

**現場での問題点と  
設計・施工上の留意点  
技術講習会 テキスト**

**REECOM 株式会社 補強土エンジニアリング**

〒550-0005 大阪市西区西本町1丁目6番6号(カーニープレイス西本町 6F)

TEL(06)6536-6711 FAX(06)6536-6713

インターネットホームページ：<http://www.reecom.co.jp>

Eメール：[info@reecom.co.jp](mailto:info@reecom.co.jp)



## 目 次

	p.
1. 現場で発生する問題点（変状） .....	1
(1) 使用盛土材に起因する変状 .....	1
(2) 盛土材の締固め不足に起因する変状 .....	2
(3) 基礎地盤に起因する変状 .....	4
(4) 水に起因する変状 .....	5
(5) 地震動に起因する変状 .....	7
(6) 凍上による変状 .....	7
2. 適応に当たっての留意点 .....	8
(1) 急峻な地形への適用 .....	8
(2) 集水地形への適用 .....	8
(3) 軟弱地盤への適用 .....	9
(4) 変形に対する制限が厳しい箇所や異種構造物との隣接箇所への適用 .....	9
(5) 積雪寒冷地への適用 .....	9
(6) 水辺への適用 .....	10
3. 設計・施工上の留意点（まとめ） .....	11
<b>書籍の紹介</b> .....	13

## 1. 現場で発生する問題点(変状)

- ・ 補強土壁は、施工中はもちろん完成後もある程度の変形を伴うことがある。  
ー 補強効果を発揮するためには、ある程度の変形が必要。
- ・ 適切な設計・施工がなされた場合、その変形量は限定的であり、構造的な安定に支障を生じることはない。
- ・ 大きな変形・変状が発生すると問題となる。

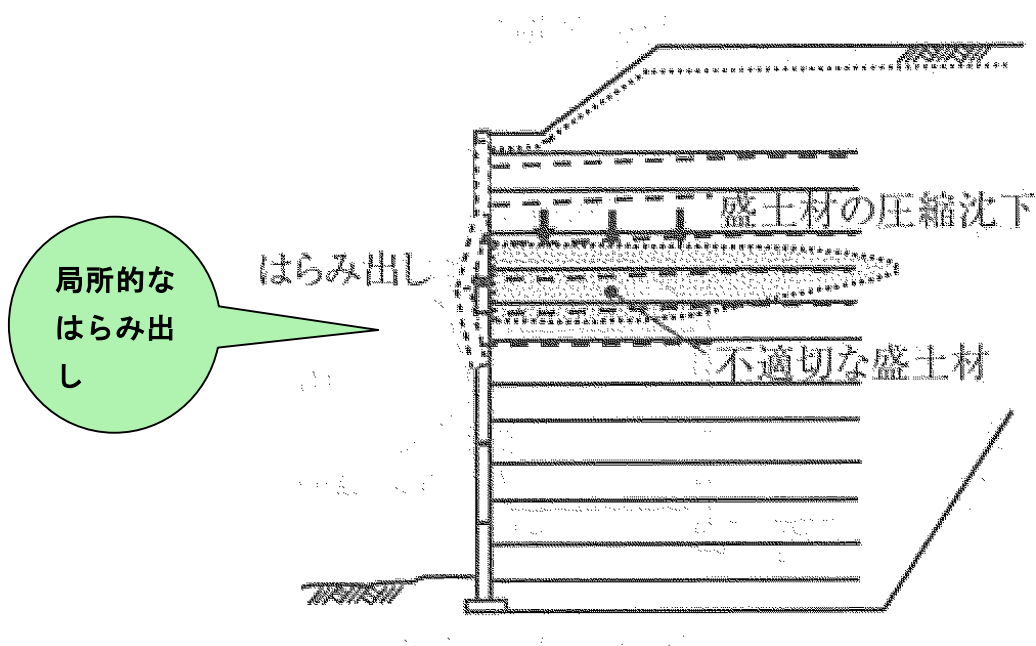
補強土壁の変状要因を以下に示す。

### 補強土壁の変状要因

- (1) 使用盛土材に起因する変状
- (2) 盛土材の締固め不足に起因する変状
- (3) 基礎地盤に起因する変状
- (4) 水に起因する変状
- (5) 地震動に起因する変状
- (6) 凍上による変状

#### (1) 使用盛土材に起因する変状

- ・ 細粒分が少なく、せん断強度の高い盛土材 ⇒ **変状は小さい**
- ・ 細粒分が多く、せん断強度の低い盛土材 ⇒ **変状は大きい**



図ー1 使用盛土材に起因する補強土壁の変形・変状事例

表－1 マニュアルに定められた盛土材適用範囲

工法名	補強材	盛土材適用範囲	
		土質材料	岩石質材料
テールアルメ	帯鋼(ストリップ)	細粒分含有量 25%以下	最大粒径 30cm 以下, かつスレーキング率 30%以下
ジオテキスタイル補強土壁	ジオテキスタイル	細粒分含有量 50%未満	補強材が損傷する恐れがあるので注意が必要
多数アンカー	アンカープレート及びタイバー	細粒分含有量 50%未満	最大粒径は 25cm 以下, かつスレーキング率 30%以上, 破碎率が高い材料は使用しない

