

第6章 土 工

主な関係図書

図 書 名	発行年月	発 行
道路土工構造物技術基準・同解説	H29.3	(公社) 日本道路協会
道路土工要綱 (平成 21 年度版)	H21.6	(社) 日本道路協会
道路土工 盛土工指針 (平成 22 年度版)	H22.4	(社) 日本道路協会
道路土工 切土工・斜面安定工指針 (平成 21 年度版)	H21.6	//
道路土工 カルバート工指針 (平成 21 年度版)	H22.3	//
道路土工 擁壁工指針 (平成 24 年度版)	H24.7	//
道路土工 仮設構造物工指針	H11.3	//
道路土工 軟弱地盤対策工指針 (平成 24 年度版)	H24.8	//
設計要領 第一集 土工	R2.7	東日本高速道路株式会社 中日本高速道路株式会社 西日本高速道路株式会社
建設発生土利用技術マニュアル 第 4 版 茨城県建設リサイクルガイドライン	H25.12	(一財) 土木研究センター 茨城県土木部

6-1 概 説

道路における土工構造物とは、道路に必要な空間を得るために造成した盛土、切土等、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で、盛土および切土に付帯するのり面保護工、排水工、擁壁、カルバート及び適切な支持地盤を得るための軟弱地盤対策工の総称である。また、道路土工とは、これら土工構造物の計画から維持管理までを行う行為の総称である。

平成 21 年度に道路土工指針が改定され、土工の種類に応じて再編された。(図 6-1-1)

ここでは、道路土工全般についてまとめられている「道路土工要綱」を中心に、道路土工の基本となる盛土及び切土についての基本事項について記述する。なお、これらの詳細な事項や土工構造物(擁壁・カルバート、軟弱地盤対策等)の実施にあたっては、本マニュアルの関連する章及び上記図書を参考に十分な検討を行うこと。

