

平成 30 年度

〇〇公園〇〇〇〇線

〇〇〇〇〇〇〇〇工事法面設計

【 〇〇工区 SP = 00,000.0000 】

のり面工設計計算書

現場吹付のり枠工

平成 31 年 1 月

〇〇〇〇〇〇〇建設管理部

〇〇〇〇設計株式会社

目 次

	Page
§ 1-1. 現場吹付のり枠工の照査形状	1
§ 1-2. 設計断面力	3
§ 1-3. 設計基準強度と許容応力度	5
§ 1-4. 曲げモーメントに対する検討	6
§ 1-5. せん断力に対する検討	7
§ 1-6. コンクリートの支圧応力度の検討	9
§ 1-7. 地盤の支持力度の検討	10
§ 1-8. 計算結果	11
付表1-1 鉄筋の質量, 直径, 断面積および周長	12
付表1-2 現場吹付のり枠工の標準枠スパンおよび主鉄筋の標準仕様	12
付表1-3 現場吹付のり枠工のせん断補強筋の標準仕様	12
付表1-4 現場吹付のり枠工の斜面抑止工との標準併用例	12
付表1-5 基礎地盤の種類と許容鉛直支持力度 (常時値)	13
END	13

§ 1-1. 現場吹付のり枠工の照査形状

以下の形状および構造の現場吹付のり枠工を対象として、許容応力度法に則り、グラウンドアンカー工の設計アンカー力に対する梁の断面寸法および鉄筋量の妥当性を検証する。

(1) グラウンドアンカー工

$$\text{設計アンカー力} \quad T_d = 500.0 \text{ kN/本}$$

$$\text{縦方向の打設間隔} \quad L_1 = 3.00 \text{ m} \quad (\text{交点配置})$$

$$\text{横方向の打設間隔} \quad L_2 = 3.00 \text{ m} \quad (\text{交点配置})$$

$$\text{支圧板の辺長} \quad a = 280 \text{ mm}$$

$$\text{箱抜管の外径} \quad \phi = 135 \text{ mm}$$

$$\text{地山の許容支持力度} \quad q = 200 \text{ kN/m}^2$$

(2) 現場吹付のり枠工

$$\text{縦方向の枠スパン} \quad L'_1 = 3.00 \text{ m} \quad (L'_1 = L_1 \times 1.0)$$

$$\text{横方向の枠スパン} \quad L'_2 = 3.00 \text{ m} \quad (L'_2 = L_2 \times 1.0)$$

$$\text{縦梁の張出し長} \quad L_a = 1.50 \text{ m}$$

$$\text{横梁の張出し帳} \quad L_b = 1.50 \text{ m}$$

$$\text{のり枠断面 (梁) の幅} \quad b = 500 \text{ mm}$$

$$\text{のり枠断面 (梁) の高さ} \quad h = 500 \text{ mm} \quad (\text{正方形断面 } h = b)$$

$$\text{有効高さ} \quad d = 410 \text{ mm}$$

$$\text{引張鉄筋の径} \quad \phi_s = 25.40 \text{ mm} \quad (\text{SD345 D25})$$

$$\text{引張鉄筋の本数} \quad n_s = 4 \text{ 本} \quad (\text{D25} \times 4 \text{本を上下2段に配置})$$

$$\text{引張鉄筋の総周長} \quad U_s = 320 \text{ mm} \quad (\text{D25} \times 4 \text{本分})$$

$$\text{引張鉄筋の総断面積} \quad A_s = 2,027 \text{ mm}^2 \quad (\text{D25} \times 4 \text{本分})$$

