

第2節 土工

1 適用

土工の設計は本節によるものとするが、記述のないものについては表 2-1 の関係図書他によるものとする。

表 2-1 関係図書

関係図書	発行年月	発行者
道路土工－施工指針	S61. 11	日本道路協会
道路土工要綱	H21. 6	日本道路協会
道路土工－軟弱地盤対策工指針	H24. 8	日本道路協会
道路土工－切土工・斜面安定工指針	H21. 6	日本道路協会
道路土工－土質調査指針	S61. 11	日本道路協会
建設発生土利用技術マニュアル	H16. 9	土木研究センター
建設副産物適正処理推進要綱	H14. 5	国土交通省
堤防余生基準について	S44. 1	建設省
ジオテキスタイルを用いた補強土の設計施工マニュアル	H12. 2	土木研究センター
河川土工マニュアル	H21. 4	国土開発技術研究センター
建設汚泥処理土利用技術基準	H15. 6	国土交通省
発生土利用基準	H18. 8	国土交通省
道路土工－カルバート工指針	H22. 3	日本道路協会
道路土工－盛土工指針	H22. 4	日本道路協会
道路土工－擁壁工指針	H24. 7	日本道路協会

(注) 使用にあたっては最新版を使用するものとする。

2 土及び岩の分類

2-1 土の分類

表 2-2 土の分類

名称			説明	摘要	
A	B	C			
土	礫質土	礫まじり土	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	バケット等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 (普通土)	掘削が容易でバケット等に山盛り形状にし易く空隙の少ないもの。	砂質土、マサ土、粒度分布の良い砂 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)
粘性土 高含水比		バケット等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 (V) 有礫質土 (O)	

土木工事等
共通仕様書
共通編・土工

2-2 岩の分類

表 2-3 岩の分類

名 称			説 明	摘 要	
A	B	C			
岩 ま た は 石	岩塊 玉石	岩塊 玉石	岩塊、玉石が混入して掘削しにくく、バケット等に空隙のでき易いもの。 岩塊、玉石は粒径7.5cm以上とし、まるみのあるのを玉石とする。	玉石まじり土、岩塊、 破碎された岩、ごろごろした河床	
	軟 岩	軟 岩	I	第三紀の岩石で固結の程度が弱いもの。 風化がはなはだしくきわめてもろいもの。 指先で離しうる程度のもので亀裂の間隔は1~5 cm くらいのもので及び第三紀の岩石で固結の程度が良好なもの。 風化が相当進み多少変色を伴い軽い打撃で容易に割れるもの。離れ易いもので、亀裂間隔は5~10 cm 程度のもの。	地山弾性波速度 700~2,800 m/sec
			II	凝灰質で堅く固結しているもの。風化が目にして相当進んでいるもの。亀裂間隔が10~30cm程度で軽い打撃により離しうる程度、異質の硬い互層をなすもので層面を楽に離しうるもの。	地山弾性波速度 700~2,800 m/sec
		中 硬 岩		石灰石、多孔質安山岩のように、特にち密でなくても相当の硬さを有するもの。風化の程度があまり進んでいないもの。硬い岩石で間隔30~50cm程度の亀裂を有するもの。	地山弾性波速度 2,000~4,000 m/sec
	硬 岩	硬 岩	I	花崗岩、結晶片岩等で全く変化していないもの。亀裂間隔が1m内外で相当密着しているもの。硬い良好な石材を取り得るようなもの。	地山弾性波速度 3,000m /sec 以上
			II	けい岩、角岩等の石英質に富む岩質で最も硬いもの。 風化していない新鮮な状態のもの。 亀裂が少なく、よく密着しているもの。	

土木工事等
共通仕様書
共通編・土工

2-3 土量の変化率

統一分類法により分類した土の各土質に応じた変化率は表 2-4 を標準とする。

なお、細分化し難いときは表 2-5 を使用してよい。

土木工事標準
積算基準書
共通工・土工

表 2-4 土量の変化率 (1)

分類名称		記号	変化率 L	変化率 C	1 / L	C/L
主要区分						
レキ質土	レキ	(GW) (GP) (GP _s) (G-M) (G-C)	1.20	0.95	0.83	0.79
	レキ質土	(GM) (GC) (GO)	1.20	0.90	0.83	0.75
砂質土 及び砂	砂	(SW) (SP) (SP _u) (S-M) (S- C) (S-V)	1.20	0.95	0.83	0.79
	砂質土 (普通土)	(SM) (SC) (SV)	1.20	0.90	0.83	0.75
粘性土	粘性土	(ML) (CL) (OL)	1.30	0.90	0.77	0.69
	高含水比 粘性土	(MH) (CH)	1.25	0.90	0.80	0.72
岩塊玉石			1.20	1.00	0.83	0.83
軟岩 I			1.30	1.15	0.77	0.88
軟岩 II			1.50	1.20	0.67	0.80
中硬岩			1.60	1.25	0.63	0.78
硬岩 I			1.65	1.40	0.61	0.85

表 2-5 土量の変化率 (2)

分類名称 主要区分	変化率L	変化率C	1 / L	C/L
レキ質土	1.20	0.90	0.83	0.75
砂質土及び砂	1.20	0.90	0.83	0.75
粘性土	1.25	0.90	0.80	0.72

注 (1)

$$L = \frac{\text{ほぐした土量}}{\text{地山の土量}} \quad C = \frac{\text{締固め後の土量}}{\text{地山の土量}}$$

$$\frac{1}{L} = \frac{\text{地山の土量}}{\text{ほぐした土量}} \quad \frac{C}{L} = \frac{\text{締固め後の土量}}{\text{地山の土量}}$$

(2) 栗石に発生岩を使用する場合の変化率は (L+C)/2 とする。

(3) シラスの土量変化率は下記によるものとする。

(イ) 熔結凝灰岩は上表の軟岩(i)を適用する。

(ロ) (イ)以外のシラスについては砂及び砂質土を適用する。

(4) コンクリート及びアスファルト舗装版の変化率は下記によるものとする。

(イ) コンクリートは軟岩(ii)を適用する。

(ロ) アスファルト舗装版は軟岩(i)を適用する。

表 2-6 土量の変化率の考え方

求めるQ 基準のq	地山の土量	ほぐした土量	締固めた土量
地山の土量	1	L	C
ほぐした土量	1 / L	1	C/L
締固め後の土量	1 / C	L/C	1

注) 表のLおよびCは、土量の変化率で値は土の種類などによって異なる。

道路土工要綱

2-4 島尻層泥岩について

島尻泥岩については、共通編の参考資料-2「沖縄の地形・地質」及び「島尻層泥岩上の橋梁基礎工設計・施工指針(案)」を参照のこと。

※島尻泥岩におけるオープン掘削の床掘勾配は以下を標準とする。

・床掘勾配

与那原層		新里層
風化部	未風化部	-
1 : 0.7	1 : 0.5	1 : 0.7

注) 5m毎に小段(幅=1m)をもうける。

・風化、未風化の判定の目安(与那原層)

	風化部	未風化部
色	灰色、色むらがある	鮮やかな濃紺(暗責黒色)
状態	泥土状でもろい	岩塊状で堅固
掘削 (バックホウ)	容易	困難(掘削土は岩塊状) 削るような感じになる
クラック	多	小

・島尻泥岩における切土法面勾配

地山土質	切土勾配標準値
島尻泥岩	1 : 1.2

3 道路土工の構成

3-1 各部の名称及び標準構成

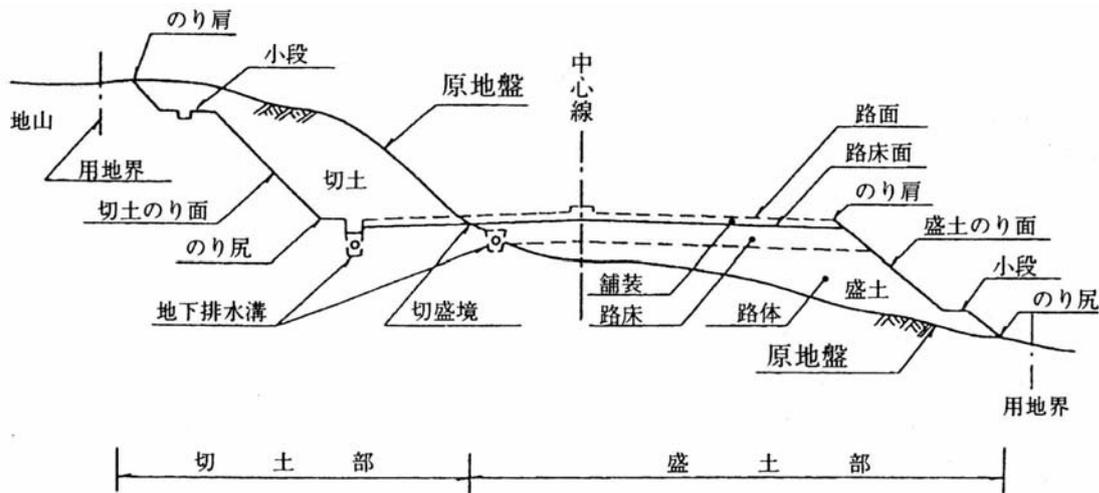


図 2-1 各部の名称

3-2 名称の解説及び機能

(1) 道路土工構造物

道路を建設するために構築する土砂や岩石等の地盤材料を主材料として構成される構造物及びそれらに附帯する構造物の総称をいい、切土・斜面安定施設、盛土、カルパート及びこれらに類するものをいう。

(2) 地山

道路土工構造物の構築の用に供する自然地盤をいう。

(3) 盛土部

路床面が原地盤面より高いために原地盤上に盛り立てて築造した道路の部分を盛土という。

(4) 切土部

路床面が原地盤面より低いために原地盤を切り下げて築造した道路の部分を切土部という。

(5) 盛土

盛土部において原地盤から路床面までの土を盛り立てた部分を盛土という。

(6) 切土

切土部において原地盤から路床面までの掘削した部分を切土という。なお、対象となる地山が土砂でなく岩の場合にあっても切土に統一する。

(7) 床掘

構造物の築造・撤去を目的に、現地盤線(施工基面)から土砂等を掘り下げる箇所であり「埋戻し」が伴う箇所である。

(埋戻し)

構造物を地中に構築するとき、あらかじめ掘削して、構造物が築造された後に元の状態にまで掘削した土を用いて埋めること。

(8) 路体

盛土における路床以外の土部分を路体という。

(9) 路床

舗装の厚さを決定する基礎となる舗装より下の上の部分で、ほぼ均一な厚さ約1mの層をいう。盛土部においては盛土の上部の、切土部においては原地盤の所定の掘削面下の約1mの部分がこれにあたる。路床面が原地盤面より低いために原地盤を切り下げて築造した道路の部分を切土部という。

また、均等な支持力をもつ路床面を得るために行った局所的な路床土の置換え部分、切り盛り接続部の緩和区間を埋戻した部分など路床に含めるものとする。

(10) 舗装

セメントコンクリート舗装の道路においてはコンクリート舗装版と路盤を、アスファルト舗装の道路においては表層、基層および路盤を舗装という。なお、砂利道においては表層と路盤を舗装という。

(11) のり面

盛土および切土によって構成される土の斜面をそれぞれ盛土のり面及び切土のり面という。これらのり面には必要に応じて小段を設ける。のり面の上端をのり肩、下端をのり尻またはのり先という。

(12) 自然斜面

自然に形成された斜面をいう。

(13) 斜面安定施設

自然斜面の崩壊等による道路への影響を防止又は抑制するために設置する施設をいう。

(14) カルバート

道路の下を横断する道路、水路等の空間を確保するために、盛土又は原地盤内に設けられる構造物をいう。

3-3 長大切土と高盛土

(1) 長大切土

切土高が20m以上ののり面は、のり面全体の地質が均質であることがまれで、断層などの弱線を伴っていることが多いため、地質、地下水状況等をより詳細に調査し、のり面の安定に関して検討を行わなければならない。

※長大のり面を設計する場合は、正確で詳細な情報を知るための調査を行うことが重要である。特に断層や地下水は、のり面の安定に大きく影響を与えることが多いので、ボーリング調査の他に、地表踏査や弾性波探査などの調査を行い、きめ細かな検討を行わなければならない。

※長大のり面は、施工中の崩壊や変状、推定岩盤線の変更などが生じた場合には手戻りが大きい。したがって、のり面勾配や法面保護工の検討にあたっては、現地条件を十分考慮しなければならない。

(2) 高盛土

高盛土の設計・施工にあたっては、盛土の安定および圧縮沈下について詳細に検討を行うとともに、排水対策や盛土材料の選定に十分留意しなければならない。

※一般に盛土高が15mを超えるような盛土を高盛土という。

※高盛土の設計・施工にあたっては、盛土の安定および圧縮沈下について、過去の実例を十分調査するとともに、地形・地質および湧水や支持力など基礎地盤の状況、発生土の有効利用を考慮した土量配分計画などを総合的に検討し、盛土構造を決定する。特に、のり尻付近に重要な施設がある場合や基礎地盤が不安定な場合、および含水比が高い盛土材料を用いる場合などについては十分留意しなければならない。

※高盛土の安定を図るためには、盛土材料の選定および十分な締固め、のり面の緩勾配化、排水対策の徹底、基礎地盤の強化、のり面保護の強化などが重要である。

(3) 維持管理

将来にわたって維持管理が容易にできるよう、点検の動線、点検用施設について十分考慮しなければならない。

4 切 土

4-1 標準横断面図

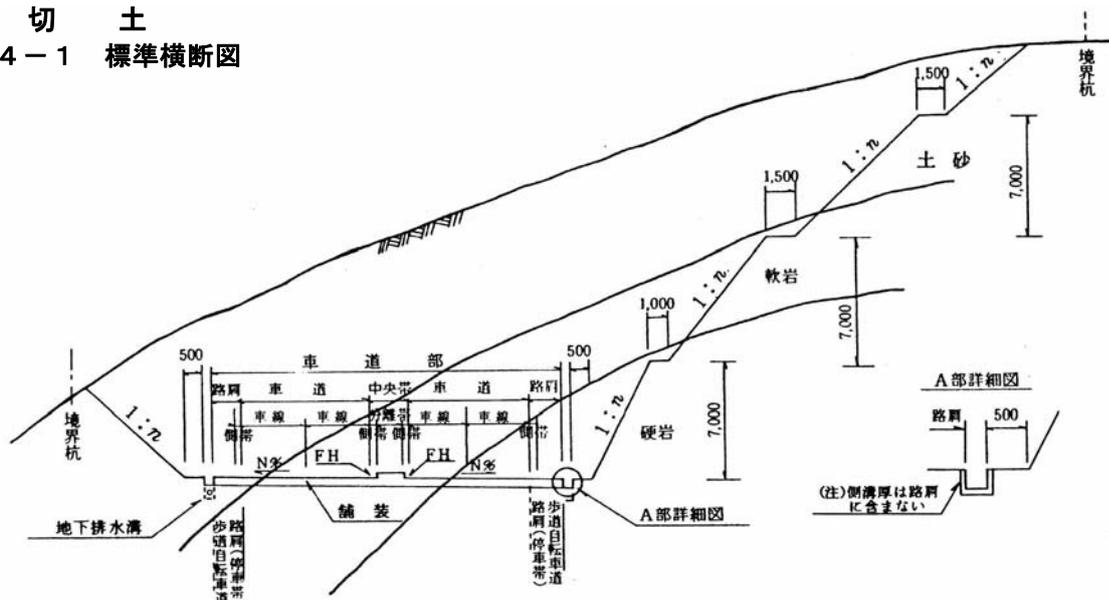


図 2-2 切土断面図

4-2 設計の基本

(1) 切土は、常時の作用として、少なくとも自重によって崩壊しないよう設計する。

また、降雨の作用は、雨水や湧水等を速やかに排除するため、のり面排水工やのり面保護工の設計等で考慮する。これら設計において、一般的な表面排水施設では、供用期間中に通常想定される降雨として、概ね3年程度の確率降雨を設定すればよい。長大な自然斜面から流出する水を排除する道路横断排水工など、重要な排水施設においては、計画交通量に応じて概ね5～10年程度の確率降雨を設定すればよい。また、道路管理上、構造上重要性の高い沢部の盛土等の道路横断排水工については30年程度の確率降雨とするのがよい。地震動の作用としては、レベル1地震動及びレベル2地震動の2種類の地震動を想定する。

(2) 切土の要求性能は、重要度の区分については「重要度1」を基本とし、想定する作用に対して安全性、使用性、修復性の観点から設定する。さらに、要求性能の設定にあたっては、対象とする切土に連続又は隣接する構造物等がある場合はその要求性能や相互の構造物に及ぼす影響を考慮する。

なお、道路土工構造物の要求性能は、当該道路土工構造物の損傷の程度ではなく、災害等の外部要因に対して、道路の機能をどの程度確保することができるかということに着目して行うが、道路土工構造物の位置や規模等の設置条件によってその影響が異なることに留意する。

また、要求性能の照査は、理論的で妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた方法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法等により行う。

一般的には、切土の要求性能は表 2-7 を目安とし設定する。性能は、図 2-3 に切土の要求性能のイメージを参考に示す。

表 2-7 切土の要求性能

想定する作用		重要度
		重要度 1
常時の作用		性能 1
降雨の作用		性能 1
地震動の作用	レベル 1 地震動	性能 1
	レベル 2 地震動	性能 2

性能	損傷イメージ
<p>性能 1</p> <p>切土のり面は健全である、又は、<u>切土のり面は損傷するが、当該切土のり面の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</u></p>	
<p>性能 2</p> <p>切土のり面の損傷が限定的なものにとどまり、当該切土のり面の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすがすみやかに回復できる性能</p>	
<p>性能 3</p> <p>切土のり面の損傷が、当該切土のり面の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能</p>	

図 2-3 切土の要求性能のイメージ

- (3) これまでの経験・実績から妥当と見なせる方法として、標準のり面勾配等の「道路土工-切土工・斜面安定工指針」に示される方法により設計を行う場合は、一般的に表 2-7 の性能を満たすと考えて差し支えない。
- (4) 切土のり面は、のり面の浸食や崩壊を防止し、のり面の安定の確保のため、必要なのり面保護施設を計画する。
- (5) のり面の排水は、表流水、湧水等によるのり面の浸食や崩壊を防止するよう計画・設計する。
- (6) 切土のり面は維持管理に配慮して、雑草抑制や除草作業ならびにのり面点検の更なる効率化を目的にのり面の防草対策を行う。また、長大な切土のり面の場合など、必要に応じてのり面点検昇降施設を設置するものとする。

道路土工
切土工・斜面安定
工指針
6-3、8-1、7-3

4-3 切土のり面勾配

自然地盤はきわめて不均一で風化及び割れ目の程度、成層状態、間隙、含水量によってその強度は著しく異なる。したがって現地の状況を十分考慮し、既往ののり面の状況を調査し、表2-8の基準値と合わせて総合的判断によってのり面勾配を決定するものとする。

