

補修設計の心得

2009.07.31

S.T

補修・補強設計が新設設計と異なるのは、現にそこに構造物が存在することである。これを従来からの新設設計のごとき手順で計算して、ストレスがオーバーしたから、即「補強だ!」「取替えだ!」というのは、はなはだ早計に過ぎる。

今ある構造物を如何に「活かすか」が、技術者に与えられた使命である。通常の新設設計では無視している部材も評価できるものは評価して、できるだけ無駄な投資を避けさせる事こそ、当社の掲げる「社会に貢献する」の社是に合うものである。

目次

§ 1	RCスラブ定着形式の補強	1	ページ
1.	形状事例	1	
2.	作用力	1	
3.	補強ボルトの設計	1	
4.	地覆定着板	2	
5.	RC地覆断面の照査	3	
6.	RCスラブ断面の照査	3	
§ 2	鋼縦桁定着形式の補強	4	
2.1	設計方針	4	
2.2	上フランジ定着を期待した場合の現有強度	4	
2.3	補強具取付け案の設計	5	

§ 1 支柱のRCスラブ定着の場合の補強

1. 形状事例

右図に示すごとく、支柱は下端ベースプレートを通じてアンカーボルトにてスラブに固定されている(図-1)。この支柱の、地覆上面となるところにコネクションピースを取付けてアンカすることを前提に各部位の発生応力度を照査する。

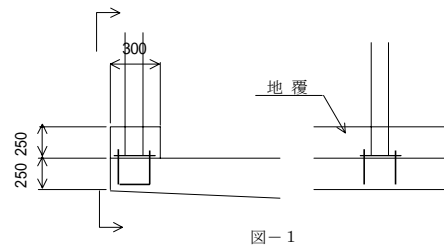


図-1

コネクションピースの取付け法には、ボルト接合と溶接の2案が考えられるが、計算の目的が追加ボルトの効能を知ることにあるので、後者を取上げて検討を進める(図-2)。

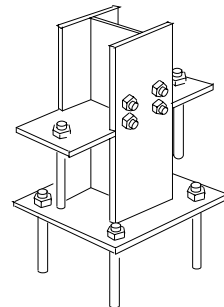
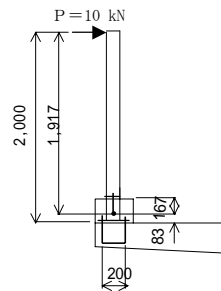


図-2

2. 作用力



$$S = 10.0 \text{ kN}$$

$$M = 10.0 \times 1.917 = 19.17 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

3. 補強ボルトの設計

$$\text{ボルト群の二次モーメント: } I = 4 \times 0.100^2 + 4 \times 0.083^2 + 2 \times 0.167^2 = 0.123 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{S}{n} = \frac{10.0}{6} = 1.67 \text{ kN/本}$$

$$m = \frac{M}{I} y_u = \frac{19.2}{0.123} \times 0.167 = 26.03 \text{ kN/本}$$

$$= 1.67 + 26.03 = 27.69 \text{ kN/本}$$

1-Bolt 25 (S35CN) を使用する。

$$A = \frac{d^2}{4} = \frac{22.05^2}{4} = 381.9 \text{ mm}^2$$

ここで、d=22.05mmは、M22ボルトの有効径

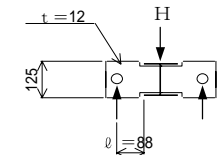
$$= \frac{27,690}{381.9} = 72.5 \text{ N/mm}^2 < 1.5 a = 120 \text{ N/mm}^2 \text{ --- OK}$$

4. 地覆定着板の照査

定着板は水平力によって板幅方向の作用を受けるので、発生するせん断力・曲げモーメントを用いた応力照査を実施する。

$$S = 27.69 \text{ kN}$$

$$M = S \cdot \ell = 27.69 \times 0.088 = 2.437 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



・ 定着板の応力度

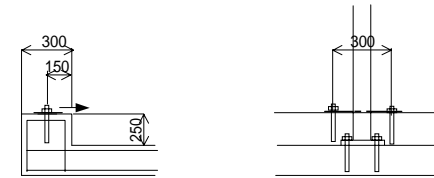
$$= \frac{M}{Z} = \frac{2,437,000}{12 \times 125^2 / 6} = 78.0 < 1.5 a = 210.0 \text{ N/mm}^2$$

$$= \frac{S}{A} = \frac{27,694}{12 \times 125} = 18.5 < 1.5 a = 127.5 \text{ N/mm}^2$$

