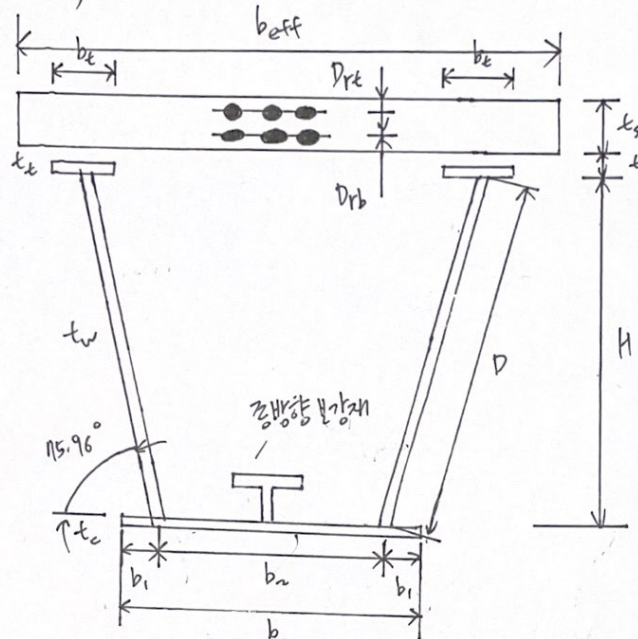


1. 이따라 같은 강박스 거더에 부분판트가 작용할 경우, 하복 플랜지의 변형률과 강도를 생각한다. (이때, 증방향 보강재는 충분히 횡방향으로 가진 지지점은 형성되는 것으로 가정)



슬래브 유효폭 $b_{eff} = 5,761 \text{ mm}$

슬래브 두께 $t_s = 240 \text{ mm}$

현기둥이 $t_h = 50 \text{ mm}$

상복 플랜지 폭 $b_s = 600 \text{ mm}$

상복 플랜지 두께 $t_c = 60 \text{ mm}$

부판 두께 $t_w = 14 \text{ mm}$

부판 경사길이 $D = 2,000 \text{ mm}$

부판 높이 $H = 1,940 \text{ mm}$

하복 플랜지 폭 $b_t = 2,530 \text{ mm}$

하복 플랜지 두께 $t_c = 34 \text{ mm}$

하복 플랜지 폭깊이 $b_f = 100 \text{ mm}$

부판 사이 거리 $b_2 = 2,330 \text{ mm}$

강재 탄성계수 $E_s = 205,000 \text{ MPa}$

콘크리트 탄성계수 $E_c = 28,417 \text{ MPa}$

콘크리트 압축강도 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

$\phi_f = 1.00$ $\phi_r = 1.00$

◦ 증방향 보강재: CT 250 X 200 X 11 X 19 - 1EA

◦ 하중보정계수 η : 0.95 (가중탄성계수상대)
: 1.00 (Z리탄성계수상대)

- CT 횡상 -

$$A = 6,565 \text{ mm}^2 \quad F_{yk} = 315 \text{ MPa}$$

$$Y = 59.5 \text{ mm} \quad F_{yc} = 315 \text{ MPa}$$

$$I = 36.70 \times 10^6 \text{ mm}^4 \quad F_{yw} = 315 \text{ MPa}$$

$$H = 253.0 \text{ mm} \quad F_{ys} = 315 \text{ MPa}$$

$$B = 200.0 \text{ mm} \quad F_{yr} = 400 \text{ MPa}$$

$$\lambda_p = 0.57 \sqrt{\frac{E_k}{F_{yc0}}}$$

$$\text{Here, } \Delta = \sqrt{1 - 3 \left(\frac{f_u}{F_{yc}} \right)^2}, \quad F_{yc} = 315 \text{ MPa}, \quad f_u (\text{비틀림}) = 0$$

$$E = 205,000 \text{ MPa}, \quad k = \left(\frac{8I_s}{w t_f^3} \right)^{1/3}$$

$$* k = \left(\frac{8I_s}{w t_f^3} \right)^{1/3}$$

Here, I_s : 증방향 보강재 하중에서 증방향 보강재 하중의 관성 모멘트 (mm⁴)

w: 압축플랜지의 증방향 보강재 사이 폭 또는 수직방향 가장 가까운 증방향 보강재까지의 거리 중 가장 큰 값 (mm)

