

3 設計編

第7章 地盤に関する技術的基準

7.1 崖面天端の排水

政 令

（地盤について講ずる措置に関する技術的基準）

第七条 1 略

- 2 前項に定めるもののほか、法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち盛土又は切土をした後の地盤について講ずる措置に関するものは、次に掲げるものとする。
- 一 盛土又は切土（第三条第四号の盛土及び同条第五号の盛土又は切土を除く。）をした後の土地の部分に生じた崖の上端に続く当該土地の地盤面には、特別の事情がない限り、その崖の反対方向に雨水その他の地表水が流れるよう、勾配を付すること。

解説

雨水その他の地表水が崖面を表流し、崖面を侵食すること、及び崖面上端付近で雨水その他の地表水が崖地盤へ浸透することを防止するための措置について規定しています。

審査基準

図面等により、崖面天端の排水措置が講じられていることを確認します。

[崖面天端に講ずる措置]

- 盛土又は切土をした崖面の天端には、その崖の反対方向に2～5%の下り勾配を付すること。

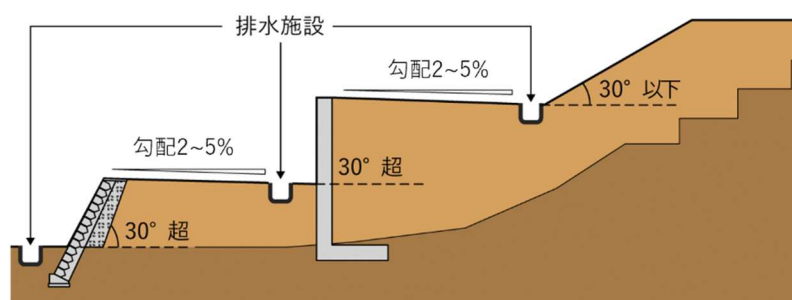


図 3-1 崖面の排水例

Point

参考：図3-1 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P208,209

7.2 盛土

7.2.1 地滑り抑止杭等

政 令

（地盤について講ずる措置に関する技術的基準）

第七条 法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち地盤について講ずる措置に関するものは、次に掲げるものとする。

一 盛土をする場合においては、盛土をした後の地盤に雨水その他の地表水又は地下水（以下「地表水等」という。）の浸透による緩み、沈下、崩壊又は滑りが生じないよう、次に掲げる措置を講ずること。

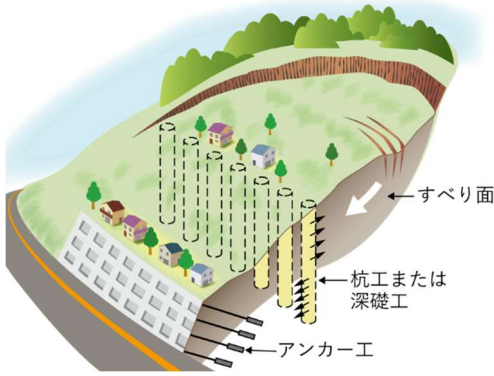
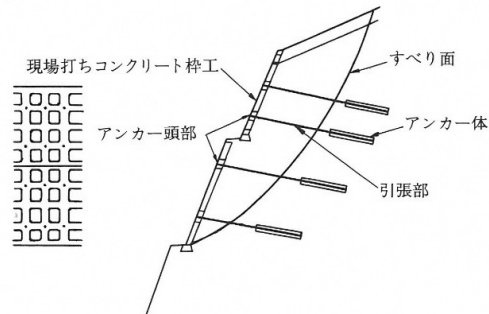
イ・ロ 略

ハ イ及びロに掲げるもののほか、必要に応じて地滑り抑止ぐい又はグラウンドアンカーその他の土留（以下「地滑り抑止ぐい等」という。）の設置その他の措置を講ずること。

解説

盛土を行う場合、必要に応じて、土留の設置等を行うこととされています。

表 3-1 主な土留工法

地滑り抑止杭工	グラウンドアンカー工
一般に複数の鋼管杭を地すべりの移動方向に対して直角方向に列状に配置し、すべり面を貫いて不動土塊まで挿入することによって、せん断抵抗力や曲げ抵抗力を付加し、地すべり移動土塊の滑動力に対し、直接抵抗する工法	法面・斜面において岩盤に節理、亀裂等があり、崩落または崩壊する恐れがある場合、比較的締まった土砂の法面や斜面で崩壊の恐れがある場合等に抑止力を付与する工法
	

なお、地滑り抑止杭の設計に当たっては、曲げモーメントとせん断力に対する地滑り防止杭の安全性を確認する必要があります。具体的な照査方法については、地すべり防止技術指針（国土交通省）、地すべり防止技術指針解説（国立研究開発法人 土木研究所）、土地改良事業計画設計基準 計画「農地地すべり防止対策」（農林水産省）、河川砂防技術基準 計画編（国土交通省）等を参照してください。

Point

引用：表3-1 主な土留工法 道路土工 切土工・斜面安定工指針（（社）日本道路協会、平成21年6月）P286

参考：地すべり防止技術指針及び同解説（国土交通省砂防部・独立行政法人土木研究所 平成20年4月）

7.2.2 段切り

政 令

(地盤について講ずる措置に関する技術的基準)

第七条 法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち地盤について講ずる措置に関するものは、次に掲げるものとする。

- 一 略
- 二 著しく傾斜している土地において盛土をする場合においては、盛土をする前の地盤と盛土とが接する面が滑り面とならないよう、段切りその他の措置を講ずること。

解説

著しく傾斜している土地に盛土をする場合は、原地盤と盛土の間で滑りが生じる可能性があるため、段切りを行う必要があります。

審査基準

原地盤面勾配が 15° (約1:4)以上の場合、図面等により、段切りを行う計画となっていることを確認します。

[段切りの仕様]

- ・ 段切り寸法は、原則、高さ0.5m以上、幅1.0m以上とすること。
- ・ 段切り面には、法尻方向に向かって3~5%程度の排水勾配を設けること。

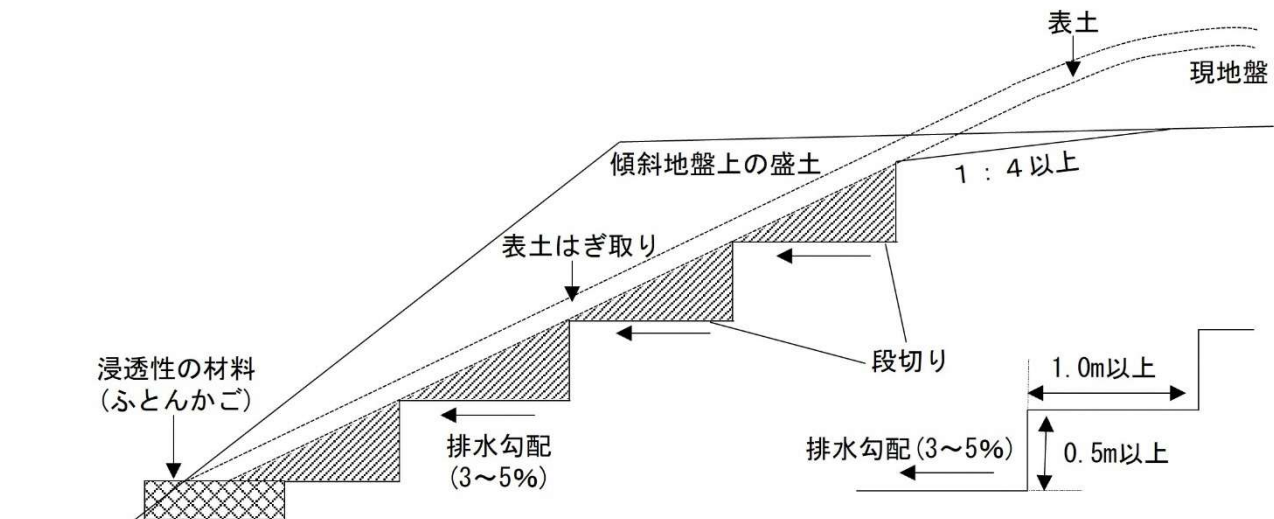


図 3-2 段切りの例

行政指導指針

- ・谷地形等で地下水位が高くなる箇所では、地盤の傾斜勾配が緩くても段切りを行うことが望ましい。

Point

参考：図3-2 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）I P247 一部加筆
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）I P247

7.2.3 盛土法面

政 令

(地盤について講ずる措置に関する技術的基準)

第七条 1 略

2 前項に定めるもののほか、法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち盛土又は切土をした後の地盤について講ずる措置に関するものは、次に掲げるものとする。

一 略

二 山間部における河川の流水が継続して存する土地その他の宅地造成に伴い災害が生ずるおそれが特に大きいものとして主務省令で定める土地において高さが十五メートルを超える盛土をする場合においては、盛土をした後の土地の地盤について、土質試験その他の調査又は試験に基づく地盤の安定計算を行うことによりその安定が保持されるものであることを確かめること。

解説

災害の生じるおそれが特に大きい土地において、高さ 15m を超える盛土をする場合、地盤の安定計算を実施することが必要です。

審査基準

図面等により、盛土法面の形状を確認します。また、高さ 15m を超える盛土をする場合には安定計算の結果、必要な安全率を満足することを確認します。

[盛土形状]

- ・ 盛土法面の勾配は 30°以下とすること。
- ・ 高さ 5m ごとに幅 1～2m の小段を設けること。
- ・ 垂直距離が 15m を超える場合には、高さ 15m ごとに 3～5m 以上の幅広の小段を設けること。

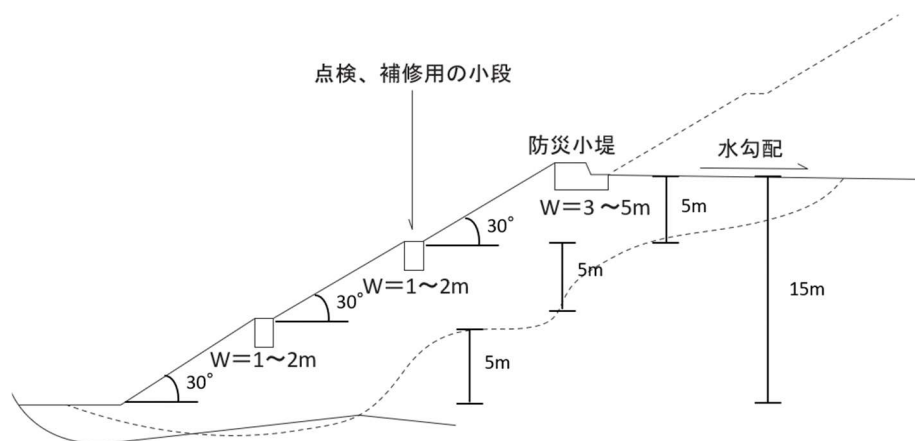


図 3-3 盛土法面の形状

Point

- ・ 盛土施工中の造成面の法肩には、造成面から法面への地表水の流下を防止するため、必要に応じて防災小堤を設置すること。

参考：図3-3 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅰ P209 一部加筆
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅰ P173～

[盛土法面の安定性の検討]

- ・ 以下の式により安定計算を行い、最小安全率が常時 1.5 以上、大地震時 1.0 以上であることを確認すること。設計水平震度 $k_h=0.25$ とすること。
- ・ 安定計算に用いる土質定数は、土質試験により求めること。

[間げき水圧]

- ・ 盛土の施工に際しては、適切に地下水排除工等を設けることにより、盛土内に間げき水圧が発生しないようにすることが原則である。しかし、計画地区内における地下水位又は間げき水圧の推定は未知な点が多く、これらは法面の安全性に大きく影響を及ぼす。このため、地下水及び降雨時の浸透水の集中により間げき水圧が上昇することが懸念される盛土では、間げき水圧を考慮した安定計算により盛土法面の安定性を検討することが望ましい。また、溪流等においては、高さ 15メートル超の盛土は間げき水圧を考慮した安定計算を標準とする。安定計算に当たっては、盛土の下部又は側方からの浸透水による水圧を間げき水圧とし、必要に応じて、雨水の浸透によって形成される地下水による間げき水圧及び盛土施工に伴って発生する過剰間げき水圧を考慮すること。また、これらの間げき水圧は、現地の状況を踏まえ、適切に推定することが望ましい。
- ・ 十分締固めた盛土では液状化等による盛土の強度低下は生じにくい。が、溪流等における高さ 15メートル超の盛土や火山灰質土等の締固め難い材料を用いる盛土については液状化現象等を考慮し、液状化判定等を実施すること。

① 常時

$$F_s = \frac{M_R}{M_D} = \frac{\sum \{c \cdot l + (W \cos \alpha - U_s \cdot l) \tan \varphi\}}{\sum W \sin \alpha}$$

F_s : 安全率

M_R : 土塊の抵抗モーメント (kN・m/m)

M_D : 土塊の滑動モーメント (kN・m/m)

c : 盛土の粘着力 (kN/m²)

φ : 盛土の内部摩擦角 (°)

l : 各スライスの滑り面の長さ (m)

W : 各スライスの単位長さ重量 (kN/m)

α : 各スライスの滑り面の中点と滑り面を円弧とする円の中心とを結ぶ直線が鉛直線となす角度 (°)

U_s : 常時の地下水の静水圧時における間隙水圧 (kN/m²)

② 地震時

$$F_s = \frac{M'_R}{M'_D} = \frac{\sum [c \cdot l + \{W(\cos \alpha - k_h \cdot \sin \alpha) - U_s \cdot l\} \tan \varphi]}{\sum (W \sin \alpha + k_h \cdot W \cdot h/r)}$$

F_s : 安全率 (地震時)

M'_R : 地震時の土塊の抵抗モーメント (kN・m/m)

M'_D : 地震時の土塊の滑動モーメント (kN・m/m)

c : 盛土の粘着力 (kN/m²)

φ : 盛土の内部摩擦角 (°)

l : 各分割片の滑り面の長さ (m)

W : 各分割片の単位長さ重量 (kN/m)

α : 各分割片の滑り面の中点と滑り面を円弧とする円の中心とを結ぶ直線が鉛直線となす角度 (°)

k_h : 設計水平震度 (地震力の作用位置は分割片の重心位置)

U_s : 常時の地下水の静水圧時における間隙水圧 (kN/m²)

h : 各分割片の滑り面を円弧とする円の中心と各分割片との重心との鉛直距離 (m)

r : 滑り面の半径 (m)

■Point

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P176～

7.2.4 盛土全体の安定性の検討

次の規模に該当する場合は、盛土全体の安全性の検討を行う必要があります。

[盛土全体の安全性の検討が必要な盛土]

- ・ 谷埋め型大規模盛土造成地

盛土をする土地の面積が $3,000\text{m}^2$ 以上であり、かつ、盛土をすることにより、当該盛土をする土地の地下水位が盛土をする前の地盤面の高さを超え、盛土の内部に侵入することが想定されるもの。

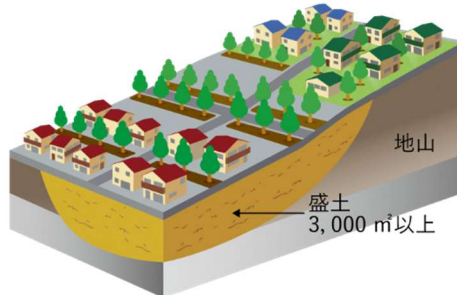


図 3-4 谷埋め型大規模盛土造成地のイメージ

- ・ 腹付け型大規模盛土造成地

盛土をする前の地盤面が水平面に対し 20° 以上の角度をなし、かつ、盛土の高さが 5m 以上となるもの。

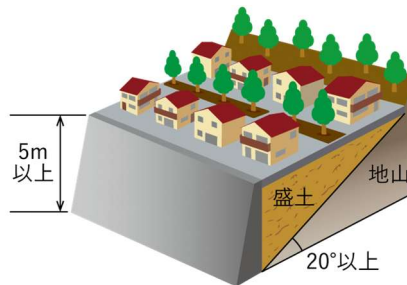


図 3-5 腹付け型大規模盛土造成地のイメージ

Point

参考：図3-4 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P212 一部修正

図3-5 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P213 一部修正

[留意事項]

① 安定計算

谷埋め型大規模盛土造成地の安定性については、二次元の分割法により検討することを標準とする。

腹付け型大規模盛土造成地の安定性については、二次元の分割法のうち簡便法により検討することを標準とする。

② 設計土質定数

安定計算に用いる粘着力（ C ）及び内部摩擦角（ ϕ ）の設定は、盛土に使用する土を用いて、現場含水比及び現場の締固め度に近い状態で供試体を作成し、せん断試験を行うことにより求めることを原則とする。

③ 間げき水圧

7.2.3 盛土法面を参照のこと

④ 最小安全率

盛土法面の安定に必要な最小安全率（ F_s ）は、盛土施工直後において、 $F_s \geq 1.5$ であることを標準とする。また、地震時の安定性を検討する場合の安全率は、大地震時に $F_s \geq 1.0$ とすることを標準とする。なお、大地震時の安定計算に必要な水平震度は、0.25 に建築基準法施行令第 88 条第 1 項に規定する Z の数値を乗じて得た数値とする。

審査基準

留意事項の④最小安全率に従い以下の方法により安定計算を行ってください。また、安定計算に用いる土質定数は、土質試験により求めてください。

[谷埋め型大規模盛土造成地]

$$F_s = \frac{M'_R}{M'_D} = \frac{\sum \{ [c \cdot l + \{ W(\cos \alpha - k_h \cdot \sin \alpha) - U_s \cdot l \} \tan \varphi] \cdot R_t \}}{\sum W \cdot R_w - \sum (W \cos \alpha - k_h \cdot \sin \alpha) \cdot R_r + \sum k_h \cdot W \cdot R_e}$$

$$\alpha = \tan^{-1}(H/L)$$

F_s : 安全率（地震時）

M'_R : 地震時の土塊の抵抗モーメント（ $\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$ ）

M'_D : 地震時の土塊の滑動モーメント（ $\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m}$ ）

c : 盛土の粘着力（ kN/m^2 ）

φ : 盛土の内部摩擦角（°）

l : 各分割片の滑り面の長さ（ m ）

W : 各分割片の単位長さ重量（ kN/m ）

k_h : 設計水平震度（地震の作用位置は分割片の重心位置）

U_s : 常時の地下水の静水圧時における間隙水圧（ kN/m^2 ）

h : 各分割片の滑り面を円弧とする円の中心と各分割片との重心との鉛直距離（ m ）

R_t : 分割されたそれぞれの滑り面のモーメントの腕の長さ（ m ）

R_w : 各分割片の滑り面上の自重によるモーメントの腕の長さ（ m ）

R_r : 各分割片の滑り面上の底面反力によるモーメントの腕の長さ（ m ）

R_e : 各分割片の滑り面上に作用する地震力によるモーメントの腕の長さ（ m ）

H : 各分割片の滑り面の最下流端と最上流端の標高差を計測した数値（ m ）

L : 各分割片の滑り面の標高差を計測した 2 地点間の水平距離を計測した数値（ m ）

■Point

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P210～

[腹付け型大規模盛土造成地]

- ・ 7.2.3 [盛土法面の安定性の検討]を参照のこと。

7.3 切土

7.3.1 切土の安定

政 令

（地盤について講ずる措置に関する技術的基準）

第七条 1 略

2 前項に定めるもののほか、法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち盛土又は切土をした後の地盤について講ずる措置に関するものは、次に掲げるものとする。

一・二 略

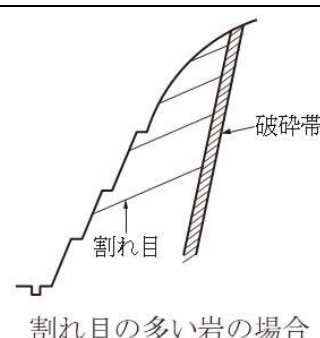
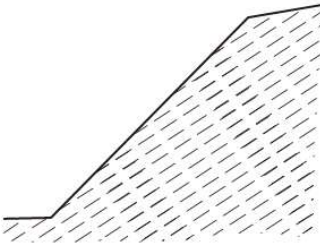
三 切土をした後の地盤に滑りやすい土質の層があるときは、その地盤に滑りが生じないよう、地滑り抑止ぐい等の設置、土の置換えその他の措置を講ずること。

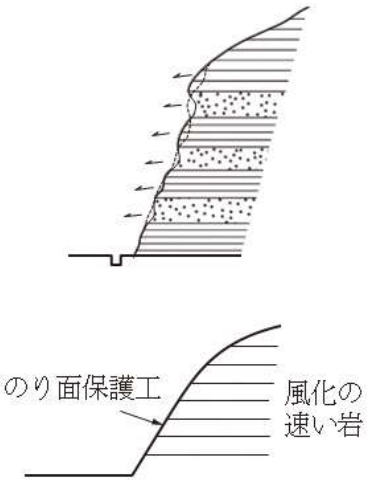
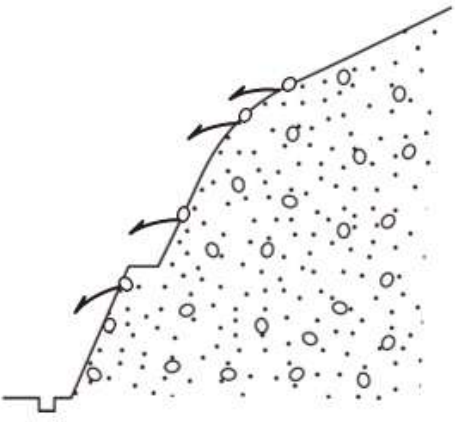
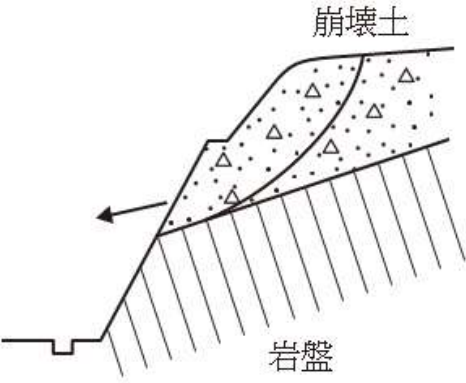
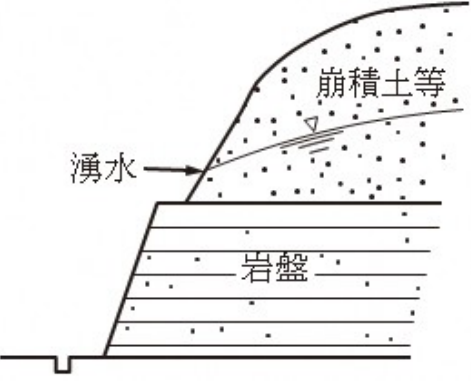
解説

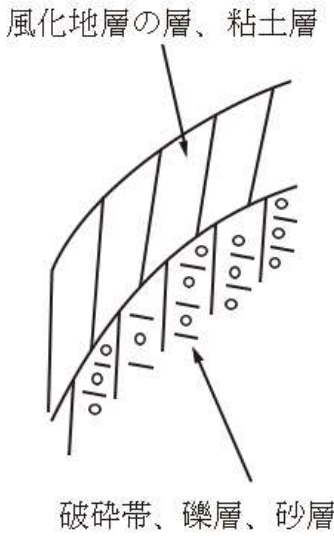
切土をした後の地盤に滑りやすい土質の層があるときに措置を講ずることを規定しています。

自然地盤は一般に複雑な地層構成をなしていることが多いことから、切土をするときにはその断面に現れる土をよく観察し、粘土層のように水を通しにくく、かつ、軟弱な土質があれば、その層の厚さ及び層の方向を確かめること。

表 3-2 特に注意を要する切土法面の例

種類	模式図	留意事項
法高が特に大きい場合		法高が特に大きい場合には、地山の状況に応じて次の(一)から(六)の各項について検討を加え、できれば余裕のある法面勾配にする等、法面の安定化を図るよう配慮する必要がある。
(一) 法面が割れ目の多い岩又は流れ盤である場合	 割れ目の多い岩の場合  流れ盤の場合	地山には、地質構造上、割れ目が発達していることが多く、切土した際にこれらの割れ目に沿って崩壊が発生しやすい。したがって、割れ目の発達程度、岩の破砕の度合、地層の傾斜等について調査・検討を行い、周辺の既設法面の施工実績等も勘案の上、法面の勾配を決定する必要がある。 特に、法面が流れ盤の場合には、滑りに対して十分留意し、法面の勾配を決定することが大切である。

(二)法面が風化の速い岩である場合		法面が風化の速い岩である場合は、掘削時には硬く安定した法面であっても、切土後の時間の経過とともに表層から風化が進み、崩壊が発生しやすくなるおそれがある。したがって、このような場合には、法面保護工により風化を抑制する等の配慮が必要である。
(三)法面が浸食に弱い土質である場合		砂質土からなる法面は、表面流水による浸食に特に弱く、落石、崩壊及び土砂の流出が生じる場合が多いので、地山の固結度及び粒度に応じた適切な法面勾配とするとともに、法面全体の排水等に十分配慮する必要がある。
(四)法面が崩積土等である場合		崖すい等の固結度の低い崩積土からなる地山において、自然状態よりも急な勾配で切土をした場合には、法面が不安定となって崩壊が発生するおそれがあるので、安定性の検討を十分に行い、適切な法面勾配を設定する必要がある。
(五)法面に湧水等が多い場合		湧水の多い箇所又は地下水位の高い箇所を切土する場合には、法面が不安定になりやすいため、法面勾配を緩くしたり、湧水の軽減及び地下水位の低下のための法面排水工を検討する必要がある。

(六)法面又は崖の上端面に雨水が浸透しやすい場合		切土による法面又は崖の上端面に砂層、礫層等の透水性の高い地層又は破碎帯が露出するような場合には、切土後に雨水が浸透しやすくなり、崩壊の危険性が高くなるので、法面を不透水性材料で覆う等の浸透防止対策を検討する必要がある。
---------------------------------	---	--

■Point

参考：表3-2 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅰ P309-P311 一部修正
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅰ P308～

7.3.2 切土法面

解説

切土法面の勾配は、法高、法面の土質等に応じて適切に設定することが必要です。

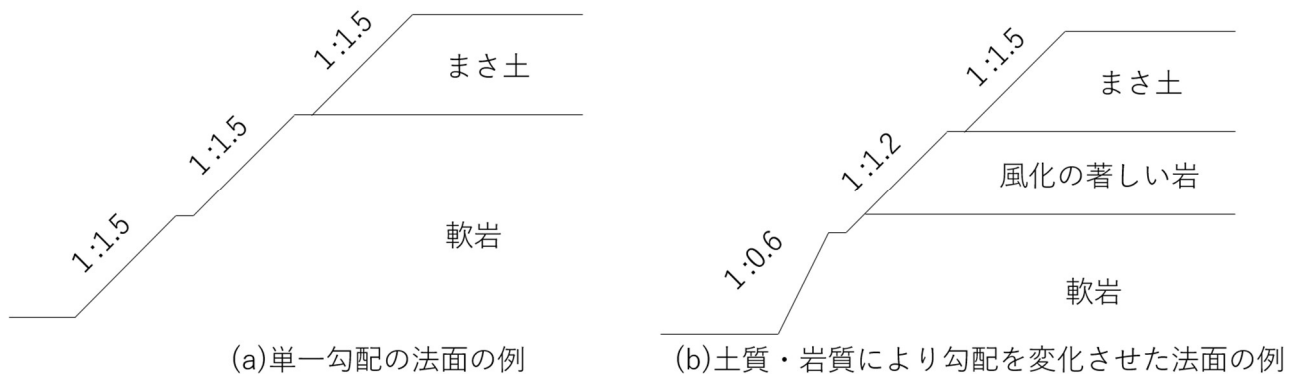


図 3-6 地山状態と法面形状

Point

参考：図3-6 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P313 一部修正

審査基準

図面等により、切土法面の形状を確認します。

[切土形状]

- ・ 切土斜面の勾配は、 35° 以下又は表 3-3 の土質に応じた勾配とすること。
- ・ 切土高 5 m ごとに幅 1～2m の小段を設けること。
- ・ 垂直距離が 15m を超える場合には、高さ 15m ごとに 3m 程度の幅広の小段を設けること。

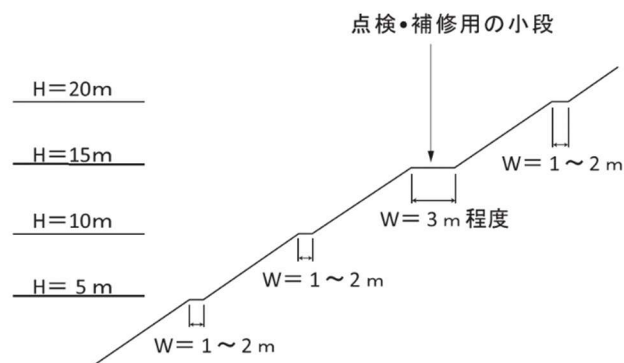


図 3-7 切土法面の形状

Point

引用：図3-7 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P314

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P313～

7.4 渓流等における盛土

7.4.1 渓流等

政 令

（地盤について講ずる措置に関する技術的基準）

第七条 1 略

2 前項に定めるもののほか、法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち盛土又は切土をした後の地盤について講ずる措置に関するものは、次に掲げるものとする。

一 略

二 山間部における河川の流水が継続して存する土地その他の宅地造成に伴い災害が生ずるおそれが特に大きいものとして主務省令で定める土地において高さが十五メートルを超える盛土をする場合においては、盛土をした後の土地の地盤について、土質試験その他の調査又は試験に基づく地盤の安定計算を行うことによりその安定が保持されるものであることを確かめること。

省 令

（宅地造成又は特定盛土等に伴い災害が生ずるおそれが特に大きい土地）

第十二条 令第七条第二項第二号（令第十八条及び第三十条第一項において準用する場合を含む。）の主務省令で定める土地は、次に掲げるものとする。

一 山間部における、河川の流水が継続して存する土地

二 山間部における、地形、草木の生茂の状況その他の状況が前号の土地に類する状況を呈している土地

三 前二号の土地及びその周辺の土地の地形から想定される集水地域にあつて、雨水その他の地表水が集中し、又は地下水が湧出するおそれが大きい土地

解説

渓流等における盛土は、盛土の上流域から雨水や地表水が集中し、盛土内まで地下水が上昇するおそれがあるため、適切な措置を求めるものです。

ここでいう渓流等は、常時流水の有無にかかわらず地表水や地下水が集中しやすく、施工した盛土が万一崩壊した場合に土石流化するおそれがある地形であり、渓流及びそれに接する集水地形（0次谷等）の総称です。

