NG} \end{aligned}$$

(5) 받침부 평가 요약

구분		방향	보유 성능	소요 성능	평가	
받침부	본체	교축	6,630	4,707	1.409	OK
		교직	4,130	4,278	0.965	NG
	앵커볼트	교축	11,066	1,569	7.054	OK
		교직	11,066	4,278	2.587	OK
	콘크리트	교축	12,928	4,707	2.747	OK
		교직	2,137	4,278	0.500	NG
	프라이아웃	교축	3,241	1,569	2.066	OK
		교직	3,241	4,278	0.758	NG