

技術提案

鉄筋挿入工を用いた岩盤一体型置換えコンクリート基礎
設計・施工の手引き（案）

平成 21 年 6 月

愛媛県産業技術研究所建設技術センター

はじめに

切土法面の急勾配掘削などに用いられてきた鉄筋挿入工の新たな活用策となる「鉄筋挿入工を用いた岩盤一体型置換えコンクリート基礎」は、岩盤の掘削が少なく、工事中の安全確保が図られるうえ、コスト縮減効果が期待できる工法である。

本手引き（案）は、その設計・施工についての基本的な考え方を技術提案としてまとめたものであり、適用する際には、字句にとらわれることなく、その意図するところを理解した上で、技術者個々の判断のもとに活用されたい。なお、本手引き（案）の作成にあたっては、久万高原土木事務所の関係者の皆様に多大なご協力とご助言をいただいたことを厚くお礼申し上げる次第である。

第1章 総 則

1.1 適 用

本手引き（案）は、擁壁の基礎工として用いる「鉄筋挿入工を用いた岩盤一体型置換えコンクリート基礎」の設計・施工についての基本的な考え方を示したものである。

本書作成に当たっては、主に以下の指針を参考とした。

○ 道路土工 擁壁工指針 平成 11 年 3 月

○ 道路土工 のり面工・斜面安定工指針 平成 11 年 3 月

以上 ー日本道路協会ー

○ 設計要領第Ⅱ集 平成 18 年 4 月

○ 切土補強土工法設計・施工要領 平成 19 年 1 月

以上 ー東日本・中日本・西日本高速道路株式会社ー

1.2 工法概要

(1) 技術の概要

本工法は、岩盤地山に鉄筋挿入工を打設し、それと置換えコンクリートを一体化させることによって安定した擁壁基礎を構築するものである。

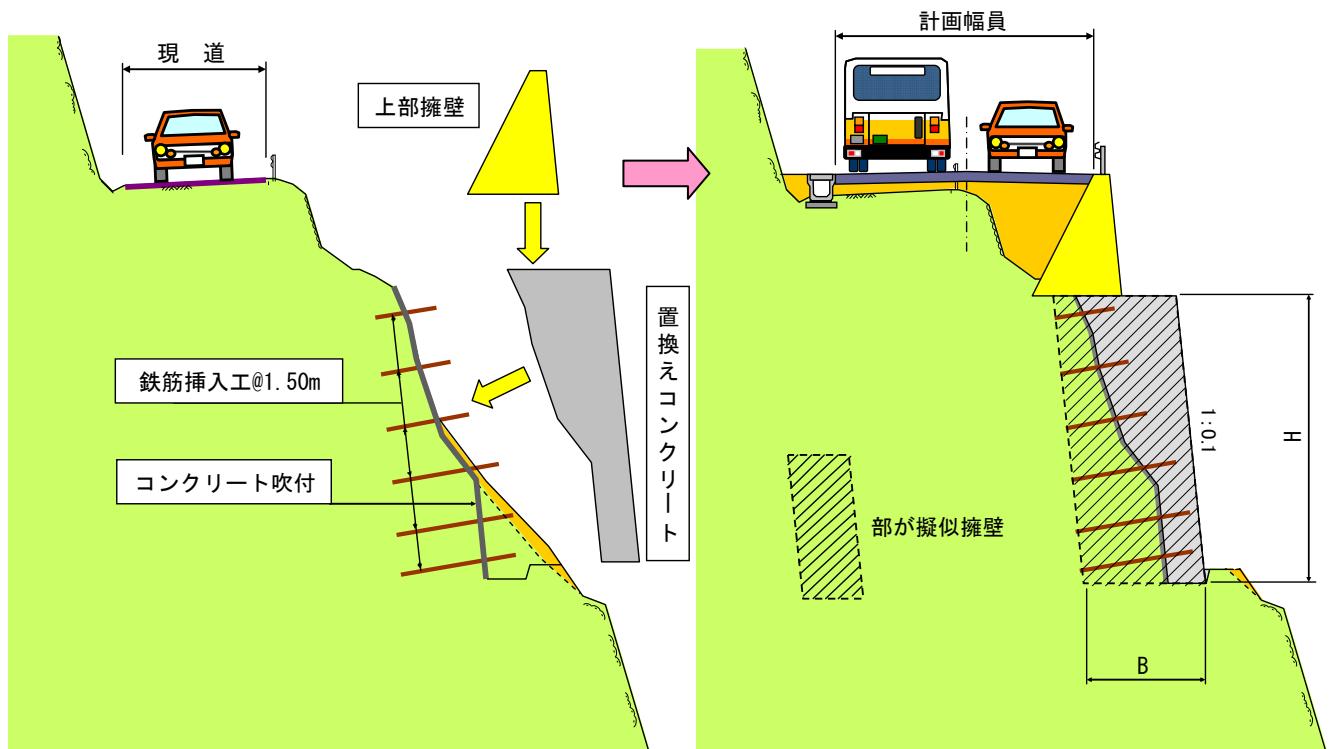


図-1.1 工法概要図

(2) 擬似擁壁

