

第4章 斜面安定工と維持管理

4.1 斜面安定工法の選定

残地斜面の安定検討に当たっては、地質、地下水、湧水の有無、のり面勾配、その他周辺の条件を十分に考慮し、適切な斜面安定工法を選択する。

[解説]

残地斜面とは建築物の完成後に建築物の周辺に残された斜面地で、その安定が損なわれた場合には、敷地当事者のみならず敷地周辺に対しても被害をもたらすことになるので、敷地の所有者もしくは占有者は、常に斜面の安定を確保しなければならない。特に、斜面の上に盛土を行った場合には、盛土と地山の境界部分が弱点となることが多いので、十分な配慮が必要となる。

(1) 斜面安定工法の種類と目的

斜面安定工は、浸食・風化を防止するため植生または構造物で被覆したり、排水工や土留め構造物によって斜面の安定を図る目的で施すものである。

標準的な工法・工種の内容・その適用範囲を表 4.1.1 に示す。

(2) 斜面安定工法選定の基本的な考え方

斜面安定工法は、斜面の長期的な安定を主目的として以下の項目を考慮して選定する。

- ① 現地斜面の岩質、土質、土壌硬度などの土質、地質条件
- ② 湧水、集水の状況などの環境条件
- ③ 斜面規模、勾配、斜面高さなどの地形条件
- ④ 工費、施工条件、維持管理、

一般的な斜面安定工法の選定の目安としては次のとおりである。

採択する斜面勾配の値が、その斜面の安定勾配より緩い場合、浸食や表層崩壊の防止を主目的とし植生工あるいは落石防護工とする。斜面勾配が安定勾配に近い場合には、もう少し安定度の高い斜面保護工を選定する。また、安定勾配より急な斜面勾配とする場合には、土圧に抵抗できる擁壁工、くい工、アンカー工などを選定する。参考として、表 4.1.2 に道路土工指針に示されている切土斜面の安定勾配を示す。

ただし、切土した後、風化の速い岩においては、風化が進んでも崩壊を生じないような斜面勾配を確保した上で植生を行うか、風化の進行を抑えるための表面水を浸透させない密閉型の対策工法を用いる。また、周辺の景観との調和を図ることも大切である。

分類	主な目的	工種	工種細分	目的もしくは工種詳細	適用範囲および特色等
抑	雨水の作用を 受けないようにする。	排水工	地表水排除工	地表水を集水し斜面外へすみややかに排水したり、 地表水の斜面内への流入を防止する。横排水路 工（のり肩排水路工、小段排水路工）、縦排水路 工、浸透防止工、谷止工	最も基本的な工法の1つ。単独で用いられることとはまれで他の工法と併用される。
			地下水排除工	斜面内の地下水を排除し、間隙水圧を低下させ 斜面を安定させる。 暗渠工、横ポーリング工、その他（しゃ水壁工、 集水井工）	地すべり性崩壊が予想される箇所や地下水が多い斜 面で用いられる。一般に地すべり防止工事に比べて 小規模な場合が多い。
制	雨水の作用を 受けないようにする。	植生による のり面保護工	植生	種吹付工、植生マット工、植生盤工、植生袋工、 植生穴工、植生防工、筋芝工、張芝工、植生ポ ット、植栽工等があり、雨水侵食防止、地表面 温度の緩和、凍土の防止、緑化による美化効果 を目的としている。	①植生を主体とする場合は湧水の少ない切土のり面で標準のり勾 配が確保できること。②斜面周辺の環境との調和をはかる点では 優れている。
			モルタル吹付工 コンクリート吹付工	のり面の侵食を防止するとともに、のり面を外を 気および雨水等から遮断することにより風化を 防止し、斜面を形成する地盤の強度低下を防 ぐ。	湧水がない岩盤で、割れ目が小さく大きな崩壊がないところに通 している。耐久性および周囲の環境に与える影響を充分検討する ことが前提となるが、施工性および経済性が優れている。
工	(1)	張工	石張・ブロック張工	のり面の風化、侵食および軽微な剝離・崩壊等 を防止する。	勾配が1:1.0より緩い斜面で植生工が適さない場合や、粘着力の ない土砂、土丹おおよび潤れやすい粘土の斜面には石張・ブロック 張工が用いられる。コンクリート張工は勾配が1:1.0より急で、 節理の発達した岩盤斜面やよくしまった土砂面で吹付工やブレキ ヤストのり砕工では不安と思われ斜面に用いられる。
			コンクリート張工	のり面に現場打のり砕工、ブレキヤストのり砕 工を組み、内部を植生、コンクリート張り等で 被覆し、法面の風化侵食を防止する。 現場打コンクリートのり砕工は抑止工的やくわ りももっていている。	勾配が1:1.0より緩い斜面で植生工が適さない場合や、粘着力の ない土砂、土丹おおよび潤れやすい粘土の斜面には石張・ブロック 張工が用いられる。コンクリート張工は勾配が1:1.0より急で、 節理の発達した岩盤斜面やよくしまった土砂面で吹付工やブレキ ヤストのり砕工では不安と思われ斜面に用いられる。
工	(2)	その他	その他ののり面保護工	プラスチックソイルセメント工、ネット工、液状 合成樹脂吹付工、マット被覆工、アスファルト 斜面工等があり、侵食防止を目的とする。	耐久性や環境面等で急傾斜地崩壊防止工事には適さないこともあ り、あまり使用されていない。しかし、仮設的もしくは部分的に は用いられることもある。
			不安定土塊の 切土工	オーバーハング部の切取り、表層の不安定土層 の切取り、浮石等の除去を行ない、崩壊する危 険のある土層、岩塊を取り除く。	防止工の最も基本的な工法の1つで、完全に実施されれば最も確 実な方法の1つである。排水工、植生工、構造物によるのり面保 護工等と併用される場合が多い。

