Release Note

Release Date : April 2023

Product Ver. : Civil 2023 (v1.1)

DESIGN OF CIVIL STRUCTURES

Integrated Solution System for Bridge and Civil Engineering

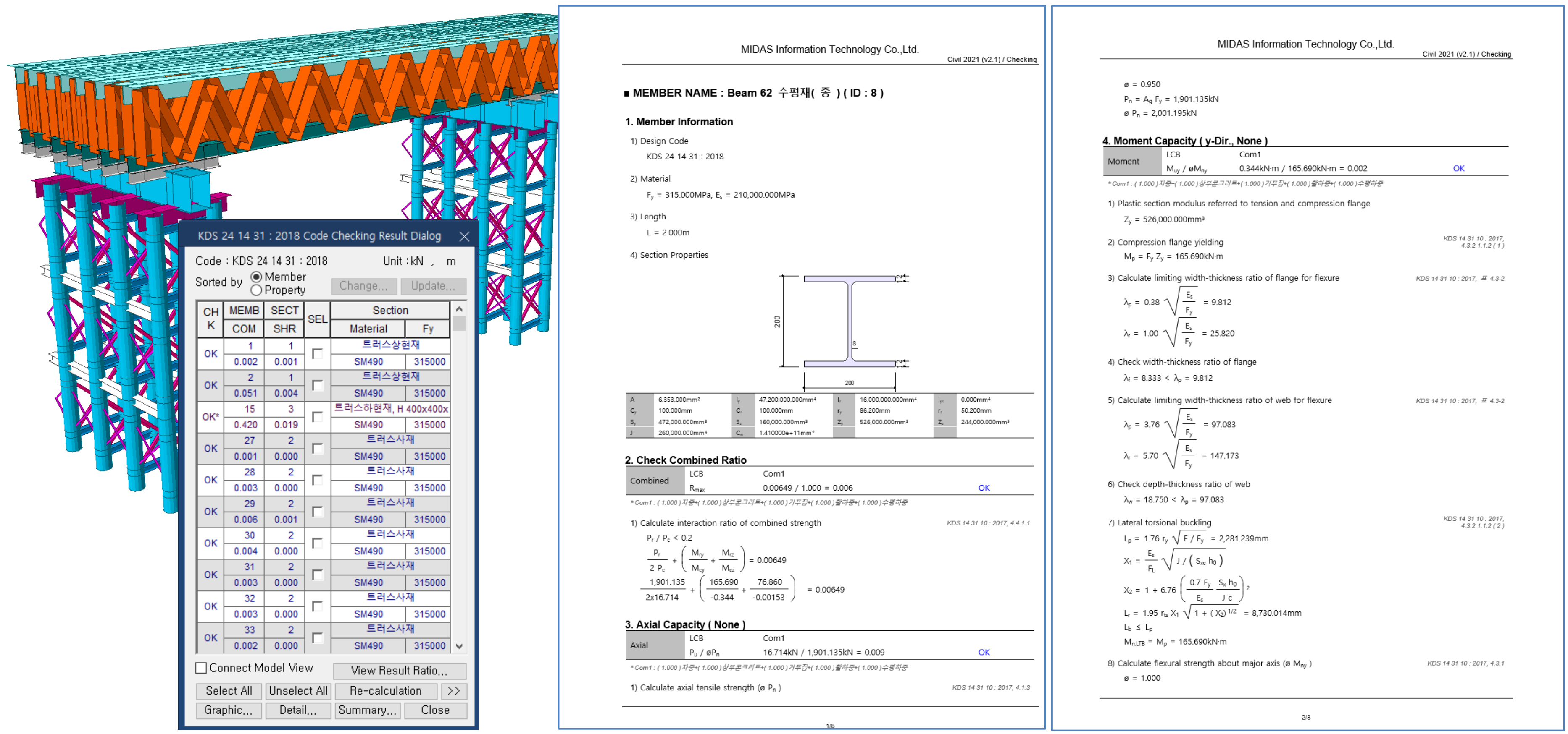
Enhancements

1. KDS 24 14 31 : 2018 Steel Design 추가
2. KDS 24 14 31 : 2018 Composite Design 추가
3. Seismic Performance Evaluation : 교량 접속부 및 확폭 구간 받침 배치 개선
4. Seismic Performance Evaluation : 전단방향의 양방향 받침 검토
5. Moving Load Analysis to French Former Standard: FASCICULE N° 61 TITRE II
6. French National Annex to Eurocode 2, 3, 4
7. Eurocode Design Report in French
8. Eurocode Design Report in Word Format
9. Preference Setting for Design Report Language
10. Time Dependent Material: Modulus of Elasticity Suggested by Gilbert and Ranzi
11. PSC Design: User Input of Torsion Parameters, Ak and uk
12. Equivalent Beam Stress Results for Construction Stage Analysis
13. GSD Excel Report: Print Results of All Load Combinations
14. Concrete & Rebar Material Database to South Africa: TMH7
15. Concurrent Disp./Vel./Accel. for Time History Analysis
16. Transmission Zone Design of Pretensioned Beam to AASHTO LRFD
17. SNiP/SP PSC Design: Crack Opening Coefficient by Tendon Material
18. Concurrent Joint Forces
19. Revit 2023

1. KDS 24 14 31 : 2018 Steel Design 추가

- KDS 24 14 31 : 2018의 강교 한계상태설계법을 제공 → KDS 14 31 10 강구조설계기준(하중저항계수 설계법) 기반으로 진행
- KS 신강종을 고려한 설계 제공
- 통합설계엔진을 기반으로 개발된 설계 계산/출력 속도 개선

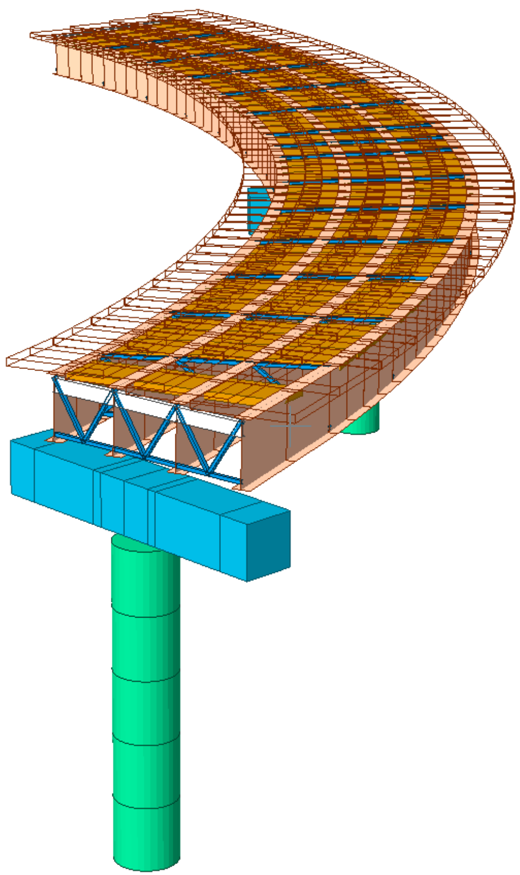
▪ ***MODS > Design > Steel Design > KDS 24 14 31 : 2018***

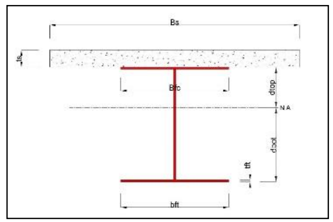


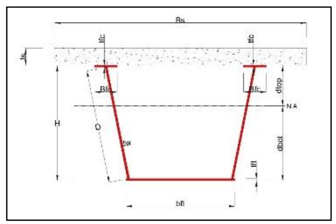
2. KDS 24 14 31 : 2018 Composite Design 추가

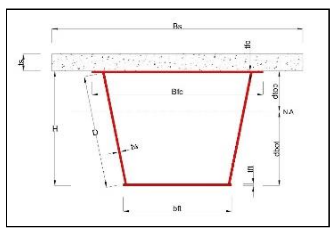
- KDS 24 14 31 : 2018의 강합성교 한계상태설계법을 제공 → KDS 14 31 10 강구조설계기준(하중저항계수 설계법) 기반으로 진행
- 단면의 비틀림으로 인한 종방향 뒴응력과 횡방향 휨응력 고려 옵션 제공
- 정모멘트부 소성 중립축 계산 시 압축부 철근 고려 옵션 제공
- 강도한계상태 검토 시 휨/전단 저항강도 계산 옵션 제공

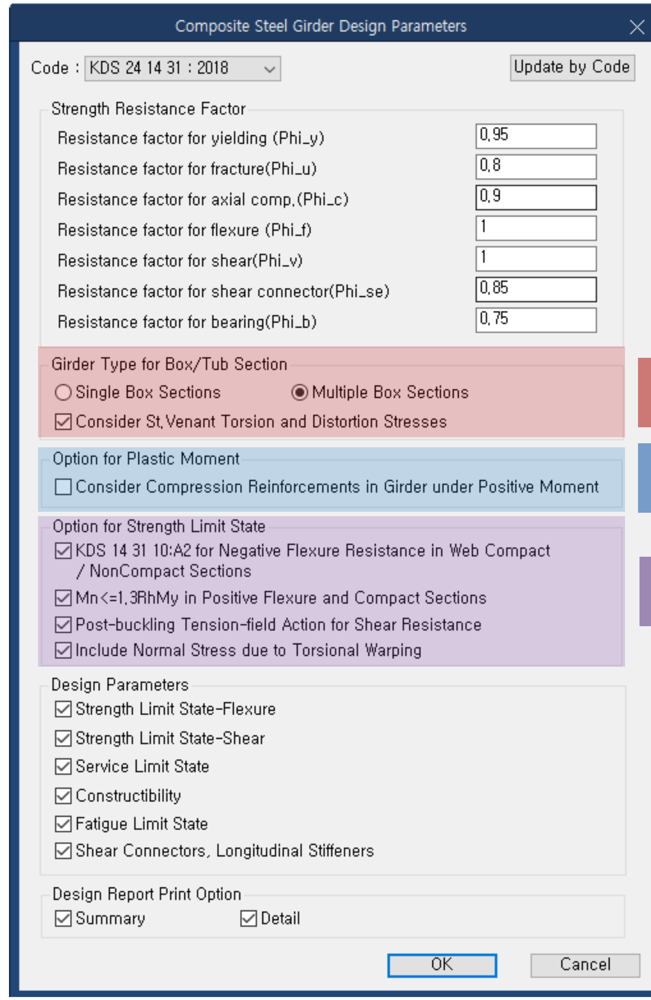
- ***MODS > Design > Composite Design > KDS 24 14 31 : 2018***











종방향 뒴응력과 횡방향 휨응력 고려

정모멘트부 소성중립축 계산시 압축철근 고려

휨/전단 저항강도 계산 옵션

2. KDS 24 14 31 : 2018 Composite Design 추가

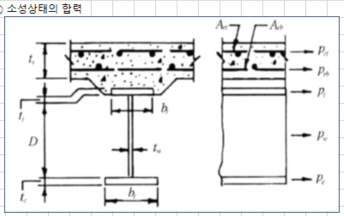
- 정/부모멘트부 소성 중립축 위치 및 소성모멘트 산정 프로세스 제공
- 조밀/비조밀 단면 분류에 따른 휨저항 강도 검토 프로세스 제공
- 조밀 검토 → 강도기반, 비조밀 검토 → 응력 기반으로 진행

▪ ***MODS > Design > Composite Design > KDS 24 14 31 : 2018***

소성 중립축 위치/소성모멘트 산정

4) 소성모멘트 산정(M_p), 부모멘트부 (KDS 14 31 10 : 2017, 표 8.1)

① 소성상태의 합력



- 소성상태의 합력

$P_{rt} = F_{yr} A_{rt}$ = 2905.155 kN

$P_{rb} = F_{yr} A_{rb}$ = 0.000 kN

$P_t = b_{ft} \cdot t_{ft} \cdot F_{yt}$ = 5951.601 kN

$P_w = 2 \cdot H \cdot t_w \cdot F_{yw}$ = 5884.464 kN

$P_c = b_{fc} \cdot t_{fc} \cdot F_{yc}$ = 6612.890 kN

- 소성중립축으로부터의 거리

d_{rt} = 786.751 mm (소성중립축에서 상부철근에 작용하는 힘까지 거리)

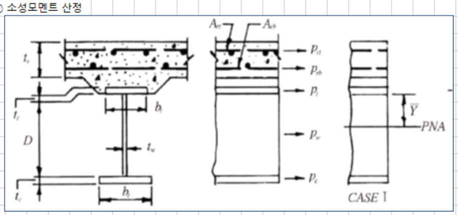
d_{rb} = 786.751 mm (소성중립축에서 하부철근에 작용하는 힘까지 거리)

d_t = 573.899 mm (소성중립축에서 인장플랜지에 작용하는 힘까지 거리)

d_w = 334.151 mm (소성중립축에서 복부판에 작용하는 힘까지 거리)

d_c = 1242.201 mm (소성중립축에서 압축플랜지에 작용하는 힘까지 거리)

② 소성모멘트 산정



- 소성 중립축의 위치 산정

$P_c + P_w$ = 12497.354 kN ≥ $P_t + P_{rb} + P_{rt}$ = 8856.756 kN ∴ OK

∴ 소성중립축, Y는 웨브 내부에 위치함

-소성중립축의 위치

$Y = \frac{D}{2} \cdot \left(\frac{P_c - P_t - P_{rt} - P_{rb}}{P_w} + 1 \right)$ = 542.149 mm

