

第4章 道路土工

目 次

第4章 道路土工

4-1	総則	4-1
4-1-1	適用の範囲	4-1
4-1-2	参考図書	4-1
4-1-3	用語の定義	4-1
4-2	土及び岩の分類	4-3
4-3	土及び岩の変化率	4-4
4-4	オープンカット工法と片切り工法の区分	4-5
4-5	床掘りの余裕幅	4-6
4-6	床掘り勾配	4-7
4-7	軟弱地盤対策工	4-7
4-7-1	軟弱地盤対策工および工法の選定	4-7
4-7-2	対策工の原理と効果	4-8
4-8	岩石工	4-9
4-8-1	岩分類と適用掘削法	4-9
4-8-2	岩における掘削法の選定	4-10

第4章 道路土工

4-1 総則

4-1-1 適用の範囲

本章では、道路を築造するに当たって必要となる土工事について、基本的な事項を記述している。

なお、各基準については、標準的なケースを想定しており、現場条件等によってはこれらにより難い場合が十分考えられる。その場合は、別途考慮する必要がある。

4-1-2 参考図書

ア) 道路土工要綱	(平成21年6月)	(社) 日本道路協会
イ) 道路土工－盛土工指針	(平成22年4月)	(社) 日本道路協会
ウ) 道路土工－軟弱地盤対策工指針	(平成24年8月)	(社) 日本道路協会
エ) 土木工事数量算出要領(案)	(平成31年4月版)	国土交通省
オ) 道路土工構造物技術基準・同解説	(平成29年3月)	(社) 日本道路協会

