

# 地山補強土工 チェックポイントシート

## 【基本条件】

- 1□ 本工法の適用は妥当か
- 2□ 崩壊対策に適用する場合
  - ①適用地盤と予想される斜面の崩壊形態は妥当か
  - ②適用地盤や環境は妥当か
- 3□ 急勾配掘削に適用する場合
  - ①本線切土への適用は妥当か
  - ②構造物掘削等の仮設工への適用は妥当か
  - ③適用地盤と予想される斜面の崩壊形態は妥当か
- 4□ 経験的計算法の適用は妥当か
- 5□ 対策は仮設か永久か
- 6□ 周辺環境への影響に配慮しているか

## 【経験的計算法】

- 7□ 削孔径は妥当か
- 8□ 補強材径は妥当か
- 9□ 補強材長は妥当か
- 10□ 打設密度は妥当か
- 11□ 角度は妥当か

## 【設計条件】

- 12□ 地山の地盤定数は決定しているか
- 13□ 補強斜面の計画安全率 (Fsp) は妥当か ※
- 14□ 補強材の許容引張応力度は妥当か ※
- 15□ 注入材と地盤の間の極限周面摩擦抵抗力は妥当か
- 16□ 極限周面摩擦抵抗の安全率は妥当か ※
- 17□ 補強材と注入材の間の許容付着応力は妥当か ※
- 18□ 補強材引張力T0の低減係数  $\mu$  の値は妥当か
- 19□ 必要抑止力を求めているか

## 【安定検討】

- 20□ 本工法を用いる場合の設計法は妥当か
- 21□ 安定計算の方法は妥当か
- 22□ 補強材の配置は妥当か
- 23□ 補強材の打設角度は妥当か
- 24□ 補強材の長さは妥当か
- 25□ 補強材については引張り補強のみを考慮しているか
- 26□ 補強後の計画安全率を満足しているか
- 27□ のり面工の選定は妥当か
- 28□ 施工時の安定検討を行っているか

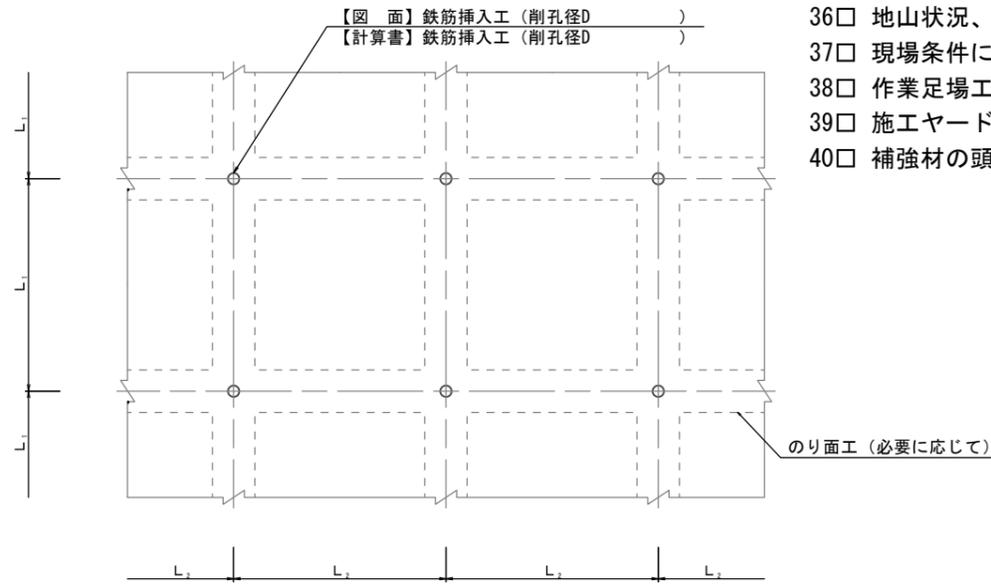
## 【構造細目】

- 29□ 補強材の鉄筋径は妥当か
- 30□ スペースの設置は妥当か
- 31□ 注入材の材料や設計基準強度は妥当か
- 32□ 補強材頭部の処理は妥当か
- 33□ 排水工の設置は妥当か (のり面工を併用する場合)
- 34□ 防食方法は妥当か