表 2-8 切土の標準のり面勾配

地山の土質および地質		切土高	勾配	標準値
硬岩			1:0.3～ 1:0.8	硬岩 1:0.3 中硬岩 1:0.5
軟岩			1:0.5～ 1:1.2	軟岩 1:0.5～1:0.7 風化岩 1:0.7～1:1.2
砂	密実でない粒度分布の悪いもの		1:1.5以上	1:1.8
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
砂質土	密実でないもの	5m以下	1:1.0～ 1:1.2	1:1.2
		5～10m	1:1.2～ 1:1.5	1:1.5
レキ質土 岩塊または 玉石まじり 砂質土	密実なものまたは 粒度分布の良いもの	10m以下	1:0.8～ 1:1.0	1:1.0
		10～15m	1:1.0～ 1:1.2	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	1:1.2
		10～15m	1:1.2～ 1:1.5	1:1.5
粘土・粘質土		10m以下	1:0.8～ 1:1.2	1:1.2
岩塊または 玉石まじり 粘質土・粘		5m以下	1:1.0～ 1:1.2	1:1.2
		5～10m	1:1.2～ 1:1.5	1:1.5

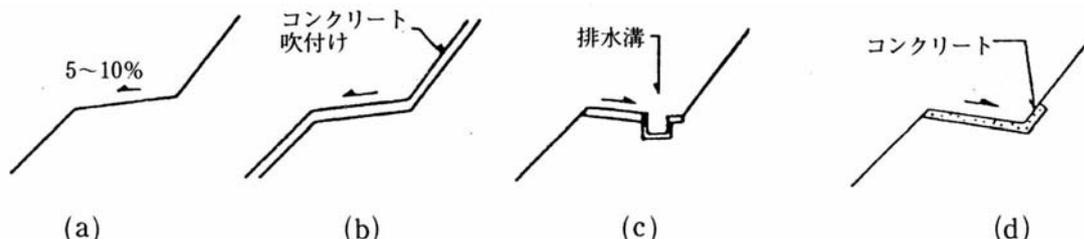
〔注1〕上表は植生などの適切な保護をした場合に適用できる。

4-4 切土小段

(1) 小段の勾配

小段の横断勾配はのり尻方向に向かって5～10%程度付けるのが普通であるが、小段に排水施設を設ける場合は排水溝に水が集まる構造とする。

なお、(C)及び(D)の構造については、流末(縦排水)等の検討を行う必要がある。



なお、(C)及び(D)の構造については、流末(縦排水)等の検討を行う必要がある。

図 2-4 小段の横断勾配

道路土工
切土工・斜面
安定工指針
6-3-2

道路土工要綱
切土工・斜面安定
工指針
6-3-4

道路土工
切土工・斜面安
定工指針
6-3-4

(2) 小段の位置及び幅

切土の小段は原則として5~10mの間隔で設けるものとし、7m毎を標準とする。小段の幅は1.0m(硬岩及び中硬岩)及び1.5m(軟岩及び土砂)を標準とする。

切土高が低い(5~6m以下)又は7~10m以下の硬岩の場合は単一のり面勾配とする。

なお、落石防護柵等を設ける場合や長大のり面の場合は、高さ20~30m毎に点検、補修用の小段(幅3~4m程度)を設けておくことが望ましい。また管理用のはしご、階段等も当初から考慮しておいたほうが望ましい。

小段の位置は同一土質からなるのり面では、機械的に等間隔としてよいが、土質が異なる場合には湧水を考慮して土砂と岩、透水層と不透水層との境界などになるべく合わせて設置することが望ましい。

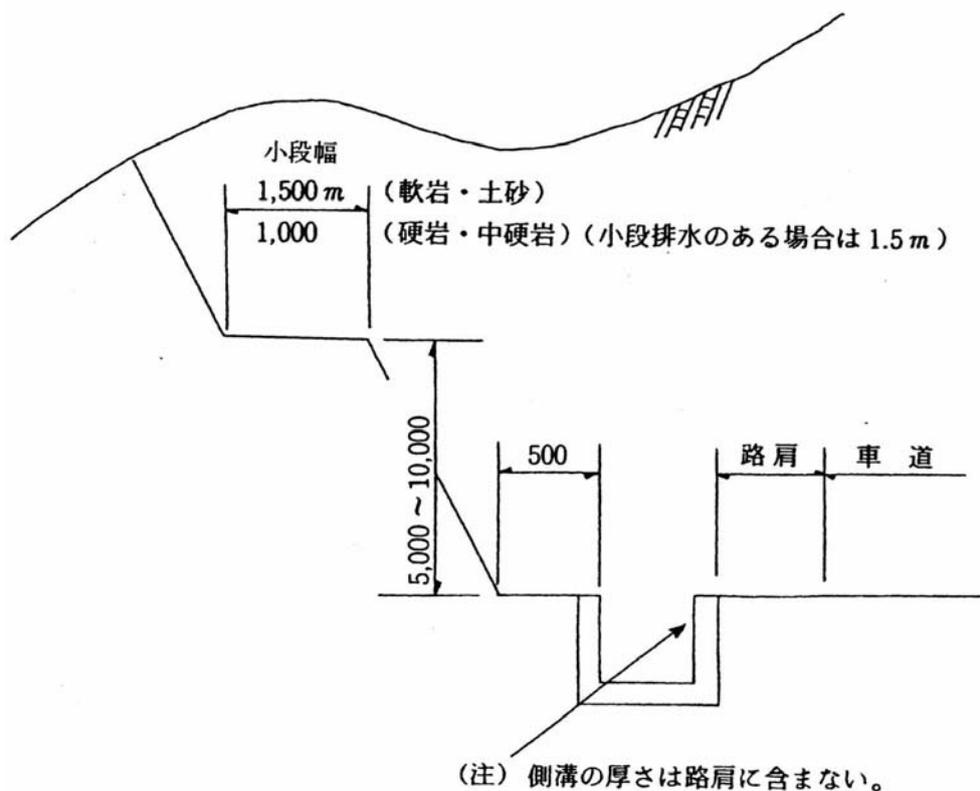


図 2-5 小段の位置と幅

4-5 のり肩

切土のり面ののり肩は、地山が不安定で植生が定着しにくく、一般にゆるい土砂、風化岩が分布しているため侵食を受けやすく崩壊しやすい。したがって侵食防止、植生定着及び景観上からラウンディングを行うことを原則とする。

ラウンディングの形状は図1-20を標準とする。なお、ラウンディングを行う場合は、縦断方向についても図1-21に示すように処理することを原則とする。

ただし、小段のり肩については、小段の幅員確保の面から困難な場合が多いためラウンディングは行わない。

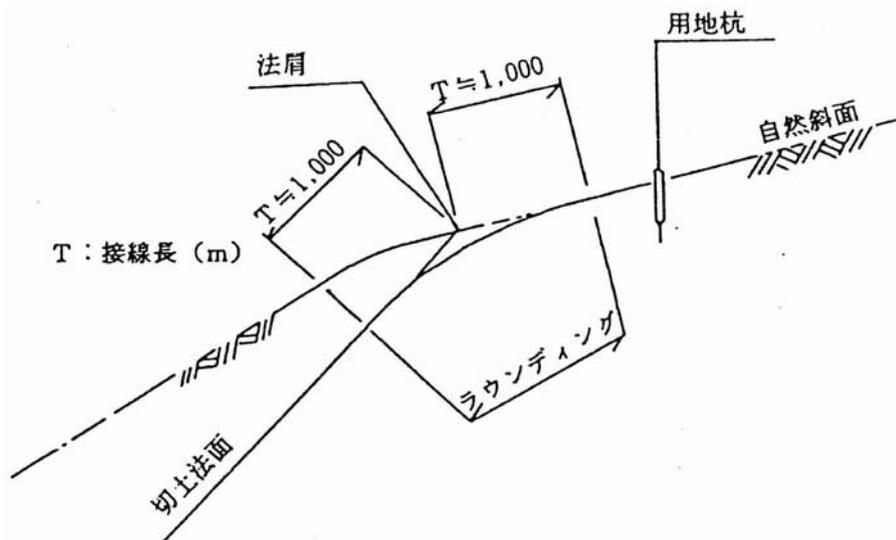


図 2-6 ラウンディングの形状

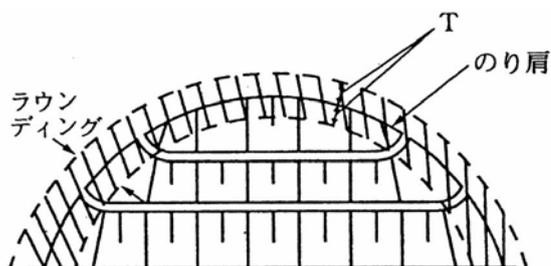


図 2-7 縦断方向のラウンディング

4-6 特に注意の必要な切土

切土において次に示す(1)～(12)の場合は、原則として土質調査を行って安定計算を行い、のり面こう配の妥当性を検討する必要がある。

- (1) 用地事情その他によって切土のり面を表 2-8 の標準値より急にする必要のある場合
- (2) 同一土質で地形、気象、湧水などの条件が同程度と思われる切土がかなり長い場合
- (3) 透水性の層(たとえば砂レキ層)と不透水性の層(たとえば粘土層)とが互層になっており、その境界面の傾斜と同一方向になっている場合。(図 2-8 参照)

道路土工要綱
道路土工
切土工・斜面安
定工指針
6-2-3

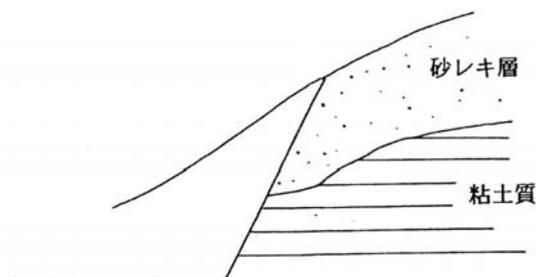


図 2-8 透水性の層と不透水性の層とが互層の場合

- (4) 透水性の土層(崖錐など)の下に岩盤があり、その境界面の傾斜がのり面の傾斜と同方向となっている場合(図2-9参照)

透水性の土砂と岩との境界面に沿って崩落することが多い。この場合のり面こう配にあまり関係がない。

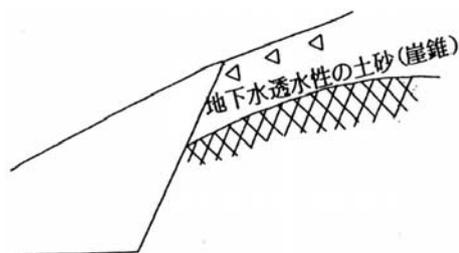


図2-9 透水性の層の下に岩盤のある場合

- (5) 崖錐部分を切土する場合(図2-10参照)

崖錐タイ積層は絶えず匍行運動を続けていることもあり、崖錐の中腹部または下端部を切り取ると大きな崩壊を招くことがある。したがってこのような地盤を切土する場合は、崖錐層の層厚、崖錐層自体の性質、地下水の浸透状況などを十分調査し、慎重に安定の検討をしなければならない。

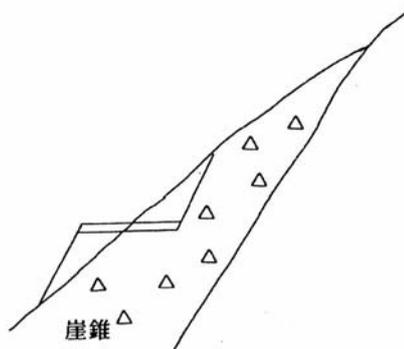


図2-10 崖錐部分の場合

- (6) 頁岩、粘板岩などの水成岩あるいは石墨片岩、緑色片岩などの変成岩において、これらの層理あるいは片理の傾斜が切土面の傾斜と同方向になっている場合(図2-11参照)

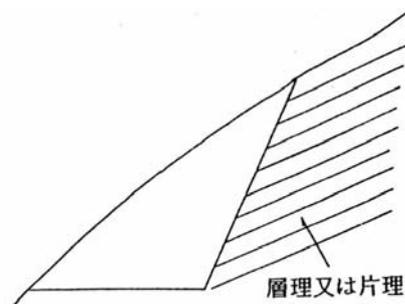


図2-11 層の傾斜が切土の方に向かっている場合

- (7) 蛇紋岩、頁岩、粘板岩などが変質した場合
- (8) 現在までに地すべりまたは山腹崩壊の履歴があり不安定な状態にある地盤の場合
- (9) 断層または断層の影響を受けている地質の場合
水を含んだ細粒分の多い砂層、とくにマサ状に風化の進んだ花崗岩類および退化した段丘砂レキ層の場合
- (10) 軟らかい粘土の場合
- (11) 鏡肌や毛状の亀裂をもった硬い粘土の場合
- (12) 島尻層泥岩は切土によって露頭面が大気にさらされると、乾燥収縮によってひびわれを生じ、その後降雨によって温めるとスレーキングを起こし、細片化、粘土化することがわかっている。このように乾湿の繰り返しにより、被覆されていない切土のり面は短期間に風化され、風化された表層は強度を失い滑落する。又、島尻層泥岩は土質特性としてクラック、小断層及び傾斜をもった薄い砂層を含んでおり、不安定な法面となるので単にN値よりのり面勾配を決定するのではなく、周辺の地山及びのり面をよく踏査し、地山性状をよく把握し、のり面勾配を決定する必要がある。ただし、切土のり面の安定計算は盛土の場合に比較して計算にのらない要素（土質の不均一成層状態、地下水の変動、湧水の有無、地形、気象等）を多くもっており、その上、土の強度特性の正確な判定が困難な場合が多いことなどから信頼性が落ちるのが普通である。したがって安定計算のみによつてのり面こう配を決定することは危険であつて、総合的な判断によつてこう配を決定するようにしなければならない。

5 盛土
5-1 標準横断面図

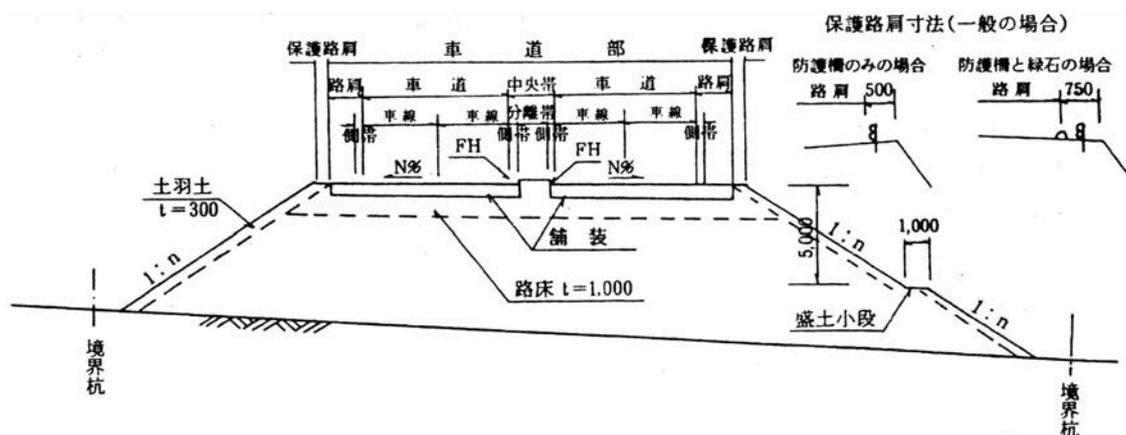


図 2-12 盛土断面図

5-2 設計の基本

(1) 盛土の設計は、常時の作用として、死荷重(自重)、活荷量(載荷重)を考慮する。さらに、降雨の作用、地震動の作用のほか、水辺に接した盛土や地下水位が高い場合には水圧・浮力について、盛土の設置地点の諸条件、形式等によって適宜選定するものとする。

また、降雨の作用は、盛土の安定性、排水工の断面計算、のり保護工、地下排水工の設計で考慮する。これら設計において、一般的な表面排水施設では、供用期間中に通常想定される降雨として、概ね3年程度の確率降雨を設定すればよい。長大な自然斜面から流出する水を排除する道路横断排水工、平坦な都市部で内水排除が重要な場所の道路横断排水工など、重要な排水施設においては、計画交通量に応じて概ね5~10年程度の確率降雨を設定すればよい。また、道路管理上、構造上重要性の高い沢部の盛土等の道路横断排水工については30年程度の確率降雨とするのがよい。地震動の作用としては、レベル1地震動及びレベル2地震動の2種類を想定する。

(2) 盛土の要求性能は、重要度の区分については「重要度1」を基本とし、想定する作用に対して安全性、使用性、修復性の観点から設定する。さらに、要求性能の設定にあたっては、対象とする盛土に連続又は隣接する構造物等がある場合はその要求性能や相互の構造物に及ぼす影響を考慮する。

また、要求性能の照査は、理論的で妥当性を有する方法や実験等による検証がたされた方法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法等により行う。

道路土工
盛土工指針
4-1-2

道路土工
盛土工指針
4-3-4

道路土工
盛土工指針
4-1-3

道路土工構造物
技術基準
P5

一般的には、盛土の要求性能は表 2-9 を目安とし設定する。性能は、図 2-13、図 2-14 に盛土の要求性能のイメージを参考に示す。

表 2-9 盛土の要求性能

想定する作用		重要度
		重要度 1
常時の作用		性能 1
降雨の作用		性能 1
地震動の作用	レベル 1 地震動	性能 1
	レベル 2 地震動	性能 2

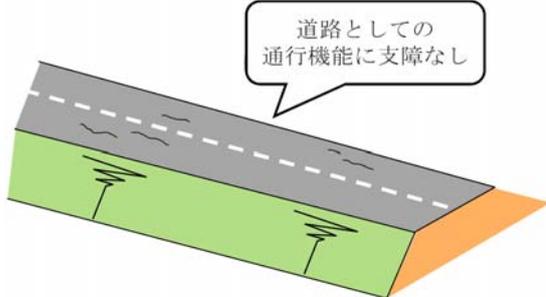
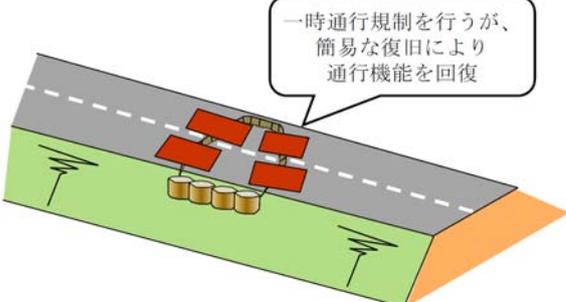
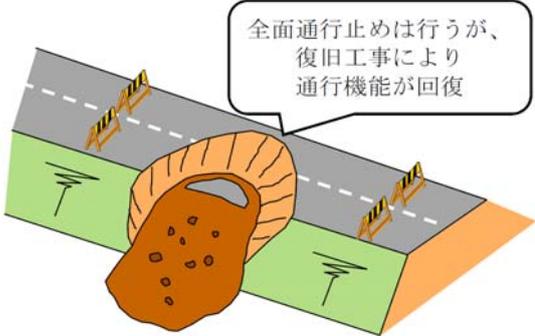
性能	損傷イメージ
<p>性能 1</p> <p><u>盛土は健全</u>である、又は、<u>盛土は損傷するが、当該盛土の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない</u>性能</p>	 <p>道路としての通行機能に支障なし</p>
<p>性能 2</p> <p><u>盛土の損傷が限定的なものにとどまり、当該盛土の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすがすみやかに回復</u>できる性能</p>	 <p>一時通行規制を行うが、簡易な復旧により通行機能を回復</p>
<p>性能 3</p> <p><u>盛土の損傷が、当該斜面安定施設の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない</u>性能</p>	 <p>全面通行止めは行うが、復旧工事により通行機能が回復</p>