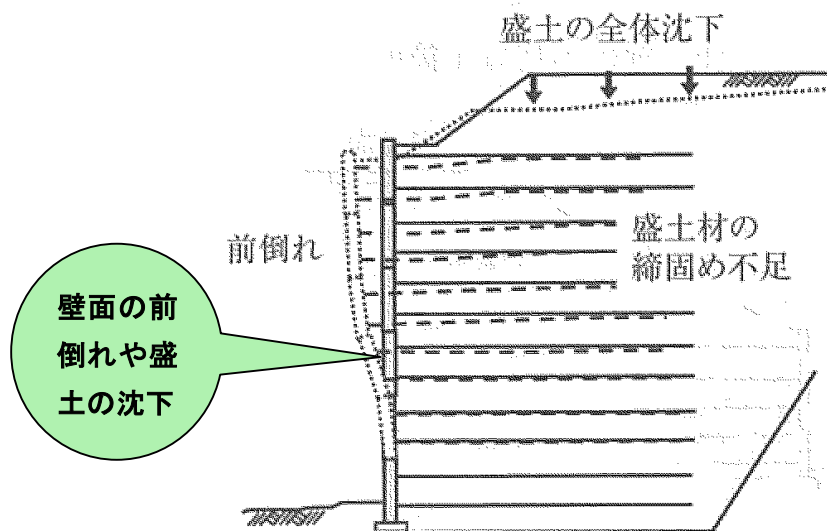
注) 細粒土：シルト＋粘土，粒径  $75\mu\text{m}$  未満の土

- ★ マニュアルに定められた盛土材適用範囲は，壁面変位を考慮すると広すぎる。
- ★ 細粒分含有量が多い盛土材を使用すると，壁面変位が大きくなる。
- ★ 盛土材適用範囲と壁面変位の関係を明確にする必要がある。

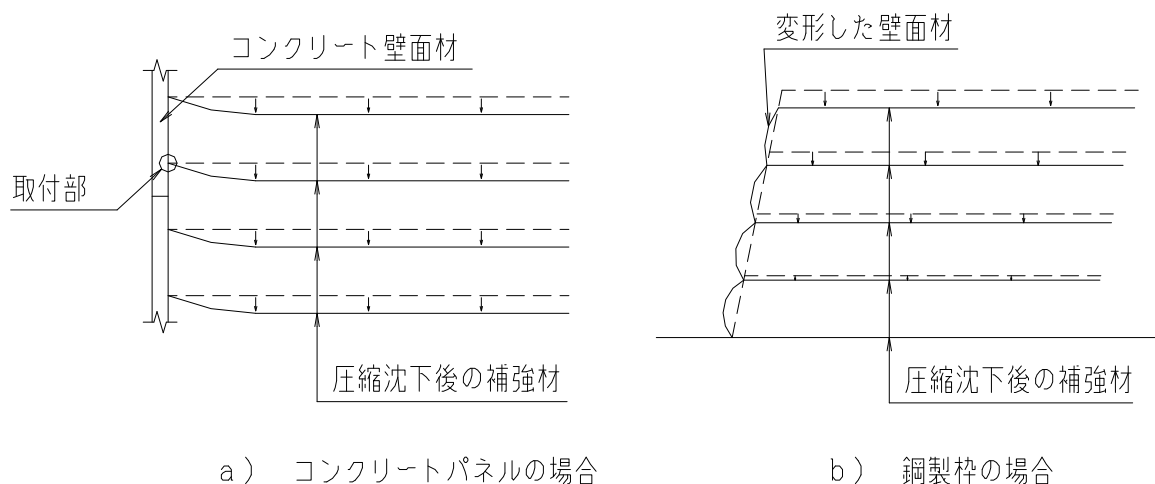
## (2) 盛土材の締固め不足に起因する変状

盛土材の締固め不足のような不適切な施工が行われた場合

- ⇒ 補強材の引抜き抵抗力の不足や圧縮変形に伴い
- ⇒ 壁面の前倒れや盛土の沈下が発生する
- ⇒ 想定以上の土圧や引張り力による壁面材の破損や補強材の破断等により，補強土壁が崩壊することもある。



