

(4) あと施工アンカーの計算

1) 設計条件

・アンカー筋の種類		異形鉄筋
・アンカー筋の呼び名	D13	da = 13 mm
・アンカー筋の埋込み深さ		l = 145 mm
・アンカー筋の材質		SD345
・アンカー筋を埋め込むコンクリートの圧縮強度		B = 21 N/mm ²
・アンカー筋を埋め込むコンクリートの単位体積重量		24 kN/m ³
・部材の有効高		d = 460 mm
・部材の断面力	曲げモーメント せん断力	M = 18.7 kN・m S = 53.6 kN
・アンカー本数	引張り側本数 せん断面	3 本 10 本

2) アンカーの材料強度

(a) 短期許容応力度

a) 引張り

・アンカー筋の断面に対して

$$ft1 = y = 343 \text{ N/mm}^2$$

・コーン破壊を生じるコンクリート断面に対して

$$ft2 = 0.23 (B) / 1.5 = 0.7 \text{ N/mm}^2$$

・付着破壊を生じるコンクリートの断面に対して

$$ft3 = 10 (B / 21) / 1.5 = 6.7 \text{ N/mm}^2$$

ここで、 y :アンカー筋降伏点強度(N/mm²)

アンカー筋の種類	降伏点強度 (単位 N/mm ²)
SD295A 及び SD295B	294
SD345	343

この表において、SD295A、SD295B 及び SD345 は、JIS G3112 (鉄筋コンクリート用棒鋼) -1987 に規定する SD295A、SD295B 及び SD345 を、それぞれ表すものとする。

b) せん断

・アンカー筋の断面に対して

$$\begin{aligned} f_s &= \text{Min.}[0.7 \cdot y / 1.5] \text{ or } [0.4 (E_c \cdot B) / 1.5] \text{ or } [196] \\ &= \text{Min.}[160] \text{ or } [180] \text{ or } [196] \\ &= 160 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

ここで、 E_c :アンカー筋を埋め込むコンクリートのヤング係数 (N/mm²)

$$\begin{aligned} E_c &= 3.35 \times 10^4 \times (/24)^2 \times (B/60)^{1/3} \\ &= 21,682 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

但し、 :コンクリートの気乾単位体積重量 (kN/m³)

$$= 24 - 1 = 23 \text{ kN/m}^3$$

(b) 材料強度

a) 引張り

・アンカー筋の断面に対して

$$F_{t1} = y = 343 \text{ N/mm}^2$$

・コーン破壊を生じるコンクリート断面に対して

$$F_{t2} = 0.23 (B) = 1.1 \text{ N/mm}^2$$

・付着破壊を生じるコンクリートの断面に対して

$$F_{t3} = 10 (B / 21) = 10.0 \text{ N/mm}^2$$

b) せん断

・アンカー筋の断面に対して

$$\begin{aligned} F_s &= \text{Min.}[0.7 \cdot y] \text{ or } [0.4 (E_c \cdot B)] \text{ or } [294] \\ &= \text{Min.}[240] \text{ or } [270] \text{ or } [294] \\ &= 240 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

3) アンカー接合部の引張耐力

あと施工アンカーを用いた接合部の引張耐力は、アンカー筋の断面、および、コンクリートのコーン破壊と付着破壊に対するものを求め、これらのうち最も小さい値を採用する。

$$Ta1 = Ft1 \cdot s_a \cdot d_a = 343 \times 127 = 43,561 \text{ N} = 43.6 \text{ kN/本}$$

$$Ta2 = Ft2 \cdot Ac = 1.1 \times 60,130 = 63,377 \text{ N} = 63.4 \text{ kN/本}$$

$$Ta3 = Ft3 \cdot \pi \cdot d_a \cdot l_e = 10.0 \times 5,391 = 53,910 \text{ N} = 53.9 \text{ kN/本}$$

$$Ta = \text{Min.} (Ta1, Ta2, Ta3) = 43.6 \text{ kN/本}$$

ここで、 Ta : アンカー接合部の引張耐力 (kN/本)

$Ta1$: アンカー筋の断面に対する耐力 (kN/本)

$Ta2$: コーン破壊を生じるコンクリート断面に対する耐力 (kN/本)

$Ta3$: 付着破壊を生じるコンクリート断面に対する耐力 (kN/本)

s_a : アンカー筋の呼び名 d_a に応じた有効断面積(ねじ部を設けない場合にあつては公称断面積) (mm²)

アンカー筋の 呼び名 d_a	異形鉄筋		ねじ部	
	種別	公称断面積 (単位 mm ²)	種別	有効断面積 (単位 mm ²)
13	D13	127	M12	84.3
16	D16	199	M16	157
19	D19	287	M18	192
22	D22	387	M22	303

この表において、D13、D16、D19 及び D22 は JIS G3112 (鉄筋コンクリート用棒鋼) -1987 に規定する D13、D16、D19 及び D22 を、M12、M16、M18 及び M22 は JIS B0205 (メートル並目ねじ) -1997 に規定する M12、M16、M18 及び M22 を、それぞれ表すものとする。

l_e : アンカーの有効埋込み深さ(mm)

$$l_e = l - d_a = 145 - 13 = 132 \text{ mm}$$

Ac : コーン破壊を生じるあと施工アンカー接合部断面の有効投影面積 (mm²)

$$Ac = \pi \cdot l_e (l_e + d_a) = 60,130 \text{ mm}^2$$

4) アンカー接合部の短期許容引張耐力

あと施工アンカーを用いた接合部の短期許容引張耐力は、アンカー筋の断面、および、コンクリートのコーン破壊と付着破壊に対するものを求め、これらのうち T_a を決定した要素と同列の値を採用する。