図 2-13 盛土の要求性能のイメージ

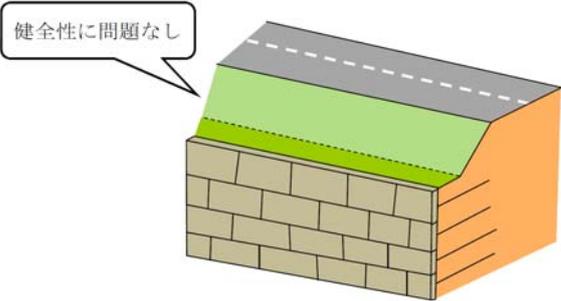
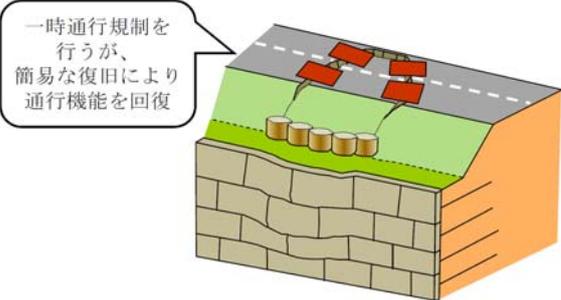
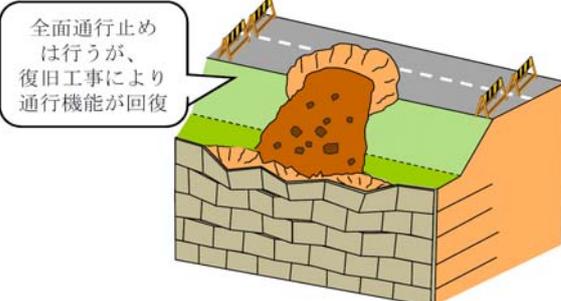
性能	損傷イメージ
<p>性能1</p> <p><u>盛土は健全である、又は、盛土は損傷するが、当該盛土の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</u></p>	<p>健全性に問題なし</p> 
<p>性能2</p> <p><u>盛土の損傷が限定的なものにとどまり、当該盛土の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすがすみやかに回復できる性能</u></p>	<p>一時通行規制を行うが、簡易な復旧により通行機能を回復</p> 
<p>性能3</p> <p><u>盛土の損傷が、当該斜面安定施設の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能</u></p>	<p>全面通行止めは行うが、復旧工事により通行機能が回復</p> 

図 2-14 盛土の要求性能のイメージ

- (3) これまでの経験・実績から妥当と見なせる方法として、標準のり面勾配等の「道路土工-盛土工指針」に示される方法により設計を行う場合は、一般的に表 2-18 の性能を満たすと考えて差し支えない。
- (4) 盛土のり面は、盛土としての要求性能に適合した形状を保つために十分な強度を保持する構造とするとともに、供用期間中の降雨等の外的要因に対し、浸食や崩壊に対する耐久性を確保する構造としなければならない。
- (5) 雨水や地下水等を速やか盛土外に排出し、路面への帯水、水の浸入による盛土の弱体化を防止することを目的として、現地条件に応じて適切な工種を選定し組み合わせて、必要な排水施設を計画する。
- (6) 路床は、上部の舗装と一体となって交通荷重を支持するとともに、交通荷重を均一にして分散して路体に伝えるため、変形量が少なく、また、水が浸入しても支持力が低下しにくい材料を用いた構造としなければならない。
- (7) 盛土の安定性を確保し、盛土の有害な変形を抑制するため、適切な地盤調査を実施し

た上で対応が必要な場合には、盛土構造、基礎地盤の状況に応じて適切な処理を施さなければならない。

特に、軟弱地盤上の盛土は安定、沈下、側方変形が問題となる。照査の結果、安定性が満足できない場合、あるいは通常の施工に支障を生じるような場合には、軟弱地盤対策の実施を検討する。

(8) 盛土の維持管理は、盛土及び路面を常時良好な状態に保ち、災害を未然に防止することを目的として行う。

維持管理では、盛土の微細な変状や湧水等の兆候をできるだけ早期に見出し、必要な補修・補強対策等を行うことにより、設計で想定した性能を確保する。

道路土工
盛土工指針
4-5

道路土工
盛土工指針
6-1

5-3 盛土のり面勾配

盛土法面の勾配は盛土材料の種類及び盛土高により原則として表 2-10 に示す値を標準とする。

土に浸水のおそれがある場合、盛土材料の土質が著しく悪い場合、基礎地盤が軟弱である場合には、土質調査等を行って、安定を確保し得る法勾配を決定する。

表 2-10 盛土材料及び盛土高に対するのり面標準勾配

盛土材料	盛土高 (m)	勾配	標準値	摘要
粒度の良い砂(S)、礫及び細粒分混じり礫(G)	5m以下	1:1.5~1:1.8	1:1.5	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。 ()の統一分類は代表的なものを参考に示す。 <u>標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。</u>
	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(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)	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	

注1 盛土高とは、のり肩とのり尻の高低差をいう。(図 2-15 参照)

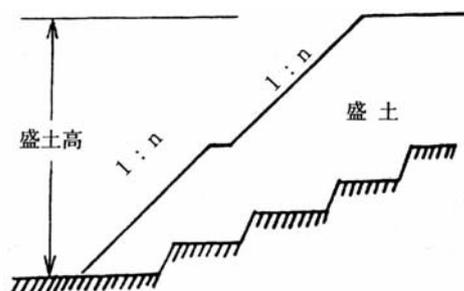


図 2-15 盛土高

5-4 盛土小段

小段は、のり肩から垂直高さが5～7m（標準5m）下がるごとに設けるものとする。小段幅は1.5mを標準とし、水路は十分検討して設置するものとする。（図2-16参照。）

小段は盛土の安定を高め、長いのり面を短く区切る事によって、のり面を流下する水の流速をおとして、浸食が激しくなる事を防ぐのみならず、維持補修の場合には足場として利用できるなどの効用がある。

道路土工
盛土工指針
4-8-1
4-9-3

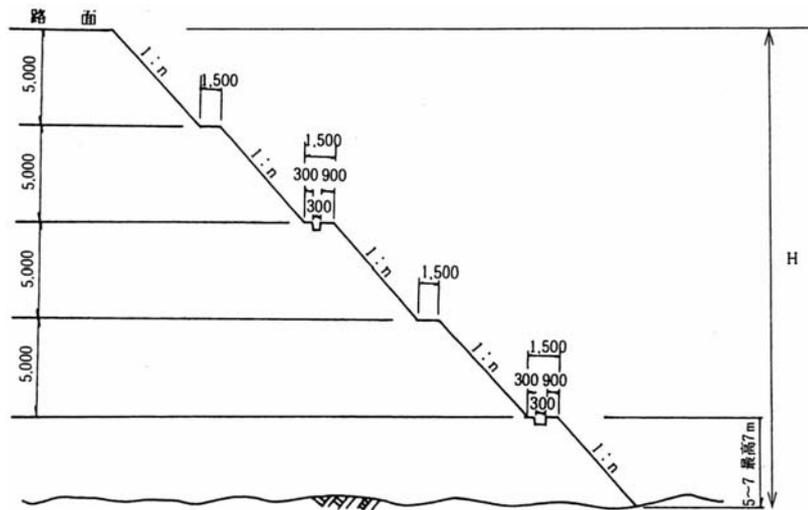
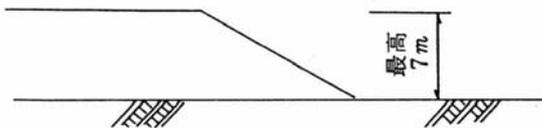


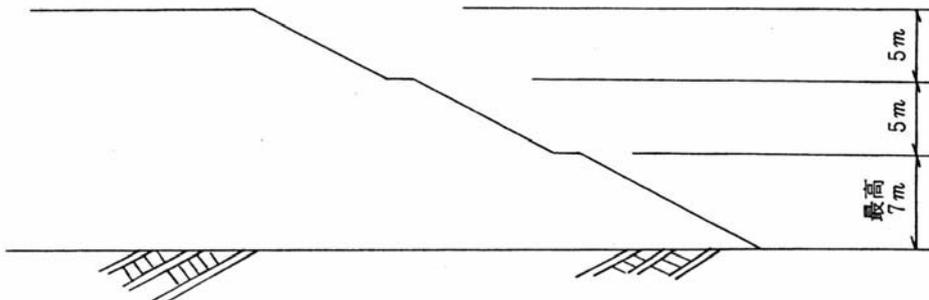
図2-16 盛土小段

下図の様な場合は小段の高さを7mまでする事ができる。

1) 小段が1段の場合



2) 小段が数段ある場合の1番下の小段



5-5 盛土の安定

盛土の基礎地盤は、盛土、舗装などの重量及び交通荷重を安全に支持しうるもので、かつ盛土その他の荷重によって生ずる沈下が完成後に悪影響をおよぼすようなものであってはならない。

又、つぎに示す特殊な条件ののり面については盛土の安定上問題となることがあるので、安定計算を主とした安定の検討を行ってのり面こう配や、のり面保護の工法を決定するものとする。

(1) 盛土自体の条件

- 1) 盛土高さが表 2-10 に示すのり面標準こう配を超える場合（高盛土）
- 2) 盛土材料が高含水比の粘土、粘質土、その他剪断強度の低い土からなる場合
- 3) 盛土材料がシルトのような間げき水圧が増加しやすい土からなる場合

(2) 外的条件

- 1) 地山からのわき水の影響を受けやすい場合
- 2) 盛土のり面が洪水時などに冠水したり、のり尻付近が侵食されるような場合
(例：池の中の盛土)
- 3) 万一破壊すると隣接物に多大な損失を与える場合
- 4) 盛土の基礎が軟弱地盤や、地すべりのように不安定な場合
- 5) 急な斜面に盛土する場合

5-6 盛土材料

- (1) 盛土材料は盛土を構成する主要材料であって、その性質が施工の難易、完成後の盛土の性質を左右することになるので、なるべく良質な材料を選んで使用することが望ましい。
- (2) 盛土材料として好ましいのは、施工が容易で、剪断強度が大きく、圧縮度が小さいなどの性質をもった土である。
- (3) 一般に次のようなものは盛土材料として使用してはならないと言われている。
A ベントナイト、温泉余土、酸性白土、有機土などの吸収性が大で、圧縮性の大きい土。
B 草木、切株、その他、多量の腐蝕物を含んだ土。
- (4) 土を捨土の対象にすべきかどうかは、その土質はもちろんのこと、盛土高、盛土の形状、切盛土量の平衡、対象となる盛土施工法、工期などの工事条件を考慮して経済性を検討し、箇々の現場に於いて決定しなければならない。
- (5) 高含水比の粘土、粘質土についても石灰処理等の処置を講じる事により使用可能な場合は、捨土との経済比較等、その他の諸条件を検討の上できる限り使用する。
- (6) 盛土材料中に大きなレキが含まれていれば、施工が困難であるばかりでなく、締めも不十分となるから、材料中に含まれるレキの最大寸法は 30 cm 以上のものは監督員の承諾を得て路体の下部に使用し、路床面下 40 cm までは 15 cm、それ以下の路床に対しては、20 cm 程度を標準とする。
- (7) 路床部分の材料は、舗装設計の基礎となる部分であるので、得られる材料の中で、なるべく良質の材料を路床部分に使用することとし、舗装構成を含め経済比較を行って決定すること。

道路土工
盛土工指針
4-6

道路土工要綱

道路土工
盛土工指針
4-3

- (8) 現道工事において、一般交通を通して嵩上げ(盛土)を行う場合盛土材料として、一般の材料を使用すると、交通の安全を阻害することがある。このような場合の盛土材料は、路床についてはその嵩上げ高が 50 cm 以上の場合には砂質土を用い、50 cm 以下の場合には切込砂利等を使用する。

路体については幅員も広いので、一般の盛土箇所と同じ材料で積算する。

ただし、路床においても、現道の幅員が広い場合とか、一般交通に重大な支障を生じない場合もあるので、現地の状況をみて、それに対応した設計積算を行うこと。

- (9) 沖縄本島中南部に広く分布する島尻層泥岩は未風化で地山の状態では固結している良好な地盤である。切土、掘削を行うと応力解放や吸水膨張による強度低下、乾湿風化を受け易い材料であり、粘性土化しやすく、その土性は極めて不安定である。岩塊が破碎されていない盛土では施工完了後降雨の浸潤、地山からの地下水浸透による岩塊の軟弱化か盛土の圧縮沈下の原因になるといわれている。このため施工時においては入念な転圧締固め、水の処理が要求される。

5-7 排水対策

盛土は、雨水や湧水等を速やかに排除する構造となるように設計する。

なお、防草対策として張コンクリートやコンクリート吹付けを実施する場合は、排水対策を行うこととする

標準のり面勾配を適用し砕石等の土質材料を基盤排水層として用いた場合の盛土断面と排水対策の例を、図 2-17(1)に示す。ただし、岩砕盛土等の盛土材の透水性が高い場合や平地部の両盛土で基礎地盤の地下水位が深く影響を受ける可能性がない場合には、排水対策を省略してもよい。

また、片切り片盛り、腹付け盛土、斜面上の盛土、谷間を渡る盛土等降雨や浸透水の作用を受けやすい場合の盛土断面と排水対策の例を図 2-17(2) に示す。

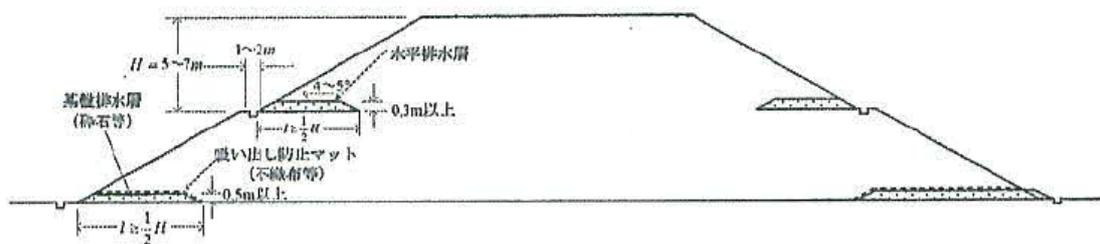


図 2-17(1) 平地部盛土における盛土断面の排水対策例

道路土工
盛土工指針
4-3

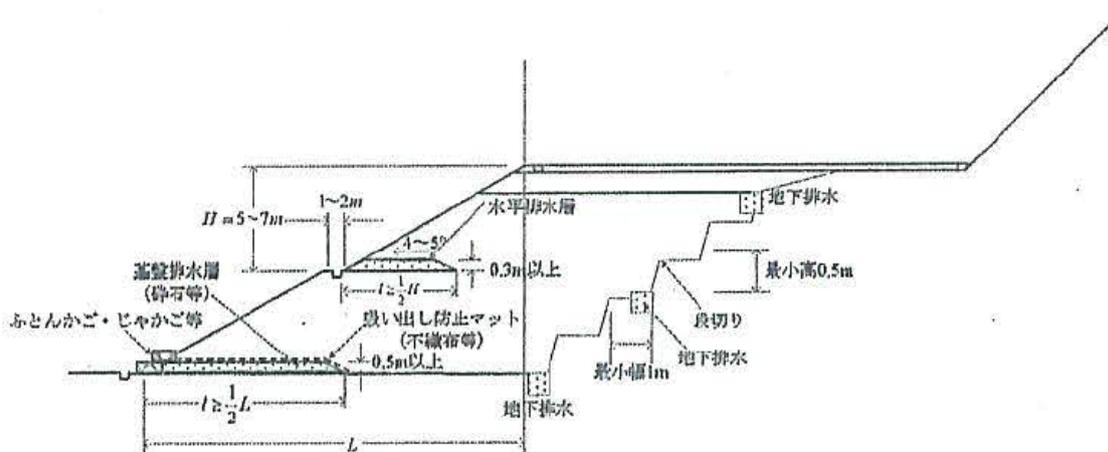


図 2-17(2) 地山からの湧水の影響を受けやすい盛土断面の排水対策例

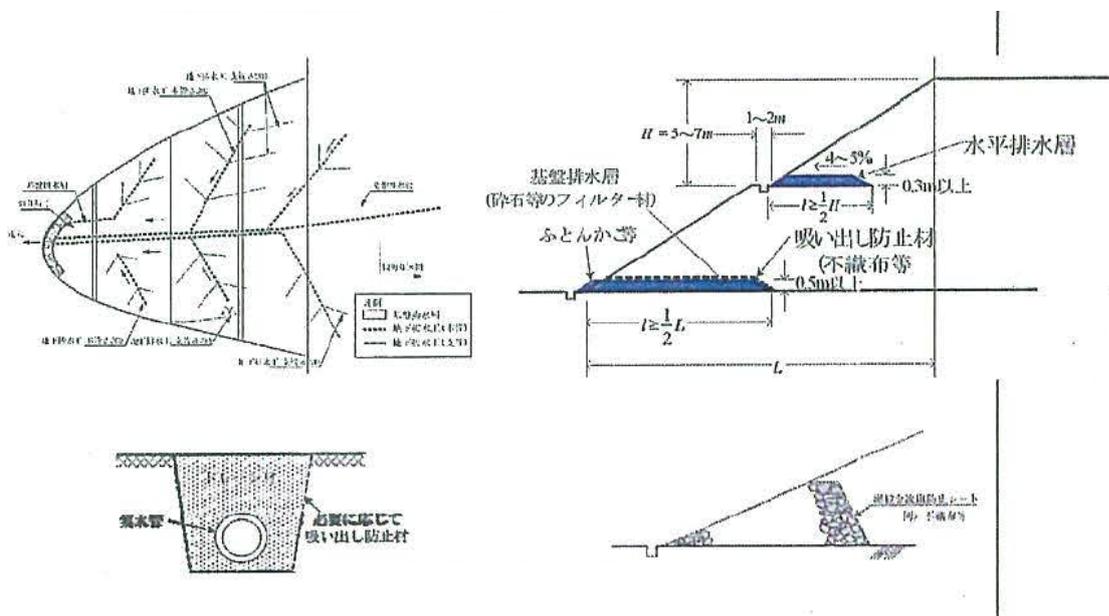


図 2-17(3) 地下排水工例

5-8 土羽土

土羽土は原則として設けるものとする。その厚さは法面直角に30cmの厚さを標準とする。シラスについてはシラス土工指針によること。

土羽土の材料は細粒土(F){シルト(M)を除く}を使用することを標準とする。

道路土工
盛土工指針
4-8-1

5-9 軟弱地盤上の盛土

(1) 設計

軟弱地盤上に盛土を行う場合は最も適した処理工法を設計するため次によること。

- (イ) 必ず事前に基礎地盤の調査および試験を行うこと。
- (ロ) 施工期間、盛土工程を考慮して安定および沈下計算などを行って地盤処理の必要性および処理工法を行うこと。
- (ハ) 盛土のスベリ破壊に対する安全率は1.2以上とする。

(ニ) 補修終了時の残留沈下量は、橋梁などの取付盛土部は10～30cmの範囲で道路の特殊性に応じ決定する。その他の区間については、盛土内に設ける構造物の種類および許容残留沈下量、路面までの土かぶり深さ、路面および沿道に及ぼす沈下の影響などを十分考慮して目標値を定めるものとする。