図－2 盛土材締固め不足に起因する補強土壁の変形・変状事例



- 壁面材と補強材との連結部が破断する恐れがある。
- 壁面材の圧縮変形により、見栄えが悪くなる

図－3 盛土材の圧縮沈下が大きい場合

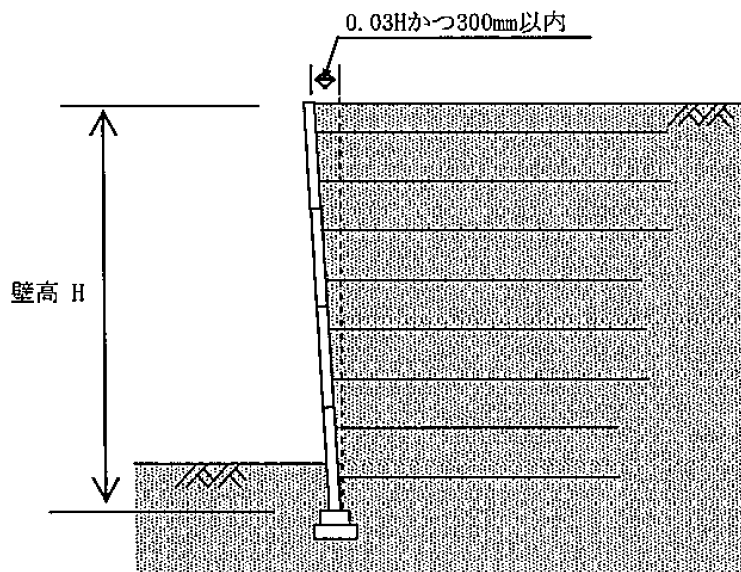
表－2 壁面工の出来型管理基準値（マニュアルによる）

鉛直の壁面工の場合	勾配を有する壁面工の場合
<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛直度<math>\pm 0.03H</math>，もしくは30cm以内</li> <li>・パネル相互間の目違い1cm以内</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛直度<math>\pm 0.03H</math>，もしくは30cm以内</li> </ul>

注)  $H$ ：補強土壁高さ

**活用例**

- 壁高 5m の場合： $0.03H=15\text{cm} < 30\text{cm} \rightarrow$  許容値は 15cm
- 壁高 15m の場合： $0.03H=45\text{cm} > 30\text{cm} \rightarrow$  許容値は 30cm



図－4 壁面工の出来型管理基準値

### (3) 基礎地盤に起因する変状

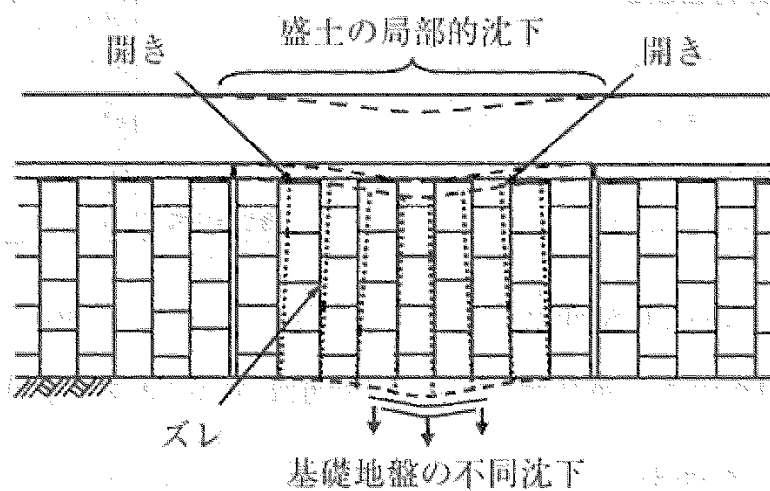
地盤調査や施工時の基礎地盤の確認が不十分な場合

●基礎地盤の支持力やせん断強さの不足により

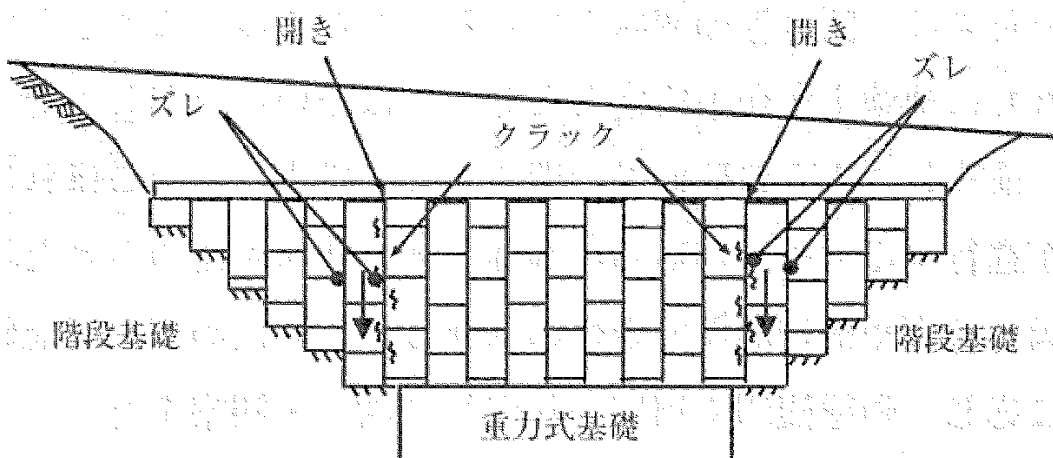
⇒ 重力式基礎の転倒，補強土壁を含む基礎地盤全体のすべりによる変形や崩壊等の重大な変状を生じることがある。

