MIDAS

CVL

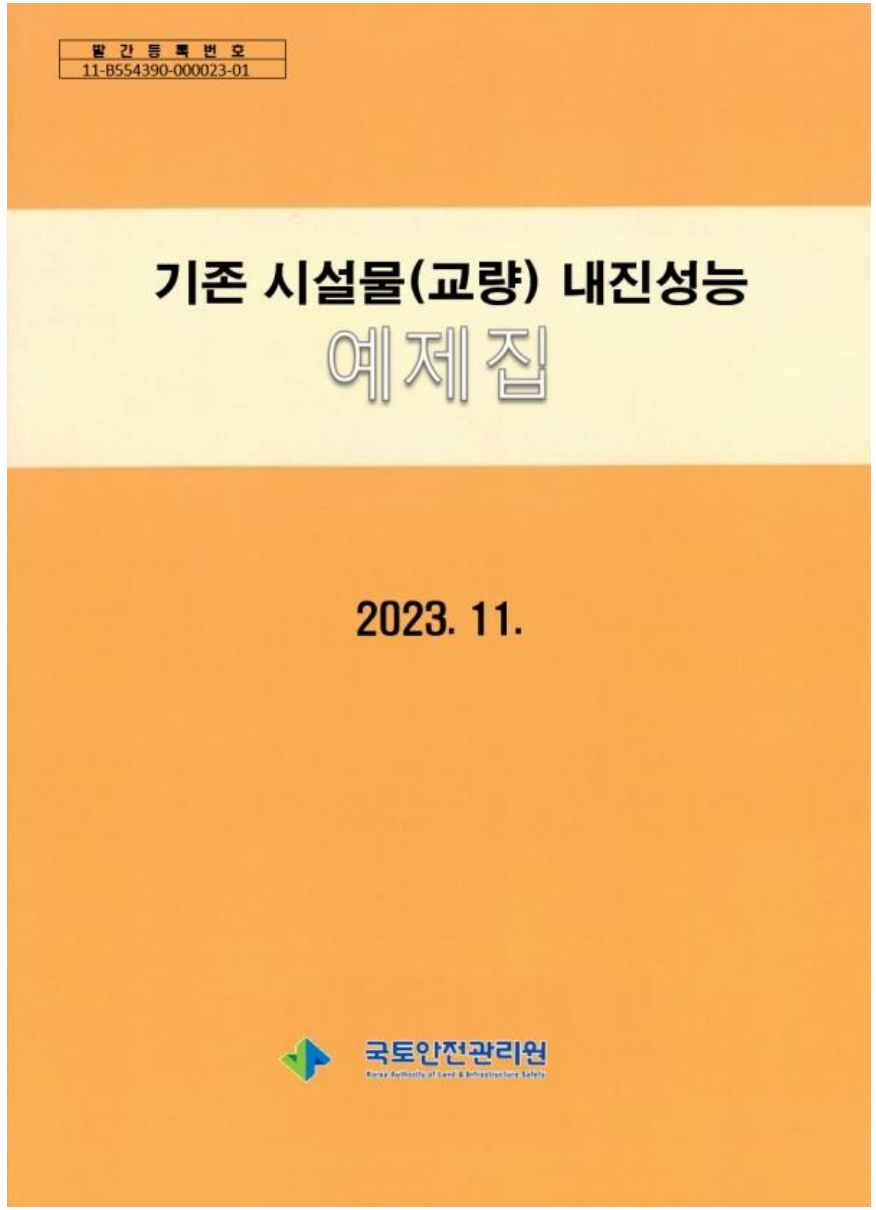
Civil 2024 v2.1 Release Note

KALIS 2023

내진성능평가 개정내용 프로세스 가이드

© MIDAS IT Co,. Ltd

KALIS 2023?



주요 개정 내용

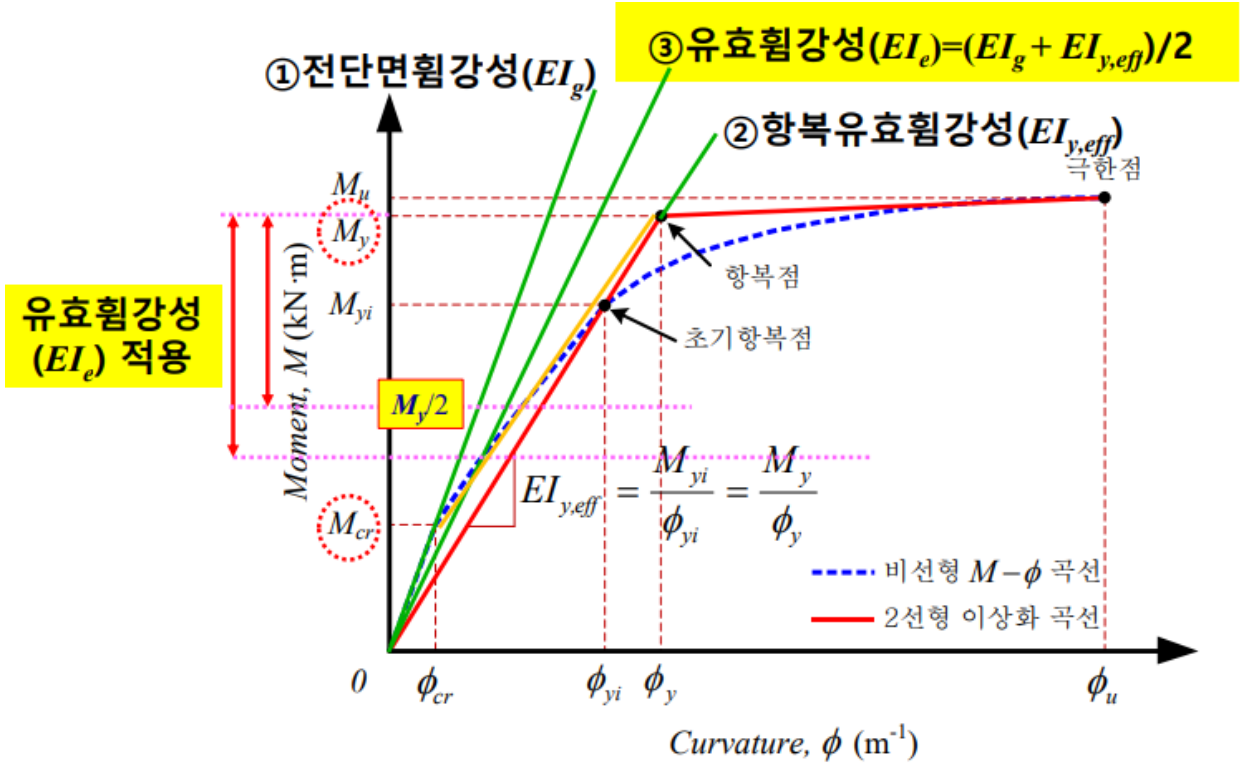
- 무근 콘크리트 교각 평가 추가
- 교각 휨강성 Update Process
- 앵커의 보유성능
- 콘크리트 브레이크 아웃
- 콘크리트 프라이아웃

