

# 第1編 共通編

## 第1章 土工

### 第1節 概論

#### 1-1-1 概論

土工とは天然の土や岩を対象とした作業であり、作業条件は施工場所、気象状況、施工時期などによって異なる。特に土は含水量や凍結融解等により複雑な性質となり、性状が常に変化する。このような特有の「条件」を考慮し、土と岩を用いてある目的物（路体、築堤等）を構築する作業を土工といい、この作業を行うためには気象調査、土質調査、土取り場及び土捨て場調査、試験施工、土工の施工計画（土量配分計画も含む）、環境調査などを行い慎重に調査し実施する必要がある。

また、軟弱地盤対策に係る概論は第3節において述べる。

### 第2節 土工計画

#### 1-2-1 設計上の一般事項

- (1) 全体の土量配分を考慮し建設発生土を有効に利用する。また、残土処理場所の選定については公共事業を優先に十分検討すること。（建設発生土：「鳥取県土整備部公共工事建設副産物活用実施要領」参照）
- (2) 土量の変化率を見込み、適切に設計すること。（1-2-2を参照）
- (3) 土量計算に際して、曲線部は図心距離とし、また縦断変移点等は中間点を設け切盛土量の重複計上を避けること。（図心計算は1-2-3の計算例を参照）
- (4) 土工計画においては原則として土積図（マスカープ）により適正な配分計画を決定すること。（1-2-4を参照）
- (5) 岩質の区分、風化状態、亀裂間隔等を考慮し、その判断を誤らないこと。
- (6) 設計書には、土量の総括表を必ず添付すること。なお、総括表は誰が見てもわかるように取りまとめること。
- (7) その他、道路土工要綱等を参考にして計画すること。

#### 1-2-2 土量の変化

一般の土質分類には土木工事標準積算基準書の土量変化率を使用する。

#### 1-2-3 曲線中の土量計算

曲線中の土量計算は各断面の図心を求め、その図心間距離により土量計算をすること。図心間距離を求める計算手法を図1-2-1及び図1-2-2を例として、以下に示す。

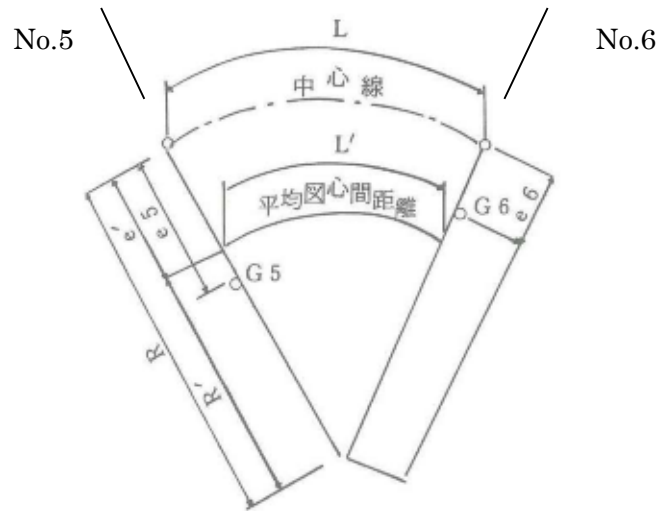


図 1-2-1

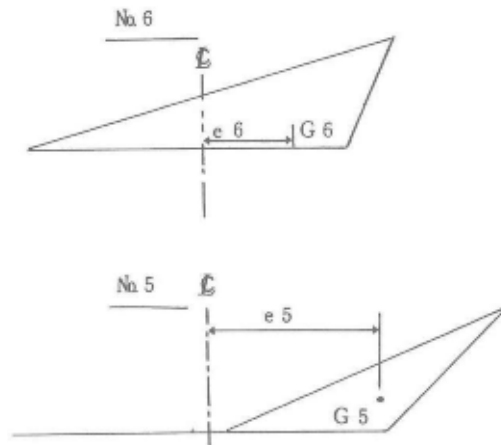


図 1-2-2

- (1) 曲線中の断面 No. 5、No. 6 の図心 G5、G6 を求める。(図 1-2-2)
- (2) 図心 G5、G6 と道路中心までの距離 e5、e6 を求める。e5、e6 の符号は G5、G6 が道路中心線の内側にある時は負 (-) 外側にある時は正 (+) とする。
- (3) 道路中心から図心までの平均距離 (平均図心)

$$e' = \frac{e_5 + e_6}{2} \quad \text{を求める。}$$

- (4) e' が求めれば比例計算により (表 1-2-2 参照)

$$L' = L \times \frac{R + e'}{R} \quad \text{が求まる。}$$

$$L : L' = R : R'$$

$$R' = R + e'$$

ここで L : 測点間センター距離 (m)、R : 平均半径 (m)、e' : 平均図心

但し、平均半径Rは、図 1-2-3 の例において、

$$\frac{1}{R} = \frac{\frac{1}{2} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) l_1 + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) l_2 + \frac{1}{2} \left( \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) l_3}{l_1 + l_2 + l_3}$$

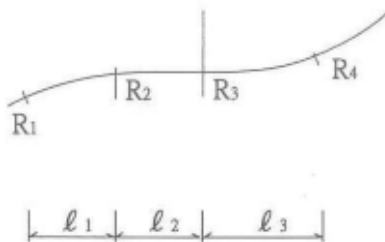


図 1-2-3

なお、

$$A^2 = R_x l_x, \quad R_x = \frac{A^2}{l_x} \quad (\text{A: パラメータ})$$

(5) 表 1-2-1 より、

$$\alpha = \frac{R + e'}{R} \quad \text{を求める。}$$

(6)  $\alpha$  が決まれば、(4) より、図心間距離  $L'$  が求まる。

計算例を次頁 (図 1-2-4、表 1-2-2) のとおり示す。



(計算例)

