

がけ崩れ対策設計要領(案)

平成 21 年 3 月

(平成 28 年 6 月一部改正)

岐阜県 県土整備部 砂防課

目 次

| | |
|-------------------------|------|
| 1. 概説 | 1-1 |
| 1-1. 目的 | 1-1 |
| 1-2. 適用の範囲 | 1-1 |
| 1-3. 「急傾斜地法」と事業 | 1-2 |
| 1-4. 「土砂災害防止法」との関係 | 1-4 |
| 1-5. 用地の補償範囲、取得範囲および余裕幅 | 1-9 |
| 1-6. 施工箇所の機能回復 | 1-11 |
| 2. 計画 | 2-1 |
| 2-1. 計画 | 2-1 |
| 2-2. 急傾斜工事における工法の選定 | 2-1 |
| 2-3. 急傾斜地崩壊対策事業の実施 | 2-4 |
| 2-4. 急傾斜地崩壊対策施設の配置計画 | 2-5 |
| 3. 調査 | 3-1 |
| 3-1. 目的 | 3-1 |
| 3-2. 調査の種類 | 3-1 |
| 3-3. 調査結果の整理 | 3-4 |
| 4. 切土工 | 4-1 |
| 4-1. 概説 | 4-1 |
| 4-2. 切土の法面勾配 | 4-1 |
| 4-3. 小段 | 4-2 |
| 5. 排水工の設計 | 5-1 |
| 5-1. 概説 | 5-1 |
| 5-2. 地表水排水工の名称 | 5-1 |
| 5-3. 流出量、通水量の算定 | 5-1 |
| 5-4. 水路の勾配 | 5-1 |
| 5-5. 排水施設の断面 | 5-1 |
| 5-6. 構造詳細 | 5-2 |
| 6. のり面保護工の設計 | 6-1 |
| 6-1. 法面保護工の選定 | 6-1 |
| 6-2. 植生工 | 6-2 |
| 6-3. 吹付工 | 6-2 |
| 6-4. コンクリート張工 | 6-4 |
| 6-5. のり枠工 | 6-6 |

| | |
|---------------------------|------|
| 7. 擁壁工の設計 | 7-1 |
| 7-1. 概説 | 7-1 |
| 7-2. 重力式擁壁・もたれ式擁壁工設計の留意事項 | 7-2 |
| 7-3. 重量式コンクリート擁壁工の設計 | 7-5 |
| 7-4. もたれ式コンクリート擁壁工の設計 | 7-8 |
| 7-5. 基礎工の設計 | 7-10 |
| 7-6. 擁壁の安定計算 | 7-12 |
| 7-7. 井桁組擁壁工の設計 | 7-29 |
| 8. グラウンドアンカー工およびロックボルト工 | 8-1 |
| 8-1. 目的 | 8-1 |
| 8-2. 計画 | 8-1 |
| 8-3. 調査 | 8-1 |
| 8-4. グラウンドアンカー工の種類 | 8-2 |
| 8-5. ロックボルトの概要 | 8-3 |
| 9. 落石対策工 | 9-1 |
| 9-1. 概説 | 9-1 |
| 9-2. 一般留意事項 | 9-1 |
| 9-3. 落石の発生形態 | 9-1 |
| 9-4. 落石の運動形態 | 9-1 |
| 9-5. 落石の跳躍量 | 9-2 |
| 9-6. 落石予防工の種類 | 9-3 |
| 9-7. 落石防護工の種類 | 9-6 |
| 9-8. 落石予防工・落石防護工の設計 | 9-6 |
| 10. 急傾斜地崩壊対策工事中仮設防護柵 | 10-1 |

参考資料

1. 概説

1-1. 目的

本設計要領（案）は、急傾斜地崩壊防止工事について、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例－急傾斜地崩壊防止工事技術指針－」（以下、急傾斜地崩壊防止工事技術指針とする。）をはじめとする各種の指針、関連する通達などに対する岐阜県としての標準的な運用を目的に編纂したものである。利用にあたっては、本設計要領（案）に示された事項に関わる諸基準の制定の背景や、それらが意図することを的確に把握し、合理的な設計に努めなければならない。

1-2. 適用の範囲

本設計要領は、岐阜県で実施する急傾斜地崩壊防止工事に適用する。この要領に定めていない事項については、次の指針等による。なお、この設計要領の発行後に各種示方書、指針等の基準の制定・改定があった場合、その制定・改定主旨を充分把握し、次回設計要領改訂まで設計要領の適用に当たっては弾力的な運用を図ることとする。

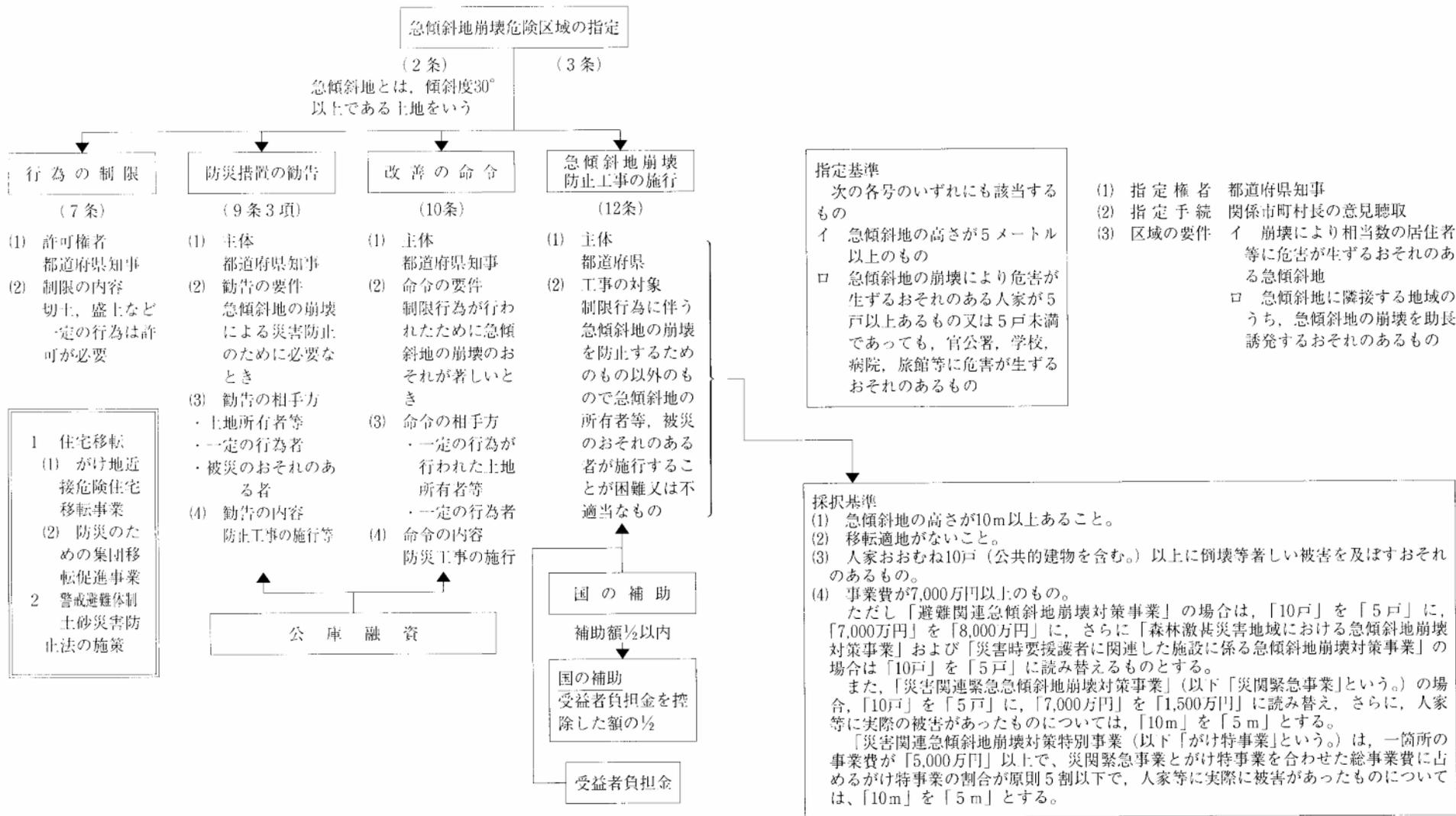
| 指針・要綱等 | 発行年月 | 発刊者 |
|--------------------------------------|--------------|---|
| 新・斜面崩壊防止工事の設計と実例 －急傾斜地崩壊防止工事技術指針－ | 平成 19 年 9 月 | 国土交通省河川局砂防部監修 (社)全国治水砂防協会 |
| がけ崩れ対策の手引き 平成 16 年版 | 平成 17 年 3 月 | 全国地すべりがけ崩れ対策協議会 |
| 砂防指定地等管理事務の手引き | 平成 23 年 10 月 | 岐阜県基盤整備部砂防課 |
| 岐阜県基礎調査マニュアル（急傾斜地編） | 平成 27 年 8 月 | 岐阜県県土整備部砂防課 |
| 道路土工－切土工・斜面安定工指針 | 平成 21 年 6 月 | (社)日本道路協会 |
| 道路土工－擁壁工指針 | 平成 24 年 7 月 | (社)日本道路協会 |
| 道路土工要綱 | 平成 21 年 6 月 | (社)日本道路協会 |
| 道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 | 平成 24 年 3 月 | (社)日本道路協会 |
| 道路橋示方書・同解説 IV耐震設計編 | 平成 24 年 3 月 | (社)日本道路協会 |
| 土木構造物標準設計第 2 巻（擁壁類） | 平成 12 年 9 月 | 全日本建設技術協会編 |
| 崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例 | 平成 22 年 11 月 | 全国地すべりがけ崩れ対策協議会 |
| 大型ブロック積み擁壁設計・施工マニュアル （第 2 回改訂版） | 平成 16 年 6 月 | (社)土木学会四国支部 |
| 続・擁壁の設計法と計算例 | 平成 10 年 10 月 | 理工図書 |
| 一日土研シリーズ 土木技術相談集 材料・土工・ 施工編 | 平成 16 年 2 月 | 独立行政法人土木研究所編 |
| のり枠工の設計・施工指針(改訂版) | 平成 25 年 11 月 | (社)全国特定法面保護協会 |
| 新版フリーフレーム工法 | 平成 20 年 4 月 | フリーフレーム協会 |
| グラウンドアンカー設計・施工基準，同解説 | 平成 24 年 5 月 | (社)地盤工学会 |
| 切土補強土工法設計・施工要領 | 平成 19 年 1 月 | 東日本高速道路株式会社・中日本高速道 路株式会社・西日本高速道路株式会社 |
| 設計要領第二集 橋梁建設編 | 平成 27 年 7 月 | (株)高速道路総合技術研究所 |
| コンクリート標準示方書【設計編】 | 平成 25 年 3 月 | 土木学会 |
| 落石対策便覧 | 平成 12 年 6 月 | (社)日本道路協会 |
| 道路設計要領－設計編－ | 平成 27 年 3 月 | 国土交通省 中部地方整備局 |
| 道路設計要領 | 平成 27 年 4 月 | 岐阜県県土整備部 道路建設課・道路維持課 |
| 岐阜県建設工事共通仕様書 | 平成 28 年 4 月 | 岐阜県 |
| 岐阜県公共事業の施行に伴う公共補償基準 | 昭和 44 年 3 月 | 岐阜県 |