表 4.1.1 斜面对策工の種類と適用範囲（その1）

分類	主な目的	工種	工種細分	目的もしくは工種詳細	適用範囲および特色等
抑	雨水等の作用を受けても崩壊が生じないよう力のバランスをとる。	斜面形状を改良する切土工	切土工 (B)	斜面を雨水等の作用を受けても安全であるような勾配あるいは高さまで切取る。	防止工の最も基本的な工法の1つで、完全に実施されれば最も確実な方法の1つである。排水工、植生工、構造物によるのり面保護工等と併用される場合が多い。一般に人家が斜面上下部に近接していたり、切土量が巨大になる場合などでは完全に実施できない場合が多く、他の工法（擁壁工等）と併用される場合が多い。
		擁壁工	石積・ブロック擁壁工 もたれコンクリート壁 重力式コンクリート壁 コンクリート枠擁壁工	斜面下部の小規模な崩壊を抑止する。 崩壊を直接抑止するほか侵食風化に対するのり面保護効果もある。 崩壊を直接抑止するほか、押え盛土の安定、のり面保護工の基礎ともなる。 湧水が多く、地盤が比較的軟弱な斜面の小崩壊を防止し、安定を計る。	のり面勾配が1:1.0より急な（一般には1:0.3~1:0.5）土砂斜面で、背面の地山がしまっているなど土圧が小さい場合。 礫質土以下の十分な固結度をもたない地山にも適用できる。設置位置が狭隘でも場所をとらず、地形の変化にも適応性がある。 斜面下部（脚部）の安定を図る目的で用いられ、崩壊に対する抑止効果をもつ。斜面中段部でも用いられる。 透水性が良好で阻礙性があるので、湧水圧が多く、地盤が比較的軟弱な場合や地すべり性崩壊に適している。
止	力のバランスをとる。	アンカー工	アンカー工	強風化岩、亀裂の多い岩盤、表層土の崩壊滑滾を防止するため、現場打コンクリートののり枠工、コンクリート擁壁工、コンクリート張工等の他の工法と併用され、これらの安定性を高める。また亀裂、節理、層理の発達した岩盤を内部の安定な岩盤に緊結して崩壊、はく落を防止する。	他の工法に比して工費が高くなる場合が多いが、斜面上下部に人家が接近していて、切土工、待受け式擁壁工等が施工できず、さらに斜面勾配が急で斜面長も長く、取捨のり枠工、コンクリート擁壁工、コンクリート張工等の安定が不足する場合、特にアンカー体定着地盤・岩盤が比較的堅固で斜面表面より浅い位置にある場合に適用する。
工		抗工	杭	斜面上に杭を設置して、杭の曲げモーメントおよびせん断抵抗によりすべり力に抵抗し斜面の安定度を向上させる。	急傾斜地崩壊防止工事では、特別な場合に使用する。すなわち地すべり性崩壊の予恐される斜面や流れ堰となつている岩盤斜面の崩壊防止などに用いる。
その他	落石を防止する	押え盛土工	押え盛土工	崩壊想定部下部に盛土し、滑動力に抵抗させ安定を図る。	急傾斜地では施工用地が狭小なため、単独で施工される例は少ない。重力式擁壁工と組合せて施工される場合もある。
		落石防止工	落石予防工 落石防護工	落石の発生予防を行う工法で、除石工、根固工等がある。 落石から人家等を防護する工法で、防止網工、防止柵工、防止壁工等がある。	切土工、排水工、枠工、吹付工、張工等も落石予防工に適用される。一般には崩壊防止施設にプラスして設置される。