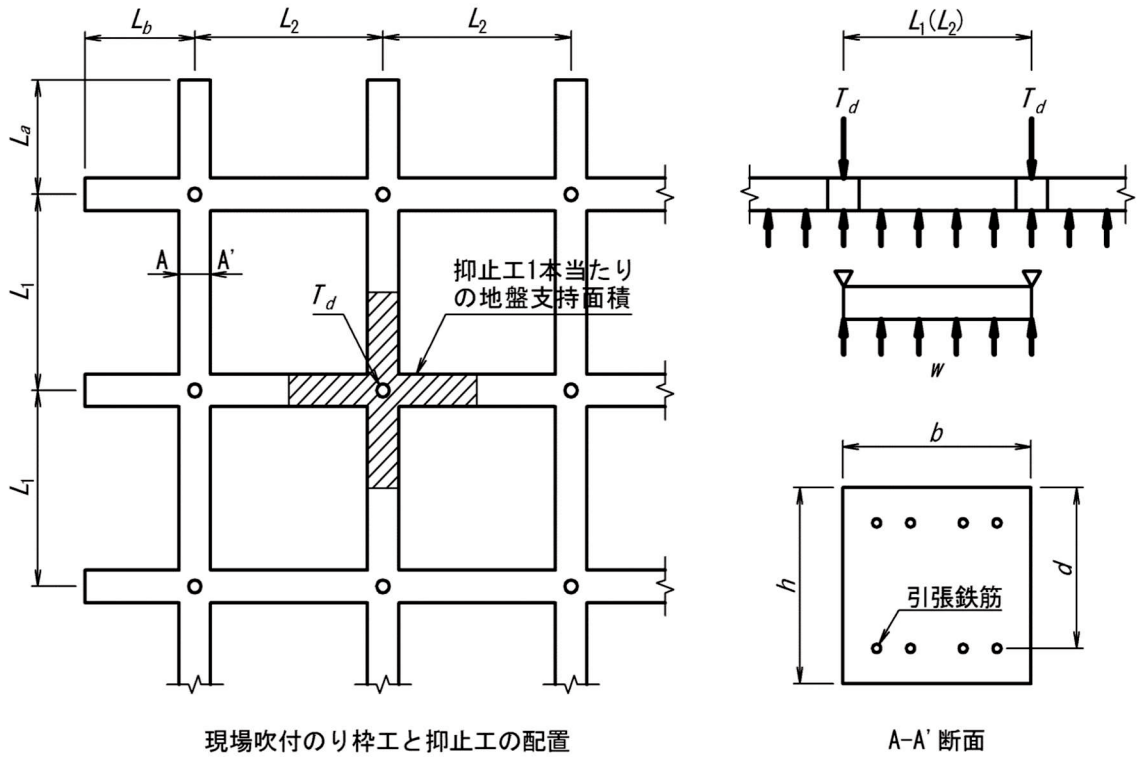


図1-1 現場吹付のり砕工の標準配置と標準断面

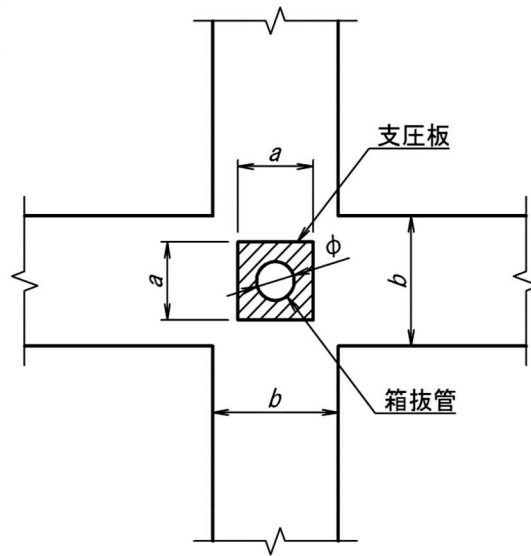


図1-2 のり砕交点の部材配置

Sample

§ 1-2. 設計断面力

現場吹付のり枠工に作用する荷重は、グラウンドアンカー工の設計アンカー力、およびその荷重に対する地盤からの反力とする。

のり枠の断面力（曲げモーメントとせん断力）の算定に当たっては、アンカー工の打設位置を支点とし、地盤反力（等分布荷重）が縦梁と横梁に均等に作用する、二方向性の梁と考える。ただし、のり枠の径間部については連続梁として、のり枠外周の張出し部については片持ち梁として、それぞれの断面力を算定し、大きい値を設計値として採用する。

(1) 径間部に作用する断面力：連続梁

a) 地盤反力

$$\begin{aligned} W &= T_d / (L_1 + L_2 - b) \\ &= 500.0 \times 10^3 / (3,000 + 3,000 - 500) = 90.91 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

b) 作用曲げモーメント

$$\begin{aligned} M_1 &= (1/9) \times W \times L^2 \\ &= (1 / 9) \times 90.91 \times 3,000^2 = 90.91 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm} \end{aligned}$$

