

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

現場吹付のり砕工

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 | 6 |
| § 1-4. 曲げモーメントに対する検討 | 7 |
| § 1-5. せん断力に対する検討 | 8 |
| § 1-6. 計算結果 | 9 |
| | |
| 付表1-1 鉄筋の質量, 直径, 断面積および周長 | 10 |
| 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 | 10 |
| 付表1-3 現場吹付のり枠工のせん断補強筋の標準仕様 | 10 |
| Sample END | 10 |

Sample

§ 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、のり面中腹の円弧すべりに対して十分な断面耐力が確保されていることを検証する。

(1) のり面と不安定土塊

$$\text{のり面の勾配} \quad \theta = 51.34^\circ \quad (1 : 0.800)$$

$$\text{不安定土塊の長さ (のり長)} \quad \ell = 15.00 \text{ m}$$

$$\text{不安定土塊の深さ (最深部)} \quad D = 0.75 \text{ m}$$

$$\text{不安定土塊の単位体積重量} \quad \gamma_1 = 20.0 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{見掛けの計画安全率} \quad F_s = 1.20$$

(2) 現場吹付のり枠工

$$\text{縦方向の枠スパン} \quad L_1 = 1.20 \text{ m} \quad (\text{横梁間隔})$$

$$\text{横方向の枠スパン} \quad L_2 = 1.20 \text{ m} \quad (\text{縦梁間隔})$$

$$\text{のり枠断面 (梁) の幅} \quad b = 300 \text{ mm}$$

$$\text{のり枠断面 (梁) の高さ} \quad h = 300 \text{ mm} \quad (\text{正方形断面 } h = b)$$

$$\text{梁の有効高さ} \quad d = 235 \text{ mm}$$

$$\text{引張鉄筋の径} \quad \phi_s = 15.90 \text{ mm} \quad (\text{SD345 D16})$$

$$\text{引張鉄筋の本数} \quad n_s = 2 \text{ 本} \quad (\text{D16} \times 2 \text{ 本を上下2段に配置})$$

$$\text{引張鉄筋の周長} \quad U_s = 100 \text{ mm} \quad (\text{D16} \times 2 \text{ 本分})$$

$$\text{引張鉄筋の総断面積} \quad A_s = 397.2 \text{ mm}^2 \quad (\text{D16} \times 2 \text{ 本分})$$

(3) 枠内の中詰め工

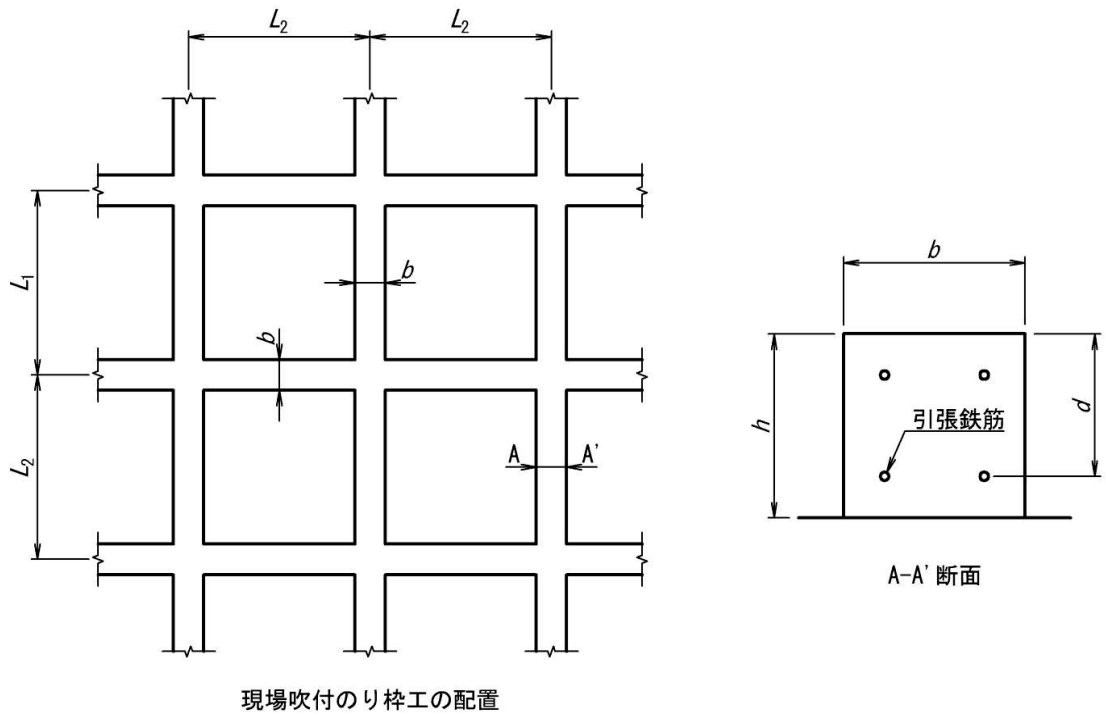
$$\text{中詰め工の造成厚さ} \quad d' = 0.05 \text{ m}$$

