

第9章 軟弱地盤対策工

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	H21.6	(社) 日本道路協会
道路土工 軟弱地盤対策工指針(平成24年度版)	H24.8	(社) 日本道路協会
道路土工 切土工・斜面安定工指針	H21.6	//
道路土工 盛土工指針	H22.4	//
道路土工 カルバート工指針	H22.3	//
道路土工 擁壁工指針(平成24年度版)	H24.7	//
道路橋示方書・同解説 各編	H29.11	(公社) 日本道路協会
地盤工学ハンドブック	H11.3	(社) 地盤工学会

9-1 概 説

軟弱地盤上に道路を建設する場合には、盛土などの安定性の不足あるいは過大な沈下によって、道路自体に大きい被害が生じるだけでなく、沿道地域に対してまで被害を及ぼすことが多い。そのため軟弱地盤での調査、設計、施工および維持については、一般の地盤よりも特に入念な配慮が必要である。

ここでは、改訂された軟弱地盤対策工指針をもとに、基本的な考え方を記載するが、調査や具体的な検討については、軟弱地盤対策工指針をはじめ、上記関係図書を参考に十分な検討を行うこと。

また、擁壁工やカルバート工など土工に付随する構造物や支持層に達する深い基礎をもつ橋梁などについては、別途対策工を検討すること。

9-2 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が確認された場合、軟弱地盤対策を適用しないで土工構造物を構築できるか、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。

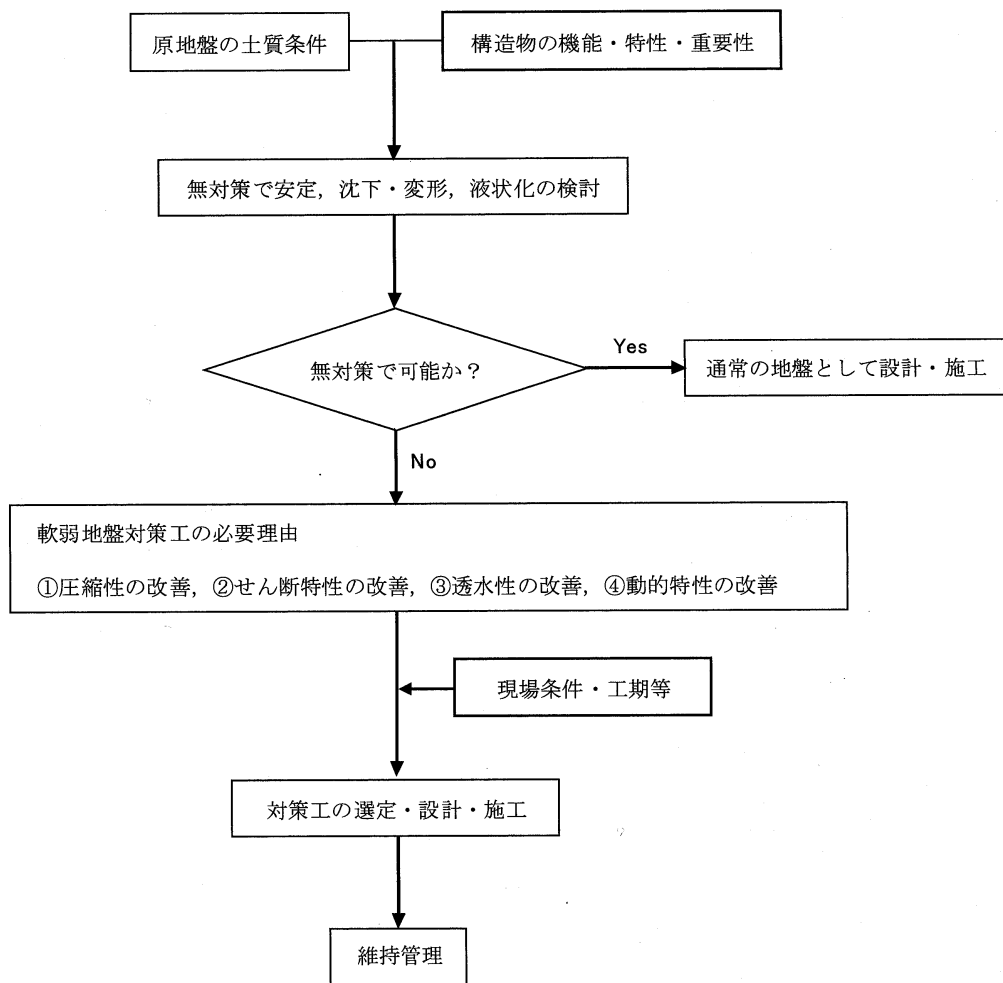


図 9-2-1 軟弱地盤対策の考え方

出典：道路土工 軟弱地盤対策工指針 P17

9-3 軟弱地盤対策の基本方針

9-3-1 軟弱地盤対策の目的

軟弱地盤対策は、軟弱地盤上に土工構造物を安全かつ経済的に構築するとともに、その土工構造物が供用後の長期間に渡り、道路交通の安全かつ円滑な状態を確保するための機能を果たすことを基本的な目的とする。