渓流等における盛土の高さが15mを超える場合は、土質試験等を行った上で、安定計算を実施し、基礎地盤を含む盛土の安定性を確保することが必要です。

[渓流等の範囲]

① 渓床勾配10°以上の勾配を呈し、0次谷を含む一連の谷地形の底部の中心線（上端は谷地形の最上部まで含む）

② ①からの距離が25m以内の範囲

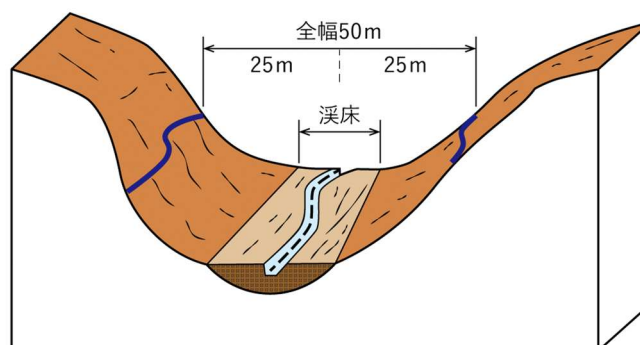
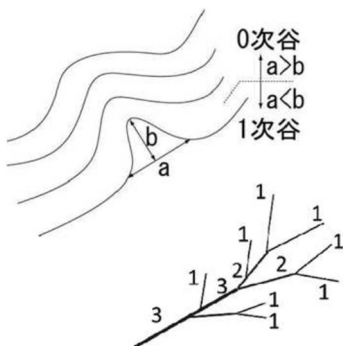


図 3-8 渓流等の範囲

Point

・0次谷とは、常時流水のない谷型の地形を指し、地形図の等高線の凹み具合から、等高線群の間口よりも奥行が小さくなる地形のこと。



参考：図3-8 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅰ P220 一部修正
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅰ P218～

7.4.2 溪流等における盛土に講ずる追加措置

審査基準

盛土法面の安定性及び盛土全体の安定性について、最小安全率が常時 1.5 以上、大地震時 1.0 以上であることを確認します。計算方法については、7.2.3 及び 7.2.4 を参照してください。

行政指導指針

・盛土基礎地盤及び周辺斜面を対象とした一般的な調査（地質調査、盛土材料調査、土質試験等）に加え、盛土の上下流域を含めた地表水や湧水等の水分調査や、崩壊跡地や土石流跡地、地すべり地等の盛土の安定性に影響する事象の有無を把握することが望ましい。

・盛土量が 5 万 m^3 超となる場合は、二次元の安定計算に加え、三次元解析（変形解析や浸透流解析等）により、二次元の安定計算モデルや計算結果（滑り面の発生位置等）の妥当性について検証することが望ましい。なお、二次元解析（変形解析や浸透流解析等）での評価が適当な場合には、二次元解析を適用する。さらに、三次元解析を行うために、より広範囲で数多くの調査・試験等を行い、周辺も含めた計画地の三次元的な地質構造及び地下水特性の把握することが望ましい。

第8章 擁壁に関する技術的基準

8.1 擁壁の設置義務

政 令

（擁壁の設置に関する技術的基準）

第八条 法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち擁壁の設置に関するものは、次に掲げるものとする。

- 一 盛土又は切土（第三条第四号の盛土及び同条第五号の盛土又は切土を除く。）をした土地の部分に生ずる崖面で次に掲げる崖面以外のものには擁壁を設置し、これらの崖面を覆うこと。
 - イ 切土をした土地の部分に生ずる崖又は崖の部分であつて、その土質が別表第一上欄に掲げるものに該当し、かつ、次のいずれかに該当するものの崖面
 - （１）その土質に応じ勾配が別表第一中欄の角度以下のもの
 - （２）その土質に応じ勾配が別表第一中欄の角度を超え、同表下欄の角度以下のもの（その上端から下方に垂直距離五メートル以内の部分に限る。）
 - ロ 土質試験その他の調査又は試験に基づき地盤の安定計算をした結果崖の安定を保つために擁壁の設置が必要でないことが確かめられた崖面
 - ハ 第十四条第一号の規定により崖面崩壊防止施設が設置された崖面
- 二 略
- ２ 前項第一号イ（１）に該当する崖の部分により上下に分離された崖の部分がある場合における同号イ（２）の規定の適用については、同号イ（１）に該当する崖の部分は存在せず、その上下の崖の部分は連続しているものとみなす。

別表第一

土質	擁壁を要しない 勾配の上限	擁壁を要する 勾配の下限
軟岩（風化の著しいものを除く。）	60度	80度
風化の著しい岩	40度	50度
砂利、真砂土、関東ローム、硬質粘土その他これらに類するもの	35度	45度

解説

次の１）～３）に該当する崖が生じた場合、その崖面を擁壁で覆う必要があります。

- １）盛土をした土地の部分に生ずる高さが１メートルを超える崖
- ２）切土をした土地の部分に生ずる高さが２メートルを超える崖
- ３）盛土と切土を同時にした土地の部分に生ずる高さが２メートルを超える崖

ただし、次の①～③に該当する場合は、擁壁を設置する必要はありません。

[擁壁を設置する必要がない崖面]

- ① 切土により生じた崖面の一部

切土により生じた崖面であつて、土質に応じ崖の勾配が表 3-3 に示すいずれかに該当する場合は、擁壁の設置は不要となる。崖面の勾配が変化する場合の考え方を図 3-9 に示す。

- ② 安定計算により擁壁の設置が必要でないことが確かめられた崖面
- ③ 崖面崩壊防止施設が設置された崖面

Point

崖、土地の形質変更⇒概要編 用語の定義

崖面崩壊防止施設⇒設計編 崖面崩壊防止施設に関する技術的基準

表 3-3 切土法面の勾配

法面の土質	法高	崖の上端からの垂直距離	
		① H≤5m	② H>5m
軟岩 (風化の著しいものは除く)		80度 以下 (約 1 : 0.2)	60度 以下 (約 1 : 0.6)
風化の著しい岩		50度 以下 (約 1 : 0.9)	40度 以下 (約 1 : 1.2)
砂利、まさ土、関東ローム、硬質粘土、その他これらに類するもの		45度 以下 (約 1 : 1.0)	35度 以下 (約 1 : 1.5)

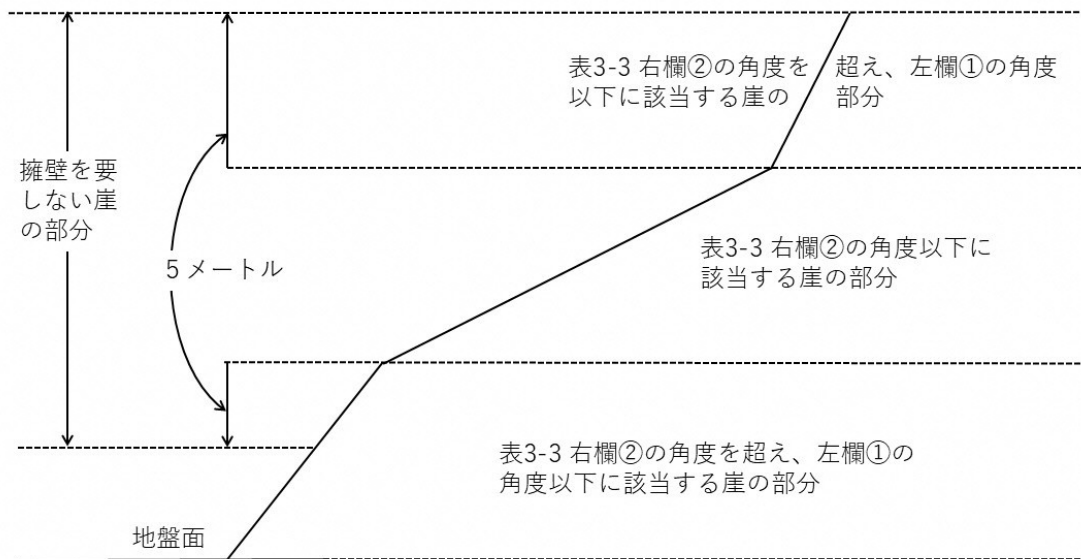


図 3-9 擁壁を要しない崖または崖の部分

審査基準

提出された図面により、擁壁が設置されていることを確認します。

Point

参考：表3-3 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P306 一部修正
 図3-9 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P306 一部修正
 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P306～

8.2 擁壁の構造

政 令

(擁壁の設置に関する技術的基準)

第八条 法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち擁壁の設置に関するものは、次に掲げるものとする。

一 盛土又は切土（第三条第四号の盛土及び同条第五号の盛土又は切土を除く。）をした土地の部分に生ずる崖面で次に掲げる崖面以外のものには擁壁を設置し、これらの崖面を覆うこと。

イ〜ハ 略

二 前号の擁壁は、鉄筋コンクリート造、無筋コンクリート造又は間知石練積み造その他の練積み造のものとする。

(特殊の材料又は構法による擁壁)

第十七条 構造材料又は構造方法が第八条第一項第二号及び第九条から第十二条までの規定によらない擁壁で、国土交通大臣がこれらの規定による擁壁と同等以上の効力があると認めるものについては、これらの規定は、適用しない。

(定義等)

第一条 1〜3 略

4 擁壁の前面の上端と下端（擁壁の前面の下部が地盤面と接する部分をいう。以下この項において同じ。）とを含む面の水平面に対する角度を擁壁の勾配とし、その上端と下端との垂直距離を擁壁の高さとする。

解説

土地の形質変更に関する工事において、擁壁として使用できるものは、図 3-10 に示すとおりです。
また、盛土規制法において、擁壁の高さとは地上高（見え高）のことを指します。

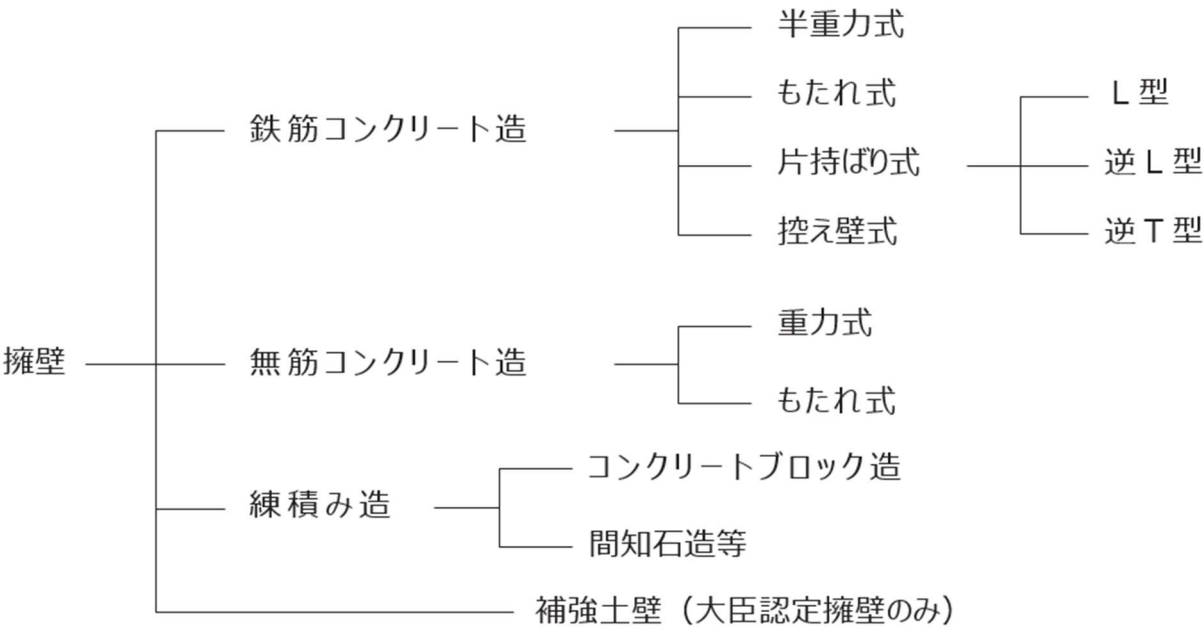


図 3-10 擁壁の種類

Point

参考：図3-10 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P420 一部加工

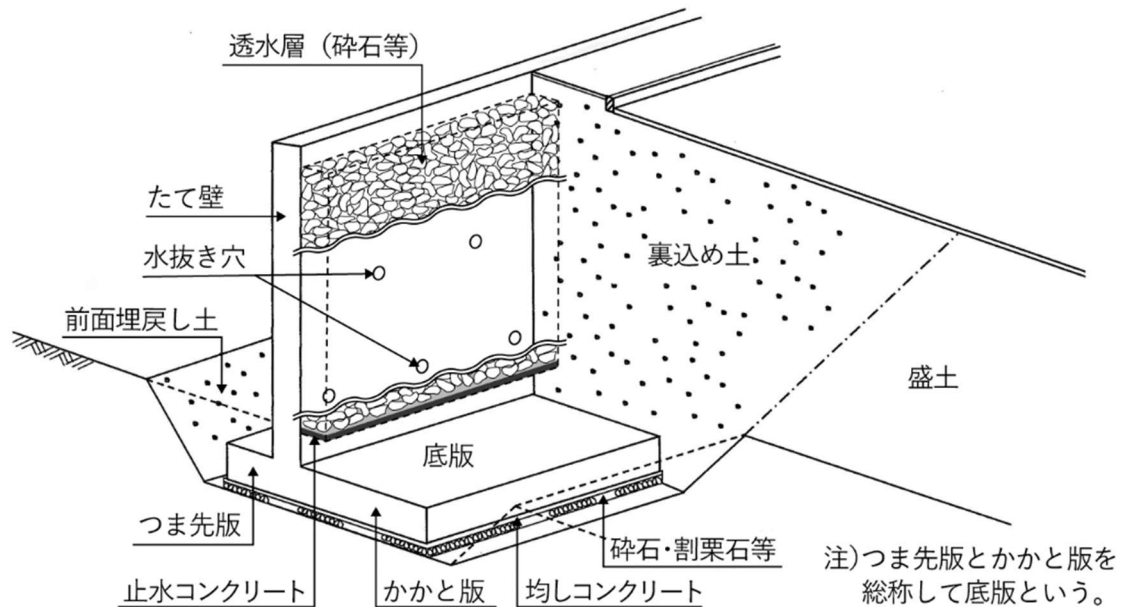


図 3-11 擁壁各部の名称

■Point

参考：図3-11 道路土工-擁壁工指針（（社）日本道路協会、平成24年7月） P11 一部加工

審査基準

図面等により、設置する擁壁の構造形式が鉄筋コンクリート造、無筋コンクリート造、練積み造又は大臣認定擁壁のいずれかに該当することを確認します。

■Point

・政令第17条に基づく国土交通大臣が認定する擁壁を用いる場合は、認定条件に適合していることが必要です。
認定条件に適合しない使用方法是認められません。

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P420～

8.3 擁壁の基礎地盤

政 令

(鉄筋コンクリート造等の擁壁の構造)

第九条 前条第一項第二号の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造の擁壁の構造は、構造計算によつて次の各号のいずれにも該当することを確かめたものでなければならない。

一～三 略

四 土圧等によつて擁壁が沈下しないこと。

2 前項の構造計算は、次に定めるところによらなければならない。

一～三 略

四 土圧等によつて擁壁の地盤に生ずる応力度が当該地盤の許容応力度を超えないことを確かめること。ただし、基礎ぐいを用いた場合においては、土圧等によつて基礎ぐいに生ずる応力が基礎ぐいの許容支持力を超えないことを確かめること。

3 前項の構造計算に必要な数値は、次に定めるところによらなければならない。

一 略

二 鋼材、コンクリート及び地盤の許容応力度並びに基礎ぐいの許容支持力については、建築基準法施行令（昭和二十五年政令第三百三十八号）第九十条（表一を除く。）、第九十一条、第九十三条及び第九十四条中長期に生ずる力に対する許容応力度及び許容支持力に関する部分の例により計算された数値

(練積み造の擁壁の構造)

第十条 第八条第一項第二号の間知石練積み造その他の練積み造の擁壁の構造は、次に定めるところによらなければならない。

一～三 略

四 擁壁を岩盤に接着して設置する場合を除き、擁壁の前面の根入れの深さは、擁壁の設置される地盤の土質が、別表第四上欄の第一種又は第二種に該当するものであるときは擁壁の高さの百分の十五（その値が三十五センチメートルに満たないときは、三十五センチメートル）以上、その他のものであるときは擁壁の高さの百分の二十（その値が四十五センチメートルに満たないときは、四十五センチメートル）以上とし、かつ、擁壁には、一体の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造で、擁壁の滑り及び沈下に対して安全である基礎を設けること。

【建築基準法施行令】

(地盤及び基礎ぐい)

第九十三条 地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力は、国土交通大臣が定める方法によつて、地盤調査を行い、その結果に基づいて定めなければならない。ただし、次の表に掲げる地盤の許容応力度については、地盤の種類に応じて、それぞれ次の表の数値によることができる。

地盤	長期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方メートルにつきキロニュートン)	短期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方メートルにつきキロニュートン)
岩盤	一、〇〇〇	長期に生ずる力に対する許容応力度のそれぞれの数値の二倍とする。
固結した砂	五〇〇	
土丹盤	三〇〇	
密実な礫層	三〇〇	
密実な砂質地盤	二〇〇	
砂質地盤（地震時に液状化のおそれのないものに限る。）	五〇	
堅い粘土質地盤	一〇〇	
粘土質地盤	二〇	
堅いローム層	一〇〇	
ローム層	五〇	

告 示

【国土省告示第 1113 号】

地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための地盤調査の方法並びにその結果に基づき地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を定める方法等を定める件（平成 13 年 7 月 2 日）

第一 地盤の許容応力度及び基礎ぐいの許容支持力を求めるための地盤調査の方法は、次の各号に掲げるものとする。

一 ボーリング調査

二 標準貫入試験

- 三 静的貫入試験
- 四 ベーン試験
- 五 土質試験
- 六 物理探査
- 七 平板載荷試験
- 八 載荷試験
- 九 くい打ち試験
- 十 引抜き試験

第二 地盤の許容応力度を定める方法は、次の表の(一)項、(二)項又は(三)項に掲げる式によるものとする。ただし、地震時に液状化するおそれのある地盤の場合又は(三)項に掲げる式を用いる場合において、基礎の底部から下方 2m 以内の距離にある地盤にスウェーデン式サウンディングの荷重が 1 キロニュートン以下で自沈する層が存在する場合若しくは基礎の底部から下方 2m を超え 5m 以内の距離にある地盤にスウェーデン式サウンディングの荷重が 500 ニュートン以下で自沈する層が存在する場合にあっては、建築物の自重による沈下その他の地盤の変形等を考慮して建築物又は建築物の部分に有害な損傷、変形及び沈下が生じないことを確かめなければならない。

	長期に生ずる力に対する地盤の許容応力度を定める場合	短期に生ずる力に対する地盤の許容応力度を定める場合
(一)	$q_a = \frac{1}{3}(i_c \alpha C N_c + i_y \beta \gamma_1 B N_r + i_q \gamma_2 D_f N_q)$	$q_a = \frac{2}{3}(i_c \alpha C N_c + i_y \beta \gamma_1 B N_r + i_q \gamma_2 D_f N_q)$
(二)	$q_a = q_t + \frac{1}{3} N' \gamma_2 D_f$	$q_a = 2 \cdot q_t + \frac{1}{3} N' \gamma_2 D_f$
(三)	$q_a = 30 + 0.6 \sqrt{N_{sw}}$	$q_a = 60 + 1.2 \sqrt{N_{sw}}$

この表において、 q_a 、 i_c 、 i_y 、 i_q 、 α 、 β 、 C 、 B 、 N_c 、 N_r 、 γ_1 、 γ_2 、 D_f 、 q_t 、 N' 及び $\sqrt{N_{sw}}$ は、それぞれ次の数値を表すものとする。

q_a ：地盤の許容応力度（単位 キロニュートン/㎡）

i_c 、 i_y 及び i_q ：基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角に応じて次の式によって計算した数値。

$$\text{イ } i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$

$$\text{ロ } i_y = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2$$

これらの式において、 θ 及び ϕ は、それぞれ次の数値を表すものとする。

θ ：基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角（ θ が ϕ を超える場合は ϕ とする。）（単位°）

ϕ ：地盤の特性によって求めた内部摩擦角（単位°）

α 及び β ：基礎荷重面の形状に応じて次の表に掲げる係数

基礎荷重面の形状	円形	円形以外の形状
係数： α	1.2	$1.0 + 0.2 \cdot \frac{B}{L}$
係数： β	0.3	$0.5 - 0.2 \cdot \frac{B}{L}$

この表において、 B 及び L は、それぞれの基礎荷重面の短辺又は短径及び長辺又は長径の長さ（単位 m）を表すものとする。

C ：基礎荷重面下にある地盤の粘着力（単位 キロニュートン/㎡）

B ：基礎荷重面の短辺又は短径（単位 m）

N_c 、 N_r 及び N_q ：地盤内部の摩擦角に応じて次の表に掲げる支持力係数

	内部摩擦角									
支持力係数	0度	05度	10度	15度	20度	25度	28度	32度	36度	40度以上
N_c	5.1	6.5	8.3	11.0	14.8	20.7	25.8	35.5	50.6	75.3
N_r	0.0	0.1	0.4	1.1	2.9	6.8	11.2	22.0	44.4	93.7
N_q	1.0	1.6	2.5	3.9	6.4	10.7	14.7	23.2	37.8	64.2

この表に掲げる内部摩擦角以外の内部摩擦角に応じた N_c 、 N_r 及び N_q は、表に掲げる数値をそれぞれ直線的に補間した数値とする。

γ_1 : 基礎荷重面下にある地盤の単位体積重量又は水中単位体積重量 (単位 キロニュートン/m³)

γ_2 : 基礎荷重面より上方にある地盤の平均単位体積重量又は水中単位体積重量 (単位 キロニュートン/m³)

D_f : 基礎に近接した最低地盤面から基礎荷重面までの深さ (単位 m)

q_t : 平板載荷試験による降伏荷重度の 2 分の 1 の数値又は極限応力度の 3 分の 1 の数値のうちいずれか小さい値
(単位 キロニュートン/m²)

N' : 基礎荷重面下の地盤の種類に応じて次の表に掲げる係数

係数	地盤の種類		
	密実な砂質地盤	砂質地盤 (密実なものを除く)	粘土質地盤
N'	12	6	3

$\overline{N_{sw}}$: 基礎の底部から下方 2m 以内の距離にある地盤のスウェーデン式サウンディングにおける 1m あたりの半回転数 (150 を超える場合は 150 とする。) の平均値 (単位 回)

解説

擁壁の基礎は、沈下に対し安全な地盤上に設ける必要があります。

8.3.1 地耐力

審査基準

試験結果報告書、図面等により、擁壁基礎地盤の許容応力度が設計上の許容応力度を上回ることを確認します。

表 3-4 地盤の許容応力度（建築基準法施行令第 93 条）

地盤	長期許容応力度 (kN/m ²)	短期許容応力度 (kN/m ²)
岩盤	1,000	長期許容応力度の 2 倍
固結した砂	500	
土丹盤	300	
密実な礫層	300	
密実な砂質地盤	200	
砂質地盤（地震時に液状化の おそれのないものに限る。）	50	
堅い粘土質地盤	100	
粘土質地盤	20	
堅いローム層	100	
ローム層	50	

[地盤の許容応力度の求め方]

- ・ 支持力式による方法

長期の場合

$$q_a = \frac{1}{3}(i_c \alpha c N_c + i_\gamma \beta \gamma_1 B N_r + i_q \gamma_2 D_f N_q)$$

短期の場合

$$q_a = \frac{2}{3}(i_c \alpha c N_c + i_\gamma \beta \gamma_1 B N_r + i_q \gamma_2 D_f N_q)$$

q_a : 地盤の許容応力度 (kN/m²)

i_c, i_γ, i_q : 基礎に作用する荷重の傾斜に応じた補正係数、次式による。

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2 \quad i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2$$

θ : 基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角 (°)
ただし、 $\theta \leq \phi$ とし、 θ が ϕ を超える場合は ϕ とする。

ϕ : 地盤の特性によって求めた内部摩擦角 (°)

α, β : 基礎荷重面の形状に応じた係数（表 3-5 参照）

B : 基礎荷重面の短辺又は短径 (m)

c : 基礎荷重面下にある地盤の粘着力 (kN/m²)

N_c, N_r, N_q : 表 3-6 に示す支持力係数

γ_1 : 基礎荷重面下にある地盤の単位体積重量(kN/m³)

(地下水位以下は場合は水中単位体積重量をとる。)

γ_2 : 基礎荷重面より上の根入れ部分の土の平均単位体積重量(kN/m³)

(地下水位以下は場合は水中単位体積重量をとる。)

D_f : 根入れの深さ (m)

表 3-5 基礎の形状係数

基礎底面の形状	円形以外の形状	円形
α	$1.0+0.2 \cdot B/L$	1.2
β	$0.5-0.2 \cdot B/L$	0.3

表 3-6 支持力係数

内部摩擦角	支持力係数		
φ	Nc	Nr	Nq
0°	5.1	0.0	1.0
5°	6.5	0.1	1.6
10°	8.3	0.4	2.5
15°	11.0	1.1	3.9
20°	14.8	2.9	6.4
25°	20.7	6.8	10.7
28°	25.8	11.2	14.7
32°	35.5	22.0	23.2
36°	50.6	44.4	37.8
40°以上	75.3	93.7	64.2

・ 平板載荷試験による方法

長期の場合

$$q_a = q_t + \frac{1}{3} N' \gamma_2 D_f$$

短期の場合

$$q_a = q_t + \frac{2}{3} N' \gamma_2 D_f$$

q_a : 地盤の許容応力度 (kN/m²)

q_t : 平板載荷試験による降伏荷重度の 1/2 の数値又は極限応力度の 1/3 のうち
いずれか小さい数値 (kN/m²)

N' : 基礎荷重面下の地盤の種類に応じて表 3-7 に掲げる係数

γ_2 : 基礎荷重面より上の根入れ部分の土の平均単位体積重量 (kN/m³)
(地下水位以下の場合は水中単位体積重量をとる。)

D_f : 根入れの深さ (m)

表 3-7 基礎荷重面下の地盤の種類に応じた係数

係数	地盤の種類		
	密実な砂質地盤	砂質地盤 (密実なものを除く)	粘土質地盤
N'	12	6	3

・ SWS 試験による方法

長期の許容応力度 $q_a = 30 + 0.6\overline{N_{sw}}$

短期の許容応力度 $q_a = 60 + 1.2\overline{N_{sw}}$

q_a : 地盤の許容応力度 (kN/m²)

$\overline{N_{sw}}$: 基礎の底部から下方 2m 以内の距離にある地盤の SWS 試験における 1m あたりの半回転数の平均値 (回) (150 を超える場合は 150 とする。)

■Point

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅰ P436～

8.3.2 地盤の状況

審査基準

図面等により、擁壁の基礎地盤が沈下に対し安全な状況であることを確認します。具体的には、次に示す基準に適合している必要があります。

[斜面上に設置する擁壁]

- ・ 斜面上に擁壁を設置する場合には、図 3-12 のように擁壁基礎前端より擁壁の高さの 0.4H 以上で、かつ 1.5m 以上だけ土質に応じた勾配線(θ =表 3-8) より後退し、その部分は、コンクリート打ち等により風化侵食のおそれのないようにすること。

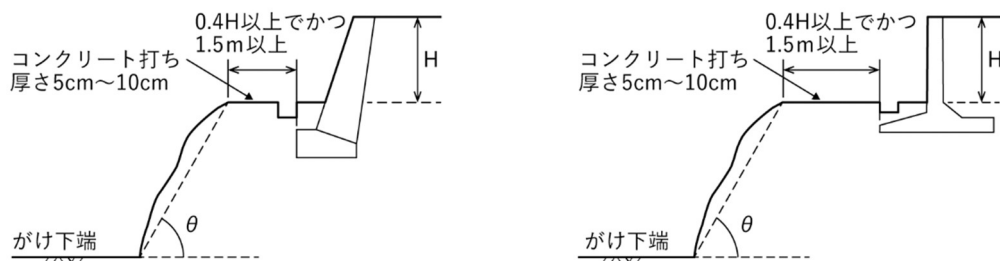


図 3-12 斜面の擁壁の構造

■Point

引用：表3-4 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅰ P436

表3-5, 表3-6 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅰ P438

表3-7 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅰ P440

参考：図3-12 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅰ P468 一部修正

表 3-8 土質別角度(θ)

背面土質	軟岩	風化の著しい岩	砂利、真砂土、関東ローム、硬質粘土、その他これらに類するもの	盛土又は腐植土
角度 (θ)	60°	40°	35°	25°

[二段擁壁]

- 図 3-13 に示す擁壁で①表 3-8 の θ 角度以内に入っていない又は② $0.4H$ 以上かつ 1.5m 以上の離隔がとれていないものは、二段の擁壁（以下、「二段擁壁」という。）とみなす。二段擁壁となる場合は、下部の擁壁に設計以上の積載荷重がかからないよう、上部擁壁の根入れ深さを深くする、又は杭基礎とするなどして、下部擁壁の安全を保つことができるよう措置すること。