1-3. 「急傾斜地法」と事業

急傾斜地では、昭和 44 年度施行の「急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律」（以下「急傾斜地法」と称す）により、急傾斜地崩壊対策事業を推進している。

急傾斜地崩壊防止工事は、「急傾斜地法」およびこれに基づく政令に規定する基準ならびに通達による技術基準によって実施されるものである。

急傾斜地法の概要図を図 1-3-1 に示す。事業を実施するにあたり、図 1-3-1 の採択基準を参考にするとよい。



(注) ……は実施基準等
 ……は関連施策

図 1-3-1 急傾斜地法法律概要図

1-4. 「土砂災害防止法」との関係

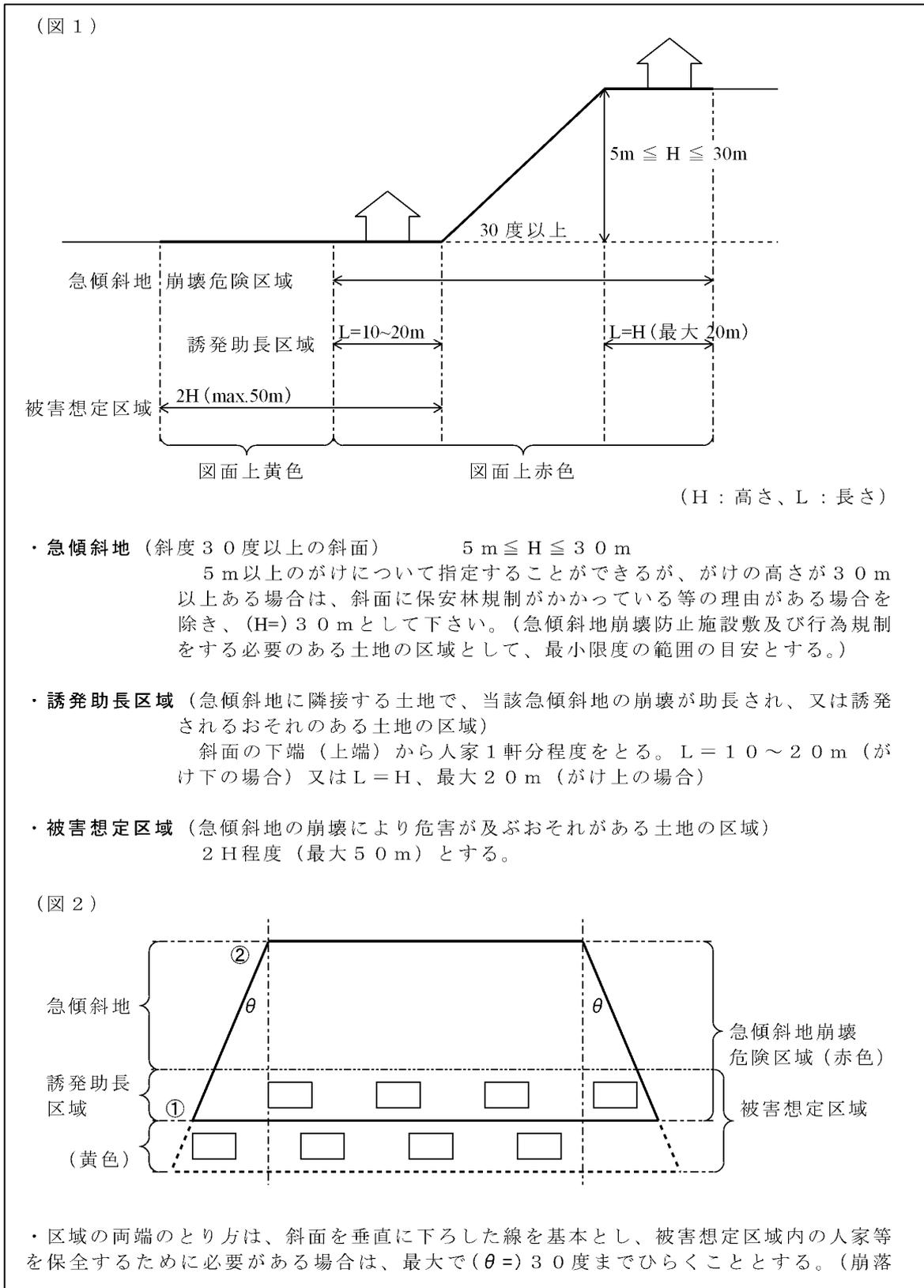
平成13年に「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」（以下「土砂災害防止法」と称す）が施行された。同法は、国民の生命及び身体を土砂災害から保護することを目的として、土砂災害の恐れのある区域を指定し、当該区域毎に土砂災害に係る情報提供及び警戒避難体制の整備を図るとともに、土砂災害による著しい危険が及ぶ区域を特別警戒区域に指定し、当該区域内においては、開発の許可や建築の安全を確保することにより、新たな住宅等が立地することを抑制し、急傾斜地の崩壊等により損壊の恐れが高い住宅地等については移転勧告を行う等、土砂災害を防止するための対策を総合的に講ずるものである。これに伴い市町村における警戒避難体制の整備が制定され、「急傾斜地法」に規定されていた警戒避難体制を整備する旨の規定が削除される等、「急傾斜地法」は所要の改定が行われた。

急傾斜地崩壊危険箇所では、同法に基づく基礎的な調査（以下、「急傾斜地基礎調査」と称す）が進められ、前記「特別警戒区域」等を定めている。

図 1-4-1 「急傾斜地法」と「土砂災害防止法」

| | 急傾斜地法 | 土砂災害防止法 |
|---------|---|--|
| 目的 | 急傾斜地の崩壊による災害から国民の生命を保護することを目的とする。 | 土砂災害の発生のおそれのある土地への人家等の立地を抑制することを目的とする。 |
| 急傾斜地の定義 | 傾斜度 30 度以上、かつ高さが 5m 以上のがけ。 | 左記 |
| 急傾斜地の下端 | 傾斜度が 30 度以上となる地点 | 左記 |
| 急傾斜地の上端 | 傾斜度が 30 度未満となる地点 | 左記 |
| 区域 | <p>【急傾斜地崩壊危険区域】</p> <p>< 下端付近のみに人家がある場合 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 下端から下方へ誘発助長区域と急傾斜地上端までの範囲 <p>< 上端付近のみに人家がある場合 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 上端から上方へ誘発助長区域と急傾斜地下端までの範囲 <p>< 上下端付近に人家がある場合 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 下端から下方へ誘発助長区域と上端から上方へ誘発助長区域の範囲 <p>【被害想定区域】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 急傾斜地の下端から急傾斜地の高さの 2 倍(50m を超える場合は 50m)の範囲 | <p>【特別警戒区域】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 急傾斜地の崩壊に伴う土石等により建築物に作用すると想定される力が、通常の建築物の耐力を上回る土地の区域。 <p>【警戒区域】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 急傾斜地の下端から急傾斜地の高さの 2 倍(50m を超える場合は 50m)の範囲から上端から水平距離が 10m までの範囲。 |
| 区域の対象 | 居室を有する人家及び公共的建物（災害時要援護者施設を含む） | 人家等の立地が予想される土地 |

