

第2章 土工

1 適用

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

表1 関係図書

関係図書	発行年月	発行者
道路土工構造物技術基準・同解説	H29. 3	日本道路協会
道路土工要綱	H21. 6	日本道路協会
落石対策便覧	H12. 8	日本道路協会
道路土工一切土工・斜面安定工指針	H21. 6	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
道路土工－軟弱地盤対策工指針	H24. 8	日本道路協会
道路構造令の解説と運用	H27. 6	日本道路協会
のり砕工の設計・施工指針	H25. 10	全国特定法面保護協会
陸上工事における深層混合処理工法 設計・施工マニュアル改訂版	H16. 3	土木研究センター

(注)使用にあたっては最新版を使用するものとする。

2 道路土工の基本的考え方

2-1 道路建設の流れと土工計画

道路を建設し供用していく過程を大別してみると計画（道路計画調査、道路概略設計・計画路線決定）、設計（予備設計、詳細設計）、施工、維持管理の段階に分けることができ、図2で示すような流れとなる。

道路土工要綱
(H21.6) P17, 19

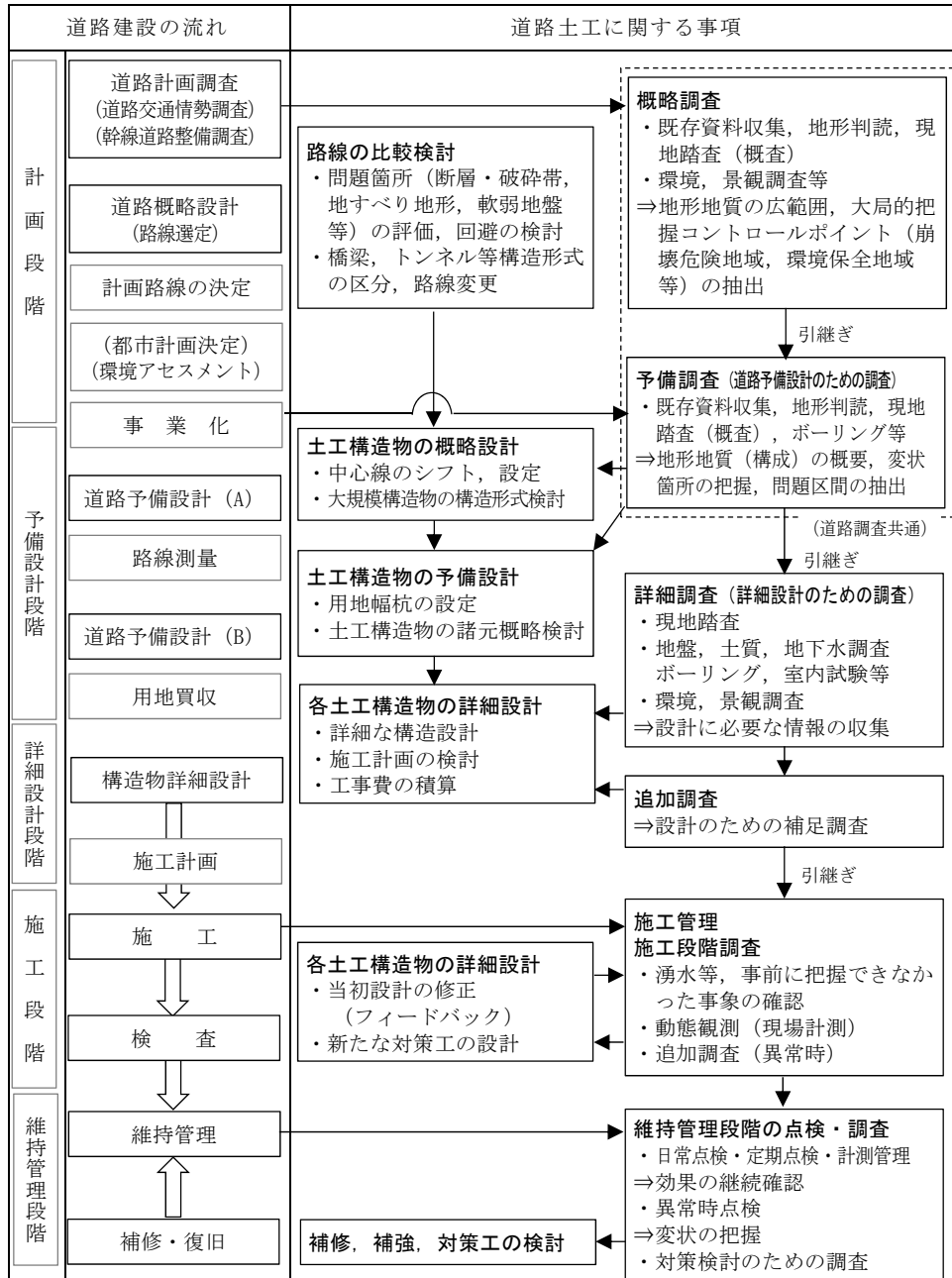


図2 道路建設の流れと道路土工の関連（参考）

3 土及び岩の分類

3-1 土の分類

表 3-1 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	バケツ等にも山盛り形状になりにくいもの。	海岸砂丘の砂 マサ土	砂 (S)
	砂質土及び砂	砂(普通土)	掘削が容易でバケツ等にも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	バケツ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)
	高粘性土	バケツ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)	

土木工事共通仕様書
(H28.1) P29

3-2 岩の分類

表 3-2 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, バケツ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	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 1~5cm 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 5~10cm 程度のもの。
	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もの。	
	硬 岩	中硬石	石灰岩, 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 2,000~4,000m/sec
		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。
	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, 良く密着しているもの。	

土木工事共通仕様書
(H28.1) P29

3-3 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3-3を標準とする。なお、細分化し難いときは表3-4を使用してよい。

表3-3 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) (GPS) (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) (SPu) (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

道路土工要綱
(H21.6) P270~272

表3-4 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=ほぐした土量/地山の土量 C=締固め後の土量/地山の土量
 $1/L$ =地山の土量/ほぐした土量 C/L =締固め後の土量/ほぐした土量
- (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。
- ① 溶結凝灰岩は上表の軟岩(I)を適用する。
 - ② ①以外のシラスについては砂質土及び砂を適用する。
- (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。
- ① コンクリートは軟岩(II)を適用する。
 - ② アスファルト舗装版は軟岩(I)を適用する。

表3-5 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
締固めた後の土	$1/C$	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
(H21.6) P275

4 道路土工の構成

4-1 各部の名称及び標準構成

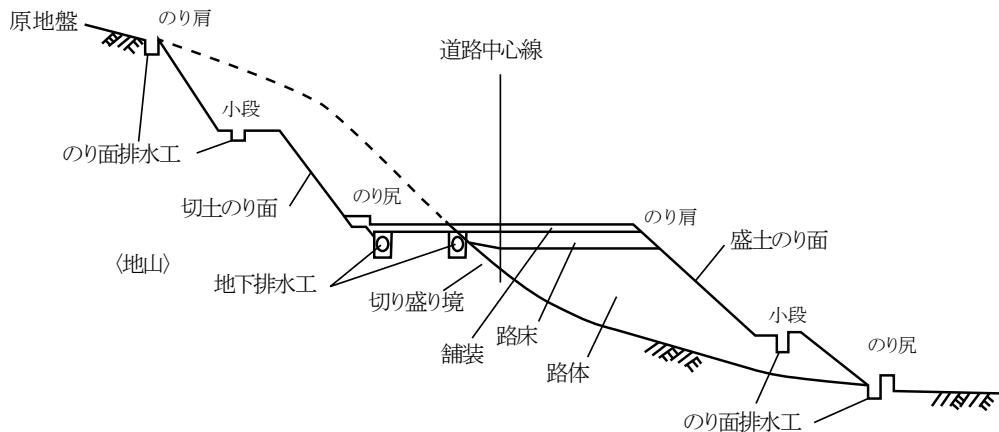


図4-1 盛土切土部の断面と代表的な部位の名称

4-2 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が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、カルバート及びこれらに類するものをいう。

(2) 路床

舗装の基礎となる舗装下面の土の部分を用いる。

(3) 地山

道路土工構造物の構築の用に供する自然地盤を用いる。

(4) 切土

路床と舗装との境界面までの地山を切り下げた部分を用いる。

(5) 盛土

路床と舗装との境界面までの土を盛り立てた部分を用いる。

(6) のり面

盛土又は切土により人工的に形成された斜面を用いる。

(7) 自然斜面

自然に形成された斜面を用いる。

(8) 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用いる。

(9) 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用いる。

道路土工要綱
(H21.6) P4~6

道路土工構造物技術
基準・同解説
(H29.4) P13~15

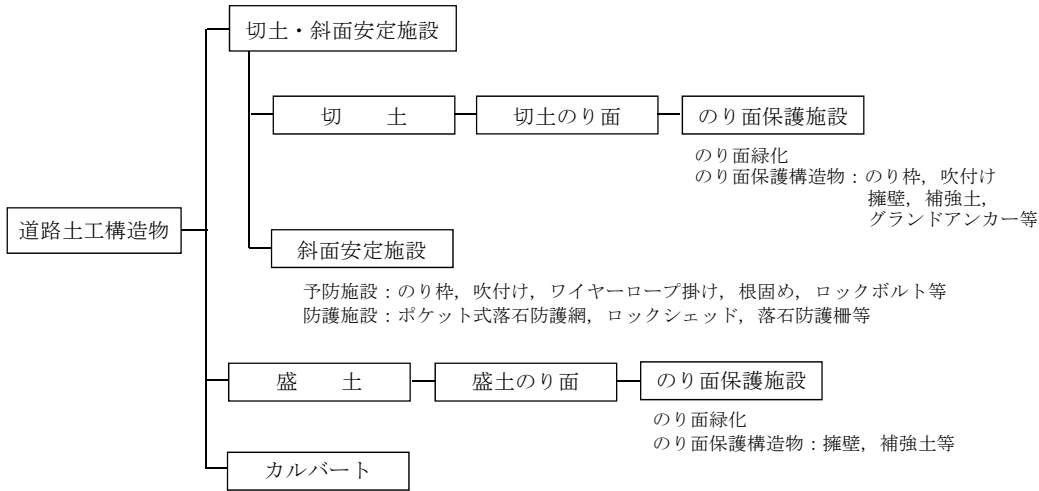


図 4-2 道路土工構造物の体系

(10) 保護路肩

① 一般的な考え方

保護路肩は、道路の最外側にあつて、舗装構造及び路肩を保護するためのものであり、建築限界に含まれない。保護路肩には、路上施設のためのスペースとして設けられるものと、歩道に接続して設けるものの2種類がある。

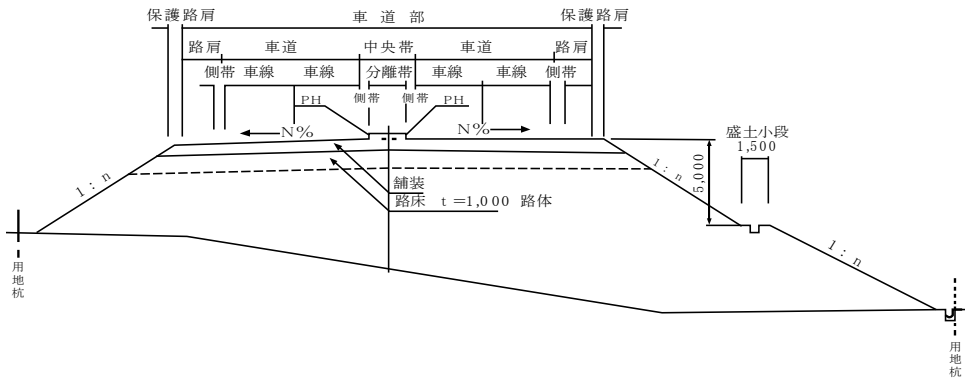


図 4-3 保護路肩の設置

② 保護路肩の構造

ア 保護路肩に連続して設け防護柵のみを設置する場合の保護路肩の構造を図 4-4 に示す。

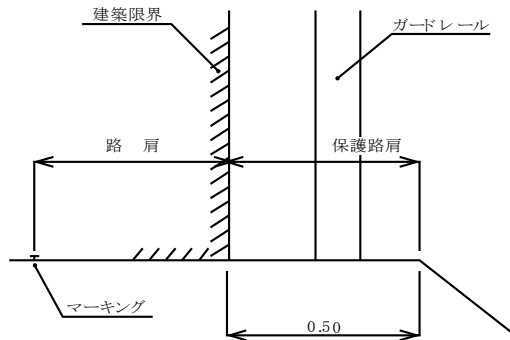


図 4-4 路肩に連続して設け防護柵を設置する場合の保護路肩構造

イ 歩道等に接続して設ける場合の保護路肩の構造を図4-5～6に示す。

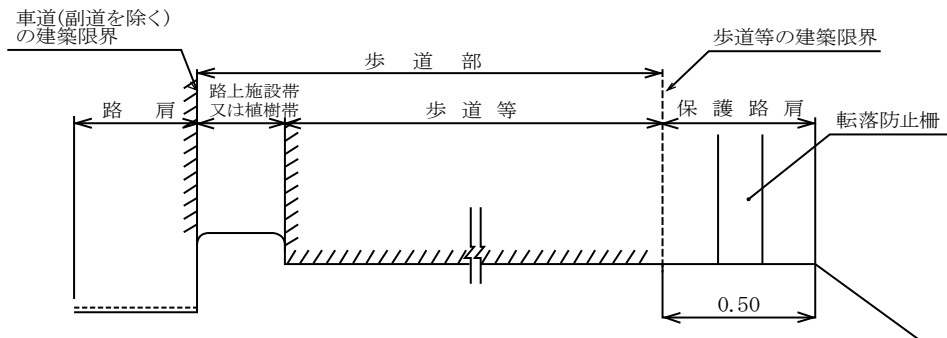


図4-5 歩道等に接続して設ける場合の保護路肩構造
(車道用防護柵設置なし)

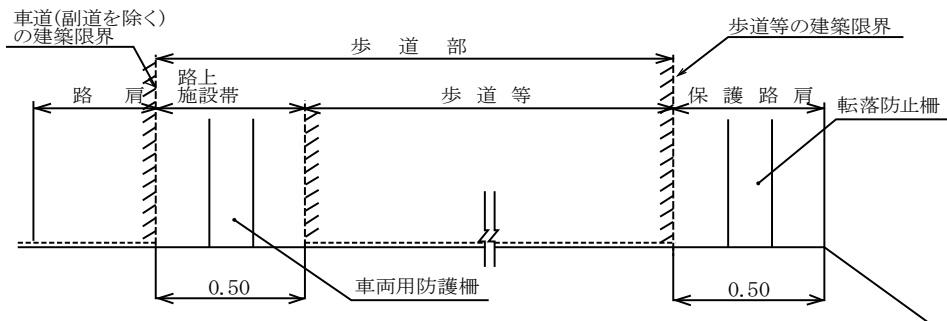


図4-6 歩道等に接続して設ける場合の保護路肩構造
(車道用防護柵設置あり)

4-3 道路土工構造物の要求性能

(1) 道路土工構造物の設計に際して要求される性能（以下「要求性能」という。）は、表4-1に示す道路土工構造物の重要度区分に応じ、かつ、当該道路土工構造物の連続性又は隣接する構造物等の要求性能・影響を考慮して、常時、降雨、地震動の作用及びこれらの組合せに対して安全性、使用性及び修復性の観点から表4-2より選定する。

道路土工構造物技術
基準・同解説
(H29.4) P33～34

表4-1 道路土工構造物の重要度区分

区分	内容
重要度1	①下記に掲げる道路に存する道路土工構造物のうち、当該道路の機能への影響が著しいもの
	・高速自動車国道，都市高速道路，指定都市高速道路，本州四国連絡高速道路及び一般国道 ・都道府県等及び市町村道のうち，※地域の防災計画上の位置づけや利用状況等に鑑みて，特に重要な道路
	②損傷すると隣接する施設に著しい影響を与える道路土工構造物
重要度2	①及び②以外の道路土工構造物

- 注) ※ 1) 地域の防災計画上の位置づけ
地域防災計画における緊急輸送道路等，道路土工構造物の存する区間の道路が災害後の救急活動，復旧活動等の緊急輸送を確保するために必要とされる度合い
- 2) 他の構造物や施設への影響度
道路土工構造物が被害を受けたとき，その損傷が他の構造物や隣接する施設等に影響を及ぼす度合い
- 3) 利用状況及び代替性の有無
交通量等の利用状況や，道路土工構造物が損傷し当該区間の道路が通行機能を失ったときに直ちに他の道路等によってそれまでの機能を維持できるような代替性の有無
- 4) 機能回復の難易度
道路土工構造物が被害を受けた後に，その機能回復に要する時間等

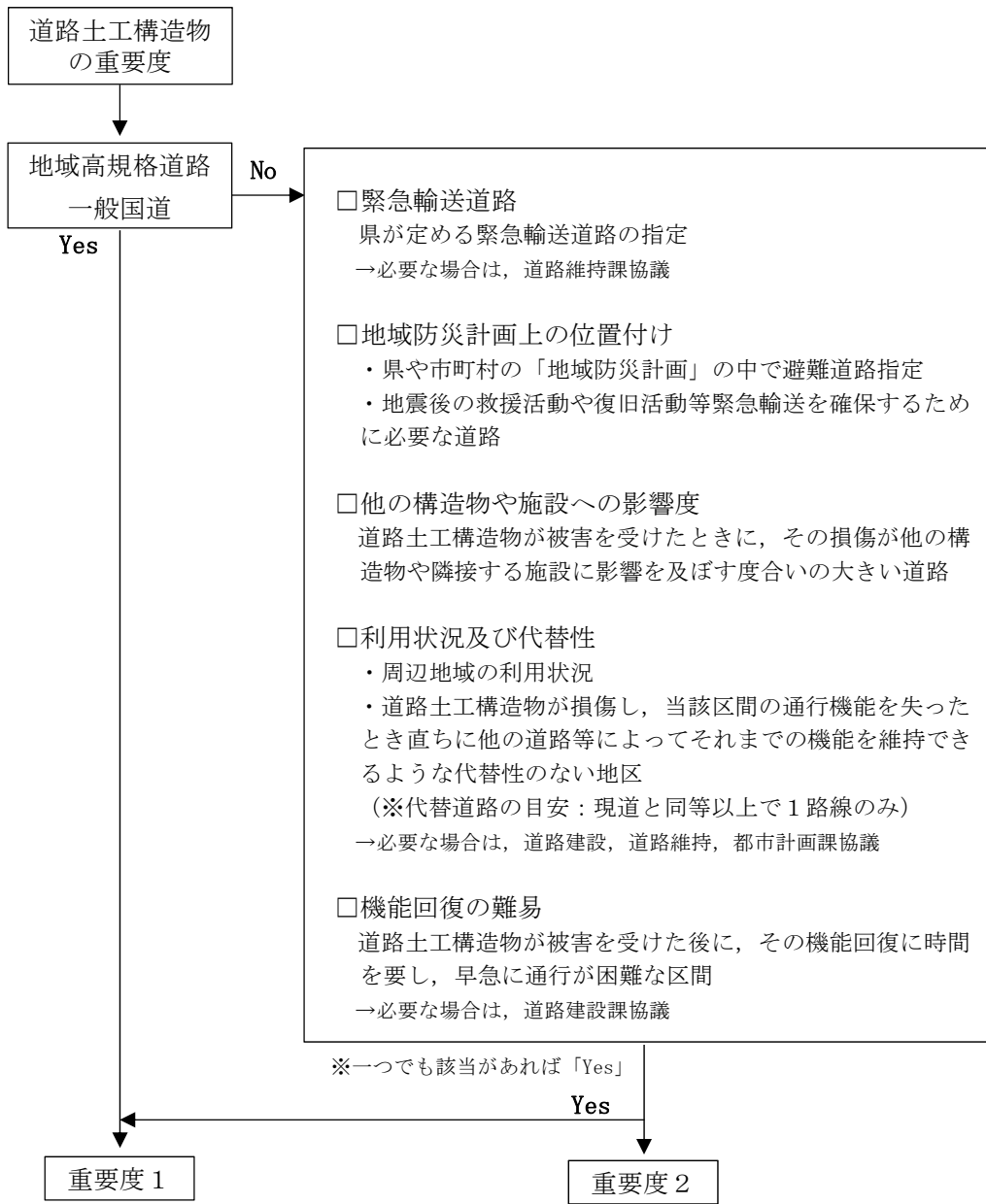


図 4-7 道路土工構造物の重要度区分（フロー）

表 4-2 道路土工構造物の要求性能

要求性能	内容
性能 1	道路土工構造物が健全である、または、道路土工構造物は損傷するが、当該道路土工構造物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
性能 2	道路土工構造物の損傷が限定的なものにとどまり、当該道路土工構造物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
性能 3	道路土工構造物の損傷が、当該道路土工構造物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

道路土工構造物技術
基準・同解説
(H29.4) P33

(2) 道路を新設又は改築する際の設計における要求性能の選定にあたっては、橋梁に連続する盛土（橋台背面アプローチ部）等、当該道路土工構造物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を考慮すること。

レベル2地震動に対する重要度1（一般国道又は主要地方道）の路線において、仮に各種の構造物が連続した場合に、橋梁が耐震性能2、各道路土工構造物がそれぞれ性能2というように連続する構造物の要求性能を考慮して選定したイメージを図4-8に示す。

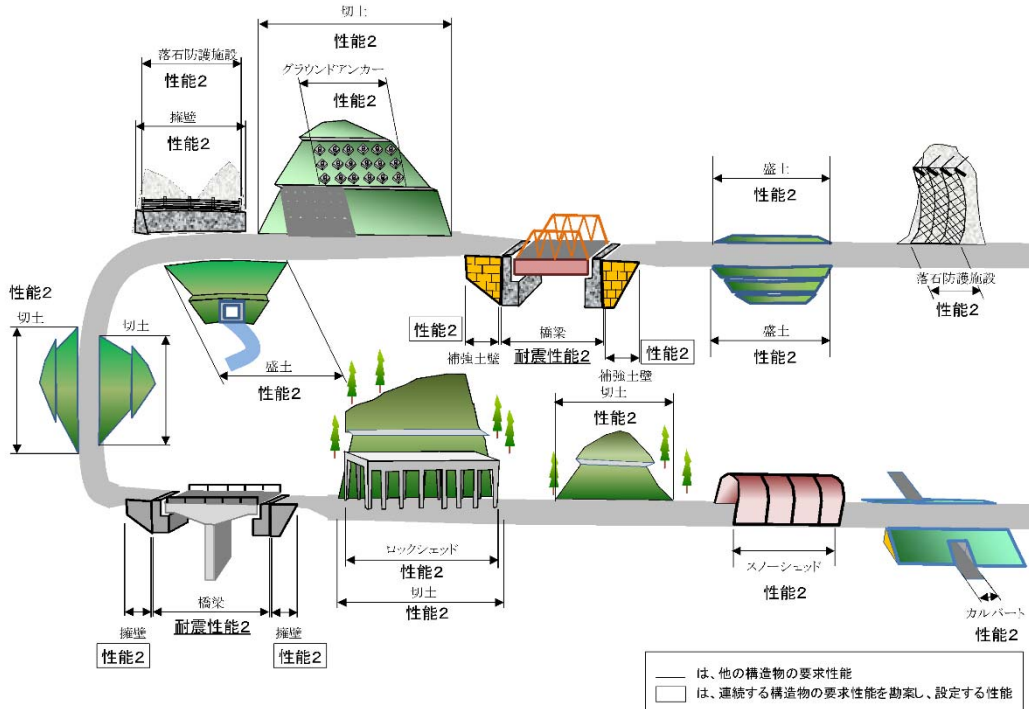


図4-8 連続する構造物との要求性能の整合のイメージ

(3) 従来から道路土工指針において例示されている要求性能を表4-3に示す。一般的な道路土工構造物ではこれが採用されることが多い。

表4-3 道路土工構造物の作用と要求性能の組合せの例

想定する作用		重要度	
		重要度1	重要度2
常時の作用		性能1	性能1
降雨時の作用※		性能1	性能1
地震時の作用	レベル1地震動	性能1	性能2
	レベル2地震動	性能2	性能3