表 4.1.1 斜面对策工の種類と適用範囲（その2）

(3) 斜面安定工法選定に当たっての注意事項

斜面安定工法選定に当たっての注意事項は、以下に示すとおりである。

①植生の育成に適した斜面勾配

斜面勾配が軟岩、粘性土で1 : 1.2、砂、砂質土で1 : 1.5より緩い範囲であれば、通常の場合は植生工のみで斜面の浸食や表層崩壊をある程度防止できると考えてよい。斜面勾配がこれより急になると、植生工のみでは斜面安定を保つことは困難になり、のり枠などの併用が必要になる。さらに斜面勾配が急になって、1 : 0.8よりも急になると、のり枠工の併用でも斜面浸食や表層崩壊を防止することが困難になるので、植生工以外の斜面保護工を検討しなければならない。

②砂質土などの浸食されやすい土砂からなる地盤

砂質土などの浸食されやすい土砂からなる地盤は、湧水や表面流によって浸食されたり、浸透水によって斜面の表層が流出することが多い。このような土質の切土斜面で湧水が少ない場合には、一般に植生工のみで対策するが多いが、表面水による浸食防止が必要な場合にはのり枠工を併用する。また、湧水が多い場合には湧水の程度に応じてのり枠工の中詰めにぐり石を用いた工法を用いる。湧水の多少にかかわらずのり肩及び小段には必ず排水施設を講じる。

砂質土からなる盛土のり面は、厚さが30~50cm程度の土羽土で保護することが望ましい。高盛土となる場合のすそ部(のり尻)は、洗掘されたり浸透水により泥流状に崩壊することがある。このような場所では、植生工だけでなく排水層や地下排水工によって対処するかあるいはプレキャストのり枠、石積み擁壁工などを併用することが必要である。

③湧水が多い斜面

湧水が多いのり面では、地下排水工、水平排水工などの地下排水施設を積極的に導入する。対策工法としては、中詰めに栗石を用いたのり枠工などの解放型の保護工を適用するのがよい。

④小規模な落石のある岩質のり面

落石のあるのり面のうち、礫混じり土砂や風化した軟岩などでは小さい落石があるので、植生工と併用して浮石の抑えとして落石防護網を掛けたりするのが良い。割れ目が多く湧水のある軟岩の場合には、コンクリート吹付工が用いられることが多い。

⑤堅い土からなる斜面

密実な砂質土、硬い粘性土及び泥岩のような硬い斜面に対しては、根の侵入ができるように溝切りまたは植生穴を併用した植生工を行うことが良い。

⑥土質や湧水の状態が一様でない斜面

同一の斜面でも土質、湧水の状態が必ずしも一様でない場合が多いので、それぞれに適した工種を選定しなければならない。しかし、あまりに区間ごとに工種を変更すると景観を損ねることもあり、排水工，地山処理を施し、類似した対策工法を用いるのが望ましい。

(4) 対策工法の選定フロー

対策工法の選定に当たっては、上記の基本的な考えに従うものとするが、参考として切土斜面及び盛土斜面における対策工法選定の目安を示す。図 4.1.1に切土斜面、図 4.1.2に盛土斜面の対策工法選定フローを示す。また、図 4.1.1及び4.1.2に示すフローを用いる場合の各判定基準は以下の事項を参照する。