なお、軟弱地盤対策の詳細については「道路土工-軟弱地盤対策工指針」によるものとする。

道路土工
盛土工指針
3-4-3
5-2, 5-11

(2) 施工

軟弱地盤上に盛土の施工を行う場合は設計の思想を十分把握し施工管理を行いながら施工しなければならない。

- (イ) 盛土施工中は沈下盤等を設置し現地盤の圧密速度を管理しながら盛土の築造を行わなければならない。
- (ロ) 盛土の施工速度は沈下と、時間の関係を図示して検討するとよい。

(3) 設計書作成時の注意事項

軟弱地盤と予想される場合は圧密沈下に対する盛土量の契約変更の有無を特記仕様書にはっきり明示しておくこと。なお、変更する場合は沈下盤、消石灰等を現地盤上に設置し沈下の量が施工終了時に確認できるようにしておくこと。

もし前期の設置等を怠った場合は契約変更をできないので注意すること。

5-10 その他の盛土構造

用地の制約や軟弱地盤等の特殊な条件下において用いる盛土構造として、以下のような工法がある。これらの適用にあたっては、「道路土工—盛土工指針」を参照。

なお、のり面勾配がかなりきつく、土圧を考慮した設計が必要となる補強土壁の設計の考え方については、「道路土工—擁壁工指針」を参照。

(1) 補強盛土工法

ジオテキスタイルのような補強材を盛土中に敷設する工法で、盛土の安定性向上性や、安定した急勾配盛土を築造し用地縮減を図る目的から施工実績が増加している。

また、排水性を有するジオテキスタイルの敷設により、高含水比粘性土の盛土材の圧密促進を図る場合もある。

(2) 軽量盛土工法

軽量盛土材を採用することにより、盛土を軽くして地盤に加わる負荷を軽減させることを目的とした工法で、当初は軟弱地盤対策として利用が始まったが、最近では山岳道路のような急峻な斜面上の盛土に適することで、切土を極力抑え自然の改変を少なくする場合に用いられるケースが増加している。軽量盛土材の種類として表1-25に示すものがあげられる。

表1-25 軽量盛土材の種類

軽量盛土材料の種類	単位体積重量 (kN/m ³)	特 徴
発砲スチロールブロック	0.12~0.3	超軽量性, 合成樹脂発泡体
気泡混合軽量土	5~12程度	密度調整可, 流動性, 自硬性, 発生土利用可
発泡ウレタン	0.3~0.4	形状対応性, 自硬性
発砲ビーズ混合軽量土	7程度以上	密度調整可, 土に近い締固め・変形特性, 発生土利用可
水砕スラグ等	10~15程度	粒状材, 自硬性
火山灰土	12~15	天然材料(しらす等)

道路土工
盛土工指針
4-11

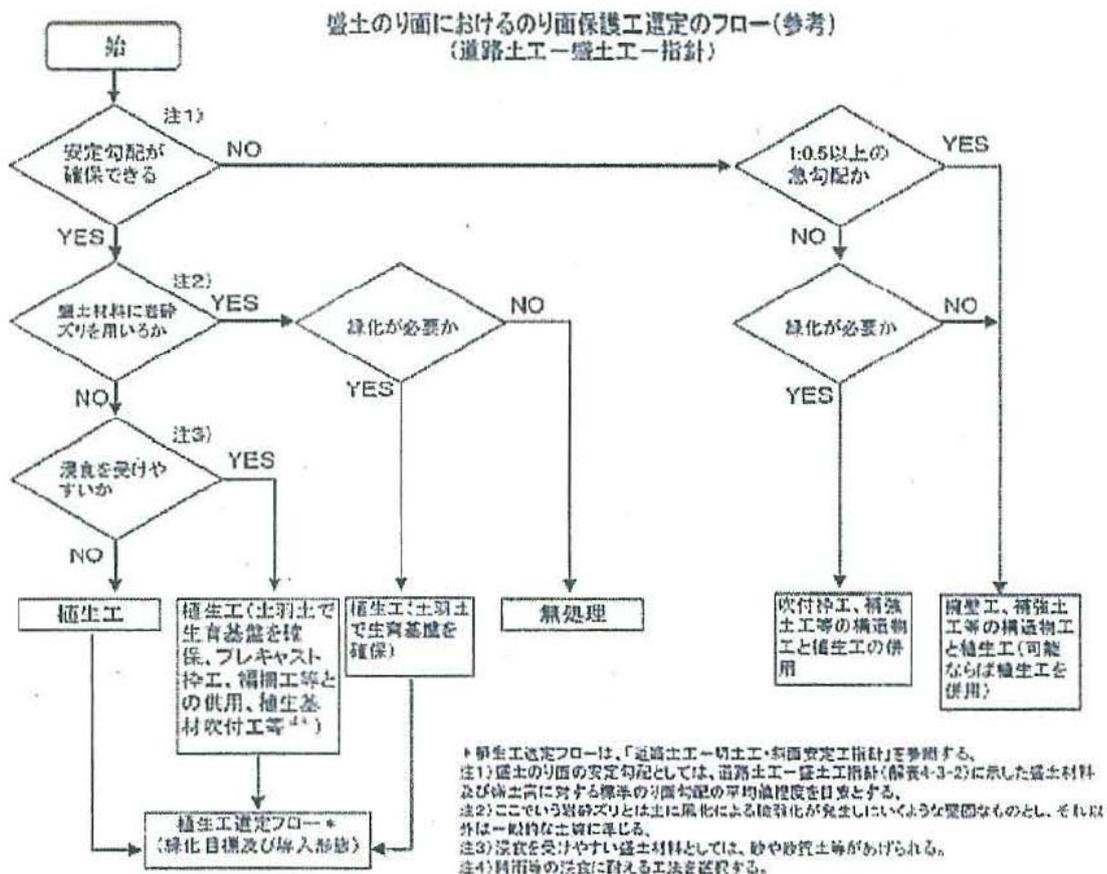
(3) 変形に対する制限が厳しい箇所や異種構造物との隣接箇所への適用

道路用地に制限のある市街地や都市計画道路等では、構造物の変形に制限を設けることがある。このような箇所に補強土壁を適用する場合、定められた形状に精度よく施工し、施工後の変形をできるだけ抑制することが求められる。このため必要に応じて改良等により強固な基礎地盤を確保し、その上でせん断抵抗角が大きく、圧縮変形量の小さい盛土材料を用いて、十分に締固めを行うとともに、確実な施工管理に基づき精度の高い施工を行うことが必要である。また、補強土壁を他の構造物に隣接して設けると、地震等の作用に対する挙動の特性の違いにより、壁面材の破損や境界部において開きやズレを生じて背後の盛土材がこぼれ出すことが懸念される。このため、他の構造物との境界部では、緩衝部を設けるなど、壁面材の局所的な損傷を防止し背後の盛土材がこぼれ出さない適切な対策を行う必要がある。

5-11 盛土のり面におけるのり面保護工

盛土のり面は、のり面の浸食や崩壊を防止する構造となるよう設計する。盛土のり面におけるのり面保護工の選定フローを図2-18に示す。

道路土工
擁壁工指針
6-1



道路土工
盛土工指針
4-8-2(2)

図2-18 盛土のり面におけるのり面保護工の選定フロー

6 段切り、片切り、片盛り、切盛境及び腹付盛土

6-1 段切り及び片切り、片盛り

原地盤の地表勾配が、道路横断方向で1:4~0.5の箇所に盛土を行う場合は表土を除去した後に段切りを設けるものとする。図2-19を標準とする。

片切り、片盛りの接合部には図2-19に示すように1:4程度の勾配をもって緩和区間を設けるものとする。また、この場合の排水については十分な処置をとることが必要であり、湧水の恐れのある場合には接続部の切土面に地下排水溝を設ける。地下排水溝の構造は、湧水の状態、地形、土質等を考慮して定めるが、有孔管を設置すると共に目づまり防止の処置を行う。

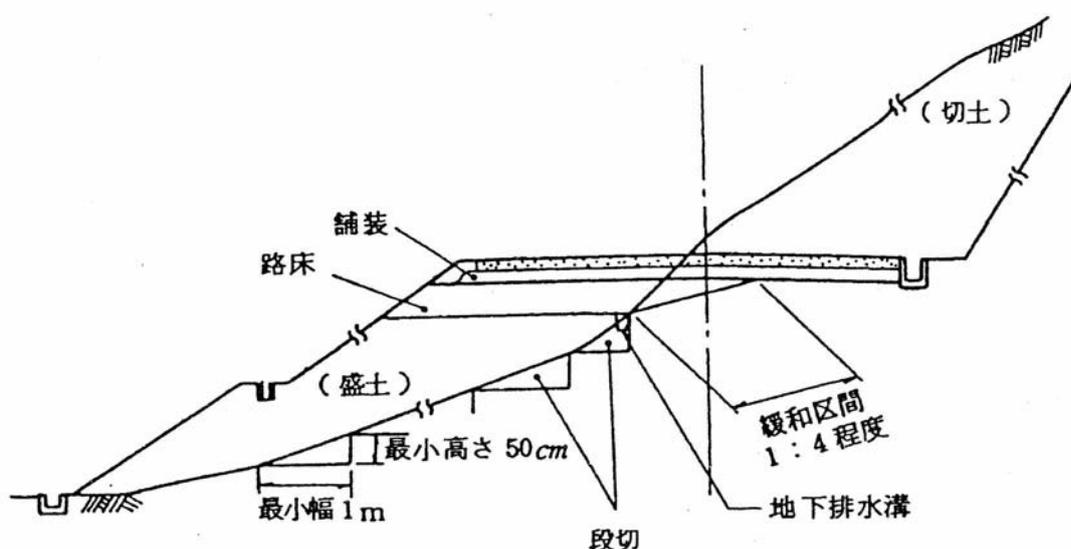


図2-19 片切り片盛り部のすり付けの例

6-2 切盛境の摺付け

切土と盛土の縦断方向の接続部では地盤強度の急激な変化を避けるため、切土の摺付を図2-20の(1)~(3)に示すように行い、同質の盛土材料で盛土する。

(1)切土部路床に置換のないとき

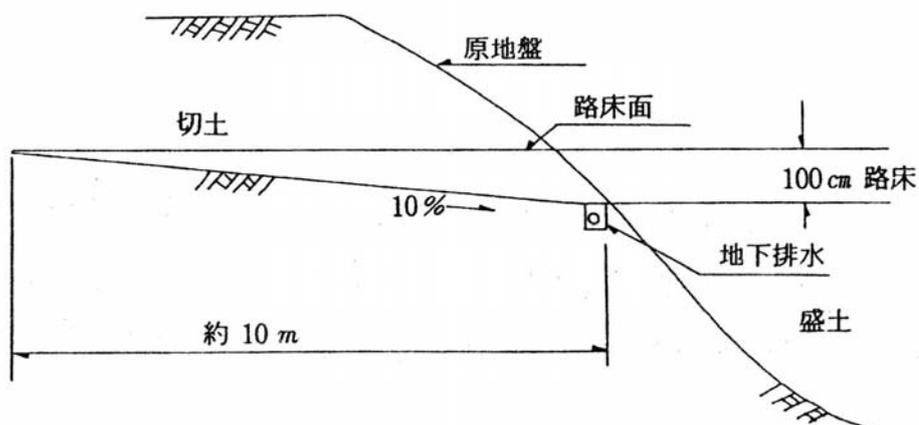


図 2-20(1) 切盛境の摺付け

(2) 切土部路床に置換えのあるとき

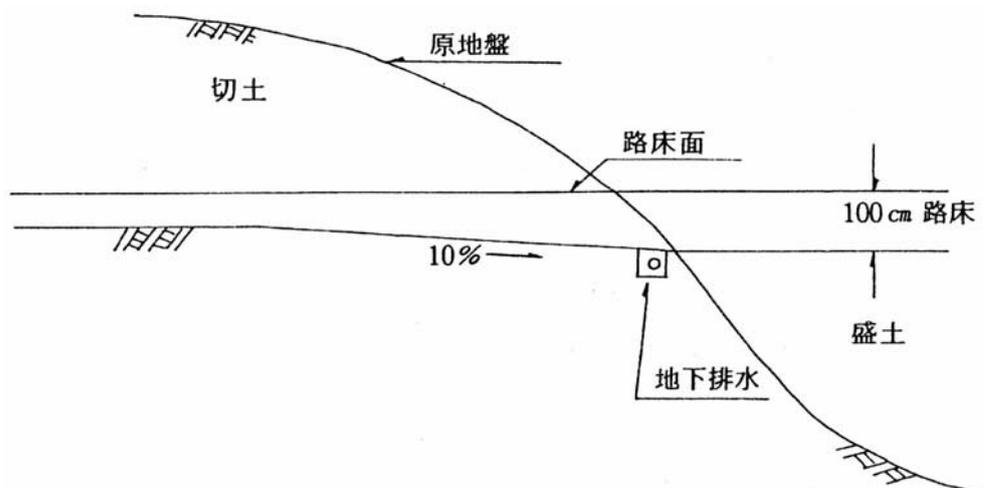


図 2-20(2) 切盛境の摺付け

(3) 原地盤が岩で摺付け区間を長くとることが不経済となる場合

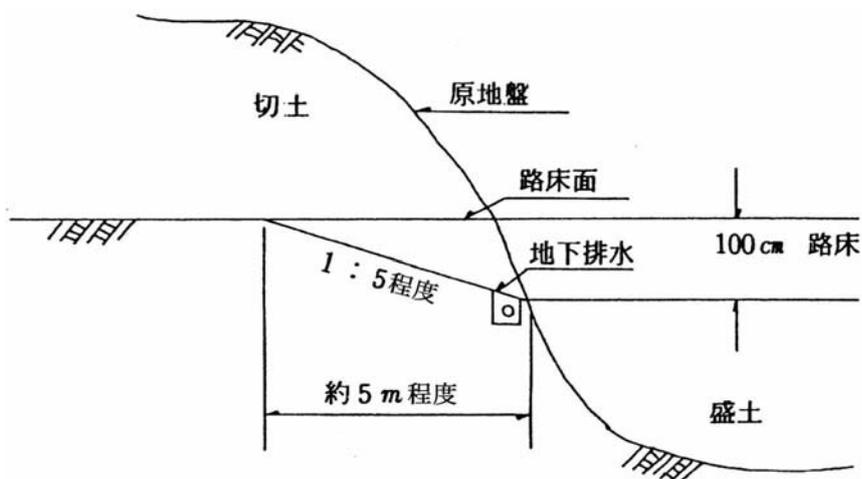


図 2-20(3) 切盛境の摺付け

6-3 腹付盛土

既設盛土に腹付けすることにより、基礎地盤の沈下や既設盛土の変形等が懸念される場合は、原則としてあらかじめ基礎地盤の調査を行いその対策工法を検討するものとする。

これらの適用にあたっては、「道路土工—軟弱地盤対策工指針」を参照。

7 盛土と構造物の接続部の施工

7-1 盛土の沈下と構造物

橋台、カルバートなどの構造物と盛土との接続部分には不同沈下による段差が生じやすく、そのため舗装の平坦性が損なわれがちである。

段差の発生は軟弱な基礎地盤の盛土部分に多く見られるが、盛土と構造物の接続部の沈下の原因に、基礎地盤の沈下、盛土自体の圧密沈下、構造物背面の盛土による構造物の変位などが上げられるが、ほかに、施工法にも一因あると思慮される。すなわち、道路工事では一般に構造物と盛土が工程上並行して施工されるため、構造物の裏込めおよび取付け盛土は構造物と盛土がほぼ完成した段階で施工されることになる。

(1) 接続部の沈下の原因

- 1) 構造物基礎の堀削土がまじり、盛土材料の品質が悪くなりやすいことおよび構造物の立上がりとの間が乱雑になりやすいこと。
- 2) 裏込めの部分は立上がった橋台、ボックスカルバートおよびそれらの翼壁と盛土とに囲まれていることが多いので排水が不良になりやすいこと。
- 3) 埋戻し、裏込めが最後に施工されるため高まきになりがちであり、さらに場所が狭いため締固めが不十分となりやすいこと。

(2) 盛土と構造物の接続部の段差をなくす対策

- 1) 裏込めの材料として、締固めが容易で、非圧縮性、透水性があり、かつ、水の浸入によっても強度の低下が少ないような安定した材料を選ぶこと。
- 2) 狭い限られた範囲での施工による締固め不足にならぬよう、施工ヤードを可能な限り広くとるとともに、一般盛土部と同様に、できるかぎり大型締固め機械を用いて、入念な施工を行うこと。
- 3) 構造物裏込め付近は、施工中、施工後において、水が集まりやすく、これにともなう沈下や崩壊も多い。したがって、施工中の排水勾配の確保、地下排水溝の設置 など十分な排水対策を講じること。
- 4) 必要に応じて構造物と盛土との接合部に踏掛版を設ける。
- 5) 軟弱地盤上の接続部では特に沈下が大きくなりがちであるので「道路土工－軟弱地盤対策工指針」を参考に必要な処理を行って沈下をできるだけ少なくする。などが考えられる。

7-2 踏掛版

(1) 踏掛版の設置基準

橋梁および土かぶりの薄いボックスカルバートと盛土と取付部分に生じる段差によって、自動車の乗心地が低下することを防ぎ、伸縮装置や床版への衝撃を緩和し、維持補修費の低減をはかるために、踏掛版を設置することを標準とする。踏掛版は、その上面は路面と平行であり、設置幅は車線及び路肩を含む幅としなければならない。

道路土工
盛土工指針
4-10

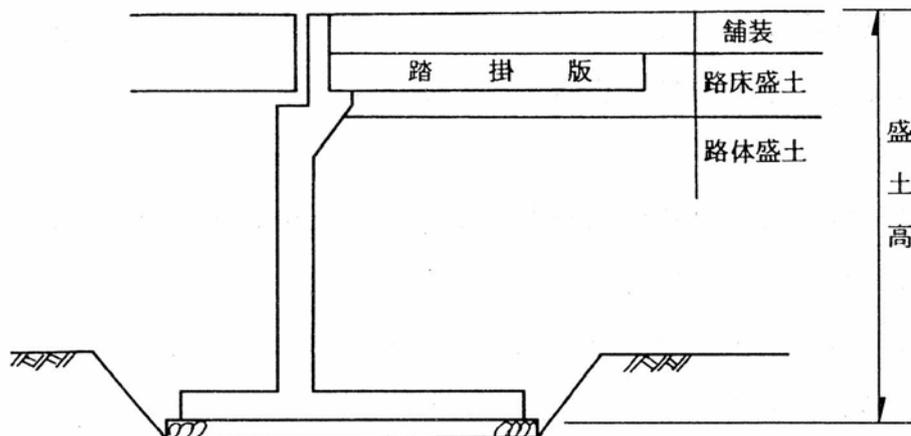


図 2-21 橋台の踏掛版例

表 2-12 踏掛版設置基準例

施設等の有無		右記以外の区域にある橋台			連絡等施設内もしくはその前後各 500m およびトンネルの前後各 500m 内の区域にある橋台
地盤の種類		普通地盤		軟弱地盤	
橋台の形式	裏込め材種類 橋台高	切込砂利、硬岩など締固めによって細粒化しないもの	左記以外の材料	すべての材料	
下記以外の形式	6 m 未満	設置しない (設置しない)	5 (5)	8 (8)	8 (8)
	6 m 以上 12m 未満	5 (5)	5 (5)	8 (8)	8 (8)
	12m 以上	8 (5)	8 (5)	8 (8)	8 (8)
中抜き盛こぼし	6 m 未満	5 (5)	5 (5)	8 (8)	8 (8)
	6 m 以上	8 (5)	8 (5)	8 (8)	8 (8)

