

## 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

$$f_B = 3,410.00 \text{ kN}$$

- 교직방향

$$f_B = 3,410.00 \text{ kN}$$

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

- 교축방향

$$\begin{aligned} F_{BC} &= 3,410.00 \times 1 = 3,410.00 \text{ kN} \\ &= 1,010.00 \times 2 = 2,020.00 \text{ kN} \\ &= 5,430.00 \text{ kN} \end{aligned}$$

- 교직방향

$$F_{BC} = 3,410.00 \times 1 = 3,410.00 \text{ kN}$$

(3) 소요성능 : 받침부 평가지진력  $F_{BD}$

- 교축방향

$$\begin{aligned} F_{BD} &= \text{MIN}[F_n, [V]_{\text{comb,Top}}] \\ &= \text{MIN}[4,490, 4,553] = 4,490.44 \text{ kN} \end{aligned}$$

- 교직방향

$$\begin{aligned} F_{BD} &= \text{MIN}[F_n, [V]_{\text{comb,Top}}] \\ &= \text{MIN}[11,637, 3,764] = 3,763.52 \text{ kN} \end{aligned}$$

(4) 받침본체 내진성능평가

- 교축방향

$$\frac{F_{BC}}{F_{BD}} = \frac{5,430.00}{4,490.44} = 1.209 > 1.0 \quad \text{OK}$$

- 교축직각방향

$$\frac{F_{BC}}{F_{BD}} = \frac{3,410.00}{3,763.52} = 0.906 < 1.0 \quad \text{NG}$$

### 10.3.2 받침본체 앵커

#### (1) 받침제원

본체규격

|                          |                                        |
|--------------------------|----------------------------------------|
| C = 770 mm               | 받침 교축방향 길이 (하판)                        |
| B = 770 mm               | 받침 교축직각방향 길이 (하판)                      |
| d <sub>a</sub> = 160 mm  | 받침부 앵커소켓 직경                            |
| d <sub>b</sub> = 64 mm   | 받침부 앵커볼트 직경                            |
| h <sub>ef</sub> = 550 mm | 받침부 앵커 근입 깊이                           |
| S <sub>L</sub> = 650 mm  | 받침 교축방향 앵커 간격                          |
| S <sub>T</sub> = 650 mm  | 받침 교축직각방향 앵커 간격                        |
| n = 4 ea                 | 앵커 개수                                  |
| 받침부 콘크리트 강도              | f <sub>ck</sub> = 24 MPa               |
| 앵커의 유효단면적                | A <sub>se</sub> = 3217 mm <sup>2</sup> |
| 앵커의 인장강도                 | f <sub>uta</sub> = 860 MPa             |
| 앵커의 유효 묻힘길이              | h <sub>ef</sub> = 550 mm               |
| 코핑부 깊이                   | h <sub>cop</sub> = 3000 mm             |

#### (2) 강재파괴

##### 1) 보유성능 : 강재강도

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

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

##### 2) 소요성능 : 받침 1기당 평가지진력

$$\begin{aligned} \text{교축방향:} \quad F_{ASDL} &= F_{BDL} / n^L = 4490.44 / 3 = 1,497 \text{ kN} \\ \text{교직방향:} \quad F_{ASDT} &= F_{BDT} / n^T = 3763.52 / 1 = 3,764 \text{ kN} \end{aligned} \quad F_{ASD}$$

##### 3) 평가

$$\begin{aligned} \text{교축방향} \quad \frac{V_{saL}}{F_{ASDL}} &= \frac{11,066}{1,497} = 7.393 > 1.0 \quad \text{OK} \\ \text{교직방향} \quad \frac{V_{saT}}{F_{ASDT}} &= \frac{11,066}{3,764} = 2.940 > 1.0 \quad \text{OK} \end{aligned}$$

