

## 第5章 土工及びのり面の設計



## 第5章 土工及びのり面の設計 目次

5.1 総則.....	5-1
5.2 土および岩の分類.....	5-2
5.3 盛土.....	5-4
5.3.1 盛土部の設計.....	5-4
5.3.2 盛土の安定性の照査.....	5-8
5.3.3 盛土のり面勾配.....	5-9
5.4 切土.....	5-13
5.4.1 切土のり面勾配.....	5-13
5.4.2 床掘勾配及び床掘余裕幅.....	5-15
5.5 小段.....	5-17
5.6 のり面保護.....	5-18
5.6.1 のり面保護工の選定.....	5-18
5.6.2 植生工によるのり面保護工.....	5-22
5.6.3 構造物によるのり面保護工.....	5-27
5.7 地すべり対策.....	5-31
5.8 不良土対策.....	5-33
5.9 環境との調和や景観に配慮したのり面設計の留意事項.....	5-35



## 第5章 土工及びのり面の設計

### 5.1 総則

土工計画に当たっては、地形条件、地質条件、現地の施工条件等を考慮し、切土、盛土及び附帯する構造物の安定性、耐久性及び経済性が確保できるようにしなければならない。

- 1) 農道の土工によって造成される切土、盛土及び擁壁、暗渠等の構造物は、供用後の交通荷重に耐え、交通車両の安全でかつ円滑な走行を確保するための舗装の基礎としての機能を果たすとともに、降雨、地震等の自然現象によって生じる災害によって農道の受ける被害、並びに農道周辺の人命、財産に及ぶ被害を、建設時から供用期間中の長期間にわたり、最小限にとどめなければならない。

さらに、施工中における周囲の自然・社会環境への配慮、並びに施工完了後における周囲の環境との調和に対する配慮も必要である。

一般に土質材料や基礎地盤の土質は多種多様であり、その工学的性質も複雑である。また、土工は自然の気象条件下で施工されるため、降雨や地下水の影響等も強く受ける。従って、切土や盛土及び基礎地盤に所要の支持力及び安全性を持たせるために、施工の方法及び条件等と密接に関連させた設計が不可欠である。また、施工後において地盤や盛土部を補強することは極めて困難なので合理的な調査結果に基づいた慎重な検討と設計が要求される。特に軟弱地盤上に農道を建設する場合には、基礎の破壊に対する安全性、圧密沈下等について検討し必要な対策を講じなければならない。

なお、詳細については、第4章 基礎地盤の設計に示す。

土量の配分については、下記の点について注意して行う。

- ① 切土又は構造物の基礎掘削等によって得られる土は通常盛土に流用する。なお、その土質がそのままでは盛土材料として適さない場合であっても、土質改良を行う等により極力再生利用するものとする。また、産業廃棄物については、極力発生しないよう事前に計画する必要がある。
- ② 土工はその対象が自然の大地であり、取扱う材料の多くは天然の土や岩である。土や岩は場所や状態によってその性質が一定しておらず、事前の調査や試験だけで地山の性質を完全に把握することは実質上困難である。したがって、施工中に現場をよく観察して判断し、必要に応じて土工計画の変更を検討することが重要である。
- ③ 土は、その性質をうまく利用することによって、経済的で安定した構造物を築造することができる。また、地域性を生かしたこれらの構造物は、自ら周囲の環境と調和のとれたものとなることが多い。

## 5.2 土および岩の分類

土および岩の分類は、設計施工にあたって土や岩の性質の概略を知るために必要である。材料土を共通の工学的分類体系のもと客観的に分類し、それぞれの名称を持つ材料土について共通の概念や認識をもてる。

### (1) 土の分類

土の分類は下表による。区分はC区分を標準とするが、土については細分化が難しい場合はB区分としてよい。

表-5.2.1 土の分類

名 称			説 明	摘 要	
A	B	C			
土	火山灰土	未風化火山灰土	締固めにより強度が増加する透水性の軽石質、砂礫類。		
		風化火山灰土	(押土、ゆさぶり、敷ならし、締固め等の)こね返しにより強度が低下。 高含水粘性土状を呈する軽石質、砂礫類の風化土。		
	礫質土	礫質土	礫の混入があつて掘削時の能率が低下するもの。	礫の多い砂、礫の多い砂質土、礫の多い粘性土。	礫(G) 礫質土(GF)
	砂質土及び砂	砂	バケットなどに山盛り形状になりにくいもの。	海岸砂丘の砂 マサ土	砂(S)
		砂質土	掘削が容易で、バケットなどに山盛り形状にし易く空隙の少ないもの。	砂質土 マサ土 粒土分布の良い砂 条件の良いローム	砂(S) 砂質土(SF) シルト(M)
	粘性土	粘性土	バケット等に付着し易く空隙の多い状態になり易いもの、トラフィカビリティが問題となり易いもの。	ローム 粘性土	シルト(M) 粘性土(C)
		高含水比粘性土	バケットなどに付着し易く、特にトラフィカビリティが悪いもの。	条件の悪いローム 条件の悪い粘性土 火山灰質粘性土	シルト(M) 粘性土(C) 火山灰質粘性土(V) 有機質土(O)
		でい炭			(Pt)

「開発局道路設計要領より」

(2) 岩の分類

土の分類は下表による。

表-5.2.2 岩の分類

名	称	説明	適用	国土交通省岩分類	堆積岩																					
					変成岩および堆積岩 主として古生代					第三紀					火成岩											
A	B	C	玉、石、まじり、土、岩塊、起砕された岩、ごろごろした河床のものとする。	A	片麻岩	片質片岩	黒色片岩	緑色片岩	千枚岩	珪岩	石英岩	粘板岩	輝緑粘板岩	頁岩	頁砂岩	れき岩	凝灰岩	凝灰礫岩	花崗岩	セシオン緑岩	ハレンレイ岩	カンラン岩	蛇紋岩	ヒン岩	安山岩	玄武岩
						B	片質片岩	黒色片岩	緑色片岩	千枚岩	珪岩	石英岩	粘板岩	輝緑粘板岩	頁岩	頁砂岩	れき岩	凝灰岩	凝灰礫岩	花崗岩	セシオン緑岩	ハレンレイ岩	カンラン岩	蛇紋岩	ヒン岩	安山岩
岩 または 石	軟岩	軟岩 I	地山弾性波速度 700~2800m/sec	A	片麻岩	片質片岩	黒色片岩	緑色片岩	千枚岩	珪岩	石英岩	粘板岩	輝緑粘板岩	頁岩	頁砂岩	れき岩	凝灰岩	凝灰礫岩	花崗岩	セシオン緑岩	ハレンレイ岩	カンラン岩	蛇紋岩	ヒン岩	安山岩	玄武岩
		軟岩 II	地山弾性波速度 2000~4000m/sec	B	片麻岩	片質片岩	黒色片岩	緑色片岩	千枚岩	珪岩	石英岩	粘板岩	輝緑粘板岩	頁岩	頁砂岩	れき岩	凝灰岩	凝灰礫岩	花崗岩	セシオン緑岩	ハレンレイ岩	カンラン岩	蛇紋岩	ヒン岩	安山岩	玄武岩
硬岩	硬岩 I	地山弾性波速度 3000m/sec以上	硬岩 I	A	片麻岩	片質片岩	黒色片岩	緑色片岩	千枚岩	珪岩	石英岩	粘板岩	輝緑粘板岩	頁岩	頁砂岩	れき岩	凝灰岩	凝灰礫岩	花崗岩	セシオン緑岩	ハレンレイ岩	カンラン岩	蛇紋岩	ヒン岩	安山岩	玄武岩
	硬岩 II	地山弾性波速度 3000m/sec以上	硬岩 II	B	片麻岩	片質片岩	黒色片岩	緑色片岩	千枚岩	珪岩	石英岩	粘板岩	輝緑粘板岩	頁岩	頁砂岩	れき岩	凝灰岩	凝灰礫岩	花崗岩	セシオン緑岩	ハレンレイ岩	カンラン岩	蛇紋岩	ヒン岩	安山岩	玄武岩

● 全体に変化が進み変色しているもの。  
 ▲ 割れ目に沿って幅広く風化しているが球状、レンズ状に未風化部を残すもの。  
 ○ 割れ目が少なく風化変色がほとんどなく新鮮なもの。  
 ◎ 岩石が特に硬く全く新鮮なもの。  
 \* Aグループは、花崗岩・安山岩・砂岩・珪岩のように、造岩物質、固結度共に固く、風化の程度が少なく、風化変色が軟らかく、風化が進むと泥化し新鮮な状態のもの。  
 \* Bグループは、頁岩・粘板岩・黒色片岩のように、造岩物質が軟らかく、風化が進むと泥化し新鮮な状態のもの。  
 \* 輝緑粘板岩は、地質資料によっては玄武岩質火山噴出物（火砕岩、溶岩）と称される。

「開発局道路設計要領より」

## 5.3 盛土

盛土は供用開始後の長期にわたり道路交通の安全かつ円滑な状態を確保するための機能を果たすことを基本的な目的とする。

盛土は道路供用開始後の長期にわたり道路交通の安全かつ円滑な状態を確保するため、道路の平面線形・縦断線形および計画幅員を確保し、上部の路盤・舗装を介して交通荷重を安定して、支持しなければならない。また、降雨、地震動の作用等の自然現象により生じる大小の災害によって道路が受ける被害、並びに道路周辺の被害を最小限にとどめなければならない。

### 5.3.1 盛土部の設計

盛土部の設計に当たっては、原則として、想定する作用に対して要求性能を設定し、それを満足することを照査する。

盛土の設計は理論的な妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた手法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる手法等、適切な知見に基づいて行うものとする。

#### (1) 基礎地盤

- 1) 基礎地盤は上載される盛土、舗装、カルバート等の重量及び交通荷重を支持し、安定を確保しなければならない。また、上載された構造物に対して有害な沈下を与えてはならない。

盛土の基礎地盤は普通地盤と軟弱地盤に大別できる

- 2) 普通地盤は通常載荷された構造物に対して沈下・安定に問題の少ない地盤である。ただし、湧水のある基礎地盤ではそのまま盛土すると地下水位の上昇を生じ、盛土の安定性が問題となるので、地下排水工等の処置を講じる必要がある。

- 3) 軟弱地盤は粘土やシルトのような微細な粒子に富んだ軟らかい土、間隙の大きい有機質土、PEAT、あるいはゆるい砂質土からなる土層によって構成されている。一般に地下水位が高く、上載された構造物の沈下が著しく大きく、安定、沈下ともに問題のある地盤をいう。

- 4) 以下の箇所については盛土の変状・崩壊につながるおそれがあるため、基礎地盤の調査について特に慎重に実施しなければならない。

①軟弱層のある箇所

②地山からの湧水のある箇所

③地盤が傾斜している箇所

④地すべり地

⑤液状化のおそれのある地盤

(2) 盛土材料

- 1) 盛土材料には施工が容易で、盛土の安定性を保ち、かつ有害な変形が生じないような材料を用いなければならない。

盛土材料としては可能な限り現地発生土を有効利用することを原則とし、盛土材料として良好でない材料等についても適切な処置を施し有効利用することが望ましい。

盛土材料として適する土質であるかどうかの判定は、**表-5.3.1**を目安にして行うことができる。

**表-5.3.1** 道路用材料としての土性の一般的評価の目安

分類	路体材料	路床材料・裏込め材料	備考
岩塊・玉石 *	△	×	破碎の程度によって使用区分を考える。
火山灰 *	△	△	破碎の程度によって使用区分を考える。
礫(G)	○	○	
礫質土(GF)	○	△	有機質、火山灰質の細粒土を含む(G0、GV等)材料の場合：△
砂(S)	○	○	粒径が均質な場合には降雨の作用によりのり面崩壊・侵食を受けやすいため、のり面付近に用いる場合：△
砂質土(SF)	○	○	有機質、火山灰質の細粒土を含む(G0、GV等)材料の場合：△
シルト(M)	△	△	
粘性土(C)	△	△	
火山灰質粘性土(V)	△	△	
有機質土(O)	△	×	
高有機質土(Pt)	△	×	