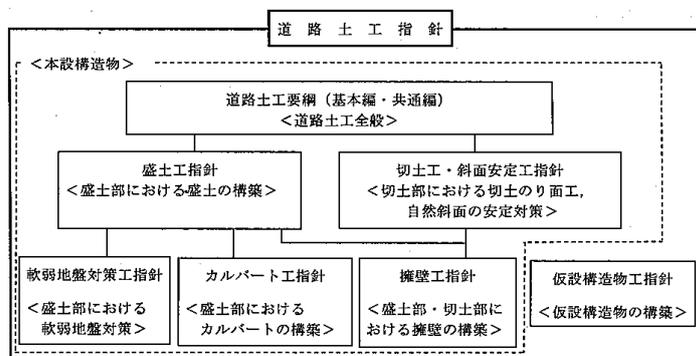


図 6-1-1 道路土工指針の体系

出典：道路土工要綱 P3

6-2 道路建設の流れと土工計画

道路における土工計画は、道路建設の流れに応じて、①道路機能、②社会的制約、③建設技術上の制約を総合的に判断し、最適な土工構造物の配置となるよう検討する。

土工計画は、以下に示す土工構造物における配慮事項を考慮し、調査、設計、施工、維持管理までを見通して一貫性をもったものとする。

土工構造物における配慮事項

- ①使用目的との適合性
- ②構造物の安全性
- ③耐久性
- ④施工品質の確保
- ⑤維持管理の容易さ
- ⑥環境との調和
- ⑦経済性

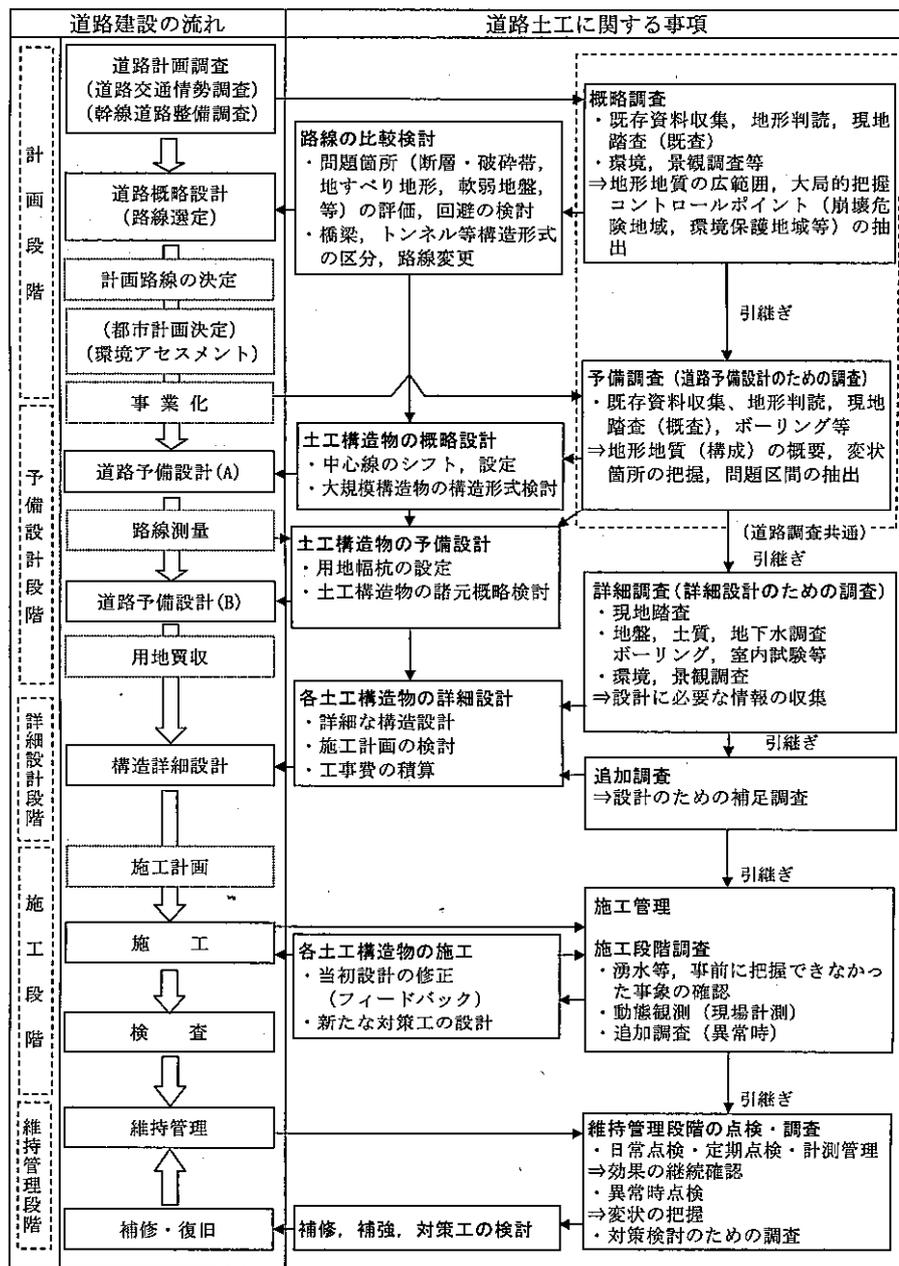


図 6-2-1 道路建設の流れと道路土工の関係

出典：道路土工要綱 P19

6-3 調 査

6-3-1 調査の段階と内容

道路土工の計画、設計、施工および維持管理の各段階に必要な情報を得るため、各段階に応じて調査を適切に実施し、その結果を反映しなければならない。

具体的な調査方法等については、「道路土工要綱」を参照すること。

※概略調査

概略調査は、道路計画・概略設計段階で実施する。

概略調査は、概略設計、予備設計に必要な情報を得るためのものである。比較路線を含む必要な調査対象地域について、既存資料（地形図、地質図、周辺の他工事の地質・土質調査報告書および工事記録、災害記録等）の収集整理、空中写真の判読、現地踏査により、計画地域を含む広範囲な地域の概略の地形、地質・土質、水理、災害、建設工事、環境、気象、文化財、鉱業権、関連する法令・条例等の情報をとりまとめる。

※予備調査

予備調査は、道路予備設計段階で実施する。

概略調査で得られた情報を踏まえ、道路構造物の概略形式の形式を決定するために調査を行う。道路の構造、工事費に著しい影響を与える可能性のある地域、たとえば、崩壊多発地域、地すべりの恐れのある地域、軟弱地盤、大規模な切土の予想される箇所、橋梁予定地点、トンネル、切土等による著しい地下水の枯渇の恐れ等のある箇所等について物理探査、サウンディング、ボーリング等をできる限り実施するのが望ましい。

