

構造 Q-05

合成梁

せん断補強筋

ひび割れ拡大防止筋

デッキ合成スラブを用いた合成梁を設計する際、デッキ合成スラブのひび割れ拡大防止筋（溶接金網）と合成梁のせん断補強筋との関係はどうなりますか。

構造 A-05

合成梁の設計については、日本建築学会「各種合成構造設計指針・同解説」の第4章に詳細に述べられており、4.5.2 床スラブのせん断抵抗の項に、せん断補強筋について解説されています。4・5節の解説の考え方について、以下に説明します。

1. 長期荷重時

考え方はT型RCスラブと同じです。右図の断面に作用するせん断力がQとすると、床スラブのある断面に働くせん断応力は、その断面より外側の床スラブに働く垂直応力の梁軸方向での差が集積したものであるため、有効幅先端でゼロ、床スラブ付け根で最大となり下式で与えられます。

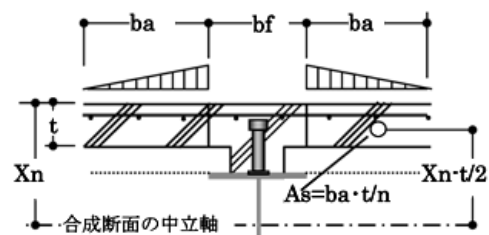


図1

$$\tau_x = (Q \cdot cSx') / (t \cdot cIn)$$

$cIn$ : 合成断面の断面2次モーメント  
 $cSx'$ : 中立軸に対するスラブ付け根より外側のスラブの等価断面1次モーメント  
 $cSx' = As \cdot (Xn - t/2) = ba \cdot t \cdot (Xn - t/2) / n$   
 $Xn$ : 合成断面の中立軸  
 $n$ : 鋼材のヤング係数比

長期荷重時にこの最大せん断応力度をせん断ひび割れ発生応力以下にとどめるよう、 $\tau_x < F_c / 15$ を推奨しています。この $\tau_x$ が $F_c / 15$ を超えるとスラブ厚の変更が必要となります。

2. 終局状態時

指針4.25式、4.26式より必要鉄筋量は、下端筋、上端筋ともそれぞれ下式以上としているため、デッキ合成スラブでのシングル配筋にあてはめて、下式の2倍以上配筋するものとします。

$$P \cdot \sigma_y \geq 0.63 \tau_u - 0.51 \sqrt{F_c} \quad \text{kg/cm}^2$$

$$P \cdot \sigma_y \geq 2.81 \quad \text{kg/cm}^2$$

$F_c$ : コンクリート設計規準強度  $\text{kg/cm}^2$   
 $p$ : せん断単位面積当りの、これと直交するスラブ上端または下端の鉄筋断面積  
 $\sigma_y$ : 同上の鉄筋の降伏点  $\text{kg/cm}^2$   
 $\tau_u$ : 曲げ終局時における面内せん断応力度  $\text{kg/cm}^2$

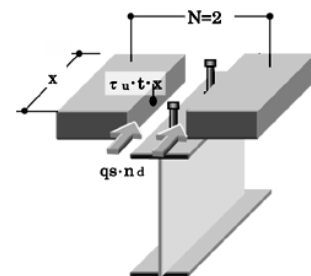


図2

この面内せん断応力 $\tau_u$ をシャーコネクターの耐力と結び付けて

$$\tau_u = (n_d \cdot q_s) / (N \cdot t \cdot X) \quad \text{kg/cm}^2$$

$q_s$ : 規定されるシャーコネクターの耐力

$n_d$ : 1組のシャーコネクターの本数

$N$ : 面内せん断ひび割れの数 (T梁では  $N = 2$ 、L梁では  $N = 1$ )

$t$ : スラブの有効厚さ

$X$ : シャーコネクターの間隔

ここで $\tau_u$ は図2より1組のシャーコネクターの耐力 $= q_s \cdot n_d$ と、スラブからの1組のシャーコネクターが負担するせん断力 $= N \cdot \tau_u \cdot t \cdot X$ が等しいため、

$$q_s \cdot n_d = N \cdot \tau_u \cdot t \cdot X$$

$$\tau_u = (q_s \cdot n_d) / (N \cdot t \cdot X)$$

より算出されます。

《参考》

大梁を合成梁として設計する場合、終局状態時の塑性ヒンジ位置を算出して頭付きスタッドの算定を行います。鉛直荷重時が支配的でなければ不完全合成梁として設計することができません。また、床スラブ有効幅、梁サイズが大きいため、通常、せん断補強筋は多く要求されます。以上から、せん断補強筋は溶接金網とは別途に設計することが望ましいです。

≪計算例 1≫

スパン  $l = 7.80$  (m)、小梁 H-396x199x7x11

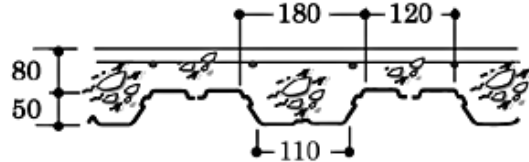
合成スラブ用デッキプレート H50-t1.2

コンクリート山上厚さ 80、 $F_c = 21$  (N/mm<sup>2</sup>)