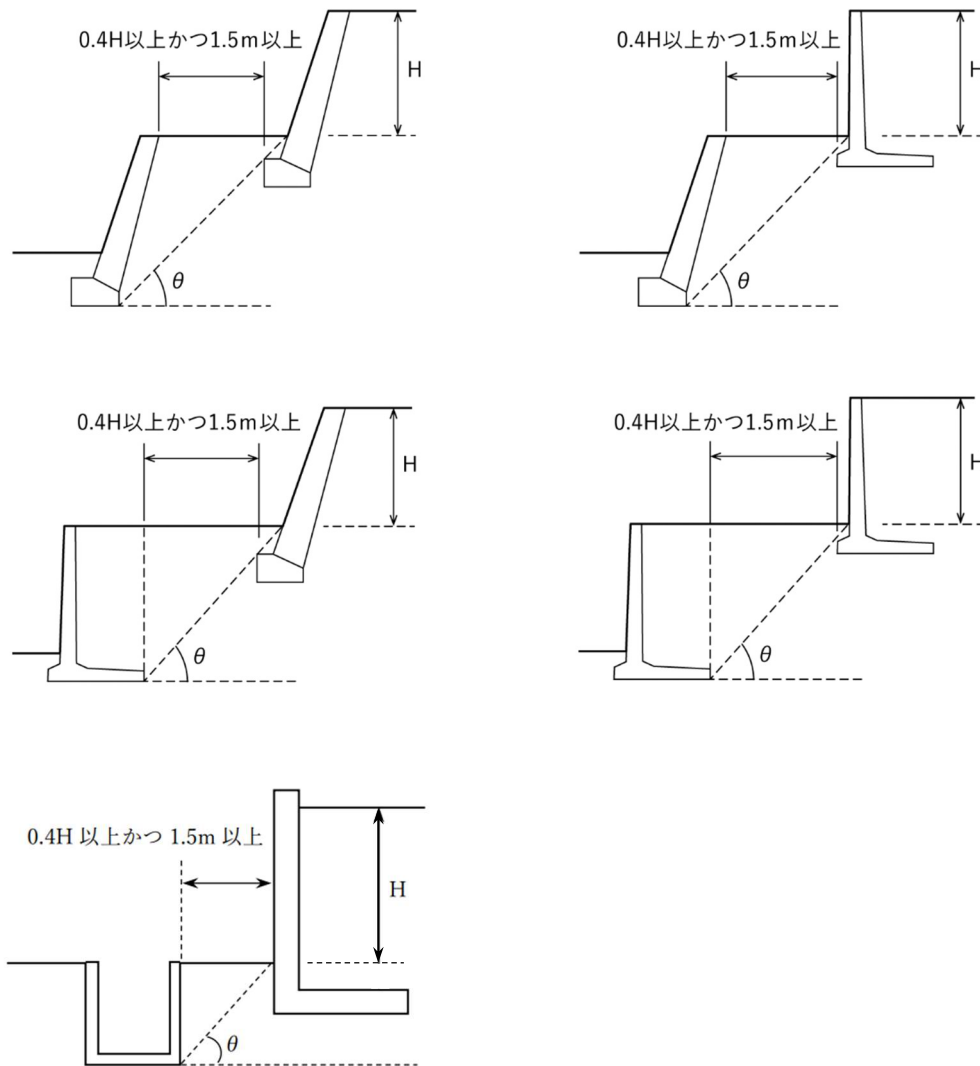


図 3-13 上部・下部擁壁を近接して設置する場合の考え方

Point

引用：表3-8 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P468

参考：図3-13 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P469 一部加筆
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P468～

8.4 擁壁の根入れ

政 令

(練積み造の擁壁の構造)

第十条 第八条第一項第二号の間知石練積み造その他の練積み造の擁壁の構造は、次に定めるところによらなければならない。

一〜三 略

四 擁壁を岩盤に接着して設置する場合を除き、擁壁の前面の根入れの深さは、擁壁の設置される地盤の土質が、別表第四上欄の第一種又は第二種に該当するものであるときは擁壁の高さの百分の十五（その値が三十五センチメートルに満たないときは、三十五センチメートル）以上、その他のものであるときは擁壁の高さの百分の二十（その値が四十五センチメートルに満たないときは、四十五センチメートル）以上とし、かつ、擁壁には、一体の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造で、擁壁の滑り及び沈下に対して安全である基礎を設けること。

別表第四（第十条、第三十条関係）

土質		擁壁		
		勾配	高さ	下端部分の厚さ
第一種	岩、岩屑、砂利又は砂利混じり砂	七十度を超え七十五度以下	二メートル以下	四十センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	五十センチメートル以上
		六十五度を超え七十度以下	二メートル以下	四十センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	四十五センチメートル以上
			三メートルを超え四メートル以下	五十センチメートル以上
		六十五度以下	三メートル以下	四十センチメートル以上
			三メートルを超え四メートル以下	四十五センチメートル以上
			四メートルを超え五メートル以下	六十センチメートル以上
第二種	真砂土、関東ローム、硬質粘土その他これらに類するもの	七十度を超え七十五度以下	二メートル以下	五十センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	七十センチメートル以上
		六十五度を超え七十度以下	二メートル以下	四十五センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	六十センチメートル以上
			三メートルを超え四メートル以下	七十五センチメートル以上
		六十五度以下	二メートル以下	四十センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	五十センチメートル以上
			三メートルを超え四メートル以下	六十センチメートル以上
第三種	その他の土質	七十度を超え七十五度以下	二メートル以下	八十五センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	九十センチメートル以上
		六十五度を超え七十度以下	二メートル以下	七十五センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	八十五センチメートル以上
			三メートルを超え四メートル以下	百五センチメートル以上
		六十五度以下	二メートル以下	七十センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	八十センチメートル以上
			三メートルを超え四メートル以下	九十五センチメートル以上
		四メートルを超え五メートル以下	百二十センチメートル以上	

審査基準

図面等により、擁壁の種類に応じて、以下のとおり必要な根入れ深さが確保されていることを確認します。根入れ深さの考え方は、図 3-14、図 3-15 を参照してください。

水路等に近接して擁壁を設置する場合の考え方は、図 3-16 を参照してください。

[練積み擁壁]

- ・ 擁壁の根入れは、35cm 以上かつ擁壁の高さの 15%以上を確保すること。

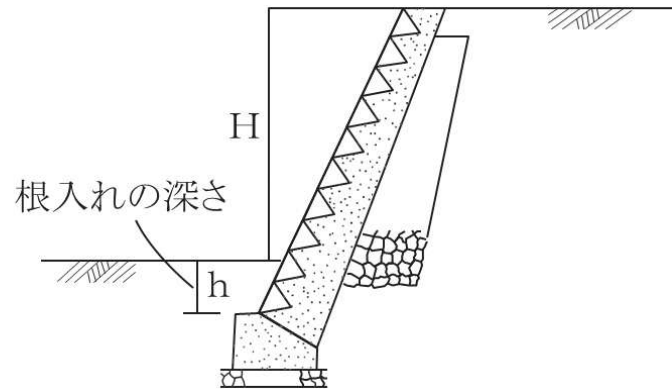


図 3-14 根入れ深さの考え方

■Point

引用：図3-14 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P484

表 3-9 根入れの深さ

土質		根入れ深さ
第一種	岩、岩屑、 砂利又は砂 砂利混じり砂	擁壁高さ：H 35cm 以上かつ擁壁 高さの 15/100 以上
第二種	真砂土、関東ローム 硬質粘土その他これらに類するもの	
第三種	その他の土質	45cm以上かつ擁壁 高さの 20/100 以上

■Point

- ・根入れ深さの決定に当たっては、将来予想される地盤の洗堀や掘削の影響を考慮してください。
- ・根入れによる受働土圧は設計上考慮しませんが、根入れは、長期間にわたる支持地盤の安定や滑動に対する安全性を確保する上で経験的に考慮されている事項であるため、審査項目としています。

参考：表3-9 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P484 一部修正

[その他の擁壁]

- ・ 鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造擁壁の根入れ深さは、原則として 50cm 以上確保することとする。なお、底版を有する形式の擁壁においては、底版厚さに 50cm 以上を加えた根入れ深さを確保すること。ただし、地盤面をコンクリート等で覆う場合は、練積み擁壁の根入れ深さの考え方を適用してもよい。
- ・ 中位の砂質地盤（N 値 10～30）において、高さ 2.5m 以上の重力式擁壁を設ける場合には、擁壁高さの 0.2 倍以上の十分な根入れ深さを確保することが望ましい。

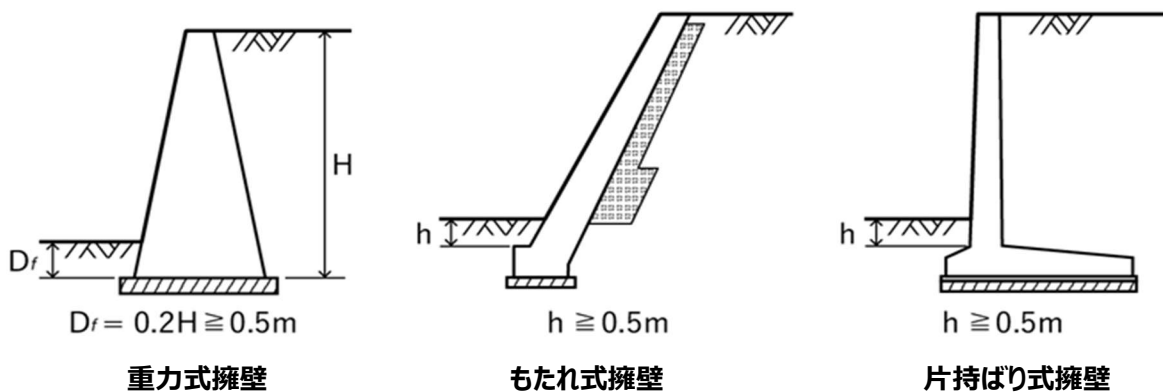


図 3-15 擁壁の直接基礎の根入れ

■Point

- ・大臣認定擁壁を使用する場合は、仕様書に規定する根入れ深さ以上を基準とします。

参考：道路土工 擁壁工指針（（社）日本道路協会、平成24年7月）P127～

[水路等に近接して擁壁を設置する場合]

- ・ 水路・河川に接して擁壁を設ける場合の根入れ深さは、図 3-16 に示す河床を起点とする水平線と水路・河川境界との交点から表 3-8 に掲げる土質別角度に応じた線を引き、その角度線から取るものとする。
- ・ 将来計画がある場合には、その河床高さ（計画河床高）を考慮すること。

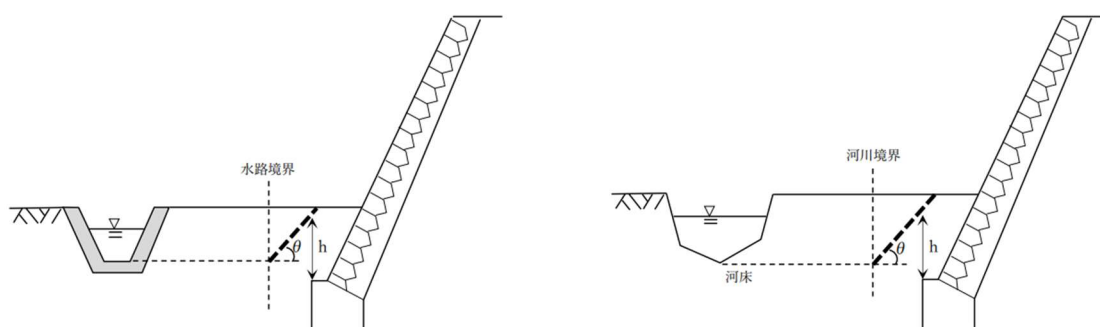


図 3-16 水路・河川に近接する場合の根入れ

[擁壁前面にU字型側溝を設ける場合]

- ・ 擁壁前面に U 字型側溝を設ける場合は、地表面からの高さとする。

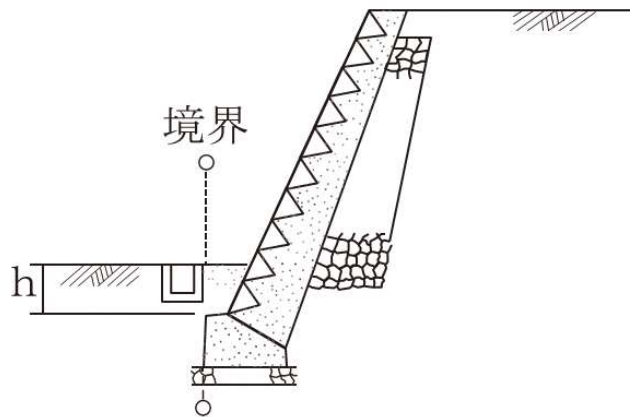


図 3-17 U 字型側溝に接する場合の根入れ

[擁壁前面にL型側溝を設ける場合]

- ・ 街渠で $\ell = 1.5\text{m}$ 以内かつコーピング高 25cm 以上のものは、25cm 下を地表面として根入れを確保する。

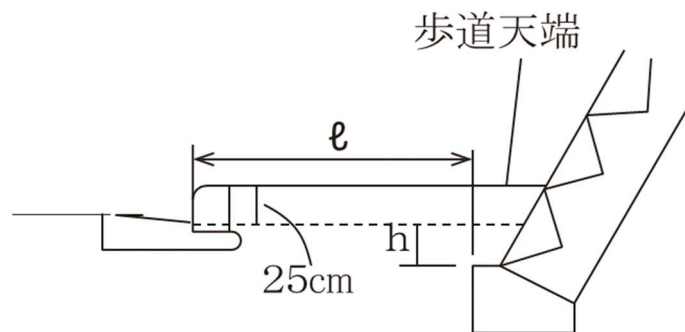


図 3-18 L 型側溝に接する場合の根入れ

■Point

引用：図3-17, 図3-18 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P485

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P484～

8.5 擁壁の設計

8.5.1 共通

政 令

（設置しなければならない擁壁についての建築基準法施行令の準用）

第十一条 第八条第一項第一号の規定により設置される擁壁については、建築基準法施行令第三十六条の三から第三十九条まで、第五十二条（第三項を除く。）、第七十二条から第七十五条まで及び第七十九条の規定を準用する。

解説

義務設置擁壁については、政令で定める技術的基準のほか、建築基準法施行令に定める一部の規定に適合する必要があります。

■Point

- ・具体的な規定については、各項目で解説しています。

8.5.2 鉄筋コンクリート造等擁壁

鉄筋コンクリート造等擁壁の設計については、第9章を参照してください。

8.5.3 練積み擁壁

政 令

(練積み造の擁壁の構造)

第十条 第八条第一項第二号の間知石練積み造その他の練積み造の擁壁の構造は、次に定めるところによらなければならない。

一 擁壁の勾配、高さ及び下端部分の厚さ（第一条第四項に規定する擁壁の前面の下端以下の擁壁の部分の厚さをいう。別表第四において同じ。）が、崖の土質に応じ別表第四に定める基準に適合し、かつ、擁壁の上端の厚さが、擁壁の設置される地盤の土質が、同表上欄の第一種又は第二種に該当するものであるときは四十センチメートル以上、その他のものであるときは七十センチメートル以上であること。

二 石材その他の組積材は、控え長さを三十センチメートル以上とし、コンクリートを用いて一体の擁壁とし、かつ、その背面に栗くり石、砂利又は砂利混じり砂で有効に裏込めすること。

三 前二号に定めるところによつても、崖の状況等によりはらみ出しその他の破壊のおそれがあるときは、適当な間隔に鉄筋コンクリート造の控え壁を設ける等必要な措置を講ずること。

四 擁壁を岩盤に接着して設置する場合を除き、擁壁の前面の根入れの深さは、擁壁の設置される地盤の土質が、別表第四上欄の第一種又は第二種に該当するものであるときは擁壁の高さの百分の十五（その値が三十五センチメートルに満たないときは、三十五センチメートル）以上、その他のものであるときは擁壁の高さの百分の二十（その値が四十五センチメートルに満たないときは、四十五センチメートル）以上とし、かつ、擁壁には、一体の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造で、擁壁の滑り及び沈下に対して安全である基礎を設けること。

別表第四（第十条、第三十条関係）

土質		擁壁		
		勾配	高さ	下端部分の厚さ
第一種	岩、岩屑、砂利又は砂利混じり砂	七十度を超え 七十五度以下	二メートル以下	四十センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	五十センチメートル以上
		六十五度を超え 七十度以下	二メートル以下	四十センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	四十五センチメートル以上
			三メートルを超え四メートル以下	五十センチメートル以上
		六十五度以下	三メートル以下	四十センチメートル以上
			三メートルを超え四メートル以下	四十五センチメートル以上
			四メートルを超え五メートル以下	六十センチメートル以上
第二種	真砂土、関東ローム、硬質粘土その他これらに類するもの	七十度を超え 七十五度以下	二メートル以下	五十センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	七十センチメートル以上
		六十五度を超え 七十度以下	二メートル以下	四十五センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	六十センチメートル以上
			三メートルを超え四メートル以下	七十五センチメートル以上
		六十五度以下	二メートル以下	四十センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	五十センチメートル以上
			三メートルを超え四メートル以下	六十五センチメートル以上
第三種	その他の土質	七十度を超え 七十五度以下	二メートル以下	八十五センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	九十センチメートル以上
		六十五度を超え 七十度以下	二メートル以下	七十五センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	八十五センチメートル以上
			三メートルを超え四メートル以下	百五センチメートル以上
		六十五度以下	二メートル以下	七十センチメートル以上
			二メートルを超え三メートル以下	八十センチメートル以上
			三メートルを超え四メートル以下	九十五センチメートル以上
四メートルを超え五メートル以下	百二十センチメートル以上			

(定義等)

第一条 1～3 略

4 擁壁の前面の上端と下端（擁壁の前面の下部が地盤面と接する部分をいう。以下この項において同じ。）を含む面の水平面に対する角度を擁壁の勾配とし、その上端と下端との垂直距離を擁壁の高さとする。

解説

練積み擁壁は、その構造上の特徴から、安定計算による断面の設計は難しいため、政令で形状が定められています。

審査基準

図面等により、練積み擁壁の構造が政令で定める構造に適合していることを確認します。

[政令で定める構造]

- ・ 擁壁の形状が図 3-19 に定める形状に合致すること。
- ・ 組積材の控え長さが 30cm 以上であること。
- ・ 組積材がコンクリートにより一体化されていること。
- ・ 擁壁背面に図 3-20 に示す裏込めがされていること。
- ・ 擁壁に作用する積載荷重が 5kN/m^2 以下であること。

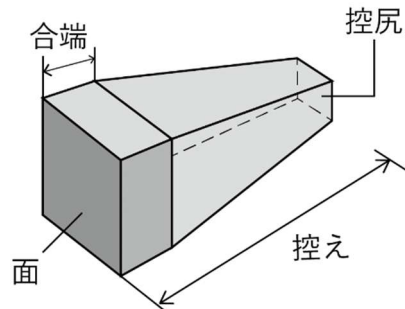


図 3-19 間知ブロックの各部名称

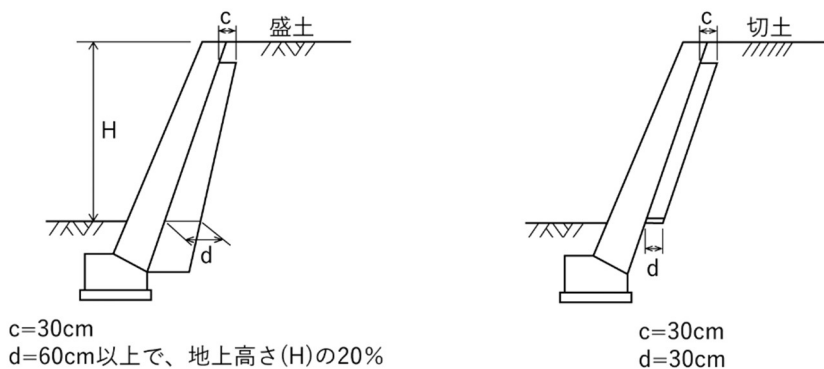


図 3-20 裏込め材の配置

Point

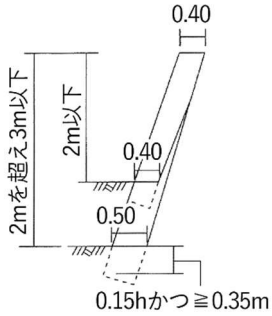
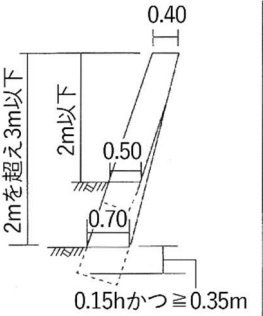
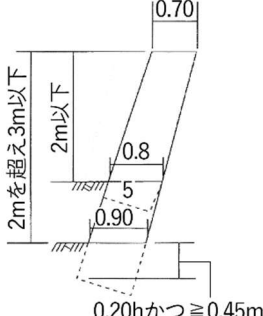
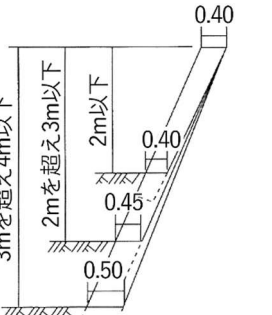
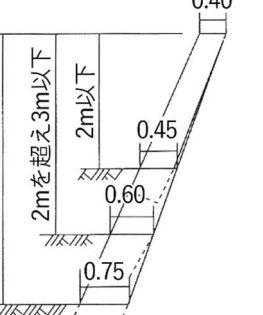
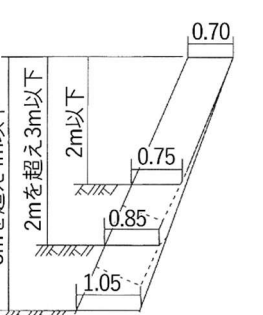
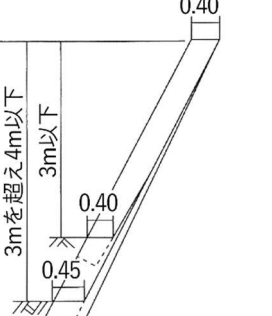
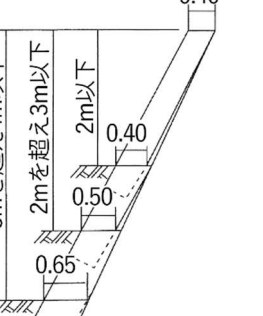
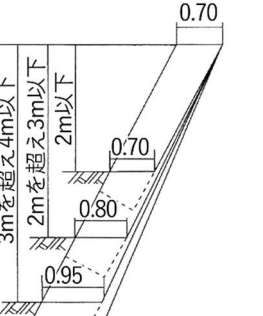
- ・ 政令に定める標準構造は、積載荷重 5kN/m^2 を前提としています。

参考：図3-19 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P482 一部修正

図3-20 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P488 一部修正

行政指導指針

- ・ 胴込めコンクリートは 4 週圧縮強度 15N/mm^2 以上とし、止水コンクリートは捨てコンクリート程度の強度とする。
- ・ 原則として地上高さ 5m を限度とする。

がけの 土質 擁壁 の勾配	第1種 岩、岩屑、砂利又は砂利 混り砂	第2種 真砂土、関東ローム 硬質粘土その他これら に類するもの	第3種 その他の土質
70° を超え 75°以下 (約3分)			
65° を超え 70°以下 (約4分)			
65° 以下 (約5分)			

h : 擁壁の高さ

図 3-21 練積み擁壁の形状

Point

参考：図3-21 宅地造成の実務（山崎 慶一編著、昭和62年10月） P114 一部修正
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P482～

8.5.4 大臣認定擁壁

政 令

(特殊の材料又は構法による擁壁)

第十七条 構造材料又は構造方法が第八条第一項第二号及び第九条から第十二条までの規定によらない擁壁で、国土交通大臣がこれらの規定による擁壁と同等以上の効力があると認めるものについては、これらの規定は、適用しない。

告 示

【建設省告示第 1485 号】

○宅地造成等規制法施行令の規定に基づき胴込めにコンクリートを用いて充填するコンクリートブロック練積み造の擁壁の効力を認定する件
(昭和 40 年 6 月 14 日)

宅地造成等規制法施行令(昭和三十七年政令第十七号)第十五条の規定に基づき、胴込めにコンクリートを用いて充填するコンクリートブロック練積み造の擁壁は、次の各号に定めるところによる場合においては、同令第八条の規定による練積み造の擁壁と同等以上の効力があると認める。

- 一 コンクリートブロックの四週圧縮強度は、一平方センチメートルにつき百八十キログラム以上であること。
- 二 胴込めに用いるコンクリートの四週圧縮強度は、一平方センチメートルにつき百五十キログラム以上であること。
- 三 コンクリートブロックに用いるコンクリートの比重は、二・三以上であり、かつ、擁壁に用いるコンクリートブロックの重量は、壁面一平方メートルにつき三百五十キログラム以上であること。
- 四 コンクリートブロックは、相当数の使用実績を有し、かつ、構造耐力上支障のないものであり、その形状は、胴込めに用いるコンクリートによって擁壁全体が一体性を有する構造となるものであり、かつ、その施工が容易なものであること。
- 五 擁壁の壁体曲げ強度は、一平方センチメートルにつき十五キログラム以上であること。
- 六 擁壁の勾配及び高さは、擁壁の背面土の内部摩擦角及びコンクリートブロックの控え長さに応じ、別表に定める基準に適合し、かつ、擁壁上端の水平面上の載荷重は、一平方メートルにつき五百キログラムをこえていないこと。
- 七 擁壁を岩盤に接着して設置する場合を除き、擁壁前面の根入れ深さは擁壁の高さの百分の二十(その値が四十五センチメートルに満たないときは、四十五センチメートル)以上とし、かつ、擁壁には、一体の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造で、擁壁のすべり及び沈下に対して安全である基礎を設けること。
- 八 擁壁が曲面又は折面をなす部分で必要な箇所、擁壁の背面土又は擁壁が設置される地盤の土質が著しく変化する箇所等破壊のおそれのある箇所には、鉄筋コンクリート造の控え壁又は控え柱を設けること。
- 九 擁壁の背面には、排水をよくするため、栗石、砂利等で有効に裏込めすること

解説

大臣認定擁壁については、政令に基づく技術的基準の適用はありません。

ただし、胴込めにコンクリートを用いて充填するコンクリートブロック練積み造の擁壁については、認定擁壁として認める基準が告示により定められています。

審査基準

図面、大臣認定擁壁の仕様書等により、設計内容が使用しようとする擁壁の認定条件に適合していることを確認します。

[主な確認項目]

- ・ 積載荷重
- ・ 地震に対する認定区分(中・大地震)
- ・ 根入れ深さ
- ・ 背面土及び基礎地盤の土質
- ・ 形状寸法
- ・ 必要地耐力

8.5.5 任意設置擁壁

政 令

（任意に設置する擁壁についての建築基準法施行令の準用）

第十三条 法第十二条第一項又は第十六条第一項の許可を受けなければならない宅地造成に関する工事に設置する擁壁で高さが二メートルを超えるもの（第八条第一項第一号の規定により設置されるものを除く。）については、建築基準法施行令第百四十二条（同令第七章の八の規定の準用に係る部分を除く。）の規定を準用する。

【建築基準法施行令】

（擁壁）

第百四十二条 第百三十八条第一項に規定する工作物のうち同項第五号に掲げる擁壁（以下この条において単に「擁壁」という。）に関する法第八十八条第一項において読み替えて準用する法第二十条第一項の政令で定める技術的基準は、次に掲げる基準に適合する構造方法又はこれと同等以上に擁壁の破壊及び転倒を防止することができるものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いることとする。

- 一 鉄筋コンクリート造、石造その他これらに類する腐食しない材料を用いた構造とすること。
- 二 石造の擁壁にあつては、コンクリートを用いて裏込めし、石と石とを十分に結合すること。
- 三 擁壁の裏面の排水を良くするため、水抜穴を設け、かつ、擁壁の裏面の水抜穴の周辺に砂利その他これに類するものを詰めること。
- 四 次項において準用する規定（第七章の八（第百三十六条の六を除く。）の規定を除く。）に適合する構造方法を用いること。
- 五 その用いる構造方法が、国土交通大臣が定める基準に従つた構造計算によつて確かめられる安全性を有すること。

2 擁壁については、第三十六条の三、第三十七条、第三十八条、第三十九条第一項及び第二項、第五十一条第一項、第六十二条、第七十一条第一項、第七十二条、第七十三条第一項、第七十四条、第七十五条、第七十九条、第八十条（第五十一条第一項、第六十二条、第七十一条第一項、第七十二条、第七十四条及び第七十五条の準用に関する部分に限る。）、第八十条の二並びに第七章の八（第百三十六条の六を除く。）の規定を準用する。

解説

任意設置擁壁のうち、高さ 2m を超えるものについては建築基準法施行令の規定を準用します。

審査基準

図面、書類等により、以下の基準に適合していることを確認します。

[高さ2mを超える任意設置擁壁]

- ・ 原則として義務設置擁壁と同様に設計すること。

8.6 構造細目

8.6.1 一般

政 令

【建築基準法施行令】

（構造設計の原則）

第三十六条の三 建築物の構造設計に当たっては、その用途、規模及び構造の種別並びに土地の状況に応じて柱、はり、床、壁等を有効に配置して、建築物全体が、これに作用する自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して、一様に構造耐力上安全であるようにすべきものとする。

2 構造耐力上主要な部分は、建築物に作用する水平力に耐えるように、釣合い良く配置すべきものとする。

3 建築物の構造耐力上主要な部分には、使用上の支障となる変形又は振動が生じないような剛性及び瞬間的破壊が生じないような靱性をもたすべきものとする。

※政令第十一条及び第十三条において準用

審査基準

図面等により、適切に伸縮目地が設けられていること及び隅角部の補強がされていることを確認します。

[伸縮目地]

伸縮継目は次の各箇所に設け、基礎部分まで分断すること。

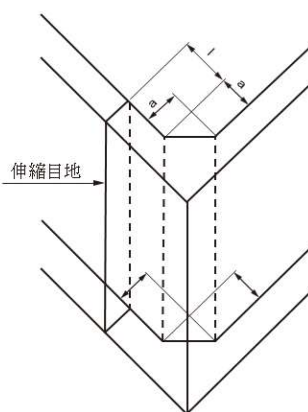
- ・ 擁壁長さ 20m 以内ごと（無筋コンクリートの場合は 10m 以内ごと）
- ・ 地盤の変化する箇所
- ・ 擁壁の高さが著しく異なる箇所
- ・ 擁壁の材料・構法が異なる箇所

なお、擁壁の屈曲部においては、伸縮継目の位置を隅角部から擁壁の高さ分だけ避けて設置すること。

（図 3-22 から図 3-24 参照）

[隅角部の補強]

- ・ 擁壁の屈曲する箇所は、隅角をはさむ二等辺三角形の部分鉄筋及びコンクリートで補強すること。
- ・ 二等辺三角形の一辺の長さは、擁壁の高さ 3m 以下で 50cm、3m を超えるものは 60cm とすること。