$$\text{中詰め工の単位体積重量} \quad \gamma_3 = 14.0 \text{ kN/m}^3 \quad (\text{植生基材吹付})$$

(4) 積雪

$$\text{設計積雪深} \quad h' = 0.00 \text{ m} \quad (\text{雪崩予防柵なし})$$

$$\text{積雪の単位体積重量} \quad \gamma_4 = 3.5 \text{ kN/m}^3$$



現場吹付のり砕工の配置

図1-1 現場吹付のり砕工の標準配置と標準断面

Sample

Sample

§ 1-2. 設計断面力

のり枠に作用する荷重は、不安定土塊の重量、のり枠の枠内中詰め部材の重量、および積雪の重量とし、これらがのり枠の縦梁に作用するものとする。

のり枠の断面力（曲げモーメントとせん断力）の算定に当っては、不安定土塊範囲にあるのり枠の縦梁を両端支持の単純梁と考え、作用荷重を同単純梁の中央で最大、推定すべり面との交点でゼロとなる三角形分布に置き換えて検討する。

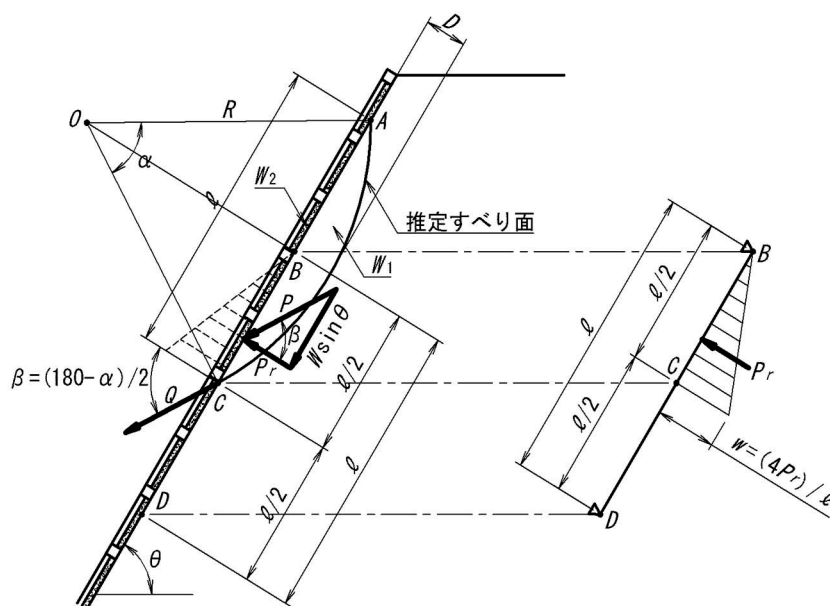


図1-2 不安定土塊と梁の計算モデル

「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.41」より抜粋・加筆

(1) 見掛けの安全率の増分

現場吹付のり枠工の適用機会が、切土後の未崩壊のり面に限定されることを踏まえ、切土完了直後におけるのり面の見掛けの安全率（現状安全率）を $F_o = 1.0$ と仮定する。併せて、のり枠完成後の見掛けの安全率（計画安全率）として F_s を設定し、この時の見掛けの安全率の増分 ΔF_s を次式で算出する。

$$\begin{aligned} \Delta F_s &= F_s - F_o \\ &= 1.20 - 1.00 = 0.20 \end{aligned}$$