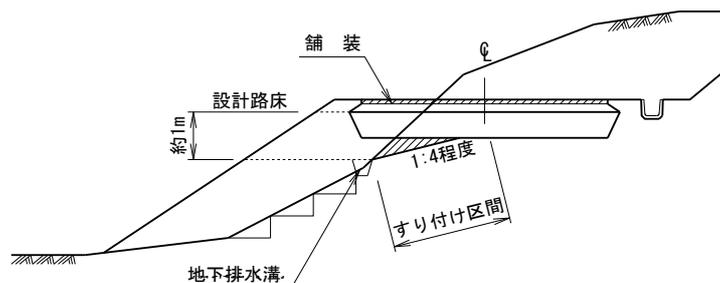
「開発局道路設計要領より」

- ：ほぼ問題がないもの
- △：注意して用いるか、何らかの処理を必要とするもの
- ×：用いられないもの
- (注)\* (岩塊・玉石)、(火山灰)は日本統一土質分類名ではない

(3) 特に注意の必要な盛土

- 1) 傾斜地盤上等の盛土

傾斜地盤上の盛土、谷間を埋める盛土、片切り片盛り、切り盛り境では、地山からの湧水が盛土内へ浸透し、盛土を不安定にすることが多い。このような場合は、盛土内へ地下水が浸透しないように、かつ盛土内の水圧を減少させるために地下排水工を設ける必要がある。また、地山表面付近の土のせん断強さは風化等によって低いことがあり、その場合には、できるだけ深く地山を掘削して段切りを施すことが安定性の確保の観点から望ましい。



**図-5.3.1** 片切り、片盛の場合

## 2) 腹付け盛土

傾斜した地山に薄く腹付けされた盛土は、締め固め不足や段切りが不足し、降雨及び地震時に崩壊した例が多い。

切土・盛土の縦断方向の接続部に、**図-5.3.2~3**に示すようなすり付け区間を設けて路床の支持力の不連続を避けるとともに、透水を遮断するため、接続部の切土面には暗渠排水溝をもうけるとよい。

なお、暗渠排水溝は、「**第7章 7.4 地下排水 (2) 路床排水**」によること。

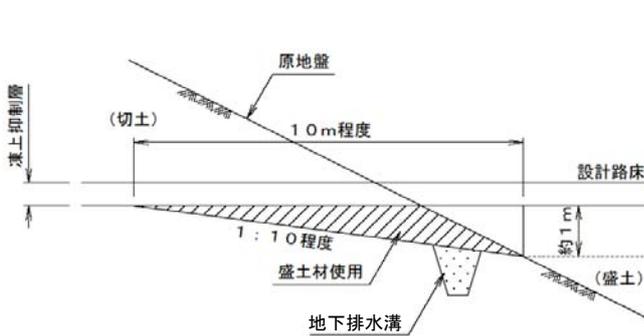


図-5.3.2 切土部路床に置換えのあるとき

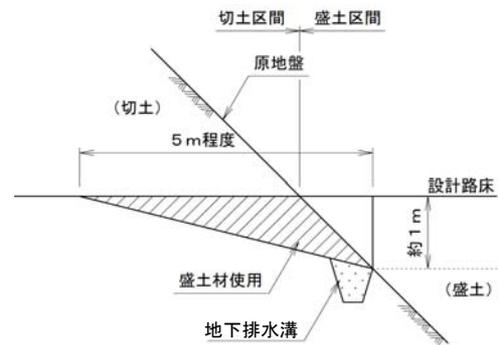


図-5.3.3 岩盤の場合

### 3) 盛土材料の圧密沈下

盛土の圧縮量の大半は盛土施工中に終わり、盛土完成後の表面沈下は極めて少ないのがふつうである。盛土完成後の圧縮量は粘性盛土で0.2～1.0%、砂質盛土で0.1～0.5%程度が目安である。しかし、脆弱な泥岩のズリ、細粒分の多いまさ土等では、盛土の圧縮沈下が無視できない場合がある。

脆弱な泥岩のズリを盛土材料とした場合、施工後数年～10 数年後に著しい沈下が発生する例がある。その原因は、泥岩等の脆弱岩がスレーキングによって細粒化するためと考えられ、乾湿繰り返し試験、スレーキング試験等により、細粒化しやすい材料であるか否かを判定する。

また、含水比の高い粘性土を盛土材料として用いるときには、運搬機械によるわだち掘れができやすく、またこね返しによって強度低下をきたすばかりではなく、盛土自体が自重によって圧縮することが多い。

高含水比粘性土により高い盛土を行うときは、盛土の安定性を図る目的で、盛土内の含水比を低下させるために、ある一定の高さごとに排水性の良い山砂等で排水層を設け、排水層からは有孔管等を用いて水を外に取り出すことが行われる。

この排水層の効果は①降雨による浸透水の排水、②施工中の間隙水圧の低下、③盛土のすべりに対する安定性の向上であり、盛土高さ2～3mごとあるいは小段ごとに設けられる例がある。

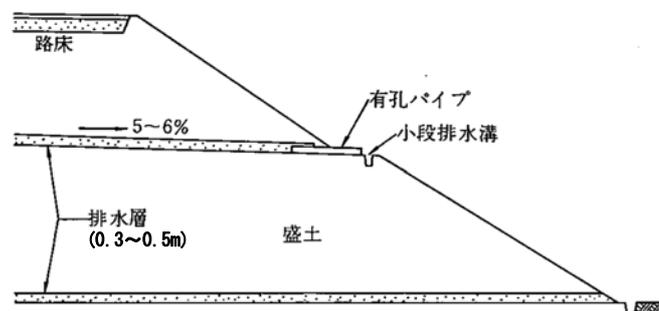


図-5.3.4 盛土内の水平排水層の例

### 5.3.2 盛土の安定性の照査

盛土の設計に当たっては、原則として要求性能に応じて限界状態を設定し、想定する作用に対する盛土の状態が限界状態を超えないことを照査する。

盛土の設計に当たっては、想定する作用に対し、盛土及び基礎地盤が安定していること、及び変位が許容変位以下であることを照査することを原則とする。

盛土の安定性検討のフローチャートの例を以下に示す。

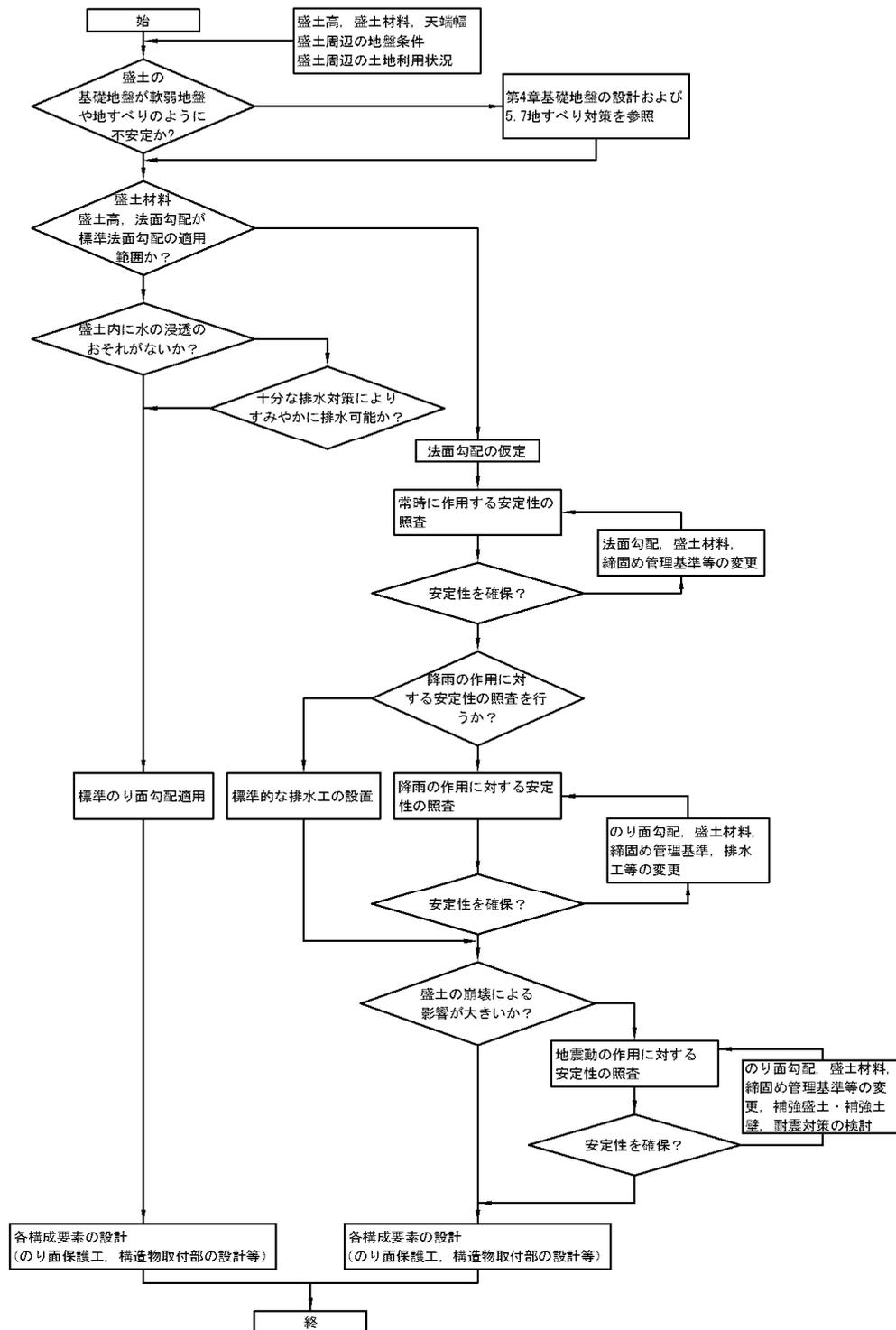


図-5.3.5 盛土の安定性検討のフローチャート

### 5.3.3 盛土のり面勾配

標準のり面勾配は基礎地盤の支持力が十分にあり、基礎地盤からの地下水の浸透のおそれがない場合や地下水の浸透に対し速やかに排出する排水対策を十分に行い、かつ、締め固め管理基準を満足する盛土に適用する。