（a）立体図

図 3-22 隅角部の補強方法及び伸縮目地の位置①

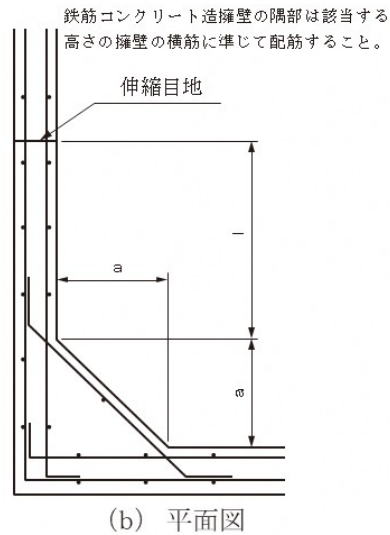


図 3-23 隅角部の補強方法及び伸縮目地の位置②

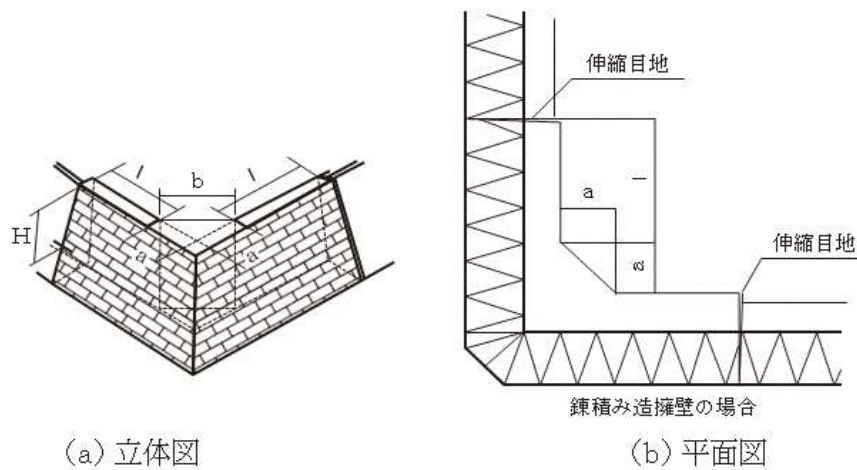


図 3-24 練積み造擁壁の強方法及び伸縮目地の位置

Point

参考：図3-22, 図3-23 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P464
一部修正

引用：図3-24 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P490
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P463～

8.6.2 水抜き穴及び透水路

政 令

(擁壁の水抜き穴)

第十二条 第八条第一項第一号の規定により設置される擁壁には、その裏面の排水を良くするため、壁面の面積三平方メートル以内ごとに少なくとも一個の内径が七・五センチメートル以上の陶管その他これに類する耐水性の材料を用いた水抜き穴を設け、かつ、擁壁の裏面の水抜き穴の周辺その他必要な場所には、砂利その他の資材を用いて透水路を設けなければならない。

解説

雨水、地下水によって擁壁の背面土の含水量が増加すると、背面土の単位体積重量が増加するとともに、土の粘着力が弱くなり強度が低下します。これを防止するため、擁壁には水抜き穴及び透水路を設ける必要があります。

審査基準

図面等により、水抜き穴及び透水路が適切に設置されていることを確認します。

[水抜き穴の配置]

- ・ 3 m^2 に 1 箇所、千鳥式に配置すること。
- ・ 擁壁の下部地表近く及び湧水等のある箇所に特に重点的に設けること。
- ・ 地盤面付近で地下水の流路に当たっている場合には、有効に水抜き穴を設けて地下水を排出すること。

[水抜き穴の構造]

- ・ 内径は、75mm 以上とすること。
- ・ 排水方向に適当な勾配をとること。
- ・ 水抜き穴に使用する材料は、コンクリートの圧力でつぶれないものを使用すること。
- ・ 水抜き穴の背後には、水抜き穴から流出しない程度の大きさの砂利等（吸い出し防止材を含む）を置き、砂利、砂、背面土等が流出しないよう配慮すること。

[透水路]

- ・ 切土の場合には、透水路としての役目を果たす程度の裏込めとして 30cm 程度の等圧とすること。盛土の場合は、土圧の低減を図れる場合もあり、下端において 60cm 以上もしくは擁壁地上高さ（H）の 100 分の 20 のいずれか大きい方の厚さとすること。

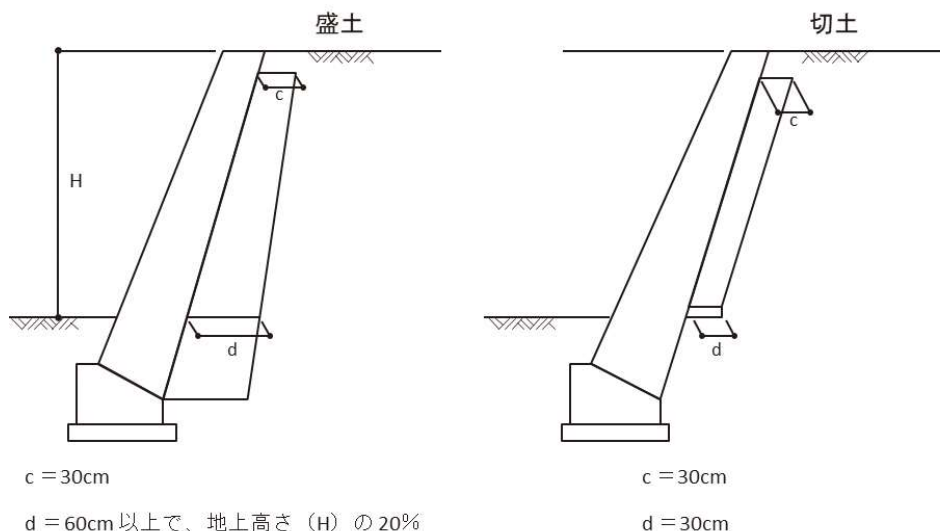


図 3-25 裏込め材

Point

引用：図3-25 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P488

- ・ 透水層の最下部には、不透水層となる止水コンクリートを設けること。
- ・ 透水マットは、高さが 5m 以下の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造の擁壁に限り、透水層として使用できるものとする。ただし、高さが 3m を超える擁壁に透水マットを用いる場合には、下部水抜穴の位置に、厚さ 30cm 以上、高さ 50cm 以上の砂利又は碎石の透水層を全長にわたって設置すること。
- ・ 練積み擁壁については、透水マットを使用する場合でも裏込めを省略することはできない。

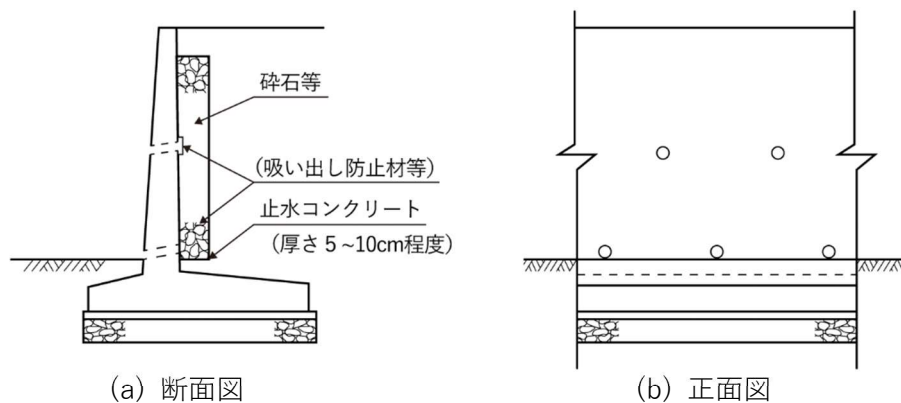


図 3-26 鉄筋コンクリート擁壁の断面図及び水抜穴設置図

行政指導指針

- ・任意に設置する擁壁についても、擁壁の高さ、設置場所の状況等を勘案し、排水のための水抜穴を設置することが望ましい。

Point

引用：図3-26 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P467

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P467～,P487～

8.6.3 コンクリート

政 令

【建築基準法施行令】

(コンクリートの強度)

第七十四条 鉄筋コンクリート造に使用するコンクリートの強度は、次に定めるものでなければならない。

- 一 四週圧縮強度は、一平方ミリメートルにつき十二ニュートン（軽量骨材を使用する場合においては、九ニュートン）以上であること。
- 二 設計基準強度（設計に際し採用する圧縮強度をいう。以下同じ。）との関係において国土交通大臣が安全上必要であると認めて定める基準に適合するものであること。
- 2 前項に規定するコンクリートの強度を求める場合においては、国土交通大臣が指定する強度試験によらなければならない。
- 3 コンクリートは、打上りが均質で密実になり、かつ、必要な強度が得られるようにその調合を定めなければならない。

※政令第十一条及び第十三条において準用

告 示

【建設省告示第 1102 号】

○建築基準法施行令第七十四条第一項第二号の規定に基づく設計基準強度との関係において安全上必要なコンクリートの強度の基準及び同条第二項の規定に基づくコンクリートの強度試験（昭和 56 年 6 月 1 日）

第一 コンクリートの強度は、設計基準強度との関係において次の各号のいずれかに適合するものでなければならない。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき構造耐力上支障がないと認められる場合は、この限りでない。

- 一 コンクリートの圧縮強度試験に用いる供試体で現場水中養生又はこれに類する養生を行つたものについて強度試験を行つた場合に、材齢が二十八日の供試体の圧縮強度の平均値が設計基準強度の数値以上であること。
- 二 コンクリートから切り取つたコア供試体又はこれに類する強度に関する特性を有する供試体について強度試験を行つた場合に、材齢が二十八日の供試体の圧縮強度の平均値が設計基準強度の数値に十分の七を乗じた数値以上であり、かつ、材齢が九十一日の供試体の圧縮強度の平均値が設計基準強度の数値以上であること。

第二 コンクリートの強度を求める強度試験は、次の各号に掲げるものとする。

- 一 日本工業規格 A 一一〇八（コンクリートの圧縮強度試験方法）一一〇一二
- 二 日本工業規格 A 一一〇七（コンクリートからのコア及びはりの切り取り方法及び強度試験方法）一一〇一二のうちコアの強度試験方法

解説

告示で定める基準に従って、鉄筋コンクリート部材中のコンクリートの発現強度が設計基準強度を上回ることが必要です。

4 週圧縮強度の確認は、以下のいずれかの方法によることが定められています。

- ① JISA1108（コンクリートの圧縮強度試験方法）－2012
- ② JISA1107（コンクリートからのコア及びはりの切り取り方法及び強度試験方法）－2012 のうちコアの強度試験方法

Point

- ・強度試験結果の確認は、完了検査で行います。

8.6.4 鉄筋

政 令

【建築基準法施行令】

(鉄筋の継手及び定着)

第七十三条 鉄筋の末端は、かぎ状に折り曲げて、コンクリートから抜け出ないように定着しなければならない。ただし、次の各号に掲げる部分以外の部分に使用する異形鉄筋にあつては、その末端を折り曲げないことができる。

一 柱及びはり（基礎ばりを除く。）の出すみ部分

二 煙突

2 主筋又は耐力壁の鉄筋（以下この項において「主筋等」という。）の継手の重ね長さは、継手を構造部材における引張力の最も小さい部分に設ける場合にあつては、主筋等の径（径の異なる主筋等をつなぐ場合にあつては、細い主筋等の径。以下この条において同じ。）の二十五倍以上とし、継手を引張り力の最も小さい部分以外の部分に設ける場合にあつては、主筋等の径の四十倍以上としなければならない。ただし、国土交通大臣が定めた構造方法を用いる継手にあつては、この限りでない。

3 柱に取り付けるはりの引張り鉄筋は、柱の主筋に溶接する場合を除き、柱に定着される部分の長さをその径の四十倍以上としなければならない。ただし、国土交通大臣が定める基準に従った構造計算によつて構造耐力上安全であることが確かめられた場合においては、この限りでない。

4 軽量骨材を使用する鉄筋コンクリート造について前二項の規定を適用する場合には、これらの項中「二十五倍」とあるのは「三十倍」と、「四十倍」とあるのは「五十倍」とする。

(鉄筋のかぶり厚さ)

第七十九条 鉄筋に対するコンクリートのかぶり厚さは、耐力壁以外の壁又は床にあつては二センチメートル以上、耐力壁、柱又ははりにあつては三センチメートル以上、直接土に接する壁、柱、床若しくははり又は布基礎の立上り部分にあつては四センチメートル以上、基礎（布基礎の立上り部分を除く。）にあつては捨コンクリートの部分を除いて六センチメートル以上としなければならない。

2 前項の規定は、水、空気、酸又は塩による鉄筋の腐食を防止し、かつ、鉄筋とコンクリートとを有効に付着させることにより、同項に規定するかぶり厚さとした場合と同等以上の耐久性及び強度を有するものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いる部材及び国土交通大臣の認定を受けた部材については、適用しない。

※政令第十一条及び第十三条（第七十三条第二項を除く）において準用

審査基準

図面等により、擁壁に使用する鉄筋の構造を確認します。

[鉄筋の継手及び定着]

- ・ 主筋の継手は、構造部における引張力の最も小さい部分に設け、継手の重ね長さは、溶接する場合を除き、主筋の径の 25 倍以上とすること。
- ・ 主筋の継手を引張力の最も小さい部分に設けることのできない場合においては、その重ね長さを主筋の径の 40 倍以上とすること。
- ・ 基礎フーチングと鉛直壁との境目に鉄筋の継手が生じないように注意する。また、主筋の継手は、同一断面に集めないよう千鳥配置にすること。

[配筋]

- ・ 主鉄筋、配力鉄筋、用心鉄筋、組立鉄筋の配置は、所定のかぶりを確保して主要な鉄筋をコンクリート壁体内の表面近くに配置すること。
- ・ 主鉄筋は表面の最も近くに配置すること。
- ・ 用心鉄筋と組立鉄筋とでは、用心鉄筋を表面側に配置すること。
- ・ 鉄筋の最大配置間隔は、主鉄筋で 30cm 以下、配力鉄筋・用心鉄筋で 40cm 以下とすること。壁体の構造計算から得られた必要鉄筋量が、この値より小さい場合でも、最小必要鉄筋量として配置する。
- ・ 直接計算に現れない応力についても考慮し、鉛直壁の下部では複鉄筋にすることが望ましい。
- ・ 鉄筋のかぶり厚さは、鉛直壁で 4cm 以上、底版では 6cm 以上とすること。

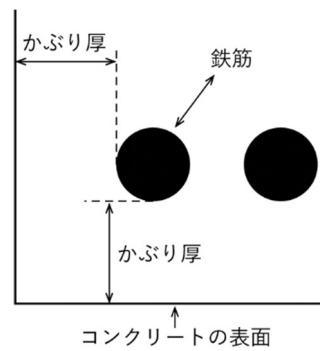


図 3-27 鉄筋のかぶり厚さ

■Point

・一般的に、鉄筋コンクリート造擁壁において用いる鉄筋には、①主鉄筋、②配力鉄筋、③用心鉄筋、④組立鉄筋があります。

- ① 主鉄筋：断面に作用する曲げモーメントに直接抵抗するための鉄筋であり、原則として、構造計算に基づき鉄筋量を決定します。
- ② 配力鉄筋：主筋どうしを結合して力を伝達し、主鉄筋の応力を均等化するための鉄筋です。
- ③ 用心鉄筋：設計外力に基づく構造計算には現れない内部応力に対して配筋するためのものです。
- ④ 組立鉄筋：コンクリート打設時に主鉄筋、配力鉄筋、用心鉄筋の、構造的に意味のある鉄筋を所定の位置に固定させるために用いる鉄筋です。

参考：図3-27 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P443 一部修正
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P441～

第9章 鉄筋コンクリート造等の擁壁の設計

9.1 要求性能

政 令

(鉄筋コンクリート造等の擁壁の構造)

第九条 前条第一項第二号の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造の擁壁の構造は、構造計算によつて次の各号のいずれにも該当することを確かめたものでなければならない。

- 一 土圧、水圧及び自重（以下この条及び第十四条第二号ロにおいて「土圧等」という。）によつて擁壁が破壊されないこと。
- 二 土圧等によつて擁壁が転倒しないこと。
- 三 土圧等によつて擁壁の基礎が滑らないこと。
- 四 土圧等によつて擁壁が沈下しないこと。

2 前項の構造計算は、次に定めるところによらなければならない。

- 一 土圧等によつて擁壁の各部に生ずる応力度が、擁壁の材料である鋼材又はコンクリートの許容応力度を超えないことを確かめること。
 - 二 土圧等による擁壁の転倒モーメントが擁壁の安定モーメントの三分の二以下であることを確かめること。
 - 三 土圧等による擁壁の基礎の滑り出す力が擁壁の基礎の地盤に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力の三分の二以下であることを確かめること。
 - 四 土圧等によつて擁壁の地盤に生ずる応力度が当該地盤の許容応力度を超えないことを確かめること。ただし、基礎ぐいを用いた場合においては、土圧等によつて基礎ぐいに生ずる応力が基礎ぐいの許容支持力を超えないことを確かめること。
- 3 前項の構造計算に必要な数値は、次に定めるところによらなければならない。
- 一 土圧等については、実況に応じて計算された数値。ただし、盛土の場合の土圧については、盛土の土質に応じ別表第二の単位体積重量及び土圧係数を用いて計算された数値を用いることができる。
 - 二 鋼材、コンクリート及び地盤の許容応力度並びに基礎ぐいの許容支持力については、建築基準法施行令（昭和二十五年政令第三百三十八号）第九十条（表一を除く。）、第九十一条、第九十三条及び第九十四条中長期に生ずる力に対する許容応力度及び許容支持力に関する部分の例により計算された数値
 - 三 擁壁の基礎の地盤に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力については、実況に応じて計算された数値。ただし、その地盤の土質に応じ別表第三の摩擦係数を用いて計算された数値を用いることができる。

解説

鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造擁壁（以下「鉄筋コンクリート造等擁壁」という。）の設計に当たっては、土質条件、荷重条件等の設計条件を的確に設定した上で常時及び地震時における擁壁の要求性能を満足するように、次の各項目についての安全性を検討するものとします。

- ① 土圧、水圧、自重等（以下「土圧等」という。）によって擁壁が破壊されないこと
- ② 土圧等によって擁壁が転倒しないこと
- ③ 土圧等によって擁壁の基礎が滑らないこと
- ④ 土圧等によって擁壁が沈下しないこと

審査基準

構造計算書、図面等により、擁壁が以下に示す性能を有していることを確認します。具体的な照査方法については、9.3以降を参照してください。

[安定性および部材の応力度]

- | | |
|------|--|
| 常時 | <ul style="list-style-type: none">・擁壁全体の安定モーメントが転倒モーメントの 1.5 倍以上であること。・擁壁底面における滑動抵抗力が滑動外力の 1.5 倍以上であること。・最大接地圧が、地盤の長期許容応力度以下であること。・擁壁躯体の各部に作用する応力度が、材料の長期許容応力度以内に収まっていること。 |
| 中地震時 | <ul style="list-style-type: none">・擁壁躯体の各部に作用する応力度が、材料の短期許容応力度以内に収まっていること。 |
| 大地震時 | <ul style="list-style-type: none">・擁壁全体の安定モーメントが転倒モーメントの 1.0 倍以上であること。・擁壁底面における滑動抵抗力が滑動外力の 1.0 倍以上であること。・最大接地圧が、地盤の極限支持力度以下であること。・擁壁躯体の各部に作用する応力度が、終局耐力（設計基準強度及び基準強度）以内に収まっていること。 |

Point

- ・基礎杭を用いた場合は、基礎杭に生ずる応力が基礎杭の許容支持力を超えないことを確認します。

表 3-10 安全率 (F_s) 等のまとめ

区 分	常時	中地震時	大地震時
転倒	1.5	—	1.0
滑動	1.5	—	1.0
支持力	3.0	—	1.0
部材応力	長期許容応力度	短期許容応力度	終局耐力（設計基準強度及び基準強度）

Point

- ・終局耐力とは、曲げ、せん断、付着割裂等の終局耐力をいいます。

参考：表3-10 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P441 一部修正
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P440～

9.2 設計定数

政 令

（鉄筋コンクリート造等の擁壁の構造）

第九条 前条第一項第二号の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造の擁壁の構造は、構造計算によつて次の各号のいずれにも該当することを確かめたものでなければならない。

一～四 略

2 略

3 前項の構造計算に必要な数値は、次に定めるところによらなければならない。

一 土圧等については、実況に応じて計算された数値。ただし、盛土の場合の土圧については、盛土の土質に応じ別表第二の単位体積重量及び土圧係数を用いて計算された数値を用いることができる。

二 略

三 擁壁の基礎の地盤に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力については、実況に応じて計算された数値。ただし、その地盤の土質に応じ別表第三の摩擦係数を用いて計算された数値を用いることができる。

別表第二

土質	単位体積重量（一立方メートルにつき）	土圧係数
砂利又は砂	一・八トン	〇・三五
砂質土	一・七トン	〇・四〇
シルト、粘土又はそれらを多量に含む土	一・六トン	〇・五〇

別表第三（第九条、第三十条、第三十五条関係）

土質	摩擦係数
岩、岩屑、砂利又は砂	〇・五
砂質土	〇・四
シルト、粘土又はそれらを多量に含む土 （擁壁の基礎底面から少なくとも十五センチメートルまでの深さの土を砂利又は砂に置き換えた場合に限る。）	〇・三

審査基準

構造計算書、図面等により、擁壁の構造計算に用いる設計定数が適切であることを確認します。鉄筋コンクリート造等擁壁に用いる土質定数は、原則として土質調査・原位置試験に基づき求めたものを使用します。ただし、これによることが適当でない場合や、小規模な開発事業等においては、以下に示す値を用いることができます。

[背面土]

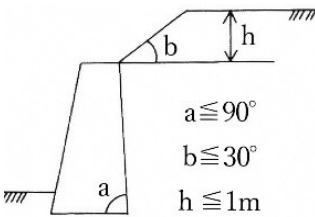
- ・ 単位体積重量 γ 、内部摩擦角 ϕ 及び粘着力 c については、使用する材料により土質試験を行い求めること。
- ・ 擁壁に作用する土圧は、裏込め地盤の土質や擁壁の形状等に応じて、実情にあわせて算出することを原則とする。
- ・ 盛土の場合でこれによることが困難な場合や、小規模な開発事業等においては、表 3-11 に示す単位体積重量及び土圧係数を使用すること。

表 3-11 単位体積重量と土圧係数（政令別表第二）

土質	単位体積重量 (kN/m ³)	土圧係数
砂利又は砂	18	0.35
砂質土	17	0.40
シルト、粘土又はそれらを多量に含む土	16	0.50

■Point

- ・背面土とは、擁壁背面の裏込め土を除く地山又は盛土をいいます。
- ・政令の別表第二の土圧係数は、背面土の勾配を90°以下、余盛等の勾配及び高さをそれぞれ30°以下及び1m以下であることを前提として計算されています。



参考：表3-11 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P431 一部修正
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P429～

[基礎地盤]

- ・ 底版と基礎地盤の間の付着力 C_B は考慮せず、 $C_B=0$ と設定すること。
- ・ ただし、土質によって十分な粘着力が期待できる場合には、粘着力を加味して検討することも可能である。
- ・ 摩擦係数 μ については、土質試験結果から以下の式により求めること。土質試験を行わない場合は、盛土規制法施行令別表第三の表 3-12 に示す数値を使用すること。

摩擦係数 $\mu = \tan \varphi$

φ : 基礎地盤の内部摩擦角

- ・ 基礎地盤が土の場合に、摩擦係数は 0.6 を超えないこと。

表 3-12 基礎地盤と摩擦係数（政令別表第三）

基礎地盤の土質	摩擦係数
岩、岩屑、砂利又は砂	0.5
砂質土	0.4
シルト、粘土又はそれらを多量に含む土（擁壁の基礎底面から少なくとも 15cm までの深さの土を砂利又は砂に置き換えた場合に限る。）	0.3

■Point

参考：表3-12 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P431 一部修正
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P431,P461

[積載荷重]

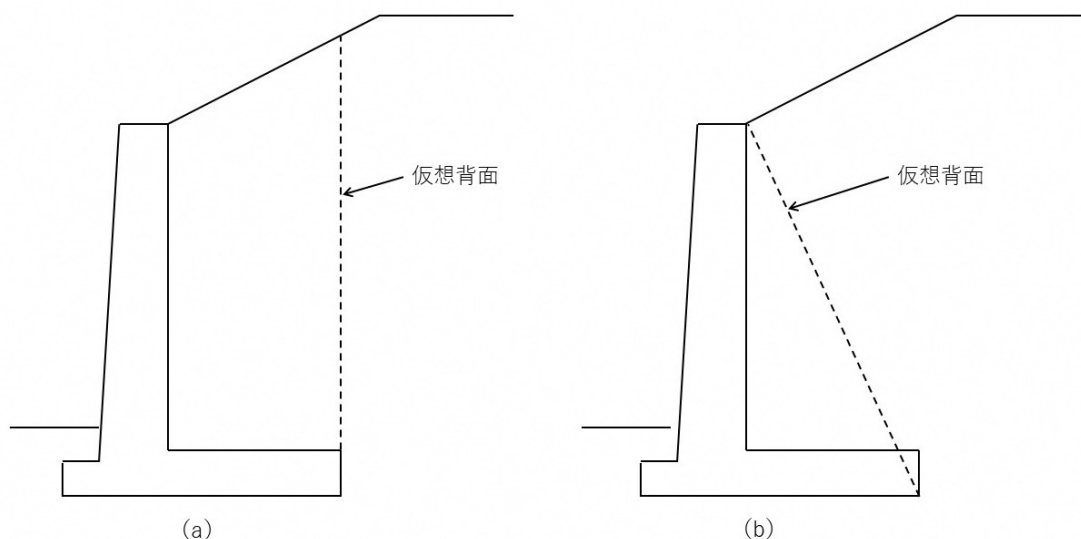
- ・ 積載荷重については、実状に応じて適切に設定を行うこと。（表 3-11 の土圧係数には、 5kN/m^2 の積載荷重が含まれることに留意すること）
- ・ 建築物及び工作物の積載荷重は、固定荷重として常時及び地震時ともに同じ値を用いること。
- ・ 擁壁に作用する積載荷重は、住宅地においては一般的な戸建て住宅が建てられることを想定して、少なくとも $5\sim 10\text{kN/m}^2$ 程度の均等荷重をかけることを標準とする。

Point

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P431,P459

[自重]

- ・ 擁壁の設計に用いる自重は、躯体重量のほか、逆 T 型、L 型擁壁等の片持ち式擁壁の場合には、仮装背面のとり方によって、計算上の擁壁の自重が異なるので注意すること。



仮装背面と擁壁に囲まれた部分の土の重量を擁壁の重量として見込む。

図 3-28 自重のとり方

Point

参考：図3-28 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P432 一部修正
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P431～

[地震時の荷重]

- ・ 擁壁自体の自重に起因する地震時慣性力と裏込め土の地震時土圧を考慮すること。
- ・ ただし、設計に用いる地震時荷重は、地震時土圧による荷重、又は擁壁の自重に起因する地震時慣性力に常時の土圧を加えた荷重のうち大きい方とする。
- ・ 政令の別表第二及び第三を用いる場合は、擁壁の自重に起因する地震時慣性力と別表第二の土圧係数を用いるものとする。

Point

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P432

9.3 土圧の算定

9.3.1 土圧の作用面と壁面摩擦角

土圧の作用面は原則として躯体コンクリート背面とし、壁面摩擦角 δ （表 3-13 参照）は土とコンクリートの場合は、土の内部摩擦角 ϕ に対し、常時において $2\phi/3$ を用いてください。ただし、擁壁背面に石油系素材の透水マットを使用した場合には、壁面摩擦角 $\phi/2$ としてください。また、地震時においては透水マットの有無にかかわらず、 $\phi/2$ としてください。

擁壁背面が平面でない場合や片持ちり式擁壁などで裏込め土の一部が躯体と一体となって挙動する場合には、次に示すように仮装背面を設定して土圧を算定してください。

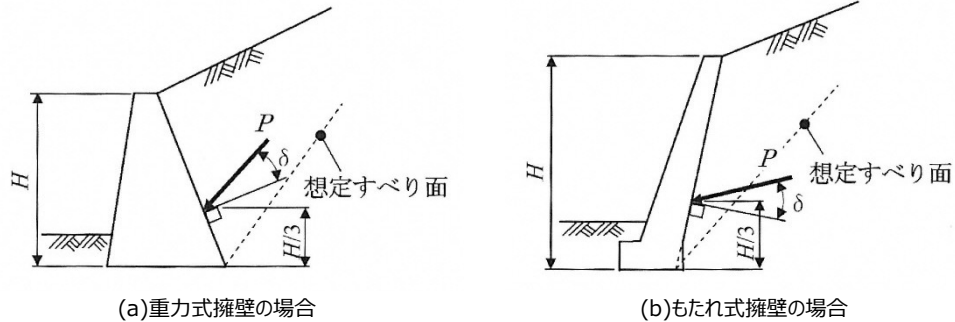


図 3-29 土圧作用面（重力式擁壁等）

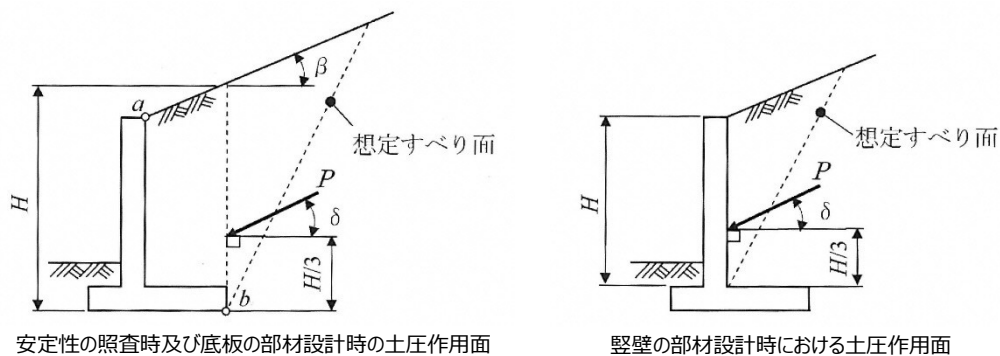


図 3-30 土圧作用面（片持ちり式）

表 3-13 壁面摩擦角

擁壁の種類	検討項目	土圧作用面の状態	壁面摩擦角	
			常時 δ	地震時 δ_E
重力式等	安定性	土とコンクリート	$2\phi/3$	$\phi/2$
	部材応力			
片持ちり式等	安定性	土と土	β' (表 3-14参照)	式による
	部材応力	土とコンクリート	$2\phi/3$	$\phi/2$

ϕ : 裏込め土のせん断抵抗角

Point

- ・ $\beta' > \phi$ のときは、 $\delta = \phi$ とします。
- ・ 透水マットを使用する場合には、 $2\phi/3$ を $\phi/2$ とします。
- ・ 想定する滑り土塊の範囲内の法面勾配が一様か否かで判断します。