- 소성모멘트

$M_p = \frac{P_w}{2D} \cdot [Y^2 + (D-Y)^2] + [P_{rt} \cdot d_{rt} + P_{rb} \cdot d_{rb} + P_t \cdot d_t + P_c \cdot d_c]$ = 16868.963 kN·m

조밀단면의 휨저항 강도 검토

② $\frac{D}{t_w} \le 150$

$\frac{D}{t_w} = \frac{1835.647}{14.000}$ = 131.118 ≤ 150 ∴ OK

③ $\frac{2 \cdot D_{cp}}{t_w} \le 3.76 \sqrt{\frac{E_s}{F_{yc}}}$

$\frac{2 \cdot D_{cp}}{t_w} = \frac{2 \times 0.000}{14.000}$

= 0.000 ≤ $3.76 \sqrt{\frac{E_s}{F_{yc}}} = \frac{205000.000}{355.000}$ = 90.355 ∴ OK

여기서,

D_{cp} = 0.000 mm : 소성모멘트 적용 시 압축 측 웨브의 높이

∴ 해당 단면은 조밀단면으로 간주

• 하이브리드 단면의 플랜지 응력감소 계수, R_h (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.1.10(1))

R_h = 1.000 (균질조립단면)

• 플랜지 횡방향 휨응력 (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.1.6)

불연속적으로 횡지지된 인장플랜지이므로,

$f_l = \frac{M_{Dz1}}{S_g} + \frac{M_{Dz2}}{S_{LT}} + \frac{M_{Dz3}}{S_{ST}}$ = -0.004

뒤틀림에 의한

$f_{l,w} = \frac{M_{b1} \cdot W_g}{I_{w,g}} + \frac{M_{b2} \cdot W_{LT}}{I_{w,LT}} + \frac{M_{b3} \cdot W_{ST}}{I_{w,ST}}$ = 0.000

여기서,

M_b : Bi-moment

I_w : Warping constant

w : Warping function at stress point

$f_l = f_{l,b} + f_{l,w}$ = -0.004 ≤ $0.6F_{yf}$ = 213.000 ∴ OK

• 휨강도-정모멘트부 합성단면 (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.7)

i . 연속교의 공칭휨강도

$M_{n1} = 1.3 R_h \cdot M_y$ = 1.3 x 1.000 x 32677.118

= 42480.253 kN·m

ii. 공칭휨강도

$D_p \le 0.1D_t$

D_p = 206.457 mm ≤ 0.1Dt = 0.1 x 2102.000 = 210.2 mm 이므로,

$M_{n2} = M_p$ = 36018.935 kN·m

∴ M_n = min (M_{n1}, M_{n2}) = min (42480.253 , 36018.935) = 36018.935 kN·m

• 정모멘트부 합성단면의 휨강도 검토 (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.7.1, (4.3-146))

$M_u \le \Phi_f \cdot M_n$

M_u = 22520.114 kN·m

$\Phi_f \cdot M_n$ = 1.000 x 36018.93548 = 36018.935 kN·m

∴ M_u = 22520.114 kN·m ≤ $\Phi_f \cdot M_n$ = 36018.935 kN·m ∴ OK (Ratio = 0.625)

비조밀 단면의 휨저항 강도 검토

• 복부판의 국부좌굴에 따른 플랜지 응력 감소계수, R_b (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.1.10(2))

$\frac{2 D_c}{t_w} = \frac{2 \times 968.447}{14.288}$ = 135.566 ≤ $\lambda_{rw} = 5.7 \sqrt{\frac{E_s}{f_{yc}}} = 5.7 \sqrt{\frac{210000}{205.000}}$ = 182.435

여기서,

f_{yc} = 205.000 MPa (압축플랜지의 최소항복강도)

R_b = 1.000

$\lambda_f \le \lambda_{pf}$ 이므로,

$F_{nc(FLB)} = R_b \cdot R_h \cdot F_{yc}$ = 1.000 x 1.000 x 205 = 205.000 MPa

• 소성거동을 보장하는 비지지길이의 한계, L_p (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.8.2(3))

$L_p = 1.0 r_t \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}$ = 1.0 x 137.168 x$\sqrt{\frac{210000.000}{205.000}}$ = 4390.223 mm

여기서,

r_t = 압축플랜지와 압축을 받는 웨브 높이의 1/3을 합한 면적의 연직축에 대한 유효회전반경

$= \frac{b_{fc}}{\sqrt{12\left(1 + \frac{1}{3} \frac{D_c \cdot t_w}{b_{fc} \cdot t_{fc}}\right)}} = \frac{508.000}{\sqrt{12\left(1 + \frac{1}{3} \frac{968.447 \times 14.288}{508.000 \times 63.500}\right)}}$

= 137.168 mm

• 압축플랜지의 횡비틀림좌굴 강도 (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.8.2(3))

$L_r = \pi r_t \sqrt{\frac{E}{F_{yr}}}$ = π x 137.168 x $\sqrt{\frac{210000.000}{205.000}}$ = 16484.943 mm

L_p = 4390.223 mm < L_b = 5664.200 mm ≤ L_r = 16484.943 mm 이므로,

$F_{nc1(LTB)} = C_b\left[1 - \left(1 - \frac{F_{yr}}{R_h \cdot F_{yc}}\right)\left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p}\right)\right] R_b \cdot R_h \cdot F_{yc}$

= 1.22 x[1 -(1- 143.50 / (1.00 x 205.00)) x ((5664.20 - 4390.22) / (###### - 4390.22))] x 1.00 x 1.00 x 205.00

= 241.571 MPa

$F_{nc2(LTB)} = R_b \cdot R_h \cdot F_{yc}$ = 1.000 x 1.000 x 205.000 = 205.000 MPa

∴ $F_{nc(LTB)}$ = min($F_{nc1(LTB)}$, $F_{nc2(LTB)}$) = min (241.571 , 205.000) = 205.000 MPa

∴ F_{nc} = min($F_{nc(FLB)}$, $F_{nc(LTB)}$) = min(205.000 , 205.000) = 205.000 MPa

• 불연속적으로 횡지지된 압축플랜지의 휨강도 검토 (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.8.1(1))

$f_{bu} + \frac{1}{3} f_l \le \Phi_f \cdot F_{nc}$

$f_{bu} + \frac{1}{3} f_l$ = 100.733 + $\frac{1}{3}$ -7.075 = -103.091 MPa

$\Phi_f \cdot F_{nc}$ = 1.000 x 205.000 = 205.000 MPa

∴ $f_{bu} + \frac{1}{3} f_l$ = -103.091 MPa ≤ $\Phi_f \cdot F_{nc}$ = 205.000 MPa ∴ OK (Ratio = 0.503)

2. KDS 24 14 31 : 2018 Composite Design 추가

- 수직/수평보강재 보강 여부에 따른 전단검토 프로세스 제공
- 시공단계해석 결과를 활용한 시공성 휨/전단 검토 프로세스 제공

- ***MODS > Design > Composite Design > KDS 24 14 31 : 2018***

소성 중립축 위치/소성모멘트 산정

1. 전단

1) 설계부재력 및 발생응력

하중조합 이름 : scLCB3

하중조합 종류 : -

구분	V_u (kN) 합성전	장기합성	단기합성	Sum
부재력	2386.957	962.827	0.000	3349.784

2) 전단강도 (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.9)

i) 전단항복강도에 대한 전단좌굴응력의 비, C (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.9.3)

▪ 복부판의 보강여부 판단

수평보강재 배치 여부 : 배치되지 않음

수직보강재 배치 여부 : 배치되지 않음

중간 수직보강재의 배치간격 검토 (d_0) = 0.0 mm < 3 D = 5506.9 mm

따라서, 이 복부판은 비보강된 복부판 로 구분됨

- 비보강 웨브의 전단좌굴계수 산정

$k = 5.000$

$\frac{D}{t_w} = \frac{1835.647}{14.000} = 131.118$

$1.40\sqrt{\frac{E_s k}{F_{yw}}} = 1.40 \times \sqrt{\frac{205000 \times 5.000}{355.000}} = 75.227$

$\frac{D}{t_w} > 1.40\sqrt{\frac{E_s k}{F_{yw}}}$ 이므로,

$C = \frac{1.57}{(\frac{D}{t_w})^2} \cdot (\frac{E_s k}{F_{yw}}) = \frac{1.57}{(\frac{1835.647}{14.000})^2} \times (\frac{205000 \times 5.000}{355.000}) = 0.264$

ii) 비보강된 복부판의 공칭강도 산정 (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.9.2)

$V_p = 0.58F_{yw} \cdot D \cdot t_w = 0.58 \times 355.000 \times 1835.647 \times 14.000 = 5291.436$ kN

$V_n = V_{cr} = C \cdot V_p = 0.264 \times 5291.436 = 1395.232$ kN

▪ 전단검토

$V_u \le \Phi_v \cdot V_n$

$V_u = 1708.957$ kN

$\Phi_v \cdot V_n = 1.000 \times 1395.232 = 1395.232$ kN

$V_{ui} = 1708.957$ kN $>$ $\Phi_v \cdot V_n = 1395.232$ kN ∴ NG (Ratio = 1.225)

조밀단면의 휨저항 강도 검토

2) 전단강도 (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.9)

i) 전단항복강도에 대한 전단좌굴응력의 비, C (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.9.3)

▪ 복부판의 보강여부 판단

수평보강재 배치 여부 : 배치

수직보강재 배치 여부 : 배치

중간 수직보강재의 배치간격 검토 (d_0) = 150.0 mm < 1.5 D = 2753.5 mm

따라서, 이 복부판은 보강된 복부판 로 구분됨

- 보강 웨브의 전단좌굴계수 산정

$k = 5 + \frac{5}{(\frac{d_0}{D})^2} = 5 + \frac{5}{(\frac{150.000}{1835.647})^2} = 753.800$

$\frac{D}{t_w} = \frac{1835.647}{18.000} = 101.980$

$1.12\sqrt{\frac{E_s k}{F_{yw}}} = 1.12\sqrt{\frac{205000 \times 753.800}{355.000}} = 738.939$

$\frac{D}{t_w} \le 1.12\sqrt{\frac{E_s k}{F_{yw}}}$ 이므로, $C = 1.000$

ii) 보강된 복부판의 공칭강도 산정 (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.9.3)

$V_p = 0.58F_{yw} \cdot D \cdot t_w = 0.58 \times 355.000 \times 1835.647 \times 18.000 = 6803.275$ kN

$\frac{2D \cdot t_w}{(b_{fc} \cdot t_{fc} + b_{ft} \cdot t_{ft})} = \frac{2 \times 1835.6 \times 18.0}{(360.0 \times 20.0 + 400.0 \times 18.0)} = 4.589 > 2.5$

따라서,

$V_n = V_p[C + \frac{0.87(1-C)}{(\sqrt{(1+(\frac{d_0}{D})^2)} + \frac{d_0}{D})}] = 6803.3 \times [1.0 + \frac{0.87 \times (1 - 1.0)}{\sqrt{(1+(\frac{150.0}{1835.6})^2} + \frac{150.0}{1835.6})}]$

$= 6803.275$ kN

▪ 전단검토

$V_u \le \Phi_v \cdot V_n$

$V_u = 1719.009$ kN

$\Phi_v \cdot V_n = 1.000 \times 6803.275 = 6803.275$ kN

$V_{ui} = 1719.009$ kN $\le$ $\Phi_v \cdot V_n = 6803.275$ kN ∴ OK (Ratio = 0.253)

비조밀 단면의 휨저항 강도 검토

3) 불연속으로 횡지지된 압축플랜지 (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.3.2(1))

• 복부판의 국부좌굴에 따른 플랜지 응력 감소계수, R_b (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.1.10(2))

시공성 검토 시, (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.3.2)

$R_b = 1.000$

• 소성거동을 보장하는 비지지길이의 한계, L_p (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.8.2(3))

$L_p = 1.0\, r_t \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} = 1.0 \times 150.857 \times \sqrt{\frac{205000.000}{355.000}} = 3625.174$ mm

여기서,

r_t = 압축플랜지와 압축을 받는 웨브 높이의 1/3을 합한 면적의 연직축에 대한 유효회전반경

$= \frac{b_{fc}}{\sqrt{12(1 + \frac{1}{3}\frac{D_c \cdot t_w}{b_{fc} \cdot t_{fc}})}} = \frac{600.000}{\sqrt{12(1 + \frac{1}{3}\frac{1063.776 \times 14.000}{600.000 \times 26.000})}}$

$= 150.857$ mm

• 모멘트 구배 수정계수, C_b (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.8.2)

응력계산 (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.1.6)

- 검토단면의 비지지길이 중앙에서 횡방향 휨모멘트를 고려하지 않은 플랜지 응력 (f_{mid})

$f_{mid} = -83.958$ MPa

- 검토단면의 비지지길이 양단에서 횡방향 휨모멘트를 고려하지 않은 플랜지 응력 (f_0, f_2)

$f_0 = -66.424$ MPa (단부에서의 응력)

$f_2 = -96.260$ MPa (반대편 단부에서의 응력)

- 검토단면의 비지지길이 내 플랜지 최대 응력 (f_1)