注1) 地山の土質に応じた安定勾配としては、表 4.1.2に示す標準斜面勾配を用いる。

注2) 緑化（植生）が可能な勾配とは、1 : 0.8 程度より緩い勾配を考えている。

注3) 第三紀の泥岩、けつ岩、固結度の低い凝灰岩、蛇紋岩などは切土による応力解放、その後の乾燥湿潤の繰返しや凍結融解の繰返し作用などによって風化しやすい。

注4) 土砂化の進んでいる軟岩では比較的植生が付きやすいが、土砂化がそれほど進んでいない場合には緑化基礎工を設置して客土吹付け工を行う必要がある。

注5) 個々の斜面において適用される関連法規（建築基準法や宅地造成等規制法など）に基づいて対策工法を選定する必要がある。

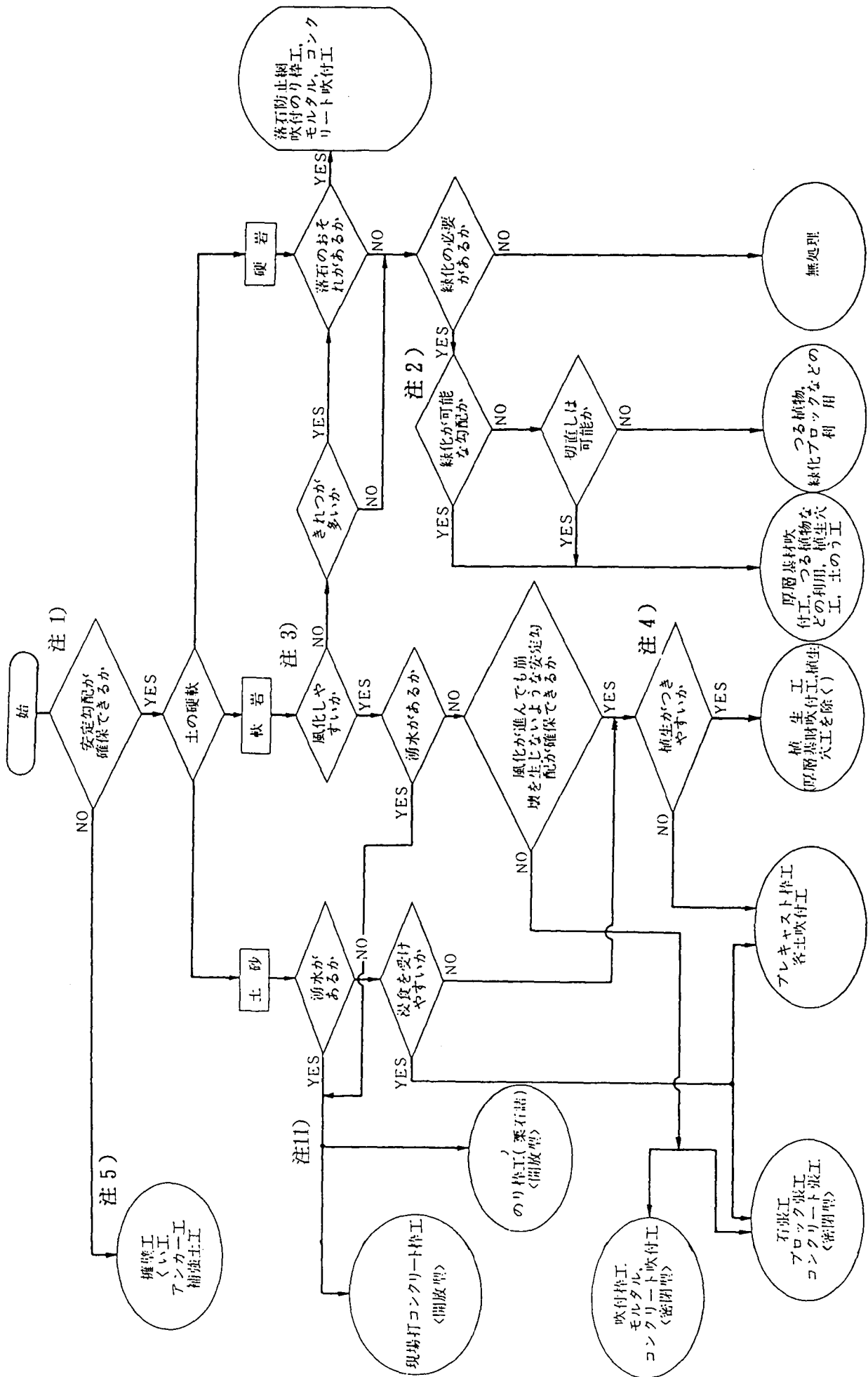


図 4.1.1 斜面対策工選定フロー (切土斜面)

