

第7章 のり面工・斜面安定工

主な関係図書

| 図 書 名 | 発行年月 | 発 行 |
|---------------------------|--------|---|
| 道路土工構造物技術基準・同解説 | H29.3 | (公社) 日本道路協会 |
| 道路土工要綱(平成21年度版) | H21.6 | (社) 日本道路協会 |
| 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 |
| 道路土工 盛土工指針(平成22年度版) | H22.4 | // |
| 道路土工 軟弱地盤対策工指針(平成24年度版) | H24.8 | // |
| 道路土工 擁壁工指針(平成24年度版) | H24.7 | // |
| 落石対策便覧 | H29.12 | (公社) 日本道路協会 |
| 切土補強土工法設計・施工要領 | H19.1 | 東日本高速道路株式会社 中日本高速道路株式会社 西日本高速道路株式会社 |
| 設計要領 第一集 土工 | R2.7 | // |
| 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 |

7-1 概 説

豪雨や地震等による道路災害のうち、土砂災害により道路が被災する事例が多いのが現状である。道路における土砂災害には、崩壊、落石、地すべり、土石流のように様々な形態があるが、いずれの場合にも、道路が被災したときには道路交通機能の阻害はいうまでもなく、周辺地域の生活、経済等に及ぼす影響も大きく、人的災害につながる可能性もある。道路管理者としては、できる限りこのような災害を未然に防止していくよう努力する必要がある。

ここでは、のり面工・斜面安定工の基本的な考え方を示す。詳細については、上記関係図書を参考に十分な検討を行うこと。

7-2 基本方針

7-2-1 目的

のり面工・斜面安定工の主目的は、斜面の崩壊等による土砂災害から道路利用者を守り、安全かつ快適な道路空間を創出することである。このため、のり面工・斜面安定工を構築するに当たっては、まず第一に、崩壊等の発生形態と規模を想定し、土砂災害をどのように防止または回避するかなど、安全に対する適切な対応策を選定することが重要である。また、改変による自然への影響をできるだけ緩和し、周辺の自然環境や景観といかに調和させることができるかといった視点も重要である。

7-2-2 基本的な考え方

のり面工・斜面安定工においては、土砂災害の発生形態が多様であることを踏まえ、道路区域内外の広い範囲に分布する危険性について、災害発生を予測し、以下の方針により対応策を選定する。

- ① 想定される災害規模が大きい場合には、対策工による抑止・抑制が困難であり、災害が発生した場合には社会的影響が大きいので、概略・予備調査の段階で問題箇所を抽出してできる限りそこを回避した路線や道路構造の選定を行う。
- ② 路線選定後、対策工を行う箇所については、現地の地盤条件や地形条件を踏まえて想定される災害形態と規模に応じた対策工を行う。
- ③ 維持管理の段階でも弱点を見つけて対応し、地盤の不均質性や風化等による経年変化等の不確実性に対応して、段階的に性能を高めていく。
- ④ のり面工・斜面安定工は、周辺の自然環境や景観に影響を及ぼすものであり、安全性の確保と併せて、できる限り周辺の環境・景観に配慮した対応策を検討する。

7-2-3 計画と検討事項

道路建設の各段階において、想定される災害の形態及び規模に応じて、路線の変更、発生源対策、待ち受け対策、通行規制等を適切に組み合わせ、防災面及び環境・景観面から総合的に対応策を検討する。

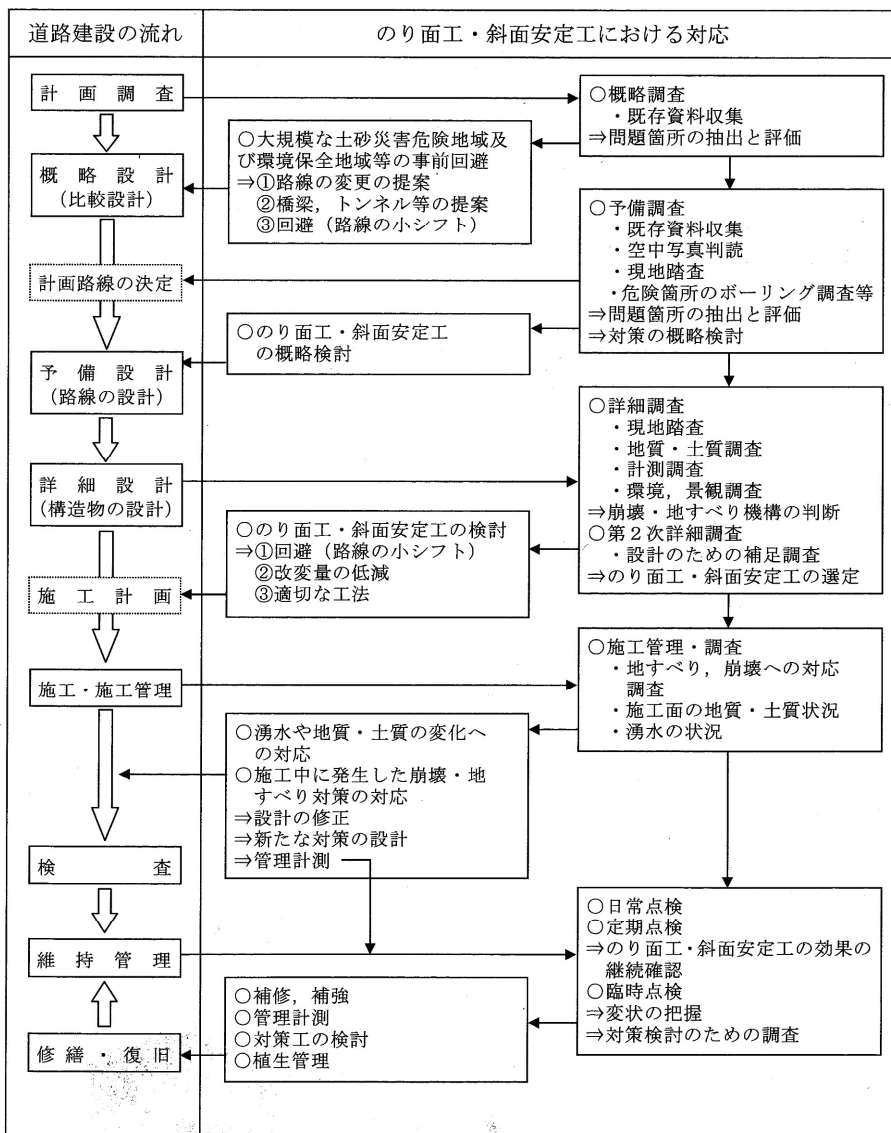


図 7-2-1 道路建設事業の各段階におけるのり面工・斜面安定工による対応

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P34

7-3 のり面保護工

7-3-1 目的

のり面保護工は、植物または構造物でのり面を被覆し、のり面の安定の確保と自然環境の保全や修景を行うものである。

7-3-2 種類

のり面保護工は、植物によるのり面保護工（のり面緑化工）と構造物によるのり面保護工（構造物工）とに大きく分けられ、のり面緑化工は、さらに植生工とその補助を目的とする緑化基礎工に分けられる。

