장암교
(Steel BOX GIRDER교, 40.0+4@50.0+40.0=280.0m)

1. 설 계 조 건

1) 교 량 제 원

(1) 교 량 명 : 장암교

(3) 교 량 형 식 : Steel Box Girder교

(4) 교 량 연 장 : 40 + (4 @ 50) + 40 = 280m

(5) 교 량 폭 원 : B = 19.500 m

(7) 사 각(Skew) : 90.000 °

(6) Girder 제원 : B = 2.500 m H = 1.500 m

(2) 교 량 등 급 : 1 등급 (DB-24 및 DL-24 적용)

(10) 사용재료 및 물리적 특성치

① 강 재

▪ 사 용 재 료

주 부 재	SWS50B	
부 부 재	SWS41B	
강재 탄성계수 (E_{st})	205,000	MPa
강재의 전단탄성계수 (G)	79,000	MPa

▪ 허용 응력 (MPa) (☞ 도.설.해 3.3.2.1)

강 종 / 응력 종류, 판두께(mm)		SS 400 SM 400 SMA400	SM 490	SM490Y SM 520 SMA490	SM 570 SMA570	HSB500	HSB600	HSB800
축방향 인장응력 및 휨 인장응력	40 이하	140	190	215	270	230	270	380
	40 초과 75 이하	130	175 (190)	200 (215)	260 (270)			
	75 초과 100이하			195 (215)	250 (270)			

응력 종류, 판두께(mm) \ 강 종		SS 400 SM 400 SMA400	SM 490	SM490Y SM 520 SMA490	SM 570 SMA570	HSB500	HSB600	HSB800
ⓐ 휨 압축응력	40 이하	140	190	215	270	230	270	380
	40 초과 75 이하	130	175 (190)	200 (215)	260 (270)			
	75 초과 100이하			195 (215)	250 (270)			
전단응력	40 이하	80	110	125	155	135	155	220
	40 초과 75 이하	75	100 (110)	115 (125)	150 (155)			
	75 초과 100이하			115 (125)	145 (155)			
지압응력 (강판과 강판 사이)	40 이하	210	285	325	405	345	405	570
	40 초과 75 이하	195	265 (285)	300 (325)	390 (405)			
	75 초과 100이하			295 (325)	375 (405)			

※ TMC 강재일 경우에는 ( )안의 값을 적용한다.

압축플랜지가 콘크리트 바닥판 등에 직접 고정되어 있는 경우, 상자형 단면, π형 단면과 같이 횡자굴이 일어나기 어려운 경우 휨 압축응력 적용

▪ 항복 응력 (MPa) (☞ 도.설.해 3.2.5)

응력 종류, 판두께(mm) \ 강 종		SS 400 SM 400 SMA400	SM 490	SM490Y SM 520 SMA490	SM 570 SMA570	HSB500	HSB600	HSB800
기준 항복점	40 이하	235	315	355	450	380	450	690
	40 초과 75 이하	215	295 (315)	335 (355)	430 (450)			
	75 초과 100이하			325 (355)	420 (450)			

※ TMC 강재일 경우에는 ( )안의 값을 적용하고, HSB 600인 경우에는 [ ]안의 값을 적용한다.

▪ 국부좌굴을 고려하지 않는 허용 축방향 압축응력 (MPa) (☞ 도.설.해 3.3.2.1)

강종 / 판두께 (mm)	SS 400 SM 400 SMA400	SM 490 [SM490C-TMC]	SM490Y SM 520 SMA490 [SM520C-TMC]	SM 570 SMA570 [SM570-TMC]
40 이하	$140 : \frac{l}{r} \le 18.6$ $140 - 0.82\,(\frac{l}{r} - 18.6) :$ $18.6 < \frac{l}{r} \le 92.8$ $\frac{1{,}200{,}000}{6{,}700 + (\frac{l}{r})^2} : 92.8 < \frac{l}{r}$	$190 : \frac{l}{r} \le 16.0$ $190 - 1.29\,(\frac{l}{r} - 16.0) :$ $16.0 < \frac{l}{r} \le 80.1$ $\frac{1{,}200{,}000}{5{,}000 + (\frac{l}{r})^2} : 80.1 < \frac{l}{r}$	$215 : \frac{l}{r} \le 15.1$ $215 - 1.55\,(\frac{l}{r} - 15.1) :$ $15.1 < \frac{l}{r} \le 75.5$ $\frac{1{,}200{,}000}{4{,}400 + (\frac{l}{r})^2} : 75.5 < \frac{l}{r}$	$270 : \frac{l}{r} \le 13.4$ $270 - 2.19\,(\frac{l}{r} - 13.4) :$ $13.4 < \frac{l}{r} \le 67.1$ $\frac{1{,}200{,}000}{3{,}500 + (\frac{l}{r})^2} : 67.1 < \frac{l}{r}$
40 초과 75 이하	$130 : \frac{l}{r} \le 19.4$ $130 - 0.73\,(\frac{l}{r} - 19.4) :$ $19.4 < \frac{l}{r} \le 97$ $\frac{1{,}200{,}000}{7{,}300 + (\frac{l}{r})^2} : 97 < \frac{l}{r}$	$175 : \frac{l}{r} \le 16.6$ $175 - 1.15\,(\frac{l}{r} - 16.6) :$ $16.6 < \frac{l}{r} \le 82.8$ $\frac{1{,}200{,}000}{5{,}300 + (\frac{l}{r})^2} : 82.8 < \frac{l}{r}$	$200 : \frac{l}{r} \le 15.5$ $200 - 1.4\,(\frac{l}{r} - 15.5) :$ $15.5 < \frac{l}{r} \le 77.7$ $\frac{1{,}200{,}000}{4{,}700 + (\frac{l}{r})^2} : 77.7 < \frac{l}{r}$	$260 : \frac{l}{r} \le 13.7$ $260 - 2.07\,(\frac{l}{r} - 13.7) :$ $13.7 < \frac{l}{r} \le 68.6$ $\frac{1{,}200{,}000}{3{,}600 + (\frac{l}{r})^2} : 68.6 < \frac{l}{r}$
75 초과 100 이하			$195 : \frac{l}{r} \le 15.8$ $195 - 1.35\,(\frac{l}{r} - 15.8) :$ $15.8 < \frac{l}{r} \le 78.9$ $\frac{1{,}200{,}000}{4{,}800 + (\frac{l}{r})^2} : 78.9 < \frac{l}{r}$	$250 : \frac{l}{r} \le 13.9$ $250 - 1.96\,(\frac{l}{r} - 13.9) :$ $13.9 < \frac{l}{r} \le 69.4$ $\frac{1{,}200{,}000}{3{,}700 + (\frac{l}{r})^2} : 69.4 < \frac{l}{r}$
비고	l : 부재의 유효 좌굴길이 (mm) r : 부재 총단면의 단면 회전 반경 (mm)			

※ TMC 강재일 경우에는 일반강재에 40이하 값을 사용함

강종 / 판두께 (mm)	HSB500	HSB600	HSB800	비 고
80 이하	$230 : \frac{l}{r} \le 14.6$ $230 - 1.72\,(\frac{l}{r} - 14.6) :$ $14.6 < \frac{l}{r} \le 73.0$ $\frac{1{,}200{,}000}{4{,}100 + (\frac{l}{r})^2} : 73.0 < \frac{l}{r}$	$270 : \frac{l}{r} \le 13.4$ $270 - 2.19\,(\frac{l}{r} - 13.4) :$ $13.4 < \frac{l}{r} \le 67.1$ $\frac{1{,}200{,}000}{3{,}500 + (\frac{l}{r})^2} : 67.1 < \frac{l}{r}$	$380 : \frac{l}{r} \le 18.0$ $380 - 4.18\,(\frac{l}{r} - 18.0) :$ $18.0 < \frac{l}{r} \le 54.2$ $\frac{1{,}200{,}000}{2{,}300 + (\frac{l}{r})^2} : 54.2 < \frac{l}{r}$	
80 초과 100 이하				
비고	l : 부재의 유효 좌굴길이 (mm) r : 부재 총단면의 단면 회전 반경 (mm)			

▪ ⓐ 이외의 허용 휨 압축 응력 (MPa) (☞ 도.설.해 3.3.2.1)

판두께(㎜) \ 강 종		SS 400 SM 400 SMA400	SM 490 [SM490C-TMC]	SM490Y SM 520 SMA490 [SM520C-TMC]	SM 570 SMA570 SM570C-TMC]
$\frac{A_w}{A_c} \le 2$	40 이하	$140 : \frac{l}{b} \le 4.6$ $140 - 2.49(\frac{l}{b} - 4.6) : 4.6 < \frac{l}{b} \le 30$	$190 : \frac{l}{b} \le 4.0$ $190 - 3.91(\frac{l}{b} - 4.0) : 4.0 < \frac{l}{b} \le 30$	$215 : \frac{l}{b} \le 3.8$ $215 - 4.69(\frac{l}{b} - 3.8) : 3.8 < \frac{l}{b} \le 27$	$270 : \frac{l}{b} \le 3.4$ $270 - 6.64(\frac{l}{b} - 3.4) : 3.4 < \frac{l}{b} \le 25$
	40 초과 75 이하	$130 : \frac{l}{b} \le 4.9$	$175 : \frac{l}{b} \le 4.1$	$200 : \frac{l}{b} \le 3.9$ $200 - 4.24(\frac{l}{b} - 3.9) : 3.9 < \frac{l}{b} \le 27$	$260 : \frac{l}{b} \le 3.4$ $260 - 6.25(\frac{l}{b} - 3.4) : 3.4 < \frac{l}{b} \le 25$
	75 초과 100 이하	$130 - 2.21(\frac{l}{b} - 4.9) : 4.9 < \frac{l}{b} \le 30$	$175 - 3.48(\frac{l}{b} - 4.1) : 4.1 < \frac{l}{b} \le 30$	$195 : \frac{l}{b} \le 3.9$ $195 - 4.07(\frac{l}{b} - 3.9) : 3.9 < \frac{l}{b} \le 27$	$250 : \frac{l}{b} \le 3.5$ $250 - 5.94(\frac{l}{b} - 3.5) : 3.5 < \frac{l}{b} \le 25$
$\frac{A_w}{A_c} > 2$	40 이하	$140 : \frac{l}{b} \le \frac{9.3}{K}$ $140 - 1.24(K\frac{l}{b} - 9.3) : \frac{9.3}{K} < \frac{l}{b} \le 30$	$190 : \frac{l}{b} \le \frac{8.0}{K}$ $190 - 1.95(K\frac{l}{b} - 8.0) : \frac{8.0}{K} < \frac{l}{b} \le 30$	$215 : \frac{l}{b} \le \frac{7.5}{K}$ $215 - 2.35(K\frac{l}{b} - 7.5) : \frac{7.5}{K} < \frac{l}{b} \le 27$	$270 : \frac{l}{b} \le \frac{6.7}{K}$ $270 - 3.32(K\frac{l}{b} - 6.7) : \frac{6.7}{K} < \frac{l}{b} \le 25$
	40 초과 75 이하	$130 : \frac{l}{b} \le \frac{9.7}{K}$	$175 : \frac{l}{b} \le \frac{8.3}{K}$	$200 : \frac{l}{b} \le \frac{7.8}{K}$ $200 - 2.12(K\frac{l}{b} - 7.8) : \frac{7.8}{K} < \frac{l}{b} \le 27$	$260 : \frac{l}{b} \le \frac{6.9}{K}$ $260 - 3.12(K\frac{l}{b} - 6.9) : \frac{6.9}{K} < \frac{l}{b} \le 25$
	75 초과 100 이하	$130 - 1.10(K\frac{l}{b} - 9.7) : \frac{9.7}{K} < \frac{l}{b} \le 30$	$175 - 1.74(K\frac{l}{b} - 8.3) : \frac{8.3}{K} < \frac{l}{b} \le 30$	$195 : \frac{l}{b} \le \frac{7.9}{K}$ $195 - 2.04(K\frac{l}{b} - 7.9) : \frac{7.9}{K} < \frac{l}{b} \le 27$	$250 : \frac{l}{b} \le \frac{6.9}{K}$ $250 - 2.97(K\frac{l}{b} - 6.9) : \frac{6.9}{K} < \frac{l}{b} \le 25$
비 고		A_w : 복부판의 총 단면적 (㎟) A_c : 압축플랜지의 총단면적 (㎟) l : 압축플랜지의 고정점간의 거리 (㎜) b : 압축플랜지의 폭 (㎜) K : $\sqrt{3+\frac{A_w}{2A_c}}$			

※ TMC 강재일 경우에는 ( )안의 값을 적용한다.

강 종 / 판두께(㎜)		HSB500	HSB600	HSB800	비 고
$\frac{A_w}{A_c} \le 2$	100 이하	$230 : \frac{l}{b} \le 3.6$ $230 - 5.19(\frac{l}{b} - 3.6) : 3.6 < \frac{l}{b} \le 27$	$270 : \frac{l}{b} \le 3.4$ $270 - 6.64(\frac{l}{b} - 3.4) : 3.4 < \frac{l}{b} \le 25$	$380 : \frac{l}{b} \le 5.4$ $380 - 12.63(\frac{l}{b} - 5.4) : 5.4 < \frac{l}{b} \le 19$	
$\frac{A_w}{A_c} > 2$	100 이하	$230 : \frac{l}{b} \le \frac{7.3}{K}$ $230 - 2.60(K\frac{l}{b} - 7.3) : \frac{7.3}{K} < \frac{l}{b} \le 27$	$270 : \frac{l}{b} \le \frac{6.7}{K}$ $270 - 3.32(K\frac{l}{b} - 6.7) : \frac{6.7}{K} < \frac{l}{b} \le 25$	$380 : \frac{l}{b} \le \frac{10.8}{K}$ $380 - 6.13(K\frac{l}{b} - 10.8) : \frac{10.8}{K} < \frac{l}{b} \le 19$	
비 고		A_w : 복부판의 총 단면적 (㎟) A_c : 압축플랜지의 총단면적 (㎟) l : 압축플랜지의 고정점간의 거리 (㎜) b : 압축플랜지의 폭 (㎜) K : $\sqrt{3 + \frac{A_w}{2A_c}}$			

▪ 강재 주거더의 허용응력 증가율 (☞ 도.설.해 3.9.3.1)

하중의 조합			증 가 율 (%)	
			정의 휨모멘트를 받는 부분	부의 휨모멘트를 받는 부분
1	크리프의 영향과 건조수축의 영향을 제외한 주하중		0	0
2	주 하 중	압 축 연	15	0
		인 장 연	0	0
3	주하중 + 바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차	압 축 연	30	15
		인 장 연	15	15
4	가설시 하중	압 축 연	25	25
		인 장 연	25	25

▪ 마찰 이음용 고장력 볼트 허용력 (kN) (1볼트 1마찰면 마다) (☞ 도.설.해 3.3.2.3)

볼트의 등급 / 나사호칭	F 8 T	F 10 T	S 10 T	F 13 T	S 13 T
M 20	31	39	39	50	50
M 22	39	48	48	63	63
M 24	45	56	56	73	73
M 27	58	73	73	-	-
M 30	71	89	89	-	-

② 바닥판 콘크리똬 ☞ 도.설.해 3.9.2.7, 도.설.해 3.9.2.8, 도.설.해 4.2.3, 도.설.해 4.6.3.3)

콘크리트 설계 기준강도 (f_{ck})	27.0	MPa
콘크리트 탄성계수 (E_c)	26,702	MPa
전단 탄성계수 (G_c)	11,444	MPa
탄성계수비 (n)	7	
바닥판 콘크리트와 강재 주거더와의 온도차	10	℃
바닥판 콘크리트와 강재의 선팽창계수 (α)	0.000012	
건조수축 계수 (ε_s)	0.000270	
CREEP 계수 (ϕ_2)	$\phi_2 = 2\phi_1$: 4	

③ 바닥판 철근

철근 설계 항복강도 (f_y)	400	MPa
철근 탄성계수 (E_s)	200,000	MPa
허용압축응력 (f_{ca})	180	MPa
허용인장응력 (f_{ta})	160	MPa

2) 하 중 조 건

(1) 고 정 하 중 (☞ 도.설.해 2.1.2)

① 철근 콘크리트 : 25.000 kN/m^3

② 무근 콘크리트 : 23.500 kN/m^3

③ 강 재 : 78.500 kN/m^3

④ 포장 콘크리트 : 23.000 kN/m^3

(2) 활 하 중 (☞ 도.설.해 2.1.3)

① 설계 차선수 산정

W_c = 9.000 m , N = 2 차로

W = 9.000 / 2 = 4.500 m > 3.600 m

∴ 설계 차로폭 3.600m마다 2차로 연속으로 재하 ⇒ 양방향 총 4차선

② 1등급 교량으로서 DB-24 및 DL-24 하중을 적용한다.

▪ DB-24 하중

- 전륜하중 : P_f = 24.000 kN
- 후륜하중 : P_r = 96.000 kN

▪ DL-24 하중

- 차로당 등분포 하중 : W_l = 12.700 kN/m
- 모멘트 계산시 집중하중 : P_m = 108.000 kN
- 전단력 계산시 집중하중 : P_s = 156.000 kN

③ 충 격 계 수

1,6경간 i = 15 / (40 + L) = 0.188 < 0.300 ∴ i = 0.188

2~5경간 i = 15 / (40 + L) = 0.167 < 0.300 ∴ i = 0.167

(3) 콘크리트의 Creep와 건조수축의 영향

▪ 철근 콘크리트의 바닥판의 Creep와 건조수축의 영향에 대한 단면력을 검토한다.

(4) 지점침하에 의한 영향

▪ 각 지점에서 발생할 수 있는 부등침하의 발생을 가정하여 가장 불리한 단면력을 산정한다.

(5) 온도변화에 대한 영향

▪ 바닥판과 주형의 온도차 발생시 생기는 단면력 및 응력을 산정하고 이때의 온도 변화는 직선변화 한다고 가정한다.

3) 설 계 방 법

(1) 바 닥 판 : 강도설계법

(2) Steel Box Girder : 허용응력 설계법

4) 참 고 문 헌

(1) 도로교 설계기준 (2010)

(2) 콘크리트 구조기준(2012)

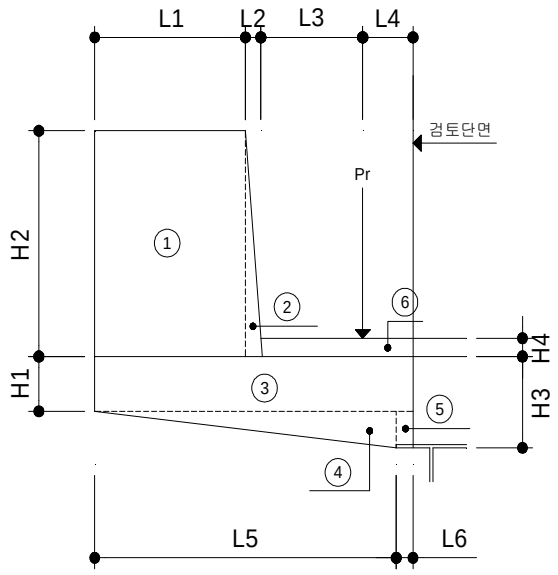
(3) 도로설계 편람 (2008)

(4) 도로설계 요령 (2009)

(5) 강도로교 상세부 설계지침 (2006)

1. 바닥판설계

1-1. 캔틸레버부



콘크리트 단위중량	: 25.000 kN/m³	H1 =	0.150 m	L1 =	0.450 m
포장 단위중량 :	23.000 kN/m³	H2 =	0.618 m	L2 =	0.050 m
설계 속도	: 80.000 km/h	H3 =	0.250 m	L3 =	0.300 m
트럭의 1후륜하중 (Pr)	: 96.000 kN	H4 =	0.050 m	L4 =	0.150 m
곡선 반경(R)	: ∞ m			L5 =	0.900 m
				L6 =	0.050 m

가) 고정하중

NO.	작 용 하 중 (kN)		거리 (m)	모멘트(kN·m)
1	0.618 × 0.45 × 25	= 6.953	0.725	5.041
2	½ × 0.618 × 0.05 × 25	= 0.386	0.483	0.187
3	0.95 ×0.15 × 25	= 25.143	0.475	11.943
4	½ × 0.9 × 0.1 × 25	= 1.125	0.350	0.394
5	0.1 × 0.05 × 25	= 0.125	0.025	0.003
6	0.45 × 0.05 × 23	= 0.518	0.225	0.116
TOTAL		34.249		17.683

∴ Md = 17.683 kN·m

나) 활하중 (DB-24 : Pr = 96 kN)

윤하중 분포폭 (☞ 도.설 3.6.1.4)

E = 0.8·X + 1.14 = 0.8 × 0.15 + 1.14 = 1.26 m 여기서, X = 0.150 m

충격계수 (☞ 도.설 2.1.4)

i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 0.15) = 0.374 > 0.3 ∴ i = 0.3

Ml+i = Pr/E · X · (1 + i) = (96 / 1.26) × 0.15 × (1 + 0.3) = 14.857 kN·m/m

다) 차량 충돌 하중 (☞ 도.설.해 2.4.3.5)

수평충돌력 H는 노면상 1.0m 높이에 교축을 따라 1.0m마다 작용시

H =(V/60)^2 X 7.5 + 2.5 = (80/60)^2 X 7.5 + 2.5 = 15.833 kN/m h = 1.000 m

Mco = 15.833 × 1.000 = 15.833 kN·m/m

라) 풍하중

Pw = 3.0 kN/m² × 1.368 m = 4.104 kN/m

Mw = 4.104 kN/m × 0.859 m = 3.525 kN·m/m

마) 하중 조합 (☞ 도.설 2.2.3.2)

계수 모멘트

① Mu1 = 1.3 Md + 2.15 Ml+i

= 1.3 × 17.683 + 2.15 × 14.857 = 54.931 kN·m/m

② Mu2 = 1.3 Md + 1.3 Ml+i + 1.3 Mco

= 1.3 × 17.683 + 1.3 × 14.857 + 1.3 × 15.833 = 62.886 kN·m/m

③ Mu3 = 1.3 Md + 1.3 Ml+i + 0.65 Mw

= 1.3 × 17.683 + 1.3 × 14.857 + 0.65 × 3.525 = 44.594 kN·m/m

④ Mu4 = 1.2 Md + 1.2 Mw + 1.2 Mco

= 1.2 × 17.683 + 1.2 × 3.525 + 1.2 × 15.833 = 44.450 kN·m/m

⑤ Mu5 = 1.3 Md + 1.3 Mw

= 1.3 × 17.683 + 1.3 × 3.525 = 27.571 kN·m/m

사용 모멘트

M = 1.0 Md + 1.0 Ml+i + 0.3 Mw

= 1.0 × 17.683 + 1.0 × 14.857 + 0.3 × 3.525 = 33.598 kN·m/m

바) 바닥판의 최소 두께 (X ≤ 0.25인 경우) (☞ 도.설 3.6.1.5)

hmin = (280·L + 180) ÷{(280 × 0.15) + 180} = 222.0 m

huse = 250.0 m > 222.0 m **O.K!!**

사) 단면검토

◀ 철근량 산정

① 캔틸레버부

[DESIGN CONDITION]

fck = 27 MPa fy = 400 MPa

Mu = 62.886 kN·m

b = 1000 mm h = 250.0 mm

d' = 40 mm d = 210.0 mm

Ø(Bending) = 0.85 β1 = 0.85

[Req'd d & As] (☞ 콘.설 6.3.2)

a = As × fy / (0.85 × fck × b) = 0.0174 As = 27.692 mm

Mu = Φ × As × fy × (d - a/2) = -3.0 As² + 71400 As

= 62886000

εt = 0.003 × (H - a/β1 - Dc_min) / (a/β1) = 0.01634 > 0.004

O.K.!!

0.005 < εt Øf = 0.850

∴ Req'd As = 915.5 mm²

Min. As = Req'd As × 4/3 = 1220.7 mm²

Min. As = 0.002 × b × d = 420.0 mm²

Min. As = 1.4/fy × b × d = 735.0 mm²

Min. As = 0.25 √ fck / fy × b × (= 682.0 mm²

USE H 16 @ 125 = 1588.8 mm²

Asuse = 1588.8 mm²

O.K. !!

[RE-BAR RATIO CHECK]

P = As / (b × d) ÷0.00757 < Pmax = 0.75 × pb ÷ 0.0219 **O.K.!!**

[DESIGN MOMENT CHECK]

Max. c = 0.75 × 600/(600 + fy) × (= 94.500 mm > c = a/0.85 = 32.578 mm

Max. a = 0.85 × c = 80.325 mm > a = fy * As/(0.85*fck*b) = 27.692 mm

jd = d - a/2 = 196.154 mm

C = 0.85 × fck × a × b = 635.520 kN T = fy × As = 635.520 kN

ΦMn = Φfy × As × jd = 105.961 kN·m > Mu = 62.886 kN·m **O.K.**

아) 사용성(균열) 검토

Mmax = 33.598 kN · m/m

탄성계수비(n) = 7

철근비(p) = As / bd = 1588.8 / 1000 * 210 = 0.0076

중립축(k) = - np + √{(np)² +2np} = - 0.0532 +√{(0.0532) ² + 2 × 0.0532} = 0.277

중립축 거리(x) = k × d = 0.277 × 210 = 58.170 m

j = 1 - (k / 3) = 1 - (0.277) / 3 = 0.908

$$fsmax = \frac{Mmax}{pbjd^2} = \frac{33.598 \times 1000000}{0.0076 \times 1000 \times 0.908 \times 210^2}$$

= 110.442 MPa < 0.6 fy = 240.000 MPa **O.K!!**

최소두께(Cc) = d' - 철근직경 / 2 = 40 - 16 / 2 = 32.00 mm

인장연단폭(S1) = 375 (210 / fs) - 2.5Cc = 375 (210 / 110.442) - 2.5 × 32 = 611.794 mm

인장연단폭(S2) = 300 (210 / fs) = 300 (210 / 110.442) = 570.435 mm

철근 소요중심간격(Sa) = Min (S1, S2) = 570.435 mm

철근 평균간격 S = 125.0 mm ≤ 570.435 mm **O.K!!**

1-2. 중앙부

가) 고정하중

철근콘크리트 :	0.250	m	×	25.000	kN/m³	=	6.250 kN/m²
포장 :	0.050	m	×	23.000	kN/m³	=	1.150 kN/m²
					Wd	=	7.400 kN/m²

계산지간 L = 2.500 m 바닥판 지점의 수 n = 4

Md = (1 / 10) · Wd · L ² = (1 / 10) × 7.4 × 2.5² = 4.625 kN · m

나) 활하중 (DB-24 : Pr = 96.0 kN)

충격계수 (☞ 도.설 2.1.4)

i = 15 / (40 + L) = 15 / (40 + 2.5) = 0.353 > 0.3 ∴ i = 0.3

Ml+i = ((L+0.6) / 9.6) · Pr · (1+i) = ((2.5 + 0.6) / 9.6) × 96 × (1 + 0.3)

= 40.300 kN · m

연속바닥판이므로, (☞ 도.설 3.6.1.4)

Ml+i = 0.8 × 40.3 = 32.240 kN · m/m

다) 하중 조합 (☞ 도.설 2.2.3.2)

① 계수 모멘트

Mu1 = 1.3 Md + 2.15 Ml+i

= 1.3 × 4.625 + 2.15 × 32.24 = 75.329 kN · m/m

① 사용 모멘트

M = 1.0 Md + 1.0 Ml+i

= 1.0 × 4.625 + 1.0 × 32.24 = 36.865 kN · m/m

라) 바닥판의 최소 두께 (☞ 도.설 3.6.1.5)

hmin = (30 · L + 130) = {(30 × 2.5) + 130} = 205.0 m

huse = 250.0 mm > 220.0 mm **O.K!!**

마) 단면검토

◀ 철근량 산정

① 캔틸레버부

[DESIGN CONDITION]

fck =	27 MPa	fy =	400 MPa
Mu =	75.329 kN · m		
b =	1000 mm	h =	250 mm
d' =	40 mm	d =	210 mm
Ø(Bending) =	0.85	β1 =	0.85

[Req'd d & As] (☞ 콘.설 6.3.2)

a = As × fy / (0.85 × fck × b) = 0.0174 As = 27.692 mm

Mu = Φ × As × fy × (d - a/2) = -3.0 As² + 71400 As

= 75329000

εt = 0.003 × (H - a/β1 - Dc_min) / (a/β1) = 0.01634 > 0.004

O.K.!!

0.005 < εt Øf = 0.850

∴ Req'd As = 1105.8 mm²

Min. As = Req'd As × 4/3 = 1474.4 mm²

Min. As = 0.002 × b × d = 420.0 mm²

Min. As = 1.4/fy × b × d = 735.0 mm²

Min. As = 0.25 √fck / fy × b × d = 682.0 mm²

USE H 16 @ 125 = 1588.8 mm²

Asuse = 1588.8 mm²

O.K. !!

[RE-BAR RATIO CHECK]

P = As / (b × d) = 0.0076 < Pmax = 0.75 × pb = 0.0219 **O.K.!!**

[DESIGN MOMENT CHECK]

Max. c = 0.75 × 600/(600 + fy) × d = 94.500 mm > c = a/0.85 = 32.578 mm

Max. a = 0.85 × c = 80.325 mm > a = fy * As/(0.85*fck*b = 27.692 mm

jd = d - a/2 = 196.154 mm

C = 0.85 × fck × a × b = 635.520 kN T = fy × As = 635.520 kN

ΦMn = Φfy × As × jd = 105.961 kN·m > Mu = 75.329 kN·m **O.K.**

아) 사용성(균열) 검토

Mmax = 36.865 kN · m/m

탄성계수비(n) = Es / Ec = 7

철근비(p) = As / bd = 1588.8 / 1000 * 210 = 0.0076

중립축(k) = - np + √{(np)² +2np} = - 0.0532 +√{(0.0532) ² + 2 × 0.0532} = 0.277

중립축 거리(x) = k × d = 0.277 × 210 = 58.170 m

j = 1 - (k / 3) = 1 - (0.277) / 3 = 0.908

$$fsmax = \frac{Mmax}{pbjd^2} = \frac{36.865 \times 1000000}{0.0076 \times 1000 \times 0.908 \times 210^2}$$

= 121.181 MPa < 0.6 fy = 240.000 MPa **O.K!!**

최소두께(Cc) = d' - 철근직경 / 2 = 40 - 16 / 2 = 32.00 mm

인장연단폭(S1) = 375 (210 / fs) - 2.5Cc = 375 (210 / 121.181) - 2.5 × 32 = 548.604 mm

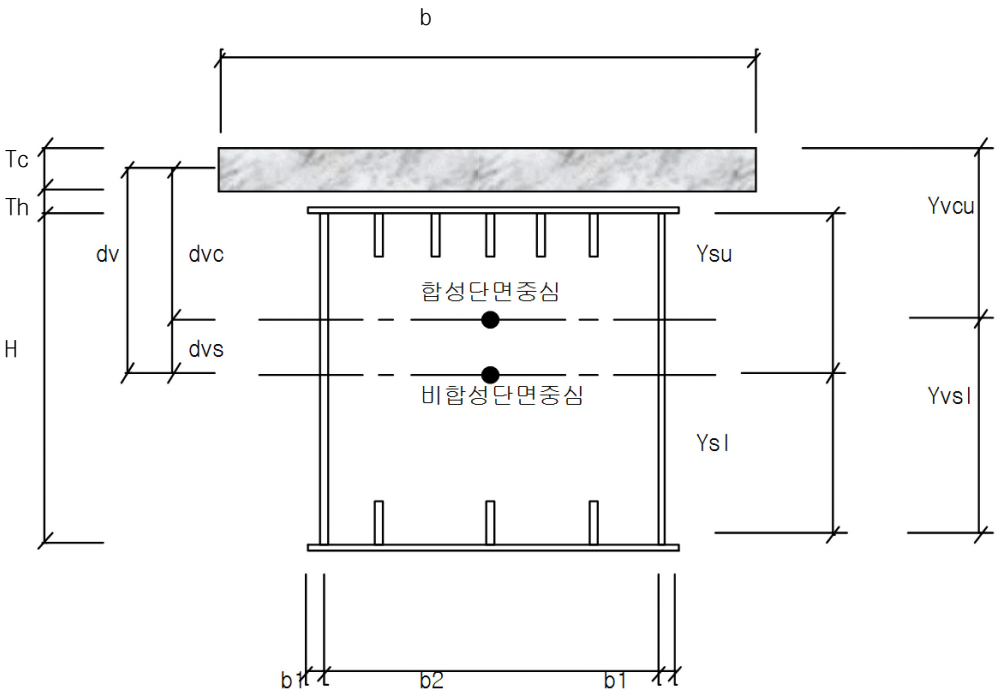
인장연단폭(S2) = 300 (210 / fs) = 300 (210 / 121.181) = 519.883 mm

철근 소요중심간격(Sa) = Min (S1, S2) = 519.883 mm

철근 평균간격 S = 125.0 mm ≤ 519.883 mm **O.K!!**

2. 단면상수 산정

2-1. Steel Box 주형 단면상수 산정



주형의 탄성변형 및 부정정력을 계산하는 경우에는 정부모멘트에 관계없이 바닥판 콘크리트의 합성작용을 고려한다.

b - 바닥판 콘크리트의 폭

Tc - 바닥판 콘크리트의 두께

Th - 바닥판 콘크리트의 헌치 높이

N - 강재와 콘크리트의 탄성계수비 (N = Es / Ec)

Ac - 바닥판 콘크리트의 단면적

Av - 합성후 (강재+바닥판 콘크리트)의 환산단면적

Ic - 바닥판 콘크리트의 단면2차모멘트

dv - 강재단면 도심에서 바닥판 도심까지의 거리

dvc - 합성단면 도심에서 바닥판 도심까지의 거리

dvs - 합성단면 도심에서 강재단면 도심까지의 거리 (합성전 및 합성후단면에서의 도심축 이동량)

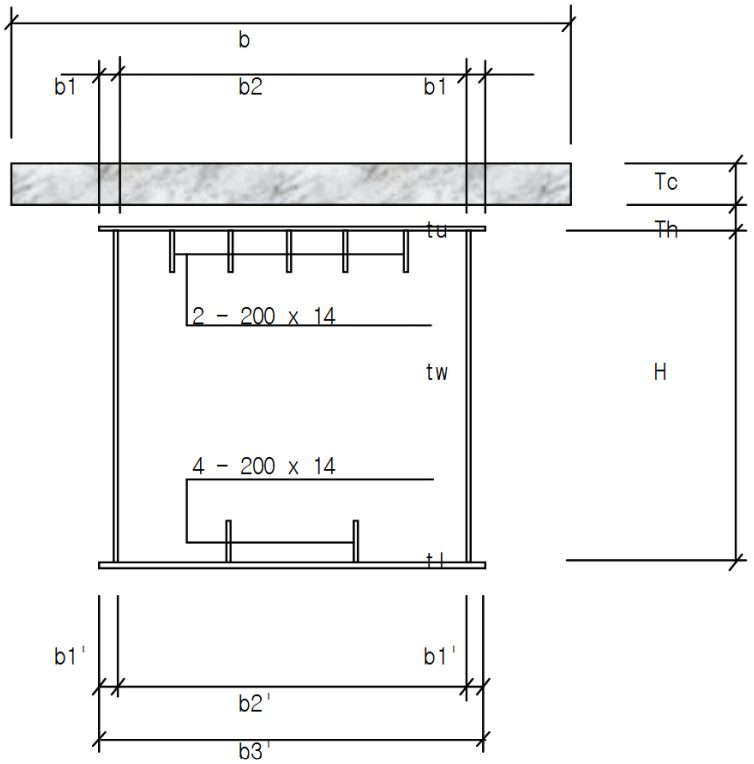
I33 - 합성전 강재단면의 3축방향(종방향) 단면2차모멘트

I22 - 합성전 강재단면의 2축방향(횡방향) 단면2차모멘트

Iv33 - 합성후 강재단면의 3축방향(종방향) 단면2차모멘트

Iv22 - 합성후 강재단면의 2축방향(횡방향) 단면2차모멘트

- Section G1,3/1-1



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	3000.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	1510.00	81540000	123125400000	1800000
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1400.00	7840000	10976000000	18666667
W E B	2 - 3000.0 X 14.0	84000				63000000000
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1400.00	-15680000	21952000000	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-1510.00	-81540000	123125400000	1800000
TOTAL		208800		-7840000	279178800000	63059600000

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 279178800000 + 63059600000 = 342238400000 mm⁴

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -7840000 / 208800 = -37.55 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 342238400000 - 208800 x -37.548 ² = 341944024521 mm⁴

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((3000 \times 14^3 / 12)$

$+ (3000 \times 14 \times (2500 / 2 + 14 / 2)^2)) \times 2$ = 198335488000 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 14.000 / 2 x 2 = 2514.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 3000.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 3020.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 3020^2) / (2 x 3020/14 + 2514/20 + 2514/20)

= 337670203095 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 208800 + 1500000 / 8 = 396300 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 3000.000 / 2 - -37.548 + 50.000 + 250.000 / 2 1712.55 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1712.548 x 208800 / 396300 = 902.30 mm

dvs = dv - dvc = 1712.548 - 902.296 = 810.25 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 341944024521 + 7812500000 / 8 + 208800 x 810.252^2

+ 1500000 / 8 x 902.296^2 = 632650372921 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 198335488000 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 760835488000 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

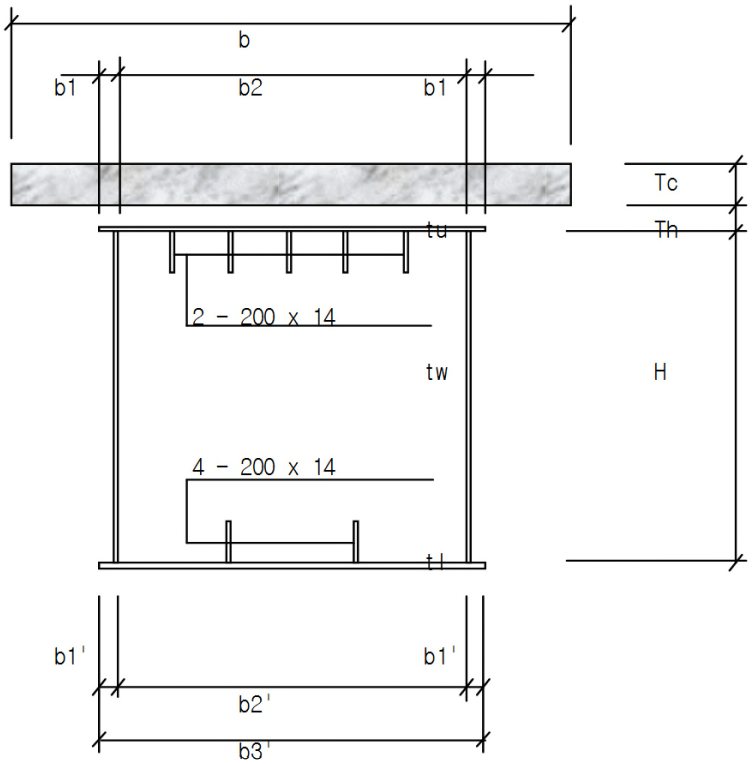
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 3020^2) / (2 x 3020/14 + 2514/51.25 + 2514/20)

= 380365591395 mm^4

- Section G1,3/1-2



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2564.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	1292.00	69768000	90140256000	1800000
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1182.00	6619200	7823894400	18666667
W E B	2 - 2564.0 X 14.0	71792				39330625003
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1182.00	-13238400	15647788800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-1292.00	-69768000	90140256000	1800000
TOTAL		196592		-6619200	203752195200	39390225003

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 203752195200 + 39390225003 = 243142420203 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -6619200 / 196592 = -33.67 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 243142420203 - 196592 x -33.670 ² = 242919553511 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((2564 \times 14^3 / 12)$

$+ (2564 \times 14 \times (2500 / 2 + 14 / 2)^2)) \times 2$ = 179046050411 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 14.000 / 2 x 2 = 2514.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2564.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 2584.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 2584^2) / (2 x 2584/14 + 2514/20 + 2514/20)

= 272021841117 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 196592 + 1500000 / 8 = 384092 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2564.000 / 2 - -33.670 + 50.000 + 250.000 / 2 1490.67 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1490.670 x 196592 / 384092 = 762.98 mm

dvs = dv - dvc = 1490.670 - 762.978 = 727.69 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 242919553511 + 7812500000 / 8 + 196592 x 727.692^2

+ 1500000 / 8 x 762.978^2 = 457148904129 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 179046050411 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 741546050411 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

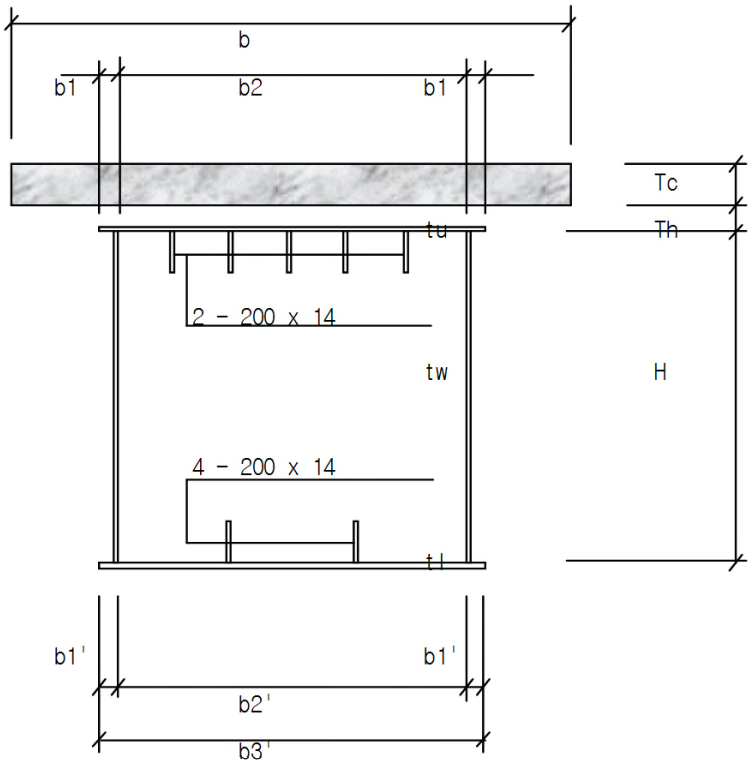
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 2584^2) / (2 x 2584/14 + 2514/51.25 + 2514/20)

= 310355381264 mm^4

- Section G1,3/1-3



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2449.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	1234.50	66663000	82295473500	1800000
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1124.50	6297200	7081201400	18666667
W E B	2 - 2449.0 X 14.0	68572				34272291314
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1124.50	-12594400	14162402800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-1234.50	-66663000	82295473500	1800000
TOTAL		193372		-6297200	185834551200	34331891314

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 185834551200 + 34331891314 = 220166442514 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -6297200 / 193372 = -32.57 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 220166442514 - 193372 x -32.565 ² = 219961372867 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((2449 \times 14^3 / 12)$

$+ (2449 \times 14 \times (2500 / 2 + 14 / 2)^2)) \times 2$ = 173958240037 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 14.000 / 2 x 2 = 2514.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2449.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 2469.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 2469^2) / (2 x 2469/14 + 2514/20 + 2514/20)

= 255101852344 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 193372 + 1500000 / 8 = 380872 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2449.000 / 2 - -32.565 + 50.000 + 250.000 / 2 1432.07 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1432.065 x 193372 / 380872 = 727.07 mm

dvs = dv - dvc = 1432.065 - 727.072 = 704.99 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 219961372867 + 7812500000 / 8 + 193372 x 704.993^2

+ 1500000 / 8 x 727.072^2 = 416165620122 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 173958240037 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 736458240037 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

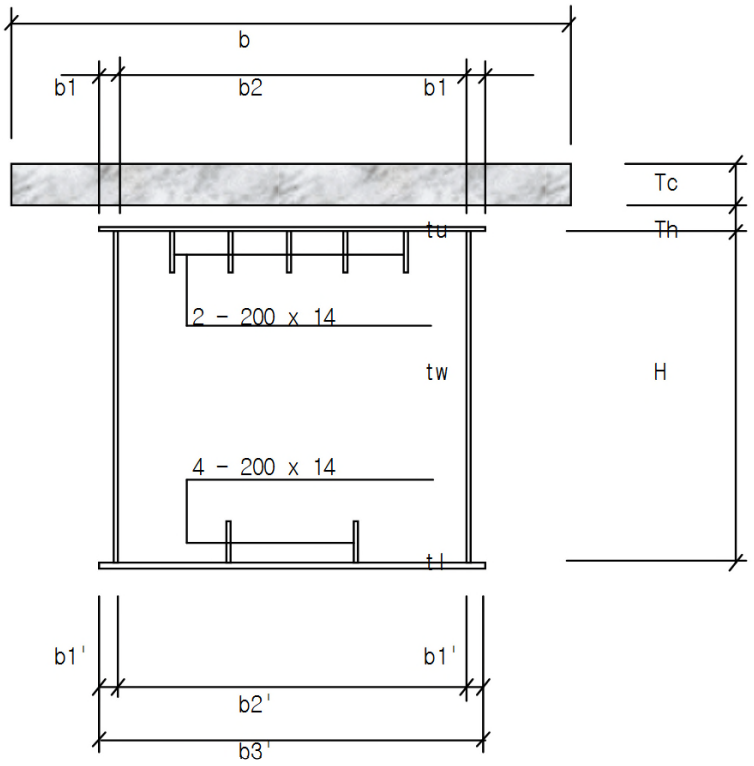
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 2469^2) / (2 x 2469/14 + 2514/51.25 + 2514/20)

= 292170690168 mm^4

- Section G1,3/1-4



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2607.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	1313.50	70929000	93165241500	1800000
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1203.50	6739600	8111108600	18666667
W E B	2 - 2607.0 X 14.0	72996				41342799267
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1203.50	-13479200	16222217200	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-1313.50	-70929000	93165241500	1800000
TOTAL		197796		-6739600	210663808800	41402399267