※本表における降雨の作用は、「第1編 道路設計 第5章 排水 5-2 確率降雨年」に示した供用期間中に通常想定される降雨である。

道路土工構造物技術
基準・同解説
(H29.4) P35

道路土工構造物技術
基準・同解説
(H29.4) P44

4-4 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。

- ① 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。
- ② 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、のり面勾配やのり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。

- ① 一般に盛土高が15mを超えるような盛土を高盛土という。
- ② 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。

5 切土

5-1 切土調査手法

調査によって明らかにすべき項目は下記のとおりである。

- (1) 掘削の難易性
- (2) 切土のり面の安定性
- (3) 周辺斜面の安定性

これらの目的と調査手法および判定事項との関係を表5-1に示す。

道路土工要綱
(H21.6) P22~31

表5-1 切土調査の目的と判定事項

調査内容	詳細設計のための調査	追加調査
手法 調査目的	① 現地調査 ② ボーリング等 ③ 弾性波調査 ④ 土質岩石試験 ⑤ 空中写真判読	① 地下水調査 ② 物理調査 ③ その他特殊調査試験
掘削の難易性の判定	地山全体の固さの程度及び土砂、軟岩、硬岩の判定とその分布	
切土のり面設計のための調査	総括的な地質土質の把握と のり面安定上の問題点の抽出	問題箇所 のり面勾配の検討 のり面保護工の検討
周辺斜面の安定性 (落石、崩壊等)	過去の災害履歴 地形調査	落石、崩壊、地すべり、土石流の 可能性と規模の推定およびその対策検討

注) 現地調査・ボーリング・弾性波探査等十分な調査をすること。

特に注意の必要な切土部の調査

総括的な調査で特に注意が必要と判断されたのり面の調査に関しては詳細項目と調査手法の関連付けを表5-2に示す。

表5-2 切土調査の手法と適用

	調査手法				適用地質							
	評価の対象	現地踏査	ボーリング サウンディング	物理探査 (検層を含む)	室内試験	第三 紀層	中古 成層	火 成 岩	崩 積 土	断 層 帯	砂 質 土	泥 流 火 山
1 物性 岩質 土質	①地山の固結度	ハンマーによる打診 土壌硬土指数	原位置試験 (N値等) コア観察	弾性波探査 密度検層	力学試験 密度測定値	○	○	○	○	○	○	○
	②割目 (きれつ) の多少	割目間隔	RQD (コア採取率)	同上 きれつ係数		○	○	○		○		
	③破碎程度	観察	RQD コア観察	同上			○	○		○		
	④風化に対する 耐久性	表層軟化帯厚さ測定			乾燥返し試験 吸水膨張試験他	○		○				○
	⑤風化の進行度合	同上	コア観察 N値測定	弾性波探査		○	○	○				
2 構造 地質 構造	⑥土の粒度	観察	同上		粒度試験				○		○	○
	①層理, 節理, 片理の 向き	観察										
	②断層面, 基盤面, 地 すべり面の向き	クリノメーター等に よる観察				○	○		○	○		
3 水 地下水 土・中水	③破碎帯, 崩積土, 透水層, 風化層の 厚さ	測量 (テープ等による)	コア観察 N値測定	弾性波探査					○	○	○	○
	①湧水状況	観察	孔内水位	電気探査		○	○	○	○	○	○	○
	②上中水の量	観察	同上	地下水検層	自然含水比測定				○			○

※ 調査・試験頻度は「道路土工一切土工・斜面安定指針」参照

5-2 標準横断面図

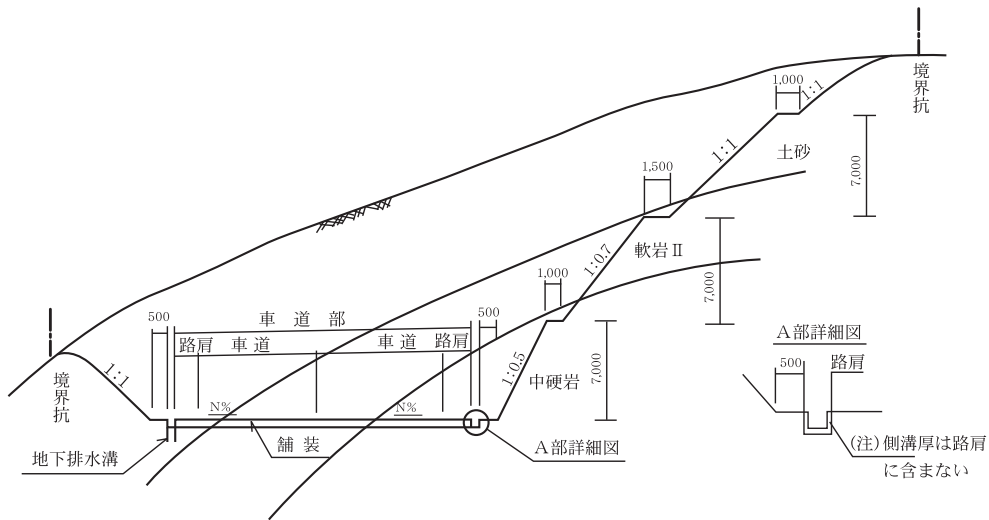


図 5-1 切土断面図

5-3 切土設計の基本（切土の要求性能）

(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良い。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、表4-1及び図4-7に示す重要度の区分に応じて、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5-3を目安とし設定する。性能は、図5-2に切土の要求性能のイメージを参考に示す。

切土工・斜面安定工
指針(H21.6) P134

道路土工要綱
(H21.6) P110

表5-3 切土の要求性能

想定する作用		重要度	
		重要度 1	重要度 2
常時の作用		性能 1	性能 1
降雨時の作用※		性能 1	性能 1
地震時の作用	レベル 1 地震動	性能 1	性能 2
	レベル 2 地震動	性能 2	性能 3

道路土工構造物技術
基準・同解説(案)
(H29.4) P44

性能	損傷イメージ
<p>性能 1</p> <p><u>道路土工構造物は健全である、又は、道路土工構造物は損傷するが、当該道路土工構造物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>道路としての通行機能に支障なし</p>
<p>性能 2</p> <p><u>道路土工構造物の損傷が限定的なものにとどまり、当該道路土工構造物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>道路土工構造物の損傷が、当該道路土工構造物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を回復</p>

道路土工構造物技術
基準・同解説(案)
(H29.4) P37

図5-2 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「道路土工一切土工・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5-3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。

切土工・斜面安定工
指針(H21.6)
P138, 191

切土工・斜面安定工
指針(H21.6) P168

5-4 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、既往のり面の状況を調査し、表5-4の基準値と合わせ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5-4 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	基準値
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
礫質土 岩塊または 玉石まじり	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
砂質土	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・粘土		5m 以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2	1 : 1.2
		5 ~ 10m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5	1 : 1.5

切土工・斜面安定工
指針(H21.6) P136

〔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。

〔注2〕 シラスの場合は特に考慮のこと。

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5-3のようにする。

切土工・斜面安定工
指針(H21.6) P136

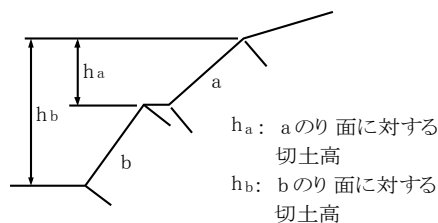


図5-3 切土高及び勾配

- ・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。

シラス等の場合のり面勾配は、斜面背後地の地形、地質、斜面の力学的な安定、法面保護工の施工、環境等の諸条件を考慮し決定すべきである。

表 5-5 シラス切土のり面の勾配の標準

土質の区分	勾 配		指標硬度 (mm)
	湧水がない場合	湧水がある場合	
硬質シラス	1 : 0.5~0.8	1 : 1.0 程度	30~33 で植生困難
中硬質シラス	1 : 0.5~0.8	1 : 1.0 程度	27~30 で植生困難
	1 : 0.8~1.0	1 : 1.0~1.2	25~27 植生容易
軟質シラス	1 : 0.8~1.2	1 : 1.0~1.2	20~25
極軟質シラス	1 : 1.0~1.5	1 : 1.0~1.5	20 以下
熔結凝灰岩	1 : 0.5 以下	1 : 0.5 以下	33 以上
軽石層	1 : 1.0~1.5	1 : 1.0~1.5	
火山灰質有機質土及び 火山灰質粘性土	1 : 1.0~1.5	1 : 1.0~1.5	

切土工・斜面安定工
指針 (H21.6) P139

5-5 特に注意の必要な切土

切土において次に示す(1)~(10)の場合は、表 5-4 の切土の標準のり勾配表が適応できないことがあるので、必要に応じてのり面勾配の変更及びのり面保護工による対策の検討を行わなければならない。

- (1) 用地事情その他によって切土のり面を表 5-4 の標準値より急にする必要のある場合
- (2) 長大のり面となる場合
- (3) 地すべり地の場合
- (4) 崩壊土砂・強風化斜面
- (5) 砂質土など特に浸食に弱い地盤
- (6) 割れ目の多い岩
- (7) 泥岩・凝灰岩・蛇紋岩などの風化速度が速い岩
- (8) 割れ目が流れ盤となる場合
- (9) 地下水が多い場合
- (10) 地震の被害を受けやすい場合

これらの条件で、のり勾配の検討を行う場合は、「道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照すること。なお、(5)から(8)については、九州地方特有の地盤条件が考えられるので、図 5-4 を参考にして、下記の地盤区分には注意を払う必要がある。

① (5) 砂質土などの特に浸食の弱い地盤

この地盤は、鹿児島県本土の全域と宮崎県南部および熊本県人吉盆地と水俣市の一部に分布する「シラス」「ぼら」と北部九州に分布する「風化花崗岩(まさ)」がある。

これらの地盤に切土を行う場合は、斜面の力学的安定性のみならず、表流水や雨水の浸食防止のためののり面保護工、排水工に対して十分な配慮が必要である。

なお、シラスやまさのり勾配は、「道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照すること。

切土工・斜面安定工
指針 (H21.6)
P137~149

② (6) 割れ目の多い岩

割れ目の多い岩は、「第三紀以降火山岩類」と「構造帯および古生層」や「四万十北帯」などがある。

火山岩類のうち溶結凝灰岩類は、冷却節理が発達し、節理に沿ってブロック状崩壊や表層のゆるみ崩壊が発生しやすい。また、熱水変質作用による変朽安山岩は、網目状に粘土が生成し、地層全体が脆弱化しており、規模の大きな崩壊が発生しやすい。

九州の中央部には標高 1000m 以上の山地が、北東から南西に伸びていて、地層もこの方向に配列している。この地層は、本州の紀伊半島から四国の山地と同じように海洋プレートの沈み込みで形成された山地である。これらの地層は年代的に若いほど太平洋の南海トラフに近い場所に位置し、秩父帯（ジュラ紀付加体※）四万十北帯（白亜紀付加体）四万十南帯（古第三紀付加体）の順に並んでいる。

これらの地層は陸側から運ばれた砂や泥が固まった「砂岩」「泥岩」などの岩石でできているが、この中には海底地すべりなどで海溝まで運ばれたと考えられる非常に乱れた地層が存在する。また、構造線の近くでは、深部まで風化・破碎していることがしばしば見られる。これらの地層では、降雨時や工事施工中に比較的大規模な崩壊が発生する。

付加体※：海洋プレートの沈み込みに伴う付加作用によって形成された地質体。大陸側斜面に付加された際に形成される逆断層と楔状構造が特徴

③ (7) 泥岩・凝灰岩・蛇紋岩などの風化速度が速い岩

④ (8) 割れ目が流れ盤となる場合

軟岩のうち、四万十南帯とは別に宮崎市周辺から日南市にかけては、新第三紀の宮崎層群が存在する。宮崎層群は四万十帯と同じように砂岩・泥岩であるが、岩質は軟らかく、砂岩層上・下面で泥岩のスレーキング化によって崩壊する流れ盤すべりが問題となる。また、差別侵食で砂岩の落石も問題になる。

一方、九州北部は、古第三紀の地層が広く分布する。この地層では夾炭層または広域テフラ起源の凝灰岩層が多数存在している。この炭層や軟質凝灰岩薄層では単斜構造の流れ盤すべりが発生する。特に西九州の佐世保（佐世保層群）や唐津（相知層群）では炭層が深いため大きな崩壊となることがしばしばある。

流れ盤の切土の安定性は図 5-4 に示すのり面・割れ目の勾配と方向に影響を受ける。のり面勾配(β)は、割れ目の見かけの傾斜角(α')と同じかそれより緩いと安定する。ただ、割れ目が 30° 以下の緩傾斜、 60° 以上の急傾斜の場合は他の要因でのり勾配が決定される場合がある。詳細については、「道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照すること。

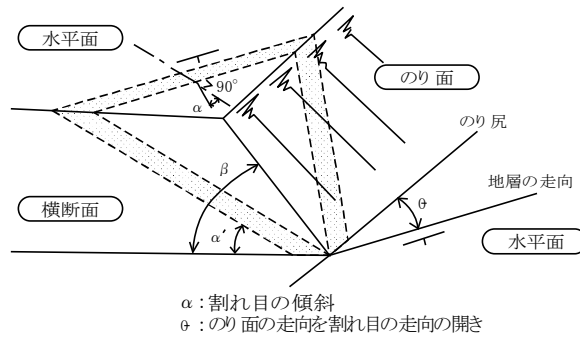


図5-4 割れ目傾斜とのり面傾斜の関係

ここで、 α' は次のようにして決まる。

$$\tan \alpha' = \cos \theta \cdot \tan \alpha$$

α' : 見かけの割れ目の傾斜面

α : 割れ目の傾斜

θ : のり面の走行と割れ目の走行の交角

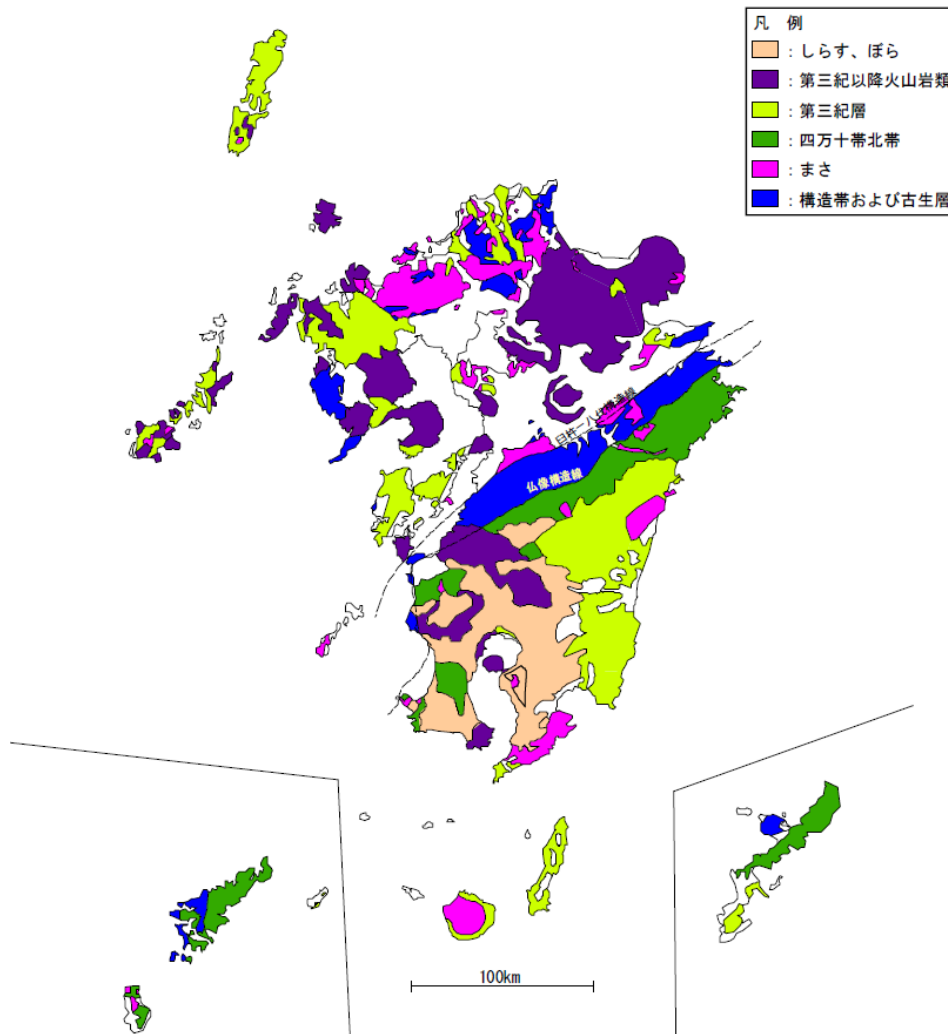


図5-5 九州の斜面災害地質分布図

5-6 切土小段

(1) 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。

小段排水工は、のり尻から隔段毎に設けるものとし、水路が無い場合の小段幅は1.0m、水路がある場合の小段幅は1.5m（水路式）を標準とする。

ただし、切土高が低い場合には、小段を設けることにより逆に排水上の弱点をつくるのが考えられるので、硬岩、シラス、まさ等では小段を設けない例もある。

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。

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。

(2) 小段の利点と欠点

小段は以下の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、切土高、のり面を構成する土質、経済性などの諸条件を考慮して決定すべきである。

① 利点

ア 連続した長大のり面の下部では表面水の流量・流速が増加し、洗掘力が大きくなる。そこで、のり面の途中にほぼ水平な小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。

イ 点検用の通路及び補修のための足場として便利である。

② 欠点

ア 表面水が小段面から切土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。

イ シラス、まさ、その他浸食に弱い土質からなる場合、小段に水が集まり、その下部ののり面に集中して流れ、ガリー浸食（掘れ溝）を急速に早めることがある。

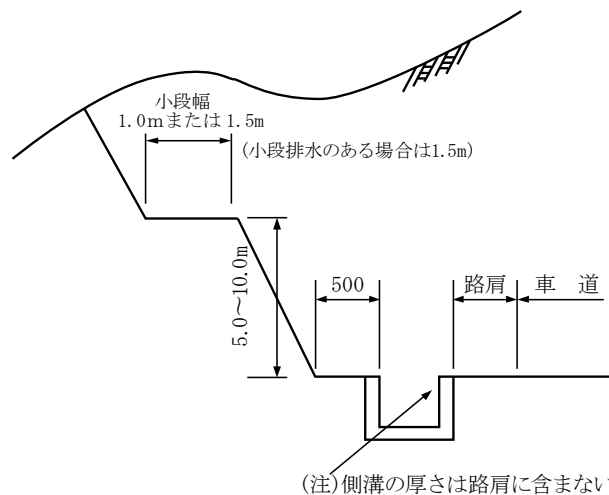


図5-6 小段の位置と幅

(3) 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。

切土工・斜面安定工
指針(H21.6) P152

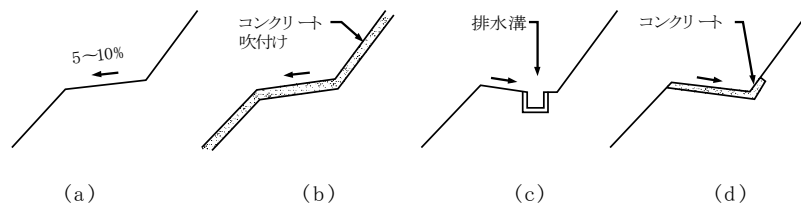


図5-7 小段の横断勾配

5-7 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浸食を受けやすく崩壊しやすい。したがって浸食防止、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5-8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5-9に示すように処理することを原則とする。

ただし、小段の肩については、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。

切土工・斜面安定工
指針(H21.6) P150

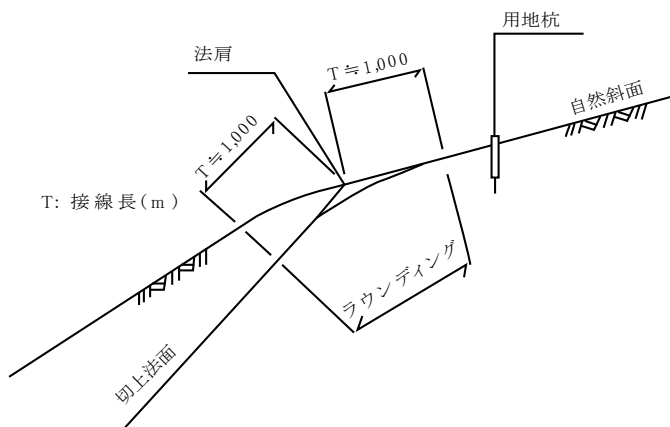


図5-8 ラウンディングの形状

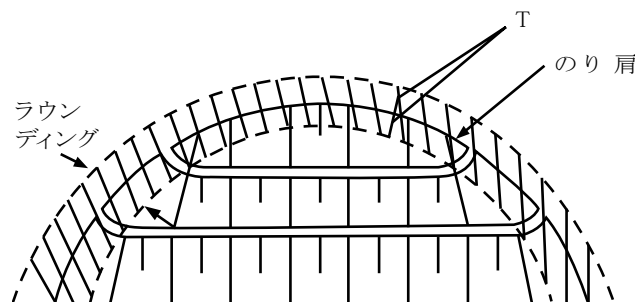


図5-9 縦方向のラウンディング

5-8 (参考資料) 労働安全衛生規則の抜粋

掘削作業などにおける危険の防止

明り掘削の作業（掘削面のこう配の基準）

第 356 条

事業者は、手掘り（パワーショベル、トラクターショベル等の掘削機械を用いないで行う掘削の方法をいう。以下次条において同じ。）により地山（崩壊又は岩石の落下の原因となる亀裂がない岩盤からなる地山、砂からなる地山及び発破等により崩壊しやすい状態になっている地山を除く。以下この条において同じ。）の掘削の作業を行うときは、掘削面（掘削面に奥行きが2.0m以上の水平な段があるときは、当該段により区切られるそれぞれの掘削面をいう。以下同じ。）の勾配を、次の表の左欄に掲げる地山の種類及び同表の中欄に掲げる掘削面の高さに応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値以下としなければならない。

表 5-6

地山の種類	掘削面の高さ (単位：m)	掘削面の勾配 (単位：度)	勾 配
岩盤又は堅い粘土からなる地山	5.0 未満	90	1 : 0.0
	5.0 以上	75	1 : 0.3
その他の地山	2.0 未満	90	1 : 0.0
	2.0 以上 5.0 未満	75	1 : 0.3
	5.0 以上	60	1 : 0.6
砂からなる地山	5.0 未満	35 以下	1 : 1.4
発破等により崩壊しやすい状態の地山	2.0 未満	45 以下	1 : 1.0

表中の「堅い粘土」とは、標準貫入試験におけるN値が8以上の粘土をいう。

前項の場合において、掘削面に傾斜の異なる部分があるため、その勾配が算定できないときは、当該掘削面について、同項の基準に従い、それよりも崩壊の危険が大きくないように当該各部分の傾斜を保持しなければならない。

第 357 条

事業者は、手掘りにより砂からなる地山又は発破等により崩壊しやすい状態になっている地山の掘削の作業を行うときは、次に定めるところによらなければならない。

- 1 砂からなる地山にあつては、掘削面の勾配を 35° 以下とし、又は掘削面の高さを 5.0m 未満とすること。
- 2 発破等により崩壊しやすい状態になっている地山にあつては、掘削面の勾配を 45° 以下とし、又は掘削面の高さを 2.0m 未満とすること。