4-1-3 用語の定義

出典：日本道路協会「道路土工要綱(平成21年6月)」P4～6

(1) 舗装

アスファルト舗装の道路においては表層、基層及び路盤を、セメントコンクリート舗装の道路においてはコンクリート舗装版及び路盤を舗装という。

(2) 路床

舗装の厚さを決定する基礎となる舗装下面の土の部分で、ほぼ均一な厚さ約1mの層をいう。

盛土部においては、盛土の上部の、切土部においては自然地盤における所定の掘削面下約1mの部分がこれに当たる。

また、均等な支持力をもつ路床面を得るために行った局所的な路床土の置換え部分、切盛り接続部のすりつけ区間を埋戻した部分等は路床に含めるものとする。

(3) 盛土部

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

(4) 盛土

盛土部において原地盤から路床面までの土を盛り立てた部分を盛土という。

(5) 路体

盛土における路床以外の部分を路体という。

(6) 切土部

路床面が原地盤より低いために原地盤を切下げて築造した道路の部分という。

(7) 切土

切土部において原地盤から路床面までの掘削した部分を切土という。

(8) のり面

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

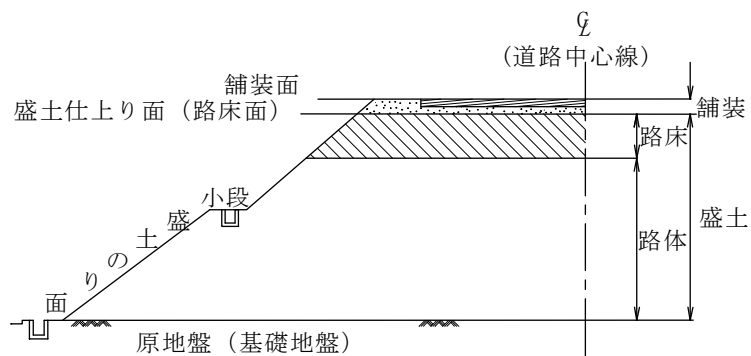


図4-1 盛土部断面の名称

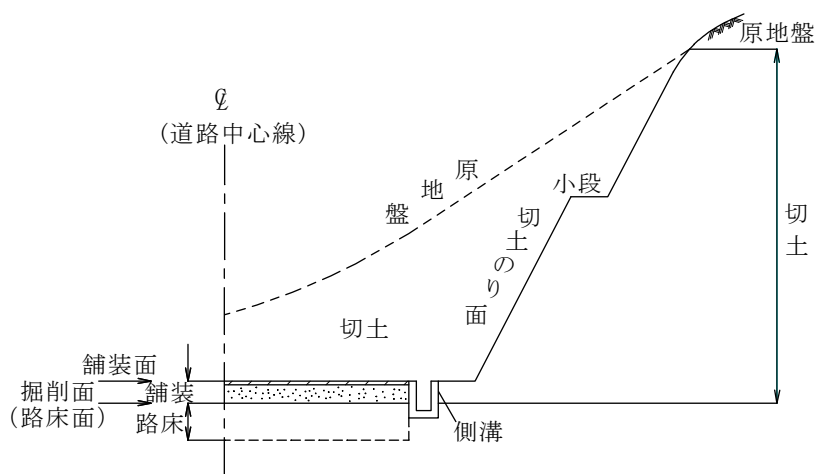


図4-2 切土部断面の名称

4-2 土及び岩の分類

出典：国土交通省「土木工事数量算出要領（案）（平成31年4月）」

土質による区分は下表のとおりとする。区分はC分類を標準とするが、土砂については細分化が難しい場合はB分類としてよい。

表4-1 土及び岩の区分表

区 分			説 明	摘 要	
A	B	C			
土	レキ質土	レキ 混じり土	レキの混入があつて掘削時の能率が低下するもの	レキの多い砂 レキの多い砂質土 レキの多い粘性土	レキ (G) レキ質土 (GF)
	砂質土 及び砂	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 (普通土)	掘削が容易で、バケツ等に山盛り形状にしやすく空隙の少ないもの	砂質土、マサ土 粒度分布の良い砂 条件の良いローム	砂 (S) 砂質土 (SF) シルト (M)
	粘性土	粘性土	バケツ等に付着しやすく空隙の多い状態になりやすいもの、トラフィカビリティが問題となりやすいもの	ローム 粘性土	シルト (M) 粘性土 (C)
		高含水比 粘性土	バケツ等に付着しやすく特にトラフィカビリティが悪いもの	条件の悪いローム 条件の悪い粘性土 火山灰質粘性土	シルト (M) 粘性土 (C) 火山灰質 粘性土 (V) 有機質土 (O)
岩 及 び 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やすいもの。 岩塊、玉石は粒径7.5cm以上とし、丸みのあるものを玉石とする。	玉石混じり土 岩塊 破碎された岩 ごろごろした河床	