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 210663808800 + 41402399267 = 252066208067 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -6739600 / 197796 = -34.07 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 252066208067 - 197796 x -34.073 ² = 251836566375 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((2607 \times 14^3 / 12)$

$+ (2607 \times 14 \times (2500 / 2 + 14 / 2)^2)) \times 2$ = 180948449072 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 14.000 / 2 x 2 = 2514.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2607.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 2627.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 2627^2) / (2 x 2627/14 + 2514/20 + 2514/20)

= 278394652420 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 197796 + 1500000 / 8 = 385296 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2607.000 / 2 - -34.073 + 50.000 + 250.000 / 2 1512.57 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1512.573 x 197796 / 385296 = 776.50 mm

dvs = dv - dvc = 1512.573 - 776.496 = 736.08 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 251836566375 + 7812500000 / 8 + 197796 x 736.077^2

+ 1500000 / 8 x 776.496^2 = 473033375821 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 180948449072 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 743448449072 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

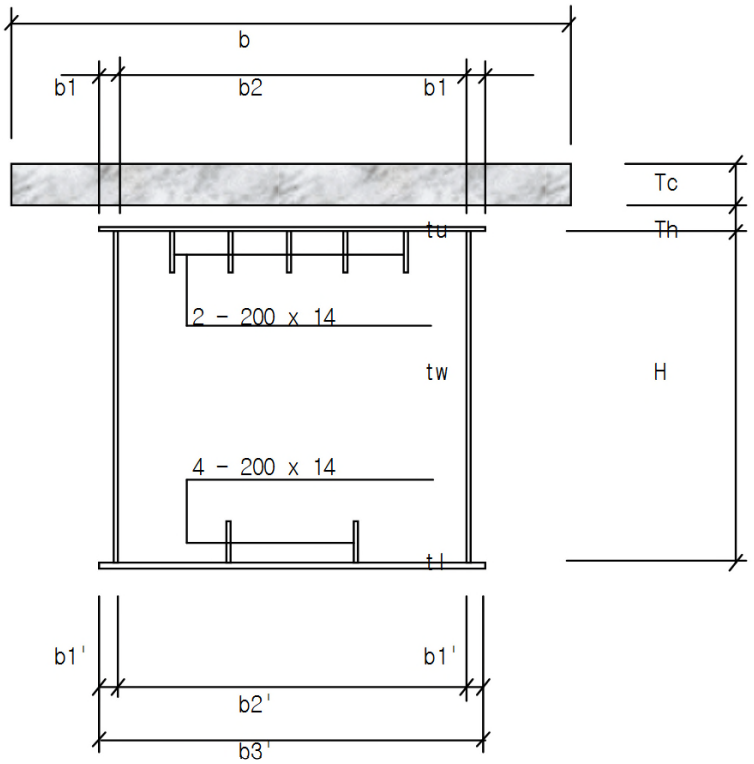
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 2627^2) / (2 x 2627/14 + 2514/51.25 + 2514/20)

= 317188114571 mm^4

- Section G1,3/2-1



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2449.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	1234.50	66663000	82295473500	1800000
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1124.50	6297200	7081201400	18666667
W E B	2 - 2449.0 X 12.0	58776				29376249698
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1124.50	-12594400	14162402800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-1232.50	-53244000	65623230000	921600
TOTAL		172776		7121800	169162307700	29434971298

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 169162307700 + 29434971298 = 198597278998 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 7121800 / 172776 = 41.22 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 198597278998 - 172776 x 41.220 ² = 198303719503 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((2449 \times 12^3 / 12)$

$+ (2449 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 151770961248 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2449.000 + 20.000 / 2 + 16.000 / 2 = 2467.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2467^2) / (2 x 2467/12 + 2512/20 + 2512/16)

= 221423713949 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 172776 + 1500000 / 8 = 360276 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2449.000 / 2 - 41.220 + 50.000 + 250.000 / 2 1358.28 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1358.280 x 172776 / 360276 = 651.38 mm

dvs = dv - dvc = 1358.280 - 651.385 = 706.90 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 198303719503 + 7812500000 / 8 + 172776 x 706.896^2

+ 1500000 / 8 x 651.385^2 = 365173283873 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 151770961248 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 714270961248 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

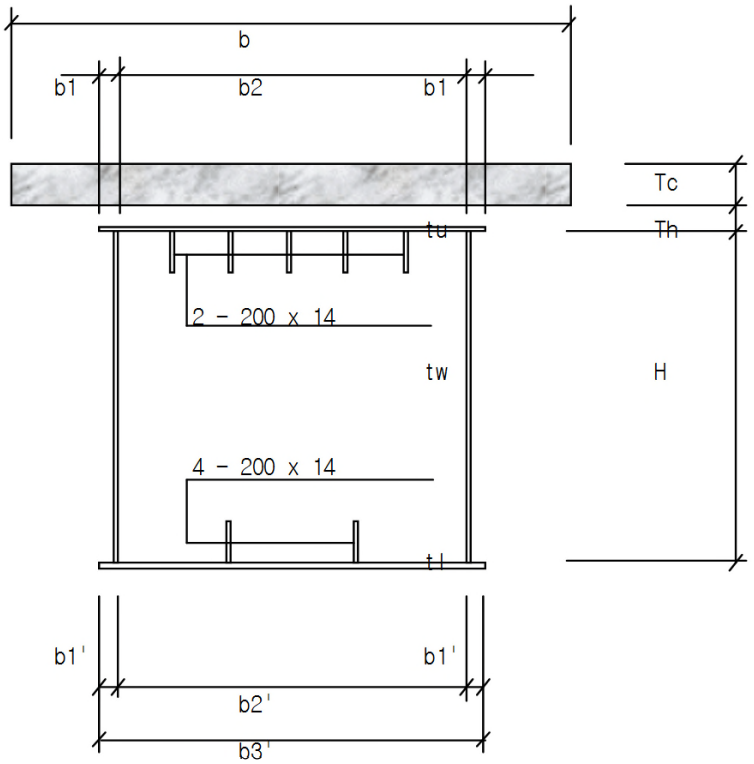
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2467^2) / (2 x 2467/12 + 2512/51.25 + 2512/16)

= 248899945194 mm^4

- Section G1,3/2-2



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2406.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	1213.00	65502000	79453926000	1800000
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1103.00	6176800	6813010400	18666667
W E B	2 - 2406.0 X 12.0	57744				27855878832
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1103.00	-12353600	13626020800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-1211.00	-52315200	63353707200	921600
TOTAL		171744		7010000	163246664400	27914600432

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 163246664400 + 27914600432 = 191161264832 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 7010000 / 171744 = 40.82 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 191161264832 - 171744 x 40.817 ² = 190875140717 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((2406 \times 12^3 / 12)$

$+ (2406 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 150142931712 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2406.000 + 20.000 / 2 + 16.000 / 2 = 2424.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2424^2) / (2 x 2424/12 + 2512/20 + 2512/16)

= 216003452792 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 171744 + 1500000 / 8 = 359244 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2406.000 / 2 - 40.817 + 50.000 + 250.000 / 2 1337.18 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1337.183 x 171744 / 359244 = 639.27 mm

dvs = dv - dvc = 1337.183 - 639.268 = 697.92 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 190875140717 + 7812500000 / 8 + 171744 x 697.915^2

+ 1500000 / 8 x 639.268^2 = 352130214033 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 150142931712 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 712642931712 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

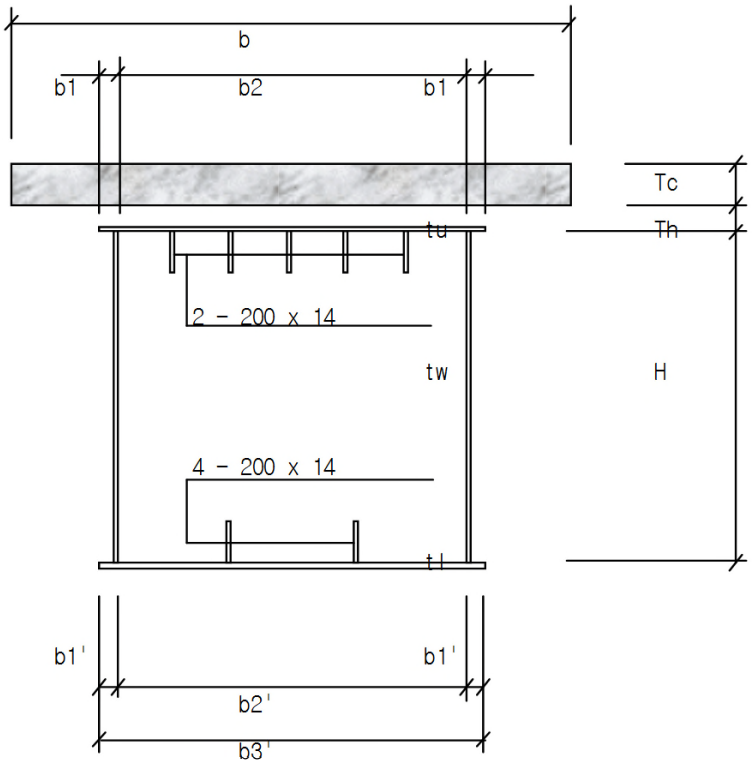
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2424^2) / (2 x 2424/12 + 2512/51.25 + 2512/16)

= 243121988204 mm^4

- Section G1,3/3-1



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2406.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	1211.00	52315200	63353707200	921600
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1103.00	6176800	6813010400	18666667
W E B	2 - 2406.0 X 12.0	57744				27855878832
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1103.00	-12353600	13626020800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-1211.00	-52315200	63353707200	921600
TOTAL		160944		-6176800	147146445600	27913722032

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 147146445600 + 27913722032 = 175060167632 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -6176800 / 160944 = -38.38 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 175060167632 - 160944 x -38.379 ² = 174823110903 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((2406 \times 12^3 / 12)$

$+ (2406 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 143581931712 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2406.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 2422.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2422^2) / (2 x 2422/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 206312130550 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 160944 + 1500000 / 8 = 348444 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2406.000 / 2 - -38.379 + 50.000 + 250.000 / 2 1416.38 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1416.379 x 160944 / 348444 = 654.22 mm

dvs = dv - dvc = 1416.379 - 654.216 = 762.16 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 174823110903 + 7812500000 / 8 + 160944 x 762.163^2

+ 1500000 / 8 x 654.216^2 = 349540452422 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 143581931712 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 706081931712 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

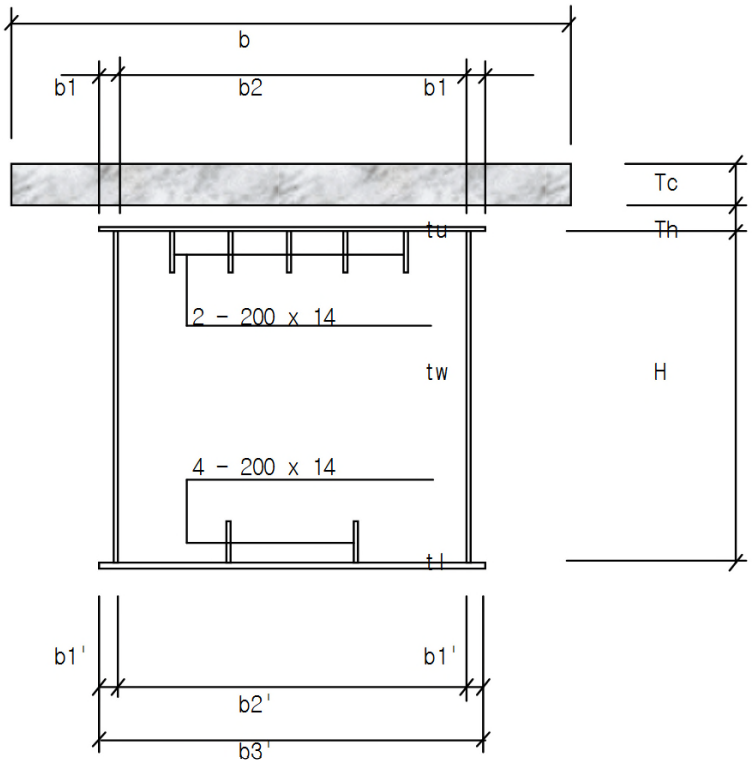
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2422^2) / (2 x 2422/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 241212018167 mm^4

- Section G1,3/3-2



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2109.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	1062.50	45900000	48768750000	921600
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	954.50	5345200	5101993400	18666667
W E B	2 - 2109.0 X 12.0	50616				18761162058
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-954.50	-10690400	10203986800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-1062.50	-45900000	48768750000	921600
TOTAL		153816		-5345200	112843480200	18819005258

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 112843480200 + 18819005258 = 131662485458 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -5345200 / 153816 = -34.75 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 131662485458 - 153816 x -34.751 ² = 131476736491 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((2109 \times 12^3 / 12)$

$+ (2109 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 132337169568 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2109.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 2125.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2125^2) / (2 x 2125/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 170581655276 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 153816 + 1500000 / 8 = 341316 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2109.000 / 2 - -34.751 + 50.000 + 250.000 / 2 1264.25 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1264.251 x 153816 / 341316 = 569.74 mm

dvs = dv - dvc = 1264.251 - 569.742 = 694.51 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 131476736491 + 7812500000 / 8 + 153816 x 694.509^2

+ 1500000 / 8 x 569.742^2 = 267508863487 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 132337169568 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 694837169568 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

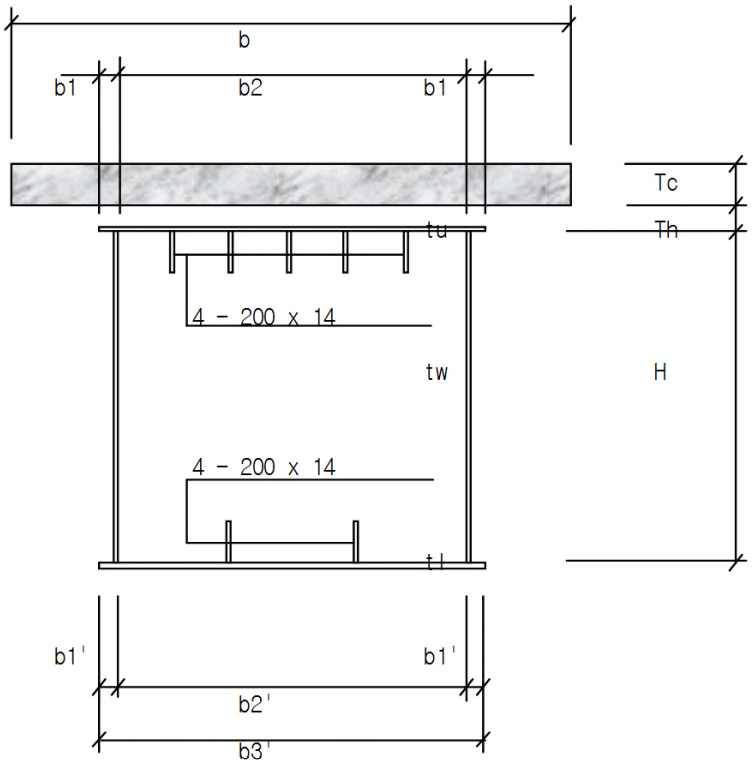
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2125^2) / (2 x 2125/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 201968417557 mm^4

- Section G1,3/4-1



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2109.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	1062.50	45900000	48768750000	921600
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	954.50	10690400	10203986800	37333333
W E B	2 - 2109.0 X 12.0	50616				18761162058
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-954.50	-10690400	10203986800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-1062.50	-45900000	48768750000	921600
TOTAL		159416		0	117945473600	18837671925

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 117945473600 + 18837671925 = 136783145525 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 0 / 159416 = 0.00 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 136783145525 - 159416 x 0.000 ² = 136783145525 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((2109 \times 12^3 / 12)$

$+ (2109 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 132337169568 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2109.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 2125.00 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 2125²) / (2 x 2125/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 170581655276 mm⁴

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm²

Av = ∑As + Ac/N

= 159416 + 1500000 / 8 = 346916 mm²

Ic = b x Tc³ / 12

= 6000.000 x 250.000 ³ / 12 = 7812500000 mm⁴

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2109.000 / 2 - 0.000 + 50.000 + 250.000 / 2 1229.50 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1229.500 x 159416 / 346916 = 564.98 mm

dvs = dv - dvc = 1229.500 - 564.984 = 664.52 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs² +Ac/N · dvc²

= 136783145525 + 7812500000 / 8 + 159416 x 664.516 ²

+ 1500000 / 8 x 564.984 ² = 268006164249 mm⁴

Iv22 = I22 + b³ x Tc / 12 / N

= 132337169568 + 6000.000 ³

x 250.000 / 12 / 8 = 694837169568 mm⁴

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

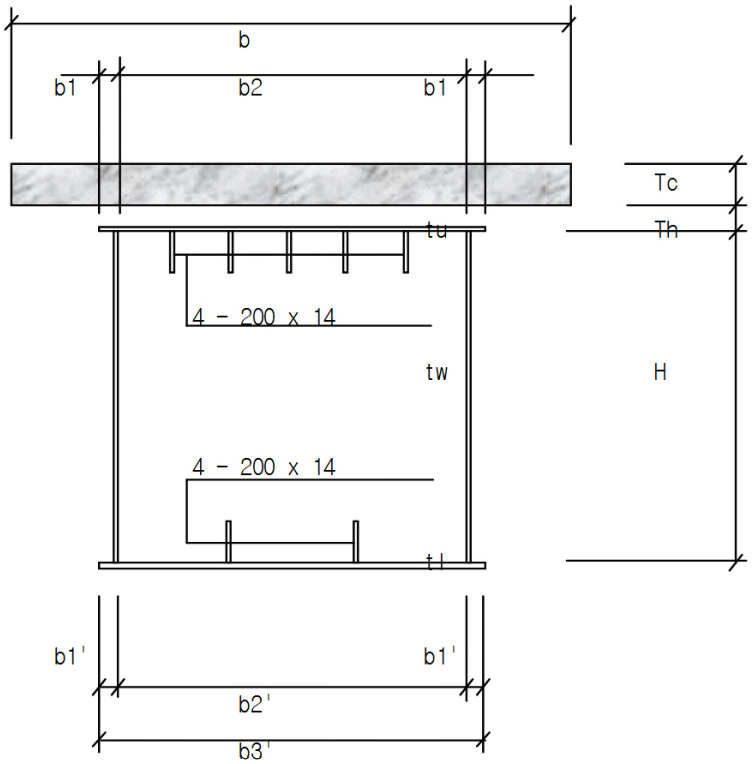
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 2125²) / (2 x 2125/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 201968417557 mm⁴

- Section G1,3/4-2



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1907.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	961.50	41536800	39937633200	921600
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	853.50	9559200	8158777200	37333333
W E B	2 - 1907.0 X 12.0	45768				13870179286
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-853.50	-9559200	8158777200	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-961.50	-41536800	39937633200	921600
TOTAL		154568		0	96192820800	13946689153

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 96192820800 + 13946689153 = 110139509953 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 0 / 154568 = 0.00 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 110139509953 - 154568 x 0.000 ² = 110139509953 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((1907 \times 12^3 / 12)$

$+ (1907 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 124689216864 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1907.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 1923.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1923^2) / (2 x 1923/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 147104583084 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 154568 + 1500000 / 8 = 342068 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1907.000 / 2 - 0.000 + 50.000 + 250.000 / 2 1128.50 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1128.500 x 154568 / 342068 = 509.93 mm

dvs = dv - dvc = 1128.500 - 509.928 = 618.57 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 110139509953 + 7812500000 / 8 + 154568 x 618.572^2

+ 1500000 / 8 x 509.928^2 = 219013611168 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 124689216864 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 687189216864 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

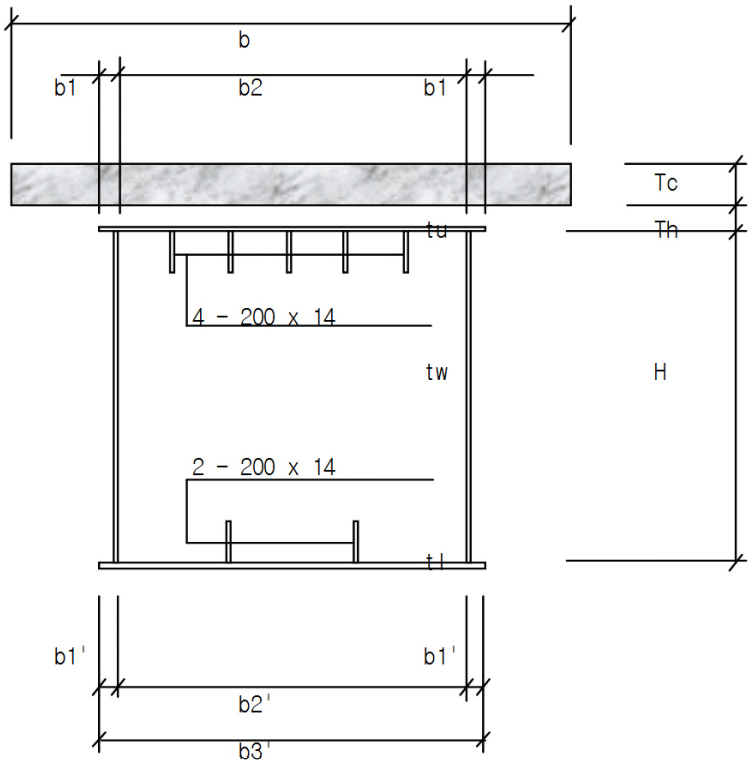
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1923^2) / (2 x 1923/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 175888800153 mm^4

- Section G1,3/5-1



b	=	6000.000	mm	
b1	=	100.000	mm	
b2	=	2500.000	mm	
b3	=	2700.000	mm	
b1'	=	100.000	mm	
b2'	=	2500.000	mm	
b3'	=	2700.000	mm	
Tc	=	250.000	mm	
Th	=	50.000	mm	
H	=	1907.000	mm	
n	=	8		

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	961.50	41536800	39937633200	921600
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	853.50	9559200	8158777200	37333333
W E B	2 - 1907.0 X 12.0	45768				13870179286
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-853.50	-4779600	4079388600	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-961.50	-41536800	39937633200	921600
TOTAL		148968		4779600	92113432200	13928022486

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 92113432200 + 13928022486 = 106041454686 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 4779600 / 148968 = 32.08 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 106041454686 - 148968 x 32.085 ² = 105888102448 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((1907 \times 12^3 / 12)$

$+ (1907 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 124689216864 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1907.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 1923.00 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1923²) / (2 x 1923/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 147104583084 mm⁴

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm²

Av = ∑As + Ac/N

= 148968 + 1500000 / 8 = 336468 mm²

Ic = b x Tc³ / 12

= 6000.000 x 250.000 ³ / 12 = 7812500000 mm⁴

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1907.000 / 2 - 32.085 + 50.000 + 250.000 / 2 1096.42 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1096.415 x 148968 / 336468 = 485.43 mm

dvs = dv - dvc = 1096.415 - 485.427 = 610.99 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs² +Ac/N · dvc²

= 105888102448 + 7812500000 / 8 + 148968 x 610.988 ²

+ 1500000 / 8 x 485.427 ² = 206657792320 mm⁴

Iv22 = I22 + b³ x Tc / 12 / N

= 124689216864 + 6000.000 ³

x 250.000 / 12 / 8 = 687189216864 mm⁴

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

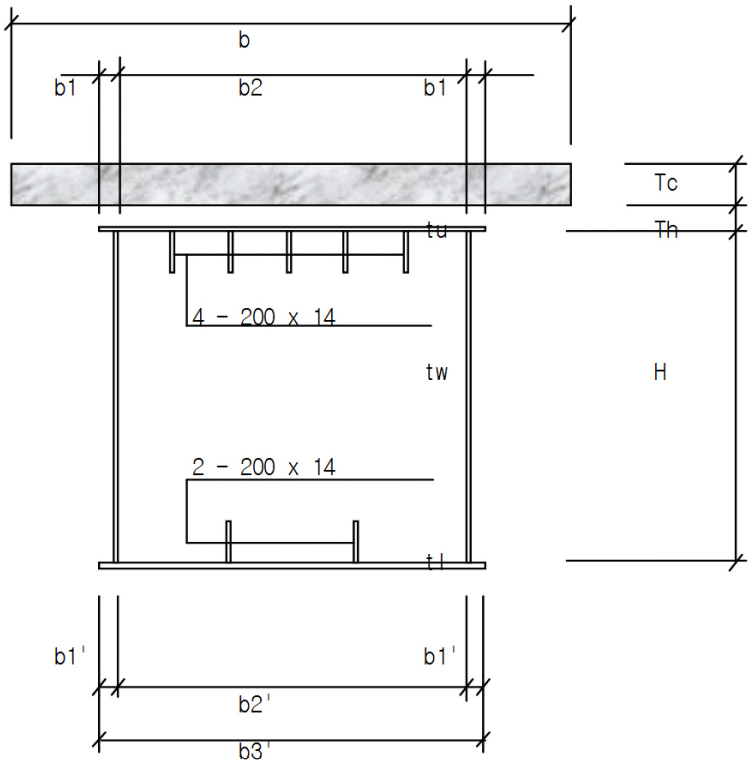
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1923²) / (2 x 1923/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 175888800153 mm⁴

- Section G1,3/5-2



b	=	6000.000	mm	
b1	=	100.000	mm	
b2	=	2500.000	mm	
b3	=	2700.000	mm	
b1'	=	100.000	mm	
b2'	=	2500.000	mm	
b3'	=	2700.000	mm	
Tc	=	250.000	mm	
Th	=	50.000	mm	
H	=	1782.000	mm	
n	=	8		

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	899.00	38836800	34914283200	921600
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	791.00	8859200	7007627200	37333333
W E B	2 - 1782.0 X 12.0	42768				11317567536
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-791.00	-4429600	3503813600	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-899.00	-38836800	34914283200	921600
TOTAL		145968		4429600	80340007200	11375410736

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 80340007200 + 11375410736 = 91715417936 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 4429600 / 145968 = 30.35 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 91715417936 - 145968 x 30.346 ² = 91580995623 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((1782 \times 12^3 / 12)$

$+ (1782 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 119956572864 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1782.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 1798.00 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1798²) / (2 x 1798/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 132967683414 mm⁴

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm²

Av = ∑As + Ac/N

= 145968 + 1500000 / 8 = 333468 mm²

Ic = b x Tc³ / 12

= 6000.000 x 250.000 ³ / 12 = 7812500000 mm⁴

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1782.000 / 2 - 30.346 + 50.000 + 250.000 / 2 1035.65 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1035.654 x 145968 / 333468 = 453.33 mm

dvs = dv - dvc = 1035.654 - 453.334 = 582.32 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs² +Ac/N · dvc²

= 91580995623 + 7812500000 / 8 + 145968 x 582.320 ²

+ 1500000 / 8 x 453.334 ² = 180588190591 mm⁴

Iv22 = I22 + b³ x Tc / 12 / N

= 119956572864 + 6000.000 ³

x 250.000 / 12 / 8 = 682456572864 mm⁴

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

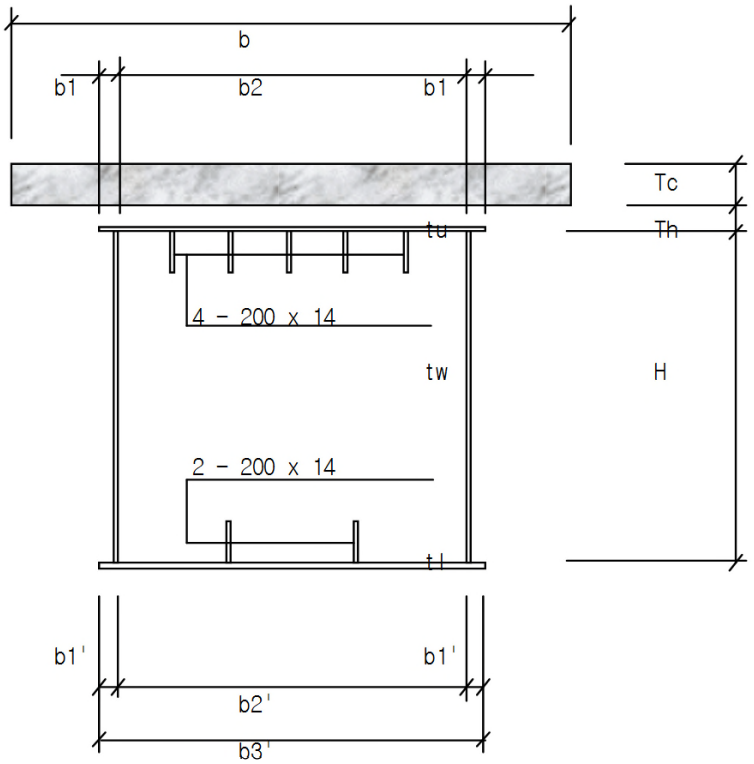
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1798²) / (2 x 1798/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 160048888784 mm⁴

- Section G1,3/5-3



b	=	6000.000	mm	
b1	=	100.000	mm	
b2	=	2500.000	mm	
b3	=	2700.000	mm	
b1'	=	100.000	mm	
b2'	=	2500.000	mm	
b3'	=	2700.000	mm	
Tc	=	250.000	mm	
Th	=	50.000	mm	
H	=	1616.000	mm	
n	=	8		

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	816.00	35251200	28764979200	921600
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	708.00	7929600	5614156800	37333333
W E B	2 - 1616.0 X 12.0	38784				8440225792
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-708.00	-3964800	2807078400	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-816.00	-35251200	28764979200	921600
TOTAL		141984		3964800	65951193600	8498068992

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 65951193600 + 8498068992 = 74449262592 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 3964800 / 141984 = 27.92 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 74449262592 - 141984 x 27.924 ² = 74338548434 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((1616 \times 12^3 / 12)$

$+ (1616 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 113671621632 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1616.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 1632.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1632^2) / (2 x 1632/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 114720743843 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 141984 + 1500000 / 8 = 329484 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1616.000 / 2 - 27.924 + 50.000 + 250.000 / 2 955.08 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 955.076 x 141984 / 329484 = 411.57 mm

dvs = dv - dvc = 955.076 - 411.569 = 543.51 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 74338548434 + 7812500000 / 8 + 141984 x 543.507^2

+ 1500000 / 8 x 411.569^2 = 149017567692 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 113671621632 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 676171621632 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

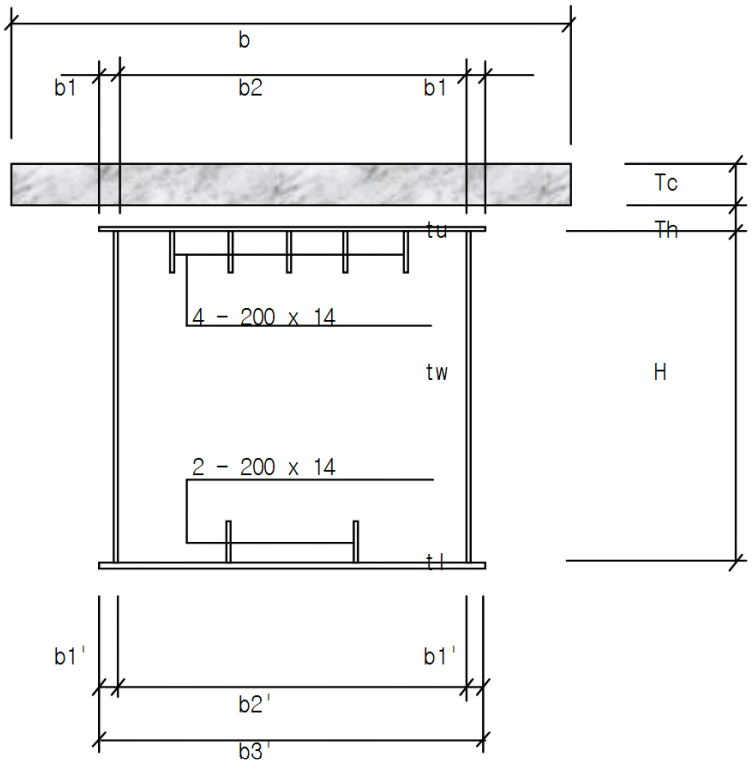
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1632^2) / (2 x 1632/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 139426321628 mm^4

- Section G1,3/6-1



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1616.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	818.00	44172000	36132696000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	708.00	7929600	5614156800	37333333
W E B	2 - 1616.0 X 12.0	38784				8440225792
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-708.00	-3964800	2807078400	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-816.00	-35251200	28764979200	921600
TOTAL		152784		12885600	73318910400	8498947392

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 73318910400 + 8498947392 = 81817857792 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 12885600 / 152784 = 84.34 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 81817857792 - 152784 x 84.339 ² = 80731103372 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((1616 \times 12^3 / 12)$

$+ (1616 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 120232621632 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1616.000 + 20.000 / 2 + 16.000 / 2 = 1634.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1634^2) / (2 x 1634/12 + 2512/20 + 2512/16)

= 121440222251 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 152784 + 1500000 / 8 = 340284 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1616.000 / 2 - 84.339 + 50.000 + 250.000 / 2 898.66 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 898.661 x 152784 / 340284 = 403.49 mm

dvs = dv - dvc = 898.661 - 403.490 = 495.17 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 80731103372 + 7812500000 / 8 + 152784 x 495.172^2

+ 1500000 / 8 x 403.490^2 = 149695267807 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 120232621632 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 682732621632 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

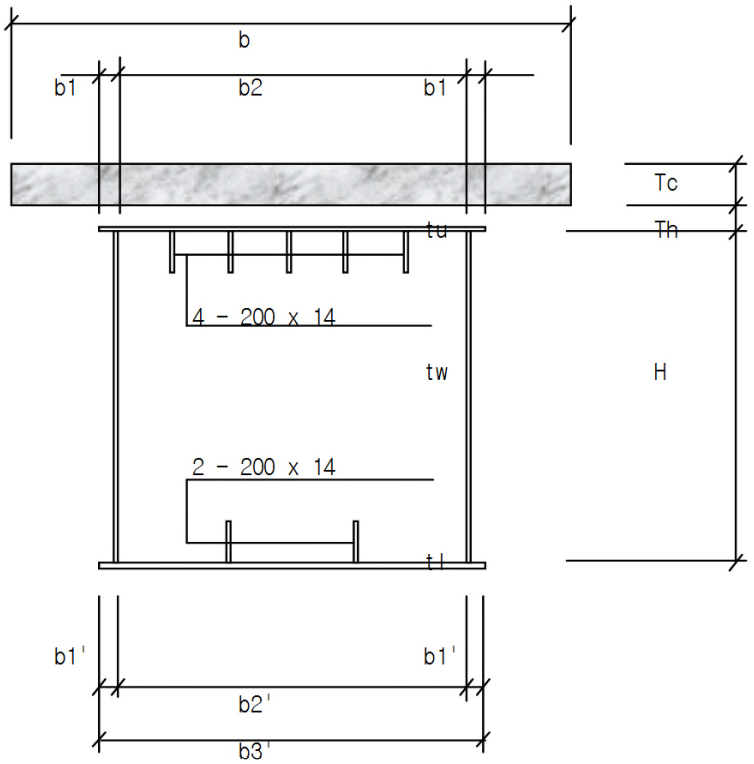
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1634^2) / (2 x 1634/12 + 2512/51.25 + 2512/16)

= 140883273090 mm^4

- Section G1,3/6-2



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1608.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	814.00	43956000	35780184000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	704.00	7884800	5550899200	37333333
W E B	2 - 1608.0 X 12.0	38592				8315495424
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-704.00	-3942400	2775449600	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-812.00	-35078400	28483660800	921600
TOTAL		152592		12820000	72590193600	8374217024

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 72590193600 + 8374217024 = 80964410624 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 12820000 / 152592 = 84.01 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 80964410624 - 152592 x 84.015 ² = 79887339742 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((1608 \times 12^3 / 12)$

$+ (1608 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 119929732416 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1608.000 + 20.000 / 2 + 16.000 / 2 = 1626.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1626^2) / (2 x 1626/12 + 2512/20 + 2512/16)

= 120543629177 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 152592 + 1500000 / 8 = 340092 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1608.000 / 2 - 84.015 + 50.000 + 250.000 / 2 894.99 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 894.985 x 152592 / 340092 = 401.56 mm

dvs = dv - dvc = 894.985 - 401.561 = 493.42 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 79887339742 + 7812500000 / 8 + 152592 x 493.424^2

+ 1500000 / 8 x 401.561^2 = 148249679448 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 119929732416 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 682429732416 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

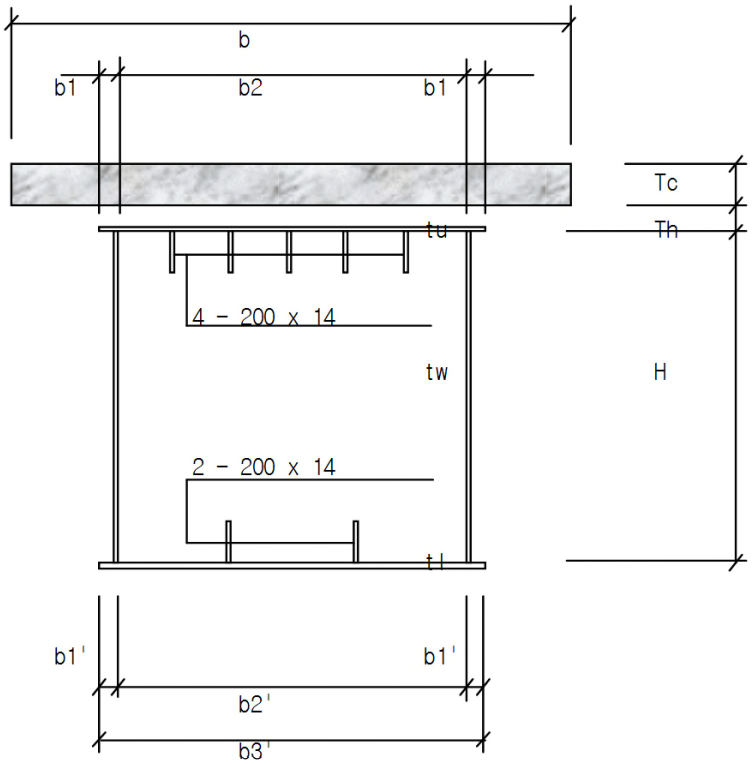
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1626^2) / (2 x 1626/12 + 2512/51.25 + 2512/16)

= 139897077229 mm^4

- Section G1,3/7-1



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1608.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	814.00	43956000	35780184000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	704.00	7884800	5550899200	37333333
W E B	2 - 1608.0 X 12.0	38592				8315495424
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-704.00	-3942400	2775449600	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 22.0	59400	-815.00	-48411000	39454965000	2395800
TOTAL		168792		-512600	83561497800	8375691224

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 83561497800 + 8375691224 = 91937189024 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -512600 / 168792 = -3.04 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 91937189024 - 168792 x -3.037 ² = 91935632322 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 22 / 12) + ((1608 \times 12^3 / 12)$

$+ (1608 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 129771232416 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1608.000 + 20.000 / 2 + 22.000 / 2 = 1629.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1629^2) / (2 x 1629/12 + 2512/20 + 2512/22)

= 131002951709 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 168792 + 1500000 / 8 = 356292 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1608.000 / 2 - -3.037 + 50.000 + 250.000 / 2 982.04 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 982.037 x 168792 / 356292 = 465.24 mm

dvs = dv - dvc = 982.037 - 465.236 = 516.80 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 91935632322 + 7812500000 / 8 + 168792 x 516.801^2

+ 1500000 / 8 x 465.236^2 = 178577043163 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 129771232416 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 692271232416 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

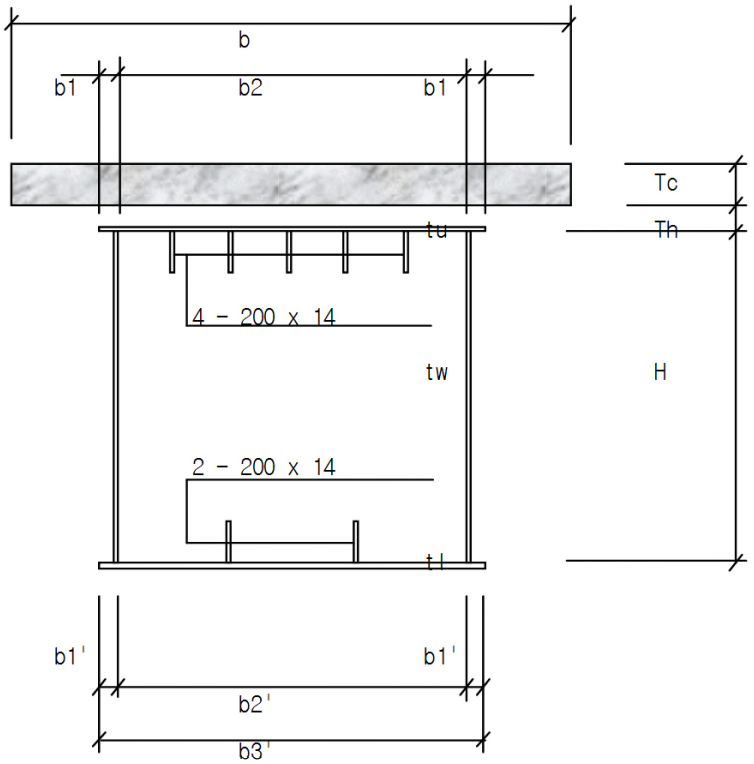
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1629^2) / (2 x 1629/12 + 2512/51.25 + 2512/22)

= 154083215951 mm^4

- Section G1,3/7-2



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1590.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	805.00	43470000	34993350000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	695.00	7784000	5409880000	37333333
W E B	2 - 1590.0 X 12.0	38160				8039358000
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-695.00	-3892000	2704940000	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 22.0	59400	-806.00	-47876400	38588378400	2395800
TOTAL		168360		-514400	81696548400	8099553800

Is´ = ∑AsY² + ∑Io

= 81696548400 + 8099553800 = 89796102200 mm⁴

δs = ∑AsY / ∑As

= -514400 / 168360 = -3.06 mm

I33 = Is´ - ∑As x δs²

= 89796102200 - 168360 x -3.055 ² = 89794530524 mm⁴

I22 = (b3³ x tu / 12) + (b3'³ x tl / 12) + ((H x tw³ / 12) + (H x tw x (b2 / 2 + tw / 2)²)) * 2

= (2700³ x 20 / 12) + (2700³ x 22 / 12) + ((1590 x 12³ / 12)

+ (1590 x 12 x (2500 / 2 + 12 / 2)²)) x 2 = 129089731680 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1590.000 + 20.000 / 2 + 22.000 / 2 = 1611.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1611^2) / (2 x 1611/12 + 2512/20 + 2512/22)

= 128880071255 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 168360 + 1500000 / 8 = 355860 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1590.000 / 2 - -3.055 + 50.000 + 250.000 / 2 973.06 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 973.055 x 168360 / 355860 = 460.36 mm

dvs = dv - dvc = 973.055 - 460.360 = 512.70 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 89794530524 + 7812500000 / 8 + 168360 x 512.696^2

+ 1500000 / 8 x 460.360^2 = 174762742659 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 129089731680 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 691589731680 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

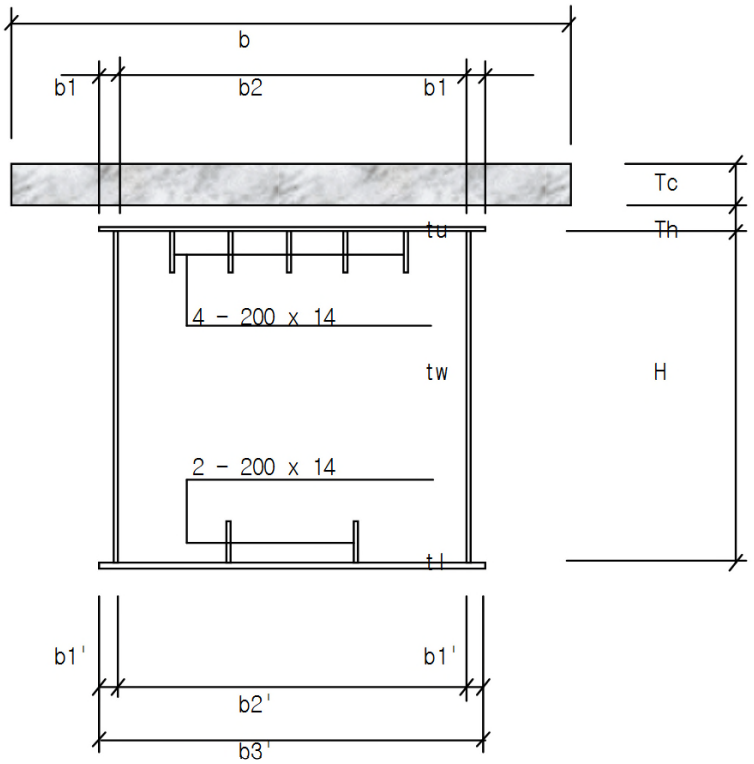
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1611^2) / (2 x 1611/12 + 2512/51.25 + 2512/22)

= 151744116941 mm^4

- Section G1,3/7-3



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1500.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	760.00	41040000	31190400000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	650.00	7280000	4732000000	37333333
W E B	2 - 1500.0 X 12.0	36000				6750000000
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-650.00	-3640000	2366000000	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 22.0	59400	-761.00	-45203400	34399787400	2395800
TOTAL		166200		-523400	72688187400	6810195800

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 72688187400 + 6810195800 = 79498383200 mm⁴

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -523400 / 166200 = -3.15 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 79498383200 - 166200 x -3.149 ² = 79496734899 mm⁴

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 22 / 12) + ((1500 \times 12^3 / 12)$

$+ (1500 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 125682228000 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1500.000 + 20.000 / 2 + 22.000 / 2 = 1521.00 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1521²) / (2 x 1521/12 + 2512/20 + 2512/22)