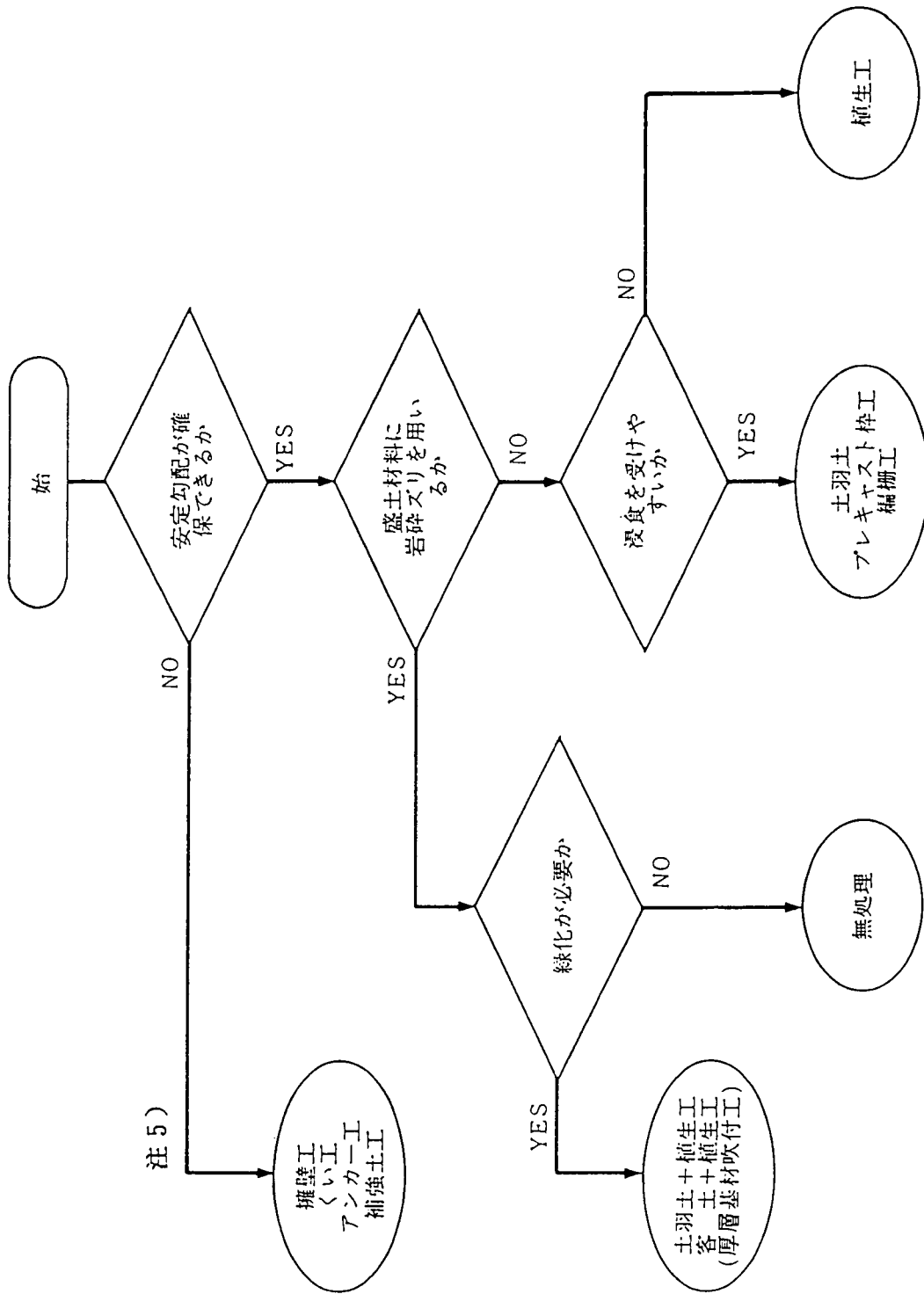
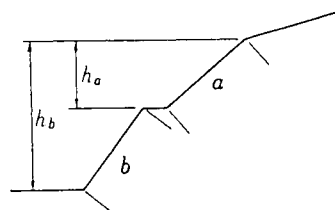


図 4.1.2 斜面对策工選定フロー（盛土斜面）

表 4.1.2 切土斜面の安定勾配

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	5 m以下	1 : 0.8~1 : 1.0
		5 ~10m	1 : 1.0~1 : 1.2
	密実でないもの	5 m以下	1 : 1.0~1 : 1.2
		5 ~10m	1 : 1.2~1 : 1.5
砂利または岩塊まじり砂質土	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
岩塊または玉石まじりの粘性土		5 m以下	1 : 1.0~1 : 1.2
		5 ~10m	1 : 1.2~1 : 1.5

注) ① 土質構成など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ようにする。



- 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。

- ② シルトは粘性土に分類される。
- ③ 上表以外の土質は別途考慮する。
- ④ のり面の植生工を計画する場合には、のり面勾配と緑化の目標及び緑化基礎工の選定上の目安の関係も考慮する。

(5) 地盤アンカー工法の適用に関して

地盤アンカーは、従来から山留め工事に盛んに利用されているが、最近では塔状建築物の地震時における転倒防止や地下構築物の地下水による浮力対策など、本設構築物にも用いられるようになってきている。このような本設構築物に用いる建築地盤アンカーは、本設アンカーとしての性能を確認する日本建築センターに設けられた研究委員会の指導が完了していることが前提とされ、個々の設計では必要に応じて建設大臣によりその安全性が確認されることが必要とされる。

本設地盤アンカーは、その打設方向によって鉛直地盤アンカーと斜め地盤アンカーに分けられる。鉛直地盤アンカーが構築物の真下に配置され構築物の利用期間にわたって地盤アンカーの設計条件が確保されるのと比べて、斜め地盤アンカーにおいてはアンカー上部の敷地の利用目的が将来変更され、本設アンカーとしての性能を満足できない場合もある。斜め地盤アンカーは力の作用方向からみて斜面安定や偏土圧対策に有効に作用するが、斜め地盤アンカー適用の条件としては、将来にわたって土地利用の変更のないことが保証される必要がある（5.6.2 参照）。