盛土のり面勾配は、一般的に基礎地盤の地質・土質・材料の性質・のり面保護工の種類等を考慮して、実績から定めた**表-5.3.2**に示す値を用いてもよい。

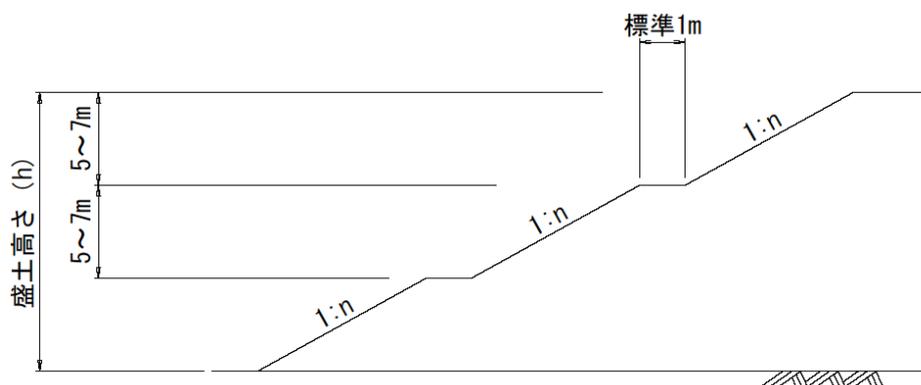
また、小段を設ける場合は「**5.5 小段**」によるものとする。

**表-5.3.2** 盛土材料および盛土高に対する標準のり面勾配

盛土材料	盛土高(m)	勾配	標準値
粒度の良い砂(S)、礫および細粒分混じり礫(G)	5m以下	1:1.5 ~ 1:1.8	1:1.5
	5~15m	1:1.8 ~ 1:2.0	1:1.8
粒度の悪い砂(SG)	10m以下	1:1.8 ~ 1:2.0	1:1.8
岩塊(ずりを含む)	10m以下	1:1.5 ~ 1:1.8	1:1.5
	10~20m	1:1.8 ~ 1:2.0	1:1.8
砂質土(SF)、硬い粘質土、硬い粘土(洪積層の硬い粘質土、粘土、関東ロームなど)、火山灰	5m以下	1:1.5 ~ 1:1.8	1:1.5
	5~10m	1:1.8 ~ 1:2.0	1:1.8
火山灰質粘性土(V)	5m以下	1:1.8 ~ 1:2.0	1:1.8

「開発局道路設計要領より」

- 注 1) 本表は基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響のない盛土に適用する。  
 2) 盛土高はのり肩とのり尻の高低差とし、標準のり勾配を土質により決定し、単一勾配とする。  
 3) 小段の高さは「**5.5 小段**」によるものとし、小段の勾配は5%を標準とする。  
 4) 小段には表面水により洗掘されないように張芝、排水溝等を施工するのがよい。



**図-5.3.6** 盛土高・勾配

**表-5.3.2**に示す標準のり面勾配は次の条件に該当する場合には適用できないので、安定計算を含む常時、さらには、必要に応じて地震時の安定の検討を行って、盛土構造（使用区分等）、地下排水溝、のり面勾配及び保護工法、地震対策を設計する必要がある。

① 盛土自体の条件

- (a) 盛土高が、**表-5.3.2**に示す標準値を超える場合
- (b) 盛土材料の含水比が高く、間隙水圧が増加しやすい土からなる場合（たとえば、粘土分・シルト分の多い土、火山灰土）

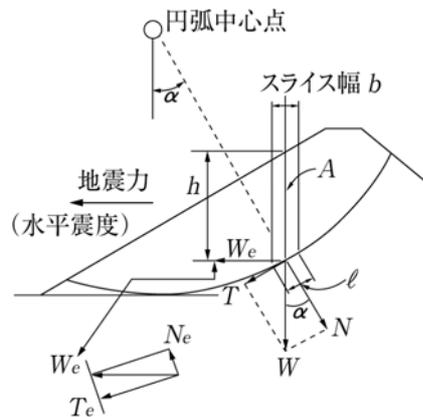
② 盛土周辺の地盤条件

- (a) 盛土の基礎地盤が、軟弱地盤や地すべり地のように不安定な場合（地震時に砂質軟弱地盤が液状化する場合を含む）
- (b) 地山からの湧水の影響を受けやすい場合（片切り片盛り、腹付け盛土、斜面上の盛土、谷間を渡る盛土）
- (c) 盛土のり面が、洪水時等に冠水したり、のり尻付近が浸食されるような場合（たとえば、池の中の盛土、川沿いの盛土）

③ 盛土の崩壊による影響

- (a) 万一崩壊すると隣接する施設等に重大な損害を与える場合や、迂回路がなく交流ができなくなる場合
- (b) 万一崩壊すると復旧に長期間を要し、道路機能を著しく阻害する場合（たとえば、代替道路のない山岳道路における傾斜地盤上の盛土）

すべり破壊に対する安定解析は、特殊な場合を除いては、すべり面を円弧と仮定し、次に示すいずれかの式を用いる（**図-5.3.6**参照）。



**図-5.3.7** 円弧すべり面上のスライスに作用する力（間隙水圧のない場合）

全応力法の場合

$$F_s = \frac{\sum \{c \cdot \ell + (N - N_e) \tan \phi\}}{\sum (T + T_e)} \dots\dots\dots \text{(式-5.3.1)}$$

有効応力法の場合

$$F_s = \frac{\sum \{c' \cdot \ell + (N - U - N_e) \tan \phi'\}}{\sum (T + T_e)} \dots\dots\dots \text{(式-5.3.2)}$$

- $F_s$  : 安全率
- $c, c'$  : 各スライスのすべり面の材料の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)  
( $c$  : 全応力表示、 $c'$  : 有効応力表示)
- $\phi, \phi'$  : 各スライスのすべり面の材料のせん断抵抗角 (°)  
( $\phi$  : 全応力表示、 $\phi'$  : 有効応力表示)
- $\ell$  : 各スライスのすべり面の長さ =  $b / \cos \alpha$  (m)
- $b$  : 各スライスの幅 (m)
- $h$  : 各スライスの高さ (m)
- $A$  : 各スライスの面積 =  $h \cdot b$  (m<sup>2</sup>)
- $N$  : 各スライスのすべり面上に働く荷重合力の垂直分力 (kN/m)
- $T$  : 各スライスのすべり面上に働く荷重合力の接線分力 (kN/m)
- $W$  : 各スライスの重量 (kN/m)
- $\alpha$  : すべり面が水平方向に対してなす角 (°)
- $N_e$  : 各スライスのすべり面上に働く地震荷重の垂直分力 (kN/m)
- $T_e$  : 各スライスのすべり面上に働く地震荷重の接線分力 (kN/m)
- $U$  : 各スライスのすべり面上に働く間隙圧 (kN/m)  
(浸透水の間隙圧及び築堤時に生じた過剰間隙圧の合力)

上式のすべり面上に働く荷重の算定に用いる土の単位体積重量は、飽和された領域では飽和重量、不飽和領域では湿潤重量となる。

安定解析のケースは、施工中や完成経年度を対象とする。解析に用いる土のせん断強度定数は、解析の方法や土質の他、対象とするケースに対応したせん断試験により求めることを原則とする (表-5.3.3 参照)。

有効応力法による場合には、仮定するすべり面上の間隙圧 (間隙水圧) を、表-5.3.4の条件から推定する。

なお、さらに厳密に過剰間隙圧や地下水圧を求める必要がある場合には、圧密解析や浸透流解析を行う。また、基礎地盤のせん断強度が盛土部のそれより小さい場合には、地盤も含めた安定解析を行うものとする。この場合、許容される最小安全率は1.2以上を原則とする。ただし、地震荷重を考慮する場合には1.0以上とする。

対象とするすべり面の深さは、軟弱な基礎地盤の場合には基礎すべりも対象とする。また、基礎地盤の上層部に薄い弱層がある場合で、この弱層を通るすべり破壊を検討するような特殊なケースでは、複合すべり面法によって検討を行う。

盛土のり面における安定解析については、まず表-5.3.5の判断基準に基づき地震時の検討 (耐震検討) が必要であるか否かを判断する。

地震動はレベル1地震動のみ検討し、設計水平震度は、**表-5.3.6**の数値とする。また、耐震設計法は震度法（固有周期を考慮しない）、照査法は円弧すべり法とする。

**表-5.3.3** 安定解析の方法・ケースとせん断試験条件

土質	せん断試験条件	適用できる解析法
透水性土	排水または圧密飽和排水	有効応力法
不透水性土	非圧密非排水	全応力法（施工中）
	圧密非排水（A） <sup>*1</sup>	有効応力法
	圧密非排水（B） <sup>*2</sup>	全応力法

<sup>\*1</sup> 飽和状態で間隙水圧を測定。

<sup>\*2</sup> 不飽和状態または飽和状態で測定し、後者の場合で飽和地盤を対象とするとき、 $\tan \phi$  は圧密による $c$ の増加比に用いる。

**表-5.3.4** 安定解析で考慮する間隙水圧

すべり面の位置	安定解析のケース	
	施工中	完成経年後
連続した地下水面より下にすべり面がある場合	静水圧+過剰間隙圧 <sup>*1</sup>	静水圧
不透水性の盛土内部にすべり面がある場合	過剰間隙圧 <sup>*2</sup>	—

注1) \* 印は、盛土により発生する間隙圧

2) <sup>\*1</sup> 印は、対象土が不透水性の場合に考慮し、その値は一次元圧密解析から推定する。

3) <sup>\*2</sup> 印は、土柱重量の50%程度とする。実際にこれより高い値を採用する場合には、盛土速度を遅くすることについて、比較検討することが望ましい。

**表-5.3.5** 耐震検討の必要性

重要度	復旧の難易度	
	困難	容易
重要	耐震検討を行う	耐震検討を行う
その他	耐震検討を行う	—

注) 重要とは、万一崩壊すると、隣接する施設等に重大な損害を与える場合や、迂回路がなく交流ができなくなる場合を判断の目安とする。

復旧の難易度が困難とは、万一崩壊すると復旧に時間を要し、道路機能を著しく阻害する場合を判断の目安とする。

**表-5.3.6** 設計水平震度の基準

地域区分	強震帯	中震帯	弱震帯
均一型	0.15	0.15	0.12
その他	0.15	0.12	0.10

「土地改良施設耐震設計の手引き」より

## 5.4 切土

切土するようなところの自然地盤は風化作用を強く受けていることもあって、複雑かつ不均一な場合が多い。したがって、のり面の崩壊、すべり破壊に対する安全な勾配は、地盤の土質、地質、地下水、周辺の崩壊等の状況を十分に把握し、斜面安定について総合的な判断により設計する。

### 5.4.1 切土のり面勾配

切土のり面の設計においては、すべり破壊、表層崩壊及び浸食に対する安定性について検討を行うとともに、のり面緑化工法の採用を検討する。

切土のり面勾配は、一般的に表-5.4.1 切土の標準のり面勾配を参考として調査結果及び用地条件等を総合的に判断して決定する。

表-5.4.1 切土の標準のり面勾配

地山の土質		切土高	勾配	標準値
硬岩	硬岩		1:0.3 ~ 1:0.8	
軟岩	軟岩Ⅱ		1:0.5 ~ 1:1.2	
	軟岩Ⅰ		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	1:1.0
		5~10m	1:1.0 ~ 1:1.2	1:1.2
	密実でないもの	5m以下	1:1.0 ~ 1:1.2	1:1.0
		5~10m	1:1.2 ~ 1:1.5	1:1.2
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	(シルトを含む)	5m以下	1:0.8 ~ 1:1.2	1:1.0
		5~10m		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	

「建設部道路事業設計要領より」

- 注 1) 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図-5.4.1を参照する。
- 2) シルトは、粘性土に含む。表-5.4.1以外の土質については別途考慮のこと。
- 3) 小段の高さは、「5.5小段」によるものとし、排水溝を設け5~10%の横断勾配をつける（硬岩の場合は不要）。ただし、小段の位置は土砂と岩、透水層と不透水層の境界に合わせることが望ましい。特殊な場合（火山灰等）は小段を省略してもよい。
- 4) 砂質土における「密実なもの」「密実でないもの」の区分の参考単位体積重量  
 密実なもの : 19kN/m<sup>3</sup>  
 密実でないもの : 17 kN/m<sup>3</sup>