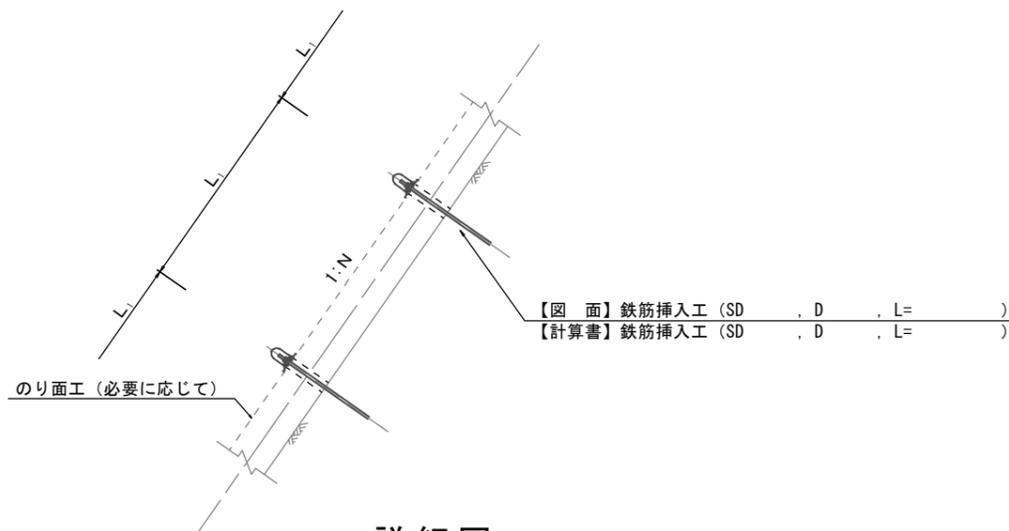
## 【参考文献】

- ① 道路土工 切土工・斜面安定工指針 (平成21年度版) / H21.6 / (社) 日本道路協会
- ② のり枠工の設計・施工指針 (改訂版第3版) / H25.10 / (一社) 全国特定法面保護協会
- ③ 切土補強土工法設計・施工要領 / H19.1 / 東・中・西日本道路株式会社
- ④ 地山補強土工法設計・施工マニュアル / H23.9 / (社) 地盤工学会
- ⑤ グラウンドアンカー設計・施工基準・同解説 / H24.12 / (社) 地盤工学会

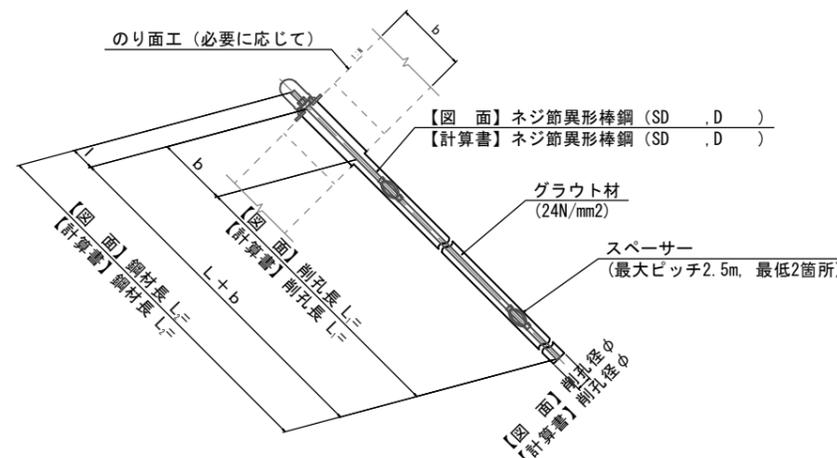
## 平面図



## 断面図



## 詳細図



※ 永久と仮設で規定値が異なる項目

## 【施工計画検討】

- 35□ 施工方法は妥当か
- 36□ 地山状況、削孔径、削孔機械の選定は妥当か
- 37□ 現場条件による施工方法の選定は妥当か
- 38□ 作業足場工の幅は妥当か
- 39□ 施工ヤードは確保可能か
- 40□ 補強材の頭部処理は妥当か