© MIDAS IT Co,. Ltd

주요 개정내용 1

CVL

- 교각 휨강성 업데이트



Step 1 : M-C Curve를 통해 항복강성(E $I_{y,eff}$)를 산정

↓

Step 2 : 항복강성 (E $I_{y,eff}$)을 적용하여 지진해석 수행

↓

Step 3 : 탄성조합 휨모멘트가 속하는 범위에 따라 업데이트 강성 적용

① $[M_E]_{COMB} \geq M_y$: $E\,I = E\,I_{y,eff}$

② $M_y / 2 \leq [M_E]_{COMB} < M_y$: $E\,I = E\,I_e = 1/2(E\,I_g + E\,I_{y,eff})$

③ $[M_E]_{COMB} < M_y / 2$: $E\,I = E\,I_g$

↓

Step 4 : ②, ③의 경우 업데이트된 휨강성을 적용하여 지진해석 재수행

© MIDAS IT Co,. Ltd

주요 개정내용 1

- 교각 휨강성 업데이트 Process

Step 1 : M-C Curve를 통해 항복강성($E\ I_{y,eff}$)를 산정

Step 2 : 항복강성 ($E\ I_{y,eff}$)을 적용하여 지진해석 수행

Step 3 : 탄성조합 휨모멘트가 속하는 범위에 따라 업데이트 강성 적용

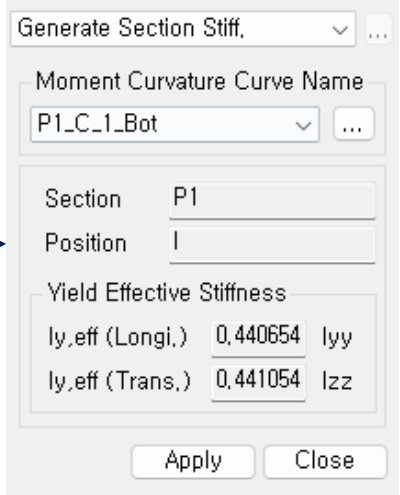
① $[M_E]_{COMB} \geq M_y$: $E\ I = E\ I_{y,eff}$

② $M_y / 2 \leq [M_E]_{COMB} < M_y$: $E\ I = E\ I_e = 1/2(E\ I_g + E\ I_{y,eff})$

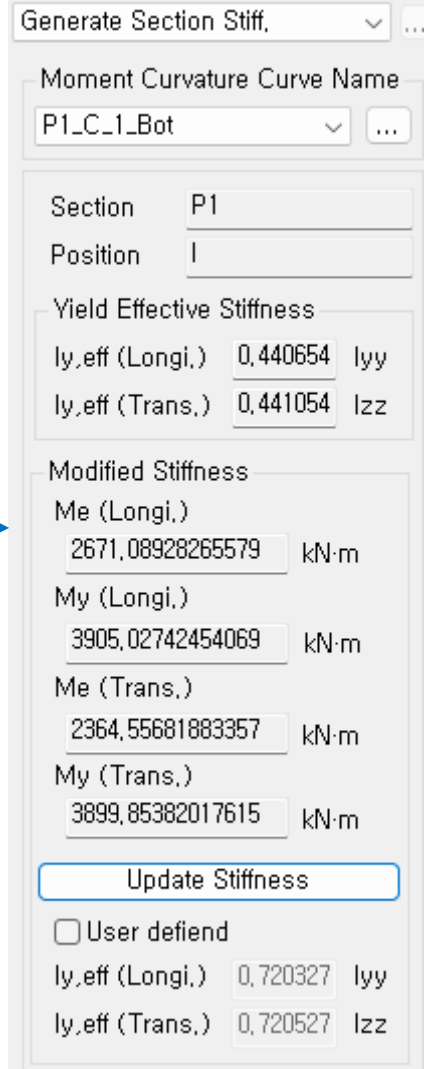
③ $[M_E]_{COMB} < M_y / 2$: $E\ I = E\ I_g$

Step 4 : ②, ③의 경우 업데이트된 휨강성을 적용하여 지진해석 재수행 후 평가 보고서 출력

Yield Eff. Stiffness



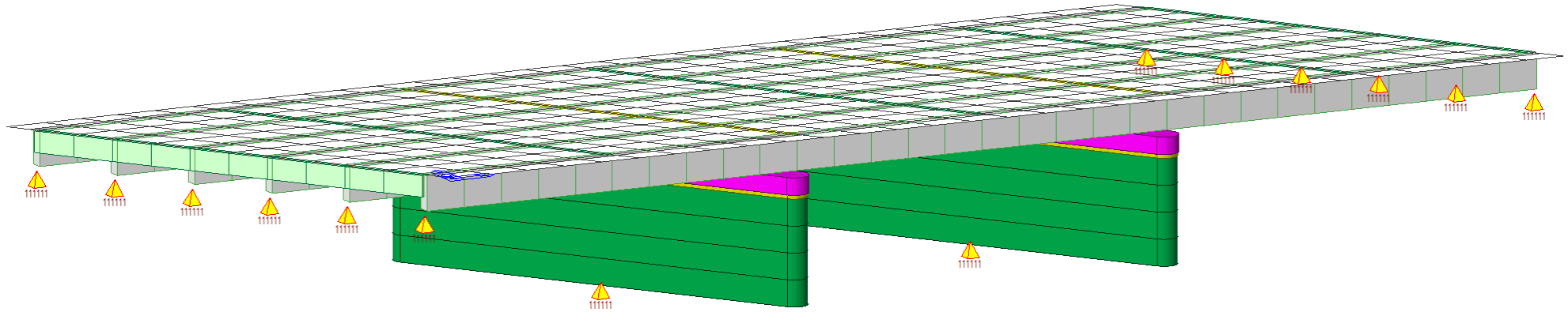
Update Stiffness

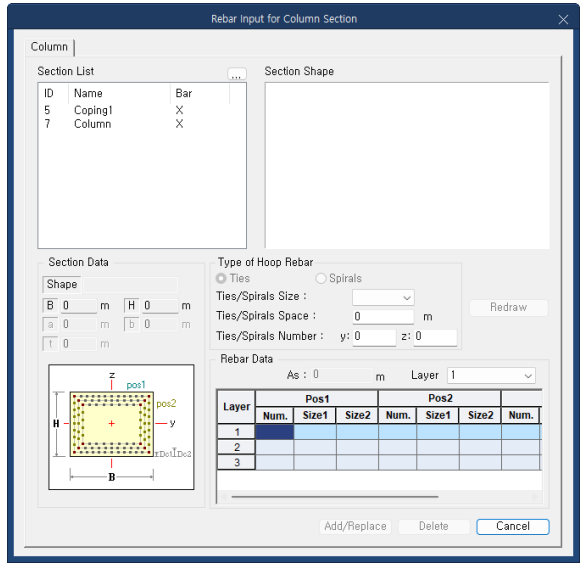


Ltd

무근 콘크리트 교각 평가

- **Rebar Input Data for Column : 철근을 배치하지 않을 경우 무근 콘크리트 교각으로 인식하여 설계 진행**





무근 콘크리트 교각 평가 프로세스(KDS 14 20 64 무근 콘크리트 설계기준)

① 휨성능

- 인장이 지배적일 경우 : $M_n = 0.42\sqrt{f_{ck}}\,S_m$
- 압축이 지배적일 경우 : $M_n = 0.85\sqrt{f_{ck}}\,S_m$

② 휨모멘트와 축력을 동시에 고려

- 압축면 : $P_u / P_n + M_D / M_n \le 1$
- 인장면 : $M_D / S_m - P_u / A_g \le 0.42\sqrt{f_{ck}}$