$\Delta = 1$
증방향 보강재에 대한 판 라플 계수 k

$$\infty w = \frac{b_2 + 2b_1}{2} = \frac{2,330 + 2 \cdot 100}{2} = 1,265 \text{ mm}, I_s = 36.10 \times 10^6 \text{ mm}^4, t_{fc} = 60 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow k = \left(\frac{8I_s}{wt_{fc}^3} \right)^{\frac{1}{3}} = \left(\frac{8 \cdot 36.10 \times 10^6 \text{ mm}^4}{1,265 \text{ mm} \times (34 \text{ mm})^3} \right)^{\frac{1}{3}} = 1,801$$

$$\infty \lambda_p = 0.51 \sqrt{\frac{EK}{F_{yc} \Delta}} = 0.51 \sqrt{\frac{205,000 \times 1,801}{315 \text{ MPa} \times 1.0}} = 19.55$$

$$\lambda_r = 0.95 \sqrt{\frac{EK}{F_{yr}}}$$

Here, $F_{yr} = (\Delta - 0.3) F_{yc} \leq F_{yw}$ Here, $\Delta = 1.0, F_{yc} = 315 \text{ MPa}, F_{yw} = 315 \text{ MPa}$

강관용접이 229단 압축응력의 항복강도 또는 유변의 좌굴항복강도 중 작은 값 (MPa)
 $\infty F_{yr} = (1.0 - 0.3) 315 \text{ MPa} \leq 315 \text{ MPa}$

$$\lambda_r = 0.95 \sqrt{\frac{205,000 \times 1,801}{220.5 \text{ MPa}}} = 0.9 \times 315 \text{ MPa} = 220.5 \text{ MPa} \leq 315 \text{ MPa} \text{ (o.k.)}$$

$$= 38.94$$

$$\lambda_f = \frac{b_{fc}}{t_{fc}} = \frac{2530 \text{ mm}}{34 \text{ mm}} = 74.41$$

$$\Rightarrow \infty \lambda_f > \lambda_r \Rightarrow f_{cb} = \frac{0.9 R_b K}{\lambda_f^2}$$

Here, $R_b = \frac{\text{특정 압축 응력 한도치}}{\text{단면적}}$

이 강관 부재 설계기준 4.3.3.1.3.2의 규정

$$*R_b = 1 - \left(\frac{a_{wc}}{1200 + 300a_{wc}} \right) \left(\frac{2D_c}{t_w} - \lambda_{rw} \right) \leq 1.0$$

Here, $a_{wc} = \text{압축을 받는 수직의 2개 평판과 압축관벽의 비}$

$$= \frac{2D_c t_w}{b_{fc} t_{fc}}$$

$$\infty a_{wc} = \frac{2 \times 1940 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}}{2530 \text{ mm} \times 34 \text{ mm}} = 0.63$$

$$\infty \frac{2 \times 1940 \text{ mm}}{14 \text{ mm}} \leq 5.1 \sqrt{\frac{205,000 \text{ MPa}}{315 \text{ MPa}}}$$

$$211.14 \neq 145.41 \text{ (N.F.)}$$

2개의 평판

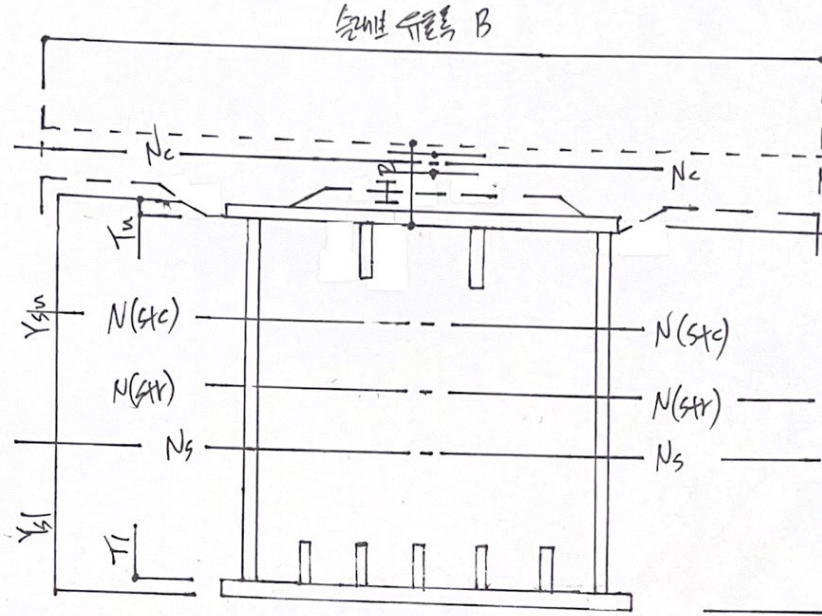
Here, $\lambda_{rw} = \text{바깥쪽 수직의 2개의 평판의 한쪽}$

$$= 5.1 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}$$

$$\infty R_b = 1 - \left(\frac{0.63}{1200 + 300 \times 0.63} \right) \left(\frac{2 \times 1940 \text{ mm}}{14 \text{ mm}} - 145.41 \right) = 0.94 \leq 1.0 \text{ (o.k.)}$$

