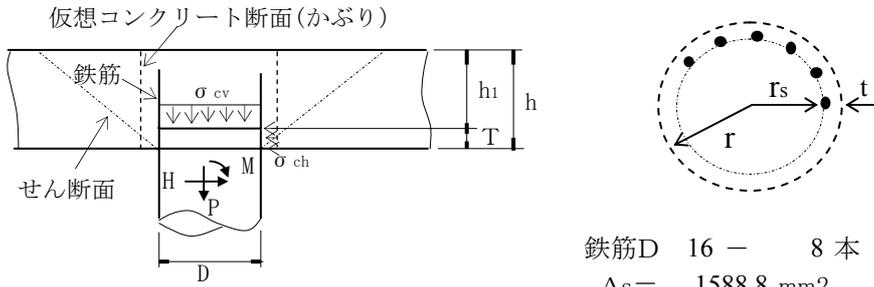


7. 杭とフーチング結合部(結合方法：方法B)



鉄筋D 16 - 8本  
 $A_s = 1588.8 \text{ mm}^2$

- D = 319 mm : 杭径
- $r_s = 159 \text{ mm}$  : 中心から鉄筋までの距離
- $r = 259 \text{ mm}$  : 仮想鉄筋コンクリート断面半径
- $\lambda = 6 \text{ mm}$  : すみ肉溶接の脚長
- $\ell_o = 100 \text{ mm}$  : 溶接長
- $\tau_s = 0.70 \text{ N/mm}^2$  : 杭の溶接部のせん断応力度
- h = 300 mm
- T = 100 mm : 杭の埋込み長
- $h_1 = 200 \text{ mm}$  : 杭頭よりフーチング上面までの距離
- $\sigma_{ca} = 7.0 \text{ N/mm}^2$  : コンクリート許容支圧応力度
- $\sigma_{sa} = 180.0 \text{ N/mm}^2$  : 鉄筋の許容引張応力度

常時

- M = 28.37 kN·m : モーメント
- N = 179.55 kN : 押込み力
- $N' = 143.85 \text{ kN}$  : 引抜き力
- H = 25.53 kN : 水平力

i) フーチングコンクリートの垂直支圧応力度

$$\sigma_{cv} = N / (\pi/4 \cdot D^2) = 2.00 \text{ N/mm}^2 < 7.0 \text{ N/mm}^2 \dots \text{OK}$$

ii) フーチングコンクリートの水平支圧応力度

$$\sigma_{cv} = H / (D \cdot T) = 0.80 \text{ N/mm}^2 < 7.0 \text{ N/mm}^2 \dots \text{OK}$$

iii) フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度

$$\tau = N / (\pi (D + h_1) h_1) = 0.55 \text{ N/mm}^2 < 0.7 \text{ N/mm}^2 \dots \text{OK}$$

iv) 仮想鉄筋コンクリートの応力度

仮想コンクリートの応力度を算定するには、まず次式を満足する $\phi$ をもとめる。

$$\frac{e}{r} = \frac{\phi/4 - \sin\phi \cdot \cos\phi (5/12 - 1/6\cos^2\phi) + n \cdot \pi \cdot p (r_s/r)^2}{1/3\sin\phi (2 + \cos^2\phi) - \phi \cdot \cos\phi - n \cdot \pi \cdot p \cdot \cos\phi}$$

この場合、最初に $\phi$ を仮定して試算する。さらに求めた $\phi$ を

$$k = 1 - \cos\phi$$

$$C = \frac{1/3(2 + \cos^2\phi) \sin\phi - \phi \cdot \cos\phi - n \cdot \pi \cdot p \cdot \cos\phi}{1 - \cos\phi}$$

に代入して得られるk及びCを用いて応力度を計算する。

ここで、補強に使用する鉄筋量をD 16 - 8本とすると

$$A_s = 1588.8 \text{ mm}^2$$

$$p = A_s / \pi \cdot r^2 = 0.00752$$

Nmax= 179550 Nの場合

$$e = \frac{M}{N} = \frac{28365000}{179550} = 158 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{r} = 0.609$$

これを満足する $\phi$ を求め、kおよびCを計算すると

$$\phi = 1.87$$

$$k = 1 - \cos \phi = 1.295$$

$$C = 1.020$$

$$\frac{e}{r} = \frac{0.6476794}{1.3204399} = 0.491$$

よって、

$$\sigma_c = N / (r^2 \cdot C) = 2.62 \text{ N/mm}^2 < 7.0 \text{ N/mm}^2 \cdots \cdots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{n \cdot \sigma_c}{k} \left( 1 - k + \frac{r_s}{r} \right) \\ &= 10 \text{ N/mm}^2 < 180 \text{ N/mm}^2 \cdots \cdots \text{OK} \end{aligned}$$