③ 전단성능 : $V_n = 0.11\sqrt{f_{ck}}\,bh$

© MIDAS IT Co,. Ltd

주요개정내용 2

CVL

① 휨성능

- 인장이 지배적일 경우 : $M_n = 0.42\sqrt{f_{ck}}\,S_m$
- 압축이 지배적일 경우 : $M_n = 0.85\sqrt{f_{ck}}\,S_m$

② 휨모멘트와 축력을 동시에 고려

- 압축면 : $P_u / P_n + M_D / M_n \le 1$
- 인장면 : $M_D / S_m - P_u / A_g \le 0.42\sqrt{f_{ck}}$

③ 전단성능 : $V_n = 0.11\sqrt{f_{ck}}\,bh$

6.1 교각의 휨성능

1) 교축방향

$M_n^L = 0.42\sqrt{f_{ck}}S_m = 0.42 \times (21.000)^{0.5} \times 2743174770.425$

$= 5279.739$ kN·m

$f_{ck} = 21.000$ MPa

$S_m = 2743174770.425$ mm³

$F_{P,C,F}^L = \dfrac{M_n^L}{M_D^L} = \dfrac{5279.739}{2108.614} = 2.504$

2) 교축직각방향

$M_n^T = 0.42\sqrt{f_{ck}}S_m = 0.42 \times (21.000)^{0.5} \times 45670044375.810$

$= 87900.303$ kN·m

$f_{ck} = 21.000$ MPa

$S_m = 45670044375.810$ mm³

$F_{P,C,F}^T = \dfrac{M_n^T}{M_D^T} = \dfrac{87900.303}{7021.398} = 12.519$

6.2 교각의 축-휨성능

1) 교축방향

$F_{P,C,C}^L = \dfrac{1.000}{P_u^L/P_n^L + M_D^L/M_n^L} = \dfrac{1.000}{0.400} = 2.500$

$\dfrac{P_u^L}{P_n^L} = \dfrac{230.836}{349763.361} = 0.001$

$\dfrac{M_D^L}{M_n^L} = \dfrac{2108.614}{5279.739} = 0.399$

2) 교축직각방향

$F_{P,C,C}^T = \dfrac{1.000}{P_u^T/P_n^T + M_D^T/M_n^T} = \dfrac{1.000}{0.081} = 12.416$

$\dfrac{P_u^T}{P_n^T} = \dfrac{230.836}{349763.361} = 0.001$

$\dfrac{M_D^T}{M_n^T} = \dfrac{7021.398}{87900.303} = 0.080$

6.3 교각의 전단성능

1) 교축방향

$V_n^L = 0.11\sqrt{f_{ck}}A_g = 0.11 \times (21.000)^{0.5} \times 16655398.163$

$= 8395.709$ kN

$f_{ck} = 21.000$ MPa

$A_g = 16655398.163$ mm²

$F_{P,C,V}^L = \dfrac{V_n^L}{V_D^L} = \dfrac{8395.709}{538.493} = 15.591$

2) 교축직각방향

$V_n^T = 0.11\sqrt{f_{ck}}A_g = 0.11 \times (21.000)^{0.5} \times 16655398.163$

$= 8395.709$ kN

$f_{ck} = 21.000$ MPa

$A_g = 16655398.163$ mm²

$F_{P,C,V}^T = \dfrac{V_n^T}{V_D^T} = \dfrac{8395.709}{1197.227} = 7.013$

6.4 교각의 내진성능평가

1) 교축방향

가) 보유성능 $F_{P,C}$

$F_{P,C}^L = \min[F_{P,C,F}^L, F_{P,C,C}^L, F_{P,C,V}^L]$

$= \min[2.504, 2.500, 15.591]$

$= 2.500$

나) 소요성능 $F_{P,D}$

$F_{P,D}^L = 1.000$

다) 교축방향 평가결과

$\dfrac{F_{P,C}^L}{F_{P,D}^L} = \dfrac{2.50}{1.00} = 2.50 \ge 1 \therefore$ O.K

2) 교축직각

가) 보유성능 $F_{P,C}$

$F_{P,C}^T = \min[F_{P,C,F}^T, F_{P,C,C}^T, F_{P,C,V}^T]$

$= \min[12.519, 12.416, 7.013]$

$= 7.013$

나) 소요성능 $F_{P,D}$

$F_{P,D}^T = 1.000$

다) 교축방향 평가결과

$\dfrac{F_{P,C}^T}{F_{P,D}^T} = \dfrac{7.01}{1.00} = 7.01 \ge 1 \therefore$ O.K

3) 최종평가결과

가) 교축방향

구분	파괴모드	보유성능	소요성능	보유/소요성능	평가결과
교축방향	무근콘크리트	2.500	1.000	2.50	O.K

나) 교축직각방향

구분	파괴모드	보유성능	소요성능	보유/소요성능	평가결과
교축직각방향	무근콘크리트	7.013	1.000	7.01	O.K

1 페이지

2 페이지

© MIDAS IT Co,. Ltd

주요 개정내용 3

CVL

- 앵커 보유성능 : 앵커 강재 보유성능에 대해서 앵커강재의 전단강도와 마찰력 중 큰 값으로 설계

A. 다경간교_비지진격리교량

[7-2] 교량받침

[7-2-1] 받침본체

✓ 보유성능 : (지진방향에 따라 저항하는 개수) X (1기당 횡방향 저항용량)

✓ 소요성능 : Min[교각의 조합탄성지진력(상부 전단력), 교각의 휨대응강도]

[7-2-2] 앵커강재

✓ 보유성능 : $V_{anc,c} = \max[V_{sa}, (\mu_D D)]$

여기서,

V_{sa} : 앵커강재의 전단강도

μ_D : 받침 하부판과 무수축 모르타르 사이의 마찰계수(=0.45)

D : 고정하중에 의하여 받침에 작용하는 압축력

정밀지진해석을 하지 않은 경우,

고정하중에 연직지진하중 효과(=0.12D)를 뺀 0.88D를 적용

- 선설치 헤드스터드

$$V_{sa} = n_A \cdot A_{se,V} \cdot f_{uta}$$

- 선설치 헤드볼트와 갈고리볼트

$$V_{sa} = n_A \cdot 0.6\, A_{se,V} \cdot f_{uta}$$

7.2 앵커부 평가 검토

1) 받침제원

[1] 6Anchor_P1

2 페이지

B	600.000	(mm)	d_s	-	(mm)	n^L	3.000	EA
C	350.000	(mm)	s_1	200.000	(mm)	n^T	2.000	EA
d_a	22.000	(mm)	s_2	150.000	(mm)	n_A	6.000	EA

앵커 타입 : 선설치 - 헤드스터드 앵커

f_{ck}	27.000	(Mpa)	A_{se}	380.133	(mm^2)
f_{ya}	300.000	(Mpa)	h_{ef}	200.000	(mm)
f_{uta}	410.000	(Mpa)	h_{cop}	1200.000	(mm)

단, $f_{uta} \le \min(1.9f_{ya}, 860MPa]$ = 570.000 MPa

2) 전단을 받는 앵커의 강재파괴

가) 보유성능 $V_{anc,c}$: 강재강도

① 교축방향

$V_{sa}^L = \sum(n_A \cdot \alpha \cdot A_{se} \cdot f_{uta})$

= 16 X 6 X 1.0 X 380.133 X 410.000

= 14962.024 kN

$\mu_D D$ = 0.45 X 5891.397 = 2651.129 kN

$V_{anc,c}^L$ = max [V_{sa}^L , $\mu_D D$] = 14962.024 kN

② 교축직각방향

$V_{sa}^T = \sum(n_A \cdot \alpha \cdot A_{se} \cdot f_{uta})$

= 16 X 6 X 1.0 X 380.133 X 410.000

= 14962.024 kN

$\mu_D D$ = 0.45 X 5891.397 = 2651.129 kN

$V_{anc,c}^T$ = max [V_{sa}^T , $\mu_D D$] = 14962.024 kN

- α : 앵커종류가 Headed Stud 인 경우 1.0, 다른 앵커종류면 0.6
- μ_D : 받침 하부판과 무수축 모르타르 사이의 마찰계수(=0.45)
- D : 받침에 작용하는 유효압축력, 고정하중에 의한 수직력의 88%

주요 개정내용 4

- 콘크리트 브레이크 아웃 검토 : 최종 강도는 브레이크아웃 강도과 고정하중의 60%를 합산한 값이며 브레이크아웃 강도의 1.6배로 제한함.