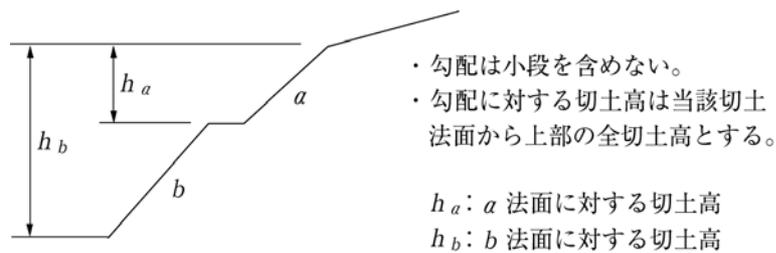


図-5.4.1 切土高及び勾配

しかし、高い地下水、断層や弱層帯、特に侵食に弱い土質等、斜面安定上好ましくない条件がある場合は、のり面勾配のみでなく、土留め工や地山強化を目的としたのり面保護工についても検討し、きめ細かい設計を行うことが重要である。

また、切土高が比較的高い場合には、現場の状況に応じた条件と方法で安定性を検討し、のり面勾配を設計する。地山が比較的均質な土や砂礫からなる場合のすべりに対する安定解析は、円弧すべり面法、無限長斜面の安定解析法、その他の方法により行う。

のり面勾配決定の際の注意点は、以下のとおりである。

- ① 表-5.4.1に示す値を超える場合には、十分な検討で安定性を確かめ、既存ののり面の状況等からのり面勾配を決定する。
- ② 表面水によってのり面が洗掘されたり、崩壊したりするおそれがある場合は、のり面または小段に集水施設を設けて排水しなければならない。また、湧水によってのり面が洗掘されたり崩壊するおそれがある場合は、水抜き工、ドレーン工等適当なのり面保護工を検討する。
- ③ 次に示すような地質、土質の地山を切取る場合は、のり面崩壊の危険性があるので、設計に際しては、必ず土質調査または地質調査を行ってのり面の安定を検討する。
  - (a) 地下水位が高く、切取り面からの湧水がある場合
  - (b) 透水性の層（たとえば砂層）と不透水性の層（たとえば粘土層）とが互層になっており、その境界面の傾斜が切取り面の傾斜と同方向になっている場合
  - (c) 透水性の土層の下に岩盤があり、その境界が急傾斜を成し、地下水の浸出があるような場合
  - (d) 崖すいと岩盤または地山との境界が急傾斜層を成し、地下水の浸出がある場合及び傾斜層の傾斜が切取り面の傾斜と同方向になっている場合
  - (e) 蛇紋岩、頁岩、粘板岩等の変質岩の場合
  - (f) 地すべりまたは山腹崩壊の危険性がある場合
  - (g) 断層または断層の影響を受けている地質の場合
  - (h) 水を含んだ細粒分の多い砂層、特にマサ状に風化の進んだ花崗岩類及び退化した段丘砂礫層の場合
  - (i) 軟らかい粘土の場合
  - (j) その他特殊な地質

なお、人力施工における切土のり面勾配は、労働安全衛生規則第356条（「12.2.2(2)④」を参照）の規定を満足しなければならない。

表-5.4.1に示す標準のり面勾配は、次の条件に該当する場合は適用できないことがあるので、のり面勾配の変更及びのり面保護工、のり面排水工等による対策を講ずる必要がある。

① 地盤条件

- (a) 地すべり地の場合
- (b) 崖錐、崩壊土、強風化斜面の場合
- (c) 砂質土等、特に侵食に弱い土質の場合
- (d) 泥岩、凝灰岩、蛇紋岩等の風化が速い岩の場合
- (e) 割れ目の多い岩の場合
- (f) 割れ目が流れ盤となる場合
- (g) 地下水が多い場合
- (h) 地震の被害を受けやすい地盤の場合

② 切土条件

- (a) 切土高が、表-5.4.1に示す高さを越える場合
- (b) 用地等からの制約がある場合

③ 切土の崩壊による影響

- (a) 万一崩壊すると隣接物に重大な損害を与える場合
- (b) 万一崩壊すると復旧に長期間を要し、道路機能を著しく阻害する場合  
(たとえば、代替道路のない山岳道路における切土)

### 5.4.2 床掘勾配及び床掘余裕幅

構造物等の施工に際し、床掘を行う場合の勾配は土質を考慮して設計する。  
また、余裕幅は水替の必要性を考慮して設計する。

床掘勾配は表-5.4.2を標準とする。

なお、現場打ち構造物の場合の床掘余裕幅、二次製品の場合の余裕幅については以下のとおりである。

(1) 掘削余裕幅について

- 1) 床掘余裕は水替が必要な場合は、1.00m、水替を要しない場合は、0.50mを標準とする。  
また、二次製品の場合は0.20mを標準とする。

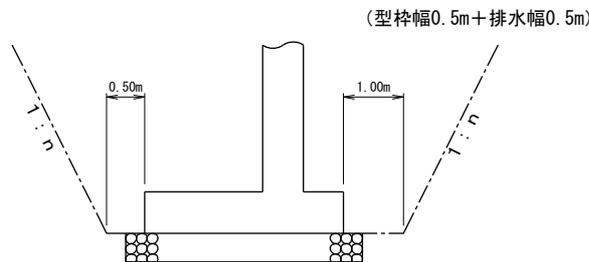


図-5.4.2 現場打ち構造物の場合

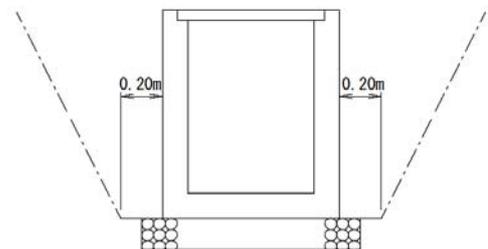


図-5.4.3 二次製品の場合

- 2) 足場工を必要とする構造物は足場型式に応じて別途加算すること。

(2) 掘削深、床掘勾配について

- 1) 床掘深 0.7m 以下は、掘削幅を基礎材とし床掘勾配を（直）とすることができる。

表-5.4.2 床掘標準勾配

土質	床掘深	掘削面の高さ	床掘勾配	小段の幅
レキ及びレキ質土 砂質土・粘性土 岩塊玉石	0.7m未満		直(注2)	—
	0.7m以上5m未満		1:0.5	—
	全掘削高5m以上		1:0.6	下からH=5m毎に1m
砂	5m未満		1:1.5	—
	全掘削高5m以上		1:1.5	下からH=5m毎に2m
火山灰	5m未満		1:0.5	—
	全掘削高5m以上		1:0.7	下からH=5m毎に1m
軟岩Ⅰ・軟岩Ⅱ	0.7m未満		直(注2)	—
	0.7m以上5m未満		1:0.3	—
	全掘削高5m以上		1:0.3	下からH=5m毎に1m
中硬石・硬石	5m未満		直(注2)	—
	全掘削高5m以上		1:0.3	下からH=5m毎に1m
泥炭	0.7m未満		直(注2)	—
	0.7m以上5m未満		1:0.3	—
	全掘削高5m以上		1:0.5	下からH=5m毎に1m
発破などにより崩壊し易い状態となっている地山	2m未満		1:1.0	下からH=2m毎に2m

注1) 現場条件等の理由により上表により難しい場合は、別途考慮する。上方の標準床掘勾配は、土質条件、掘削条件により適用できない場合もあるので十分注意しなければならない。

注2) U型・V型トラフの場合には、余堀幅は外壁と平行とし、計算での法勾配はそれぞれ、(直)・(1:0.3)とする。

## 5.5 小段

一般に、切盛土高が高い場合には、のり面の途中に小段を設ける。切土のり面では土質・岩質・のり面の規模に応じて、高さ5～10mごとに幅1～2mの小段を設けるのが標準である。また、盛土のり面ではのり肩から垂直距離5～7mごとに幅1mの小段を設けることを標準とする。

### 1) 小段の利点と欠点

利点としては、連続した長大のり面の下部では、表流水の流量・速度が増加し、洗掘力が大きくなる。そこで、のり面の途中にほぼ水平な段をつけることによって流速を低下させることができ、また、小段に排水溝を設けて水をのり面の外へ排水させれば、のり面下部に表面水が集中することを防ぐこともできる。また、点検用の道路及び保守のための足場として便利である。

欠点としては、表流水が小段面からのり面内に浸透しやすくなり、のり面の安定を低下させる。また、マサ土、シラス、その他侵食に弱い土質からなる場合、小段に水が集まり、その下部のり面に水が集中して流れ、ガリー侵食（掘れ溝）を急速に早めることがある。

このように、小段は利点と欠点を持ち合わせているため、小段を設置する場合は、点検・補修の難易、のり面勾配、切盛土高、のり面を構成する土質、排水溝の設置、経済性等の諸条件を考慮して決定する必要がある。

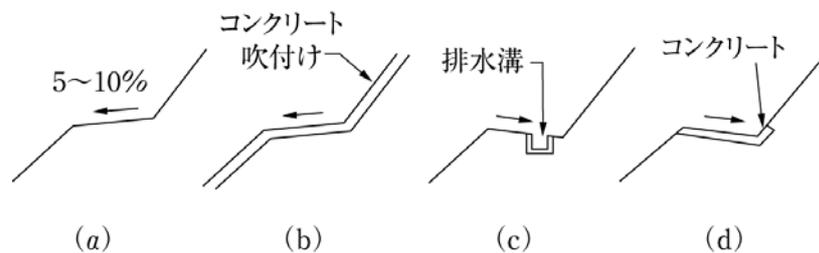
### 2) 小段の設置高さ

盛土の小段は高さ5～7mとし、5mを標準とする。幅は1m程度の幅で設置することを標準とする。また、排水溝を設ける場合小段幅は1.5m程度とする。

切土は、小段は高さ5～10mとし、7mを標準とする。幅は1.5mを標準とし、排水溝を設ける。

### 3) 小段の勾配

小段に排水溝を設けない場合には、小段の横断勾配はのりの下側（のり尻側）に向かって5～10%程度につけるのが普通である（**図-5.5.1** (a)、(b) 参照）。しかし、のり面の剥離が多いと推定される場合や小段の肩が侵食を受けやすい場合は、**図-5.5.1** (c)、(d) のような逆勾配とし、排水溝等を設ける。なお、詳細は「**第7章 7.5.2 のり面排水工の施設**」によること。



**図-5.5.1** 小段の横断勾配

## 5.6 のり面保護

外的条件によるのり面の侵食や風化を防止するため、植生や構造物でのり面を被覆したり、土留め構造物でのり面の安定を図る等ののり面保護工を設ける。

### 5.6.1 のり面保護工の選定

のり面が崩壊する原因として、風、雨、雪、霜、凍上、温度変化、地震等の気象や地下水、地震、工事施工による地盤の緩み等が考えられる。この作用の程度は、のり面の地質、土質、勾配等によって異なるので、これらを総合的に検討し、安全で経済的な工種を採用する。

のり面保護工の選定に当たっては、長期的な安定確保を第一に考え、自然環境の保全、修景についても考慮する。のり面の岩質・土質・土壌硬度・pH等の地質・土質条件、湧水・集水の状況、気温や降水量等の立地条件や植生等の周辺環境について把握し、のり面の規模やのり面勾配等を考慮するとともに、経済性、施工性、施工後の維持管理のことも考慮して選定する。