置換えコンクリートと鉄筋挿入工で補強した範囲（図-1.1 参照）が仮定の擁壁（以下、「擬似擁壁」と称す）として挙動するものとし、これを通常の置換えコンクリート基礎の計算手法に沿って安定照査を行うものである。

(3) 工法の特徴

本工法には、次の特徴がある。

- ① 安定した岩盤を有効に利用した擁壁構造である
- ② 機械掘削ができない場所でも最小限の岩盤掘削で擁壁を構築できる
- ③ 岩盤掘削やコンクリート量を大幅に削減できコスト削減が図れる
- ④ コンクリート吹付や鉄筋挿入工の逆巻き施工により施工中も安全確保が図れる
- ⑤ 道路幅員が狭い箇所で施工時の現道交通規制を最小限に抑えることができる

(4) 適用範囲

重力式擁壁、逆T型擁壁、L型擁壁のいずれの基礎にも適用できる。ただし、河川HWL以上に設置する場合に限るものとする。

(5) 適性

擬似擁壁は次のいずれかに該当する場合の適性が高い。

- ① 急斜面で機械掘削ができないような場合
- ② 現道幅員が狭く、擁壁掘削に伴い仮設土留めが必要な場合
- ③ 置換えコンクリート基礎の断面が大きい場合

1.3 支持地盤の条件

擬似擁壁は岩盤斜面に設置することを原則とする。特に基礎部は、長期的に支持力の確保できる岩盤に設置するものとする。また、岩盤の支持力や長期安定性は硬軟だけでなく、岩盤の走向傾斜、亀裂・断層の有無、岩盤の緩みなどに大きく影響されるので、擬似擁壁の適性検討や床付け位置の決定はこれらを十分に調査・検討した上で行うことが必要である。

具体的には次のような点に留意する。

- ① 岩分類：軟岩Ⅱ（国土交通省）以上とする
- ② 岩盤区分： C_M 級以上とする
- ③ 層理面または節理が斜面に対して流れ盤となる場合は慎重に判断する
- ④ 亀裂・断層の走向が擁壁縦断方向と概ね一致し連続する場合は慎重に判断する
- ⑤ 岩盤の割れ目に沿った緩みが見られる場合は慎重に判断する
- ⑥ 岩盤支持力は基礎部だけでなく、周囲や斜面全体を調査して判断する