	軟 岩	軟 岩	I	第三紀の岩石で固結の程度が弱いもの。風化が甚だしく、極めてもろいもの。指先で離し得る程度のもので、き裂の間隔は1～5cmぐらいのもの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、離れやすいもので、き裂間隔は5～10cm程度のもの。	地山弾性波速度 700～2800m/sec
			II	凝灰質で堅く固結しているもの。風化が目に沿って相当進んでいるもの。き裂間隔が10～30cm程度で軽い打撃により離し得る程度、異質の硬い互層をなすもので層面を楽に離し得るもの。	
	硬 岩	中硬岩 硬 岩	中硬岩	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程度のき裂を有するもの。	地山弾性波速度 2000～4000m/sec
			I	花崗岩、結晶片岩等で全く変化していないもの。き裂間隔が1m内外で相当密着しているもの。硬い良好な石材を取り得るようなもの。	地山弾性波速度 3000m/sec以上
II	けい岩、角岩等の石英質に富む岩質で最も硬いもの。風化していない新鮮な状態のもの。き裂が少なくよく密着しているもの。				

4-3 土及び岩の変化率

出典：日本道路協会「道路土工要綱（平成21年6月）」P.270～273

土量の変化は以下に示す3つの状態の土量に区分して考える。

- 地山の土量 …………… 掘削すべき土量
- ほぐした土量 …………… 運搬すべき土量（ただし、積算基準上は地山の土量で行っている）
- 締固め後の土量 …………… でき上がりの土量

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。

$$L = \text{ほぐした土量 (m}^3\text{)} / \text{地山土量 (m}^3\text{)}$$

$$C = \text{締固め後の土量 (m}^3\text{)} / \text{地山土量 (m}^3\text{)}$$

$$L/C = \text{ほぐした土量 (m}^3\text{)} / \text{締固め後の土量 (m}^3\text{)}$$

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。

機械土工における土の分類と土の変化率は、表4-2を標準とする。なお、細分しがたいときは表4-3を使用してよいこととする。

表4-2 土量の変化率

分類名称		記号	L	C
主要区分				
レキ質土	レキ	(GW) (GP) (GPs) (G-M) (G-C)	1.20	0.95
	レキ質土	(GM) (GC) (GO)	1.20	0.90
砂質土及び砂	砂	(SW) (SP) (SPu) (S-M) (S-C) (S-V)	1.20	0.95
	砂質土（普通土）	(SM) (SC) (SV)	1.20	0.90
粘性土	粘性土	(ML) (CL) (OL)	1.30	0.90
	高含水比粘性土	(MH) (CH)	1.25	0.90
岩塊玉石			1.20	1.00
軟岩 I			1.30	1.15
軟岩 II			1.50	1.20
中硬岩			1.60	1.25
硬岩 I			1.65	1.40