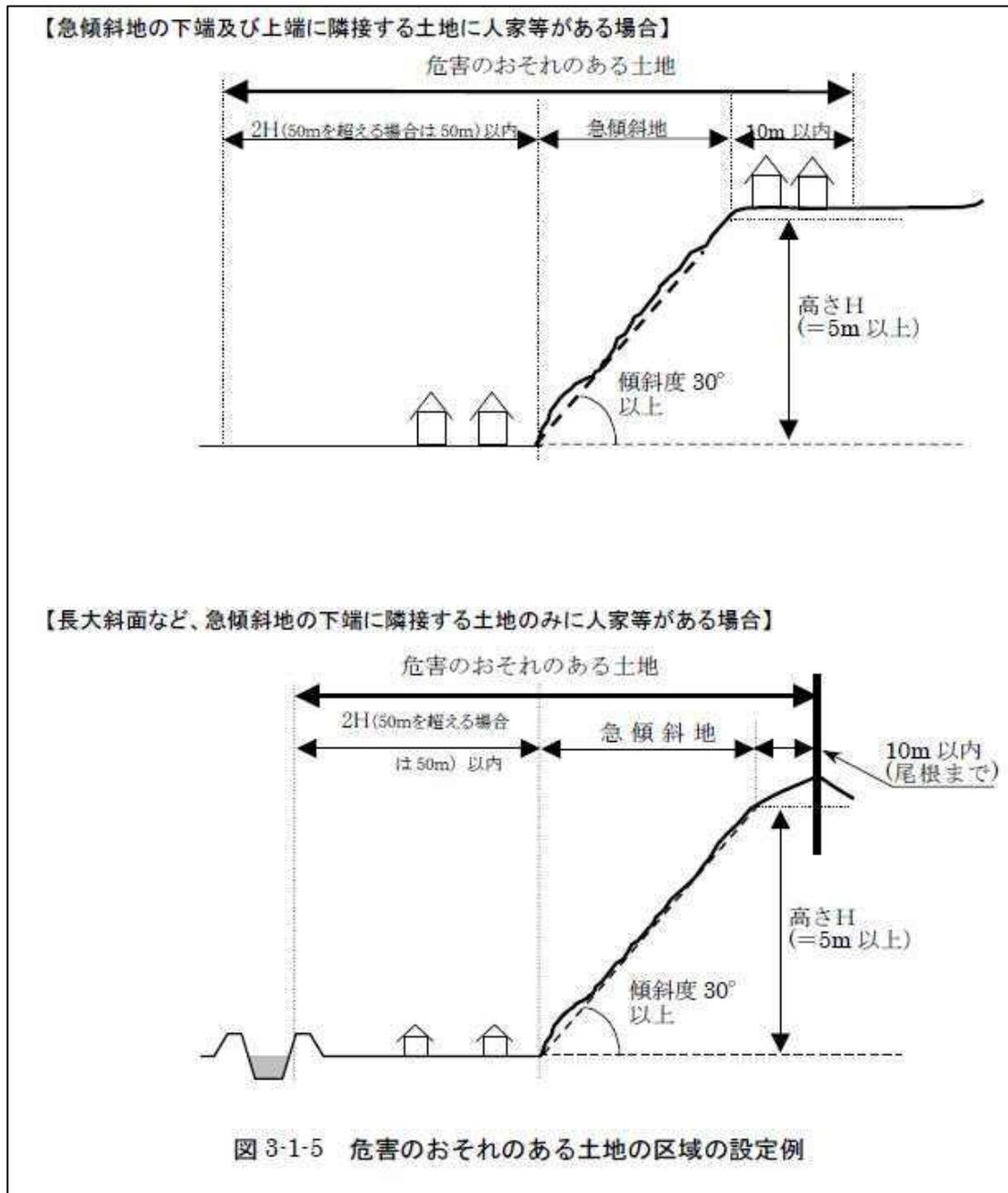
(1). 「急傾斜地法」の区域のとり方



「砂防指定地等管理事務の手引き」 p150~p151

(2). 「土砂災害防止法」の区域のとり方

(2-1). 警戒区域（危害のおそれのある土地）のとり方



「岐阜県基礎調査マニュアル（急傾斜地編）」p 急傾-53

(2-2). 特別警戒区域（著しい危害のおそれのある土地）のとり方

2-2 著しい危害のおそれのある土地の上端の設定

著しい危害のおそれのある土地の範囲の上端は、急傾斜地の上端から横断線に沿って標高で5m下がった地点を上限とする。

【解説】

著しい危害のおそれのある土地の範囲の上端は、横断線に沿って、急傾斜地の上端から標高で5m下がった地点を上限とする。

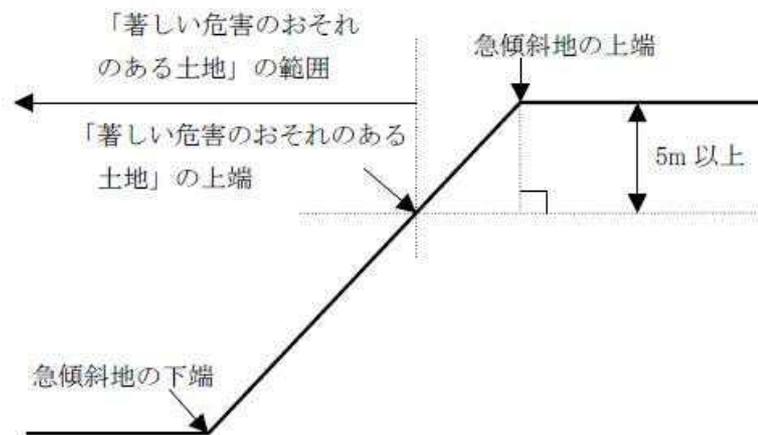


図3-2-3 著しい危害のおそれのある土地の範囲の上端

「岐阜県基礎調査マニュアル（急傾斜地編）」p 急傾-61

2-3 急傾斜地の下端に隣接する著しい危害のおそれのある土地の区域の設定

急傾斜地の下端に隣接する著しい危害のおそれのある土地の区域は、急傾斜地下方の平坦地に延長した横断線上における土石等の力が建築物の耐力を上回る範囲とする。

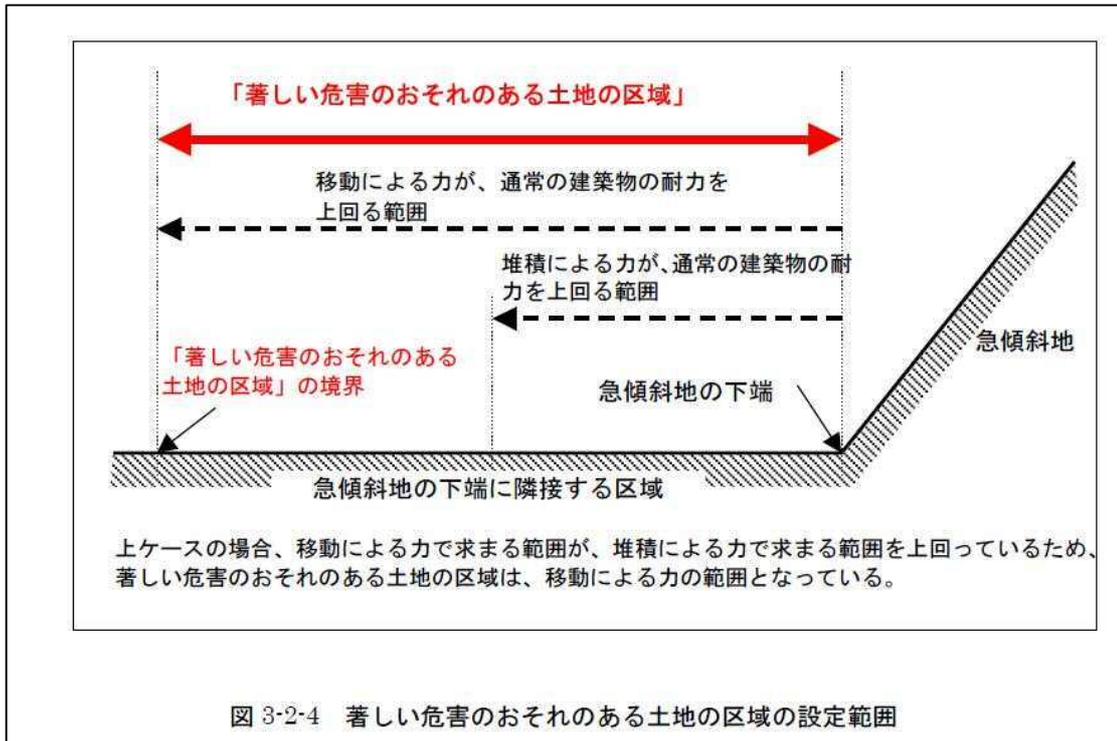
【解説】

急傾斜地下方の平坦地へ延長した横断線上において算出される土石等の力は、急傾斜地の下端において最大となり、下端からの距離が大きくなるにつれて力が減衰する。

移動による力の場合、通常の建築物の耐力は、土石等の移動の高さが一定であることから常に一定となり、どこかで二つの力（移動による力、建築物の耐力）が釣り合うこととなる。急傾斜地下端からこの地点までを移動による力が通常の建築物の耐力を上回る範囲とする。

堆積による力の場合、通常の建築物の耐力は、土石等の堆積の高さにともない急激に小さくなるため、どこかで二つの力（堆積による力、建築物の耐力）が釣り合うこととなる。急傾斜地下端からこの地点までを堆積による力が通常の建築物の耐力を上回る範囲とする。

土石等の移動及び堆積による2つの力から通常の建築物の耐力を上回る区域を設定し、それらを包括する区域を著しい危害のおそれのある土地の区域として設定する。



「岐阜県基礎調査マニュアル（急傾斜地編）」 p 急傾-62

急傾斜地崩壊防止工事に関する事項として、「土砂災害防止法」および関連する施行令、告示等を受けて、急傾斜地崩壊対策事業の崩壊防止施設に関する事務連絡（国土交通省河川局砂防部保全課：平成 15 年 10 月）により、急傾斜地崩壊防止施設の設計外力として崩壊土砂の衝撃力と堆積力を考慮するよう定められている。このため、急傾斜地崩壊対策施設は、「土砂災害防止法」で示す土砂の移動による力および堆積による力に対して安全でなければならず、急傾斜地崩壊防止工事実施後は、「土砂災害防止法」における「特別警戒区域」の解除が可能となることになる。解除については施設効果を含めた急傾斜地基礎調査による確認が必要となるが、これらが可能となるよう十分配慮した設計を行う必要がある。

なお、急傾斜地崩壊防止工事は、「人家」を対象とした範囲について実施するものであり、「土砂災害防止法」による人家等が立地可能な範囲までを対象とするものではない。

1-5. 用地の補償範囲、取得範囲および余裕幅

急傾斜施設の機能を確保するため、維持管理を考慮した用地取得を行い、崩壊土砂の撤去、樹木の伐採等、適切に管理する必要がある。

この事をふまえ、用地の補償範囲および取得範囲は、下記のとおりとする。

- (1) 崩壊土砂捕捉量位置 (A) が切土法面の場合、構造物を施工する、しないにかかわらず、切土法肩+余裕幅とする。(図 1-5-1)
- (2) 崩壊土砂捕捉量位置 (A) が地山の場合、崩壊土砂捕捉量の位置とする。(図 1-5-2)