⇒ 大きな変状に至らないまでも，基礎地盤の不同沈下に伴う壁面材の開きやズレ，前倒れ等が生じることがある。

また，基礎形式の違いにより，不同沈下に対応できず，壁面材の開きやズレ及びクラック等の変状を伴うことがある。



(a) 基礎地盤の不同沈下による変状



(b) 基礎形式の違いによる変状

図ー5 基礎地盤に起因する補強土壁の変形・変状事例

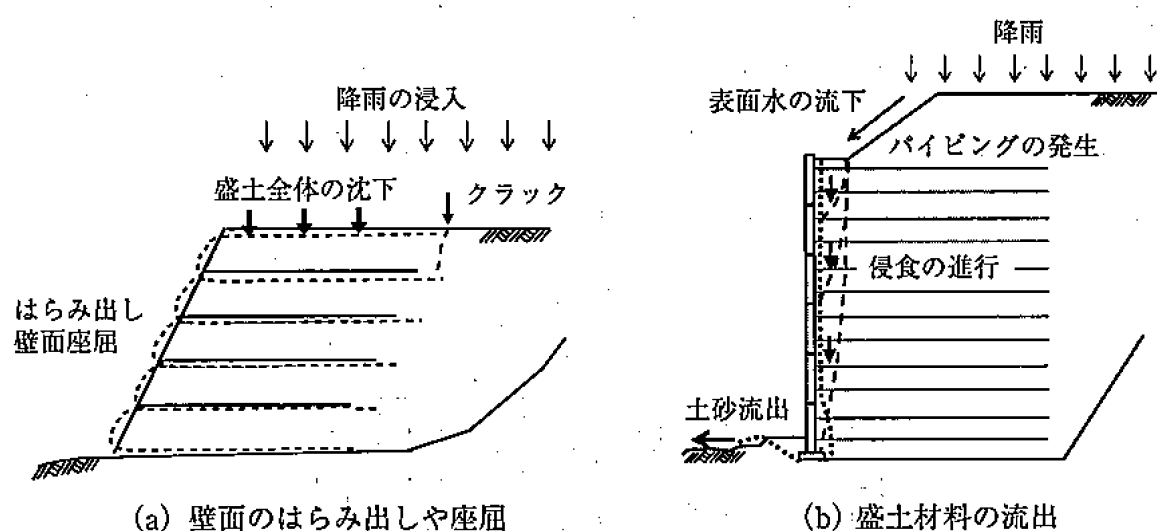
#### (4) 水に起因する変状

降雨等により補強領域内へ水が浸入した場合、盛土材の強度低下が生じる。さらに、流入する水が多量になると、盛土材の流出を引き起こすことがある。

—特にまさ土・山砂・シラスの場合

⇒ 補強領域内への水の浸入により盛土材の強度低下や流出が生じた場合、壁面のはらみ出しや座屈等の変状が生じ、補強土壁は安定性が著しく損なわれる。

⇒ 水に起因する変状・崩壊が最も多い。



図－6 水の浸入による補強土壁の変状事例

表－3 水の浸入により崩壊した補強土壁

崩壊年月日	場 所	崩壊前の 日降水量	崩壊形態
1993.7.29.	広島県	170mm	まさ土＋水の浸入⇒盛土材流出
1993.8.6.	鹿児島県	260mm	シラス＋基礎の洗掘⇒盛土材流出・崩壊
1995.7.4.	熊本県	224mm	水の浸入⇒すべり破壊
1995.7.5.	滋賀県	231mm	地すべり地＋水の浸入⇒崩壊
2004.10.21.	兵庫県	226mm	水の浸入（集中的）⇒崩壊
2006.7.18.	石川県	170mm	水の浸入⇒崩壊