$f_1 = \max(2f_{mid} - f_2, f_0) = -71.657$ MPa

$\frac{f_{mid}}{f_2} = \frac{-83.958}{-96.260} = 0.872$ < 1.0 이므로,

$C_b = 1.75 - 1.05(\frac{f_1}{f_2}) + 0.3(\frac{f_1}{f_2})^2 \le 2.3$

$C_b = 1.75 - 1.05(\frac{f_1}{f_2}) + 0.3(\frac{f_1}{f_2})^2 = 1.75 - 1.05(\frac{-71.657}{-96.260}) + 0.3(\frac{-71.657}{-96.260})^2$

$= 1.135 \le 2.3$ ∴ $C_b = 1.135$

• 플랜지 횡방향 휨응력 (KDS 14 31 10 : 2017, 4.3.3.1.1.6)

i. 불연속적으로 횡지지된 플랜지이므로, (곡선교에 대하여)

$f_l = \frac{M_u}{S_l} = 0.006$ MPa

ii. 플랜지 횡방향 휨모멘트 확대 검토

$L_b \le L_b' = \min(1.2L_p\sqrt{\frac{C_b \cdot R_b}{f_{bu}/F_{yc}}}, 1.2L_p\sqrt{\frac{C_b \cdot R_b}{M_u/M_{yc}}})$ 을 만족하지 못할 경우 모멘트 확대 필요

$L_b \le L_b'$ 이므로, ∴ 모멘트 확대 필요 없음

∴ $f_l = f_{l1} = -0.030$ MPa

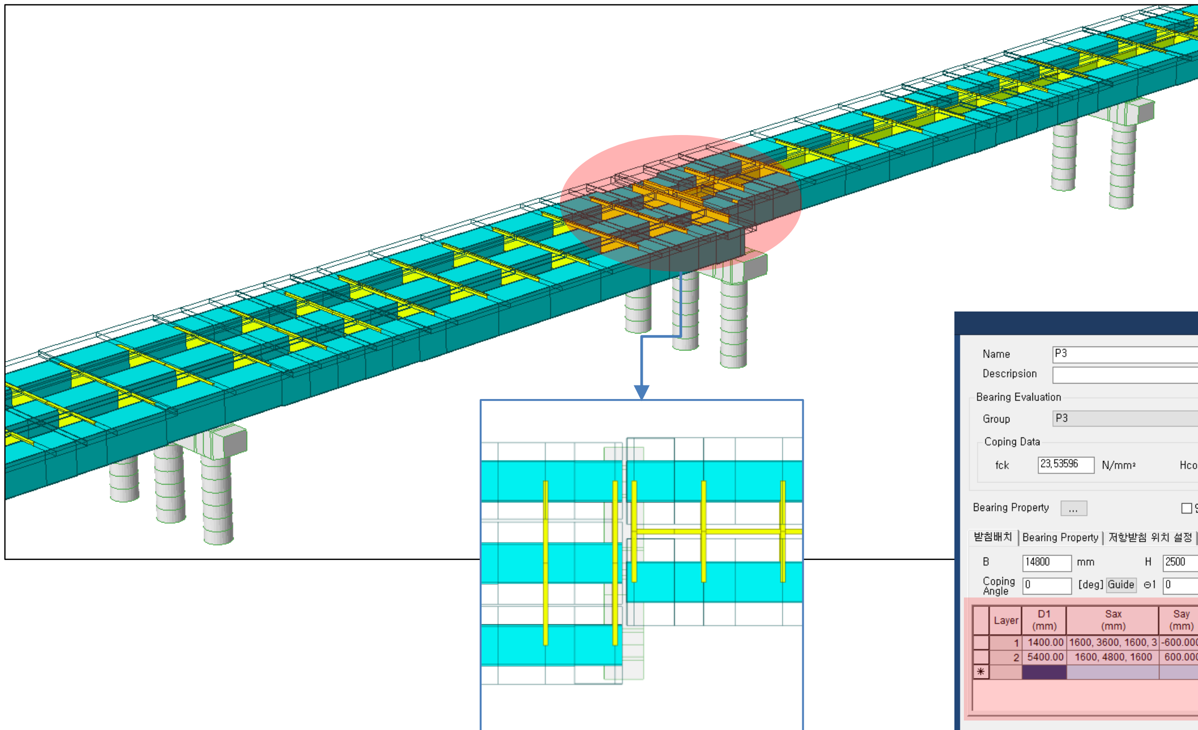
58

$f_l = f_{l,b} + f_{l,w} = -0.030 \le 0.6F_{yf} = 213.000$ ∴ OK

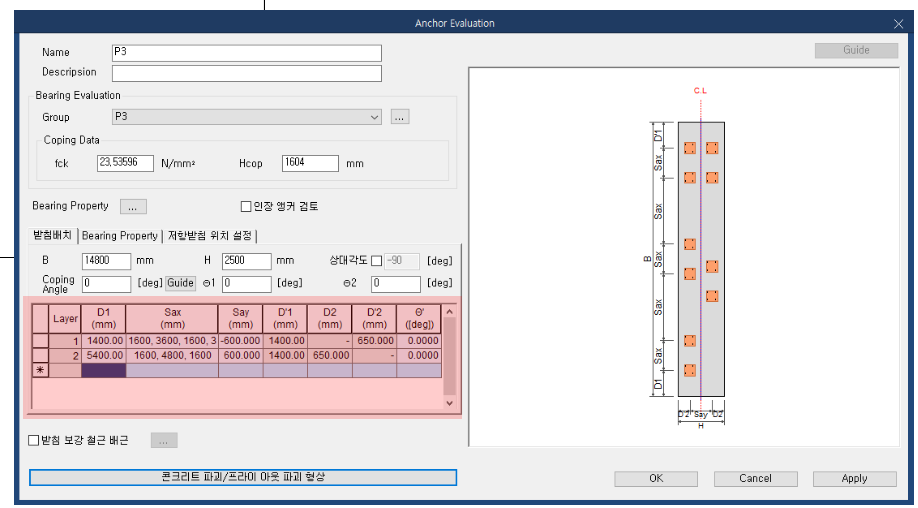
3. Seismic Performance Evaluation : 교량 접속부 및 확폭 구간 받침 배치 개선

- 교량 접속부/확폭 구간에 각 교각별 자유로운 받침 간격 및 종류 고려 가능
- 받침열에 대한 배치 정보를 각각 입력하도록 개선

- ***Seismic Perform. > Evaluation Type > Bearing Eval. > Bearing Evaluation > Anchor Evaluation***



교량 확폭 구간 교각의 예시

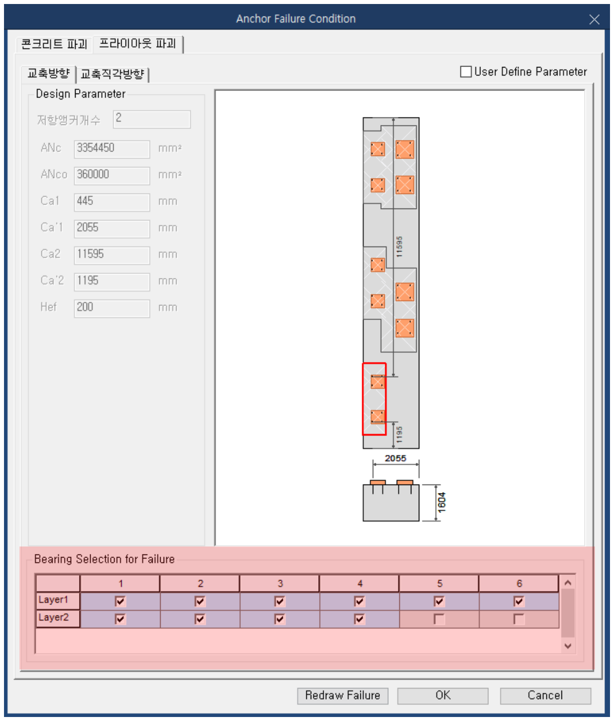


교량 확폭 구간 교각의 받침 배치 상태

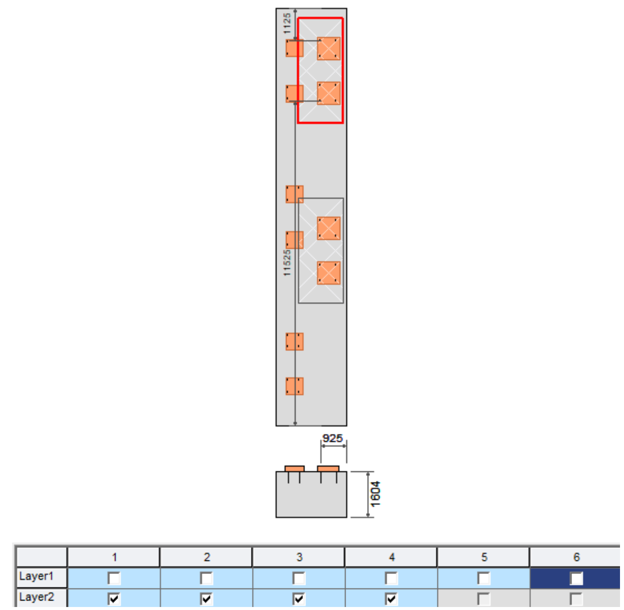
4. Seismic Performance Evaluation : 전단방향의 양방향 받침 검토

- 전단방향의 코핑부 양방향을 모두 검토하여 가장 불리한 저항 그룹을 선정하여 평가하도록 개선
- Bearing Selection for Failure 기능을 활용한 임의 저항 받침 적용 가능

- ***Seismic Perform. > Evaluation Type > Bearing Eval. > Bearing Evaluation >*** ***Anchor Evaluation***



임의 저항 받침 선택 가능

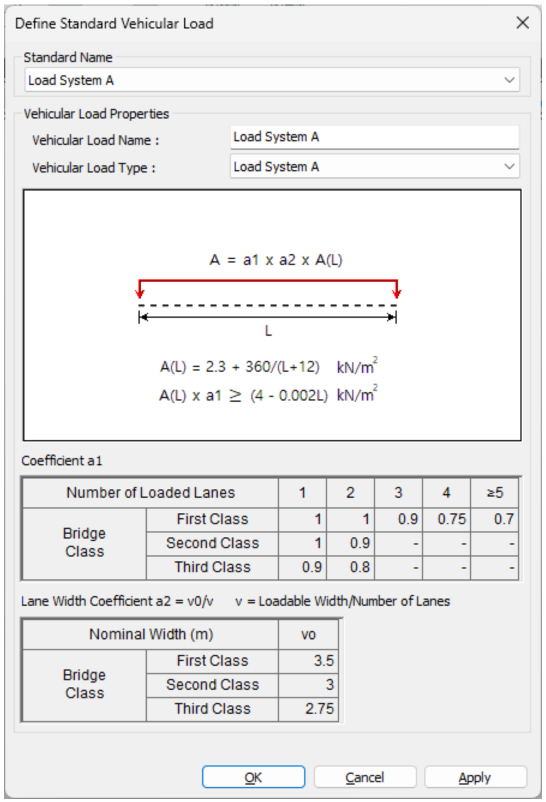


임의 저항 받침 상태에 따른 최대 불리한 저항 그룹 선정

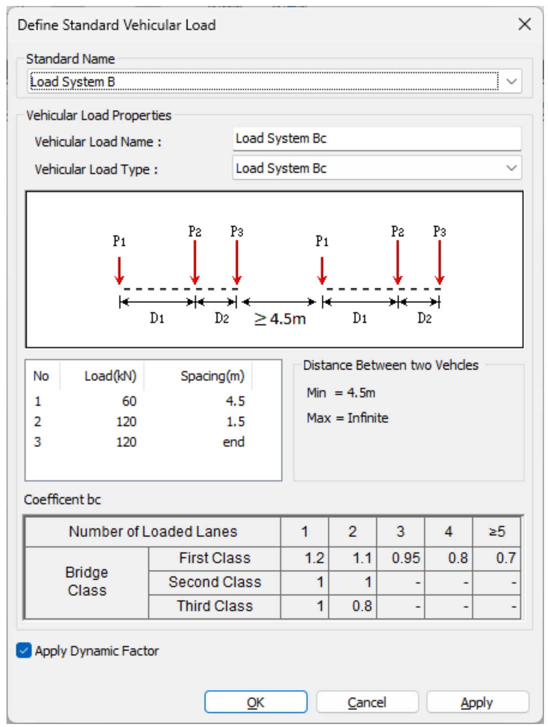
5. Moving Load Analysis to French Former Standard: FASCICULE N° 61 TITRE II

- 전 프랑스 국가 기준 (Former French national standard)에 대한 차량 라이브러리가 추가 되었습니다.
- Fascicule N° 61, Conception, Calcul et Epreuves des Ouvrages d'art, Titre II - Programmes de Charges et Epreuves des Ponts-Routes (in French)

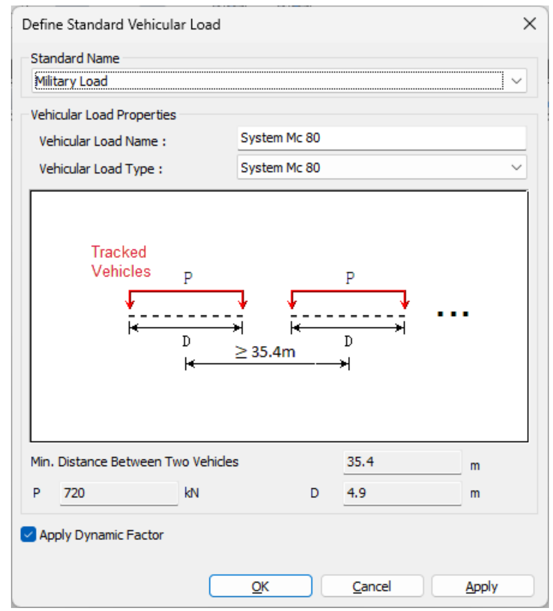
▪ ***Load> Moving Load > Moving Load Code > France***



Load System A



Load System Bc

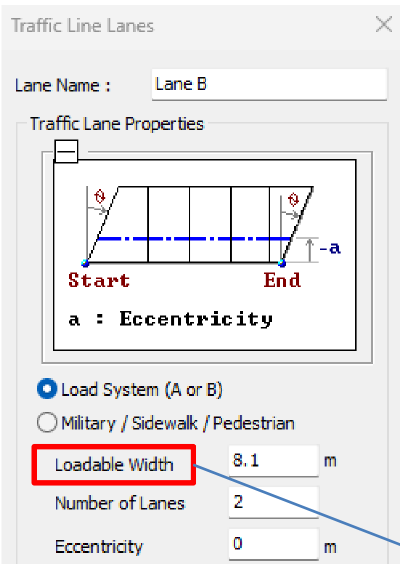


Military Load Mc 80

5. Moving Load Analysis to French Former Standard: FASCICULE N° 61 TITRE II

- 개별 차선이 아닌 차선 정의에서 도로 폭을 정의 합니다.