= 118375705793 mm⁴

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm²

Av = ∑As + Ac/N

= 166200 + 1500000 / 8 = 353700 mm²

Ic = b x Tc³ / 12

= 6000.000 x 250.000 ³ / 12 = 7812500000 mm⁴

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1500.000 / 2 - -3.149 + 50.000 + 250.000 / 2 928.15 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 928.149 x 166200 / 353700 = 436.13 mm

dvs = dv - dvc = 928.149 - 436.128 = 492.02 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs² +Ac/N · dvc²

= 79496734899 + 7812500000 / 8 + 166200 x 492.021 ²

+ 1500000 / 8 x 436.128 ² = 156371735324 mm⁴

Iv22 = I22 + b³ x Tc / 12 / N

= 125682228000 + 6000.000 ³

x 250.000 / 12 / 8 = 688182228000 mm⁴

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

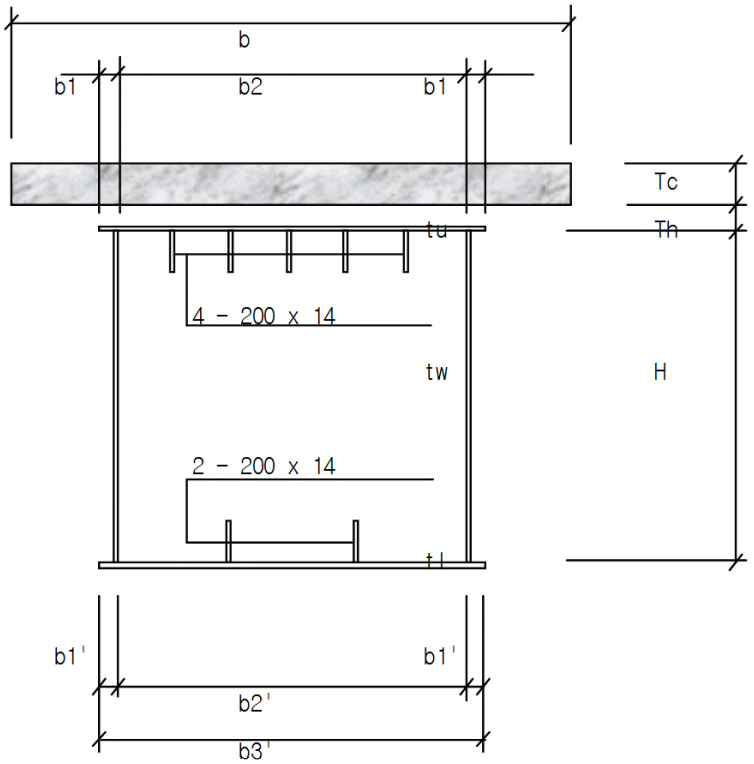
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1521²) / (2 x 1521/12 + 2512/51.25 + 2512/22)

= 140132182685 mm⁴

- Section G1,3/8-1



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1500.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	760.00	41040000	31190400000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	650.00	7280000	4732000000	37333333
W E B	2 - 1500.0 X 12.0	36000				6750000000
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-650.00	-3640000	2366000000	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-760.00	-41040000	31190400000	1800000
TOTAL		160800		3640000	69478800000	6809600000

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 69478800000 + 6809600000 = 76288400000 mm⁴

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 3640000 / 160800 = 22.64 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 76288400000 - 160800 x 22.637 ² = 76206001990 mm⁴

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((1500 \times 12^3 / 12)$

$+ (1500 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 122401728000 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1500.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 1520.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1520^2) / (2 x 1520/12 + 2512/20 + 2512/20)

= 115583694748 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 160800 + 1500000 / 8 = 348300 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1500.000 / 2 - 22.637 + 50.000 + 250.000 / 2 902.36 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 902.363 x 160800 / 348300 = 416.59 mm

dvs = dv - dvc = 902.363 - 416.595 = 485.77 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 76206001990 + 7812500000 / 8 + 160800 x 485.768^2

+ 1500000 / 8 x 416.595^2 = 147667544039 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 122401728000 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 684901728000 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

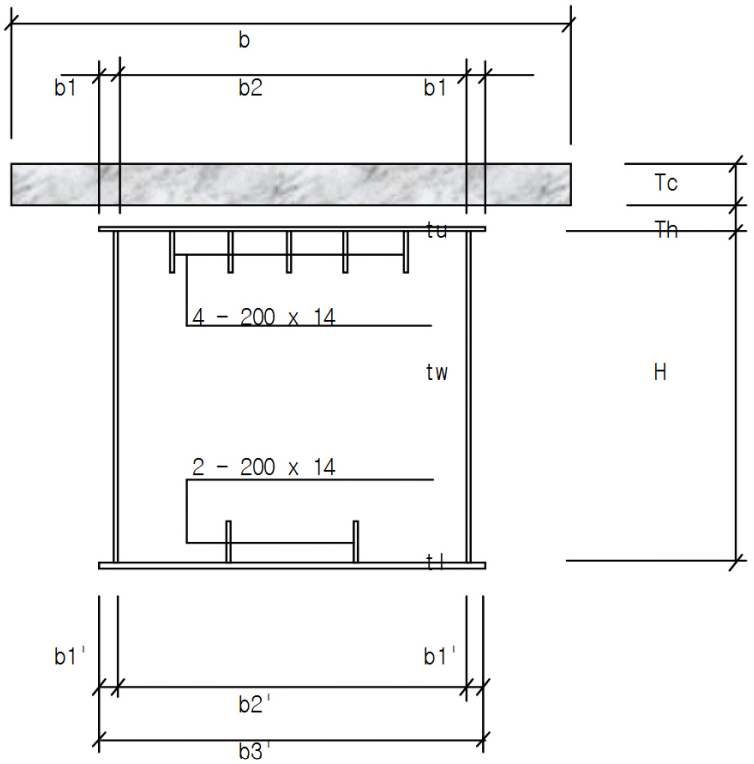
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1520^2) / (2 x 1520/12 + 2512/51.25 + 2512/20)

= 136268498093 mm^4

- Section G1,3/8-2



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1590.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	805.00	43470000	34993350000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	695.00	7784000	5409880000	37333333
W E B	2 - 1590.0 X 12.0	38160				8039358000
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-695.00	-3892000	2704940000	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-805.00	-43470000	34993350000	1800000
TOTAL		162960		3892000	78101520000	8098958000

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 78101520000 + 8098958000 = 86200478000 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 3892000 / 162960 = 23.88 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 86200478000 - 162960 x 23.883^2 = 86107524735 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((1590 \times 12^3 / 12)$

$+ (1590 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 125809231680 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1590.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 1610.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1610^2) / (2 x 1610/12 + 2512/20 + 2512/20)

= 125932433690 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 162960 + 1500000 / 8 = 350460 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1590.000 / 2 - 23.883 + 50.000 + 250.000 / 2 946.12 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 946.117 x 162960 / 350460 = 439.93 mm

dvs = dv - dvc = 946.117 - 439.934 = 506.18 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 86107524735 + 7812500000 / 8 + 162960 x 506.183^2

+ 1500000 / 8 x 439.934^2 = 165126982964 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 125809231680 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 688309231680 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

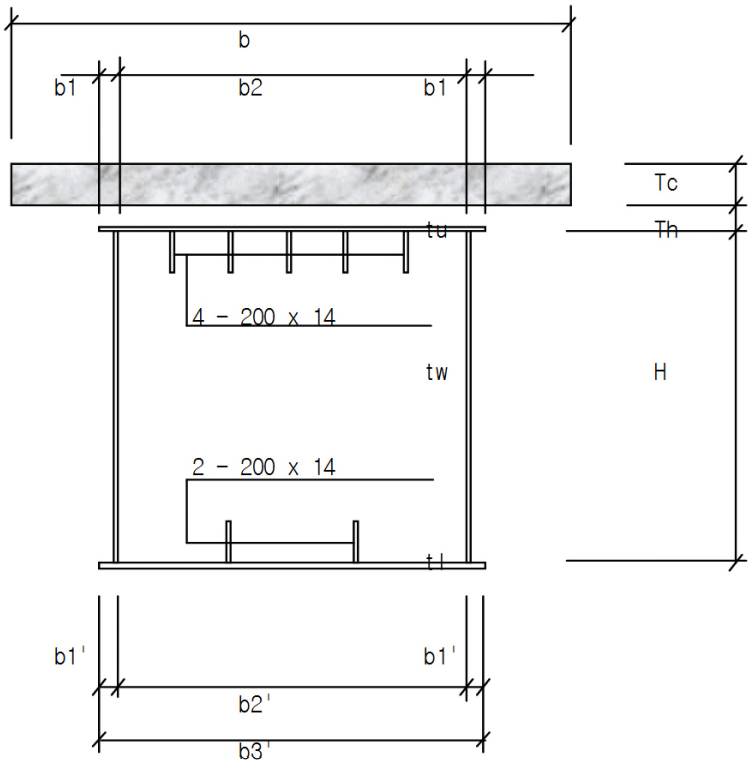
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1610^2) / (2 x 1610/12 + 2512/51.25 + 2512/20)

= 147706055458 mm^4

- Section G1,3/8-3



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1608.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	814.00	43956000	35780184000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	704.00	7884800	5550899200	37333333
W E B	2 - 1608.0 X 12.0	38592				8315495424
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-704.00	-3942400	2775449600	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-814.00	-43956000	35780184000	1800000
TOTAL		163392		3942400	79886716800	8375095424

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 79886716800 + 8375095424 = 88261812224 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 3942400 / 163392 = 24.13 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 88261812224 - 163392 x 24.128 ² = 88166688119 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((1608 \times 12^3 / 12)$

$+ (1608 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 126490732416 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1608.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 1628.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1628^2) / (2 x 1628/12 + 2512/20 + 2512/20)

= 128024787155 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 163392 + 1500000 / 8 = 350892 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 6000.000 x 250.000^3 / 12 = 7812500000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1608.000 / 2 - 24.128 + 50.000 + 250.000 / 2 954.87 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 954.872 x 163392 / 350892 = 444.63 mm

dvs = dv - dvc = 954.872 - 444.634 = 510.24 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 88166688119 + 7812500000 / 8 + 163392 x 510.238^2

+ 1500000 / 8 x 444.634^2 = 168749741065 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 126490732416 + 6000.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 688990732416 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

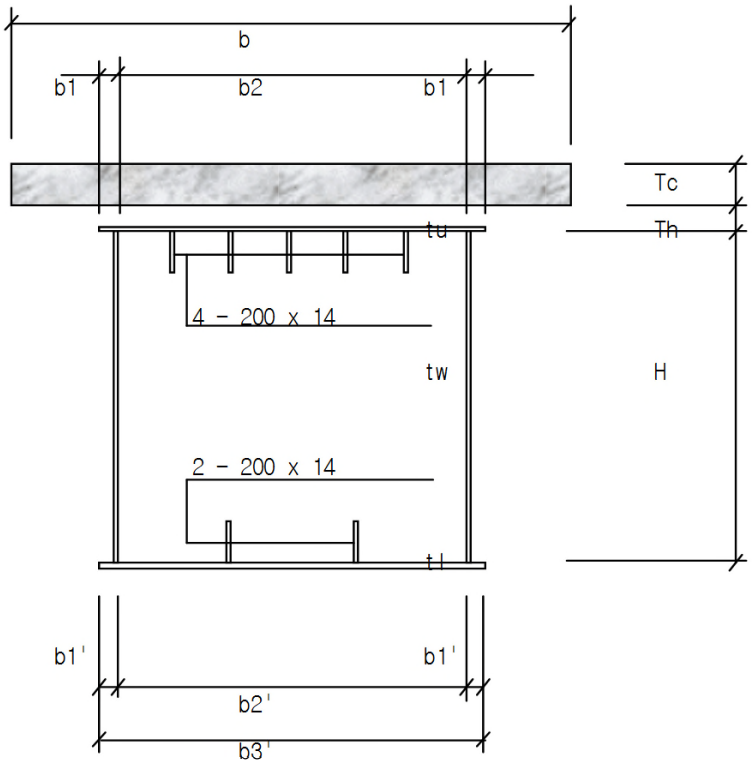
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1628^2) / (2 x 1628/12 + 2512/51.25 + 2512/20)

= 150011265124 mm^4

- Section G1,3/9



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1500.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	760.00	41040000	31190400000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	650.00	7280000	4732000000	37333333
W E B	2 - 1500.0 X 12.0	36000				6750000000
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-650.00	-3640000	2366000000	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 18.0	48600	-759.00	-36887400	27997536600	1312200
TOTAL		155400		7792600	66285936600	6809112200

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 66285936600 + 6809112200 = 73095048800 mm⁴

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 7792600 / 155400 = 50.15 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 73095048800 - 155400 x 50.145 ² = 72704285513 mm⁴

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 18 / 12) + ((1500 \times 12^3 / 12)$

$+ (1500 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 119121228000 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1500.000 + 20.000 / 2 + 18.000 / 2 = 1519.00 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1519²) / (2 x 1519/12 + 2512/20 + 2512/18)

= 112360840772 mm⁴

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm²

Av = ∑As + Ac/N

= 155400 + 1500000 / 8 = 342900 mm²

Ic = b x Tc³ / 12

= 6000.000 x 250.000 ³ / 12 = 7812500000 mm⁴

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1500.000 / 2 - 50.145 + 50.000 + 250.000 / 2 874.85 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 874.855 x 155400 / 342900 = 396.48 mm

dvs = dv - dvc = 874.855 - 396.478 = 478.38 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs² +Ac/N · dvc²

= 72704285513 + 7812500000 / 8 + 155400 x 478.376 ²

+ 1500000 / 8 x 396.478 ² = 138717253463 mm⁴

Iv22 = I22 + b³ x Tc / 12 / N

= 119121228000 + 6000.000 ³

x 250.000 / 12 / 8 = 681621228000 mm⁴

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

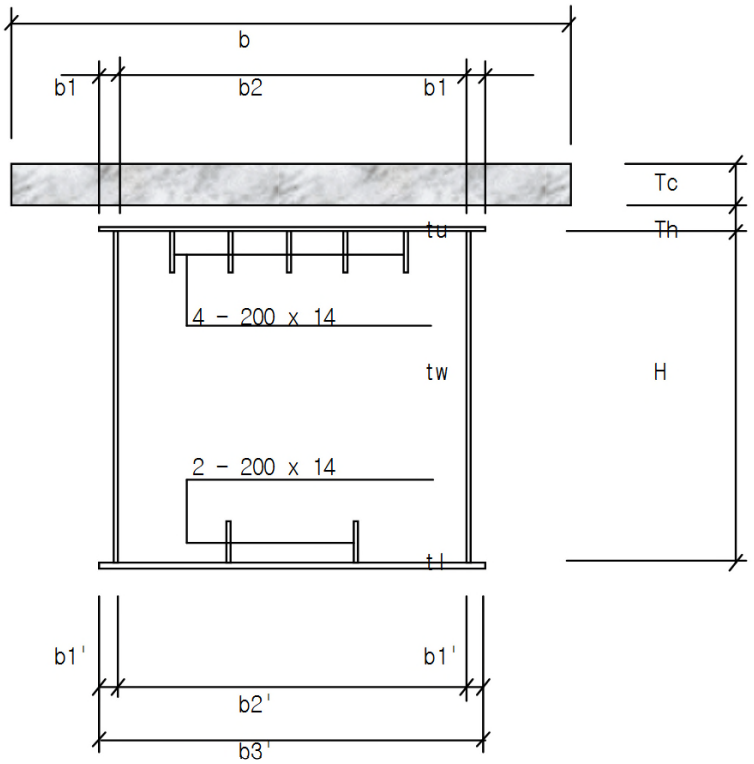
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1519²) / (2 x 1519/12 + 2512/51.25 + 2512/18)

= 131841207815 mm⁴

- Section G1,3/10



b	=	6000.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1500.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	758.00	32745600	24821164800	921600
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	650.00	7280000	4732000000	37333333
W E B	2 - 1500.0 X 12.0	36000				6750000000
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-650.00	-3640000	2366000000	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 18.0	48600	-759.00	-36887400	27997536600	1312200
TOTAL		144600		-501800	59916701400	6808233800

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 59916701400 + 6808233800 = 66724935200 mm⁴

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -501800 / 144600 = -3.47 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 66724935200 - 144600 x -3.470 ² = 66723193822 mm⁴

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 18 / 12) + ((1500 \times 12^3 / 12)$

$+ (1500 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 112560228000 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1500.000 + 16.000 / 2 + 18.000 / 2 = 1517.00 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1517²) / (2 x 1517/12 + 2512/16 + 2512/18)

= 105728130068 mm⁴

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 6000.000 x 250.000 = 1500000 mm²

Av = ∑As + Ac/N

= 144600 + 1500000 / 8 = 332100 mm²

Ic = b x Tc³ / 12

= 6000.000 x 250.000 ³ / 12 = 7812500000 mm⁴

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1500.000 / 2 - -3.470 + 50.000 + 250.000 / 2 928.47 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 928.470 x 144600 / 332100 = 404.27 mm

dvs = dv - dvc = 928.470 - 404.266 = 524.20 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs² +Ac/N · dvc²

= 66723193822 + 7812500000 / 8 + 144600 x 524.204 ²

+ 1500000 / 8 x 404.266 ² = 138077718369 mm⁴

Iv22 = I22 + b³ x Tc / 12 / N

= 112560228000 + 6000.000 ³

x 250.000 / 12 / 8 = 675060228000 mm⁴

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

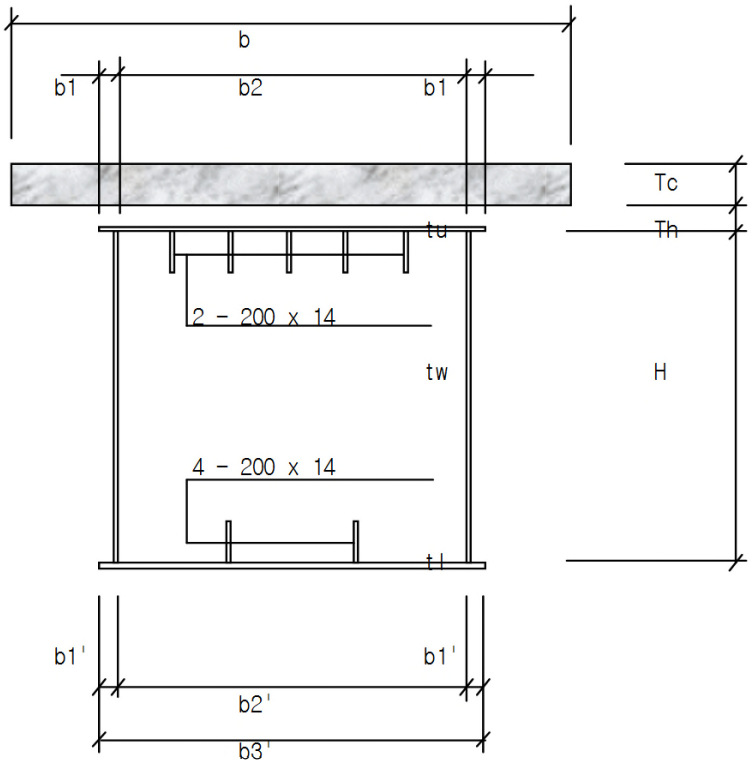
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1517²) / (2 x 1517/12 + 2512/47.25 + 2512/18)

= 130368040679 mm⁴

- Section G2/1-1



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	3000.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	1510.00	81540000	123125400000	1800000
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1400.00	7840000	10976000000	18666667
W E B	2 - 3000.0 X 14.0	84000				63000000000
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1400.00	-15680000	21952000000	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-1510.00	-81540000	123125400000	1800000
TOTAL		208800		-7840000	279178800000	63059600000

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 279178800000 + 63059600000 = 342238400000 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -7840000 / 208800 = -37.55 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 342238400000 - 208800 x -37.548 ² = 341944024521 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((3000 \times 14^3 / 12)$

$+ (3000 \times 14 \times (2500 / 2 + 14 / 2)^2)) \times 2$ = 198335488000 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 14.000 / 2 x 2 = 2514.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 3000.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 3020.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 3020^2) / (2 x 3020/14 + 2514/20 + 2514/20)

= 337670203095 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 208800 + 1875000 / 8 = 443175 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 3000.000 / 2 - -37.548 + 50.000 + 250.000 / 2 1712.55 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1712.548 x 208800 / 443175 = 806.86 mm

dvs = dv - dvc = 1712.548 - 806.860 = 905.69 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 341944024521 + 9765625000 / 8 + 208800 x 905.688^2

+ 1875000 / 8 x 806.860^2 = 667020749963 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 198335488000 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1296968300500 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

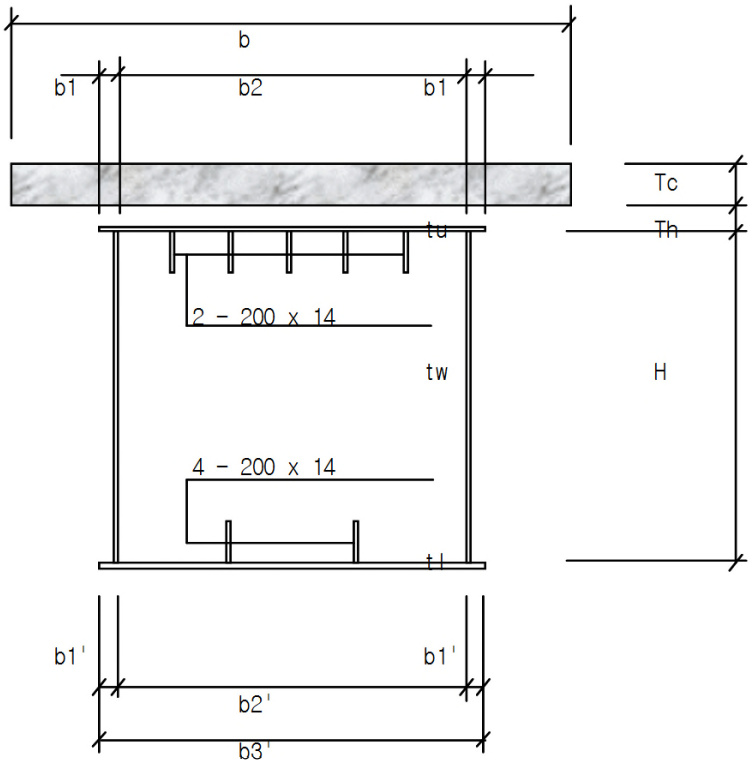
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 3020^2) / (2 x 3020/14 + 2514/51.25 + 2514/20)

= 380365591395 mm^4

- Section G2/1-2



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2584.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	1302.00	70308000	91541016000	1800000
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1192.00	6675200	7956838400	18666667
W E B	2 - 2584.0 X 14.0	72352				40258196309
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1192.00	-13350400	15913676800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-1302.00	-70308000	91541016000	1800000
TOTAL		197152		-6675200	206952547200	40317796309

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 206952547200 + 40317796309 = 247270343509 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -6675200 / 197152 = -33.86 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 247270343509 - 197152 x -33.858 ² = 247044333654 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((2584 \times 14^3 / 12)$

$+ (2584 \times 14 \times (2500 / 2 + 14 / 2)^2)) \times 2$ = 179930886997 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 14.000 / 2 x 2 = 2514.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2584.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 2604.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 2604^2) / (2 x 2604/14 + 2514/20 + 2514/20)

= 274982907667 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 197152 + 1875000 / 8 = 431527 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2584.000 / 2 - -33.858 + 50.000 + 250.000 / 2 1500.86 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1500.858 x 197152 / 431527 = 685.70 mm

dvs = dv - dvc = 1500.858 - 685.698 = 815.16 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 247044333654 + 9765625000 / 8 + 197152 x 815.160^2

+ 1875000 / 8 x 685.698^2 = 489468638239 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 179930886997 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1278563699497 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

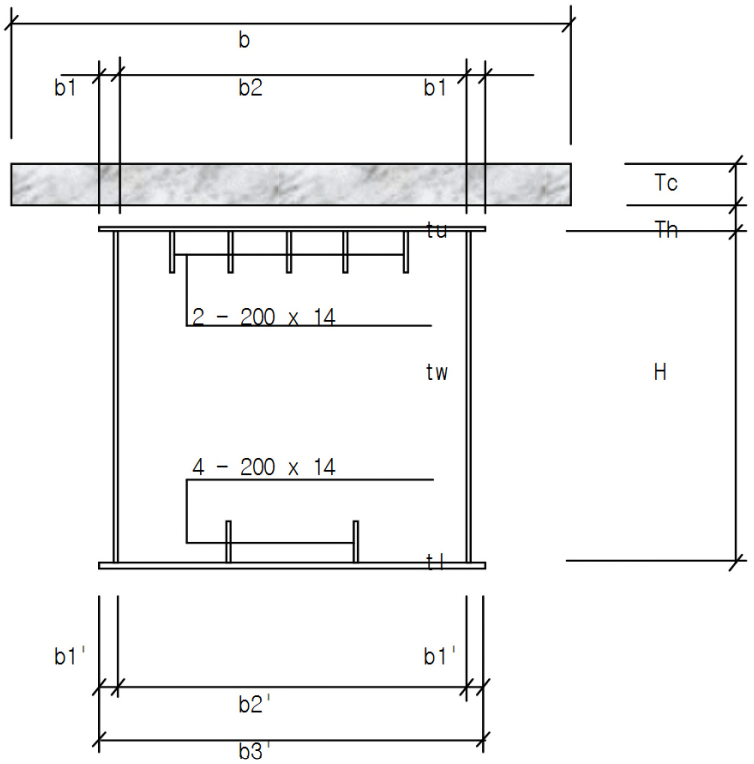
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 2604^2) / (2 x 2604/14 + 2514/51.25 + 2514/20)

= 313531225559 mm^4

- Section G2/1-3



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2449.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	1234.50	66663000	82295473500	1800000
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1124.50	6297200	7081201400	18666667
W E B	2 - 2449.0 X 14.0	68572				34272291314
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1124.50	-12594400	14162402800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-1234.50	-66663000	82295473500	1800000
TOTAL		193372		-6297200	185834551200	34331891314

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 185834551200 + 34331891314 = 220166442514 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -6297200 / 193372 = -32.57 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 220166442514 - 193372 x -32.565 ² = 219961372867 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((2449 \times 14^3 / 12)$

$+ (2449 \times 14 \times (2500 / 2 + 14 / 2)^2)) \times 2$ = 173958240037 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 14.000 / 2 x 2 = 2514.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2449.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 2469.00 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2514² x 2469²) / (2 x 2469/14 + 2514/20 + 2514/20)

= 255101852344 mm⁴

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm²

Av = ∑As + Ac/N

= 193372 + 1875000 / 8 = 427747 mm²

Ic = b x Tc³ / 12

= 7500.000 x 250.000 ³ / 12 = 9765625000 mm⁴

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2449.000 / 2 - -32.565 + 50.000 + 250.000 / 2 1432.07 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1432.065 x 193372 / 427747 = 647.40 mm

dvs = dv - dvc = 1432.065 - 647.395 = 784.67 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs² +Ac/N · dvc²

= 219961372867 + 9765625000 / 8 + 193372 x 784.670 ²

+ 1875000 / 8 x 647.395 ² = 438473952815 mm⁴

Iv22 = I22 + b³ x Tc / 12 / N

= 173958240037 + 7500.000 ³

x 250.000 / 12 / 8 = 1272591052537 mm⁴

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

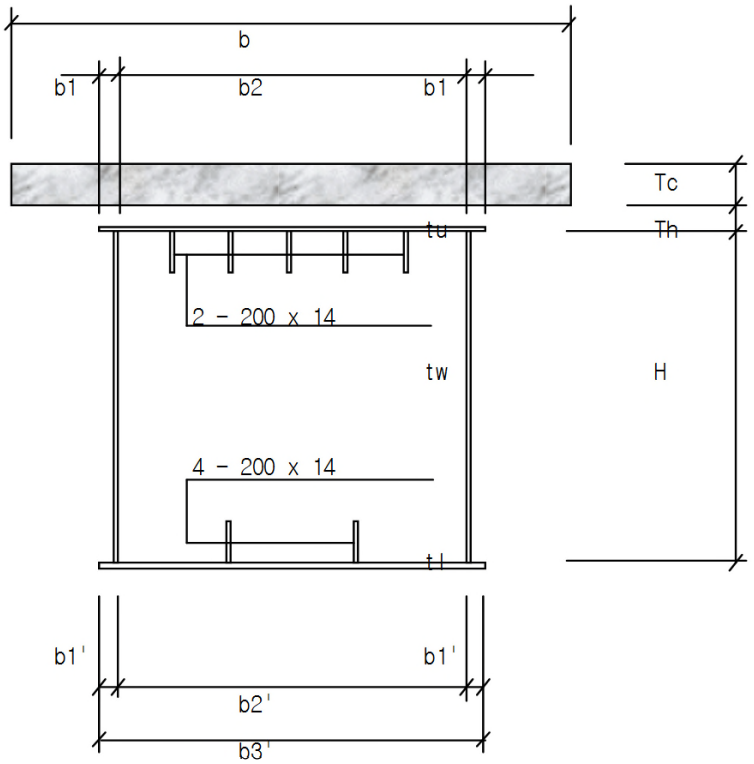
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2514² x 2469²) / (2 x 2469/14 + 2514/51.25 + 2514/20)

= 292170690168 mm⁴

- Section G2/1-4



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2607.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	1313.50	70929000	93165241500	1800000
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1203.50	6739600	8111108600	18666667
W E B	2 - 2607.0 X 14.0	72996				41342799267
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1203.50	-13479200	16222217200	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-1313.50	-70929000	93165241500	1800000
TOTAL		197796		-6739600	210663808800	41402399267

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 210663808800 + 41402399267 = 252066208067 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -6739600 / 197796 = -34.07 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 252066208067 - 197796 x -34.073 ² = 251836566375 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((2607 \times 14^3 / 12)$

$+ (2607 \times 14 \times (2500 / 2 + 14 / 2)^2)) \times 2$ = 180948449072 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 14.000 / 2 x 2 = 2514.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2607.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 2627.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 2627^2) / (2 x 2627/14 + 2514/20 + 2514/20)

= 278394652420 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 197796 + 1875000 / 8 = 432171 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2607.000 / 2 - -34.073 + 50.000 + 250.000 / 2 1512.57 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1512.573 x 197796 / 432171 = 692.27 mm

dvs = dv - dvc = 1512.573 - 692.275 = 820.30 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 251836566375 + 9765625000 / 8 + 197796 x 820.299^2

+ 1875000 / 8 x 692.275^2 = 498475114136 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 180948449072 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1279581261572 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

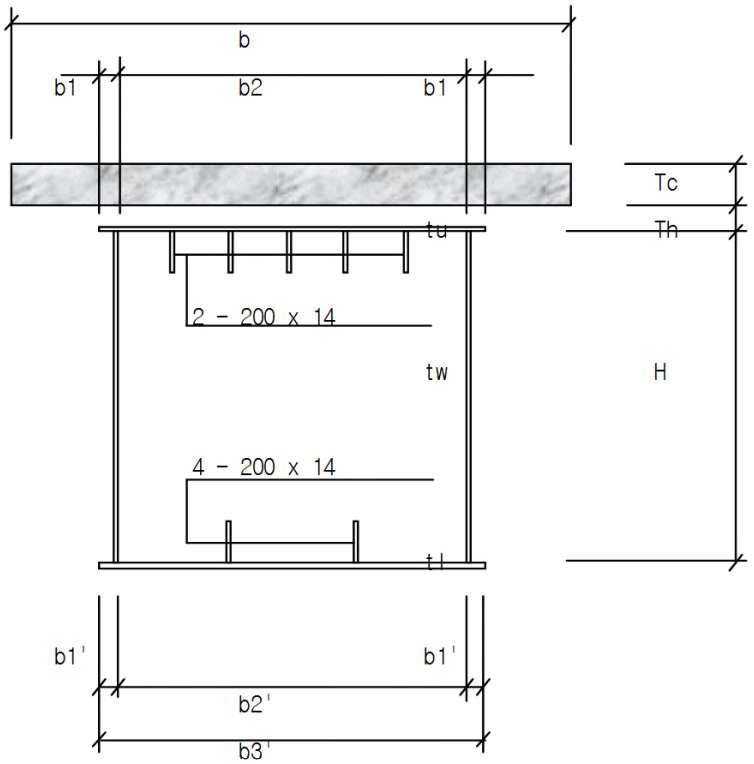
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2514^2 x 2627^2) / (2 x 2627/14 + 2514/51.25 + 2514/20)

= 317188114571 mm^4

- Section G2/2-1



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2449.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	1234.50	66663000	82295473500	1800000
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1124.50	6297200	7081201400	18666667
W E B	2 - 2449.0 X 12.0	58776				29376249698
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1124.50	-12594400	14162402800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-1232.50	-53244000	65623230000	921600
TOTAL		172776		7121800	169162307700	29434971298

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 169162307700 + 29434971298 = 198597278998 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 7121800 / 172776 = 41.22 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 198597278998 - 172776 x 41.220 ² = 198303719503 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((2449 \times 12^3 / 12)$

$+ (2449 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 151770961248 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2449.000 + 20.000 / 2 + 16.000 / 2 = 2467.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2467^2) / (2 x 2467/12 + 2512/20 + 2512/16)

= 221423713949 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 172776 + 1875000 / 8 = 407151 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2449.000 / 2 - 41.220 + 50.000 + 250.000 / 2 1358.28 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1358.280 x 172776 / 407151 = 576.39 mm

dvs = dv - dvc = 1358.280 - 576.391 = 781.89 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 198303719503 + 9765625000 / 8 + 172776 x 781.889^2

+ 1875000 / 8 x 576.391^2 = 383016748392 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 151770961248 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1250403773748 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

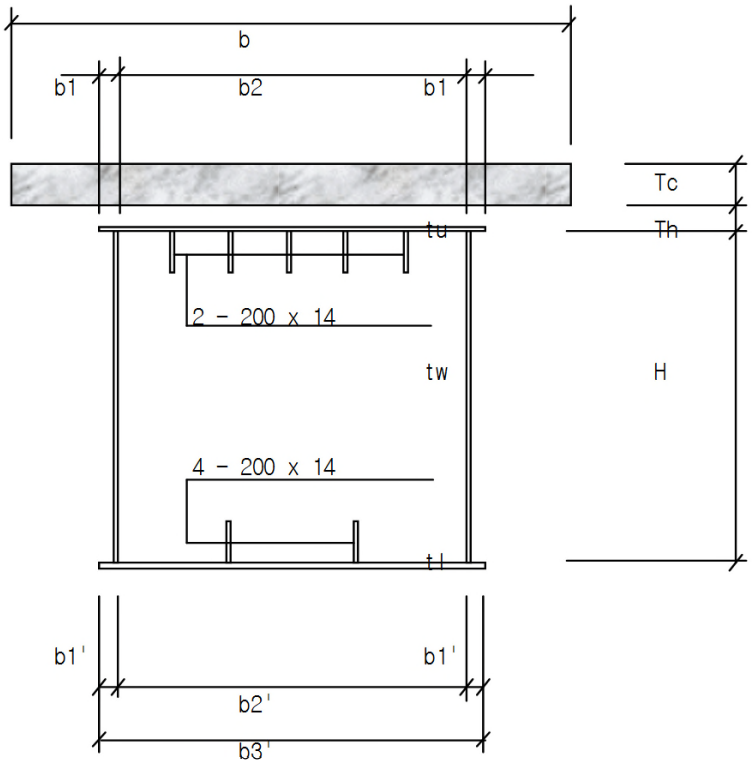
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2467^2) / (2 x 2467/12 + 2512/51.25 + 2512/16)

= 248899945194 mm^4

- Section G2/2-2



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2406.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	1213.00	65502000	79453926000	1800000
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1103.00	6176800	6813010400	18666667
W E B	2 - 2406.0 X 12.0	57744				27855878832
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1103.00	-12353600	13626020800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-1211.00	-52315200	63353707200	921600
TOTAL		171744		7010000	163246664400	27914600432

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 163246664400 + 27914600432 = 191161264832 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 7010000 / 171744 = 40.82 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 191161264832 - 171744 x 40.817 ² = 190875140717 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((2406 \times 12^3 / 12)$

$+ (2406 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 150142931712 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2406.000 + 20.000 / 2 + 16.000 / 2 = 2424.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2424^2) / (2 x 2424/12 + 2512/20 + 2512/16)

= 216003452792 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 171744 + 1875000 / 8 = 406119 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2406.000 / 2 - 40.817 + 50.000 + 250.000 / 2 1337.18 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1337.183 x 171744 / 406119 = 565.48 mm

dvs = dv - dvc = 1337.183 - 565.483 = 771.70 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 190875140717 + 9765625000 / 8 + 171744 x 771.701^2

+ 1875000 / 8 x 565.483^2 = 369319432678 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 150142931712 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1248775744212 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

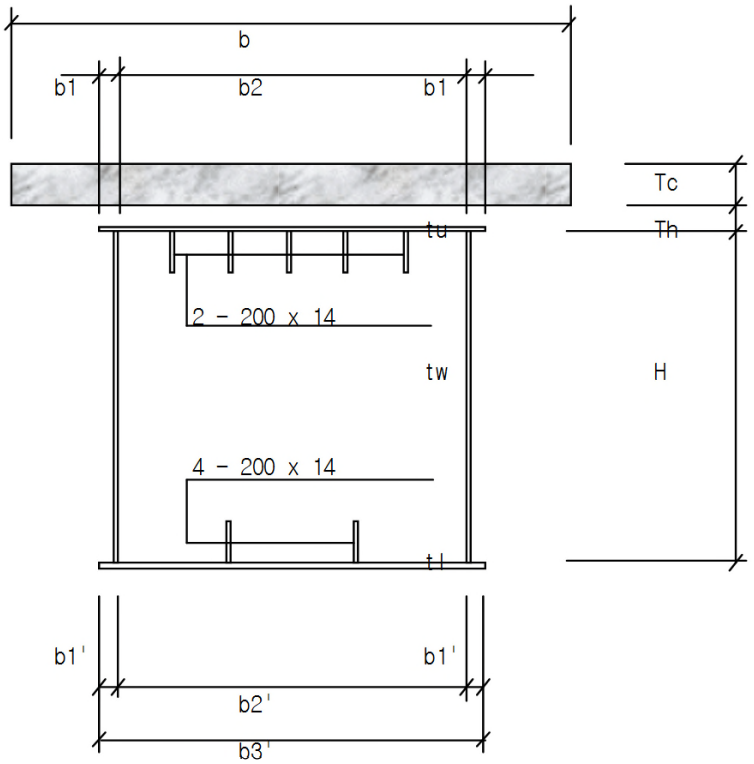
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2424^2) / (2 x 2424/12 + 2512/51.25 + 2512/16)

= 243121988204 mm^4

- Section G2/3-1



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2406.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	1211.00	52315200	63353707200	921600
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	1103.00	6176800	6813010400	18666667
W E B	2 - 2406.0 X 12.0	57744				27855878832
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-1103.00	-12353600	13626020800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-1211.00	-52315200	63353707200	921600
TOTAL		160944		-6176800	147146445600	27913722032

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 147146445600 + 27913722032 = 175060167632 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -6176800 / 160944 = -38.38 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 175060167632 - 160944 x -38.379 ² = 174823110903 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((2406 \times 12^3 / 12)$

$+ (2406 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 143581931712 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2406.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 2422.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2422^2) / (2 x 2422/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 206312130550 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 160944 + 1875000 / 8 = 395319 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2406.000 / 2 - -38.379 + 50.000 + 250.000 / 2 1416.38 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1416.379 x 160944 / 395319 = 576.64 mm

dvs = dv - dvc = 1416.379 - 576.642 = 839.74 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 174823110903 + 9765625000 / 8 + 160944 x 839.736^2

+ 1875000 / 8 x 576.642^2 = 367468119477 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 143581931712 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1242214744212 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

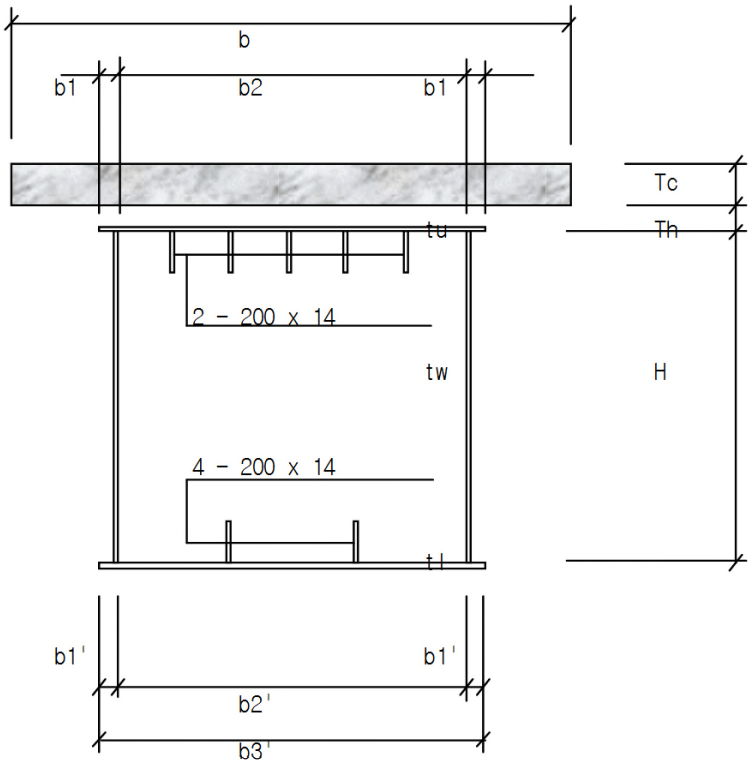
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2422^2) / (2 x 2422/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 241212018167 mm^4

- Section G2/3-2



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2109.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	1062.50	45900000	48768750000	921600
UPPER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	954.50	5345200	5101993400	18666667
W E B	2 - 2109.0 X 12.0	50616				18761162058
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-954.50	-10690400	10203986800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-1062.50	-45900000	48768750000	921600
TOTAL		153816		-5345200	112843480200	18819005258

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 112843480200 + 18819005258 = 131662485458 mm⁴

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -5345200 / 153816 = -34.75 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 131662485458 - 153816 x -34.751 ² = 131476736491 mm⁴

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((2109 \times 12^3 / 12)$

$+ (2109 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 132337169568 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2109.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 2125.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2125^2) / (2 x 2125/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 170581655276 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 153816 + 1875000 / 8 = 388191 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2109.000 / 2 - -34.751 + 50.000 + 250.000 / 2 1264.25 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1264.251 x 153816 / 388191 = 500.94 mm

dvs = dv - dvc = 1264.251 - 500.944 = 763.31 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 131476736491 + 9765625000 / 8 + 153816 x 763.307^2

+ 1875000 / 8 x 500.944^2 = 281131538589 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 132337169568 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1230969982068 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

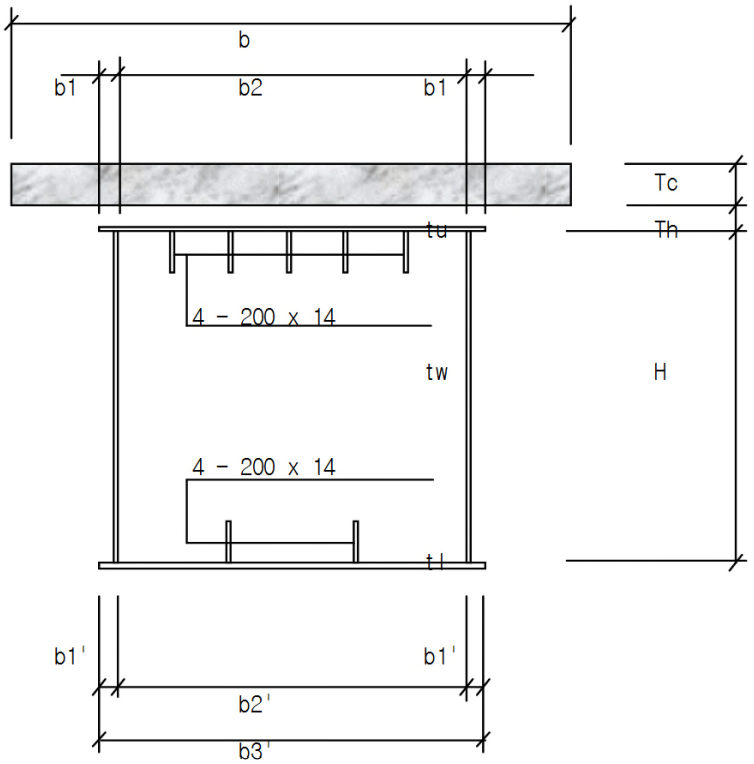
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2125^2) / (2 x 2125/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 201968417557 mm^4

- Section G2/4-1



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	2109.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	1062.50	45900000	48768750000	921600
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	954.50	10690400	10203986800	37333333
W E B	2 - 2109.0 X 12.0	50616				18761162058
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-954.50	-10690400	10203986800	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-1062.50	-45900000	48768750000	921600
TOTAL		159416		0	117945473600	18837671925

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 117945473600 + 18837671925 = 136783145525 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 0 / 159416 = 0.00 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 136783145525 - 159416 x 0.000 ² = 136783145525 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((2109 \times 12^3 / 12)$

$+ (2109 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 132337169568 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 2109.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 2125.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2125^2) / (2 x 2125/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 170581655276 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 159416 + 1875000 / 8 = 393791 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 2109.000 / 2 - 0.000 + 50.000 + 250.000 / 2 1229.50 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1229.500 x 159416 / 393791 = 497.73 mm

dvs = dv - dvc = 1229.500 - 497.731 = 731.77 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 136783145525 + 9765625000 / 8 + 159416 x 731.769^2

+ 1875000 / 8 x 497.731^2 = 281432023772 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 132337169568 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1230969982068 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