注1) 本表は体積（土量）より求めたL、Cである。

注2) 表4-2は過去のデータから示される土質別の平均的变化率であり、変化率が工事費に大きな影響を及ぼす大規模工事では試験施工によって変化率を求めることが望ましい。

表4-3 土量の変化率

分類名称	変化率L	変化率C	1/C	L/C
主要区分				
レキ質土	1.20	0.90	1.11	1.33
砂質土及び砂	1.20	0.90	1.11	1.33
粘性土	1.25	0.90	1.11	1.39

注1) 本表は体積（土量）より求めたL、Cである。

注2) 1/Cは「締固め後の土量」を「地山の土量」に換算する場合に使用する。

注3) L/Cは「締固め後の土量」を「ほぐした土量」に換算する場合に使用する。

[計算例]

ある砂質土の変化率を上表から $L = 1.25$ $C = 0.90$ $L/C = 1.39$ とすると、

100 m³の地山をほぐすと

$$100\text{m}^3 \times 1.25 = 125\text{m}^3 \text{のほぐした土量となり}$$

100 m³の地山をほぐして締固めると

$$100\text{m}^3 \times 0.90 = 90\text{m}^3 \text{の盛土となる。}$$

100 m³の盛土を作るのに必要な地山の土量は

$$100\text{m}^3 \div 0.90 \div 111\text{m}^3 \text{である。}$$

100 m³の盛土を作るのに必要なほぐした土量は

$$100\text{m}^3 \times 1.39 = 139\text{m}^3 \text{である。}$$

4-4 オープンカット工法と片切り工法の区分

掘削箇所の地形や掘削量により、オープンカット工法か片切り工法に区分する。

(1) オープンカット工法

オープンカット工法は、図 4-3 に示すような切取面が、水平もしくは緩傾斜をなすように施工ができる場合で切取幅 5 m 以上、かつ延長 20 m 以上を標準とする。なお、図 4-4 に示すような箇所であっても、地形及び工事量等の現場条件等を十分考慮のうえ、オープンカット工法が可能と判断される場合（図 4-4 の領域①）はオープンカット工法を適用する。

(2) 片切り工法

片切り工法は、図 4-4 の領域②及び図 4-5 とする。

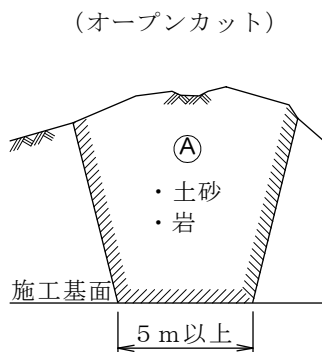


図 4-3

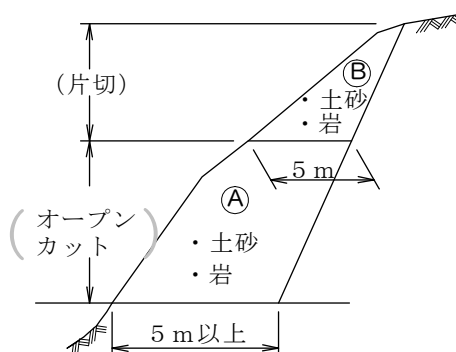


図 4-4

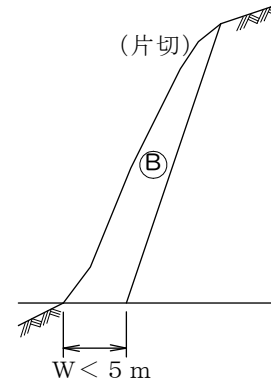


図 4-5

※国土交通省「土木工事数量算出要領（案）平成 31 年版」PI-2-7 を基に作成

4-5 床掘りの余裕幅

余裕幅は表 4-4 を標準とする。

また、現場条件等により下記により難しい場合は別途考慮する。

表 4-4 床掘りの余裕幅

種 別	足 場 工 の 有 無	余 裕 幅
オープン掘削	足 場 工 な し	50 cm
	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)	170 cm (50 cm)
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)	100 cm (70 cm)
	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)	220 cm (100 cm)