※詳細調査

詳細調査は、道路詳細設計段階で実施する。

詳細調査は、事業決定後に各構造物の詳細設計を行うことを目的として、確定した道路中心線に沿って路線全域にわたって実施するもので、現地調査、物理探査、サウンディング、ボーリングおよび室内試験等が行われる。詳細調査は、路線全体の総括的な調査と問題ある箇所あるいは、特に検討を要する箇所の調査とを数段階に分けて行う。また、詳細調査において不足が生じた場合に追加調査を行うものとする。

※施工時の調査

施工段階の調査は、当初設計の前提となる地盤条件との差異や変状等の工事中に発生した異常を早期に見出し、適切な対応をとるために実施する。

※維持管理段階の調査

維持管理段階の調査は、点検等により異常を発見した場合にその原因を把握し、修繕、復旧等の対策工に必要な資料を得るために実施する。

6-3-2 調査時の着目点

調査時における主な着目点を以下に示す。

① 切土部

切土部の調査の主な着眼点は、

- a. 切土のり面の安定
- b. のり面上部（自然斜面）からの落石・崩壊・土石流の危険性
- c. 掘削による周辺地山の地下水の変化
- d. 掘削の難易性
- e. 切土部の路床の状態
- f. 盛土材料としての土性

などである。

特に注意の必要な切土箇所は次のとおりである。

- a. 崩積土、強風化斜面の切土
- b. 砂質土など特に浸食に弱い土の切土
- c. 泥岩、蛇紋岩など風化が早い岩の切土
- d. 割目の多い岩の切土
- e. 地下水が多い場合の切土
- f. のり面上部からの落石・崩壊

② 盛土部

盛土部の調査の主な着眼点は、

- a. 盛土基礎地盤の安定と沈下
- b. 盛土のり面及び盛土本体の安定
- c. 液状化

などである。

特に注意の必要な盛土箇所は次のとおりである。

- a. 傾斜地盤上の盛土（特に湧水等に注意する。）
- b. 降雨によるのり面の被害
- c. 盛土材料の影響による沈下

③ 軟弱地盤

軟弱地盤とは、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、間げきの大きい有機質土またはPEAT、あるいは緩い砂などからなる土層によって構成されている。

表6-3-2に示すような土層及び土質からなる地盤の場合、土工構造物の基礎地盤として十分な支持力を有しない可能性があるため、軟弱地盤として調査・設計等を行わなければならない。

表6-3-1 軟弱地盤の分布と性状

分布域	軟弱地盤の性状
おぼれ谷埋積地	おぼれ谷（谷地形が海進により海面下に沈んだ地形）が堆積物で埋められた後に再度隆起して地表に現れた地形で、有機物を大量に混入した厚い軟弱地盤となることが多い。
後背湿地	自然堤防背後の後背湿地の地盤。粘性土と砂礫の互層地盤が多い。上部に河成の有機質土、粘性土等がかなり厚く堆積していることがある。
丘陵や谷地に挟まれた細長い谷	崩積谷、埋積谷、小おぼれ谷（海岸砂州等で湾口を閉ざされたおぼれ谷の地盤）、枝谷等。上部に潟湖成泥炭や有機質土が、下部に海成粘土が厚く堆積していることが多い。層厚が10mを超えることは少ない。
三角州低地	緩流河川の河口三角州に形成された低地の地盤。粘性土と砂の互層地盤が多い。下部に厚い海成粘土層を有する大規模な軟弱地盤を形成することがある。
埋立地	最近埋め立てられた地盤。特に軟弱な海底を乱された粘土やシルトで厚く埋め立て、まだ十分圧密していない場合に問題が多い。また、砂質土で埋め立てられている場合には、液状化する可能性が高い。
海岸砂州自然堤防	海岸砂州や大河川の自然堤防に沿う地盤。一般には良好な地盤であるが、上部にゆるい砂層が厚く堆積し、下部に厚い粘性土層が分布することがある。
その他	現河道、旧河道、水面上の盛土地、自然堤防縁辺部、砂丘間の低地、砂丘と低地の境界部は、ゆるい砂質土が堆積していることが多く液状化する可能性が高い。