計算例

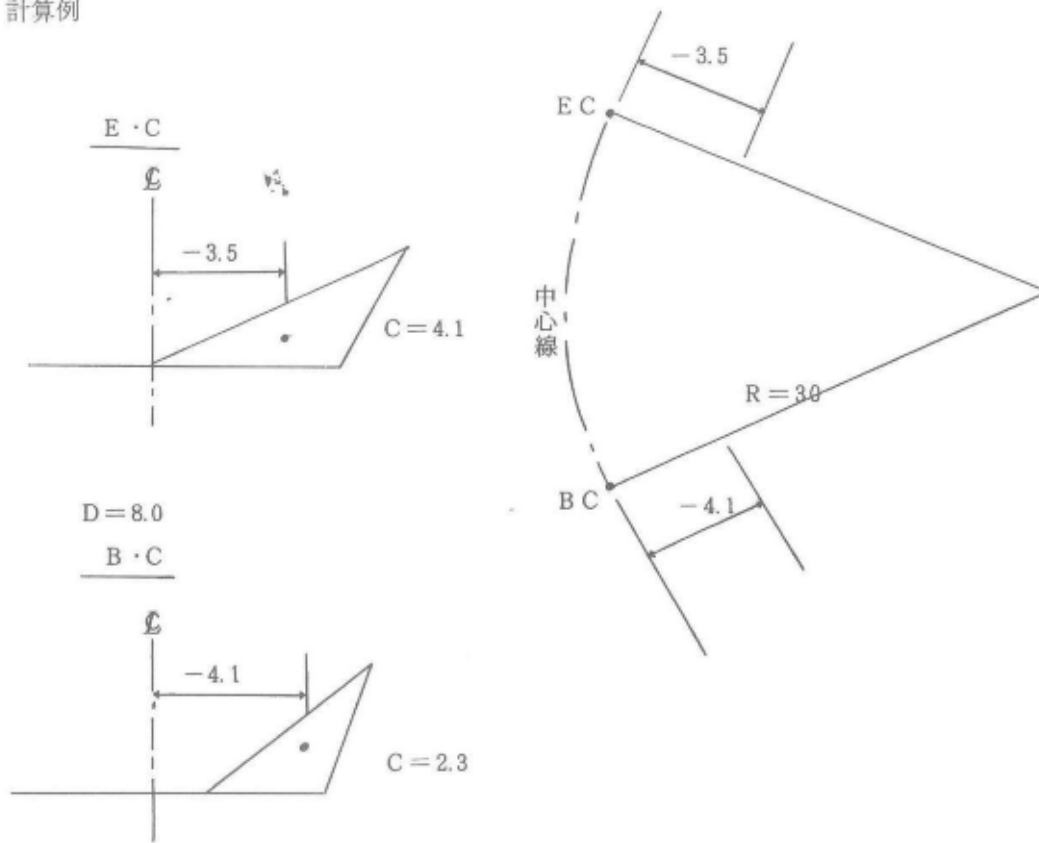


圖 1-2-4

表 1-2-2 計算表

通過距離	距離	補正距離	斷面積	平均	積	摘要
B·C			2.3			
E·C	8.0	7.0	4.1	3.2	22.4	$e' = \frac{-3.5 + -4.1}{2} = -3.8$ $\alpha = \frac{30 + (-3.8)}{30} = 0.87$ $L' = 8.0 \times 0.87 \doteq 7.0$

### 1-2-4 土量の配分

土量の配分は、切り盛り土量のバランスと運搬距離、適切な建設機械及び盛土で要求される品質等を的確に把握して計画しなければならない。

ここでは、土積図（マスカープ）による土量の配分を行う場合の計算例を以下に示す。

(1) 以下の要領により土量計算書を作成する。（表 1-2-3 参照）

#### ①断面積の算定

工事区域外に搬出し、処分しなければならない不良土及び路床等特別の目的をもって使用する良質土については、断面積からあらかじめ差し引いておく。

#### ②補正土量

切土量を盛土量に補正したものであり、次の式による。

$$\text{補正土量} = \text{切土量} \times C \quad C = \text{締め固めた土量} / \text{地山の土量}$$

ただし、地山の土質が 1 種類ではなく、土量の変化率がそれぞれ異なる場合は、土質別の切土量を計算し、加重平均によって平均の変化率を求め、盛土の補正土量を求める。

#### ③増減土量

盛土中にある横断構造物等盛土から控除すべき、あるいは盛土に加える土量を別途計算し、盛土量の増減土量欄にその数量及び事由を記入する。

④累加土量は、差し引き土量の累加であるので、縦方向（縦断方向）のみが考慮される。このため、同一断面内で盛土と切土がある場合は、その断面内で流用することとし、これを横方向土量として算出する。

表 1-2-3 土量計算書 [参 1-1 出典：公益社団法人日本道路協会 道路土工要綱 p.277]

測点	距離 (m)	切 土 量									① 補正 切土量 合計 (m³)	盛 土 量				①-④ 差し引き 土量 (m³)	累加 土量 (m³)	横方向 土量 (m³)	測点						
		砂			普通土			軟 層				路 床			② 盛土量 合計 (m³)					③ 増減 土量 (m³)					
		前面積 (m²)	地山 土量 (m³)	補正 土量 (m³)	前面積 (m²)	地山 土量 (m³)	補正 土量 (m³)	前面積 (m²)	地山 土量 (m³)	補正 土量 (m³)		前面積 (m²)	土量 (m³)	増減 土量 (m³)											
19+80		27.3	—	—	17.7	—	—	49.5	—	—									19+80						
20+00	20	51.6	789	710	31.7	494	445	80.3	1,298	1,493	2,648							2,648	2,648	20+00					
+20	0	53.2	1,048	943	34.1	658	593	93.3	1,625	1,809	3,404							3,404	6,052	+20					
+40	0	61.1	1,143	1,029	35.2	808	723	74.9	1,571	1,807	3,559							3,559	9,611	+40					
+60	20	84.8	1,459	1,313	54.9	1,011	910	51.7	1,265	1,455	3,679	0	0	0	0	0	0	3,679	13,290	+60					
+80	0	11.2	960	854	8.0	629	568	9.3	610	703	2,133	34.9	349	△226	129			2,003	15,290	129	+80				
21+00	0	0	112	101	0	80	72	0	93	107	280	97.4	1,323		1,323			-1,043	14,250	280	21+00				
+20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183.0	2,804		2,804			-2,804	11,446	0	+20				
+40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	248.7	4,317		4,317			-4,317	7,129	0	+40				
+60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	353.0	6,017		6,017			-6,017	1,112	0	+60				
+70	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	355.3	3,542	△287 (36m³)	2,698			-2,688	-1,576	0	+70				
+80	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	383.4	3,894		3,694			-3,694	-5,270	0	+80				
25+00	20	52.6	1,021	919	37.6	701	631	68.9	1,428	1,613	3,192							3,192	173	0	25+00				
+20	0	50.9	1,035	932	38.5	761	685	77.2	1,461	1,680	3,207							3,297	3,470	0	+20				
合計			19,312	15,483			10,602			24,577	51,602							49,266	△1,074	48,192		3,470	—	1,459	合計