ここに、 $L = 3,000 \text{ mm}$ ($\because L_1$ および L_2 の大きい値を採用)

c) 作用せん断力

$$\begin{aligned} V_1 &= (3/5) \times W \times L \\ &= (3 / 5) \times 90.91 \times 3,000 = 163.64 \times 10^3 \text{ N} \end{aligned}$$

(2) 縦梁の張出し部に作用する断面力：片持ち梁

a) 地盤反力

$$\begin{aligned} W &= T_d / (L'_a + L_1 / 2 + L_2 - b) \\ &= 500.0 \times 10^3 / (1,500 + 3,000 / 2 + 3,000 - 500) \\ &= 90.91 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

ここに、

$$\begin{aligned} L'_a &= L_a + L_1 \times 0.0 \quad (\because \text{交点配置}) \\ &= 1,500 + 3,000 \times 0.0 = 1,500 \text{ mm} \end{aligned}$$

b) 作用曲げモーメント

$$\begin{aligned}
 M_2 &= (1/2) \times W \times L_a^2 \\
 &= (1/2) \times 90.91 \times 1,500^2 = 102.27 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}
 \end{aligned}$$

c) 作用せん断力

$$\begin{aligned}
 V_2 &= W \times L_a \\
 &= 90.91 \times 1,500 = 136.37 \times 10^3 \text{ N}
 \end{aligned}$$

(3) 横梁の張出し部に作用する断面力：片持ち梁

a) 地盤反力

$$\begin{aligned}
 W &= T_d / (L'_b + L_2/2 + L_1 - b) \\
 &= 500.0 \times 10^3 / (1,500 + 3,000/2 + 3,000 - 500) \\
 &= 90.91 \text{ N/mm}
 \end{aligned}$$

ここに,

$$\begin{aligned}
 L'_b &= L_b + L_2 \times 0.0 \quad (\because \text{交点配置}) \\
 &= 1,500 + 3,000 \times 0.0 = 1,500 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b) 作用曲げモーメント

$$\begin{aligned}
 M_3 &= (1/2) \times W \times L_b^2 \\
 &= (1/2) \times 90.91 \times 1,500^2 = 102.27 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}
 \end{aligned}$$

c) 作用せん断力

$$\begin{aligned}
 V_3 &= W \times L_b \\
 &= 90.91 \times 1,500 = 136.37 \times 10^3 \text{ N}
 \end{aligned}$$

(4) 設計断面力

a) 設計曲げモーメント

$$M_d = 102.27 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm} \quad (\because M_1, M_2 \text{ および } M_3 \text{ の最大値を採用})$$

a) 設計せん断力

$$V_d = 163.64 \times 10^3 \text{ N} \quad (\because V_1, V_2 \text{ および } V_3 \text{ の最大値を採用})$$

§ 1-3. 設計基準強度と許容応力度

のり枠工を構成する材料の設計基準強度と許容応力度については、『2002年度制定 コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]』（社団法人土木学会，平成14年3月）に示される以下の諸数値を準用する。

コンクリートの設計基準強度	$\sigma_{ck} =$	18 N/mm ²	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	$\sigma_{ca} =$	7.0 N/mm ²	
コンクリートの許容せん断応力度	$\tau_{ca} =$	0.4 N/mm ²	(最大せん断応力度)
コンクリートの許容付着応力度	$\tau_{oa} =$	1.4 N/mm ²	
引張鉄筋の許容引張応力度	$\sigma_{sa} =$	196 N/mm ²	(SD345を使用)
コンクリートと鉄筋の弾性係数比	$\eta =$	15	

§ 1-4. 曲げモーメントに対する検討

(1) 鉄筋比と形状係数

$$p = \frac{A_s}{b \times d}$$

$$= \frac{2,027}{500 \times 410} = 0.00989$$

$$k = \sqrt{\{2 \times \eta \times p + (\eta \times p)^2\}} - \eta \times p$$

$$= \sqrt{\{2 \times 15 \times 0.00989 + (15 \times 0.00989)^2\}} - 15 \times 0.00989$$

$$= 0.416$$

$$j = 1 - k / 3$$

$$= 1 - 0.416 / 3 = 0.861$$

$$m = (1/2) \times k / p$$

$$= (1 / 2) \times 0.416 / 0.00989 = 21.0$$

(2) 鉄筋の引張り応力度

$$\sigma_s = \frac{M_d}{A_s \times j \times d}$$

$$= \frac{102.27 \times 10^6}{2,027 \times 0.861 \times 410}$$

$$= 142.92 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{【OK】}$$

(3) コンクリートの圧縮応力度

$$\sigma_c = \frac{\sigma_s}{m}$$

$$= \frac{142.92}{21.0}$$

$$= 6.81 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{ca} = 7.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{【OK】}$$