参考：図3-29, 図3-30 道路土工 擁壁工指針（（社）日本道路協会、平成24年7月）P98 一部修正
表3-13 道路土工 擁壁工指針（（社）日本道路協会、平成24年7月）P99 一部修正

表 3-14 仮想法面摩擦角 β' の設定法

背後の法面勾配	β'
一様な場合	法面勾配 β (図 3-30 参照)
変化する場合	仮定したすべり線と上部平面の交点から法肩までの距離を二分した点と仮想背面と法面の交点を結んだ線と水平面の勾配 (図 3-31 参照)

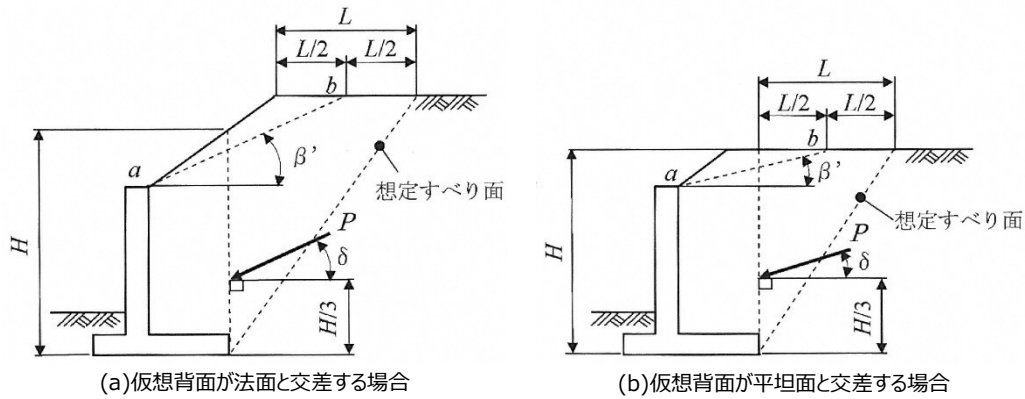


図 3-31 背後の法面形状が変化する場合の β' の設定方法

Point

参考：図3-31 道路土工 擁壁工指針（（社）日本道路協会、平成24年7月）P99 一部修正
表3-14 道路土工 擁壁工指針（（社）日本道路協会、平成24年7月）P99 一部修正

[仮想背面に土圧を作用させる場合の壁面摩擦角]

・ 地震時の壁面摩擦角 δ_E は次の式により求める。

$$\tan \delta = \frac{\sin \phi \cdot \sin(\theta + \Delta - \beta)}{1 - \sin \phi \cdot \cos(\theta + \Delta - \beta)}$$

$$\sin \Delta = \frac{\sin(\beta + \theta)}{\sin \phi}$$

ただし、 $\beta + \theta \geq \phi$ となるときは、 $\delta = \phi$ とする。

ϕ : 土の内部摩擦角
 θ : 地震時構成角 ($=\tan^{-1} K_h$)
 K_h : 設計水平震度
 β : 地表面勾配

Point

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）I P434～

[クーロンの土圧公式による算出]

- ・ 以下の式により、擁壁の単位幅当たり作用する主働土圧の合力を求める。

$$P_A = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot (H + h)^2$$

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cdot \cos(\alpha - \beta)}} \right\}^2}$$

背面土に積載荷重 q が作用する場合は、全主働土圧 P_A は以下のとおり P_{A1} と P_{A2} の合計とすること。

- P_A : 全主働土圧 (kN/m)
- K_A : 主働土圧係数
- γ : 裏込め土の単位体積重量 (kN/m³)
- H : 宅地擁壁高さ (ただし、仮想背面を考える場合はその高さ) (m)
- h : 積載荷重による換算高さ ($= \frac{q}{\gamma}$) (m)
- q : 積載荷重 (kN/m²)
- ϕ : 土の内部摩擦角 (°)
- α : 宅地擁壁背面と鉛直面とのなす角 (°)
- δ : 壁面摩擦角 (°)
- β : 地表面と水平面のなす角 (°)

Point

・クーロンの土圧公式は、擁壁背面の盛土形状が一様な場合で裏込め土の粘着力がない場合に適用可能です。また、 $\phi < \beta$ の場合は適用できません。

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P453

9.3.3 受働土圧

擁壁前面の埋戻し土は、基礎工事時の掘削等により乱されていることが多いことや、洗堀等の影響により長期にわたる確実性が期待できないことから、通常、受働土圧は考慮しません。ただし、地形条件の制約等により底版幅を変更して目標安全率を確保することが困難な場合において、やむを得ず前面土の受働土圧を考慮する場合は、基礎の根入れの深さを大きくするなどの対応を検討してください。

Point

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P445

9.3.4 地震時土圧

[試行くさび法による算出]

- ・ 以下の式により、地震時の主働土圧合力を求める。滑り面を求める際には、法肩の前後 2 か所において土圧合力 P_E の極値が存在することがあるので留意すること。

① 粘着力を考慮しない場合

$$P_{EA} = \frac{\sin(\omega_{EA} - \phi + \theta)W}{\cos(\omega_{EA} - \phi - \alpha - \delta) \cos \theta}$$

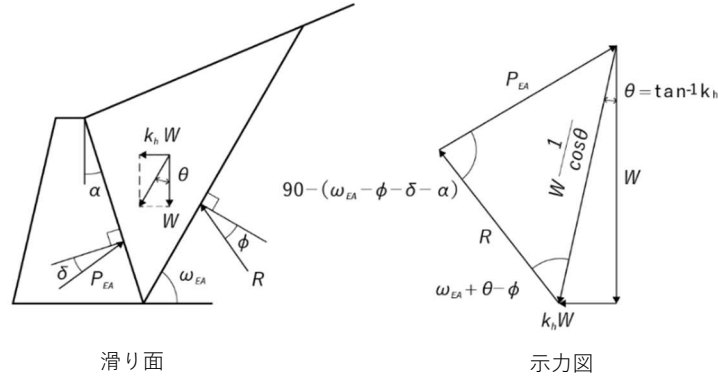


図 3-33 地震時主働土圧の考え方

② 粘着力を有する場合

$$P_{EA} = \frac{W \sec \theta \sin(\omega_{EA} - \phi + \theta) - cl \cos \phi}{\cos(\omega_{EA} - \phi - \alpha - \delta)}$$

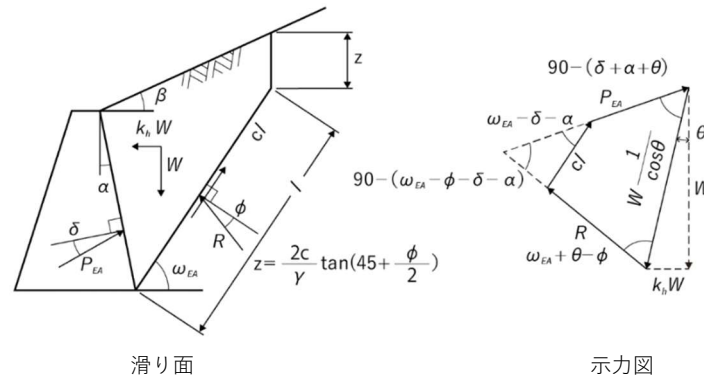


図 3-34 裏込め土が粘着力を有する場合の地震時主働土圧

- P_E : 地震時主働土圧合力 (kN/m)
 θ : 地震合成角 (°) $\theta = \tan^{-1} k_h$
 c : 粘着力 (kN/m²)
 l : 仮定した滑り面の長さ(m)
 β' : 仮想法面傾斜角 (°) (表 3-14 参照)
 z : 粘着高(m)
 $z = \frac{2c}{\gamma} \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$
 γ : 単位体積重量 (kN/m³)
 ϕ : 土の内部摩擦角 (°)
 k_h : 設計水平震度
 α : 擁壁背面と鉛直面のなす角 (°)

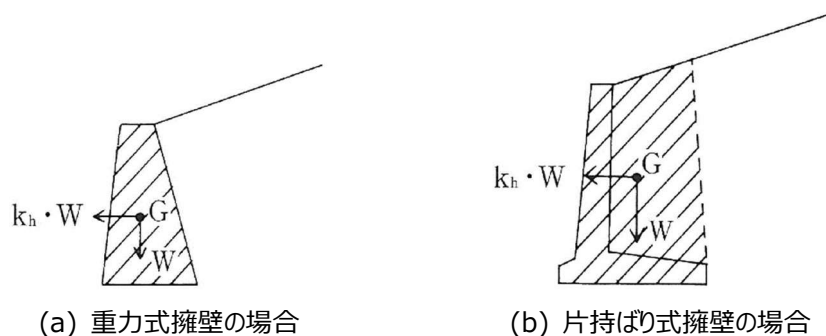


図 3-35 地震時慣性力の考え方

■Point

参考：図3-33 建築基礎構造設計指針（（一社）日本建築学会、2019年11月） P90

図3-34 建築基礎構造設計指針（（一社）日本建築学会、2019年11月） P91

図3-35 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P460 一部修正

[岡部・物部式による算出]

・ 以下の式により、擁壁の単位幅当たりに作用する地震時主働土圧合力 P_{EA} を求める。

$$P_{EA} = \frac{1}{2} K_{EA} \cdot \gamma \cdot (H + h)^2$$

$$K_{EA} = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \theta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\alpha - \beta) \cdot \cos(\delta + \alpha + \theta)}} \right\}^2}$$

P_{EA} : 地震時全主働土圧 (kN/m)

K_{EA} : 地震時主働土圧係数

γ : 裏込め土の単位体積重量 (kN/m³)

H : 宅地擁壁高さ（ただし、仮想背面を考慮する場合はその高さ） (m)

h : 積載荷重による換算高さ(= $\frac{q}{\gamma}$)(m)

ϕ : 土の内部摩擦角 (°)

α : 宅地擁壁背面と鉛直面とのなす角 (°)

δ : 壁面摩擦角 (°)

β : 地表面と水平面のなす角 (°)

θ : 地震合成角 (°) $\theta = \tan^{-1} k_h$

■Point

・積載荷重を考慮する場合、常時と同様に計算してください。

[クーロンの受働土圧公式による算出]

- ・ 通常、擁壁の設計では前面の埋め戻し土による受働土圧を無視しているが、地震時の設計などにおいて擁壁前面上の抵抗力を考慮する場合には、クーロンの土圧公式を用いるのが一般的である。ただし、この場合においても擁壁の埋め戻し土が排水路等によって乱されないことを前提とする。
- ・ 擁壁の設計時には受働土圧は水平に作用するため、壁面摩擦角 δ の取り方に注意する。鉛直な面に作用する場合には $\delta=0$ とし、 K_p を求める式の ϕ は最大 30 度とする。以下の式により、地震時等における受働土圧 P_p を求める。

$$P_p = \frac{1}{2} K_p \cdot \gamma \cdot H^2$$
$$K_p = \frac{\cos^2(\phi + \alpha)}{\cos(\alpha - \delta) \cos^2 \alpha \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + \beta)}{\cos(\alpha - \delta) \cdot \cos(\alpha - \beta)}} \right\}^2}$$

- P_p : 全受働土圧 (kN/m)
 K_p : 受働土圧係数
 ϕ : 土の内部摩擦角 (°)
 α : 宅地擁壁前面と鉛直面とのなす角 (°)
 δ : 壁面摩擦角 (°)
 β : 宅地擁壁前面の地表面と水平面のなす角 (°)
 γ : 埋め戻し土の単位体積重量 (kN/m³)
 H : 受働土圧を考慮する高さ (m)

■Point

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P456～

9.4 安定性

9.4.1 転倒に対する検討

以下の式により、転倒に対する安全率の確認を行ってください。

$$F_s = \frac{\text{抵抗モーメント}}{\text{転倒モーメント}} = \frac{M_r}{M_o}$$

F_s : 転倒安全率

M_r : 転倒に抵抗しようとするモーメント (kN・m)

M_o : 転倒させようとするモーメント (kN・m)

9.4.2 滑動に対する検討

以下の式により、滑動に対する安全率の確認を行ってください。

底版と基礎地盤の間の付着力 C_B は考慮せず、 $C_B=0$ と設定してください。

$$F_s = \frac{\text{滑動に対する抵抗力}}{\text{滑動力}} = \frac{R_v \cdot \mu + C_B \cdot B}{R_H}$$

F_s : 滑動安全率

R_v : 基礎下面における全鉛直荷重 (kN/m)

R_H : 基礎下面における全水平荷重 (kN/m)

μ : 擁壁底版と基礎地盤の間の摩擦係数

C_B : 擁壁底版と基礎地盤の間の粘着力 (kN/m)

B : 基礎底版幅 (m)

Point

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P443～

9.4.3 地盤支持力に対する検討

以下の式により、地盤支持力に対する安全率の確認を行ってください。

[作用点が底版中央より前方にある場合]

・ 合力作用点が底版中央の底版幅 $1/3$ の中にある場合

$$q_1 = \frac{R_v}{B} \cdot \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_2 = \frac{R_v}{B} \cdot \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

q_1 : 擁壁の底面前部で生じる地盤反力度 (kN/m²)

q_2 : 擁壁の底面後部で生じる地盤反力度 (kN/m²)

R_v : 底版下面における全鉛直荷重 (kN)

e : 偏心距離 (m)

$$e = \frac{B}{2} - d$$

B : 底版幅 (m)

d : 底版つま先から合力作用点までの距離 (m)

$$d = \frac{(M_r - M_o)}{V} = \frac{(M_r - M_o)}{(W + P_v)}$$

M_r : 転倒に抵抗しようとするモーメント (kN/m^2)

M_o : 転倒させようとするモーメント (kN/m^2)

V : 擁壁に作用する力及び自重の鉛直成分 (kN) ($=W+P_v$)

・ 合力作用点が底版中央の底版幅 2/3 の中にある場合(かつ底版中央の底版幅 1/3 の外にある場合)

$$q_1 = \frac{2R_v}{3d}$$

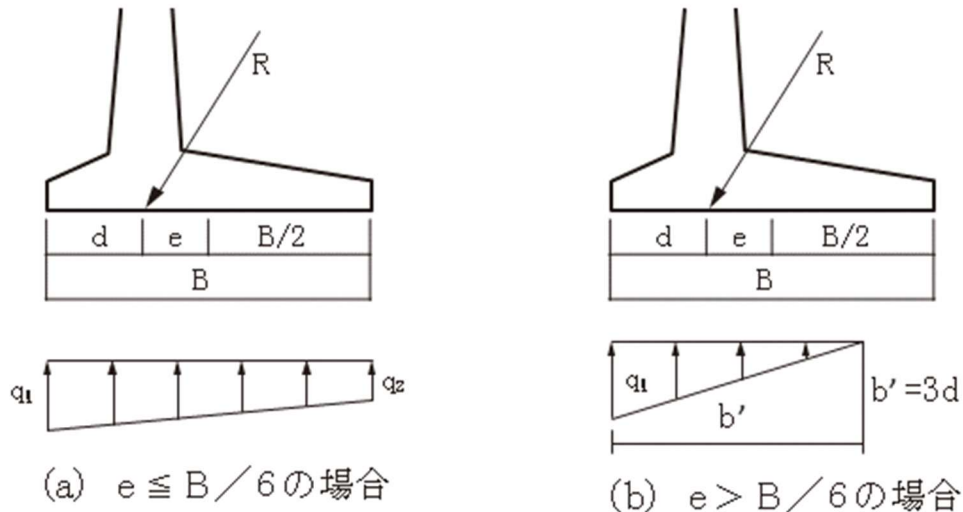


図 3-36 擁壁底面の地盤反力分布

■Point

引用：図 3-36 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P447

[地盤支持力に対する検討]

・ q_1 及び q_2 は次式を満足しなければならない。

$$\left. \begin{matrix} q_1 \\ q_2 \end{matrix} \right\} \leq q_a = \frac{q_u}{F_s}$$

q_a : 地盤の許容支持力度 (kN/m^2)

q_u : 地盤の極限支持力度 (kN/m^2)

F_s : 地盤の支持力に対する安全率

地盤の許容支持力度又は極限支持力度は、土質調査や原位置載荷試験を行って求めることを原則とするが、前述したように擁壁高さ 5m 程度以下の工事等の場合は、建築基準法施工令第 93 条の表によることができる。

■Point

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P447～

9.5 部材の応力

政 令

(鉄筋コンクリート造等の擁壁の構造)

第九条 前条第一項第二号の鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造の擁壁の構造は、構造計算によって次の各号のいずれにも該当することを確かめたものでなければならない。

一〜四 略

2 前項の構造計算は、次に定めるところによらなければならない。

一 土圧等によつて擁壁の各部に生ずる応力度が、擁壁の材料である鋼材又はコンクリートの許容応力度を超えないことを確かめること。

二〜四 略

3 前項の構造計算に必要な数値は、次に定めるところによらなければならない。

一 略

二 鋼材、コンクリート及び地盤の許容応力度並びに基礎ぐいの許容支持力については、建築基準法施行令（昭和二十五年政令第三百三十八号）第九十条（表一を除く。）、第九十一条、第九十三条及び第九十四条中長期に生ずる力に対する許容応力度及び許容支持力に関する部分の例により計算された数値

【建築基準法施行令】

(鋼材等)

第九十条 鋼材等の許容応力度は、次の表一又は表二の数値によらなければならない。

表一

種類	許容応力度	長期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)				短期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)			
		圧縮	引張り	曲げ	せん断	圧縮	引張り	曲げ	せん断
略									
この表において、Fは、鋼材等の種類及び品質に応じて国土交通大臣が定める基準強度（単位 一平方ミリメートルにつきニュートン）を表すものとする。									

表二

種類	許容応力度	長期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)			短期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)		
		圧縮	引張り		圧縮	引張り	
			せん断補強以外に用いる場合	せん断補強に用いる場合		せん断補強以外に用いる場合	せん断補強に用いる場合
丸鋼		F／1.5（当該数値が一五五を超える場合には、一五五）	F／1.5（当該数値が一五五を超える場合には、一五五）	F／1.5（当該数値が一九五を超える場合には、一九五）	F	F	F（当該数値が二九五を超える場合には、二九五）
異形鉄筋	径二十八ミリメートル以下のもの	F／1.5（当該数値が二一五を超える場合には、二一五）	F／1.5（当該数値が二一五を超える場合には、二一五）	F／1.5（当該数値が一九五を超える場合には、一九五）	F	F	F（当該数値が三九〇を超える場合には、三九〇）
	径二十八ミリメートルを超えるもの	F／1.5（当該数値が一九五を超える場合には、一九五）	F／1.5（当該数値が一九五を超える場合には、一九五）	F／1.5（当該数値が一九五を超える場合には、一九五）	F	F	F（当該数値が三九〇を超える場合には、三九〇）
鉄線の径が四ミリメートル以上の溶接金網		—	F／1.5	F／1.5	—	F（ただし、床版に用いる場合に限る。）	F
この表において、Fは、表一に規定する基準強度を表すものとする。							

(コンクリート)

第九十一条 コンクリートの許容応力度は、次の表の数値によらなければならない。ただし、異形鉄筋を用いた付着について、国土交通大臣が異形鉄筋の種類及び品質に応じて別に数値を定めた場合は、当該数値によることができる。

長期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)				短期に生ずる力に対する許容応力度 (単位 一平方ミリメートルにつきニュートン)			
圧縮	引張り	せん断	付着	圧縮	引張り	せん断	付着
F／3	F／30 (Fが二を超えるコンクリートについて、国土交通大臣がこれと異なる数値を定めた場合は、その定めた数値)		〇・七（軽量骨材を使用するものにあっては、〇・六)	長期に生ずる力に対する圧縮、引張り、せん断又は付着の許容応力度のそれぞれの数値の二倍（Fが二を超えるコンクリートの引張り及びせん断について、国土交通大臣がこれと異なる数値を定めた場合は、その定めた数値）とする。			
この表において、Fは、設計基準強度（単位 一平方ミリメートルにつきニュートン）を表すものとする。							

告 示

【建設省告示第 1450 号】

コンクリートの付着、引張り及びせん断に対する許容応力度及び材料強度を定める件（平成 12 年 5 月 31 日）

第二 令第九十一条第一項に規定する設計基準強度が一平方ミリメートルにつき二十一ニュートンを超えるコンクリートの長期に生ずる力に対する引張り及びせん断の各許容応力度は、設計基準強度に応じて次の式により算出した数値とする。ただし、実験によってコンクリートの引張又はせん断強度を確認した場合には、当該強度にそれぞれ三分の一を乗じた数値とすることができる。

$$F_s = 0.49 + (F / 100)$$

（この式において、 F_s 及び F は、それぞれ次の数値を表すものとする。

F_s コンクリートの長期に生ずる力に対する許容応力度（単位 一平方ミリメートルにつきニュートン）

F 設計基準強度（単位 一平方ミリメートルにつきニュートン））

【建設省告示第 2464 号】

鋼材等及び溶接部の許容応力度並びに材料強度の基準強度を定める件（平成 12 年 12 月 26 日）

第一 鋼材等の許容応力度の基準強度

一 鋼材等の許容応力度の基準強度は、次号に定めるもののほか、次の表の数値とする。

鋼材等の種類及び品質		基準強度（単位 一平方ミリメートルにつきニュートン）
（略）		（略）
異形鉄筋	SDR二三五	二三五
	SD二九五A	二九五
	SD二九五B	
	SD三四五	三四五
	SD三九〇	三九〇
（略）		（略）

この表において、（略）SD二九五A、SD二九五B、SD三四五及びSD三九〇は、JIS G三一一二（鉄筋コンクリート用棒鋼）一一九八七に定める（略）SD二九五A、SD二九五B、SD三四五及びSD三九〇を、（略）それぞれ表すものとする。（略）

第10章 崖面崩壊防止施設に関する技術的基準

10.1 崖面崩壊防止施設の設置

政 令

（擁壁、排水施設その他の施設）

第六条 法第十三条第一項（法第十六条第三項において準用する場合を含む。以下同じ。）の政令で定める施設は、擁壁、崖面崩壊防止施設（崖面の崩壊を防止するための施設（擁壁を除く。）で、崖面を覆うことにより崖の安定を保つことができるものとして主務省令で定めるものをいう。以下同じ。）、排水施設若しくは地滑り抑止ぐい又はグラウンドアンカーその他の土留とする。

（崖面崩壊防止施設の設置に関する技術的基準）

第十四条 法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち崖面崩壊防止施設の設置に関するものは、次に掲げるものとする。

- 一 盛土又は切土（第三条第四号の盛土及び同条第五号の盛土又は切土を除く。以下この号において同じ。）をした土地の部分に生ずる崖面に第八条第一項第一号（八に係る部分を除く。）の規定により擁壁を設置することとした場合に、当該盛土又は切土をした後の地盤の変動、当該地盤の内部への地下水の浸入その他の当該擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なうものとして主務省令で定める事象が生ずるおそれが特に大きいと認められるときは、当該擁壁に代えて、崖面崩壊防止施設を設置し、これらの崖面を覆うこと。

省 令

（崖面崩壊防止施設）

第十一条 令第六条の主務省令で定める施設は、鋼製の骨組みに栗石その他の資材が充填された構造の施設その他これに類する施設とする。

（擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なう事象）

第三十一条 令第十四条第一号（令第十八条及び第三十条第一項において準用する場合を含む。）の主務省令で定める事象は、次に掲げるものとする。

- 一 盛土又は切土をした後の地盤の変動
- 二 盛土又は切土をした後の地盤の内部への地下水の浸入
- 三 前二号に掲げるもののほか、擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なう事象

解説

盛土又は切土により生じた崖面は、擁壁で覆うことが原則です。擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なう事象が生じる場所に限り、特例として崖面崩壊防止施設の使用を認めています。ただし、住宅建築物を建築する宅地の地盤に用いられる擁壁の代替施設としては利用できません。

審査基準

図面等により、崖面崩壊防止施設を適用できる土地であることを確認します。

[崖面崩壊防止施設を適用できる土地]

- ・ 以下の①と②を満たす必要がある。

- ① 地盤の支持力が小さく不同沈下が懸念される又は湧水や常時流水等が認められる場所であること。
- ② 土地利用計画、周囲の状況から勘案して、地盤の変形を許容できること。

Point

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P524～

10.2 崖面崩壊防止施設の種類の選定

崖面崩壊防止施設の工種は、鋼製枠工や大型かご枠工、ジオテキスタイル補強土壁工等があります。崖面崩壊防止施設の選定に当たっては、開発事業等実施地区の適用法令、設置箇所の自然条件、施工条件、周辺の状況等を十分に調査するとともに、関係する技術基準等を考慮し、崖面崩壊防止施設に求められる安定性を確保できるものを選定しなければなりません。

[留意事項]

- ・ 崖面崩壊防止施設は一定の変形を許容する施設であるため、住宅地等の変形が許容されない土地利用のための造成では、擁壁の代替施設として適用できない。
- ・ 崖面崩壊防止施設は、以下に示す工種ごとの特性を参考に選定すると良い。

表 3-15 崖面崩壊防止施設の特性概要

代表工種	鋼製枠工	大型かご枠工	ジオテキスタイル補強土壁工
変形への追従性	中程度	高い	中程度
耐土圧性	相対的に小さい土圧		相対的に中程度の土圧
透水性	高い (中詰材を高透水性材料とすることで 施設全面からの排水が可能)		中程度 (一般に排水機能を設置する)

Point

引用：表 3-15 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P528

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P526～

10.3 崖面崩壊防止施設の設計

政 令

（崖面崩壊防止施設の設置に関する技術的基準）

第十四条 法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち崖面崩壊防止施設の設置に関するものは、次に掲げるものとする。

- 一 略
- 二 前号の崖面崩壊防止施設は、次のいずれにも該当するものでなければならない。
 - イ 前号に規定する事象が生じた場合においても崖面と密着した状態を保持することができる構造であること。
 - ロ 土圧等によつて損壊、転倒、滑動又は沈下をしない構造であること。
 - ハ その裏面に浸入する地下水を有効に排除することができる構造であること。

省 令

（擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なう事象）

第三十一条 令第十四条第一号（令第十八条及び第三十条第一項において準用する場合を含む。）の主務省令で定める事象は、次に掲げるものとする。

- 一 盛土又は切土をした後の地盤の変動
- 二 盛土又は切土をした後の地盤の内部への地下水の浸入
- 三 前二号に掲げるもののほか、擁壁が有する崖の安定を保つ機能を損なう事象

解説

崖面崩壊防止施設に必要な性能が規定されています。

崖面崩壊防止施設は、地盤の変動に追従できるとともに地下水を有効に排除できる構造であること、土圧、水圧及び自重（土圧等）の影響により、①損壊②転倒③滑動④沈下しない構造としてください。

Point

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P530～

10.4 崖面崩壊防止施設の設計・施工上の留意事項

崖面崩壊防止施設は、工種によって求められる性能や構造計算方法が異なるため、適切な規格及び部材を選定し、常時及び地震時の安定性を確保することが必要です。

崖面崩壊防止施設は背面地盤からの土圧が小さい場合に適することから、周辺斜面を含む地盤全体の安定性が確保できない場合には適用できません。

第11章 崖面及びその他の地表面について講ずる措置に関する技術的基準

11.1 法面の保護

政 令

（崖面及びその他の地表面について講ずる措置に関する技術的基準）

第十五条 法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち崖面について講ずる措置に関するものは、盛土又は切土をした土地の部分に生ずることとなる崖面（擁壁又は崖面崩壊防止施設で覆われた崖面を除く。）が風化その他の侵食から保護されるよう、石張り、芝張り、モルタルの吹付けその他の措置を講ずることとする。

2 法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち盛土又は切土をした後の土地の地表面（崖面であるもの及び次に掲げる地表面であるものを除く。）について講ずる措置に関するものは、当該地表面が雨水その他の地表水による侵食から保護されるよう、植栽、芝張り、板柵工その他の措置を講ずることとする。

- 一 第七条第二項第一号の規定による措置が講じられた土地の地表面
- 二 道路の路面の部分その他当該措置の必要がないことが明らかな地表面

解説

盛土又は切土に伴って生じる法面（崖面を含む）が、風化、侵食等により不安定化することを抑制するため、法面保護工により地盤面を保護する必要があります。

なお、擁壁又は崖面崩壊防止施設で覆われた法面については、本条の適用はありません。

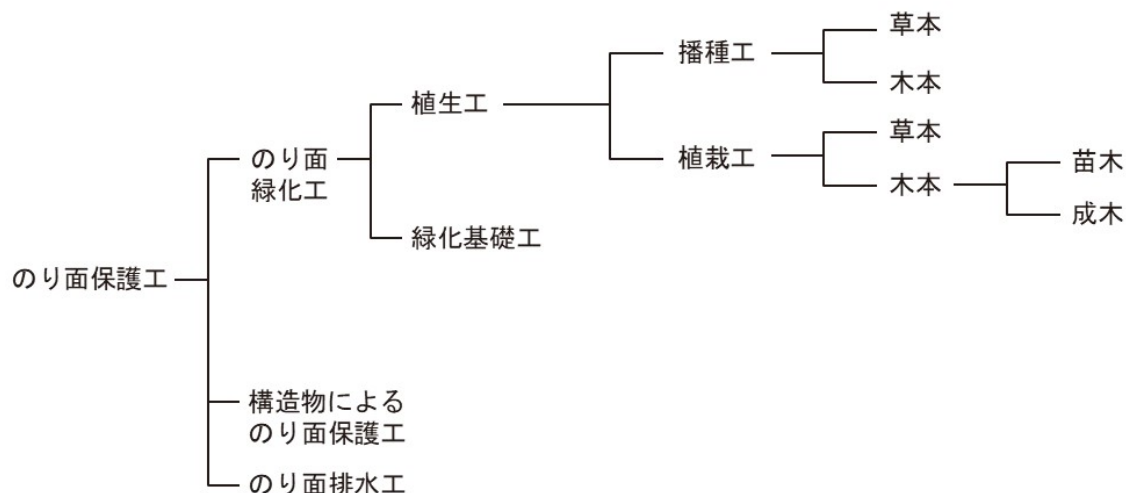


図 3-37 法面保護工の分類

Point

引用：図:3-37 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P338

審査基準

図面等により、法面の状況に応じた適切な工法により法面が保護されていることを確認します。適切な工法については、盛土により生じた法面は図 3-38、切土により生じた法面は図 3-39～図 3-41 のフローにより判定します。

法面全体を覆う構造物工を使用するときは、水抜き穴、伸縮目地の設置が必要です。このほか、保護工の詳細については、「道路土工 切土・斜面安定工指針（（社）日本道路協会、平成 21 年 6 月） 法面保護工」に倣い設計してください。