のり枠工が負担する荷重は、上記の見掛けの安全率の増分に相当する荷重とする。

(2) 横方向1スパン当たりの不安定土塊の重量

$$\begin{aligned}
 W_1 &= \left\{ \frac{\alpha}{360^\circ} \times \pi \times R^2 - \frac{1}{2} \times \ell \times (R - D) \right\} \times L_2 \times \gamma_1 \\
 &= \left\{ \frac{22.84}{360} \times \pi \times 37.88^2 - \frac{1}{2} \times 15.00 \times (37.88 - 0.75) \right\} \\
 &\quad \times 1.20 \times 20.0 \\
 &= 180.56 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

ここに,

すべり円弧の半径

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{1}{2 \times D} \times \left(\frac{\ell^2}{4} + D^2 \right) \\
 &= \frac{1}{2 \times 0.75} \times \left(\frac{15.00^2}{4} + 0.75^2 \right) = 37.88 \text{ m}
 \end{aligned}$$

すべり円弧の中心角

$$\begin{aligned}
 \alpha &= 2 \times \sin^{-1} \frac{\ell}{2 \times R} \\
 &= 2 \times \sin^{-1} \frac{15.00}{2 \times 37.88} = 22.84^\circ
 \end{aligned}$$

(3) 横方向1スパン当たりの枠内中詰め部材の重量

$$\begin{aligned}
 W_2 &= \frac{\ell}{L_1} \times d' \times (L_1 - b) \times (L_2 - b) \times \gamma_3 \\
 &= \frac{15.00}{1.20} \times 0.05 \times (1.20 - 0.30) \times (1.20 - 0.30) \times 14.0 \\
 &= 7.09 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

(4) 横方向1スパン当たりの積雪の重量

積雪の荷重については、下表に示す法面勾配に応じた補正係数を考慮して算出する。

$$\begin{aligned}
 W_3 &= k_s \times h' \times \ell \times \cos \theta \times L_2 \times \gamma_4 \\
 &= 0.5 \times 0.00 \times 15.00 \times \cos 51.34^\circ \times 1.20 \times 3.5 \\
 &= 0.00 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

表1-1 のり面勾配と設計積雪深の関係

| のり面勾配 | 設計積雪深 | 補正係数 k_s |
|-----------------------|--------------------|------------|
| 1 : 0.6 未満の急勾配 | 積雪重量を考慮しない | 0.0 |
| 1 : 0.6 以上～1 : 1.0 未満 | 通常の積雪深の 1/2 を考慮する。 | 0.5 |
| 1 : 1.0 以上の緩勾配 | 通常の積雪深を考慮する。 | 1.0 |
| 雪崩予防柵を配置する法面 | 通常の積雪深を考慮する。 | 1.0 |

「北海道開発局 道路設計要領 第1集 道路；北海道開発局，平成27年4月，p.1-4-31」より抜粋

(5) 横方向1スパン当たりの総重量

$$\begin{aligned}
 W &= W_1 + W_2 + W_3 \\
 &= 180.56 + 7.09 + 0.00 = 187.65 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

(6) 縦梁に作用する荷重

のり砕の縦梁に作用する推定すべり方向の荷重は，次式で算出する。

$$\begin{aligned}
 P &= \Delta F_s \times W \times \sin \alpha \\
 &= 0.20 \times 187.65 \times \sin 51.34^\circ = 29.31 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

同縦梁に直角に作用する荷重は，次式で算出する。

$$\begin{aligned}
 P_r &= P \times \cos \frac{180^\circ - \alpha}{2} \\
 &= 29.31 \times \cos \frac{180^\circ - 22.84^\circ}{2} = 5.80 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