出典：道路土工 軟弱地盤対策工指針 P7

表 6-3-2 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	5~2.5	100以下	4 ^{注1)} 以下
火山灰質粘性土 {V}			塑性図A線の下						
シルト {M}			塑性図A線の下, ダイレイタンシー大		100~50	2.5~1.25			
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						
三角州低地	砂質地盤	粗粒土 {Cm}	細粒分まじり砂 {SF}	75 μm以下 15~50%		50~30	1.25~0.8	-	10~15以下
埋立地			砂 {S}	75 μm以下 15%未満		30以下	0.8以下		
海岸砂州自然堤防									

出典：道路土工 軟弱地盤対策工指針 P8

④ 地すべり

地すべりは、地下深部のある面を境界として、その上部の土塊が徐々に下方に移動する現象である。特定の地質や地質構造を有する地域に集中して分布する傾向が強く、崩壊に比較して緩勾配の斜面が大規模に移動し、特有の地形（地すべり地形）を形成する。

表 6-3-3 地すべりの型分類

分類 特徴	岩盤地すべり	風化岩地すべり	崩積土地すべり	粘質土地すべり
主な土塊の性質 (頭部)	岩盤または弱風化岩	風化岩（きれつが多い）	巨礫または礫まじり土砂	礫まじり土砂
主な土塊の性質 (末端部)	風化岩	巨礫まじり土砂	礫まじり土砂、一部粘土化	粘土または礫まじり粘土
一般的な斜面形状	一般に台地部があるが不明瞭である。凸型斜面に多く、鞍部から発生する。	明瞭な段落ち、帯状の陥没地と台地がある。大きくみれば凹型だが、主要部は凸型である。	滑落崖を形成し、その下に沼、湿地などの凹地があり、頭部にいくつかの残丘がある。凹形斜面が多い。	頭部に不明瞭な台地部を残し大部分は一様な緩斜面、沢状の斜面である。

（砂防学講座第 7 巻—1 土砂災害-崩壊・地すべり・落石・飛砂対策（1）より編集）

地形図、航空写真においては、

- 等高線の不整配列
- 馬蹄形状急崖、台地上の斜面の存在、緩斜面下方における等高線の緊密化
- 池、沼、湿地の規則的な配列
- 急崖前面における不規則な等高線配列、あるいは分離小丘の存在
- 小溪沢などの異常なカーブ
- 千枚田などの存在

などが当該調査地域で観察された場合に、地すべりの可能性が大きいので詳細な調査が必要である。

6-4 切 土

(1) 標準のり面勾配

一般的な場合においては、表6-4-1に示す標準のり面勾配を参考として調査結果及び用地条件等を総合的に判断してのり面勾配を決定する。

ただし、以下の場合は適用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、のり面排水工等による対策を講じること。

1) 地域・地盤条件

- ①地すべりの場合
- ②崖錘、崩積土、強風化斜面の場合
- ③砂質土等、特に侵食に弱い土質の場合
- ④泥岩、凝灰岩、蛇紋岩等の風化が早い岩の場合
- ⑤割れ目の多い岩の場合
- ⑥割れ目が流れ盤となる場合
- ⑦地下水が多い場合
- ⑧地震の被害を受けやすい地盤の場合

2) 切土条件

- ①長大のり面となる場合（切土高が表6-4-1に示す高さを超える場合）
- ②用地等からの制約がある場合

3) 切土の崩壊による影響

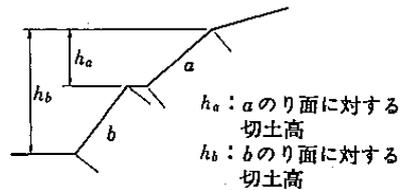
- ①万一崩壊すると隣接物に重大な損害を与える場合
- ②万一崩壊すると復旧に長期間を要し、道路機能を著しく阻害する場合
（例えば代替道路のない山岳道路における切土）