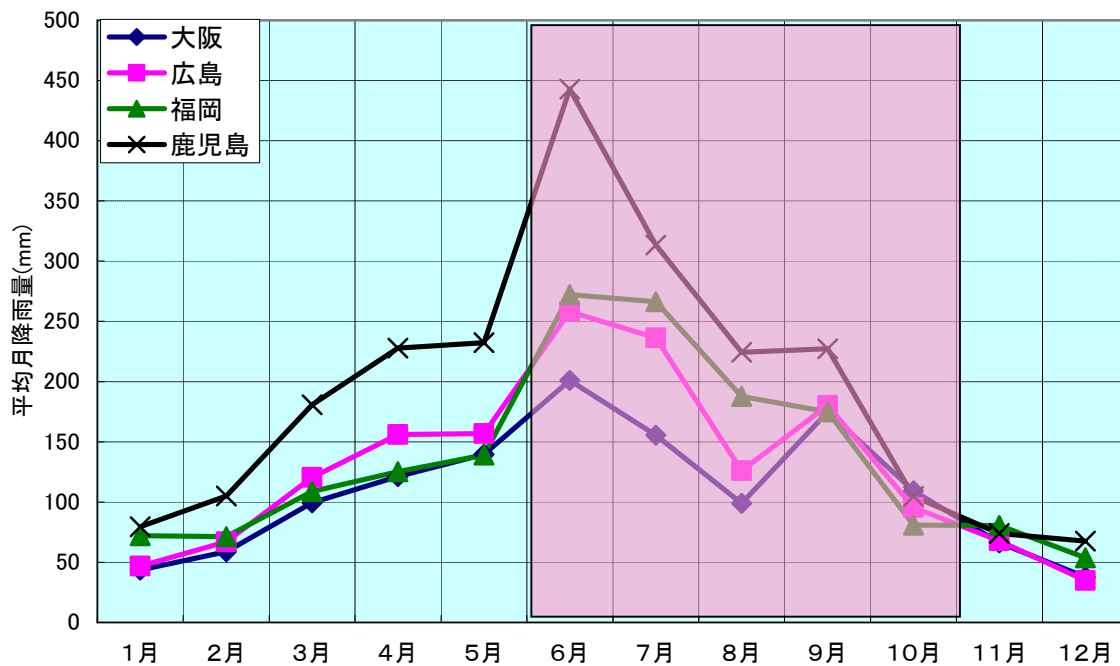
★ 最近では豪雨の強度・頻度が増加してきている。

2009 年 8 月 9 日、兵庫県佐用での日降水量は 326.5mm（過去 33 年間の最大値は 187mm）。



★ 今後豪雨による補強土壁の崩壊が増加する可能性が高い。

地区別平均月降雨量



★平均年間降水量 大阪：1306mm, 広島：1546mm, 福岡：1632mm, 鹿児島：2279mm

図－7 地区別平均月降雨量

★ 降雨による補強土壁崩壊の原因要素

●季節：6月～10月の雨季

●日降雨量：200mm 程度以上

・補強土壁が構築されてから、最大の降雨量が大きい。

●盛土材：シラス・まさ土・山砂

●排水設備の不備（工事完成前の仮設排水設備の不備）

人間の力ではどうすることも  
できない原因要素

人間の力で何とかできるもの

★ 「補強材敷設範囲に水が浸入しないような地下排水工の設置」

(5) 地震動に起因する変状

補強土壁は、強い地震動の作用を受けた場合には、壁面の前倒れや壁面材のクラックや角欠け、開き等の変状を生じることがある。

⇒ こうした変状が大きくなければ直ちに補強土壁が不安定となることはない。  
ただし、その変状を放置すると、変状が進行するおそれがある。

⇒ 補強土壁に変状が認められた場合は、**動態観測や周囲の状況等の調査・観察を行い、安定性を判断する。**

補強土壁が安定と判断される場合でも、壁面材の開き等の変状は外観や部材の耐久性への影響が懸念されるため、充填材の注入や欠損部の修復を行う等状況に応じた適切な補修・補強対策を行うことが重要である。

(6) 凍上に起因する変状

●盛土材の水分が凍り、体積が膨張する圧力（=**凍上圧**）により、連結部が破断して壁面材と盛土材が滑落する。

●**凍上の発生 ⇔ 温度（低温）＋水＋土質（細粒分が多い）**

●凍上圧は少なくとも  $1\text{m}^2$  当り  $200\text{kN}$  以上の圧力が加わることが確認されている。北海道、東北・本州の内陸部では注意が必要。

●**対策：壁面材の背後の土を碎石に置き換え、そのすき間で凍上圧は吸収され、壁面材に作用するのを防ぐことができる。**

## 2. 適応に当たっての留意点

- (1) 急峻な地形への適用
- (2) 集水地形への適用
- (3) 軟弱地盤への適用
- (4) 変形に対する制限が厳しい箇所や異種構造物との隣接箇所への適用
- (5) 積雪寒冷地への適用
- (6) 水辺への適用