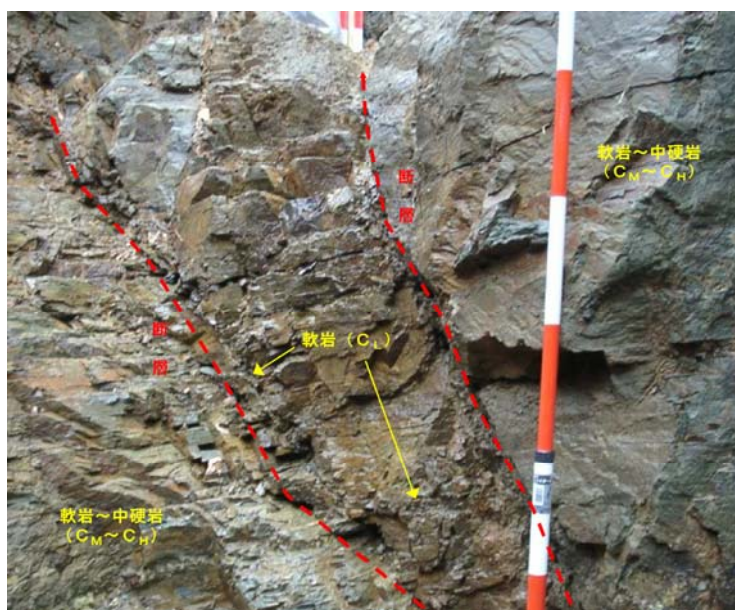


図-1.2 置換えコンクリート床付け部前面の岩盤状況の例

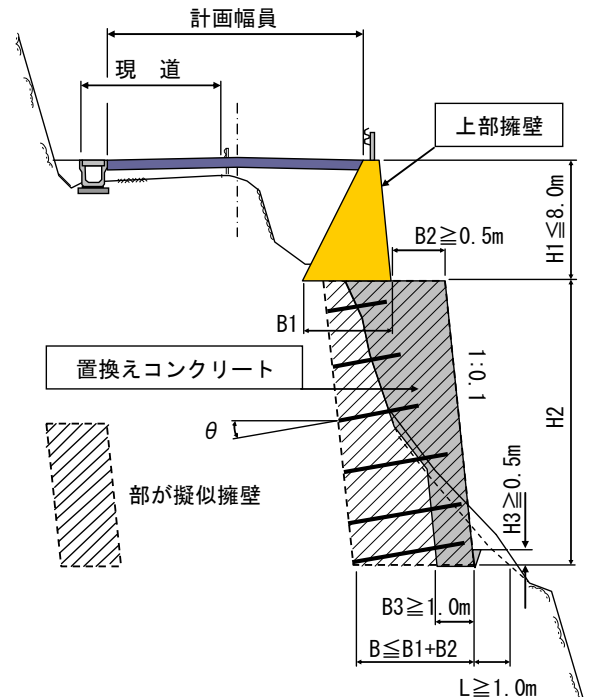
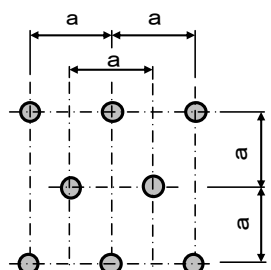
※写真のような断層および C_L 級岩盤部は除去または補強する。

第 2 章 設 計

2.1 適用形状

上部擁壁を含む擬似擁壁の適用形状は表-2.1 に示すような各部の制限値を参考に決定するものとする。

表-2.1 標準的な適用形状

適用範囲		備 考
上部擁壁適用最大高さ	$H1 \leq 8.0\text{m}$	地震時土圧に常時土圧を準用する範囲
擬似擁壁最大幅	$B \leq B1+B2$	上部擁壁のフーチング背面位置まで
擬似擁壁の前面勾配	1 : 0.1	
置換えコンクリート最小幅	$B3 \geq 1.0\text{m}$	鉄筋挿入工の定着長+かぶり $\approx 1.0\text{m}$
上部擁壁前面最小余裕幅	$B2 \geq 0.5\text{m}$	
根入れ部前面最小余裕幅	$L \geq 1.0\text{m}$	支持岩盤と同程度の岩盤に対して 1.0m 以上確保
岩盤への根入れ深さ	$H3 \geq 0.5\text{m}$	
鉄筋挿入工の打設角度 θ	$\theta = 10.0^\circ$	概ね法面直角で擬似擁壁の四辺形内に収まる角度
鉄筋挿入工の配置間隔 a	1.0~1.5m	千鳥配置とする
断面図		
鉄筋挿入工展開		