(2) (1) で作成した土量計算書を元に、以下の要領により土積図（枳カーブ）を作成する。（図 1-2-5 参照）

- ①道路中心線の縦断図 ABCDEFGHIJKL を描く。
- ②縦断図の直下に基線 a z（±0 線）を引き、土量計算書で求めた累加土量を縦断図の各測点に対応して表示し、土積曲線 a c e h k l を描く。

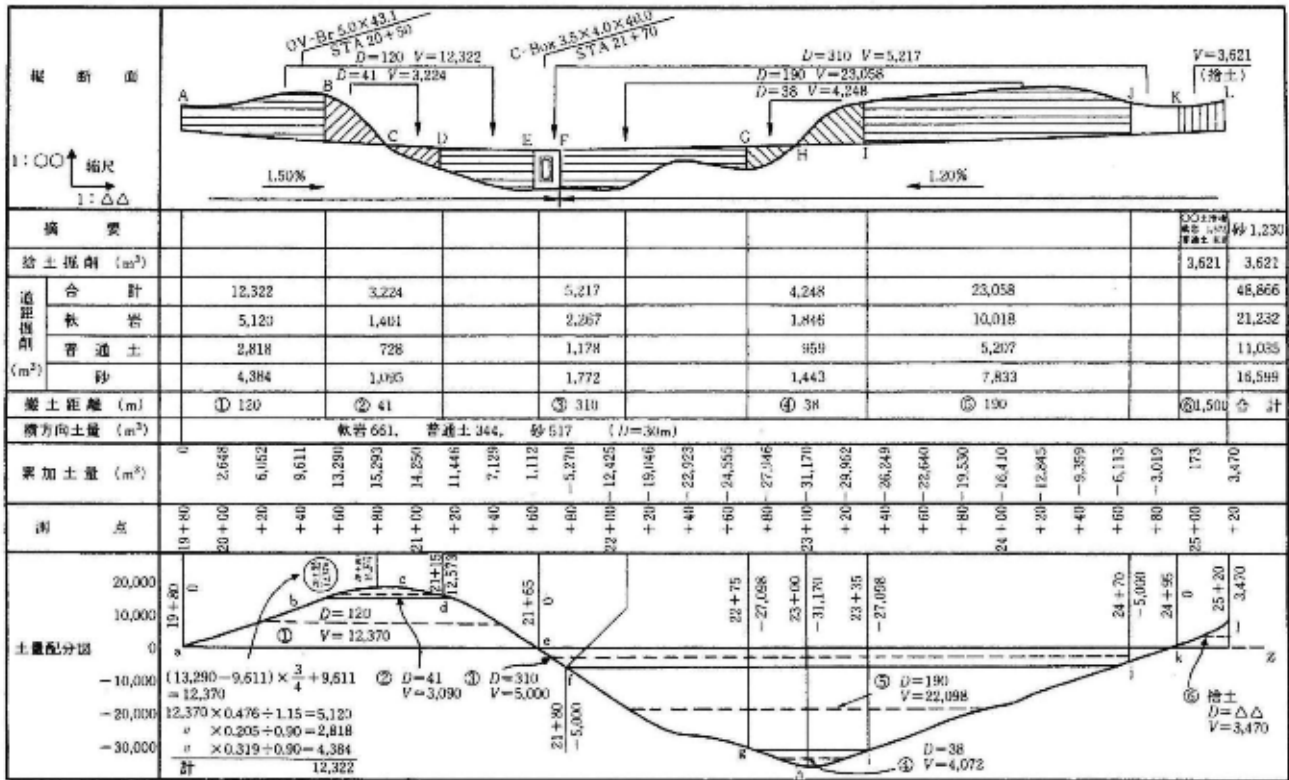


図 1-2-5 土量配分図による土量の配分 [参 1-1 出典：公益社団法人日本道路協会 道路土工要綱 p. 278]

### (3) 土量の配分

基線 a z に平行な任意の直線（平衡線）と土積曲線に囲まれた区間の土量は、切土・盛土が平衡している（なお、平衡線と平衡線及び土積曲線に囲まれた区間も同様に平衡している。）。平衡線から土積曲線の底点又は頂点までの高さ、あるいは平衡線から平衡線までの高さは、囲まれた区域の運搬すべき正味の土量を表している。当該高さの中心を通り、土積曲線で区切られた平衡線の距離は、平均運搬距離を表している。

これらのことから、平衡線を図上で上下することにより、最も有利な平衡点を求めることができる。

平均運搬距離については図上で実用上十分正確なものを求めることができるが、土量については必ず土量計算書から求めること。なお、平衡点が測点と測点との中間になった場合には、補間法にて求める。