### (1) 急峻な地形への適用

●支持層や地層構成を確実に把握するため、**入念な地盤調査を実施して、設計に反映させる。**

⇒ 具体的には重力式基礎の設計や基礎地盤を含む全体としての安定性の検討を行う必要がある。

⇒ 施工時には、現地において支持層を確認し、設計時の想定と異なる場合は、当初の計画を変更し地盤改良等により支持力を確保することが必要である。

●急峻な地形では、降雨や地山からの湧水等による水の影響を受け易い。

⇒ 基礎地盤や地山からの湧水の状況等を十分に把握し、**適切な規模の排水施設**を設ける。

### (2) 集水地形への適用

●補強土壁の変状・崩壊は水に起因するものが多い。

⇒ 補強領域に浸透した水は、盛土荷重の増加に加え、間隙水圧の上昇による盛土材のせん断抵抗力及び補強材の引抜き抵抗力の減少を招くなど、補強土壁の安定性を大きく低下させる。

⇒ このため水の浸入の防止と浸入した水の速やかな排除が補強土壁では極めて重要である。

●谷部等の集水地形、切土のり面等に湧水のある箇所、地下水位の高い箇所に補強土壁を設置する場合は、**水の浸入を防止する対策を行うことが適用の前提**となる。

⇒ このため事前に表面水や地下水、湧水の状況を把握し、**十分な排水施設を設け、浸入する前に表面水や湧水等を補強土壁外に排除させることが重要**である。

(3) 軟弱地盤への適用

●軟弱地盤に補強土壁を構築する場合、基礎地盤の圧密沈下及び基礎地盤の支持力やせん断強度に関して留意する必要がある。

⇒ 入念な地盤調査に基づき、地層構成や地盤特性を調べ次の検討を行う。

- ・ 想定される圧密沈下量（不同沈下）
- ・ 支持力
- ・ 全体すべり
- ・ 液状化

(4) 変形に対する制限が厳しい箇所や異種構造物との隣接箇所への適用

●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。

⇒ このために

- ・ 改良等により強固な基礎地盤を確保し、
- ・ その上で強度が大きく、圧縮変形量が小さい盛土材を用いて、十分な締固めを行う
- ・ 確実な施工管理に基づき精度の高い施工を行う

(5) 積雪寒冷地への適用

●低温下の気温条件で補強土壁の施工を行う場合は、凍土や雪氷が混入しないようにする。

●壁面の背面に凍上しやすい材料があると、壁面からの冷気により凍結が進行して大きな凍上力が作用し、補強材または壁面材と補強材の連結部が破断することがある

⇒ 補強土壁の凍上対策としては、壁面材の背面の凍結深さまでの範囲を透水性の高い良質材（碎石等）を使用する。

(6) 水辺への適用

●**水辺への適用に際して**は、有効応力の減少や、土の湿潤による盛土材の引抜き抵抗力の低下等により補強土壁の安定性に問題が生じないこと、補強材が腐食に対して十分な耐久性を有していることを照査する。

●**水位変動の影響を受ける箇所**では、残留水位の影響を考慮し、盛土材の吸出しや基礎の洗掘により安定性に問題が生じないよう適切な処置を行う必要がある。

⇒ 上記の問題を解決するために、水に浸かる盛土材には碎石（C-40 等）を使用することが多い。

●補強土壁は河川等の流水の影響を受ける箇所では、原則として適用しない。

### 3. 設計・施工上の留意点(まとめ)

#### ① 基礎地盤と盛土材の調査

- ・調査結果を設計に反映させれば、施工中のすべり破壊や大きな壁面変位を防ぐことは可能。

#### ② 地下排水工の設置

- ・補強材敷設範囲に水が浸入しないように、地下排水工を設置すれば、完成後に発生する水による問題を防ぐことができる。
- ・特に水が集まりやすい地形での現場や、盛土材がまさ土・山砂・シラス等の場合には特に注意が必要。

#### ③ 良質な盛土材の使用と十分な転圧

- ・良質でない盛土材を使用すると、壁面変位は大きくなる。

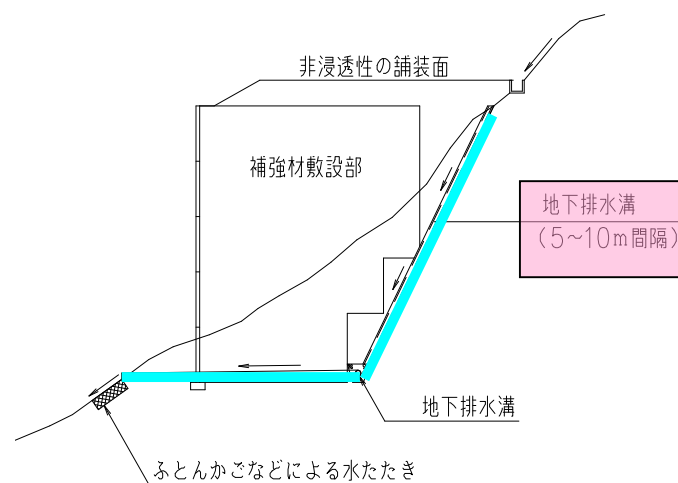
##### ー良質な盛土材とは？

- ・細粒分が少なく、せん断強度が大きい砂質土・礫質土
- ・スレーキングしない岩石質材料
- ・細粒分が少ないまさ土・山砂・シラス（ただし水の浸入がない対策を施すことが条件）
- ・軽量盛土材（水砕スラグ、石炭灰等）、改良土（セメント系固化材による）