注) 1 数字は踏掛版の長さ。

2 盛土高とは、フーチング下面から舗装面までの高さとする。

3 軟弱地盤箇所については、地盤処理等を行った場合は普通地盤の踏掛版に準ずること。

なお、地盤処理を行わない箇所については担当課と協議の上設置すること。

4 カッコのないものは設計速度 80km/h 以上の場合に、カッコのあるものは設計速度 80km/h 未満の場合にそれぞれ適用する。

(2) 踏掛版の設置位置および設置幅

1) 設置位置

踏掛版はその上面が路面とほぼ平行し、その上面は原則として路面から40 cm下に位置するように設置する。

2) 設置幅

踏掛版の設置幅は原則として車道及び路肩を含む幅とし歩道及び路上施設帯(緑地帯)等は含まれないものとする。なお路肩部に側溝等がある場合はこれを除く。

(3) アンカーボルト

1) アンカーボルト等

踏掛版と受台はアンカーボルトD22長さ60 cmを75 cm間隔で設置することを標準とする。アンカーボルトの周辺には補強筋を設けるものとする。

なお、アンカーバーについては溶融亜鉛メッキを標準とする。

(4) その他

1) 目地材

踏掛版とパラペット間、踏掛版と受台間および踏掛版と翼壁間にはそれぞれ目地材を挿入する。

(5) 構造図

(1) 5 m及び8 m踏掛版の場合

踏掛版は図2-22、表2-13に示す構造を標準とするが、踏掛板上の舗装厚を400mmとし、「道路橋示方書IV (p.611)」により設計を行い、配筋を決定しているため、舗装厚400mm以外の場合は別途考慮すること。

なお8 m踏掛版は、() を用いるものとする。

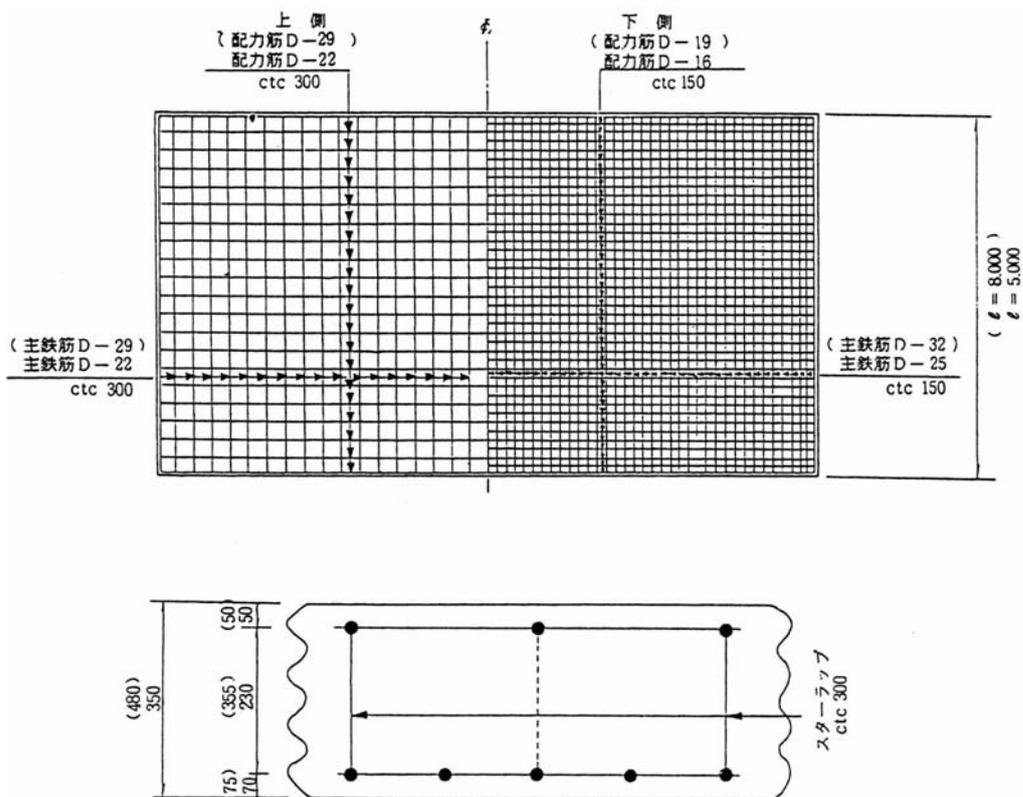


図2-22

注) A活荷重の8 m踏掛版については、踏掛版厚480 mmを変更せず、鉄筋のかぶり75 mmを70 mmとすること(下側かぶり)。

表2-13(a) 長さ5 mの場合

設計活荷重	A活荷重	B活荷重	
踏掛版厚	350mm	350mm	
下側	主鉄筋間隔	D-25ctc15.0cm	D-25ctc15.0cm
	配力筋間隔	D-16ctc15.0cm	D-16ctc15.0cm
上側	主鉄筋間隔	D-22ctc30.0cm	D-22ctc30.0cm
	配力筋間隔	D-22ctc30.0cm	D-22ctc30.0cm

表2-13(b) 長さ8 mの場合

設計活荷重	A活荷重	B活荷重	
踏掛版厚	480mm	480mm	
下側	主鉄筋間隔	D-29ctc15.0cm	D-32ctc15.0cm
	配力筋間隔	D-19ctc15.0cm	D-19ctc15.0cm
上側	主鉄筋間隔	D-25ctc30.0cm	D-29ctc30.0cm
	配力筋間隔	D-25ctc30.0cm	D-29ctc30.0cm

なおスターラップを30cm間隔の千鳥配置としD13の鉄筋を使用する。

なおスターラップを30cm間隔の千鳥配置としD13の鉄筋を使用する。

7-3 裏込め及び埋戻し

盛土における構造物の裏込め部あるいは、切土における構造物の埋戻し部には、良質の材料を使用し、十分な排水を考慮して入念な施工を行わなければならない。

(1) 裏込め及び埋戻しの材料

構造物の裏込め、埋戻しの材料は締固めが容易で圧縮性が小さく、また透水性が良く、かつ、水の浸入によっても強度の低下が少ない安定したものを選ぶ必要がある。粒度分布のよい切込砕石、切込砂利及び荒い砂は、裏込め及び埋戻し材料として非常に優れている。

しかし、このような良質材を大量に使用することは工事費の面などから困難な場合が多いが、表2-14、2-15は裏込め、埋戻しとして適した材料の性質を示したものである。

なお、大型締固め機械を使用して十分な締固めが可能であるならば、路体部分の裏込めには、良質の盛土材料(74 μ (No.200)フルイ通過量0~30%、塑性指数20以下、水浸CBR5以上)を用いれば特別に裏込め材料を求めなくともよい。

また、ソイルセメントも埋戻し、及び裏込め材料としては非常に優れている。埋戻し、及び裏込め材料として、ソイルセメントを使用する場合には、排水に留意しなければならない。

この場合のソイルセメントの配合は「舗装設計施工指針付録-9、2-3」に準じて行えばよい。

表2-14 裏込め及び埋戻しに適する材料の粒度と性質

最大寸法	100 mm
4,760 μ (No. 4)フルイ通過量	25~100%
74 μ (No. 200)フルイ通過量	0~25%
塑性指数	10以下

表2-15 参考土質

名称	土質の程度	適要	
砂質土	粒度分布が良い砂またはレキ質の砂、 細粒分はわずかまたは欠如(SW)	砂、砂質ローム、砂利混じり土砂山 土、真砂土、固砂、砂質ローム	
砂質土 及び砂	粒度分布が悪い砂またはレキ質の砂、 細粒分はわずかまたは欠如(SP)		
レキ質土	シルト質のレキ、砂レキ、砂、シルト 混合土(GM)	砂利 類	砂混じり砂利 土砂又は粘土混じり砂利 砂利
	粘土質のレキ、レキ、砂、粘土混合土 (GC)		
レキ質土 およびレキ	粒度分布が良いレキまたはレキ砂混合 土、細粒分はわずかまたは欠如 (GW)	レキ 類	玉石又はレキ混じり土砂 玉石又はレキ混じり砂 土砂を含む崖錐

(2) 裏込め及び埋戻しの構造

裏込めは、大形の締固め機械が使用できる構造が望ましく、このような場合には、前述のように良質の盛土材料であれば特別に裏込め材料を求める必要もなく、工事費も安く、経済的となる。しかし、盛土材として良質のものを工事現場近くに得られない時には、裏込め材の使用量を少なくし、中、小型の締固め機械を用いて十分に締固める構造とする。

基礎掘削及び切土部の埋戻しは、在来地盤の掘削量を最小限とし、良質の裏込め材を中、小型の締固め機械で十分締固める構造とする。

裏込め及び埋戻し部には雨水が集中し易いので、排水設備を設けることが望ましい。排水設備としては構造物壁面に沿って地下排水溝を設け、これを地下暗渠で連結し、集水したものを盛土外に導く。構造物壁面に沿って設置する地下排水溝の材料としては、合成樹脂パイプ、(網パイプ、有孔パイプ) 又はポーラスコンクリートパイプ等がある。

図 2-23、24 に構造物の裏込め構造の例を示したが、構造については道路の性格、現場条件及び裏込め材料の実情を勘案して定めることが望ましい。

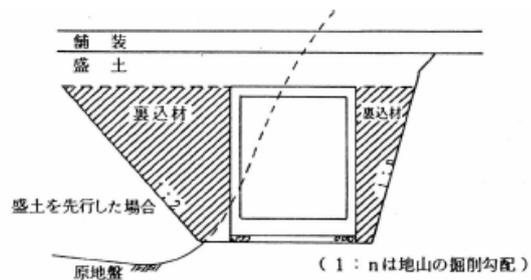


図 2-23 ボックスカルバートの裏込構造の一例

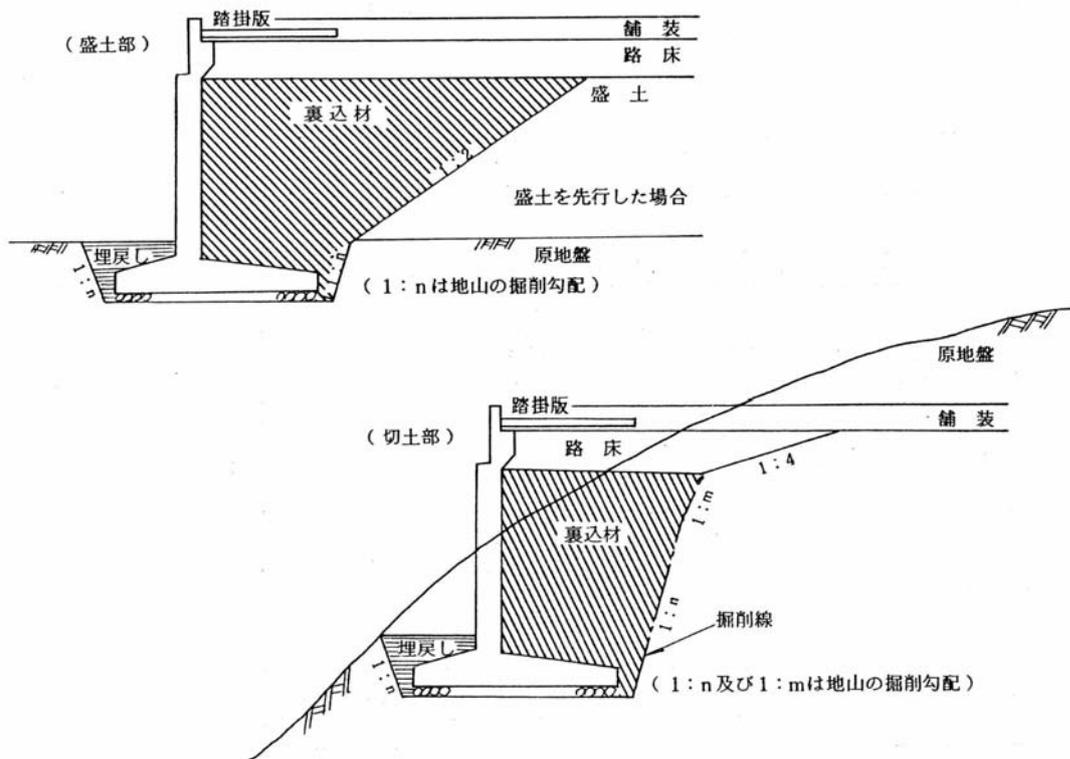


図 2-24 橋台の裏込構造の一例

(3) 裏込めの施工

- 1) 裏込めの敷均し厚は仕上り 20 cm とし、締固めは路床と同程度に行う。
- 2) 裏込材は、小型ブルドーザ、人力等により平坦に敷均し、ダンプトラックあるいはブルドーザ等による高まきは避けなければならない。
- 3) 締固めはできるだけ大きな締固め機械を使用し、構造物縁部及びウイング部等についても小型締固め機械により入念に締固めなければならない。
- 4) 裏込め部は雨水の流入や湛水が生じやすいので、工事中は雨水の流入を極力防止し、浸透水に対しては、地下排水を設けて処理することが望ましい。埋戻し部分等、地下排水が不可能な箇所の湛水は埋戻し施工時にはポンプ等で完全に排水しなければならない。
- 5) 裏込め材料に構造物掘削土を使用できない場合は、掘削土が裏込材料にまざらないように注意する。
- 6) 構造物が十分に強度を発揮しないうちに裏込め又は盛土によって構造物に土圧を与えてはならない。また、構造物が十分な強度を発揮した後でも、構造物に偏土圧を加えてはならない。例えばカルバート等の裏込め又はその付近の盛土は、構造物の両側から均等に薄層で締固め、片方に不均一な荷重が加わらないようにしなければならない。

8 法面保護工

8-1 法面保護の選択

のり面保護工は、のり面の侵食や風化を防止するため、植生または構造物でのり面を被覆したり、排水工や土留構造物でのり面の安定を図るために行うもので、標準的な工種を示すと表2-16のとおりである。

道路土工
切土工・斜面
安定工指針
8-1

表2-16 のり面保護工の主な工種と目的

分類	工種	目的・特徴	
のり面緑化工(植生工)	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	浸食防止、凍土崩落抑制、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、植物の進入・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	
	植生工	張芝工	芝の全面張り付けによる浸食防止、凍土崩落抑制、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、植物の進入・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下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	

注) 構造物工を植生工の施工を補助する目的で用いる場合は緑化基礎工と定義される。
緑化基礎工は植生工が単独で施工できない場合に用いるものである。植生工と緑化基礎工の組み合わせの例に関しては道路土工「切土工・斜面安定工指針」の解表8-2を参照されたい。

8-2 工法の選定フロー

(1) 切土のり面におけるのり面保護工の選定フロー

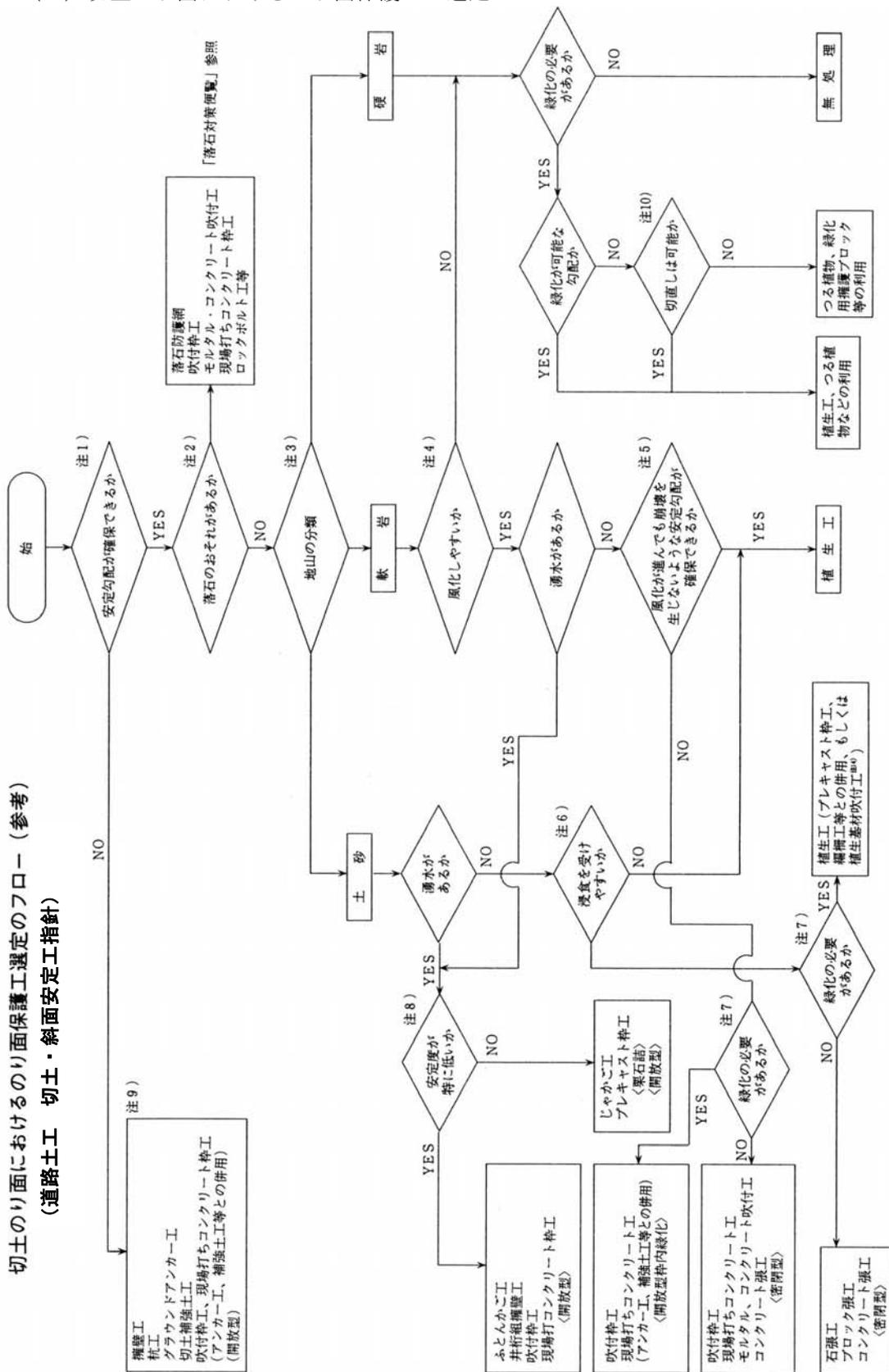


図 2-25

道路土工
切土工・斜面
安定工指針
8-2

(2) 盛土のり面におけるのり面保護工の選定フロー

盛土のり面におけるのり面保護工選定のフロー (参考)
(道路土工 切土・斜面安定工指針)