- ***Load> Moving Load > Moving Load Code > France***



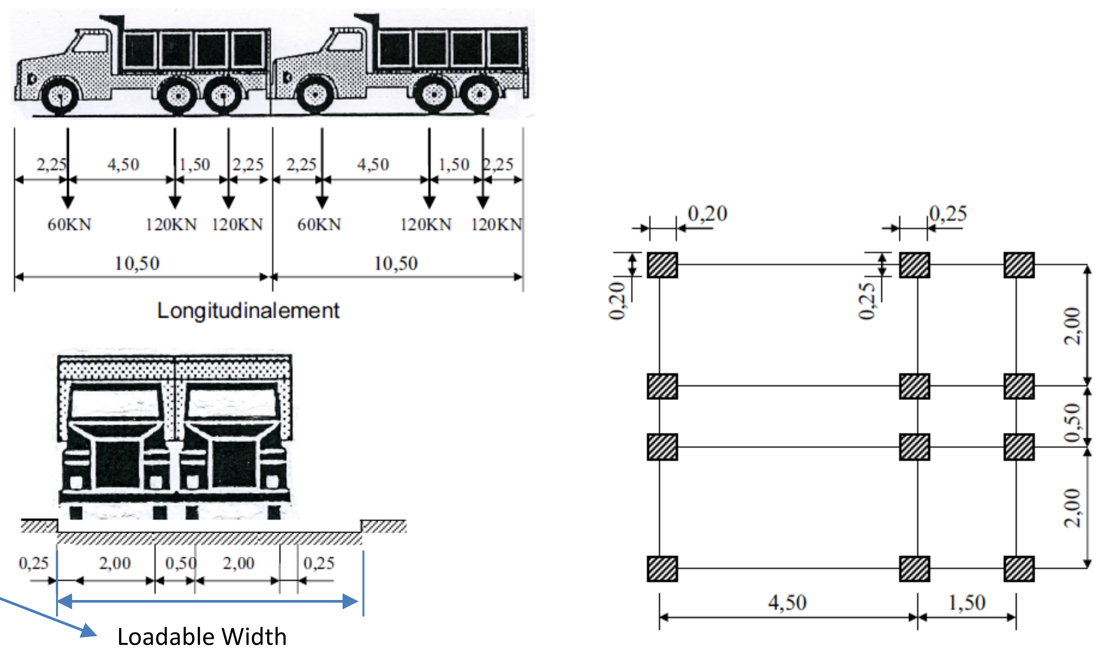
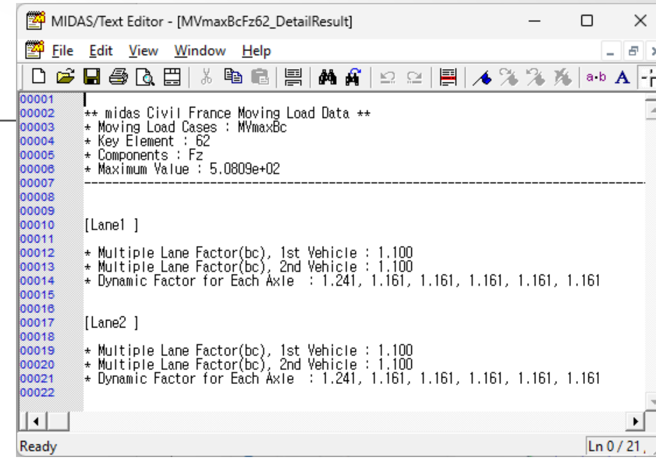


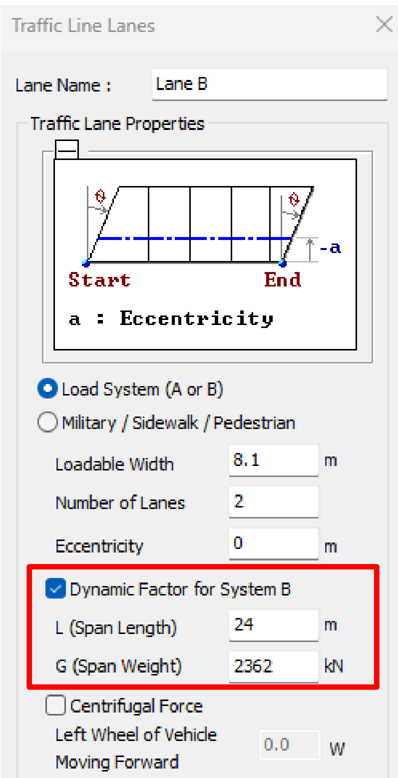
Figure 4.1 : Système B_c

5. Moving Load Analysis to French Former Standard: FASCICULE N° 61 TITRE II

- 각 스팬의 스팬 길이와 무게를 입력하여 동적 계수(δ)를 계산합니다.
- 각 스팬에 대한 Bc 하중 체계의 최대 하중은 프로그램에 의해 결정됩니다.

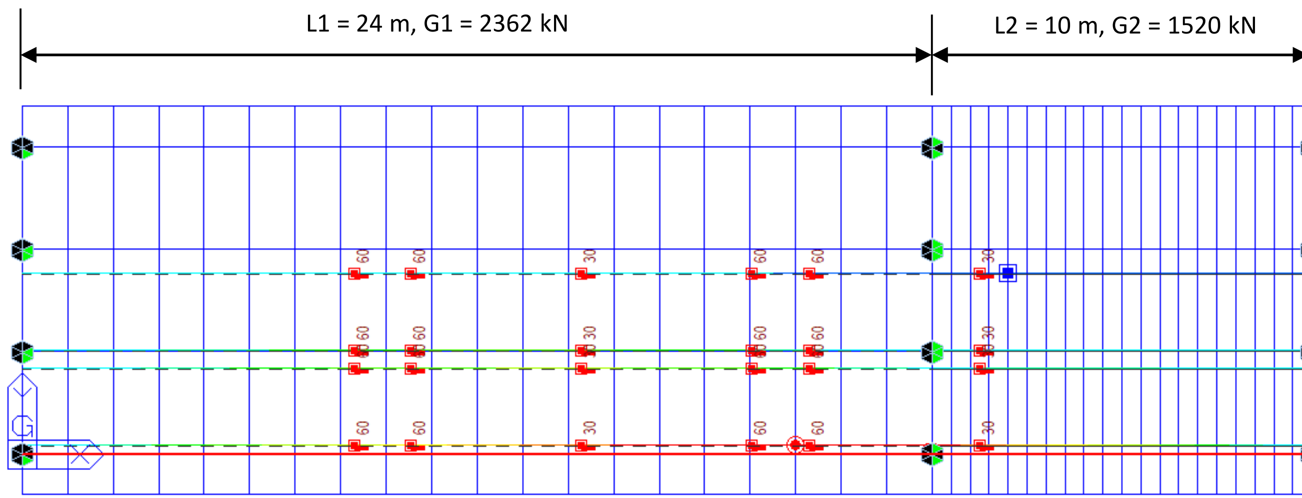


- ***Load> Moving Load > Moving Load Code > France***



- Dynamic Factor

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1+0,2.L} + \frac{0,6}{1+4\dfrac{G}{S}}$$



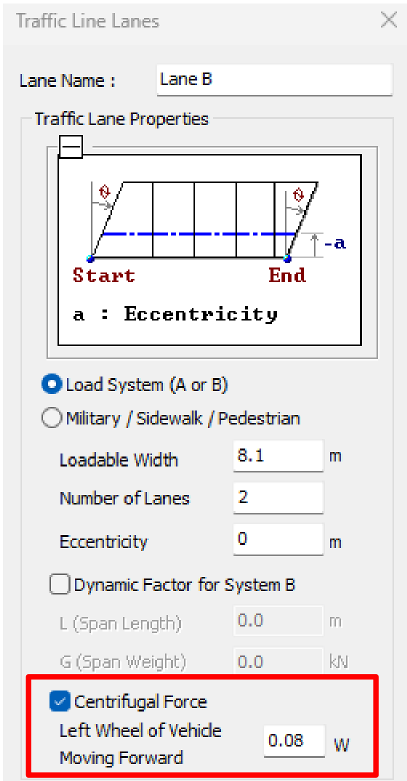
No	Elem	Eccen. (m)	L (m)	G (kN)	Span Start
1	82	-4.05	24	2362	☑
2	83	-4.05	24	2362	☐

No	Elem	Eccen. (m)	L (m)	G (kN)	Span Start
40	121	-4.05	10	980.	☐

5. Moving Load Analysis to French Former Standard: FASCICULE N° 61 TITRE II

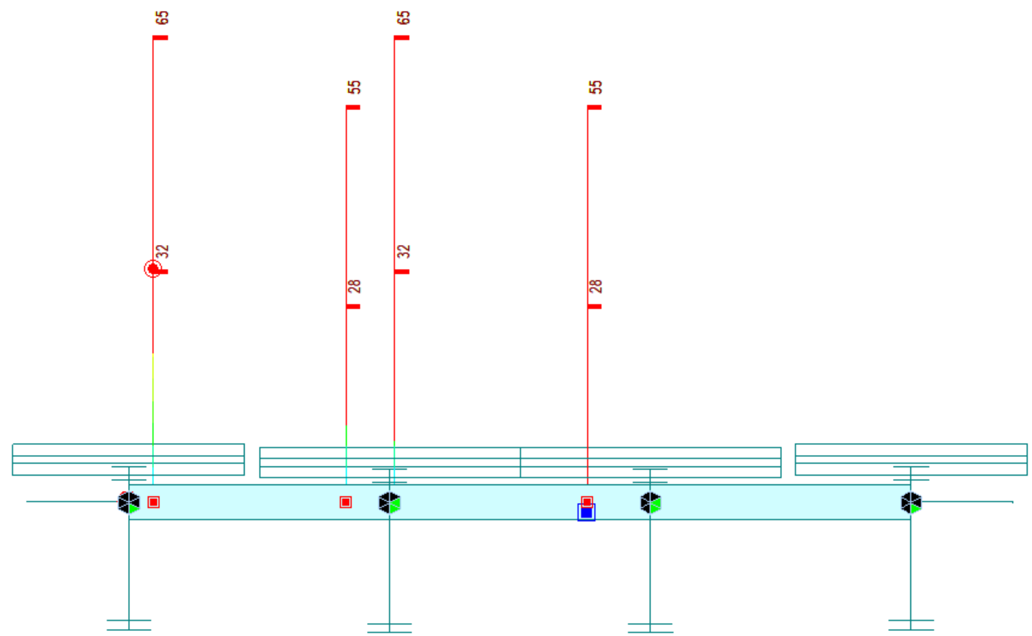
- 원심력 효과는 수직 하중의 효과에 추가될 수 있습니다.