##### ー十分な転圧とは？

A,B 法による最大乾燥密度の 95%以上, C,D,E 法による最大乾燥密度の 90%以上

#### 線状の地下排水工



#### 面状の地下排水工

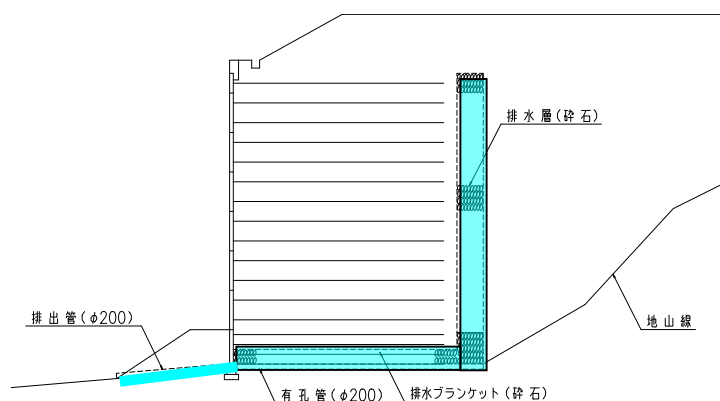
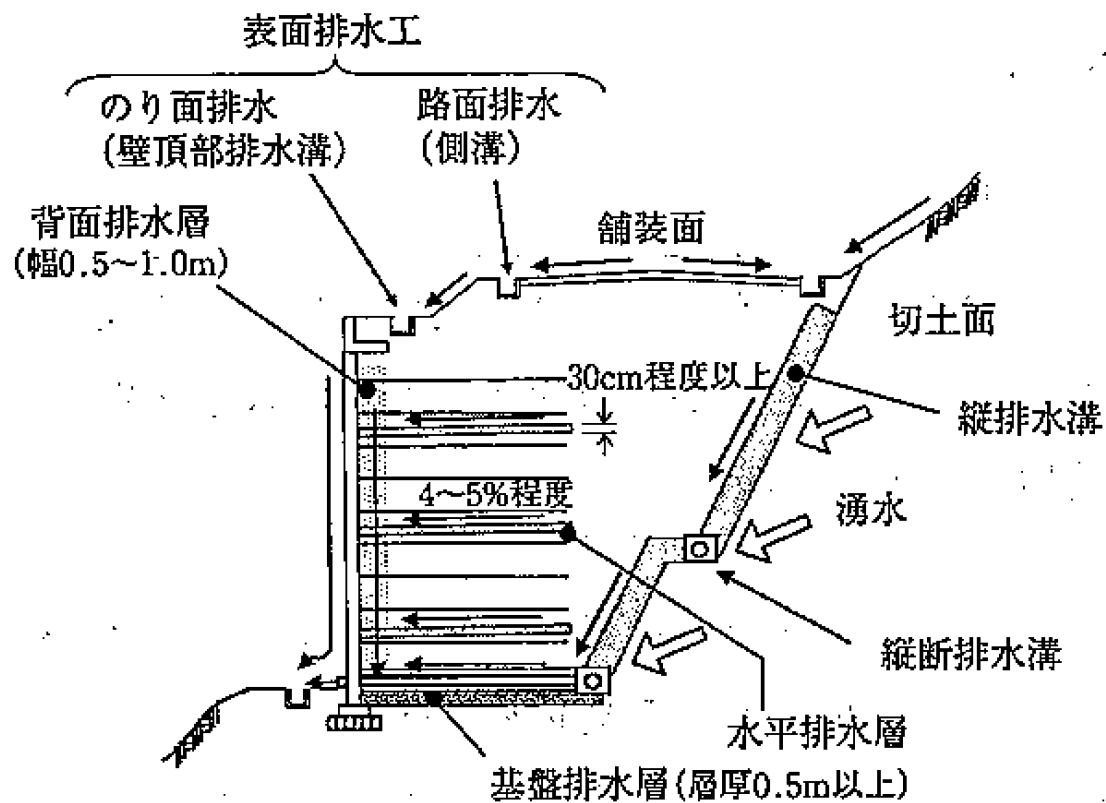
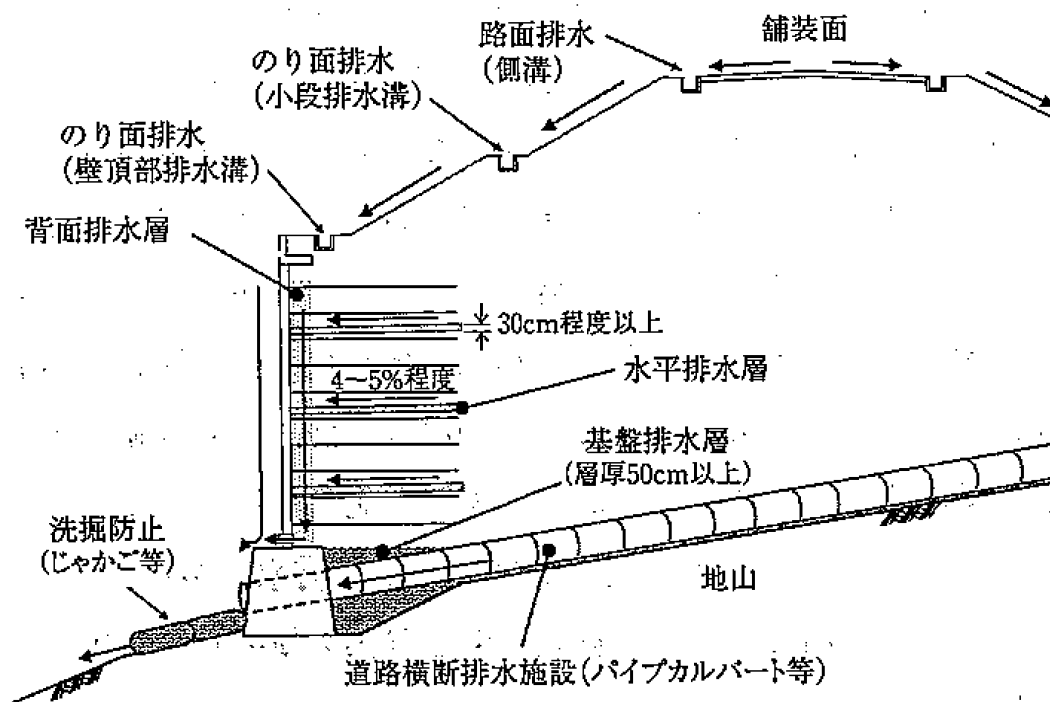