表 6-4-1 切土に対する標準のり面勾配

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

注) ① 上表の標準勾配は地盤条件、切土条件等により適用できない場合があるので本文を参照すること。

② 土質構成等により単一勾配としないときの切土高及び勾配の考え方は下図のようになる。



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

③シルトは粘性土に入れる。

④上表以外の土質は別途考慮する。

⑤のり面緑化工を計画する場合には参表 8-2 も考慮する。

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P136

(2) のり面の形状

切土のり面は、地形・地質が異なっても、最も緩い勾配を必要とする土質に合わせれば、単一法面として良い。

土質及び岩質により変化させ、勾配を変化させる場合には、**図 6-4-1** に示すように勾配の変化点に小段を設けるのが一般的である。

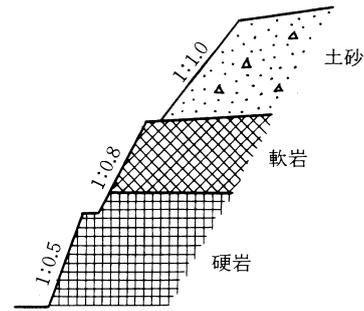


図 6-4-1 地山状態とのり面形状

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P150

(3) 小 段

① 小段の目的

長大なりの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に排水すれば、のり面下部に表面水が集中することを防ぐことができる。また、点検用の通路及び補修のための足場としても便利である。

② 小段の勾配

排水整備を設置しない場合の小段の横断勾配はのりの下側（のり尻側）に向かって5~10%程度とするのが普通である。

しかし、のり面のはく離が多いと推定される場合や浸食を受けやすい土質からなる場合は、逆勾配とし排水溝を設ける。

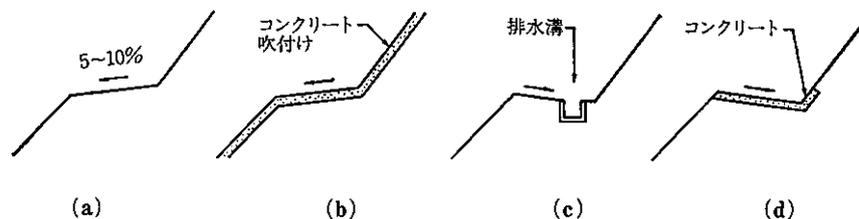


図 6-4-2 小段の横断勾配

出典：道路土工 切土工・斜面安定工指針 P152

③ 小段の位置

切土のり面では土質や岩質、のり面の規模に応じて、高さ 5m~10mごとに 1.0m~2.0m幅の小段を設けるものとし、高さ 5m ごとに 1.0m 幅（排水溝を設ける場合は 1.5m）の小段設置を標準とする。

なお、落石防止柵などを設ける場合や長大なりの面の場合は、適宜小段幅を広くとることが望ましい。

6-5 盛 土

(1) 盛土の安定性

道路土工 盛土工指針では、盛土の設計に当たっては、想定する作用に対し、盛土及び基礎地盤の安定性を照査することを原則としている。ただし、既往の経験・実績や近隣あるいは類似土質条件の盛土の施工実績・災害事例等から要求性能を満足するとみなせる場合は、標準のり面勾配を適用することができるとしている。

以下に、道路土工 盛土工指針における盛土安定性検討の考え方を示す。

「解表 4-3-1」に示すように、盛土及び盛土周辺の地盤条件が、以下のいずれかに該当する場合には、常時の作用に対して、さらには必要に応じて降雨の作用及び地震動の作用に対する安定性の照査を行い、盛土構造、地下排水工、のり面勾配及び保護工等を検討するとともに、必要に応じて地盤対策を検討する。また、以下の条件のいずれにも該当しない、あるいは該当しても対策等によりその不安定要因（条件）に対処できる場合は、後述する標準のり面勾配を適用することができる。

1) 地盤条件

- ①盛土の基礎地盤が軟弱地盤やすべり地のような不安定な場合
- ②降雨や浸透水の作用を受けやすい。ただし、排水対策を十分に行い、標準のり面勾配以下であれば常時の作用、降雨及び地震動の作用に対する照査を省略することができる。
- ③盛土が水際にあり、常時及び洪水時等に盛土のり尻付近が侵食させるおそれがある場合（池の中の盛土、川沿いの盛土）