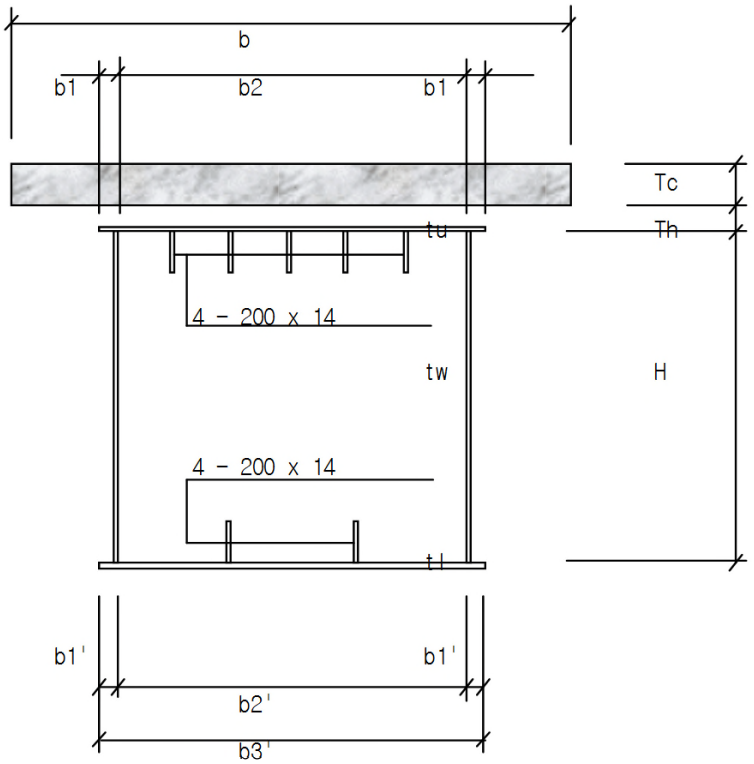
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 2125^2) / (2 x 2125/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 201968417557 mm^4

- Section G2/4-2



b	=	7500.000	mm	
b1	=	100.000	mm	
b2	=	2500.000	mm	
b3	=	2700.000	mm	
b1'	=	100.000	mm	
b2'	=	2500.000	mm	
b3'	=	2700.000	mm	
Tc	=	250.000	mm	
Th	=	50.000	mm	
H	=	1907.000	mm	
n	=	8		

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	961.50	41536800	39937633200	921600
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	853.50	9559200	8158777200	37333333
W E B	2 - 1907.0 X 12.0	45768				13870179286
LOWER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	-853.50	-9559200	8158777200	37333333
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-961.50	-41536800	39937633200	921600
TOTAL		154568		0	96192820800	13946689153

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 96192820800 + 13946689153 = 110139509953 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 0 / 154568 = 0.00 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 110139509953 - 154568 x 0.000 ² = 110139509953 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((1907 \times 12^3 / 12)$

$+ (1907 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 124689216864 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1907.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 1923.00 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1923²) / (2 x 1923/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 147104583084 mm⁴

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm²

Av = ∑As + Ac/N

= 154568 + 1875000 / 8 = 388943 mm²

Ic = b x Tc³ / 12

= 7500.000 x 250.000 ³ / 12 = 9765625000 mm⁴

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1907.000 / 2 - 0.000 + 50.000 + 250.000 / 2 1128.50 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1128.500 x 154568 / 388943 = 448.47 mm

dvs = dv - dvc = 1128.500 - 448.472 = 680.03 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs² +Ac/N · dvc²

= 110139509953 + 9765625000 / 8 + 154568 x 680.028 ²

+ 1875000 / 8 x 448.472 ² = 229977514563 mm⁴

Iv22 = I22 + b³ x Tc / 12 / N

= 124689216864 + 7500.000 ³

x 250.000 / 12 / 8 = 1223322029364 mm⁴

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

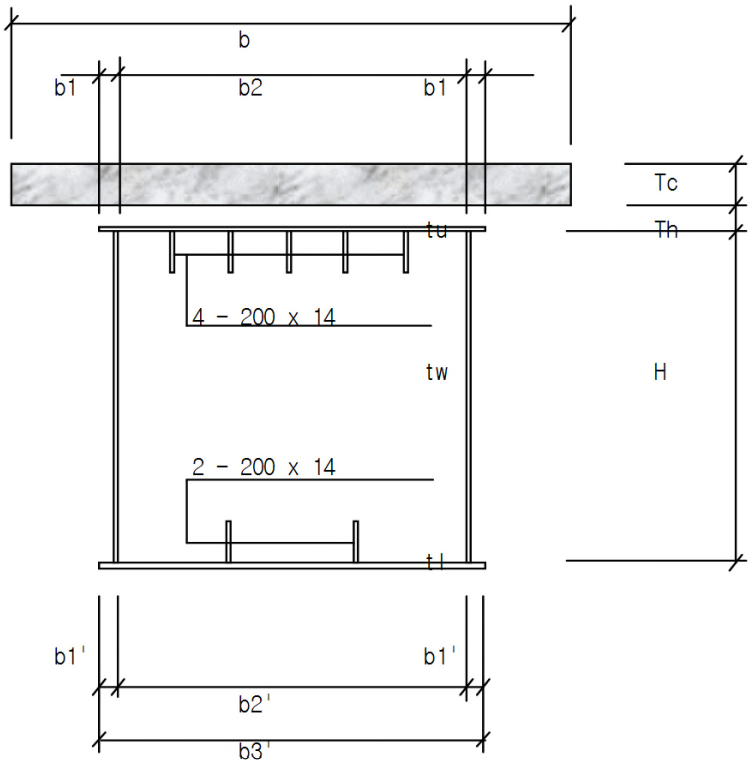
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1923²) / (2 x 1923/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 175888800153 mm⁴

- Section G2/5-1



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1907.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	961.50	41536800	39937633200	921600
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	853.50	9559200	8158777200	37333333
W E B	2 - 1907.0 X 12.0	45768				13870179286
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-853.50	-4779600	4079388600	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-961.50	-41536800	39937633200	921600
TOTAL		148968		4779600	92113432200	13928022486

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 92113432200 + 13928022486 = 106041454686 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 4779600 / 148968 = 32.08 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 106041454686 - 148968 x 32.085 ² = 105888102448 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((1907 \times 12^3 / 12)$

$+ (1907 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 124689216864 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1907.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 1923.00 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1923²) / (2 x 1923/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 147104583084 mm⁴

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm²

Av = ∑As + Ac/N

= 148968 + 1875000 / 8 = 383343 mm²

Ic = b x Tc³ / 12

= 7500.000 x 250.000 ³ / 12 = 9765625000 mm⁴

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1907.000 / 2 - 32.085 + 50.000 + 250.000 / 2 1096.42 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1096.415 x 148968 / 383343 = 426.07 mm

dvs = dv - dvc = 1096.415 - 426.070 = 670.35 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs² +Ac/N · dvc²

= 105888102448 + 9765625000 / 8 + 148968 x 670.346 ²

+ 1875000 / 8 x 426.070 ² = 216596894506 mm⁴

Iv22 = I22 + b³ x Tc / 12 / N

= 124689216864 + 7500.000 ³

x 250.000 / 12 / 8 = 1223322029364 mm⁴

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

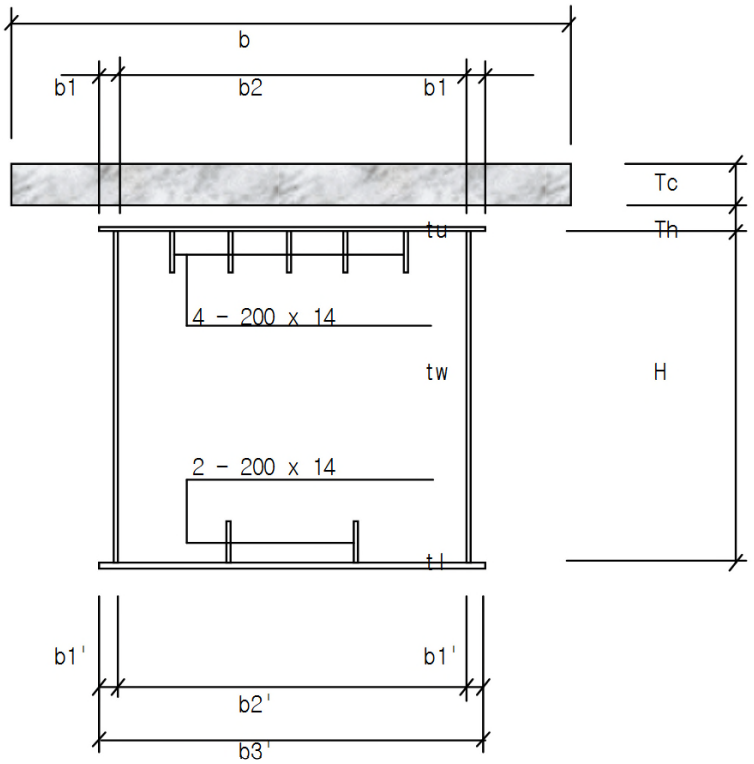
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1923²) / (2 x 1923/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 175888800153 mm⁴

- Section G2/5-2



b	=	7500.000	mm		
b1	=	100.000	mm		
b2	=	2500.000	mm		
b3	=	2700.000	mm		
b1'	=	100.000	mm		
b2'	=	2500.000	mm		
b3'	=	2700.000	mm		
Tc	=	250.000	mm		
Th	=	50.000	mm		
H	=	1782.000	mm		
n	=	8			

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	899.00	38836800	34914283200	921600
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	791.00	8859200	7007627200	37333333
W E B	2 - 1782.0 X 12.0	42768				11317567536
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-791.00	-4429600	3503813600	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-899.00	-38836800	34914283200	921600
TOTAL		145968		4429600	80340007200	11375410736

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 80340007200 + 11375410736 = 91715417936 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 4429600 / 145968 = 30.35 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 91715417936 - 145968 x 30.346 ² = 91580995623 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((1782 \times 12^3 / 12)$

$+ (1782 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 119956572864 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1782.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 1798.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1798^2) / (2 x 1798/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 132967683414 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 145968 + 1875000 / 8 = 380343 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1782.000 / 2 - 30.346 + 50.000 + 250.000 / 2 1035.65 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 1035.654 x 145968 / 380343 = 397.46 mm

dvs = dv - dvc = 1035.654 - 397.463 = 638.19 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 91580995623 + 9765625000 / 8 + 145968 x 638.191^2

+ 1875000 / 8 x 397.463^2 = 189278428133 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 119956572864 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1218589385364 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

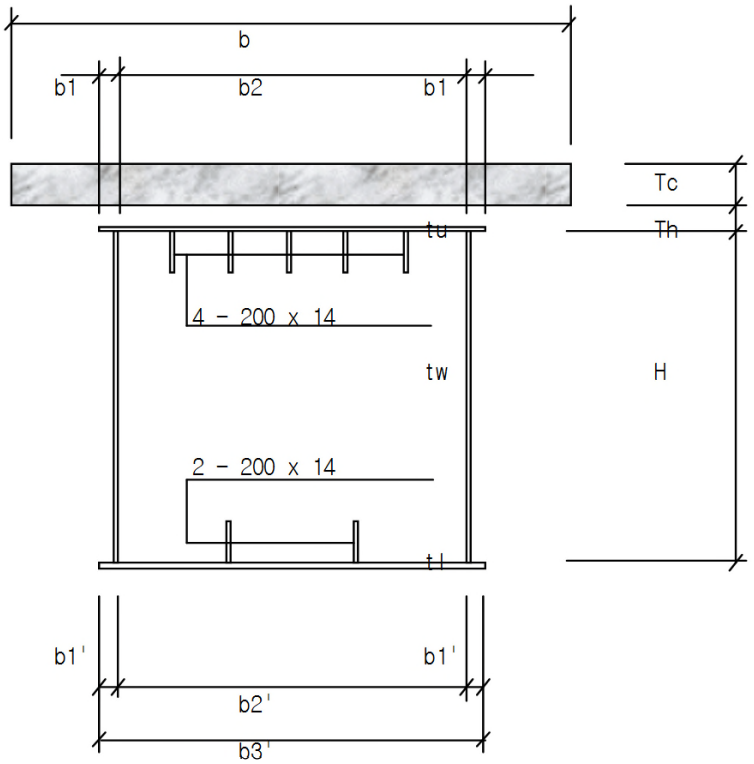
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1798^2) / (2 x 1798/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 160048888784 mm^4

- Section G2/5-3



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1616.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	816.00	35251200	28764979200	921600
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	708.00	7929600	5614156800	37333333
W E B	2 - 1616.0 X 12.0	38784				8440225792
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-708.00	-3964800	2807078400	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-816.00	-35251200	28764979200	921600
TOTAL		141984		3964800	65951193600	8498068992

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 65951193600 + 8498068992 = 74449262592 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 3964800 / 141984 = 27.92 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 74449262592 - 141984 x 27.924 ² = 74338548434 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((1616 \times 12^3 / 12)$

$+ (1616 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 113671621632 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1616.000 + 16.000 / 2 + 16.000 / 2 = 1632.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1632^2) / (2 x 1632/12 + 2512/16 + 2512/16)

= 114720743843 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 141984 + 1875000 / 8 = 376359 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1616.000 / 2 - 27.924 + 50.000 + 250.000 / 2 955.08 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 955.076 x 141984 / 376359 = 360.31 mm

dvs = dv - dvc = 955.076 - 360.309 = 594.77 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 74338548434 + 9765625000 / 8 + 141984 x 594.767^2

+ 1875000 / 8 x 360.309^2 = 156212896957 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 113671621632 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1212304434132 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

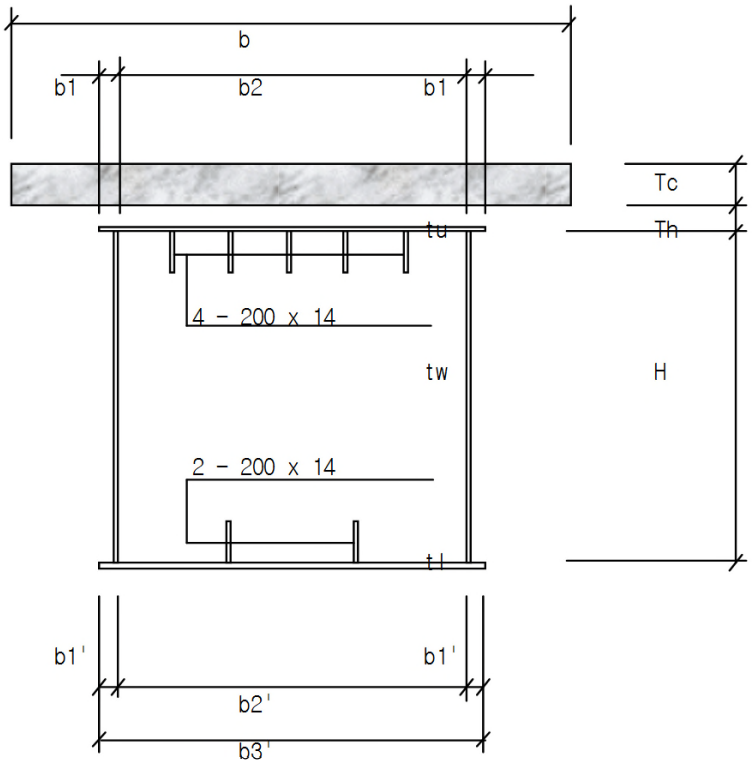
= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1632^2) / (2 x 1632/12 + 2512/47.25 + 2512/16)

= 139426321628 mm^4

- Section G2/6-1



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1616.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	818.00	44172000	36132696000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	708.00	7929600	5614156800	37333333
W E B	2 - 1616.0 X 12.0	38784				8440225792
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-708.00	-3964800	2807078400	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-816.00	-35251200	28764979200	921600
TOTAL		152784		12885600	73318910400	8498947392

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 73318910400 + 8498947392 = 81817857792 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 12885600 / 152784 = 84.34 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 81817857792 - 152784 x 84.339 ² = 80731103372 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 16 / 12) + ((1616 \times 12^3 / 12)$

$+ (1616 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 120232621632 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1616.000 + 20.000 / 2 + 16.000 / 2 = 1634.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1634^2) / (2 x 1634/12 + 2512/20 + 2512/16)

= 121440222251 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 152784 + 1875000 / 8 = 387159 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1616.000 / 2 - 84.339 + 50.000 + 250.000 / 2 898.66 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 898.661 x 152784 / 387159 = 354.64 mm

dvs = dv - dvc = 898.661 - 354.637 = 544.02 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 80731103372 + 9765625000 / 8 + 152784 x 544.024^2

+ 1875000 / 8 x 354.637^2 = 156646870853 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 120232621632 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1218865434132 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

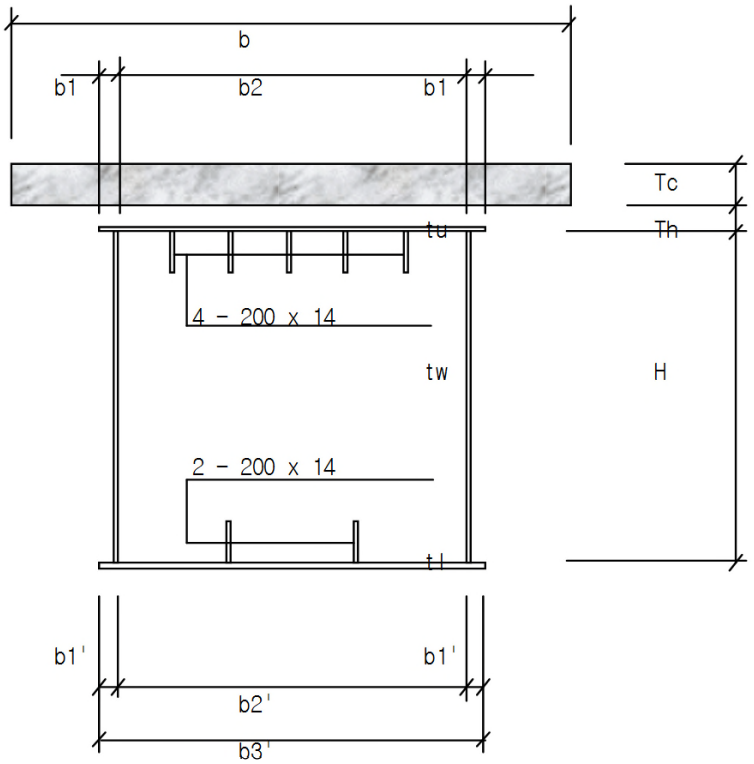
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1634^2) / (2 x 1634/12 + 2512/51.25 + 2512/16)

= 140883273090 mm^4

- Section G2/6-2



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1608.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	814.00	43956000	35780184000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	704.00	7884800	5550899200	37333333
W E B	2 - 1608.0 X 12.0	38592				8315495424
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-704.00	-3942400	2775449600	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	-812.00	-35078400	28483660800	921600
TOTAL		152592		12820000	72590193600	8374217024

Is´ = ∑AsY² + ∑Io

= 72590193600 + 8374217024 = 80964410624 mm⁴

δs = ∑AsY / ∑As

= 12820000 / 152592 = 84.01 mm

I33 = Is´ - ∑As x δs²

= 80964410624 - 152592 x 84.015 ² = 79887339742 mm⁴

I22 = (b3³ x tu / 12) + (b3'³ x tl / 12) + ((H x tw³ / 12) + (H x tw x (b2 / 2 + tw / 2)²)) * 2

= (2700³ x 20 / 12) + (2700³ x 16 / 12) + ((1608 x 12³ / 12)

+ (1608 x 12 x (2500 / 2 + 12 / 2)²)) x 2 = 119929732416 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1608.000 + 20.000 / 2 + 16.000 / 2 = 1626.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1626^2) / (2 x 1626/12 + 2512/20 + 2512/16)

= 120543629177 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 152592 + 1875000 / 8 = 386967 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1608.000 / 2 - 84.015 + 50.000 + 250.000 / 2 894.99 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 894.985 x 152592 / 386967 = 352.92 mm

dvs = dv - dvc = 894.985 - 352.918 = 542.07 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 79887339742 + 9765625000 / 8 + 152592 x 542.067^2

+ 1875000 / 8 x 352.918^2 = 155136848106 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 119929732416 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1218562544916 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

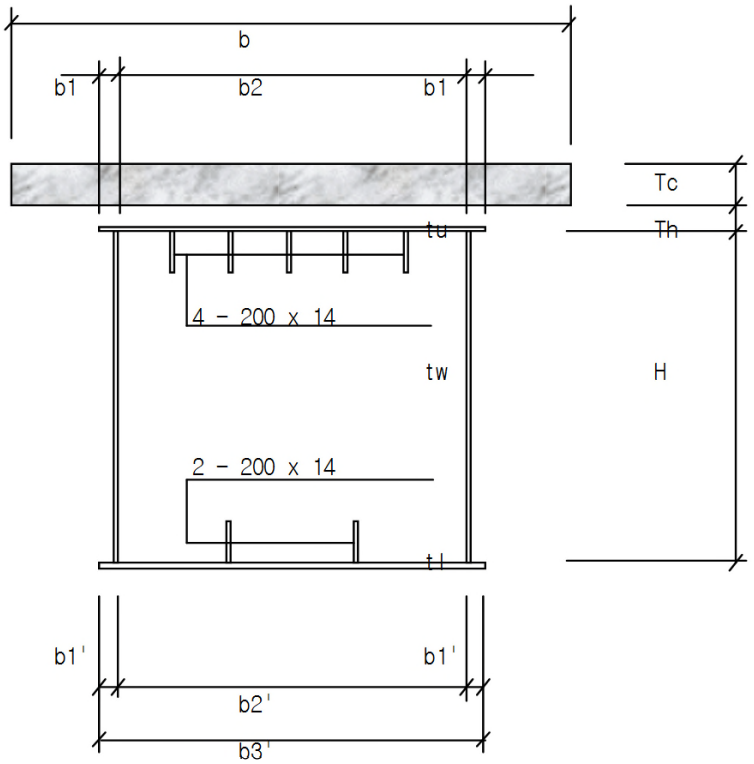
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1626^2) / (2 x 1626/12 + 2512/51.25 + 2512/16)

= 139897077229 mm^4

- Section G2/7-1



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1608.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	814.00	43956000	35780184000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	704.00	7884800	5550899200	37333333
W E B	2 - 1608.0 X 12.0	38592				8315495424
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-704.00	-3942400	2775449600	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 22.0	59400	-815.00	-48411000	39454965000	2395800
TOTAL		168792		-512600	83561497800	8375691224

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 83561497800 + 8375691224 = 91937189024 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -512600 / 168792 = -3.04 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 91937189024 - 168792 x -3.037 ² = 91935632322 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 22 / 12) + ((1608 \times 12^3 / 12)$

$+ (1608 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 129771232416 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1608.000 + 20.000 / 2 + 22.000 / 2 = 1629.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1629^2) / (2 x 1629/12 + 2512/20 + 2512/22)

= 131002951709 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 168792 + 1875000 / 8 = 403167 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1608.000 / 2 - -3.037 + 50.000 + 250.000 / 2 982.04 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 982.037 x 168792 / 403167 = 411.14 mm

dvs = dv - dvc = 982.037 - 411.145 = 570.89 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 91935632322 + 9765625000 / 8 + 168792 x 570.892^2

+ 1875000 / 8 x 411.145^2 = 187787406893 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 129771232416 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1228404044916 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

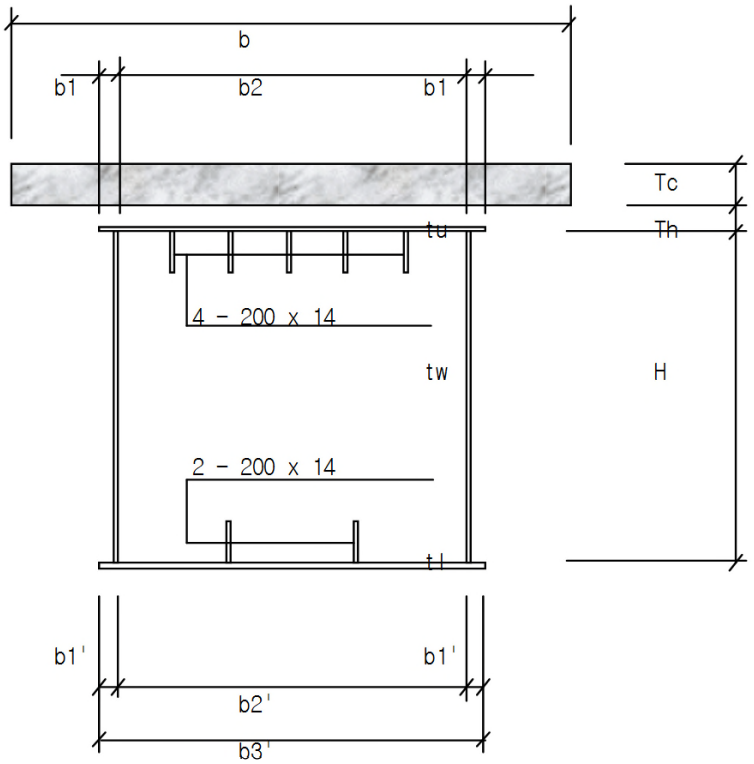
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1629^2) / (2 x 1629/12 + 2512/51.25 + 2512/22)

= 154083215951 mm^4

- Section G2/7-2



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1590.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	805.00	43470000	34993350000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	695.00	7784000	5409880000	37333333
W E B	2 - 1590.0 X 12.0	38160				8039358000
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-695.00	-3892000	2704940000	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 22.0	59400	-806.00	-47876400	38588378400	2395800
TOTAL		168360		-514400	81696548400	8099553800

Is´ = ∑AsY² + ∑Io

= 81696548400 + 8099553800 = 89796102200 mm⁴

δs = ∑AsY / ∑As

= -514400 / 168360 = -3.06 mm

I33 = Is´ - ∑As x δs²

= 89796102200 - 168360 x -3.055 ² = 89794530524 mm⁴

I22 = (b3³ x tu / 12) + (b3'³ x tl / 12) + ((H x tw³ / 12) + (H x tw x (b2 / 2 + tw / 2)²)) * 2

= (2700³ x 20 / 12) + (2700³ x 22 / 12) + ((1590 x 12³ / 12)

+ (1590 x 12 x (2500 / 2 + 12 / 2)²)) x 2 = 129089731680 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1590.000 + 20.000 / 2 + 22.000 / 2 = 1611.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1611^2) / (2 x 1611/12 + 2512/20 + 2512/22)

= 128880071255 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 168360 + 1875000 / 8 = 402735 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1590.000 / 2 - -3.055 + 50.000 + 250.000 / 2 973.06 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 973.055 x 168360 / 402735 = 406.78 mm

dvs = dv - dvc = 973.055 - 406.778 = 566.28 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 89794530524 + 9765625000 / 8 + 168360 x 566.278^2

+ 1875000 / 8 x 406.778^2 = 183784885030 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 129089731680 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1227722544180 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

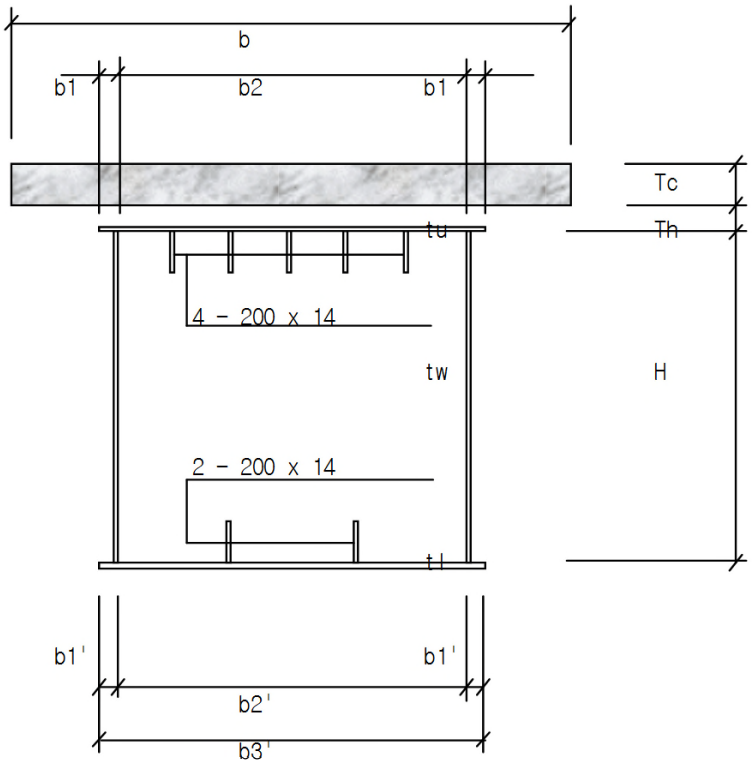
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1611^2) / (2 x 1611/12 + 2512/51.25 + 2512/22)

= 151744116941 mm^4

- Section G2/7-3



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1500.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	760.00	41040000	31190400000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	650.00	7280000	4732000000	37333333
W E B	2 - 1500.0 X 12.0	36000				6750000000
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-650.00	-3640000	2366000000	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 22.0	59400	-761.00	-45203400	34399787400	2395800
TOTAL		166200		-523400	72688187400	6810195800

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 72688187400 + 6810195800 = 79498383200 mm⁴

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -523400 / 166200 = -3.15 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 79498383200 - 166200 x -3.149 ² = 79496734899 mm⁴

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 22 / 12) + ((1500 \times 12^3 / 12)$

$+ (1500 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 125682228000 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1500.000 + 20.000 / 2 + 22.000 / 2 = 1521.00 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1521²) / (2 x 1521/12 + 2512/20 + 2512/22)

= 118375705793 mm⁴

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm²

Av = ∑As + Ac/N

= 166200 + 1875000 / 8 = 400575 mm²

Ic = b x Tc³ / 12

= 7500.000 x 250.000 ³ / 12 = 9765625000 mm⁴

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1500.000 / 2 - -3.149 + 50.000 + 250.000 / 2 928.15 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 928.149 x 166200 / 400575 = 385.09 mm

dvs = dv - dvc = 928.149 - 385.092 = 543.06 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs² +Ac/N · dvc²

= 79496734899 + 9765625000 / 8 + 166200 x 543.057 ²

+ 1875000 / 8 x 385.092 ² = 164488509278 mm⁴

Iv22 = I22 + b³ x Tc / 12 / N

= 125682228000 + 7500.000 ³

x 250.000 / 12 / 8 = 1224315040500 mm⁴

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

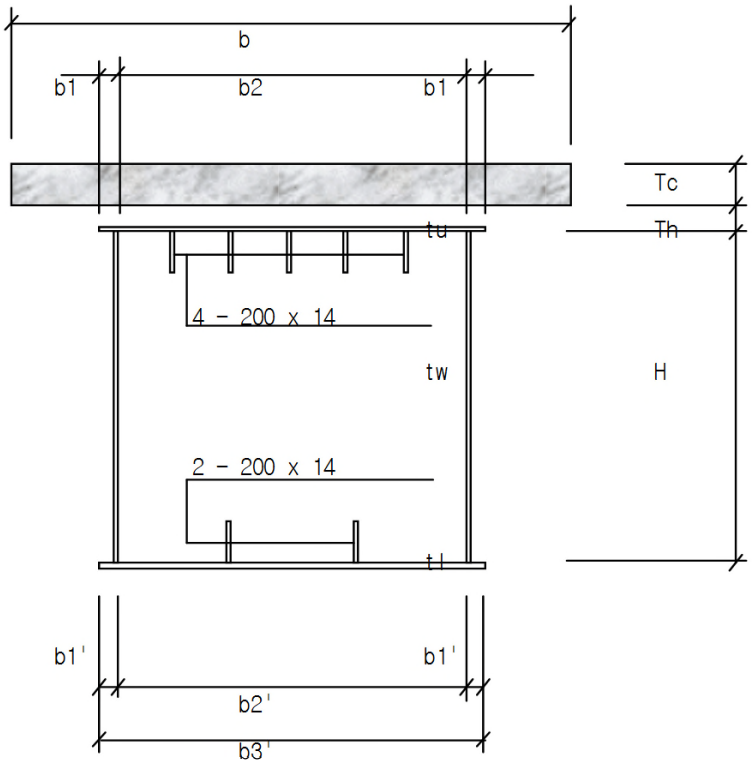
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk² x Hk²) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512² x 1521²) / (2 x 1521/12 + 2512/51.25 + 2512/22)

= 140132182685 mm⁴

- Section G2/8-1



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1500.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	760.00	41040000	31190400000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	650.00	7280000	4732000000	37333333
W E B	2 - 1500.0 X 12.0	36000				6750000000
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-650.00	-3640000	2366000000	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-760.00	-41040000	31190400000	1800000
TOTAL		160800		3640000	69478800000	6809600000

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 69478800000 + 6809600000 = 76288400000 mm⁴

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 3640000 / 160800 = 22.64 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 76288400000 - 160800 x 22.637 ² = 76206001990 mm⁴

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((1500 \times 12^3 / 12)$

$+ (1500 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 122401728000 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1500.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 1520.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1520^2) / (2 x 1520/12 + 2512/20 + 2512/20)

= 115583694748 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 160800 + 1875000 / 8 = 395175 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1500.000 / 2 - 22.637 + 50.000 + 250.000 / 2 902.36 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 902.363 x 160800 / 395175 = 367.18 mm

dvs = dv - dvc = 902.363 - 367.179 = 535.18 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 76206001990 + 9765625000 / 8 + 160800 x 535.184^2

+ 1875000 / 8 x 367.179^2 = 155081916024 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 122401728000 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1221034540500 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

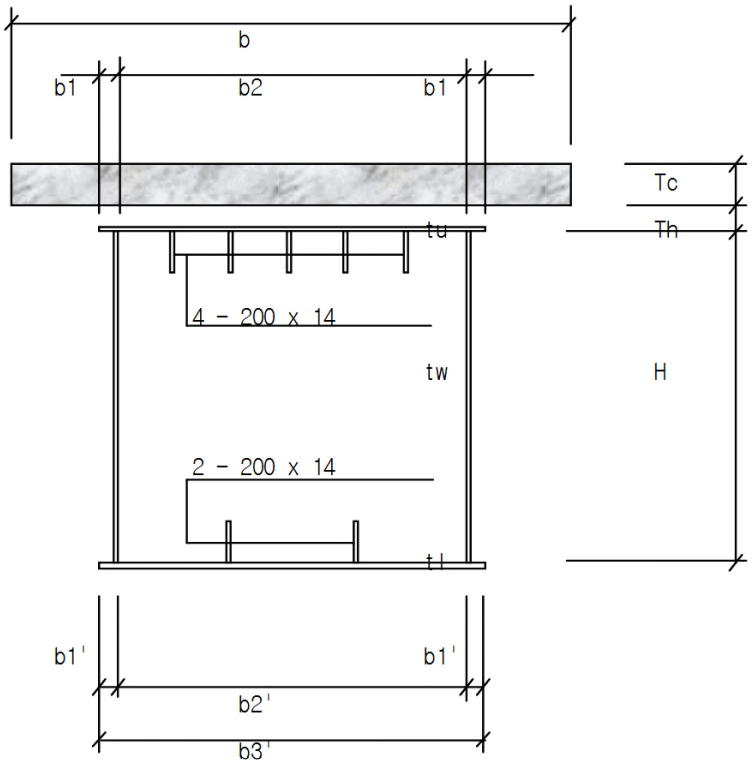
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1520^2) / (2 x 1520/12 + 2512/51.25 + 2512/20)

= 136268498093 mm^4

- Section G2/8-2



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1590.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	805.00	43470000	34993350000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	695.00	7784000	5409880000	37333333
W E B	2 - 1590.0 X 12.0	38160				8039358000
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-695.00	-3892000	2704940000	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-805.00	-43470000	34993350000	1800000
TOTAL		162960		3892000	78101520000	8098958000

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 78101520000 + 8098958000 = 86200478000 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 3892000 / 162960 = 23.88 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 86200478000 - 162960 x 23.883 ² = 86107524735 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((1590 \times 12^3 / 12)$

$+ (1590 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 125809231680 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1590.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 1610.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1610^2) / (2 x 1610/12 + 2512/20 + 2512/20)

= 125932433690 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 162960 + 1875000 / 8 = 397335 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1590.000 / 2 - 23.883 + 50.000 + 250.000 / 2 946.12 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 946.117 x 162960 / 397335 = 388.03 mm

dvs = dv - dvc = 946.117 - 388.033 = 558.08 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 86107524735 + 9765625000 / 8 + 162960 x 558.084^2

+ 1875000 / 8 x 388.033^2 = 173373105725 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 125809231680 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1224442044180 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

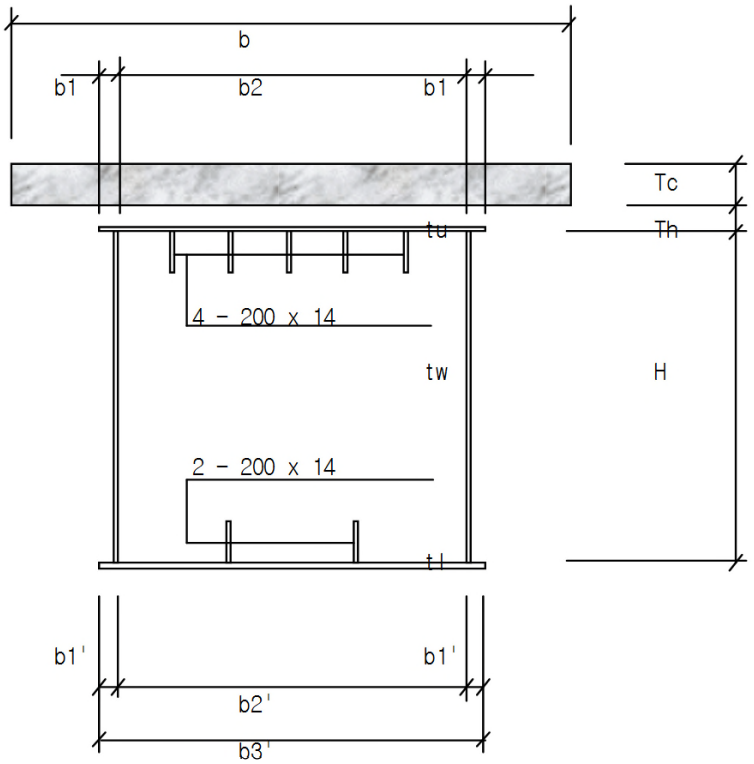
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1610^2) / (2 x 1610/12 + 2512/51.25 + 2512/20)

= 147706055458 mm^4

- Section G2/8-3



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1608.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	814.00	43956000	35780184000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	704.00	7884800	5550899200	37333333
W E B	2 - 1608.0 X 12.0	38592				8315495424
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-704.00	-3942400	2775449600	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	-814.00	-43956000	35780184000	1800000
TOTAL		163392		3942400	79886716800	8375095424

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 79886716800 + 8375095424 = 88261812224 mm^4

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 3942400 / 163392 = 24.13 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 88261812224 - 163392 x 24.128 ² = 88166688119 mm^4

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 20 / 12) + ((1608 \times 12^3 / 12)$

$+ (1608 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 126490732416 mm^4

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1608.000 + 20.000 / 2 + 20.000 / 2 = 1628.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1628^2) / (2 x 1628/12 + 2512/20 + 2512/20)

= 128024787155 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 163392 + 1875000 / 8 = 397767 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1608.000 / 2 - 24.128 + 50.000 + 250.000 / 2 954.87 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 954.872 x 163392 / 397767 = 392.24 mm

dvs = dv - dvc = 954.872 - 392.236 = 562.64 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 88166688119 + 9765625000 / 8 + 163392 x 562.636^2

+ 1875000 / 8 x 392.236^2 = 177168933723 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 126490732416 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1225123544916 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

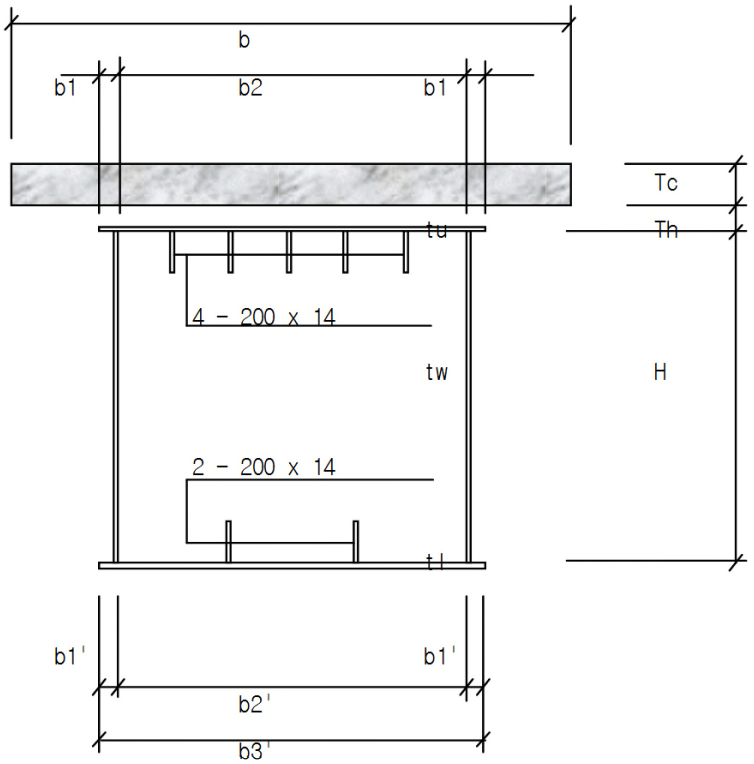
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1628^2) / (2 x 1628/12 + 2512/51.25 + 2512/20)

= 150011265124 mm^4

- Section G2/9



b	=	7500.000	mm
b1	=	100.000	mm
b2	=	2500.000	mm
b3	=	2700.000	mm
b1'	=	100.000	mm
b2'	=	2500.000	mm
b3'	=	2700.000	mm
Tc	=	250.000	mm
Th	=	50.000	mm
H	=	1500.000	mm
n	=	8	

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 20.0	54000	760.00	41040000	31190400000	1800000
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	650.00	7280000	4732000000	37333333
W E B	2 - 1500.0 X 12.0	36000				6750000000
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-650.00	-3640000	2366000000	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 18.0	48600	-759.00	-36887400	27997536600	1312200
TOTAL		155400		7792600	66285936600	6809112200

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 66285936600 + 6809112200 = 73095048800 mm⁴

δs = $\sum AsY / \sum As$

= 7792600 / 155400 = 50.15 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 73095048800 - 155400 x 50.145 ² = 72704285513 mm⁴

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 20 / 12) + (2700^3 \times 18 / 12) + ((1500 \times 12^3 / 12)$

$+ (1500 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 119121228000 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1500.000 + 20.000 / 2 + 18.000 / 2 = 1519.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1519^2) / (2 x 1519/12 + 2512/20 + 2512/18)

= 112360840772 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 155400 + 1875000 / 8 = 389775 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1500.000 / 2 - 50.145 + 50.000 + 250.000 / 2 874.85 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 874.855 x 155400 / 389775 = 348.80 mm

dvs = dv - dvc = 874.855 - 348.797 = 526.06 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 72704285513 + 9765625000 / 8 + 155400 x 526.057^2

+ 1875000 / 8 x 348.797^2 = 145443760458 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 119121228000 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1217754040500 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

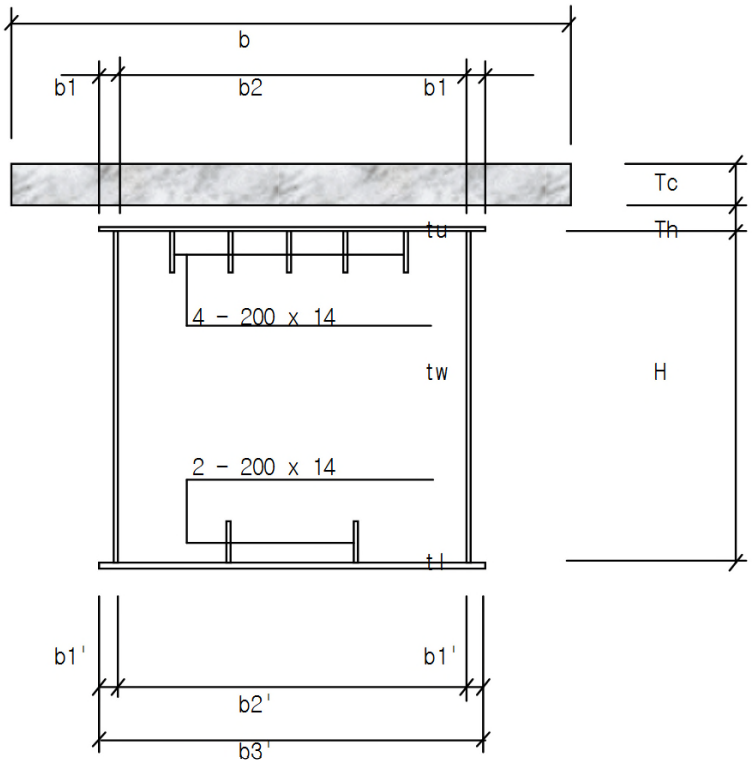
= 20.000 + 250.000 / 8 = 51.25 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1519^2) / (2 x 1519/12 + 2512/51.25 + 2512/18)

= 131841207815 mm^4

- Section G2/10



b	=	7500.000	mm		
b1	=	100.000	mm		
b2	=	2500.000	mm		
b3	=	2700.000	mm		
b1'	=	100.000	mm		
b2'	=	2500.000	mm		
b3'	=	2700.000	mm		
Tc	=	250.000	mm		
Th	=	50.000	mm		
H	=	1500.000	mm		
n	=	8			

① 합성전 단면

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	1 - 2700.0 X 16.0	43200	758.00	32745600	24821164800	921600
UPPER RIB	4 - 200.0 X 14.0	11200	650.00	7280000	4732000000	37333333
W E B	2 - 1500.0 X 12.0	36000				6750000000
LOWER RIB	2 - 200.0 X 14.0	5600	-650.00	-3640000	2366000000	18666667
LOWER FL.	1 - 2700.0 X 18.0	48600	-759.00	-36887400	27997536600	1312200
TOTAL		144600		-501800	59916701400	6808233800

Is´ = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 59916701400 + 6808233800 = 66724935200 mm⁴

δs = $\sum AsY / \sum As$

= -501800 / 144600 = -3.47 mm

I33 = Is´ - $\sum As \times \delta s^2$

= 66724935200 - 144600 x -3.470 ² = 66723193822 mm⁴

I22 = $(b3^3 \times tu / 12) + (b3'^3 \times tl / 12) + ((H \times tw^3 / 12) + (H \times tw \times (b2 / 2 + tw / 2)^2)) * 2$

= $(2700^3 \times 16 / 12) + (2700^3 \times 18 / 12) + ((1500 \times 12^3 / 12)$

$+ (1500 \times 12 \times (2500 / 2 + 12 / 2)^2)) \times 2$ = 112560228000 mm⁴

- 비틀림 강성

bk = b2 + tw / 2 x 2

= 2500.000 + 12.000 / 2 x 2 = 2512.00 mm

Hk = H + tu / 2 + tl / 2

= 1500.000 + 16.000 / 2 + 18.000 / 2 = 1517.00 mm

K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1517^2) / (2 x 1517/12 + 2512/16 + 2512/18)

= 105728130068 mm^4

② 합성후 단면

Ac = b x Tc

= 7500.000 x 250.000 = 1875000 mm^2

Av = ∑As + Ac/N

= 144600 + 1875000 / 8 = 378975 mm^2

Ic = b x Tc^3 / 12

= 7500.000 x 250.000^3 / 12 = 9765625000 mm^4

dv = H / 2 - δs + Th + Tc / 2

= 1500.000 / 2 - -3.470 + 50.000 + 250.000 / 2 928.47 mm

dvc = dv · ∑As / Av

= 928.470 x 144600 / 378975 = 354.26 mm

dvs = dv - dvc = 928.470 - 354.263 = 574.21 mm

Iv33 = I33 + Ic/N + ∑As · dvs^2 +Ac/N · dvc^2

= 66723193822 + 9765625000 / 8 + 144600 x 574.207^2

+ 1875000 / 8 x 354.263^2 = 145035133822 mm^4

Iv22 = I22 + b^3 x Tc / 12 / N

= 112560228000 + 7500.000^3

x 250.000 / 12 / 8 = 1211193040500 mm^4

- 비틀림 강성

* 합성단면의 K값 산정시 CON'C SLAB의 두께를 강재로 환산하여 적용한다.

tcu = tu + Tc / N

= 16.000 + 250.000 / 8 = 47.25 mm

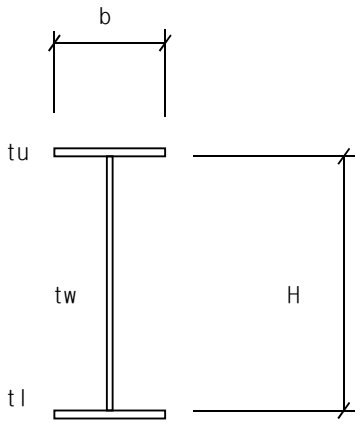
K = (4 x bk^2 x Hk^2) / (2 x Hk / tw + bk / tcu + bk / tl)

= (4 x 2512^2 x 1517^2) / (2 x 1517/12 + 2512/47.25 + 2512/18)

= 130368040679 mm^4

2-2. 가로보 및 세로보 단면상수 산정

- 가로보 Section 1 : 일반 및 교각



bu = 300.00 mm

bl = 300.00 mm

H = 1200.00 mm

tu = 12.00 mm

tw = 9.00 mm

tl = 12.00 mm

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	300.00 X 12.00	3600.0	606.00	2181600	1322049600	43200
W E B	1200.00 X 9.00	10800.0				1296000000
LOWER FL.	300.00 X 12.00	3600.0	-606.00	-2181600	1322049600	43200
TOTAL		18000.0		0	2644099200	1296086400

I33 = $\sum AsY^2 + \sum Io$

= 2644099200 + 1296086400 = 3940185600 mm⁴

I22 = (bu^3 x tu / 12) + (bl^3 x tl / 12) + (H x tw^3 / 12)

= (300^3 x 12 / 12) + (300^3 x 12 / 12) + (1200 x 9^3 / 12)

= 54072900 mm⁴

모델링시의 가로보 강성보정은 $I' = I \times (L' / L)^3$ 에 의한다.