図-8 地下排水工の設置例



切土を伴う急傾斜地における排水工

図-9 排水工の例(1) (擁壁工指針)



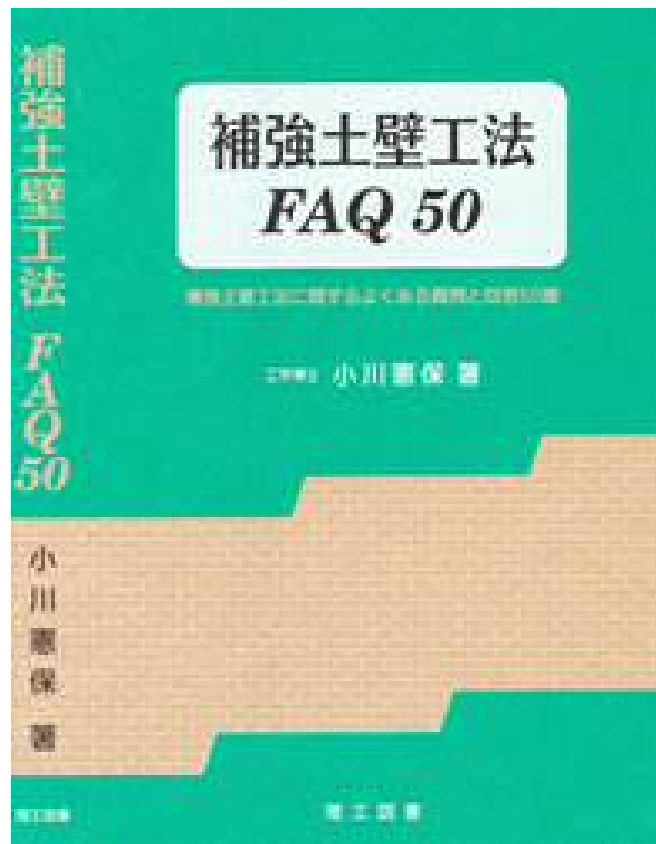
谷部 (集水地形) における排水工

図-10 排水工の例(2) (擁壁工指針)

# 「補強土壁工法FAQ50」

補強土壁工法に関するよくある質問と回答50題

本書は補強土壁工法に関するよくある質問と回答50題をまとめたもので、補強土壁工法の設計・施工に携わっている技術者の方を対象に執筆されています。是非ご活用ください。



タイトル：補強土壁工法FAQ50

著者名：小川憲保

出版社：理工図書

出版年月：2004年12月

ページ数：191ページ（A5版）

価格：2,800円＋税＝3,024円