(1) のり面保護工の工種と目的

のり面保護工の工種と目的は、表-5.6.1 に示すとおりである。

表-5.6.1 のり面保護工の工種と目的

分類	工 種		目 的
のり面緑化工 (植生工)	播種工	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	侵食防止、凍上崩落抑制、植生による早期全面被覆
		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 植生基材注入工	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	
構造物工	金網張工 繊維ネット張工		生育基盤の保持や流下水によるのり面表層部の剥落の防止
	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個所の土留め、岩盤剥落防止
	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

(2) 切土のり面における工法選定

切土のり面における工法選定の目安は、図-5.6.1に示す。図-5.6.1の使用に関しては、図中の注1)～10)を参考にする。

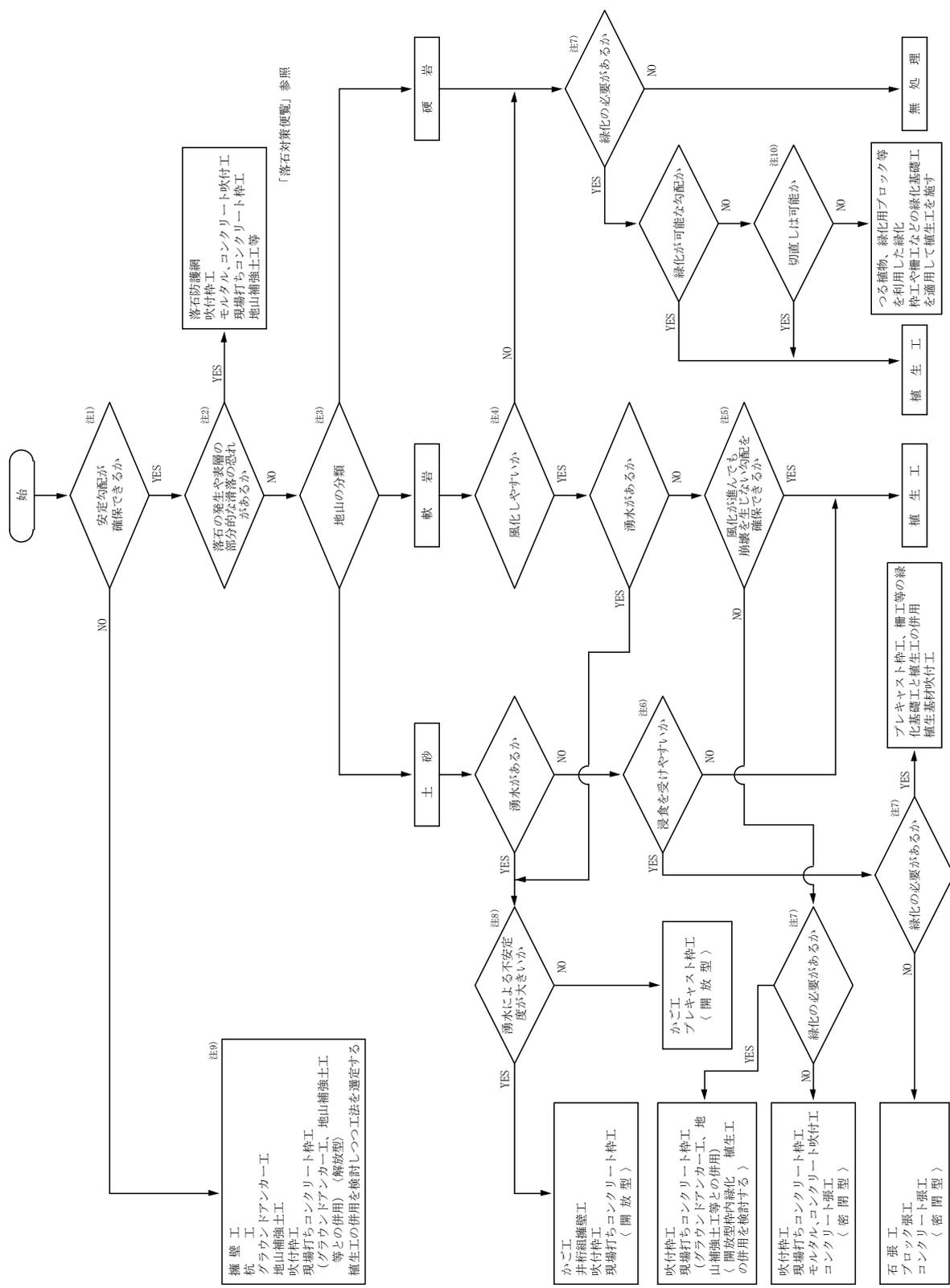


図-5.6.1 切土のり面におけるのり面保護工選定のフロー (参考)

(図中の注の説明は次ページ参照)

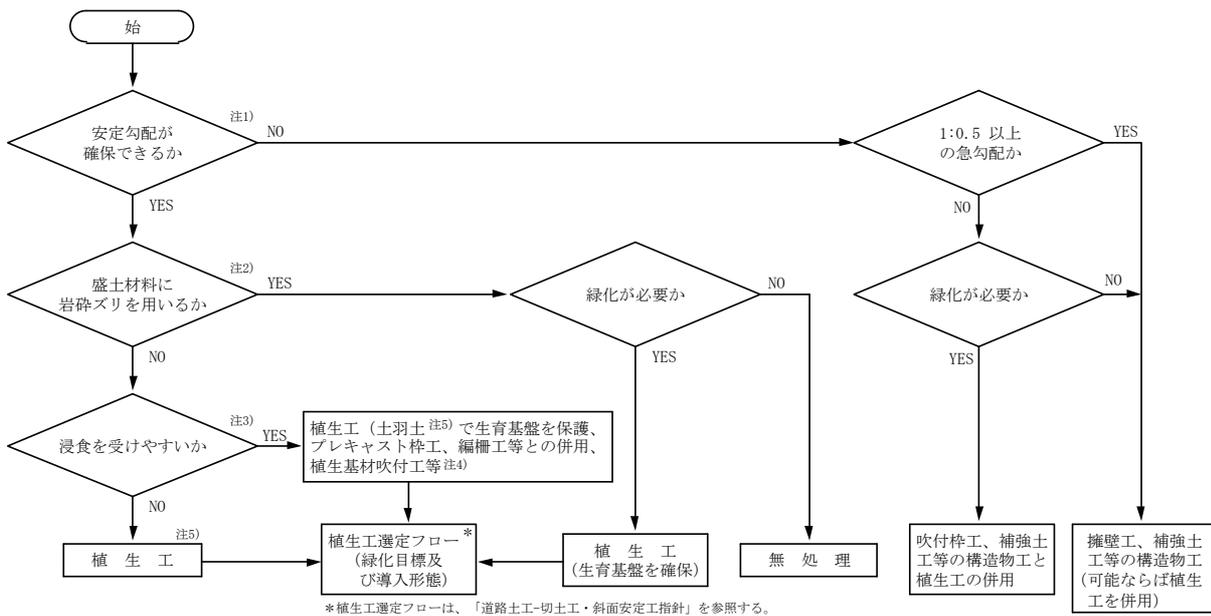
注1) 地山の地質に応じた安定勾配としては、**表-5.4.1**に示した地山の土質に対する標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。

また、安定勾配が確保できない場合の対策として、切直しが可能な場合は切直しを行う。

- 2) 落石のおそれの有無は、「**9.3 落石対策**」の項を参考にして判断する。
- 3) 地山の分類は、「**道路土工要綱 共通編 1-4 地盤調査**」に準拠するものとする。
- 4) 第三紀の泥岩・頁岩・固結度の低い凝灰岩・蛇紋岩等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等によって風化しやすい。
- 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。
- 6) シラス、マサ、山砂、段丘礫層等、主として砂質土からなる土砂は表面水による侵食に対して特に弱い。
- 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。
- 8) 主として安定度の大小によって判断し、安定度が特に低い場合には、フトンかご工、井桁組擁壁工、吹付砕工、現場打コンクリート砕工を選定する。
- 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。具体的な工法については「**5.9 環境との調和や景観に配慮したのり面留意事項**」を参照する。
- 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。

### (3) 盛土のり面における工法選定

盛土のり面における工法選定の目安は、**図-5.6.2**に示す。



**図-5.6.2** 盛土のり面における工法選定のフロー (参考)

注1) 盛土のり面の安定勾配としては、**表-5.3.2**に示した盛土材料およ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。

- 2) ここでいう岩砕ズリは、主に風化によるぜい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。
- 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。
- 4) 降雨等の浸食に耐える工法を選択する。
- 5) すき取り土が発生する場合は、優先的に使用すること。なお、詳細は「すき取り土の有効利用について」(農政部長通達)による。

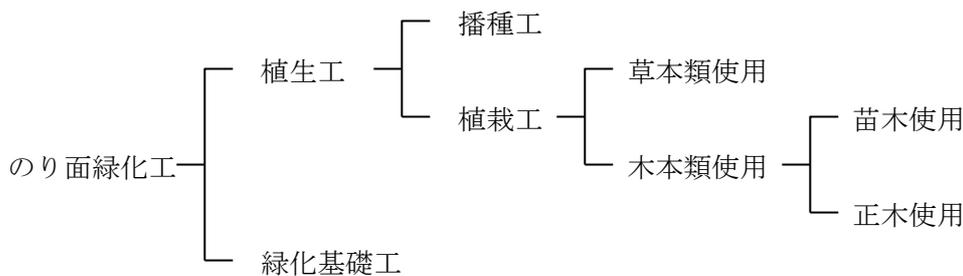
## 5.6.2 植生工によるのり面保護工

植生工は、のり面に植物を繁茂させることによって植物の根による地表の緊縛を図り、または基岩と地表とを連結団結して、雨水、その他による風化、浸食の防止、地表面の温度変化の緩和、凍上崩落の抑制、緑化による美的効果等を目的としている。

のり面緑化工は植生工と緑化基礎工とからなり、緑化基礎工は必要な場合に適宜植生工と組み合わせて用いられる（**図-5.6.3**）。植生工は、播種工と植栽工に分けられ、植栽工には芝等の草本を用いるものと、木本を用いるものがある。なお、木本を使用する場合は一般に苗木を使用するが、成木を使用する場合もある。

のり面緑化は、元来のり面の浸食防止を目的として行われ、草本の地被植物が多く用いられた。しかし最近では、自然環境の保全、将来の維持管理の軽減を目的として、木本を用いる場合が増加している。

本節ではのり面浸食防止、自然環境の保全、維持管理の軽減を目的に行う植生工として、主として播種工および草本を使用した植栽工について記載する。



**図-5.6.3** のり面緑化工の分類

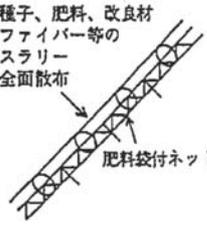
### 1) 植生工と緑化基礎工の種類と特徴

植生工には植物の種類や地形、地質、気象等に応じた工法があり、工法の選定を誤ると、目的、目標が達せられないので、使用植物とその導入工法をよく検討する必要がある。

基本的には、使用植物の発芽条件と生育条件を満たす植生基盤材をのり面に定着させる工法を選定することになるが、植生基盤材の内容、厚さは、使用植物の肥料要求度や種子の発芽特性、のり面の土質や勾配によって決定される。また、吹付工を行う場合は、植物が定着するまでの期間、降雨等によって流亡しない基盤でなければならない。長期間にわたり肥料分の供給が必要な植物種では、その間、基盤材をのり面に固定できるものが必要である。また、種子の配合、設計については「道路土工—のり面工・斜面安定工指針」を参考にし、地域特性に配慮した植物を選定する。

