

表 2-11～表 2-14 に使用頻度が比較的多い鋼材の種類と断面性能を示す。

表 2-11 補強筋鉄筋の断面性能

鉄筋種類	重量 (kg/m)	断面2次モーメント (m ⁴)	断面係数 (m ³)	断面積 (m ²)
D22	3.04	1.150 × 10 ⁻⁸	1.045 × 10 ⁻⁶	3.871 × 10 ⁻⁴
D25	3.98	1.917 × 10 ⁻⁸	1.534 × 10 ⁻⁶	5.067 × 10 ⁻⁴

※断面2次モーメント,断面係数の計算は公称径

表 2-12 補強材（平鋼）の断面性能

平鋼種類	重量 (kg/m)	断面2次モーメント (m ⁴)	断面係数 (m ³)	断面積 (m ²)
FB6 × 50	2.36	0.090 × 10 ⁻⁸	0.300 × 10 ⁻⁶	3.000 × 10 ⁻⁴
FB9 × 65	4.59	0.395 × 10 ⁻⁸	0.878 × 10 ⁻⁶	5.850 × 10 ⁻⁴
FB12 × 50	4.71	0.720 × 10 ⁻⁸	1.200 × 10 ⁻⁶	6.000 × 10 ⁻⁴
FB8 × 65	3.06	0.277 × 10 ⁻⁸	0.693 × 10 ⁻⁶	5.200 × 10 ⁻⁴
FB6 × 75	3.53	0.135 × 10 ⁻⁸	0.450 × 10 ⁻⁶	4.500 × 10 ⁻⁴
FB9 × 75	5.30	0.456 × 10 ⁻⁸	1.013 × 10 ⁻⁶	6.750 × 10 ⁻⁴
FB12 × 75	7.06	1.080 × 10 ⁻⁸	1.800 × 10 ⁻⁶	9.000 × 10 ⁻⁴