表 7-3-1 のり面保護工の主な工種と目的

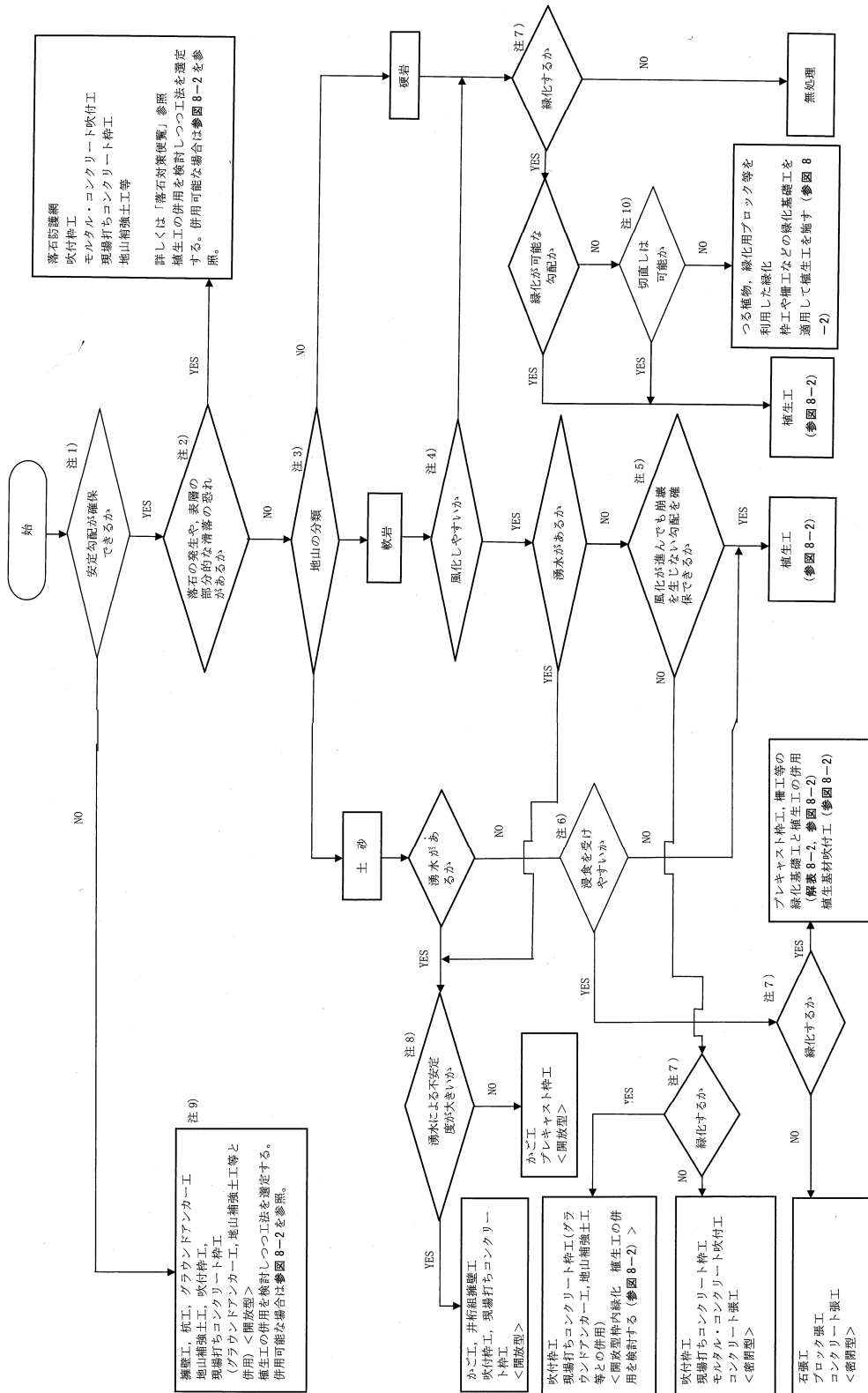
| 分類 | 工種 | 目的 | |
|--|--|--|--------------------------------|
| のり面緑化工（植生工） | 播種 種子散布工 客土吹付工 植生基材吹付工（厚層基材吹付工） 植生シート工 植生マット工 | 浸食防止，凍上崩落抑制，植生による早期全面被覆 | |
| | 工 植生筋工 | 盛土で植生を筋状に成立させることによる浸食防止，植物の侵入・定着の促進 | |
| | 植生土のう工 植生基材注工 | 植生基盤の設置による植物の早期生育 厚い生育基盤の長期間安定を確保 | |
| | 植栽工 | 張芝工 | 芝の全面張り付けによる浸食防止，凍上崩落抑制，早期全面被覆 |
| | | 筋芝工 | 盛土で芝の筋状張り付けによる浸食防止，植物の侵入・定着の促進 |
| | | 植栽工 | 樹木や草花による良好な景観の形成 |
| | | 苗木設置吹付工 | 早期全面被覆と樹木等の生育による良好な景観の形成 |
| | 構造物工 | 金網張工 繊維ネット張工 | 生育基盤の保持や流水によるのり面表層部のはく落の防止 |
| | | 柵工 じゃかご工 | のり面表層部の浸食や湧水による土砂流出の抑制 |
| | | プレキャスト枠工 | 中詰の保持と浸食防止 |
| モルタル・コンクリート吹付工 石張工 ブロック張工 | | 風化，浸食，表流水の浸透防止 | |
| コンクリート張工 吹付枠工 現場打ちコンクリート枠工 | | のり面表層部の崩落防止，多少の土圧を受ける恐れのある箇所の土留め，岩盤はく落防止 | |
| 石積，ブロック積擁壁工 かご工 井桁組擁壁工 コンクリート擁壁工 連続長繊維補強土工 | | ある程度の土圧に対抗して崩壊を防止 | |
| 地山補強土工 グラウンドアンカー工 杭工 | | すべり土塊の滑動力に対抗して崩壊を防止 | |

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P192

7-3-3 のり面保護工の選定

(1) 切土のり面保護選定フロー

切土のり面保護工の一般的な選定のフローは下図のとおりとする。



注：のり面緑化工の施工可能性をのり面勾配から判断する際には、参表 8-2 や参表 8-4 を参照すること。

図 7-3-1 切土におけるのり面保護工選定フロー

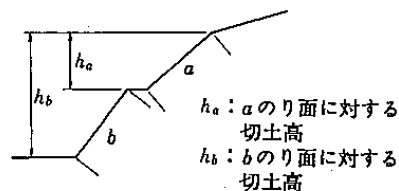
出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P198,199

- (注1) 地山の土質に応じた安定勾配としては、地山の土質に対する標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。また、安定勾配が確保できない場合の対策として、可能な場合は切直しを行う。
- (注2) 落石の恐れの有無は「道路土工一切土工・斜面安定工指針」および「落石対策便覧」を参考にして判断する。
- (注3) 地山の分類は、「道路土工要綱共通編 1-4 地盤調査 9」岩及び土砂の分類に従うものとする。
- (注4) 第三紀の泥岩、頁岩、固結度の低い凝灰岩、蛇紋岩などは切土による除荷応力開放、その後の乾燥湿潤の繰返しや凍結融解の繰返し作用等によって風化しやすい。
- (注5) 風化が進んでも崩壊を生じないような安定勾配としては、密実でない土砂の標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。
- (注6) しらす、まさ、山砂、段丘礫層等、主として砂質土からなる土砂は表流水による浸食には特に弱い。
- (注7) 自然環境への影響緩和、周辺景観との調和、目標植生の永続性等を勘案して判断する。
- (注8) 主として安定度の大小によって判断し、安定度が低い場合にかご工、井桁組擁壁工、吹付砕工、現場打ちコンクリート砕工を用いる。
- (注9) 構造物による保護工が施工されたのり面において、環境・景観対策上必要な場合には緑化工を施す。
- (注10) ここでいう切直しとは、緑化のための切直しを意味する。

表 7-3-2 切土に対する標準のり面勾配

| 地山の土質 | | 切土高 | 勾配 |
|----------------|-------------------------|--------|-------------------|
| 硬岩 | | | 1 : 0.3 ~ 1 : 0.8 |
| 軟岩 | | | 1 : 0.5 ~ 1 : 1.2 |
| 砂 | 密実でない粒度分布の悪いもの | | 1 : 1.5 ~ |
| 砂質土 | 密実なもの | 5m以下 | 1 : 0.8 ~ 1 : 1.0 |
| | | 5~10m | 1 : 1.0 ~ 1 : 1.2 |
| | 密実でないもの | 5m以下 | 1 : 1.0 ~ 1 : 1.2 |
| | | 5~10m | 1 : 1.2 ~ 1 : 1.5 |
| 砂利または岩塊混じり砂質土 | 密実なもの、または粒度分布のよいもの | 10m以下 | 1 : 0.8 ~ 1 : 1.0 |
| | | 10~15m | 1 : 1.0 ~ 1 : 1.2 |
| | 密実でないもの、または粒度程度の分布の悪いもの | 10m以下 | 1 : 1.0 ~ 1 : 1.2 |
| | | 10~15m | 1 : 1.2 ~ 1 : 1.5 |
| 粘性土 | | 10m以下 | 1 : 0.8 ~ 1 : 1.2 |
| 岩塊または玉石混じりの粘性土 | | 5m以下 | 1 : 1.0 ~ 1 : 1.2 |
| | | 5~10m | 1 : 1.2 ~ 1 : 1.5 |

- 注) ① 上表の標準勾配は地盤条件、切土条件等により適用できない場合があるので本文を参照すること。
- ② 土質構成等により単一勾配としないときの切土高及び勾配の考え方は下図のようになる。