§ 1-5. せん断応力に対する検討

(1) コンクリートのせん断応力度

$$\begin{aligned}\tau_c &= \frac{V_d}{b \times j \times d} \\ &= \frac{163.64 \times 10^3}{500 \times 0.861 \times 410} \\ &= 0.93 \text{ N/mm}^2 > \tau_{ca} = 0.4 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{【NG】}\end{aligned}$$

(2) 鉄筋とコンクリートの付着応力度

$$\begin{aligned}\tau_o &= \frac{V_d}{U_s \times j \times d} \\ &= \frac{163.64 \times 10^3}{320 \times 0.861 \times 410} \\ &= 1.449 \text{ N/mm}^2 > \tau_{oa} = 1.4 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{【NG】}\end{aligned}$$

以上(1)および(2)の検討結果より、せん断補強筋による補強が必要である。

(3) せん断補強筋の検討

a) せん断補強筋の仕様および強度

鉄筋径	$\phi_w =$	12.70 mm	(SD345 D13)
配置スパン	$s_w =$	250 mm	
1スパン当たりの本数	$n_w =$	4 本	(D13×4本を250mm毎に配置)
1スパン当たりの総断面積	$A_w =$	506.8 mm ²	(D13×4本分)
許容引張応力後	$\sigma_{wsa} =$	196 N/mm ²	(SD345を使用)

b) コンクリートが負担する設計せん断耐力

$$\begin{aligned}V_c &= \frac{\tau_{ca} \times b \times j \times d}{2} \\ &= \frac{0.4 \times 500 \times 0.861 \times 410}{2} = 35,301 \text{ N}\end{aligned}$$

c) せん断補強筋が負担する設計せん断耐力

$$\begin{aligned}V_s &= V_d - V_c \\ &= 163.64 \times 10^3 - 35,301 = 128,339 \text{ N}\end{aligned}$$

d) せん断補強筋の断面積の検討

計算上必要なせん断補強筋の総断面積は、次式により求められる。

$$A'_w = \frac{V_s \times s_w}{\sigma_{sa} \times j \times d}$$

$$= \frac{128,339 \times 250}{196 \times 0.861 \times 410} = 463.72 \text{ mm}^2$$

$$A'_w = 463.72 \text{ mm}^2 \leq A_w = 506.8 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{【OK】}$$

e) 鉄筋とコンクリートの付着応力度

十分なせん断補強筋を併用してせん断力を受けた場合、設計せん断力を 1/2 に低減できる「コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕」の記載に準拠し、鉄筋とコンクリートの付着応力度を次式により求める。

$$\tau_o = \frac{V_d / 2}{U \times j \times d}$$

$$= \frac{163.64 \times 10^3 / 2}{320 \times 0.861 \times 410}$$

$$= 0.724 \text{ N/mm}^2 \leq \tau_{oa} = 1.4 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{【OK】}$$

Sample

§ 1-6. コンクリートの支圧応力度の検討

(1) 許容支圧応力度

許容支圧応力度は、局部载荷の場合として、次式によって求める。

$$\begin{aligned}\sigma'_{ca} &= (0.25 + 0.05 \times \frac{A}{A_c}) \times \sigma_{ck} \quad (\text{ただし, } \sigma'_{ca} \leq 0.5 \times \sigma_{ck}) \\ &= (0.25 + 0.05 \times \frac{250.0 \times 10^3}{64.1 \times 10^3}) \times 18 = 8.01 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

ここに、

コンクリート面（交点部）の全面積

$$A = b \times b = 500 \times 500 = 250.0 \times 10^3 \text{ mm}^2$$

支圧板の支圧面積（箱抜管の面積を控除）

$$\begin{aligned}A_c &= a^2 - (\pi/4) \times \phi^2 \\ &= 280^2 - (\pi/4) \times 135^2 = 64.1 \times 10^3 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

(2) 支圧応力度

$$\begin{aligned}\sigma'_c &= \frac{T_d}{A_c} \\ &= \frac{500.0 \times 10^3}{64.1 \times 10^3} \\ &= 7.8 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma'_{ca} = 8.01 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{【OK】}\end{aligned}$$