## 【その他】

- 41□ 引抜き試験は提案したか
- 42□ 補強材と用地巾杭との位置関係は妥当か

項目	確認	確認日	確認資料・チェック結果
照査項目番号	照査項目に✓を記入	確認した日付けを記入	確認できる資料の名称、頁等を記入、チェック結果を簡潔に記入 (例: 関連基準類、過年度成果の該当頁、妥当性判断の根拠等)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			

項目	No	チェック項目	留意点など
基本条件	1	本工法の適用は妥当か	・本工法の一般的な適用分野や適用例は次のとおりである（切P2, 9） (a) 崩壊対策に適用する場合 ① 抗土圧型法面保護工的な適用 ② 中規模の崩壊対策の抑止工としての適用 (b) 急勾配掘削にて適用する場合 ③ 急勾配切土への適用 ④ 構造物掘削等の仮設への適用
	2	崩壊対策に適用する場合 ① 適用地盤と予想される斜面の崩壊形態は妥当か          ② 適用地盤や環境は妥当か	①-1 本線等切土を標準勾配にて施工途中に小～中規模崩壊が発生または予想される場合を対象とする。 なお、中規模崩壊の規模は崩壊長さL=30m以下を目安とする。（切P9） ①-2 一般的な適用対象となる斜面の崩壊形態としては、「①均質な粘性土における崩壊」、「②均質な砂質土における崩壊」、「③傾斜地盤上の崩壊土の崩壊」、「④風化等の進行に伴う表層崩壊」、「⑤割れ目の多い岩・受け盤の崩壊」と「⑥割れ目が流れ盤となる岩の崩壊」がある。このうち、「⑤割れ目の多い岩・受け盤の崩壊」と「⑥割れ目が流れ盤となる岩の崩壊」については、大規模崩壊となりえる可能性があるため、十分な検討を行わなければならない。（切P11、P13） また、大規模な崩壊が予測される場合は、地すべり等の問題として他工法の検討を行うものとするが、崩壊範囲が広い場合であっても、崩壊深さが3m程度以下の場合は本工法を適用できる。（切P11） ①-3 本工法の採用の判断は、必要抑止力300 kN/m以下、崩壊長さ30m以下の場合で、グラウンドアンカーなどに比べ、補強土工法の方が経済的である場合に適用する。（切P26） ②-1 対象地盤の地下水位が高いもしくは湧水が多い場所は、基本的に適用できない。（切P11） ただし、本工法の施行に先立って、水抜きボーリングなどの十分な排水対策を行って、地下水位を低下させ、地山と注入材との間に周面摩擦抵抗を十分に確保させる必要がある。（切P11） ②-2 補強材やグラウトの腐食を促進する環境（例えば、温泉地、鉱山など）、特に地下水のpHが非常に小さい地域や地温の高い地域など地盤の化学的性質が特異な場所では、地盤や地下水の酸度（pH値）を調査し、適切な防食手段を講じる必要がある。もしくは、工法の採用を含めた慎重な検討を必要とする。（切P12）