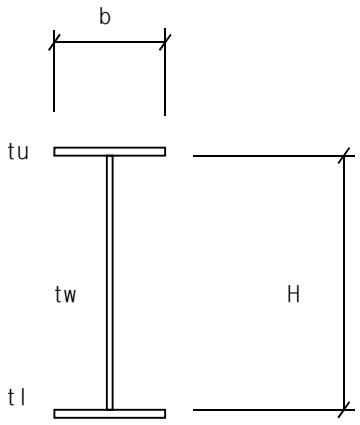
여기서, L,I : 실제 가로보의 길이 및 강성 L', I' : 모델링시 가로보의 길이 및 보정강성

- 비틀림 강성

K = $\sum (b \times t^3) / 3$

= (300 x 12^3 + 300 x 12^3 + 1200 x 9^3) / 3 = 637200 mm⁴

- 가로보 Section 2 : 교대



bu = 300.00 mm
bl = 300.00 mm
H = 1000.00 mm

tu = 12.00 mm
tw = 9.00 mm
tl = 12.00 mm

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	300.00 X 12.00	3600.0	506.00	1821600	921729600	43200
W E B	1000.00 X 9.00	9000.0				750000000
LOWER FL.	300.00 X 12.00	3600.0	-506.00	-1821600	921729600	43200
TOTAL		16200.0		0	1843459200	750086400

I33 = ∑AsY² + ∑Io

= 1843459200 + 750086400 = 2593545600 mm⁴

I22 = (bu³ x tu / 12) + (bl³ x tl / 12) + (H x tw³ / 12)

= (300³ x 12 / 12) + (300³ x 12 / 12) + (1000 x 9³ / 12)

= 54060750 mm⁴

모델링시의 가로보 강성보정은 I'= I ×(L'/ L)³ 에 의한다.

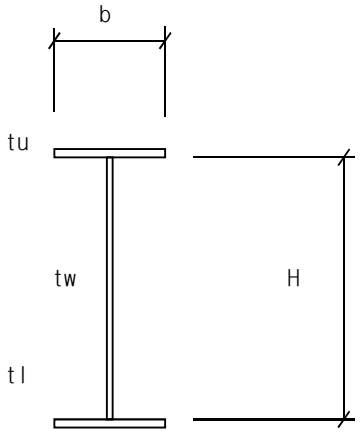
여기서, L,I : 실제 가로보의 길이 및 강성 L', I' : 모델링시 가로보의 길이 및 보정강성

- 비틀림 강성

K = ∑ (b x t³) / 3

= (300 x 12³ + 300 x 12³ + 1000 x 9³) / 3 = 588600 mm⁴

- 세로보 Section 1



bu = 300.00 mm
bl = 300.00 mm
H = 800.00 mm

tu = 12.00 mm
tw = 9.00 mm
tl = 12.00 mm

구 분	규 격	As(mm²)	Y(mm)	AsY(mm³)	AsY² (mm⁴)	Io(mm⁴)
UPPER FL.	300.00 X 12.00	3600.0	406.00	1461600	593409600	43200
W E B	800.00 X 9.00	7200.0				384000000
LOWER FL.	300.00 X 12.00	3600.0	-406.00	-1461600	593409600	43200
TOTAL		14400.0		0	1186819200	384086400

I33 = ∑AsY² + ∑Io

= 1186819200 + 384086400 = 1570905600 mm⁴

I22 = (bu³ x tu / 12) + (bl³ x tl / 12) + (H x tw³ / 12)

= (300³ x 12 / 12) + (300³ x 12 / 12) + (800 x 9³ / 12)

= 54048600 mm⁴

모델링시의 가로보 강성보정은 I'= I ×(L'/ L)³ 에 의한다.

여기서, L,I : 실제 가로보의 길이 및 강성 L', I' : 모델링시 가로보의 길이 및 보정강성

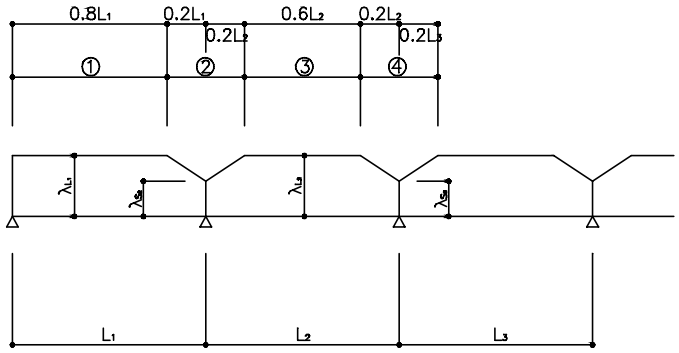
- 비틀림 강성

K = ∑ (b x t³) / 3

= (300 x 12³ + 300 x 12³ + 800 x 9³) / 3 = 540000 mm⁴

3. 플랜지 및 슬래브 유효폭

3-1. 플랜지 유효폭 (☞ 도.설 3.8.3.4)



상부 : 복부간격 2b = 2.500 m, 플랜지돌출폭 be = 0.100 m

하부 : 복부간격 2b = 2.500 m, 플랜지돌출폭 be = 0.100 m

L1,6 = 40.000 m

L2~5 = 50.000 m

1. 제 1, 6 경간 정모멘트부

l = 0.8 × L1 = 0.8 × 40 = 32.000 m

· 상 부

b/l = 1.25 / 32 = 0.039

여기서, b/l ≤ 0.05 이므로

λL1 = b = 1.25 m

∴ 플랜지 유효폭 B = 2 × (λL1 + be) = 2.700 m

· 하 부

b/l = 1.25 / 32 = 0.039

여기서, b/l ≤ 0.05 이므로

λL1 = b = 1.25 m

∴ 플랜지 유효폭 B = 2 × (λL1 + be) = 2.700 m

2. 제 1, 6 경간 부모멘트부

l = 0.2 × (L1 + L2) = 0.2 × (40 + 50) = 18.000 m

· 상 부

b/l = 1.25 / 18 = 0.069

여기서, 0.02 < b/l < 0.30 이므로

$\lambda S1 = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \cdot b = 1.074$ m

∴ 플랜지 유효폭 B = 2 × (λS1 + be) = 2.349 m

· 하 부

b/l = 1.25 / 18 = 0.069

여기서, 0.02 < b/l < 0.30 이므로

$\lambda S1 = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \cdot b = 1.074$ m

∴ 플랜지 유효폭 B = 2 × (λS1 + be) = 2.349 m

3. 제 2~5 경간 정모멘트부

l = 0.6 × L2 = 0.6 × 50 = 30.000 m

· 상 부

b/l = 1.25 / 30 = 0.042

여기서, b/l ≤ 0.05 이므로

λL2 = b = 1.25 m

∴ 플랜지 유효폭 B = 2 × (λL2 + be) = 2.700 m

· 하 부

b/l = 1.25 / 30 = 0.042

여기서, b/l ≤ 0.05 이므로

λL2 = b = 1.25 m

∴ 플랜지 유효폭 B = 2 × (λL2 + be) = 2.700 m

4. 제 2~5 경간 부모멘트부

l = 0.2 × (L2 + L2) = 0.2 × (50 + 50) = 20.000 m

· 상 부

b/l = 1.25 / 20 = 0.063

여기서, 0.02 < b/l < 0.30 이므로

$\lambda S1 = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \cdot b = 0$ m

∴ 플랜지 유효폭 B = 2 × (λS1 + be) = 2.394 m

· 하 부

b/l = 1.25 / 20 = 0.063

여기서, 0.02 < b/l < 0.30 이므로

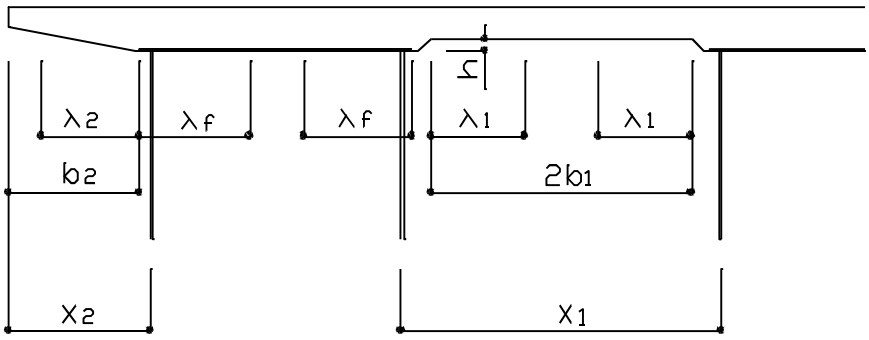
$\lambda S1 = \{1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)^2\} \cdot b = 0$ m

∴ 플랜지 유효폭 B = 2 × (λS1 + be) = 2.394 m

3-2. 슬래브 유효폭 (☞ 도.설 3.8.3.4)

플랜지 상단 부분에서의 바닥판에 대한 전단 지연도 상판내의 전단지연과
같은 정도가 되는 것으로 간주 한다

1) GIRDER - 1, 3



X1 = 5.000 : 인접한 GIRDER의 복부사이의 간격

X2 = 1.000 : 외측 GIRDER 복부에서 캔틸레버 끝단까지의 거리

h = 0.100 : 헌치 높이

be = 0.100 : 플랜지의 돌출폭

2b1 = X1 - 2(be + h) = 5 - 2 ×(0.1 + 0.1) = 4.600 m

b2 = X2 - be = 1 - 0.1 = 0.900 m

1. 제 1,6 경간 정모멘트부

l = 0.8 × L1 = 0.8 × 40 = 32.000 m

b1 / l = 2.3 / 32 = 0.072

여기서, 0.05 < b/l < 0.30 이므로

λ1 = {1.1 - 2(b/l)}·b = 2.199 m

b2 / l = 0.9 / 32 = 0.028

여기서, b/l ≤ 0.05 이므로

λ2 = b = 0.9 m

슬래브 유효폭

B = 플랜지 유효폭 + λ1 + λ2 + h = 5.899 m

2. 제 1,6 경간 부모멘트부

l = 0.2 × (L1 + L2) = 0.2 × (40 + 50) = 18.000 m

b1 / l = 2.3 / 18 = 0.128

여기서, 0.02 < b/l < 0.30 이므로

λ1 = {1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)² }·b = 1.667 m

b2 / l = 0.9 / 18 = 0.050

여기서, 0.02 < b/l < 0.30 이므로

λ2 = {1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)² }·b = 0.82 m

슬래브 유효폭

B = 플랜지 유효폭 + λ1 + λ2 + h = 4.936 m

3. 제 2~5 경간 정모멘트부

l = 0.6 × L2 = 0.6 × 50 = 30.000 m

b1 / l = 2.3 / 30 = 0.077

여기서, 0.05 < b/l < 0.30 이므로

λ1 = {1.1 - 2(b/l)}·b = 2.177 m

b2 / l = 0.9 / 30 = 0.030

여기서, b/l ≤ 0.05 이므로

λ2 = b = 0.9 m

슬래브 유효폭

B = 플랜지 유효폭 + λ1 + λ2 + h = 5.877 m

4. 제 2~5 경간 부모멘트부

l = 0.2 × (L2 + L2) = 0.2 × (50 + 50) = 20.000 m

b1 / l = 2.3 / 20 = 0.115

여기서, 0.02 < b/l < 0.30 이므로

λ1 = {1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)² }·b = 1.728 m

b2 / l = 0.9 / 20 = 0.045

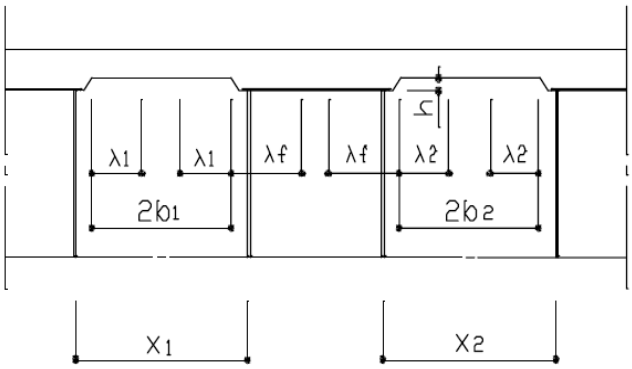
여기서, 0.02 < b/l < 0.30 이므로

λ2 = {1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)² }·b = 0.833 m

슬래브 유효폭

B = 플랜지 유효폭 + λ1 + λ2 + h = 5.055 m

2) GIRDER - 2



X1 = 5.000 : GIRDER 1, 2 의 복부사이의 간격

X2 = 5.000 : GIRDER 2, 3 의 복부사이의 거리

h = 0.100 : 헌치 높이

be = 0.100 : 플랜지의 돌출폭

2b1 = X1 - 2(be + h) = 5 - 2 × (0.1 + 0.1) = 4.600 m

2b2 = X2 - 2(be + h) = 5 - 2 × (0.1 + 0.1) = 4.600 m

1. 제 1,6 경간 정모멘트부

l = 0.8 × L1 = 0.8 × λS1 = 32.000 m

b1 / l = 2.3 / 32 = 0.072

여기서, 0.05 < b/l < 0.30 이므로

λ1 = {1.1 - 2(b/l)}·b = 2.199 m

b2 / l = 2.3 / 32 = 0.072

여기서, 0.05 < b/l < 0.30 이므로

λ2 = {1.1 - 2(b/l)}·b = 2.199 m

슬래브 유효폭

B = 플랜지 유효폭 + λ1 + λ2 + h = 7.198 m

2. 제 1,6 경간 부모멘트부

l = 0.2 × (L1 + L2) = 0.2 × (λS1 +) = 18.000 m

b1 / l = 2.3 / 18 = 0.128

여기서, 0.02 < b/l < 0.30 이므로

λ1 = {1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)² }·b = 1.667 m

b2 / l = 4.6 / 18 = 0.256

여기서, 0.02 < b/l < 0.30 이므로

λ2 = {1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)² }·b = 2.466 m

슬래브 유효폭

B = 플랜지 유효폭 + λ1 + λ2 + h = 6.582 m

3. 제 2~5 경간 정모멘트부

l = 0.6 × L2 = 0.6 × 50 = 30.000 m

b1 / l = 2.3 / 30 = 0.077

여기서, 0.05 < b/l < 0.30 이므로

λ1 = {1.1 - 2(b/l)}·b = 2.177 m

b2 / l = 2.3 / 30 = 0.077

여기서, 0.05 < b/l < 0.30 이므로

λ2 = {1.1 - 2(b/l)}·b = 2.177 m

슬래브 유효폭

B = 플랜지 유효폭 + λ1 + λ2 + h = 7.154 m

4. 제 2~5 경간 부모멘트부

l = 0.2 × (L1 + L2) = 0.2 × (40 + 50) = 20.000 m

b1 / l = 2.3 / 20 = 0.115

여기서, 0.02 < b/l < 0.30 이므로

λ1 = {1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)² }·b = 1.728 m

b2 / l = 4.6 / 20 = 0.230

여기서, 0.02 < b/l < 0.30 이므로

λ2 = {1.06 - 3.2(b/l) + 4.5(b/l)² }·b = 2.585 m

슬래브 유효폭

B = 플랜지 유효폭 + λ1 + λ2 + h = 6.807 m

4. 부재력 요약

[5경간 정모멘트부]

[BENDING MOMENT]

거더 번호	합성전 고정하중	합성후 고정하중	활하중	지점침하	비 고
G1	3,433.653	771.033	3,200.439	447.853	-0.057
G2	3,781.417	868.218	3,862.028	469.039	-0.073
G3	3,433.653	771.033	3,200.439	447.853	-0.057

[SHEAR FORCE]

거더 번호	합성전 고정하중	합성후 고정하중	활하중	지점침하	비 고
G1	242.346	54.011	316.261	54.610	
G2	273.605	66.018	506.853	57.164	
G3	242.346	54.011	316.261	54.610	

[TORSION MOMENT]

거더 번호	합성전 고정하중	합성후 고정하중	활하중	지점침하	비 고
G1	14.699	5.291	616.548	0.086	
G2	0.000	0.000	696.739	0.000	
G3	14.431	5.192	616.107	0.086	

[6경간 정모멘트부]

[BENDING MOMENT]

거더 번호	합성전 고정하중	합성후 고정하중	활하중	지점침하	비 고
G1	3,157.537	708.667	3,204.695	876.022	0.148
G2	3,500.139	808.272	3,899.185	918.607	0.284
G3	3,157.537	708.667	3,204.695	876.022	0.148

[SHEAR FORCE]

거더 번호	합성전 고정하중	합성후 고정하중	활하중	지점침하	비 고
G1	709.991	160.032	398.047	32.537	
G2	782.971	180.888	567.960	34.415	
G3	709.991	160.032	398.047	32.537	

[TORSION MOMENT]

거더 번호	합성전 고정하중	합성후 고정하중	활하중	지점침하	비 고
G1	54.812	16.665	690.923	0.266	
G2	0.000	0.000	846.961	0.000	
G3	-40.464	-14.445	662.823	0.266	

[P6 부모멘트부]

[BENDING MOMENT]

거더 번호	합성전 고정하중	합성후 고정하중	활하중	지점침하	비 고
G1	-13,037.081	-2,905.336	-4,959.158	-876.022	-0.358
G2	-14,913.289	-3,473.081	-7,757.560	-918.607	-0.373
G3	-13,037.081	-2,905.336	-4,959.158	-876.022	-0.358

[SHEAR FORCE]

거더 번호	합성전 고정하중	합성후 고정하중	활하중	지점침하	비 고
G1	-1,297.035	-284.713	-598.166	-54.797	
G2	-1,525.658	-358.202	-1,078.705	-57.915	
G3	-1,297.035	-284.713	-598.166	-54.797	

[TORSION MOMENT]

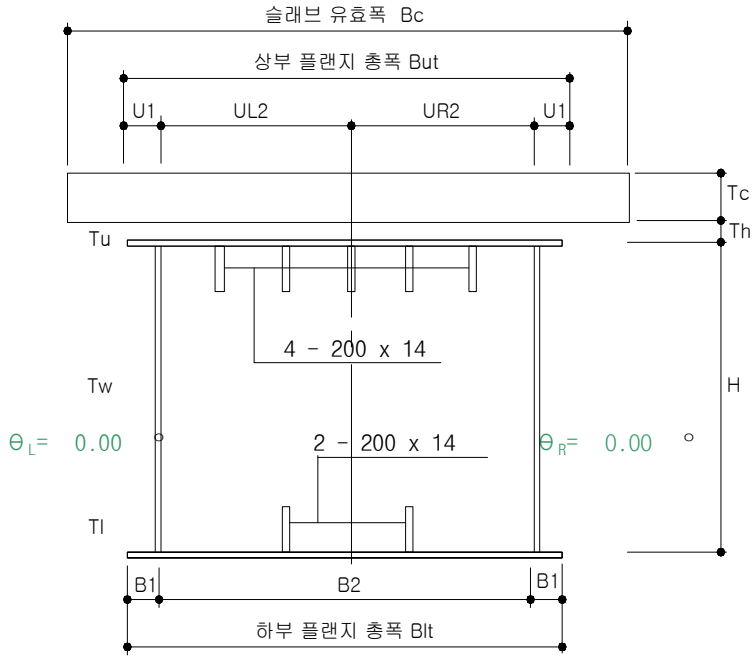
거더 번호	합성전 고정하중	합성후 고정하중	활하중	지점침하	비 고
G1	-14.969	-5.833	-836.825	-0.113	
G2	0.000	0.000	-1,127.273	0.000	
G3	-19.641	-7.387	-843.098	-0.113	

5. 단면검토

5-1. 5경간 최대 정모멘트 단면검토(G1)

1) 단면가정 및 설계조건

주부재사용강종 = SWS50B



H = 1.500 m

Bc = 5.877 m

UL2= 1.250 , UR2= 1.250 m

B2 = 2.500 m

But= 2.700 , Blt= 2.700 m

상하 플랜지 유효폭

Bue= 2.700 , Ble= 2.700 m

Tc = 0.250 m

Th = 0.000 m

Tu = 0.020 m

Tl = 0.022 m

Tw = 0.012 m

U1 = 0.100 m

B1 = 0.100 m

RIB 200 x 14 mm, 200 x 14 mm

구 분	단 위	입력 DATA
Es : 강의 탄성계수	MPa	205000
Ec : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26702
εs: 바닥판 콘크리트의 건조수축에의한 최종수축율		0.00027
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수		0.000012
ϕ2: 건조수축에의한 크리이프계수		4
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비		8
t : 강과 콘크리트의 온도차	℃	10
Ms : 합성전 고정하중에의한 모멘트	kN·m	3433.653
Msc : 합성후 고정하중에의한 모멘트	kN·m	771.033
Mv : 활하중+지점침하에의한 모멘트	kN·m	3648.292
Ss : 합성전 고정하중에의한 전단력	kN	242.346
Ssc : 합성후 고정하중에의한 전단력	kN	54.011
Sv : 활하중+지점침하에의한 전단력	kN	370.871
Mst : 합성전 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	14.699
Msct : 합성후 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	5.291
Mvt :활하중+지점침하에의한 비틀림모멘트	kN·m	616.634

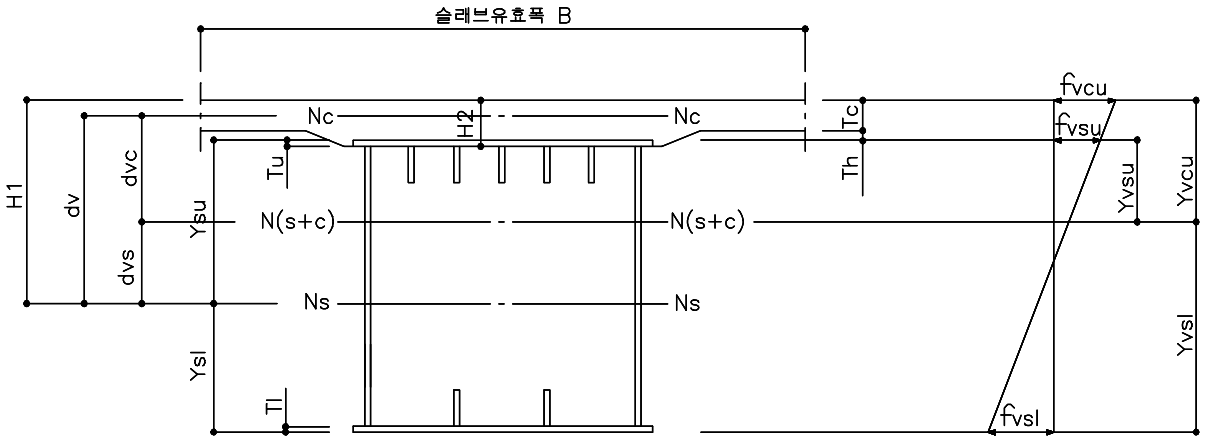
< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 콘크리트바닥판자중
합성후 고정하중 : 방호벽 + PAVEMENT자중

단 면 제 원

단 면	B(mm)	H(mm)	A(mm²)	Y(mm)	A*Y(mm³)	A*Y2(mm⁴)	Ix(mm⁴)
1 - UPPER FLANGE	2700.0	20.0	54000	760.0	41040000	31190400000	1800000
4 - UPPER RIB	14.0	200.0	11200	650.0	7280000	4732000000	37333333.33
1 - L_WEB	12.0	1500.0	18000	0.0	0	0	3375000000
1 - R_WEB	12.0	1500.0	18000	0.0	0	0	3375000000
2 - LOWER RIB	14.0	200.0	5600	-650.0	-3640000	2366000000	18666666.67
1 - LOWER FLANGE	2700.0	22.0	59400	-761.0	-45203400	34399787400	2395800
강단면 합계			166200		-523400	72688187400	6810195800
1 - RC SLAB	5877.0	250.0	1469250	875.0	1285593750	1124894531250	7652343750

* As = 166200 mm² , Ac = 1469250 mm²

2) 응 력 검 토



(1) 합 성 전

Is' = As · Y2 + ∑Is = 72688187400 + 6810195800.0 = 79498383200 ㎜⁴

δs = ∑(A · Y)/ As = -523400 / 166200 = -3.149 mm

Is = Is' - As · δs² = 79498383200 - 166200 × -3.149² = 79496734899 ㎜⁴

Ysu = H/2 + Tu - δs = 1500.0 / 2 + 20.0 - -3.149 = 773.149 mm

Ysl = Ysu - (H + Tu + Tl) = 773.149 - 1542.000 = -768.851 mm

F = b · h = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + Tu/2 +Tl/2) = 3820752.0 mm²

fsu = Ms · Ysu / Is = **33.394** MPa

fsl = Ms · Ysl / Is = **-33.208** MPa

υ = Ss / A(Web) + Mst / (2 · F · Tw) = 6.892 MPa

(2) 합 성 후

Av = As + Ac/n = 349856.3 mm²

Ic/n = 956542969 ㎜⁴

dv = Ysu - Tu + Th + Tc/2 = 878.1 mm

dvc = dv · As / (Ac/n + As) = 417.2 mm

dvs = dv - dvc = 461.0 mm

Yvcu = dvc + Tc/2 = 542.2 mm

Yvcl = Yvcu - Tc = 292.2 mm

Yvsu = Yvcu - H2 + Tu = 312.2 mm

Yvsl = Yvsu - (H + Tu + Tl) = -1229.8 mm

Iv = Is + Ic/n + As · dvs² + Ac/n · dvc² = 147732929295 mm⁴

Fv = b · hv = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + (Tu + Tc/n)/2 +Tl/2)= 3860002.0 mm²

fvcu = Msc · Yvcu/(n · Iv) = **0.354** MPa

fvcl = Msc · Yvcl/(n · Iv) = **0.191** MPa

fvsu = Msc · Yvsu/Iv = **1.629** MPa

fvsl = Msc · Yvsl/Iv = **-6.419** MPa

υ = Ssc / A(Web) + Msct / (2 · Fv · Tw) = 1.557 MPa

(3) 활 하 중

fvcu = Mv · Yvcu/(n · Iv) = **1.674** MPa

fvcl = Mv · Yvcl/(n · Iv) = **0.902** MPa

fvsu = Mv · Yvsu/Iv = **7.709** MPa

fvsl = Mv · Yvsl/Iv = **-30.371** MPa

υ = Sv / A(Web) + Mvt / (2 · Fv · Tw) = 16.958 MPa

(4) 크 리 이 프

n1 = n · (1 + φ1 / 2) = 8 × (1 + 2.0 / 2) = 16

Av1 = As + Ac/n1 = 258028.1 mm² # 2차 부정정력으로 인한 영향 고려

dc1 = dv · As / (Ac/n1 + As) = 565.6 mm K = -0.057

ds1 = dv - dc1 = 312.5 mm

Yv1cu = dc1 + Tc/2 = 690.6 mm

Yv1cl = Yv1cu - Tc = 440.6 mm

Yv1su = Yv1cu - H2 + Tu = 460.6 mm

Yv1sl = Yv1su - (H + Tu + Tl) = -1081.4 mm

Iv1 = Is + Ic/n1 + As · ds1² + Ac/n1 · dc1² 125586713537 mm⁴

Nc = Msc · dvc · Ac/(n · Iv) = 399863 N

Pφ = Nc · 2 · φ1 / (2+φ1) 399863 N

Mφ = Pφ · dc1 = 226174356 N · mm

Ec1 = Ec / (1 + φ1 / 2) = 13351 MPa

fcu = Msc · Yvcu / (n · Iv) = 0.354 MPa

fcl = Msc · Yvcl / (n · Iv) = 0.191 MPa

fvcu1=1/n1 · (Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1cu/Iv1) - Ec1 · fcu · φ1/ Ec **-0.261** MPa

fvcl1=1/n1 · (Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1cl/Iv1) - Ec1 · fcl · φ1/ Ec **-0.097** MPa

fvsu1=Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1su/Iv1 **1.502** MPa

fvsl1=Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1sl/Iv1 **1.661** MPa

(5) 건 조 수 축

n2 = n · (1 + ϕ2 / 2) = 8 × (1 + 4.0 / 2) = 24

Av2 = As + Ac/n2 = 227418.750 mm²

dc2 = dv · As / (Ac/n2 + As) = 641.8 mm

ds2 = dv - dc2 = 236.4 mm

Yv2cu = dc2 + Tc/2 = 766.8 mm

Yv2cl = Yv2cu - Tc = 516.8 mm

Yv2su = Yv2cu - H2 + Tu = 536.8 mm

Yv2sl = Yv2su - (H + Tu + Tl) = -1005.2 mm

Iv2 = Is + Ic/n2 + As · ds2² + Ac/n2 · dc2² = 114316118900.5 mm⁴

P2 = Es · εs · Ac/n2 = 3388458 N

Mv2 = P2 · dc2 = 2174578816 N · mm

Ec2 = Es · /n2 = 8542 MPa

fvcu2=1/n2 · (P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2cu/Iv2) - Ec2 · εs = **-1.720** MPa

fvcl2=1/n2 · (P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2cl/Iv2) - Ec2 · εs = **-1.709** MPa

fvsu2=P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2su/Iv2 **14.318** MPa

fvsl2=P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2sl/Iv2 **15.990** MPa

(6) 온 도 차

εt = α · t = 0.000012 × 10 = 0.00012

P1 = Es · εt · Ac/n = 4517944 N

Mvt = P1 · dvc = 1884735978 N · mm

fcut=1/n · (P1/Av + k*Mvt · Yvcu/Iv) - Ec · εt = **-1.639** MPa

fclt=1/n · (P1/Av + K*Mvt · Yvcl/Iv) - Ec · εt = **-1.617** MPa

fsut=P1/Av + K*Mvt · Yvsu/Iv = **12.687** MPa

fslt=P1/Av + K*Mvt · Yvsl/Iv = **13.808** MPa

(7) 전단 및 비틀림

υ = (Ss+Ssc+Sv)/Aw + Mst/(2 F Tw) + (Msct+Mvt)/(2 FvTw) = 25.408 MPa < υa = 110 MPa **O.K.**

(8) 조합응력의 검토 (☞ 도.설 3.4.2.1)

$i = 0.65(\phi/n)^2 + 0.13(\phi/n) + 1.0$

$= 0.650 \times (0.0 / 5)^2 + 0.130 \times (0.0 / 5) + 1.0 = 1.000$

∵ $\phi = (f_1 - f_2)/f_1 \fallingdotseq 0$

여기서, n : 종리브에 의해서 구분되는 Panel의 수

i : 응력구배계수 ϕ : 응력구배

f_1 , f_2 : 보강된 판의 양연의 응력

(단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다.)

* 인장 (하부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

fta = 190.0 MPa

* 압축 (상부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

$$tu \geq \frac{b}{24 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{24 \times 1.000 \times 5} = 20.8 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190.0 MPa

$$\frac{b}{24 \cdot i \cdot n} > tu \geq \frac{b}{49 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{49 \times 1.000 \times 5} = 10.2 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190 - 3.9 (b / (tu · i · n)- 24) = 186.1

$$\frac{b}{49 \cdot i \cdot n} > tu \geq \frac{b}{80 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{80 \times 1.000 \times 5} = 6.3 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 220000 × { (tu · i · n) / b = 352.000 MPa

사용 tu = 20.0 mm

따라서, fca = 186.100 MPa

* 철근콘크리트의 허용응력 (☞ 도.설 3.9.3)

fca = 0.4 fck = 10.800 MPa (fck = 27 MPa 사용)

fta = 0.07 fck = 1.890 MPa

하중조합	CONCRETE				STEEL			
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1			10.800	10.800	33.394	-33.208	186.100	190.000
1+2+3	2.027	1.092	10.800	10.800	42.732	-69.998	186.100	190.000
1+2+3+4	1.766	0.996	10.800	10.800	44.235	-68.337	214.015	190.000
1+2+3+4+5	0.046	-0.713	10.800	1.890	58.552	-52.348	214.015	190.000
1+2+3+4+5+6	-1.593	-2.329	2.174	2.174	71.239	-38.540	241.930	218.500
1+2+3+4+5-6	1.685	0.904	12.420	12.420	45.866	-66.156	241.930	218.500

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음. 허용응력의 할증 (☞ 도.설 3.9.3.1 참조)

(9) 합성응력의 검토 (☞ 도.설 3.8.2.4)

(상 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{71.239}{241.930}\right)^2 + \left(\frac{25.408}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.087 + 0.053 = 0.140 < 1.2 \quad \textbf{O.K.}$$

(하 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{-69.998}{190.000}\right)^2 + \left(\frac{25.408}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.136 + 0.053 = 0.189 < 1.2 \quad \textbf{O.K.}$$

(10) 판의 최소두께 검토

압축(상부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3 및 3.9.6)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = b / (49 · i · n) = 2500 / (49 × 1.00 × 5) = 10.2 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = 10 mm ≤ t = 20 mm **O.K.** (합성형 스터드 설치)

인장(하부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.8.3.1 및 3.8.3.2)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 22 mm **O.K.**

tmin = b / (80 · n) = 2500 / (80 × 3) = 10.4 mm ≤ t = 22 mm **O.K.**

복부판 수평보강재 사용단수 1 단 (☞ 도.설.기 3.8.4)

합성전 tmin = b / (219 × 1.200) = 5.7 mm ≤ t = 12 mm **O.K.**

여기서, √(fca/fc) = √(190/33.394) = 2.385 > 1.2 ⇒ 1.200

합성후 tmin = bc /(219 × 1.200) = 2.4 mm ≤ t = 12 mm **O.K.**

여기서, √(fca/fc) = √(190/71.239) = 1.633 > 1.2 ⇒ 1.200

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (☞ 도.설.해(2003) 3.9.3.2)

Σf = 1.3 × (합성전 사하중 응력 + 합성후 사하중) + 2.15 × 활하중에 의한 응력(충격포함)
+ (크리프응력 변화량) + (건조수축응력변화량) + (온도차응력변화량) 의 조합 중에서
가장 불리한 하중 조합에 대하여 검토

① 바닥판 콘크리트

합성후 사하중 응력 = { Msc / (n · Iv)} × Yvcu = 0.354 MPa

합성후 활하중 응력 = 2.027 - 0.354 = 1.674 MPa

Σf = 1.3 ×0.354 + 2.15 ×1.674 + (-0.261) + (-1.72) + (1.639)

= 3.716 MPa < (3/5) fck = 16.2 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 ×0.354 + 2.15 ×1.674 + (1.639)

= 5.697 MPa < (3/5) fck = 16.2 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

② 강재주형 상판

합성전 사하중 응력 = 33.394 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Iv × Yvsu = 1.629 MPa

합성후 활하중 응력 = 42.732 - 33.394 - 1.629 = 7.709 MPa

Σf = 1.3 × (33.394 + 1.629) + 2.15 × 7.709 + (1.502) + (14.318) + (12.687)

= 90.612 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (33.394 + 1.629) + 2.15 × 7.709 + (12.687)

= 74.792 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

③ 강재주형 하판

합성전 사하중 응력 = -33.208 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Iv × Yvsl = -6.419 MPa

합성후 활하중 응력 = -69.998 - -33.208 - -6.419 = -30.371 MPa

Σf = 1.3 × (-33.208 + -6.419) + 2.15 × -30.371 + (1.661) + (15.99) + (-13.808)

= -112.971 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (-33.208 + -6.419) + 2.15 × -30.371 + (-13.808)

= -130.621 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

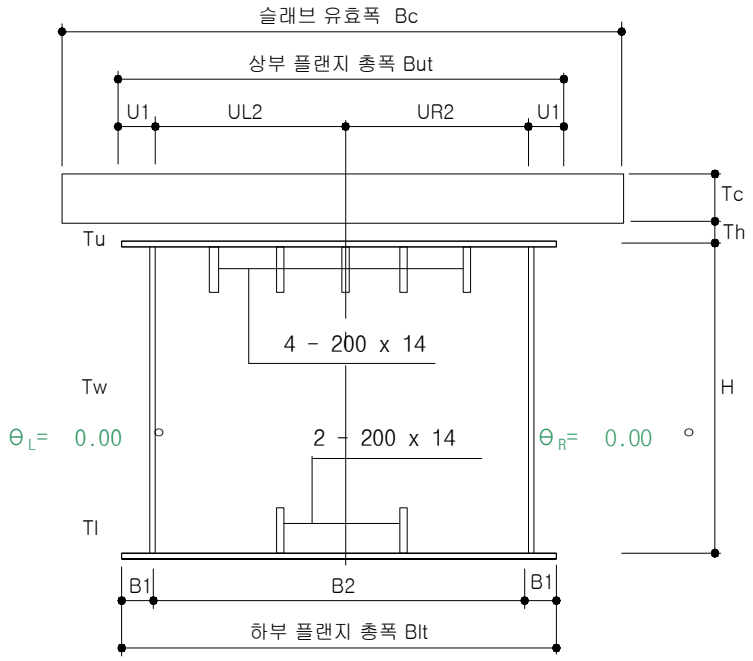
- 항복에 대한 안전도 검사 결과 집계

구분		작용응력	항복응력	검토결과	
바닥판 콘크리트	크리프, 건조수축 포함시	3.716	16.200	O.K!!!	4.35
	크리프,건조수축제외시	5.697	16.200	O.K!!!	2.84
상부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	90.612	315.000	O.K!!!	3.47
	크리프,건조수축제외시	74.792	315.000	O.K!!!	4.21
하부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	-112.971	315.000	O.K!!!	2.78
	크리프,건조수축제외시	-130.621	315.000	O.K!!!	2.41

5-2. 6경간 최대 정모멘트 단면검토(G1)

1) 단면가정 및 설계조건

주부재사용강종 = SWS50B



H = 1.500 m

Bc = 5.899 m

UL2= 1.250 , UR2= 1.250 m

B2 = 2.500 m

But= 2.700 , Blt= 2.700 m

상하 플랜지 유효폭

Bue= 2.700 , Ble= 2.700 m

Tc = 0.250 m

Th = 0.000 m

Tu = 0.020 m

Tl = 0.022 m

Tw = 0.012 m

U1 = 0.100 m

B1 = 0.100 m

RIB 200 x 14 mm, 200 x 14 mm

구 분	단 위	입력 DATA
Es : 강의 탄성계수	MPa	205000
Ec : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26702
εs: 바닥판 콘크리트의 건조수축에의한 최종수축율		0.00027
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수		0.000012
ϕ2: 건조수축에의한 크리이프계수		4
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비		8
t : 강과 콘크리트의 온도차	℃	10
Ms : 합성전 고정하중에의한 모멘트	kN·m	3157.537
Msc : 합성후 고정하중에의한 모멘트	kN·m	708.667
Mv : 활하중+지점침하에의한 모멘트	kN·m	4080.717
Ss : 합성전 고정하중에의한 전단력	kN	709.991
Ssc : 합성후 고정하중에의한 전단력	kN	160.032
Sv : 활하중+지점침하에의한 전단력	kN	430.584
Mst : 합성전 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	54.812
Msct : 합성후 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	16.665
Mvt :활하중+지점침하에의한 비틀림모멘트	kN·m	691.189

< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 바닥판콘크리트자중

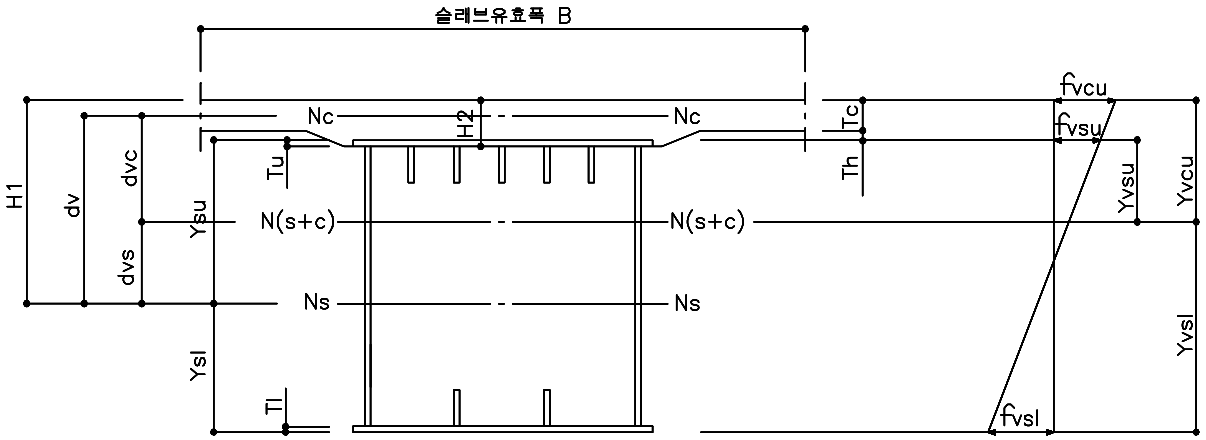
합성후 고정하중 : 방호벽 + PAVEMENT자중

단 면 제 원

단 면	B(mm)	H(mm)	A(mm²)	Y(mm)	A*Y(mm³)	A*Y2(mm⁴)	Ix(mm⁴)
1 - UPPER FLANGE	2700.0	20.0	54000	760.0	41040000	31190400000	1800000
4 - UPPER RIB	14.0	200.0	11200	650.0	7280000	4732000000	37333333.33
1 - L_WEB	12.0	1500.0	18000	0.0	0	0	3375000000
1 - R_WEB	12.0	1500.0	18000	0.0	0	0	3375000000
2 - LOWER RIB	14.0	200.0	5600	-650.0	-3640000	2366000000	18666666.67
1 - LOWER FLANGE	2700.0	22.0	59400	-761.0	-45203400	34399787400	2395800
강단면 합계			166200		-523400	72688187400	6810195800
1 - RC SLAB	5899.0	250.0	1474750	875.0	1290406250	1129105468750	7680989583

* As = 166200 mm² , Ac = 1474750 mm²

2) 응 력 검 토



(1) 합 성 전

Is' = As · Y2 + ∑Is = 72688187400 + 6810195800.0 = 79498383200 ㎜⁴

δs = ∑(A · Y)/ As = -523400 / 166200 = -3.149 mm

Is = Is' - As · δs² = 79498383200 - 166200 × -3.149² = 79496734899 ㎜⁴

Ysu = H/2 + Tu - δs = 1500.0 / 2 + 20.0 - -3.149 = 773.149 mm

Ysl = Ysu - (H + Tu + Tl) = 773.149 - 1542.000 = -768.851 mm

F = b · h = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + Tu/2 +Tl/2) = 3820752.0 mm²

fsu = Ms · Ysu / Is = **30.709** MPa

fsl = Ms · Ysl / Is = **-30.538** MPa

υ = Ss / A(Web) + Mst / (2 · F · Tw) = 20.320 MPa

(2) 합 성 후

Av = As + Ac/n = 350543.8 mm²

Ic/n = 960123698 ㎜⁴

dv = Ysu - Tu + Th + Tc/2 = 878.1 mm

dvc = dv · As / (Ac/n + As) = 416.3 mm

dvs = dv - dvc = 461.8 mm

Yvcu = dvc + Tc/2 = 541.3 mm

Yvcl = Yvcu - Tc = 291.3 mm

Yvsu = Yvcu - H2 + Tu = 311.3 mm

Yvsl = Yvsu - (H + Tu + Tl) = -1230.7 mm

Iv = Is + Ic/n + As · dvs² + Ac/n · dvc² = 147855919699 mm⁴

Fv = b · hv = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + (Tu + Tc/n)/2 +Tl/2)= 3860002.0 mm²

fvcu = Msc · Yvcu/(n · Iv) = **0.324** MPa

fvcl = Msc · Yvcl/(n · Iv) = **0.175** MPa

fvsu = Msc · Yvsu/Iv = **1.492** MPa

fvsl = Msc · Yvsl/Iv = **-5.898** MPa

υ = Ssc / A(Web) + Msct / (2 · Fv · Tw) = 4.625 MPa

(3) 활 하 중

fvcu = Mv · Yvcu/(n · Iv) = **1.868** MPa

fvcl = Mv · Yvcl/(n · Iv) = **1.005** MPa

fvsu = Mv · Yvsu/Iv = **8.593** MPa

fvsl = Mv · Yvsl/Iv = **-33.965** MPa

υ = Sv / A(Web) + Mvt / (2 · Fv · Tw) = 19.422 MPa

(4) 크 리 이 프

n1 = n · (1 + φ1 / 2) = 8 × (1 + 2.0 / 2) = 16

Av1 = As + Ac/n1 = 258371.9 mm² # 2차 부정정력으로 인한 영향 고려

dc1 = dv · As / (Ac/n1 + As) = 564.9 mm K = 0.148

ds1 = dv - dc1 = 313.3 mm

Yv1cu = dc1 + Tc/2 = 689.9 mm

Yv1cl = Yv1cu - Tc = 439.9 mm

Yv1su = Yv1cu - H2 + Tu = 459.9 mm

Yv1sl = Yv1su - (H + Tu + Tl) = -1082.1 mm

Iv1 = Is + Ic/n1 + As · ds1² + Ac/n1 · dc1² 125698335954 mm⁴

Nc = Msc · dvc · Ac/(n · Iv) = 367865 N

Pφ = Nc · 2 · φ1 / (2+φ1) 367865 N

Mφ = Pφ · dc1 = 207798841 N · mm

Ec1 = Ec / (1 + φ1 / 2) = 13351 MPa

fcu = Msc · Yvcu / (n · Iv) = 0.324 MPa

fcl = Msc · Yvcl / (n · Iv) = 0.175 MPa

fvcu1=1/n1 · (Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1cu/Iv1) - Ec1 · fcu · φ1/ Ec **-0.225** MPa

fvcl1=1/n1 · (Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1cl/Iv1) - Ec1 · fcl · φ1/ Ec **-0.079** MPa

fvsu1=Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1su/Iv1 **1.536** MPa

fvsl1=Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1sl/Iv1 **1.159** MPa

(5) 건 조 수 축

n2 = n · (1 + ϕ2 / 2) = 8 × (1 + 4.0 / 2) = 24

Av2 = As + Ac/n2 = 227647.917 mm²

dc2 = dv · As / (Ac/n2 + As) = 641.1 mm

ds2 = dv - dc2 = 237.0 mm

Yv2cu = dc2 + Tc/2 = 766.1 mm

Yv2cl = Yv2cu - Tc = 516.1 mm

Yv2su = Yv2cu - H2 + Tu = 536.1 mm

Yv2sl = Yv2su - (H + Tu + Tl) = -1005.9 mm

Iv2 = Is + Ic/n2 + As · ds2² + Ac/n2 · dc2² = 114411601291.5 mm⁴

P2 = Es · εs · Ac/n2 = 3401142 N

Mv2 = P2 · dc2 = 2180521868 N · mm

Ec2 = Es · /n2 = 8542 MPa

fvcu2=1/n2 · (P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2cu/Iv2) - Ec2 · εs = **-1.594** MPa

fvcl2=1/n2 · (P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2cl/Iv2) - Ec2 · εs = **-1.623** MPa

fvsu2=P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2su/Iv2 **16.453** MPa

fvsl2=P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2sl/Iv2 **12.103** MPa

(6) 온 도 차

εt = α · t = 0.000012 × 10 = 0.00012

P1 = Es · εt · Ac/n = 4534856 N

Mvt = P1 · dvc = 1888081057 N · mm

fcut=1/n · (P1/Av + k*Mvt · Yvcu/Iv) - Ec · εt = **-1.459** MPa

fclt=1/n · (P1/Av + K*Mvt · Yvcl/Iv) - Ec · εt = **-1.518** MPa

fsut=P1/Av + K*Mvt · Yvsu/Iv = **13.525** MPa

fslt=P1/Av + K*Mvt · Yvsl/Iv = **10.611** MPa

(7) 전단 및 비틀림

υ = (Ss+Ssc+Sv)/Aw + Mst/(2 F Tw) + (Msct+Mvt)/(2 FvTw) = 44.367 MPa < υa = 110 MPa **O.K.**

(8) 조합응력의 검토 (☞ 도.설 3.4.2.1)

$i = 0.65(\phi/n)^2 + 0.13(\phi/n) + 1.0$

$= 0.650 \times (0.0 / 5)^2 + 0.130 \times (0.0 / 5) + 1.0 = 1.000$

∵ $\phi = (f_1 - f_2)/f_1 \fallingdotseq 0$

여기서, n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

i : 응력구배계수 ϕ : 응력구배

f_1 , f_2 : 보강된 판의 양연의 응력

(단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다.)