前条第 2 項の規定は、前項の地山の掘削面に傾斜の異なる部分があるため、その勾配が算定できない場合について、準用する。

5-9 切土のり面の安定計算

切土のり面の設計のための安定計算は、地すべり地や崩壊跡地などにおける切土を除いて一般に行わないが、施工中あるいは工事完了後に崩壊したのり面の復旧対策工の設計の検討に用いることがある。この場合、崩壊箇所の横断面図を用い、崩壊のり面のすべり面を推定し、すべりに対する安定計算を行う。安定計算は道路土工「切土工・斜面安定工指針」の11-3「地すべりの安定解析」を準用する。

順序として、まず崩壊前ののり面形状をすべりに対する安全率 $F_s=1.0$ と仮定し「切土工・斜面安定工指針」の式（解11-2）を用い、逆算によって、すべり面の強度定数 c 及び ϕ を求める。又すべり面付近より採取した試料について実施した土質試験結果などを総合して、最終的にすべり面の強度定数 c 及び ϕ を決定する。次に、このようにして求めた c 及び ϕ を対策工法の検討のための安定計算に適用して、のり面の切直しが必要である。

切土工・斜面安定工
指針(H21.6) P399

6 床堀

6-1 床堀勾配等

(1) 床掘り勾配及び余裕幅

標準床掘り勾配及び余裕幅は、最新の「土木工事数量算出要領（案）：国土交通省監修」によるものとする。

側溝等のプレキャスト製品で掘削高さが1m未満の小構造物等については、図6を標準とする。

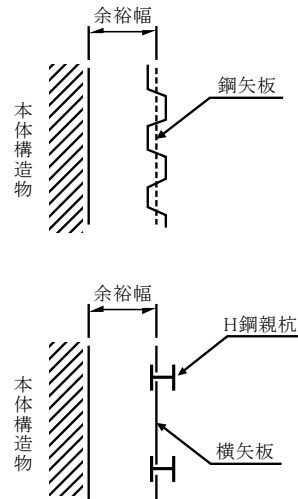
土木工事数量算出要領(案)

表6-1 標準床掘り勾配

土質区分	掘削面の高さ	床堀勾配	小段の幅
中硬岩・硬岩	5m未満	直	—
	全掘削高5m以上	1:0.3	下からH=5m毎に1m
軟岩Ⅰ・軟岩Ⅱ	1m未満	直	—
	1m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
レキ質土・砂質土 粘性土・岩塊玉石	1m未満	直	—
	1m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	—
	10m以下	1:1.5	下からH=5m毎に2m
発破などにより崩壊し やすい状態になっている 地山	2m未満	1:1.0	下からH=2m毎に2m

表6-2 余裕幅

種別	足場工の有無	余裕幅
オープン掘削	足場工なし	50cm
	足場工あり (フーチング高さ2m未満でフーチング上に足場を設置する場合)	170cm (50cm)
土留掘削	足場工なし (プレキャスト構造物で自立型土留めの場合)	100cm (70cm)
	足場工あり (フーチング高さ2m未満でフーチング上に足場を設置する場合)	220cm (100cm)



- 注) 1. 余裕幅は本体コンクリート端からとする。
 2. 矢板施工の余裕幅は矢板のセンターからの距離。
 3. 足場工が必要な場合とは、H=2m以上の構造物
 4. 小構造物等で、これによることが不適当な場合は別途余裕幅を考慮する。
 (図6参照)
 5. 共同溝等の特殊な場合は、別途取り扱う。

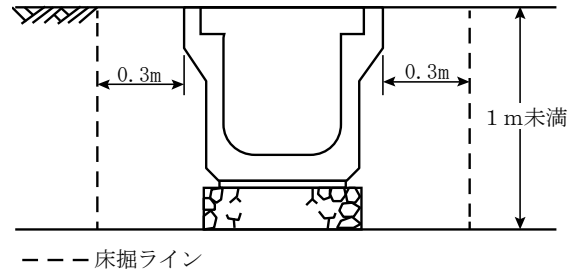


図6 側溝等のプレキャスト製品の床掘図（掘削高さ1 m未満）

(2) 数量算出

数量算出は、最新の「土木工事数量算出要領（案）：国土交通省監修」によるものとする。

7 切土のり面の保護工

7-1 のり面保護工の種類と目的

のり面保護工は、植物または構造物でのり面を被覆し、のり面の長期的な安定の確保を第一とし、自然環境の保全や修景を行うものである。

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

7-2 のり面保護の選択

のり面保護工の選定に当たっては、のり面の岩質、土質等の地質・土質条件、湧水や集水の状況、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まで考慮し選定する。

標準的なのり面保護工の主な工種と目的を表7-1に示す。

表7-1 のり面保護工の工種と目的

		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	浸食防止, 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
		植芝工	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	ある程度の土圧に抵抗して崩壊を防止	
	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盤工と定義される。緑化基盤工は植生工が単独で施工できない場合に用いるもので、植生工と緑化基盤工の組合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。

切土工・斜面安定工
指針(H21.6) P191

切土工・斜面安定工
指針(H21.6)
P192~193

7-4 植生によるのり面保護工

のり面緑化工は、のり面に植物を繁茂させることで、のり面の保護を図る工法の総称である。植物で覆うことにより、雨水による法面の浸食を防ぎ、風化を抑制することができる。また、のり面に周辺の自然環境と調和のとれた植生を繁茂させ、自然環境や景観を保全することができます。さらに、木本植物を導入することによりCO₂の吸収・固定効果が期待できることから、地球温暖化対策としても有効である。

一方、のり面緑化工は、構造物のような力学的性能を有していないため、崩壊のおそれがあるのり面には、構造物によるのり面保護工(緑化基礎工)を併用する必要がある。のり面の勾配が急な場合等、植生工を単独で施工できないときには、植生工と緑化基礎工を組み合わせる。

植生工には、種子を用いて植生を導入する播種工、苗木等を用いて植生を導入する植栽工の他に、それら2つの特徴を併せ持つ苗木設置吹付工等がある。

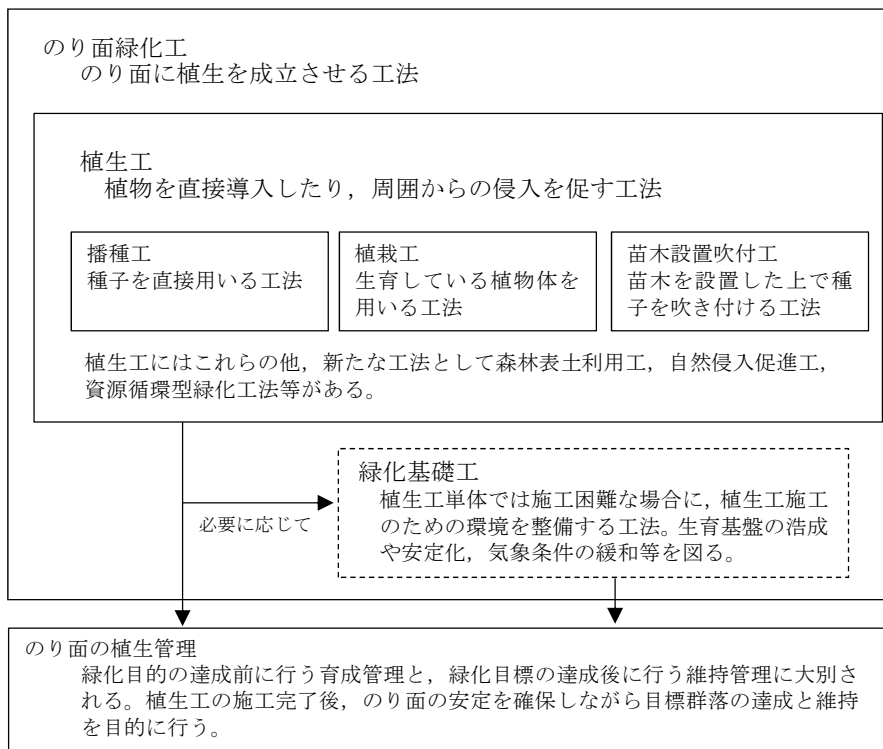


図7-2 のり面緑化工の構成

植生の選定等の検討を行うために、岩質、土壌硬度、土性、土壌酸性度等の調査を行うが、土壌硬度に関しては、のり面造成後に測定することを基本とする。

調査段階で地盤工学会基準の簡易動的コーン試験を実施し、Nd値が得られている場合は、図7-3が土壌硬度の目安となる。

また、Nd値とN値の関係は、 $Nd = (1 \sim 2)N$ 、凝灰岩、凝灰角礫岩では $Nd = 1.5N (Nd < 20)$ が提案されている。

簡易動的コーン 貫入試験	Nd 値					
	0.5	1	5	10	20	30
土壌硬度試験	土壌硬度指数(mm)					
	10	25	30	35	40	
土質区分	砂地 軟弱地	普通土	硬質土	強風化岩 石礫地	軟岩 強風化岩	硬岩
生育性	生育不良	生育良好	生育不良	生育困難		

図 7-3 土壌硬度とのり面土質の区分

7-5 屋久島地区及び奄美大島、徳之島地区におけるのり面保護

世界自然遺産地域や今後、世界遺産登録を目指すことを踏まえ、より一層の自然環境配慮型の公共事業への取り組みが必要となることから、屋久島と奄美大島、徳之島については、各島の自然特性を踏まえ、原則、外来種（島外種）の種苗は使用しない。

また、在来種の種苗の仕様を原則とするが、当面の間、島内種の供給が困難なことから、無種子による吹付とする。

今後、在来種の供給体制の支援・普及を図る。

7-6 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

のり面の湧水や地表面近くの地下水を集めて排水するためには、**図 7-5**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。

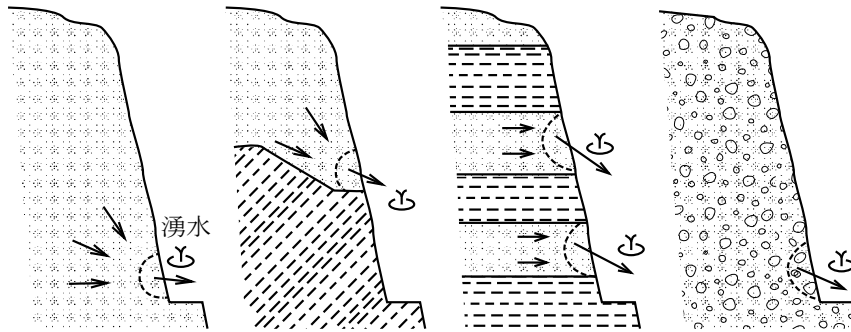
- ② じゃかご工……地下排水溝と併用してのり尻を補強する

切土工・斜面安定工
指針
(H21.6) P171

③ 水平排水孔……湧水をのり面の外へ抜く

のり面に小規模な湧水があるような場合には、図7-4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。



(a) 斜面下部集中湧水 (b) 不透水層上の湧水 (c) 透水層からの湧水 (d) 細粒分の流出

図7-4 湧水による崩壊例

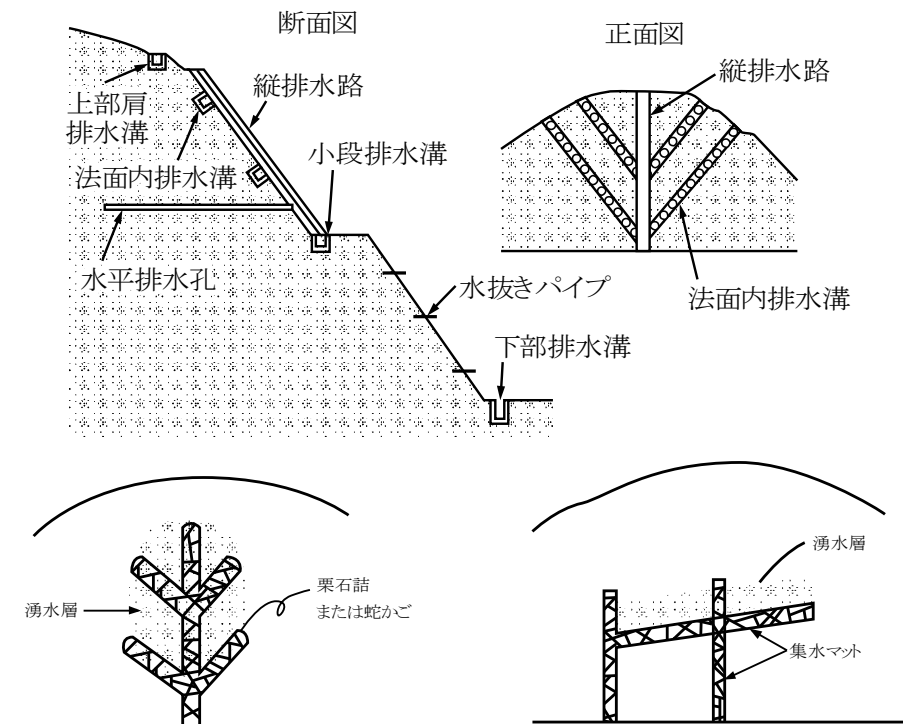


図7-5 地下排水溝の例

(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7-6を参考に適切な排水方法を選択する。

九地整運用

現場吹付法砕工の概念図

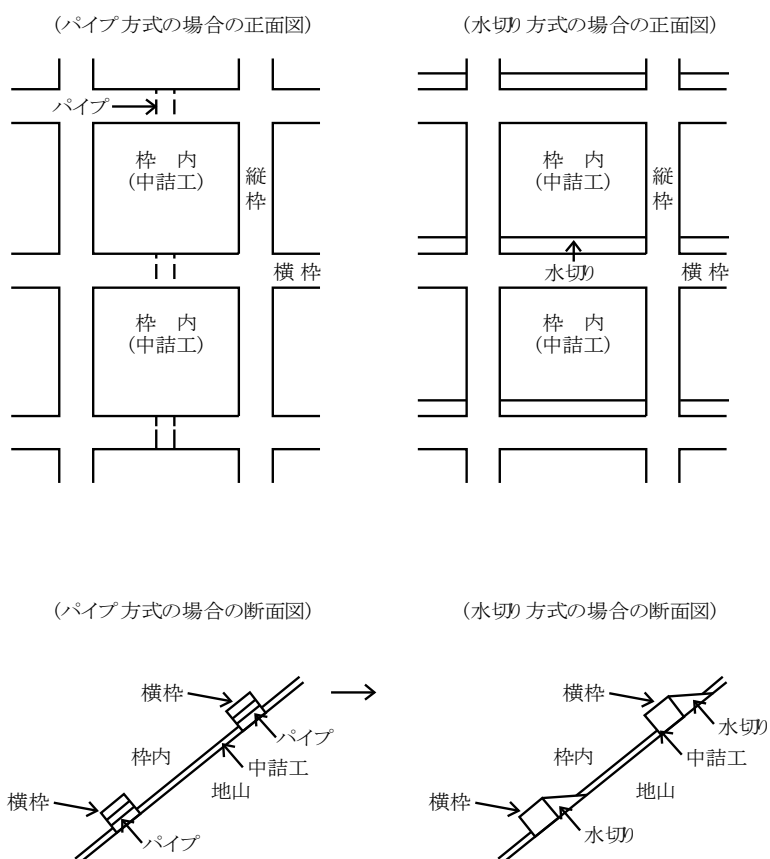


図 7-6 現場打吹付法砕工の排水方法 (参考図)

7-7 構造物工によるのり面保護工

構造物工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、「道路土工一切土工・斜面安定工指針」、 「のり砕工の設計・施工指針」を参照すること。

7-7-1 モルタル及びコンクリート吹付工

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

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

吹付厚さは、のり面の地質状況や凍結深さ等の立地条件を考慮して決定するが一般的には、以下の数値を標準とする。

- ①モルタル吹付工・・・8～10cm
- ②コンクリート吹付工・・・10～20cm

切土工・斜面安定工指針 (H21.6) P275

切土工・斜面安定工指針 (H21.6) P301～303

7-7-2 プレキャスト枠工

一般に浸食されやすい切土・盛土のり面や標準のり面勾配でも状況により植生が適さない箇所、あるいは植生を行っても、表面が崩落するおそれのある場合等、一般に1:1.0より緩やかな勾配のり面に適用する。

一般にプレキャスト製品であり、枠の交点部分には滑り止めの杭、又は鉄筋等を設置することが望ましい。また、枠内には良質土を埋戻し、植生を行うか湧水がある場所、その他植生では流出する恐れのある場合には、ブロック張、栗石等の空張又は練張を行って保護する。

美観を重視する場合は石張の間げきに種肥土を填充したり、種子吹付工の併用、植生袋を積み上げて緑化することもできる。

湧水が特に多い場合は、のり面に導水溝、地下排水溝、吸出防止材を設けることが必要である。栗石の空張は湧水などにより地山がゆるみ、枠内の栗石を押し出し、落下する場合があるので使用には特に注意すること。

一方のり枠材はコンクリート製のほか、現地条件、土質等に応じて、プラスチック製枠工、鋼製枠工等を用いてもよい。

7-7-3 吹付枠工

吹付枠工は、岩盤はく落防止、表層崩壊防止のほか、緑化基礎工としての機能がある。吹付のり枠工は亀裂の多い岩盤のり面や、早期に保護する必要があるのり面に多く用いられ、凹凸のあるのり面でも使用できる。

本工法の基本的な機能は現場打コンクリート枠工と同様であるが、施工性が良く、凹凸のあるのり面に施工でき、のり面状況に合わせて各種形状の枠も可能であることなどに特色がある。吹付枠工は数種の工法があるうえ、部材寸法を変えたり、アンカーの併用などにより、種々の現地条件に適合できるが、各々の特徴および他工種との経済性、施工性などを比較検討して工種を決定しなければならない。

(1) 設計基準強度

吹付法枠工の設計基準強度は「のり枠工の設計・施工指針」に基づき、コンクリートの設計基準強度は $\sigma_{ck}=18\text{N}/\text{mm}^2$ として設計するものとする。

(2) 配合

吹付法枠は、均一な品質が得られやすいモルタルでの施工を標準とする。

(3) 吹付枠工の設計

吹付枠工の設計は「のり枠工の設計・施工指針(改訂版)H18.11(社)全国特定法面保護協会」に準じて、性能照査型の検討を行うものとする。

(4) 吹付枠工の目地

吹付枠工の目地は、現地状況、施工規模に応じて適宜配置すること。

切土工・斜面安定工
指針(H21.6)
P278~279

切土工・斜面安定工
指針(H21.6)
P280~283

7-7-4 現場打コンクリート枠工

風化岩や長大のり面などでブロックのり枠では、崩落のおそれがある場合は、現場打の鉄筋コンクリート枠工、吹付工法枠が用いられる。

枠内は状況に応じてコンクリート吹付、モルタル吹付工あるいは植生などにより保護するのが望ましい。

のり面の状況に応じて、枠の交差点部分にはすべり止めのアンカー、またはP C鋼材などによるアンカーを設置する。

7-7-5 アンカー工

(1) 構成

アンカー工は、引張り力を地盤に伝達するためのシステムで、グラウトによって造成されるアンカー体、引張り部、アンカー頭部によって構成される。

切土工・斜面安定工
指針 (H21.6) P289

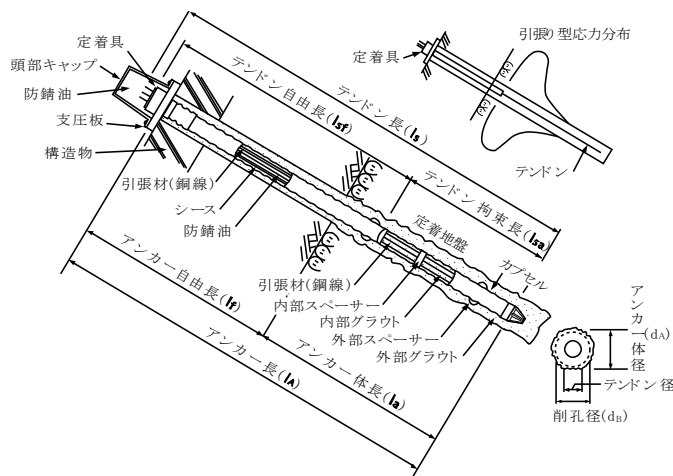


図 7-7 摩擦型アンカー(引張り型)の一例

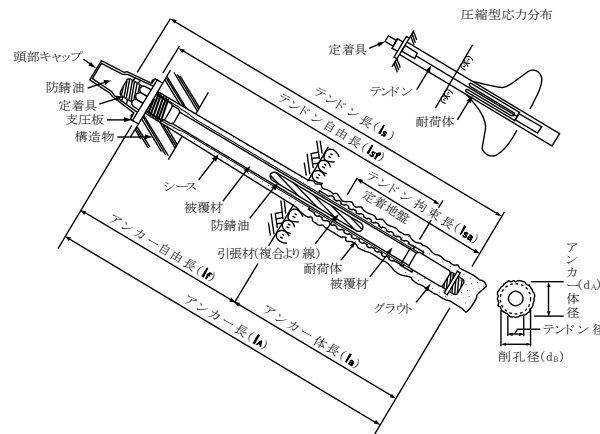


図 7-8 摩擦型アンカー(摩擦型)の一例

(2) アンカー工の設計

アンカー工の設計は「道路土工一切土工・斜面安定工指針」及び「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」に準じて行うものとする。

抑止力の小さい場合は、地山補強土工(亜鉛メッキ)の比較検討を行うものとする。

8 環境・景観対策

8-1 環境対策

環境対策，特に自然環境対策の一般的手法としては，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。

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………周辺自然環境の質，内容を把握し，当該対象の改変を最小化するのか，改変後復元を行うのか対策の方針を検討する。
- (2) 改変面積の縮小化………平面・縦断線形の検討や，擁壁工等との併用によるのり面勾配の見直しにより改変面積を縮小する。
- (3) 影響の緩和………造成により新規に出現する林縁部の保護を行う。
- (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させ修復する。