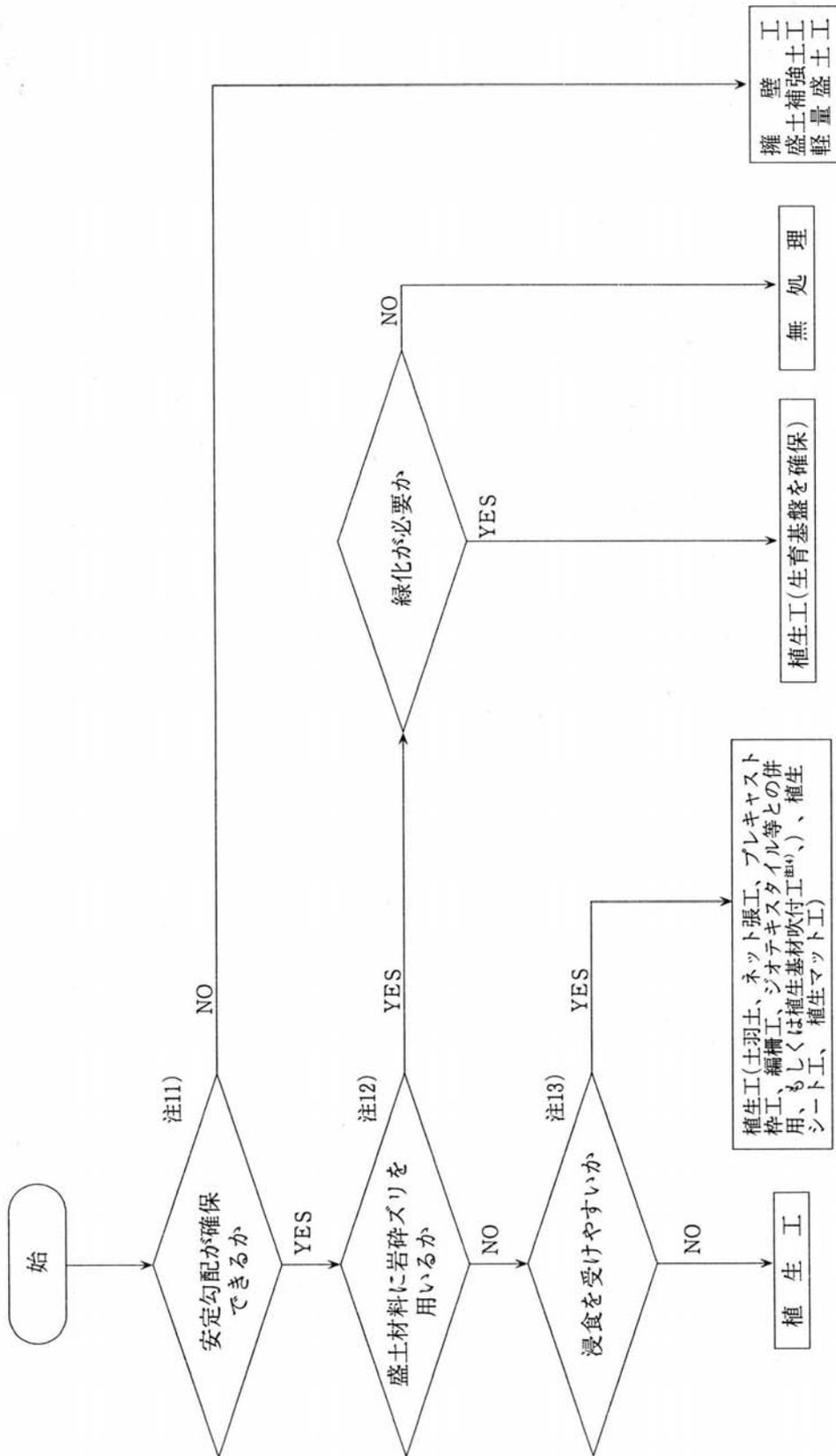


図 2-26

図2-21

このフローの中で個々の判断を下す際の判断基準としては、下記の事項を参考にする。

- 注1) 地山の土質に応じた安定勾配としては、表2-8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。
- 注2) 落石のおそれの有無は「落石の調査」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―土質調査指針」に従うものとする。
- 注4) 第三紀の泥岩、けつ岩、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。
- 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面水による侵食には特に弱い。
- 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、安定度が特に低い場合にふとんかご工、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。具体的な工法については「環境・景観対策」を参照する。
- 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。
- 注11) 盛土のり面の安定勾配としては、表2-10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。
- 注12) 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。
- 注13) 侵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14) 降雨等の侵食に耐える工法を選択する。

また、崩壊形態別ののり面保護工は、いくつか考えられるが、対策工法の例としては「道路土工―切土工・斜面安定工指針」を参照する。

8-3 植生による法面保護工

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2-27)。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。

道路土工
切土工・斜面
安定工指針
8-3

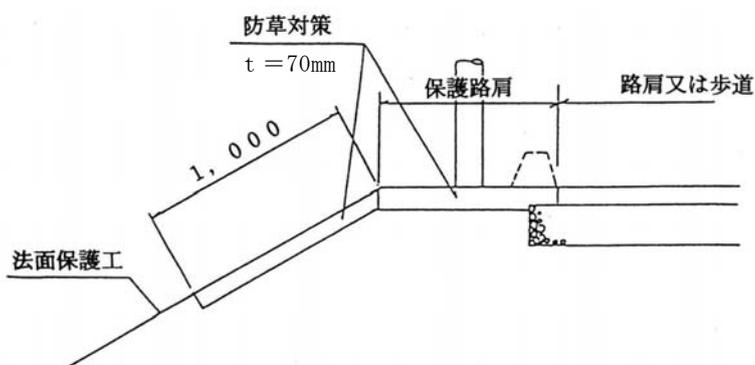
(1) 路肩法面

路肩法面は、雑草による交通管理施設の視認性の妨げの防止等を目的に行う。

※歩道幅員(3m未満)狭小箇所の有効幅員確保対策としての利用を含む。

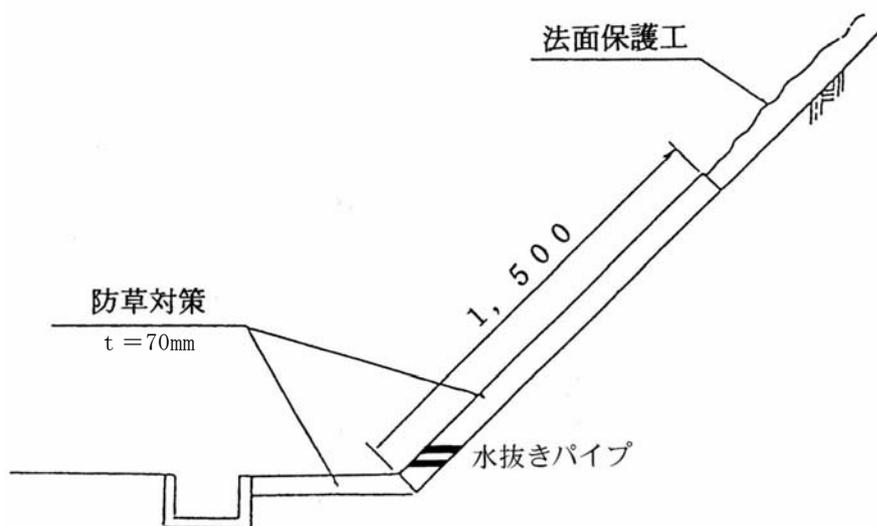
(a) 対策箇所

- ・改築工事等について全箇所に対策を行う。
- ・維持修繕及び交通対策対応箇所においては、道路交通の影響が大きい箇所等を優先し対策を実施する。



※ 対策工については、現地の状況等を考慮した対策工を選定すること。

切土部の場合



※ 対策工については、現地の状況等を考慮した対策工を選定すること。



図 2-27 のり面緑化工の分類

8-4 構造物による法面保護工

構造物によるのり面保護工は、無処理で安定が確保できないのり面で植生が不適なのり面、植生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、あるいは崩壊、落石、凍結等のおそれのあるのり面に対して行うものである。

これらの適用にあたっては、「のり枠工の設計・施工指針」、「道路土工—のり面工・斜面安定工指針」を参照

道路土工
切土工・斜面
安定工指針
8-4

8-5 のり面排水工

のり面排水工には、表流水を対象とするものと、地下水・湧水を対象とするものがあり、目的に応じて適切な施設を選定して速やかに排除するよう設計・施工を行う。

(1) 表面排水工

- ① のり肩排水溝…のり面内への表流水の流下を防ぐ
- ② 小段排水溝…のり面内に生じる表流水・湧水等を縦排水溝へ導く
- ③ 縦排水溝…のり肩排水溝、小段排水溝の水をのり尻へ導く

(2) 地下排水工

- ① 地下排水溝…のり面内の地下水を排除する
- ② じゃかご工…地下排水溝と併用してのり尻を補強する
- ③ 水平排水孔…湧水をのり面の外へ抜く

① 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 2-29 のような地下排水溝が有効である。地下排水溝は地下水位や湧水状況から位置及び構造を決定する。地下排水溝はのり面に生じる浸透の状況によって W 形や矢はず形等に配置するが、浸透水の多い箇所やいくつかの溝が合流する箇所には集水ますや溝の中に穴あき管を埋設するのが望ましい。

② 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 2-29 に示すような孔を掘って穴あき管等を挿入して水を抜く。孔の長さは一般に 2m 以上とする。長大のり面が地下水により安定性が脅かされると考えられる場合には帯水層まで孔をあけ水を抜く。この場合はボーリングにより孔をあけ、ストレーナーを付けた管を挿入する。

道路土工
切土工・斜面
安定工指針
7-3-2

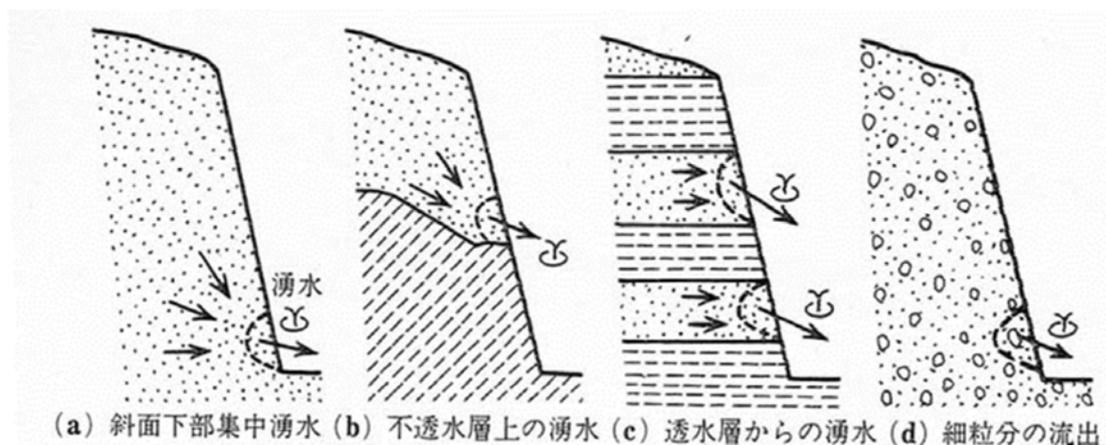


図 2-28 湧水による崩壊例

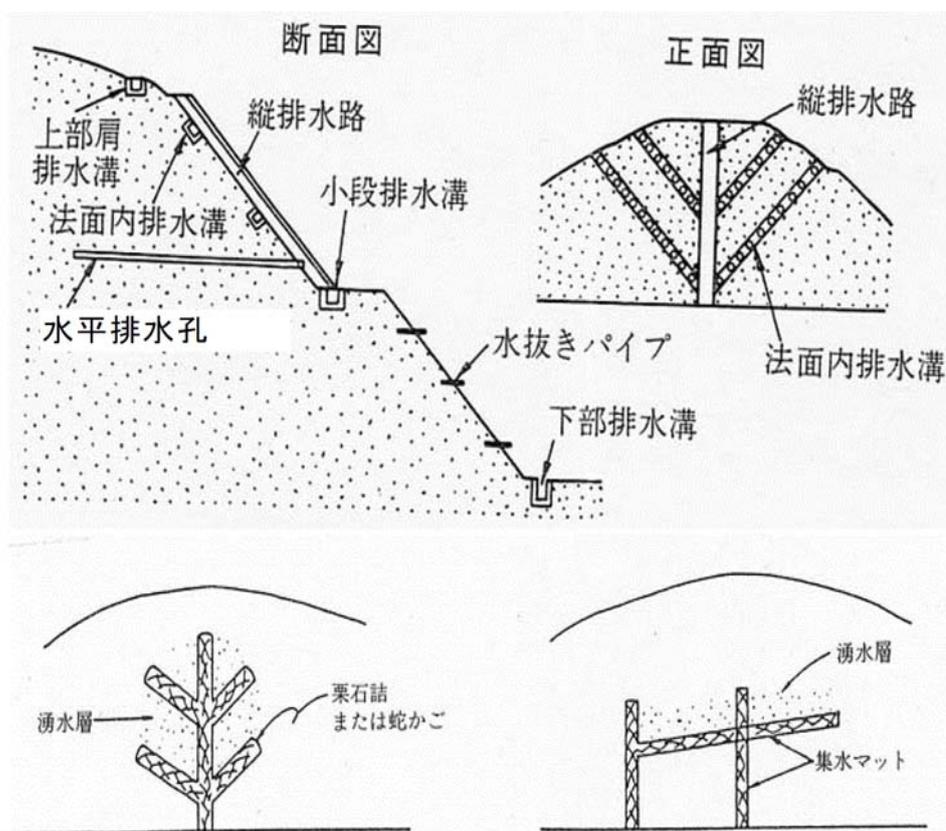


図 2-29 地下排水工の例

(3) 現場打吹付法砕工の排水処理

現場打吹付法砕工の砕内排水については、中詰工がモルタル等の密閉型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、図 2-30 を参考に適切な排水方法を選択する。

現場吹付法砕工の概念図

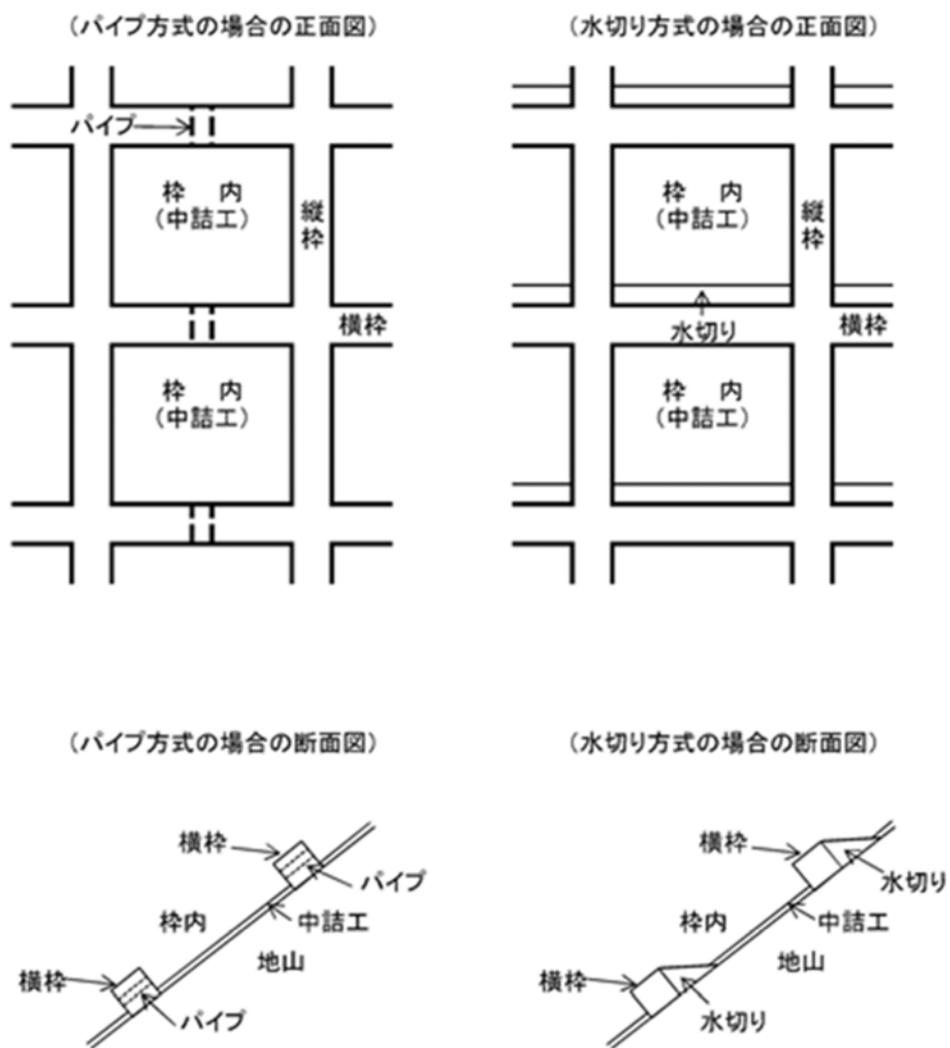


図 2-30 現場打吹付法砕工の排水方法 (参考図)

9 環境・景観対策

9-1 環境・景観対策の基本的な考え方

のり面工・斜面安定工の環境・景観対策は、「環境・景観の調査」の結果をもとに検討する。のり面工は、立面的な施工がなされることから、その規模が大きいかほど施工後、目に付きやすく環境への影響も少なくない。設計においては、斜面の改変を抑えたり、のり面勾配の緩和やのり面の規模を極力小さくすることによって周辺の環境や景観への影響と可能な限り回避、低減することが基本であり、のり面の造成により改変された部分には積極的に樹林化を行う等、自然環境の回復を行うことも重要である。しかし、実際の設計においては地形的、技術的あるいは経済的制約等から必ずしもこのような条件を満足することが難しい場合が少なくない。そのような場合には、まずのり面工・斜面安定工の第一目的である、のり面・斜面の安定を図り、その上で周辺の環境や景観への影響を抑えるための対策を講じる必要がある。

9-2 環境・景観対策の一般的手法

(1) 環境対策

環境対策、特に自然環境対策の一般手法としては、前述したように改変面積を少なくすることが基本であるが、場所によっては緩勾配化により自然植生の復元を容易にしたり積極的に周辺と同様の樹種による樹林化を行う等の手法を採用することが効果的である。また、用地取得から設計・施工・管理まで含めたトータルコストも考慮する必要がある。

自然環境の保全を考慮した計画を行う場合には、次のような点に留意する。

1) 自然環境の把握

道路の通過する地域の自然環境は、人為の加わった里山的なものから自然度の高い天然林まであり、それを構成する生態系は地域毎に大きな差がある。天然林や湿原環境では、一旦改変が加わると復元が困難なことが多い。ススキ群落やアカマツ林等では改変されても年月の経過とともに復元する。このように、地形を改変する影響や自然環境の復元度合いは、地域の各種条件によって大きく異なる。