A. 다경간교_비지진격리교량

[7-2] 교량받침

[7-2-3] 브레이크아웃

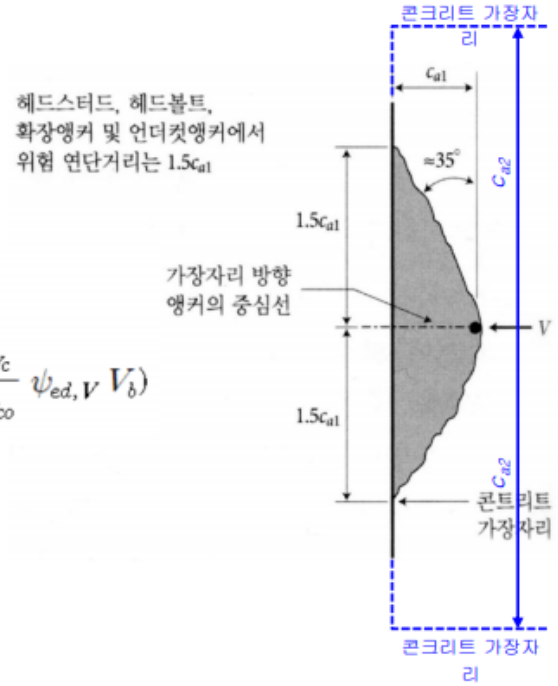
✓ 묻힘콘크리트의 브레이크아웃강도

$$V_{brk,ec} = V_{cbg} + 0.6D \leq 1.6\,V_{cbg}$$

| V_{cbg} : 콘크리트 브레이크아웃강도($V_{cbg} = \dfrac{A_{Vc}}{A_{Vco}}\,\psi_{ed,V}\,V_b$)

✓ 앵커철근의 강도; $V_{brk,s} = A_{v,brk}\,f_y$

✓ 보유성능 : $V_{brk,c} = \max[V_{brk,ec},\ V_{brk,s}]$



3) 전단을 받는 앵커의 브레이크아웃 파괴

가) 보유성능 $V_{brk,c}$: 앵커부의 브레이크아웃강도

$V_{brk,c}$ = max [$V_{brk,ec}$, $V_{brk,s}$]

$V_{brk,ec}$ = V_{cbg} + 0.6D ≤ 1.6 V_{cbg}

$V_{brk,s}$ = $A_{e,brk}$ × f_{ya}

▶ 전단력을 받는 앵커의 콘크리트 브레이크아웃강도 V_{cbg}

$$V_{cbg} = \frac{A_{Vc}}{A_{Vco}} \times \psi_{ed,V} \times \psi_{c,V} \times V_b$$

$$= \frac{1735781.250}{1487812.500} \times 0.961 \times 1.000 \times 265.085$$

$$= 297.164 \text{ kN}$$

$$\psi_{ed,V} = 0.7 + 0.3\,\frac{c_{a2}}{1.5c_{a1}} = 0.7 + 0.3\,\frac{750.000}{862.500} = 0.961 \quad (c_{a2} < 1.5c_{a1})$$

$\psi_{c,V}$ = 1.0 (User defined)

$$n_{BC} \times V_b = \Sigma\ [\ \alpha \times (\frac{l_e}{d_a})^{0.2} \times \sqrt{(d_a)} \times \sqrt{(f_{ck})} \times (c_{a1})^{1.5}\ ]$$

$$= 0.6 \times (\frac{176.00}{22.00})^{0.2} \times \sqrt{(22.00)} \times \sqrt{(27.00)} \times (575.00)^{1.5}$$

$$= 305.608 \text{ kN}$$

- α : 앵커종류가 Headed 혹은 Hooked 인 경우 0.7, 다른 앵커종류면 0.6

V_b = 305.608 / 1 = 305.608 kN

$$V_{b,max} = 3.7 \times \sqrt{(f_{ck})} \times (c_{a1})^{1.5}$$

$$= 3.7 \times \sqrt{(27.00)} \times (575.00)^{1.5} = 265.085 \text{ kN}$$

V_b = min[V_b, $V_{b,max}$] = min [305.608 , 265.085]

= 265.085 kN

▶ 전단력을 받는 앵커의 묻힘콘크리트 브레이크아웃강도 $V_{brk,ec}$

$V_{brk,ec}$ = min [V_{cbg}+0.6D_{BC} , 1.6V_{cbg}]

= min [518.092 , 475.463] = 475.463 kN

$$D_{BC} = D \times \frac{n_{BC}}{n_B} = 5891.397 \times \frac{1}{16} = 368.212 \text{ kN}$$

▶ 전단력을 받는 앵커의 브레이크아웃 보유성능

$V_{brk,c}^{L}$ = $V_{brk,ec}$ = 475.463 kN

5 페이지

주요 개정내용 5

- 브레이크아웃강도에 대한 계산 중 기본 콘크리트 파괴강도에 대한 최대값 제한 추가 수식 및 계수 변경

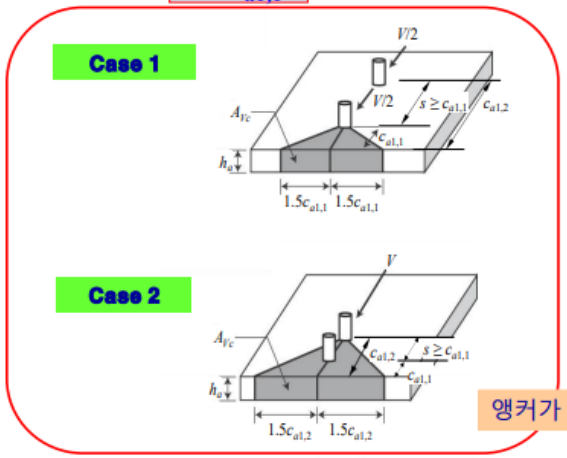
[7-2-3] 브레이크아웃_콘크리트

$$\psi_{ed,V} = 0.7 + 0.3\frac{c_{a2}}{1.5c_{a1}}, \quad c_{a2} < 1.5\,c_{a1}$$

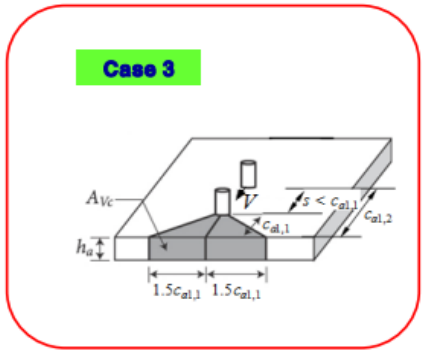
$$V_{cbg} = \frac{A_{Vc}}{A_{Vco}} \cdot \psi_{ed,V} \cdot V_b$$

$$V_b = \left(0.6\left(\frac{l_e}{d_a}\right)^{0.2}\sqrt{d_a}\right)\lambda_a\sqrt{f_{ck}}\,(c_{a1})^{1.5} \leq 3.7\,\lambda_a\sqrt{f_{ck}}\,(c_{a1})^{1.5}$$