なお、次に掲げる地盤面（崖面を除く。）については、保護の必要はありません。

[保護の必要がない地盤面]

- ・ 崖の反対方向に勾配を付した崖面天端
- ・ 舗装された地盤面
- ・ 植物の生育が確保される地盤面

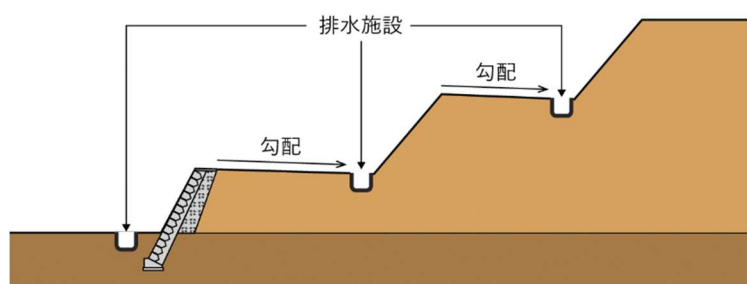


図 3-38 崖面天端の勾配

Point

参考：図 3-38 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P208,P209

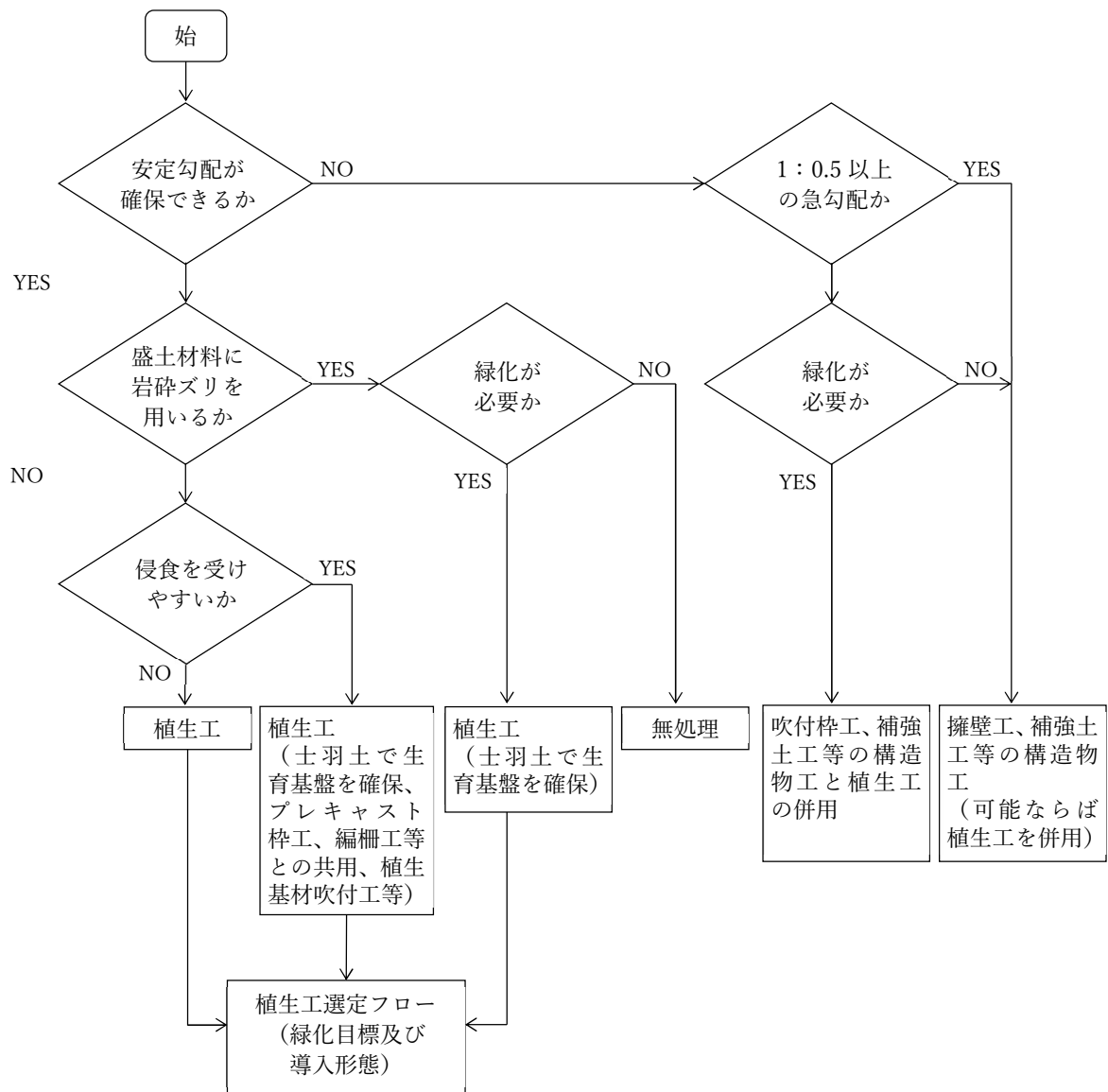


図 3-39 法面保護工選定フロー（盛土法面の場合）

表 3-16 盛土材料及び盛土高に対する標準法面勾配の目安

盛土材料	盛土高	勾配	平均値
粒度の良い砂（S）、礫及び細粒分混じり礫（G）	5m以下	1：1.5～1：1.8	31°
	5～15m	1：1.8～1：2.0	28°
粒度の悪い砂（SG）	10m以下	1：1.8～1：2.0	28°
岩塊（ずりを含む）	10m以下	1：1.5～1：1.8	31°
	10～20m	1：1.8～1：2.0	28°
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）	5m以下	1：1.5～1：1.8	31°
	5～10m	1：1.8～1：2.0	28°
火山灰質粘性土（V）	5m以下	1：1.8～1：2.0	28°

■Point

- ・岩砕ズリとは、主に風化による脆弱性が発生しにくいような堅固なものとし、それ以外は一般的な土質に準じます。
- ・侵食を受けやすい盛土材料としては、砂や砂質土等が挙げられます。
- ・浸食を受けやすい法面で植生工を施工する場合は、降雨等の侵食に耐える工法を選択してください。

参考：図 3-39 道路土工 盛土工指針（平成 22 年度版）P147 一部修正

引用：表 3-16 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P175

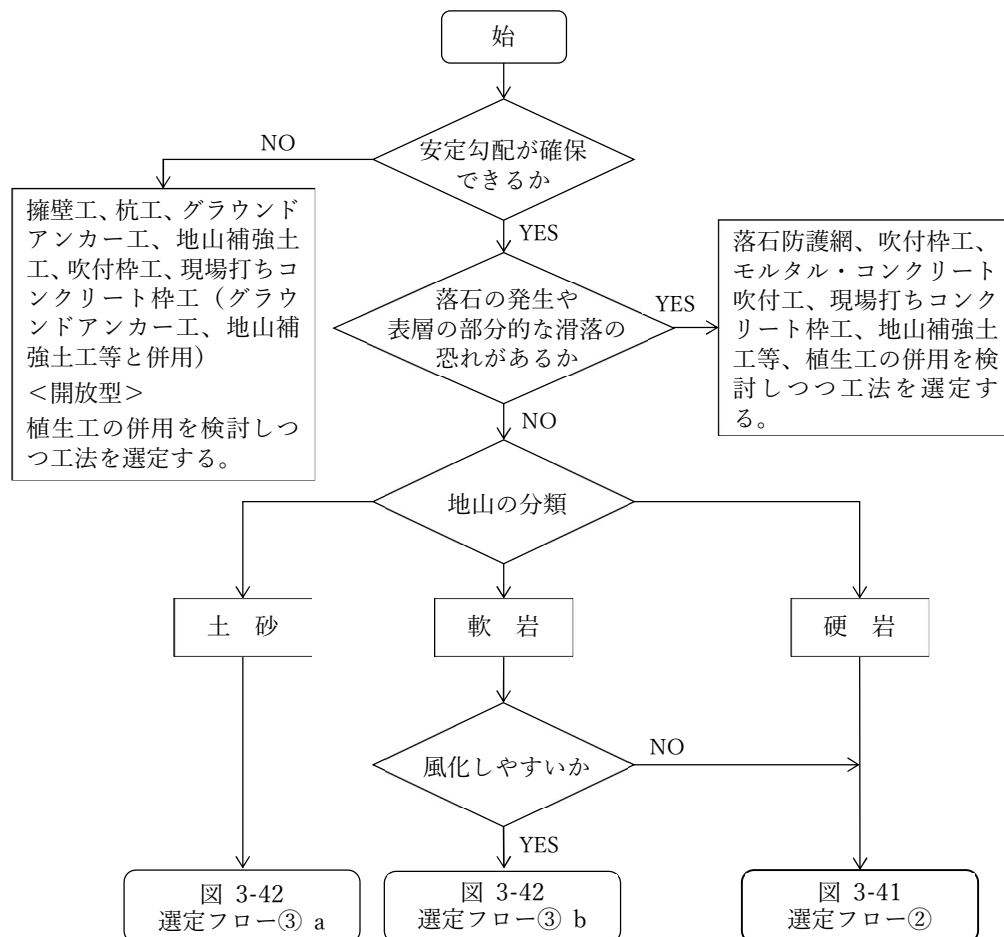


図 3-40 法面保護工の選定フロー①（切土法面の場合）

■Point

- ・軟岩とは、固結の程度の良い第 4 紀層、風化の進んだ第 3 紀層以前のもの、立派掘削できるものを指します。硬岩とは、亀裂がまったくない又は少ないもの、密着の良いものを指します。
 - ・風化しやすい土質として、第三紀の泥岩、頁岩、固結度の低い凝灰岩、蛇紋岩等が挙げられます。
- 浸食を受けやすいものとして、しらす、まさ、山砂、段丘礫層等、主として砂質土からなる土砂が挙げられます。

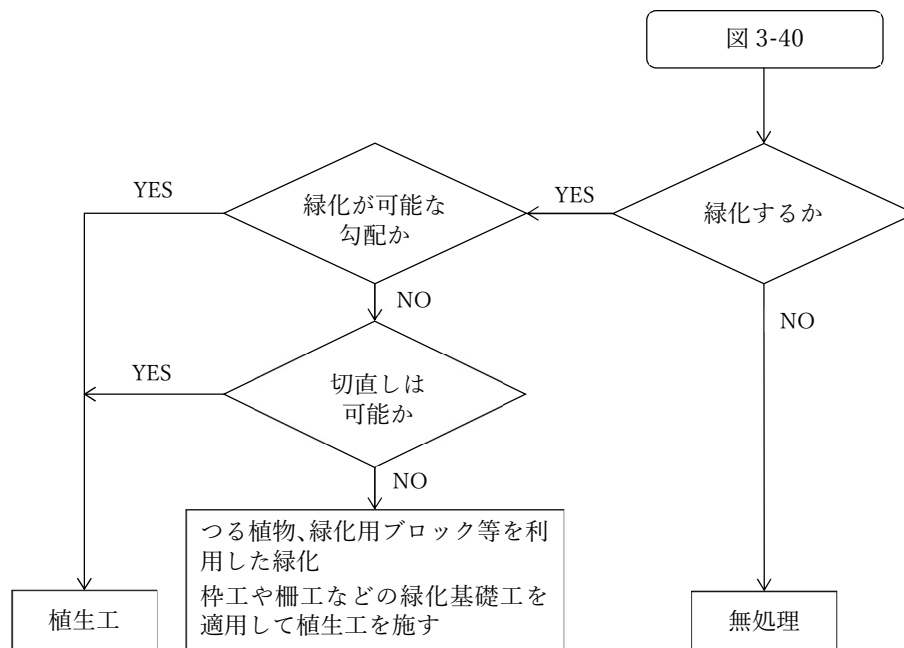


図 3-41 法面保護工の選定フロー②（切土法面の場合）

■Point

参考：図 3-40, 図 3-41 道路土工 切土・斜面安定工指針（平成 21 年度版）P198,P199 一部修正

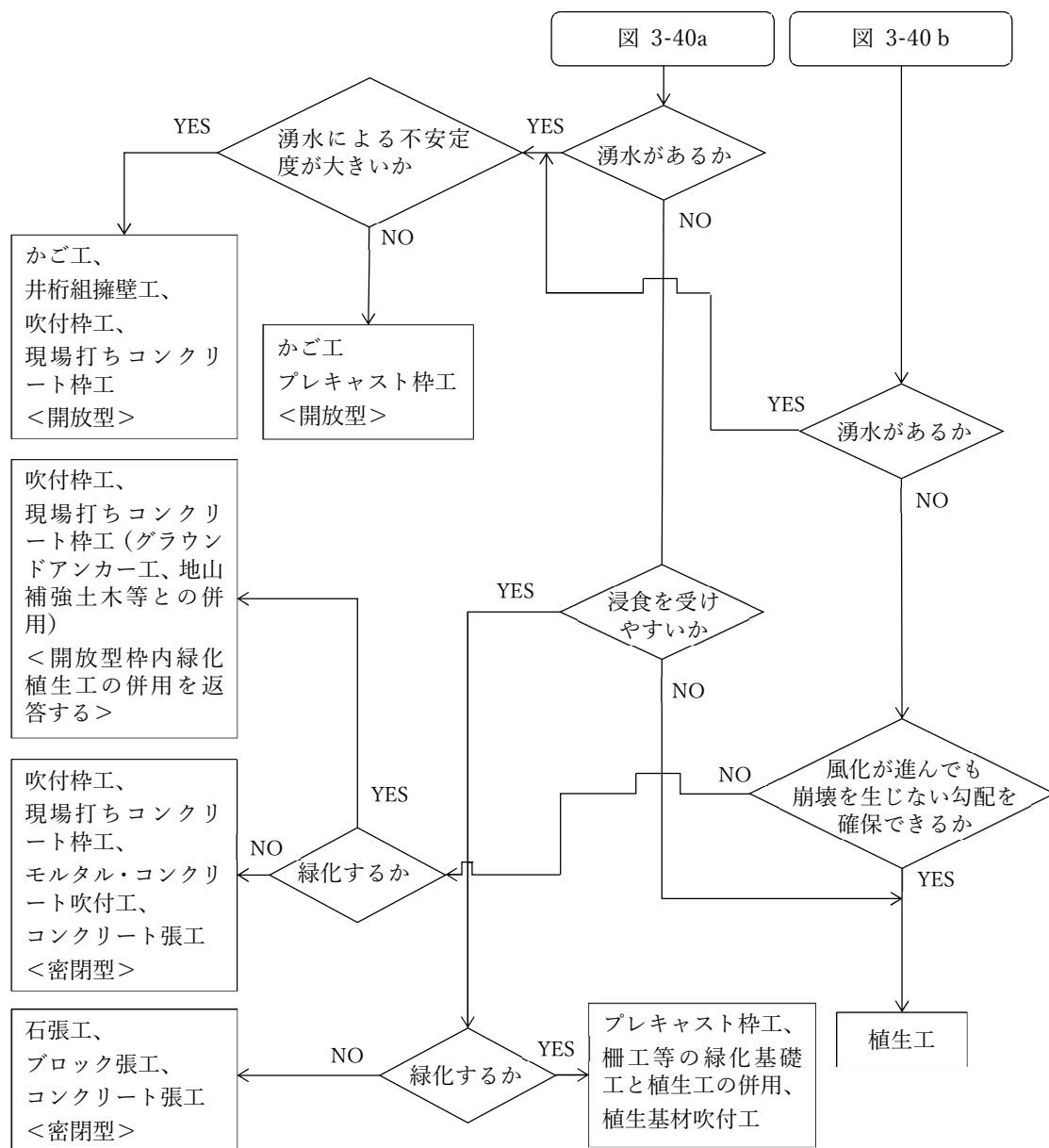


図 3-42 法面保護工の選定フロー③（切土法面の場合）

Point

参考：図 3-42 道路土工 切土・斜面安定工指針（平成 21 年度版）P198,P199 一部修正

表 3-17 切土に対する標準法面勾配

土工区分、土質		法高	① H≤5m (崖の上端からの垂直距離)	② H>5m (崖の上端からの垂直距離)
切土	軟岩（風化の著しいものは除く）		80 度（約 1 : 0.2）以下	60 度（約 1 : 0.6）以下
	風化の著しい岩		50 度（約 1 : 0.9）以下	40 度（約 1 : 1.2）以下
	砂利、まさ土、関東ローム、硬質粘土、その他これらに類するもの		45 度（約 1 : 1.0）以下	35 度（約 1 : 1.5）以下
	上記以外の土質（岩屑、腐植土（黒土））、埋土、その他これらに類するもの		30 度（約 1 : 1.8）以下	30 度（約 1 : 1.8）以下
盛土			30 度（約 1 : 1.8）以下	

■Point

引用：表 3-17 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P355

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P336～

第12章 軟弱地盤対策

12.1 軟弱地盤の概念

軟弱地盤は、盛土及び構造物の荷重により大きな沈下を生じ、盛土端部が滑り、地盤が側方に移動する等の変形が著しく、開発事業等において十分注意する必要がある地盤です。なお、地震時に液状化が発生するおそれがある砂質地盤については一種の軟弱地盤と考えられ、必要に応じて別途検討するものとします。

12.2 軟弱地盤対策の検討

軟弱地盤対策に当たっては、地盤の条件、土地利用計画、施工条件、環境条件等を踏まえて、沈下計算及び安定計算を行い、隣接地も含めた造成上の問題点を総合的に検討してください。

その結果、盛土、構造物等に対する影響がある場合は、対策工の検討を行ってください。

12.3 軟弱地盤対策工の選定

対策工の選定に当たっては、次の諸条件を十分に考慮することが大切です。

- ① 地盤条件（土質、軟弱層厚、成層状態、基盤の傾斜等）
- ② 土地条件（土地利用、施設配置、盛土厚等）
- ③ 施工条件（用地、工費、工期、材料、施工深度等）
- ④ 環境条件（周辺環境、隣接地への影響等）

12.4 軟弱地盤対策の各工法の設計及び施工

対策工の設計に当たっては、その特徴を十分理解するとともに、軟弱地盤の性質を的確に把握することが大切です。また、施工に際しても、かく乱等により地盤の性状を著しく変化させ、設計時の条件と異なった状態とならないように十分留意する必要があります。具体的な工法については表 3-18 のとおりとなります。

表 3-18 軟弱地盤対策の各工法の目的及び特徴

工法	概要
表層処理工法	表層処理工法は、軟弱地盤上の地表水の排除、盛土内の水位低下、施工機械のトラフィカビリティの確保、軟弱地盤上の盛土又は構造物の支持力確保等を目的として用いる。
置換工法	置換工法は、盛土端部の安定を短期間に確保する場合、盛土層が薄く建物荷重や交通荷重による沈下が大きな問題となる場合等において、軟弱土を良質材に置き換える工法である。
押え盛土工法	押え盛土工法は、盛土端部の安定確保及び側方地盤の変形の軽減を目的とする工法であり、用地に余裕がある場合及び施工時の変状に対する応急対策として用いる。
緩速載荷工法	緩速載荷工法は、盛土端部の安定確保及び側方地盤の変形の抑制を目的として、地盤の変形等を計測しながら盛土を施工する工法である。
載荷重工法	載荷重工法は、圧密沈下を促進して残留沈下を軽減する目的で用いる工法である。
バーチカドレーン工法	バーチカドレーン工法は、圧密沈下の促進及び地盤の強度増加を目的として用いる工法である。
締固め工法	締固め工法は、盛土端部の安定を図ることを目的とする工法であり、主にサンドコンパクションパイル工法が用いられている。
固結工法	固結工法は、盛土端部若しくは盛土全体の安定確保又は構造物基礎地盤の改良を目的として用いる工法である。

詳細は、盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅱ X・1-X・10 を参照のこと

Point

参考：表 3-18 盛土等防災マニュアル P16～

第13章 地盤の液状化

13.1 液状化対策の基本

開発事業等に際しては、開発事業等実施地区及びその周辺域において、地震時の液状化現象により悪影響が生じることを防止・軽減するため、液状化に対する検討を行い、適切な対策を行う必要があります。

13.2 液状化地盤の確認・調査

開発事業等に際しては、あらかじめ既存資料等により液状化地盤の分布状況を確認するものとします。また、土地利用計画等を踏まえ、必要に応じて地盤調査、土質試験等を行い、開発事業等実施地区及びその周辺域の液状化地盤の分布、液状化発生の可能性に関する判定等を行うものとします。さらに、液状化が発生すると、周辺地形等の条件によっては地盤が側方流動することがあるため、地盤調査及び土質試験のほか、周辺地形等の調査も必要になります。

13.3 液状化地盤の判定

液状化地盤の判定は、標準貫入試験、スクリーウエイト貫入試験、コーン貫入試験等の地盤調査結果、細粒分含有率試験結果、地下水位の測定結果等を用いて行うことを標準とします。また、必要に応じて判定結果に基づく液状化地盤の分布を示した地図（液状化マップ）を作成します。

13.4 液状化対策工法の検討

開発事業等実施地区又はその周辺域に液状化地盤が存在する場合には、地震時における地盤の液状化に伴う被害及び悪影響の範囲並びに程度に関する十分な検討に基づき、土地利用計画、経済性、構造物等の重要性等を総合的に勘案して対策工の必要性及びその範囲並びに程度について検討し、適切な対策工を選定するものとします。また、地盤の液状化による被害又は悪影響が著しい場合には、土地利用計画を再検討することも必要です。なお、液状化対策は実施の時期として、開発事業等の実施段階で行う場合とその後の建築物等の建設段階で行う場合があり、対策の方針として、液状化の発生そのものを抑制する方法と液状化の発生を前提に建築物等の基礎構造で対応する方法、さらに、それぞれを併用する方法があるため、最も適切な対応方法について十分な検討が必要となります。

詳細は、盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅱ X・11 を参照のこと

第14章 排水工に関する技術的基準

14.1 排水工の分類

政 令

（地盤について講ずる措置に関する技術的基準）

第七条 法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち地盤について講ずる措置に関するものは、次に掲げるものとする。

- 一 盛土をする場合においては、盛土をした後の地盤に雨水その他の地表水又は地下水（以下「地表水等」という。）の浸透による緩み、沈下、崩壊又は滑りが生じないよう、次に掲げる措置を講ずること。

イ 略

- ロ 盛土の内部に浸透した地表水等を速やかに排除することができるよう、砂利その他の資材を用いて透水層を設けること。

（排水施設の設置に関する技術的基準）

第十六条 法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち排水施設の設置に関するものは、盛土又は切土をする場合において、地表水等により崖崩れ又は土砂の流出が生ずるおそれがあるときは、その地表水等を排除することができるよう、排水施設で次の各号のいずれにも該当するものを設置することとする。

- 一 堅固で耐久性を有する構造のものであること。
- 二 陶器、コンクリート、れんがその他の耐水性の材料で造られ、かつ、漏水を最小限度のものとする措置が講ぜられているものであること。ただし、崖崩れ又は土砂の流出の防止上支障がない場合においては、専ら雨水その他の地表水を排除すべき排水施設は、多孔管その他雨水を地下に浸透させる機能を有するものとしてすることができる。
- 三 その管渠の勾配及び断面積が、その排除すべき地表水等を支障なく流下させることができるものであること。
- 四 専ら雨水その他の地表水を排除すべき排水施設は、その暗渠である構造の部分の次に掲げる箇所に、ます又はマンホールが設けられているものであること。

イ 管渠の始まる箇所

- ロ 排水の流路の方向又は勾配が著しく変化する箇所（管渠の清掃上支障がない箇所を除く。）

ハ 管渠の内径又は内法幅の百二十倍を超えない範囲内の長さごとの管渠の部分のその清掃上適当な箇所

五 ます又はマンホールに、蓋が設けられているものであること。

六 ますの底に、深さが十五センチメートル以上の泥溜めが設けられているものであること。

- ２ 前項に定めるもののほか、同項の技術的基準は、盛土をする場合において、盛土をする前の地盤面から盛土の内部に地下水が浸入するおそれがあるときは、当該地下水を排除することができるよう、当該地盤面に排水施設で同項各号（第二号ただし書及び第四号を除く。）のいずれにも該当するものを設置することとする。

解説

地表水等により崖崩れ又は土砂の流出が生ずるおそれがあるときに、排水工を設けることを規定しています。

水を原因とした盛土の崩壊は、法面を流下する表面水により表面が侵食・洗掘されることによる崩壊と、浸透水により法面を構成する土のせん断強さが減少するとともに間隙水圧が増大することから生じる崩壊とに分けられます。この両者を防止するために、排水工を適切に設計しなければなりません。

Point

・法令では、管渠を排水施設、砂利等によるものを透水層と区別していますが、本手引においては、まとめて「排水工」と呼称します。

表 3-19 排水施設の諸元一覧

排水施設		基本諸元
機能	施設名称	
地下水排除工	暗渠排水工	本管 : 管径 300mm 以上（流域等が大規模なものは流量計算にて規格検討） 補助管 : 管径 200mm 以上 補助管間隔 : 40m を標準とし、溪流等をはじめとする地下水が多いことが想定される場合等は 20m 以内
	基盤排水層	厚さ : 0.5m を標準とし、溪流等をはじめとする地下が多いことが想定される場合等は 1.0m 以上 範囲 : のり尻からのり肩の水平距離の 1/2 の範囲及び谷底部を包括して設置（地表面勾配 $i < 1 : 4$）
盛土内排水層	水平排水層	厚さ : 0.3m 以上（碎石や砂の場合） 配置 : 小段ごと 範囲 : 小段高さの 1/2 以上

■Point

参考：表 3-19 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P137 一部修正
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P137～

14.2 排水工（管渠）

審査基準

図面等により排水工の構造が、以下の基準に適合していることを確認します。

[排水工（管渠）の構造]

- ・ 排水工は、堅固で耐久性を有する構造のものであること。
- ・ 排水工は、陶器、コンクリート、れんがその他の耐水性の材料で造られ、かつ、漏水を最小限度のものとする措置が講ぜられているものであること。
- ・ 管渠の勾配及び断面積は流量計算により求めること。
- ・ 流下能力の安全率は暗渠の場合で円形管の場合は余裕高なしの満流状態（10 割断面）、短形きょ（ボックス）の場合は 1.1 倍（9 割断面）、開渠の場合 1.2 倍（8 割断面）以上とすること。
- ・ 雨水その他の地表水を排除すべき排水工は、その暗渠である構造の部分の次に掲げる箇所に、ます又はマンホールが設けられているものであること。

ア 管渠が始まる箇所

イ 排水の流下方向又は勾配が著しく変化する箇所

ウ 管渠の内径又は内法幅の 120 倍を超えない範囲の長さごとの管渠の部分のその清掃上適当な場所

- ・ ますの底に、深さ 150mm 以上の泥だめが設けられていること。
- ・ ます又はマンホールに、ふたが設けられているものであること。

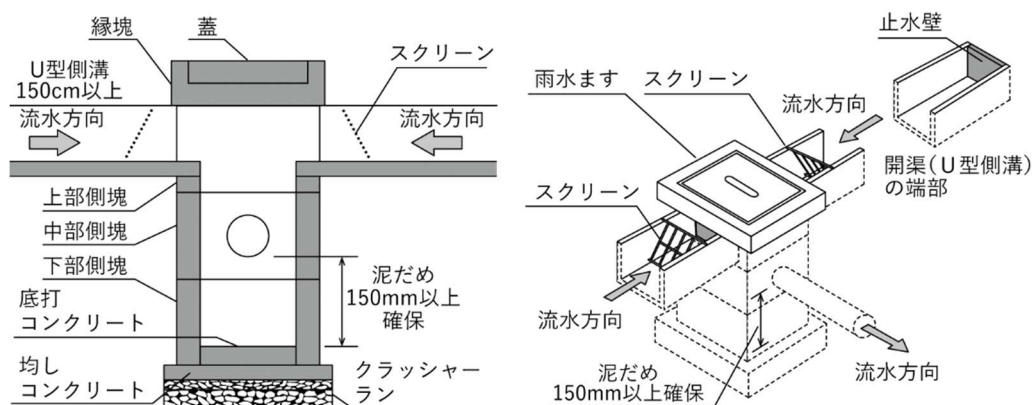


図 3-43 排水工の標準構造図

Point

流量計算⇒表面排水工の規格

14.3 表面排水工

14.3.1 表面排水工の種類

表面排水工の種類とその機能は表 3-20 に示すとおりです。

表 3-20 表面排水工の種類

排水工の種類	機能	必要な性能
法肩排水工	法面への表面水の流下を防ぐ	想定する降雨に対し溢水、跳水、越流しない
小段排水工	法面への雨水を縦排水へ導く	
縦排水工	法肩排水工、小段排水工の水を法尻へ導く	
法尻排水工	法面への雨水、縦排水工の水を排水する	
法尻工（ふとんかご・じゃかご工）	盛土内の浸透水の処理及び法尻崩壊を防止する	十分な透水性の確保

Point

・法面に降る雨水は浸透能力を超えれば法面を流下し、その水は分散作用と運搬作用により法面を侵食します。法面侵食の防止には、表面排水工の設置が有効です。

参考：表 3-20 道路土工 盛土工指針（（社）日本道路協会、平成 22 年 4 月） P156 一部修正
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P387～

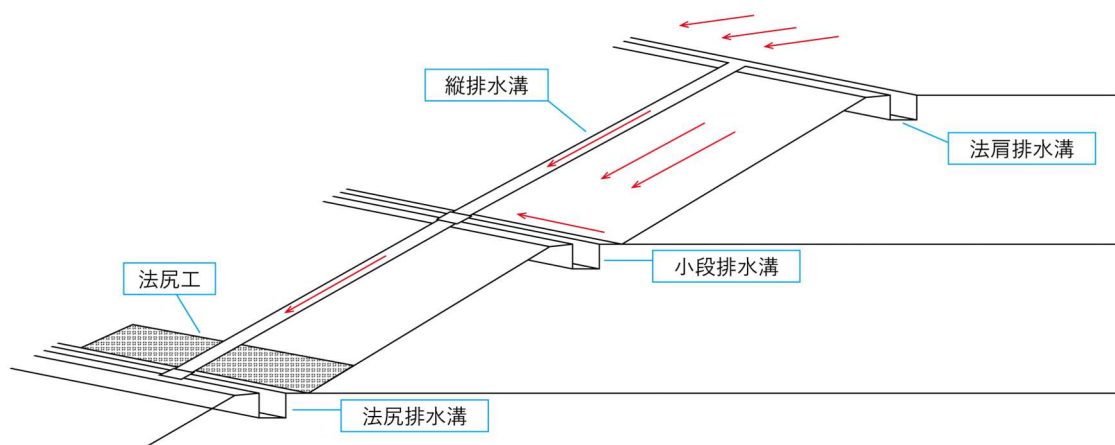


図 3-44 表面排水工の種類

14.3.2 表面排水工の配置

審査基準

図面等により、以下に示す場合に排水工が設置されていることを確認します。

[法肩排水工]