発生応力度が小さいので、合成応力度の照査は省略する。

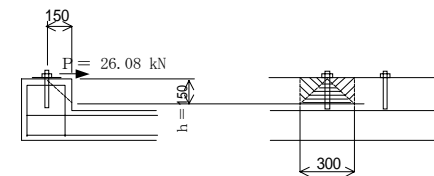
5. RC地覆断面の照査

追加ボルトを設置するRC地覆の押し抜きせん断およびスラブとの連結部について応力照査する。



(1) 押し抜きせん断に対して

ボルト天端からの破断面を想定する。



想定破断面の面積

$$A = 150 \sqrt{2} \times 150 / 2 \times 2$$

$$+ 150 \sqrt{2} \times 300 / 2$$

$$= 63,600 \text{ mm}^2$$

$$= \frac{P}{A} = \frac{27,690}{63,600} = 0.4 \text{ N/mm}^2 < 1.5 a = 1.35 \text{ N/mm}^2 \text{ --- OK}$$

(2) 曲げモーメントに対して

・ 支柱1本あたりの曲げモーメント

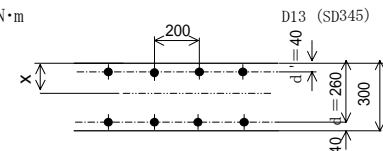
$$M = 2 P \cdot h = 2 \times 27.69 \times 0.250$$

$$= 13.85 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

・ 支柱1本あたりの有効幅

$$B = 300 + 2 \times 250$$

$$= 800 \text{ mm}$$



諸数値

n	b	d	d'	As (mm ²)	As' (mm ²)
15	800	260	40	4 × 126.7 = 506.8	4 × 126.7 = 506.8

$$x = 58.86 \text{ mm}$$

$$K_c = 6,195,000 \text{ mm}^3 \quad K_s = 120,900 \text{ mm}^3$$

$$c = \frac{M}{K_c} = \frac{13.85 \times 10^6}{6,195,000} = 2.2 \text{ N/mm}^2 < 1.25 \quad ca = 17.5 \text{ N/mm}^2 < 0K >$$

$$s = \frac{M}{K_s} = \frac{13.85 \times 10^6}{120,900} = 114.5 \text{ N/mm}^2 < 1.25 \quad sa = 250 \text{ N/mm}^2 < 0K >$$

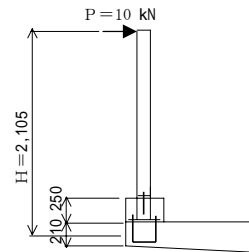
5. RCスラブ断面の照査

(1) スラブに作用する曲げモーメント

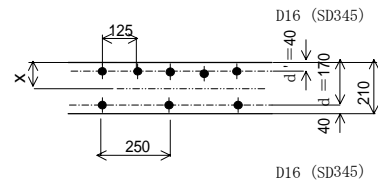
$$M = P \cdot H = 10.00 \times 2.105 = 21.05 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

(2) スラブの有効幅

$$B = 300 + 2 \times 250 + 210 = 1,010 \text{ mm}$$



(3) 応力照査



諸数値

n	b	d	d'	As (mm ²)	As' (mm ²)
15	1,010	170	40	4.04 × 198.6 = 802.34	8.08 × 198.6 = 1604.7

$$x = 49.32 \text{ mm}$$

$$K_c = 4,416,000 \text{ mm}^3 \quad K_s = 120,300 \text{ mm}^3$$

$$c = \frac{M}{K_c} = \frac{21.05 \times 10^6}{4,416,000} = 4.8 \text{ N/mm}^2 < 1.25 \quad ca = 17.5 \text{ N/mm}^2 < 0K >$$

$$s = \frac{M}{K_s} = \frac{21.05 \times 10^6}{120,300} = 175.0 \text{ N/mm}^2 < 1.25 \quad sa = 250 \text{ N/mm}^2 < 0K >$$

§ 2 鋼縦桁定着形式の補強

2.1 設計方針

右図に示すごとく、支柱下端と一体化された縦桁を、ブラケットと腹板のみの添接で連結しており、ここが当形式の最弱点であり、防風柵の取付けによって、唯一ストレスオーバーする部位である(図-1)。

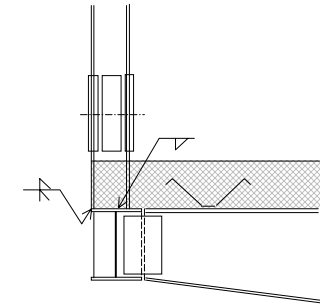


図-1 現状構造

上記対策として、コンクリートに固定された縦桁上フランジに水平力を負担させる案(図-2)について算定し、この案が不可なるときには支柱側面に補強具を取付けるもの(図-3)とする。

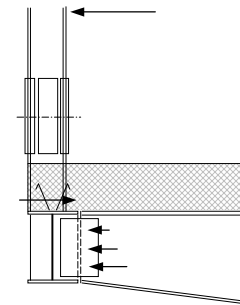


図-2 荷重分散案
(上フランジの固定度に期待)