$s \geq c_{a1,1}$



$s < c_{a1,1}$



앵커가 플레이트에 용접되어 있으면 Case 2를 적용

▶ 전단력을 받는 앵커의 콘크리트 브레이크아웃강도 V_{cbg}

$$V_{cbg} = \frac{A_{Vc}}{A_{Vco}} \times \psi_{ed,V} \times \psi_{c,V} \times V_b$$

$$= \frac{1735781.250}{1487812.500} \times 0.961 \times 1.000 \times 265.085$$

$$= 297.164 \text{ kN}$$

$$\psi_{ed,V} = 0.7 + 0.3\frac{c_{a2}}{1.5c_{a1}} = 0.7 + 0.3\frac{750.000}{862.500} = 0.961 \quad (c_{a2} < 1.5c_{a1})$$

$$\psi_{c,V} = 1.0 \quad \text{(User defined)}$$

$$n_{BC} \times V_b = \Sigma\left[\alpha \times \left(\frac{l_e}{d_a}\right)^{0.2} \times \sqrt{d_a} \times \sqrt{f_{ck}} \times (c_{a1})^{1.5}\right]$$

$$= 0.6 \times \left(\frac{176.00}{22.00}\right)^{0.2} \times \sqrt{22.00} \times \sqrt{27.00} \times (575.00)^{1.5}$$

$$= 305.608 \text{ kN}$$

- α : 앵커종류가 Headed 혹은 Hooked 인 경우 0.7, 다른 앵커종류면 0.6

$$V_b = 305.608 / 1 = 305.608 \text{ kN}$$

$$V_{b,max} = 3.7 \times \sqrt{f_{ck}} \times (c_{a1})^{1.5}$$

$$= 3.7 \times \sqrt{27.00} \times (575.00)^{1.5} = 265.085 \text{ kN}$$

$$V_b = \min[V_b, V_{b,max}] = \min[305.608, 265.085]$$

$$= 265.085 \text{ kN}$$

5 페이지

© MIDAS IT Co,. Ltd

- **프라이아웃파괴 검토여부에 대한 규정 추가**

A. 다경간교_비지진격리교량

[7-2] 교량받침

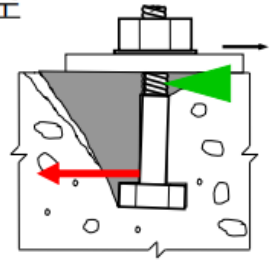
[7-2-4] 프라이아웃

✓ 묻힘콘크리트의 프라이아웃강도

- 받침부 하부판에 압축력이 작용하는 경우 :

→ 프라이아웃 파괴는 발생하지 않는 것으로 간주

- 그 외의 경우 : V_{cpg}



✓ 앵커철근의 강도 : $V_{pry,s} = A_{n,pry} f_y$

✓ 보유성능 : $V_{pry,c}$=max[V_{cpg}, $V_{pry,s}$]

4) 전단을 받는 앵커의 프라이아웃 파괴

가) 보유성능 $V_{pry,c}$: 앵커부의 프라이아웃강도

$V_{pry,c}$ = max [$V_{pry,ec}$, $V_{pry,s}$]

$V_{pry,ec}$ = V_{cpg}

$V_{pry,s}$ = $A_{n,pry}$ × f_y

▶ 전단력을 받는 앵커의 콘크리트 프라이아웃 V_{cpg}

9 페이지

V_{cpg} = k_{cp} × N_{cbg}

= 2.0 × 306.186 = 612.372 kN

k_{cp} = 2.0 (h_{ef} ≥ 65mm)

$$N_{cbg} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \times \psi_{ed,N} \times \psi_{c,N} \times N_b$$

$$= \frac{600000.000}{360000.000} \times 1.000 \times 1.250 \times 146.969$$

= 306.186 kN

$\psi_{ed,N}$ = 1.0 ($c_{a,min}$ ≥ 1.5h_{ef})

$\psi_{c,N}$ = 1.25 (선설치 앵커)

N_b = $10\sqrt{f_{ck}}\, h_{ef}^{1.5}$ = 10 √(27.00)×(200.00)$^{1.5}$ = 146.969 kN

$V_{pry,ec}$ = V_{cpg} = 612.372 kN

▶ 앵커에 작용하는 유효수직력 검토

$$D_{BC} = D \times \frac{n_{BC}}{n_B} = 2945.699 \times \frac{1}{16} = 184.106 \text{ kN}$$