- ・勾配は小段を含めない。
- ・勾配に対する切土高は当該切土のり面から上部の全切土高とする。

- ③シルトは粘性土に入れる。
- ④上表以外の土質は別途考慮する。
- ⑤のり面緑化工を計画する場合には参表 8-2 も考慮する。

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P136

(2) 盛土のり面保護選定フロー

盛土のり面保護工の一般的な選定のフローは下図のとおりとする。

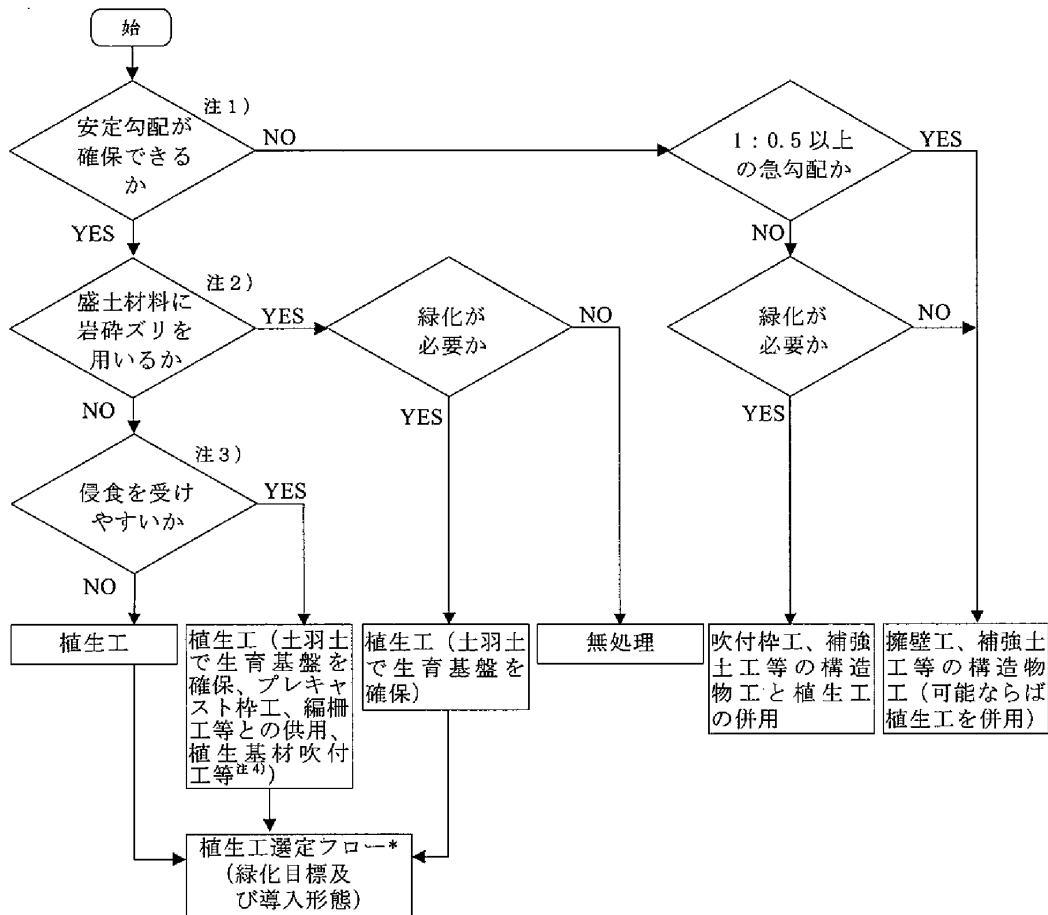


図 7-3-2 盛土におけるのり面保護工選定フロー

出典：道路土工 盛土工指針 P147

- (注1) 盛土のり面の安定勾配としては、盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。
- (注2) ここでいう岩砕ズリは、主に風化による脆弱化が発生しにくいような堅固なものとし、それ以外は一般的な土質に準ずる。
- (注3) 浸食を受けやすい盛土材料としては、砂や砂質土等があげられる。
- (注4) 降雨等の浸食に耐える工法を選択する。

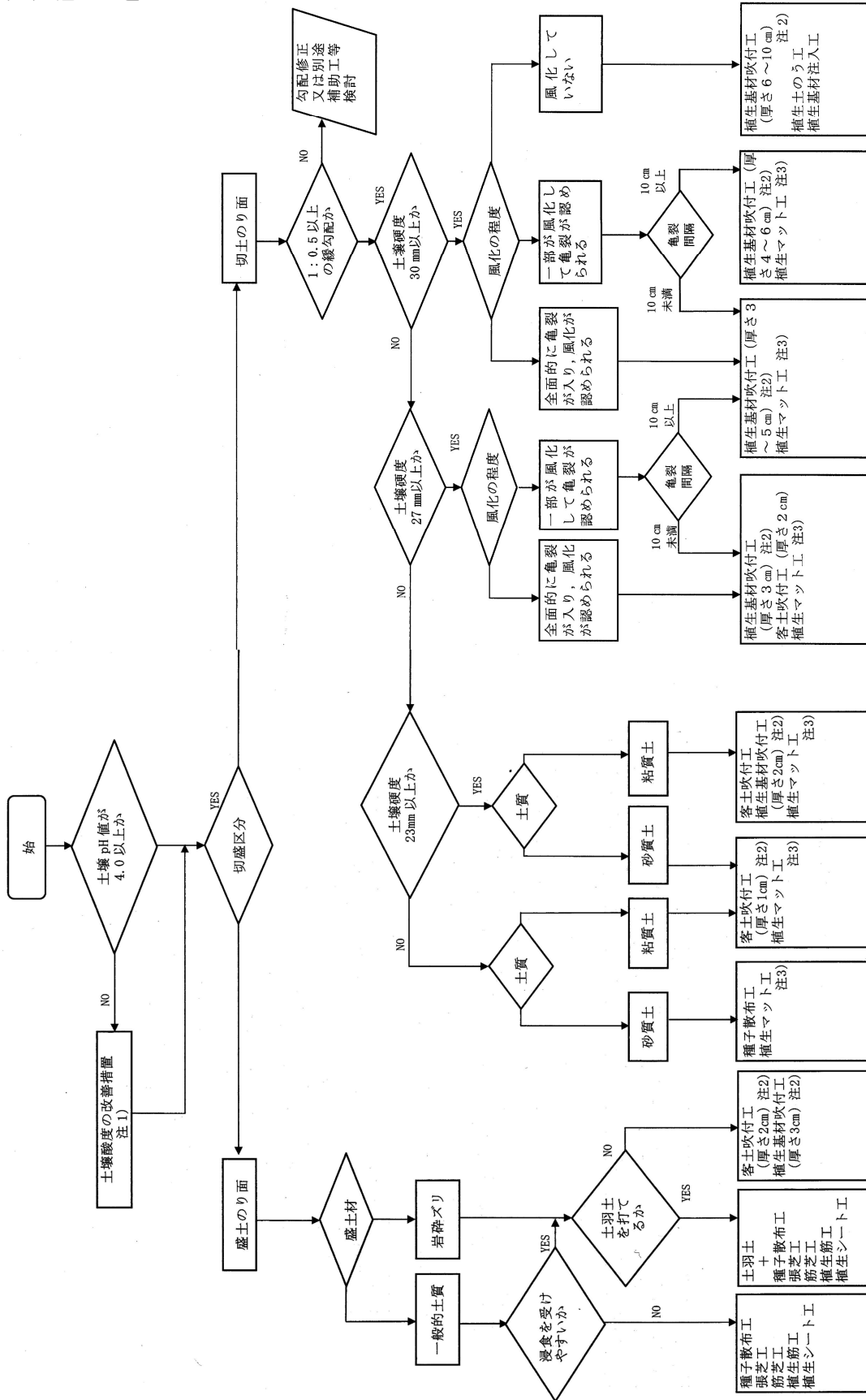
表 7-3-3 盛土高に対する標準のり面勾配

| 盛土材料 | 盛土高 (m) | 勾配 | 摘要 |
|---|---------|-------------|---|
| 粒度の良い砂(S)、礫及び細粒分混じり礫(G) | 5 m以下 | 1:1.5~1:1.8 | 基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響がなく、5章に示す締め管理基準値を満足する盛土に適用する。 |
| | 5~15m | 1:1.8~1:2.0 | |
| 粒度の悪い砂(SG) | 10m以下 | 1:1.8~1:2.0 | ()の統一分類は代表的なものを参考に示したものである。標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。 |
| 岩塊(ずりを含む) | 10m以下 | 1:1.5~1:1.8 | |
| | 10~20m | 1:1.8~1:2.0 | |
| 砂質土(SF)、硬い粘質土、硬い粘土(洪積層の硬い粘質土、粘土、関東ローム等) | 5 m以下 | 1:1.5~1:1.8 | |
| | 5~10m | 1:1.8~1:2.0 | |
| 火山灰質粘性土(V) | 5 m以下 | 1:1.8~1:2.0 | |

注) 盛土高は、のり肩とのり尻の高低差をいう(解図 4-3-2 参照)。

出典：道路土工 盛土工指針 P106

(3) 植生工選定フロー



注1)：土壌酸度の改善措置が可能な場合はブロック張工などの構造物工のみの適用を検討する。
 注2)：吹付厚さは緑化目標も考慮して決定する。
 注3)：植生マットを適用する場合には、植生基材が封入されたもので、その機能が同条件での植生基材吹付工の吹付厚さに対応した製品を使用する。

図 7-3-3 のり面条件を基にした植生工選定フロー

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P228,229

7-3-4 構造物工

構造物によるのり面保護工は、のり面の侵食や風化及び表層の滑落や崩壊を防止するなどのり面の永続的な安定を図ることを目的とし、無処理では安定を確保できないのり面のうち、

- ① のり面緑化工が不適なのり面
- ② のり面緑化工だけでは浸食に対し長期安定が確保できないと考えられるのり面
- ③ 表層滑落、崩壊、落石等の不安定化が発生するおそれのあるのり面

の保護を行うものをいう。

構造物によるのり面保護工には、以下のような工種がある。

1) 石張工、ブロック張工

石張工、ブロック張工（コンクリート版張工を含む）には、のり面の風化及び浸食等の防止機能があり、1：1.0 以下の緩勾配で粘着力のない土砂、泥岩等の軟岩並びに崩れやすい粘性土等ののり面に用いる。また、のり面勾配を標準より急にする必要がある場合や、オーバブリッジの埋め戻し部、盛りこぼし橋台の前面の保護等にも用いられる。

使用する石材、ブロックの控長はのり面勾配と使用目的に応じて定めるが、標準値を表 7-3-4 に示すため参考にするとよい。

石張工、ブロック張工は、直高は 5m 以内、のり長は 7m 以内で、できる限り緩勾配で用いることが望ましい。特に、雑石張りを行う場合は、勾配は 1：1.5 より緩やかにし、直高 5m 程度までが好ましい。

平版ブロック張工は、のり長が短く勾配の緩やかな箇所に用いる。

コンクリート版張工は、ずり落ちや浮上がり防止のため、砕工を併用することが多く、砕間隔は 4～6m 程度が多い。

湧水や浸透水のある場合には、背面の排水を良好にするため、ぐり石または切込砕石を用いて裏込めをしなければならない。その場合の裏込めの厚さは 20cm 程度とする。水抜孔は直径 50mm 程度で、標準的には 2～4 m² に 1 個の割合で設け、湧水の多い箇所には数を増やす（図 7-3-4 参照）。十分な排水処理（暗きょ排水や防水マット等）を施した後に、石張りを行うべきで、これを怠ったため崩壊した例が多く見られる。

石張工・ブロック張工の施工を行う場合は、まず所定の基礎を作り、胴がい及び尻がいに張石を固定し、胴込めコンクリート、裏込めコンクリート及び裏込め材を充てんし、天端付近に著しい空隙が生じないように入念に施工する。基礎の種類としては、ぐり石基礎、コンクリート基礎、くい基礎等がある。石の積み方としては、一般に谷積みを採用する。また、練張りの場合は不同沈下に備え、10～20m 毎に継手を設ける必要がある。