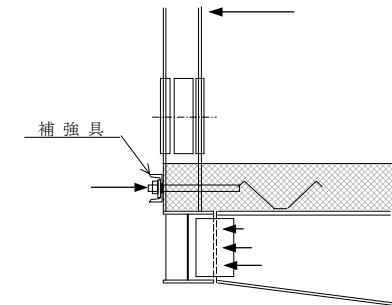
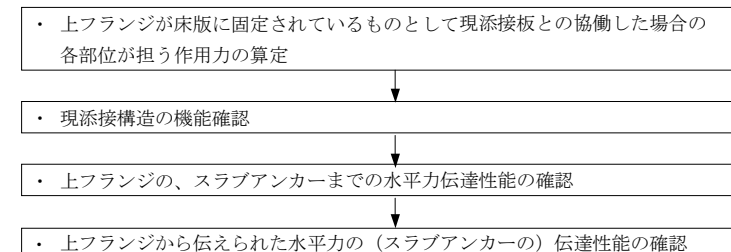


図-3 補強構造案
(補強具にて支柱を固定)

2.2 上フランジ定着を期待した場合の現有強度(図-2)

当該構造は、外から内に向けて支柱に作用する力には絶大の強度を発揮するが、逆の作用力にはコンクリートと鋼桁の結合状態を算定する必要がある。下記手順をもって現有強度の確認を行う。



(1) 各部位の負担する力

上フランジを支点とする張出し梁として、各部位の負担する力を求める。

① 上フランジ上面位置での支柱曲げモーメント

設計計算書より、 $M = 34.24 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $S = 20.20 \text{ kN}$

② 最下段のボルト値

$$= \frac{M}{y^2} \cdot y \cdot n$$

$$= \frac{34.24}{2 \times (0.072^2 + 0.147^2 + 0.222^2)} \times 0.222$$

$$= 49.96 \text{ kN/本} < 1.5 \cdot a = 100 \text{ kN/本} \quad (\text{F8T 2面摩擦強度})$$

③ 上フランジに働く水平力

$$R = 20.20 + 49.96 \times \frac{2 \times (0.072 + 0.147 + 0.222)}{0.222} = 218.7 \text{ kN}$$

(2) 応力照査

① 上フランジ

スラブアンカーによる固定間距離を1.0mとする。

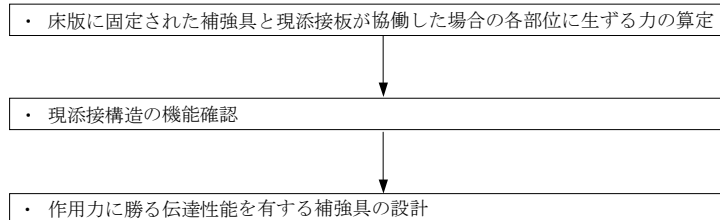
- 水平曲げモーメント： $M = \frac{218.7 \times 1.000}{8} = 27.34 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- 上フランジの応力度： $= \frac{27.34 \times 10^6}{12 \times 200^2 / 6} = 341.7 \text{ N/mm}^2$

$$> 1.5 \cdot a = 210 \text{ N/mm}^2 \text{ --- NG}$$

よって、本手法を断念し、スラブアンカーの応力照査を省略する。

2.3 補強具取付け案の設計 (図-3)

2.2と同様な手法をもって計算するが、2.2の上フランジに代えて補強具に水平力を負担させる。



(1) 各部位の負担する力

上フランジを支点とする張出し梁として、各部位の負担する力を求める。

① 上フランジ上面位置での支柱曲げモーメント

設計計算書より、高さ補正して求める。
 $M = 30.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $S = 20.00 \text{ kN}$

② 最下段のボルト値

$$= \frac{M}{y^2} \cdot y \cdot n$$

$$= \frac{30.00}{2 \times (0.177^2 + 0.252^2 + 0.327^2)} \times 0.327$$

$$= 24.31 \text{ kN/本} < 1.5 \cdot a = 100 \text{ kN/本} \quad (\text{F8T 2面摩擦強度})$$

③ 補強具に働く水平力

$$R = 20.00 + 24.31 \times \frac{2 \times (0.177 + 0.252 + 0.327)}{0.327} = 132.4 \text{ kN}$$

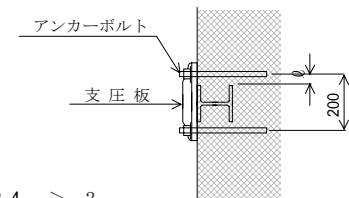
(2) 応力照査

① アンカーボルト

接着系アンカーボルト R-19 使用
 (最大引張強度： $P_u = 160 \text{ kN}$)

$$\text{引抜き安全率} = \frac{P_u \cdot n}{R}$$

$$= \frac{160 \times 2}{132.4} = 2.4 > 2$$

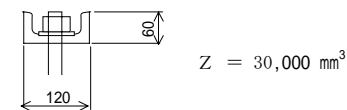


② 支圧板

・ 曲げモーメント

支柱の内部がコンクリートで充たされているので、アンカーボルトから支柱フランジ端までの距離を用いて曲げモーメントを算定する。

$$M = R \cdot l = 132.4 \times 0.0375 = 4.965 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



$$= \frac{M}{Z} = \frac{4,965,000}{30,000} = 165.5 < 1.5 \cdot a = 210.0 \text{ N/mm}^2 \text{ --- OK}$$