D_{BC} = 184.106 kN ≥ $0.25V_{pry,ec}$ = 153.093 kN

∴ 프라이아웃 파괴 평가불필요

** 앵커에 작용하는 유효수직력이 $V_{pry,ec}$의 25% 이상이므로 프라이아웃 파괴에 대한 평가가 불필요하나, 사용자 옵션에 따라 평가함.*

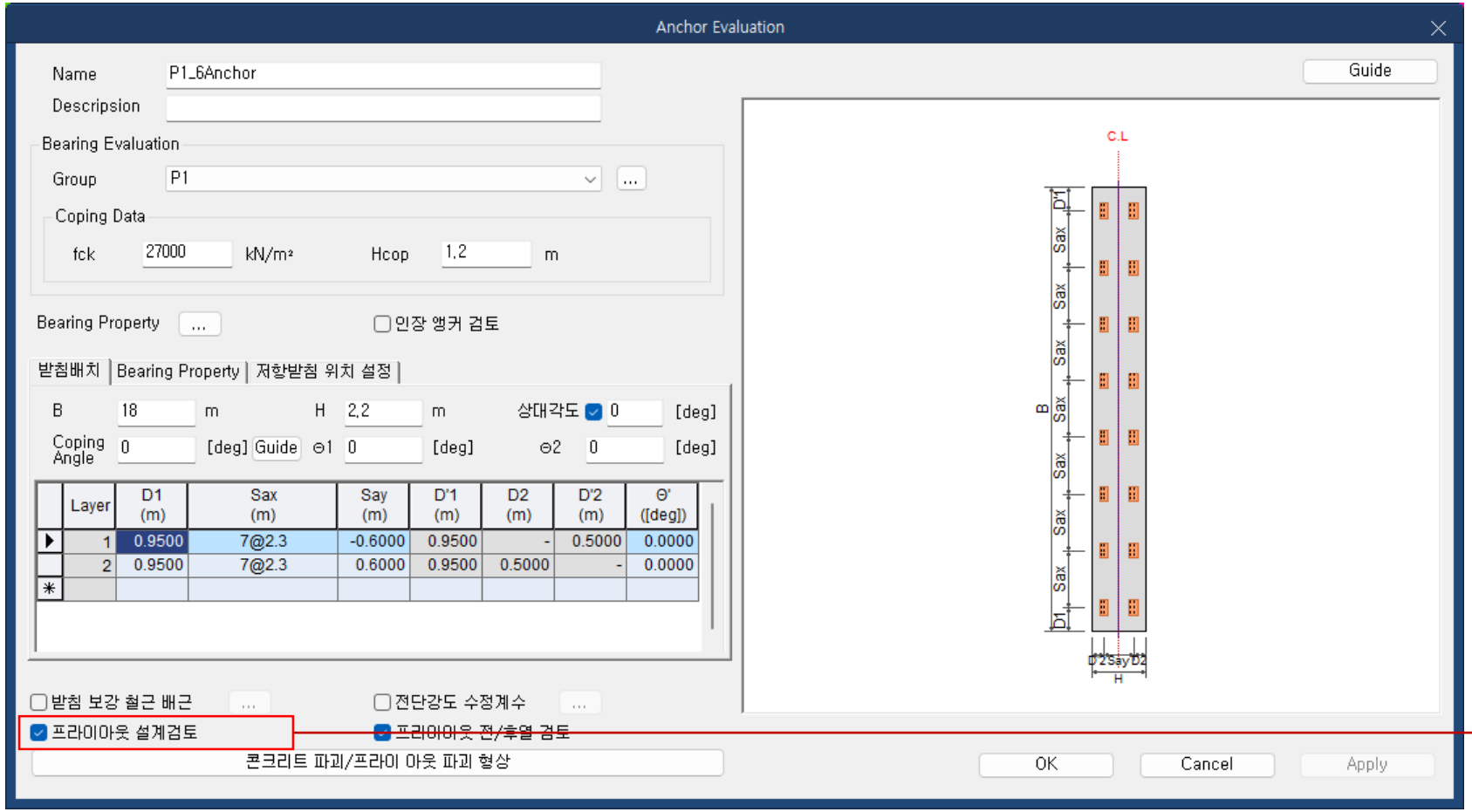
▶ 전단력을 받는 앵커의 콘크리트 프라이아웃 보유성능

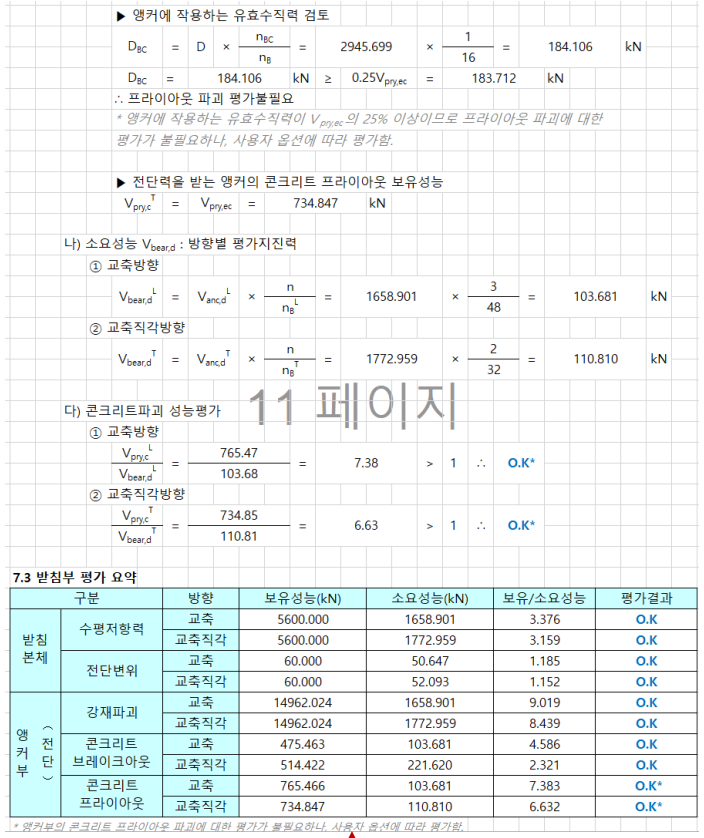
$V_{pry,c}$ = $V_{pry,ec}$ = 612.372 kN

© MIDAS IT Co,. Ltd

주요 개정내용 7

- **프라이아웃 설계 계산서 추가 검토 옵션 추가**





▶ 앵커에 작용하는 유효수직력 검토

$D_{BC} = D \times \frac{n_{BC}}{n_B} = 2945.699 \times \frac{1}{16} = 184.106$ kN

$D_{BC} = 184.106$ kN $\geq 0.25V_{pry,ec} = 183.712$ kN

∴ 프라이아웃 파괴 평가불필요

** 앵커에 작용하는 유효수직력이 $V_{pry,ec}$의 25% 이상이므로 프라이아웃 파괴에 대한 평가가 불필요하나, 사용자 옵션에 따라 평가함.*

▶ 전단력을 받는 앵커의 콘크리트 프라이아웃 보유성능

$V_{pry,c}^{T} = V_{pry,ec} = 734.847$ kN

나) 소요성능 $V_{bear,d}$: 방향별 평가지진력

① 교축방향

$V_{bear,d}^{L} = V_{anc,d}^{L} \times \frac{n}{n_B^{L}} = 1658.901 \times \frac{3}{48} = 103.681$ kN

② 교축직각방향

$V_{bear,d}^{T} = V_{anc,d}^{T} \times \frac{n}{n_B^{T}} = 1772.959 \times \frac{2}{32} = 110.810$ kN