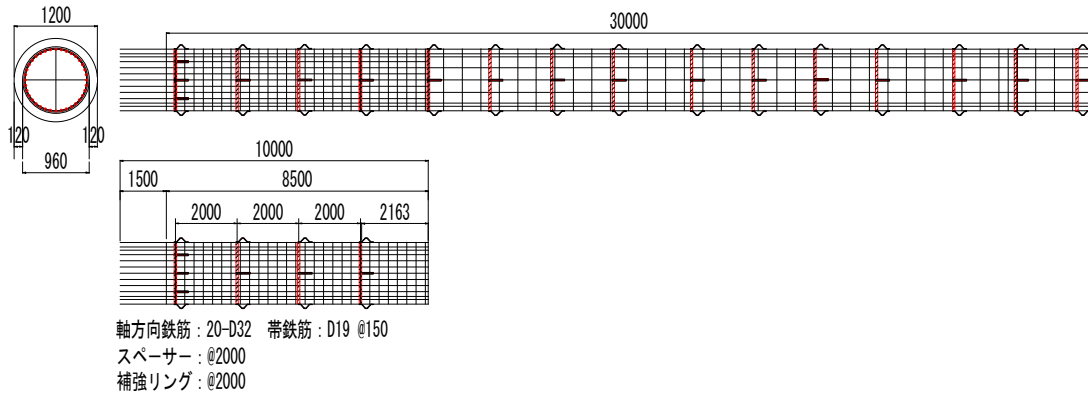
表 2-13 補強材（形鋼）の断面性能

L型鋼種類	重量 (kg/m)	断面2次モーメント (m ⁴)	断面係数 (m ³)	断面積 (m ²)
L6 × 50 × 50	4.43	1.260 × 10 ⁻⁷	3.550 × 10 ⁻⁶	5.644 × 10 ⁻⁴
L6 × 65 × 65	5.91	2.940 × 10 ⁻⁷	6.260 × 10 ⁻⁶	7.527 × 10 ⁻⁴
L8 × 65 × 65	7.66	3.680 × 10 ⁻⁷	7.960 × 10 ⁻⁶	9.761 × 10 ⁻⁴
L6 × 75 × 75	6.85	4.610 × 10 ⁻⁷	8.470 × 10 ⁻⁶	8.727 × 10 ⁻⁴
L9 × 75 × 75	9.96	6.440 × 10 ⁻⁷	1.210 × 10 ⁻⁵	1.269 × 10 ⁻³
L12 × 75 × 75	13.00	8.190 × 10 ⁻⁷	1.570 × 10 ⁻⁵	1.656 × 10 ⁻³
L10 × 90 × 90	13.30	1.250 × 10 ⁻⁶	1.950 × 10 ⁻⁵	1.700 × 10 ⁻³
L10 × 100 × 100	14.90	1.750 × 10 ⁻⁶	2.440 × 10 ⁻⁵	1.900 × 10 ⁻³
L13 × 100 × 100	19.10	2.200 × 10 ⁻⁶	3.110 × 10 ⁻⁵	2.431 × 10 ⁻³
L12 × 150 × 150	27.30	7.400 × 10 ⁻⁶	6.810 × 10 ⁻⁵	3.477 × 10 ⁻³

表 2-14 補強材（平鋼+D22）の断面性能

平鋼+鉄筋種類	重量 (kg/m)	断面2次モーメント (m ⁴)	断面係数 (m ³)	断面積 (m ²)
FB6 × 50 + D22	5.40	4.553 × 10 ⁻⁸	2.660 × 10 ⁻⁶	6.871 × 10 ⁻⁴
FB8 × 65 + D22	6.10	6.420 × 10 ⁻⁸	3.276 × 10 ⁻⁶	9.071 × 10 ⁻⁴
FB6 × 75 + D22	6.57	5.364 × 10 ⁻⁸	2.895 × 10 ⁻⁶	8.371 × 10 ⁻⁴
FB9 × 75 + D22	8.34	7.516 × 10 ⁻⁸	3.605 × 10 ⁻⁶	1.062 × 10 ⁻³
FB12 × 75 + D22	10.10	1.005 × 10 ⁻⁷	4.392 × 10 ⁻⁶	1.287 × 10 ⁻³

2) 補強リングの強度計算例



図参 1-2 鉄筋かご配筋図

杭 径	D1:	1200 mm			
鉄筋かぶり		120 mm			
軸方向鉄筋(径、本数)	D 32	—	20 本		
帯鉄筋(径、間隔)	D 19	ピッチ	150 mm	帯鉄筋の直径： D3=	941 mm d= 19 mm
補強リング(厚さ、径)	t=	28mm 平鋼+鉄筋	補強リングの直径	D2=	858 mm
					ピッチ：2000 mm
					FB-6×75+D22 (表参 1-4 φ1200mm 補強リングの材料と荷重の関係を参照)
$M_0 = wR^2 (1/2 + \cos \phi + \phi \sin \phi - \pi \sin \phi + \sin^2 \phi)$				$M_0 =$	0.3992 kN・m
$N_0 = wR (\sin^2 \phi - 1/2)$				$N_0 =$	-0.4234 kN
$R_a = \pi R w$				$R_a =$	2.7352 kN
$R_b = \pi R w$				$R_b =$	2.7352 kN
w : 分布荷重			(kN/m)		
$w = (n1 \times L1 \times q1 + (L1/L2) \times (\pi \times D3 + 40 \times d) \times q2) / (2\pi R)$				$w =$	2.0753 kN/m
R : 補強リングの半径 (外側の半径)			(m)	$R =$	0.4290 m
$n1$: 軸方向鉄筋の本数			(本)	$n1 =$	20 本
$L1$: 1本の補強リングに作用する鉄筋の重量が最大となる長さ			(m)	$L1 =$	3.163 m
$q1$: 軸方向鉄筋の単位長さ当りの重量			(kN/m)	$q1 =$	0.0611 kN/m
$L2$: 帯鉄筋の間隔			(m)	$L2 =$	0.1500 m
$q2$: 帯鉄筋の単位長さ当りの重量			(kN/m)	$q2 =$	0.0221 kN/m
A : 補強材の断面積 (平鋼+鉄筋)			(m ²)	$A =$	0.0008371 m ²
Z : 補強材の断面係数 (平鋼+鉄筋)			(m ³)	$Z =$	0.000002895 m ³
ϕ : 支持点の角度 (2点支持の場合)			(rad)		
					$\phi = 2\pi / n1 / 2$