ここで、用地の余裕幅について、次のとおりとする。

余裕幅は、切取高が高い場合、地形が複雑な箇所、土質の状態が悪い場合等を考慮し、 $W=1.0m$ を最小とし、現地の実情に即した幅とする。ただし、擁壁前面の余裕幅は、 $W=0.1m$ とする。

擁壁前面について、宅地に接する場合は、施工時に用地境界に側溝を設置することを基本とする。

法面に構造物を施工する場合、擁壁の端部（延長方向）についても余裕幅を確保する。

これらにより難しい場合は、協議の上、範囲を決定できる事とし、具体例として、図 1-5-3 に示す。

また、法面工法のうちロープネット工、ノンフレーム工など、現地立木を残す工法の場合、取得範囲について、協議の上、決定する事とする。

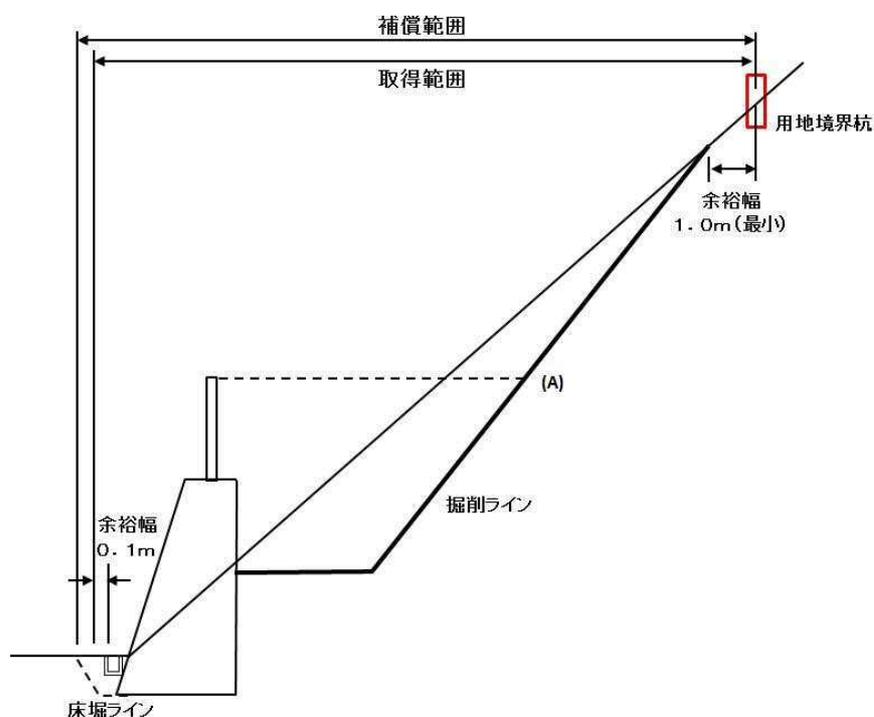


図 1-5-1 崩壊土砂捕捉位置が切土法面の場合

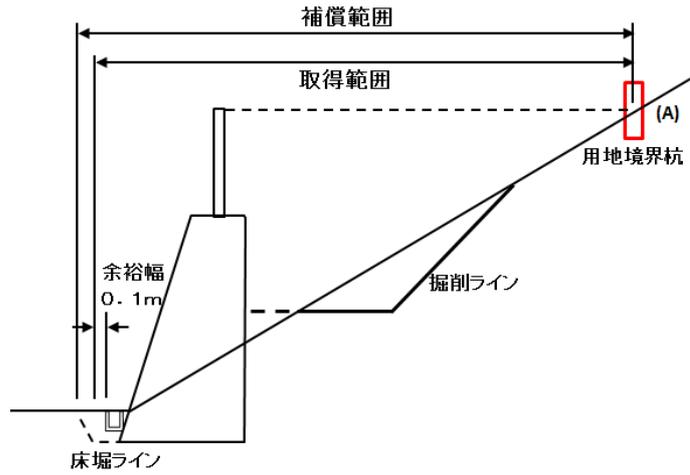
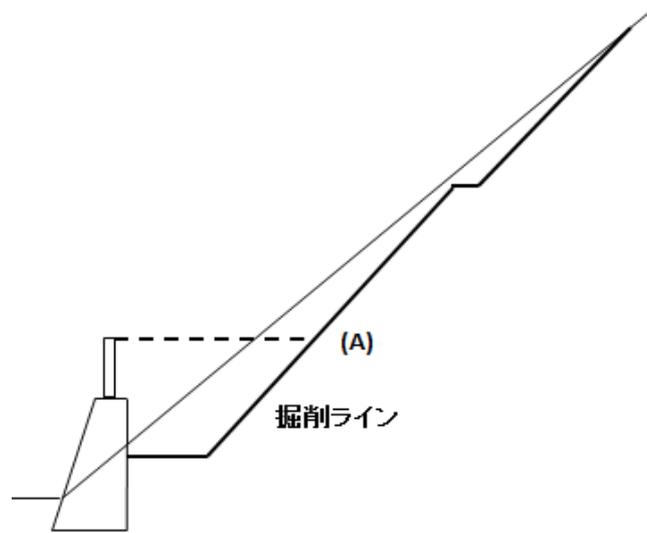
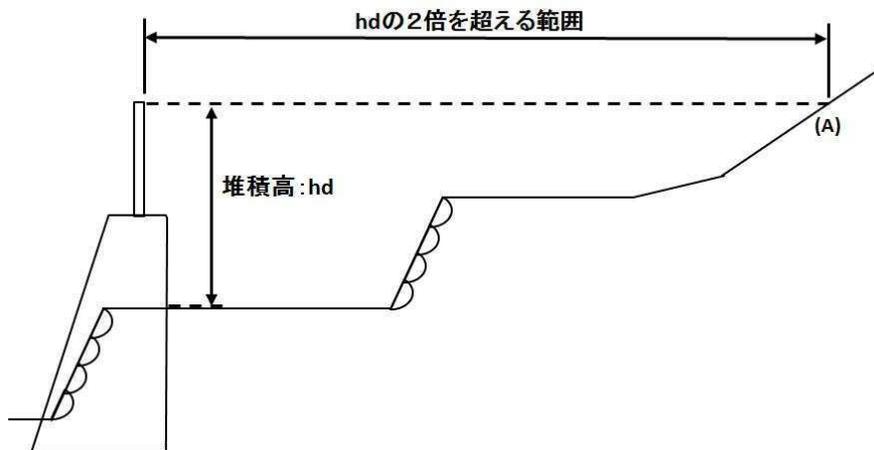


図 1-5-2 崩壊土砂捕捉量位置が地山の場合



【例 1】崩壊土砂捕捉量位置 (A) が切土法面で、構造物を施工せず多段になる場合。



【例 2】崩壊土砂捕捉量位置 (A) が地山で、擁壁裏の地形が平坦、あるいは、緩傾斜で取得範囲が極端に広がる場合（擁壁裏からの取得範囲が堆積高さ hd の 2 倍を超える場合）

図 1-5-3 協議により範囲を決定できる例

1-6. 施工箇所の機能回復

施工箇所に公共施設等（赤道、青線等）が含まれる場合、施設管理者と十分な協議を行い、機能回復が必要な場合、「岐阜県公共事業の施行に伴う公共補償基準」第6条 既存公共施設等に対する補償の原則に基づき対応すること。なお、協議の内容は協議メモなどの文書で確認をしておくこととする。

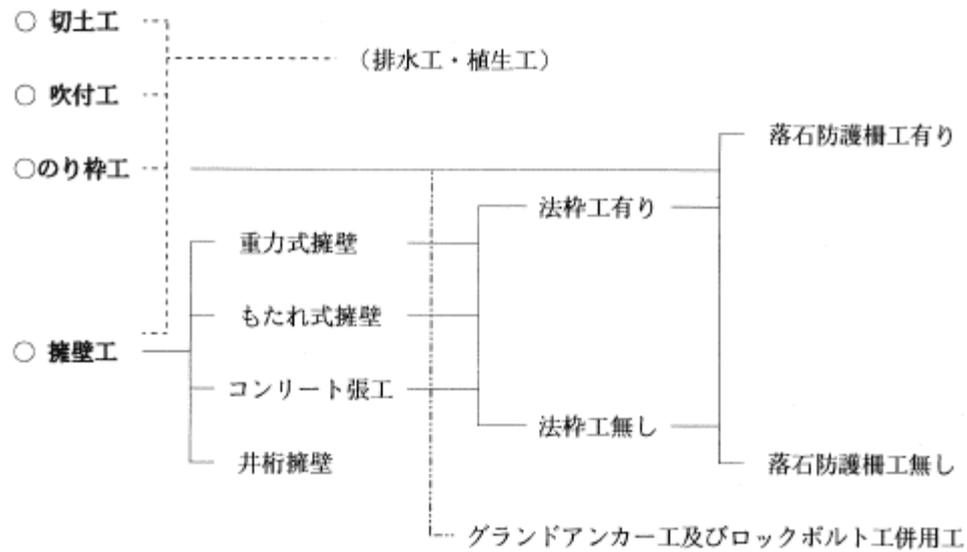
2. 計画

2-1. 計画

「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」を基準に計画する。

2-2. 急傾斜工事における工法の選定

急傾斜工事を実施する斜面は人家と密接しており、安全性、耐久性、施工性、周囲との環境の調和などを十分考慮して、2-4 配置計画とあわせ、有効、適切な工法を選定しなければならない。



斜面崩壊の要因は地表面侵食、含水による土層の強度低下と重量増、間隙(水)圧の上昇、パイピング、風化であり、これらの雨水の作用の処理という観点から、斜面崩壊防止工は表 2-2-1 のように分類できる。