다) 콘크리트파괴 성능평가

11 페이지

① 교축방향

$\frac{V_{pry,c}^{L}}{V_{bear,d}^{L}} = \frac{765.47}{103.68} = 7.38 > 1$ ∴ O.K*

② 교축직각방향

$\frac{V_{pry,c}^{T}}{V_{bear,d}^{T}} = \frac{734.85}{110.81} = 6.63 > 1$ ∴ O.K*

7.3 받침부 평가 요약

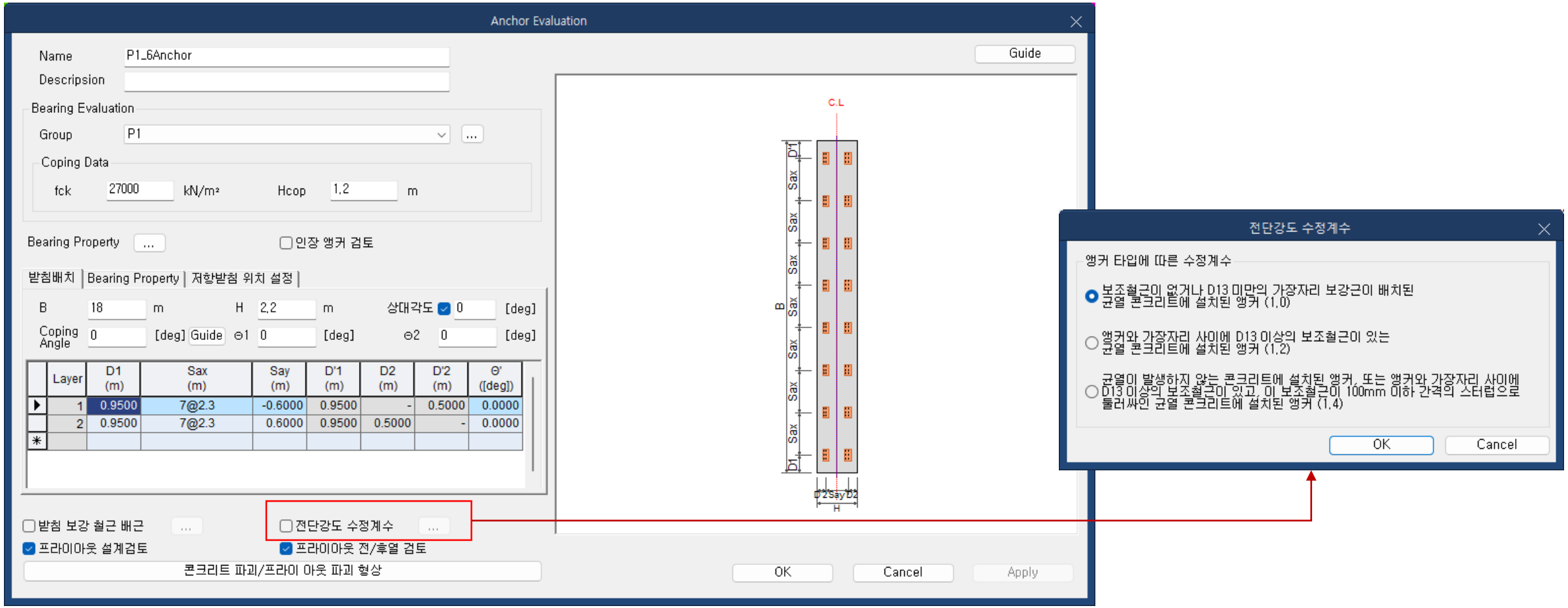
구분		방향	보유성능(kN)	소요성능(kN)	보유/소요성능	평가결과
받침 본체	수평저항력	교축	5600.000	1658.901	3.376	O.K
		교축직각	5600.000	1772.959	3.159	O.K
	전단변위	교축	60.000	50.647	1.185	O.K
		교축직각	60.000	52.093	1.152	O.K
앵커부 (전단)	강재파괴	교축	14962.024	1658.901	9.019	O.K
		교축직각	14962.024	1772.959	8.439	O.K
	콘크리트 브레이크아웃	교축	475.463	103.681	4.586	O.K
		교축직각	514.422	221.620	2.321	O.K
	콘크리트 프라이아웃	교축	765.466	103.681	7.383	O.K*
		교축직각	734.847	110.810	6.632	O.K*