各種の植生工の特徴をまとめると、**表-5.6.2~3**のとおりである。また、植生工と併用して使用される緑化基礎工の主な種類と特徴、適用上の留意事項を、**表-5.6.4**に示す。

表-5.6.2 機械播種施工による植生工の種類と特徴 (1/2)

工 法		腐植酸種子散布	有機材種子散布	繊維 ネット (肥料袋付) + 腐植酸種子散布
概 要		吹付ポンプを使用して 水に種子、肥料、ファイ バー類、粘着剤、改良 材などを加えた混合物 を水圧で1回又は2 回で散布する工法	吹付ポンプを使用して 水に種子、肥料、ファイ バー類、粘着剤、改良 材などを加えた混合物 を水圧で散布する工 法	肥料袋付ネットをアン カーピン及び止釘での り面に固定した上へ、 腐植酸種子を散布する 工法
使 用 材 料	基 盤 材	木質繊維 (ファイバー) 土壌改良材など	木質繊維 (ファイバー) 土壌改良材など	木質繊維 (ファイバー) 土壌改良材など
	接着剤又は 接合剤	高分子系樹脂	高分子系樹脂	高分子系樹脂
	植 物	草 本 類	草 本 類	草 本 類
	肥 料	高度化成肥料、 リン酸肥料など	高度化成肥料、 リン酸肥料など	高度化成肥料、 リン酸肥料など
補 助 材 料		繊維網、むしろ	繊維網、金網、むしろ	
備 考		腐食含有量3%以上 で、肥料分を含む盛土 のり面に適用。	腐食含有量3%以下の 砂質系・粘質系の土質 及び礫混じり土のり 面にも適用。	肥料分の少ない一般 的土質で、追肥管理を 必要とする場合に適 用。
工 法 標 準 図		 <p>種子、肥料、改良材 ファイバー等の スラリー 全面散布</p> <p>腐植酸種子散布</p>	 <p>種子、肥料、改良材 ファイバー等の スラリー 全面散布 (1=3mm)</p> <p>有機材種子散布</p>	 <p>種子、肥料、改良材 ファイバー等の スラリー 全面散布</p> <p>肥料袋付ネット</p> <p>繊維ネット 腐植酸種子散布</p>

「建設部道路事業設計要領より」

表-5.6.2 機械播種施工による植生工の種類と特徴 (2/2)

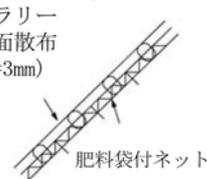
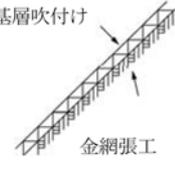
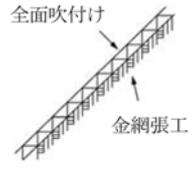
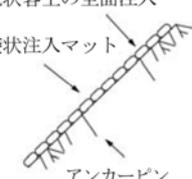
工 法		繊維ネット (肥料袋付) + 有機材種子散布	植生基材吹付 (土砂系)	植生基材吹付 (有機質系)	客土注入マット
概 要		肥料袋付ネットをアンカーピン及び止釘でのり面に固定した上へ、有機材種子を散布する工法	客土吹付機を使用して、用土に種子と肥料を混入し、水を加えて泥状混合物にしたものを3～5cmで吹付ける工法	各材料を計量した後、水、基材、肥料、種子などをモルタルガンを使用して、厚さ3～10cmに一度に吹付ける工法	ミキシングタンク、注入ポンプを使用して、用土に種や肥料及び土壌改良材を混合し、水を加えて泥状混合物にしたものを、アンカーピンにてのり面に固定し、それぞれタイプ別の袋状マットに注入する工法
使用 材 料	基 盤 材	木質繊維 (ファイバー) 土壌改良材など	土+ピートモスまたは パーク、木質繊維など	有機基材 (ピートモス 系の有機質基盤材)	土+有機基材 (パーク、 ピートモスなど)
	接着剤又 は接合剤	高分子系樹脂	高分子系樹脂	高分子系樹脂	植 生 袋 アンカーピン
	植 物	草 本 類	草 本 類	草 本 類	木本種子 (肥料木) 外来、在来草本種子
	肥 料	高度化成肥料、 リン酸肥料など	高度化成肥料	高度化成肥料	リン酸肥料、緩効性肥料、 化成肥料
補 助 材 料			金網、むしろ、 肥料袋付ネット	金網、むしろ	な し
備 考		砂質系・粘質系の固結土及び礫混じり土、岩砕ズリののり面に適用。	主に保水力に乏しく肥料分の少ない土質で岩片、玉石混じり、礫質の切土のり面に適用。	岩の切土のり面に適用。 亀裂のない岩盤やモルタル吹付面への施工には現場打法枠等の併用も検討のこと。	<ul style="list-style-type: none"> <li>凍上凍結が予想されるのり面やエロージョンの防止を要する場合。</li> <li>主に切土岩盤のり面に適用。</li> </ul>
工 法 標 準 図		<p>種子、肥料、改良材 ファイバー等の スラリー 全面散布 (t=3mm)</p>  <p>肥料袋付ネット</p> <p>繊維ネット 有機材種子散布</p>	<p>土、肥料、改良材等の 基層吹付け</p>  <p>金網張工</p> <p>植生基材吹付 (土砂系)</p>	<p>有機基材等の 全面吹付け</p>  <p>金網張工</p> <p>植生基材吹付 (有機質系)</p>	<p>泥状客土の全面注入</p>  <p>袋状注入マット</p> <p>アンカーピン</p> <p>客土注入マット</p>

表-5.6.3 人力施工による植生工の種類と特徴

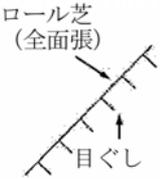
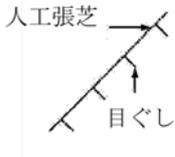
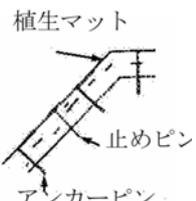
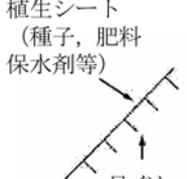
工 法		張 芝 (生 芝)	人 工 張 芝 (ワラ・ネット)	植生マット (肥料袋付)	植生マット (生育基盤袋付)	植生シート
概 要		芝をのり面に張付ける工法。施工と同時に浸食防止効果がある。凍結期以外は施工可能であるが、保管に注意が必要で、高温期にむれたり乾燥して枯れることがある。	種子、肥料を糊付したネット（ワラ・紙・布等）をのり面に張付ける工法で、施工と同時に浸食防止効果がある。ネット類自体養生材となる。	種子、肥料袋を装着した樹脂マットをのり面に張付ける工法。肥料の長期持続性が期待できる。	種子、肥料、保水剤、改良剤、肥料袋または人工客土を装着したマット状の被覆材（植生マット）をアンカー、止ピンを用いてのり面に張付ける工法。	種子、肥料を装着したシート状のものを目串、アンカーピンなどで全面に張付ける工法。
使用材料	基材	ロール芝	種子、肥料などを装着したワラ・ネットなど	マット状の被覆材	マット状の被覆材	種子、肥料などを装着したネット状のもの
	植物	外来草本種子	外来・ 在来草本種子	外来草本種子	外来草本種子	外 来・ 在来草本種子
	肥料			緩・遅効性肥料	緩・遅効性肥料 人工客土	速効性肥料
補助材料		目 串	目 串	アンカーピン・ 止ピン	アンカーピン・ 止ピン	目串・ アンカーピン
併 用 工					金 網 工	
備 考		・人工芝、吹付植生工に適しない場合 ・のり長が長い場合は目地を通さないように張付ける。	・ネット類を地山に密着させる。 ・肥料分の少ない土質では追肥管理を必要とする。 ・盛土のり面適用。	・マットを地山に密着固定する。 ・追肥管理を必要としない。	・マットを地山にアンカー、止ピンで密着固定する。 ・小面積にも対応できる。	・シートをのり面に密着させる必要がある。 ・肥料分の少ない土質では追肥管理を必要とする。
工 法 標 準 図						

表-5.6.4 主な緑化基礎工の特徴と適用上の留意点

種類	特徴	留意点	併用する 植生工の例	
のり 枠工	吹付枠工 現場打ち コンクリ ート枠工	のり面の浅部で発生する崩壊 に対し、形状、規模に対応でき る構造とすることが可能であ る。 のり面の凹凸に対応できる。	棒調整または収縮性 のある岩,あるいは, 凍結深が深くなる土 砂のり面への適用時 は十分に検討する必 要がある。	植生土のう工, 客土吹付工, 植生基材吹付工 (厚層基材吹付工)
	プレキャ スト枠工	植物の育成基盤となる土砂や 植生土のうをのり面に固定保 持することができる。	のり面に発生する土 圧には対応できない ので,はらみ出し,凍 上等を生じる場合は 避ける。 勾配 1:1.0 よりも緩 いのり面で枠が洗掘 等で沈下しない箇所 に適用する。	
柵工	崩落土砂の部分固定や表流水 勢の緩和あるいは落石,雪崩を 緩衝できる	将来的な気泡確保の ため木本類の導入(播 種工,植栽工)を併用 することが望ましい。	植生シート工, 植生マット工, 植栽工, 客土吹付工, 植生基材吹付工 (厚層基材吹付工)	
ネット 張工	金網張工	のり面の表流水,凍上によ るはく落防止及び育成基盤の 保持,落石防止に効果がある。	網目が小さすぎたり, 機能が長期間維持す るものは,木本類の成 長支障となる場合も ある。	客土吹付工, 植生基材吹付工 (厚層基材吹付工)
	繊維ネッ ト張工	のり表面の表流水によるはく 落防止や造成基盤の保持に効 果がある。	合成がないので,凍上 や落石への対応が難 しい。	
防風工	網目の細かいネット張工やフ ェンス工等は,幼芽,稚樹の乾 燥や風衝の緩和に効果がある。	風向,風力,効果の程 度や範囲を見極める。		
連続長繊維補 強土工	連続長繊維を混入した補強土 塊の抑止力による地山の安定 と,厚い育成基盤の形成が可能 である。	湧水や補強土背面の 流下水の処理を目的 として,排水材をあら かじめ設置する。	植生基材吹付工 (厚層基材吹付工)	

工法の検討に当たっては、安定化を主体にのり面の土質、勾配、気象等から緑化基礎工の種類および構造を検討し、植物の発芽、生育については主構成種となる植物の特性とのり面の土質、勾配、気象、土壌、施工時期等から植生工および植生基盤材の種類と厚さ等を決める。

### 5.6.3 構造物によるのり面保護工

構造物によるのり面保護工はのり面の浸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、次のようなのり面に用いる。

- ①のり面緑化工が不適切なのり面
- ②のり面緑化工だけでは浸食等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

なお、工法の選定にあたっては「道路土工一切土工・斜面安定工指針」（日本道路協会）を参照すること。

#### 1) 工法の特徴

構造物によるのり面保護工は、のり面の地質、土質、場所、勾配等が植生工に適していなかったり、表面水や湧水により侵食が著しいとか、土圧が作用する等ののり面には、構造物によるのり面保護工を検討し、適切な工種を選定する。

構造物によるのり面保護工の種類と特徴は、表-5.6.5に示すとおりである。

表-5.6.5 構造物によるのり面保護工の種類と特徴 (1/2)