なお，詳細については「道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照されたい。

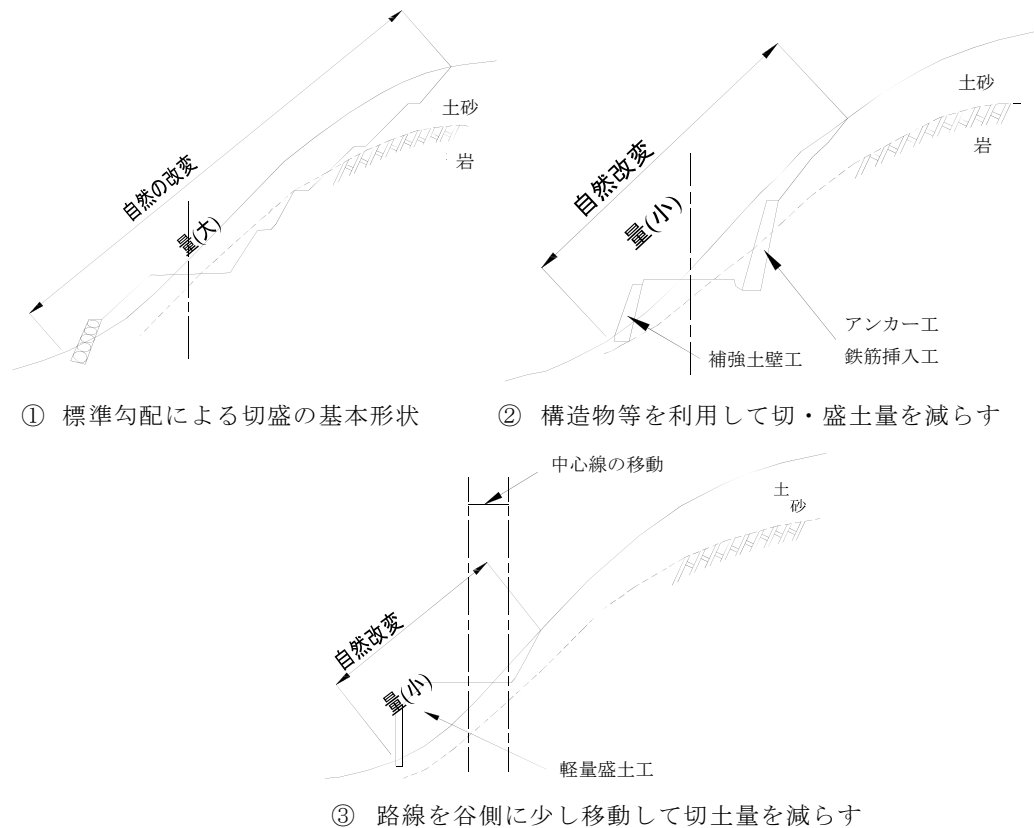


図8-1 土工量やのり面積を減じる切盛の例

8-2 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。

調和を図るには造景三要素と呼ばれる①形態、②材質、③色彩を周辺と近似なものとすることにより、周辺景観と同化融合を図り、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) 統一性 : 景観整備を図るうえで最も基本となる概念であり、全体として統一された良好な景観となるよう、路線全体の形態、材質、色彩の統一性を図る。また、材質感の統一を欠いた例を図8-2に示す。
- (2) 連続性 : 道路内部景観（走行景観）の形成にあたっては、予測しがたい急激な景観変化、予測に反する変化は心理的不安定をもたらすことから、心理的安定を阻害する構造物の設置、デザインは避ける。
- (3) 円滑性 : 鋭敏な形状は身の危険を感じ心理的安定が乱されやすいことから構造物は鋭敏な形状は避け、円滑な形状を採用することや、のり面にラウンディングを採用する。
- (4) 一体性 : 構造物は一体的に見えることにより安心感を与えることから、構造物の一部が一つの部品、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（逆三角形、オーバーハングしたもの）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ことから、安定感のある形状（三角形、ピラミッド式、雛壇式等）を採用するのが好ましい。
- (6) 軽快性 : 巨大な構造物や空間に架かる構造物は、圧迫感を覚え心理的安定が乱されるため、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等の手法を用い圧迫感を解消させる。

なお、詳細については「道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照すること。

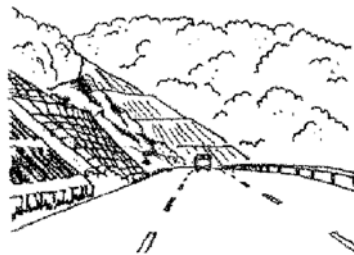


図8-2 材質感の統一を欠いた例

9 斜面崩壊対策

9-1 設計の基本

(1) 斜面安定工は、図9-1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。

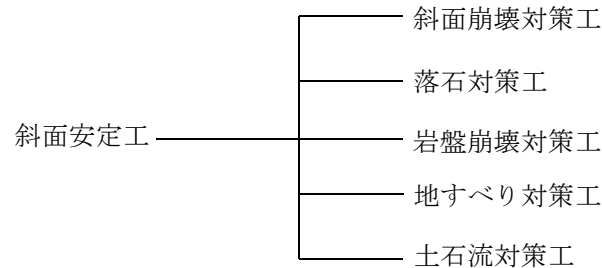


図9-1 斜面安定工の分類

(2) 斜面安定施設は、自然斜面の崩壊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重を設定する。

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、表4-1及び図4-7に示す重要度の区分に応じて、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。

一般的には、斜面安定施設の要求性能は表9-1を目安として設定する。性能は、図9-2、図9-3に斜面安定施設の要求性能のイメージを参考に示す。

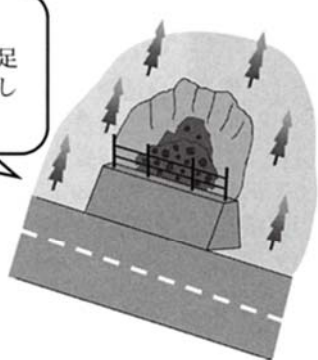
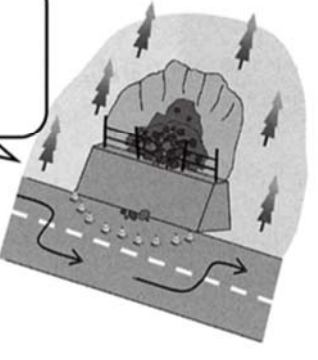
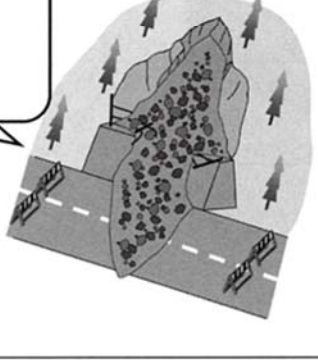
切土工・斜面安定工
指針(H21.6) P32～

道路土工要綱
(H21.6) P110

表 9-1 斜面安定施設の要求性能

想定する作用		重要度	
		重要度 1	重要度 2
常時の作用		性能 1	性能 1
降雨時の作用※		性能 1	性能 1
地震時の作用	レベル 1 地震動	性能 1	性能 2
	レベル 2 地震動	性能 2	性能 3

道路土工構造物技術
基準・同解説
(H29.4) P44

性能	損傷イメージ
<p>性能 1</p> <p><u>道路土工構造物は健全である、又は、道路土工構造物は損傷するが、当該道路土工構造物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>防護施設が崩落土砂を補足 道路の通行機能に支障なし</p> 
<p>性能 2</p> <p><u>道路土工構造物の損傷が限定的なものにとどまり、当該道路土工構造物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>道路土工構造物の損傷が、当該道路土工構造物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にならない性能</u></p>	<p>全面通行止めは行うが、 復旧工事により 通行機能を回復</p> 

道路土工構造物技術
基準・同解説
(H29.4) P38

図 9-2 斜面安定施設の要求性能のイメージ

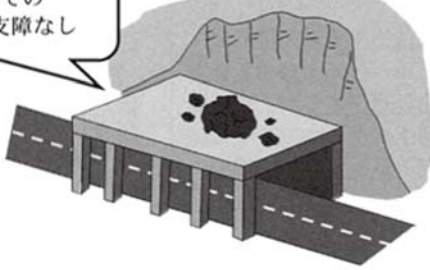
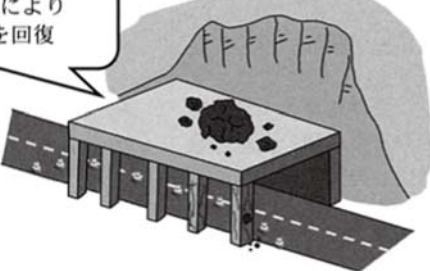
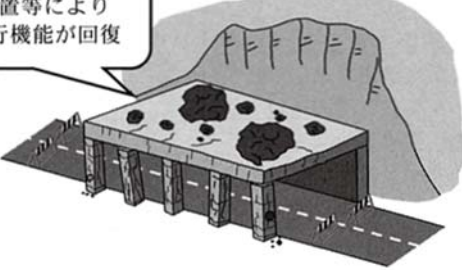
性 能	損傷イメージ
<p>性能 1</p> <p><u>道路土工構造物は健全である, 又は, 道路土工構造物は損傷するが, 当該道路土工構造物の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</u></p>	<p>健全性に問題がなく, 道路としての通行機能に支障なし</p> 
<p>性能 2</p> <p><u>道路土工構造物の損傷が限定的なものにとどまり, 当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが, すみやかに回復できる性能</u></p>	<p>一時通行規制を行うが, 簡易な復旧により通行機能を回復</p> 
<p>性能 3</p> <p><u>道路土工構造物の損傷が, 当該道路土工構造物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 9-3 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・実績から妥当とみなせる方法として, 「道路土工一切土工・斜面安定工指針」, 「道路土工一擁壁工指針」に示される方法により設計を行う場合は, 一般的に表 9-1 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, 「道路土工一切土工・斜面安定工指針」, 「道路土工一擁壁工指針」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。

道路土工構造物技術
基準・同解説
(H29.4) P39

道路土工構造物技術
基準・同解説
(H29.4) P47~

道路土工構造物技術
基準・同解説
(H29.4) P63~64

切土工・斜面安定工
指針(H21.6) P307

9-2 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を図9-4に示す。

なお，設計の際は「道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照すること。また，常時の作用として，少なくとも死荷重の作用を考慮する。

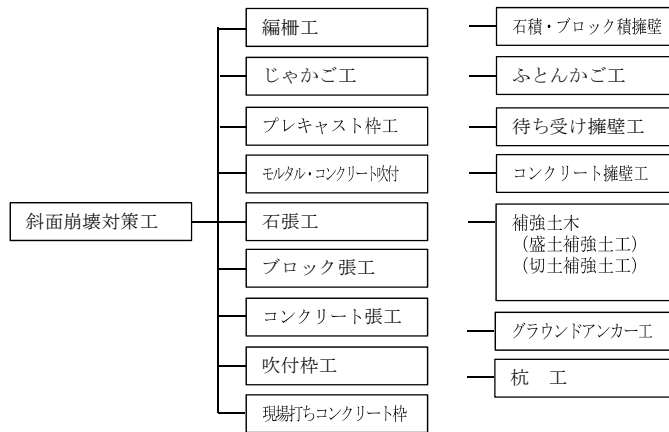


図9-4 表層崩壊の対策工

9-3 落石・岩盤崩壊対策

落石・岩盤崩壊対策工は，①回避による対策，②対策工による対策，③監視による暫定的な対策がある。落石・岩盤崩壊の対策選定の流れを図9-5に示す。規模の大きな落石及び岩盤崩壊対策において，やむを得ず回避できない場合は，対策工とともに，目視点検や計測機器による監視を併せて計画する。

なお，落石には，「転石型」と「浮石型」があり，浮石型で不連続面の崩壊規模が大きくなったものが岩盤崩壊となる。その落石パターン分類を図9-6に示す。

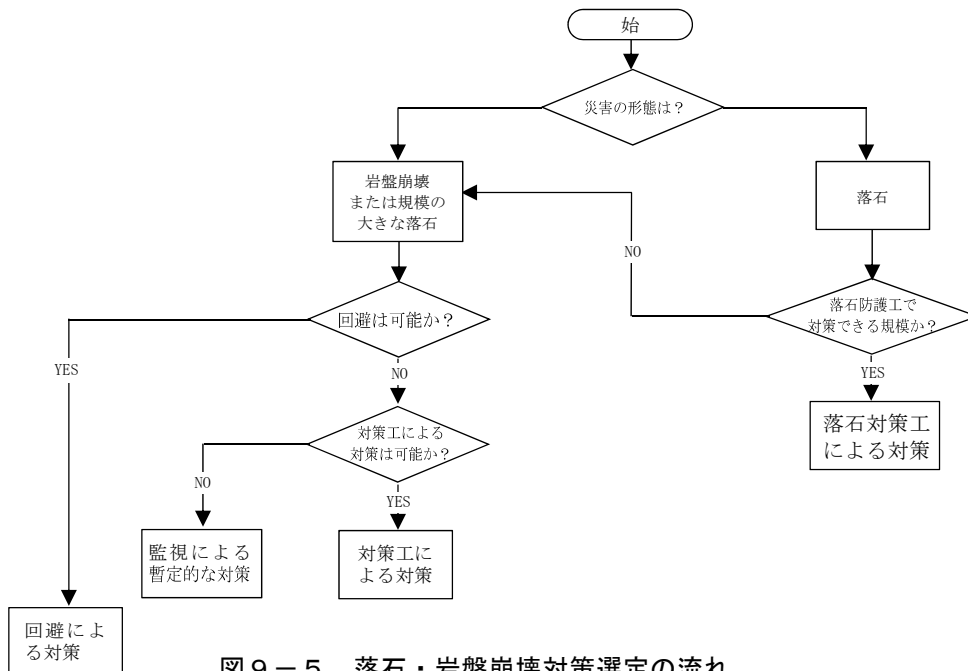


図9-5 落石・岩盤崩壊対策選定の流れ

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。

落石対策工の選定に際して、対象斜面のどこから、どのような形態・規模の落石が発生し、それがどのような運動形態で動くかを想定し、それに対して、どのような対象が有効であるかを考える必要がある。

対策工の選定には、図9-6と表9-2を参考として、各種対策工の効果、耐久性、施工性、経済性、維持管理上の問題などを比較検討して、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。落石対策工の選定フローチャートを図9-7に示す。

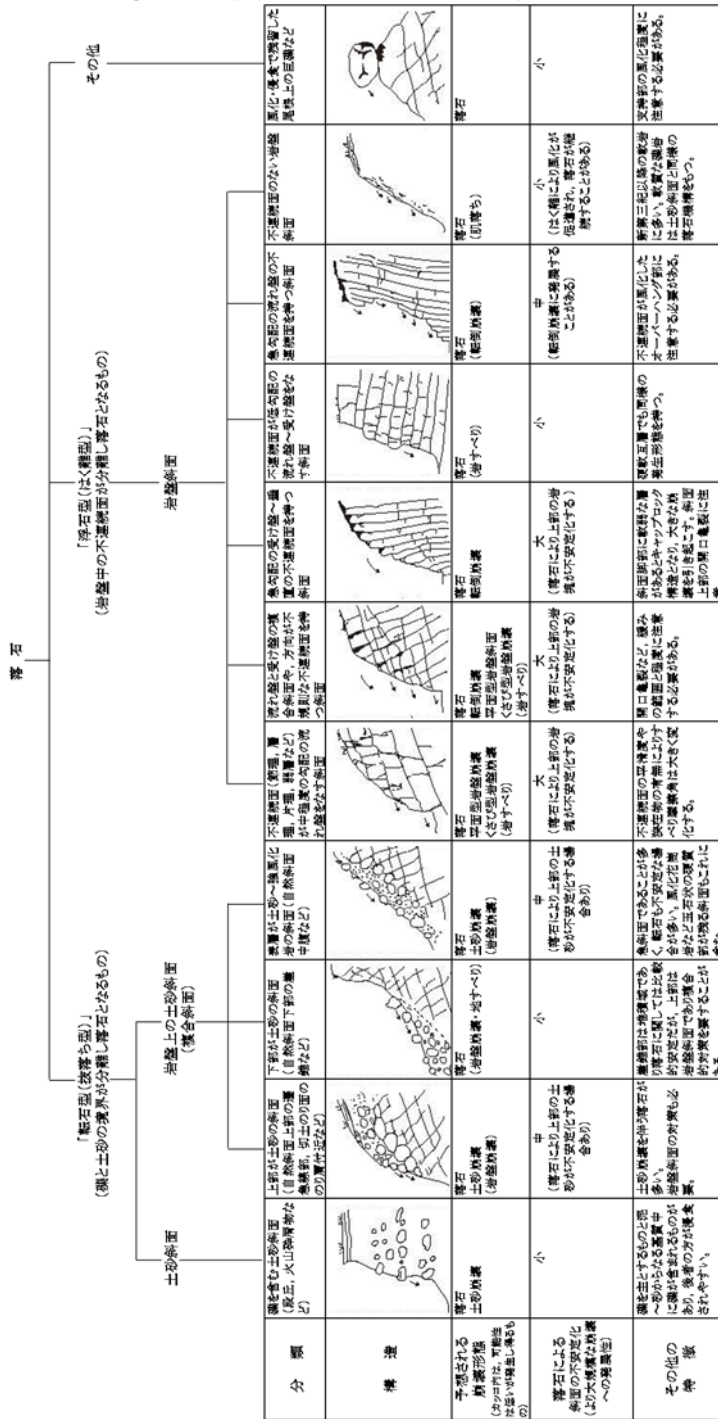


図9-6 落石のパターン分類

表9-2 落石対策の適用に関する参考表

分類	特徴 凡例 工種	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					
		◎	非常によい			非常に よい					
○	よい			よい	やや手 がかかる	や や 容 易	や や 容 易	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	む ず か し 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	◎	◎	△			◎	◎	○	◎	○
	落石防護網工+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		△	◎	◎		○	○	◎	○	◎
	落石防護柵			◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○
	落石防護擁壁			◎	○	△	◎	○	◎	○	◎
	ロックシェッド			◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	○
落石防護上堤・溝			◎	○	△	◎	○	◎	○	○	

切土工・斜面安定工
指針(H21.6) P343

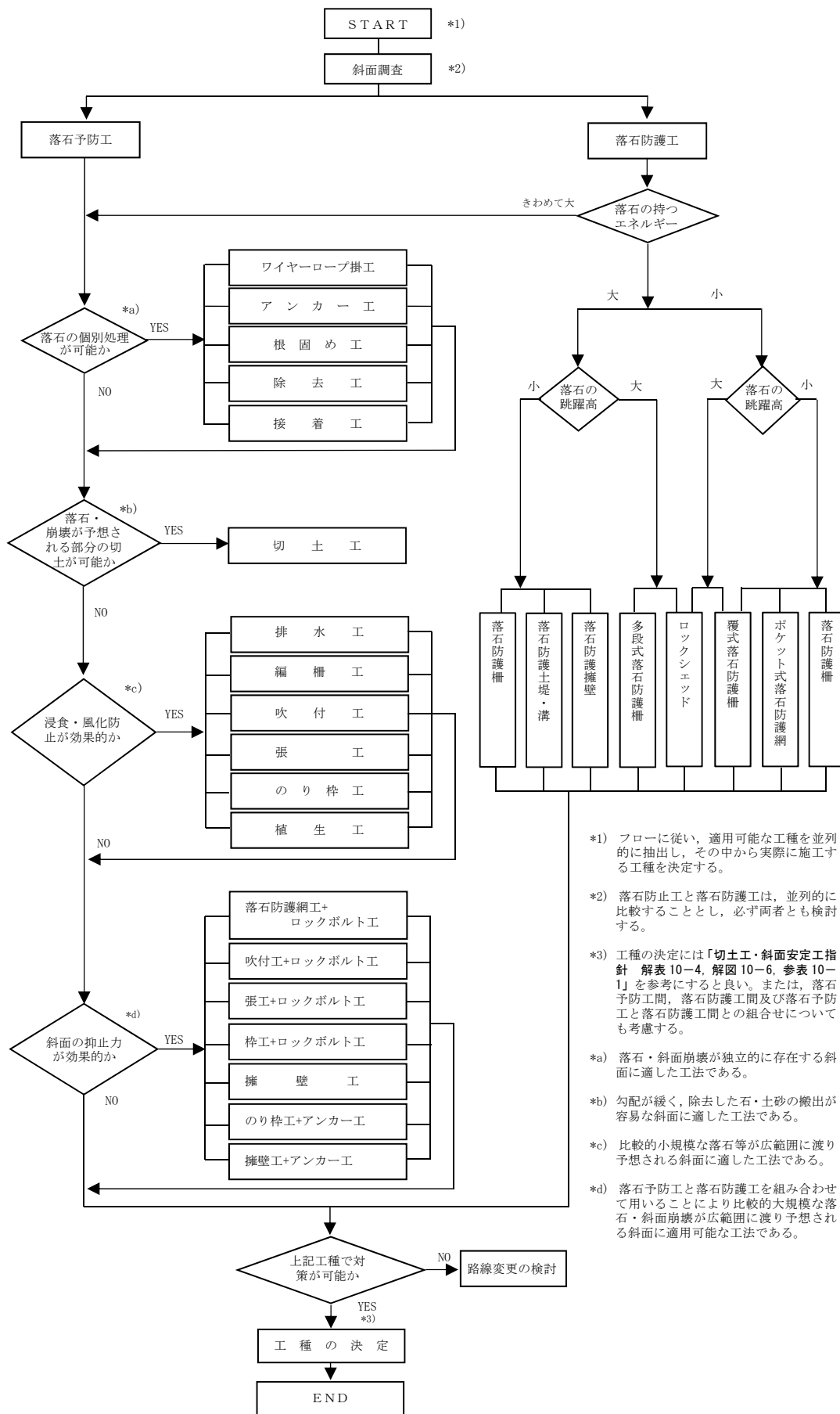


図9-7 落石対策工の選定フローチャート

9-4 地すべり対策・土石流対策

地すべり及び土石流は、岩石崩壊と同様、規模が大きくなると、路線をシフトして回避することが基本とする。地すべりでやむを得ず回避できない場合は、図9-8に示す工法を組み合わせる設計をする。

その詳細については、「道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照すること。

切土工・斜面安定工
指針(H21.6)
P369～, P439～

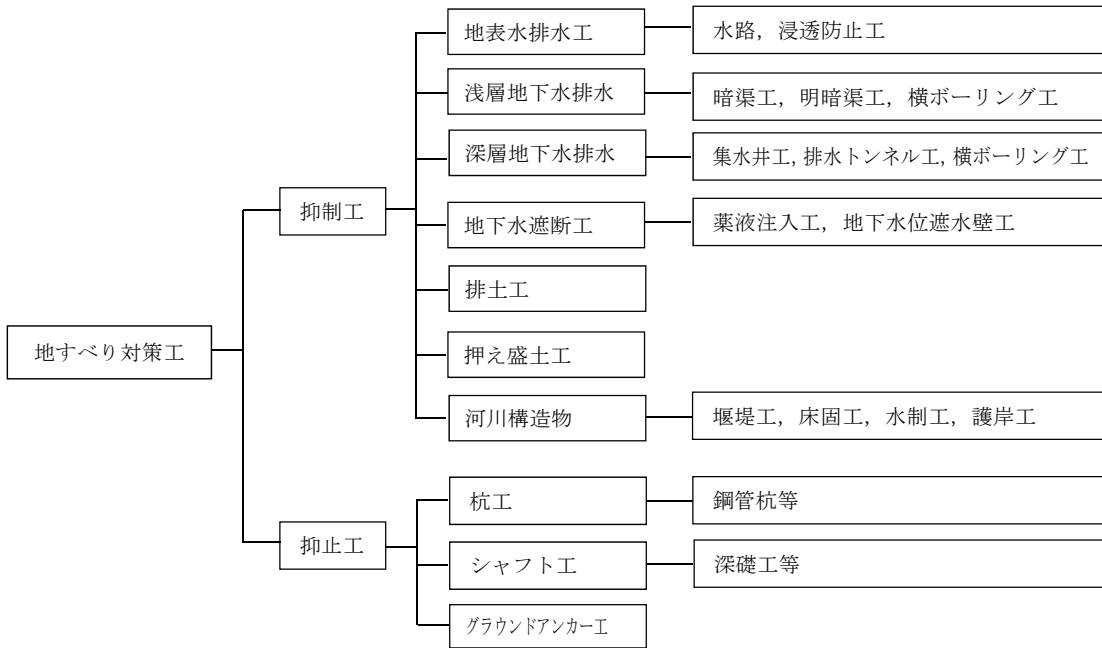


図9-8 地すべり対策工の種類

10 盛土

10-1 盛土調査手法

盛土部の基礎地盤処理は、盛土の安定を左右する重要な事項である。その処理のいかんによっては、盛土の崩壊を招き大きな手戻りを生じることになる。不安定な基礎地盤の存在が予想される場合には、現地踏査を含む土質調査を実施し、その性状、分布及び問題となる基礎地盤の厚さを把握することが重要である。

調査の主要な対象は次のとおりである。

- (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) 地すべり地の盛土
- (5) 液状化のおそれのある地盤
- (6) 盛土高が表 10-2 で示す基準値を超える場合