(6) 排水計画

過去の斜面崩壊例によれば、直接または間接に水が原因となって起こるものが多い。したがって、降雨などが斜面地に流入したり、地下水が擁壁の背面に貯留して斜面の崩壊を引き起こすことを防止する目的で排水計画を行う。

排水施設の設計に当たっては、事前に降雨強度、地表面の状況、既設排水路系統などを調査し排水量を決定する。実際の調査に当たっては、特に以下に示すような点に注意する。

- ①表面水が局部的に集中して流れる箇所
- ②地山からの湧水や浸透水の多い箇所
- ③周囲の地下水の状況
- ④集めた水を排除する流末の状況

排水施設には、排水溝、ます、配水管、しゃ断排水層およびカルバートなどがあり、それぞれの機能に応じた設計流量を流しうる十分な排水能力と適切な流速を得るよう配慮し、かつ、交通などの支障とならないように構造や配置に注意しなければならない。

1) のり面の表面排水

のり面排水は、のり面を流下する表面水やのり面から浸出する浸透水を排除し、のり面の破壊を防止するためのものである。

(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が、地形、傾斜、土質などを考え多少余裕を持たせる。排水溝には、素堀り排水溝、ソイルセメント排水溝、既製コンクリートU字溝などがある。流量、延長が大きくなるとときにはコンクリートU字溝などを用いるのが望ましい。

(b) 縦排水溝

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字溝、半円ヒューム管などが用いられる。図 4.1.3は、その一例である。施工性や維持管理の容易さなどから鉄筋コンクリートU字溝が多く使われている。鉄筋コンクリートU字溝を用いる場合、3 mごとにすべり止めを設置する。

縦排水溝が他の水路と合流する箇所や流れの方向が急変する所には、ますを設け、簡単な土砂だめを作り流水の減勢を図る。また、土砂や水が飛び散らないようにますには必ずふたを設ける。

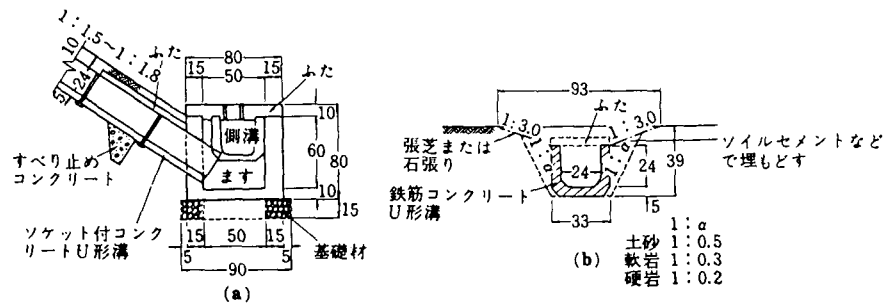


図 4.1.3 鉄筋コンクリートU字溝による縦排水溝の例 (単位cm)

(c) 小段排水溝

のり面が長大になると、一般に5~10mの高さ間隔で1.5m幅程度の小段が設けられる。のり面を流下する雨水は、できるだけ各小段ごとに処理しのり面に悪い影響を与えないようにする。小段排水溝にはのり肩排水溝と同様に素堀り排水溝、ソイルセメント排水溝、既成コンクリートU字溝などが用いられ、雨水はのり肩排水溝や縦排水溝などに導かれる。図 4.1.4は小段排水溝の例であるが、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に注意し、コンクリートU字溝を用いる場合にはソイルセメントなどを打設して周辺地盤を固める。

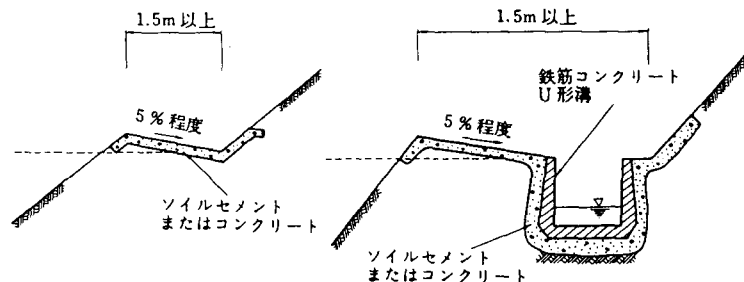


図 4.1.4 小段排水溝

2) のり面の地下排水施設

(a) 地下排水溝

のり面に浸透する地下水や表面近くの浸透水を集めて排水するために図 4.1.5 のような地下排水溝がある。地下排水溝は浸透水の流れや流量から位置及び構造を決定するが、透水性が良く目詰まりの起こしにくい材料として掘削した溝の中にじゃかご、多孔質コンクリート管などを敷設する。また、上面や側面には目詰まりを防止するためのそだや碎石などによる排水層を設けたり、底部に漏水防止のためのビニール布やアスファルト板を敷く場合もある。