土積図における運搬距離は、水平距離を示しており、実際の施工では勾配、地形の関係から運搬距離は異なることを理解しておくことが必要である。

### 1-2-5 施工方法と機械の選定

土工には量、質によって、標準的な施工方法がある。一方、個々の工事には現場の特殊な条件があり、標準的な工法もその条件に合わせて修正しなければならない。

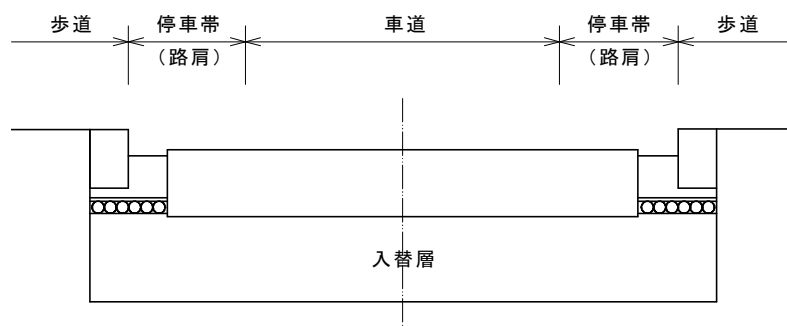
なお、適用する機種を選定に当たっては、土木工事標準積算基準書第Ⅱ編第1章を参考にすること。

### 1-2-6 路床の標準断面図

路床の標準断面図を、切土部の場合(図1-2-6)、盛土部の場合(図1-2-7)、保護路肩部(図1-2-8)について示す。

なお、道路の左右(同一断面)で異なる舗装構成を採用しないこと。

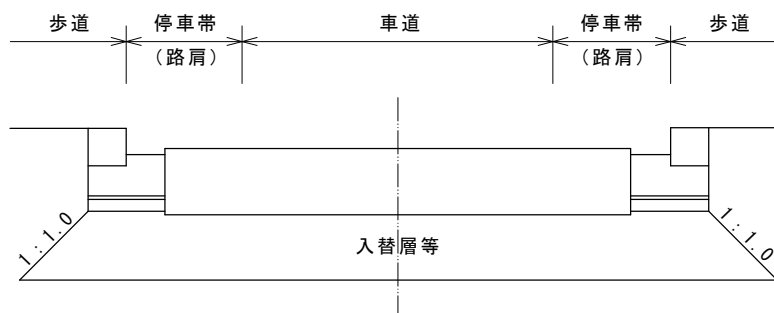
#### 切土部の場合



注) 1 路肩構造物(道路側溝も含む。)の基礎碎石の端部までとする。

図 1-2-6

#### 盛土部の場合



注) 1 路肩構造物(道路側溝も含む。)の基礎碎石の端部から、1割でおろした範囲とする。

2 路肩の排水工は、下図を参照のこと。

図 1-2-7

#### 保護路肩部

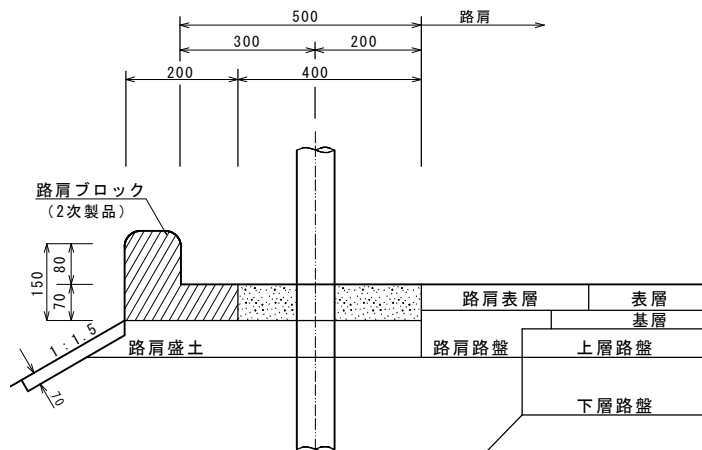


図 1-2-8



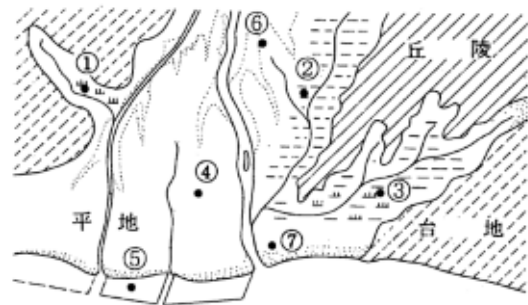
### 第3節 軟弱地盤対策

#### 1-3-1 概論

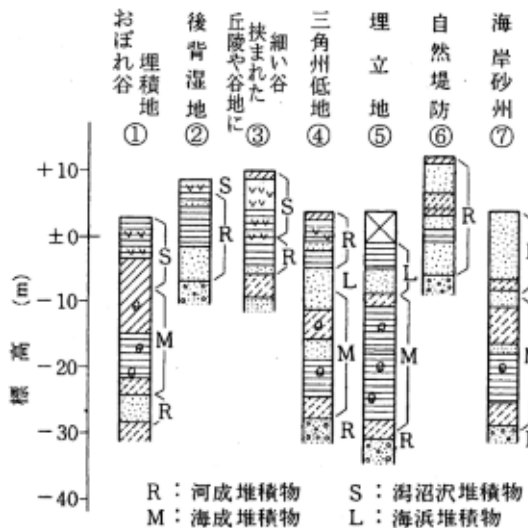
軟弱地盤は、一般に粘土やシルトのような微細な粒子に富んだやわらかい土や、間げきの大きい高有機質土またはゆるい砂等からなる土層によって構成されている。これらの土層の性質は、堆積が新しいほど、地下水位が高いほど、また上位に堆積した土層の厚さが薄く小さな土かぶり圧しか受けていない場合ほど強度が小さく圧縮性が高いことが多く、問題の多い軟弱地盤を形成する。したがって、軟弱地盤の成層や土質は、地形に応じた生成環境によって大きく差があるのが普通である。

軟弱の程度の評価は相対的なもので、構築される土工構造物の種類や規模等によって地盤に作用する荷重や許容される変位量が異なるため、必要とされる地盤強度や沈下特性も異なったものとなる。一般に、N値4以下の粘性土の地盤では沈下のおそれや安定に問題がある可能性があるため、また、砂質土ではN値10～15以下では地震時に液状化による被害のおそれがあるため軟弱地盤とされる。