- ・ 法肩より上部に斜面地が続くなど、法肩に外部から地表水等の流入が想定される場合は、法肩に排水工を設置すること。

[小段排水工]

- ・ 崖面天端には、原則、排水工を設置すること。ただし、他の措置を講じ、適切に地表水を排水できるときは、この限りではない。

[縦排水工]

- ・ 法肩排水工、小段排水工又は法尻排水工を設置する場合、必要に応じて、縦排水工を設置すること。

[法尻排水工]

- ・ 集水量が多い場合には、流量計算に基づいて断面を決定し、適切な流末処理を行うこと。
- ・ 浸透により法面のすべりが生じないように十分な対策を行うこと。

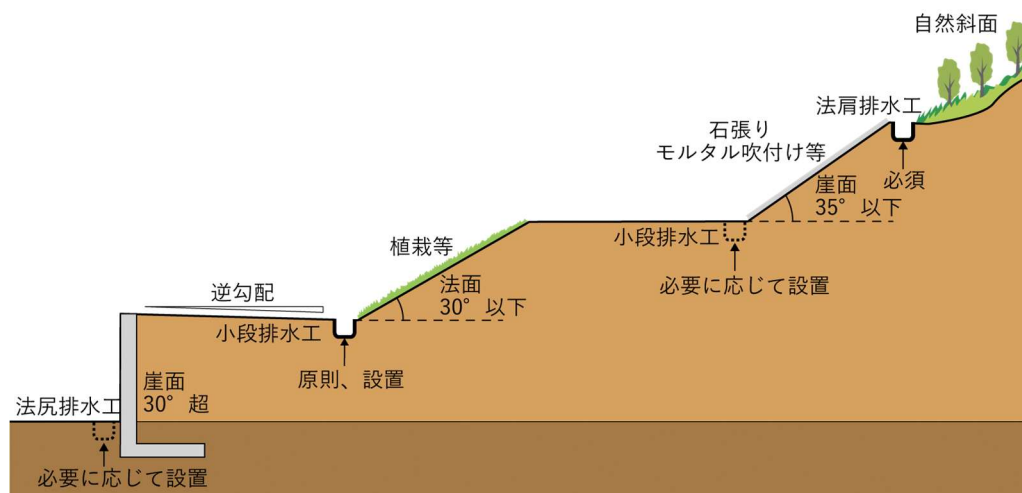


図 3-45 表面排水工の配置

行政指導指針

- ・ 審査基準に示す場合以外にも、必要に応じて表面排水工を設置することが望ましい。

14.3.3 表面排水工の構造

審査基準

図面等により、排水工が以下に示すとおり適切に設計されていることを確認します。

[法肩排水工]

- ・ 法肩排水工は、以下を参考に設計すること。

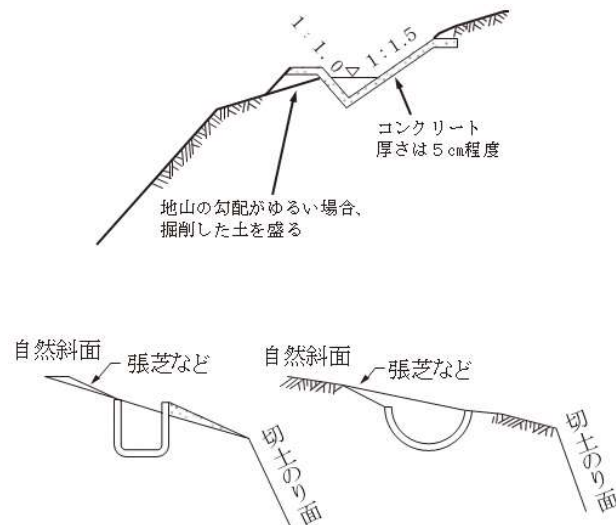


図 3-46 法肩排水工

[小段排水工]

- ・ 小段排水工は、以下を参考に設計すること。

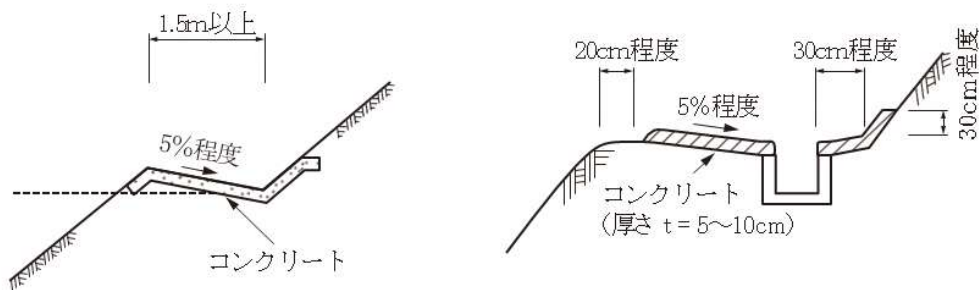


図 3-47 小段排水工

Point

引用：図 3-46 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P388

図 3-47 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P389

[縦排水工]

縦排水工の設計に当たっては、以下のとおりとすること。

- ・ 縦排水工は、20m程度の間隔で設置すること。
- ・ 縦排水工を設置の際は、地形的にできるだけ凹地の水の集まりやすい箇所を選定すること。
- ・ 排水工には、既製コンクリート U 字溝（ソケット付きがよい）、鉄筋コンクリートベンチフリューム、コルゲート U 字フリューム、鉄筋コンクリート管、陶管、石張り水路などを用いること。
- ・ 法長 3m 程度の間隔で、縦排水工下部にすべり止めを設置すること。
- ・ 縦排水工の側面は勾配をつけ、芝張りや石張りを施すこと。
- ・ 縦排水工は、水が漏れたり飛び散ることのない構造とすること。特に法尻等の勾配変化点では、排水工への跳水防止版の設置、排水工の外側への保護コンクリート等の措置を講じること。
- ・ 法面の上部に自然斜面が続いて、その斜面に常時流水のある沢や水路がある場合は、縦排水工の断面に十分余裕を持たせること。
- ・ 接続する横排水工の断面、土砂や枝葉、堆積物を考慮し縦排水工の断面に十分余裕を持たせること。
- ・ 排水溝の合流する箇所には、水が飛散ないようにふたを設けたマスを必ず設置すること。また、マスには泥溜を設けること。

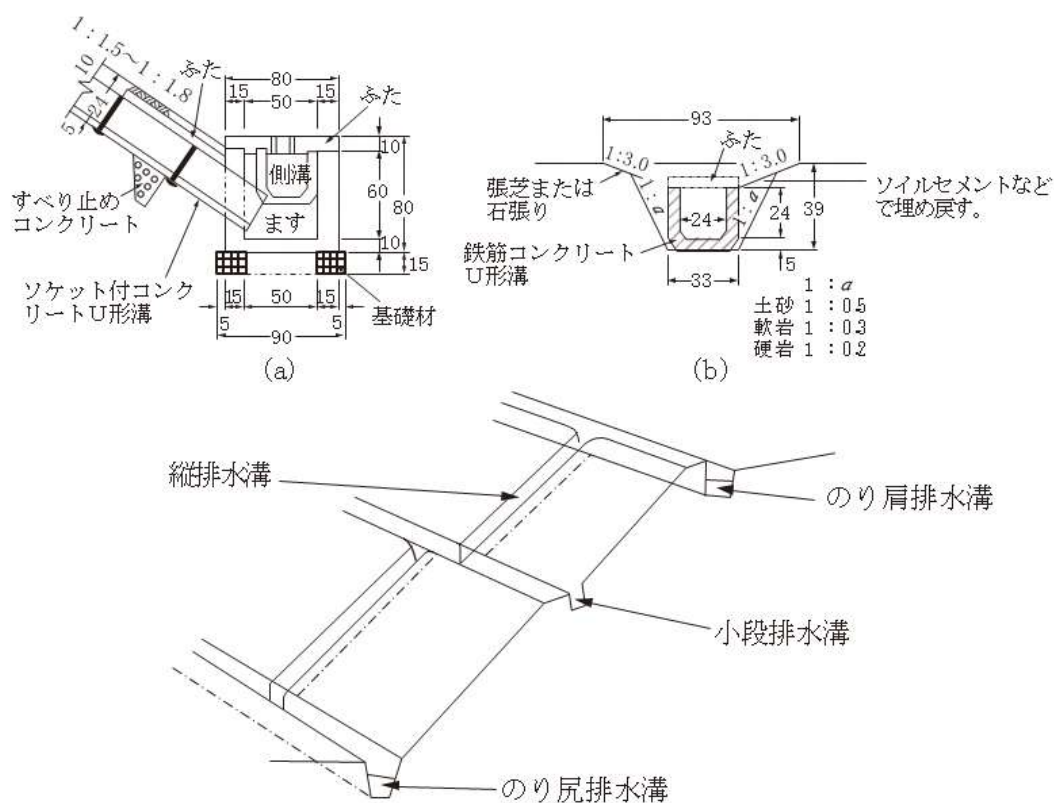


図 3-48 U 型溝による縦排水工の構造図

Point

引用：図 3-48 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P390

[法尻排水工]

- ・ 法尻排水工の流末は、排水能力のある施設に接続するよう設計すること。

[法尻工]

- ・ 法尻工は、表 3-29 を参考に設置すること。

14.3.4 表面排水工の断面

審査基準

計算書、図面等により、表面排水工の流下能力量がその土地における計画流出量を上回ることを確認します。

ア 計画雨水量（Q）の算定

雨水については、開発区域の規模、地形等を勘案して、降雨強度（I）、流出係数（C）を定め、計画雨水量（Q）を算定します。計画雨水量の計算方法としては、一般には次の式を標準とします。

$$Q = \frac{1}{360} C \times I \times A \quad (\text{合理式})$$

$$I = \frac{a}{t + b} = \frac{6,350}{t + 40} \quad (\text{タルボット式})$$

Q：計画雨水量（m³/sec）

C：流出係数

I：降雨強度（mm/hr）

A：集水区域面積（ha）

a, b：定数

t：流達時間（分）

（ア）降雨強度（I）

降雨強度（I）は、当該地域の気象を表す気象観測所の観測開始以来の資料をもとに 5 年確率で想定される値以上を用いること。（ただし、当面の間は「群馬県内都市別降雨強度表」による前橋市の数値を用いてよいものとする。）

（イ）流達時間（t）

流達時間（t）は、雨水が排水施設に流入するまでの流入時間（t₁）と排水施設に流下した雨水がある地点まで流下するまでの流下時間（t₂）の和（t）＝（t₁）＋（t₂）であり、流入時間（t₁）は原則として 7 分（5～10 分の平均値）を標準とするが、カーベイ式で求めてもよいものとします。

また、流下時間（t₂）は、管渠の区間ごとの距離と計画流量に対する流速とから求めた区間ごとの流下時間を合計して求めるものとします。

t＝流達時間（分）

t＝t₁＋t₂

t₁：流入時間（標準＝7 分）

t₂：流下時間

t₂＝L／（V×60（秒））

L：流路長（m）

V：平均流速（1.0m/秒～1.2m/秒）

(ウ) 流出係数 (C)

流出係数 (C) は、下表により、標準値を定め、加重平均して総合した流出係数を決定します。

表 3-21 工種、地域別流出係数

工種別		地域別	
不浸透性道路	0.95	市中の建て込んだ地区	0.90
アスファルト道路	0.90	建て込んだ住宅地区	0.70
透水性アスファルト舗装	0.80	田	0.70
マカダム道路	0.60	畑	0.60
砂利道	0.30	建て込んでない住宅地区	0.50
空地	0.30	公園・広場	0.30
公園・芝生・牧場	0.25	芝生・庭園・牧場	0.25
		森林地方	0.20

(注) 宅地造成工事規制区域、森林法、河川改修等特別の定により、上記より数値が大きくなる場合はその値を用いること。

表 3-22 用途別総合流出係数標準値

敷地内に間地が非常に少ない商業地域や類似の住宅地域	0.80
浸透面の野外作業場などの間地を若干持つ工場地域や庭が若干ある住宅地域	0.65
住宅公団団地などの中層住宅団地や1戸建て住宅の多い地域	0.50
庭園を多く持つ屋敷群や農家住宅、畑地などが割合残る郊外地域	0.35

(注) 一般的な宅地造成地は、0.6 以上の流出係数を使用すること。

イ 計画汚水量の算定

汚水については、生活又は事業に起因し、又は付随する排水量、すなわち計画人口 1 人 1 日最大給水量から算出される計画 1 日最大汚水量に、工場等の排水量及び侵入が予想される地下水量を加え、計画最大汚水量を求め、これを計画汚水量とします。

(ア) 下水道処理区域内の場合

○計画1日最大汚水量

1 人 1 日最大汚水量に計画人口を乗じ、必要に応じて地下水量と工場排水量その他を加算したものとす。

○計画1日平均汚水量

1 人 1 日最大汚水量の 80% に計画人口を乗じ、必要に応じて地下水量と工場排水量その他を加算したものとす。

○計画時間最大汚水量

1 人 1 日最大汚水量の 1 時間当たりの 50% 増に計画人口を乗じ、必要に応じて地下水量と工場排水量その他を加算したものとす。

(注) ●1 人 1 日最大汚水量： その地域の上水道計画の 1 人 1 日最大使用水量とし表 3-23 のとおりとする。

●地 下 水 量： 地下水量は 1 人 1 日最大汚水量の 20% 以下として定める。

●工 場 排 水 量： 井河水等を使用しかつ多量に排出する工場については個々に排水量を調査し、将来も見込んで定める。

a 計画汚水量（計画最大汚水量 Q）の算定式

$$\text{計画最大汚水量 } Q = \frac{\text{計画時間最大汚水量}}{60 \times 60} \quad (\text{m}^3/\text{sec})$$

$$\begin{aligned} \text{計画時間最大汚水量} = \\ \frac{1 \text{ 人 1 日最大汚水量} \times (\text{割増率} + \text{地下水浸透率}) \times \text{計画人口} + \text{工場排水量}}{24} \quad (\text{m}^3/\text{hr}) \end{aligned}$$

b 分流式計画下水量の簡略算式（流量計算用）※工場排水を見込まない場合

1 人 1 日最大汚水量…… $Q \text{ d m}^3/\text{人}/\text{日}$ （処理区域市町村別排水量原単位 表 3-23）

計画人口……… $N \text{ 人}$ ※観光客数がある場合は計画人口に算入する

地下水浸透率……… 0.15（0.1～0.2 の平均値）

ピーク時間の割増……… 1.5（1.3～1.8 の平均値）

計画最大汚水量……… $Q \text{ m}^3/\text{sec}$ （秒あたりピーク時間最大汚水量）

$$Q = \frac{Qd \times (1.5 + 0.15) \times N}{24 \times 60 \times 60} = \frac{1.65 \times Qd \times N}{86,400} = 0.00002 \times Qd \times N \quad (\text{m}^3/\text{sec})$$

表 3-23 下水道処理区域市町村別排水量原単位

利根川流域別下水道整備総合計画（H23.3）

市町村名	1人1日最大汚水量 (m ³ /人/日)
前橋市、高崎市、太田市（下記地区以外） 桐生市、渋川市（伊香保町、旧小野上村） 草津町	0.490
太田市（旧藪塚本町、旧尾島町、旧新田町）、渋川市（上下記地区以外）、藤岡市、中之条町、嬬恋村、みなかみ町	0.430
前橋市（富士見町、旧大胡町、旧宮城村）、高崎市吉井町、伊勢崎市、館林市、渋川市北橘町、みどり市、榛東村、吉岡町、長野原町、玉村町、大泉町	0.415
片品村	0.400
沼田市、富岡市、安中市、甘楽町、板倉町、東吾妻町、川場村、明和町、千代田町、邑楽町	0.375

(イ) 下水道処理区域以外の場合（農業集落排水区域又は合併処理浄化槽等）

予定建築物等の用途又は規模等に応じ、規定される計画使用水量を勘案して算出します。

ウ 流下能力の算定

排水路及び雨水並びに污水管渠の流出量の計算は次の式のいずれかを用いるものとします。

クッター公式

$$V = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}}{1 + (23 + \frac{0.00155}{I}) \times \frac{n}{\sqrt{R}}} \times \sqrt{R \times I} = \frac{N \times R}{\sqrt{R + D}} \quad (\text{m/sec})$$

$$Q = A \times V \quad (\text{m}^3/\text{sec})$$

$$N : (23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{I}) \times \sqrt{I}$$

$$D : (23 + \frac{0.00155}{I}) \times n$$

V : 流速 (m/sec)	n : 粗度係数
Q : 流量 (m ³ /sec)	R : 径深 = A/P (m)
A : 流水断面積 (m ²)	P : 潤辺 (m)
I : 勾配	

Point

引用：表 3-21 前橋市開発許可制度の手引（令和 6 年 7 月 1 日改訂版） P52

表 3-22 前橋市開発許可制度の手引（令和 6 年 7 月 1 日改訂版） P53

表 3-23 前橋市開発許可制度の手引（令和 6 年 7 月 1 日改訂版） P54

n：（粗度係数）	=	硬質塩化ビニール管 0.010 鉄筋コンクリート管渠 0.013 （2次製品 U 字側溝等） コンクリート造 0.016 （現場打構造や 2 次製品にコンクリートを打ち足す場合等） 石積ブロック 0.025
----------	---	---

マンニングの公式

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \quad (\text{m/sec})$$

$$Q = A \times V \quad (\text{m}^3/\text{sec})$$

（注意） 流下能力の安全率は暗渠の場合で円形管の場合は余裕高なしの満流状態（10 割断面）、短形きよ（ボックス）の場合は 1.1 倍（9 割断面）、開渠の場合 1.2 倍（8 割断面）以上とすること。

エ 設計流速

設計流速は、雨水管渠、污水管渠とも 1.0～1.8m/sec を標準とし、一般に下流に行くに従い漸増させ、勾配は、下流に行くに従いしだいに緩くなるように設計します。

（5）排水施設の構造・能力

ア 排水施設の構造

設置された排水施設が外圧、地盤の不等沈下あるいは移動などにより支障をきたすことなく機能するためには、堅固で耐久力を有するものでなければなりません。

イ 排水施設の材料、漏水防止

排水施設の材料は、耐水性の材料、すなわちコンクリート、れんが、陶器などで造られたものを使用し、漏水を最小限度とするために、継ぎ目はカラー、ソケット等の構造とするなどの措置を必要とします。

また、雨水のみを対象とする排水施設に限り、多孔管等の浸透機能を付加することができます。

ウ 公共の用に供する排水施設

（ア）排水施設の設置箇所

排水施設のうち共同で使用されることとなる部分は、原則として、公共の用に供する空地に設置することにより、維持管理の安全を期そうとするものです。

（イ）暗渠の構造

暗渠とされる部分については主に清掃上の観点と必要排水能力とからその内径又は内のり幅を 20 c m 以上としなければなりません。

エ マンホール等の配置・構造

泥だめ、集水又は清掃上の観点より、ます、マンホールを公共の用に供する暗渠の始まる箇所などの適当な場所に設置することにより溢水、冠水の被害を防止します。

また、専ら雨水を排除すべきますについては雨水に混入する泥、ごみ等を集めるための深さ 15 c m 以上の泥だめ、その他のます又はマンホールについては、排水の流れをスムーズにするためのインバートを設けなければなりません。

(6) 流末処理方法

ア 公共水域への接続

開発区域内の排水施設は、原則として、下水道、河川、水路などに接続していることとします。この場合、その管理者と事前に十分に協議を行うことが必要です。

また、排水放流先の水路等がなく、地形、地質上支障ないと認められる場合に限り浸透施設による処理ができるものとします。

イ 技術的基準等

流末処理方法の技術的基準等

1 令第 26 条第 2 号の「放流先の排水能力」の確認は、以下のとおりとする。

- (1) 開発面積が 0.1ha 以上 0.5ha 未満のときは、一次放流先までの排水能力が十分であることを確認すること。
- (2) 開発面積が 0.5ha 以上のときは、下水道、河川その他の公共の水域までの排水能力が十分であることを確認すること。

2 令第 26 条第 2 号の「一時雨水を貯留する遊水池」は、降雨時等の一時的な貯水をするための施設であり、常時貯水を行うことはできない。放流先の排水能力によりやむを得ず、当該遊水池を設置する場合は、『防災調節池等技術基準（案）解説と設計実例』（社団法人 日本河川協会）によるものとする。ただし、管理者の了解を得た上で当面の間は以下のとおりとすることができる。

- (1) 開発面積が 0.1ha 以上 0.5ha 未満のときは、5 年確率降雨強度で算出された流出量を 30 分間貯留できる容量とする。
- (2) 開発面積が 0.5ha 以上 5ha 未満のときは、5 年確率降雨強度で算出された流出量を 1 時間貯留できる容量とする。
- (3) 浄化槽処理水を一時貯留する場合は、1 日分を見込むものとする。

なお、流出抑制施設の設置及び管理については「宅地開発に伴い設置される流出抑制施設の設置及び管理に関するマニュアルについて（平成 12 年 7 月 27 日付け建設省経民発 14 号、建設省都下公発第 18 号、建設省河環発第 35 号）を参照とすること。

3 浸透施設の基準等

- (1) 浸透施設を設置する場合は、『宅地開発に伴い設置される浸透施設等設置技術指針の解説』（社団法人日本宅地開発協会）又は『雨水浸透施設技術指針（案）』（社団法人雨水貯留浸透技術協会）によるものとする。
- (2) 浸透施設の設置にあたっては、盛土部分及びがけ擁壁等の付近へは設けないこと。
- (3) 浸透施設の浸透面は、底面のみでなく側面に対しても考慮した構造とし、流入する雑排水は浄化槽等で処理されたものを浸透させるものとする。
- (4) 浸透施設の規模は土質、排水量により異なるが、一般家庭用の雑排水処理としては、1 戸当たり 1 m³以上の貯留能力があるものとする。
- (5) 浸透施設を並列して設置する場合は、その浸透の能力を確保するために、必要な間隔をとること。

14.4 地下水排除工

14.4.1 地下水排除工の種類

盛土崩壊の多くが湧水、地下水、降雨等の浸透水を原因とするものであること、また、盛土内の地下水が地震時の滑動崩落の要因となることから、盛土内に表 3-24 に示す地下水排除工を十分に設置し、基礎地盤からの湧水や地下水の上昇を防ぐことにより、盛土の安定を図る必要があります。

特に山地・森林では、谷部等において浸透水が集中しやすいため、現地踏査等によって、原地盤及び周辺地盤の水文状況を適切に把握することが必要です。

表 3-24 地下水排除工の種類

排水機能	排水工の種類	役割
地下水排除工	暗渠排水工	盛土最下部に盛土地盤全体の安定を保つ
	基盤排水層	地山から盛土への水の浸透を防止する
	法尻工（ふとんかご・じゃかご工）	盛土内の浸透水の処理及び法尻崩壊の防止
	盛土内排水層（水平排水層）	地下水の上昇を防ぐとともに、降雨による浸透水を速やかに排除し、盛土の安定を図る

Point

参考：表 3-24 道路土工 盛土工指針（（社）日本道路協会、平成 22 年 4 月） P162 一部修正
盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P138～

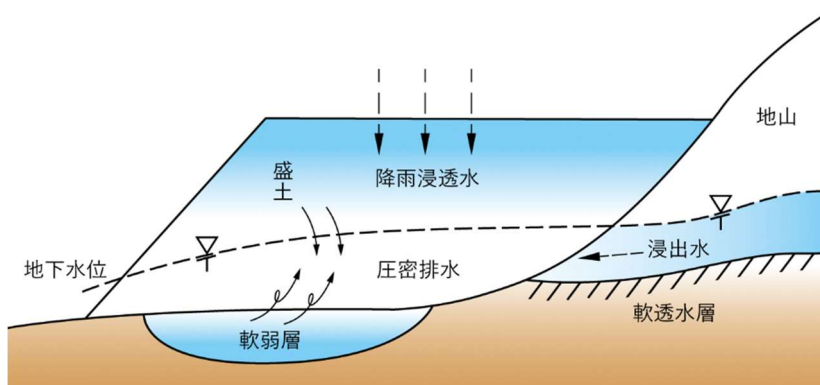


図 3-49 地下水の各構成成分

Point

参考：図 3-49 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P139 一部修正

14.4.2 暗渠排水工

審査基準

図面等により、以下のとおり暗渠排水工を適切に設置する計画であることを確認します。

[標準仕様]

- ・ 暗渠排水工の標準的な仕様は表 3-25 のとおりとすること。

表 3-25 暗渠排水工の標準的な仕様

項目	仕様
管 径	(本暗渠) ・300mm以上（流域等が大きい場合は流量計算により決定する） (補助暗渠) ・200mm以上
配 置	(共通) ・暗渠排水工は、盛土をする前の地盤面又は切土をした後の地盤面に設置 (本暗渠) ・谷の底部に設置 (補助暗渠) ・原地盤の谷部・湧水等の顕著な箇所等を対象に樹枝状に設置 ・設置間隔は、40m（溪流等をはじめとする地下水が多いことが想定される場合等は20m以内）
流 末 処 理	維持管理や点検が行えるように、ます、マンホール、かご工等で保護を行うこと
構 造	(共通) ・暗渠排水管等の上面や側面には、そだや砂利等によるフィルターを設けて土で埋め戻すこと (本暗渠) ・管材を使用すること (補助暗渠) ・管材又は碎石構造とすること

Point

参考：表 3-25 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P137-P142

行政指導指針

- ・吸水渠（有孔管・透水管）は、吸水できる反面漏水する可能性があるため、盛土法面のように漏水すると危険な箇所では使用しないことが望ましい。
- ・大規模盛土造成地に該当する造成を行う場合においても、必要に応じて暗渠排水工を設置することが望ましい。

[流域が大きい場合]

流域が大きい場合の暗渠排水量は、次に掲げる事項を踏まえ、以下の式を用いて算出すること。なお、湧水箇所がある場合には、湧水量を測定して暗渠排水量に加算すること。本暗渠の規格の決定に当たっては、排水流量は以下の式で求まる暗渠排水量に対して 5 割の余裕を見込むこと。

$$Q = A \cdot q$$

$$q = \frac{R \cdot p \cdot 10,000}{N \cdot 86,400} \quad (\ell/s \cdot ha)$$

Q : 暗渠排水量(ℓ/s)

q : 単位暗渠排水量(ℓ/s)

R : 計画日雨量(mm/d)

p : 地下浸透率(=1-f)、f : 流出率

N : 排除日数(d)

A : 流域面積(ha)

表 3-26 設計諸元

計画日雨量R	140.7
地下浸透率p	1-f 流出率f (表 3-27参照)
流域面積A	盛土をした土地及びその周辺の土地の地形を考慮し、設定すること

表 3-27 流出率 (流出係数)

工種別	流出係数	地域別	流出係数
不浸透性道路	0.95	市中の建て込んだ地区	0.90
アスファルト道路	0.90	建て込んだ住宅地区	0.70
透水性アスファルト舗装	0.80	田	0.70
マカダム道路	0.60	畑	0.60
砂利道	0.30	建て込んだ住宅地区	0.50
空地	0.30	公園・広場	0.30
公園・芝生・牧場	0.25	芝生・庭園・牧場	0.25
		森林地方	0.20

■Point

引用：表 3-27 前橋市開発許可制度の手引（令和 6 年 7 月 1 日改訂版） P52

参考：盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P140,141

14.4.3 基盤排水層

審査基準

片盛り・片切り、腹付け盛土、傾斜地盤上の盛土のほか、谷間を埋める盛土等の場合には、図面等により、以下のとおり基盤排水層を適切に設置する計画であることを確認します。

[標準仕様]

- ・ 基盤排水層の標準的な仕様は、表 3-28 のとおりとする。

表 3-28 基盤排水層の標準的な仕様

項目	仕様
配 置	・法尻から法肩の水平距離の 1/2 の範囲に設置 ・地表面勾配 $i < 1:4$ (基礎地盤の段切りを施工しない勾配) の谷底部を包括して設置 ・湧水等の顕著な箇所等に設置
層 厚	・標準：0.5mを標準とする（溪流等における盛土をはじめとする地下水が多いことが想定される場合等は1.0m以上）
材 料	・透水性が高い材料（碎石や砂等）

Point

参考：表 3-28 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P141

行政指導指針

- ・審査基準に示す場合以外にも、必要に応じて基盤排水層を設置することが望ましい。

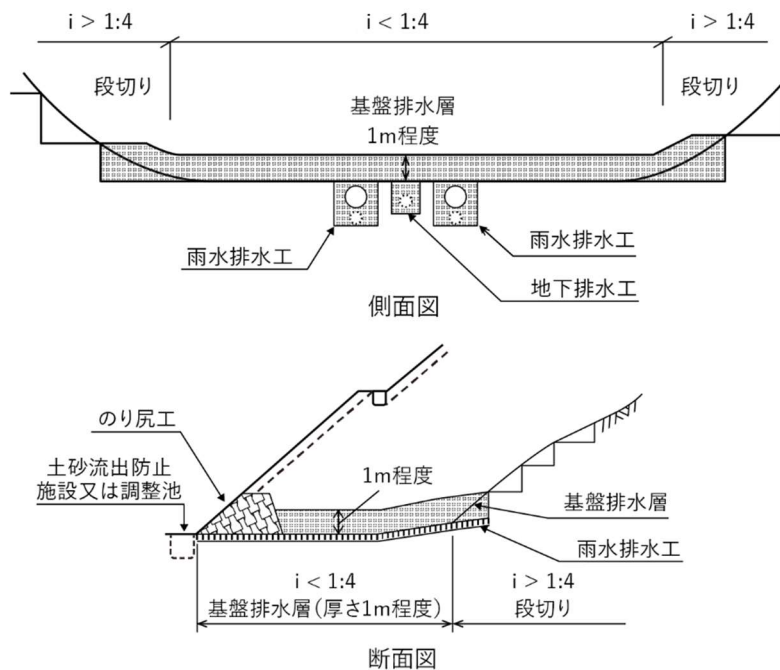


図 3-52 基盤排水層

Point

大規模盛土造成地⇒盛土法面の検討

引用：図 3-52 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P142

14.4.4 法尻工

審査基準

図面等により、以下のとおり法尻工を適切に設置する計画であることを確認します。

[標準仕様]