調査方法は主として、土層分布の確認、試料の採取および土質試験に分けられる。

突固め試験、C B R 試験などの力学特性の把握を目的とした土質調査を行う。

10-2 標準横断面図

標準横断面図

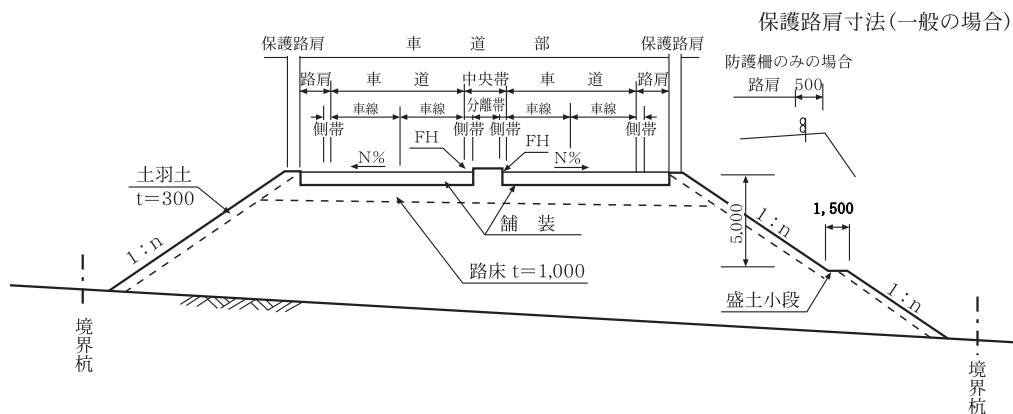


図 10-1 盛土断面図

10-3 盛土設計の基本（盛土の要求性能）

(1) 盛土の設計は、常時の作用として、死荷重（自重）、活荷重（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。

盛土工指針
(H22.4) P82

また、降雨の作用は、盛土の安定性、排水工の断面計算、のり面保護工、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。

盛土工指針
(H22.4) P119

(2) 盛土の要求性能は表4-1及び図4-7に示す重要度の区分に応じて、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。

盛土工指針
(H22.4) P83～84

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、盛土の要求性能は表10-1を目安とし設定する。性能は、図10-2、図10-3に盛土の要求性能のイメージを参考に示す。

表 10-1 盛土の要求性能

想定する作用		重要度	
		重要度 1	重要度 2
常時の作用		性能 1	性能 1
降雨時の作用※		性能 1	性能 1
地震時の作用	レベル 1 地震動	性能 1	性能 2
	レベル 2 地震動	性能 2	性能 3

盛土工指針
(H22.4) P85～86

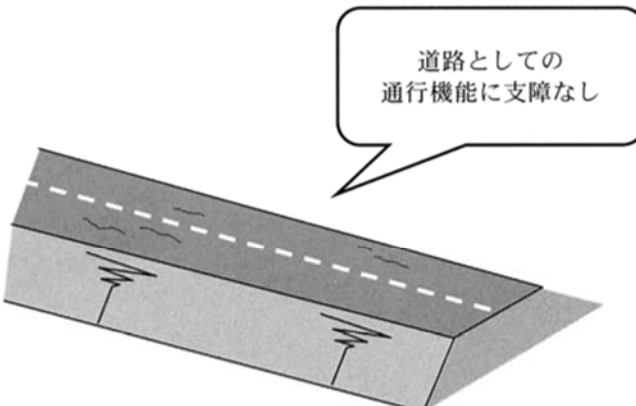
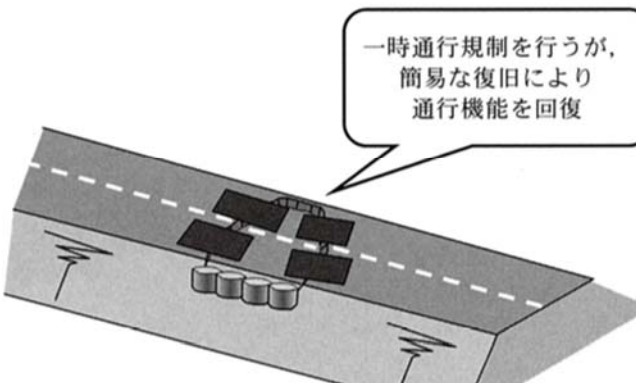
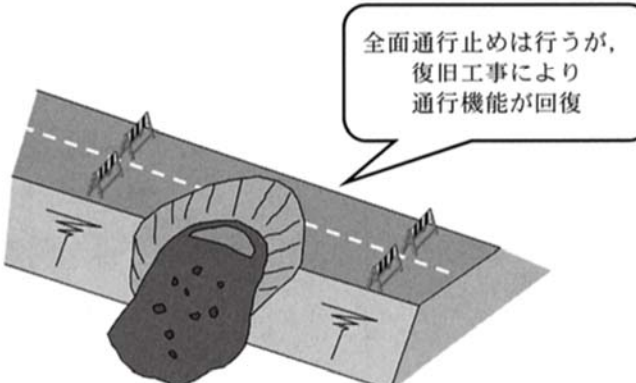
性 能	損傷イメージ
<p>性能 1</p> <p><u>道路土工構造物は健全である, 又は, 道路土工構造物は損傷するが, 当該道路土工構造物の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</u></p>	 <p>道路としての 通行機能に支障なし</p>
<p>性能 2</p> <p><u>道路土工構造物の損傷が限定的なものにとどまり, 当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが, すみやかに回復できる性能</u></p>	 <p>一時通行規制を行うが, 簡易な復旧により 通行機能を回復</p>
<p>性能 3</p> <p><u>道路土工構造物の損傷が, 当該道路土工構造物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 10-2 盛土の要求性能のイメージ

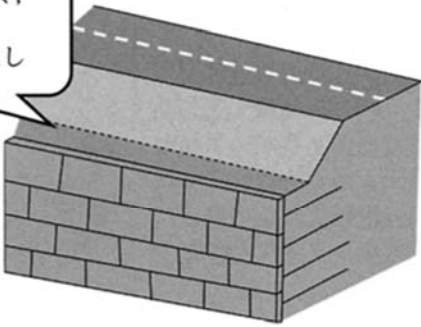
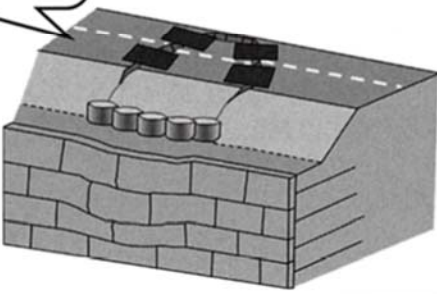
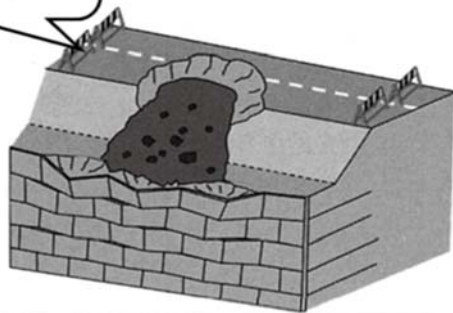
性能	損傷イメージ
<p>性能 1</p> <p><u>道路土工構造物は健全である, 又は, 道路土工構造物は損傷するが, 当該道路土工構造物の存する区間の道路としての機能に支障を及ぼさない性能</u></p>	<p>健全性に問題がなく, 道路としての通行機能に支障なし</p> 
<p>性能 2</p> <p><u>道路土工構造物の損傷が限定的なものにとどまり, 当該道路土工構造物の存する区間の道路の機能の一部に支障を及ぼすが, すみやかに回復できる性能</u></p>	<p>一時通行規制を行うが, 簡易な復旧により通行機能を回復</p> 
<p>性能 3</p> <p><u>道路土工構造物の損傷が, 当該道路土工構造物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, 簡易な復旧により通行機能を回復</p> 

図 10-3 盛土（補強土壁）の要求性能のイメージ

- (3) これまでの経験・実績から妥当とみなせる方法として、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 10-1 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。

盛土工指針
(H22.4) P102～

盛土工指針
(H22.4) P141～

(5) 雨水や地下水等を速やかに盛土外に排出し、路面への滞水、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、必要な排水施設を計画する。

盛土工指針
(H22.4) P149～

(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。

盛土工指針
(H22.4) P139

(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置を施さなければならない。

盛土工指針
(H22.4) P127～128

特に、軟弱地盤上の盛土は安定、沈下、側方変位が問題となる。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。

盛土工指針
(H22.4) P273～

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。

10-4 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及ぼすようなものであってはならない。

また、次に記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、十分留意すること。

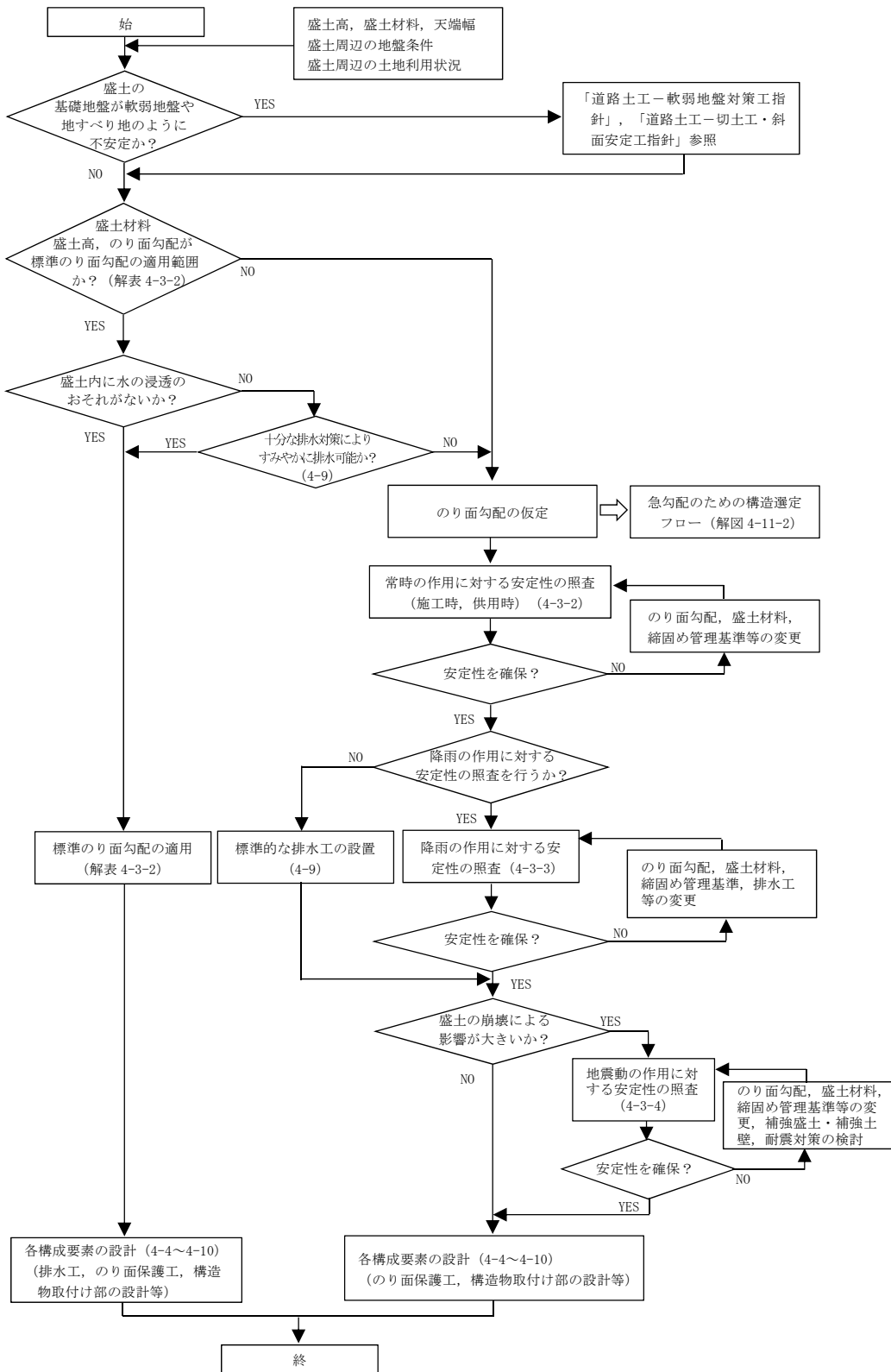
(1) 盛土自体の条件

- ① 盛土高が表 10-2 の盛土高に対するのり面標準勾配を超える場合（高盛土）
- ② 低盛土（盛土高さ 1.0m以下）の場合（低盛土）
- ③ 盛土材料が表 10-2 に該当しないような特殊土からなる場合。

(2) 外的条件

- ① 降雨や浸透水の作用を受けやすい場合。（例 片切り片盛り）
降雨や浸透水の作用を受けやすい場合は、浸透に対し速やかに排出する排水対策を十分に考慮しなければならない。
- ② 盛土のり面が洪水時などに冠水したり、のり尻付近が浸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、地すべり地のように不安定な場合。
- ⑤ 急な斜面に盛土する場合。

(盛土安定性照査のフローチャート)



※図中に示している参照先は、「道路土工 盛土工指針」の該当箇所をさす。

図 10-4 盛土の安定性照査のフローチャートの例

10-5 盛土のり面勾配

盛土のり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 10-2 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 10-2 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	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	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。
	5~15m	1:1.8~1:2.0	
粒度の悪い砂(SG)	10m以下	1:1.8~1:2.0	
岩塊(ずりを含む)	10m以下	1:1.5~1:1.8	
	10~20m	1:1.8~1:2.0	
砂質(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	
	5~10m	1:1.8~1:2.0	
火山灰質粘性土(V)	5m以下	1:1.8~1:2.0	

注1 盛土高とは、のり肩とのり尻の高低差をいう。(図 10-5 参照)

注2 勾配は、表 10-2 の左側の値を標準とする。

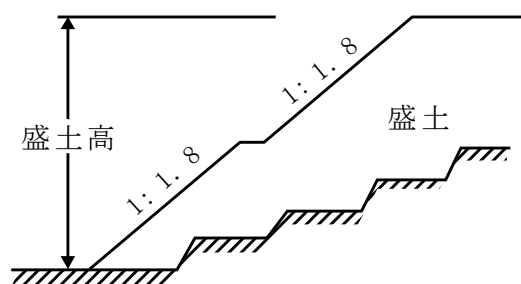


図 10-5 盛土高

10-6 盛土小段

(1) 盛土の小段は、原則としてのり肩から垂直高さが5~7m(標準5m)下がる毎に設けるものとする。

小段幅は1.5m(水路あり)を標準とする。(図 10-6 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落として、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。

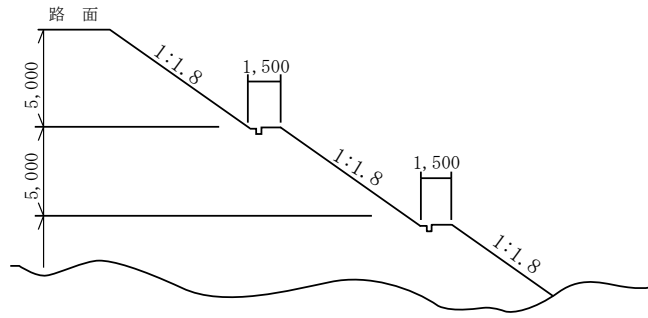


図 10-6 盛土の標準小段

(2) 下図のような場合は小段の高さを7 mまでとすることができる。

① 一連の盛土部で盛土高が最高7 m

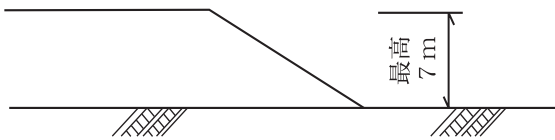


図 10-7

② 盛土が数段ある場合の最下段の盛土高は7 m以内

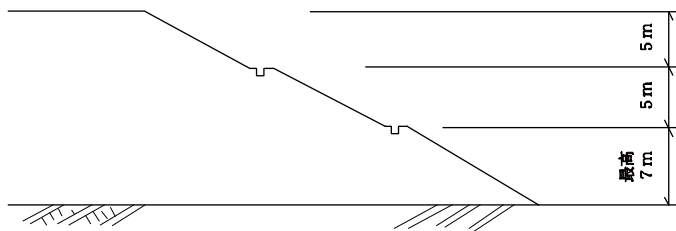


図 10-8

(3) 盛土のり尻の小段の標準形状を土羽部と擁壁部に分けて示す。

① 土羽部のり尻小段の標準形状

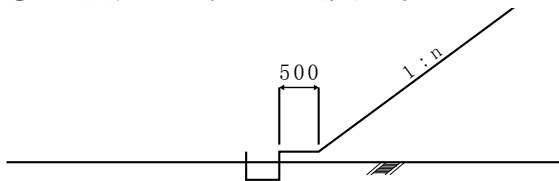


図 10-9 のり尻小段（土羽部）

② 擁壁部のり尻小段の標準形状

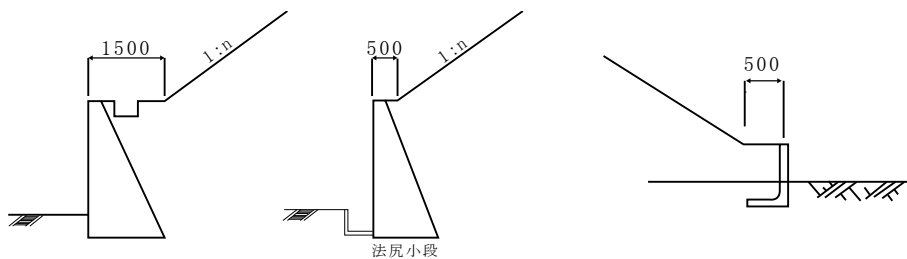


図 10-10 盛土小段

10-7 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。
- 特に工区間流用等により、設計検討していない材料を盛土材として搬入し使用する場合は、その材料が盛土材として適切であるか確認しなければならない。
- (2) 盛土材料として好ましいのは、施工が容易で、せん断強度が大きく、圧縮性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には適さない。
- ① ベントナイト、温泉余土、酸性白土、有機土などの吸水性が大で、圧縮性の大きい土。
 - ② 凍土や氷雪、草木、切株、その他、多量の腐食物を含んだ土。
- (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、対象となる土量、施工法、工期などの工事条件を考慮して経済性を検討し、個々の現場で決定しなければならない。
- (5) 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、締固めも不十分となることから、材料中に含まれるレキの最大寸法 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 までは最大寸法 15 cm、それ以下の路床に対しては、最大寸法 20 cm 程度を標準とする。
- (6) 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。
- (7) 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等を用い、50 cm 以下の場合には切込砂利等を使用することを標準とする。ただし、交通量が多い場合は、別途検討すること。

盛土工指針
(H22.4) P130

10-8 土羽土

切込み砕石、砂等からなる盛土のり面は一般に植生による保護が困難である。したがってのり面を保護しなければ侵食を受けやすいので、必要に応じて図 10-11 のようにのり面を侵食に強い粘土または細粒分まじり礫等で被覆する必要がある。このような被覆土を土羽土とよんでおり、一般的に厚さはのり面に垂直に 30cm（芝等の地被類が生育するのに必要な最少厚さ）以上が必要とされている。

盛土工指針
(H22.4) P142

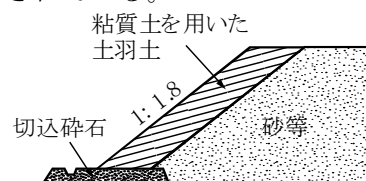


図 10-11 盛土のり面の被覆及び排水

10-9 排水処理

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 10-12** 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 10-13** に示す。

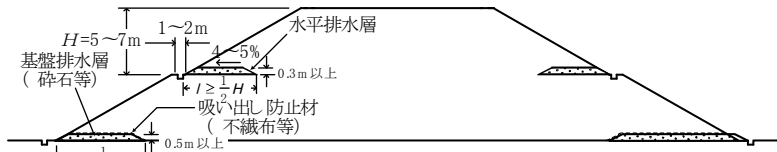


図 10-12 平地部盛土における盛土断面の排水対策例

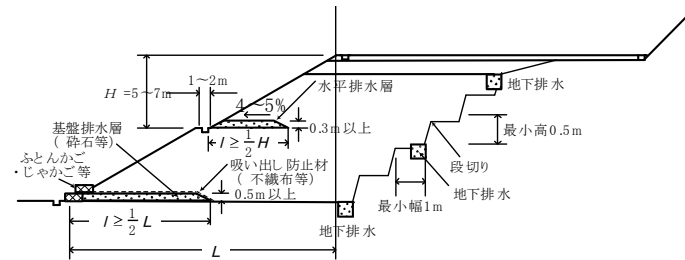


図 10-13 地山からの湧水の影響を受けやすい盛土断面の排水対策例

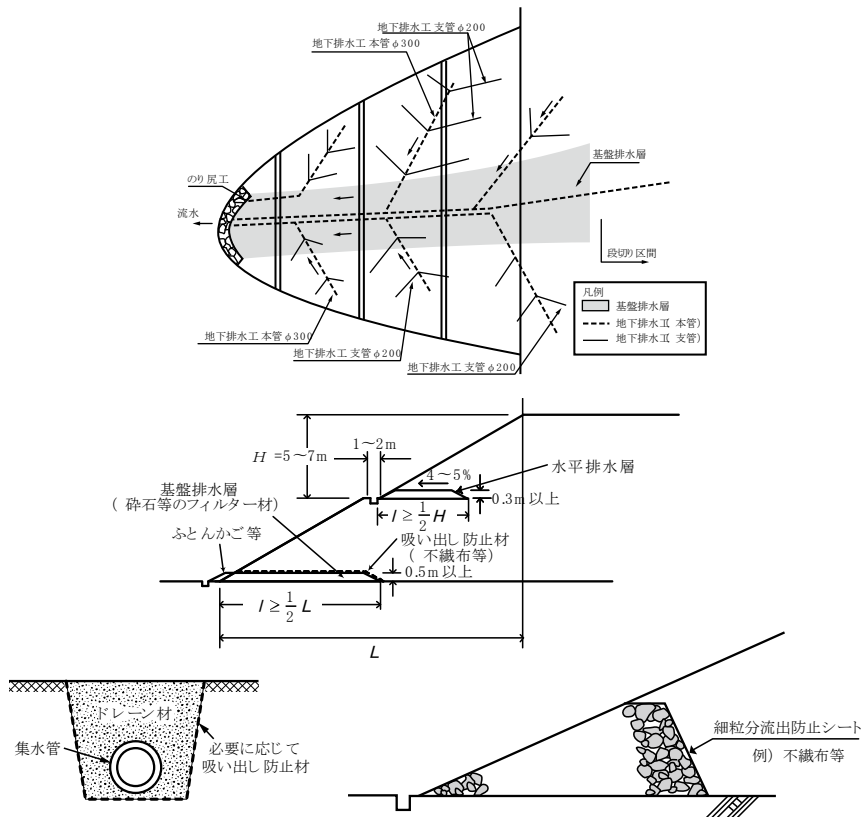


図 10-14 地下排水工例

盛土工指針
 (H22.4) P105~107

盛土工指針
 (H22.4)
 P158, 162~163

10-10 締固め管理基準値

盛土の締固めの基準管理値を路体、路床及び構造物との取付部に分けて、表 10-3、表 10-4 に示す。

盛土工指針
(H22.4) P219

表 10-3 日常管理の基準値の目安（路体）

区分	施工層	管理基準値					施工含水比
		土砂区分	締固め度 Dc (%)	特別規定値 Dc (%)	空気間隙率 va (%)	飽和度 Sr (%)	
土砂	30 cm 以下	粘性土	—(※1)	—	10 以下	85 以上	(※2)
		砂質土	90 以上 (A, B 法)	—	—	—	
		40mm 以上が主体	—	90 以上	—	—	
岩塊	試験施工により決定	試験施工により決定					

表中のいずれかの基準値を用いて管理を行う。表中の—は使用不適當。
 ※1：粘性土材料で締固め管理が可能な場合は、本表の「砂質土」の基準を適用可
 ※2：締固め度管理の場合は「道路土工 盛土工指針 解表 5-4-1」中に矢印で示す範囲。空気間隙率，飽和度管理の場合は，自然含水比またはトラフィカビリティが確保できる含水比