Nmin= 143850 Nの場合

$$e = \frac{M}{N} = \frac{28365000}{143850} = 197 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{r} = 0.760$$

これを満足する $\phi$ を求め、kおよびCを計算すると

$$\phi = 1.7$$

$$k = 1 - \cos \phi = 1.129$$

$$C = 0.825$$

$$\frac{e}{r} = \frac{0.5447824}{0.9313196} = 0.585$$

よって、

$$\sigma_c = N / (r^2 \cdot C) = 2.59 \text{ N/mm}^2 < 7.0 \text{ N/mm}^2 \cdots \cdots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{n \cdot \sigma_c}{k} \left( 1 - k + \frac{r_s}{r} \right) \\ &= 17 \text{ N/mm}^2 < 180 \text{ N/mm}^2 \cdots \cdots \text{OK} \end{aligned}$$

v) 鉄筋の定着長

鉄筋D 16 を使用しているのので

$$A_s = 198.6 \text{ mm}^2$$

$$U = 50 \text{ mm}^2$$

よって、定着長は

$$L = \frac{\sigma_{sa} \cdot A_s}{\tau_{ca} \cdot U} = \frac{180}{1.4} \times \frac{198.6}{50} = 511 \text{ mm}$$

vi) 溶接部のせん断応力度

$$\tau_s = \frac{\sigma_{sa} \cdot A_s}{1.4 \cdot \lambda \cdot \ell}$$

$$= \frac{180}{1.4} \times \frac{198.6}{6 \times 100}$$

$$= 42.6 \text{ N/mm}^2 > 1 \text{ N/mm}^2 \text{----- NG}$$

ここに、

$$\lambda = 6 \text{ mm} : \text{すみ肉溶接の脚長}$$

$$\ell = 100 \text{ mm} : \text{溶接長}$$

地震時

$$M = 46.53 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad : \text{モーメント}$$

$$N = 131.07 \text{ kN} \quad : \text{押込み力}$$

$$N' = 92.73 \text{ kN} \quad : \text{引抜き力}$$

$$H = 43.37 \text{ kN} \quad : \text{水平力}$$

i) フーチングコンクリートの垂直支圧応力度

$$\sigma_{cv} = N / (\pi/4 \cdot D^2) = 2.00 \text{ N/mm}^2 < 10.5 \text{ N/mm}^2 \cdots \cdots \text{OK}$$

ii) フーチングコンクリートの水平支圧応力度

$$\sigma_{cv} = H / (D \cdot T) = 1.36 \text{ N/mm}^2 < 10.5 \text{ N/mm}^2 \cdots \cdots \text{OK}$$

iii) フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度

$$\tau = N / (\pi (D + h_i) h_i) = 0.40 \text{ N/mm}^2 < 10.5 \text{ N/mm}^2 \cdots \cdots \text{OK}$$

iv) 仮想鉄筋コンクリートの応力度

仮想コンクリートの応力度を算定するには、まず次式を満足する $\phi$ をもとめる。

$$\frac{e}{r} = \frac{\phi/4 \cdot \sin \phi \cdot \cos \phi (5/12 - 1/6 \cos^2 \phi) + n \cdot \pi \cdot p (r_s/r)^2}{1/3 \sin \phi (2 + \cos^2 \phi) - \phi \cdot \cos \phi - n \cdot \pi \cdot p \cdot \cos \phi}$$

この場合、最初に $\phi$ を仮定して試算する。さらに求めた $\phi$ を

$$k = 1 - \cos \phi$$

$$C = \frac{1/3 (2 + \cos^2 \phi) \sin \phi - \phi \cdot \cos \phi - n \cdot \pi \cdot p \cdot \cos \phi}{1 - \cos \phi}$$

に代入して得られる $k$ 及び $C$ を用いて応力度を計算する。

ここで、補強に使用する鉄筋量を $D = 16 - 8$ 本とすると

$$A_s = 1588.8 \text{ mm}^2$$

$$p = A_s / \pi \cdot r^2 = 0.00752$$

$N_{\max} = 131070 \text{ N}$ の場合

$$e = \frac{M}{N} = \frac{46530000}{131070} = 355 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{r} = 1.369$$

これを満足する $\phi$ を求め、 $k$ および $C$ を計算すると

$$\phi = 1.27$$

$$k = 1 - \cos \phi = 0.704$$

$$C = 0.261$$

$$\frac{e}{r} = \frac{0.2706307}{0.1833468} = 1.476$$

よって、

$$\sigma_c = N / (r^2 \cdot C) = 7.48 \text{ N/mm}^2 < 10.5 \text{ N/mm}^2 \cdots \cdots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{n \cdot \sigma_c}{k} \left( 1 - k + \frac{r_s}{r} \right) \\ &= 145 \text{ N/m}^2 < 270 \text{ N/mm}^2 \cdots \cdots \text{OK} \end{aligned}$$