以下に、自然環境対策を検討するうえでの考え方の一例を示す。

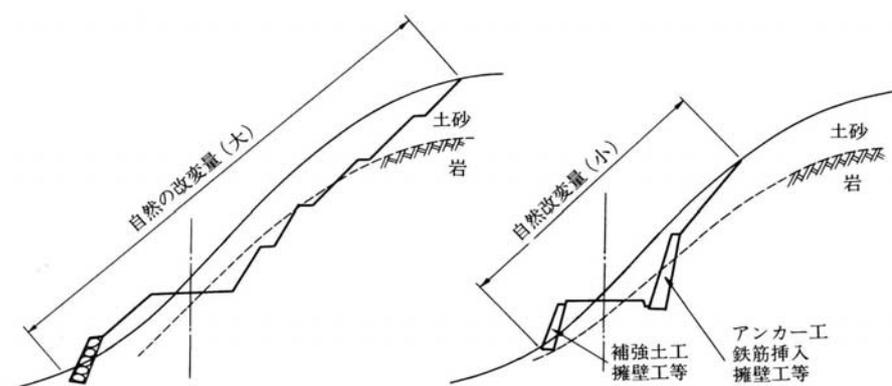
表 2-17 自然環境対策の考え方の一例

分類	対象地域	対策方針
A. 特に注意を要する自然環境地域	<ul style="list-style-type: none"> ・環境庁植生自然度8以上の自然性の高い地域（自然草原，自然林，二次林のうち自然林に近いもの） ・自然環境の保全を目的とする法今により指定された地域（国立公園，国定公園等の特別地域） ・学術上の観点から重要と認められる地域 ・貴重種，重要種の生息地域 ・生物相が多様な地域（例：樹林と水環境がセット） ・脆弱な自然環境地域，個体群（湿地等） 	<ul style="list-style-type: none"> ・変更後の復元性が低い地域 ・変更面積を抑える工法を採用する
B. 上記以外の自然環境地域	<ul style="list-style-type: none"> ・二次草原，造林地，二次林 	<ul style="list-style-type: none"> ・変更後の復元性に期待できる地域 ・むしろ緩勾配に造成し植生の侵入を促すことも有効
C. 自然の豊かな都市環境地域	<ul style="list-style-type: none"> ・Bに準じているが，都市的な建造物が景観構成要素として存在する地域 	

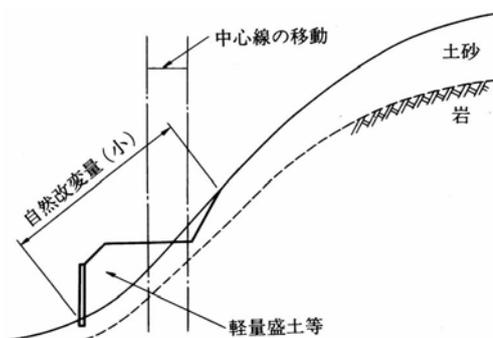
2) 変更面積の縮小化

のり面工の計画段階において、切土による自然の変更を最小限にとどめ、貴重な環境をできる限り残しながら道路を造成する対応である。具体的には、のり面工上方の安定を検討した上で、切土、盛土の勾配を標準より急にして構造物等で安定化を図ったり、道路の中心線を谷側に少し移動したりすることによって、土工量とのり面積を減らすこと等があげられる(図 2-31)。

また、急勾配の岩盤斜面等では、道路の中心線を少し谷側へ移動させて栈橋にしたり、架橋することによって、土工量とのり面積を減らすこともできる(図 2-32)。

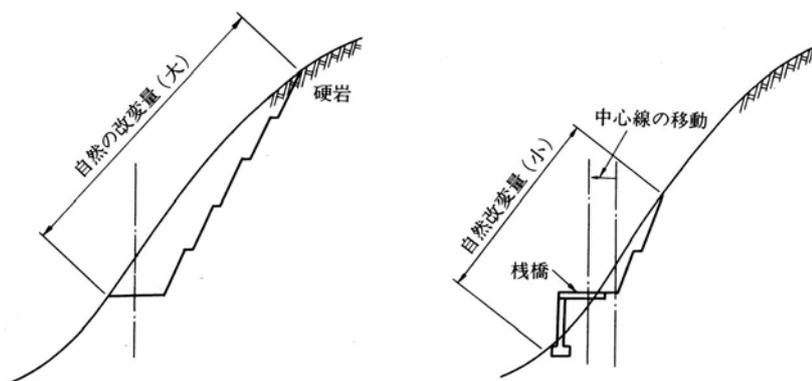


(a) 標準勾配による切り盛りの基本形状 (b) 構造物等を利用して切・盛土量を減らす



(c) 路線を谷側に少し移動して切土量を減らす

図 2-31 土工量やのり面積を減じる切り盛りの例



(a) 標準勾配による切土の基本形状 (b) 路線の移動と栈橋併用により切土量を減らす

図 2-32 栈橋や架橋の利用例

3) 影響の緩和

周辺の環境を保全するために道路建設の影響を極力緩和することも必要な手法である。

隣接する樹林の伐開面から一定範囲の林縁部は、土壌の乾燥、風の吹き込み等の環境の変化に伴い植生や動植物相が影響を受けやすい状態となる。林縁部を保護するために環境の変化の緩衝を目的としたマント植栽等の緑化が有効となる。

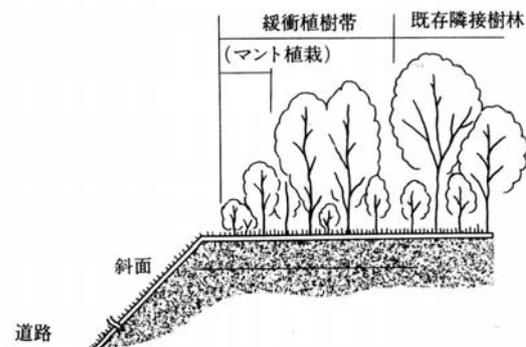


図 2-33 緩衝緑化の概念図

のり面工での対応としては、緩衝機能が発揮されるように十分な植栽と植栽基盤(土壌・植栽余裕幅等)を確保すること等が挙げられる。

4) 自然環境との調和

道路建設により改変された環境を周辺環境に調和するものとして修復していくことも必要となる。のり面を周辺環境に調和させ自然を回復するためには、のり面における植生を周辺植生に調和したものとする必要がある。

のり面の植生を周辺植生に調和されたものにするためには、時間の経過による自然遷移に任せる方法や積極的に地域の植生を導入する等の方法があり、個々の箇所求められる自然環境条件や社会的条件等を考慮して選定しなければならない。ただし、目標とする植生を導入するためには、のり面構造自体がその植生の成立を可能とするよう、のり面勾配をゆるくするなどの対応が必要となる場合がある(図 2-35)。積極的に地域の植生を導入する手法としては、表土を保全し覆土として用いたり周辺植生の構成種である樹木を植栽する方法がある。

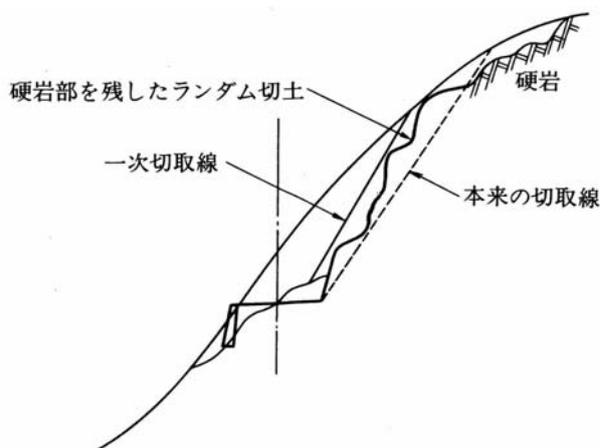


図 3-34 ランダム切土による自然景観造成

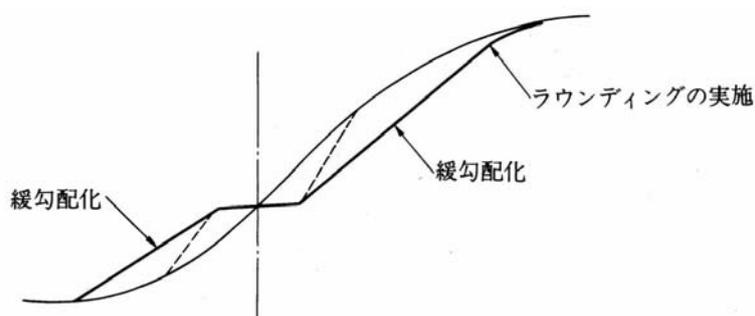
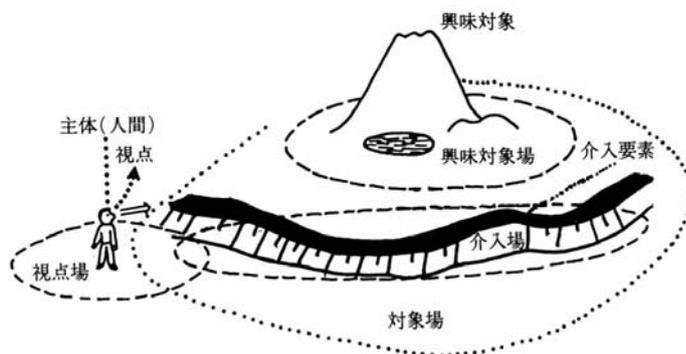


図 2-35 のり面緑化を容易にする土工例

(2) 景観対策

景観対策の手法には、対象を周辺景観から際立たせる対比の手法と周辺景観に埋没させる調和の手法があり、のり面では周辺と調和させることが原則である(図2-36)。調和を図るには造景三要素と呼ばれる①形態、②材質、③色彩を周辺の景観と近似のものとするにより周辺景観との同化融合を図り目立たなくさせる。また、単に目立つものや周辺景観と調和しがたいもの等を、周辺景観と馴染むものにより遮蔽し見えなくする手法も調和の手法の一つとして利用されることが多い。

のり面に施工する構造物のデザインに関しては、次のような点に留意する必要がある。



- ①介入要素が目立たなければ、介入要素は「地」となり、逆に興味対象が「図」となる。
- ②介入要素が目立つと、介入要素は「図」となり、興味対象が「地」となる。

図2-36 「地」と「図」

1) 統一性

景観整備を図るうえで、最も基本となる概念である。

造景三要素の①形態、②材質、③色彩や様式等の要素のうちのひとつ、またはいくつかを統一することによって、景観に統一性をもたせ良好な景観を形成することができる。具体ののり面景観整備においては、一部の構造物や区間だけが造形的に優れていても全体として統一性に欠ける場合には奇妙な景観となったり、逆に統一を図りすぎると画一的になり、単調で「飽き」のくる景観となるため、注意が必要である。

2) 連続性

大きくは「統一性」に包含される概念であるが、特に「連続性」は時間の要素を含んだシーケンス景観(自動車から外を眺めるように変化していく景色)に用いられる(図2-37)。

人々の行動が一定の方向性を有している場合、事象(景観)の変化が予測の範囲内にとどまっているうちは安心感があるが、予測し難い急激な変化あるいは予測に反する変化は心理的不安定をもたらすため、心理的な安定感を阻害するような景観の急激な変化の連続は避けなければならない。

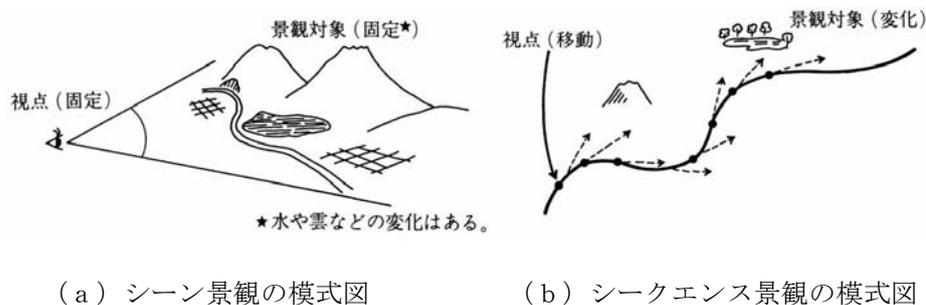


図 2-37

3) 円滑性

人々は基本的には丸いもの、滑らかなもの等、円滑な形状のものに安心感を覚え、逆に尖ったもの、角張ったもの等の鋭敏な形状に対しては本能的に身の危険を感じ、心理的安定が乱されやすい。このためのり面景観を形成する構造物等は、鋭敏な形状は避け、円滑な形状を採用することも必要である。

4) 一体性

これも広い意味での「統一性であり、素材あるいは材質という言い方ができる。

構造物は一体的に見えることにより安心感を与える。構造物の一部が一つの部品または別の物体として認識されることは好ましくない。

5) 安定性

視覚的に不安定な構造物に対しては、身の危険を覚え心理的安定感が得られにくい。安定感の得られやすい形状としては、三角形やピラミッド式、雛壇式等があり、逆三角形やオーバーハングしたものは安定感を損ないやすい。

6) 軽快性

一般的には圧迫感の解消という表現がなされる。ヒューマンスケールを超える巨大な構造物や空間に架かる構造物は人々に圧迫感を与え心理的な安定が乱される。構造物等を軽快に見せるために、見られる側の面を小さく又はスマートにする、壁面にスリットを入れ陰影をつける、周辺と馴染むように材質の色をトーンダウンさせるような彩色を施す等の手法が考えられるが、いずれも人間の錯視等の視覚特性を利用したものである。ただし、彩色については、季節・天候等により調和しているかどうかに関して受け止め方がかなり異なる場合が多いので、慎重に行う必要がある。

10 斜面安定工

10-1 設計の基本

(1) 斜面安定工は、図 2-38 のように分類される。このうち、想定される災害の形態や規模を考慮して対策工を検討する斜面安定工の分類を図 2-38 に示す。

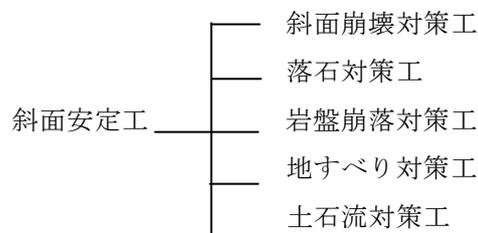


図 2-38 斜面安定工の分類

(2) 斜面安定施設は、自然斜面の崩落等による道路への影響を防止または抑制するために設置する施設である。その設計にあたっては、常時の作用として、自重その他の死荷重のほか、その設置目的に応じて斜面崩壊、落石・岩盤崩壊、地すべり又は土石流による影響を考慮した荷量を設定する。

また、必要に応じて、降雨の作用は、雨水や湧水等を速やかに排除するための表面排水施設の設計等で考慮する。これらの設計において、一般的な表面排水施設では、供用期間中に通常想定される降雨として、概ね3年程度の確率降雨を設定すればよい。長大な自然斜面から流出する水を排除する道路横断排水工など、重要な排水施設においては、計画交通量に応じて概ね5～10年程度の確率降雨を設定すればよい。また、道路管理上、構造上重要性の高い沢部の盛土等の道路横断排水工については30年程度の確率降雨とするのがよい。地震動の作用としては、レベル1地震動及びレベル2地震動の2種類の地震動を想定する。

このほか、落石・岩盤崩壊対策施設では落石ないし岩盤崩壊による衝撃力を考慮する。

(3) 斜面安定施設の要求性能は、重要度の区分については「重要度1」を基本とし、想定する作用に対して安全性、使用性、修復性の観点から設定する。さらに、要求性能の設定にあたっては、対象とする斜面安定施設に連続又は隣接する構造物等がある場合はその要求性能や相互の構造物に及ぼす影響を考慮する。

また、要求性能の照査は、理論的で妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた方法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法等により行う。

道路土工
切土工・斜面
安定工指針
2-3

道路土工
切土工・斜面
安定工指針
共通-2-2

一般的には、斜面安定施設の要求性能は表 2-18 を目安とし設定する。性能は、図 2-39、図 2-40 に斜面安定施設の要求性能のイメージを参考に示す。

表 2-18 斜面安定施設の要求性能

想定する作用		重要度
		重要度 1
常時の作用		性能 1
降雨の作用		性能 1
地震動の作用	レベル 1 地震動	性能 1
	レベル 2 地震動	性能 2

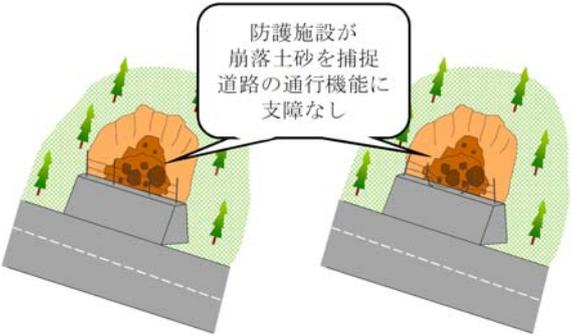
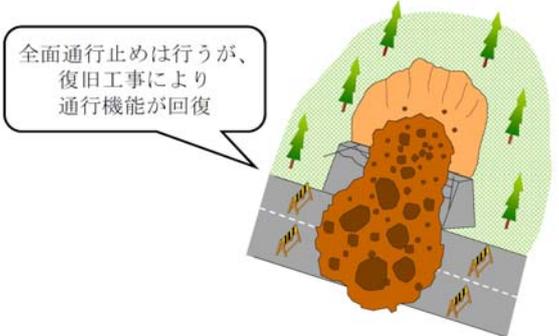
性能	損傷イメージ
<p>性能 1</p> <p>斜面安定施設は健全である、又は、斜面安定施設は損傷するが、当該斜面安定施設の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</p>	
<p>性能 2</p> <p>斜面安定施設の損傷が限定的なものにとどまり、当該斜面安定施設の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすがすみやかに回復できる性能</p>	
<p>性能 3</p> <p>斜面安定施設の損傷が、当該斜面安定施設の存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能</p>	

図 2-39 斜面安定施設の要求性能のイメージ

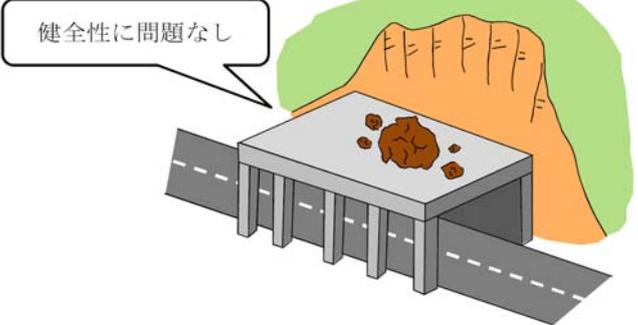
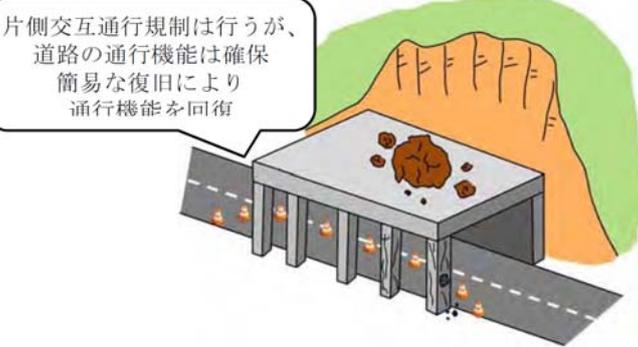
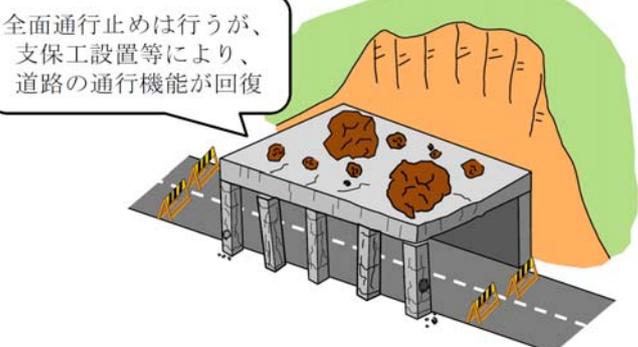
性能	損傷イメージ
<p>性能1</p> <p><u>ロックシェッドは健全である、又は、ロックシェッドは損傷するが、当該斜面安定施設の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</u></p>	 <p>健全性に問題なし</p>
<p>性能2</p> <p><u>ロックシェッドの損傷が限定的なものにとどまり、当該ロックシェッドの存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすがすみやかに回復できる性能</u></p>	 <p>片側交互通行規制は行うが、道路の通行機能は確保 簡易な復旧により 通行機能を回復</p>
<p>性能3</p> <p><u>ロックシェッドの損傷が、当該ロックシェッドの存する区間の道路の機能に支障を及ぼすが、当該支障が致命的なものとならない性能</u></p>	 <p>全面通行止めは行うが、支保工設置等により、道路の通行機能が回復</p>