* 인장 (하부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

fta = 190.0 MPa

* 압축 (상부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

$$tu \geq \frac{b}{24 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{24 \times 1.000 \times 5} = 20.8 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190.0 MPa

$$\frac{b}{24 \cdot i \cdot n} > tu \geq \frac{b}{49 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{49 \times 1.000 \times 5} = 10.2 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190 - 3.9 (b / (tu · i · n)- 24) = 186.1

$$\frac{b}{49 \cdot i \cdot n} > tu \geq \frac{b}{80 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{80 \times 1.000 \times 5} = 6.3 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 220000 × { (tu · i · n) / b = 352.000 MPa

사용 tu = 20.0 mm

따라서, fca = 186.100 MPa

* 철근콘크리트의 허용응력 (☞ 도.설 3.9.3)

fca = 0.4 fck = 10.800 MPa (fck = 27 MPa 사용)

fta = 0.07 fck = 1.890 MPa

하중조합	CONCRETE				STEEL			
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1			10.800	10.800	**30.709**	**-30.538**	186.100	190.000
1+2+3	**2.192**	**1.180**	10.800	10.800	**40.794**	**-70.402**	186.100	190.000
1+2+3+4	**1.967**	**1.101**	10.800	10.800	**42.330**	**-69.243**	214.015	190.000
1+2+3+4+5	**0.373**	**-0.522**	10.800	1.890	**58.783**	**-57.139**	214.015	190.000
1+2+3+4+5+6	**-1.086**	**-2.041**	2.174	2.174	**72.308**	**-46.529**	241.930	218.500
1+2+3+4+5-6	**1.833**	**0.996**	12.420	12.420	**45.258**	**-67.750**	241.930	218.500

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음. 허용응력의 할증 (☞ 도.설 3.9.3.1 참조)

(9) 합성응력의 검토 (☞ 도.설 3.8.2.4)

(상 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{72.308}{241.930}\right)^2 + \left(\frac{44.367}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.089 + 0.163 = 0.252 < 1.2 \quad \textbf{O.K.}$$

(하 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{-70.402}{190.000}\right)^2 + \left(\frac{44.367}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.137 + 0.163 = 0.300 < 1.2 \quad \textbf{O.K.}$$

(10) 판의 최소두께 검토

압축(상부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3 및 3.9.6)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = b / (49 · i · n) = 2500 / (49 × 1.00 × 5) = 10.2 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = 10 mm ≤ t = 20 mm **O.K.** (합성형 스터드 설치)

인장(하부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.8.3.1 및 3.8.3.2)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 22 mm **O.K.**

tmin = b / (80 · n) = 2500 / (80 × 3) = 10.4 mm ≤ t = 22 mm **O.K.**

복부판 수평보강재 사용단수 1 단 (☞ 도.설.기 3.8.4)

합성전 tmin = b / (219 × 1.200) = 5.7 mm ≤ t = 12 mm **O.K.**

여기서, √(fca/fc) = √(190/30.709) = 2.487 > 1.2 ⇒ 1.200

합성후 tmin = bc /(219 × 1.200) = 2.4 mm ≤ t = 12 mm **O.K.**

여기서, √(fca/fc) = √(190/72.308) = 1.621 > 1.2 ⇒ 1.200

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (☞ 도.설.해(2003) 3.9.3.2)

Σf = 1.3 × (합성전 사하중 응력 + 합성후 사하중) + 2.15 × 활하중에 의한 응력(충격포함)
+ (크리프응력 변화량) + (건조수축응력변화량) + (온도차응력변화량) 의 조합 중에서
가장 불리한 하중 조합에 대하여 검토

① 바닥판 콘크리트

합성후 사하중 응력 = { Msc / (n · Iv)} × Yvcu = 0.324 MPa

합성후 활하중 응력 = 2.192 - 0.324 = 1.868 MPa

Σf = 1.3 ×0.324 + 2.15 ×1.868 + (-0.225) + (-1.594) + (1.459)

= 4.078 MPa < (3/5) fck = 16.2 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 ×0.324 + 2.15 ×1.868 + (1.459)

= 5.896 MPa < (3/5) fck = 16.2 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

② 강재주형 상판

합성전 사하중 응력 = 30.709 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Iv × Yvsu = 1.492 MPa

합성후 활하중 응력 = 40.794 - 30.709 - 1.492 = 8.593 MPa

Σf = 1.3 × (30.709 + 1.492) + 2.15 × 8.593 + (1.536) + (16.453) + (13.525)

= 91.850 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (30.709 + 1.492) + 2.15 × 8.593 + (13.525)

= 73.861 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

③ 강재주형 하판

합성전 사하중 응력 = -30.538 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Iv × Yvsl = -5.898 MPa

합성후 활하중 응력 = -70.402 - -30.538 - -5.898 = -33.965 MPa

Σf = 1.3 × (-30.538 + -5.898) + 2.15 × -33.965 + (1.159) + (12.103) + (-10.611)

= -117.741 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (-30.538 + -5.898) + 2.15 × -33.965 + (-10.611)

= -131.003 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

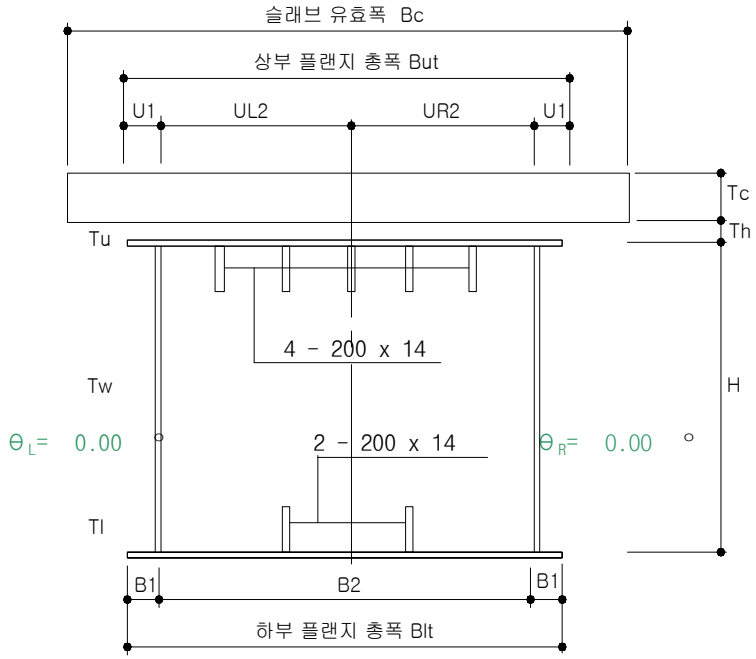
- 항복에 대한 안전도 검사 결과 집계

구분		작용응력	항복응력	검토결과	
바닥판 콘크리트	크리프, 건조수축 포함시	4.078	16.200	O.K!!!	3.97
	크리프,건조수축제외시	5.896	16.200	O.K!!!	2.74
상부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	91.850	315.000	O.K!!!	3.42
	크리프,건조수축제외시	73.861	315.000	O.K!!!	4.26
하부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	-117.741	315.000	O.K!!!	2.67
	크리프,건조수축제외시	-131.003	315.000	O.K!!!	2.40

5-3. 5경간 최대 정모멘트 단면검토(G2)

1) 단면가정 및 설계조건

주부재사용강종 = SWS50B



H = 1.500 m

Bc = 7.154 m

UL2= 1.250 , UR2= 1.250 m

B2 = 2.500 m

But= 2.700 , Blt= 2.700 m

상하 플랜지 유효폭

Bue= 2.700 , Ble= 2.700 m

Tc = 0.250 m

Th = 0.000 m

Tu = 0.020 m

Tl = 0.022 m

Tw = 0.012 m

U1 = 0.100 m

B1 = 0.100 m

RIB 200 x 14 mm, 200 x 14 mm

구 분	단 위	입력 DATA
Es : 강의 탄성계수	MPa	205000
Ec : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26702
εs: 바닥판 콘크리트의 건조수축에의한 최종수축율		0.00027
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수		0.000012
ϕ2: 건조수축에의한 크리이프계수		4
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비		8
t : 강과 콘크리트의 온도차	℃	10
Ms : 합성전 고정하중에의한 모멘트	kN·m	3781.417
Msc : 합성후 고정하중에의한 모멘트	kN·m	868.218
Mv : 활하중+지점침하에의한 모멘트	kN·m	4331.067
Ss : 합성전 고정하중에의한 전단력	kN	273.605
Ssc : 합성후 고정하중에의한 전단력	kN	66.018
Sv : 활하중+지점침하에의한 전단력	kN	564.017
Mst : 합성전 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	0.000
Msct : 합성후 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	0.000
Mvt :활하중+지점침하에의한 비틀림모멘트	kN·m	696.739

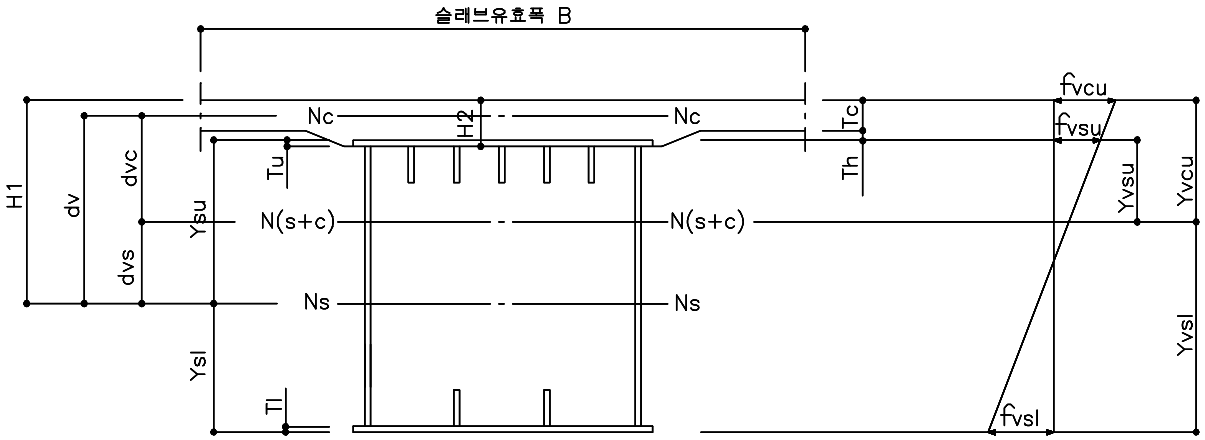
< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 콘크리트바닥판자중
합성후 고정하중 : 방호벽 + PAVEMENT자중

단 면 제 원

단 면	B(mm)	H(mm)	A(mm²)	Y(mm)	A*Y(mm³)	A*Y2(mm⁴)	Ix(mm⁴)
1 - UPPER FLANGE	2700.0	20.0	54000	760.0	41040000	31190400000	1800000
4 - UPPER RIB	14.0	200.0	11200	650.0	7280000	4732000000	37333333.33
1 - L_WEB	12.0	1500.0	18000	0.0	0	0	3375000000
1 - R_WEB	12.0	1500.0	18000	0.0	0	0	3375000000
2 - LOWER RIB	14.0	200.0	5600	-650.0	-3640000	2366000000	18666666.67
1 - LOWER FLANGE	2700.0	22.0	59400	-761.0	-45203400	34399787400	2395800
강단면 합계			166200		-523400	72688187400	6810195800
1 - RC SLAB	7154.0	250.0	1788500	875.0	1564937500	1369320312500	9315104167

* As = 166200 mm² , Ac = 1788500 mm²

2) 응 력 검 토



(1) 합 성 전

Is' = As · Y2 + ∑Is = 72688187400 + 6810195800.0 = 79498383200 ㎜⁴

δs = ∑(A · Y)/ As = -523400 / 166200 = -3.149 mm

Is = Is' - As · δs² = 79498383200 - 166200 × -3.149² = 79496734899 ㎜⁴

Ysu = H/2 + Tu - δs = 1500.0 / 2 + 20.0 - -3.149 = 773.149 mm

Ysl = Ysu - (H + Tu + Tl) = 773.149 - 1542.000 = -768.851 mm

F = b · h = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + Tu/2 +Tl/2) = 3820752.0 mm²

fsu = Ms · Ysu / Is = **36.776** MPa

fsl = Ms · Ysl / Is = **-36.572** MPa

υ = Ss / A(Web) + Mst / (2 · F · Tw) = 7.600 MPa

(2) 합 성 후

Av = As + Ac/n = 389762.5 mm²

Ic/n = 1164388021 ㎜⁴

dv = Ysu - Tu + Th + Tc/2 = 878.1 mm

dvc = dv · As / (Ac/n + As) = 374.5 mm

dvs = dv - dvc = 503.7 mm

Yvcu = dvc + Tc/2 = 499.5 mm

Yvcl = Yvcu - Tc = 249.5 mm

Yvsu = Yvcu - H2 + Tu = 269.5 mm

Yvsl = Yvsu - (H + Tu + Tl) = -1272.5 mm

Iv = Is + Ic/n + As · dvs² + Ac/n · dvc² = 154174531887 mm⁴

Fv = b · hv = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + (Tu + Tc/n)/2 +Tl/2)= 3860002.0 mm²

fvcu = Msc · Yvcu/(n · Iv) = **0.352** MPa

fvcl = Msc · Yvcl/(n · Iv) = **0.176** MPa

fvsu = Msc · Yvsu/Iv = **1.517** MPa

fvsl = Msc · Yvsl/Iv = **-7.166** MPa

υ = Ssc / A(Web) + Msct / (2 · Fv · Tw) = 1.834 MPa

(3) 활 하 중

fvcu = Mv · Yvcu/(n · Iv) = **1.754** MPa

fvcl = Mv · Yvcl/(n · Iv) = **0.876** MPa

fvsu = Mv · Yvsu/Iv = **7.570** MPa

fvsl = Mv · Yvsl/Iv = **-35.748** MPa

υ = Sv / A(Web) + Mvt / (2 · Fv · Tw) = 23.188 MPa

(4) 크 리 이 프

n1 = n · (1 + φ1 / 2) = 8 × (1 + 2.0 / 2) = 16

Av1 = As + Ac/n1 = 277981.3 mm² # 2차 부정정력으로 인한 영향 고려

dc1 = dv · As / (Ac/n1 + As) = 525.0 mm K = -0.073

ds1 = dv - dc1 = 353.1 mm

Yv1cu = dc1 + Tc/2 = 650.0 mm

Yv1cl = Yv1cu - Tc = 400.0 mm

Yv1su = Yv1cu - H2 + Tu = 420.0 mm

Yv1sl = Yv1su - (H + Tu + Tl) = -1122.0 mm

Iv1 = Is + Ic/n1 + As · ds1² + Ac/n1 · dc1² 131616163997 mm⁴

Nc = Msc · dvc · Ac/(n · Iv) = 471427 N

Pφ = Nc · 2 · φ1 / (2+φ1) 471427 N

Mφ = Pφ · dc1 = 247513120 N · mm

Ec1 = Ec / (1 + φ1 / 2) = 13351 MPa

fcu = Msc · Yvcu / (n · Iv) = 0.352 MPa

fcl = Msc · Yvcl / (n · Iv) = 0.176 MPa

fvcu1=1/n1 · (Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1cu/Iv1) - Ec1 · fcu · φ1/ Ec **-0.251** MPa

fvcl1=1/n1 · (Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1cl/Iv1) - Ec1 · fcl · φ1/ Ec **-0.073** MPa

fvsu1=Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1su/Iv1 **1.638** MPa

fvsl1=Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1sl/Iv1 **1.850** MPa

(5) 건 조 수 축

n2 = n · (1 + ϕ2 / 2) = 8 × (1 + 4.0 / 2) = 24

Av2 = As + Ac/n2 = 240720.833 mm²

dc2 = dv · As / (Ac/n2 + As) = 606.3 mm

ds2 = dv - dc2 = 271.9 mm

Yv2cu = dc2 + Tc/2 = 731.3 mm

Yv2cl = Yv2cu - Tc = 481.3 mm

Yv2su = Yv2cu - H2 + Tu = 501.3 mm

Yv2sl = Yv2su - (H + Tu + Tl) = -1040.7 mm

Iv2 = Is + Ic/n2 + As · ds2² + Ac/n2 · dc2² = 119561211408.4 mm⁴

P2 = Es · εs · Ac/n2 = 4124728 N

Mv2 = P2 · dc2 = 2500811674 N · mm

Ec2 = Es · /n2 = 8542 MPa

fvcu2=1/n2 · (P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2cu/Iv2) - Ec2 · εs = **-1.639** MPa

fvcl2=1/n2 · (P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2cl/Iv2) - Ec2 · εs = **-1.623** MPa

fvsu2=P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2su/Iv2 **16.369** MPa

fvsl2=P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2sl/Iv2 **18.724** MPa

(6) 온 도 차

εt = α · t = 0.000012 × 10 = 0.00012

P1 = Es · εt · Ac/n = 5499638 N

Mvt = P1 · dvc = 2059365110 N · mm

fcut=1/n · (P1/Av + k*Mvt · Yvcu/Iv) - Ec · εt = **-1.501** MPa

fclt=1/n · (P1/Av + K*Mvt · Yvcl/Iv) - Ec · εt = **-1.471** MPa

fsut=P1/Av + K*Mvt · Yvsu/Iv = **13.847** MPa

fslt=P1/Av + K*Mvt · Yvsl/Iv = **15.351** MPa

(7) 전단 및 비틀림

υ = (Ss+Ssc+Sv)/Aw + Mst/(2 F Tw) + (Msct+Mvt)/(2 FvTw) = 32.622 MPa < υa = 110 MPa **O.K.**

(8) 조합응력의 검토 (☞ 도.설 3.4.2.1)

$i = 0.65(\phi/n)^2 + 0.13(\phi/n) + 1.0$

$= 0.650 \times (0.0 / 5)^2 + 0.130 \times (0.0 / 5) + 1.0 = 1.000$

∵ $\phi = (f_1 - f_2)/f_1 \fallingdotseq 0$

여기서, n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

i : 응력구배계수 ϕ : 응력구배

f_1 , f_2 : 보강된 판의 양연의 응력

(단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다.)

* 인장 (하부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

fta = 190.0 MPa

* 압축 (상부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

$$tu \geq \frac{b}{24 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{24 \times 1.000 \times 5} = 20.8 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190.0 MPa

$$\frac{b}{24 \cdot i \cdot n} > tu \geq \frac{b}{49 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{49 \times 1.000 \times 5} = 10.2 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190 - 3.9 (b / (tu · i · n)- 24) = 186.1

$$\frac{b}{49 \cdot i \cdot n} > tu \geq \frac{b}{80 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{80 \times 1.000 \times 5} = 6.3 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 220000 × { (tu · i · n) / b = 352.000 MPa

사용 tu = 20.0 mm

따라서, fca = 186.100 MPa

* 철근콘크리트의 허용응력 (☞ 도.설 3.9.3)

fca = 0.4 fck = 10.800 MPa (fck = 27 MPa 사용)

fta = 0.07 fck = 1.890 MPa

하중조합	CONCRETE				STEEL			
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1			10.800	10.800	**36.776**	**-36.572**	186.100	190.000
1+2+3	**2.105**	**1.052**	10.800	10.800	**45.863**	**-79.486**	186.100	190.000
1+2+3+4	**1.854**	**0.979**	10.800	10.800	**47.502**	**-77.636**	214.015	190.000
1+2+3+4+5	**0.215**	**-0.644**	10.800	1.890	**63.871**	**-58.913**	214.015	190.000
1+2+3+4+5+6	**-1.286**	**-2.115**	2.174	2.174	**77.718**	**-43.561**	241.930	218.500
1+2+3+4+5-6	**1.717**	**0.826**	12.420	12.420	**50.023**	**-74.264**	241.930	218.500

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음. 허용응력의 할증 (☞ 도.설 3.9.3.1 참조)

(9) 합성응력의 검토 (☞ 도.설 3.8.2.4)

(상 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{77.718}{241.930}\right)^2 + \left(\frac{32.622}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.103 + 0.088 = 0.191 < 1.2 \quad \textbf{O.K.}$$

(하 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{-79.486}{190.000}\right)^2 + \left(\frac{32.622}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.175 + 0.088 = 0.263 < 1.2 \quad \textbf{O.K.}$$

(10) 판의 최소두께 검토

압축(상부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3 및 3.9.6)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = b / (49 · i · n) = 2500 / (49 × 1.00 × 5) = 10.2 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = 10 mm ≤ t = 20 mm **O.K.** (합성형 스터드 설치)

인장(하부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.8.3.1 및 3.8.3.2)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 22 mm **O.K.**

tmin = b / (80 · n) = 2500 / (80 × 3) = 10.4 mm ≤ t = 22 mm **O.K.**

복부판 수평보강재 사용단수 1 단 (☞ 도.설.기 3.8.4)

합성전 tmin = b / (219 × 1.200) = 5.7 mm ≤ t = 12 mm **O.K.**

여기서, √(fca/fc) = √(190/36.776) = 2.273 > 1.2 ⇒ 1.200

합성후 tmin = bc /(219 × 1.200) = 2.1 mm ≤ t = 12 mm **O.K.**

여기서, √(fca/fc) = √(190/77.718) = 1.564 > 1.2 ⇒ 1.200

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (☞ 도.설.해(2003) 3.9.3.2)

Σf = 1.3 × (합성전 사하중 응력 + 합성후 사하중) + 2.15 × 활하중에 의한 응력(충격포함)
+ (크리프응력 변화량) + (건조수축응력변화량) + (온도차응력변화량) 의 조합 중에서
가장 불리한 하중 조합에 대하여 검토

① 바닥판 콘크리트

합성후 사하중 응력 = { Msc / (n · Iv)} × Yvcu = 0.352 MPa

합성후 활하중 응력 = 2.105 - 0.352 = 1.754 MPa

Σf = 1.3 ×0.352 + 2.15 ×1.754 + (-0.251) + (-1.639) + (1.501)

= 3.839 MPa < (3/5) fck = 16.2 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 ×0.352 + 2.15 ×1.754 + (1.501)

= 5.729 MPa < (3/5) fck = 16.2 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

② 강재주형 상판

합성전 사하중 응력 = 36.776 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Iv × Yvsu = 1.517 MPa

합성후 활하중 응력 = 45.863 - 36.776 - 1.517 = 7.570 MPa

Σf = 1.3 × (36.776 + 1.517) + 2.15 × 7.57 + (1.638) + (16.369) + (13.847)

= 97.912 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (36.776 + 1.517) + 2.15 × 7.57 + (13.847)

= 79.904 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

③ 강재주형 하판

합성전 사하중 응력 = -36.572 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Iv × Yvsl = -7.166 MPa

합성후 활하중 응력 = -79.486 - -36.572 - -7.166 = -35.748 MPa

Σf = 1.3 × (-36.572 + -7.166) + 2.15 × -35.748 + (1.85) + (18.724) + (-15.351)

= -128.495 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (-36.572 + -7.166) + 2.15 × -35.748 + (-15.351)

= -149.069 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

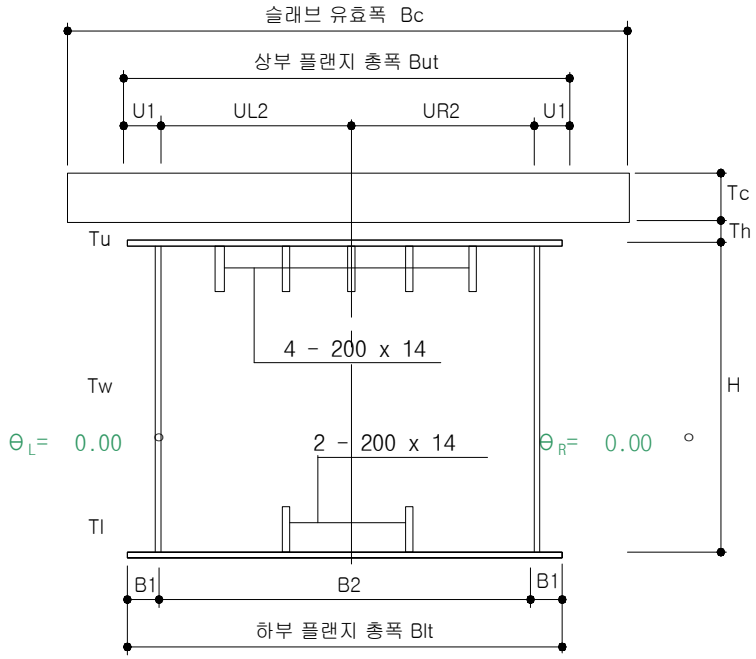
- 항복에 대한 안전도 검사 결과 집계

구분		작용응력	항복응력	검토결과	
바닥판 콘크리트	크리프, 건조수축 포함시	3.839	16.200	O.K!!!	4.21
	크리프,건조수축제외시	5.729	16.200	O.K!!!	2.82
상부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	97.912	315.000	O.K!!!	3.21
	크리프,건조수축제외시	79.904	315.000	O.K!!!	3.94
하부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	-128.495	315.000	O.K!!!	2.45
	크리프,건조수축제외시	-149.069	315.000	O.K!!!	2.11

5-4. 6경간 최대 정모멘트 단면검토(G2)

1) 단면가정 및 설계조건

주부재사용강종 = SWS50B



H = 1.500 m

Bc = 7.198 m

UL2= 1.250 , UR2= 1.250 m

B2 = 2.500 m

But= 2.700 , Blt= 2.700 m

상하 플랜지 유효폭

Bue= 2.700 , Ble= 2.700 m

Tc = 0.250 m

Th = 0.000 m

Tu = 0.020 m

Tl = 0.022 m

Tw = 0.012 m

U1 = 0.100 m

B1 = 0.100 m

RIB 200 x 14 mm, 200 x 14 mm

구 분	단 위	입력 DATA
Es : 강의 탄성계수	MPa	205000
Ec : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26702
εs: 바닥판 콘크리트의 건조수축에의한 최종수축율		0.00027
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수		0.000012
φ2: 건조수축에의한 크리이프계수		4
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비		8
t : 강과 콘크리트의 온도차	℃	10
Ms : 합성전 고정하중에의한 모멘트	kN·m	3500.139
Msc : 합성후 고정하중에의한 모멘트	kN·m	808.272
Mv : 활하중+지점침하에의한 모멘트	kN·m	4817.792
Ss : 합성전 고정하중에의한 전단력	kN	782.971
Ssc : 합성후 고정하중에의한 전단력	kN	180.888
Sv : 활하중+지점침하에의한 전단력	kN	602.375
Mst : 합성전 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	0.000
Msct : 합성후 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	0.000
Mvt :활하중+지점침하에의한 비틀림모멘트	kN·m	846.961

< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 바닥판콘크리트자중

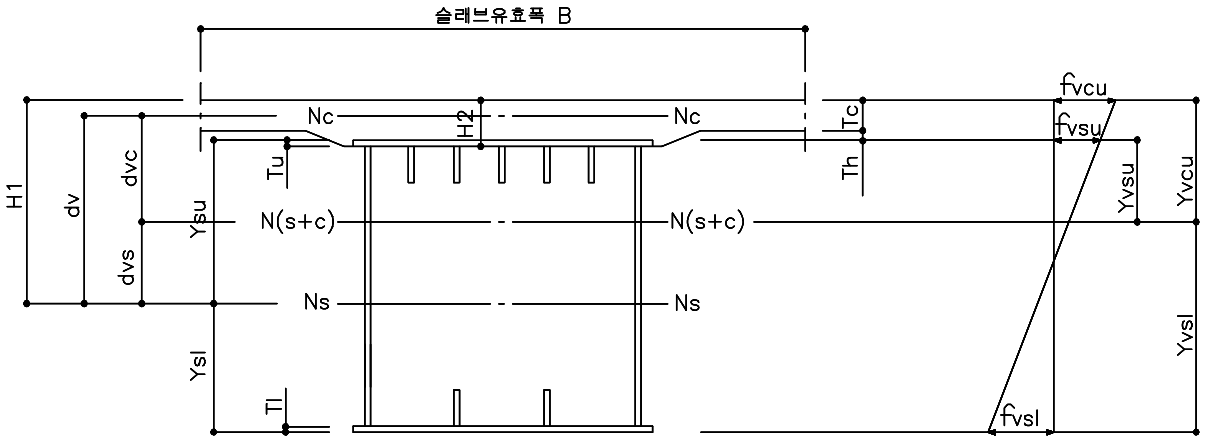
합성후 고정하중 : 방호벽 + PAVEMENT자중

단 면 제 원

단 면	B(mm)	H(mm)	A(mm²)	Y(mm)	A*Y(mm³)	A*Y2(mm⁴)	Ix(mm⁴)
1 - UPPER FLANGE	2700.0	20.0	54000	760.0	41040000	31190400000	1800000
4 - UPPER RIB	14.0	200.0	11200	650.0	7280000	4732000000	37333333.33
1 - L_WEB	12.0	1500.0	18000	0.0	0	0	3375000000
1 - R_WEB	12.0	1500.0	18000	0.0	0	0	3375000000
2 - LOWER RIB	14.0	200.0	5600	-650.0	-3640000	2366000000	18666666.67
1 - LOWER FLANGE	2700.0	22.0	59400	-761.0	-45203400	34399787400	2395800
강단면 합계			166200		-523400	72688187400	6810195800
1 - RC SLAB	7198.0	250.0	1799500	875.0	1574562500	1377742187500	9372395833

* As = 166200 mm² , Ac = 1799500 mm²

2) 응 력 검 토



(1) 합 성 전

Is' = As · Y2 + ∑Is = 72688187400 + 6810195800.0 = 79498383200 ㎜⁴

δs = ∑(A · Y)/ As = -523400 / 166200 = -3.149 mm

Is = Is' - As · δs² = 79498383200 - 166200 × -3.149² = 79496734899 ㎜⁴

Ysu = H/2 + Tu - δs = 1500.0 / 2 + 20.0 - -3.149 = 773.149 mm

Ysl = Ysu - (H + Tu + Tl) = 773.149 - 1542.000 = -768.851 mm

F = b · h = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + Tu/2 +Tl/2) = 3820752.0 mm²

fsu = Ms · Ysu / Is = **34.041** MPa

fsl = Ms · Ysl / Is = **-33.852** MPa

υ = Ss / A(Web) + Mst / (2 · F · Tw) = 21.749 MPa

(2) 합 성 후

Av = As + Ac/n = 391137.5 mm²

Ic/n = 1171549479 ㎜⁴

dv = Ysu - Tu + Th + Tc/2 = 878.1 mm

dvc = dv · As / (Ac/n + As) = 373.1 mm

dvs = dv - dvc = 505.0 mm

Yvcu = dvc + Tc/2 = 498.1 mm

Yvcl = Yvcu - Tc = 248.1 mm

Yvsu = Yvcu - H2 + Tu = 268.1 mm

Yvsl = Yvsu - (H + Tu + Tl) = -1273.9 mm

Iv = Is + Ic/n + As · dvs² + Ac/n · dvc² = 154373813030 mm⁴

Fv = b · hv = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + (Tu + Tc/n)/2 +Tl/2)= 3860002.0 mm²

fvcu = Msc · Yvcu/(n · Iv) = **0.326** MPa

fvcl = Msc · Yvcl/(n · Iv) = **0.162** MPa

fvsu = Msc · Yvsu/Iv = **1.404** MPa

fvsl = Msc · Yvsl/Iv = **-6.670** MPa

υ = Ssc / A(Web) + Msct / (2 · Fv · Tw) = 5.025 MPa

(3) 활 하 중

fvcu = Mv · Yvcu/(n · Iv) = **1.943** MPa

fvcl = Mv · Yvcl/(n · Iv) = **0.968** MPa

fvsu = Mv · Yvsu/Iv = **8.368** MPa

fvsl = Mv · Yvsl/Iv = **-39.755** MPa

υ = Sv / A(Web) + Mvt / (2 · Fv · Tw) = 25.875 MPa

(4) 크 리 이 프

n1 = n · (1 + φ1 / 2) = 8 × (1 + 2.0 / 2) = 16

Av1 = As + Ac/n1 = 278668.8 mm² # 2차 부정정력으로 인한 영향 고려

dc1 = dv · As / (Ac/n1 + As) = 523.7 mm K = 0.284

ds1 = dv - dc1 = 354.4 mm

Yv1cu = dc1 + Tc/2 = 648.7 mm

Yv1cl = Yv1cu - Tc = 398.7 mm

Yv1su = Yv1cu - H2 + Tu = 418.7 mm

Yv1sl = Yv1su - (H + Tu + Tl) = -1123.3 mm

Iv1 = Is + Ic/n1 + As · ds1² + Ac/n1 · dc1² 131808790776 mm⁴

Nc = Msc · dvc · Ac/(n · Iv) = 439456 N

Pφ = Nc · 2 · φ1 / (2+φ1) 439456 N

Mφ = Pφ · dc1 = 230158341 N · mm

Ec1 = Ec / (1 + φ1 / 2) = 13351 MPa

fcu = Msc · Yvcu / (n · Iv) = 0.326 MPa

fcl = Msc · Yvcl / (n · Iv) = 0.162 MPa

fvcu1=1/n1 · (Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1cu/Iv1) - Ec1 · fcu · φ1/ Ec **-0.207** MPa

fvcl1=1/n1 · (Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1cl/Iv1) - Ec1 · fcl · φ1/ Ec **-0.051** MPa

fvsu1=Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1su/Iv1 **1.785** MPa

fvsl1=Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1sl/Iv1 **1.020** MPa

(5) 건 조 수 축

n2 = n · (1 + ϕ2 / 2) = 8 × (1 + 4.0 / 2) = 24

Av2 = As + Ac/n2 = 241179.167 mm²

dc2 = dv · As / (Ac/n2 + As) = 605.1 mm

ds2 = dv - dc2 = 273.0 mm

Yv2cu = dc2 + Tc/2 = 730.1 mm

Yv2cl = Yv2cu - Tc = 480.1 mm

Yv2su = Yv2cu - H2 + Tu = 500.1 mm

Yv2sl = Yv2su - (H + Tu + Tl) = -1041.9 mm

Iv2 = Is + Ic/n2 + As · ds2² + Ac/n2 · dc2² = 119731760091.8 mm⁴

P2 = Es · εs · Ac/n2 = 4150097 N

Mv2 = P2 · dc2 = 2511410944 N · mm

Ec2 = Es · /n2 = 8542 MPa

fvcu2=1/n2 · (P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2cu/Iv2) - Ec2 · εs = **-1.408** MPa

fvcl2=1/n2 · (P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2cl/Iv2) - Ec2 · εs = **-1.470** MPa

fvsu2=P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2su/Iv2 **20.187** MPa

fvsl2=P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2sl/Iv2 **11.001** MPa

(6) 온 도 차

εt = α · t = 0.000012 × 10 = 0.00012

P1 = Es · εt · Ac/n = 5533463 N

Mvt = P1 · dvc = 2064747048 N · mm

fcut=1/n · (P1/Av + k*Mvt · Yvcu/Iv) - Ec · εt = **-1.199** MPa

fclt=1/n · (P1/Av + K*Mvt · Yvcl/Iv) - Ec · εt = **-1.318** MPa

fsut=P1/Av + K*Mvt · Yvsu/Iv = **15.166** MPa

fslt=P1/Av + K*Mvt · Yvsl/Iv = **9.308** MPa

(7) 전단 및 비틀림

υ = (Ss+Ssc+Sv)/Aw + Mst/(2 F Tw) + (Msct+Mvt)/(2 FvTw) = 52.649 MPa < υa = 110 MPa **O.K.**

(8) 조합응력의 검토 (☞ 도.설 3.4.2.1)

$i = 0.65(\phi/n)^2 + 0.13(\phi/n) + 1.0$

$= 0.650 \times (0.0 / 5)^2 + 0.130 \times (0.0 / 5) + 1.0 = 1.000$

∵ $\phi = (f_1 - f_2)/f_1 \fallingdotseq 0$

여기서, n : 종리브에 의해서 구분되는 Panel의 수

i : 응력구배계수 ϕ : 응력구배

f_1 , f_2 : 보강된 판의 양연의 응력

(단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다.)