表 10-4 日常管理の基準値の目安（路床及び構造物との取付部）

試験項目	路体		路床
	施工含水比	乾燥密度	空気間隙率
試験項目	乾燥密度	1,000 m ³ につき 1 回 (ただし, 5,000 m ³ 以下の工事では 1 工事あたり 3 回以上)	500 m ³ につき 1 回(ただし, 500 m ³ 以下の工事では 1 工事あたり 3 回以上)
	空気間隙率		—
	飽和度		—
	コーン指数	必要に応じて実施	—
	支持力(平板載荷試験, 現場 CBR 試験)	—	各車線毎 40m につき 1 回
	ブルーフローリング	—	路床仕上げ後, 全幅, 全区間

表中のいずれかの基準値を用いて管理を行う。表中の—は使用不適當。

盛土工指針
(H22.4) P220

10-11 軟弱地盤上の盛土

盛土の基礎地盤は，盛土，舗装等の重量及び載荷重を安全に支持し得るものであり，かつ，盛土やその他の荷重によって生じる地盤の沈下が完成後の路面等に悪影響を及ぼさないようなものでなければならない。

軟弱地盤上に盛土を行う場合は，最も適した処理工法にて設計することが可能となるよう，以下の内容に留意すること。

- (1) 事前に基礎地盤の調査および試験を行い，地盤の状況等を把握すること。
- (2) 施工期間，盛土工程を考慮した上で安定計算や沈下計算などを行い，地盤処理工等の対策が必要と判断される場合は，「道路土工—軟弱地盤対策工指針」に基づき適切に対策を実施すること。
- (3) 盛土のスベリ破壊に対する安全率は 1.2 以上とする。
- (4) 施工終了時の残留沈下量は，橋梁などの取付盛土部は 10～30 cm 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。

盛土工指針
(H22.4)
P50, P200, P265

10-12 補強盛土・軽量盛土

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は、以下のような工法がある。詳細は、「道路土工のり面工・斜面安定工指針」を参照すること。

なお、のり面勾配が急で土圧を考慮した設計が必要となる補強土壁の設計の詳細は、「道路土工擁壁工指針」を参照すること。

(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。軽量盛土材の種類を表10-5に示す。

表10-5 軽量盛土材の種類

軽量盛土材	単位体積重量 (kN/m ³)	特徴
発泡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程度以上	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
発泡ビーズ混合軽量土	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
気泡混合軽量土	5~12程度以上	密度調整可, 流動性, 自硬性, 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)

(3) 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。

盛土工指針
(H22.4) P185~

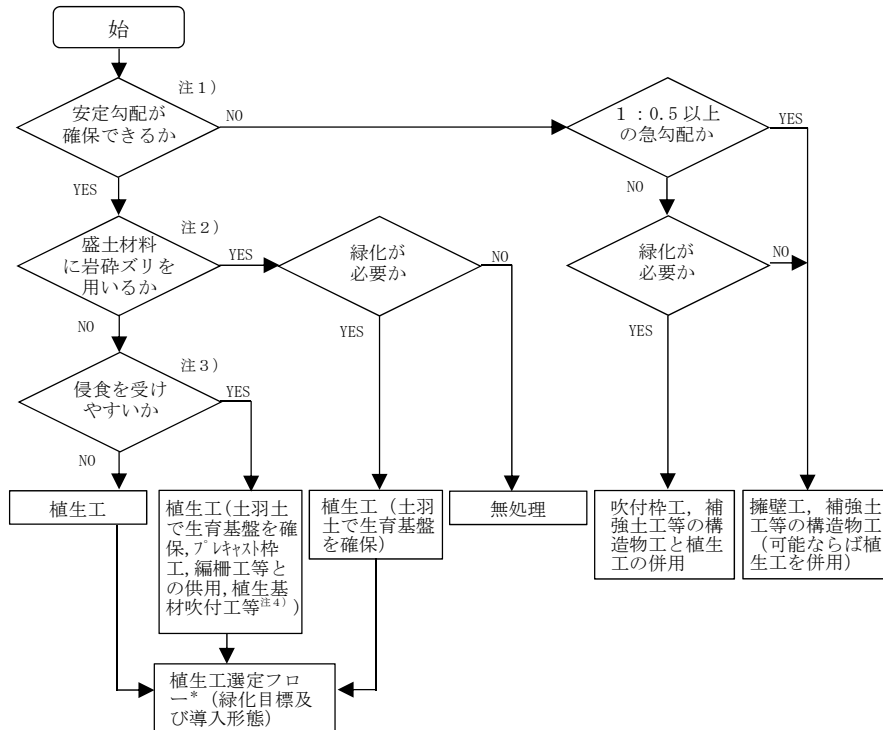
擁壁工指針
(H24.7) P232

擁壁工指針
(H24.7) P285

擁壁工指針
(H24.7) P232

10-13 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 10-15 に示す。



* 植生工選定フローは、「道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照する。

注 1) 盛土のり面の安定勾配としては、道路土工—盛土工指針（解表 4-3-2）に示した盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。

注 2) ここでいう岩砕ズリとは主に風化による脆弱化が発生しにくいような堅固なものとし、それ以外は一般的な土質に準じる。

注 3) 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 4) 降雨等の侵食に耐える工法を選択する。

図 10-15 盛土のり面におけるのり面保護工の選定フロー

10-14 高盛土

高盛土の場合には盛土の安定について事前に調査及び検討し、盛土の構造を決めるものとする。

10-14-1 設計施工上の留意事項

- (1) 安定の検討
- (2) 基礎地盤
- (3) 高盛土の構造
 - ① のり面勾配
 - ② 盛土材料の有効利用
 - ③ 排水対策

10-15 舗装工前の路側排水

- (1) L型ガッターの設置箇所は次のとおりとする。
 - ① 2車線以上の片勾配内側路肩で特に雨水が集中する恐れのある区間。
 - ② 縦断勾配が急で雨水が集中する恐れのある区間又は高盛土区間
- (2) L型ガッター及び歩車道境界ブロックは、原則として舗装工事で計上するものとし、改良時点においては、下図のような仮設水路工を計画すること。

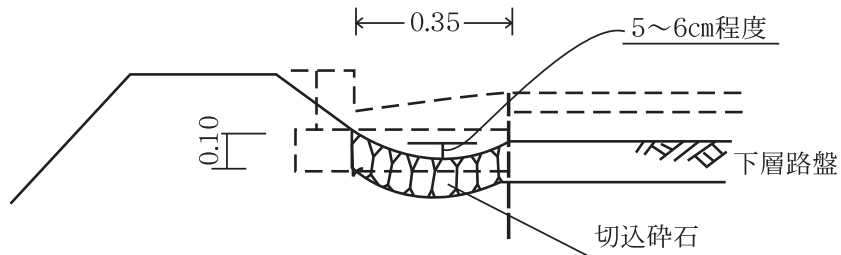


図 10-16 仮設水路工

- (3) のり面に設ける縦溝には、必要に応じて底部にすべり止めを設けるとともに跳水などによりのり面の洗掘を起こすことのないような断面および構造とすること。
また流末工の吐口には、ふとん籠等で根固め工を設置し、地山の洗掘を防止すること。

11 土工定規

11-1 盛土部

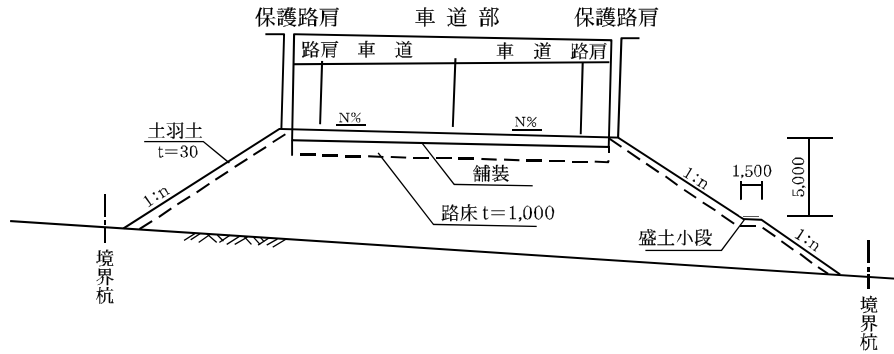


図 11-1 盛土部標準土工図

- (注) (1) N%は、車道部の片勾配を示し、設計速度により決定する。
 (2) 1:nは、盛土のり面勾配を示し、盛土材料及び盛土高により決定する。
 (標準値は表 10-2 参照)
 (3) 盛土小段は、水路を有した形状とすること。
 (詳細は「10-6 盛土小段」の項参照)
 (4) 土羽土は必要に応じて設けるものとする。
 (詳細は「10-8 土羽土」の項参照)
 (5) 保護路肩寸法は、路面排水形式及び防護柵等により最小寸法を決定する。
 (6) 盛土のり面工はのり面保護工の項参照

11-2 切土部

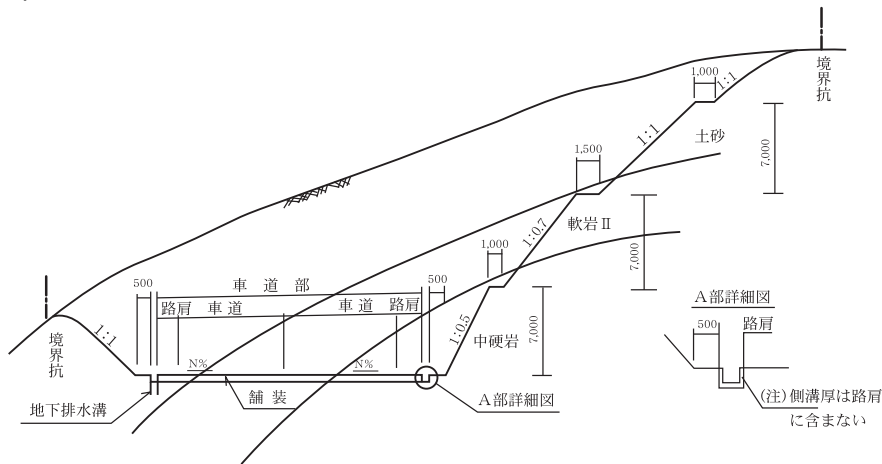


図 11-2 切土部標準土工図

- (注) (1) N%は、車道部の片勾配を示し、設計速度により決定する。
 (2) 切土のり面勾配は、地山の土質と切土高により決定する。
 (標準値は表 5-4 参照)
 (3) 切土小段の形状は地山の土質、水路の有無により異なる。
 (4) 路床は地山の土質により判断し、置換の有無を決定する。
 (5) 切土のり面工はのり面保護工の項参照
 (6) のり面は一のり面、一勾配とし、土質の異なる場合のり面勾配はその内の緩やかな方のり面勾配を採用する。

11-3 片切片盛部

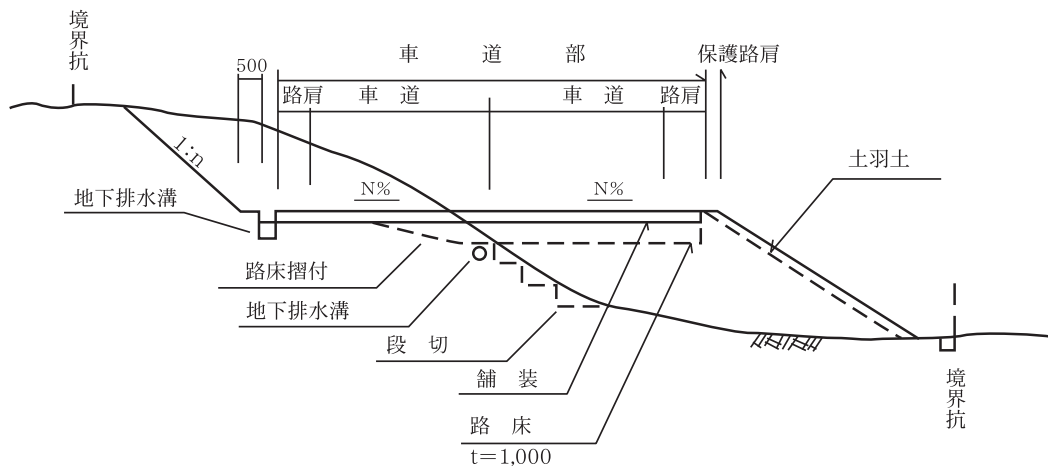


図 11-3 片切盛部標準土工図

- (注) (1) N%は車道部の横断勾配を示し、設計速度により決定する。
 (2) 1 : nは盛土及び切土のり面勾配を示し、盛土材料、地山土質、高さにより決定する。
 (3) 土羽土は必要に応じて設けるものとする。
 (詳細は「10-8 土羽土」の項参照)
 (4) 保護路肩寸法は路面排水の形式及び防護柵等により最小寸法を決定する。(標準は 0.5m)
 (5) 切土及び盛土のり面工はのり面保護工の項参照
 (6) 路床摺付け及び段切については、「12-1 段切り及び片切り、片盛り」の項を参照
 (7) 盛土小段は、水路を有した形状とすること。
 (8) 切土小段の形状は地山の土質、水路の有無により異なる。
 (9) 路床は地山の土質により判断し、置換の有無を決定する。

12 段切り, 片切り, 片盛り, 切盛境及び腹付盛土

12-1 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し, 図 12-1 を標準とする。

片切り, 片盛りの接合部には図 12-1 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, 湧水が多いと思われる場合は有孔管を設置する。

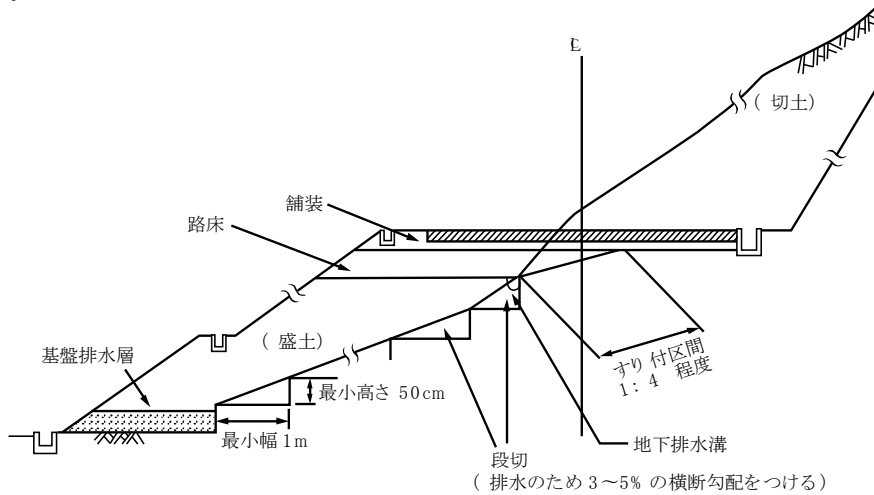


図 12-1 段切り, 片切り及び片盛りの摺付け

12-2 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さけるため, 切土の摺付けを図 12-2 ~ 4 に示すように行い, 同質の盛土材料で盛土する。

(1) 切土部路床に置換えが無い場合

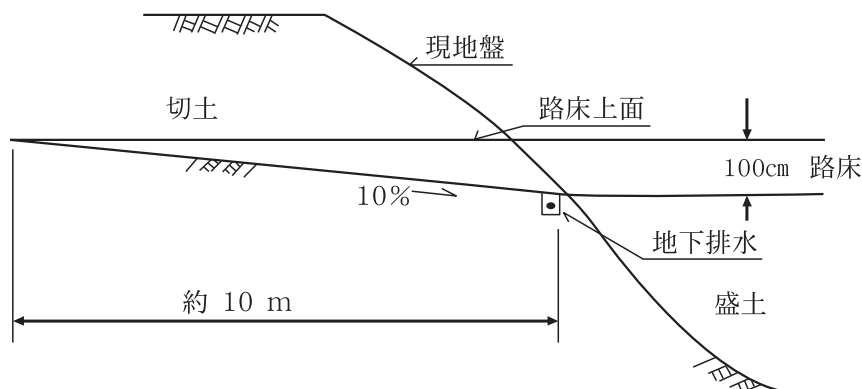


図 12-2 切盛境の摺付け

(2) 切土部路床に置換えが有る場合

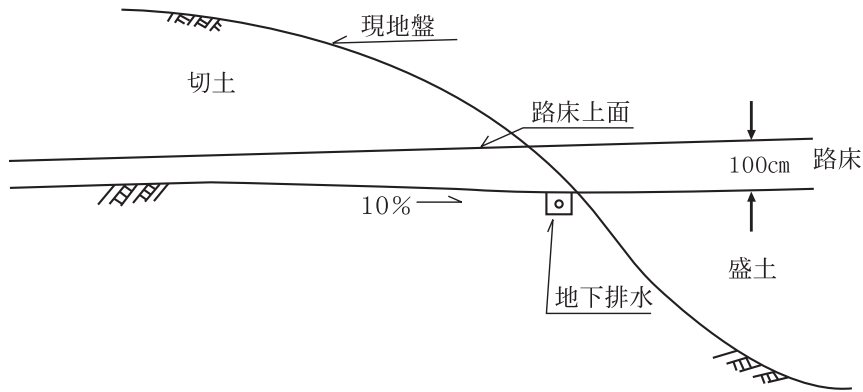


図 12-3 切盛境の摺付け

(3) 原地盤が岩ですりつけ区間を長くすることが不経済となる場合

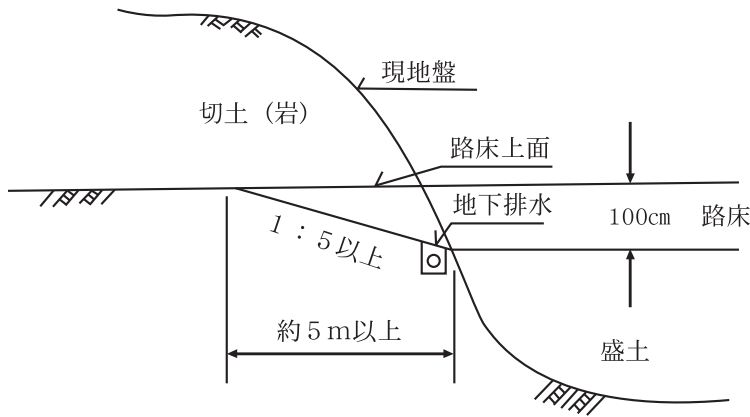


図 12-4 切盛境の摺付け

12-3 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」を参照すること。

13 道路土工量の算出

13-1 曲線区間における道路土工量の算出方法

道路土工量を算出するに当たり、切土あるいは盛土断面の図心位置が道路中心線より左右どちらかに偏位している場合、平均断面に道路中心線距離を乗じて求める土工量は、実際のそれとの間に曲線区間の場合誤差を生じると考えられる。

曲線区間における道路土工量の算出方法を下記のとおりとする。

- (1) この計算方法の対象となる区間は、次の表に該当する区間とする。
ただし、クロソイド区間は対象としない。

表 13

道路中心の 曲線半径：R	20m 以上	30m "	40m "	50m "	60m "	70m "	80m "	90m "	100m "
道路中心からの 偏心距離：ΔR	1.0m 以上	1.5m "	2.0m "	2.5m "	3.0m "	3.5m "	4.0m "	4.5m "	5.0m "

- (2) 土工量は、次式により計算する。

$$\text{土工量 (m}^3\text{)} = \text{平均断面積 (m}^2\text{)} \times \text{両断面の図心間距離 (m)}$$

- (3) 図心位置及び図心間距離の算出は、次の簡便法による。

- ① 図心位置は計算によらず横断図より判断して決める。
- ② 断面 S_1 , S_2 , S_3 ・・・における切土あるいは盛土の図心位置から道路中心線までの偏心距離 ΔR_1 , ΔR_2 , ΔR_3 を算出する。
- ③ 断面 S_1 , S_2 間の図心間距離 l_{1-2} は両断面の道路中心線距離を L_{1-2} とするととき

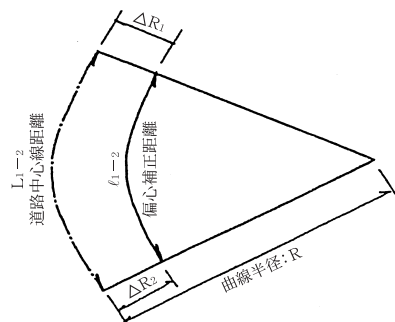
$$l_{1-2} = L_{1-2} \times \frac{R + \Delta R_{1-2}}{R} \quad \dots \dots \text{式(13-1)}$$

ただし、上式で $\Delta R_{1-2} = \frac{(\Delta R_1 + \Delta R_2)}{2}$

また、 ΔR の符号は外カーブにおいて 正 (+)
内カーブにおいて 負 (-) とする。

ここに、R：道路中心の曲線半径 (m)

ΔR ： " からの偏心距離 (m)



(4) 偏心距離の算定

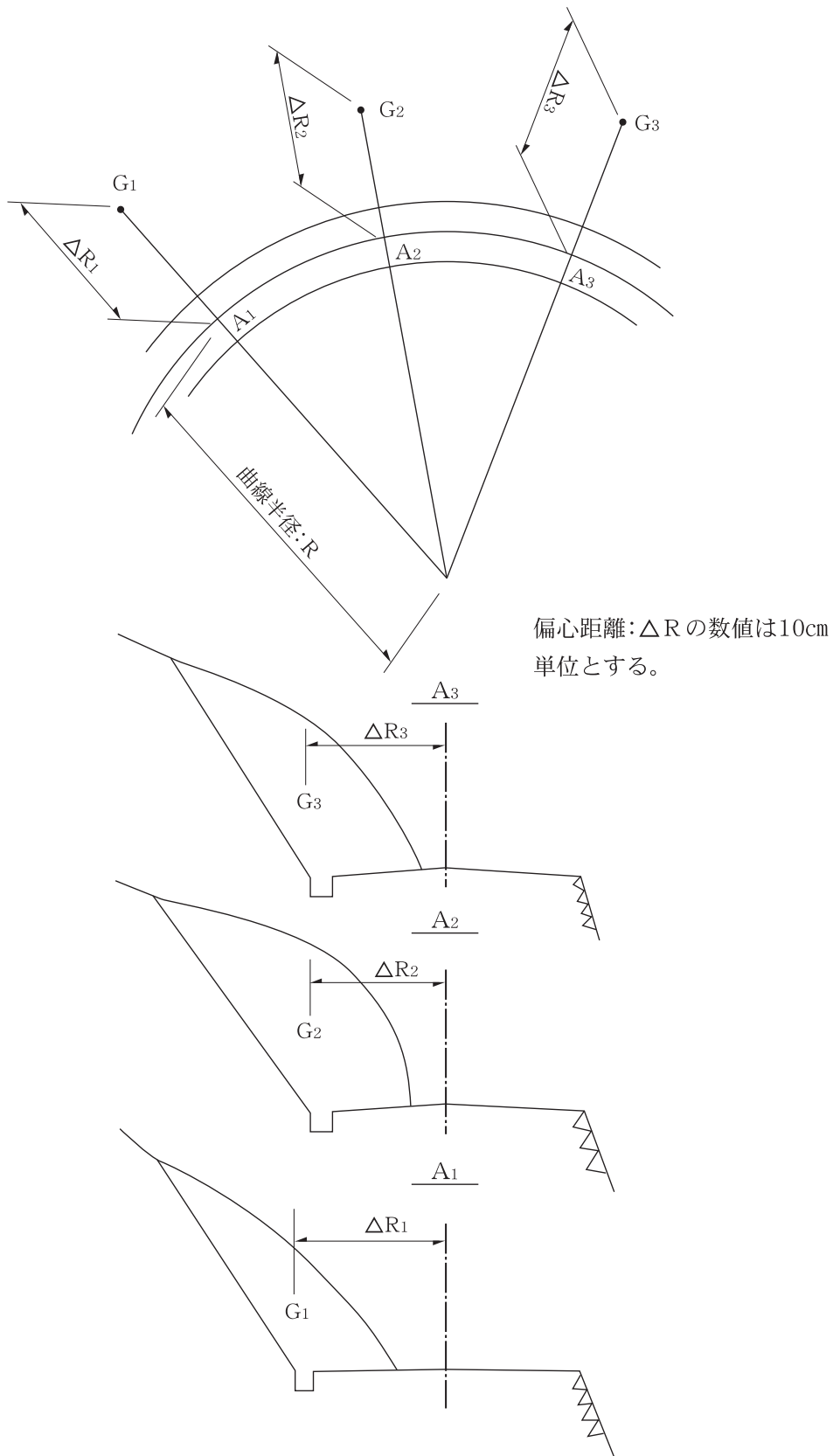


図 13 偏心距離の概念図

14 盛土と構造物の接合部の施工

14-1 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あげられるが、ほかに、施工法にも一因があると考えられる。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 構造物基礎の掘削土がまじり、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、これに伴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続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。