出典：国土交通省「土木工事数量算出要領(案) (平成31年4月)」

注1) 余裕幅は本体コンクリート端からとする。(図4-6)

注2) 矢板施工の型枠施工幅は矢板のセンターからの距離とする。(図4-6)

注3) 足場工の必要な場合とは、 $H = 2\text{ m}$ 以上の構造物。

注4) 小構造物等(側溝、歩車道境界ブロック、重力式擁壁等)で、これによることが不適当な場合は別途余裕幅を設定できるものとし、その場合の小構造物等の掘削は、図4-7のとおりとする。

注5) 共同溝等の特殊な場合は、別途取扱う。

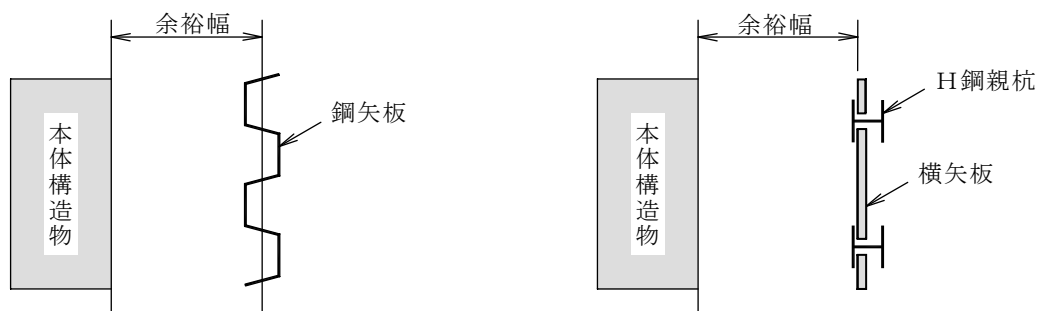


図 4-6 床掘りの余裕幅

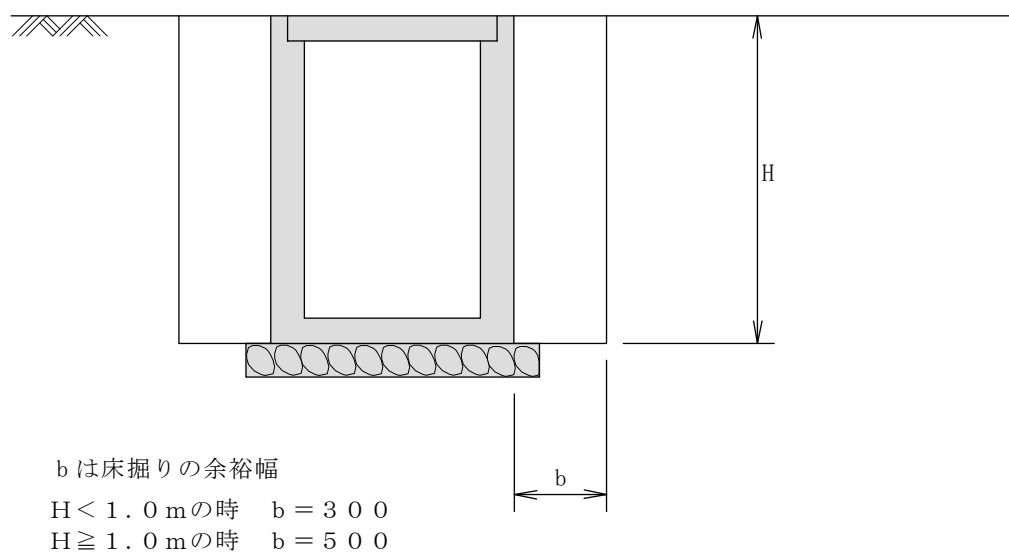


図 4-7 小構造物等の床掘りの余裕幅

4-6 床掘り勾配

出典：国土交通省「土木工事数量算出要領（案）（平成31年4月）」

オープン掘削の床掘り勾配は、表4-5による。

また、現場条件等により下記により難しい場合は、別途考慮できる。

表4-5 床掘り勾配

土質区分	掘削面の高さ	床掘り勾配	小段の幅
中硬岩・硬岩	5 m未満	直	—
	全掘削高5 m以上	1 : 0.3	下からH = 5 mごとに1 m
軟岩Ⅰ・軟岩Ⅱ	1 m未満	直	—
	1 m以上5 m未満	1 : 0.3	—
	全掘削高5 m以上	1 : 0.3	下からH = 5 mごとに1 m
レキ質土・砂質土・ 粘性土・岩塊玉石	1 m未満	直	—
	1 m以上5 m未満	1 : 0.5	—
	全掘削高5 m以上	1 : 0.6	下からH = 5 mごとに1 m
砂	5 m未満	1 : 1.5	—
	全掘削高5 m以上	1 : 1.5	下からH = 5 mごとに2 m
発破等により崩壊 しやすい状態に なっている地山	2 m未満	1 : 1.0	下からH = 2 mごとに2 m

注1) 労働安全衛生規則（昭和47年9月30日労働省令第32号）第356条及び第357条に「掘削面の勾配の基準」が規定されているが、手掘りによる地山の掘削であるので注意を要する。

注2) 道路工事において直掘りを行う場合には、表4-5を参考に矢板を必要とするか判断する必要がある。

4-7 岩石工（土木工事標準積算基準書）

4-7-1 岩分類と適用掘削法

表4-6 岩分類と適用掘削法

施工形態	掘削法	掘削法説明	岩分類	
			軟岩	硬岩
オープンカット	リップ掘削	リップ掘削とは、リップ装置付ブルドーザによる岩掘削と押土を行う工法である。なお、掘削補助として大型ブレーカを組合せる。	○	—
	火薬併用リップ掘削（クローラドリル）	火薬併用リップ掘削（クローラドリル）とは、クローラドリルによる削孔及びふかし発破後、リップ装置付ブルドーザによる掘削と押土を行う工法である。なお、掘削補助として大型ブレーカを組合せる。	—	○
	大型ブレーカ掘削	大型ブレーカ掘削とは、大型ブレーカにより掘削する工法である。	○	○
片切	片切掘削（人力併用機械掘削）	機械掘削（大型ブレーカ掘削）と人力掘削（コンクリートブレーカ掘削）の組合せにより掘削する工法である。	○	○
	片切掘削（火薬併用機械掘削）	機械掘削（大型ブレーカ掘削）と火薬掘削（クローラドリルによる削孔後、発破による掘削）の組合せにより掘削する工法である。	—	○