2.2 設計荷重

擬似擁壁の設計には、上部擁壁からの荷重、擬似擁壁の自重、地震時慣性力を考慮する。

(1) 上部擁壁からの荷重

上部擁壁からの荷重は図-2.1に示すように、擬似擁壁の天端幅上に作用する鉛直力、水平力とする。

(2) 擬似擁壁部の単位体積重量

擬似擁壁部の計算上の単位体積重量は、コンクリート、岩盤、どちらかの単位体積重量の重い方の値を用いる。

(3) 地震時の検討

上部擁壁と置換えコンクリートを合わせた全高Hが8.0mを越える場合は、地震時の検討を行う。なお、上部擁壁計算時の地震時土圧は常時土圧を準用して良い。

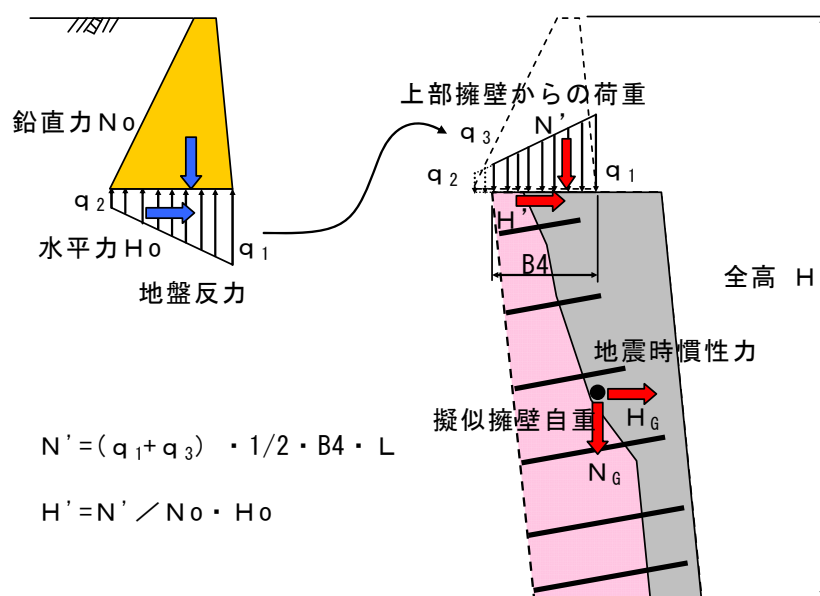


図-2.1 擬似擁壁の設計荷重

2.3 材料強度、許容応力度、安全率

擬似擁壁に用いる材料の強度および許容応力度は次の値とする。なお、ここに記されていない事項については、該当する基準書を適用する。

(1) コンクリート

無筋コンクリート構造とし、次の値とする。

表-2.2 コンクリートの材料強度、許容応力度

項目	強度、許容応力度	適用基準書
材料強度	$\sigma_{28} \geq 18 \text{ N/mm}^2$	愛媛県土木工事設計要領
曲げ圧縮応力度	$\sigma_{ca} = 4.5 \text{ N/mm}^2$	道路土工擁壁工指針
せん断応力度	$\tau_a = 0.33 \text{ N/mm}^2$	〃 〃
許容付着応力度	$\tau_{oa} = 1.2 \text{ N/mm}^2$	コンクリート標準示方書

※ 地震時の許容応力度は上記の 1.5 倍とする

(2) 鉄筋挿入工

ネジ節異形棒鋼を用いるものとし、次の値とする。

表-2.3 鉄筋挿入工の材料強度、許容応力度

項目	強度、許容応力度	適用基準書
材料強度	SD345	切土補強土工法設計施工要領
許容引張り応力度	$\sigma_{sa} = 200 \text{ N/mm}^2$	〃 〃
せん断応力度	$\tau_a = 80 \text{ N/mm}^2$	

※ 地震時の許容応力度は上記の 1.5 倍とする

(3) 計画安全率

擬似擁壁の内的安定計算に用いる安全率は、以下のとおりとする。

表-2.4 擬似擁壁の内的安定計算時の安全率

	常時	地震時	適用基準書
すべり安全率	$F_s = 1.20$	$F_s = 1.10$	切土補強土工法設計施工要領

2.4 設計の考え方

(1) 検討項目、検討内容の概説

擬似擁壁は、通常の置換えコンクリートと同様な計算手法による安定照査（外的安定照査）と、置換えコンクリートと鉄筋挿入工で補強した範囲の岩盤が一体として挙動するための照査（内的安定照査）を行う。