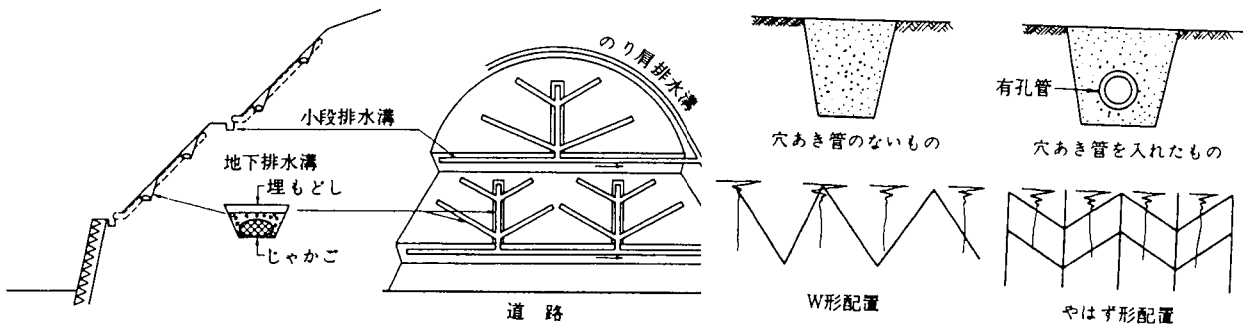


図 4.1.5 地下排水溝の例

(b) 水平排水孔

のり面に小規模な湧水がある場合、図 4.1.6 のように横孔を掘り、穴あき管などを挿入して排水を行う。水平排水孔の長さは少なくとも 2 m 以上とすることが望ましい。穴あき管としては、硬質塩化ビニル管、合成樹脂ネット管などが用いられる。管の設置勾配は 5 度以上とする。

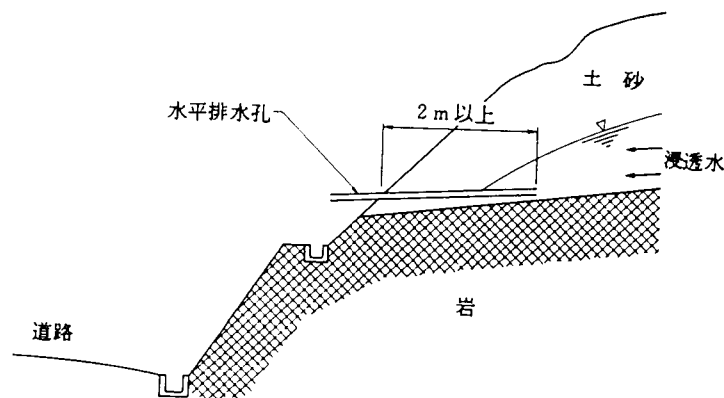


図 4.1.6 水平排水孔

3) その他の排水施設

(a) 水平排水層

含水比の高い土で盛土を行う場合や、盛土の取り付いている地山からの浸透水が盛土内に浸透してくる場合の崩壊対策として図 4.1.7のように盛土の一定厚さごとに砂やジオテキスタイルのような排水層を挿入することもある

この他、地山から盛土への浸透を防止するために図 4.1.8のような地山の表面に砂層の排水層を設けることもある。排水層の厚さは浸透流量によって異なるが、一般的には20~30cm程度である。