2) コンクリート張工

コンクリート張工は節理の多い岩盤やゆるい崖すい層などで、コンクリートブロックのり砕工や、モルタル吹付工ではのり面安定が確保できないと考えられる場合に用いられる。長大のり面、急勾配のり面では金網または鉄筋を入れるとともに、すべり止めのアンカーピンまたはアンカーバーをつけることが望ましい。（図 7-3-5 参照）

一般に 1:1.0 程度の勾配ののり面には無筋コンクリート張工が用いられ、1：0.5 程度の勾配ののり面には鉄筋コンクリート張工が用いられる。無筋コンクリート張工は、最小 20cm 程度の厚さが必要である。打込み深さはコンクリート厚さの 1.5～2.0 倍を標準とする。

施工に際しては表面水の岩盤内への進入を防ぐこと、張り残しを作らないこと、湧水のある場合には水抜き孔などによって完全に処理すること、上端をよく地盤内へ食い込ませることなどが必要である。

コンクリートの打継ぎを行う場合その施工継ぎ手を水平にすると、継手上部がすべり出す

おそれがあるので施工継手はのり面に垂直あるいはかぎ形にすべきである。

表 7-3-4 のり面勾配と控長 (単位: cm)

| 箇所 のり面 勾配 ^{注1)} | 一般ののり面保護 | | | 特殊箇所ののり面保護 {オーバーブリッジの埋戻し, 盛りこぼし, 橋台前面等} | | |
|--------------------------------|----------------------|------------|---------------|---|------------|---------------|
| | 石張り | ブロック 張り | コンクリート 版張り | 石張り | ブロック 張り | コンクリート 版張り |
| 1.0~1.2 | 35~25 ^{注1)} | 35 | 20以下 | 35 | 35 | 20以下 |
| 1.2~1.5 | 35~25 ^{注2)} | 35 | 20以下 | — | 25 | 20以下 |
| 1.5~1.8 | 25以下 | 12以下 | 20以下 | — | 18以下 | 20以下 |

注1) 勾配が1:1.5より急な場合は直高5m以下ののり面に適用する。

2) 石張りの控長25cmは玉石を用い、直高3m以下ののり面に適用する。

出典: 道路土工 切土工・斜面安定工指針 P304

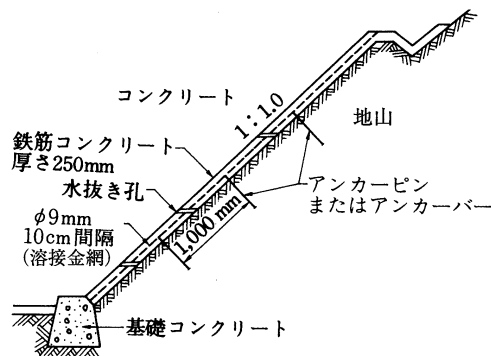
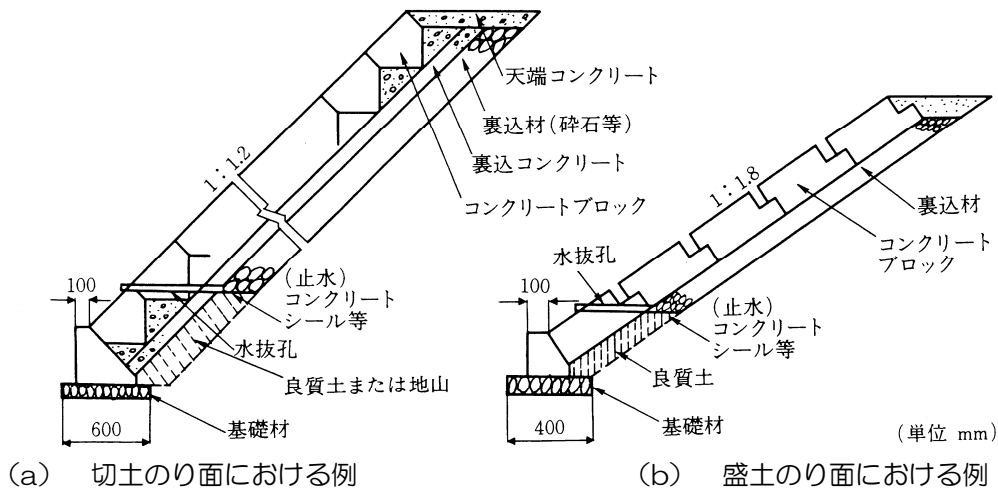


図 7-3-4 コンクリートブロック張工の例

出典: 道路土工 切土工・斜面安定工指針 P304,305

3) モルタルおよびコンクリート吹付工

モルタル・コンクリート吹付工は、岩盤の風化防止、雨水等の地山への浸透による浸食や崩壊の発生防止・緩和、小規模な落石防止等の機能がある。

モルタル・コンクリート吹付工は、風化しやすい岩盤、風化してはく離または崩落する恐れのある岩盤、切土した直後は堅固でも、表面からの浸透水により不安定になりやすい土質等に用いられる。

モルタル吹付工の吹付厚は、8～10cm、コンクリート吹付工の場合は10～20cmを標準とする。ただし、寒冷地域等気象条件の厳しい地域においては、モルタル吹付厚10cm以上必要である。

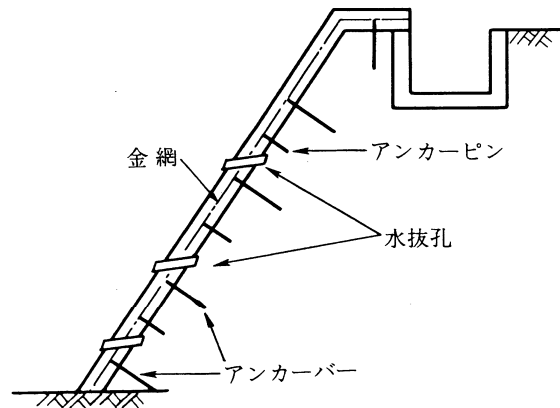


図 7-3-5 モルタル及びコンクリート吹付工の例

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P302

4) プレキャスト枠工

プレキャスト枠工は、一般に侵食されやすい切り土・盛土のり面や標準勾配でも状況により植生が適さない箇所、あるいは植生を行っても表面が崩壊するおそれがある場合に用いられるが、1：1.0より緩やかな勾配のり面に適用される。

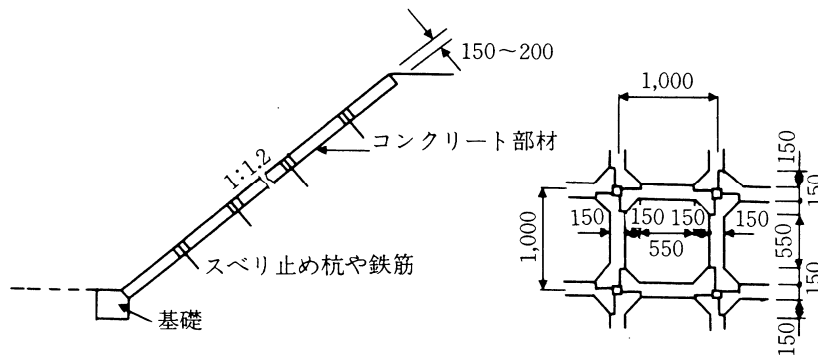
プレキャスト枠にはプラスチック製、鉄製およびコンクリートブロック製などがあるが、現場条件や経済性等を考慮して採用するものとする。

なお、寒冷地などで凍上によるのり枠の浮き上がりが懸念される場合には、プレキャスト枠を使用しないことが望ましい。

枠の交差部分にはすべり止めのための長さ50～100cm程度のアンカーバーなどを設置し（図7-3-6参照）、枠内は良質土で埋戻し植生で保護することが望ましい。

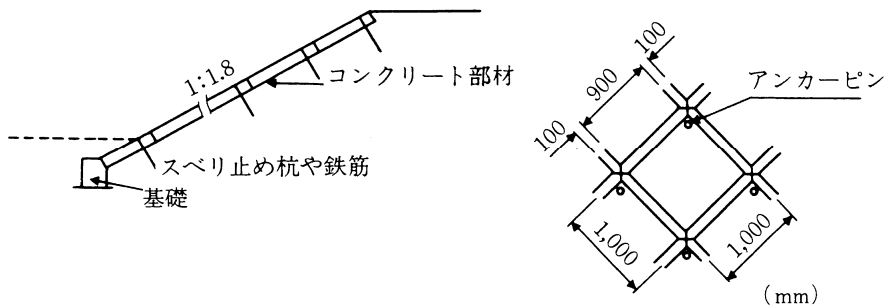
枠内は、勾配が1：1.2より急な場合では、かなりの湧水がある場合、枠内が土砂詰めで良質土が得られない場合、植生では流出するおそれのある場合などには石張りやコンクリートブロック張りなどを行う。

景観・美観を重視する場合はぐり石などの間げきに肥沃土を充てんしたり、植生基材吹付工を併用したりして緑化をはかることもできる。



(a) 切土のり面施工例

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P279



(b) 盛土のり面施工例

図 7-3-6 コンクリートブロック砕工の例

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P279

5) 現場打コンクリート砕工

現場打コンクリート砕工は、湧水を伴う風化岩や長大のり面などでのり面の長期にわたる安定が危惧される箇所、あるいはコンクリートブロック砕工などでは崩落のおそれがある箇所に用いる。また節理、亀裂などのある岩盤でコンクリート吹付工などでは浮石を止めることができない場合にも、支保工的な機能を期待して適用されることがある。