① 外的安定照査

置換えコンクリートと鉄筋挿入工の補強範囲が仮想の擁壁（擬似擁壁）として挙動するものとし、これを通常の置換えコンクリートの計算手法に沿って安定照査を行う。

なお、外的安定計算では、常時に山側にもたれ、地震時でも合力作用位置が底盤中央の $B/3$ 内にある安定度としなければならない（図-2.3 参照）。

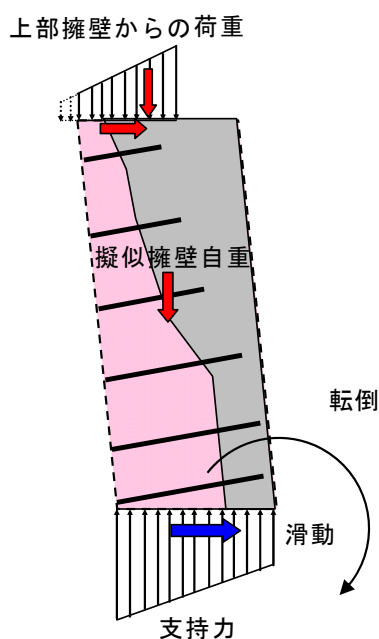


図-2.2 外的安定照査の概念図

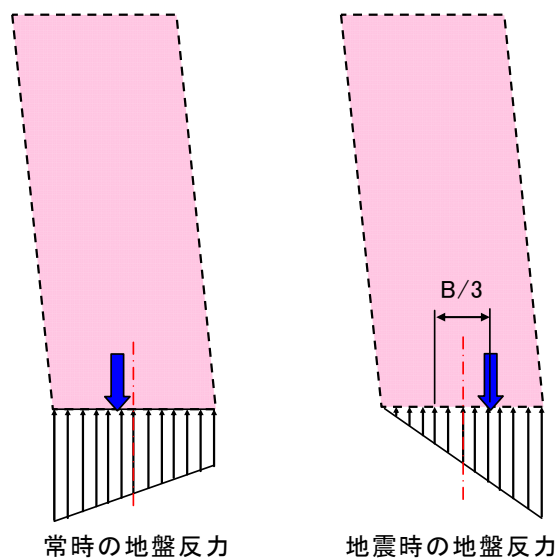


図-2.3 外的安定計算時の安定度の目安

② 内的安定照査 1

置換えコンクリートと岩盤の境界面に発生するせん断力に対する照査を行う。

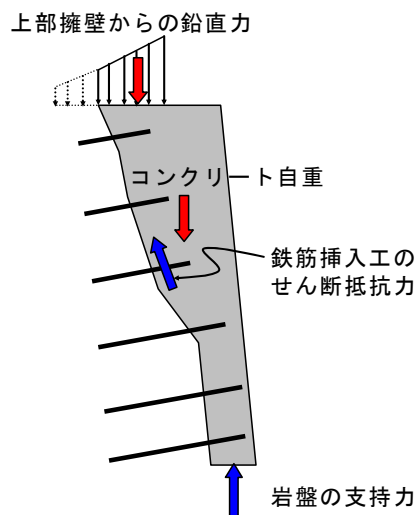


図-2.4 内的安定照査 1 の概念図

③ 内的安定照査2

鉄筋挿入工で補強した範囲内を通るすべりに対する照査を行う。

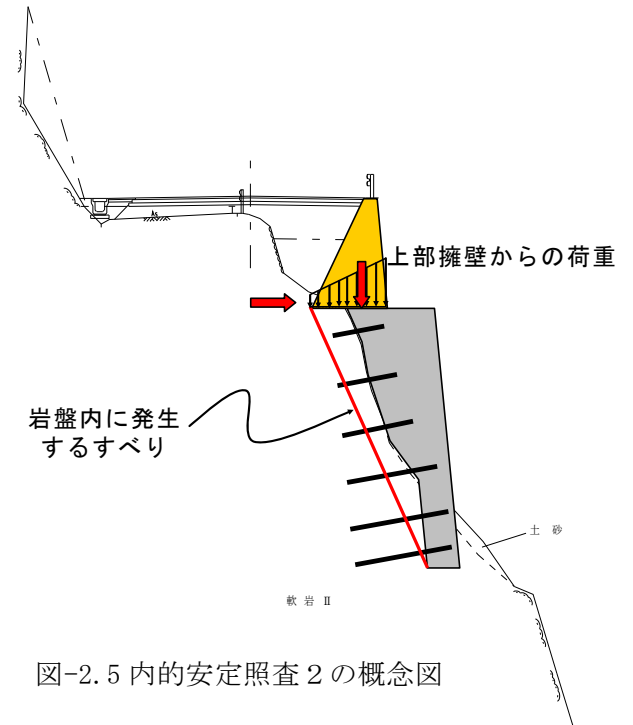


図-2.5 内的安定照査2の概念図

2.5 構造細目

(1) 鉄筋挿入工

鉄筋挿入工に用いる鋼材は、全て溶融亜鉛メッキ仕様とし、頭部定着部は置換えコンクリートとの一体化を図るため、コンクリートと異形棒鋼の付着力により決まる定着長分を置換えコンクリート内に埋め込む構造とする（D25の場合0.80m）。また、補強材の突出部が鉄筋挿入工の逆巻き施工や掘削の障害とならないよう、アンカープレートから0.1mの位置でカプラーで継ぐ構造とし、置換えコンクリート打設前に連結する。