* 인장 (하부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

fta = 190.0 MPa

* 압축 (상부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

$$tu \geq \frac{b}{24 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{24 \times 1.000 \times 5} = 20.8 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190.0 MPa

$$\frac{b}{24 \cdot i \cdot n} > tu \geq \frac{b}{49 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{49 \times 1.000 \times 5} = 10.2 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190 - 3.9 (b / (tu · i · n)- 24) = 186.1

$$\frac{b}{49 \cdot i \cdot n} > tu \geq \frac{b}{80 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{80 \times 1.000 \times 5} = 6.3 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 220000 × { (tu · i · n) / b = 352.000 MPa

사용 tu = 20.0 mm

따라서, fca = 186.100 MPa

* 철근콘크리트의 허용응력 (☞ 도.설 3.9.3)

fca = 0.4 fck = 10.800 MPa (fck = 27 MPa 사용)

fta = 0.07 fck = 1.890 MPa

하중조합	CONCRETE				STEEL			
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1			10.800	10.800	**34.041**	**-33.852**	186.100	190.000
1+2+3	**2.269**	**1.130**	10.800	10.800	**43.813**	**-80.277**	186.100	190.000
1+2+3+4	**2.062**	**1.079**	10.800	10.800	**45.598**	**-79.257**	214.015	190.000
1+2+3+4+5	**0.654**	**-0.391**	10.800	1.890	**65.784**	**-68.256**	214.015	190.000
1+2+3+4+5+6	**-0.545**	**-1.709**	2.174	2.174	**80.950**	**-58.947**	241.930	218.500
1+2+3+4+5-6	**1.853**	**0.927**	12.420	12.420	**50.619**	**-77.564**	241.930	218.500

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음. 허용응력의 할증 (☞ 도.설 3.9.3.1 참조)

(9) 합성응력의 검토 (☞ 도.설 3.8.2.4)

(상 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{80.950}{241.930}\right)^2 + \left(\frac{52.649}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.112 + 0.229 = 0.341 < 1.2 \quad \textbf{O.K.}$$

(하 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{-80.277}{190.000}\right)^2 + \left(\frac{52.649}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.179 + 0.229 = 0.408 < 1.2 \quad \textbf{O.K.}$$

(10) 판의 최소두께 검토

압축(상부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3 및 3.9.6)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = b / (49 · i · n) = 2500 / (49 × 1.00 × 5) = 10.2 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = 10 mm ≤ t = 20 mm **O.K.** (합성형 스터드 설치)

인장(하부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.8.3.1 및 3.8.3.2)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 22 mm **O.K.**

tmin = b / (80 · n) = 2500 / (80 × 3) = 10.4 mm ≤ t = 22 mm **O.K.**

복부판 수평보강재 사용단수 1 단 (☞ 도.설.기 3.8.4)

합성전 tmin = b / (219 × 1.200) = 5.7 mm ≤ t = 12 mm **O.K.**

여기서, √(fca/fc) = √(190/34.041) = 2.363 > 1.2 ⇒ 1.200

합성후 tmin = bc /(219 × 1.200) = 2.0 mm ≤ t = 12 mm **O.K.**

여기서, √(fca/fc) = √(190/80.95) = 1.532 > 1.2 ⇒ 1.200

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (☞ 도.설.해(2003) 3.9.3.2)

Σf = 1.3 × (합성전 사하중 응력 + 합성후 사하중) + 2.15 × 활하중에 의한 응력(충격포함)
+ (크리프응력 변화량) + (건조수축응력변화량) + (온도차응력변화량) 의 조합 중에서
가장 불리한 하중 조합에 대하여 검토

① 바닥판 콘크리트

합성후 사하중 응력 = { Msc / (n · Iv)} × Yvcu = 0.326 MPa

합성후 활하중 응력 = 2.269 - 0.326 = 1.943 MPa

Σf = 1.3 ×0.326 + 2.15 ×1.943 + (-0.207) + (-1.408) + (1.199)

= 4.186 MPa < (3/5) fck = 16.2 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 ×0.326 + 2.15 ×1.943 + (1.199)

= 5.801 MPa < (3/5) fck = 16.2 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

② 강재주형 상판

합성전 사하중 응력 = 34.041 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Iv × Yvsu = 1.404 MPa

합성후 활하중 응력 = 43.813 - 34.041 - 1.404 = 8.368 MPa

Σf = 1.3 × (34.041 + 1.404) + 2.15 × 8.368 + (1.785) + (20.187) + (15.166)

= 101.207 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (34.041 + 1.404) + 2.15 × 8.368 + (15.166)

= 79.235 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

③ 강재주형 하판

합성전 사하중 응력 = -33.852 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Iv × Yvsl = -6.670 MPa

합성후 활하중 응력 = -80.277 - -33.852 - -6.67 = -39.755 MPa

Σf = 1.3 × (-33.852 + -6.67) + 2.15 × -39.755 + (1.02) + (11.001) + (-9.308)

= -135.439 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (-33.852 + -6.67) + 2.15 × -39.755 + (-9.308)

= -147.460 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

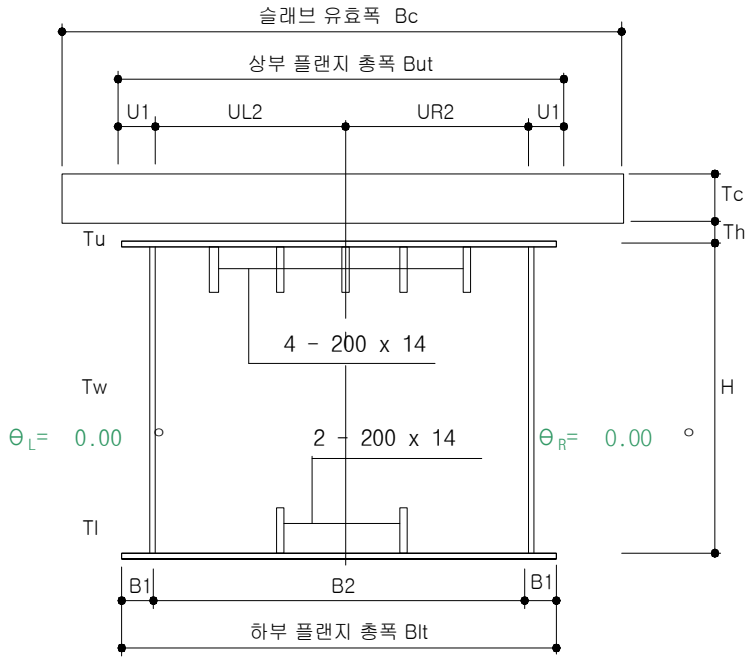
- 항복에 대한 안전도 검사 결과 집계

구분		작용응력	항복응력	검토결과	
바닥판 콘크리트	크리프, 건조수축 포함시	4.186	16.200	O.K!!!	3.87
	크리프,건조수축제외시	5.801	16.200	O.K!!!	2.79
상부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	101.207	315.000	O.K!!!	3.11
	크리프,건조수축제외시	79.235	315.000	O.K!!!	3.97
하부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	-135.439	315.000	O.K!!!	2.32
	크리프,건조수축제외시	-147.460	315.000	O.K!!!	2.13

5-5. 5경간 최대 정모멘트 단면검토(G3)

1) 단면가정 및 설계조건

주부재사용강종 = SWS50B



H = 1.500 m

Bc = 5.877 m

UL2= 1.250 , UR2= 1.250 m

B2 = 2.500 m

But= 2.700 , Blt= 2.700 m

상하 플랜지 유효폭

Bue= 2.700 , Ble= 2.700 m

Tc = 0.250 m

Th = 0.000 m

Tu = 0.020 m

Tl = 0.020 m

Tw = 0.014 m

U1 = 0.100 m

B1 = 0.100 m

RIB 200 x 14 mm, 200 x 14 mm

구 분	단 위	입력 DATA
Es : 강의 탄성계수	MPa	205000
Ec : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26702
εs: 바닥판 콘크리트의 건조수축에의한 최종수축율		0.00027
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수		0.000012
φ2: 건조수축에의한 크리이프계수		4
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비		8
t : 강과 콘크리트의 온도차	℃	10
Ms : 합성전 고정하중에의한 모멘트	kN·m	3433.653
Msc : 합성후 고정하중에의한 모멘트	kN·m	771.033
Mv : 활하중+지점침하에의한 모멘트	kN·m	3648.292
Ss : 합성전 고정하중에의한 전단력	kN	242.346
Ssc : 합성후 고정하중에의한 전단력	kN	54.011
Sv : 활하중+지점침하에의한 전단력	kN	370.871
Mst : 합성전 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	14.431
Msct : 합성후 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	5.192
Mvt :활하중+지점침하에의한 비틀림모멘트	kN·m	616.193

< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 바닥판콘크리트자중

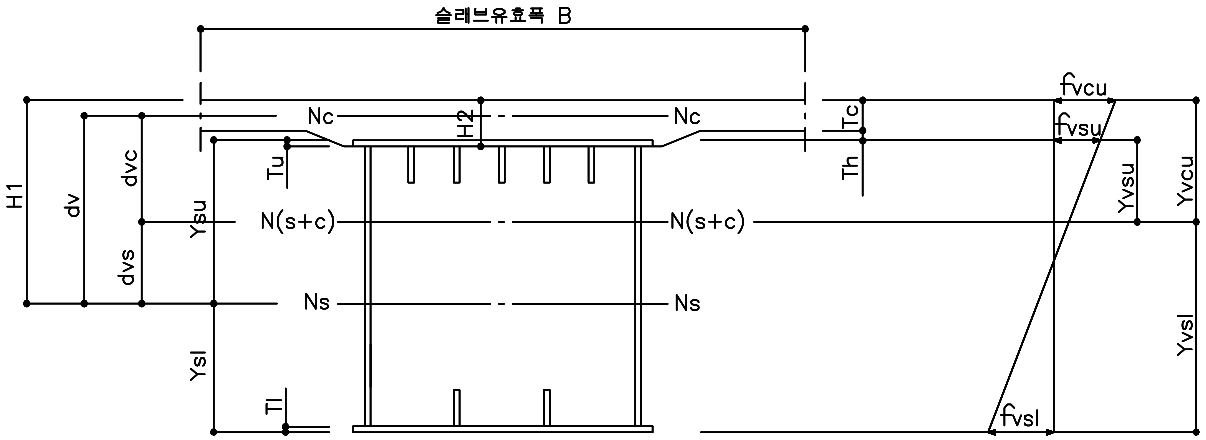
합성후 고정하중 : 방호벽 + PAVEMENT자중

단 면 제 원

단 면	B(mm)	H(mm)	A(mm²)	Y(mm)	A*Y(mm³)	A*Y2(mm⁴)	Ix(mm⁴)
1 - UPPER FLANGE	2700.0	20.0	54000	760.0	41040000	31190400000	1800000
4 - UPPER RIB	14.0	200.0	11200	650.0	7280000	4732000000	37333333.33
1 - L_WEB	14.0	1500.0	21000	0.0	0	0	3937500000
1 - R_WEB	14.0	1500.0	21000	0.0	0	0	3937500000
2 - LOWER RIB	14.0	200.0	5600	-650.0	-3640000	2366000000	18666666.67
1 - LOWER FLANGE	2700.0	20.0	54000	-760.0	-41040000	31190400000	1800000
강단면 합계			166800		3640000	69478800000	7934600000
1 - RC SLAB	5877.0	250.0	1469250	875.0	1285593750	1124894531250	7652343750

* As = 166800 mm² , Ac = 1469250 mm²

2) 응 력 검 토



(1) 합 성 전

Is' = As · Y2 + ∑Is = 69478800000 + 7934600000.0 = 77413400000 ㎜⁴

δs = ∑(A · Y)/ As = 3640000 / 166800 = 21.823 mm

Is = Is' - As · δs² = 77413400000 - 166800 × 21.823² = 77333965947 ㎜⁴

Ysu = H/2 + Tu - δs = 1500.0 / 2 + 20.0 - 21.823 = 748.177 mm

Ysl = Ysu - (H + Tu + Tl) = 748.177 - 1540.000 = -791.823 mm

F = b · h = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + Tu/2 +Tl/2) = 3821280.0 mm²

fsu = Ms · Ysu / Is = **33.219** MPa

fsl = Ms · Ysl / Is = **-35.157** MPa

υ = Ss / A(Web) + Mst / (2 · F · Tw) = 5.905 MPa

(2) 합 성 후

Av = As + Ac/n = 350456.3 mm²

Ic/n = 956542969 ㎜⁴

dv = Ysu - Tu + Th + Tc/2 = 853.2 mm

dvc = dv · As / (Ac/n + As) = 406.1 mm

dvs = dv - dvc = 447.1 mm

Yvcu = dvc + Tc/2 = 531.1 mm

Yvcl = Yvcu - Tc = 281.1 mm

Yvsu = Yvcu - H2 + Tu = 301.1 mm

Yvsl = Yvsu - (H + Tu + Tl) = -1238.9 mm

Iv = Is + Ic/n + As · dvs² + Ac/n · dvc² = 141918277644 mm⁴

Fv = b · hv = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + (Tu + Tc/n)/2 +Tl/2)= 3860561.3 mm²

fvcu = Msc · Yvcu/(n · Iv) = **0.361** MPa

fvcl = Msc · Yvcl/(n · Iv) = **0.191** MPa

fvsu = Msc · Yvsu/Iv = **1.636** MPa

fvsl = Msc · Yvsl/Iv = **-6.731** MPa

υ = Ssc / A(Web) + Msct / (2 · Fv · Tw) = 1.334 MPa

(3) 활 하 중

fvcu = Mv · Yvcu/(n · Iv) = **1.707** MPa

fvcl = Mv · Yvcl/(n · Iv) = **0.903** MPa

fvsu = Mv · Yvsu/Iv = **7.740** MPa

fvsl = Mv · Yvsl/Iv = **-31.849** MPa

υ = Sv / A(Web) + Mvt / (2 · Fv · Tw) = 14.531 MPa

(4) 크 리 이 프

n1 = n · (1 + φ1 / 2) = 8 × (1 + 2.0 / 2) = 16

Av1 = As + Ac/n1 = 258628.1 mm² # 2차 부정정력으로 인한 영향 고려

dc1 = dv · As / (Ac/n1 + As) = 550.2 mm K = -0.057

ds1 = dv - dc1 = 302.9 mm

Yv1cu = dc1 + Tc/2 = 675.2 mm

Yv1cl = Yv1cu - Tc = 425.2 mm

Yv1su = Yv1cu - H2 + Tu = 445.2 mm

Yv1sl = Yv1su - (H + Tu + Tl) = -1094.8 mm

Iv1 = Is + Ic/n1 + As · ds1² + Ac/n1 · dc1² 120921913195 mm⁴

Nc = Msc · dvc · Ac/(n · Iv) = 405174 N

Pφ = Nc · 2 · φ1 / (2+φ1) 405174 N

Mφ = Pφ · dc1 = 222946995 N · mm

Ec1 = Ec / (1 + φ1 / 2) = 13351 MPa

fcu = Msc · Yvcu / (n · Iv) = 0.361 MPa

fcl = Msc · Yvcl / (n · Iv) = 0.191 MPa

fvcu1=1/n1 · (Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1cu/Iv1) - Ec1 · fcu · φ1/ Ec **-0.267** MPa

fvcl1=1/n1 · (Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1cl/Iv1) - Ec1 · fcl · φ1/ Ec **-0.096** MPa

fvsu1=Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1su/Iv1 **1.520** MPa

fvsl1=Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1sl/Iv1 **1.682** MPa

(5) 건 조 수 축

n2 = n · (1 + ϕ2 / 2) = 8 × (1 + 4.0 / 2) = 24

Av2 = As + Ac/n2 = 228018.750 mm²

dc2 = dv · As / (Ac/n2 + As) = 624.1 mm

ds2 = dv - dc2 = 229.1 mm

Yv2cu = dc2 + Tc/2 = 749.1 mm

Yv2cl = Yv2cu - Tc = 499.1 mm

Yv2su = Yv2cu - H2 + Tu = 519.1 mm

Yv2sl = Yv2su - (H + Tu + Tl) = -1020.9 mm

Iv2 = Is + Ic/n2 + As · ds2² + Ac/n2 · dc2² = 110250643422.8 mm⁴

P2 = Es · εs · Ac/n2 = 3388458 N

Mv2 = P2 · dc2 = 2114788504 N · mm

Ec2 = Es · /n2 = 8542 MPa

fvcu2=1/n2 · (P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2cu/Iv2) - Ec2 · εs = **-1.721** MPa

fvcl2=1/n2 · (P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2cl/Iv2) - Ec2 · εs = **-1.710** MPa

fvsu2=P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2su/Iv2 **14.293** MPa

fvsl2=P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2sl/Iv2 **15.977** MPa

(6) 온 도 차

εt = α · t = 0.000012 × 10 = 0.00012

P1 = Es · εt · Ac/n = 4517944 N

Mvt = P1 · dvc = 1834604391 N · mm

fcut=1/n · (P1/Av + k*Mvt · Yvcu/Iv) - Ec · εt = **-1.642** MPa

fclt=1/n · (P1/Av + K*Mvt · Yvcl/Iv) - Ec · εt = **-1.619** MPa

fsut=P1/Av + K*Mvt · Yvsu/Iv = **12.670** MPa

fslt=P1/Av + K*Mvt · Yvsl/Iv = **13.805** MPa

(7) 전단 및 비틀림

υ = (Ss+Ssc+Sv)/Aw + Mst/(2 F Tw) + (Msct+Mvt)/(2 FvTw) = 21.770 MPa < υa = 110 MPa **O.K.**

(8) 조합응력의 검토 (☞ 도.설 3.4.2.1)

$i = 0.65(\phi/n)^2 + 0.13(\phi/n) + 1.0$

$= 0.650 \times (0.0 / 5)^2 + 0.130 \times (0.0 / 5) + 1.0 = 1.000$

∵ $\phi = (f_1 - f_2)/f_1 \fallingdotseq 0$

여기서, n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

i : 응력구배계수 ϕ : 응력구배

f_1 , f_2 : 보강된 판의 양연의 응력

(단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다.)

* 인장 (하부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

fta = 190.0 MPa

* 압축 (상부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

$$tu \geq \frac{b}{24 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{24 \times 1.000 \times 5} = 20.8 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190.0 MPa

$$\frac{b}{24 \cdot i \cdot n} > tu \geq \frac{b}{49 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{49 \times 1.000 \times 5} = 10.2 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190 - 3.9 (b / (tu · i · n)- 24) = 186.1

$$\frac{b}{49 \cdot i \cdot n} > tu \geq \frac{b}{80 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{80 \times 1.000 \times 5} = 6.3 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 220000 × { (tu · i · n) / b = 352.000 MPa

사용 tu = 20.0 mm

따라서, fca = 186.100 MPa

* 철근콘크리트의 허용응력 (☞ 도.설 3.9.3)

fca = 0.4 fck = 10.800 MPa (fck = 27 MPa 사용)

fta = 0.07 fck = 1.890 MPa

하중조합	CONCRETE				STEEL			
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1			10.800	10.800	**33.219**	**-35.157**	186.100	190.000
1+2+3	**2.067**	**1.094**	10.800	10.800	**42.595**	**-73.737**	186.100	190.000
1+2+3+4	**1.800**	**0.998**	10.800	10.800	**44.114**	**-72.056**	214.015	190.000
1+2+3+4+5	**0.079**	**-0.711**	10.800	1.890	**58.407**	**-56.079**	214.015	190.000
1+2+3+4+5+6	**-1.563**	**-2.330**	2.174	2.174	**71.077**	**-42.275**	241.930	218.500
1+2+3+4+5-6	**1.720**	**0.907**	12.420	12.420	**45.738**	**-69.884**	241.930	218.500

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음. 허용응력의 할증 (☞ 도.설 3.9.3.1 참조)

(9) 합성응력의 검토 (☞ 도.설 3.8.2.4)

(상 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{71.077}{241.930}\right)^2 + \left(\frac{21.770}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.086 + 0.039 = 0.125 < 1.2 \quad \textbf{O.K.}$$

(하 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{-73.737}{190.000}\right)^2 + \left(\frac{21.770}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.151 + 0.039 = 0.190 < 1.2 \quad \textbf{O.K.}$$

(10) 판의 최소두께 검토

압축(상부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3 및 3.9.6)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = b / (49 · i · n) = 2500 / (49 × 1.00 × 5) = 10.2 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = 10 mm ≤ t = 20 mm **O.K.** (합성형 스터드 설치)

인장(하부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.8.3.1 및 3.8.3.2)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = b / (80 · n) = 2500 / (80 × 3) = 10.4 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

복부판 수평보강재 사용단수 1 단 (☞ 도.설.기 3.8.4)

합성전 tmin = b / (219 × 1.200) = 5.7 mm ≤ t = 14 mm **O.K.**

여기서, √(fca/fc) = √(190/33.219) = 2.392 > 1.2 ⇒ 1.200

합성후 tmin = bc /(219 × 1.200) = 2.3 mm ≤ t = 14 mm **O.K.**

여기서, √(fca/fc) = √(190/71.077) = 1.635 > 1.2 ⇒ 1.200

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (☞ 도.설.해(2003) 3.9.3.2)

Σf = 1.3 × (합성전 사하중 응력 + 합성후 사하중) + 2.15 × 활하중에 의한 응력(충격포함)
+ (크리프응력 변화량) + (건조수축응력변화량) + (온도차응력변화량) 의 조합 중에서
가장 불리한 하중 조합에 대하여 검토

① 바닥판 콘크리트

합성후 사하중 응력 = { Msc / (n · Iv)} × Yvcu = 0.361 MPa

합성후 활하중 응력 = 2.067 - 0.361 = 1.707 MPa

Σf = 1.3 ×0.361 + 2.15 ×1.707 + (-0.267) + (-1.721) + (1.642)

= 3.791 MPa < (3/5) fck = 16.2 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 ×0.361 + 2.15 ×1.707 + (1.642)

= 5.780 MPa < (3/5) fck = 16.2 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

② 강재주형 상판

합성전 사하중 응력 = 33.219 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Iv × Yvsu = 1.636 MPa

합성후 활하중 응력 = 42.595 - 33.219 - 1.636 = 7.740 MPa

Σf = 1.3 × (33.219 + 1.636) + 2.15 × 7.74 + (1.52) + (14.293) + (12.67)

= 90.434 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (33.219 + 1.636) + 2.15 × 7.74 + (12.67)

= 74.622 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

③ 강재주형 하판

합성전 사하중 응력 = -35.157 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Iv × Yvsl = -6.731 MPa

합성후 활하중 응력 = -73.737 - -35.157 - -6.731 = -31.849 MPa

Σf = 1.3 × (-35.157 + -6.731) + 2.15 × -31.849 + (1.682) + (15.977) + (-13.805)

= -119.077 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (-35.157 + -6.731) + 2.15 × -31.849 + (-13.805)

= -136.735 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

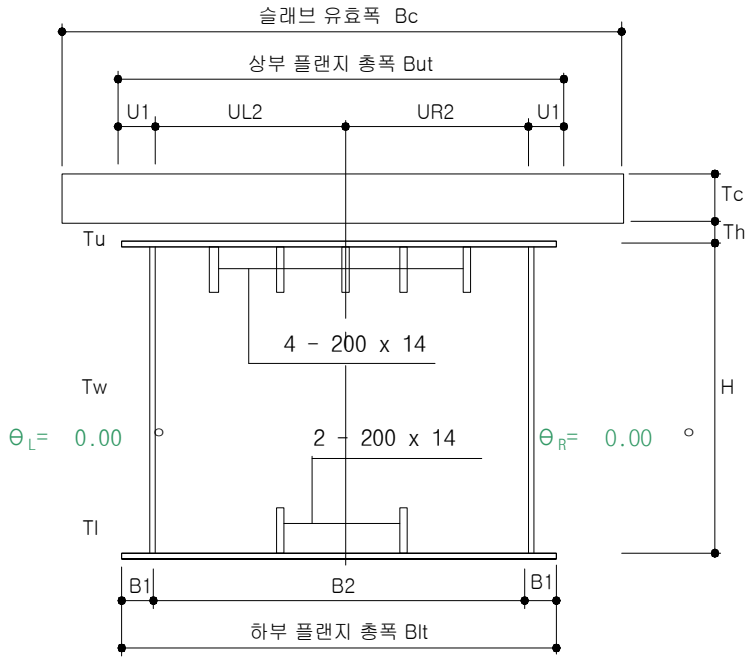
- 항복에 대한 안전도 검사 결과 집계

구분		작용응력	항복응력	검토결과	
바닥판 콘크리트	크리프, 건조수축 포함시	3.791	16.200	O.K!!!	4.27
	크리프,건조수축제외시	5.780	16.200	O.K!!!	2.80
상부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	90.434	315.000	O.K!!!	3.48
	크리프,건조수축제외시	74.622	315.000	O.K!!!	4.22
하부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	-119.077	315.000	O.K!!!	2.64
	크리프,건조수축제외시	-136.735	315.000	O.K!!!	2.30

5-6. 6경간 최대 정모멘트 단면검토(G3)

1) 단면가정 및 설계조건

주부재사용강종 = SWS50B



H = 1.500 m

Bc = 5.899 m

UL2= 1.250 , UR2= 1.250 m

B2 = 2.500 m

But= 2.700 , Blt= 2.700 m

상하 플랜지 유효폭

Bue= 2.700 , Ble= 2.700 m

Tc = 0.250 m

Th = 0.000 m

Tu = 0.020 m

Tl = 0.020 m

Tw = 0.014 m

U1 = 0.100 m

B1 = 0.100 m

RIB 200 x 14 mm, 200 x 14 mm

구 분	단 위	입력 DATA
Es : 강의 탄성계수	MPa	205000
Ec : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26702
εs: 바닥판 콘크리트의 건조수축에의한 최종수축율		0.00027
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수		0.000012
ϕ2: 건조수축에의한 크리이프계수		4
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비		8
t : 강과 콘크리트의 온도차	℃	10
Ms : 합성전 고정하중에의한 모멘트	kN·m	3157.537
Msc : 합성후 고정하중에의한 모멘트	kN·m	708.667
Mv : 활하중+지점침하에의한 모멘트	kN·m	4080.717
Ss : 합성전 고정하중에의한 전단력	kN	709.991
Ssc : 합성후 고정하중에의한 전단력	kN	160.032
Sv : 활하중+지점침하에의한 전단력	kN	430.584
Mst : 합성전 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	-40.464
Msct : 합성후 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	-14.445
Mvt :활하중+지점침하에의한 비틀림모멘트	kN·m	663.089

< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 바닥판콘크리트자중

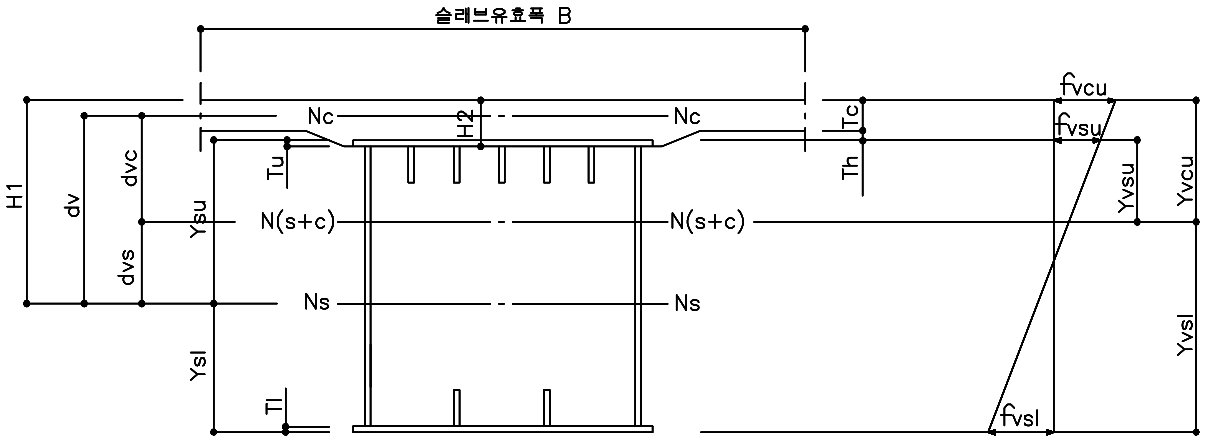
합성후 고정하중 : 방호벽 + PAVEMENT자중

단 면 제 원

단 면	B(mm)	H(mm)	A(mm²)	Y(mm)	A*Y(mm³)	A*Y2(mm⁴)	Ix(mm⁴)
1 - UPPER FLANGE	2700.0	20.0	54000	760.0	41040000	31190400000	1800000
4 - UPPER RIB	14.0	200.0	11200	650.0	7280000	4732000000	37333333.33
1 - L_WEB	14.0	1500.0	21000	0.0	0	0	3937500000
1 - R_WEB	14.0	1500.0	21000	0.0	0	0	3937500000
2 - LOWER RIB	14.0	200.0	5600	-650.0	-3640000	2366000000	18666666.67
1 - LOWER FLANGE	2700.0	20.0	54000	-760.0	-41040000	31190400000	1800000
강단면 합계			166800		3640000	69478800000	7934600000
1 - RC SLAB	5899.0	250.0	1474750	875.0	1290406250	1129105468750	7680989583

* As = 166800 mm² , Ac = 1474750 mm²

2) 응 력 검 토



(1) 합 성 전

Is' = As · Y2 + ∑Is = 69478800000 + 7934600000.0 = 77413400000 ㎜⁴

δs = ∑(A · Y)/ As = 3640000 / 166800 = 21.823 mm

Is = Is' - As · δs² = 77413400000 - 166800 × 21.823² = 77333965947 ㎜⁴

Ysu = H/2 + Tu - δs = 1500.0 / 2 + 20.0 - 21.823 = 748.177 mm

Ysl = Ysu - (H + Tu + Tl) = 748.177 - 1540.000 = -791.823 mm

F = b · h = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + Tu/2 +Tl/2) = 3821280.0 mm²

fsu = Ms · Ysu / Is = **30.548** MPa

fsl = Ms · Ysl / Is = **-32.330** MPa

υ = Ss / A(Web) + Mst / (2 · F · Tw) = 17.283 MPa

(2) 합 성 후

Av = As + Ac/n = 351143.8 mm²

Ic/n = 960123698 ㎜⁴

dv = Ysu - Tu + Th + Tc/2 = 853.2 mm

dvc = dv · As / (Ac/n + As) = 405.3 mm

dvs = dv - dvc = 447.9 mm

Yvcu = dvc + Tc/2 = 530.3 mm

Yvcl = Yvcu - Tc = 280.3 mm

Yvsu = Yvcu - H2 + Tu = 300.3 mm

Yvsl = Yvsu - (H + Tu + Tl) = -1239.7 mm

Iv = Is + Ic/n + As · dvs² + Ac/n · dvc² = 142035000617 mm⁴

Fv = b · hv = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + (Tu + Tc/n)/2 +Tl/2)= 3860561.3 mm²

fvcu = Msc · Yvcu/(n · Iv) = **0.331** MPa

fvcl = Msc · Yvcl/(n · Iv) = **0.175** MPa

fvsu = Msc · Yvsu/Iv = **1.498** MPa

fvsl = Msc · Yvsl/Iv = **-6.185** MPa

υ = Ssc / A(Web) + Msct / (2 · Fv · Tw) = 3.944 MPa

(3) 활 하 중

fvcu = Mv · Yvcu/(n · Iv) = **1.904** MPa

fvcl = Mv · Yvcl/(n · Iv) = **1.007** MPa

fvsu = Mv · Yvsu/Iv = **8.627** MPa

fvsl = Mv · Yvsl/Iv = **-35.618** MPa

υ = Sv / A(Web) + Mvt / (2 · Fv · Tw) = 16.386 MPa

(4) 크 리 이 프

n1 = n · (1 + φ1 / 2) = 8 × (1 + 2.0 / 2) = 16

Av1 = As + Ac/n1 = 258971.9 mm² # 2차 부정정력으로 인한 영향 고려

dc1 = dv · As / (Ac/n1 + As) = 549.5 mm K = 0.148

ds1 = dv - dc1 = 303.7 mm

Yv1cu = dc1 + Tc/2 = 674.5 mm

Yv1cl = Yv1cu - Tc = 424.5 mm

Yv1su = Yv1cu - H2 + Tu = 444.5 mm

Yv1sl = Yv1su - (H + Tu + Tl) = -1095.5 mm

Iv1 = Is + Ic/n1 + As · ds1² + Ac/n1 · dc1² 121027644153 mm⁴

Nc = Msc · dvc · Ac/(n · Iv) = 372757 N

Pφ = Nc · 2 · φ1 / (2+φ1) 372757 N

Mφ = Pφ · dc1 = 204837065 N · mm

Ec1 = Ec / (1 + φ1 / 2) = 13351 MPa

fcu = Msc · Yvcu / (n · Iv) = 0.331 MPa

fcl = Msc · Yvcl / (n · Iv) = 0.175 MPa

fvcu1=1/n1 · (Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1cu/Iv1) - Ec1 · fcu · φ1/ Ec **-0.230** MPa

fvcl1=1/n1 · (Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1cl/Iv1) - Ec1 · fcl · φ1/ Ec **-0.078** MPa

fvsu1=Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1su/Iv1 **1.551** MPa

fvsl1=Pφ/Av1 + k*Mφ · Yv1sl/Iv1 **1.165** MPa

(5) 건 조 수 축

n2 = n · (1 + ϕ2 / 2) = 8 × (1 + 4.0 / 2) = 24

Av2 = As + Ac/n2 = 228247.917 mm²

dc2 = dv · As / (Ac/n2 + As) = 623.5 mm

ds2 = dv - dc2 = 229.7 mm

Yv2cu = dc2 + Tc/2 = 748.5 mm

Yv2cl = Yv2cu - Tc = 498.5 mm

Yv2su = Yv2cu - H2 + Tu = 518.5 mm

Yv2sl = Yv2su - (H + Tu + Tl) = -1021.5 mm

Iv2 = Is + Ic/n2 + As · ds2² + Ac/n2 · dc2² = 110341012365.5 mm⁴

P2 = Es · εs · Ac/n2 = 3401142 N

Mv2 = P2 · dc2 = 2120573768 N · mm

Ec2 = Es · /n2 = 8542 MPa

fvcu2=1/n2 · (P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2cu/Iv2) - Ec2 · εs = **-1.597** MPa

fvcl2=1/n2 · (P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2cl/Iv2) - Ec2 · εs = **-1.626** MPa

fvsu2=P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2su/Iv2 **16.376** MPa

fvsl2=P2/Av2 + k*Mv2 · Yv2sl/Iv2 **11.996** MPa

(6) 온 도 차

εt = α · t = 0.000012 × 10 = 0.00012

P1 = Es · εt · Ac/n = 4534856 N

Mvt = P1 · dvc = 1837866666 N · mm

fcut=1/n · (P1/Av + k*Mvt · Yvcu/Iv) - Ec · εt = **-1.463** MPa

fclt=1/n · (P1/Av + K*Mvt · Yvcl/Iv) - Ec · εt = **-1.523** MPa

fsut=P1/Av + K*Mvt · Yvsu/Iv = **13.490** MPa

fslt=P1/Av + K*Mvt · Yvsl/Iv = **10.540** MPa

(7) 전단 및 비틀림

υ = (Ss+Ssc+Sv)/Aw + Mst/(2 F Tw) + (Msct+Mvt)/(2 FvTw) = 36.589 MPa < υa = 110 MPa **O.K.**

(8) 조합응력의 검토 (☞ 도.설 3.4.2.1)

$i = 0.65(\phi/n)^2 + 0.13(\phi/n) + 1.0$

$= 0.650 \times (0.0 / 5)^2 + 0.130 \times (0.0 / 5) + 1.0 = 1.000$

∵ $\phi = (f_1 - f_2)/f_1 \fallingdotseq 0$

여기서, n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

i : 응력구배계수 ϕ : 응력구배

f_1 , f_2 : 보강된 판의 양연의 응력

(단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다.)

* 인장 (하부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

fta = 190.0 MPa

* 압축 (상부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

$$tu \geq \frac{b}{24 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{24 \times 1.000 \times 5} = 20.8 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190.0 MPa

$$\frac{b}{24 \cdot i \cdot n} > tu \geq \frac{b}{49 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{49 \times 1.000 \times 5} = 10.2 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190 - 3.9 (b / (tu · i · n)- 24) = 186.1

$$\frac{b}{49 \cdot i \cdot n} > tu \geq \frac{b}{80 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{80 \times 1.000 \times 5} = 6.3 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 220000 × { (tu · i · n) / b = 352.000 MPa

사용 tu = 20.0 mm

따라서, fca = 186.100 MPa

* 철근콘크리트의 허용응력 (☞ 도.설 3.9.3)

fca = 0.4 fck = 10.800 MPa (fck = 27 MPa 사용)

fta = 0.07 fck = 1.890 MPa

하중조합	CONCRETE				STEEL			
	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)		작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연	상 연	하 연
1			10.800	10.800	**30.548**	**-32.330**	186.100	190.000
1+2+3	**2.235**	**1.181**	10.800	10.800	**40.673**	**-74.133**	186.100	190.000
1+2+3+4	**2.005**	**1.103**	10.800	10.800	**42.224**	**-72.968**	214.015	190.000
1+2+3+4+5	**0.408**	**-0.523**	10.800	1.890	**58.600**	**-60.973**	214.015	190.000
1+2+3+4+5+6	**-1.055**	**-2.046**	2.174	2.174	**72.089**	**-50.432**	241.930	218.500
1+2+3+4+5-6	**1.871**	**1.000**	12.420	12.420	**45.110**	**-71.513**	241.930	218.500

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음. 허용응력의 할증 (☞ 도.설 3.9.3.1 참조)

(9) 합성응력의 검토 (☞ 도.설 3.8.2.4)

(상 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{72.089}{241.930}\right)^2 + \left(\frac{36.589}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.089 + 0.111 = 0.199 < 1.2 \quad \textbf{O.K.}$$

(하 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{-74.133}{190.000}\right)^2 + \left(\frac{36.589}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.152 + 0.111 = 0.263 < 1.2 \quad \textbf{O.K.}$$

(10) 판의 최소두께 검토

압축(상부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3 및 3.9.6)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = b / (49 · i · n) = 2500 / (49 × 1.00 × 5) = 10.2 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = 10 mm ≤ t = 20 mm **O.K.** (합성형 스터드 설치)

인장(하부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.8.3.1 및 3.8.3.2)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

tmin = b / (80 · n) = 2500 / (80 × 3) = 10.4 mm ≤ t = 20 mm **O.K.**

복부판 수평보강재 사용단수 1 단 (☞ 도.설.기 3.8.4)

합성전 tmin = b / (219 × 1.200) = 5.7 mm ≤ t = 14 mm **O.K.**

여기서, √(fca/fc) = √(190/30.548) = 2.494 > 1.2 ⇒ 1.200

합성후 tmin = bc /(219 × 1.200) = 2.3 mm ≤ t = 14 mm **O.K.**

여기서, √(fca/fc) = √(190/72.089) = 1.623 > 1.2 ⇒ 1.200

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (☞ 도.설.해(2003) 3.9.3.2)

Σf = 1.3 × (합성전 사하중 응력 + 합성후 사하중) + 2.15 × 활하중에 의한 응력(충격포함)
+ (크리프응력 변화량) + (건조수축응력변화량) + (온도차응력변화량) 의 조합 중에서
가장 불리한 하중 조합에 대하여 검토

① 바닥판 콘크리트

합성후 사하중 응력 = { Msc / (n · Iv)} × Yvcu = 0.331 MPa

합성후 활하중 응력 = 2.235 - 0.331 = 1.904 MPa

Σf = 1.3 ×0.331 + 2.15 ×1.904 + (-0.23) + (-1.597) + (1.463)

= 4.160 MPa < (3/5) fck = 16.2 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 ×0.331 + 2.15 ×1.904 + (1.463)

= 5.987 MPa < (3/5) fck = 16.2 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

② 강재주형 상판

합성전 사하중 응력 = 30.548 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Iv × Yvsu = 1.498 MPa

합성후 활하중 응력 = 40.673 - 30.548 - 1.498 = 8.627 MPa

Σf = 1.3 × (30.548 + 1.498) + 2.15 × 8.627 + (1.551) + (16.376) + (13.49)

= 91.624 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (30.548 + 1.498) + 2.15 × 8.627 + (13.49)

= 73.698 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

③ 강재주형 하판

합성전 사하중 응력 = -32.330 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Iv × Yvsl = -6.185 MPa

합성후 활하중 응력 = -74.133 - -32.33 - -6.185 = -35.618 MPa

Σf = 1.3 × (-32.33 + -6.185) + 2.15 × -35.618 + (1.165) + (11.996) + (-10.54)

= -124.028 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (-32.33 + -6.185) + 2.15 × -35.618 + (-10.54)

= -137.189 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K.** (크리프,건조수축 제외시)

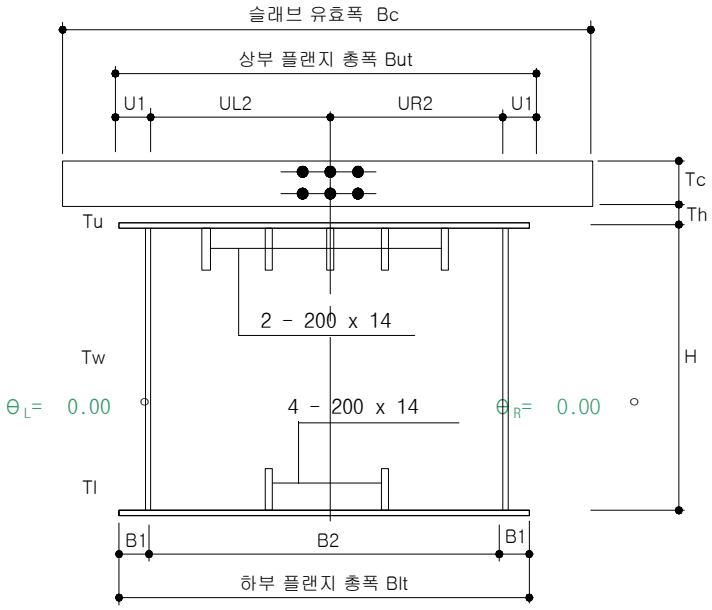
- 항복에 대한 안전도 검사 결과 집계

구분		작용응력	항복응력	검토결과	
바닥판 콘크리트	크리프, 건조수축 포함시	4.160	16.200	O.K!!!	3.89
	크리프,건조수축제외시	5.987	16.200	O.K!!!	2.70
상부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	91.624	315.000	O.K!!!	3.43
	크리프,건조수축제외시	73.698	315.000	O.K!!!	4.27
하부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	-124.028	315.000	O.K!!!	2.53
	크리프,건조수축제외시	-137.189	315.000	O.K!!!	2.29

5-7. P1 최대 부모멘트 단면검토(G1)

1) 단면가정 및 설계조건

주부재사용강종 = SWS50B



H = 3.000 m

Bc = 4.936 m

UL2= 1.250 , UR2= 1.250 m

B2 = 2.500 m

But= 2.700 , Blt= 2.700 m

상하 플랜지 유효폭

Bue= 2.394 , Ble= 2.394 m

Tc = 0.250 m

Th = 0.000 m

Tu = 0.020 m

Tl = 0.020 m

Tw = 0.014 m

U1 = 0.100 m

B1 = 0.100 m

RIB 200 x 14 mm , 200 x 14 mm

구 분	단 위	입력 DATA
Es : 강의 탄성계수	MPa	205000
Ec : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26702
εs: 바닥판 콘크리트의 건조수축에의한 최종수축율		0.00027
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수		0.000012
φ2: 건조수축에의한 크리이프계수		4
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비		8
t : 강과 콘크리트의 온도차	℃	10
Ms : 합성전 고정하중에의한 모멘트	kN·m	-13037.081
Msc : 합성후 고정하중에의한 모멘트	kN·m	-2905.336
Mv : (활하중 + 지점침하)에의한 모멘트	kN·m	-5835.180
Ss : 합성전 고정하중에의한 전단력	kN	-1297.035
Ssc : 합성후 고정하중에의한 전단력	kN	-284.713
Sv : (활하중 + 지점침하)에의한 전단력	kN	-652.963
Mst : 합성전 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	-14.969
Msct : 합성후 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	-5.833
Mvt :(활하중 + 지점침하)에의한 비틀림모멘트	kN·m	-836.938
tcu,tcl : 교축방향 철근의 피복두께	mm	40 , 40

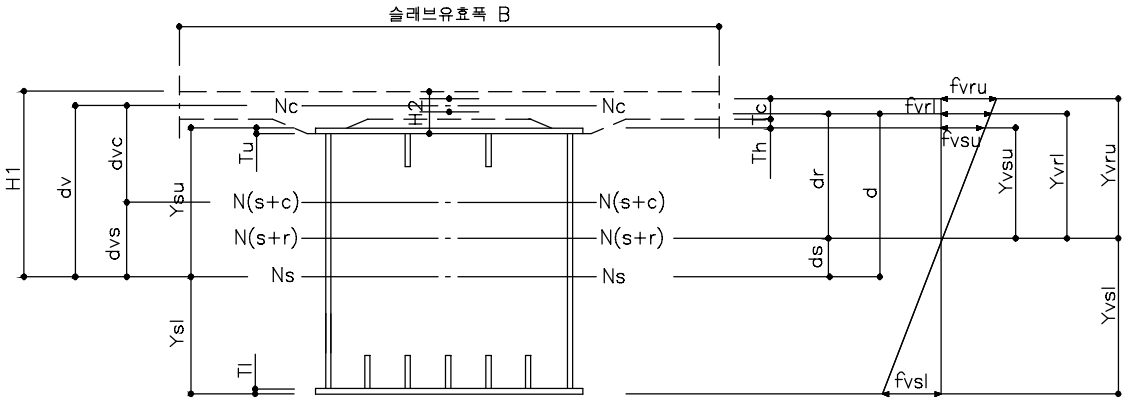
< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 콘크리트바닥판자중
합성후 고정하중 : 방호벽 + PAVEMENT자중

단 면 제 원

단 면	B(mm)	H(mm)	A(mm²)	Y(mm)	A*Y(mm³)	A*Y2(mm⁴)	Ix(mm⁴)
1 - UPPER FLANGE	2394.0	20.0	47880	1510.00	72298800	109171188000	1596000
2 - UPPER RIB	14.0	200.0	5600	1400.00	7840000	10976000000	18666667
1 - L_WEB	14.0	3000.0	42000	0.00	0	0	31500000000
1 - R_WEB	14.0	3000.0	42000	0.00	0	0	31500000000
4 - LOWER RIB	14.0	200.0	11200	-1400.00	-15680000	21952000000	37333333
1 - LOWER FLANGE	2394.0	20.0	47880	-1510.00	-72298800	109171188000	1596000
강단면 합계			196560		-7840000	251270376000	63059192000
UPPER RE-BAR	-	-	4269.90	1710.00	7301529	12485614590	-
LOWER RE-BAR	-	-	6255.90	1540.00	9634086	14836492440	-
RE-BAR 합계			10526		16935615	27322107030	-
1 - RC SLAB	4936.0	250.0	1234000	1625.00	2005250000	3258531250000	6427083333

* As = 196560 mm² , Ac = 1234000 mm² , Ar = 10526 mm²

2) 응 력 검 토



(1) 합 성 전

Is' = As · Y2 + ∑Is = 251270376000 + 63059192000 = 314329568000 mm⁴

δs = ∑(A · Y)/ As = -7840000 / 196560 = -39.886 mm

Is = Is' - As · δs² = 314329568000 - 196560 × -39.886² = 314016861447 mm⁴

Ysu = H/2 + Tu - δs = 3000.0 / 2 + 20.0 - -39.886 = 1559.886 mm

Ysl = Ysu - (H + Tu + Tl) = 1559.886 - 3040.000 = -1480.114 mm

F = b · h = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + Tu/2 +Tl/2) = 7592280.0 mm²

fsu = Ms · Ysu / Is = **-64.762** MPa

fsl = Ms · Ysl / Is = **61.450** MPa

υ = Ss / A(Web) + Mst / (2 · F · Tw) = 15.511 MPa

(2) 합 성 후

Av = As + Ar = 207086 mm^2

d = Ysu - Tu + Th + tcl + (Tc - tcu - tcl) · Aru/Ar = 1648.848 mm

dr = d · As / (As + Ar) = 1565.040 mm

ds = d - dr = 83.808 mm

Yvru = dr + (Tc - tcu - tcl) · Arl/Ar = 1666.078 mm

Yvrl = dr - (Tc - tcu - tcl) · Aru/Ar = 1496.078 mm

Yvsu = Yvrl - tcl - Th + Tu = 1476.078 mm

Yvsl = Yvsu - (H + Tu + Tl) = -1563.922 mm

Irv = Is + As · ds^2 + Ar · dr^2 = 341178836183 mm^4

Fv = b · hv = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + (Tu + Tc/n)/2 +Tl/2) = 7631561.3 mm^2

fvru = Msc · Yvru/Irv = **-14.188** MPa

fvrl = Msc · Yvrl/Irv = **-12.740** MPa

fvsu = Msc · Yvsu/Irv = **-12.570** MPa

fvsl = Msc · Yvsl/Irv = **13.318** MPa

υ = Ssc / A(Web) + Msct / (2 · Fv · Tw) = 3.417 MPa

(3) 활 하 중

fvru = Mv · Yvru/Irv = **-28.495** MPa

fvrl = Mv · Yvrl/Irv = **-25.587** MPa

fvsu = Mv · Yvsu/Irv = **-25.245** MPa

fvsl = Mv · Yvsl/Irv = **26.748** MPa

υ = Sv / A(Web) + Mvt / (2 · Fv · Tw) = 11.690 MPa

(4) 크 리 이 프

Avc = As + Ac/n = 350810.000 mm^2

dv = Ysu - Tu + Th + Tc/2 = 1664.886 mm

dvc = dv · As / (Ac/n + As) = 932.841 mm

dvs = dv - dvc = 732.045 mm

n1 = n · (1 + φ1 / 2) = 8 × (1 + 2.0 / 2) = 16

Av1 = As + Ac/n1 = 273685.000 mm^2 # 2차 부정정력으로 인한 영향 고려

dc1 = dv · As / (Ac/n1 + As) = 1195.718 mm K = -0.358

ds1 = dv - dc1 = 469.168 mm

Icv = Is + Ic/n + As · dvs^2 + Ac/n · dvc^2 = 554381940653.3 mm^4

Nc = Msc · dvc · Ac/(n · Icv) = -754085 N

Pφ = Nc · 2 · φ1 / (2+φ1) = -754085 N

Mφ = Pφ · dc1 = -901672479 N · mm

Ec1 = Ec / (1 + φ1 / 2) = 13351 MPa

fvru1 = Pφ/Av + k*Mφ · Yvru/Irv = **-2.065** MPa

fvrl1 = Pφ/Av + k*Mφ · Yvrl/Irv = **-2.226** MPa

fvsu1 = Pφ/Av + k*Mφ · Yvsu / Irv = **-2.245** MPa

fvsl1 = Pφ/Av + k*Mφ · Yvsl / Irv = **-5.121** MPa

(5) 건 조 수 축

n2 = n · (1 + ϕ2 / 2) = 8 × (1 + 4.0 / 2) = 24

Av2 = As + Ac/n2 = 247976.667 mm²

dc2 = dv · As / (Ac/n2 + As) = 1319.681 mm

ds2 = dv - dc2 = 345.205 mm

P2 = Es · εs · Ac/n2 = 2845913 N

Mv2 = P2 · dc2 = 3755695559 N · mm

fvru2 = P2/Av + K*Mv2 · Yvru/Irv = **7.177** MPa

fvrl2 = P2/Av + K*Mv2 · Yvrl/Irv = **7.847** MPa

fvsu2 = P2/Av + K*Mv2 · Yvsu/Irv = **7.926** MPa

fvsl2 = P2/Av + K*Mv2 · Yvsl/Irv = **19.906** MPa

(6) 온 도 차

εt = α · t = 0.000012 × 10 = 0.00012

P1 = Es · εt · Ac/n = 3794550 N

Mvt = P1 · dvc = 3539712344 N · mm

Ert = Es · εt = 24.600 MPa

frut = P1/Av + K*Mvt · Yvru/Irv - Es · εt = **-12.465** MPa

frlt = P1/Av + K*Mvt · Yvrl/Irv - Es · εt = **-11.833** MPa

fsut = P1/Av + K*Mvt · Yvsu/Irv = **12.841** MPa

fslt = P1/Av + K*Mvt · Yvsl/Irv = **24.132** MPa

(7) 전단 및 비틀림

υ = (Ss+Ssc+Sv)/Aw + (Mst/(2 F Tw)+(Msct+Mvt)/(2 Fv Tw)) = 30.618 MPa < υa = 110 MPa **O.K!!!**

(8) 조합응력의 검토 (☞ 도.설 3.4.2.1)

$i = 0.65(\phi/n)^2 + 0.13(\phi/n) + 1.0$

$= 0.650 \times (0.0 / 5)^2 + 0.130 \times (0.0 / 5) + 1.0 = 1.000$

∵ $\phi = (f_1 - f_2)/f_1 \fallingdotseq 0$

여기서, n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

i : 응력구배계수 ϕ : 응력구배

f_1 , f_2 : 보강된 판의 양연의 응력

(단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다.)

