

「道路橋の補修補強計算例Ⅱ」 正誤表

頁	行	誤	正	備考
40	14 行目	A_{1cf}	$A_{\ell cf}$	添字は 1 ではなく、 ℓ (エル)
	数式 (2 箇所)	—	+	
42	数式 (2 箇所)	—	+	

H27. 12

頁	行	誤	正	備考
167				事例において想定した内容を追記。他、計算過程の修正等

H30. 12

・死荷重状態

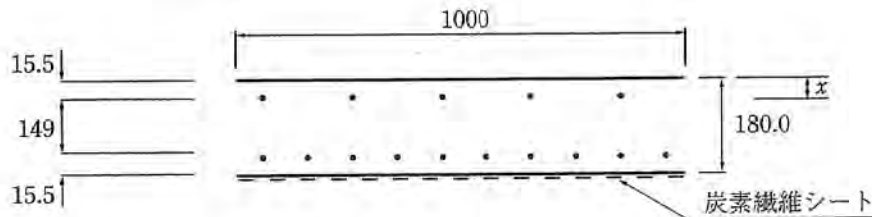
$$\sigma_{cd} = 1.0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{sd} = 16.1 \text{ N/mm}^2$$

・活荷重状態

活荷重曲げモーメントの計算

$$M_\ell = 34.555 \text{ kN/m}$$



A_{cf}

n : 弾性係数比 (15)

b : 幅 (1000 mm)

d : 有効高さ (164.5 mm)

d' : 圧縮鉄筋の有効高さ (15.5 mm)

h : 床版厚 (180 mm)

鉄筋 A_s (引張鉄筋) = 2010.62 mm²

A_s' (圧縮鉄筋) = 1005.31 mm²

炭素繊維シート $A_{cf} = 0.143 \times 1000 \times 1 = 143.00 \text{ mm}^2$

注) 炭素繊維は死荷重を受け待たないものとして設計断面には加えない

図 1.3.5 床版支間方向断面 (補強)

断面応力度の計算は、複鉄筋断面として、以下の式から中立軸の位置を計算し、断面係数を求め、鉄筋コンクリートおよび鉄筋に作用する応力度を算出する。

$$x = \frac{-n(A_s + A_s') - n_{cf} \times A_{cf}}{b} + \sqrt{\left\{ \frac{n(A_s + A_s') - n_{cf} \times A_{cf}}{b} \right\}^2 + \frac{2}{b} \{n(dA_s + d'A_s') + n_{cf}(h \times A_{cf})\}}$$

$$= \frac{-15 \times (2010.62 + 1005.31) - 48.12 \times 143.0}{1000} + \sqrt{\left\{ \frac{15 \times (2010.62 + 1005.31) - 48.12 \times 143.0}{1000} \right\}^2 + \frac{2}{1000} \{15 \times (164.5 \times 2010.62 + 15.5 \times 1005.31) + 48.12 \times (180 \times 143.0)\}}$$

$$= 72.714 \text{ mm}$$

$$I_x = \frac{bx^3}{3} + nA_s(d-x)^2 + nA_s'(d'-x)^2 + n_{cf}A_{cf}(h-x)^2$$

$$= \frac{1000 \times 72.714^3}{3} + 15 \times 2010.62 \times (164.50 - 72.714)^2 + 15 \times 1005.31 \times (15.50 - 72.714)^2$$

$$+ 48.12 \times 143.0 \times (180 - 72.714)^2$$

$$= 510802822 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{ct} = \frac{M_\ell}{I_x} x = \frac{34554700}{510802822} \times 72.714 = 4.0 \text{ N/mm}^2$$

断面応力度の計算は、複鉄筋断面として、以下の式から中立軸の位置を計算し、断面係数を求め、鉄筋コンクリートおよび鉄筋に作用する応力度を算出する。

$$x = \frac{-n(A_s + A_s') - n_{cf} \times A_{cf}}{b} + \sqrt{\left\{ \frac{n(A_s + A_s') - n_{cf} \times A_{cf}}{b} \right\}^2 + \frac{2}{b} \{n(dA_s + d'A_s') + n_{cf}(h \times A_{cf})\}}$$

$$= \frac{-15 \times (1005.310 + 804.248) - 48.12 \times 143.0}{1000} + \sqrt{\left\{ \frac{15 \times (1005.310 + 804.248) - 48.12 \times 143.0}{1000} \right\}^2 + \frac{2}{1000} \{15 \times (150.00 \times 1005.310 + 30.0 \times 804.248) + 48.12 \times (180 \times 143.0)\}}$$

$$= 60.223 \text{ mm}$$

$$I_x = \frac{bx^3}{3} + nA_s(d-x)^2 + nA_s'(d'-x)^2 + n_{cf} \cdot A_{cf}(h-x)^2$$

$$= \frac{1000 \times 60.223^3}{3} + 15 \times 1005.31 \times (150.00 - 60.223)^2 + 15 \times 804.248 \times (30.00 - 60.223)^2 + 48.12 \times 143.0 \times (180 - 60.223)^2$$

$$= 304086532 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_c = \sigma_{cl} = \frac{M_t}{I_x} x = \frac{26400000}{30486532} \times 60.22 = 5.0 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{ca} = 7 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$\sigma_s = \sigma_{sl} = n \frac{M_t}{I_x} (d-x)$$

$$= 15 \times \frac{26400000}{304086532} \times (150.0 - 60.22) = 117.0 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sa} = 120 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$\sigma_{cf} = n_{cf} \frac{M_t}{I_x} (h-x)$$

$$= 48.12 \times \frac{26400000}{304086832} \times (180.0 - 60.22) = 500 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{cfa} = 633 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