図1-3-1及び表1-3-1、表1-3-2にはそれらの軟弱地盤の分布域と地盤の性状、代表的な土質性状を示した。同表のような土層及び土質からなる地盤に遭遇した場合は、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、軟弱地盤としての調査、設計及び施工等の必要な処置を検討しなければならない。



(a)



(b)

図 1-3-1 軟弱地盤の分布と成層例 [参 1-2 出典：公益社団法人日本道路協会 軟弱地盤対策工指針 p. 6]

表 1-3-1 軟弱地盤の分布域と性状 [参 1-2 出典：公益社団法人日本道路協会 軟弱地盤対策工指針 p. 7]

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	海岸砂州や大川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。

表 1-3-2 軟弱地盤の区分と一般的な土質 [参 1-2 出典：公益社団法人日本道路協会 軟弱地盤対策工指針 p. 8]

分布域	地区区分	土質材料区分	土質区分		記号	土質 <sup>注1)</sup>			
						$w_n$ (%)	$e_n$	$q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	N 値
おぼれ谷埋積地	泥炭質地盤	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	1 <sup>注1)</sup> 以下
			黒泥 (Mk)	分解の進んだ高有機質土		300 ~ 200	7.5 ~ 5		
後背湿地	粘性土地盤	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 <sup>注1)</sup> 以下
火山灰質粘性土 (V)			塑性図 A 線の下						
三角州低地			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		
埋立地			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					
海岸砂州自然堤防	砂質土地盤	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
			砂 (S)	75 μm 以下 15%未満		30 以下	0.8 以下		

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。

### 1-3-2 軟弱地盤対策の基本事項

#### 1 軟弱地盤における被害の形態と留意点

軟弱地盤上で土工構造物を構築すると、表 1-3-3 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、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。軟弱地盤上の道路土工において、特に留意が必要な変状としては以下のものが挙げられる。

- ① 地盤のすべり破壊
- ② 地盤の沈下及び周辺地盤の変形
- ③ カルバート、擁壁等の損傷
- ④ 地震による地盤のすべり破壊及び液状化

表 1-3-3 軟弱地盤の挙動と問題点 [参 1-2 出典：公益社団法人日本道路協会 軟弱地盤対策工指針 p.9]

項目	建設段階	維持管理段階
地盤の挙動	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">沈下量が大</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">周辺地盤の変位が大</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">すべり破壊の発生</div> </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">残留沈下（長期沈下）</div>
路面及び盛土本体への影響	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">盛土量の増大</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">すべり破壊（段差・クラック発生）</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;">残留沈下量の増大</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;">天端幅不足または寺勾配</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">路面の不陸</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">走行性不良</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">路面排水不良</div> </div>
周辺地盤への影響	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">隆起、浮上り、沈下、押し出し、引込み</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">広範囲な隆起押し出し</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">沈下</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">周辺地盤の排水不良</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">周辺構造物の沈下</div> </div>
構造物への影響	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">構造物の不同沈下（変位）、破損</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">周辺構造物（人家、用水路、その他構造物）の破損、橋台の変位</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">構造物取付部段差</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">走行性不良</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">構造物への影響</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">ボックスカルバート等の沈下</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">排水不良</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">カルバート内のオーバーレイによる断面不足</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">擁壁との段差</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-left: 100px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">路面水の浸透</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">裏込め土・舗装の弱化</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">擁壁の変形</div> </div>

## 2 軟弱地盤対策の考え方

道路土工の調査において、十分な支持力を有しない地盤に遭遇した場合、軟弱地盤対策を適用しないで土工構造物が構築できるか、また供用後に土工構造物が要求される性能を確保できるかを判断する。その結果、安全な構築や供用中の性能の確保が難しいと判断した場合に、地盤のせん断強さや変形抵抗性の増加等構築する土工構造物や地盤条件に適合した軟弱地盤対策工を実施し、また適切な維持管理を行う。全体的な流れを図 1-3-2 に示す。