14-2 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 14-1、14-2 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、良質の盛土材料を用いれば特別に裏込め材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 14-1 裏込め及び埋戻しに適する材料の粒度と性質

項目	範囲
最大粒径	100mm 以下
4,750 μ m (No.4) フレイ通過質量百分率	25~100%
75 μ m (No.200) フレイ通過質量百分率	0~25%
塑性指数 (425 μ m ふるい通過分について)	10 以下

表 14-2 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、砂利交り土砂、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	砂交り砂利 土砂又は粘土交り砂利 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	玉石又はレキ交り土砂 玉石又はレキ交り砂 土砂を含む崖錐

(2) 裏込め及び埋戻しの構造

裏込めは、大型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購入する必要もないため工事費も安価となる。しかしながら、盛土材として良質のものを工事現場近くで得られない場合は、裏込め材の使用量を少くし、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、小形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）またはポーラスコンクリートパイプ等がある。

図 14-1、14-2 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。

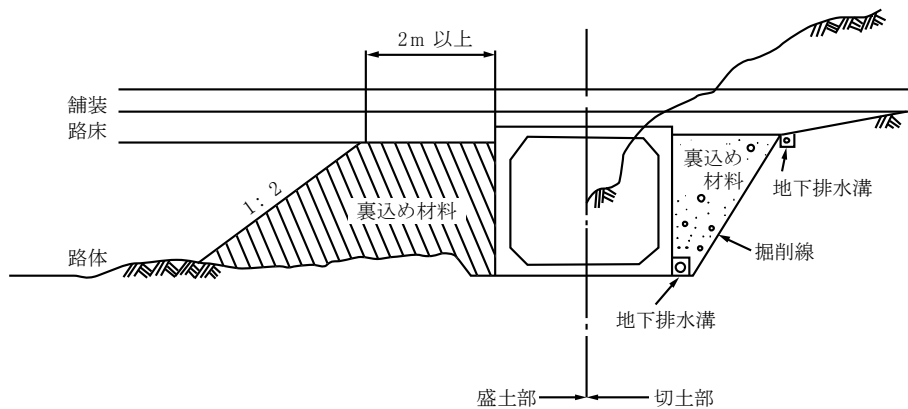
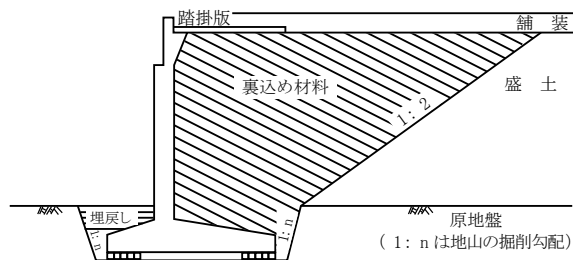


図 14-1 ボックスカルバートの裏込構造の一例

a) 盛土部先行例



b) 構造物先行例

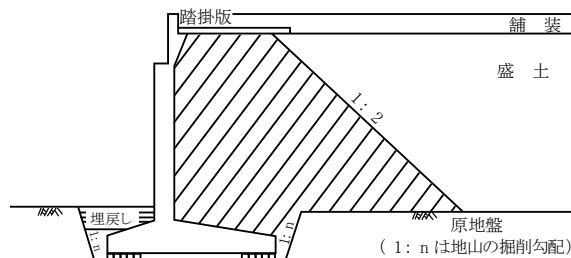


図 14-2 橋台の裏込構造の一例

(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。

15 維持管理を考慮したのり面对策

15-1 路肩の構造

(1) 現状と課題

本県は、特殊土壌（シラス）、台風常襲地帯に加え、近年は局所的な集中豪雨が多発し、災害による交通途絶等が頻繁に発生しており、車両に依存している本県の社会経済活動や県民生活に支障を来しており、法面部等の補強が課題である。

(2) 対応

法面の補強・視距等の安全性確保及び維持管理等を目的とし、また、本県の特事情やライフサイクルコスト等を考慮し、道路建設時点より実施する。

なお、実施にあたっては、地域特性や景観面に配慮するとともに、自然環境に調和した工法を選択する。

(3) 構造

切土法面の法尻部・盛土法面の路肩部等について、図 15-1、2 に示し、雨水等による路肩決壊防止及び雑草の繁殖を防止する構造とする。

また、図は代表例として安価なコンクリート張で最小厚を示したものであり、これによらない場合は、現場状況や経済比較等を説明できるよう検討を行った上で工法を選択すること。

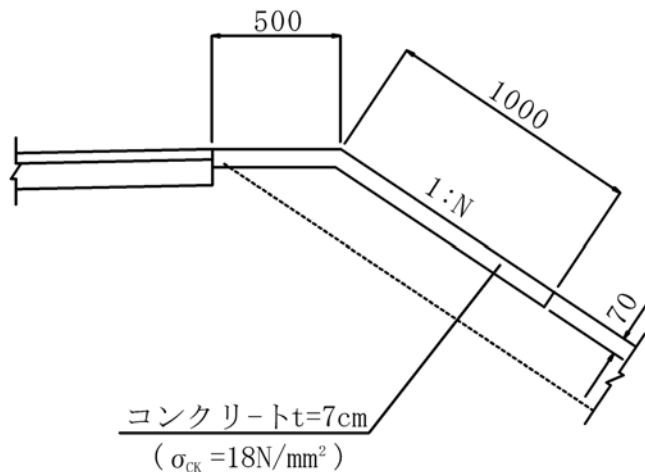


図 15-1 盛土部の場合

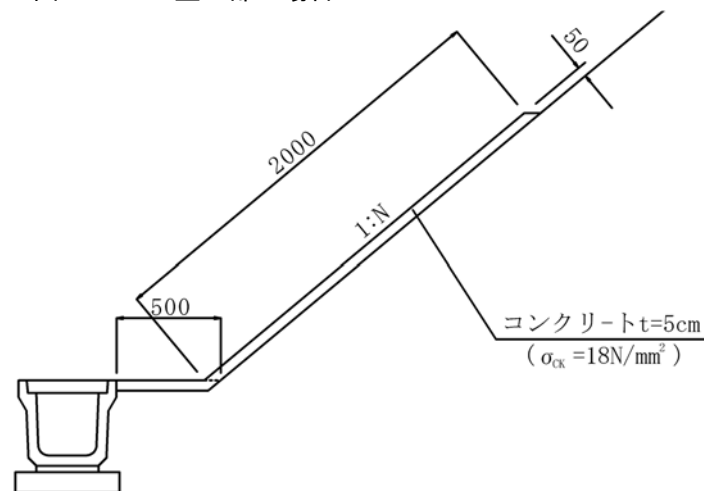


図 15-2 切土部の場合

16 軟弱地盤対策

16-1 総論

16-1-1 概要

軟弱地盤は、一般に粘土やシルトのような微細な粒子に富んだやわらかい土や、間隙の大きい有機質土またはゆるい砂等からなる土層によって構成されている。

軟弱地盤は線形検討の段階で避けて計画することが望ましいが、様々な理由で線形が固定され、どうしても避けられない場合は、必要に応じて「道路土工－軟弱地盤対策工指針等」を参考に軟弱地盤対策を実施すること。

16-1-2 判定基準等

軟弱地盤であるか否かは構造物の設計条件との相対的な関係により決定するため、明確な判定基準はないが、構造物を安全に支持できず、有害な沈下や傾斜を起こすような地盤を総じて軟弱地盤と判断する。

図16-1に軟弱地盤の分布地域と地盤の性状を示す。表16-1にこれまでの道路土工で確認された軟弱地盤における自然含水比 w_n 、自然間隙比 e_n 、一軸圧縮強さ q_u 及び標準貫入試験によるN値などの代表的な数値の範囲を泥炭質地盤、粘性土質地盤及び砂質地盤に区分した。

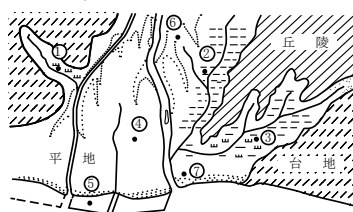
また、軟弱地盤の目安について、河川局、旧道路公団における例を表16-2、表16-3に示す。道路土工に関して問題となるのは、主として盛土や構造物の安定または沈下であるから、安定または沈下に対する許容値を超過するような地盤については、表16-1にこだわることなく軟弱地盤として取り扱う。逆に安定または沈下に対して大きい許容値の許せる盛土や構造物が施工される場合には、表16-1に示した砂質地盤や良質の粘土質地盤については軟弱地盤として取扱う必要はなくなる。

表 16-1 軟弱地盤の区分と一般的な土質

分布域	地盤区分	土質材料区分	土質区分		記号	土質 ^{注1)}			
						W _n (%)	e _n	q _u (kN/m ²)	N値
おぼれ谷埋積地	泥炭地	高有機質土 {Pm}	泥炭 (Pt)	繊維質の高有機質土		300以上	7.5以上	40以下	1 ^{注1)} 以下
			黒泥 (Mk)	分解の進んだ高有機質土		300~200	7.5~5		
丘陵や谷地に挟まれた細長い谷	粘性土地	細粒土 {Fm}	有機質土 {o}	塑性図A線の下		200~100	5	100以下	4 ^{注1)} 以下
			火山灰質粘性土 {V}	塑性図A線の下			2.5		
			シルト {M}	塑性図A線の下、ダイレイタンシー大		100~50	2.5		
			粘土 {C}	塑性図A線の上、またはその付近、ダイレイタンシー小			1.25		
埋立地	砂質地盤	粗粒土 {Cm}	細流分まじり	75 μm 以下		50	1.25	-	10~15以下
			砂 {SF}	15~50%		~	0.8		
			砂 {S}	75 μm 以下 15%未満		30以下	0.8以下		

軟弱地盤対策工指針 (H24.8) P8

注1): 盛土高さが数m程度の場合を想定したものであり、高盛土となるような場合には別途考慮する必要がある。



軟弱地盤対策工指針 (H24.8) P6

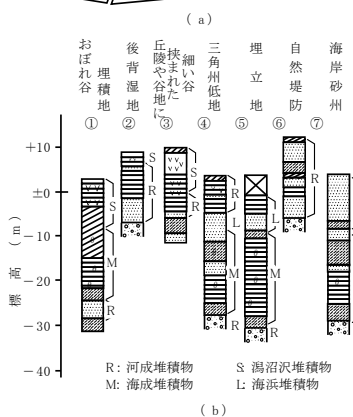


図 16-1 軟弱地盤の分布と成層

表 16-2 河川砂防における軟弱地盤（河川）

本調査(第1次)の結果が次のいずれかに該当する地盤に対しては、軟弱地盤調査を実施するものとする。

1. 粘土地盤の場合
 - (1) 標準貫入試験によるN値が3以下の地盤
 - (2) オランダ式二重管コーン貫入値が3 kgf/cm²以下の地盤
 - (3) スウェーデン式サウンディング試験において100 kg以下の荷重で沈下する地盤
 - (4) 一軸圧縮強さ q_u が0.6 kgf/cm²以下の地盤
 - (5) 自然含水比が40%以上の沖積粘土の地盤
2. 有機質土の地盤の場合
3. 砂地盤の場合
 - (1) 標準貫入試験によるN値が10以下の地盤
 - (2) 粒径のそろった砂の地盤

河川砂防技術基準調査
編(案) 2.3.2.

表 16-3 高速道路における軟弱地盤の目安

地盤	泥炭質地盤及び粘土質地盤		砂質地盤
	10m未満	10m以上	
層厚	10m未満	10m以上	—
N値	4以下	6以下	10以下
q_u (MN/m ²)	0.06以下	0.1以下	—
q_c (MN/m ²)	0.8以下	1.2以下	4.0以下

旧道路公団基準

注) ①表中で「 q_u 」はオランダ式二重管コーン貫入試験におけるコーン指数である。
 ②砂質地盤においては地震時の液状化が問題となる場合がある。

16-2 軟弱地盤の問題点, 検討

16-2-1 軟弱地盤の問題点

軟弱地盤に盛土・構造物を構築した時に、下記に示すように地盤のせん断強さや支持力の不足等による盛土のすべり破壊や圧密沈下による土工構造物や周辺地盤等の変形、路面の不陸が生じることがある。

軟弱地盤対策工指針
(H24.8) P9

表 16-4 軟弱地盤の挙動と問題点

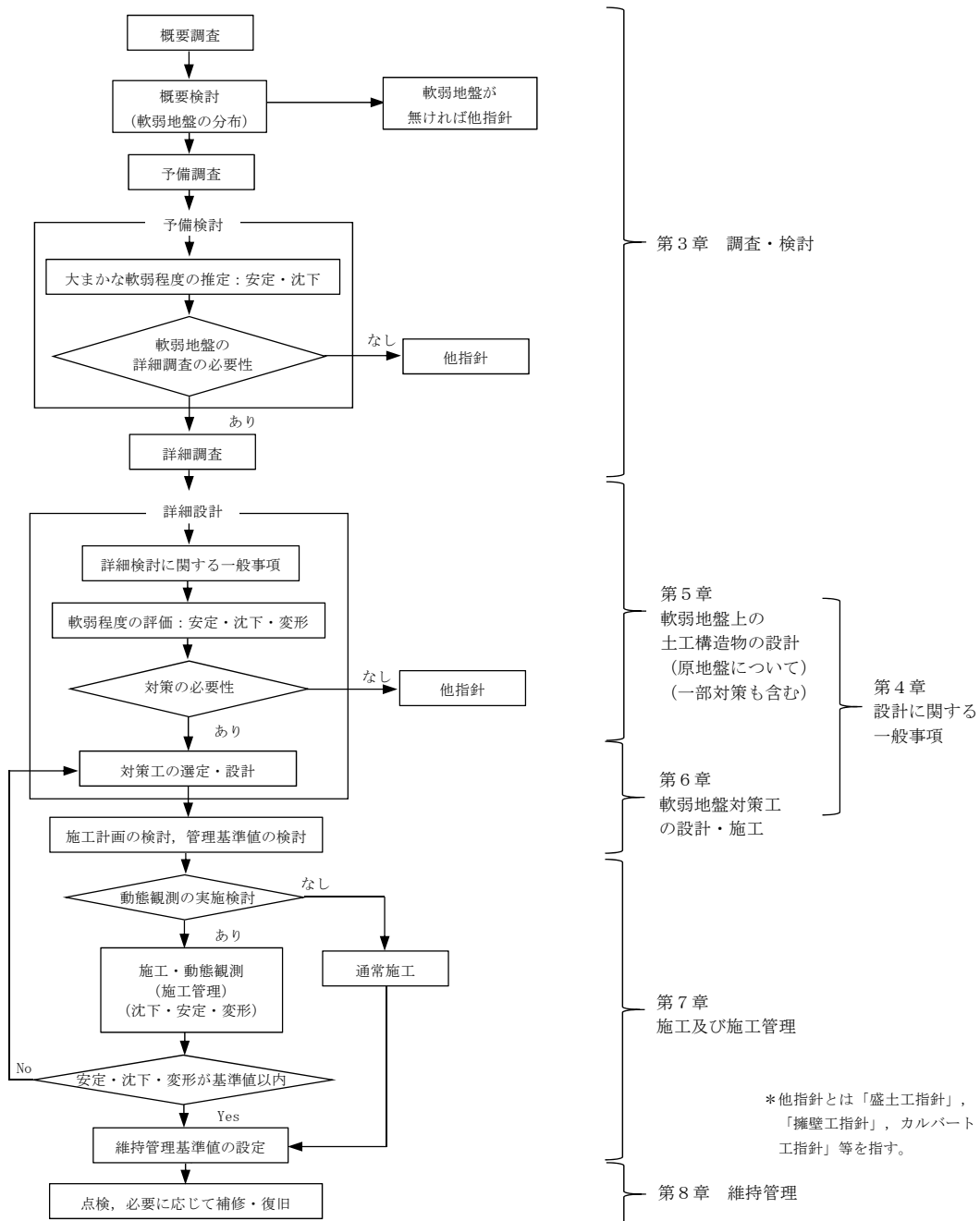
項目	建設段階	維持管理段階
地盤の挙動	沈下量が大 周辺地盤の変位が大 すべり破壊の発生	残留沈下（長期沈下）
路面及び盛土本体への影響	盛土量の増大 残留沈下量の増大 天端幅不足または寺勾配 すべり破壊（段差・クラック発生）	路面の不陸 走行性不良 路面排水不良
周辺地盤への影響	隆起、浮上り、沈下、押し出し、引込み 広範囲な隆起押し出し	沈下 周辺地盤の排水不良 周辺構造物の沈下
構造物への影響	構造物の不同沈下（変位）、破損 周辺構造物（人家、用水路、その他構造物）の破損、橋台の変位	構造物取付部段差 走行性不良 構造物への影響 ボックスカルバート等の沈下 排水不良 カルバート内のオーバーレイによる断面不足 擁壁との段差 路面水の浸透 裏込め土・舗装の弱化 擁壁の変形

16-2-2 軟弱地盤の検討

一般的に行われる軟弱地盤対策の流れを図16-2に示す。軟弱地盤の検討は、「道路土工-軟弱地盤対策工指針」に準拠する。

(1) 盛土の安定計算と沈下計算を行うにあたっては、土質調査その他によって収集された設計・施工のためのデータを整理して、次のような設計条件を求めておく必要がある。

- ① 地盤条件：軟弱地盤の生成区分、成層状態、排水条件、各層の土質定数（圧密特性と強度特性など）
- ② 施工条件：盛土の形状、工程、盛土材料の土質定数（単位体積重量と強度特性など）沿道的环境と用地に関する制限
- ③ 設計目標値：道路の性格などによる許容残留沈下量、最小安全率などの設計目標値、盛土周辺の施設への隆起・沈下等の許容値（盛土に近接している施設における、隆起、沈下等の変形量の許容値を定める場合は、関係機関等の定める値を参考として決定する。）



※表内の第〇章は「道路土工 軟弱地盤対策工」を参照すること。

図 16-2 軟弱地盤対策の流れ

(2) 必要な土質試験等

軟弱層の規模（平面的な広がりと深さ）は土質名とサウンディング結果で推定できるが、盛土の支持力、沈下などの概略予測、対策工法の検討などには次のような土質試験結果が必要である。

- ① 土の判別分類・・・比重，単位体積重量，含水比，コンシステンシー指数（液性限界，塑性指数），粒度分布
- ② 土の強度特性・・・一軸圧縮強さ
- ③ 土の圧密特性・・・ $e \sim \log p$ 曲線，圧密係数，圧縮指数
- ④ 設計計算書など・・・安定計算，沈下計算の計算書，沈下の実側記録

(3) 沈下計算

載荷重による軟弱地盤の沈下にはいくつかの原因が考えられるが、沈下の大部分は圧密沈下と考えられる。現在使われている計算方法にしたがって沈下を計算した場合、全沈下量については、ほぼ満足すべき精度で推定することができるが、沈下速度については実測値とかなり大きな差を見せる場合が多い。

① 圧密沈下量

圧密沈下量 S を計算から推定する場合には、圧密試験で図 16-3 のような荷重 P と間げき比 e の関係 (e - $\log P$ 曲線) を求めて、これを用い次式によって計算する。計算は 3 通りの方法が用いられており、場合によって使い分ける。

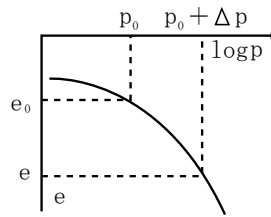


図 16-3 (e - $\log P$ 曲線)

$$S = \frac{e_0 - e}{1 + e_0} H_0 \dots \dots \dots \text{式 (16-1)}$$

$$S = H_0 \frac{C_c}{1 + e_0} \log_{10} \frac{P_c + \Delta P}{P_0} \dots \dots \dots \text{式 (16-2)}$$

$$S = m_v \Delta P \cdot H_0 \dots \dots \dots \text{式 (16-3)}$$

- ここに、 e_0 : e - $\log P$ 曲線上で土かぶり圧 p_0 に対応する間げき比
- e : e - $\log P$ 曲線上で載荷重を加えた後の鉛直圧 $p = p_0 + \Delta p$ に対応する間げき比
- H_0 : 圧密される層の厚さ
- m_v : 体積圧縮係数
- Δp : 載荷重によって基礎地盤の土に生じる鉛直方向の増加圧力
- C_c : 圧縮指数 (e - $\log p$ 曲線より求める)

沈下の計算には上記の 3 式があるが (2) 式は正規圧密粘土用に用いる。(3) 式は m_v の値が荷重によって大きく変化するので妥当な値の選定が難しいという欠点がある。(1) 式は計算が簡単で、結果も確からしい値を与えられ、一般に用いられている。

(1) 式を用いた計算の手順を簡単に述べる。

- ア 土層の区分複雑な地盤を同質とみなせるいくつかの代表的な層に区分する。
- イ 土かぶり荷重 p_0 ならびに盛土による鉛直圧の増分 Δp を計算する。有効応力が問題となるから、地下水以下の土の単位体積重量は土の水中単位体積重量を用いる。また Δp を求めるためには、盛土荷重

などに関しては各種の計算図表が発表されているので使用すると便利である。

ウ 初期間げき比 e_0 ，加えられた荷重による圧密終了後の間げき比 e を求める。圧密試験結果の e - $\log P$ 曲線（図 16-3）によって p_0 に対する e_0 ， $p_0 + \Delta P$ に対する e をそれぞれ読みとる。

エ 沈下量の計算

アで区分した各層ごとの沈下量を計算して加え合わせる。なお，必要な場合は盛土によって生じる即時的な沈下量を別に求めて加算する。即時的な沈下量も求め方にはいろいろな考え方がある。

② 沈下速度

圧密沈下の時間経過を求めるためには，盛土荷重によって生じる鉛直応力に等しい初期間げき水圧が地盤内に発生するものとし，以後排水が鉛直方向にのみ行われるとする 1 次元圧密解析の方法が慣用されている。圧密に要する時間 t は次式で計算される。

$$t = \frac{TH^2}{C_v} \dots \dots \dots \text{式 (16-4)}$$

ここに， t ：任意の圧密度 U に達するのに要する時間。ただし，圧密度 U は

$$U = \frac{\text{ある時間における沈下量}}{\text{全沈下量}} \dots \dots \dots \text{式 (16-5)}$$

なお， U と T の関係は図 16-4 に示す。

H ：圧密される層の排水距離，圧密の厚さが H_0 で下部に砂層があって両面に排水される条件であれば， $H = H_0/2$ となる。

c_v ：圧密係数で圧密試験によって求める。

地盤が c_v の異なるいくつかの層から成り立っている場合には，ある任意の層の c_v を基準にとり，他の層をその層に換算して，単一層として沈下速度を計算する方法が普通取られている。