▪ ***Load> Moving Load > Moving Load Code > France***



- The ratio for the increase of left wheel load to consider the centrifugal forces

$$\frac{R+150}{6R+350} \quad \text{if } R < 400\text{m} \qquad\qquad \frac{80}{R} \quad \text{if } R \geq 400\text{m}$$

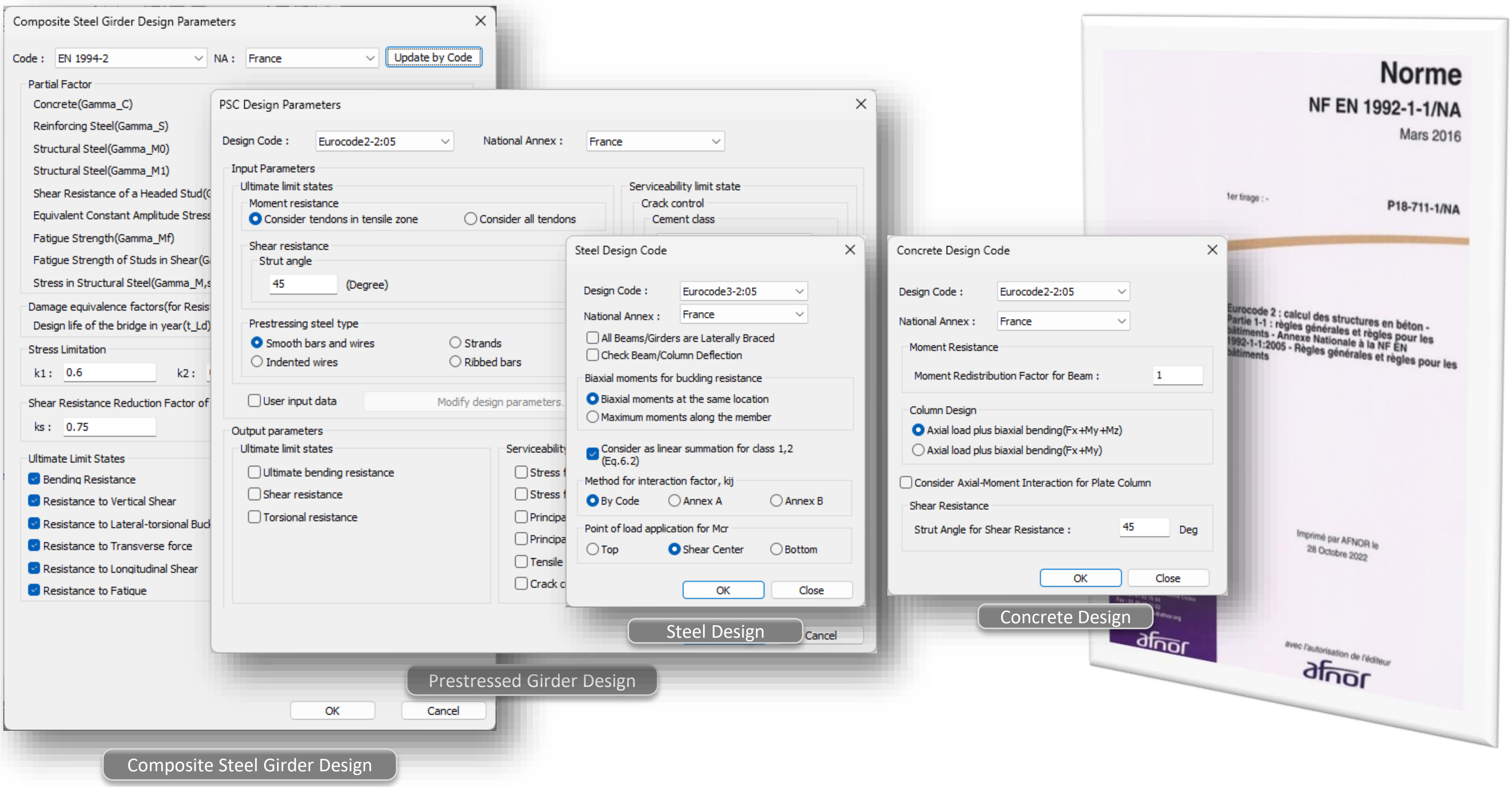


Vertical Loads with Centrifugal Forces

6. French National Annex to Eurocode 2, 3, 4

- Eurocode 2, 3 및 4에 대한 프랑스 국가 부록이 추가되었습니다.

▪ ***Design> RC Design, Steel Design, Composite Design*** ***PSC> PSC Design***



7. Eurocode Design Report in French

- Eurocode의 디자인 보고서를 이제 프랑스어로 생성할 수 있습니다.

- ***Design>*** ***RC Design, Steel Design, Composite Design***
- ***PSC>*** ***PSC Design***

MIDAS Information Technology Co.,Ltd.

Civil 2022 (v1.1) / Vérification

■ NOM DU MEMBRE : Slab-BC

1. Informations de l'élément

1) Code de conception

EN 1992-2: 2005 (NA:France)

2) Propriété de section

10 (ID : 10)

3) Propriété matérielle

f_{ck} = 30.000MPa, f_y = 500.000MPa

4) Longueur

L = 0.914m

5) Données de ferraillage

Bot-Dir.1 : P16@300
Top-Dir.1 : P16@300
Bot-Dir.2 : P13@300
Top-Dir.2 : P13@300

2. Capacité de Moment (Dir-x, Négatif)

Moment Nég.	Memb No.	740	
	Nœud No.	777	
	LCB	cLCB2	
	M_{Ed} / M_{Rd}	-56.696kN·m/m / -59.070kN·m/m = 0.960	OK
	ρ_{min} , ρ , ρ_{max}	ρ_{min} = 0.00151 < ρ = 0.00319 < ρ_{max} = 0.04000	OK

* cLCB2 : (1.350)SW+(1.350)EHmax+(1.350)LS+(1.350)MVL1+(1.350)EV

1) Paramètre de conception

f_{ck} = 30.000MPa, f_{yk} = 500.000MPa
b_w = 1,000.000mm, h = 260.000mm
d = 210.000mm
A_{st} = 670.200mm²
α_{cc} = 1.000
γ_c = 1.500, γ_s = 1.150
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ = 20.000MPa
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$ = 434.783MPa

Číslo prvku	16
Position Information	J

1.Nastavení posudku

1.1 Návrhové parametry

- Dílčí součinitele pro mezní stav únosnosti (EN 1992-1-1:2004, 2.4.2.4)

Návrhové situace	γ_c beton	γ_s betonářská výztuž	γ_s předpjatá výztuž
Trvalé & Dočasné	1.500	1.150	1.150
Mimořádné	1.200	1.000	1.000

- součinitel α_{cc} , α_{ct} : Součinitel pro dlouhodobé účinky únosnosti v tlaku a tahu.

α_{cc} = 0.850 (pro únosnost betonu v tlaku)
α_{ct} = 1.000 (pro únosnost betonu v tahu)

1.2 Průřezy

b_w	8500.0	mm	I_y	7.8668E+12	mm⁴	A_{sl}	0.000	mm²
h	3000.0	mm	I_z	2.9574E+13	mm⁴	A_{sc}	0.000	mm²
d_c	0.0	mm	C_y	4250.0	mm	A_{sw}	0.000	mm²
d_t	0.0	mm	C_z	1790.6	mm	A_{wt}	0.000	mm²
A	6208720.000	mm²				A_{lt}	0.000	mm²

1.3 Materiály

- Beton

f_{ck} = 40.000 MPa , E_c = 35220.000 MPa

- Výztuž

f_{yk} = 400.000 MPa , E_s = 200000.000 MPa

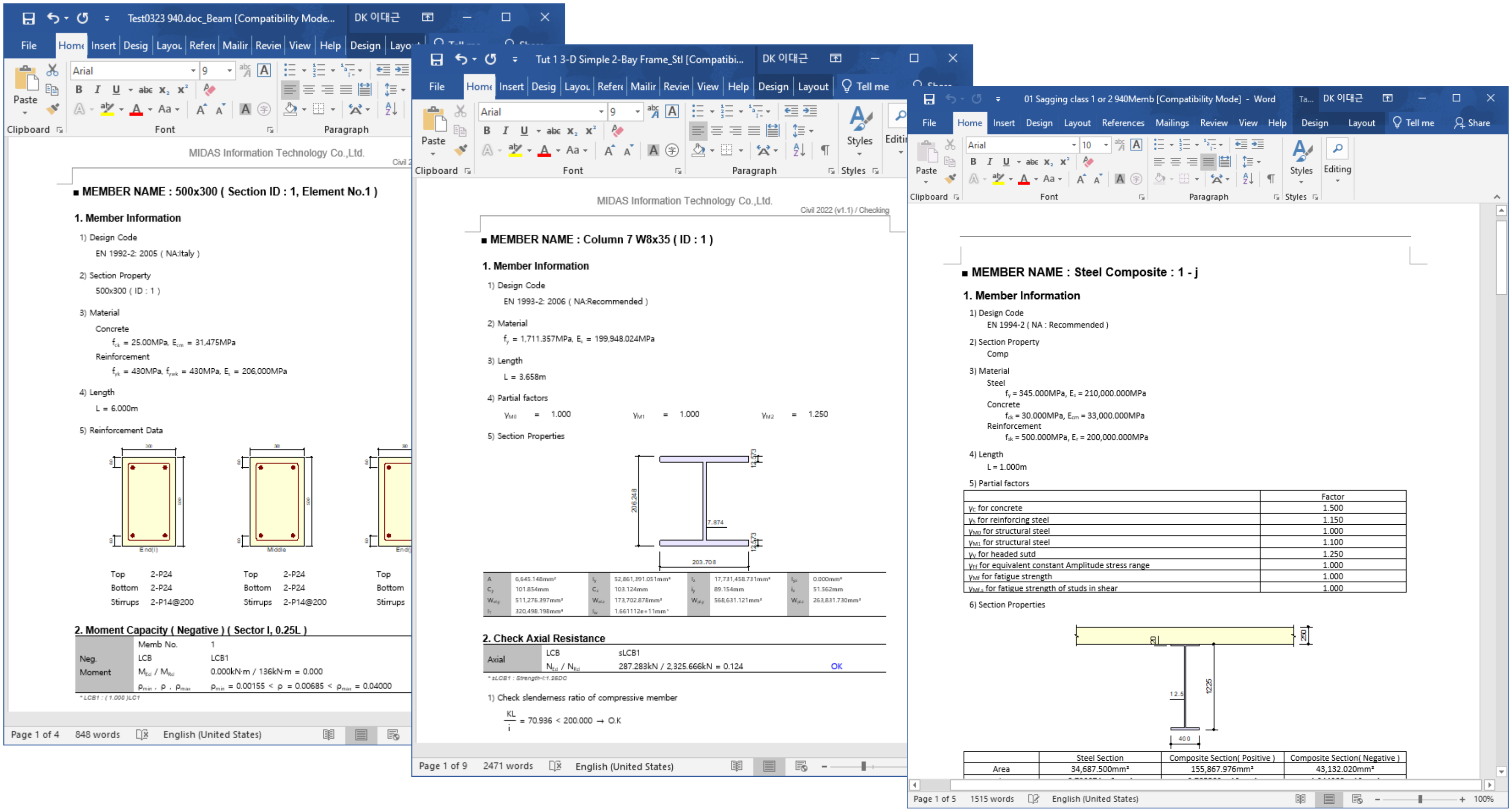
1.4 Předpjaté kabely

Typ	Název kabelu	Pozice (mm)	Plocha (mm²)	Pevnost (MPa)		E_p (MPa)
				f_{pk}	$f_{p0.1k}$	
1	S_A2L	500.0	2635.300	1900.000	1600.000	200000.000
2	S_A3L	700.0	2635.300	1900.000	1600.000	200000.000
3	S_A4R	900.0	2635.300	1900.000	1600.000	200000.000
4	S_A4L	900.0	2635.300	1900.000	1600.000	200000.000

8. Eurocode Design Report in Word Format

- Eurocode의 디자인 보고서는 이제 Excel 형식보다 더 빠른 Word 형식으로 생성되며, 사용자는 보고서 스타일을 쉽게 변경할 수 있습니다.
- 이 버전에서 PSC 디자인 보고서는 여전히 Excel 형식으로 유지됩니다.

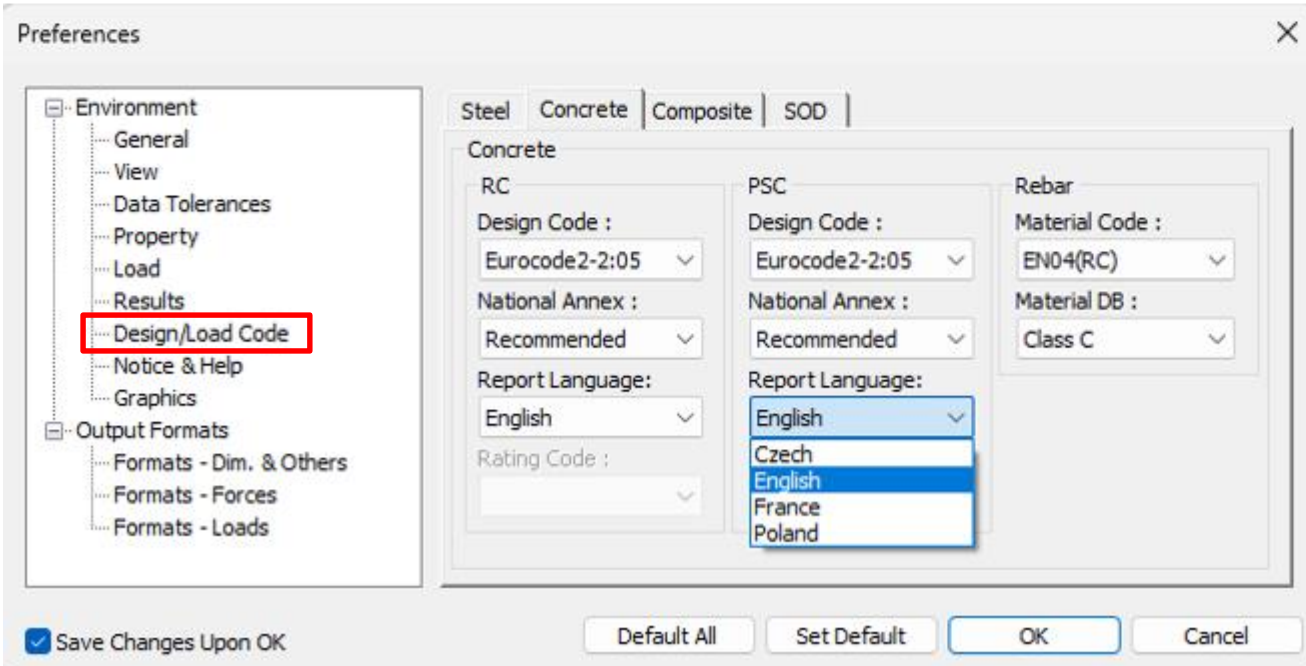
▪ ***Design> RC Design, Steel Design, Composite Design***



9. Preference Setting for Design Report Language

- 디자인 보고서의 선호 언어를 이제 Eurocode와 AASHTO LRFD의 설정에서 선택할 수 있습니다.
- 디자인 보고서의 선호 단위 체계를 이제 AASHTO LRFD의 설정에서 선택할 수 있습니다.