砕は鉄筋コンクリートの現場打ちとし、砕内は状況に応じて石張り、ブロック張り、コンクリート張り、モルタル吹付あるいは植生などにより保護する。

現場打コンクリート砕工は、コンクリートブロック砕工に比べ鉄筋が連続した梁構造となっているため、曲げに対しても強い。標準的な形状寸法としては、一般に $0.3\text{m} \times 0.3\text{m} \sim 0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$ 程度の矩形で、部材間隔が部材幅の 5~10 倍の範囲のものが多く格子状に用いられている。(図 7-3-7 参照)

のり面の状況に応じて、砕の交点部分にはスベリ止めのアンカーバーを設置する。特に寒冷地において部材の断面寸法が $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ 程度以下ののり砕を使用する場合には、凍上によるのり砕の浮き上がりが懸念されることもあるので、既往の施工例などを参考に適用性を検討することが必要である。

また、砕には対象地の地質によって、のり面を掘り込んで設置する方法と、のり面上に設置する方法とがある。

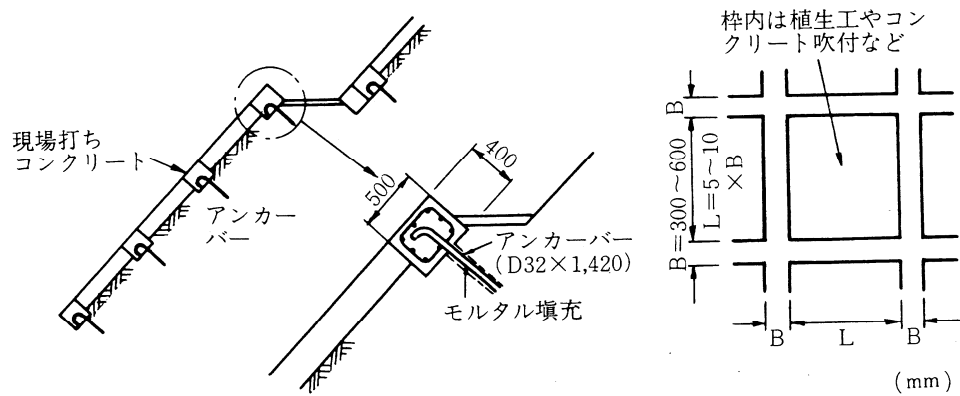


図 7-3-7 現場打コンクリート枠工の例

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P284

また、枠内の排水については、次頁に示す「関東地方整備局 事務連絡 (H25.10.2)」を参照すること。

事 務 連 絡

平成25年10月2日

各都県・政令市
道路関係課長 殿

関東地方整備局
道路部 地域道路課長

現場吹付け法枠工の枠内排水の設計について

標記について、道路局国道・防災課、環境安全課より、「現場吹付け法枠工の枠内排水の設計について」（平成25年10月1日付 事務連絡）が発出されましたので、お知らせ致します。

なお、各都県におかれましては、市町村等の道路管理者に対しても本事務連絡の周知をお願い致します。

(問い合わせ先)

関東地方整備局 道路部地域道路課

TEL 048-600-1904

事務連絡
平成25年10月1日

各地方整備局 道路工事課長 殿
道路管理課長 殿
地域道路課長 殿
北海道開発局 道路建設課長補佐 殿
道路維持課長補佐 殿
地域事業管理官 殿
沖縄総合事務局 建設工務室長 殿
道路管理課長 殿
道路建設課長 殿

道路局 国道・防災課 課長補佐
道路保全企画室 課長補佐
道路防災対策室 課長補佐
環境安全課 課長補佐

現場吹付け法砕工の枠内排水の設計について

道路のり面の斜面安定工における、現場吹付け法砕工の枠内排水については、パイプによる排水方式及び水切りモルタルによる処理等がありますが、その設計にあたっては初期投資、長期的な経済性、供用期間中の管理等を十分に検討する必要があります。

今般、会計検査院より、中詰工がモルタル等の場合で、経済性や現地条件や供用期間中の管理の確実性を十分に考慮せずに初期投資が割高となる水切り方式により設計している現場吹付け法砕工事が実施されているとの指摘を受けたところです。

については、現場吹付け法砕工の枠内排水の設計にあたっては、下記を踏まえるよう留意願います。

なお、都道府県、政令市に対しても、本事務連絡を参考まで周知願います。

記

1. 留意点

現場吹付け法砕工の枠内排水の設計に関して、中詰工がモルタル等の場合はパイプ方式を基本とし、初期投資及び長期的な経済性や供用期間中の管理の確実性等を考慮したうえで、適切な排水方法を選択すること。

2. 添付資料

現場吹付け法砕工の排水方法に関する概念図

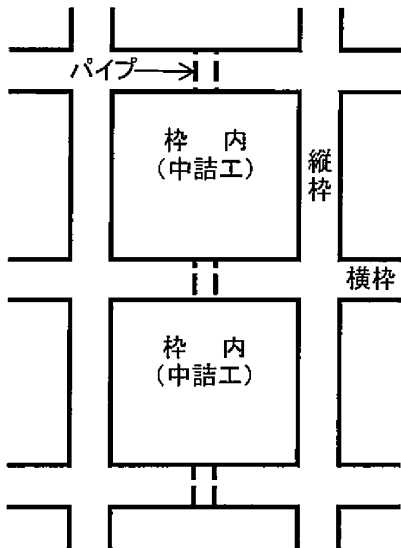
3. 適用時期

本事務連絡発出後、設計を行う現場吹付け法砕工事に適用する。

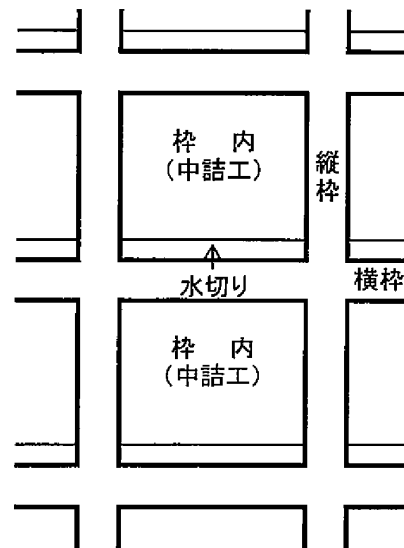
(参考図)

現場吹付法砕工の概念図

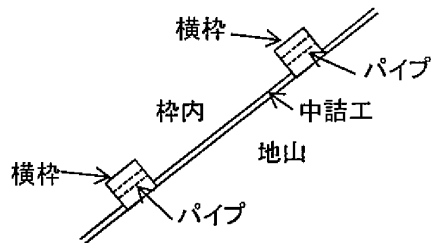
(パイプ方式の場合の正面図)



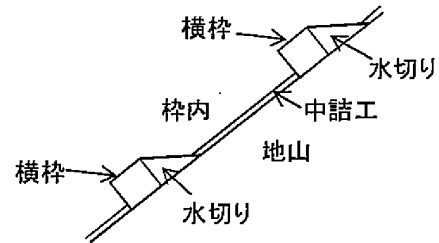
(水切り方式の場合の正面図)



(パイプ方式の場合の断面図)



(水切り方式の場合の断面図)



6) 吹付砕工

吹付砕工は凹凸のある亀裂の多い岩盤のり面や、早期に保護する必要があるのり面などに用いる。

本工法の基本的な機能は現場打コンクリート砕工と同様であるが、施工性が良く、凹凸のあるのり面に施工でき、のり面状況に応じて各種形状の砕の選定が可能である。

吹付砕工は、出来形が矩形や欠円形、型砕が金網や簡易な金属型砕等いくつかの形状や施工法（図7-3-8、図7-3-9参照）があるうえ、部材寸法を変えることも可能である。

また、グラウンドアンカー工や地山補強土工との併用等により、多様な現地条件に適合できるが、各々の特徴及び他工種との経済性、施工性、機能等を比較検討して決定する必要がある。

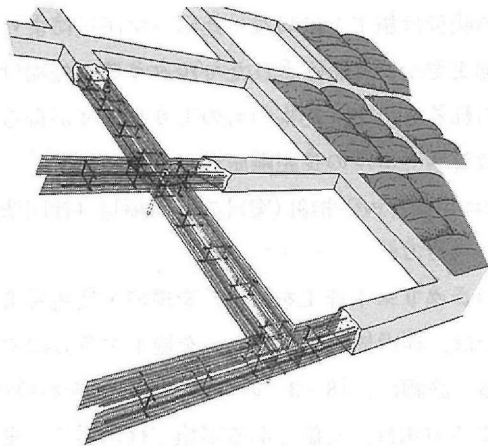


図7-3-8 矩形の吹付砕工の例

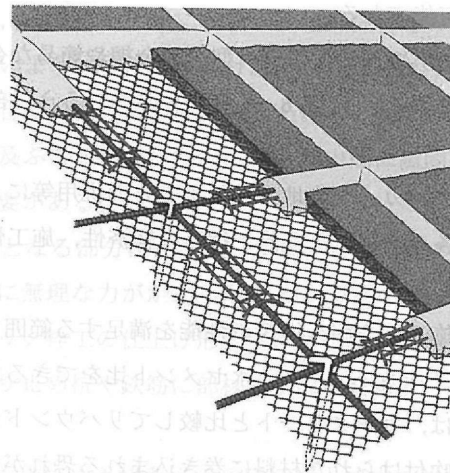


図7-3-9 欠円形の吹付砕工の例

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P281.282

7) 柵工

柵工は植物が十分に生育するまでの間、のり面表面の土砂流失を防ぐために用いられることが多く、育成基盤を保持する目的でも用いられる。のり面に金属杭や木杭等を打ち込み、これにそだ、竹またはプラスチック製のネット等を組み込んで施工する（図7-3-10参照）。最近では、金属やプラスチック製のネットであらかじめ製品化された柵を設置する方法や、杭に風倒木や間伐材を利用する方法が用いられている。木杭の場合の長さは50～150cm、径は9～15cm、間隔は50～90cm程度、柵の間隔は1.5～3.0m程度が一般的に用いられている。杭の角度は鉛直もしくはのり面に対しての垂線と鉛直線との中間角までがよい。また木杭は将来腐朽が考えられるのでその機能は永続的ではない。よって、周辺条件により木本類による植生遷移が進みにくい箇所には、播種、苗木植え付け等により木本類を導入し、樹木の根系のもつ土壌緊縛効果により、のり面保護の機能の永続性を確保する必要がある。