§ 1-7. 地山の支持力度の検討

$$\begin{aligned} q &= \frac{T_d}{A} \\ &= \frac{500.0}{2.75} \\ &= 181.8 \text{ kN/m}^2 \leq q_a = 200 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{【OK】} \end{aligned}$$

ここに,

アンカー工1本当たりの地盤支持面積

$$\begin{aligned} A &= (L_1 + L_2 - b) \times b \\ &= (3.00 + 3.00 - 0.50) \times 0.50 = 2.75 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sample

Sample

§ 1-8. 計算結果

現場吹付のり枠工の計算条件と計算結果を取りまとめ、以下の表に示す。

表1-1 計算条件一覧表

項目	単位	計算値	備考	
抑止工	抑止工法	—	グラウンドアンカー工	
	設計アンカー力	kN/本	500.0	
	打設間隔（縦方向×横方向）	m	3.00×3.00	
	配置様式	—	交点配置	
	支圧板の辺長	mm	280	
	箱抜管の外径	mm	135	
のり枠工	設計方法	—	許容応力度法	
	設計基準強度	N/mm ²	18	
	梁断面の寸法（幅×高さ）	mm	500×500	
	梁断面の有効高	mm	410	
	梁スパン（縦方向×横方向）	m	3.00×3.00	
	設計梁長（径間部：連続梁）	m	3.00	
	設計梁長（外周部縦梁：片持梁）	m	1.50	
	設計梁長（外周部横梁：片持梁）	m	1.50	
	引張鉄筋	材質	—	SD345
		呼び径	—	D25
		本数	本	4 4本×上下2段
	せん断補強筋	材質	—	SD345 計算に基づいて配置
		呼び径	—	D13
		本数	本	4
配置スパン		mm	250	

表1-2 計算結果一覧表

項目	単位	計算値	許容値	判定
引張鉄筋の引張り応力度	N/mm ²	142.92	196	【OK】
コンクリートの圧縮応力度	N/mm ²	6.81	7.0	【OK】
コンクリートのせん断応力度	N/mm ²	0.93	0.4	【NG】
コンクリートの付着応力度	N/mm ²	1.449	1.4	【NG】
せん断補強筋の総断面積	mm ²	463.72	506.80	【OK】
コンクリートの付着応力度（せん断補強）	N/mm ²	0.724	1.4	【OK】
コンクリートの支圧応力度	N/mm ²	7.8	8.01	【OK】
地山の支持力度	kN/m ²	181.8	200	【OK】

付表1-1 鉄筋の質量，直径，断面積および周長

呼び名	単位重量 (kg/m)	公称直径 (mm)	公称断面積 (mm ²)	公称周長 (mm)
D10	0.560	9.53	71.33	30
D13	0.995	12.7	126.7	40
D16	1.56	15.9	198.6	50
D19	2.25	19.1	286.5	60
D22	3.04	22.2	387.1	70
D25	3.98	25.4	506.7	80

「JIS G 3112」より抜粋

付表1-2 現場吹付のり枠工の標準枠スパンおよび引張鉄筋の標準仕様

枠断面 (mm)	枠スパン (mm)	主鉄筋（引張り鉄筋）		
		呼び径	本数（複鉄筋）	有効高さ(mm)
150×150	1,150×1,150	D10	2本	105
200×200	1,200×1,200	D10～D13	4本	155
300×300	2,000×2,000	D13～D16	4本	235
400×400	2,000×2,000	D16～D19	4本または8本	315
400×400	2,500×2,500	D16～D19	4本または8本	315
500×500	3,000×3,000	D16～D25	8本	410
600×600	3,000×3,000	D22～D25	8本	510

「のり枠工の設計・施工指針（改訂版第3版）」；（社）全国特定法面保護協会，平成25年10月，p.付14」より抜粋

付表1-3 現場吹付のり枠工のせん断補強筋の標準仕様

枠断面 (mm)	せん断補強筋		
	呼び径	本数	配置間隔(mm)
150×150	—	—	—
200×200	—	—	—
300×300	D10～D13	2本または4本	250
400×400	D13～D16	2本または4本	250～315
500×500	D13～D19	2本または4本	250～410
600×600	D16～D22	2本または4本	250～510

「のり枠工の設計・施工指針（改訂版第3版）」；（社）全国特定法面保護協会，平成25年10月，p.付15」より抜粋

Sample