결과로서 $f_{cb} = \frac{0.9 \times 205,000 \text{ MPa} \times 0.94 \times 1,801}{(74.41)^2} = 56.6 \text{ MPa (압)}$

2. 아래와 같은 강박스 girder 웨브판과 하복 플레이트의 전응력공강도를 각각 산정하시오. (앞서와 같이, 증방향 보강재를 충분히 취강성을 가지고 지지점을 형성 및 판부에 비해 길이가 큰 일반적인 상형은 가정)



- 부재단면적 취미 판면적 산정
- 플레이트 폭 $B = 1,600 \text{ mm}$
- 높이 $H = 2,000 \text{ mm}$
- 플레이트 판 두께 $t_f = 34 \text{ mm}$, 웨브판 두께 $t_w = 14 \text{ mm}$
- 보강재 수 $n = 5$

풀이) 취미 부재단면적 증방향재 간격(R) = $1,000 \text{ mm}$ 로 가정

1) 강박스 girder 웨브판의 전응력공강도

단면적에 의해 하중이 취미 경우 자중과 4번 증방향재의 경우 단면적의 비율에 의해 다음을 사용한다

$$\alpha > \frac{2}{3} \rightarrow k = 23.9 \quad \alpha \leq \frac{2}{3} \rightarrow k = 15.81 + 1.81 \alpha^2 + \frac{8.6}{\alpha^2}$$

$$\text{Here, } \alpha = \frac{a}{b} = \frac{1600 \text{ mm}}{2000 \text{ mm} - 2 \times 34 \text{ mm}} = 0.83 \quad \text{이므로 이 값은 } \frac{2}{3} \text{ 즉 } 0.67 \text{ 보다 크므로}$$

$$k = 23.9 \text{ 이다.}$$

$$\therefore F_{cr} = k \cdot \frac{\pi^2 E}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{b} \right)^2 \leq F_y$$

$$= 23.9 \times \frac{\pi^2 \times 205000 \text{ (MPa)}}{12(1-0.3^2)} \times \left(\frac{14 \text{ mm}}{2000 - 2 \times 34 \text{ (mm)}} \right)^2 = 232.52 \text{ MPa} \leq F_y = 380 \text{ MPa}$$

$$\therefore F_{cr} = 232.52 \text{ MPa}$$

2) 하복 플랜지의 편심좌굴강도

$$\lambda_f = \text{압축 플랜지의 세장비} = \frac{b_{fc}}{t_{fc}} = \frac{1600 \text{ mm}}{34 \text{ mm}} = 47.06$$

$$\Delta = \sqrt{1 - 3 \left(\frac{f_v}{F_{yc}} \right)^2} \rightarrow \text{계산식중에 의한 플랜지의 순수비율인 편심응력 (MPa)} = \frac{T}{2A_o t_{fc}}$$

Here, $f_v = 0$ 이다.

$$\therefore \Delta = 1$$

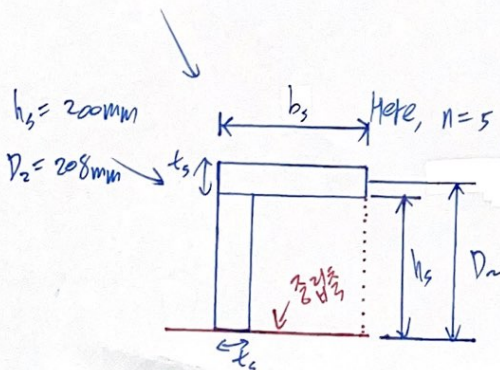
$$\lambda_p = 0.57 \sqrt{\frac{E}{F_{yc} \Delta}}$$