ただし、一般に自然斜面は、地形および地質条件が非常に複雑であるため、現地の状況を十分に把握し、表 2-2-1 を参考に適切な対策工を選定する。

表 2-2-1 斜面崩壊防止工の分類

| 分類 | 主な目的 | 工種 | 工種細分 | 目的もしくは工種詳細 | 適用範囲および特色等 | |
|------------------------------|-----------------------------|--------------|-------------|---|--|--|
| 抑 制 工 制 工 (1) | 雨水の作用をうけないようにする。 | 排水工 | 地表水排除工 | 地表水を集水し斜面外へすみやかに排水したり、地表水の斜面内への流入を防止する。のり肩排水路工、小段排水路工、のり尻排水路工、縦排水路工、浸透防止工、谷止工 | 最も基本的な工法の1つ。単独で用いられることはまれて他の工法と併用される。 | ほとんどの工事で用いられる。工費も割安で効果も大きい。集水を目的とした排水路とそこからの流水を斜面外に排除する排水路に大別される。 |
| | | | 地下水排除工 | 斜面内の地下水を排除し、間隙水圧を低下させ斜面を安定させる。暗渠工、横ボーリング工、その他(しゃ水壁工、集水井工) | | 地すべり性崩壊が予想される箇所や地下水が多い斜面で用いられる。一般に地すべり防止工事に比べて小規模な場合が多い。 |
| | | 植生によるのり面保護工 | 植生工 | 種子散布工、客土吹付工、植生基材吹付工、植生マット工、植生ネット工、土のう工、張芝工、植生ポット、植栽工等があり、雨水浸食防止、地表面温度の緩和、凍土の防止、緑化による美化効果を目的としている。 | ①植生を主体とする場合は湧水の少ない切土のり面で原則として標準のり面勾配が確保できること。 ②斜面周辺の環境との調和をはかる点では優れている。 | |
| | | 構造物によるのり面保護工 | 吹付工 | モルタル・コンクリート吹付工 | のり面の侵食を防止するとともに、のり面を外気および雨水等から遮断することにより風化を防止し、斜面を形成する地盤の強度低下を防ぐ。 | 湧水がない岩盤で、割れ目が小さく大きな崩壊がないところに適している。耐久性および周囲の環境に与える影響を充分検討することが前提となる。 |
| | | | 張工 | 石張・ブロック張工、コンクリート版張工 | のり面の風化、浸食および軽微な剥離・崩壊等を防止する。 | 勾配が1:1.0より緩い斜面で植生工が適さない場合や、粘着力のない土砂、土丹および崩れやすい粘土の斜面には石張・ブロック張工が用いられる。コンクリート張工は勾配が1:1.0より急で、節理の発達した岩盤斜面やよくしまった土砂面で吹付工やプレキャストのり枠工では不安定と思われる斜面に用いられる。 |
| | | | | コンクリート張工 | | |
| | | のり枠工 | プレキャスト枠工 | のり面に現場打コンクリート枠工、プレキャスト枠工を組み、内部を植生、コンクリート張等で被覆し、のり面の風化侵食を防止する。プレキャスト枠工の中には、抑止力を期待する工法も開発されている。現場打コンクリート枠工も抑止工的作用をもっていることがある。なお現場打コンクリート枠工には、吹付枠工も含まれる。 | のり面勾配が1:1.0より緩い場合はプレキャスト、急な場合は現場打コンクリート枠工を使用する。プレキャスト枠工は原則として直高5m以下とし、それを超える場合は*縦方向10mごとに隔壁を設置する。ただし小段がとれない場合は現場打ちコンクリート枠工を使用する。 | |
| | | | 現場打コンクリート枠工 | | | |
| | | 押え盛土工 | 押え盛土工 | 崩壊想定部下部に盛土し、滑動力に抵抗させ安定を図る。 | 急傾斜地では施工用地が狭小なため、単独で施工される例は少ない。重力式擁壁工と組み合わせる施工される場合もある。 | |
| | | その他 | その他ののり面保護工 | プラスチックシート工、ネット工、液状合成樹脂吹付工、マット被覆工、アスファルト斜面工等があり、侵食防止を目的とする。 | 耐久性や環境面等で急傾斜地崩壊防止工事には適さないこともあり、あまり使用されていない。しかし、仮設的もしくは部分的には用いられることもある。 | |
| (2) | 雨水の作用を受けて崩壊する可能性の高いものを除去する。 | 不安定土塊の切土工 | 切土工(A) | オーバーラップ部の切り取り、表層の不安定土層の切り取り、浮石等の除去を行い、崩壊する危険のある土層、岩塊を取り除く。 | 防止工の最も基本的な工法の1つで、完全に実施されれば最も確実な方法の1つである。排水工、植生工、構造物によるのり面保護工等と併用される場合が多い。 | |

| | | | | | | |
|----------------------|---------------------------------|-----------------------|--|---|---|------------------------|
| 抑 止 工 | 雨水等の作用を受けても崩壊が生じないように力のバランスをとる。 | 斜面形状を改良する切土工 | 切土工(B) | 斜面を雨水等の作用を受けていても安全であるような勾配あるいは高さまで切取る。 | 防止工の最も基本的な工法の1つで、安全に実施されれば最も確実な方法の1つである。排水工、植生工、構造物によるのり面保護工等と併用される場合が多い。一般に人家が斜面上下部に近接していたり、切土量が巨大になる場合などでは完全に実施できない場合が多く、他の工法(擁壁工等)と併用される場合が多い。 | |
| | | 擁壁工 | 石積・ブロック積擁壁工 | 斜面下部の小規模な崩壊を抑止する。 | のり勾配が1:1.0より急な(一般には1:0.3~1:0.5)土砂斜面で背面の地山がしまっているなど土圧が小さい場合。 | |
| | | | もたれ式コンクリート擁壁工 | 崩壊を直接抑止するほか侵食風化に対するのり面保護効果もある。 | 礫質土以下の十分な固結度をもたない地山にも適用できる。設置位置が狭隘でも場所をとらず、地形の変化にも適応性がある。 | |
| | | | 重力式コンクリート擁壁工 | 崩壊を直接抑止するほか、押え盛土の安定、のり面保護工の基礎ともなる。 | 斜面下部(脚部)の安定を図る目的で用いられ、崩壊に対する抑止効果をもつ。斜面中段部でも用いられる。 | |
| | | | コンクリート枠擁壁工 | 湧水が多く、地盤が比較的軟弱な斜面の小崩壊を防止し、安定を図る。 | 透水性が良好で屈撓性があるので、湧水量が多く、地盤が比較的軟弱な場合や地すべり性崩壊に適している。 | |
| | | グラウンドアンカー工およびブロックボルト工 | 強風化岩、亀裂の多い岩盤、表層土の崩壊滑落を防止するため、現場打ちコンクリート枠工、コンクリート擁壁工、コンクリート張工等の他の工法と併用され、これらの安定性を高める。また亀裂、節理、層理の発達した岩盤を内部の安定な岩盤に緊結して崩壊、剥落を防止する。 | 斜面上下部に人家が近接していて、切土工、待受け式擁壁工等が施工できず、さらに斜面勾配が急で斜面長も長く、現場打のり枠工、コンクリート擁壁工、コンクリート張工等の安定が不足する場合、特にアンカー体定着地盤・岩盤が比較的堅固で斜面表面より浅い位置にある場合に適する。 | | |
| | | 杭工 | 斜面上に杭を設置して、杭の曲げモーメントおよびせん断抵抗によりすべり力に抵抗し斜面の安定度を向上させる。 | 急傾斜地崩壊防止工事では、特別な場合に使用する。すなわち地すべり性崩壊の予想される斜面や流れ盤となっている岩盤斜面の崩壊防止などに用いる。 | | |
| その他 | 落石を防止する | 落石対策工 | 落石予防工 | 落石の発生予防を行う工法で、除石工、根固工等がある。 | 切土工、排水工、枠工、吹付工、張工等も落石予防工に応用される。 | 一般には崩壊防止施設にプラスして設置される。 |
| | | | 落石防護工 | 落石から人家等を防護する工法で、防止網工、防止棚工、防止壁工等がある。 | その基礎として、擁壁工と組み合わせられる場合が多い。 | |
| | 雪崩を防止する | 雪崩対策工 | 雪崩予防工 | 雪崩の発生を未然に防ぐ工法で、階段工、予防枠、予防柵等がある。 | 発生阻止工法と積雪分散後方に大別される。 | |
| | | | 雪崩防護工 | 雪崩が発生した時、被害を最小にする工法で、阻止工、減勢工、誘導工等がある。 | 直接防護工法と間接防護工法に大別される。 | |
| 抑制工と抑止工の両方の目的をもつ工種 | 柵工 | 土留柵工 | 比較的緩斜面で表土層等が薄い場合の崩壊を防止し、またその拡大を防止するために用いる。 | 比較的長大な斜面に適する。斜面内の現存植生を保全しながら施工できる。 | | |
| | | 編柵工 | 植生工の補助として、降雨や地表流水による斜面表土の侵食を防止するために用いる。 | 比較的緩傾斜の切土後の斜面において、植生工、およびのり枠工等と併用される場合がある。 | | |
| | 蛇かご工 | 蛇かご工 | のり面の侵食防止と、押え盛土の目的を持つ。 | 急傾斜地崩壊防止工事として、斜面全体をこれによって被覆することは好ましくない。暫定的な使用として施工区域と隣接地山部分とのすり付けを、これを用いてなじみよくする場合がある。 | | |
| 崩壊が生じても被害が出ないようにする工種 | 待受工 | 待受式コンクリート擁壁工 | 斜面の崩壊を直接抑止することが困難な場合、斜面下部(脚部)より離して重力式擁壁を設置し、崩壊土砂を待受ける | ①できるだけ、他の斜面条件を改善する工法と組み合わせる実施するのが望ましい。 ②長大斜面でよく用いられる。 ③既存植生を積極的に残す必要がある場合には有効的である。 | | |
| 防止工施工時の防護工 | 仮設防護工 | 仮設防護柵工 | 崩壊防止工事施工中上方からの崩土や落石から人家等を防護する。 | 仮設防護工の設置は、急傾斜地崩壊防止工事においては、義務的なものである。 | | |