9-3-2 軟弱地盤対策の基本

軟弱地盤対策に当たっては、下記に示す事項を十分考慮しなければならない。

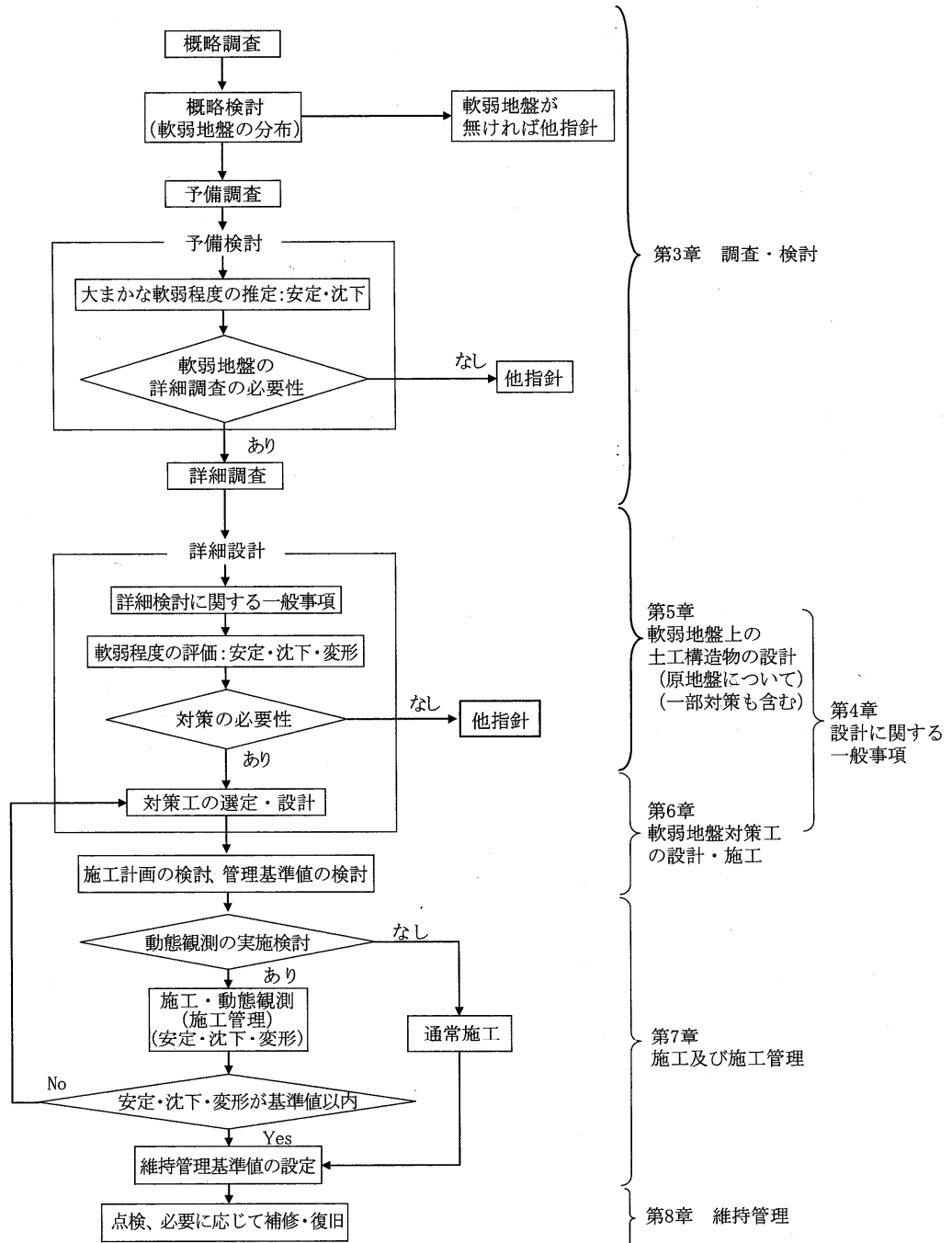
- (1) 使用目的との適合性
- (2) 構造物の安全性
- (3) 耐久性
- (4) 施工品質の確保
- (5) 維持管理の容易さ
- (6) 環境との調和
- (7) 経済性