### (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

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

$\Phi_{c,v}$  : 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

$$C_{a1} = 1,588 \quad mm$$

$$C_{a1}' = 1,588 \quad mm$$

$$C_{a2} = 1,473 \quad mm$$

$$C_{a2}' = 1,473 \quad mm$$

$$\sum S_i = 9200 \quad mm$$

$$S_L = 650 \quad mm$$

$$1.5C_{a1} = 2,382 \quad mm$$

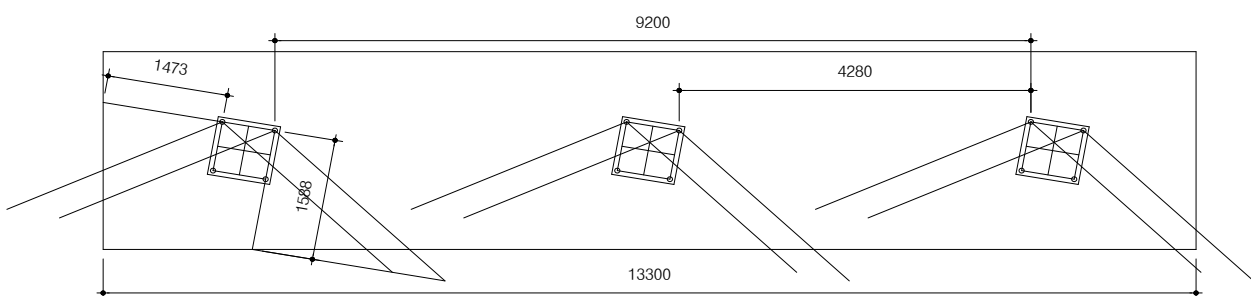
$$S_T = 650 \quad mm$$

$$S_{ax} = 4280 \quad mm$$

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

$$h_a = \min[h_{cop}, 1.5C_{a1}] = 2,382 \quad mm$$

$$\text{투영길이} = 13,300 \quad mm$$



'- 파괴선이 겹치므로 전체받침 앵커그룹으로 저항

$$A_{vc} = 31,680,600 \text{ mm}^2$$

$$A_{vco} = 4.5 C_{a1}^2 = 4.5 \times 1588^2 = 11,347,848 \text{ mm}^2$$

$$\text{check } A_{vc} < n A_{vco} = 31,680,600 < 6 \times 11,347,848 = 68,087,088 \text{ mm}^2$$

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

$$= 0.6 \frac{550^{0.2}}{160} \times \sqrt{160} \times \sqrt{24} \times 1588^{1.5}$$

$$= 3,011.90 \text{ kN}$$

$$\Phi_{ed,v} = 0.886$$

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

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

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

$$= \frac{31,680,600}{11,347,848} \times 0.886 \times 1.400 \times 1.000 \times 3,012 = 10,424 \text{ kN}$$

## ② 교직방향

$$C_{a1} = 2,123 \text{ mm}$$

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

$$C_{a2} = 938 \text{ mm}$$

$$C_{a2}' = 938 \text{ mm}$$

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

$$S_L = 650 \text{ mm}$$

$$1.5C_{a1} = 3,185 \text{ mm}$$

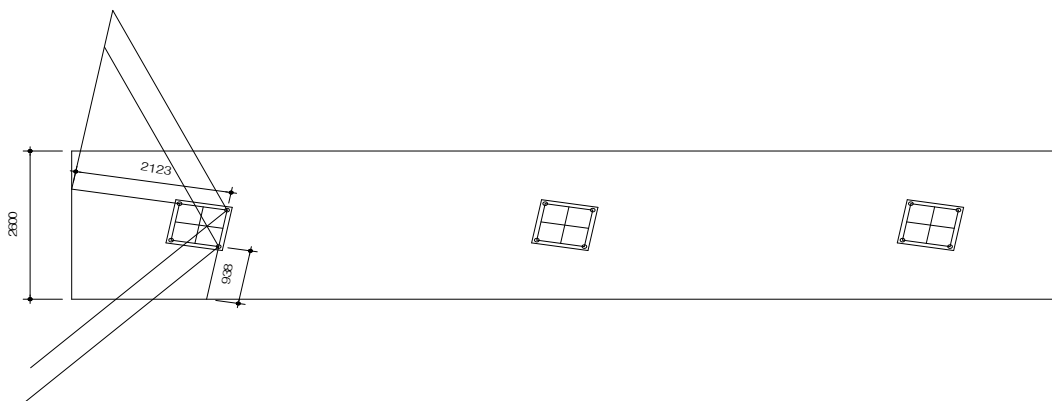
$$S_T = 650 \text{ mm}$$

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

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

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

$$\text{투영길이} = 2,600 \text{ mm}$$



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

$$\begin{array}{llllllll}
 \text{1면} & C_{a1} & = & 2,123 & \text{mm} < & 1.5C_{a1} & = & 3,185 & \text{mm} \\
 \text{2면} & C_{a2}' & = & 938 & \text{mm} < & 1.5C_{a1} & = & 3,185 & \text{mm} \\
 \text{3면} & h_{\text{cop}} & = & 3,000 & \text{mm} < & 1.5C_{a1} & = & 3,185 & \text{mm}
 \end{array}$$