	3	急勾配掘削に適用する場合 ① 本線切土への適用は妥当か ② 構造物掘削等の仮設工への適用は妥当か ③ 適用地盤と予想される斜面の崩壊形態は妥当か	① 標準勾配から1ランク（1分～3分）程度の急勾配の適用が一般的である。（切P12） ② 1：0.0～1：0.5程度の急勾配とする（切P12） ③ 土砂（砂、砂礫、砂質土）、軟岩（風化土、土丹）、硬岩（亀裂性岩盤）があり、標準勾配で掘削した場合に自立する地域、もしくは崩壊性要因を持つ地盤であっても小～中規模の崩壊が想定される地盤に適用できる。（切P12） 必要抑止力300 kN/m以下、崩壊長さ30m以下、補強土工法の方が経済的である場合に適用する。（切P24） なお、急勾配掘削に本工法を用いる場合の掘削高さおよび掘削勾配は、掘削勾配は鉛直から1：0.5までの勾配とし、掘削高さの適用限界の目安は、代表地盤が土砂の場合15m、軟岩の場合は20m以下とする。（切P14）
	4	経験的計算法の適用は妥当か	・崩壊対策として標準勾配で切土をしたときに、深さ2m程度の浅い崩壊または緩んだ岩塊の崩落が予測される場合に適用できる。（切P44）
	5	対策は仮設か永久か	・計画安全率は本工法の使用目的が仮設か永久かによって異なる（切P26） ・仮設であっても、仮設状態の存置期間が2年以降の長期に及ぶ場合は、設計者の判断で永久の安全率を使うことができる。（切P33） ※永久と仮設で規定値が異なるものは、チェック項目のNo. 13、14、16、17が該当する。
	6	周辺環境への影響に配慮しているか	・施工時及び施工後に対象地域の環境に与える影響として、以下に十分配慮する。（切P21） ① 住宅地への騒音、振動 ・パーカッションタイプの削孔機を使用した場合、施工時間の制限や削孔機をシートで覆うなどの対策を講じなければならないこともある。 ② 地下埋設物（水道、トンネル、ガス管、電話・電力ケーブル） ・地下埋設物を破損あるいは切断しないようにする。 ③ 地下水に与える影響（井戸、水道の水質汚染） ・削孔水やグラウトの流出による周辺の地下水の水位や水質に変化をもたらすことがあるので、必要に応じて事前調査などを行う。 ④ 用地外の隣接構造物 ・構造物掘削を行う場合、隣接構造物に変位が生じることも考えられるため、事前に許容変位量などを確認し、傾斜計などを設置して隣接構造物の挙動を観測することも想定する。 ⑤ 鋼材の腐食環境 ・温泉地のような硫酸イオンを含む地盤などでは補強材や頭部部材を腐食させることになるので、地盤と地下水の化学的な性状を十分に調査することが必要である。 ⑥ 景観（保全緑地等） ・立地条件によっては、切土のり面の景観上、具備すべき条件を明確にしておく必要がある。
経験的設計法	7	削孔径は妥当か	・削孔径は、φ65とする。（切P44）
	8	補強材径は妥当か	・補強材径は、D19～D25の範囲とする。（切P44）
	9	補強材長は妥当か	・崩壊の深さが1mであると予想される場合には2m、深さが2mであると予想される場合には3mを目安とする。（切P44）
	10	打設密度は妥当か	・打設密度は、約2m <sup>2</sup> 当り1本とする。（切P44）
	11	角度は妥当か	・角度は、水平下向き10°～のり面角度の範囲とする。（切P44）