* 인장 (상부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

fta = 190.0 MPa

* 압축 (하부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

$$tl \geq \frac{b}{24 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{24 \times 1.000 \times 5} = 20.833 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190.0 MPa

$$\frac{b}{24 \cdot i \cdot n} > tl \geq \frac{b}{49 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{49 \times 1.000 \times 5} = \#\#\#\#\#\# \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190 - 3.9 (b / (tl · i · n)- 24) = 186.100

$$\frac{b}{49 \cdot i \cdot n} > tl \geq \frac{b}{80 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{80 \times 1.000 \times 5} = 6.250 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 220000 × { (tl · i · n) / b = 352.000 MPa

사용 tl = 20.0 mm

따라서, fca = 186.100 MPa

* RE-BAR의 허용응력 (☞ 도.설 2.2.2.4, 3.6.1.7)

fta = 160.000 MPa fca = 180.000 MPa (SD400 사용)

하중조합	RE-BAR			STEEL			
	작용응력(MPa)		허용응력	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	(MPa)	상 연	하 연	상 연	하 연
1			160.000	-64.762	61.450	190.000	186.100
1+2+3	-42.683	-38.327	160.000	-102.577	101.516	190.000	186.100
1+2+3+4	-44.748	-40.553	160.000	-104.822	96.394	190.000	186.100
1+2+3+4+5	-37.571	-32.706	160.000	-96.896	116.300	190.000	186.100
1+2+3+4+5+6	-50.035	-44.540	184.000	-84.055	140.433	218.500	214.015
1+2+3+4+5-6	-25.106	-20.873	184.000	-109.737	92.168	218.500	214.015

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음. 허용응력의 할증 (☞ 도.설 3.9.3.1 참조)

(9) 합성응력의 검토 (☞ 도.설 3.8.2.4)

(상 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{-104.822}{190.000}\right)^2 + \left(\frac{30.618}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.304 + 0.077 = 0.382 < 1.2 \quad \textbf{O.K!!!}$$

(하 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{140.433}{214.015}\right)^2 + \left(\frac{30.618}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.431 + 0.077 = 0.508 < 1.2 \quad \textbf{O.K!!!}$$

(10) 판의 최소두께 검토

인장(상부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.8.3.1)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K!!!**

tmin = 10 mm ≤ t = 20 mm O.K. (합성형 스터드 설치)

압축(하부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3 및 3.9.6)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K!!!**

tmin = b / (49 · i · n) = 2500 / (49 × 1.00 × 5) = 10.2 mm ≤ t = 20 mm **O.K!!!**

복부판 수평보강재 사용단수 1 단 (☞ 도.설.기 3.8.4)

합성전 tmin = b / (219 × 1.200) = 11.4 mm ≤ t = 14 mm **O.K!!!**

여기서, √(fca/fc) = √(190.0 / 61.450) = 1.758 > 1.2 ⇒ 1.200

합성후 tmin = b / (219 × 1.163) = 11.8 mm ≤ t = 14 mm **O.K!!!**

여기서, √(fca/fc) = √(190.0 / 140.433) = 1.163 < 1.2 ⇒ 1.163

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (☞ 도.설.해(2003) 3.9.3.2)

Σf = 1.3 × (합성전 사하중 응력 + 합성후 사하중) + 2.15 × 활하중에 의한 응력(충격포함)
+ (크리프응력 변화량) + (건조수축응력변화량) + (온도차응력변화량) 의 조합 중에서
가장 불리한 하중 조합에 대하여 검토

① 상부바닥판 REBAR

합성후 사하중 응력 = Msc / Irv × Yvru = -14.188 MPa

합성후 활하중 응력 = -42.683 - -14.188 = -28.495 MPa

Σf = 1.3 ×-14.188 + 2.15 ×-28.495 + (-2.065) + (7.177) + (-12.465)

= -87.061 MPa < fy = 400.0 MPa **O.K!!!** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 ×-14.188 + 2.15 ×-28.495 + (-12.465)

= -92.173 MPa < fy = 400.0 MPa **O.K!!!** (크리프,건조수축 제외시)

② 강재주형 상판

합성전 사하중 응력 = -64.762 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Irv × Yvsu = -12.570 MPa

합성후 활하중 응력 = -102.577 - -64.762 - -12.57 = -25.245 MPa

Σf = 1.3 × (-64.762 + -12.57) + 2.15 × -25.245 + (-2.245) + (7.926) + (-12.841)

= -161.969 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K!!**(크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (-64.762 + -12.57) + 2.15 × -25.245 + (-12.841)

= -167.650 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K!!**(크리프,건조수축 제외시)

③ 강재주형 하판

합성전 사하중 응력 = 61.450 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Irv × Yvsl = 13.318 MPa

합성후 활하중 응력 = 101.516 - 61.45 - 13.318 = 26.748 MPa

Σf = 1.3 × (61.45 + 13.318) + 2.15 × 26.748 + (-5.121) + (19.906) + (24.132)

= 193.623 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K!!!** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (61.45 + 13.318) + 2.15 × 26.748 + (24.132)

= 178.838 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K!!!** (크리프,건조수축 제외시)

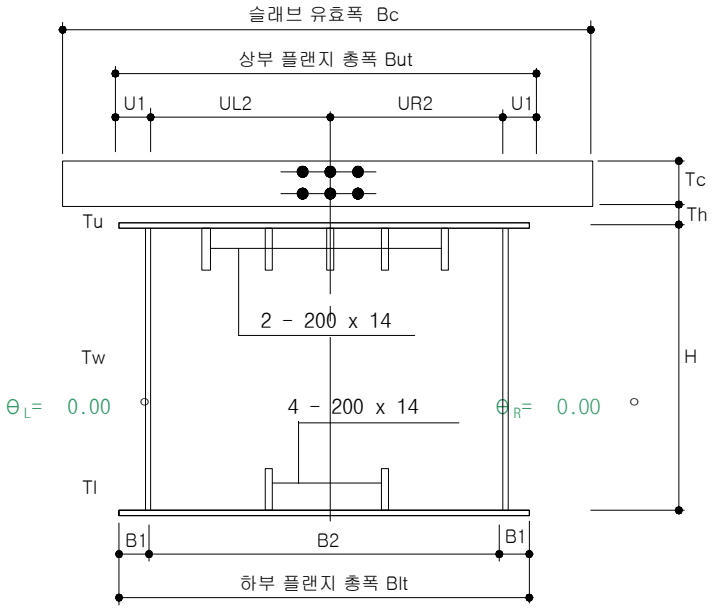
- 항복에 대한 안전도 검사 결과 집계

구분		작용응력	항복응력	검토결과	
바닥판 콘크리트	크리프, 건조수축 포함시	-87.061	400.000	O.K!!!	4.59
	크리프,건조수축제외시	-92.173	400.000	O.K!!!	4.33
상부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	-161.969	315.000	O.K!!!	1.94
	크리프,건조수축제외시	-167.650	315.000	O.K!!!	1.87
하부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	193.623	315.000	O.K!!!	1.62
	크리프,건조수축제외시	178.838	315.000	O.K!!!	1.76

5-8. P1 최대 부모멘트 단면검토(G2)

1) 단면가정 및 설계조건

주부재사용강종 = SWS50B



H = 3.000 m

Bc = 6.582 m

UL2= 1.250 , UR2= 1.250 m

B2 = 2.500 m

But= 2.700 , Blt= 2.700 m

상하 플랜지 유효폭

Bue= 2.394 , Ble= 2.394 m

Tc = 0.250 m

Th = 0.000 m

Tu = 0.020 m

Tl = 0.020 m

Tw = 0.014 m

U1 = 0.100 m

B1 = 0.100 m

RIB 200 x 14 mm , 200 x 14 mm

구 분	단 위	입력 DATA
Es : 강의 탄성계수	MPa	205000
Ec : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26702
εs: 바닥판 콘크리트의 건조수축에의한 최종수축율		0.00027
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수		0.000012
ϕ2: 건조수축에의한 크리이프계수		4
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비		8
t : 강과 콘크리트의 온도차	℃	10
Ms : 합성전 고정하중에의한 모멘트	kN·m	-14913.289
Msc : 합성후 고정하중에의한 모멘트	kN·m	-3473.081
Mv : (활하중 + 지점침하)에의한 모멘트	kN·m	-8676.167
Ss : 합성전 고정하중에의한 전단력	kN	-1525.658
Ssc : 합성후 고정하중에의한 전단력	kN	-358.202
Sv : (활하중 + 지점침하)에의한 전단력	kN	-1136.620
Mst : 합성전 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	0.000
Msct : 합성후 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	0.000
Mvt :(활하중 + 지점침하)에의한 비틀림모멘트	kN·m	-1127.273
tcu,tcl : 교축방향 철근의 피복두께	mm	40 , 40

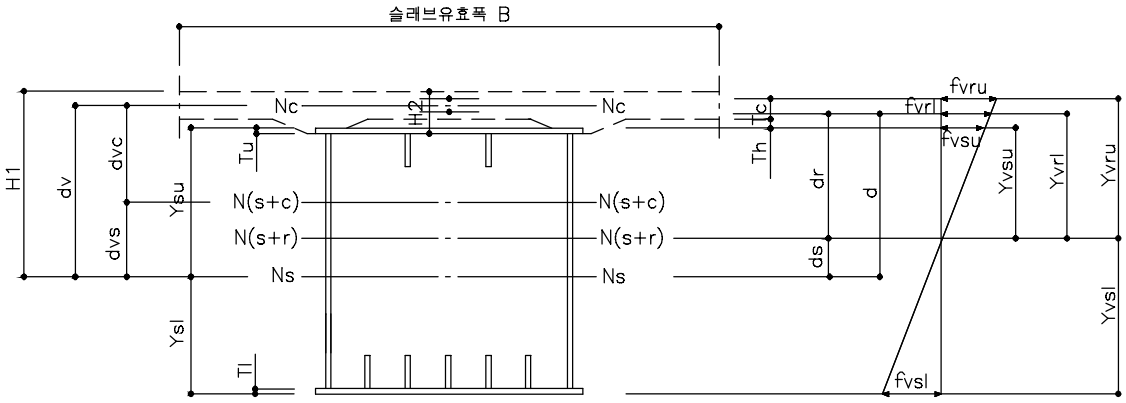
< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 콘크리트바닥판자중
합성후 고정하중 : 방호벽 + PAVEMENT자중

단 면 제 원

단 면	B(mm)	H(mm)	A(mm²)	Y(mm)	A*Y(mm³)	A*Y2(mm⁴)	Ix(mm⁴)
1 - UPPER FLANGE	2394.0	20.0	47880	1510.00	72298800	109171188000	1596000
2 - UPPER RIB	14.0	200.0	5600	1400.00	7840000	10976000000	18666667
1 - L_WEB	14.0	3000.0	42000	0.00	0	0	31500000000
1 - R_WEB	14.0	3000.0	42000	0.00	0	0	31500000000
4 - LOWER RIB	14.0	200.0	11200	-1400.00	-15680000	21952000000	37333333
1 - LOWER FLANGE	2394.0	20.0	47880	-1510.00	-72298800	109171188000	1596000
강단면 합계			196560		-7840000	251270376000	63059192000
UPPER RE-BAR	-	-	4269.90	1710.00	7301529	12485614590	-
LOWER RE-BAR	-	-	6255.90	1540.00	9634086	14836492440	-
RE-BAR 합계			10526		16935615	27322107030	-
1 - RC SLAB	6582.0	250.0	1645500	1625.00	2673937500	4345148437500	8570312500

* As = 196560 mm² , Ac = 1645500 mm² , Ar = 10526 mm²

2) 응 력 검 토



(1) 합 성 전

Is' = As · Y2 + ∑Is = 251270376000 + 63059192000 = 314329568000 mm⁴

δs = ∑(A · Y)/ As = -7840000 / 196560 = -39.886 mm

Is = Is' - As · δs² = 314329568000 - 196560 × -39.886² = 314016861447 mm⁴

Ysu = H/2 + Tu - δs = 3000.0 / 2 + 20.0 - -39.886 = 1559.886 mm

Ysl = Ysu - (H + Tu + Tl) = 1559.886 - 3040.000 = -1480.114 mm

F = b · h = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + Tu/2 +Tl/2) = 7592280.0 mm²

fsu = Ms · Ysu / Is = **-74.082** MPa

fsl = Ms · Ysl / Is = **70.294** MPa

υ = Ss / A(Web) + Mst / (2 · F · Tw) = 18.163 MPa

(2) 합 성 후

Av = As + Ar = 207086 mm²

d = Ysu - Tu + Th + tcl + (Tc - tcu - tcl)·Aru/Ar = 1648.848 mm

dr = d·As / (As + Ar) = 1565.040 mm

ds = d - dr = 83.808 mm

Yvru = dr + (Tc - tcu - tcl)·Arl/Ar = 1666.078 mm

Yvrl = dr - (Tc - tcu - tcl)·Aru/Ar = 1496.078 mm

Yvsu = Yvrl - tcl - Th + Tu = 1476.078 mm

Yvsl = Yvsu - (H + Tu + Tl) = -1563.922 mm

Irv = Is + As·ds² + Ar·dr² = 341178836183 mm⁴

Fv = b·hv = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw)·(H + (Tu + Tc/n)/2 +Tl/2) = 7631561.3 mm²

fvru = Msc·Yvru/Irv = **-16.960** MPa

fvrl = Msc·Yvrl/Irv = **-15.230** MPa

fvsu = Msc·Yvsu/Irv = **-15.026** MPa

fvsl = Msc·Yvsl/Irv = **15.920** MPa

υ = Ssc / A(Web) + Msct / (2·Fv·Tw) = 4.264 MPa

(3) 활 하 중

fvru = Mv·Yvru/Irv = **-42.368** MPa

fvrl = Mv·Yvrl/Irv = **-38.045** MPa

fvsu = Mv·Yvsu/Irv = **-37.537** MPa

fvsl = Mv·Yvsl/Irv = **39.770** MPa

υ = Sv / A(Web) + Mvt / (2·Fv·Tw) = 18.807 MPa

(4) 크 리 이 프

Avc = As + Ac/n = 402247.500 mm²

dv = Ysu - Tu + Th + Tc/2 = 1664.886 mm

dvc = dv·As / (Ac/n + As) = 813.554 mm

dvs = dv - dvc = 851.332 mm

n1 = n·(1 + φ1 / 2) = 8 × (1 + 2.0 / 2) = 16

Av1 = As + Ac/n1 = 299403.750 mm² # 2차 부정정력으로 인한 영향 고려

dc1 = dv·As / (Ac/n1 + As) = 1093.006 mm K = -0.373

ds1 = dv - dc1 = 571.880 mm

Icv = Is + Ic/n + As·dvs² + Ac/n·dvc² = 593686611503.2 mm⁴

Nc = Msc·dvc·Ac/(n·Icv) = -978930 N

Pφ = Nc·2·φ1 / (2+φ1) = -978930 N

Mφ = Pφ·dc1 = -1069976595 N·mm

Ec1 = Ec / (1 + φ1 / 2) = 13351 MPa

fvru1 = Pφ/Av + k*Mφ·Yvru/Irv = **-2.778** MPa

fvrl1 = Pφ/Av + k*Mφ·Yvrl/Irv = **-2.977** MPa

fvsu1 = Pφ/Av + k*Mφ·Yvsu / Irv = **-3.000** MPa

fvsl1 = Pφ/Av + k*Mφ·Yvsl / Irv = **-6.557** MPa

(5) 건 조 수 축

n2 = n · (1 + ϕ2 / 2) = 8 × (1 + 4.0 / 2) = 24

Av2 = As + Ac/n2 = 265122.500 mm²

dc2 = dv · As / (Ac/n2 + As) = 1234.335 mm

ds2 = dv - dc2 = 430.551 mm

P2 = Es · εs · Ac/n2 = 3794934 N

Mv2 = P2 · dc2 = 4684220593 N · mm

fvru2 = P2/Av + K*Mv2 · Yvru/Irv = **9.793** MPa

fvrl2 = P2/Av + K*Mv2 · Yvrl/Irv = **10.664** MPa

fvsu2 = P2/Av + K*Mv2 · Yvsu/Irv = **10.766** MPa

fvsl2 = P2/Av + K*Mv2 · Yvsl/Irv = **26.334** MPa

(6) 온 도 차

εt = α · t = 0.000012 × 10 = 0.00012

P1 = Es · εt · Ac/n = 5059913 N

Mvt = P1 · dvc = 4116511266 N · mm

Ert = Es · εt = 24.600 MPa

frut = P1/Av + K*Mvt · Yvru/Irv - Es · εt = **-7.664** MPa

frlt = P1/Av + K*Mvt · Yvrl/Irv - Es · εt = **-6.899** MPa

fsut = P1/Av + K*Mvt · Yvsu/Irv = **17.791** MPa

fslt = P1/Av + K*Mvt · Yvsl/Irv = **31.472** MPa

(7) 전단 및 비틀림

υ = (Ss+Ssc+Sv)/Aw + (Mst/(2 F Tw)+(Msct+Mvt)/(2 Fv Tw)) = 41.234 MPa < υa = 110 MPa **O.K!!!**

(8) 조합응력의 검토 (☞ 도.설 3.4.2.1)

$i = 0.65(\phi/n)^2 + 0.13(\phi/n) + 1.0$

$= 0.650 \times (0.0 / 5)^2 + 0.130 \times (0.0 / 5) + 1.0 = 1.000$

∵ $\phi = (f_1 - f_2)/f_1 \fallingdotseq 0$

여기서, n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

i : 응력구배계수 ϕ : 응력구배

f_1 , f_2 : 보강된 판의 양연의 응력

(단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다.)

* 인장 (상부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

fta = 190.0 MPa

* 압축 (하부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

$$tl \geq \frac{b}{24 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{24 \times 1.000 \times 5} = 20.833 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190.0 MPa

$$\frac{b}{24 \cdot i \cdot n} > tl \geq \frac{b}{49 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{49 \times 1.000 \times 5} = \#\#\#\#\#\# \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190 - 3.9 (b / (tl · i · n)- 24) = 186.100

$$\frac{b}{49 \cdot i \cdot n} > tl \geq \frac{b}{80 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{80 \times 1.000 \times 5} = 6.250 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 220000 × { (tl · i · n) / b = 352.000 MPa

사용 tl = 20.0 mm

따라서, fca = 186.100 MPa

* RE-BAR의 허용응력 (☞ 도.설 2.2.2.4, 3.6.1.7)

fta = 160.000 MPa fca = 180.000 MPa (SD400 사용)

하중조합	RE-BAR			STEEL			
	작용응력(MPa)		허용응력	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	(MPa)	상 연	하 연	상 연	하 연
1			160.000	-74.082	70.294	190.000	186.100
1+2+3	-59.328	-53.275	160.000	-126.645	125.984	190.000	186.100
1+2+3+4	-62.107	-56.252	160.000	-129.645	119.428	190.000	186.100
1+2+3+4+5	-52.313	-45.588	160.000	-118.879	145.762	190.000	186.100
1+2+3+4+5+6	-59.978	-52.487	184.000	-101.088	177.234	218.500	214.015
1+2+3+4+5-6	-44.649	-38.689	184.000	-136.670	114.290	218.500	214.015

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음. 허용응력의 할증 (☞ 도.설 3.9.3.1 참조)

(9) 합성응력의 검토 (☞ 도.설 3.8.2.4)

(상 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{-129.645}{190.000}\right)^2 + \left(\frac{41.234}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.466 + 0.141 = 0.606 < 1.2 \quad \textbf{O.K!!!}$$

(하 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{177.234}{214.015}\right)^2 + \left(\frac{41.234}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.686 + 0.141 = 0.826 < 1.2 \quad \textbf{O.K!!!}$$

(10) 판의 최소두께 검토

인장(상부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.8.3.1)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K!!!**

tmin = 10 mm ≤ t = 20 mm O.K. (합성형 스터드 설치)

압축(하부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3 및 3.9.6)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K!!!**

tmin = b / (49 · i · n) = 2500 / (49 × 1.00 × 5) = 10.2 mm ≤ t = 20 mm **O.K!!!**

복부판 수평보강재 사용단수 1 단 (☞ 도.설.기 3.8.4)

합성전 tmin = b / (219 × 1.200) = 11.4 mm ≤ t = 14 mm **O.K!!!**

여기서, √(fca/fc) = √(190.0 / 70.294) = 1.644 > 1.2 ⇒ 1.200

합성후 tmin = b / (219 × 1.035) = 13.2 mm ≤ t = 14 mm **O.K!!!**

여기서, √(fca/fc) = √(190.0 / 177.234) = 1.035 < 1.2 ⇒ 1.035

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (☞ 도.설.해(2003) 3.9.3.2)

Σf = 1.3 × (합성전 사하중 응력 + 합성후 사하중) + 2.15 × 활하중에 의한 응력(충격포함)
+ (크리프응력 변화량) + (건조수축응력변화량) + (온도차응력변화량) 의 조합 중에서
가장 불리한 하중 조합에 대하여 검토

① 상부바닥판 REBAR

합성후 사하중 응력 = Msc / Irv × Yvru = -16.960 MPa

합성후 활하중 응력 = -59.328 - -16.96 = -42.368 MPa

Σf = 1.3 ×-16.96 + 2.15 ×-42.368 + (-2.778) + (9.793) + (-7.664)

= -113.789 MPa < fy = 400.0 MPa **O.K!!!** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 ×-16.96 + 2.15 ×-42.368 + (-7.664)

= -120.804 MPa < fy = 400.0 MPa **O.K!!!** (크리프,건조수축 제외시)

② 강재주형 상판

합성전 사하중 응력 = -74.082 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Irv × Yvsu = -15.026 MPa

합성후 활하중 응력 = -126.645 - -74.082 - -15.026 = -37.537 MPa

Σf = 1.3 × (-74.082 + -15.026) + 2.15 × -37.537 + (-3) + (10.766) + (-17.791)

= -206.569 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K!!**(크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (-74.082 + -15.026) + 2.15 × -37.537 + (-17.791)

= -214.335 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K!!**(크리프,건조수축 제외시)

③ 강재주형 하판

합성전 사하중 응력 = 70.294 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Irv × Yvsl = 15.920 MPa

합성후 활하중 응력 = 125.984 - 70.294 - 15.92 = 39.770 MPa

Σf = 1.3 × (70.294 + 15.92) + 2.15 × 39.77 + (-6.557) + (26.334) + (31.472)

= 248.834 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K!!!** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (70.294 + 15.92) + 2.15 × 39.77 + (31.472)

= 229.056 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K!!!** (크리프,건조수축 제외시)

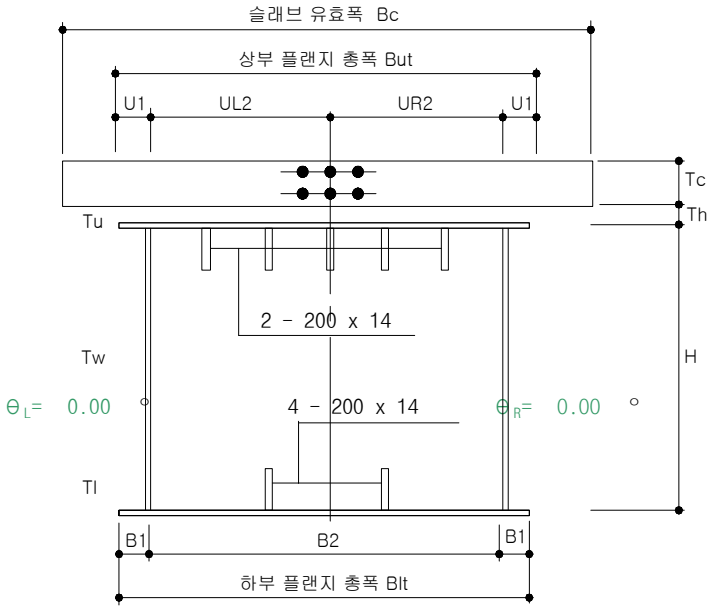
- 항복에 대한 안전도 검사 결과 집계

구분		작용응력	항복응력	검토결과	
바닥판 콘크리트	크리프, 건조수축 포함시	-113.789	400.000	O.K!!!	3.51
	크리프,건조수축제외시	-120.804	400.000	O.K!!!	3.31
상부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	-206.569	315.000	O.K!!!	1.52
	크리프,건조수축제외시	-214.335	315.000	O.K!!!	1.46
하부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	248.834	315.000	O.K!!!	1.26
	크리프,건조수축제외시	229.056	315.000	O.K!!!	1.37

5-9. P1 최대 부모멘트 단면검토(G3)

1) 단면가정 및 설계조건

주부재사용강종 = SWS50B



H = 3.000 m

Bc = 4.936 m

UL2= 1.250 , UR2= 1.250 m

B2 = 2.500 m

But= 2.700 , Blt= 2.700 m

상하 플랜지 유효폭

Bue= 2.394 , Ble= 2.394 m

Tc = 0.250 m

Th = 0.000 m

Tu = 0.020 m

Tl = 0.020 m

Tw = 0.014 m

U1 = 0.100 m

B1 = 0.100 m

RIB 200 x 14 mm , 200 x 14 mm

구 분	단 위	입력 DATA
Es : 강의 탄성계수	MPa	205000
Ec : 콘크리트의 탄성계수	MPa	26702
εs: 바닥판 콘크리트의 건조수축에의한 최종수축율		0.00027
α : 강재 및 콘크리트의 선팽창계수		0.000012
φ2: 건조수축에의한 크리이프계수		4
n : 강과 콘크리트의 탄성계수비		8
t : 강과 콘크리트의 온도차	℃	10
Ms : 합성전 고정하중에의한 모멘트	kN·m	-13037.081
Msc : 합성후 고정하중에의한 모멘트	kN·m	-2905.336
Mv : (활하중 + 지점침하)에의한 모멘트	kN·m	-5835.180
Ss : 합성전 고정하중에의한 전단력	kN	-1297.035
Ssc : 합성후 고정하중에의한 전단력	kN	-284.713
Sv : (활하중 + 지점침하)에의한 전단력	kN	-652.963
Mst : 합성전 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	-19.641
Msct : 합성후 고정하중에의한 비틀림모멘트	kN·m	-7.387
Mvt :(활하중 + 지점침하)에의한 비틀림모멘트	kN·m	-843.211
tcu,tcl : 교축방향 철근의 피복두께	mm	40 , 40

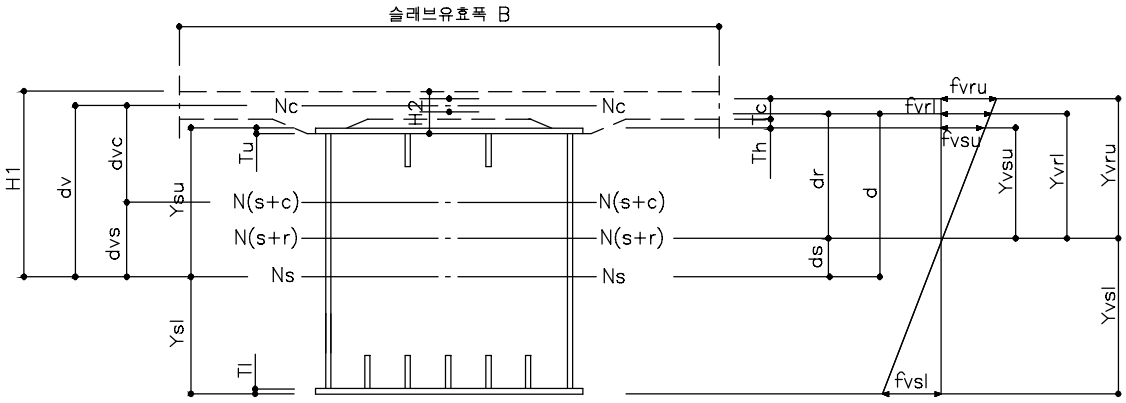
< 참고 > 합성전 고정하중 : 강재자중 + 콘크리트바닥판자중
합성후 고정하중 : 방호벽 + PAVEMENT자중

단 면 제 원

단 면	B(mm)	H(mm)	A(mm²)	Y(mm)	A*Y(mm³)	A*Y2(mm⁴)	Ix(mm⁴)
1 - UPPER FLANGE	2394.0	20.0	47880	1510.00	72298800	109171188000	1596000
2 - UPPER RIB	14.0	200.0	5600	1400.00	7840000	10976000000	18666667
1 - L_WEB	14.0	3000.0	42000	0.00	0	0	31500000000
1 - R_WEB	14.0	3000.0	42000	0.00	0	0	31500000000
4 - LOWER RIB	14.0	200.0	11200	-1400.00	-15680000	21952000000	37333333
1 - LOWER FLANGE	2394.0	20.0	47880	-1510.00	-72298800	109171188000	1596000
강단면 합계			196560		-7840000	251270376000	63059192000
UPPER RE-BAR	-	-	3773.40	1710.00	6452514	11033798940	-
LOWER RE-BAR	-	-	6752.40	1540.00	10398696	16013991840	-
RE-BAR 합계			10526		16851210	27047790780	-
1 - RC SLAB	4936.0	250.0	1234000	1625.00	2005250000	3258531250000	6427083333

* As = 196560 mm² , Ac = 1234000 mm² , Ar = 10526 mm²

2) 응 력 검 토



(1) 합 성 전

Is' = As · Y2 + ∑Is = 251270376000 + 63059192000 = 314329568000 mm⁴

δs = ∑(A · Y)/ As = -7840000 / 196560 = -39.886 mm

Is = Is' - As · δs² = 314329568000 - 196560 × -39.886² = 314016861447 mm⁴

Ysu = H/2 + Tu - δs = 3000.0 / 2 + 20.0 - -39.886 = 1559.886 mm

Ysl = Ysu - (H + Tu + Tl) = 1559.886 - 3040.000 = -1480.114 mm

F = b · h = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + Tu/2 +Tl/2) = 7592280.0 mm²

fsu = Ms · Ysu / Is = **-64.762** MPa

fsl = Ms · Ysl / Is = **61.450** MPa

υ = Ss / A(Web) + Mst / (2 · F · Tw) = 15.533 MPa

(2) 합 성 후

Av = As + Ar = 207086 mm^2

d = Ysu - Tu + Th + tcl + (Tc - tcu - tcl) · Aru/Ar = 1640.829 mm

dr = d · As / (As + Ar) = 1557.429 mm

ds = d - dr = 83.400 mm

Yvru = dr + (Tc - tcu - tcl) · Arl/Ar = 1666.486 mm

Yvrl = dr - (Tc - tcu - tcl) · Aru/Ar = 1496.486 mm

Yvsu = Yvrl - tcl - Th + Tu = 1476.486 mm

Yvsl = Yvsu - (H + Tu + Tl) = -1563.514 mm

Irv = Is + As · ds^2 + Ar · dr^2 = 340915284160 mm^4

Fv = b · hv = ((UL2 + UR2 + B2) / 2 + Tw) · (H + (Tu + Tc/n)/2 +Tl/2) = 7631561.3 mm^2

fvru = Msc · Yvru/Irv = **-14.202** MPa

fvrl = Msc · Yvrl/Irv = **-12.753** MPa

fvsu = Msc · Yvsu/Irv = **-12.583** MPa

fvsl = Msc · Yvsl/Irv = **13.325** MPa

υ = Ssc / A(Web) + Msct / (2 · Fv · Tw) = 3.424 MPa

(3) 활 하 중

fvru = Mv · Yvru/Irv = **-28.524** MPa

fvrl = Mv · Yvrl/Irv = **-25.614** MPa

fvsu = Mv · Yvsu/Irv = **-25.272** MPa

fvsl = Mv · Yvsl/Irv = **26.761** MPa

υ = Sv / A(Web) + Mvt / (2 · Fv · Tw) = 11.719 MPa

(4) 크 리 이 프

Avc = As + Ac/n = 350810.000 mm^2

dv = Ysu - Tu + Th + Tc/2 = 1664.886 mm

dvc = dv · As / (Ac/n + As) = 932.841 mm

dvs = dv - dvc = 732.045 mm

n1 = n · (1 + φ1 / 2) = 8 × (1 + 2.0 / 2) = 16

Av1 = As + Ac/n1 = 273685.000 mm^2 # 2차 부정정력으로 인한 영향 고려

dc1 = dv · As / (Ac/n1 + As) = 1195.718 mm K = -0.358

ds1 = dv - dc1 = 469.168 mm

Icv = Is + Ic/n + As · dvs^2 + Ac/n · dvc^2 = 554381940653.3 mm^4

Nc = Msc · dvc · Ac/(n · Icv) = -754085 N

Pφ = Nc · 2 · φ1 / (2+φ1) = -754085 N

Mφ = Pφ · dc1 = -901672479 N · mm

Ec1 = Ec / (1 + φ1 / 2) = 13351 MPa

fvru1 = Pφ/Av + k*Mφ · Yvru/Irv = **-2.063** MPa

fvrl1 = Pφ/Av + k*Mφ · Yvrl/Irv = **-2.224** MPa

fvsu1 = Pφ/Av + k*Mφ · Yvsu / Irv = **-2.243** MPa

fvsl1 = Pφ/Av + k*Mφ · Yvsl / Irv = **-5.122** MPa

(5) 건 조 수 축

n2 = n · (1 + ϕ2 / 2) = 8 × (1 + 4.0 / 2) = 24

Av2 = As + Ac/n2 = 247976.667 mm²

dc2 = dv · As / (Ac/n2 + As) = 1319.681 mm

ds2 = dv - dc2 = 345.205 mm

P2 = Es · εs · Ac/n2 = 2845913 N

Mv2 = P2 · dc2 = 3755695559 N · mm

fvru2 = P2/Av + K*Mv2 · Yvru/Irv = **7.170** MPa

fvrl2 = P2/Av + K*Mv2 · Yvrl/Irv = **7.841** MPa

fvsu2 = P2/Av + K*Mv2 · Yvsu/Irv = **7.920** MPa

fvsl2 = P2/Av + K*Mv2 · Yvsl/Irv = **19.909** MPa

(6) 온 도 차

εt = α · t = 0.000012 × 10 = 0.00012

P1 = Es · εt · Ac/n = 3794550 N

Mvt = P1 · dvc = 3539712344 N · mm

Ert = Es · εt = 24.600 MPa

frut = P1/Av + K*Mvt · Yvru/Irv - Es · εt = **-12.471** MPa

frlt = P1/Av + K*Mvt · Yvrl/Irv - Es · εt = **-11.839** MPa

fsut = P1/Av + K*Mvt · Yvsu/Irv = **12.835** MPa

fslt = P1/Av + K*Mvt · Yvsl/Irv = **24.135** MPa

(7) 전단 및 비틀림

υ = (Ss+Ssc+Sv)/Aw + (Mst/(2 F Tw)+(Msct+Mvt)/(2 Fv Tw)) = 30.677 MPa < υa = 110 MPa **O.K!!!**

(8) 조합응력의 검토 (☞ 도.설 3.4.2.1)

$i = 0.65(\phi/n)^2 + 0.13(\phi/n) + 1.0$

$= 0.650 \times (0.0 / 5)^2 + 0.130 \times (0.0 / 5) + 1.0 = 1.000$

∵ $\phi = (f_1 - f_2)/f_1 \fallingdotseq 0$

여기서, n : 종리브에 의해서 구분되는 Pannel의 수

i : 응력구배계수 ϕ : 응력구배

f_1 , f_2 : 보강된 판의 양연의 응력

(단, $f_1 \geq f_2$ 이며 압축응력을 정(+)으로 한다.)

* 인장 (상부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

fta = 190.0 MPa

* 압축 (하부)플랜지의 허용응력 (SWS50B 사용)

$$tl \geq \frac{b}{24 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{24 \times 1.000 \times 5} = 20.833 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190.0 MPa

$$\frac{b}{24 \cdot i \cdot n} > tl \geq \frac{b}{49 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{49 \times 1.000 \times 5} = \#\#\#\#\#\# \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 190 - 3.9 (b / (tl · i · n)- 24) = 186.100

$$\frac{b}{49 \cdot i \cdot n} > tl \geq \frac{b}{80 \cdot i \cdot n} = \frac{2500}{80 \times 1.000 \times 5} = 6.250 \text{ mm}$$

인 경우 : fca = 220000 × { (tl · i · n) / b = 352.000 MPa

사용 tl = 20.0 mm

따라서, fca = 186.100 MPa

* RE-BAR의 허용응력 (☞ 도.설 2.2.2.4, 3.6.1.7)

fta = 160.000 MPa fca = 180.000 MPa (SD400 사용)

하중조합	RE-BAR			STEEL			
	작용응력(MPa)		허용응력	작용응력(MPa)		허용응력(MPa)	
	상 연	하 연	(MPa)	상 연	하 연	상 연	하 연
1			160.000	-64.762	61.450	190.000	186.100
1+2+3	-42.726	-38.367	160.000	-102.617	101.536	190.000	186.100
1+2+3+4	-44.789	-40.592	160.000	-104.860	96.414	190.000	186.100
1+2+3+4+5	-37.619	-32.751	160.000	-96.941	116.323	190.000	186.100
1+2+3+4+5+6	-50.090	-44.590	184.000	-84.105	140.459	218.500	214.015
1+2+3+4+5-6	-25.148	-20.912	184.000	-109.776	92.188	218.500	214.015

주) 압축응력을 정(+), 인장응력을 부(-)로 하였음. 허용응력의 할증 (☞ 도.설 3.9.3.1 참조)

(9) 합성응력의 검토 (☞ 도.설 3.8.2.4)

(상 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{-104.860}{190.000}\right)^2 + \left(\frac{30.677}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.305 + 0.078 = 0.382 < 1.2 \quad \textbf{O.K!!!}$$

(하 연)

$$\left(\frac{f}{fa}\right)^2 + \left(\frac{\upsilon}{\upsilon a}\right)^2 = \left(\frac{140.459}{214.015}\right)^2 + \left(\frac{30.677}{110.000}\right)^2$$

$$= 0.431 + 0.078 = 0.509 < 1.2 \quad \textbf{O.K!!!}$$

(10) 판의 최소두께 검토

인장(상부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.8.3.1)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K!!!**

tmin = 10 mm ≤ t = 20 mm O.K. (합성형 스터드 설치)

압축(하부)플랜지 (☞ 도.설.기 3.4.2.2, 3.4.2.3 및 3.9.6)

tmin = 자유돌출폭 / 16 = 100 / 16 = 6.3 mm ≤ t = 20 mm **O.K!!!**

tmin = b / (49 · i · n) = 2500 / (49 × 1.00 × 5) = 10.2 mm ≤ t = 20 mm **O.K!!!**

복부판 수평보강재 사용단수 1 단 (☞ 도.설.기 3.8.4)

합성전 tmin = b / (219 × 1.200) = 11.4 mm ≤ t = 14 mm **O.K!!!**

여기서, √(fca/fc) = √(190.0 / 61.450) = 1.758 > 1.2 ⇒ 1.200

합성후 tmin = b / (219 × 1.163) = 11.8 mm ≤ t = 14 mm **O.K!!!**

여기서, √(fca/fc) = √(190.0 / 140.459) = 1.163 < 1.2 ⇒ 1.163

(11) 항복에 대한 안전도 검사 (☞ 도.설.해(2003) 3.9.3.2)

Σf = 1.3 × (합성전 사하중 응력 + 합성후 사하중) + 2.15 × 활하중에 의한 응력(충격포함)
+ (크리프응력 변화량) + (건조수축응력변화량) + (온도차응력변화량) 의 조합 중에서
가장 불리한 하중 조합에 대하여 검토

① 상부바닥판 REBAR

합성후 사하중 응력 = Msc / Irv × Yvru = -14.202 MPa

합성후 활하중 응력 = -42.726 - -14.202 = -28.524 MPa

Σf = 1.3 ×-14.202 + 2.15 ×-28.524 + (-2.063) + (7.17) + (-12.471)

= -87.153 MPa < fy = 400.0 MPa **O.K!!!** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 ×-14.202 + 2.15 ×-28.524 + (-12.471)

= -92.260 MPa < fy = 400.0 MPa **O.K!!!** (크리프,건조수축 제외시)

② 강재주형 상판

합성전 사하중 응력 = -64.762 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Irv × Yvsu = -12.583 MPa

합성후 활하중 응력 = -102.617 - -64.762 - -12.583 = -25.272 MPa

Σf = 1.3 × (-64.762 + -12.583) + 2.15 × -25.272 + (-2.243) + (7.92) + (-12.835)

= -162.042 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K!!**(크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (-64.762 + -12.583) + 2.15 × -25.272 + (-12.835)

= -167.718 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K!!**(크리프,건조수축 제외시)

③ 강재주형 하판

합성전 사하중 응력 = 61.450 MPa

합성후 사하중 응력 = Msc / Irv × Yvsl = 13.325 MPa

합성후 활하중 응력 = 101.536 - 61.45 - 13.325 = 26.762 MPa

Σf = 1.3 × (61.45 + 13.325) + 2.15 × 26.762 + (-5.122) + (19.909) + (24.135)

= 193.667 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K!!!** (크리프,건조수축 포함시)

Σf = 1.3 × (61.45 + 13.325) + 2.15 × 26.762 + (24.135)

= 178.880 MPa < fy = 315.0 MPa **O.K!!!** (크리프,건조수축 제외시)

- 항복에 대한 안전도 검사 결과 집계

구분		작용응력	항복응력	검토결과	
바닥판 콘크리트	크리프, 건조수축 포함시	-87.153	400.000	O.K!!!	4.58
	크리프,건조수축제외시	-92.260	400.000	O.K!!!	4.33
상부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	-162.042	315.000	O.K!!!	1.94
	크리프,건조수축제외시	-167.718	315.000	O.K!!!	1.87
하부플랜지	크리프, 건조수축 포함시	193.667	315.000	O.K!!!	1.62
	크리프,건조수축제외시	178.880	315.000	O.K!!!	1.76