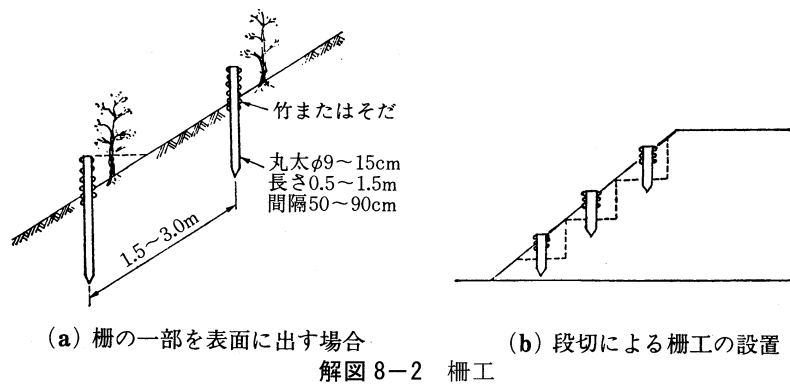


図 7-3-10 かご工の一般形状例

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P278

8) かご工

かご工は、機能、形状や設置方法等により、以下に示すじゃかご工、ふとんかご工、かごマット工に区分される。

じゃかご工は、多量の湧水や表流水によるのり面の侵食及び凍上を防止する機能があり、主としてのり面表層部の湧水処理、表面排水並びに凍上防止等に用いられる。

ふとんかご工は、じゃかごの機能と土圧に抵抗する機能を有しており、湧水箇所や地すべり地帯における崩壊後の復旧対策工等に用いられ、のり面工というよりはむしろ土留用として使用される場合が多い。

かごマット工は、ドレーンかごや特殊ふとんかごとも呼称され、景観性向上やのり面・斜面の表層安定対策として用いられる。柔軟性に富んだ金網を連続した一体構造として金網内に小径の碎石を詰めることで、湧水と凍結融解作用が顕著なのり面・斜面全体に用いられる場合が多い。

かご工では、湧水の多い場合に集めた水を速やかに排水できるように留意するとともに、のり面・斜面からの流出土砂によってかごが目詰まりを起こす恐れのある場合には、周囲を砂利等で保護する。

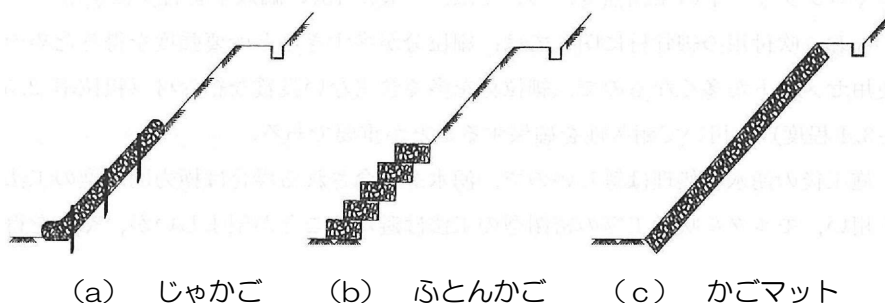


図 7-3-11 かご工の一般形状例

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P301

9) 擁壁工

擁壁工は、切土や盛土等の土工計画で用地の制限や地形等の制約により、標準的なのり面勾配では安定を確保できない場合等に検討され、作用する土圧に抵抗する機能を有している。

主に土圧が作用する恐れのある箇所や、多量の湧水や流下水によるのり面・斜面の崩壊の恐れがある箇所等で使用され、様々な現場条件に対応した多様な構造形式がある。

詳細については、「道路土工—擁壁工指針」を参照されたい。

擁壁工の環境・景観への対応は、擁壁の一部にポケット状の植栽地を設けて、そこにつる植物を植栽する方法等があるが、地山からの水分・養分の供給が期待できず、導入した植物が衰退し裸地化するなどの危険性が高いため、検討にあたり植生基盤の厚さや導入植物の選定に十分注意する必要がある。最近では、連続長繊維補強土擁壁を採用して表面を全面緑化する方法や、のり面緑化を考慮したブロックもあるが、水分や養分の供給等の面で維持管理に注意を要する。

10) 杭工

杭工は、比較的大きな抑制力を有する工法で、のり面・斜面のすべり崩壊の抑止機能を有しているため、基礎が強固で移動土塊に対し十分対抗できるような地点で施工することが望ましい。

11) グランドアンカー工

グランドアンカー工は、岩盤に節理、亀裂などがあり、崩壊または崩落するおそれがある場合、比較的締まった土砂ののり面や斜面で崩壊のおそれがある場合に抑止力を付与する目的で用いられる。また、グランドアンカー工は仮設土留め壁の支保工として用いられることもある。

グランドアンカー工は、現場打コンクリート枠工、吹付のり枠工、コンクリート張工、擁壁工など他の工法の安定性を高めるため併用されることが多い（**図7-3-12**参照）。

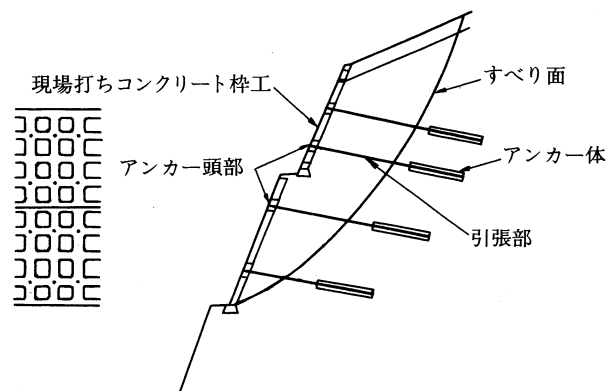


図7-3-12 グランドアンカー工の例

(現場打コンクリート枠工との組合せ例)

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P287

1 2) 地山補強土工

地山補強土工は、地山に挿入された補強材によってのり面や斜面全体の安定度を高め、比較的小規模な崩壊防止、急勾配のり面の補強対策、構造物掘削等の仮設のり面の補強対策等で用いられる。地山補強土工は図7-3-13に示すように、鉄筋等の補強材を地山に挿入し、切土による自然の改変を最小限にとどめ、地山を急勾配で切土する場合や構造物を設置する際の仮設への適用等、多様な条件下で様々な工法と組み合わせて用いられている。

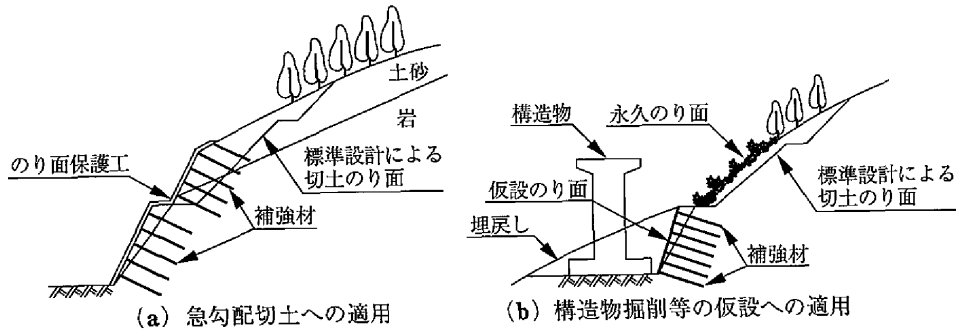


図7-3-13 鉄筋挿入工の適用例

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P297

1 3) 連続長繊維補強土工

連続長繊維補強土工は、軽微な土圧に対抗する吹付砕工や擁壁工の代替として、吹付による連続長繊維を混入した補強土と、その表面を植生基材吹付工等で全面緑化することにより、自然の改変を最小限にとどめることが可能である。施工例を、図7-3-14に示す。また、グラウンドアンカー工や地山補強土工との併用で地山の安定を図り、表面を全面緑化することにより景観性向上を図ることもできる。切土のり面から自然斜面まで、様々な現場条件に適用可能な環境配慮型の補強土吹付工法である。