工 種	施工方法	使用材料	補助材料	目 的	機 能	適用条件	備 考
モルタル及びコンクリート吹付工	モルタルまたはコンクリートをモルタルガンで吹付ける。	モルタル (C:S =1:4~5) コンクリート (C:S:G =1:4:1~2)	金網 アンカーピン 水抜孔	侵食風化防止	抑制工	風化しやすい岩。風化剥落する岩。将来不安定になりやすい土、土丹等植生工が不適切な切土のり面。	機械による短期間施工、かつ、大量処理ができるので経済性がよい。
ブロック張工	コンクリートブロックをのり面に張付ける。	コンクリートブロック(間知ブロック、平板ブロック) 基礎材、裏込め材	水抜孔		抑制工	粘着力のない土砂。崩れやすい粘土。オーバブリッジの埋植生筋戻し部。植生の適用が不可能な場所。	一般に1:1.0以下の緩勾配に適用する。 1:1.5より急勾配は直高5m以下に適用する。
石 張 工	間知石、玉石、雑石等の石材をのり面に張付ける。	石(間知石、玉石、雑石) 基礎材、裏込め材	水抜孔		抑制工		玉石は直高3m以下に適用する。
コンクリート張工	現場打ちコンクリートでのり面を被覆する。	鉄筋コンクリートまたは無筋コンクリート、基礎材	金網、鉄筋アンカーピン、アンカーバー 水抜孔		抑制工	節理の多い岩盤。緩い崖すい層。モルタル吹付工。コンクリートブロック枠工で安定確保が不可能なのり面。	1:1.0程度は無筋コンクリート。 1:0.5程度は鉄筋コンクリート。 岩盤内の表面水浸入の防止。
プレキャスト枠工	コンクリートブロックのり枠を使用し、枠内を植生や石張、ブロック張で被覆する。	コンクリートブロック枠、基礎材	アンカーピン、アンカー杭、充填モルタル、種肥土		抑制工	湧水のある切土のり面、長大な切土のり面。植生工が不可能なのり面、または植生を行っても、表層滑落するのり面。	1:1.0以下の緩勾配に適用する。 凍上するのり面は適用不可能。 緑化基礎工にも使用可能。
編柵工	地中あるいは地表に木杭を打ち、柵を設置する。	木杭、そだ、竹、板、高分子材料ネット	鉄線、釘		のり面表層部の崩落防止	抑制工	植生を行う切土、盛土、のり面(土砂)。

表-5.6.5 構造物によるのり面保護工の種類と特徴 (2/2)

工種	施工方法	使用材料	補助材料	目的	機能	適用条件	備考
のり面蛇かご工	蛇かごをのり面に並べてのり面を被覆する。 のり尻にフトンかごを積んでのり面を被覆する。	蛇かご、石材、フトンかご、	木杭、フィルター材	のり面表層部の崩壊防止、ある程度の土圧の作用する崩落防止	抑制工、抑止工	湧水処理、凍上防止が必要な場所に適用する。 高盛土のり尻あるいは湧水、凍上対策が必要な場所に適用する。	
特殊かご工	特殊カゴを地表に並べてのり面を被覆する。	特殊かご	アンカーピン	湧水によるのり面表層部の崩落防止、のり面崩壊後の復旧対策	抑制工	高盛土のり尻あるいは湧水、凍上対策が必要な場所に適用する。	
現場打コンクリート砕工	現場打コンクリートによるのり砕工を打設する。	鉄筋コンクリート 基礎コンクリート	アンカーバー またはアンカー工	のり面表層部の崩落防止	抑制工	長期の安定に不安がある湧水を伴う風化岩や長大のり面。 節理亀裂があり浮石を止められない岩盤等。	抑制、抑止の両機能を有し、目的により設計手法が異なる。 枠内は植生工やコンクリート吹付工。
吹付のり砕工	のり砕を吹付コンクリートで作製する。 コアフレーム、フリーフレームに大別される。	コンクリート 特殊型砕				凹凸のある亀裂の多い岩盤。 あるいは早期に保護する必要がある場所。	抑制、抑止の両機能をもつ基礎コンクリート不要。 施工性がよい。
グラウンドアンカー工	のり面に深く削孔し、PCアンカー材をグラウトで定着し、のり面の安定を図る。	PC鋼棒 PC鋼線 グラウト材 シーす		土圧の作用による崩落防止	抑止工	岩盤に節理、亀裂等があり、崩落、剥落するおそれがある。 硬岩または軟岩でのり面が比較的締った土砂で斜面崩壊のおそれがある場所。	定着対象地盤により、ロックアンカー、アースアンカーがある。 現場打コンクリート砕工、吹付のり砕工等の併用工法として用いられる。
擁壁工 <sup>注1)</sup>	現場打コンクリートによる擁壁を打設。 石材及びブロックを積んでのり面の安定を図る。	鉄筋コンクリートまたは無筋コンクリート、コンクリートブロック、基礎材、裏込材、石材	水抜孔	土圧の作用による崩落防止	抑止工	安定なのり面勾配での切土や盛土が、地形・用地・隣接水路や構造物等により、できない場所。	
補強土工 <sup>注1)</sup>	裏込部に敷設された補強材と裏込材との摩擦抵抗力やアンカーの引抜き抵抗力によって壁面の安定を図る。 補強材を盛土中に敷設して、盛土の安定を図る。	ジオテキスタイル(不織布、織布、合成繊維)、鋼棒、帯状鋼材等		土圧の作用による崩落防止	抑止工	盛土や切土の安定のり面勾配が確保できない場合で、のり面を補強する必要がある場所。	
杭工	一般に大口径ボーリングによる鋼パイプやH鋼等を挿入する方法が用いられる。	鋼パイプ、H鋼		土圧の作用による崩落防止	抑止工	限られた範囲でのり面安定を図る必要がある場所。	

注1) 擁壁工、補強土工(補強土壁工)の詳細については「第9章 9.1 擁壁」を参照する。補強土工(補強盛土工、軽量盛土工)については「道路土工-盛土工指針」を参照する。

## 2) 構造計算

のり面保護工の機能が抑止工とされるもの、または現場打コンクリート枠工、吹付枠工など抑制、抑止の両機能を有するのり面保護工においては、一般的に構造計算が必要であるが、現場打コンクリート枠工、吹付枠工等の併用工法としてグラウンドアンカー、ロックボルトを用いるなど目的により設計手法が異なる場合があるため注意が必要である。

なお、構造計算については、「北海道開発局道路設計要領(北海道開発局建設部道路建設課)」、「切土補強土工法設計・施工指針(日本道路公団)」、「のり枠工の設計・施工指針(全国特定法面保護協会)」を参考とする。

のり枠工の設計計算に積雪荷重を考慮する場合の積雪深は30年確率とし、積雪の単位重量は、最大積雪深4.0mまでは $3.5\text{kN/m}^3$ とする。

積雪荷重はのり面勾配に応じ、下記のとおりとする。

のり面勾配

1:0.6未満・・・積雪荷重を考慮しない

1:0.6以上～1:1.0未満・・・通常の積雪深の1/2を考慮する

1:1.0以上・・・通常の積雪荷重100%を考慮する

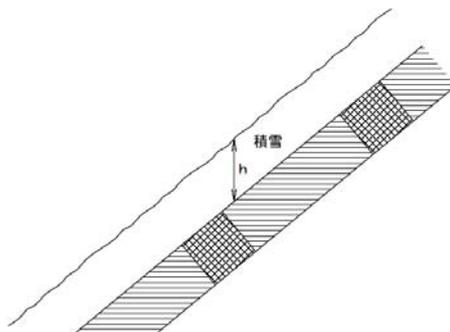


図-5.6.4

## 3) 各籠の鉄線の使用区分

各籠の鉄線の使用区分は下記を標準とする。但し、河川用籠マットには適用しない。

### ① 鉄線の径

鉄線の径は基本的には、水を被らない箇所や一時的な用途(仮締切など)をのぞいては4mm鉄線を使用することを原則とし、使用場所により、おおむね下記の分類を標準とする。

#### イ) 動的な場所に使用する場合

動的な場所に使用する場合は、網線径4mm・骨線径5mmを使用する。

動的な場所とは、排水路等のことをいう。

(例)水路の法覆工、のり面の集水渠

#### ロ) 静的な場所に使用する場合

静的な場所に使用する場合は、網線径3.2mm・骨線径4mmを使用する。

但しのり面等で流出する地下水に浸される恐れのある箇所は、網線径4mm・骨線径5mmを使用する。

静的な場所とは、道路等の法面覆工のことをいう。

(例) 道路・高畦畔等の法止工、道路の法覆工

ハ) 特殊な箇所に使用する場合

特殊な箇所に使用する場合は、網線径5mm・骨線径6mmを使用する。

特殊な箇所とは、

ア) 籠を布設した後に地盤変動が予想される場所

イ) 水当たりの激しい箇所に使用する場合

(例) 落差工等の水衝部

② 鉄線の種類

原則として亜鉛メッキ鉄線及びアルミニウム鉄線を使用する。

「鉄線籠類の使用大綱について」(昭和55年12月13日 設管第414号) より抜粋

## 5.7 地すべり対策

農道の規模や重要度によって地すべり防止対策法は異なるが、路線変更も含めた平面・縦断線形及び対策工の検討を行い、経済的かつ安全であり、建設後の維持管理のしやすい路線計画と対策工を設計する必要がある。

### 1) 地すべり対策の基本

計画路線の選定に際しては、地すべりの発生する恐れのある地域を避けることを基本とする。やむを得ず地すべり地を通過する道路の設計に際しては、地すべり運動を誘発させないように配慮し、地すべり運動による道路工構造物の被害防止に注意を払わなければならない。

### 2) 地すべり対策工

地すべり対策工には、大別して抑制工と抑止工があり、抑制工とは、地形、地下水状態等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、構造物のもつ地すべりの抑止力を利用して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-5.7.1**に、地すべり対策工の分類を示す。

**表-5.7.1** 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、床固め工、水制工、護岸工）……………	(G)
抑止工	{	杭工	
		杭工（コンクリート杭工、鋼管杭工等）……………	(H)
		シャフト工（深礎工等）……………	(I)
		グラウンドアンカー工……………	(J)

また、地すべりの形態等で分類すると、**表-5.7.2**のようになる。

表-5.7.2 地すべりの型と対策工法の一覧

主な原因		地すべりの型	対策工法										備考
			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	○	△	◎	△	◎	○	○	◎	◎	○	◎最もよく用いられる 工法 ○しばしば用いられる 工法 △場合により用いられる 工法
		風化岩すべり	◎	△	◎	△	◎	○	○	◎	◎	○	
		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	△	△	○	△	◎	◎	○	○	○	◎	△場合により用いられる 工法
		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	△	△	△	△	△	◎	○	○	△	△	

2) 地すべり及び崩壊を起こしやすい地域

地すべりを起こしやすい地域は次のような特徴をもつ地形で、図-5.7.1を参照すること。

- ① 馬てい形状の急な崖によって囲まれた緩斜面（岩盤地すべり、風化岩地すべり）
- ② 山腹の急傾斜面に続く緩斜面（岩盤地すべり、風化岩地すべり）
- ③ 池、沼、湿地の存在する緩斜面（崩積土地すべり、粘質土地すべり）
- ④ 不規則な起伏が多く、地形のはなはだしく乱された斜面（崩積土地すべり、粘質土地すべり）
- ⑤ 崖錐地帯で湧水の多く見られる地域
- ⑥ 過去に地すべりが発生した経歴のある地域及び隣接地域