固定荷重  $W_{DL} = 2,500$  (N/m<sup>2</sup>)

積載荷重  $W_{LL} = 3,900$  (N/m<sup>2</sup>)

小梁間隔 3.00 (m)、合成梁有効幅 B



$$B = 2 \times \left( 0.5 - 0.3 \times \frac{2801}{7800} \right) \times 2801 + 199 = 2 \times 1100 + 199 = 2399 \text{ (mm)}$$

スタッドジベル 16φ@300  $l = 90$  (mm)、 $q_s = 1.00 \times 6.75 = 6.75$  (t/本) (= 66.7kN)

不完全合成梁として設計する。施工時に支保工は設けない

1. 長期荷重時

$$Q = 1/2 \times 3.9 \times 3.0 \times 7.8 = 46.8 \text{ (kN)}$$

$${}_c I_n = 64500 \times 10^4 \text{ (mm}^4\text{)}$$

$$X_n = 119 \text{ (mm)}$$

$${}_c S_x = 1100 \times 80 \times (119 - 80/2) / 10 \\ = 695 \times 10^3 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$\tau_x = \frac{46800 \times 695 \times 10^3}{80 \times 64500 \times 10^4}$$

$$= 0.63 \text{ (N/mm}^2\text{)} < 1.4 \text{ (N/mm}^2\text{)} = \frac{F_c}{15} \text{ OK}$$

2. 終局荷重時

$$\tau_u = \frac{n_d \cdot q_s}{N \cdot t \cdot X} = \frac{1 \times 6750}{2 \times 8 \times 30} = 14.1 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (\leftarrow 1.39 \text{ (N/mm}^2\text{)})$$

$$P = \frac{0.63\tau_u - 0.51\sqrt{F_c}}{\sigma_y} = \frac{0.63 \times 14.1 - 0.51 \times \sqrt{210}}{2400} = 0.000622$$

$$P = \frac{2.81}{2400} = 0.00117$$

$$\therefore a_t = 2 \times 0.00117 \times 80 \times 1000 = 187 \text{ (mm}^2\text{/m)}$$

溶接金網 6φ - 100 × 100 ( $a_t = 282$  (mm<sup>2</sup>/m)) で OK

《計算例 2》

スパン = 12.00 (m)、小梁 H-596x199x10x15

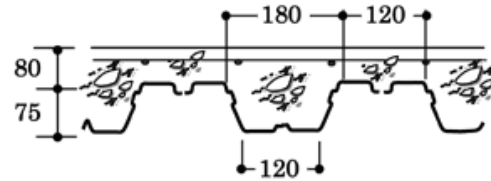
合成スラブ用デッキプレート H75-t1.2

コンクリート山厚さ 80、 $F_c = 18(N/mm^2)$

固定荷重  $W_{DL} = 2,810 (N/m^2)$

積載荷重  $W_{LL} = 3,900 (N/m^2)$

小梁間隔 3.20 (m)、合成梁有効幅 B



$$B = 2 \times \left( 0.5 - 0.3 \times \frac{3\,001}{12\,000} \right) \times 3\,001 + 199 = 2 \times 1\,275 + 199 = 2\,749 (mm)$$

スタッドジベル 19φ@300、 $\ell = 120 (mm)$ 、 $q_s = 0.986 \times 8.48 = 8.36 (t/本)$  (= 81.9kN  
不完全合成梁として設計する。施工時に支保工は設けない)

1. 長期荷重時

$$Q = 1/2 \times 3.9 \times 3.2 \times 12.0 = 74.8 (kN)$$

$$cI_n = 203\,000 \times 10^4 (mm^4)$$

$$X_n = 187 (mm)$$

$$cS_x = 1\,275 \times 80 \times (187 - 80/2)/10 \\ = 1\,500 \times 10^3 mm^3$$

$$\tau_x = \frac{74\,800 \times 1\,500 \times 10^3}{80 \times 203\,000 \times 10^4}$$

$$= 0.691 (N/mm^2) < 1.2 (N/mm^2) = \frac{F_c}{15} \quad \text{OK}$$

2. 終局荷重時

$$\tau_u = \frac{n_d \cdot q_s}{N \cdot t \cdot X} = \frac{1 \times 8\,360}{2 \times 8 \times 30} = 17.4 (kg/cm^2) \quad (\leftarrow 1.71 (N/mm^2))$$

$$P = \frac{0.63\tau_u - 0.51\sqrt{F_c}}{\sigma_y} = \frac{0.63 \times 17.4 - 0.51 \times \sqrt{180}}{2\,400} = 0.000172$$

$$P = \frac{2.81}{2\,400} = 0.00117$$

$$\therefore a_t = 2 \times 0.00172 \times 80 \times 1\,000 = 275.2 (mm^2/m)$$

溶接金網 6φ - 100 × 100 ( $a_t = 282 (mm^2/m)$ ) のみの配筋も許容されるが余裕をみて床スラブ全面に 6φ - 150 × 150 ( $a_t = 188 (mm^2/m)$ ) に加え、D10@300を梁と直行方向に配筋する。  
( $a_t = 426 (mm^2/m)$ )