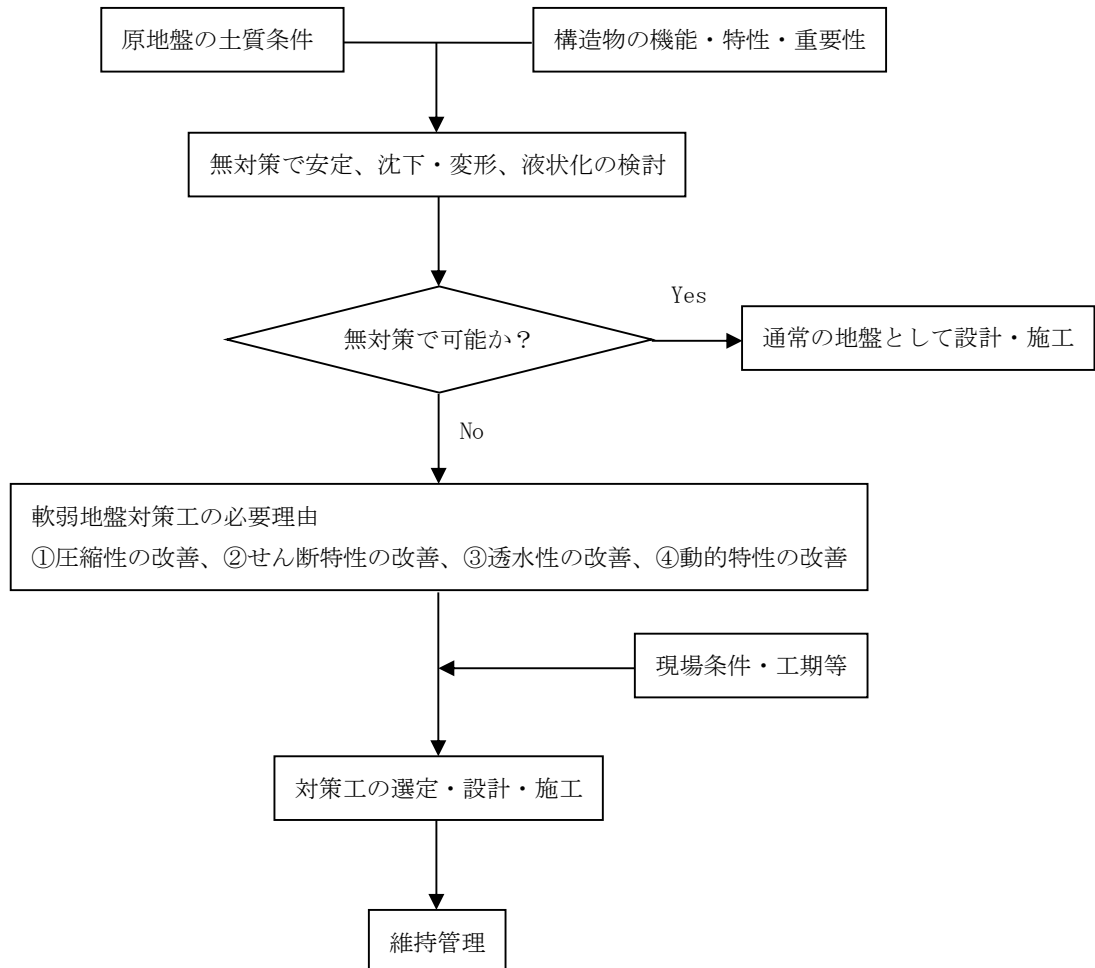


図 1-3-2 軟弱地盤対策の考え方 [参 1-2 出典：公益社団法人日本道路協会 軟弱地盤対策工指針 p.17]

### 1-3-3 軟弱地盤対策の調査・検討一般

#### 1 基本的な考え方

軟弱地盤上で土工構造物を構築するに当たっては、軟弱地盤並びに軟弱地盤対策の特性を考慮し、その計画、設計、施工及び維持管理に必要な軟弱地盤の調査や対策の検討を効率的かつ的確に行わなければならない。

#### 2 地盤調査に当たっての留意点

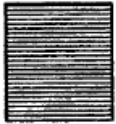

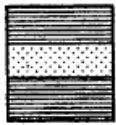


軟弱地盤の沈下・安定については、地盤の地質学的な生成過程、地形、軟弱層厚及び土層構成等によってある程度の推定が可能である。既往の施工事例によると、類似の地盤では同じような現象が生じることが多く、調査に当たっては、類似地盤における資料を参考にすることが必要である。代表的な軟弱地盤の土層構成とその特徴を表 1-3-4 に示す。

地盤調査及び調査手法の一般的な事項は、「道路土工—軟弱地盤対策工指針」第3章によるほか、以下の文献を参考にするとよい。

- 「地盤調査の方法と解説」（平成16年；地盤工学会）
- 「地盤材料試験の方法と解説」（平成21年；地盤工学会）

表 1-3-4 代表的な軟弱地盤の土層構成とその特徴

[参 1-2 出典：公益社団法人日本道路協会 軟弱地盤対策工指針 p. 35]

名称	概略図	軟弱地盤の性質	主な分布地域
粘土層型		軟弱地盤の最も標準的なタイプとして粘土または有機質分を含む粘土のみで構成されているものであり、qu 値は深さ方向に地表より直線状に増大する。なお層厚が厚い場合、下位に現れる海成粘土は鋭敏比が高く地盤対策工等で乱すと強度の回復に長時間を要し圧密の進行が非常に遅いことが多い。	小おぼれ谷 臨海埋立地
上部砂層型		地表に3～5mの砂層が載っているタイプであり、砂層が排水層となるので安定の問題は少ない。地震時における液状化が問題となることがある。	海岸砂州 自然堤防
砂層挟在型		上部に陸成粘土、下部に海成粘土が堆積し、その境界に中間砂層が介在するタイプ。中間砂層が排水層となり安定の問題は少ないが、盛土終了後も長期に渡って下部粘土層の遅れに起因する沈下が継続することが多い。	後背湿地 三角州低地
上部泥炭型		地表部に泥炭層があるタイプでその下の堆積粘土層は、上部10～15mが陸成で、深くなればその下に海成の粘土が堆積していることが多い。この型では直下の粘性土は鋭敏比が高く、安定に問題が多い。なお粘性土がなくビートだけの場合、初期沈下量は非常に大きい、時間の経緯とともに急速に沈下は減少することが多い。	小おぼれ谷 後背湿地
泥炭挟在型		地表部に粘性土があり、その下に泥炭層が埋もれた形で堆積しているタイプ。複雑な層構成のためqu 値の深度分布傾向は判然としない。盛土施工の際には、泥炭下の有機質粘土の強度及び挙動が重要な要素となる。	後背湿地

### 3 注意が必要な軟弱地盤の調査

軟弱地盤では、以下に示すような状況のときに特に安定や沈下に対して問題となることが多いので、必要に応じて詳細な調査を行うものとする。また、盛土の沈下やすべり破壊が周辺に重大な影響を及ぼすことが予想される場合や、交通量が多く供用後の交通規制が困難な場所、災害時に代替路線のない箇所では、特に詳細な調査が必要である。

- ① 片切り片盛り部の場合
- ② 道路縦横断方向に軟弱層厚の変化が著しく、基盤が傾斜している場合
- ③ 既設構造物がある場合
- ④ 橋台等との取付部やカルバートに接する盛土の場合
- ⑤ ゆるい砂質土等からなる地盤で地震時に液状化が予想される場合
- ⑥ 長期沈下が発生するおそれのある場合