2) 盛土自体の条件

- ①盛土高・のり面勾配が「解表 4-3-2」の標準値を超える場合
- ②盛土材料が「解表 4-3-2」に該当しないような特殊土からなる場合

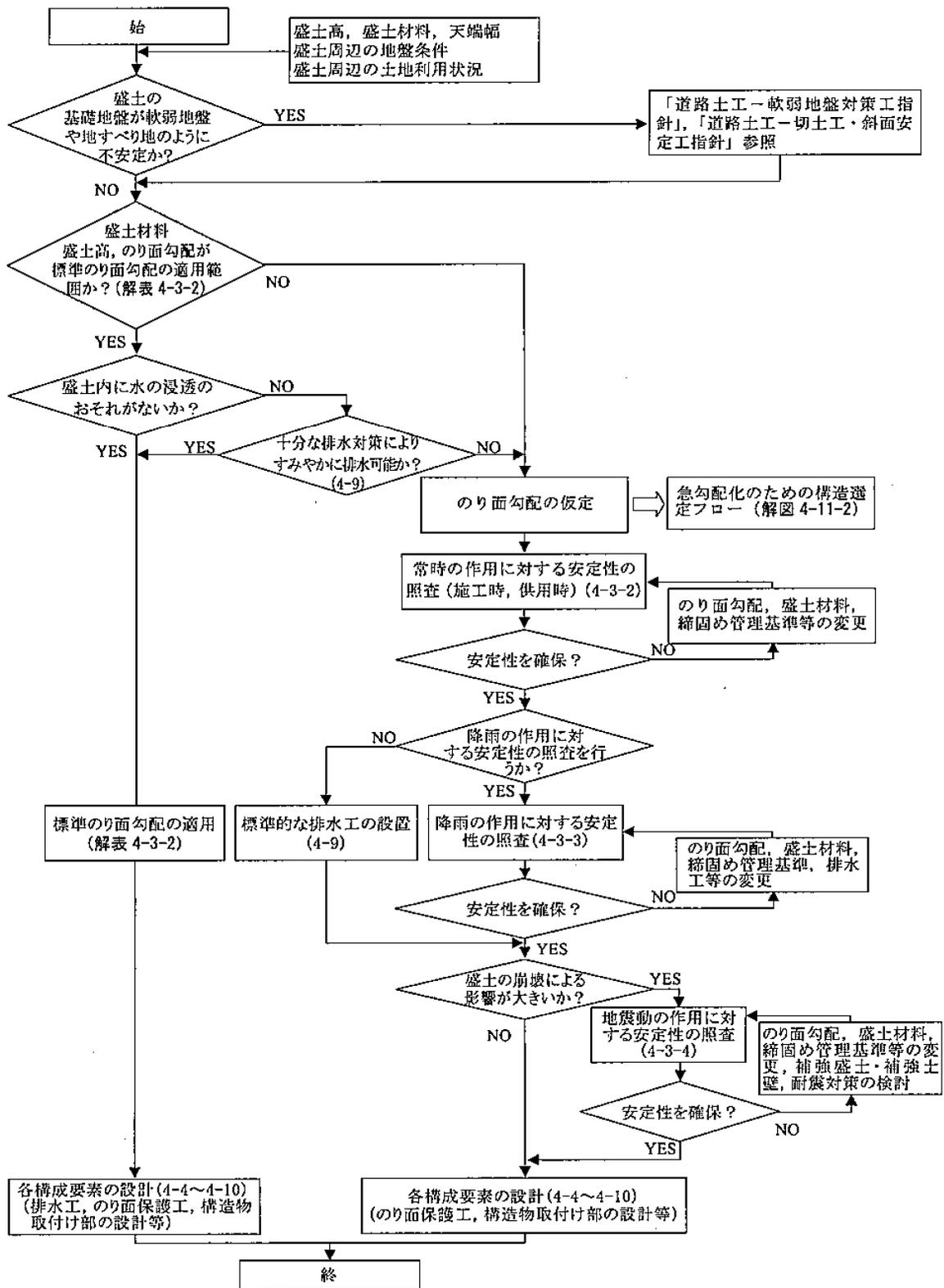
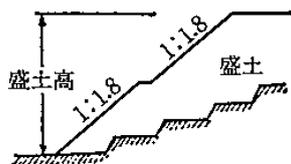