- 3면이 가장자리의 영향을 받으므로 하중작용방향으로 연단거리 재산정

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

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

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

$$\Phi_{ed,v} = 0.794 \quad \Phi_{h,v} = 1.030$$

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

$$\begin{aligned}
 V_{\text{cbg}}^T &= A_{vc} / A_{vco} * \Phi_{ed,v} * \Phi_{c,v} * \Phi_{h,v} * V_b \\
 &= \frac{7,800,000}{18,000,000} \times 0.794 \times 1.400 \times 1.030 \times 4,257 = 2,112 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

2) 소요성능 : 앵커부 요구성능

$$\text{교축방향: } F_{AC,DL} = 1,497 \times 3 = 4,490 \text{ kN}$$

$$\text{교직방향: } F_{AC,DT} = 3,764 \times 1 = 3,764 \text{ kN}$$

3) 평가

$$\begin{array}{llllllll}
 \text{교축방향} & \frac{V_{\text{cbgL}}}{F_{AC,DL}} & = & \frac{10,424}{4,490} & = & 2.321 & > & 1.0 & \text{OK} \\
 \text{교직방향} & \frac{V_{\text{cbgT}}}{F_{AC,DT}} & = & \frac{2,112}{3,764} & = & 0.561 & < & 1.0 & \text{NG}
 \end{array}$$

#### (4) 콘크리트 프라이 아웃 파괴

1) 보유성능 : 콘크리트 파괴강도  $V_{cpg}$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

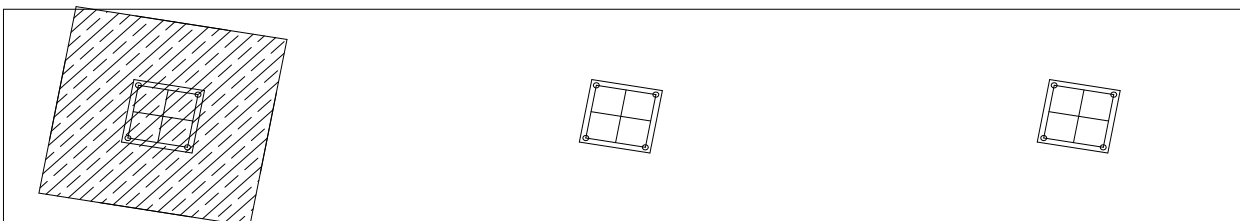
$$N_b = 3.9\sqrt{f_{ck}} h_{ef}^{5/3} \quad (280 < h_{ef} < 635) \quad N_b = 10\sqrt{f_{ck}} h_{ef}^{1.5}$$

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

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

#### ① 교축방향

|                      |   |         |    |                       |   |         |             |
|----------------------|---|---------|----|-----------------------|---|---------|-------------|
| $C_{a1}$             | = | 1,588   | mm | $S_L$                 | = | 650     | mm          |
| $C_{a1}'$            | = | 1,588   | mm | $S_T$                 | = | 650     | mm          |
| $C_{a2}$             | = | 1,473   | mm | $S_{ax}$              | = | 4,280   | mm          |
| $C_{a2}'$            | = | 1,473   | mm | $S_{ay}$              | = | 0       | mm          |
| $h_{ef}$             | = | 550     | mm | $h_{ef}'$             | = | 550     | mm (유효물침깊이) |
| $1.5h_{ef}$          | = | 825.0   | mm | $1.5h_{ef}'$          | = | 825.0   | mm          |
| $2 \times 1.5h_{ef}$ | = | 1,650.0 | mm | $2 \times 1.5h_{ef}'$ | = | 1,650.0 | mm          |



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

$$A_{nc} = 5,283,928 \text{ mm}^2 \quad (\text{투영면적 산정; 압도참조})$$

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

$$\text{check } A_{nc} < n A_{nco} = 5,283,928 < 4 \times 2,722,500 = 10,890,000 \text{ mm}^2$$

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

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

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

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

$$= \frac{5,283,928}{2,722,500} \times 1.000 \times 1.250 \times 631.9 = 1,533 \text{ kN}$$