また、基盤が傾斜している地盤、海成粘土、泥炭地盤、泥炭と海成粘土からなる地盤の場合には、特に慎重な配慮が必要である。

### 1-3-4 軟弱地盤対策工の設計・施工一般

#### 1 基本的な考え方

- (1) 軟弱地盤対策工の適用に当たっては、軟弱地盤対策を必要とする理由や目的を十分踏まえたうえで、対策工法の原理、対策効果、施工方法、周辺環境に及ぼす影響及び経済性等を総合的に検討し、適切な対策工法を選定する。
- (2) 軟弱地盤対策工の設計に当たっては、地盤調査結果を十分に活用して、軟弱地盤対策を施した軟弱地盤上の土工構造物について想定する作用に対する安定性等を照査し、対策目的を達成するのに必要な軟弱地盤対策工法の仕様を決定する。その際、軟弱地盤の不均質性や予測の不確実性に配慮した設計・構造にするとともに、必要に応じて試験施工を実施する。
- (3) 軟弱地盤対策工の施工に当たっては、対策の目的や軟弱地盤の性状を考慮し、周辺環境等の現地条件に即した施工計画を立案し、適切な工程や品質・出来形等に関する施工管理及び沈下・安定に関する管理の下に施工を実施する。

#### 2 軟弱地盤対策工法の選定に当たって考慮すべき条件

##### (1) 各対策工法の原理と効果

対策工法は、各々の対策原理と効果によって表 1-3-5 に示すように分けられる。対策工法は、同一の工法であっても、それを適用する目的、用途等が異なれば、その設計法は異なる。また、対策工法の種類によって、得られる効果が異なり、主目的とする効果と、それに付随した二次的効果を併せもつことが多い。例えば、サンドコンパクションパイル工法を粘性土地盤に適用した場合、主な効果として、砂杭の応力分担による全沈下量の減少並びに安定対策としてのすべり抵抗の増加等が期待できるとともに、二次的効果として圧密促進、側方変形対策を目的とした応力の軽減等も期待できる。そのため表 1-3-5 中には、一つの対策工法にも幾つか○印を付している。

##### (2) 対策工法の選定手順

対策工法の選定の流れとしては、まず、トラフィカビリティーの確保のためのサンドマット工法等を、次に、沈下や安定が問題となった場合は、盛土載荷重工法や緩速載荷工法等の時間をかけて行なう比較的安価な対策工法を優先して検討する。時間的な制約が厳しく盛土載荷重工法だけでは沈下が問題になる場合、緩速載荷工法だけでは安定性が確保できない場合あるいは盛土の建設により隣接する施設に変形や損傷を与える可能性がある場合等には、表 1-3-5 に示した各対策工法の対策原理と効果を参考に対策工法の適用を検討する。

対策工法は単独で適用されるだけでなく、組み合わせて適用されることもある。例えば、軟弱層の表層に砂を被覆するサンドマット工法は、施工機械の作業を容易にするとともに、排水層の役目も果たすため、バーチカルドレーン工法等と併用されるのが一般的である。

表 1-3-5 各対策工法の対策原理と効果 [参 1-2 出典：公益社団法人日本道路協会 軟弱地盤対策工指針 p.191]

原理	代表的な対策工法	効果															
		沈下		安定			変形		液状化					トラフィックビリティー確保 液状化の発生は許すが 施設の被害を軽減する対策			
		供用後の沈下量の低減	圧密沈下の促進による 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	応力の遮断	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		
密度増大	固結								粒度の改良	飽和度の低下							
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	○		○													
	パーチカルドレイン工法	サンドドレイン工法	○		○												
		プレファブリケイティッドパーチカルドレイン工法	○		○												
	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		○*						○							
		バイプロフローテーション工法		○*						○							
		バイプロタンバー工法		○*						○							
		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	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	軽量盛土工法	発泡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				○		○						○**		○		
	杭工法			○	○				○						○		
補強材の敷設	補強材の敷設工法				○										○		

\*) 砂地盤について有効      \*\*) 排水機能付きの場合

## 第4節 道路土工構造物

### 1-4-1 道路土工構造物に関する基本的事項

- (1) 道路土工構造物は、その構造形式、交通の状況及び当該道路土工構造物の存する地域の地形、地質、気象その他の状況を勘案し、当該道路土工構造物に影響する作用及びこれらの組合せに対して十分安全なものでなければならない。
- (2) 道路土工構造物の新設又は改築にあたっては、使用目的と適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の確実性及び容易さ、環境との調和並びに経済性を考慮しなければならない。
- (3) 道路土工構造物の調査及び計画にあたっては、当該地域及びその周辺の地形、地質、環境、気象、水理、景観、過去の点検状況、維持修繕及び災害履歴、個々の道路土工構造物の特性、使用する材料、対象とする災害、連続又は隣接する構造物等がある場合はその特性並びに維持管理の方法を考慮しなければならない。

### 1-4-2 用語の定義

- (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築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いう。
- (3) 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。
- (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いう。
- (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いう。
- (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いう。
- (7) 自然斜面  
自然に形成された斜面をいう。
- (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いう。
- (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いう。

盛土及び切土部の断面と代表的な部位の名称を図 1-4-1 に、道路土工構造物の体系図を図 1-4-2 に示す。



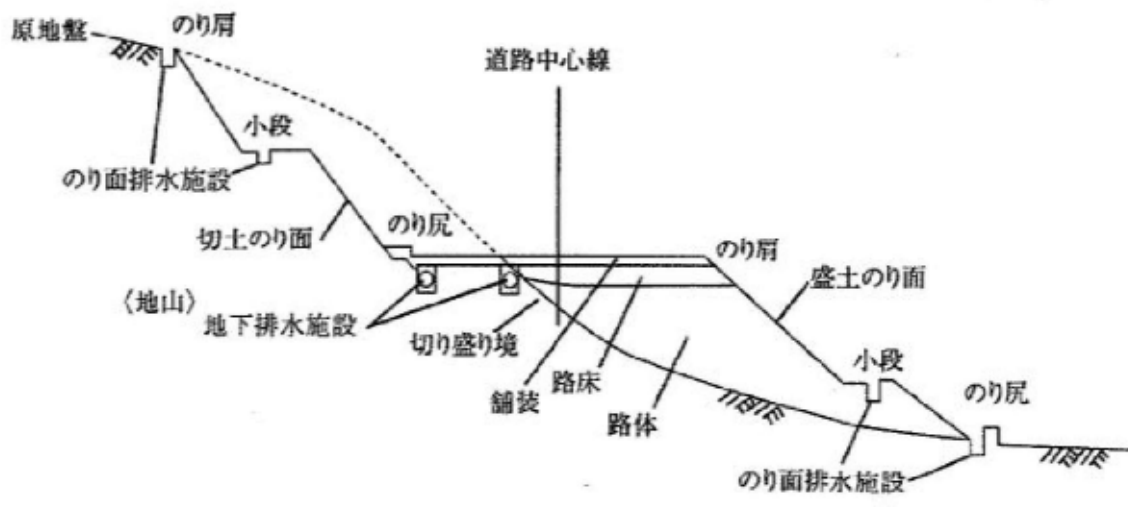


図 1-4-1 盛土部及び切土部の断面と代表的な部位の名称

[参 1-3 出典：公益社団法人日本道路協会 道路土工構造物技術基準・同解説 p. 15]