▪ ***Tools> Setting > Preferences > Design/Load Code***

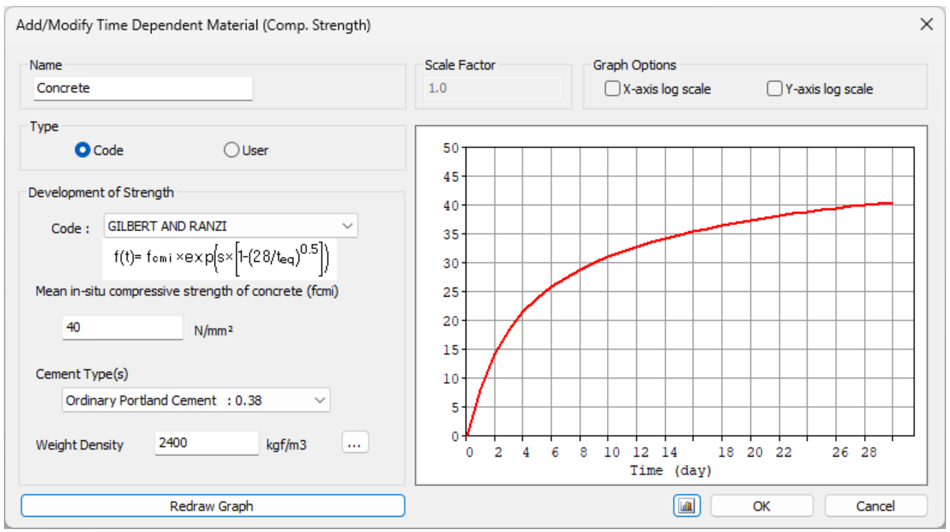


Report Language of Preference

10. Time Dependent Material: Modulus of Elasticity Suggested by Gilbert and Ranzi

- Gilbert와 Ranzi가 제안한 시간에 따라 변화하는 탄성률이 추가되었습니다.
- Time-dependent behavior of concrete structures by Raymond Ian Gilbert and Gianluca Ranzi, 2010

▪ ***Properties> Time Dependent Material > Comp. Strength > GILBERT AND RANZI***



Development of Compressive Strength

- Modulus of elasticity

For $f_{cmi} \leq 40$ MPa:

$$E_c = \rho^{1.5} 0.043 \sqrt{f_{cmi}} \text{ (in MPa)}$$

For $40 < f_{cmi} \leq 100$ MPa:

$$E_c = \rho^{1.5} [0.024 \sqrt{f_{cmi}} + 0.12] \text{ (in MPa)}$$

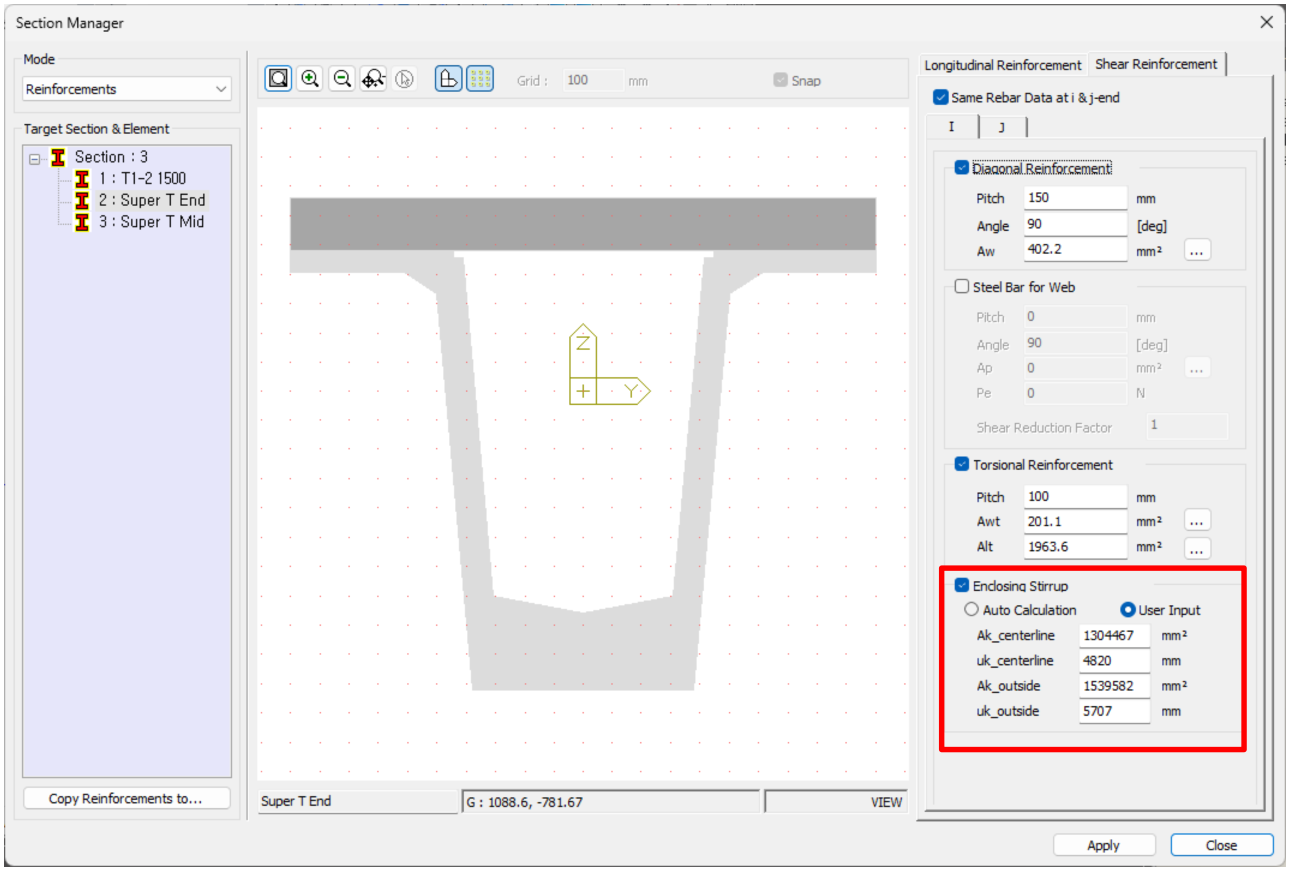
- Modulus of elasticity with time

$$E_c(t) = \left(e^{s(1-\sqrt{28/t})}\right)^{0.5} E_c(28)$$

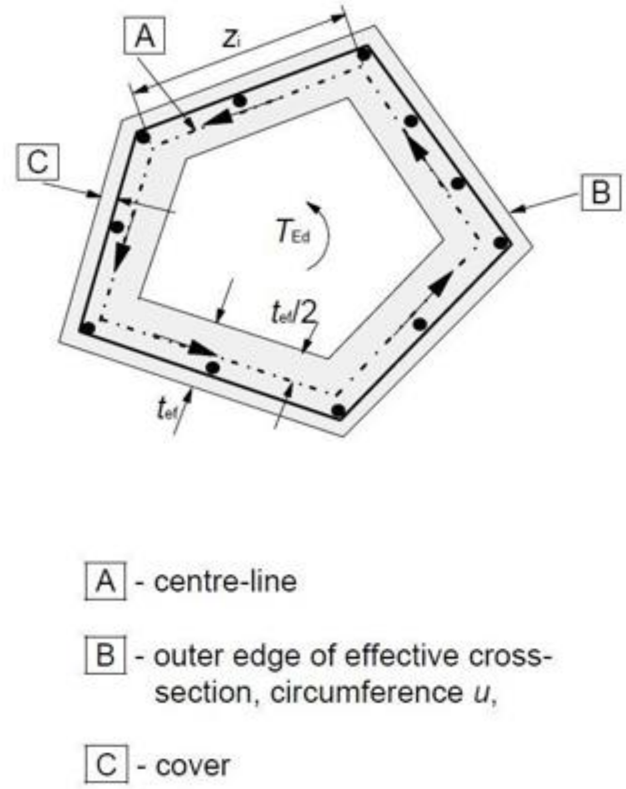
11. PSC Design: User Input of Torsion Parameters, Ak and uk

- PSC-Value 유형, PSC-Composite 유형 및 General-Composite 유형 단면의 비틀림 설계에 대한 면적 및 둘레를 사용자가 정의할 수 있습니다.

▪ ***Properties> Section > Section Manager > Reinforcements***



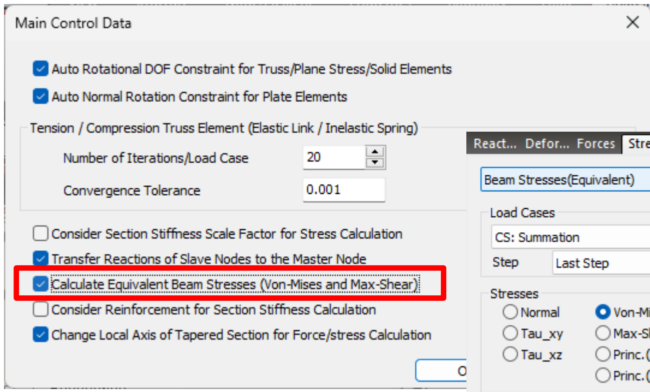
Shear Reinforcement of Section Manager



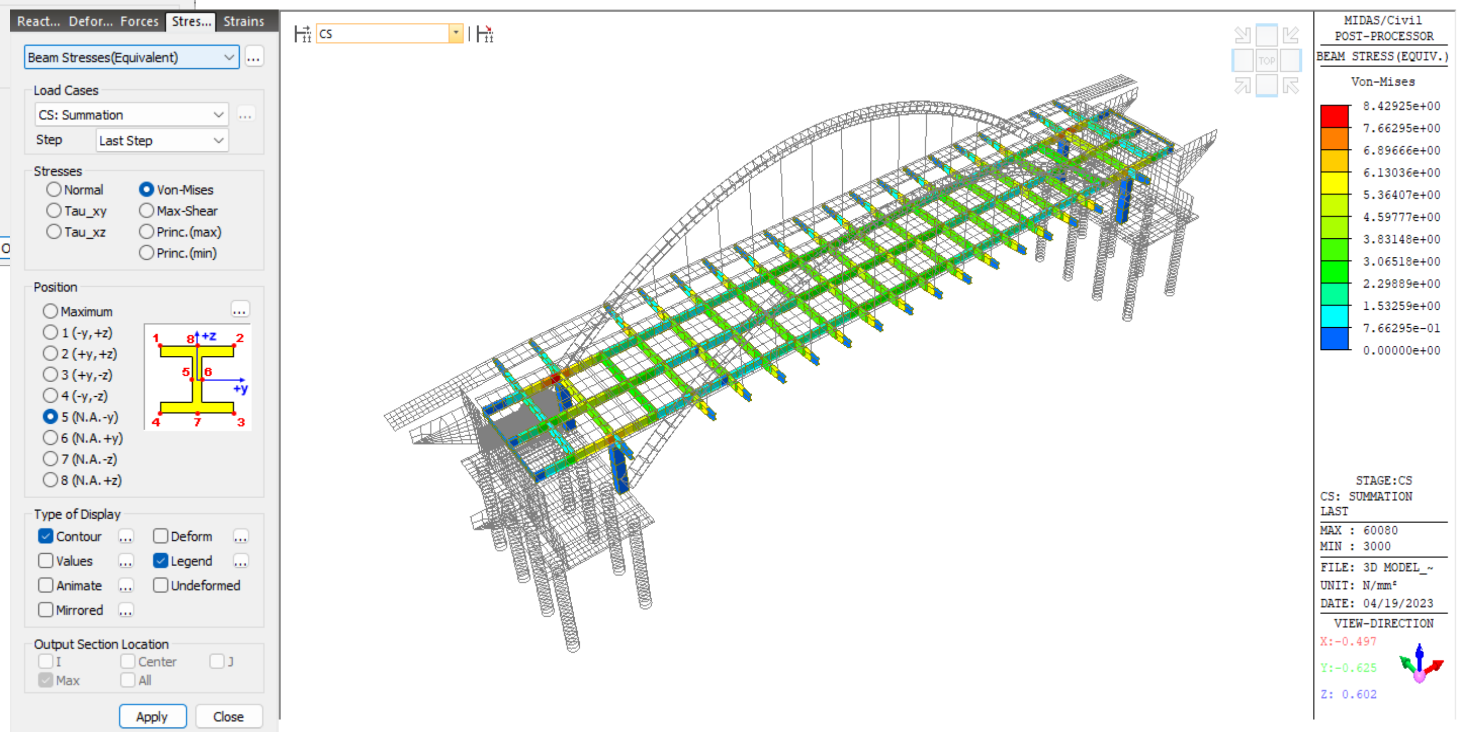
12. Equivalent Beam Stress Results for Construction Stage Analysis

- 건설단계해석에서 Steel 보의 단면의 폰 미세스 응력 (von-Mise Stresses)을 포함한 등가보 응력을 제공 합니다.