図 6-5-1 盛土の安定性照査のフローチャートの例

出典：道路土工 盛土工指針 P104

解表 4-3-1 盛土の安定性の照査を行う盛土の条件

条 件		判断基準	備 考
盛土自体の条件	盛土高さ・勾配	盛土高・のり面勾配が解表 4-3-2 に示す標準値を超える場合	
	盛土材料	盛土材料が泥土等の解表 4-3-2 に該当しないような特殊土からなる場合	
盛土周辺の地盤条件	基礎地盤	盛土の基礎地盤が軟弱地盤や地すべり地のように不安定な場合	「道路土工-軟弱地盤対策工指針」及び「道路土工-切土工・斜面安定工指針」を参照する。
	湧水	降雨や浸透水的作用を受けやすい場合	ただし、4-9 に従い、排水対策を十分に行い、解表 4-3-2 に示す標準のり面勾配の範囲内であれば安定性の検討を省略することができる。
	水際の盛土	盛土のり面が常時及び洪水時等に冠水したりのり尻付近が侵食されるおそれがある場合	



解図 4-3-2 盛土高の定義

出典：道路土工 盛土工指針 P105

解表 4-3-2 盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配の目安

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

注) 盛土高は、のり肩とのり尻の高低差をいう(解図 4-3-2 参照)。

出典：道路土工 盛土工指針 P106

(2) 小 段

①小段の目的

小段は、施工中及び施工後の降雨によるのり面の浸食防止のために、のり面を流下する雨水の流速を抑えるとともに、小段に排水溝を設けてこれを排除する機能を有している。また、点検のための通路としての役割、補修・補強対策用の足場等の機能を有している。

②小段の勾配

小段の勾配は、横断方向に5～10%程度つけることを標準とする。

③小段の位置

のり肩から垂直距離5～7m程度下がるごとに幅1～2m程度の小段を設けるものとし、高さ5mごとに1.0m幅（排水溝を設ける場合は1.5m）の小段設置を標準とする。

6-6 土量の変化率等

(1) 土量の変化

土量変化は次の3つの状態の土量に区分して考える。

地山の土量……………掘削しようとする土量（地山にあるがままの状態）

ほぐした土……………掘削したままの土量

（掘削され、ほぐされた状態）

締固めの土量 ……………締め固められた盛土の土量（締め固められた状態）

3つの状態の体積比を次式のように表し、L及びCを土量の変化率という。

$$L = \frac{\text{ほぐした土量}(m^3)}{\text{地山の土量}(m^3)} \qquad C = \frac{\text{締固後の土量}(m^3)}{\text{地山の土量}(m^3)}$$

土量の配分計画を立てる場合には、この土量変化率を用いて、切土・盛土の土量計算を行うものとする。

(2) 土量変化率

土量の変化率の決め方は、簡易な測定方法から試験施工による方法、あるいは既往の工事結果から推定する方法等があるが、ここでは、過去のデータから示される土質別の平均的変化率を以下に示す。なお、適用にあたっては、土工要綱を参考にすること。

表6-6-1 土量の変化率

名称		L	C
岩または石	硬岩	1.65~2.00	1.30~1.50
	中硬岩	1.50~1.70	1.20~1.40
	軟岩	1.30~1.70	1.00~1.30
	岩塊・玉石	1.10~1.20	0.95~1.05
礫まじり土	礫	1.10~1.20	0.85~1.05
	礫質土	1.10~1.30	0.85~1.00
	固結した礫質土	1.25~1.40	1.10~1.30
砂	砂	1.10~1.20	0.85~0.95
	岩塊・玉石まじり砂	1.15~1.20	0.90~1.00
普通土	砂質土	1.20~1.30	0.85~0.95
	岩塊・玉石まじり砂質土	1.40~1.45	0.90~1.00
粘性土等	粘性土	1.20~1.45	0.85~0.95
	礫まじり粘性土	1.30~1.40	0.90~1.00
	岩塊・玉石まじり粘性土	1.40~1.45	0.90~1.00

出典：道路土工要綱 P272