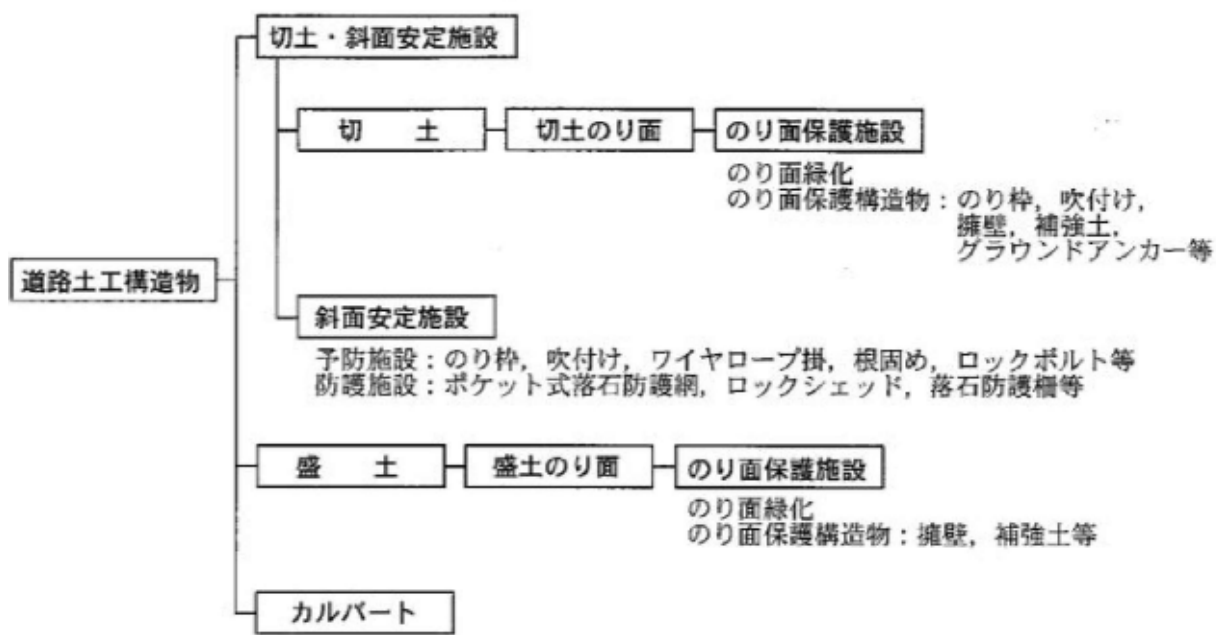


図 1-4-2 道路土工構造物の体系

[参 1-3 出典：公益社団法人日本道路協会 道路土工構造物技術基準・同解説 p. 15]

### 1-4-3 道路土工構造物の設計

#### 1 設計に際しての基本的事項

- (1) 道路土工構造物の設計は、使用目的との適合性及び構造物の安全性について、2の作用及びこれらの組合せ並びに3の要求性能を満足するよう行わなければならない。
- (2) 道路土工構造物の設計は、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、適切な知見に基づいて行うものとする。
- (3) 道路土工構造物の設計にあたっては、その施工の条件を定めるとともに、維持管理の方法を考慮しなければならない。

#### 2 作用

道路土工構造物の設計にあたっては、次の作用を考慮することを基本とする。

##### (1) 常時の作用

常に道路土工構造物に影響する作用をいう。

##### (2) 降雨の作用

地域の降雨特性、道路土工構造物の立地条件等を勘案し、供用期間中に通常想定される降雨に基づく作用をいう。

##### (3) 地震動の作用

次に示すレベル1地震動及びレベル2地震動の2種類による作用をいう。

###### 1) レベル1地震動

供用期間中に発生する確率が高い地震動

###### 2) レベル2地震動

供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度をもつ地震動

##### (4) その他の作用

風、雪、落石、斜面崩壊等があり、構造物の特性、設置箇所等の条件によって適切に選定し、考慮する必要がある。

#### 3 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、(3)に示す重要度の区分に応じ、かつ、当該道路土工構造物に連続又は隣接する構造物等の要求性能・影響を考慮して2の作用及びこれらの組合せに対して(2)から選定する。
- (2) 道路土工構造物の要求性能は、安全性、使用性及び修復性の観点から次のとおりとする。
  - 性能1：道路土工構造物が健全である、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
  - 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
- (3) 道路土工構造物の重要度の区分は、次のとおりとする。
  - 重要度1：下記(ア)、(イ)に示す道路土工構造物
    - (ア) 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
      - ・都道府県道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

(イ) 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 : (ア) 及び (イ) 以外の道路土工構造物

#### 4 各道路土工構造物の設計

各道路土工構造物の設計は、「1 設計に際しての基本的事項」～「3 要求性能」によるほか、「道路土工構造物技術基準・同解説（公益社団法人 日本道路協会）」に従って行うものとする。

### 第5節 その他

#### 1-5-1 参考図書

No.	参考図書	発行年月	発行
参 1-1	道路土工要綱	H21. 6	公益社団法人日本道路協会
参 1-2	道路土工－軟弱地盤対策工指針	H24. 8	公益社団法人日本道路協会
参 1-3	道路土工構造物技術基準・同解説	H29. 3	公益社団法人日本道路協会