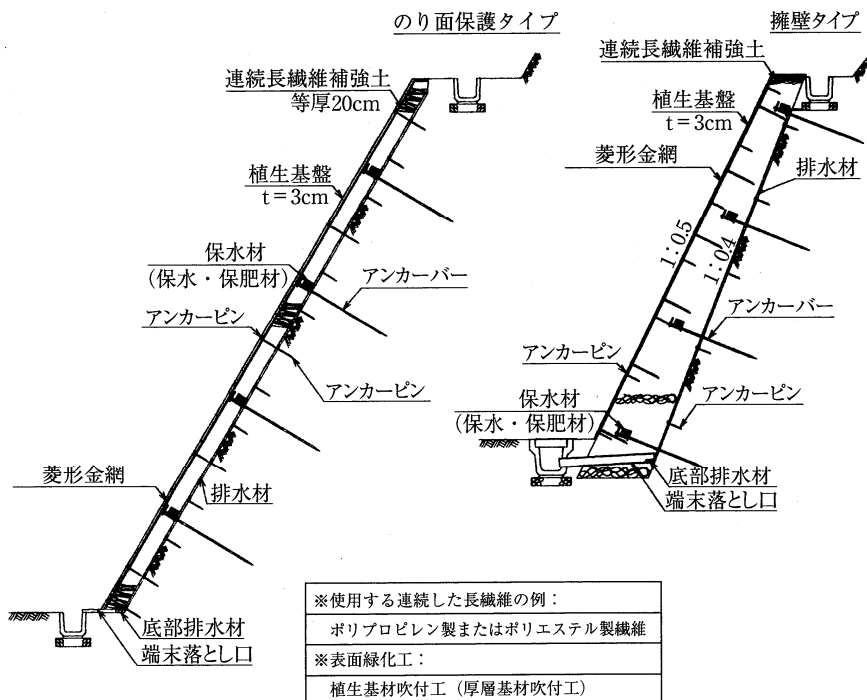


図7-3-14 連続長繊維補強土工の例

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P286

(3) のり面排水工

のり面の排水工は、表流水、地下水、湧水によるのり面の浸食や崩壊を防止するために十分な効果を発揮するよう計画する。

a.表流水

のり面の浸食防止には、のり面を流下する水を少なくする必要がある。そのため、必要に応じてのり肩排水溝、縦排水溝、小段排水溝を設置する。

b.地下水・湧水

のり面の湧水は、地下水や地中に浸透した雨水や融雪水が原因である。切土により地下水脈を分断すると、切土のり面上部の自然斜面から浸透した雨水や融雪水により湧水が発生し、のり面に悪影響を及ぼす恐れがあるほか、場合によっては湧水の流出する地層に沿ってすべり面が形成され、のり面崩壊の原因になることもあるので注意する。

c.施工中の排水

切土の場合、施工中の排水に注意する必要がある。自然地形における表流水の流れが切土によって大きく変えられるので、十分な容量の排水路を計画しておかなければならない。

① 表面水排水施設

のり面を流下する表面水による表面の浸食、洗掘を防止するためには次のようなものが考えられる。

a. のり肩排水溝

隣接地域から表面水がのり面に流入しないようのり肩に沿って排水溝を設ける。のり肩排水溝の断面は流量に応じて定める。

のり肩排水溝にはコンクリート排水溝、鉄筋コンクリートU形溝、石張り排水溝などがある。

b. 小段排水溝

小段排水溝にはのり肩排水溝と同様にコンクリート排水溝、鉄筋コンクリートU形溝などによって作られた溝が用いられ、これによって集められた水は縦排水溝などによってのり尻に導かれる。

コンクリートあるいは鉄筋コンクリートU形溝によって作る小段排水溝は、のり肩排水溝とほぼ同じ構造であるが、**図7-3-15**に示すようにのり尻に接近させて配置する。また水が排水溝の側面や裏面にまわらないよう注意し、鉄筋コンクリートU形溝を使用する場合には、コンクリートなどを打設して周辺を固める。小段排水溝を設置するときには小段幅を1.5m以上とることが望ましい。

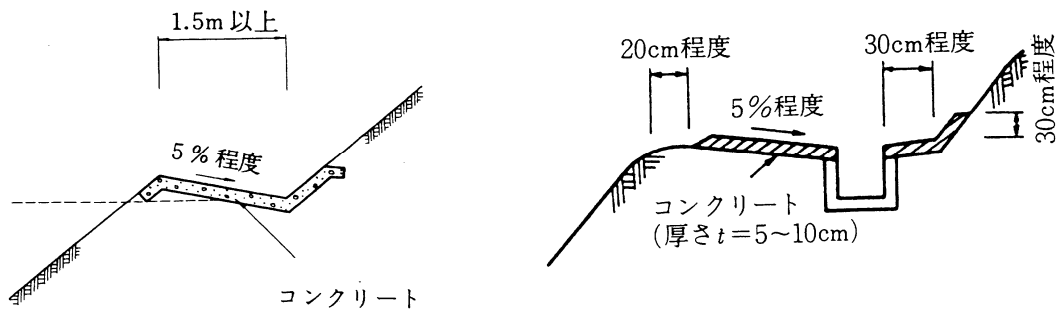


図7-3-15 小段排水溝の例

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P172

c. 縦排水溝

縦排水溝はのり面に沿って設ける水路で、のり肩排水溝や小段排水溝からの水をのり尻の水路に導くためのものであり、鉄筋コンクリートU形溝、遠心力鉄筋コンクリート管、半円管、鉄筋コンクリート管、石張水路などが用いられる。**図7-3-16**にその一例を示す。

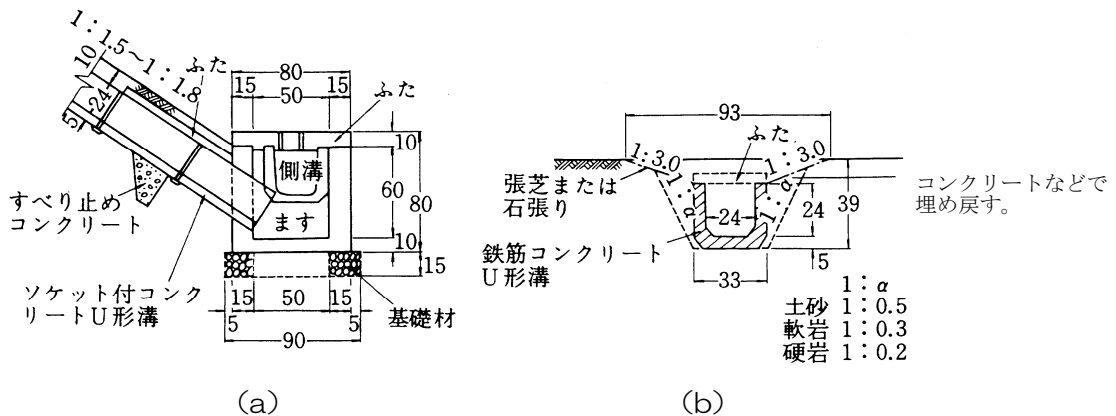


図7-3-16 鉄筋コンクリートU形側溝による縦排水溝の例 (単位 cm)

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P173

② 地下排水施設

のり面に浸透してくる地下水や湧水を排除する施設としては、次のようなものが考えられる。

a. 地下排水溝

のり面の湧水や地表面近くの地下水を集めて排水するためには、**図 7-3-17** のような地下排水溝が有効である。

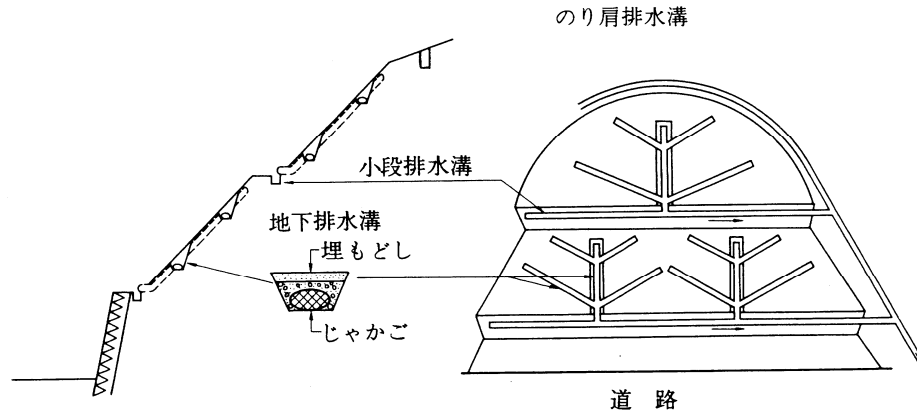


図 7-3-17 地下排水溝例

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P174

b. じゃかご工

湧水の多いのり面では地下排水溝などと併用し、のり尻部にじゃかごを敷き並べる。これは排水と同時到的り尻崩壊の防止にも役立つ。また比較的小さいのり面では地下排水溝にかわりに、じゃかごを埋設することもある。

c. 水平排水孔

のり面に小規模な湧水があるような場合には、**図 7-3-18** に示すような孔を掘って穴あき管などを挿入して水を抜くとよい。孔の長さは一般に 2m 以上とする。

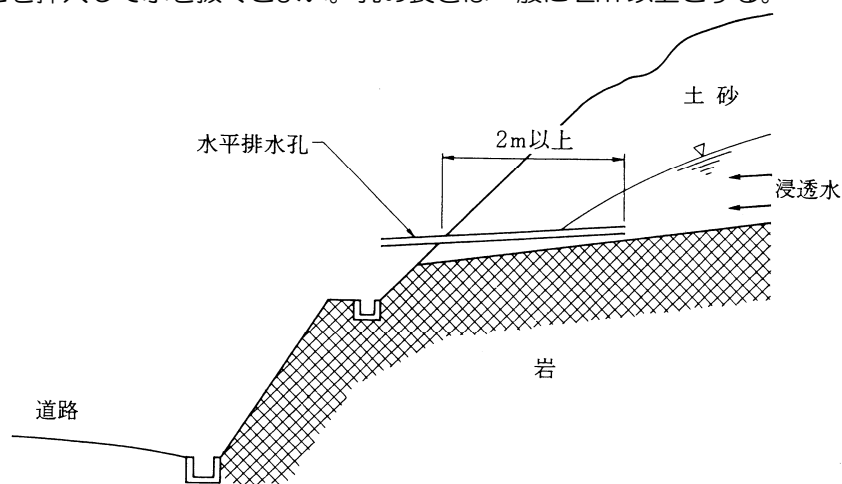


図 7-3-18 水平排水孔

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P175

d. 水平排水層

盛土内の浸透水を排除するため、必要に応じて図7-3-19のように盛土の一定厚さごとに水平の排水層を挿入する。特に、長大のり面を有する高盛土、片切り片盛り、切り盛り境部、沢を埋めた盛土や傾斜地盤上の盛土では、水平排水層を設置する必要がある。