項目	No	チェック項目	留意点など
設計条件	12	地山の地盤定数は決定しているか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設計等に用いる地盤定数は、単位体積重量<math>\gamma</math>、粘着力<math>C</math>、内部摩擦角<math>\phi</math>であり、地盤調査を行った上で、(1)近傍の崩壊事例から逆算法により求める方法、(2)掘削状況から逆算法により求める方法、(3)土質試験により求める方法等により総合的な検討のもとに決定する。(切P29)</li> <li>・近傍に地質が類似と判断される崩壊事例があり、その崩壊形態が想定できる場合の地盤定数は、斜面の現況安全率を<math>F_s=0.95\sim 1.0</math>とし、その崩壊形態から円弧すべり法または、直線すべり法により、逆算法で求める。(切P29)</li> <li>・類似する地形・地質状況での先行工事がある場合の地盤定数は、掘削状況を調査し、その崩壊形態の検討を行い、すべり戦を想定して逆算法により求める。(切P29)</li> </ul>
	13	補強斜面の計画安全率(Fsp)は妥当か	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補強斜面の計画安全率は、永久と仮設に分けて考える。 永久(長期) : <math>F_{sp} \geq 1.20</math>、仮設(短期) <math>F_{sp} \geq 1.05</math>、1.10 (切P31、32)</li> <li>・永久の計画安全率<math>F_{sp} \geq 1.20</math>は、本線等の永久のり面、埋戻し後地表に残る永久のり面、存置期間が2年以上の仮設のり面などに適用。(切P31)</li> <li>・仮設の計画安全率は、①掘削開始から最下段の補強材設置前までの施工時の計画安全率を<math>F_{sp} \geq 1.05</math>とし、最下段の補強材設置後から埋戻し前までの存置期間の計画安全率を<math>F_{sp} \geq 1.10</math>とする。(切P31)</li> </ul>
	14	補強材の許容引張応力度は妥当か	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補強材の種類はSD345、許容引張応力度は200N/mm<sup>2</sup>(永久)で仮設の場合の補強材の許容引張応力度は永久の1.5倍とする。(切P31)</li> </ul>
	15	注入材と地盤の間の極限周面摩擦抵抗力は妥当か	<ul style="list-style-type: none"> <li>・注入材と地盤の間の極限周面摩擦抵抗は、引抜き試験を行って決定することが望ましいが、実施工前に安全性の確認をすることを条件として、推定値を使ってよい。(切P31)</li> <li>・地盤の種類別の極限周面摩擦抵抗の推定値は、「道路土工 切土工・斜面安定工指針」(P299)や「切土補強土工法設計・施工要領」(P33)の表4.4.5を参考に設定する。 なお、「地山補強土工法設計・施工マニュアル(地盤工学会)」(p93)にも極限周面摩擦抵抗の推定値が示されているが、値が異なるため、注意が必要である。</li> </ul>
	16	極限周面摩擦抵抗の安全率は妥当か	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本工法においては永久を2.00、仮設を1.50とする。(切P31、33)</li> </ul>
	17	補強材と注入材の間の許容付着応力は妥当か	<ul style="list-style-type: none"> <li>・永久の場合の補強材と注入材の間の許容付着応力は、「表4.4.4 異形鉄筋と注入材の許容付着応力」とする。(切P31)</li> <li>また、仮設の場合の補強材と注入材の間の許容付着応力は、永久の1.5倍とする。(切P31)</li> </ul>
	18	補強材引張力T0の低減係数 $\mu$ の値は妥当か	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低減係数<math>\mu</math>は、「表4.10.1 のり面工タイプと低減係数<math>\mu</math>の目安」を用いる(切P50)</li> <li>なお、独立受圧板等では、工種ごとに低減係数<math>\mu</math>を算定する(切P46)</li> </ul>
	19	必要抑止力を求めているか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・必要抑止力は、斜面の計画安全率を確保するのに必要な値とし、すべり計算により算定する。(切P34)</li> <li>・なお、一般に、最小安全率を与えるすべり面と計画安全率に対して必要な最大抑止力を与えるすべり面とは異なるため、必要抑止力が最大となるすべり面を求める。(切P26、34)</li> </ul>