図-2.6 鉄筋挿入工の構造詳細

第3章 施 工

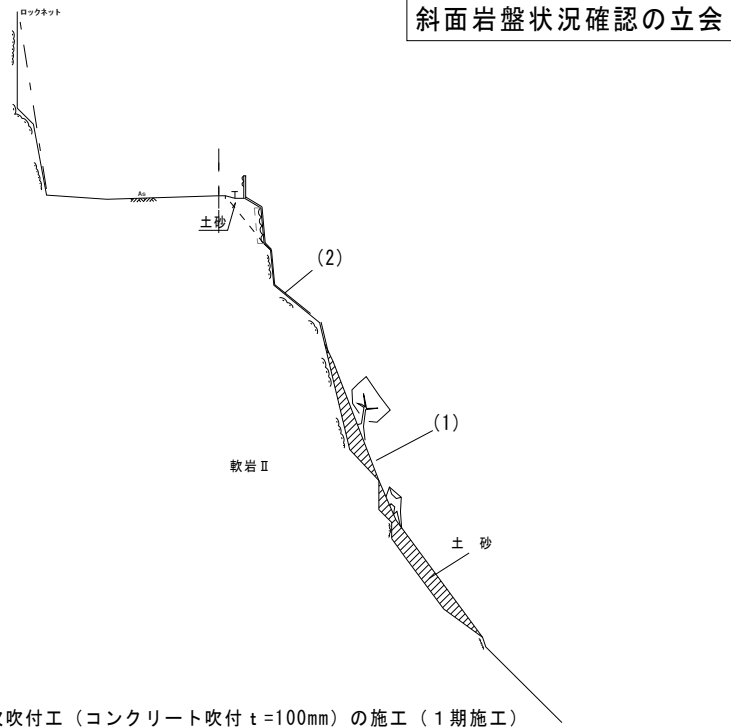
3.1 施工手順および施工方法

具体的施工事例をもとに施工手順、施工方法を示す。

STEP-①

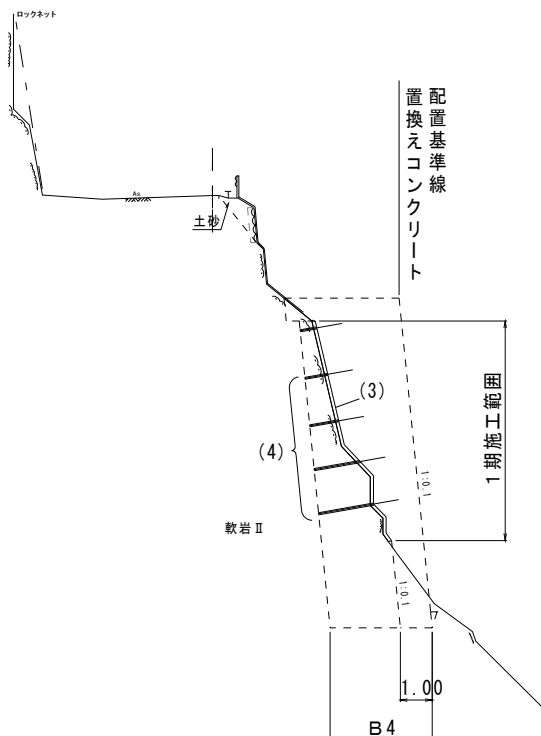
- (1) 置換えコンクリート部の伐開・除根、土砂の掘削・除去、岩盤洗い出し
- (2) 1次吹付工（仮設モルタル吹付け）

注）モルタル吹付けは、小石の落下やクラック発見による崩落予知などの目的で行うので下方作業着手前毎にクラックの有無など必ず点検すること。



STEP-②