(7) 縦梁に作用する曲げモーメント

縦梁に直角に作用する荷重によって生じる曲げモーメントは，次式で算出する。

$$\begin{aligned}
 M_d &= 4/(9\sqrt{6}) \times P_r \times \ell \\
 &= 4/(9\sqrt{6}) \times 5.80 \times 15.00 = 15.79 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

(8) 縦梁に作用するせん断力

縦梁に直角に作用する荷重によって生じるせん断力は，次式で算出する。

$$\begin{aligned}
 V_d &= (2/3) \times P_r \\
 &= (2/3) \times 5.80 = 3.87 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

§ 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

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

$$= \frac{397.2}{300 \times 235} = 0.00563$$

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

$$= \sqrt{\{2 \times 15 \times 0.00563 + (15 \times 0.00563)^2\}} - 15 \times 0.00563$$

$$= 0.335$$

$$j = 1 - k / 3$$

$$= 1 - 0.335 / 3 = 0.888$$

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

$$= (1 / 2) \times 0.335 / 0.00563 = 29.8$$

(2) 鉄筋の引張り応力度

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

$$= \frac{15.79 \times 10^6}{397.2 \times 0.888 \times 235}$$

$$= 190.50 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{【OK】}$$

(3) コンクリートの圧縮応力度

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

$$= \frac{190.50}{29.8}$$

$$= 6.39 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{ca} = 7.0 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{【OK】}$$

§ 1-5. せん断力に対する検討

(1) コンクリートのせん断応力度

$$\begin{aligned}\tau_c &= \frac{V_d}{b \times j \times d} \\ &= \frac{3.87 \times 10^3}{300 \times 0.888 \times 235} \\ &= 0.06 \text{ N/mm}^2 \leq \tau_{ca} = 0.4 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{【OK】}\end{aligned}$$

(2) 鉄筋とコンクリートの付着応力度

$$\begin{aligned}\tau_o &= \frac{V_d}{U_s \times j \times d} \\ &= \frac{3.87 \times 10^3}{100 \times 0.888 \times 235} \\ &= 0.185 \text{ N/mm}^2 \leq \tau_{oa} = 1.4 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \text{【OK】}\end{aligned}$$

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は不要である。

§ 1-6. 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1-2 計算条件一覧表

| 設計条件項目 | | 単位 | 計算値 | 備考 |
|-----------------------|-----------------|-------------------|-----------|-----------|
| のり面 ・ 不安定 土塊 | のり面の勾配 | 1:n | 1:0.800 | 角度 51.34° |
| | 不安定土塊の形状 | — | 円弧すべり | のり面中腹 |
| | 不安定土塊の長さ (のり長) | m | 15.00 | |
| | 不安定土塊の深さ (最深部) | m | 0.75 | |
| | 不安定土塊の単位体積重量 | kN/m ³ | 20.0 | |
| | 見掛けの計画安全率 | — | 1.20 | |
| 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 | 300×300 | |
| | 梁断面の有効高 | mm | 235 | |
| | 梁のスパン (縦方向×横方向) | m | 1.20×1.20 | |
| | 引張鉄筋 | 材質 | — | SD345 |
| 呼び径 | | — | D16 | |
| 本数 | | 本 | 2 | 2本×上下2段 |
| のり枠 中詰工 | 中詰工の材質 | — | 植生基材吹付 | |
| | 中詰工の単位体積重量 | kN/m ³ | 14.0 | |
| | 中詰工の造成厚さ | m | 0.05 | |
| 積雪 | 設計積雪深 | m | 0.00 | |
| | 積雪の単位体積重量 | kN/m ³ | 3.5 | |
| | 雪崩予防柵の有無 | — | 無し | |

表1-3 計算結果一覧表

| 計算結果項目 | 単位 | 計算値 | 許容値 | 判定 |
|---------------|-------------------|--------|-----|------|
| 引張鉄筋の引張り応力度 | N/mm ² | 190.50 | 196 | 【OK】 |
| コンクリートの圧縮応力度 | N/mm ² | 6.39 | 7.0 | 【OK】 |
| コンクリートのせん断応力度 | N/mm ² | 0.06 | 0.4 | 【OK】 |
| コンクリートの付着応力度 | N/mm ² | 0.185 | 1.4 | 【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