ここに、 x ：中立軸までの距離 (mm)

σ_{cl} ：活荷重時のコンクリート応力度 (N/mm²)

σ_{sl} ：活荷重時の鉄筋応力度 (N/mm²)

σ_c ：死+活荷重時のコンクリート応力度 (N/mm²)

σ_s ：死+活荷重時の鉄筋応力度 (N/mm²)

σ_{cf} ：活荷重時の炭素繊維シートの応力度 (N/mm²)

以上の計算結果から、RC床版の炭素繊維シートを用いた補強量は、表1.3.5に示すようになった。なお、炭素繊維シートの種類および目付量をパラメータとして3ケース程度、試算を行い、補強量が最小となるように補強量を決定した。

$$y_t = \frac{H}{2} - e + t_w = \frac{450}{2} - 93.6 + 38 = 169.2 \text{ mm}$$

$$y_c = \frac{H}{2} + e = \frac{450}{2} + 93.6 = 318.4 \text{ mm}$$

$$\sigma_t = \frac{M}{I} y_t = \frac{219450000 \times 169.2}{2721335047} = 13.6 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{ta} = 140 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

$$\sigma_c = \frac{M}{I} y_c = \frac{219450000 \times 318.4}{2721335047} = 25.7 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{ca} = 140 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK}$$

(c) ウェブプレート溶接の検討

本計算事例では、荷重作用位置の不確定性を踏まえて、中央の2本のウェブのうち、1本のウェブに全荷重が作用する場合を想定した。なお、ウェブが受け持つ荷重の分担については、設計対象橋梁の状況を踏まえて決定する必要がある。

設計荷重： $P = R_d = 1560.0 \text{ kN}$

必要のど厚： a_{req} (片面当り)

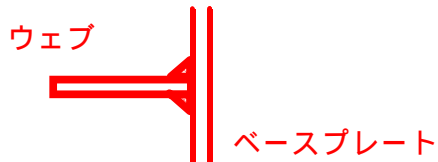
すみ肉溶接のせん断応力 τ とのど厚の関係は以下のとおりなので、必要となるのど厚は、以下のように計算される。

$$\tau = \frac{P}{\Sigma al}$$

ここに、 P : 作用荷重

a : のど厚

l : 溶接の有効長さ



$$a_{req} = \frac{P}{\tau_a \times H_w} = \frac{1560.0 \times 1000}{80 \times 1386} = 14.1 \text{ mm} \quad \frac{1560.0 \times 1000}{80 \times 2 \times 1386} = 7.03 \quad 7.1 \text{ mm}$$

ここに、 τ_a : 溶接部の許容せん断応力度

(道示 II 3.2.3 表 -3.2.6 SM400 のすみ肉溶接の場合)

H_w : 溶接の有効長さ (= 1386 mm) ($2 \times 1386 = 2772 \text{ mm}$)

・ 作用荷重から求められる必要脚長

$$s_{req} = \sqrt{2} \times a_{req} = \sqrt{2} \times 14.1 = 19.9 \text{ mm} = 2 \times 7.1 = 10.04 \quad 10.1 \text{ mm}$$

よって、~~20 mm~~^{11mm} とする。

~~上記溶接は、中央の1本のウェブのみとし、他のウェブの溶接は以下のとおりとする。~~

・ 板厚から決定される必要脚長

$$s_{req} = \sqrt{(2 \times t)} = \sqrt{(2 \times 38)} = 8.72 \text{ mm}$$

以上より、溶接サイズは、 $S=11 \text{ mm}$ 以上とする。

なお、図4.1.7の上フランジとベースプレートの溶接部には、上フランジ

~~また、上フランジとウェブは引張力が作用する継手であるため、全断面溶込み溶接とする。~~

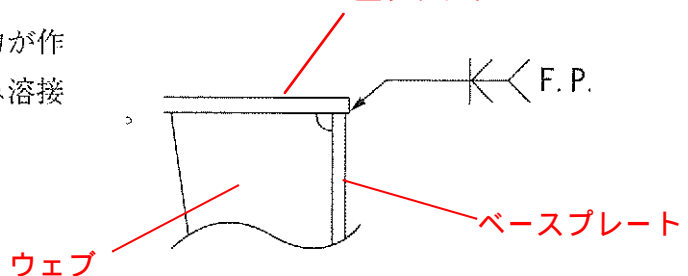


図 4.1.7 溶接記号