- ***Results> Stresses > Beam Stresses (Equivalent) or Beam Stresses Diagram (Equivalent)***



Main Control Data

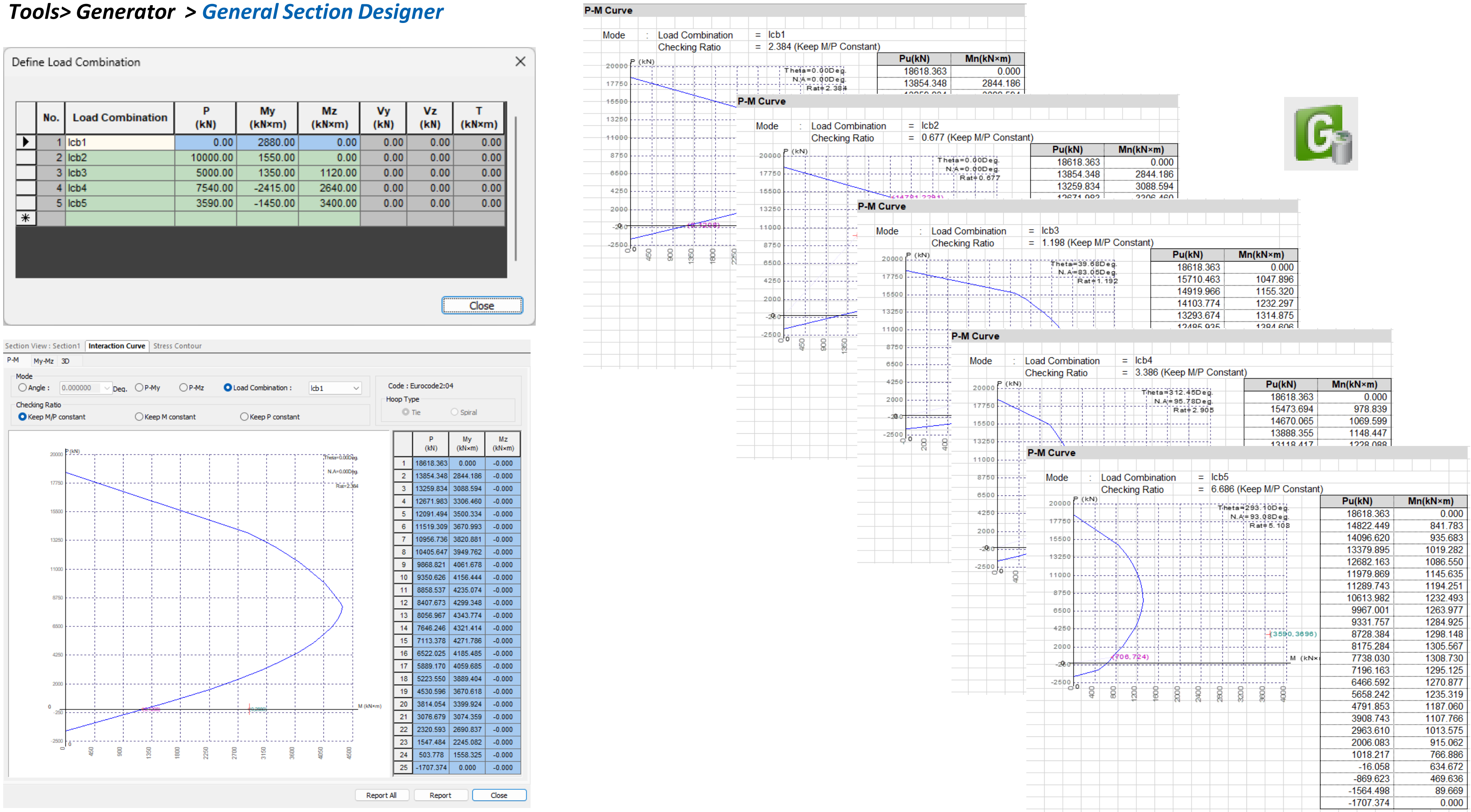


Von-Mises Stresses at Centroid of Steel Beam

13. GSD Excel Report: Print Results of All Load Combinations

- GSD 보고서에서 모든 하중 결합에 대한 디자인 결과가 이제 함께 생성됩니다.

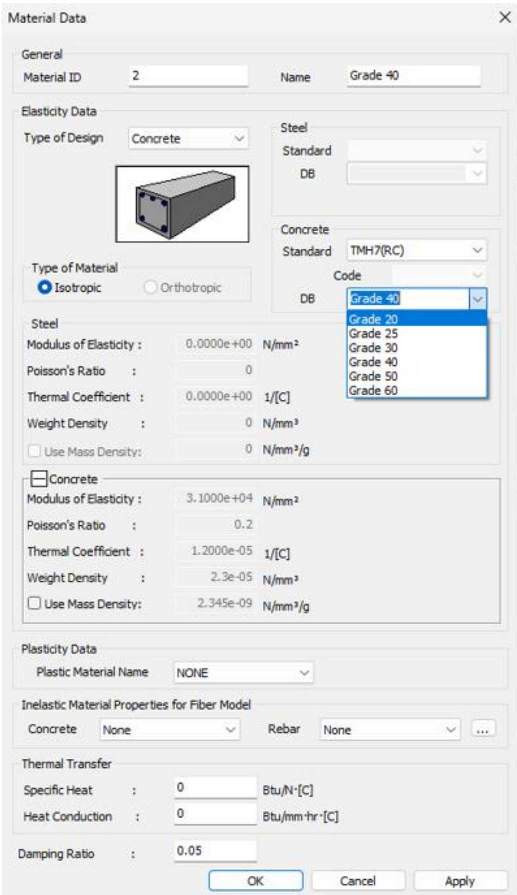
▪ ***Tools> Generator*** **>** ***General Section Designer***



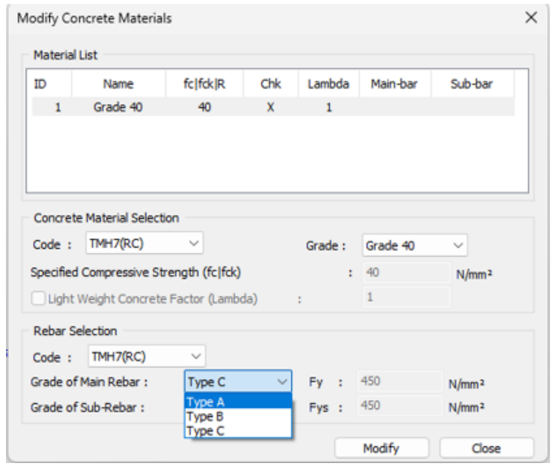
14. Concrete & Rebar Material Database to South Africa: TMH7

- South Africa TMH7을 위한 콘크리트 및 강재 재료 데이터베이스가 추가되었습니다.

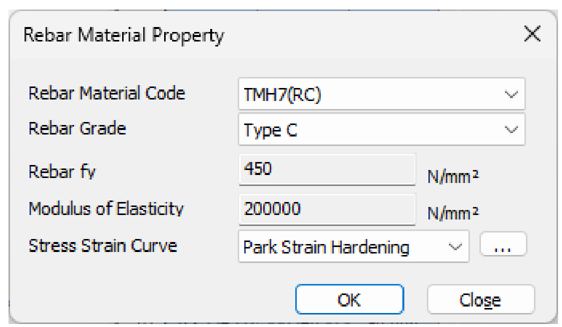
■ ***Properties> Material > Concrete > TMH7***



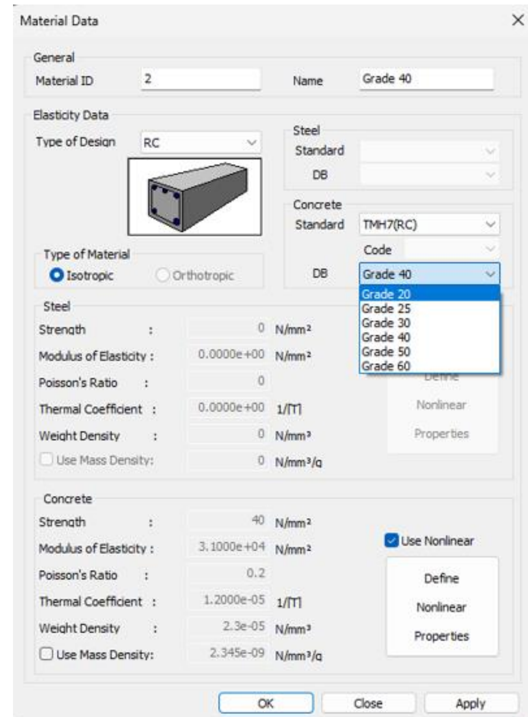
Concrete Material



Reinforcement Material



Reinforcement Material

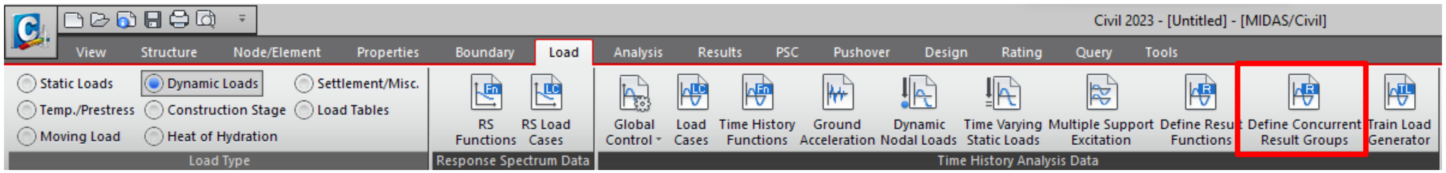


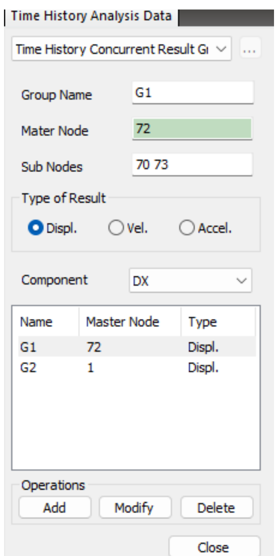
Concrete Material

15. Concurrent Disp./Vel./Accel. for Time History Analysis

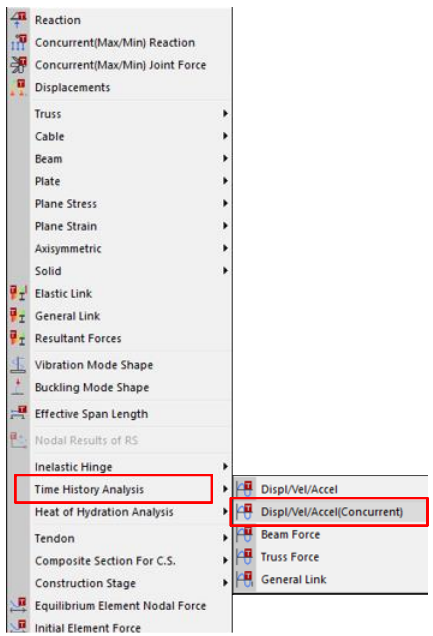
- 선형/비선형 시간 이력 분석에서 동시에 여러 노드의 변위를 동시에 적용할 수 있습니다.

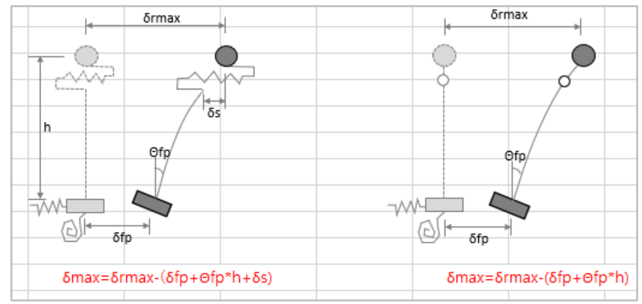
- ***Load> Load Type > Dynamic Loads > Time History Analysis Data > Define Concurrent Result Groups***
- ***Results> Result Tables > Time History Analysis > Displ./Vel./Accel. (Concurrent)***





Define Node Groups





Group	Load	Node	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)	RX ([rad])	RY ([rad])	RZ ([rad])
G1	EX(max)	Mater Node(72)	97.009600	0.000547	-0.205912	-0.000000	0.001684	-0.000033
		Sub Node(70)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
		Sub Node(73)	24.129700	-0.000193	-0.077511	0.000001	0.001782	-0.000050
G1	EX(min)	Mater Node(72)	-77.893400	-0.003365	0.440000	0.000013	-0.001365	0.000019
		Sub Node(70)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
		Sub Node(73)	-23.230400	0.000922	0.170059	-0.000003	-0.001508	0.000049
G2	EX(max)	Mater Node(1)	131.728000	-0.012116	-0.319860	0.000002	0.000950	-0.000054
		Sub Node(70)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
		Sub Node(72)	96.609000	0.000783	-0.228289	-0.000001	0.001692	-0.000032
		Sub Node(73)	24.106900	-0.000252	-0.086362	0.000001	0.001773	-0.000049
G2	EX(min)	Mater Node(1)	-112.312000	-1.110280	0.590966	0.000043	-0.001041	0.000030
		Sub Node(70)	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
		Sub Node(72)	-77.818700	-0.003272	0.432113	0.000013	-0.001381	0.000019
		Sub Node(73)	-22.805700	0.000893	0.167061	-0.000003	-0.001495	0.000046

Concurrent Displacements of Multiple Nodes

16. Transmission Zone Design of Pretensioned Beam to AASHTO LRFD

- 프리텐션 빔 설계는 전송 길이(Transmission length) 및 철근의 정착길이(Development length)로 정의된 이중선형 관계를 따르는 텐던의 응력 발생을 고려하여 수행됩니다.
- 철근의 정착길이(Development length)를 고려하여 ULS에서의 휨 저항력이 철근의 정착길이(Development length) 내에서 계산됩니다.