注1) 押土作業には、破砕片を運搬機械に積込むまでの集積作業を含む。

注2) 軟岩は、軟岩（Ⅰ）と軟岩（Ⅱ）を含む。硬岩は、中硬岩と硬岩（Ⅰ）を含む。

注3) 硬岩（Ⅱ）の掘削は施工実態を考慮し、別途決定する。

4-7-2 岩における掘削法の選定

岩における掘削法の選定は、図4-8を標準とする。

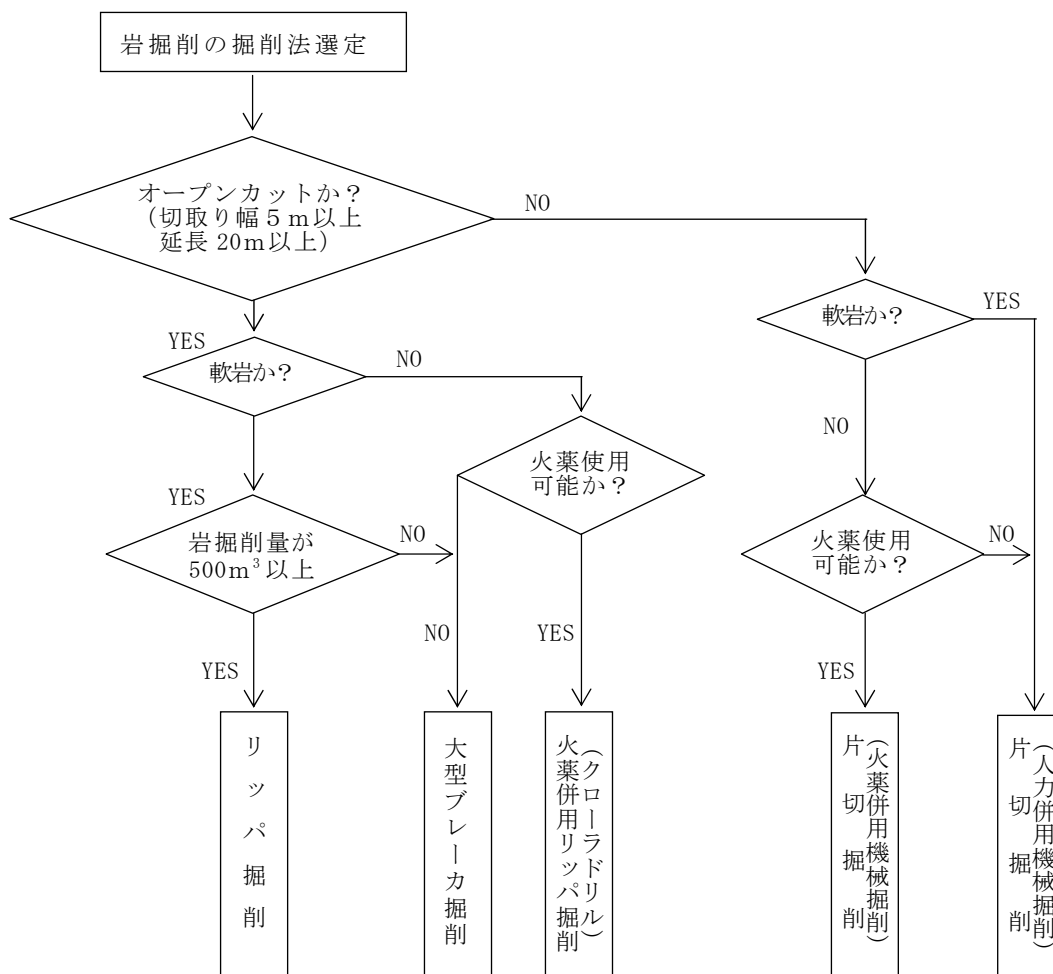


図4-8 岩掘削の掘削法選定

4-8 軟弱地盤対策工

出典：日本道路協会「道路土工 軟弱地盤対策工指針（平成24年8月）」P177～

軟弱地盤対策工の検討では、軟弱地盤上の土工構造物で遭遇する沈下や安定、周辺の地盤の変形等の問題を十分に理解し、適切な工法を選定する必要がある。対策工には種々の工法があるが、これらの工法はそれぞれ特徴を持って軟弱地盤対策工には種々の工法があり、これらの工法はそれぞれ特徴を持っており目的とする効果も異なっている。したがって、対策工の適用においては、軟弱地盤対策を必要とする理由や目的を十分に踏まえたうえで、軟弱地盤の性質を的確に把握し、道路条件・施行条件等の諸条件を考慮するとともに、対策工法の原理、対策効果、施行方法、周辺に及ぼす影響および経済性等を総合的に検討し、効果が実証された適切な対策工法を選定する必要がある。

4-8-1 軟弱地盤対策工および工法の選定

- (1) 軟弱地盤対策工の目的には、沈下の促進・抑制、安定の確保、周辺地盤の変形の抑制、液状化による被害の抑制およびトラフィカビリティーの確保がある。対策工法の選定に当たっては、これらの目的を十分に踏まえたうえで条件に適合した対策工法を選ぶ必要がある。
- (2) 対策工法の選定に当たって考慮すべき条件の主たるものは、対策工法の原理と効果、道路条件、地盤条件、施行条件および経済性等である。
- (3) 軟弱地盤対策工の選定手順としては、圧密による強度増加等の地盤が有する特性を利用する盛土・圧入工法や緩速圧入工法の適用を優先的に検討し、それらの工法では土工構造物の安定性が確保できない場合に、圧密・排水工法、締固め工法および固結工法等の適用を検討する。また、対策工法は単独で適用されることもあるが、組み合わせると合理的な場合もあるためさまざまな角度から最適な対策工法を選定する必要がある。

4-8-2 対策工の原理と効果

表4-7 対策工法の対策原理と効果

原理	代表的な工法	効果													ト ラ フ イ カ ビ リ テ イ 確 保			
		沈下		安定		変形		液状化					液状化の発生は許すが施設の被害を軽減する対策					
		圧密沈下の促進による供用後の沈下量低減	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			せん断変形の抑制						
									砂地盤の性質改良		有効応力の増大			過剰間隙水圧の消散				
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		○															○
	緩速载荷工法				○													
	盛土载荷重工法		○		○													
	バーチカルドレーン工法	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	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

出典：日本道路協会「道路土工－軟弱地盤対策工指針（H24年8月）」P191 解表 6-1