- (3) 2次吹付工（コンクリート吹付 $t=100\text{mm}$ ）の施工（1期施工）
注）コンクリート吹付け前に浮き石化した基岩や亀裂の大きい箇所は事前に除去しておくこと。
- (4) 鉄筋挿入工の施工（1期施工）
注）鉄筋挿入工の軟岩挿入長は置換えコンクリート前面からの水平距離がB4となるよう現場調整を行うこと。

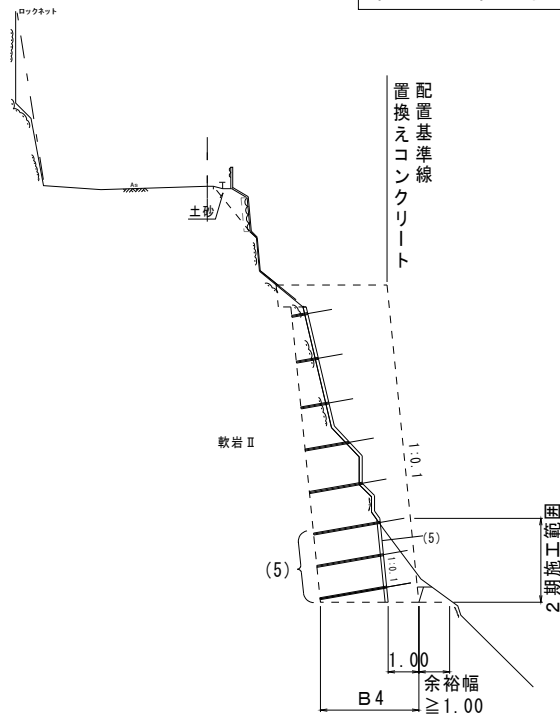


STEP-③

(5) 3次吹付工（コンクリート吹付け）、鉄筋挿入工の逆巻き施工

- 注1) 掘削、コンクリート吹付け、鉄筋挿入工の施工を1段ごとに繰り返すこと。
 注2) 置換えコンクリートの下端は基岩前面から1.0m程度の余裕と0.5m以上の根入れを確保すること。