安定検討	20	本工法を用いる場合の設計法は妥当か	<ul style="list-style-type: none"> <li>・崩壊対策に本工法を用いる場合の設計法は、崩壊が軽微であるか否かという観点から、その都度安定計算を行うのではなく、過去の事例に基づいて配置等を決定する経験的設計法と、力学的安定性の検討を行い、配置等を決定する安定計算による設計法とに分けられる。 ここで、軽微な崩壊とは、表層2m程度で浅い斜面の劣化状態が、将来斜面崩壊を起こさせる恐れがあると判断される場合をいう。(切P26)</li> <li>・急勾配掘削に本工法を用いる場合の設計法は、原則的に補強材1段毎の逆巻き施工を前提とした設計を行う。 したがって、設計では施工完了後の安定検討だけでなく、施工途中すなわち仮設時の安定検討も行う。(切P27)</li> </ul>
	21	安定計算の方法は妥当か	<ul style="list-style-type: none"> <li>・斜面の安定計算は、通常は、すべり面を与えて抵抗力と滑動力の比で安全率を決定するスライス分割法による極限つり合い法により計算する。 なお、大規模な地滑りや斜面の安定度が極めて不確定な場合には、有限要素法などの数値解析により完全率を検討する方法を補足的に行う。(切P30)</li> </ul>
	22	補強材の配置は妥当か	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補強材は補強効果が十分に発揮できるように、適切な間隔で配置しなければならない。一般的に、補強打設間隔は1.0~1.5m程度とする。(切P35)</li> <li>・一般的には1本/2m<sup>2</sup>程度の間隔が適当である。(切P35)</li> <li>・「切土補強土工法設計・施工要領」(切P13)の図2.2.5に示す崩壊形態の「傾斜地盤上の崩壊土の崩壊」、「流れ盤のすべり」、「岩の割れ目に沿った崩壊」など十分な付着力のとれる岩に定着して、しかも剛なりの面工を施す場合には、2mまで飛ばしてもよい。</li> <li>・のり面工の制約を受けない場合には、千鳥に配置するのが望ましい。</li> </ul>
	23	補強材の打設角度は妥当か	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補強材の打設角度は、安定計算結果のみにとらわれることなく、地山の性質、すべり線およびのり面の角度、施工性などを検討して適切な角度にしなければならない。(切P36)</li> <li>・補強材の打設角度は一般的にのり面勾配が急な場合は、概ねのり面に対し直角でよい。(切P36)</li> <li>・ただし、のり面勾配が緩い場合や粘性土地盤の場合は、十分な補強効果を得るために打設角度を小さくとる方がよい。(切P36)</li> </ul>
	24	補強材の長さは妥当か	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補強材の長さは、施工性および経済性を十分に検討の上決定しなければならない。(切P37)</li> <li>・一般的に補強材の長さは2.0~5.0mとし、最小長さは2m程度とする。(切P37)</li> <li>・補強材の長さは、一つの設計断面(あるいはのり面1段程度)の中で変化させないのが一般的である。(切P37)</li> <li>・補強材は施工性等から50cmラウンドとする。(切P37)</li> </ul>
	25	補強材については引張り補強のみを考慮しているか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本工法では引張り補強のみを考慮するものとなっており、引張り補強材の場合、補強材の引張り力はすべり面に対し平行な分力(引き止め効果)と垂直の分力(締め付け効果)に分けられる。(切P27)</li> <li>・補強材の許容補強材力<math>T_{pa}</math>は、補強材が移動土塊から受ける許容引抜き抵抗力<math>T_{1pa}</math>、不動地山から受ける許容引抜き抵抗力<math>T_{2pa}</math>および補強材の許容引張力<math>T_{sa}</math>のうち最小のものを用いる。 ただし、吹付砕工相当以上ののり面工を用いる場合は、移動土塊から受ける許容引抜き抵抗力<math>T_{1pa}</math>の検討を無視してよい。(切P38)</li> </ul>
	26	補強後の計画安全率を満足しているか	<ul style="list-style-type: none"> <li>・内的安定、外的安定の検討を行い、その検討の結果、計画安全率を満足するようにしなければならない。(切P26)</li> <li>なお、外的安定の検討は、補強領域の外側を通るすべりに対してのみ検討すればよい。(切P43)</li> </ul>