また、軟弱地盤の特性を踏まえて対策の必要性を判断し、計画、調査、設計、施工及び維持管理を適切に実施しなければならない。

9-3-3 軟弱地盤対策の進め方

(1) 軟弱地盤対策の進め方

軟弱地盤及び対策工の調査・検討等は、道路土工の各段階での検討に応じて精度を上げながら系統的に実施する。



* 他指針とは「盛土工指針」, 「擁壁工指針」, 「カルバート工指針」等を指す。

図9-3-1 軟弱地盤対策の流れ

出典：道路土工 軟弱地盤対策工指針 P21

(2) 軟弱地盤対策の検討方針

軟弱地盤対策の検討に当たっては、軟弱地盤対策工指針に示されている、軟弱地盤対策の基本的な考え方にもとづき実施するものとする。

- ① 軟弱地盤に対し、条件の許す限りできるだけ負荷をかけない。
- ② 無対策では安定性や施工条件等を満たせない場合、対策の目的に適した対策工を選定する。
- ③ 十分な工期を確保して、圧密による強度増加等、地盤が有する特性を利用する対策工法（盛土・土留工法や緩速圧密工法等）の適用を優先的に検討する。
- ④ 現状の調査・解析技術の限界を考慮し、実際の地盤調査や設計・施工の不確実性に配慮した設計・施工を行う。
- ⑤ 軟弱地盤の複雑な性状と分布を踏まえ、充実した施工管理・情報管理を行う。
- ⑥ 土工構造物の性能の確保のために、維持管理の水準を踏まえた設計・施工を行う。

9-4 設計の基本

ここでは、軟弱地盤対策工指針での設計の基本的な考え方を示す。

(1) 設計における留意事項

軟弱地盤上の土工構造物及び対策工の設計に当たっては、前出「9-3-2 軟弱地盤対策の基本」で示した7項目の留意事項を十分考慮しなければならない。

(2) 要求性能と照査

軟弱地盤上の土工構造物及び対策工の設計に当たっては、原則として、想定する作用に対して安全性、供用性、修復性の観点から軟弱地盤上の土工構造物の要求性能を設定し、それらを満足することを照査する。

要求性能は、土工構造物に関する「道路土工—盛土工指針」「道路土工—擁壁工指針」「道路土工—カルバート工指針」及び道路内の付属施設や占用施設等の関連する指針に示す事項を満足するように設定する。

1) 想定する作用

- a) 常時の作用 ; 自重や載荷重、水圧（降雨等による地下水位の上昇の影響、河川やため池からの水圧や浸透水の作用）等、土工構造物及び軟弱地盤対策工に常に作用すると想定される作用を考慮する。
- b) 降雨の作用 ; 土木構造物の種類、軟弱地盤対策工法の種類及び設置条件等により適宜考慮する。降雨の作用は、地域の降雨特性、土工構造物の立地条件、路線の重要性及び事前通行規制との併用等を鑑み適切に考慮する。
- c) 地震動の作用 ; レベル1地震動及びレベル2地震動を想定する。レベル1地震動とは供用期間中に発生する可能性が高い地震動、またレベル2地震動とは供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動をいう。
- d) その他の作用 ; 低温による凍上、塩害の影響及び酸性土壌中での腐食等の環境作用等があり、土木構造物の種類、軟弱地盤対策工法の種類及び設置条件等により適宜考慮する。

2) 性能

- a) 安全性 ; 想定する作用による土工構造物の変状によって人命を損なうことのないようにするための性能
- b) 供用性 ; 想定する作用による変形・損傷に対して土工構造物が本来有すべき通行機能や避難路、救助・救急・医療・消火活動及び緊急物資の輸送路としての機能を維持できる性能
- c) 修復性 ; 想定する作用によって生じた損傷を修復できる性能

3) 要求性能の水準

- a) 性能1 ; 想定する作用によって土工構造物としての健全性を損なわない性能
- b) 性能2 ; 想定する作用による損傷が限定的なものにとどまり、土工構造物としての機能の回復が速やかにい行い得る性能
- c) 性能3 ; 想定する作用による損傷が土工構造物として致命的にならない性能

4) 重要度

- a) 重要度 1；万一損傷すると交通機能に著しい影響を与える場合、あるいは隣接する施設に重大な影響を与える場合
- b) 重要度 2；上記以外の場合

5) 要求性能の目安

重要度に応じて、要求水準から設定する。

表 9-4-1 軟弱地盤工の要求性能の例

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
降雨の作用		性能 1	性能 1
地震動の作用	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

出典：道路土工 軟弱地盤対策工指針 P97

(3) 設計手法

改訂では、性能設計の枠組が導入され、要求する事項を満足させる範囲で、従来の方法によらない解析手法、設計手法、材料、構造等を採用することが可能となった。

この場合には、当該構造物が要求する事項を満足するか否かの判断が必要となるが、その判断として論理的な妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた手法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる手法等、適切な知見に基づいて行うことを基本とする。