図 2-40 斜面安定施設（シェッド）の要求性能のイメージ

- (4) これまでの経験・実績から妥当と見なせる方法として、「道路土工-切土工・斜面安定工指針」、「道路土工-擁壁工指針」に示される方法により設計を行う場合は、一般的に表 2-16 の性能を満たすと考えて差し支えない。
- (5) 斜面安定施設は、立地条件や構造により雨水や湧水等が施設の安定性に大きく影響する場合があるため、各施設の構造に応じて適切な排水施設を設けるものとする。その設計にあたっては、「道路土工-切土工・斜面安定工指針」、「道路土工-擁壁工指針」を参照すること。
- (6) 斜面安定工の維持管理は、供用期間中において各構造物の機能を満足した状態にあるかを点検・確認し、変状が確認された場合には、その原因に応じて適切な対応策を実施する。

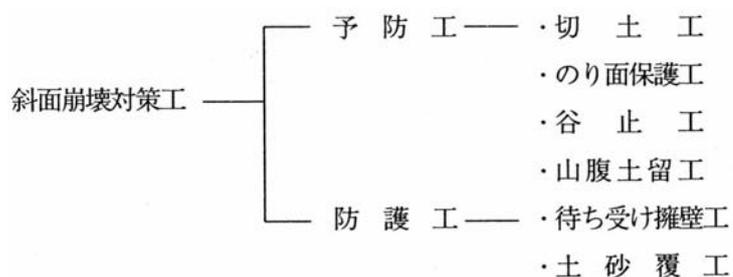
10-2 斜面崩壊対策

道路に隣接した自然斜面、あるいは切土斜面上部の自然斜面に発生する表層崩壊の対策工は大きく崩壊発生源の風化・侵食を抑止する予防工と、崩壊により発生した崩土の運動を停止させたり、運動方向を変える防護工に分類される。

予防工には、切土工やのり面保護工が対策工として用いる他、谷地形の不安定土砂を抑えるための谷止め工や斜面中腹部の不安定土砂を押さえるために擁壁工やふとんかご工等を用いた山腹土留工法が用いられる場合がある。

防護工には、待ち受け擁壁工や土砂覆工がある。

尚、設計の際は「道路土工-切土工・斜面安定工指針」を参照されたい。



10-3 落石対策

落石対策工には発生源対策としての落石防止工と、発生した落石による被害を軽減するための落石防護工がある。

10-3-1 落石対策工の選定

落石対策工の選定に際して最も基本的なことは、対象斜面のどこから、どんな形態・規模の落石が発生し、それがどんな運動形態で落下するかを的確に想定し、それに対して、どこでどのような止め方をするか、あるいはどのような方法で無害に道路を通過させるかを定めることである。この対策工の選定には、対策施工箇所の地盤等の設計・施工条件を把握しておかなければならない。また、道路構造、交通状況、経済性、景観、周辺環境への影響等を考慮しておかなければならない。特に、落石対策工の基礎地盤については、地下水や切土に伴うゆるみ、風化等で、劣化が明らかな場合は、落石の衝撃に耐える過大な落石対策工は好ましくない。このような場合には、別の落石対策工を複合するなどして、現地に適する工法を選定しなければならない。また、機械搬入の制約等、仮設工事を含めた施工方法の難易性を十分検討し、確実性、経済性等に配慮して、落石対策工を選定しなければならない。

落石対策工は発生源対策としての落石予防工および発生した落石の対策としての落石防護工の2種類があり、その効果は次のように要約される。

- ① 発生の原因となる風化浸食を防止する。
- ② 落石の発生を止める。
- ③ 落下エネルギーを吸収する。
- ④ 落下方向を変えて無害なところに導く。
- ⑤ 衝撃に抵抗して落石運動を止める。
- ⑥ 崩土の落下、なだれ防止の効果を兼ねる。

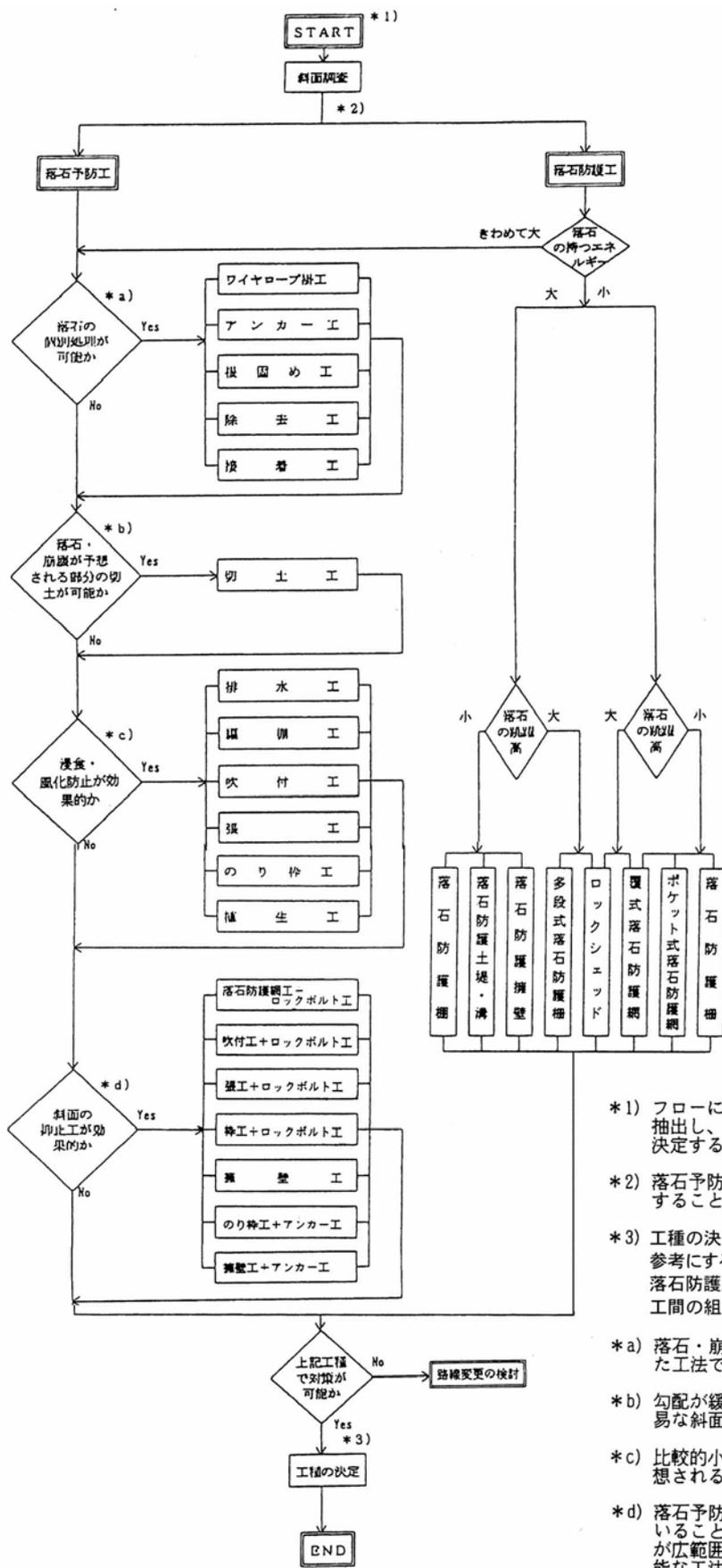
この効果と落石対策工の工種の間関係を整理したものが表 2-17 である。

各種の対策工の機能、耐久性、施工性、経済性、維持管理上の問題等をよく検討して、現地の道路状況、斜面状況に最も適した工種とその組み合わせを選択しなければならない。

図 2-41 に工種選定のためのフローチャートを示す。なお、落石防護工のおおよその対応可能な落石エネルギーの範囲を図 2-42 に示すので、併せて参考にとるとよい。

フローチャートの適用に当たっては、次の事項に留意する。

- ① 斜面調査による落石形態の特徴を十分に吟味する。
- ② 落石は、単独に生じる場合と斜面崩壊として土石混合状態で発生する場合がある。落石形態を十分に吟味して工法選定に生かす。
- ③ 防護工と予防工は並列的に比較する。また、各予防工間、各防護工間においても並列的に比較する。
- ④ 各防護工は単独だけでなく、たとえば落石防護網+落石防護柵等のように、組み合わせると効果的である。同様に各予防工についても、単独だけでなく、たとえば個別処理+風化防止等のように組み合わせると効果的である。
- ⑤ 予防工と防護工の組み合わせは単独より効果的で、経済的となる場合が多い。たとえば、巨岩の個別処理+落石防護柵等があげられる。
- ⑥ 防護工のみで落石エネルギーに耐えられない場合は、予防工により検討する。
- ⑦ 予防工が大規模になる場合は、路線変更と比較検討する。
- ⑧ 対策工の選定は仮設等を含めた施工性や経済性、さらに対策後の景観、周辺環境への影響等も考慮して選定する。



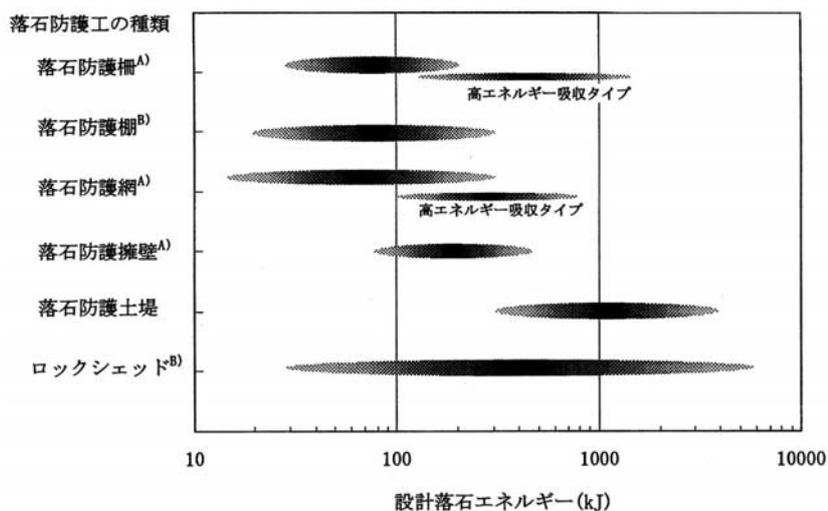
- *1) フローに従い、適用可能な工種を並列的に抽出し、その中から実際に施工する工種を決定する。
- *2) 落石予防工と落石防護工は、並列的に比較することとし、必ず両者とも検討する。
- *3) 工種の決定には表 1-33、図 1-56 を参考にすると良い。また、落石予防工間、落石防護工間及び落石予防工と落石防護工間の組み合わせについても考慮する。
- * a) 落石・崩壊が独立的に存在する斜面に適した工法である。
- * b) 勾配が緩く、除去した石・土砂の搬出が容易な斜面に適した工法である。
- * c) 比較的小規模な落石等が広範囲にわたり予想される斜面に適した工法である。
- * d) 落石予防工と落石防護工を組み合わせるにより比較的大規模な落石・崩壊が広範囲にわたり予想される斜面に適用可能な工法である。

図 2-41 対策工の選定フローチャート

表 2-19 落石対策の適用に関する参考表

(文献 2) (に加筆修正)

分類	特徴	落石対策工の効果					耐久性	維持管理	施工の難易	信頼性	経済性	
		風化浸食防止	発生防止	方向変更	エネルギー吸収	衝撃に抵抗						
		◎	○	△	○	△						
分	工	◎	非常によい					非常によい	手がからない	容易	非常によい	安い
		○	よい					よい	やや手がかかる	やや容易	よい	場合による
		△	場合によりよい					落石で破損	手がかかる	むずかしい	場合によりよい	高い
落石予防工	切土工	◎					◎	○	△	◎	○	
	除去工	◎					○	○	△	○	○	
	根固め工	◎					◎	○	○	◎	○	
	接着工	○	○				△	○	◎	△	△	
	アンカー工		◎				○	◎	○	◎	○	
	ワイヤーロープ掛工		◎				○	○	△	○	◎	
	排水工	◎					○	○	○	○	◎	
	編柵工	○	○	△			○	○	◎	△	◎	
	植生工	○	○				○	◎	◎	△	◎	
	吹付工	◎	○				○	○	◎	○	◎	
	張工	◎	◎				◎	◎	○	○	◎	
	のり枠工	◎	◎				◎	◎	◎	◎	○	
	擁壁工	◎	◎	△			◎	◎	○	◎	○	
	落石防護工+ロックボルト工		◎				○	○	◎	○	◎	
	吹付工+ロックボルト工	◎	◎				○	○	○	◎	◎	
	張工+ロックボルト工	◎	◎				◎	◎	○	◎	○	
	のり枠工+ロックボルト工	◎	◎				◎	◎	○	◎	◎	
のり枠工+アンカー工	◎	◎				◎	◎	○	◎	○		
擁壁工+アンカー工	◎	◎				◎	◎	○	◎	△		
落石防護工	覆式落石防護網	○	○	◎			○	○	◎	○	◎	
	ポケット式落石防護網			○	○	○	○	○	◎	○	◎	
	落石防護柵			◎	○	△	○	○	◎	○	◎	
	多段式落石防護柵		△	◎	◎		○	○	◎	○	◎	
	落石防護棚			◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	
	落石防護擁壁			◎	○	△	◎	○	◎	○	◎	
	ロックシェッド			◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	○	
落石防護土堤・溝			◎	○	△	◎	○	◎	○	○		



注1) 本図は既往の施工実績、実験事例等から、各工法の適用範囲の目安を示したものである。
 注2) 上記工法のうち A)はエネルギー計算により設計される工法、B)は静的な強度計算により設計される工法であり、工種により設計法が異なるため本来簡単には比較できない。一般には静的な強度計算により設計されたものは、設計上かなりの安全余裕が含まれていると考えられる。

図 2-42 落石防護工の適用範囲の目安

10-3-2 ポケット式落石防護網の設計について

(1) 設計の考え方

ポケット式落石防護網は、金網、ワイヤーロープ、支柱、吊ロープ等からなり、上部に落石の入り口を設け、金網に落石が衝突することにより、構造全体で落石の持つエネルギーを吸収する機能を持つ。落石エネルギーは、構造部材の弾性および塑性変形によるエネルギー吸収のほか、部材の振動、落石と部材との摩擦等の、部材の変形以外によってもエネルギーが消散される。したがって、ポケット式落石防護網の設計にあたっては、これらの吸収エネルギーの総和が落石エネルギーを上回るように設計を行うこととなる。

(2) 設計の適用範囲

ポケット式落石防護網の設計においては、各部材の可能吸収エネルギーの総和が落石エネルギーを上回るよう、各部材の緒元を決定する手法を基本とする。ただし、従来から施工実績があり、部材及び構造が定型化しているポケット式落石防護網については、部材それぞれの強度等を算出し設計することは非効率となってしまうため、簡易式による設計手法を用いてもよい。(下図および<参考資料-2>参照)

なお、簡易式による設計を行う場合は<参考資料-3>に留意されたい。

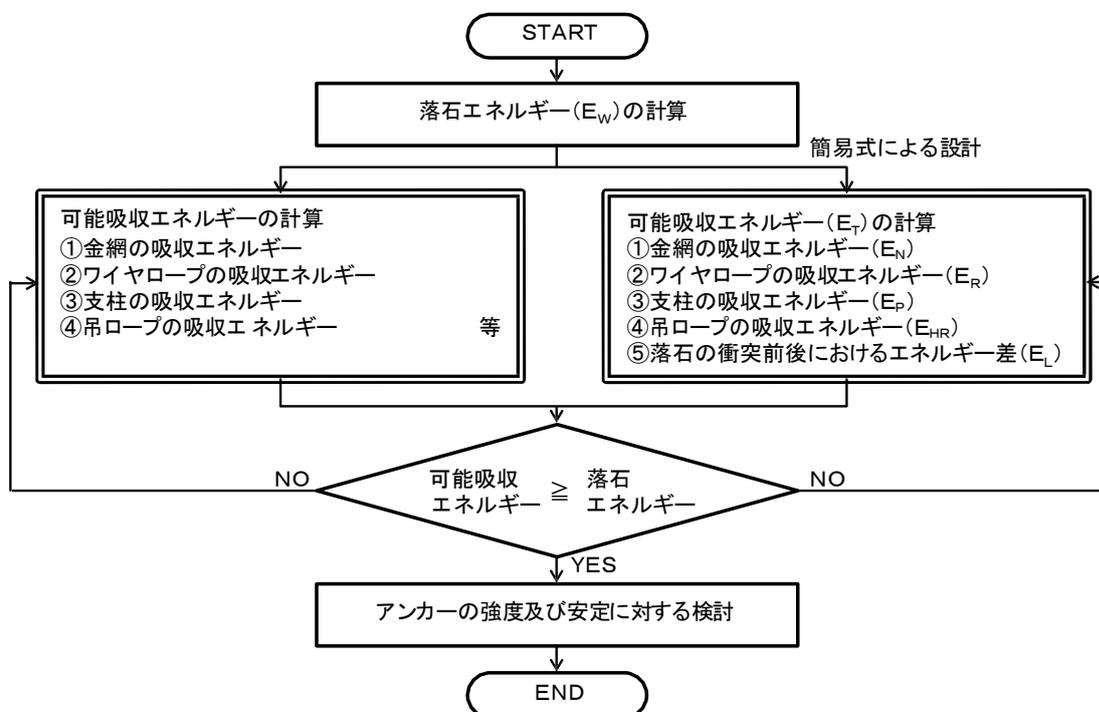


図 ポケット式落石防護網の設計の考え方

11 記録の保存

11-1 記録の活用

維持管理においては、防災性を向上させるために、調査から施工段階までにおける地質・土質等のデータ、点検結果及び被災履歴、補修・補強履歴等の維持管理上必要となる情報を長期間に渡って保存し、活用していくことが重要である。

その詳細については、「道路土工各指針の維持管理」を参照すること。

11-2 記録例

各工種の記録例を図 2-42～図 2-48 に示す。