項目	No	チェック項目	留意点など
安定検討	27	のり面工の選定は妥当か	①のり面工の選定の基本（切P47） ・緑化が必要な場合は、勾配を1：0.8以上のゆるい勾配とする。 ・注入材と地盤の間の周面摩擦抵抗が大きく移動土塊から受ける引抜き抵抗力が十分確保でき、のり面近くの地山の自立性が高い場合は、補強効果の面から補強材の頭部プレートのみでのり面工は不要である。このような地盤は一般に、掘削による応力開放状態での地盤強度が大きい軟岩や硬岩等に限定される。 ②急勾配掘削の場合（切P48） ・仮設のり面ではコンクリート吹付工（t=10cm）を原則とし、勾配は、1：0.0～0.5を標準とする。 ・緑化が不要な永久のり面は、コンクリート吹付工（t=10～15cm）を標準とし、勾配は、1：0.3～0.8を標準とする。 ・緑化の必要がある永久のり面は、逆巻き施工によってモルタル吹付工（t=5cm）を仮抑えとし、中詰めに植生工を行うことを標準とし、勾配は、1：0.8以上の緩い勾配とする。
	28	施工時の安定検討を行っているか	本工法の安定については、完成時だけでなく施工時の安定についても検討を行うことが必要である。（切P26、40）
構造細目	29	補強材の鉄筋径は妥当か	一般的にD19～D25を使用（切P44、52）
	30	スペンサーの設置は妥当か	補強材が孔の中心に位置するよう、最大ピッチ2.5mで最低2箇所以上設置する。（切P53）
	31	注入材の材料や設計基準強度は妥当か	注入材は、セメントミルクを標準とし、設計基準強度（σ28）は24N/mm <sup>2</sup> 以上とする。（切P54）
	32	補強材頭部の処理は妥当か	補強材頭部は、頭部プレートとナットを用いて結合することを原則とする。（切P55）
	33	排水工の設置は妥当か（のり面工を併用する場合）	・地盤中に過剰な間隙水圧が発生する恐れがある場合は、水抜き孔を適切に配置する。（切P56）
	34	防食方法は妥当か	・永久のり面に称する場合の補強材・頭部は、亜鉛メッキ処理を施すとともに、補強材の設計においては腐食代1mmを鉄筋公称径に対して考慮する。 なお、仮設目的（放置期間2年未満）の場合は、防食工を行わない。（切P57） ・腐食環境が厳しい地域（土壌）においては、エポキシ樹脂塗装や連続繊維補強材等の採用を検討する（切P59）
施工計画検討	35	施工方法は妥当か	・原則として逆巻施工で補強材1段毎に掘削、コンクリート吹付工等ののり面工、補強土工を行う。（切P61） ・順巻き施工では、最大切土1段とする。（切P61）
	36	地山状況、削孔径、削孔機械の選定は妥当か	・削孔工は、所定の位置、削孔径、長さ、角度、方向を満足するよう地質、施工条件を考慮し適切な施工機械を選定の上、確実な削孔方式を採用しなければならない。（切P69） ・施工機械は一般的にクローラドリル等のロッド削孔を標準とする。（切P69） ・クローラドリル等による削孔径は65mmを標準とする。（切P69） ・レックドリル、自穿孔式は仮設のり面に限り採用できる。（切P69）
	37	現場条件による施工方法の選定は妥当か	・鉄筋挿入工の市場単価の規格・仕様区分は現場条件Ⅰ、Ⅱ、Ⅲとなっている。（土木コスト情報：鉄筋挿入工）
	38	作業足場工の幅は妥当か	・足場には土足場と仮設工（単管、枠組）足場があり、標準的な足場幅は3.0m（R5土木数量算出要領P1-11-39）、二重管削孔などで、ロータリーパーカッション式ボーリングマシンを利用する場合の作業面の足場幅は4.5mを標準とする。（R5土木工事積算基準P1210）
	39	施工ヤードは確保可能か	プラント設備用地として、本工法用に50～100m <sup>2</sup> 、吹付工用に150～200m <sup>2</sup> が必要である。（切P65）
	40	補強材の頭部処理は妥当か	・のり面工の施工に際しては、補強材との接合が確実におこなわれるようにする必要がある。また、補強材に有害な錆が発生しないよう注意しなければならない。（切P75）
その他	41	引抜き試験は提案したか	・設計に先立って引抜き試験を行うことが望ましい。 ただし、切土を行う前で削孔機会を持ち込めなかったり、緊急対策で試験を行う余裕がなかったりするケースが多いが、地山条件によって、既往の値と大きくかけ離れている可能性があるため、設計値の妥当性を確認するために引抜き試験を行う必要がある。（切P22） 特に次に示すような地山条件の場合には、既往の値と大きくかけ離れている可能性があるため、事前に引抜き試験を行うことが望ましい。（切P22） ①固結度が低い第三紀の泥岩 ②断層破碎帯 ③蛇紋岩や変質粘土化帯など特殊な地山 ④崖錐や崩積土など地山強度が低い地山
	42	補強材と用地巾杭との位置関係は妥当か	・補強材が用地巾杭内に収めるのが基本である。

指PO：道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）／H21.6／（社）日本道路協会  
 切PO：切土補強土工法設計・施工要領／H19.1／東・中・西日本道路株式会社  
 のPO：のり砕工の設計・施工指針（改訂版第3版）／H25.10／（一社）全国特定法面保護協会  
 地PO：地山補強土工法設計・施工マニュアル／H23.9／（社）地盤工学会  
 グPO：グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説／H24.12／（社）地盤工学会