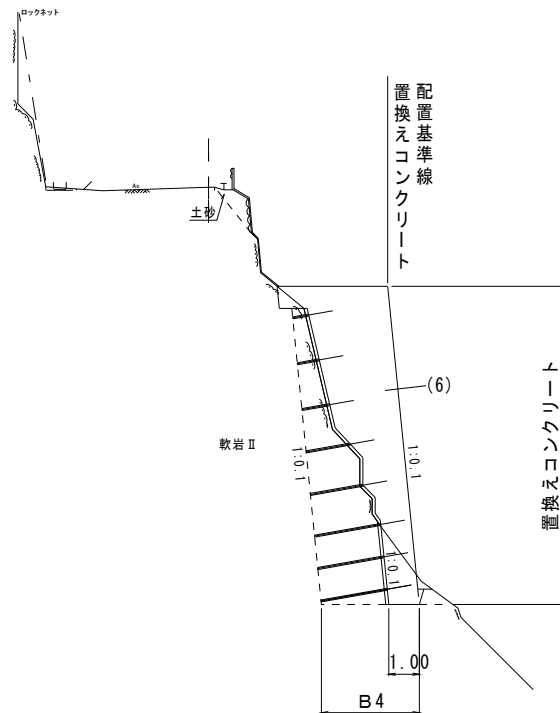
床付け面岩盤状況確認の立会



STEP-④

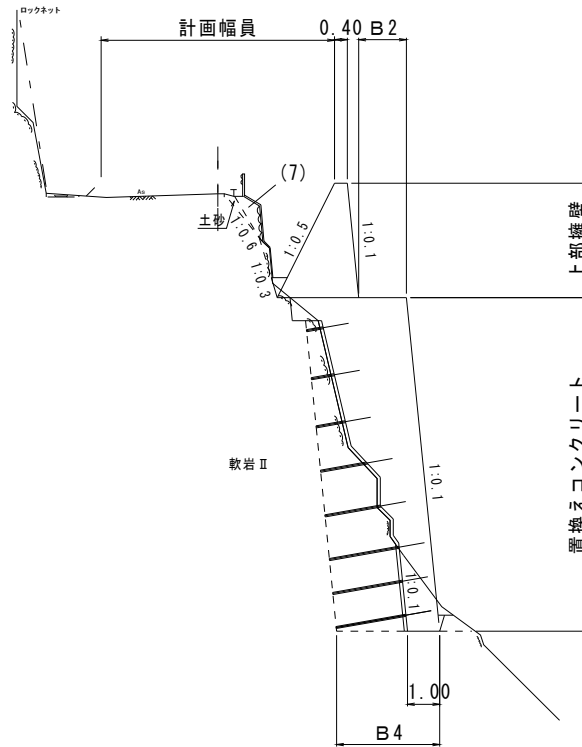
(6) 置換えコンクリートの施工

- 注) 天端背面のコンクリートが鋭角になり、クラックや欠け落ちが予想される場合は0.50m以上の厚さで段切りすること。



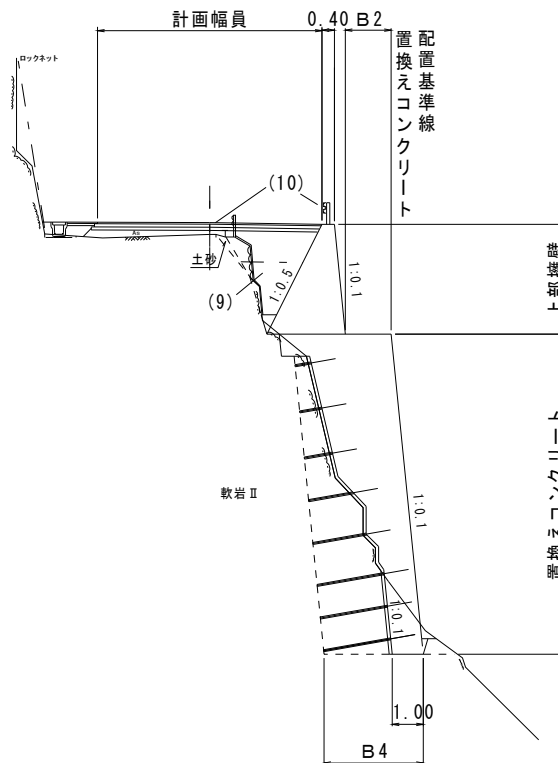
STEP-⑤

- (7) 掘削（機械掘削）
- (8) 上部擁壁の施工



STEP-⑥

- (9) 盛土
- (10) 防護柵設置、舗装



注) STEP-①、③の岩盤状況確認の立会は、設計、地質、建設会社、発注者の4者で行うこと。