※直高5mを超える場合は、水平方向10m間隔で、法面に対して縦方向に隔壁を設置する。

「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」p9~10

2-3. 急傾斜地崩壊対策事業の実施

2-3-1. 事業採択要望留意点

- ① 要望箇所は採択基準の可否、特に急傾斜地崩壊対策事業では、危険箇所調査における危険度ランク及び市町村の地域防災計画への掲載状況を調査し、公共施設関連か、大規模斜面か、また、受益者負担金についても関係市町村と十分協議のうえ要望する。
- ② 埋蔵文化財の有無について、その可能性のある地区は事前に教育委員会（社会教育文化課）に照会
- ③ 崖と道路が接近している箇所においては、道路管理者と協議を行う。
- ④ 人家一連の区間の内、一部他事業区間となる場合でも、保全人家戸数を一連でカウントできる。

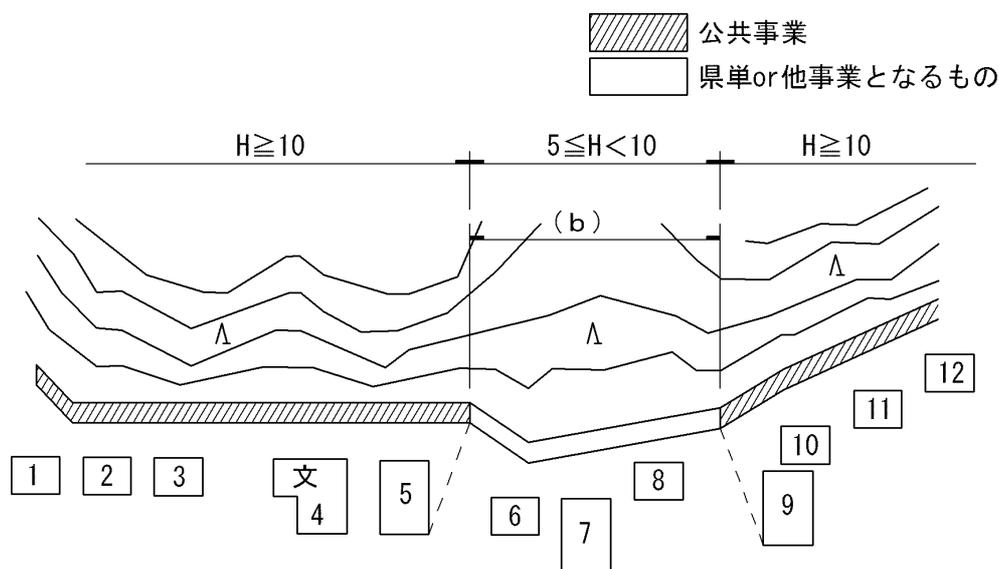


図 2-3-1 崖高 $5\text{m} \leq H \leq 10\text{m}$ の区間が一部ある場合の保全人家戸数のとり方

- ⑤ 補助事業は自然崖に対して防止工事が施工できるが、法制定以前の人工がけで、人工がけと指定されている場合でも、その後の自然の力により変形が加わり見分けがつかなくなったものは自然がけとして対策工の施工ができる。
- ⑥ 斜面整備にあたり、現在ある斜面環境や生態系の保全を重要な要素ととらえ、緑を生かし、生態系を保全する工法を積極的に安全性の確保とあわせ、整備を進めていくこととする。

2-4. 急傾斜地崩壊対策施設の配置計画

① 擁壁の重複について

- 近接する斜面の急峻方向（土砂の崩壊方向）を十分考慮のうえ、土砂のすり抜けがないように擁壁を重複する。なお、崩壊土砂の捕捉に対し落石防護柵を考慮する場合は、防護柵を重複する。
- 法線のちがう2方向からの擁壁の重ね合せの長さについて、次の角度と長さL以上をとる。
 - (1) 下図のとおり擁壁の天端（又は防護柵）をむすぶ角度は 30° 以上とする。
 - (2) (1)でLが1.0m以下の場合には1.0mは最低確保する。

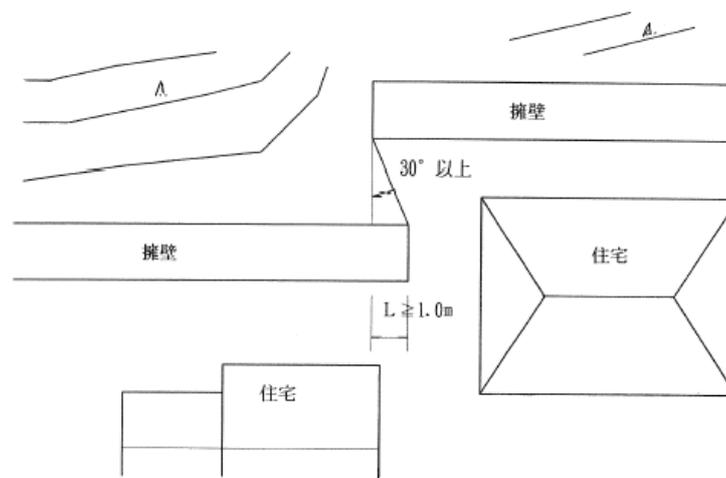


図 2-4-1 擁壁の重複方法

② 急傾斜地崩壊防止工事の範囲について

- 図 2-4-2 に示す土砂の拡散範囲(30°)は、土砂の崩壊方向を基準に決定する。なお、土砂の崩壊方向は、擁壁設置位置付近の斜面の急峻方向とする。
- 擁壁の施工範囲は、土砂の拡散範囲を考慮し、崩壊土砂が人家等の壁に影響しないように決定する。

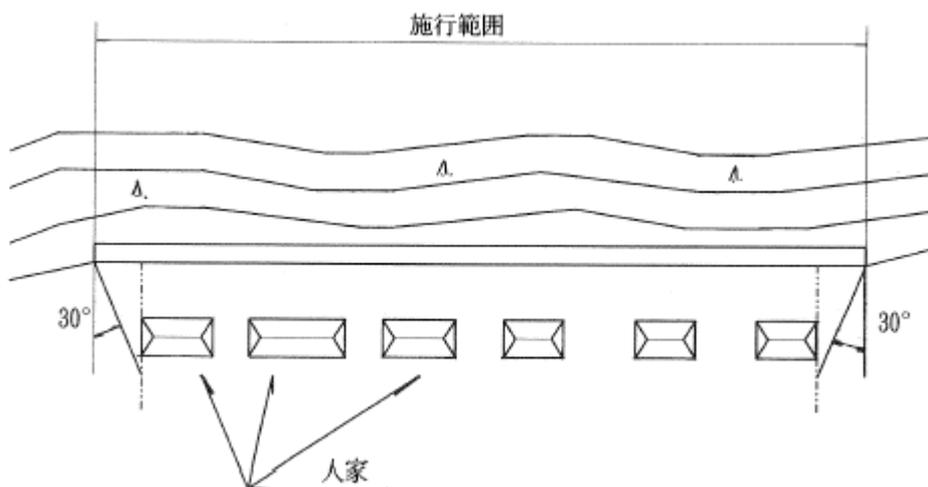
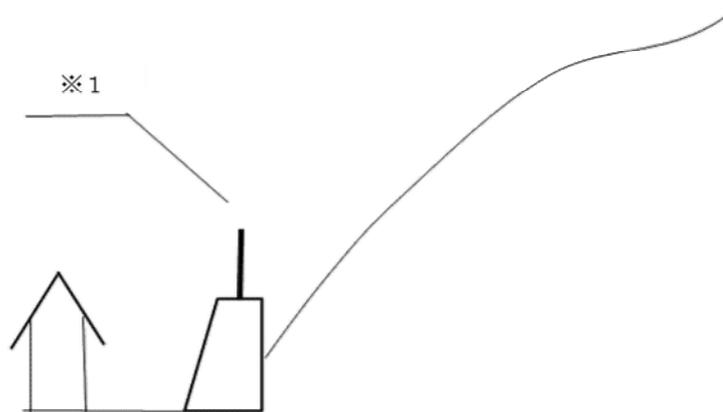


図 2-4-2 急傾斜地崩壊防止施設の設置範囲

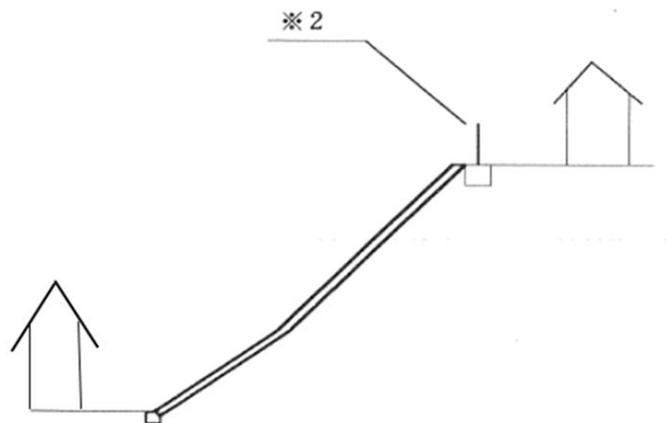
③ 斜面下部に保全人家がある場合



※1：落石防止柵

- ・ 斜面高が低い場合は、法枠工等の法面保護工による原因地对策が経済的となることがあるため、擁壁工との工法比較検討を行うこと。
- ・ 人家等と急傾斜地が比較的離れている場合は、施設の前出しが可能か検討する。（事前に地元に確認することも有効である。）

④ 斜面上・下部及び上部に保全人家がある場合



※2：転落防止柵

- ・ 現地の状況により、斜面下部の人家等に落石被害が生じる恐れがある場合は、斜面下部に落石防止柵の設置を検討する。

3. 調査

3-1. 目的

地質調査は、防止工事の位置、工法、規模等の決定のために、崩壊形態、規模、崩壊要因の想定、崩壊危険度の予測および構造物の設計施工に必要な斜面の地盤条件、土質特性等を調べることを目的とする。