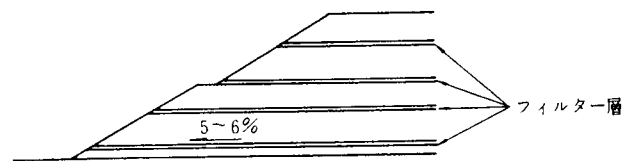


図 4.1.7 水平排水層の例

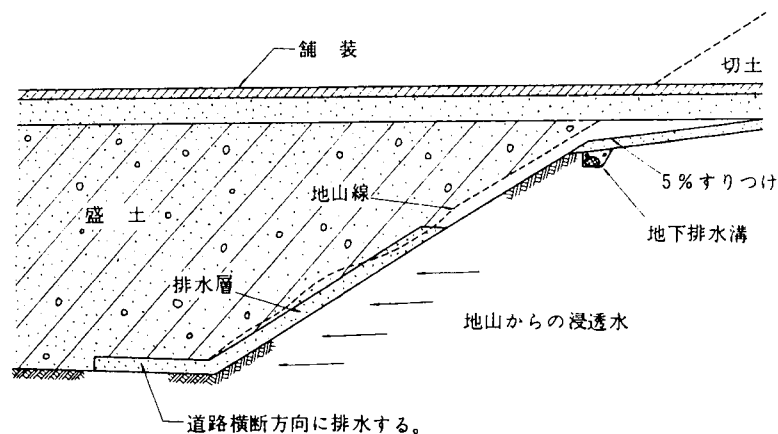


図 4.1.8 地山の表面に設けた砂層の排水層

(b) 流末施設

十分な機能を持った排水施設が作られても、これを受け入れる流末処理の能力が十分保たれていない場合には下流に被害を及ぼすことにもなることから、のり面の排水工は排水能力のある流末施設に接続するようにしなければならない。したがって、敷地内における排水の処理をきちんと行い、同時に下水道までの排水施設を整備する必要がある。また、開発行為や宅地造成などの場合には、雨水が直ちに流末施設に流れ込まないように調整池にいったん貯留させその後に排出することも重要となる。

参考文献

道路土工 のり面工・斜面安定工指針 (日本道路協会)

道路土工 排水工指針 (日本道路協会)

4.2 斜面の維持管理

残地斜面が崩壊などの災害を生じないように、その斜面を常時安全な状態に維持しなければならない。

[解説]

斜面を構成する土砂や岩及び斜面安定工などは、年を経るにつれ老朽化し、ぜい弱化していくことは避けられない。また、設計時や施工時には考えられなかった外力が作用して変形し、変形が著しい場合には崩壊することがある。このような予期しない外力が働くような場合には新しく対策を立てる必要がある。したがって、常に斜面を良好な状態に維持するように努めるとともに、斜面の変状に注意し、崩壊の徴候を事前に察知し必要な措置を講ずることによって事故を未然に防止することが必要となる。

このためには常日頃からの斜面の点検が重要となる。斜面の維持管理の主たる事項を以下に示す。

(1) 植生工の維持管理

- ①植物の成育状態に応じて、追肥、追播または補植を行う。
- ②景観上好ましくないもの、交通障害になるものなどが生じたときには、伐採、除草などを行う。
- ③成育基盤の損傷は植生に対して支障を生じるので、早期の発見と早期の手当てが大切である。損傷の原因には斜面外からの流下水やのり肩、小段などの排水路の不良があげられる。

(2) 構造物による斜面安定工の維持管理

- ①日常的に斜面安定工の点検を行い、亀裂などの異常が見つかった場合には補修など適切な対策を講じる。特に、台風や集中豪雨などの際には異常が発生しやすいので入念な点検が必要となる。
- ②斜面安定工が老朽化し、枠工の中詰め材がゆるんだような場合にはこれを補修する。
- ③斜面全体の安定のバランスがくずれその結果として斜面安定工の異常につながっている場合には、挙動を十分に把握し必要な対策工を施す。なお、このような場合には周辺の地山にも亀裂などを生じていることが多いのでこれらの変状も併せて調査する。

(3) 排水工の維持管理

- ①排水機能が常に良好な状態に維持されていることが大切で、たとえば排水

溝が土砂の堆積や雑草などで埋まることがないように注意しなければならない。

②擁壁、コンクリート張り工，ブロック張り工などの水抜き孔は土砂や雑草などにより詰まりやすいので常に掃除をすることが大切である。

③排水工が破損している場合にはこれを補修しなければならない。

④降雨直後の排水施設の排水状況を調査する。

以上の点検作業は、道路などのように管理者が明確で、しかも、専門知識を有する技術者が実施する場合と異なり、民間の宅地等の場合には所有者が不在であったり、実施者が必ずしも専門的な知識を有しているとは限らないため、専門知識を有する機関等に作業を依頼するのも一つの方法である。

（参考文献
道路土工 のり面工・斜面安定工指針（日本道路協会））

4.3 斜面の安定に影響を与える行為

斜面の安定に影響を与える行為を行う場合には、斜面の安定を検討し必要に応じた対策を講じなければならない。

[解説]

斜面の安定に影響を与える行為とは斜面の維持管理の範疇に含まれるとも考えられるが、敷地内及び敷地周辺の斜面を人為的に不安定にすることを斜面の安定に影響を与える行為として定義し、斜面の安定に対しての注意を喚起することにした。人為的に斜面を不安定にする行為としては、斜面の途中及び斜面の下での掘削、斜面の上及び斜面の途中の構築物基礎からの荷重载荷などがあげられる。このような場合には、本指針の基本計画に立ち返り斜面の安定を検討しなければならない。

また、排水を斜面地に垂れ流すことも斜面の安定に影響を与える行為の一つにあげられるので、排水は排水施設に流さなければならない。