■ ***PSC > Design Parameter> AASHTO LRFD***

2.Flexure design for a section

■ **Moment Direction** **Positive**

- Method of Calculation : Code
- The maximum strength limit load combination : cLCB3
- The maximum factored moment (M_u) : 6832.570 (kips·in)

1) Depth of neutral axis to compression face *(See 5.6.3.1)*

No.	Axial force in tendons(Bond) by Code				
	Tendon Name	k	f_{ps}	$T_{ps}=A_{ps}f_{ps}$	$A_{ps}f_{ps}(d_p-c)$
1	S_Span1-263	0.374	44.509	9.658	541.010
2	S_Span1-253	0.374	44.510	9.659	541.027
3	S_Span1-243	0.374	44.204		
4	S_Span1-233	0.374	43.899		

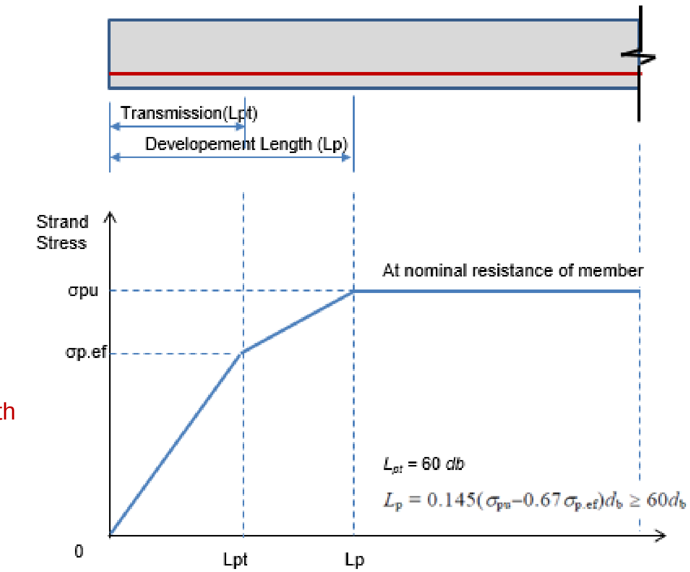
Tendon stress at ULS within development length

No.	Development Length				
	Tendon name	l_t (in)	l_d (in)	l_{px} (in)	f_{px} (ksi)
1	S_Span1-263	31.50	152.65	15.75	44.51
2	S_Span1-253	31.50	152.65	15.75	44.51
3	S_Span1-243	31.50	153.15		
4	S_Span1-233	31.50	153.65		

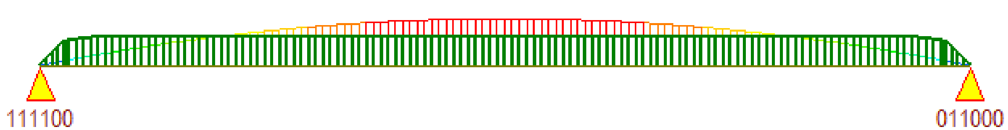
Transfer Length & Development Length

* The section is located within the transfer length

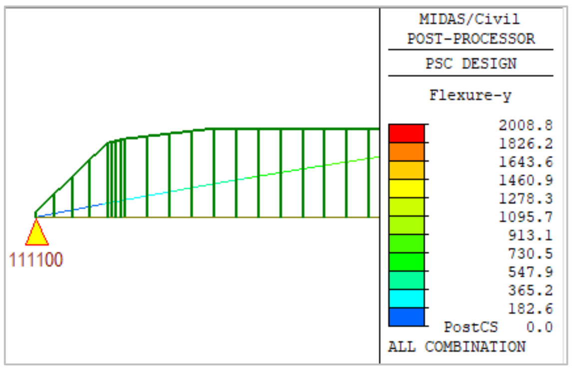
Development Length in Report



Stresses in the Tendon at ULS



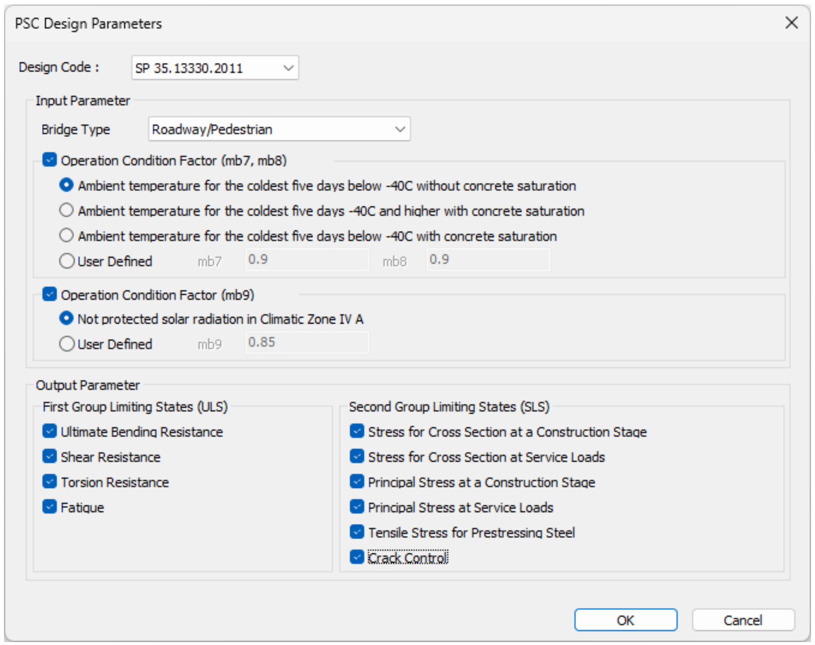
Flexural Resistance Diagram



17. SNiP/SP PSC Design: Crack Opening Coefficient by Tendon Material

- SNiP/SP PSC 디자인을 위해 다른 텐던 재료에 대한 균열 개방 계수가 추가되었습니다.

- ***PSC> Design Parameter > CSP 35.13330.2011***



PSC Design Parameters

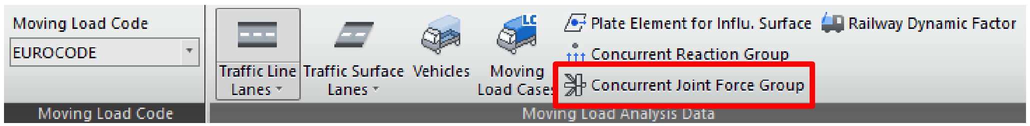
Material (GOST-SP)	Crack Opening Coefficient, Ψ
A600	1,5sqrt(Rr)
A800	1,5sqrt(Rr)
AT600	1,5sqrt(Rr)
AT800	1,5sqrt(Rr)
AT1000	1,5sqrt(Rr)
V1500	0,35(Rr)
V1400	0,35(Rr)
V1400 (Group S)	0,35(Rr)
V1400 (Group Zh)	0,35(Rr)
V1300	0,35(Rr)
V1200	0,35(Rr)
Vp1500	1,5sqrt(Rr)
Vp1400	1,5sqrt(Rr)
Vp1200	1,5sqrt(Rr)
K7-1500	1,5sqrt(Rr)
K7-1400	1,5sqrt(Rr)

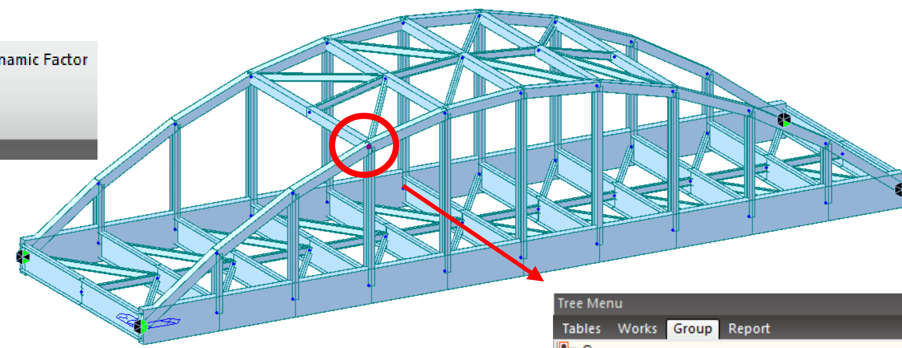
Crack Opening Coefficients

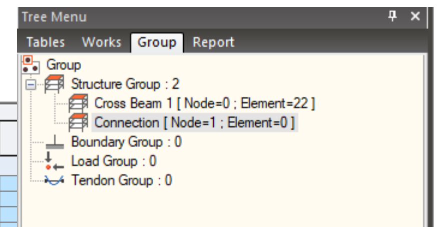
18. Concurrent Joint Forces

- 이동하중 분석 및 침하분석을 위해 조인트에서 교차하는 요소들의 동시 작용력이 제공됩니다.
- 이번 출시에서는 유로코드에만 적용이 가능합니다.

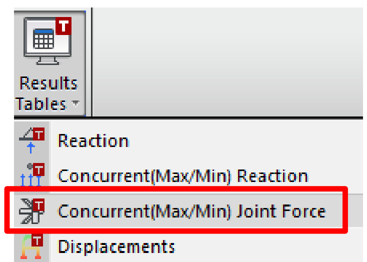
- ***Load> Moving Load Analysis Data > Concurrent Joint Force Group***
- ***Results> Result Tables > Concurrent (Max/Min) Joint Force***







Select Nodes and Assign Structure Group



Elem.	Load	Elem.	3[J]						4[I]				
		Component	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN·m)	My (kN·m)	Mz (kN·m)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fz (kN)	Mx (kN·m)	[illegible]
111111 Node:4	Apply												
3[J]	LM1-U(max)	Fx	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	[illegible]
		Fy	-596.7	10.3	2.4	-9.3	-11.2	-87.2	-538.0	-14.8	-2.3	37.8	[illegible]
		Fz	-1011.8	-4.7	28.5	5.1	80.0	39.7	-913.1	5.4	21.6	-9.3	[illegible]
		Mx	-767.0	-8.6	-5.5	16.4	71.0	70.9	-647.3	7.4	14.0	-21.4	[illegible]
		My	-1262.5	-7.4	-17.8	7.8	297.7	61.8	-1119.2	8.4	33.9	-11.9	[illegible]
		Mz	-1282.0	-11.3	-13.6	12.4	211.7	94.2	-1130.5	12.8	25.1	[illegible]	[illegible]
4[I]	LM1-U(max)	Fx	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	[illegible]	[illegible]
		Fy	-1143.7	-11.1	13.1	11.4	149.2	93.0	-1017.1	13.0	19.4	-23.2	161.3
		Fz	-1064.8	-7.7	-14.8	9.1	277.2	64.6	-936.8	8.7	38.6	-16.0	285.6
		Mx	-787.8	9.6	0.9	-10.7	-13.9	-81.6	-713.5	-13.8	-6.1	40.2	-30.2
		My	-1251.5	-7.3	-17.6	7.9	297.4	60.9	-1108.5	8.2	34.2	-12.1	303.1
		Mz	-1101.6	-11.2	13.4	12.1	150.9	93.6	-977.3	13.0	20.3	-24.3	164.0
13[I]	LM1-U(max)	Fx	-1967.4	-6.1	-22.1	5.0	214.2	51.1	-1761.1	6.4	21.3	-0.3	214.1
		Fy	-1186.4	-7.4	13.6	7.5	219.2	61.9	-1061.8	8.6	25.8	-13.8	229.5
		Fz	-678.2	-6.9	9.2	15.9	37.0	57.4	-571.1	5.3	11.7	-21.1	57.0
		Mx	-1246.5	-11.1	-13.3	13.7	213.0	92.7	-1096.2	12.3	25.9	-22.8	222.9
		My	-764.5	-8.5	-5.6	16.4	72.0	69.9	-644.9	7.3	14.1	-21.4	87.1
		Mz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
111[I]	LM1-U(max)	Fx	-1018.2	1.5	-1.6	6.4	-4.0	-13.8	-881.0	-6.1	-5.3	8.8	5.1
		Fy	-1461.5	-10.7	-14.7	12.9	200.7	89.1	-1290.5	11.6	22.9	-19.2	209.5
		Fz	-670.1	-7.3	9.2	16.0	36.3	61.0	-565.2	6.0	11.9	-21.9	55.7
		Mx	-644.6	-4.3	10.4	12.9	37.0	35.9	-543.2	2.3	9.8	-16.1	58.3
		My	-668.0	-7.4	9.3	16.0	36.2	61.1	-563.4	6.0	11.9	-21.9	55.5
		Mz	-1299.0	-11.0	-13.5	13.7	211.0	92.1	-1143.0	12.1	25.0	-22.2	220.9
125[I]	LM1-U(max)	Fx	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	0.0	-0.0
		Fy	-1474.2	-7.5	-18.5	6.5	277.3	62.5	-1315.5	8.5	26.5	-7.8	277.9
		Fz	-1420.0	-7.5	-18.7	7.7	291.4	62.9	-1261.3	8.4	31.3	-10.4	295.9
		Mx	-602.7	-4.5	3.0	11.4	-92.0	36.6	-509.6	2.4	-1.8	-9.1	-82.1
		My	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		Mz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Concurrent Forces of Members Connected at Joints