$$k_{cp} = 2$$

$$V_{cp} = k_{cp} \cdot N_{cbg} = 2 \times 1,533 = 3,066 \text{ kN}$$

- 받침 1기당 보유성능

$$V_{cp} / N (\text{받침개수}) = 3,066 / 1 = 3,066 \text{ kN}$$

## ② 교직방향

$$C_{a1} = 2,123 \text{ mm}$$

$$S_L = 650 \text{ mm}$$

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

$$S_T = 650 \text{ mm}$$

$$C_{a2} = 938 \text{ mm}$$

$$S_{ax} = 4,280 \text{ mm}$$

$$C_{a2}' = 938 \text{ mm}$$

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

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

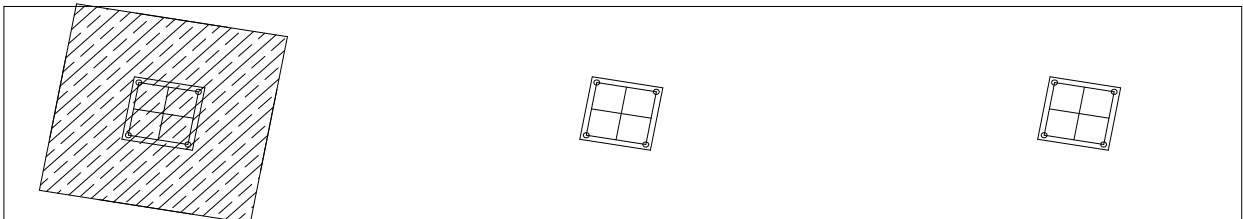
$$h_{ef}' = 550 \text{ mm} \quad (\text{유효문힘깊이})$$

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

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

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

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



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

$$\begin{array}{llllllll}
 1\text{면} & C_{a1} & = & 2,000 & \text{mm} & > & 1.5h_{ef} & = & 825.0 & \text{mm} \\
 2\text{면} & C_{a2} & = & 938 & \text{mm} & > & 1.5h_{ef} & = & 825.0 & \text{mm} \\
 3\text{면} & C_{a2}' & = & 938 & \text{mm} & > & 1.5h_{ef} & = & 825.0 & \text{mm} \\
 4\text{면} & S_T + S_{ax} & = & 4,930 & \text{mm} & > & 2 \times 1.5h_{ef} & = & 1,650.0 & \text{mm} \\
 & S_{ay} & = & 0 & \text{mm} & < & 2 \times 1.5h_{ef} & = & 1,650.0 & \text{mm}
 \end{array}$$

- 앵커의 유효문힘깊이  $h_{ef}$  재산정 불필요

$$\begin{aligned}
 h_{ef}' &= \max \left[ \frac{\max\{C_{a1}, C_{a2}, C_{a2}'\}}{1.5}, \frac{\max\{(S_T + S_{ax}), S_{ay}\}}{3} \right] \\
 &= \max \left[ \frac{\max\{2000, 938, 938\}}{1.5}, \frac{\max\{(650 + 4280), 0\}}{3} \right] \\
 &= \max \left[ \frac{2,000}{1.5}, \frac{4,930}{3} \right] \\
 &= 1,643 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

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

$$A_{nc} = 5,283,928 \text{ mm}^2 \quad (\text{투영면적 산정; 삽도참조})$$

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

$$\text{check } A_{nc} < n A_{nco} = 5,283,928 < 4 \times 2,722,500 = 10,890,000 \text{ mm}^2$$

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

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

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

$$= \frac{5,283,928}{2,722,500} \times 1.000 \times 1.250 \times 631.9 = 1,533 \text{ kN}$$

$$k_{cp} = 2$$

$$V_{cp} = k_{cp} \times N_{cbg} = 2 \times 1533 = 3,066 \text{ kN}$$

- 받침 1기당 보유성능

$$V_{cp} / N (\text{받침개수}) = 3,066 / 1 = 3,066 \text{ kN}$$

2) 소요 성능 : 받침 1기당 평가지진력

$F_{ASD}$

교축방향:  $F_{ASDL} = 1,497 \text{ kN}$

교직방향:  $F_{ASDT} = 3,764 \text{ kN}$

3) 평가

|      |                                                                 |    |
|------|-----------------------------------------------------------------|----|
| 교축방향 | $\frac{V_{cpgL}}{F_{ASDL}} = \frac{3,066}{1,497} = 2.048 > 1.0$ | OK |
| 교직방향 | $\frac{V_{cpgT}}{F_{ASDT}} = \frac{3,066}{3,764} = 0.815 < 1.0$ | NG |

(5) 받침부 평가 요약

| 구분  |       | 방향 | 보유 성능  | 소요 성능 | 평가    |    |
|-----|-------|----|--------|-------|-------|----|
| 받침부 | 본체    | 교축 | 5,430  | 4,490 | 1.209 | OK |
|     |       | 교직 | 3,410  | 3,764 | 0.906 | NG |
|     | 앵커볼트  | 교축 | 11,066 | 1,497 | 7.393 | OK |
|     |       | 교직 | 11,066 | 3,764 | 2.940 | OK |
|     | 콘크리트  | 교축 | 10,424 | 4,490 | 2.321 | OK |
|     |       | 교직 | 2,112  | 3,764 | 0.561 | NG |
|     | 프라이아웃 | 교축 | 3,066  | 1,497 | 2.048 | OK |
|     |       | 교직 | 3,066  | 3,764 | 0.815 | NG |