Here, $k = \frac{E}{F_{yc}} \sqrt{\frac{I_s}{W t_{fc}^3}}$ 이란 식을 사용

$$= 5.34 + 2.84 \left(\frac{I_s}{W t_{fc}^3} \right)^{1/3} \rightarrow \text{플랜지나 강강합은 두께에 의한 분할재 하복에서 플랜지 플랜지 1개의 편심 2차항으로 (mm^4)} \leq 5.34$$

* 기둥 수직응력분포법에 의한 플랜지(안)

$$: b_s \times t_s = 150 \text{ mm} \times 16 \text{ mm}$$



등간격인 플랜지 플랜지 수

압축 플랜지의 플랜지 플랜지 사이 즉 편심 웹플랜지 가장 가까운 플랜지 플랜지까지의 거리 중 가장 큰 값 (mm)

$$I_s = \frac{150 \text{ mm} \times (16 \text{ mm})^3}{3} - \frac{134 \text{ mm} \times (200 \text{ mm})^3}{3}$$

$$= 1.46 \times 10^8 \text{ mm}^4$$

$$W = \text{플랜지 수직 } B_2$$

$$= \frac{1600 \text{ mm}}{6} = 266.67 \text{ mm}$$

$$\therefore k = \frac{5.34 + 2.84 \left(\frac{1.46 \times 10^8 \text{ mm}^4}{266.67 \text{ mm} \times (34 \text{ mm})^3} \right)^{\frac{1}{3}}}{(5+1)^2} = 0.338 \leq 5.34 \quad (\text{o.k.})$$

$$\therefore k = 0.338$$

$$\therefore \lambda_p = 0.51 \times \sqrt{\frac{205,000 \text{ MPa} \times 0.338}{380 \text{ MPa} \times 1.0}} = 1.691$$

F_{yr} = 압축응역이 고려된 압축플랜지의 항복강도 또는 위변형 좌굴항복강도 중 작은 값 (MPa)

$$= (1 - 0.3) F_{yc} \leq F_{yw}$$

$\rightarrow 380 \text{ MPa}$ 가짐

$$\therefore F_{yr} = (1 - 0.3) 380 \text{ MPa} = 266 \text{ MPa} \leq 380 \text{ MPa} \quad (\text{o.k.})$$

$$\therefore F_{yr} = 266 \text{ MPa}$$

$$\lambda_r = 0.95 \sqrt{\frac{E k}{F_{yr}}} = 0.95 \sqrt{\frac{205,000 \text{ MPa} \times 0.338}{266 \text{ MPa}}} = 15.33$$

$$\therefore \lambda_r < \lambda_f \Rightarrow F_{cb} = \frac{0.9 E R_b k}{\lambda_f^2}$$

$\downarrow$

$$R_b = 1 - \left(\frac{a_{wc}}{200 + 300 a_{wc}} \right) \left(\frac{2 D_c}{t_w} - \lambda_{rw} \right) \leq 1.0$$

R_b 은 산공률에 대한 보정 수평항복강도 값을 결정하는 데 사용되며, 다음의 식을 계산한다.

Here, a_{wc} = 압축을 받는 위변형의 2배
 플랜지 압축플랜지에 비

$$= \frac{2 D_c t_w}{b_{fc} t_{fc}}$$

$$= \frac{2 \times 1932 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}}{1,600 \text{ mm} \times 34 \text{ mm}}$$

$$= 0.994$$

$$\frac{2 D_c}{t_w} \leq \lambda_{rw}$$

Here, λ_{rw} = 바깥 위변형에 대한 세장비 등가계

$$= 5.1 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} = 5.1 \sqrt{\frac{205,000 \text{ MPa}}{380 \text{ MPa}}} = 132.39$$

$$D_c = \text{압축을 받는 위변형의 높이} = 2000 \text{ mm} - 2 \times 34 \text{ mm} = 1932 \text{ mm}$$

$$\frac{2 \times 1932 \text{ mm}}{14 \text{ mm}} \leq 132.39$$

$$\rightarrow 216 \geq 132.39 \quad (\text{N.g.})$$

2020/1961 김중혁

$$\therefore R_b = 1 - \left(\frac{0.994}{1200 + 300 \times 0.994} \right) \left(\frac{2 \times 1932 \text{ mm}}{14 \text{ mm}} - 15.33 \right) \leq 1.0$$
$$= 0.821 \leq 1.0 \text{ (OK)}$$

$$\therefore R_b = 0.821$$

$$\therefore F_{cb} = \frac{0.9 \times 205,000 \text{ MPa} \times 0.821 \times 0.338}{41.06^2} = 23.29 \text{ MPa} \left(\frac{24}{4} \right)$$