$$T_{as1} = f_{t1} \cdot s \cdot a_e = 343 \times 127 = 43,561 \text{ N} = 43.6 \text{ kN/本}$$

$$T_{as2} = f_{t2} \cdot A_c = 0.7 \times 60,130 = 42,251 \text{ N} = 42.3 \text{ kN/本}$$

$$T_{as3} = f_{t3} \cdot d_a \cdot l_e = 6.7 \times 5,391 = 35,940 \text{ N} = 35.9 \text{ kN/本}$$

$$T_a = \text{Link } T_a (T_{as1}, T_{as2}, T_{as3}) = 43.6 \text{ kN/本}$$

ここで、 T_a : アンカー接合部の短期許容引張耐力 (kN/本)

T_{as1} : アンカー筋の断面に対する短期許容耐力 (kN/本)

T_{as2} : コーン破壊を生じるコンクリート断面に対する短期許容耐力 (kN/本)

T_{as3} : 付着破壊を生じるコンクリート断面に対する短期許容耐力 (kN/本)

5) アンカー接合部のせん断耐力

$$Q_a = F_s \cdot s \cdot a_e = 240 \times 127 = 30,493 \text{ N} = 30.5 \text{ kN/本}$$

ここで、 Q_a : アンカー接合部のせん断耐力 (kN/本)

F_s : 材料せん断強度 (N/mm²)

6) アンカー接合部の短期許容せん断耐力

$$Q_{as} = f_{s'} \cdot s \cdot a_e = 160 \times 127 = 20,328 \text{ N} = 20.3 \text{ kN/本}$$

ここで、 Q_{as} : アンカー接合部の短期許容せん断耐力 (kN/本)

$f_{s'}$: 短期許容せん断応力度 (N/mm²)

以上、出典「国住指第521号指定書」;平成18年5月9日;国土交通大臣

なお、本指定書には長期許容値が明示されていないため、ここでは安全側となる短期の値を用いる。
(次頁参照)

国土交通大臣指定書より抜粋

2. 指定する数値

(1) 接合部の短期に生ずる力に対する許容応力度及び材料強度として指定する数値は、構造耐力上主要な断面の位置に応じてそれぞれ次の表1の数値とする。

表1 許容応力度及び材料強度の数値

種類 断面の位置	短期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 N/mm ²)		材料強度 (単位 N/mm ²)	
	引張り f_t	せん断 f_s	引張り F_t	せん断 F_s
アンカー筋の断面	σ_y	$\frac{0.7\sigma_y}{1.5}$ 、 $\frac{0.4\sqrt{Ec\cdot\sigma_B}}{1.5}$ 又は 196のうちいずれか小さい数値	σ_y	$0.7\sigma_y$ 、 $0.4\sqrt{Ec\cdot\sigma_B}$ 又は 294のうちいずれか小さい数値
コーン破壊を生ずるコンクリートの断面	$\frac{0.23\sqrt{\sigma_B}}{1.5}$	—	$0.23\sqrt{\sigma_B}$	—
付着破壊を生ずるコンクリートの断面	$\frac{10\sqrt{\sigma_B/21}}{1.5}$	—	$10\sqrt{\sigma_B/21}$	—
<p>この表において、σ_y、σ_B及びEcは、それぞれ次の数値を表すものとする。</p> <p>σ_y アンカー筋の降伏点強度 (単位 N/mm²)</p> <p>σ_B アンカー筋を埋め込むコンクリートの圧縮強度 (単位 N/mm²)</p> <p>Ec アンカー筋を埋め込むコンクリートのヤング係数 (単位 N/mm²)</p>				

7) アンカー本数の検討

(a) 部材の断面力

$$\begin{aligned} \text{別途計算書より 部材に生じる曲げモーメントは} & \quad M = 18.7 \text{ kN}\cdot\text{m} \\ & \quad = 18,700,000 \text{ N}\cdot\text{mm} \\ \text{部材に生じるせん断力は} & \quad S = 53.6 \text{ kN} \end{aligned}$$

(b) 部材に生じる引張力

鉄筋の引張応力度は次式で表される。

$$s = M / (A_s \cdot j \cdot d)$$

ここで、 M : 曲げモーメント (N·mm)
 A_s : 引張主鉄筋の断面積(mm²) = $s \cdot a_e$
 j : 係数 7/8
 d : 部材の有効高

これを引張力 T を求める式に書き換えれば、 $d = 460 \text{ mm}$ では

$$\begin{aligned} T' &= M / (j \cdot d) \\ &= 18,700,000 \div (0.88 \times 460) \\ &= 46,460 \text{ N} = 46.5 \text{ kN} \end{aligned}$$

引張側アンカー本数は D13 $n = 3$ 本より、アンカー1本当り引張力 T は

$$\begin{aligned} T &= T' / n \\ &= 46.5 \div 3 \\ &= 15.5 \text{ kN/本} \quad T_{as} (= 43.6 \text{ kN/本}) \quad \dots \text{ O.K} \end{aligned}$$

(c) 部材に生じるせん断力

部材のせん断力はアンカーのせん断抵抗でもたせる。

せん断面のアンカー本数は D13 $n = 10$ 本より、アンカー1本当りせん断力 Q は

$$\begin{aligned} Q &= S / n \\ &= 53.6 \div 10 \\ &= 5.36 \text{ kN/本} \quad Q_{as} (= 20.3 \text{ kN/本}) \quad \dots \text{ O.K} \end{aligned}$$