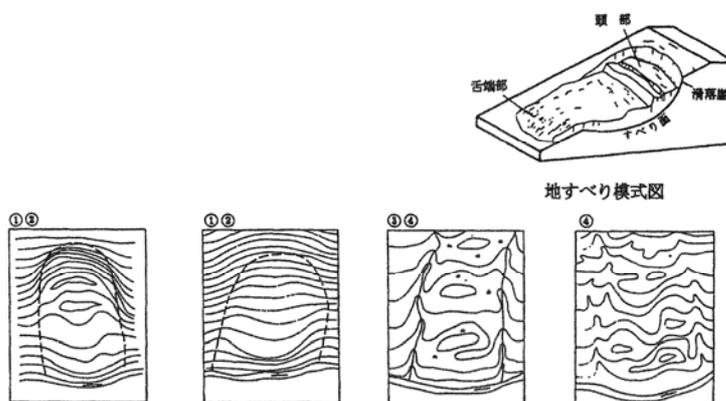


図-5.7.1 地すべりの恐れがある地形

3) 崩壊を起こしやすい地域は次のようなところに多く、主に急傾斜地で発生し易い。

- ① 古い崩壊の多い地域
- ② 既存の崩壊地の周辺
- ③ 崖錐、崩土、堆積地
- ④ 断層、破碎帯の存在する地帯
- ⑤ 岩盤よりなる斜面で、節理、層理、亀裂の著しく発達した部分、特に節理面、層理面が斜面の傾斜方向と一致した部分
- ⑥ 火山、温泉作用で著しく風化を受けた地域
- ⑦ 裸地、はげ地

## 5.8 不良土対策

不良土については現場条件、周辺の環境保全、不良の度合、経済比較を勘案し、その対策を検討するものとする。

不良土はトラフィカビリティが確保されなかったり、盛土材料として十分な強度が得られないため障害となっている。しかし、不良土の判定は、それぞれの現場条件（施工時期、工法、工期）により左右される場合もありその対策については、これらの条件に不良の度合、環境保全の制約を加えて、捨土処理あるいはセメント、石灰等による安定処理など、何らかの処置をして有効利用をはかるなど、経済比較をも組み合わせた検討が必要である。

さらに、近年酸性硫酸塩土壌の流用（盛土利用および切土面処理）や重金属含有土質の処理が問題となるケースが増えてきており、これらの盛土材料を利用する場合には十分な検討が必要である。

また、産業副産物（石炭灰、焼却灰等）や掘削土の有効利用等、幅広い分野の盛土材料への利用がさかんになっているが、利用に際しては、工学的安定性は言うまでもないが、環境保護の立場からも十分な検討を行うことが必要である。

不良土等への対応については、以下を参考とする。

- ・道路土工－盛土工指針（平成 22 年度版）
- ・北海道における不良土対策マニュアル（土木研究所 寒地土木研究所 平成 25 年）

なお、参考に不良土の判定基準について記載する。

### 参 考

#### 不良土の判定

(1) 不良土の定義についての明確なものはないが、ここでは、地山掘削したままの自然含水状態で盛土材料として使用するのに適さない土および盛土完成後何らかの変状を起し、一般交通に支障をあたえることが十分予想される土を「不良土」と定義した。

(2) 不良土の判定は、土質により異なり定量的な判断はむずかしいが判定の方法としては次の基準が参考になる。

1) 土質定義による判定……（北海道開発局土木試験所 昭和 41 年度年報から）

- ① 自然含水比 (W<sub>n</sub>) / 最適含水比 (W<sub>opt</sub>) ≥ 1.4
- ② 自然含水比 (W<sub>n</sub>) / 塑性限界 (W<sub>p</sub>) ≥ 1.5
- ③ 液性指数 (I<sub>L</sub>) ≥ 0.75

$$I_L = \{ \text{自然含水比 (W}_n\text{)} - \text{塑性限界 (W}_p\text{)} \} / \text{塑性指数 (I}_p\text{)}$$

2) 室内トラフィカビリティによる判定……（北海道開発局土木試験所 昭和 41 年度年報から）

q<sub>c</sub>=300kN/m<sup>2</sup>以下は、湿地ブルドーザの走行性が確保できない。

3) スレーキングによる判定……（高速道路株式会社の方法）

スレーキングが起こるか否かの確認

4) 盛土として用いない土……（土質工学ハンドブック）

蛇紋岩の粘土化したもの、温泉余土、酸性白土、ベントナイトおよび凍土などは、盛土材料として望ましくなく、一般に捨土する。

5) 土質試験結果と日本統一分類からの不良土判定

- ① 風化火山灰のうち VH<sub>2</sub>（火山灰質粘性土Ⅱ型）に分類されたものは、液性限界が高いことから圧縮性が大きく、こねかえしに対する影響から、ただちに不良土と判定できる。
- ② CH（粘土）に分類された試料も圧縮性が大きく、こねかえしの影響も大きいので、これも不良

土と判定してよいと考えられる。

③  $W_n$  (自然含水比) が  $W_L$  (液性限界) より高い場合は、これも不良土と判定できる。

#### (1) 不良土の定義

不良土を上記のように定義したが、実際問題として不良土の定義と一概にいても判断するのが困難な面もある。

盛土材料として要求される性質としては、対象とする土構造物の種類、盛土高、のり勾配、施工場所および施工方法などによって変わってくるので、定量的に、これを示すのは困難である。しかし、定性的には、次の条件を満足しなければならない。

- 1) 施工機械のトラフィカビリティが、確保できるものであること。
- 2) 敷均し締固めの施工が困難でないこと。
- 3) 盛土ののり面の安定に必要なせん断強さを十分有すること。
- 4) 盛土の圧縮沈下が舗装などの上載諸施設に大きな変形を起こさせずに、十分支持できるものであること。
- 5) 完成後の交通荷重などを、舗装などの上載諸施設に大きな変形を起こさせずに、十分支持できるものであること。
- 6) 雨水などの浸食に対して強く、吸水により膨潤性が低いこと。

したがって、これらの条件を満足していない材料は「不良土」と判断される。また、これとは別に原則的に盛土材料として使用すべきでない土もある。

- ① 蛇紋岩の粘土化したもの、ベントナイト、温泉余土、酸性白土、有機質土などの吸水による膨張性が大き、圧縮性が大きい土。
- ② 凍土および雪氷、草木、切株、その他腐食物を含んだ土。
- ③ ピート (泥炭)・黒炭などの高有機質土。

以上のものも当然「不良土」の範ちゅうに入る。

泥炭については、使用用途に応じて、粒度調整および土質改良等を行い、リサイクルを図るものとする。ただし、盛土材に使用する時には、将来の沈下等の不確実性等を考慮する必要がある。

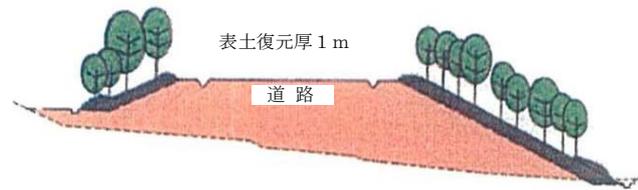
## 5.9 環境との調和や景観に配慮したのり面設計の留意事項

山地等では道路に占めるのり面の割合が非常に大きく、生物の生息・生育環境に及ぼす影響が大きい。このため、のり面の取扱いに関しては十分な注意を払い、切土のり面の緑化、ラウンディング、ソデ・マント植栽等、可能な限り自然と調和させるような方法を検討する。

### (1) のり面緑化

のり面緑化は、現況植生を考慮し、木本種を含めて次頁に示すのり面緑化工法例を参考として検討する。緑化植物は、在来種を用いる等、その取扱いには留意が必要である。また、盛土部等では、在来種による植生回復を促進するため表土の利用を積極的に検討する。

なお、環境保全上特に配慮すべきところでは、盛土のり面を高木類の植栽等が可能となる緩勾配にすることも考えられる。



【出典：自然と共生をめざす道づくり】

図-5.9.1 表土の利用例

### (2) ラウンディング

#### ① ラウンディングの概要

切土のり面の勾配は、一般に土質に応じた一定の勾配で造成されるので、土質が一樣の場合、できあがったのり面は、直線または折線となり地盤との接続部が角張り、見た目に馴染みが悪い。これを緩和するためにのり面に緩やかな丸みをつけるラウンディングの手法が用いられている。

なお、のり勾配は一般に、できるだけ緩やかに大きい曲線の丸みをつけることが望ましいが、その分用地幅は必要になる。なるべく少ない用地幅で、ラウンディングの効果が顕著に現れるような工夫が必要である。

ただし、ラウンディング箇所の土地利用状況によっては転落などの危険性を伴う可能性があるため、適用にあたっては十分な検討が必要である。

#### ② ラウンディングの手法

切土のり面のラウンディングは、のり面全体に行うのが理想的である。特に平地から急に山地に入る部分の切土のり面については、広い範囲で行うと柔かみが出て効果大きい。

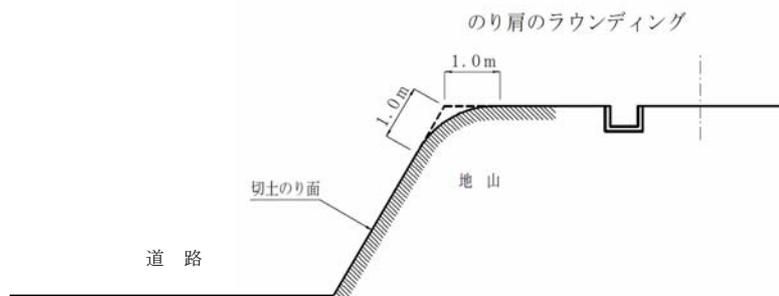


図-5.9.2 ラウンディングの例

## (2) ソデ・マント植栽

自然林は、道路建設等で伐開されると林内に大きな影響を受けることが多いので、伐開する場合には、自然林への被害を最小限に抑えるために、事前に段階的な伐開をすることにより林縁群落を育成したり、林縁に保護植栽を行って保護する。

ソデ・マント植栽とは、道路に面する部分の植栽帯を保護するために、林縁部に人工的にソデ・マント群落をつくることである。

ソデ・マント植栽によって、樹林帯への風の吹き込みや日照りの入り込みを緩和することにより、既存樹林帯の乾害や風害を緩和することができる。植栽形式は、一般的に、周辺環境との調和を考慮して樹種を選定し、中木、低木の2層より形成する。

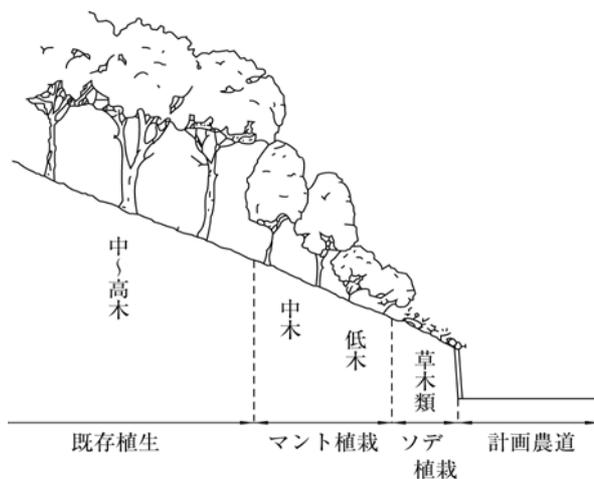


図-5.9.3 ソデ・マント植栽模式図