擁壁工のための調査は、「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」を参考とする。

3-2. 調査の種類

3-2-1. 予備調査

予備調査には資料調査と現地踏査があり、過去の災害・崩壊記録や近隣の土質・地質調査報告書や工事記録・地質図(市販のもの等)収集し検討する。また、現地踏査でより広範囲に地形や地質を観察するとともに、類似した地盤条件で擁壁工が施工された箇所の状況を調べて参考とする。このほか湧水調査・植生調査も擁壁設計のための重要な踏査である。

3-2-2. 本調査

本調査は防止工事の位置、工法、規模等の決定のために、崩壊形態、規模、崩壊要因の想定、崩壊危険度の予測および構造物の設計施工に必要な斜面の地盤条件、土質特性等を調べることを目的とする。

本調査は斜面規模、崩壊形態の予想の難易、施工基盤の安定性によって表 3-2-1 に示す3つの調査レベルに区分することができる。

表 3-2-1 標準的な調査レベルの目安

| 調査レベル | 調査対象斜面の概要 | 標準的な本調査内容 (予備調査にプラスする調査) |
|-------|--|--|
| I | <ol style="list-style-type: none"> 1. 斜面が小さく勾配も緩い。 2. 地層構造が単純で地表地質調査で明確にできる。 3. 想定される崩壊規模が非常に小さい。 4. 崩壊歴がない。 5. 施工過程における斜面の不安定化のおそれがない。 | <p>地層構造、地表面の変状の把握および崩壊形態の想定を主目的とする現地精査(地表地質調査)に重点を置き、必ずしもサウンディング等を実施する必要はない。</p> |
| II | <ol style="list-style-type: none"> 1. 斜面高がやや大きく、勾配もやや急。斜面高は低いが勾配が急。 2. 地層構造がやや複雑で地表地質調査だけでは明確にしにくい。 3. 想定される崩壊規模がやや大きい。 4. 小規模な崩壊歴がある。 5. 施工過程における斜面の不安定化のおそれがややある。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 地表地質調査 ・ 簡易サウンディング(簡易貫入試験、コーン・ペネトロメータ試験等) ……2,3 測線(測線間隔は 5~20m 程度) ・ ボーリング ……1 本以上 (構造物の基礎の確認が必要な場合は特に重要となる。) |
| III | <ol style="list-style-type: none"> 1. 斜面高が大きく、勾配もやや急。 2. 地層構造が複雑で簡易なサウンディングだけでは明確にしにくい。 3. 想定される崩壊規模が大きい。 4. 中規模以上の崩壊歴や斜面の異常変状がある。 5. 施工過程における斜面の不安定化のおそれがある。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 地表地質調査 ・ ボーリング ……2,3 本以上 ・ サウンディング(簡易貫入試験、コーン・ペネトロメータ試験、スウェーデン式サウンディング、標準貫入試験) ……数測線(測線間隔は 5~20m 程度) ・ 弾性波探査(測線間隔は 10~20m 程度) ・ 土質試験 |

「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」p91

また、詳細な安定の検討が特に重要と考えられるのは、以下のような斜面の場合である。

- ① 現在までに地すべりや崩壊の履歴があり、不安定な状態にあると予想される斜面。
- ② 既存の斜面調査から、妥当と判断される標準勾配より急な切り取りを行う場合。

- ③崖錐や表層被覆層等の透水性の土層と岩盤との境界面が急斜面になっていて、その傾斜と同一方向にのり面をつくる場合。
- ④地下水位が高く湧水が多い場合。
- ⑤構造線、すなわち断層や破碎帯の存在が確認もしくは予想される場合、あるいは空中写真上でリニアメント等が認められる斜面。
- ⑥吸水膨張や風化等により強度が急速に低下しやすい岩（土砂で構成される斜面）。

(1). 調査の種類および計画

本調査の種類には、現地精査および以下の①から⑧に示すサウンディング、物理探査、土質試験等があり、本調査の中の個々の目的によって以下のように選択される。なお、現地における土層の露頭観察は、①から⑧すべての基礎にあつて、観察結果にもとづいて①～⑧の具体的な計画をたてる。

- ①想定される崩壊の位置および規模の推定：サウンディング類、物理探査、ボーリング等。
- ②滑落面の推定：サウンディング類、物理探査、ボーリング等。
- ③土層構成および土層の強度、透水性の変化：サウンディング類、物理探査、ボーリング、土質試験、透水試験等。
- ④地表付近の水の挙動：透水試験、物理探査、間隙水圧の測定等。
- ⑤地下水の挙動：地下水位観測、地下水追跡試験、地下水検層試験、間隙水圧の測定、揚水試験等。
- ⑥土質の性質：土質物理試験、土質力学試験、サウンディング類等。
- ⑦岩石の性質：岩石の物理試験、岩石の力学試験、物理探査、ボーリング等。
- ⑧斜面の挙動：伸縮計、傾斜計による地表変位調査、地中ひずみ計によるすべり面調査、間隙水圧測定、地下水位の測定等。

(2). 現地精査

①地形調査

雨水の流下経路・斜面の未固結の堆積物・建物や構造物に現れた変化の徴候等の調査である。

②地質調査

地層の境界面・走向・傾斜・断層の位置等を調べる。

(3). 地盤調査及び土質調査

①ボーリング調査

土質構成の調査、土質試験用資料の採取、標準貫入試験等の原位置試験、地下水位測定のためおこなう。

②サウンディング

(a) 標準貫入試験：構造物の基礎地盤設計に使われるN値を求める試験

(b) コーン・ペネトロメータ：砂礫分のない表土層の強さ・厚さ・地盤の境界を求めるのに使う試験

(c) 簡易貫入試験：表土層の強さ・厚さ・地盤の境界を求めるのに使う試験で土質をあまり問わない。

③物理探査

弾性波探査、電気探査、電磁探査、表面波探査があり、弾性波探査は各地層の位置・形状・種類と強度の目安及び地価構造の推定ができる。

擁壁の設計においては、岩質（硬岩、軟岩等）の判定によく用いられる。

④表流水・地下水の調査

対象斜面とその上流側の微地形、植生状況等を調査し、背後地からの地表水の集中や伏流水、湧水点等を把握する。

⑤土質試験

(a) 土の分類、性質の目安を得るための試験：粒度試験、液性限界試験、塑性限界試験

(b) 土の力学的性質を求めるための試験：一軸圧縮試験、三軸圧縮試験などの土の強度試験や圧密試験

(c) 現場試験：標準貫入試験(N値)、平板載荷試験(K値)、土の単位体積試験

(4)．地形調査

施設計画を立案するにあたっては適正な測量を実施しなければならない。特に、横断測量にあたっては対象となる斜面の正しい形状が反映されなければ事業採択にも影響を与えるため注意が必要である。

なお、これらの測量は区域指定の際の測量平面図を使用することを原則とし、区域指定・事業計画両者の趣旨をよく理解した上で実施する。

(4-1)．平面測量

平面測量の範囲にあたっては、崖の範囲、被害想定区域の範囲を考慮して測量範囲を設定しなければならない。

(4-2)．横断測量

横断測量を実施するにあたっては、必ずしも20m間隔にこだわらず、斜面形状の変化点、保全対象人家の近接点などコントロールポイントとなる箇所を実施する。なお、測量方向は図3-2-1に示すように、施工時の影響範囲を考慮の上、なるべく斜面に対して垂直にとり、斜面の勾配、高さが正確に反映されるように測量する。このとき、施工時の影響範囲より外で斜面方向が変化する場合は、図3-2-1の(a)に示すように、その地点で横断測量方向を折るなどし、施工時の影響範囲内で斜面方向が変化する場合は、図3-2-1の(b)に示すように、それぞれの断面を測量するなど工夫すべきである。

また、測量幅については急傾斜地の下端から上端まで行うことを基本とするが、急傾斜地の高さが50mを超える場合は、3-3-1. ③に示す調査範囲を考慮のうえ決定する。

(4-3)．デジタルマップ等の活用

長大斜面において急傾斜地の上端までの測量を実施しない場合、デジタルマップ等を活用し、斜面の横断形状を把握してもよい。デジタルマップは、「土砂災害防止法（土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律）に使用する数値地図作成ガイドライン（案）」に準拠したものを利用することがよいが、それに該当する資料がない場合には類似する地形図を使用してもよい。