応力度のチェックは下記の式による。

$$\sigma_s = M_0 / Z + N_0 / A$$

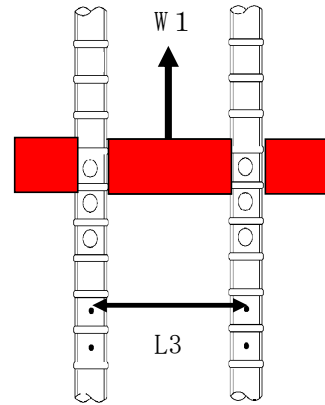
$$\sigma_s = 138.405 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow 139 \text{ N/mm}^2 < 270 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

$$* \text{鉄筋の短期許容応力度} : 180 \text{ N/mm}^2 \times 1.5 = 270 \text{ N/mm}^2$$

$$* \text{鋼材の短期許容応力度} : 140 \text{ N/mm}^2 \times 1.5 = 210 \text{ N/mm}^2$$

3) 杭頭部補強リングの強度計算例

- L3 : 補強材における軸方向鉄筋の間隔 (mm)
 m : 吊治具設置箇所 (2点吊りの場合は m = 2)
 W : 吊荷重 (鉄筋かご総重量) 50 kN (N)
 $W1 = W/m$
 M : 補強材の曲げモーメント (N・mm)
 $M = (W1 \times L3) / 4$ (単純ばり)
 τ : 補強材のせん断応力度 (N/mm²)
 $\tau = W1/A$ A : 補強材の断面積 (mm²)
 σ : 補強材の曲げ応力度 (N/mm²)
 $\sigma = M/Z$ Z : 鋼材の断面係数 (mm³)
 D2 : 補強リングの直径 (mm)
 n : 軸方向鉄筋の本数 (本)



図参 1-3 頭部補強リングに作用する荷重

$L3 = D2 \times \pi / n = 134.8 \text{ mm} = 0.1348 \text{ m}$
 $W1 = 25.0 \text{ kN} \quad (50 \text{ kN} / 2 = 25 \text{ kN})$
 $M = 0.8425 \text{ kN} \cdot \text{m}$
 $\tau = 25,000 \text{ N} / 837 \text{ mm}^2 = 29.9 \text{ N} / \text{mm}^2$
 $\sigma = 842,500 \text{ N} \cdot \text{mm} / 5625 \text{ mm}^3 = 149.8 \text{ N} / \text{mm}^2$
 $\tau = 29.9 \text{ N} / \text{mm}^2 < 120 \text{ N} / \text{mm}^2 \text{ OK}$ (補強材 : 平鋼 6×75)
 $\sigma = 149.8 \text{ N} / \text{mm}^2 < 210 \text{ N} / \text{mm}^2 \text{ OK}$ (補強材 : 平鋼 6×75)

4) 固定金具 1 個当たりの計算例

$W_k = W/N$

W_k : 固定金具 1 個あたりに作用する荷重 (kN)

W : 鉄筋かごの総重量 (kN)

N : 固定金具の個数 (鉄筋かごの吊箇所両側の軸方向鉄筋の本数) (個)

$W_k = 50.0 \text{ kN} / 4 = 12.5 \text{ kN} < 30.0 \text{ kN} \text{ OK}$

固定金具 1 個当たりの荷重は、安全性を考慮し U ボルトが変形した時の荷重を採用する。

表参 1-1 U ボルトの引張り試験結果

名称	破断荷重 試験値 (kN)	U ボルトが変形 した時の荷重 (kN)
U ボルト	111.0	30.0