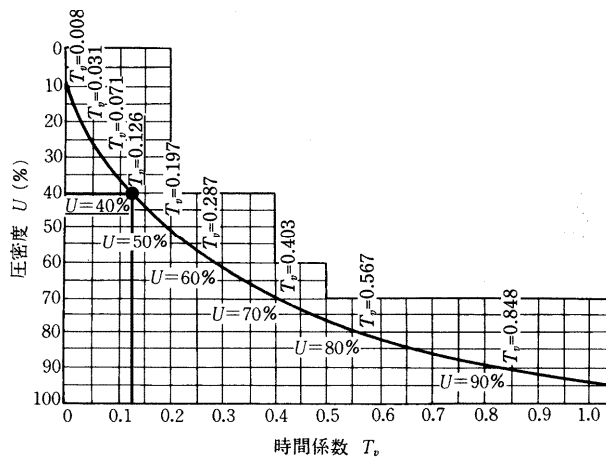


図 16-4 U と T の関係

(4) 安定計算

軟弱地盤上に荷重を加えると支持力不足によって破壊を起こす恐れがある。すべりの形は円形に近いことが多く、円弧すべりを仮定して、安定計算を行い、すべり破壊の検討を行なう。この検討の方法には全応力法と有効応力法とがあり、現場に合致すると思われる方法を選んで適用する。安全率は最小1.2～1.25以上あることが望ましい。ただし、盛土などの工事中はこの値よりいくらか低い値でもやむをえないものとしている。

① 全応力法

安定計算は図 16-5 に示すようにすべり面より上方にある土塊の部分を鉛直な側面を持つ細片に分割し、次式によって安全率 F_s を計算する。

$$F_s = \frac{\sum \{cl + (W - u_0 b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum (W \sin \alpha)} \quad \dots \dots \text{式 (16-6)}$$

ここに c : 細片部のすべり面に沿う土の圧密を考慮しない非排水粘着力 (kN/m²) および非排水せん断抵抗角 (°)。

なお、飽和粘土では、 $\phi=0$ として計算してもよい。

c : 土の粘着力 (kN/m²)

ϕ : 土のせん断抵抗角 (°)

l : 細片部のすべり面の長さ (m)

W : 細片の土の全重量, 載荷重を含む (kN/m)

u_0 : 静水位時における間隙水圧 (kN/m²)

b : 細片の幅 (m)

α : 細片部のすべり面平均傾斜角 (°)

危険と思われる仮定すべり面のすべてについてそれぞれ安全率を求め、その中の最小安全率をとって、盛土のすべり破壊に対する安全率とする。

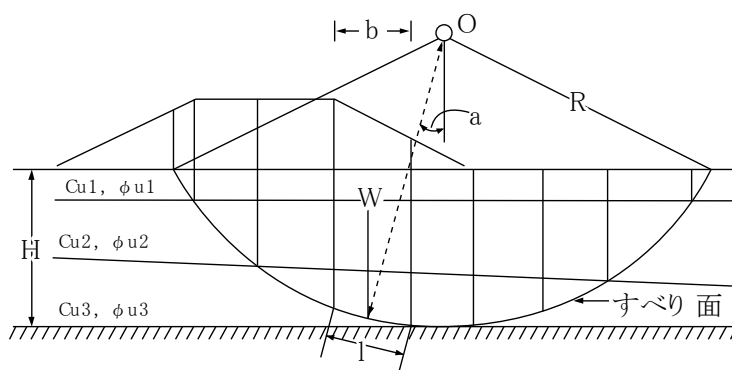


図 16-5 分割法による安定計算

(5) 側方変形

側方変形は、土層構成、軟弱地盤層厚、盛土形状の規模及び施工方法等の多くの要因に関連している。側方変形を検討する場合は、実施工における動態観測結果から地盤の側方変形量を求める経験的な方法等を参考に定める。

なお、計画盛土に重要構造物などが近接する場合は経験的な手法だけでなく、有限要素解析、試験盛土などを実施し、当該構造物の安定性を確保することが重要である。

盛土と沈下形状と側方への影響についての例として、図16-6は一般国道改良工事等で実際に観測された盛土の沈下形状や側方地盤の隆起、移動、変位の及ぶ距離を整理したものである。

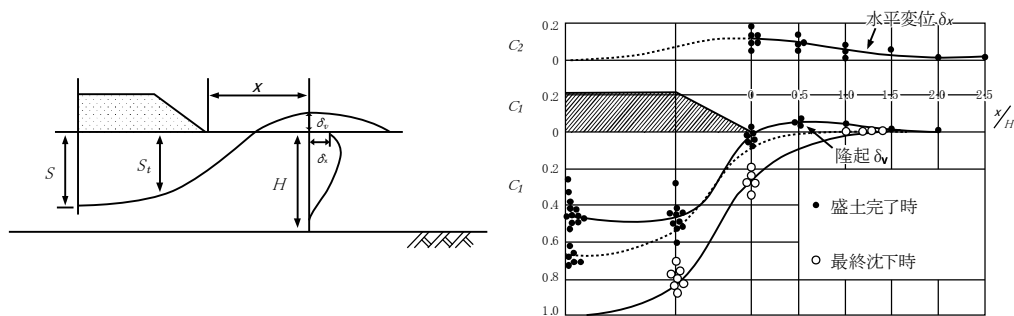


図16-6 盛土の沈下形状と側方へ影響

沈下量 $S_t = C_1 \cdot S$ 式(16-7)

側方地盤隆起量 $\delta_v = C_1 \cdot S$ 式(16-8)

側方地盤水平移動量 $\delta_x = C_2 \cdot S$ 式(16-9)

ここに

C_1, C_2 : 係数 (図16-6の値)

S: 盛土中央における最終全沈下量(m)

H: 軟弱地盤厚(m)

X: 盛土からの水平距離(m)

ただし、図は敷幅30～60m、立ち上がり期間50～200日で施工された道路盛土の例である。

16-3 軟弱地盤の対策工法, 留意事項

16-3-1 対策工法

軟弱地盤上に盛土した場合, すべり破壊を起す恐れがあるが, 施工後大きな沈下や不等沈下が起る場合これらの障害を取り除くために対策工が必要となる。現在使われている軟弱地盤対策工の対策原理と効果を表示すると表16-5のように分けられる。

軟弱地盤対策工指針
(H24.8) P191

表 16-5 軟弱地盤対策工の対策原理と効果

*) 砂地盤について有効
**) 排水機能付きの場合

原理	代表的な対策工法	効果															
		沈下		安定			変形		液状化						ト ラ フ イ カ ビ リ テ イ 確 保		
		併用後の沈下量の低減	全沈下量の低減	圧密による強度増加	すべり抵抗の増加	すべり滑動力の軽減	応力の遮断	応力の軽減	液状化の発生を防止する対策								
									砂地盤の性質改良			有効応力の増大	過剰間隙水圧の消散	せん断変形の抑制		液状化の発生は許すが 施設の被害を軽減する対策	
密度増大	固結	粒度の改良	飽和度の低下	過剰間隙水圧の消散	せん断変形の抑制	液状化の発生は許すが 施設の被害を軽減する対策											
圧密・排水	表層排水工法															○	
	サンドマット工法	○														○	
	緩速載荷工法			○													
	盛土・載荷重工法	○		○													
	バーチカドレーン工法	サンドドレーン工法	○		○												
		プレファブリケイティッドバーチカルドレーン工法	○		○												
	真空圧密工法	○		○													
地下水位低下工法	○		○							○	○						
締固め	振動締固め工法	サンドコンパクションパイル工法	○	○	○	○			○	○							
		振動棒工法		○*						○							
		バイプロローテーション工法		○*						○							
		バイプロタンパー工法		○*						○							
		重錘落下締固め工法		○*						○							
	静的締固め工法	静的締固め砂杭工法	○	○	○	○			○	○							
		静的圧入締固め工法								○							
固結	表層混合処理工法		○		○			○		○						○	
	深層混合処理工法(機械攪拌工法)	深層混合処理工法(機械攪拌工法)		○		○			○	○					○	○	
		高圧噴射攪拌工法		○		○			○	○					○	○	
	石灰パイル工法		○		○					○							
	薬液注入工法		○		○					○							
凍結工法				○													
掘削置換	掘削置換工法		○		○			○		○							
間隙水圧消散	間隙水圧消散工法												○				
荷重軽減	軽量土工法	発砲スチロールブロック工法		○			○		○								
		気泡混合軽量土工法		○			○		○								
		発泡ビーズ混合軽量土工法		○			○		○								
	カルバート工法		○			○		○									
盛土の補強	盛土補強工法				○										○		
構造物による対策	押え盛土工法				○											○	
	地中連続壁工法													○			
	矢板工法				○			○						○			
補強材の敷設	杭工法	杭工法		○		○		○							○		
		補強材の敷設工法				○										○	

16-3-2 留意事項

軟弱地盤は、不均質な土質と層構成をしている。基盤の傾斜、载荷に伴う土質変化や施工条件による影響などが考えられるため、下記について留意するのが好ましい。

- ① 施工にあたっては、動態観測を考慮する。設計時の予測挙動と実際の挙動との適合性を随時確認しながら必要に応じて設計・施工に反映させる。

動態観測のために設置する計器は表 16-6 に示すとおりであるが、一般工事ではこの中の地表面の沈下計、地表面変位ぐいおよび地表面伸縮計がよく利用されている。

表 16-6 各種動態観測用の計器

計測項目	使用計器	測定項目	目的	備考
沈下	地表面型沈下計	軟弱地盤表面の全沈下量	盛土量の検測や安定管理(盛土速度のコントロール)、沈下管理(将来沈下予測による残留沈下量の推定)に測定結果を使用する。	施工に際して必ず実施する
	層別沈下計	土層別の沈下量	軟弱層が厚く土層構成が複雑で、沈下速度の遅い層の圧密度や残留沈下が問題となる箇所に設置し、各層の計算沈下量の検証に使用する。また、改良柱体間の粘土の沈下挙動を把握する。	残留沈下が問題となる箇所では設置が望ましい。施工後の追跡調査にも活用できる。
変位	地表面変位杭	盛土周辺地盤の水平変位量及び鉛直変位量	盛土周辺地盤の変状の有無を把握して安定管理に用いる。	平地部等の低盛土で隣接地への影響が問題とならない場合を除いて、必ず実施する。
	地表面伸縮計(自記式地すべり計)	盛土周辺地盤面の水平変位量	盛土周辺地盤の変状の量を自動で計測して安定管理に用いる。	地表面変位杭と代替、もしくは併用して用いられる。
	挿入型傾斜計	盛土周辺地盤の地中水平変位量	安定管理に用いる。盛土の進行に伴う土層別の水平変位量を把握する。	地表面変位杭と代替、もしくは併用して用いられる。
間隙水圧	間隙水圧計	土層別の間隙水圧	粘土の圧密による強度増加は、圧密度で評価される。沈下量と間隙水圧では間隙水圧の方が遅れる傾向にあり、沈下量と合わせて総合的に圧密度を把握する。	試験施工等、確実な圧密の進行を把握する必要がある場合に実施する。

軟弱地盤対策工指針
(H24.8) P370

- ② 大規模な軟弱地盤で、対策工の選択によっては、工費等に影響があると予測される場合には、試験盛土を検討・実施する。

16-4 各論

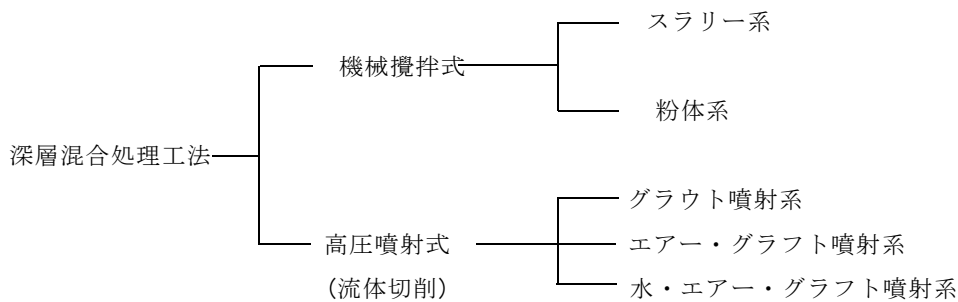
16-4-1 深層混合処理工法

深層混合処理工法は、工期が限られているため、緩速荷重工法等による必要な強度の増加や荷重重工法による沈下量が得られる見込みがない場合や近接する構造物に対し、盛土等による側方変位が重大な影響を与えられとされる場合などの適用が考えられるが、採用にあたっては、工期、経済性、施工性等を十分検討すること。

「道路土工 軟弱地盤対策工指針」，「陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル等」に準拠して設計する。

(1) 概説

深層混合処理工法は、図 16-7 に示すように、機械攪拌式と高圧噴射式がある。機械攪拌式にはスラリー状の改良材と現地盤の軟弱土を攪拌混合して改良体を造成するスラリー系と粉体系の改良材を現地盤の軟弱土と直接攪拌して改良体を造成する粉体系がある。一方高圧噴射式は高圧の空気、水およびグラウト材で改良範囲の現地盤を粉砕し、切削部分にセメント系改良材を充填あるいは改良材と切削土の一部を混合する方法である。



深層混合処理工法
マニュアル
(H16.3) P2

図 16-7 深層混合処理工法の分類

(2) 材料

① 改良材

改良材は、セメント（普通ポルトランドセメント，高炉セメント B 種），セメント系固化材，石灰から，強度発現，経済性，入手しやすさ等を考慮し，現場土の配合試験を実施して決定するものとする。

(3) 調査

① 室内配合試験

室内配合試験は、設計段階で実施し、土質別の添加量等の性状を確認しておく。なお、工事段階でも確認のため室内配合試験は実施する。

室内配合試験での試料作製は、地盤工学会基準「JGS0821-2000：安定処理土の締固めをしない供試体作製方法」に準拠して行う。なお、試験試料は改良範囲内の地盤を代表する各土層より採取する。

代表土層の設定は、粘性土、砂質土、高有機土等の土質区分により行う。

ア 試験手順

試験手順を図 16-8 に示す。

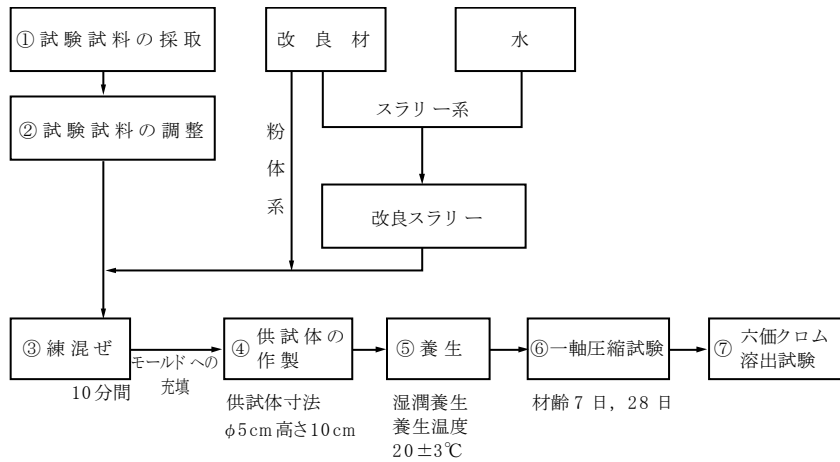


図 16-8 配合試験の手順

イ 改良材の添加量

セメント系では、粘性土の場合で $80\text{ kg/m}^3 \sim 200\text{ kg/m}^3$ 程度、砂質土で $80\text{ kg/m}^3 \sim 300\text{ kg/m}^3$ 程度、有機物含有量の多い特殊土等では $200\text{ kg/m}^3 \sim 500\text{ kg/m}^3$ 程度が多い。工法の特長や過去の試験結果も参考とする。

ウ 改良材添加量の決定

図 16-9 のフローより決定する。

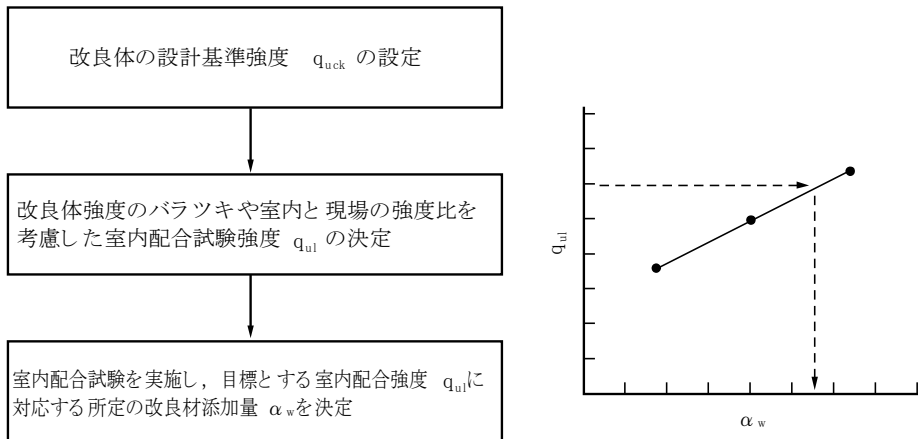


図 16-9 改良材の添加量決定フロー

エ 六価クロム溶出試験

セメント及びセメント系固化材の地盤改良への使用及び改良土の再利用に関する当面の措置について（平成12年3月24日付建設省技調発第48号）等関係通達により実施のこと。

深層混合処理工法
マニュアル
(H16.3) P63

(4) 設計

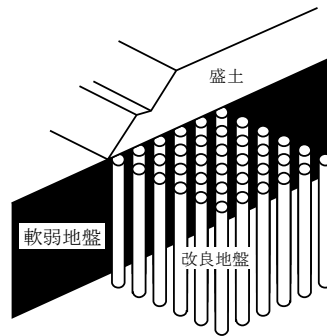
① 改良様式の選定改良様式は、配置方法（杭式、ブロック式）及び改良地盤の支持方式（良質な地盤への着底の有無）に分類され、安定性、経済性、施工性等を把握し、構造物の規模、重要度を考慮して決定するものとする。

ア 改良形式

(ア) 杭式改良

杭式改良は改良体をおよそ一定の間隔をおいて矩形または千鳥状に複数打設して改良地盤を形成する改良形式である。

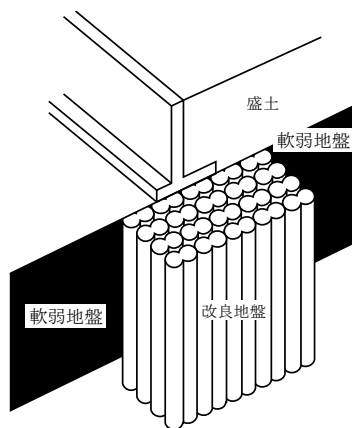
深層混合処理工法
マニュアル
(H16.3) P69



(イ) ブロック式改良

ブロック式改良は、所定の改良範囲、深度まで改良体をオーバーラップさせることにより一体化を図り、構造物下の地盤を全面改良してブロック状に個結する改良形式である。

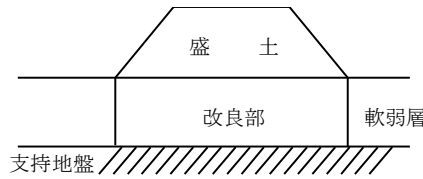
深層混合処理工法
マニュアル
(H16.3) P70



イ 支持方式

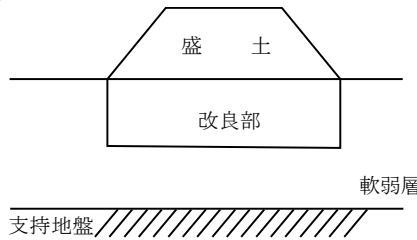
(ア) 着底型

改良地盤下端を良質地盤に着底させる方式である。



(イ) 浮き型

改良地盤を良質地盤に着底させず，軟弱地盤の途中にとどめる方式である。



② 改良仕様の設定

ア 材令

設計に用いる材令は28日強度を標準とする。

イ 設計基準強度

設計基準強度は、深層混合処理工法全体では、100～600KN/m²の実績が多い。改良地盤の平均せん断強さは、ほぼ改良体のせん断強さと改良率の積で表されるため、平均せん断強さを等しくする場合、改良体の強度を大きくとれば小さな改良率でよい。よって、安定対策の場合、設計基準強度を高くとるほど、改良率が減る。設計基準強度は、過去の実績、改良目的、土質状況、改良率等を踏まえ設定するものとする。

設計基準強度は、上載荷重が改良体に集中したと仮定して、最低値として下記計算を目安にすればよい。(図16-10)

$$q_{uck} = F_s \cdot W / a_p \quad \dots \dots \dots \text{式 (16-10)}$$

q_{uck} : 設計基準強度

a_p : 改良率 W : 上載荷重 = $r_E \times H_E$

F_s : 安全率(1.0～1.2)

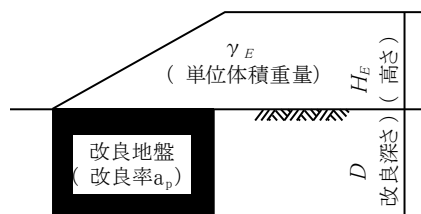


図 16-10 改良強度と盛土高さ

③ 設計基準強度と室内配合強度

$$q_{uck} = \gamma \cdot q_{uf} = \gamma \cdot \lambda \cdot q_{u1} \quad \dots \dots \dots \text{式 (16-11)}$$

q_{uck} : 設計基準強度

q_{u1} : 室内配合試験における改良土の一軸圧縮強さの平均値

q_{uf} : 原位置改良土の一軸圧縮強さの平均値

γ : 現場強度係数

λ : 現場強度 q_{uf} の平均値と室内配合強度 q_{u1} の平均値の比

$\gamma \cdot \lambda = 1/3$ を標準とする。なお、 γ 、 λ の値を別途隣接の現場等から推定してもよい。

④ 改良率

改良率 a_p は、改良対象面積に占める改良体の割合で表す(図 16-11)。すべり破壊を目的とする場合は、改良体間の粘度等のすりぬけ防止より、改良率は 50% 程度以上を目安とする。沈下対策では、実績、破壊形態、安定性等を十分に検討し採用するものとする。

深層混合処理工法
マニュアル
(H16.3) P80

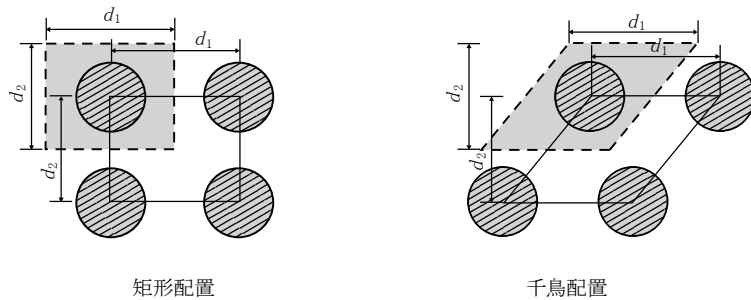


図 16-11 改良体の配置

$$a_p = (A_p / d_1 \cdot d_2) \times 100 \quad \dots \dots \dots \text{式 (16-12)}$$

a_p : 改良率 (%)

A_p : 改良体 1 本の改良面積

$d_1 \cdot d_2$: 改良体の配置間隔

⑤ 改良幅

改良幅(B)は改良長(D)に対して $B/D = 0.5 \sim 1.0$ 以上を目安とし、曲げ変形や滑動が起こらないように、これより小さくならないように設定する。

深層混合処理工法
マニュアル
(H16.3) P77

17 記録の保存

17-1 記録の活用

道路土工構造物を的確に維持管理していくためには、調査、計画、設計、施工及び既往の維持管理に関するさまざまな情報に鑑みることが必要である。そのためには、地形、地質、土質等のデータに加え、設計及び施工時の情報並びに点検結果、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保存し、活用していくことが重要である。

道路土工構造物技術
基準・同解説
(H29.4) P96