- ・ 法尻工の標準的な仕様は、表 3-29 のとおりとする。

表 3-29 法尻工の標準的な仕様

項目	仕様
配 置	・法尻部に設置 ・地下水排水工等と併用
材 料	・ふとんかご ・じゃかご工 ・透水性の高い岩塊（盛土材料の細粒分の流出を防ぐため、必要に応じて吸出し防止材等を設置）

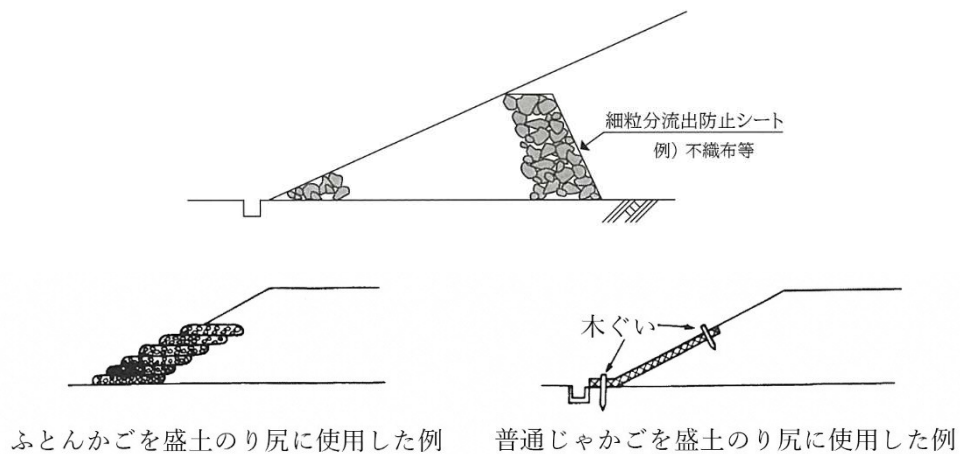


図 3-53 法尻工の例

Point

参考：表 3-29 道路土工 盛土工指針（（社）日本道路協会、平成 22 年 4 月） P158

引用：図 3-53 道路土工 盛土工指針（（社）日本道路協会、平成 22 年 4 月） P158,P159

14.4.5 水平排水層

政 令

(地盤について講ずる措置に関する技術的基準)

第七条 法第十三条第一項の政令で定める宅地造成に関する工事の技術的基準のうち地盤について講ずる措置に関するものは、次に掲げるものとする。

一 盛土をする場合においては、盛土をした後の地盤に雨水その他の地表水又は地下水（以下「地表水等」という。）の浸透による緩み、沈下、崩壊又は滑りが生じないよう、次に掲げる措置を講ずること。

イ 略

ロ 盛土の内部に浸透した地表水等を速やかに排除することができるよう、砂利その他の資材を用いて透水層を設けること。

解説

地下水の上昇を防ぐとともに、盛土内部に浸透した地表水を排除するための措置について規定しています。

審査基準

図面等により、以下のとおり水平排水層を適切に設置する計画であることを確認します。

[水平排水層の仕様]

- 水平排水層の仕様は、表 3-30 のとおりとする。

表 3-30 盛土法面に設置する水平排水層の基準

項目	基準
層 厚	30cm 以上
配 置 間 隔	小段ごとに設置
層 の 長 さ	小段高さの 1/2 以上
排 水 勾 配	5 ～ 6 %
材 料	透水性が高い材料（碎石、砂など）

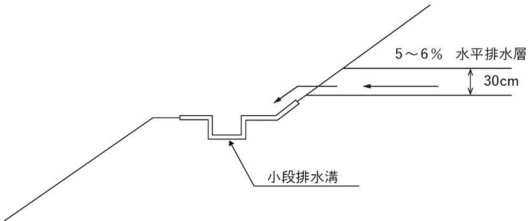


図 3-54 水平排水層端末部

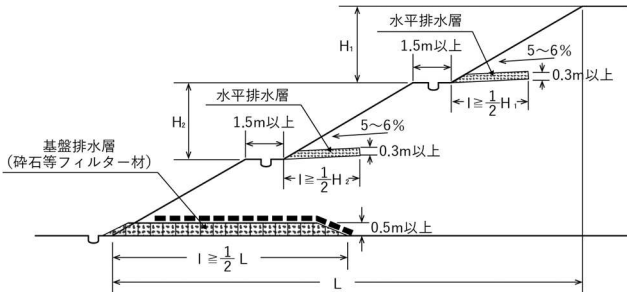


図 3-55 水平排水層

Point

参考：表 3-30 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版） I P137,P167 一部修正

図 3-55 道路土工 盛土工指針（（社）日本道路協会、平成 22 年 4 月） P163 一部修正

引用：図 3-54 道路土工 盛土工指針（（社）日本道路協会、平成 22 年 4 月） P170

第15章 土石の堆積に関する技術的基準

15.1 土石を堆積する土地の基準

政 令

（土石の堆積に関する工事の技術的基準）

第十九条 法第十三条第一項の政令で定める土石の堆積に関する工事の技術的基準は、次に掲げるものとする。

- 一 堆積した土石の崩壊を防止するために必要なものとして主務省令で定める措置を講ずる場合を除き、土石の堆積は、勾配が十分の一以下である土地において行うこと。
 - 二 土石の堆積を行うことによつて、地表水等による地盤の緩み、沈下、崩壊又は滑りが生ずるおそれがあるときは、土石の堆積を行う土地について地盤の改良その他の必要な措置を講ずること。
 - 三 堆積した土石の周囲に、次のイ又はロに掲げる場合の区分に応じ、それぞれイ又はロに定める空地（勾配が十分の一以下であるものに限り。）を設けること。
 - イ 堆積する土石の高さが五メートル以下である場合 当該高さを超える幅の空地
 - ロ 堆積する土石の高さが五メートルを超える場合 当該高さの二倍を超える幅の空地
 - 四 堆積した土石の周囲には、主務省令で定めるところにより、柵その他これに類するものを設けること。
 - 五 雨水その他の地表水により堆積した土石の崩壊が生ずるおそれがあるときは、当該地表水を有効に排除することができるよう、堆積した土石の周囲に側溝を設置することその他の必要な措置を講ずること。
- 2 前項第三号及び第四号の規定は、堆積した土石の周囲にその高さを超える鋼矢板を設置することその他の堆積した土石の崩壊に伴う土砂の流出を有効に防止することができるものとして主務省令で定める措置を講ずる場合には、適用しない。

省 令

（柵その他これに類するものの設置）

第三十三条 令第十九条第一項第四号（令第三十条第二項において準用する場合を含む。）に規定する柵その他これに類するものは、土石の堆積に関する工事が施行される土地の区域内に人がみだりに立ち入らないよう、見やすい箇所に関係者以外の者の立入りを禁止する旨の表示を掲示して設けるものとする。

解説

土石の堆積に関する工事を行うに当たっては、堆積する土地の周囲に空地を設置することや立ち入り防止措置等を講じる必要があります。

審査基準

図面等により、工事の計画が以下の基準に適合することを確認します。

[堆積する土地の地盤]

- ・ 土石を堆積する土地（空地を含む）の勾配は、10 分の 1 以下とすること。
- ・ 勾配の考え方は、図 3-56 によること。原地盤に極端な凹凸や段差がある場合には、堆積に先がけてできるだけ平坦にかき均すこと。
- ・ 地表水等による地盤の緩み等が生じるおそれがある場合は、地盤改良等の必要な措置を講ずること。

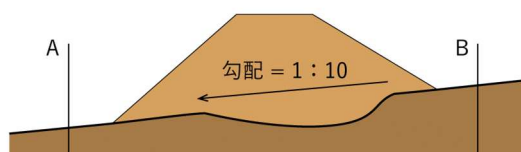


図 3-56 勾配の考え方

■Point

- ・勾配が 10 分の 1 以上の斜面地を平坦にするために造成を行い、当該造成が形質変更該当するときは、先に形質変更による工事の許可を取り、その後、土石の堆積に関する工事の許可をとる必要があります。
- ・地盤の緩み等の要因には、地表水のほかに地下水があります。

[堆積する土地の基準]

- ・ 土石の堆積を行う区域の周囲に、以下のとおり空地を設けること。
 - ① 堆積する土石の高さが 5m 以下の場合、当該高さを超える幅の空地
 - ② 堆積する土石の高さが 5m 超の場合、当該高さの 2 倍を超える幅の空地
- ・ 空地の外側に側溝等を設置し、さらに、その外側に柵等を設けること。見やすい場所に関係者以外立入禁止の表示を行うこと。

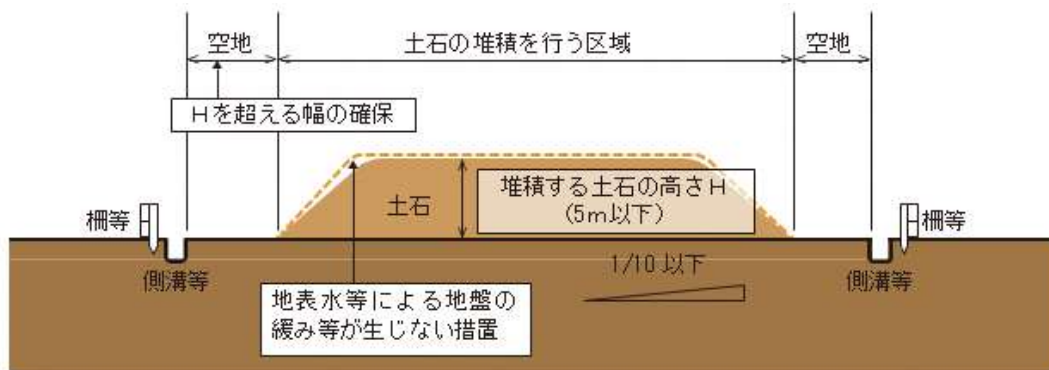


図 3-57 堆積する土地の基準（高さ 5m 以下）

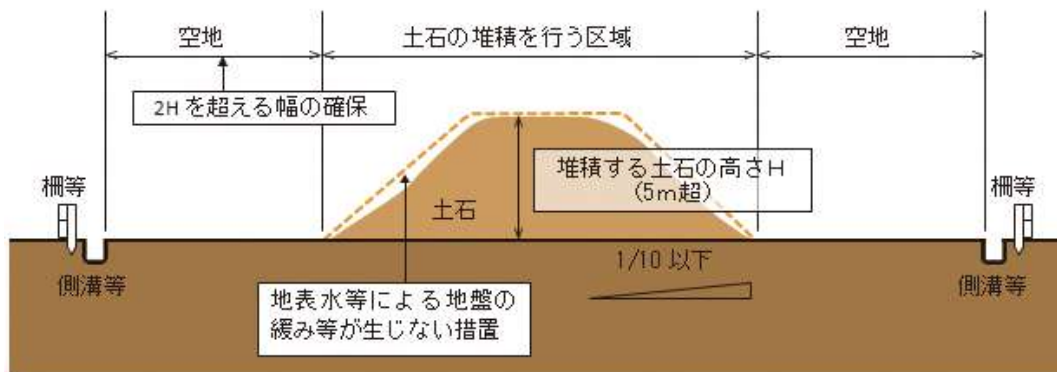


図 3-58 堆積する土地の基準（高さ 5m 超）

■Point

- ・鋼矢板等により土石の流出防止を図る場合には、空地、柵等の設置は不要です。
- ・側溝等は、素掘り側溝等の簡素な措置とすることも可能です。また、側溝等の幅は、空地に含めません。
- ・柵等とは、地区内に人がみだりに立ち入らないようにする施設であり、ロープ等も使用可能です。

参考：図 3-57, 図 3-58 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅱ P616
一部修正

盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅱ P614～

15.2 堆積した土石の崩壊を防止する措置

省 令

（堆積した土石の崩壊を防止するための措置）

第三十二条 令第十九条第一項第一号（令第三十条第二項において準用する場合を含む。）の主務省令で定める措置は、土石の堆積を行う面（鋼板等を使用したものであって、勾配が十分の一以下であるものに限る。）を有する堅固な構造物を設置する措置その他の堆積した土石の滑動を防ぐ又は滑動する堆積した土石を支えることができる措置とする。

審査基準

土石を堆積する土地（空地を含む）の地盤の勾配が 10 分の 1 を超える場合は、図面等により、以下のとおり構台等を適切に設置する計画であることを確認します。

〔構台等の仕様〕

- ・ 土石の堆積を行う面（鋼板等を使用したものに限る。）を有する構台等の堅固な構造物とすること。
- ・ 土石の堆積を行う面の勾配は、10 分の 1 以下とすること。
- ・ 想定される最大堆積高さの際に発生する土圧、水圧、自重のほか、必要に応じて重機による積載荷重に耐えうる構造とすること。

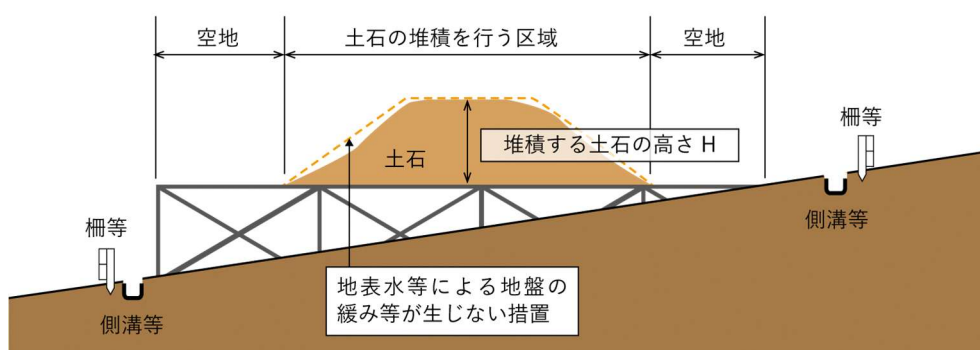


図 3-59 構台のイメージ

Point

- ・ 構台の詳細な設計を行う際は、乗入れ構台設計・施工指針（日本建築学会、平成 26 年 11 月）や道路土工仮設—仮設構造物指針（日本道路協会、平成 11 年 3 月）を参考としてください。

参考：図 3-59 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅱ P624 一部修正

15.3 土石の崩壊に伴う流出を防止する措置

省 令

（土石の崩壊に伴う土砂の流出を防止する措置）

第三十四条 令第十九条第二項（令第三十条第二項において準用する場合を含む。）の主務省令で定める措置は、次に掲げるいずれかの措置とする。

- 一 堆積した土石の周囲にその高さを超える鋼矢板又はこれに類する施設（次項において「鋼矢板等」という。）を設置すること
- 二 次に掲げる全ての措置
 - イ 堆積した土石を防水性のシートで覆うことその他の堆積した土石の内部に雨水その他の地表水が浸入することを防ぐための措置
 - ロ 堆積した土石の土質に応じた緩やかな勾配で土石を堆積することその他の堆積した土石の傾斜部を安定させて崩壊又は滑りが生じないようするための措置
- 2 前項第一号の鋼矢板等は、土圧、水圧及び自重によって損壊、転倒、滑動又は沈下をしない構造でなければならない。

審査基準

土石の崩壊に伴う流出を防止する措置が、以下の基準に適合した仕様であることを確認します。

[土石の崩壊に伴う流出を防止する措置]

- ・ 鋼矢板等の設置
 - ① 堆積高さを超える鋼矢板やこれに類する施設を設置すること。
 - ② 想定される最大堆積高さの際に発生する土圧、水圧、自重のほか、必要に応じて重機による積載荷重に対して、損壊、転倒、滑動又は沈下をしない構造とすること。照査方法については、15.4 によること。

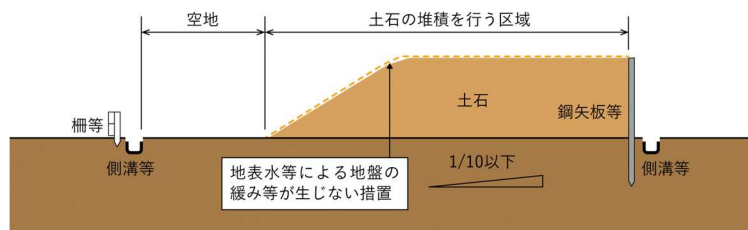


図 3-60 鋼矢板等の設置

Point

参考：図 3-60 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅱ P624 一部修正

- ・ 緩勾配での堆積及び防水性のシート等による保護
 - ① 堆積する土石の土質に応じた、緩やかな勾配とすること。
 - ② 堆積した土石を防水性のシート等で覆うこと。

行政指導指針

- ・ 堆積勾配の規制及び防水性のシート等による保護によって堆積した土石の安定を確保する場合、一般的な緩勾配のうち、最も緩い勾配（1:2.0）よりも緩い勾配とすることが望ましい。

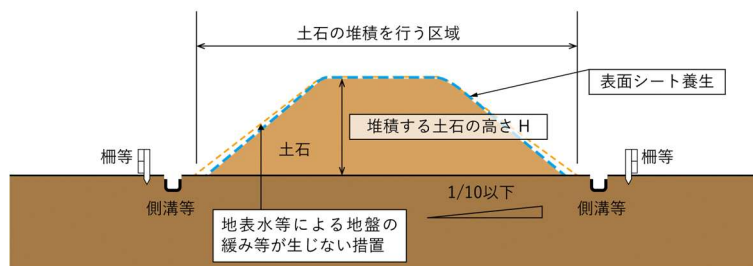


図 3-61 防水性シート等による保護

Point

参考：図 3-61 盛土等防災マニュアルの解説（盛土等防災研究会編集、初版）Ⅱ P624 一部修正

15.4 自立式鋼矢板の設計

壁高が4m以下の自立式鋼矢板を対象とした設計方法を示しています。壁高4mを超える鋼矢板や、液状化の可能性のある緩い飽和した砂質土地盤については、他の技術的指針等を参考に適切に設計してください。

15.4.1 要求性能

[許容変位量]

常時の許容変位量は、次のとおりとする。

- ・ 計画地盤面での鋼矢板水平変位量を15mm以下
- ・ 鋼矢板頭部水平変位量を壁高の1.0%以下

[自立式鋼矢板の安定性]

- ・ 自立式鋼矢板本体 応力度 $\leq$ 常時許容応力度
- ・ 鋼矢板全面の受働側地盤 設計地盤面での自立式鋼矢板の水平変位量 $\leq$ 自立式鋼矢板根入れ部の地盤水平抵抗が弾性挙動と評価できる変位量

15.4.2 土質定数

設計に用いる主な土質定数は、表 3-31 のとおりです。

土質定数は、土質試験及び原位置試験等の調査を実施することを原則とし、その結果を総合的に判断して設定してください。

表 3-31 設計に用いる主な土質定数

検討項目	必要諸数値
土圧	γ 、 γ' 、 γ_w 、 c 、 ϕ 、 N 値、 δ
水圧	γ_w 、地下水位、間隙水圧
水平方向地盤反力係数	E_0 、 N 値、 c

γ : 土の湿潤単位体積重量(kN/m^3)

γ' : 土の湿潤単位体積重量(kN/m^3)

γ_w : 水の位体積重量(kN/m^3)

c : 土の粘着力(kN/m^2)

δ : 壁面の摩擦角(度)

ϕ : 土のせん断抵抗角(度)

E_0 : 土の変形係数(kN/m^3)

Point

参考：表 3-31 自立式鋼矢板設計マニュアル（一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会 一般社団法人 先端建設技術センター、平成 29 年 3 月） P32 一部修正

[単位体積重量]

- ・ 土の単位体積重量は、土質試験から得られた実重量を用いることを原則とする。
- ・ 土質調査及び試験を行うことが困難などにより十分な試料を得られない場合は、表 3-32 の値を参考に設定することができる。

表 3-32 土の単位体積重量 (kN/m³)

地盤	土質	ゆるいもの	密なもの
自然地盤	砂・礫	18	20
	砂質土	17	19
	粘性土	14	18
盛土	砂および砂礫	20	
	砂質土	19	
	粘性土 (ただし $w_L < 50\%$)	18	

注) 地下水位以下にある土の水中単位体積重量は、それぞれ表中の値から9.0kN/m³を差し引いた値としてよい。

▼Point

参考：表 3-32 自立式鋼矢板設計マニュアル（一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会 一般社団法人 先端建設技術センター、平成 29 年 3 月） P66 一部修正

15.4.3 荷重

自立式鋼矢板を設計するときに考慮する荷重は、①自重、②土圧、③水圧とします。

[自重]

- ・ 自立式鋼矢板は、壁面重量が軽いので鋼矢板の自重を考慮する必要はない。

[土圧]

- ・ 土圧はクーロンの土圧公式により算定すること。（9.3.2 参照）
- ・ 砂質土の主働土圧における壁面摩擦角 δ は 15°を標準とすること。

[水圧]

- ・ 自立式鋼矢板の前背後で水位差が生じる場合には、水圧を考慮すること。

15.4.4 材料

[鋼矢板]

- ・ 自立式鋼矢板に用いる鋼矢板は、JIS A 5523（溶接用熱間圧延鋼矢板）又は JIS A 5528（熱間圧延鋼矢板）を使用すること。
- ・ ハット形鋼矢板を用いる場合には全断面有効（断面性能の有効率は 100%）とし、U 形鋼矢板を用いる場合には、断面性能の有効率を考慮して、適宜、断面性能を低減して構造計算を行うこと。
- ・ 設計に用いる鋼矢板の腐蝕代は片面 1mm（両面 2mm）を標準とすること。
- ・ 鋼矢板は、一枚ものを使用すること。

表 3-33 鋼矢板擁壁の断面二次モーメントおよび断面係数の有効率

項目	計算種別	断面性能の有効率	
		ハット形鋼矢板	U 形鋼矢板
断面二次モーメント	根入れ長の計算	全断面有効(100%)	
	変異、断面力計算	全断面有効(100%)	全断面有効の 80%
断面係数	応力度の計算	全断面有効(100%)	

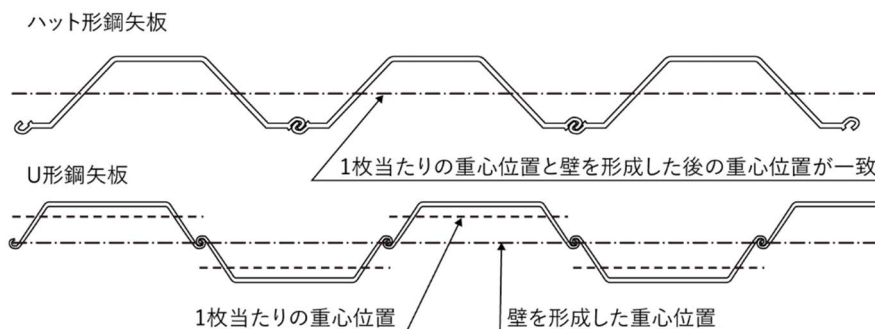


図 3-62 鋼矢板の単体と壁体の重心位置の関係

Point

・腐食代及び腐蝕後の断面性能などの算出は、「自立式鋼矢板設計マニュアル（一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会 一般社団法人 先端建設技術センター、平成 29 年 3 月）」の「資料 9 鋼矢板の腐食代及び腐蝕後の断面性能」を参考とすることができる。

引用：表 3-33, 図 3-62 自立式鋼矢板設計マニュアル（一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会 一般社団法人 先端建設技術センター、平成 29 年 3 月） P24

[許容応力度]

- ・ 鋼矢板の許容応力度は、次表の値を標準とする。

表 3-34 鋼矢板の許容応力度 (N/mm²)

応力度の種類	鋼種	SYW295 SY295	SYW390 SY390
曲げ引張応力度（純断面積につき）		180	235
曲げ圧縮応力度（純断面積につき）		180	235
せん断応力度（純断面積につき）		100	125

[鋼材のヤング係数]

- ・ 鋼材のヤング係数は、以下のとおりとすること。

表 3-35 鋼材のヤング係数

種類	ヤング係数 (N/mm ²)
鋼及び鋳鋼	2.0×10^5
PC鋼線、PC鋼より線、PC鋼棒	2.0×10^5

■Point

引用：表 3-34 自立式鋼矢板設計マニュアル（一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会 一般社団法人 先端建設技術センター、平成 29 年 3 月） P25

表 3-35 仮設構造物指針（日本道路協会、平成 11 年 3 月） P46

15.4.5 自立式鋼矢板の設計

[構造計算]

- ・ 構造計算は、簡便法によるものとし、半無限長として計算すること。

[鋼矢板長の検討]

- ・ 水平方向地盤反力係数 k_H を、地盤調査、土質試験により得られた変形係数を用いて、次式により推定すること。

$$k_H = \eta k_{H0} \left(\frac{B_H}{0.3} \right)^{-3/4}$$

η : 壁体形式に関わる係数
連続した壁体の場合 $\eta=1$

k_{H0} : 直径 30cm の剛体円板による平板載荷試験の値に相当する水平
方向地盤反力係数(kN/m^3)

B_H : 換算載荷幅(m)
 $B_H=10\text{m}$ (1,000cm)とする。

$$k_{H0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_0$$

E_0 : 表 3-36 に示す方法で測定または推定した設計の対象とする位置で
の地盤の変形係数(kN/m^2)

α : 地盤反力係数の推定に用いる係数で表 3-36 に示す。

表 3-36 変形係数 E_0 と α

次の試験方法による変形係数 E_0 (kN/m^2)	α
ボーリング孔内で測定した変形係数	4
供試体の一軸又は三軸圧縮試験から求めた変形係数	4
標準貫入試験のN値より $E_0=2800\text{N}$ (28N) で求めた変形係数	1

Point

引用：表 3-36 自立式鋼矢板設計マニュアル（一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会 一般社団法人 先端建設技術センター、平成 29 年 3 月） P32

水平方向地盤反力係数 k_H を用いて、次式より根入れ長を算出し、これに地上高を加えた長さを鋼矢板長とすること。

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_H B}{4EI_0}}$$

$$\ell_0 \geq \frac{3}{\beta}$$

ℓ_0 根入れ長(m)

β 杭の特性値(m^{-1})

[最大曲げモーメント]

- ・ 以下の式により、最大曲げモーメント M_{max} を求めること。

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_H B}{4EI}}$$

k_H : 水平方向地盤反力係数(kN/m^3)で通常 $1/\beta$ の範囲の平均値

B : 擁壁の幅(m)で単位幅とする。

E : 擁壁のヤング係数(kN/m^2)

I : 擁壁の単位幅当たりの断面二次モーメント(m^4)

$$M_{max} = \frac{P}{2\beta} \sqrt{(1 + 2\beta h_0)^2 + 1} \cdot \exp\left(-\tan^{-1} \frac{1}{1 + 2\beta h_0}\right)$$

M_{max} : 鋼矢板擁壁に発生する最大曲げモーメント($\text{kN} \cdot \text{m}$)

Z : 鋼矢板擁壁の単位幅当たりの断面係数(m^3)

P : 側圧の合力(kN) (図 3-62 参照) で単位幅の値とする

h_0 : 設計地盤面から合力の作用位置までの高さ(m) (図 3-62 参照)

I : 鋼矢板壁の断面二次モーメント(m^4)

β : 杭の特性値(m^{-1}) ただし、ここで用いる逆三角関数の単位は(rad)である

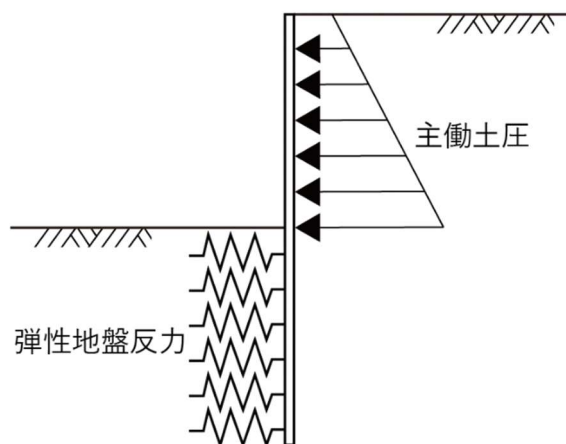


図 3-63 簡便法の計算モデル (Chang の式による)

■Point

引用：図 3-63 自立式鋼矢板設計マニュアル（一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会 一般社団法人 先端建設技術センター、平成 29 年 3 月） P36

[応力度の検討]

- ・ 腐食代を見込んだ断面係数を用いて、次式より応力度 σ_{max} を求めること。

$$\sigma_{max} = \frac{|M_{max}|}{Z} \times 10^{-3}$$

ここに、 σ_{max} ：鋼矢板擁壁の応力度(N/mm²)

M_{max} ：鋼矢板擁壁に発生する最大曲げモーメント (kN・m)

Z ：鋼矢板擁壁の単位幅当たりの断面係数(m³)

[変位量の検討]

- ・ 次式より、鋼矢板の水平変位量を求めること。

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$$

δ ：鋼矢板擁壁頭部の変位量(m)

δ_1 ：設計地盤面での変位量(m)

δ_2 ：設計地盤面でのたわみ角による変位量(m)

δ_3 ：設計地盤面以上の片持ちばりの変位量(m)

$$\delta_1 = \frac{(1 + \beta h_0)}{2EIe\beta^3} P$$

$$\delta_2 = \frac{(1 + 2\beta h_0)}{2EIe\beta^2} PH$$

$$\delta_3 = \frac{H^3}{6EI} \sum (3 - \alpha_i) \alpha_i^2 P_i$$

β ：杭の特性値(m⁻¹)

h_0 ：設計地盤面から合力の作用位置までの高さ(m) (図 3-63 参照)

P ：側圧の合力(kN) (図 3-63 参照)

E ：鋼矢板のヤング係数(kN/m²)

I ：鋼矢板壁の断面二次モーメント(m⁴)

e ：有効率

H ：鋼矢板擁壁高さ(m)

α_i ：作用高さと壁高の比 = h_0/H

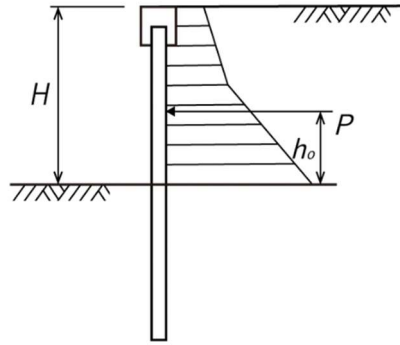


図 3-64 鋼矢板擁壁に作用する土圧及び水圧

■Point

引用：図 3-64 自立式鋼矢板設計マニュアル（一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会 一般社団法人 先端建設技術センター、平成 29 年 3 月） P38