** 앵커보의 콘크리트 프라이아웃 파괴에 대한 평가가 불필요하나, 사용자 옵션에 따라 평가함.*

© MIDAS IT Co,. Ltd

주요 개정내용 7

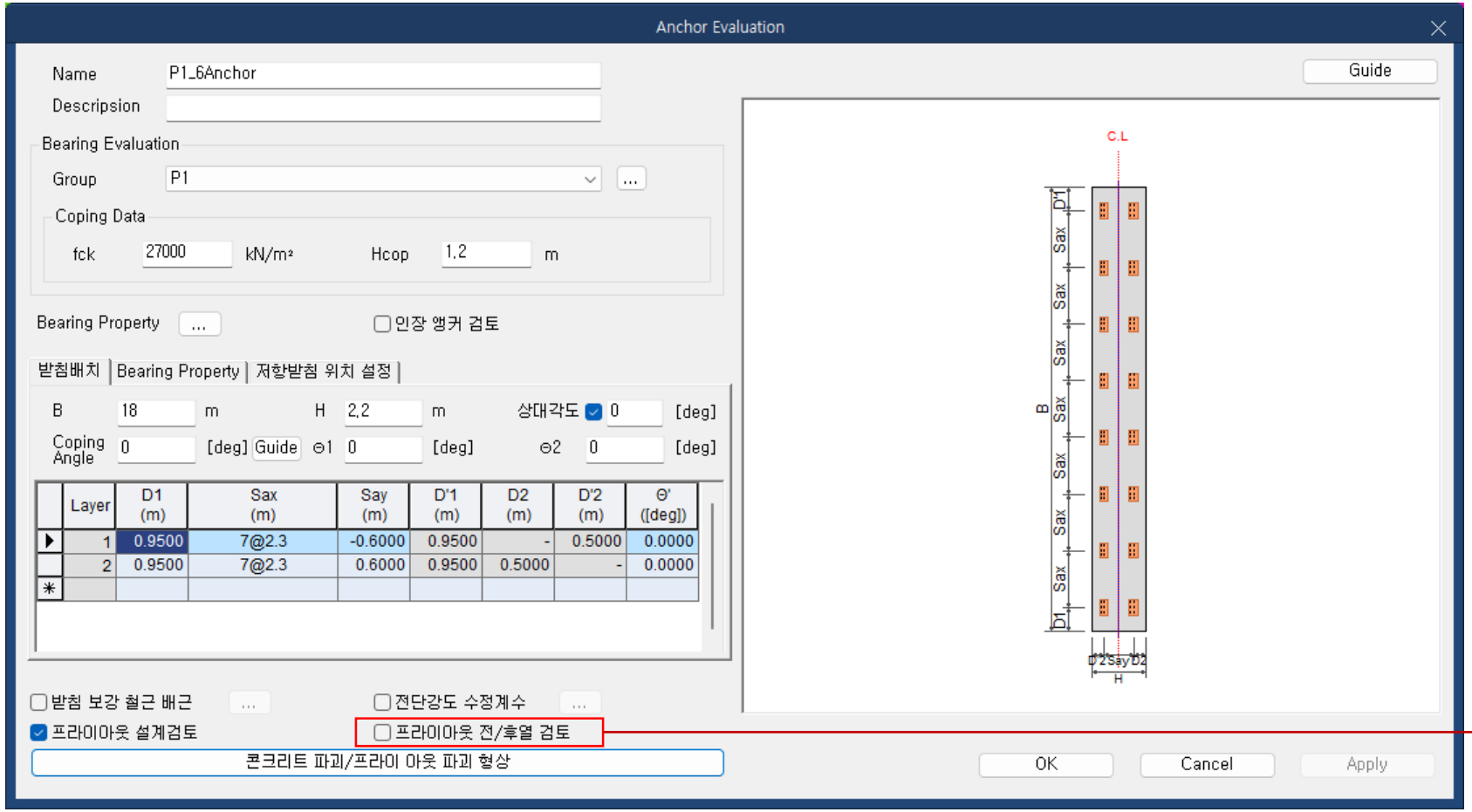
- 전단강도 수정계수 옵션 추가

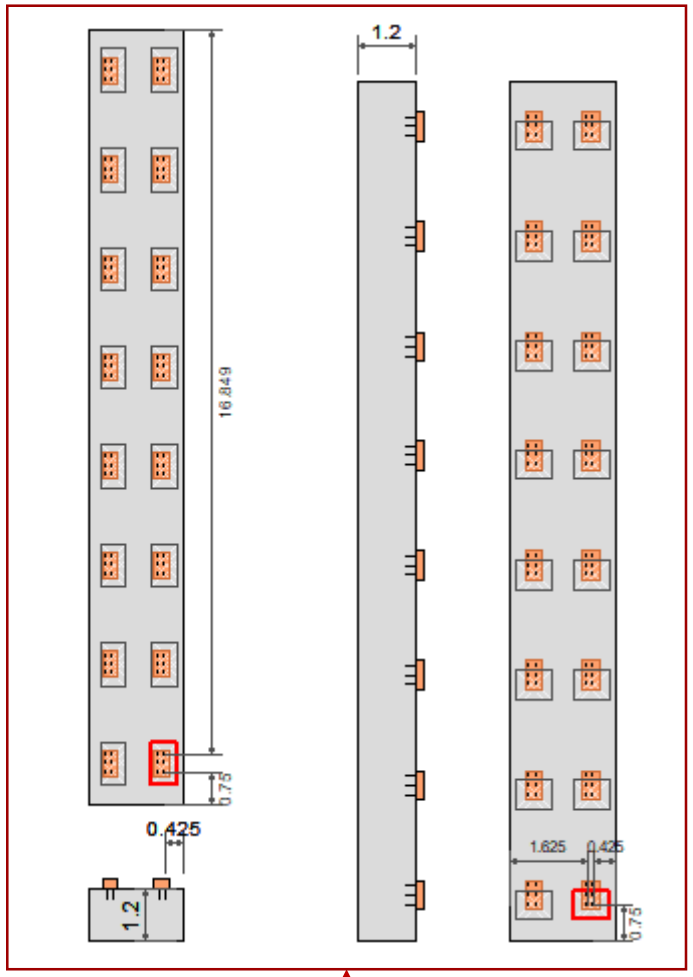


© MIDAS IT Co,. Ltd

주요 개정내용 7

- 프라이아웃 앵커 전열/후열 검토 옵션 추가

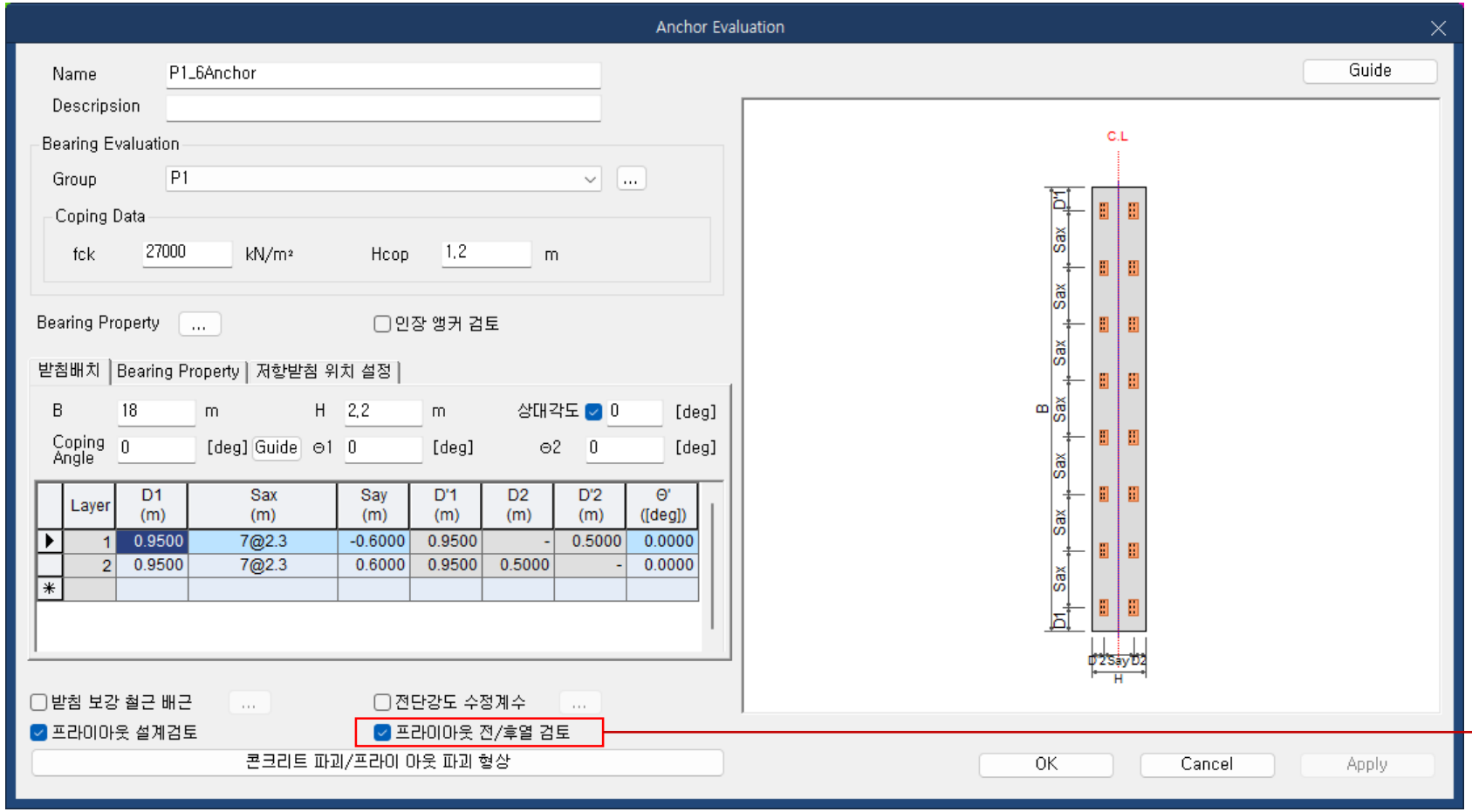


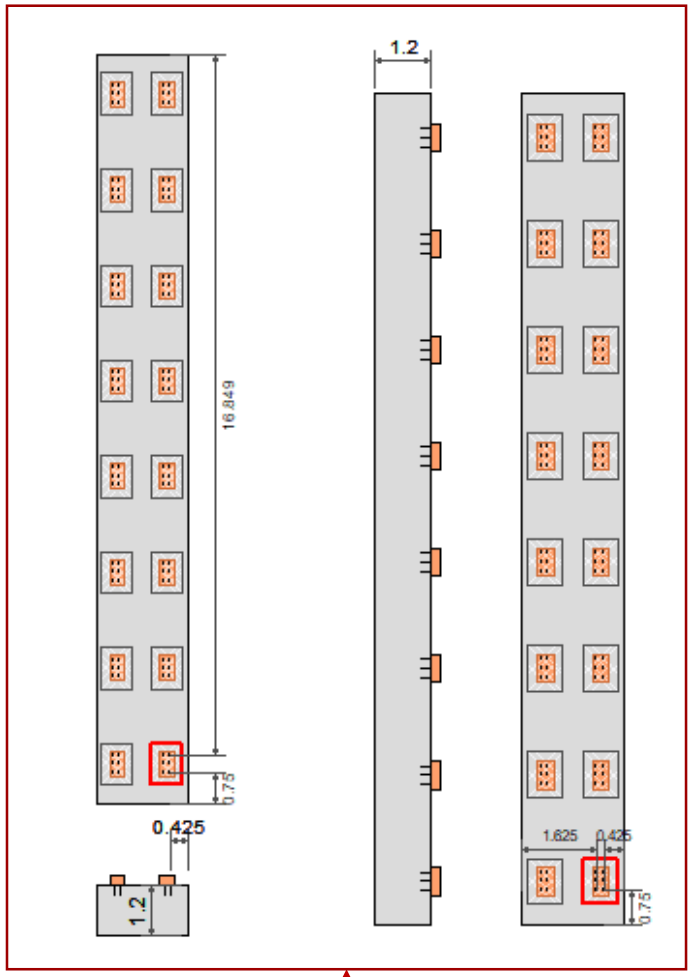


© MIDAS IT Co,. Ltd

주요 개정내용 7

- 프라이아웃 앵커 전열/후열 검토 옵션 추가





© MIDAS IT Co,. Ltd

CVL

Thank You!

© MIDAS IT Co,. Ltd