Nmin= 92730 Nの場合

$$e = \frac{M}{N} = \frac{46530000}{92730} = 502 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{r} = 1.936$$

これを満足する $\phi$ を求め、kおよびCを計算すると

$$\phi = 1.23$$

$$k = 1 - \cos \phi = 0.666$$

$$C = 0.201$$

$$\frac{e}{r} = \frac{0.2490071}{0.1337937} = 1.861$$

よって、

$$\sigma_c = N / (r^2 \cdot C) = 6.87 \text{ N/mm}^2 < 10.5 \text{ N/mm}^2 \cdots \cdots \text{OK}$$

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{n \cdot \sigma_c}{k} \left( 1 - k + \frac{r_s}{r} \right) \\ &= 147 \text{ N/mm}^2 < 270 \text{ N/mm}^2 \cdots \cdots \text{OK} \end{aligned}$$

v) 鉄筋の定着長

鉄筋D 16を使用しているので

$$A_s = 198.6 \text{ mm}^2$$

$$U = 50 \text{ mm}^2$$

よって、定着長は

$$L = \frac{\sigma_{sa} \cdot A_s}{\tau_{ca} \cdot U} = \frac{270}{2.1} \times \frac{198.6}{50} = 511 \text{ mm}$$

vi) 溶接部のせん断応力度

$$\begin{aligned} \tau_s &= \frac{\sigma_{sa} \cdot A_s}{2.1 \cdot \lambda \cdot \ell} \\ &= \frac{270}{2.1} \times \frac{198.6}{6 \times 100} \end{aligned}$$

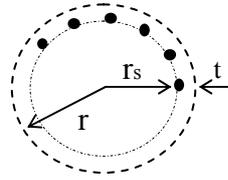
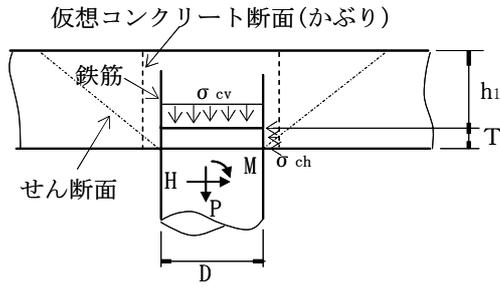
$$= 42.6 \text{ N/m}^2 > 1 \text{ N/m}^2 \cdots \cdots \text{NG}$$

ここに、

$$\lambda = 6 \text{ mm} : \text{すみ肉溶接の脚長}$$

$$\ell = 100 \text{ mm} : \text{溶接長}$$

計算結果



鉄筋D 16 - 8本  
 $A_s = 1588.8 \text{ mm}^2$

常時

$M = 28.37 \text{ kN}\cdot\text{m}$  : モーメント  
 $N = 179.55 \text{ kN}$  : 押込み力  
 $N' = 143.85 \text{ kN}$  : 引抜き力  
 $H = 25.53 \text{ kN}$  : 水平力

照査項目	計算値 N/m <sup>2</sup>	許容値 N/m <sup>2</sup>	判定
フーチングコンクリートの垂直支圧応力度	2.00	7.0	OK
フーチングコンクリートの水平支圧応力度	0.80	7.0	OK
フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	0.55	7.0	OK
仮想鉄筋コンクリートの応力度(Nmaxの場合)	2.62	7.0	OK
仮想鉄筋の応力度(Nmaxの場合)	10.00	180.0	OK
仮想鉄筋コンクリートの応力度(Nminの場合)	2.59	7.0	OK
仮想鉄筋の応力度(Nminの場合)	17.00	180.0	OK
溶接部のせん断応力度	42.60	0.7	NO

地震時

$M = 46.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$  : モーメント  
 $N = 131.07 \text{ kN}$  : 押込み力  
 $N' = 92.73 \text{ kN}$  : 引抜き力  
 $H = 43.37 \text{ kN}$  : 水平力

照査項目	計算値 N/m <sup>2</sup>	許容値 N/m <sup>2</sup>	判定
フーチングコンクリートの垂直支圧応力度	2.00	10.5	OK
フーチングコンクリートの水平支圧応力度	1.36	10.5	OK
フーチングコンクリートの押抜きせん断応力度	0.40	10.5	OK
仮想鉄筋コンクリートの応力度(Nmaxの場合)	7.48	10.5	OK
仮想鉄筋の応力度(Nmaxの場合)	0.54	270.0	OK
仮想鉄筋コンクリートの応力度(Nminの場合)	0.40	10.5	OK
仮想鉄筋の応力度(Nminの場合)	50.00	270.0	OK
溶接部のせん断応力度	42.60	1.1	NO

鉄筋の定着長  $L = 511 \text{ mm}$