(4) 要求性能の照査

原則として土工構造物の要求性能に応じて土工構造物及び軟弱地盤対策工の限界状態を設定し、想定する作用に対する土工構造物及び軟弱地盤対策工の状態が限界状態を超えていないことを照査する。

なお、軟弱地盤対策工指針の「第5章」「第6章」に示されている一般的な土工構造物及び軟弱地盤対策工法については、軟弱地盤対策工指針に基づいて設計、施工、維持管理を行えば、照査を行ったものとみなして良いとされている。

このため、これらの土工構造物及び軟弱地盤対策工を採用する際は、軟弱地盤対策工指針に基づき設計を行うこと。

9-5 軟弱地盤対策工の選定

(1) 対策工の種類と効果

軟弱地盤を処理するための対策工は多くの種類があるが、これらはそれぞれ特徴を持っていて目的とする効果も異なる。

表 9-5-1 軟弱地盤対策工の種類と効果

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確保			
		後圧密沈下の促進による供用	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				液状化の発生は許すが施設の被害を軽減する対策				
									砂地盤の性質改良								
							密度増大	固結	粒度の改良	飽和度の低下	有効応力の増大	過剰間隙水圧の消散	せん断変形の抑制				
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	○		○													
	パーチャルドレーン工法	サンドドレーン工法	○		○												
		プレファブリケイティッドパーチャルドレーン工法	○		○												
	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		○*					○								
		パイプロフローテーション工法		○*					○								
		パ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		○		○		○	○					○	○		
		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				○											○	
	押え盛土工法				○											○	
構造物による対策	地中連続壁工法													○			
	矢板工法				○		○						○**			○	
補強材の敷設	補強材の敷設工法	杭工法		○		○		○								○	
				○		○		○								○	

*) 砂地盤について有効
**) 排水機能付きの場合

出典：道路土工 軟弱地盤対策工指針 P191

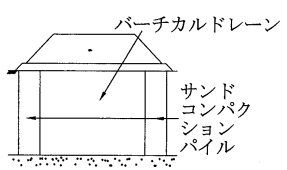
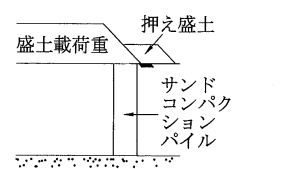
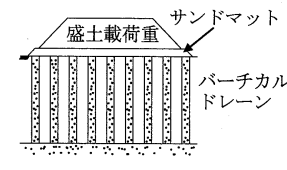
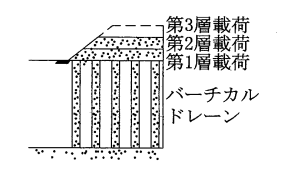
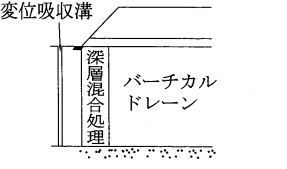

(2) 対策工の選定手順

対策工の選定にあたっては、構造物に必要とされる性能、対策工の目的、対象土の特性、用地の制約、工期及び周辺への影響等を考慮していくつかの工法を選定し、対策効果、経済性の観点から最適な対策工法を決定しなければならない。

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、沈下や安定が問題になった場合は、盛土・盛土重工法や緩速・緩速重工法等の時間をかけて行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・盛土重工法だけでは、安定性が確保できない場合、緩速・緩速重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、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。

また、対策工法は単独に適用されるだけでなく、組合せて適用させることもある。

表 9-5-2 対策工法の組み合わせ例

沈下対策		せん断変形対策		安定対策		図例
目的	工法	目的	工法	目的	工法	
沈下の促進	パーチカルドレーン工法 (例) サンドドレーン工法	応力の遮断	コンパクション パイル工法 (例) サンド コンパクション パイル工法	—	コンパクション パイル工法 (例) サンド コンパクション パイル工法	
	盛土・盛土重工法	—	押え盛土工法 または コンパクション パイル工法 (例) サンド コンパクション パイル工法	—	押え盛土工法 または コンパクション パイル工法 (例) サンド コンパクション パイル工法	
	盛土・盛土重工法と パーチカルドレーン工法 (例) サンド ドレーン工法	—	—	—	表層排水工法 (例) サンド マット工法	
	パーチカルドレーン工法 (例) サンド ドレーン工法	—	—	—	強度増加の促進 緩速・緩速重工法	
	パーチカルドレーン工法 (例) サンド ドレーン工法	応力の遮断 変形の吸収	深層混合処理工法 変形吸収工法 (例) 変位吸収溝工法	—	深層混合処理工法 すべり抵抗の増加	
沈下の低減	盛土・盛土補強工法 あるいは 表層混合処理と 深層混合処理	—	盛土・盛土補強工法 あるいは 表層混合処理と 深層混合処理	盛土・盛土補強工法 あるいは 表層混合処理と 深層混合処理		

出典：道路土工 軟弱地盤対策工指針 P200