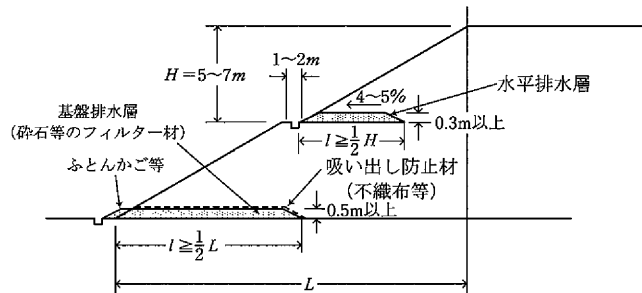


図7-3-19 水平排水層及び基盤排水層の例

出典：道路土工 盛土工指針 P107

e. 基盤排水層

地山から盛土への水の浸透を防止するために地山の表面に基盤排水層を設ける必要がある。特に地下水位の高い土で高い盛土をするような場合、長大のり面を有する高盛土、片切り片盛り、切り盛り境部、沢を埋めた盛土や傾斜地盤上の盛土等の雨水や浸透水の影響が大きいと想定される盛土では、設置する必要がある。

基盤排水層には、砕石または砂等の透水性が高く、せん断強さの大きい土質材料を用いるものとし、透水係数、吸い出し防止材は水平排水層に準じる。基盤排水層の厚さは浸透流量の大小によって異なるが、一般には50cm程度以上である。また長さは、のり尻からのり肩までの水平距離の1/2以上を標準とするが、特に湧水が多い箇所や高盛土では原地盤の段切りを施工しない範囲全面に設置するのが望ましい。

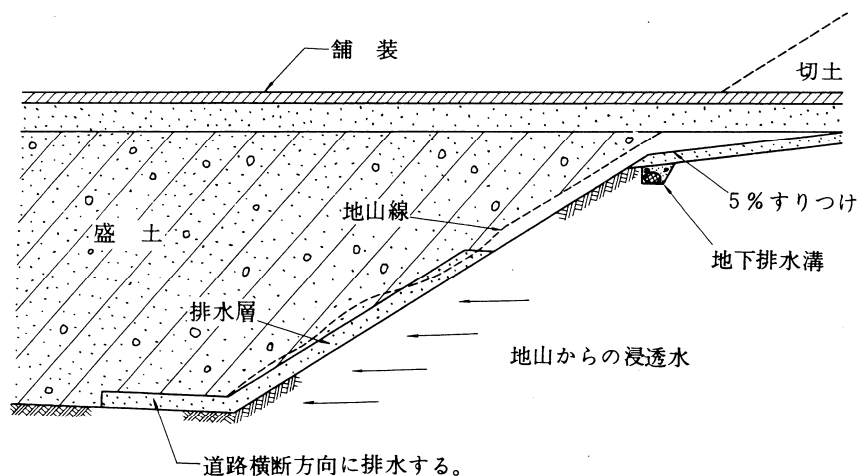


図7-3-20 切り盛り境部の地山の表面に設けた基盤排水層の例

出典：道路土工 盛土工指針 P164

7-4 地すべり対策工

(1) 対策工の種類

地すべり対策工には大別して抑制工と抑止工とがあり、抑制工とは地形・地下水状態などの自然条件を変化させて地すべり活動を停止または緩和させる工法である。抑止工とは構造物を設けることによって構造物の持つ抑止力により地すべり活動の一部または全部を停止させるものである。

地すべり対策工は必ずしも 1 種類とは限らず、多くの場合数種を組み合わせた工法を採用している。表 7-4-1 に地すべり対策工の分類を示す。

表 7-4-1 地すべり対策工の分類

| | | |
|-------|---|--------------------------------------|
| 抑 制 工 | } | 地表水排除工（水路工、浸透防止工）…………… (a) |
| | | 地下水排除工 |
| | | 浅層地下水排除工（暗渠工、明暗渠工、横ボーリング工）…………… (b) |
| | | 深層地下水排除工（集水井工、排水トンネル工、横ボーリング工）…… (c) |
| | | 地下水遮断工（薬液注入工、地下遮水壁工）…………… (d) |
| | | 排 土 工…………… (e) |
| | | 押え盛土工…………… (f) |
| | | 河川構造物（堰堤工、床固工、水制工、護岸工）…………… (g) |
| 抑 止 工 | } | 杭 工 |
| | | 杭 工（鋼管杭工など）…………… (h) |
| | | シャフト工（深礎工など）…………… (i) |
| | | グラウンドアンカー工…………… (j) |

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P404

地すべり対策工をさらに効果的に施工するためには地すべりの特徴や型分類を考慮するとよい。表 7-4-2 に地すべりの型と対策工法の一覧表を示す。

表 7-4-2 地すべりの型と対策工一覧表

| 主 な 原 因 | | 地すべりの型 | 対 策 工 法 | | | | | | | | | |
|---------|----------------------------|---------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j |
| 自然誘因 | 降雨・融雪浸透 地下水の増加 河川の浸食 | 岩盤地すべり | ○ | △ | ◎ | △ | ◎ | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ○ |
| | | 風化岩地すべり | ◎ | △ | ◎ | △ | ◎ | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ○ |
| | | 崩積土地すべり | ◎ | ○ | ◎ | △ | ○ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | △ |
| | | 粘質土地すべり | ◎ | ◎ | ○ | ○ | △ | ◎ | ◎ | △ | △ | △ |
| 人為的誘因 | 切 土 工 | 岩盤地すべり | △ | △ | ○ | △ | ◎ | ◎ | ○ | ○ | ○ | ◎ |
| | | 風化岩地すべり | △ | △ | ○ | △ | ◎ | ◎ | ○ | ◎ | ○ | ◎ |
| | | 崩積土地すべり | ○ | ○ | ○ | △ | ◎ | ◎ | ○ | ◎ | ○ | ○ |
| | | 粘質土地すべり | ◎ | ◎ | ○ | △ | △ | ◎ | ○ | △ | △ | △ |
| | 盛 土 工 | 崩積土地すべり | △ | △ | ○ | △ | △ | ◎ | ○ | ◎ | ○ | ◎ |
| | | 粘質土地すべり | △ | △ | △ | △ | △ | ◎ | ○ | ○ | △ | △ |

注) 対策工の記号は表 7-4-1 を参照すること。

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P407

(2) 代表的な対策工法

地すべり対策工の代表的な工法について述べる。

(a) 地表水排除工

地表水排除工は地すべり地内への雨水の浸透や池・沼からの浸透水を排除するためのものであり、応急的に施工するコルゲート管等を用いた水路工と防水シート等を用いた浸透防止工がある。

(b) 浅層地下水排除工

調査によって地すべりに影響していると考えられる地下水の存在が確認された場合は地下水排除工を実施する。浅層地下水排除工は、比較的浅い深度にあるものを対象とし、工法には、暗渠工、明暗渠工、横ボーリング工等がある。

(c) 深層地下水排除工

深層地下水排除工は、すべり面が深く、地下水が低いため、地表に近い地層内からの地下水排除が有効でない場合に検討される。工法は、横ボーリング工、集水井工、排水トンネル工等がある。

(d) 地下水遮断工

地すべりブロック外からの明瞭な流路に沿って地下水がブロック内に流入している場合に、これをブロック外で遮断排水する工法である。

(e) 排土工

排土工には、土塊の全部を排除する場合と一部を排除する場合があるが、普通は地すべり地の上半部の一部を排除することが多い。

(f) 押え盛土工

地すべりの末端部に土塊を盛土して地すべりの安定を図るものである。

地すべりの末端部の土は特に乱されて軟弱なことがあり、盛土の基礎破壊や地下水流、の妨げにより地すべり土塊の間隙水圧を上昇させ地すべりを誘発する場合があるので、地下水排除を十分に実施して盛土をする必要がある。

(g) 河川構造物

流水による河床低下や河岸（溪岸）浸食が地すべり土塊の安定を損なう直接の要因となる場合がある。砂防堰堤によって河床を高めたり、河川や海岸において、護岸、擁壁、床固め、水性、捨てブロック等により脚部の浸食を防ぐ工法である。

(h) 杭工

地すべりの抑止を目的とした杭工は、大口径ボーリングによりすべり面以深の所定の深度に設置する。

杭工は基盤が強固で地すべり移動土塊に対して十分対抗できるような地点で施工すること

(i) シャフト工

地すべりが大規模である等のために、一般の杭工では対応困難な場合に用いられ、大口径ボーリングにかえて、径2.5m～6.5mの井戸を掘り下げて鉄筋コンクリート構造のシャフト工を構築する工法である。

(j) グラウンドアンカー工

グラウンドアンカー工は、不動土塊に達する比較的小さい削孔を行い、高強度の鋼材等を引張材として使用し、引張材を基盤に固定し、地表の受圧板でその反力を受け止める構造である。