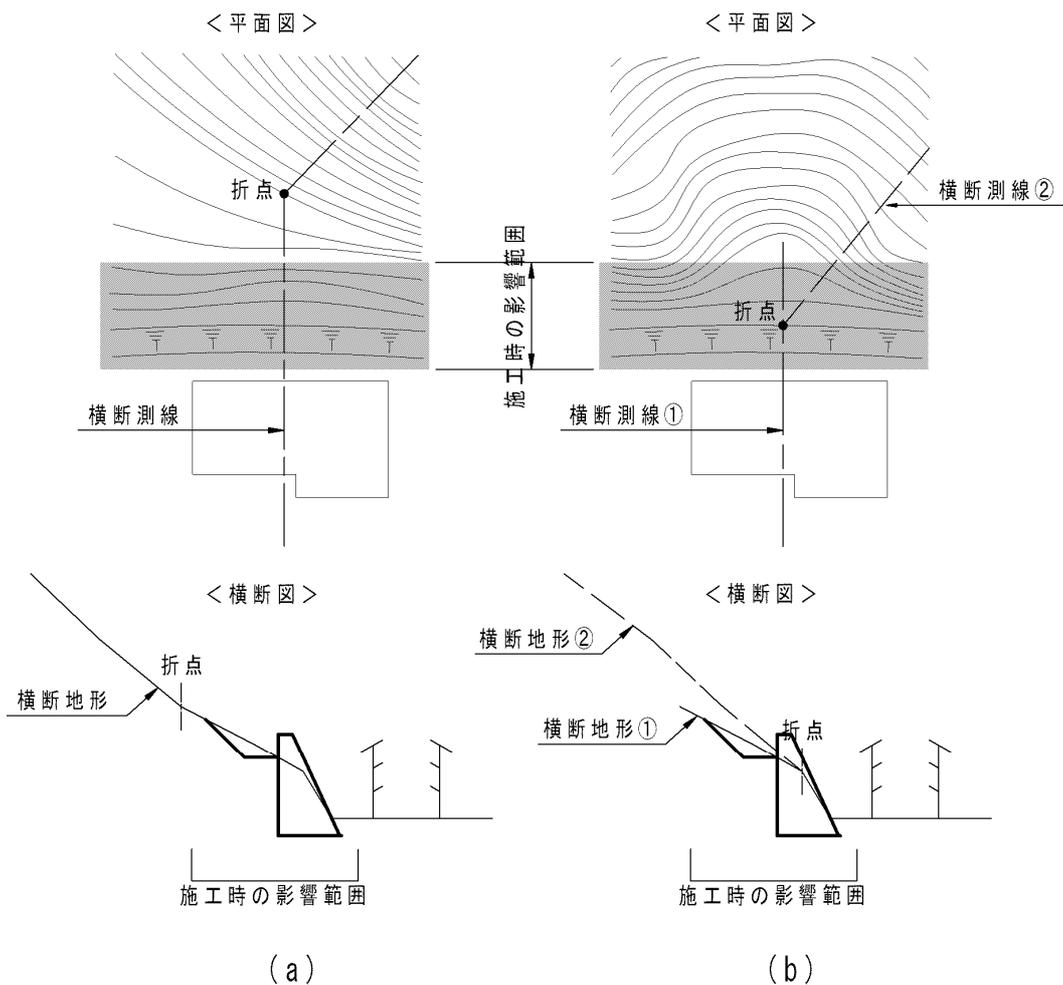


図 3-2-1 横断測線のとり方 (例)

3-3. 調査結果の整理

3-3-1. 表層崩壊深さの推定

簡易貫入試験により崩壊深さを設定する場合、どの程度の試験値をその目安とするかについては、次の方法がある。

- ① 計画地やその周辺で、同様の斜面状況を有する箇所において、表層崩壊の履歴（滑落崖）を調査する。
- ② 滑落崖背面で簡易貫入試験を実施し、崩壊層に相当する層の $Nd(Nc)$ 値を測定し、計画地における目安とする。なお、国総研の報告（参考資料-1）を参考に、 $Nd(Nc)$ 値が 10 程度を崩壊深さの目安とする方法もある。
- ③ 調査は下端から上端まで行うことを基本とするが、急傾斜地の高さが 50m となる位置までを調査し、それより上方の斜面状況が概ね調査範囲と同等であれば、調査範囲の結果を斜面上方の状況として利用してよい。ここに、斜面高 50m とは、同一の移動の高さにおいて土砂の移動力が概ね一定の値となる高さの目安である。

なお、調査の箇所数は、国総研の報告（参考資料-1）を参考に、対象とする斜面の状況に応じ、適宜決定する。

3-3-2. 土質定数の推定

地山の土質定数を決定するにあたり、土質試験を実施する方法もあるが、ここでは標準貫入試験結果によるN値から推定する手法を示す。

ただし、以下は参考値であり、現地の状況に応じて決定する必要がある。

(1). 土砂部の定数

1) 内部摩擦角 ϕ

①砂質土

$$\phi = 4.8 \log N1 + 21 \quad \text{ただし、} N > 5$$

「道路土工－擁壁工指針」 p64

$$N1 = 170N / (\sigma v' + 70)$$

$$\sigma v' = \gamma t1 \cdot hw + \gamma t2'(x - hw)$$

ここに、

$\sigma v'$: 標準貫入試験を実施した地点の有効上載荷重(kN/m²)

N1 : 有効上載圧 100kN/m² 相当に換算した N 値。ただし、原位置の $\sigma v'$ が $\sigma v' < 50 \text{ kN/m}^2$ である場合には、 $\sigma v' = 50 \text{ kN/m}^2$ として算出する。

N : 標準貫入試験から得られる N 値

$\gamma t1$: 地下水位面より浅い位置での土の単位体積重量(kN/m²)

$\gamma t2'$: 地下水位面より深い位置での土の単位体積重量(kN/m²)

x : 標準貫入試験を実施した地点の原地盤面からの深さ(m)

hw : 地下水位の深さ(m)

2) 粘着力 C

①粘性土

$$C = 6N \sim 10N (\text{kN/m}^2)$$

「道路土工－擁壁工指針」 p64

(2). 岩盤の定数

D級程度の比較的柔らかい岩盤は、以下により推定できる。

表 3-3-1 セン断定数の設定例

| | | 砂岩・礫岩 深成岩類 | 安山岩 | 泥岩・凝灰岩 凝灰角礫岩 | 備考 |
|-----------------------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------|
| 粘着力 (kN/m ²) | 換算N値と 平均値の関係 | $15.2N^{0.327}$ | $25.3N^{0.334}$ | $16.2N^{0.606}$ | |
| | 標準偏差 | 0.218 | 0.384 | 0.464 | ・ Log 軸上の値 |
| せん断 抵抗角 (度) | 換算N値と 平均値の関係 | $5.10\text{Log}N$ +29.3 | $6.82\text{Log}N$ +21.5 | $0.888\text{Log}N$ +19.3 | Log の底は 10 |
| | 標準偏差 | 4.40 | 7.85 | 9.78 | |

「設計要領第二集 橋梁建設編」 p4-11

4. 切土工

4-1. 概説

切土工の設計・施工は「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」、「道路土工—のり面工・斜面安定工指針」によりおこなう。

4-2. 切土の法面勾配

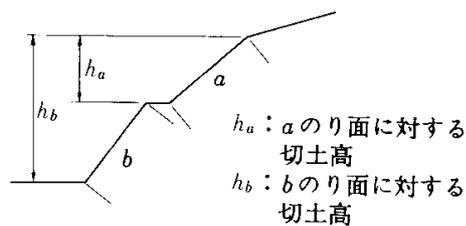
①切土する場合の土質及び切土高による切土の勾配は表 4-2-1 によるものとする。

表 4-2-1 切土の標準のり面勾配

| 切土の土質及び地質土 | | 土工指針 | |
|----------------|---------------------|---------|-------------|
| | | 切土高m | 勾配(割) |
| 硬 岩 | 硬 岩 | | 1:0.3~1:0.8 |
| | 中 硬 岩 | | |
| 軟 岩 | 軟 岩 II | | 1:0.5~1:1.2 |
| | 軟 岩 I | | |
| 砂 | | | 1:1.5~ |
| 砂 質 土 | 密実なもの | 5m以下 | 1:0.8~1:1.0 |
| | | 5m~10m | 1:1.0~1:1.2 |
| | 密実でないもの | 5m以下 | 1:1.0~1:1.2 |
| | | 5m~10m | 1:1.2~1:1.5 |
| 砂利または岩塊混じり砂質土 | 密実なもの、又は粒度分布の良いもの | 10m以下 | 1:0.8~1:1.0 |
| | | 10m~15m | 1:1.0~1:1.2 |
| | 密実でないもの、又は粒度分布の悪いもの | 10m以下 | 1:1.0~1:1.2 |
| | | 10m~15m | 1:1.2~1:1.5 |
| 粘土・粘質土 | | 10m以下 | 1:0.8~1:1.2 |
| 岩塊、又は玉石混じりの粘質土 | | 5m以下 | 1:1.0~1:1.2 |
| | | 5m~10m | 1:1.2~1:1.5 |

注①上表の標準勾配は地盤条件、切土条件等により適用できない場合があるので「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」を参照すること。

②土質構成等により単一勾配としないときの切土高及び勾配の考え方は下図のようにする。



- ・勾配は小段を含めない。
- ・勾配に対する切土高は当該切土のり面から上部の全切土高とする。

③シルトは粘性土に入れる。

④上記以外の土質は別途考慮する。

⑤のり面の植生工を計画する場合には「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」の表 6-5 も考慮する。

4-3. 小段

小段は以下のとおりとする。

- ②小段はのり高、地形の変化を考慮し設置するものとするが、原則として直高5～10m間隔とするものとし、7m毎を標準とする。
- ③小段の幅は原則として1～2mとし、硬岩及び中硬岩の標準幅は1.0m・軟岩及び土砂の標準幅は1.5mとする。ただし、管理用道路等として使用する場合は、必要に応じて拡幅を図る。
- ④小段には原則としてのり面保護工(コンクリート張工等)を施工する。
- ⑤小段上の横排水路の断面は溢水することのない十分余裕のある断面、形状とする。
- ⑥小段の横断勾配は一般に図 4-3-1 (C)の方向につけるのが普通であるが、この場合は小段から水が全く浸透しないことが施工面で保証されるか、あるいは小段から多少水が浸透しても、のり面の安定に重大な影響がないと判断されることが必要である。このような条件が満たされない場合は、のり表面が流水により侵食されないようにのり面保護工を施工するか、あるいは、のり面保護工を施工しなくても侵食されにくいことを確認の上、図 4-3-1 d)に示すように、斜面と同じ方向に勾配をつける。

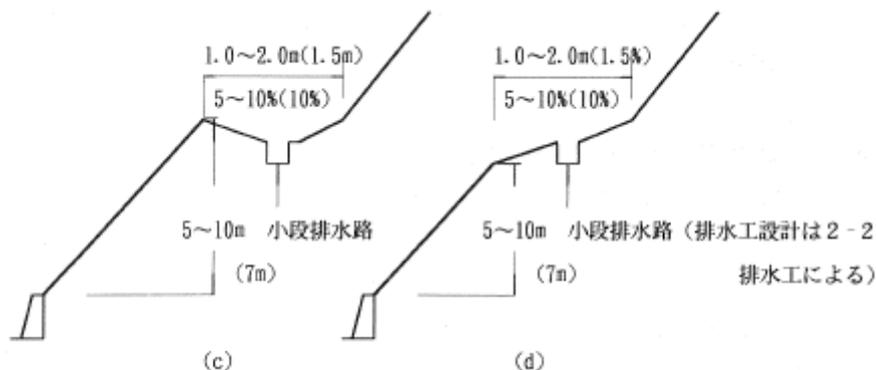


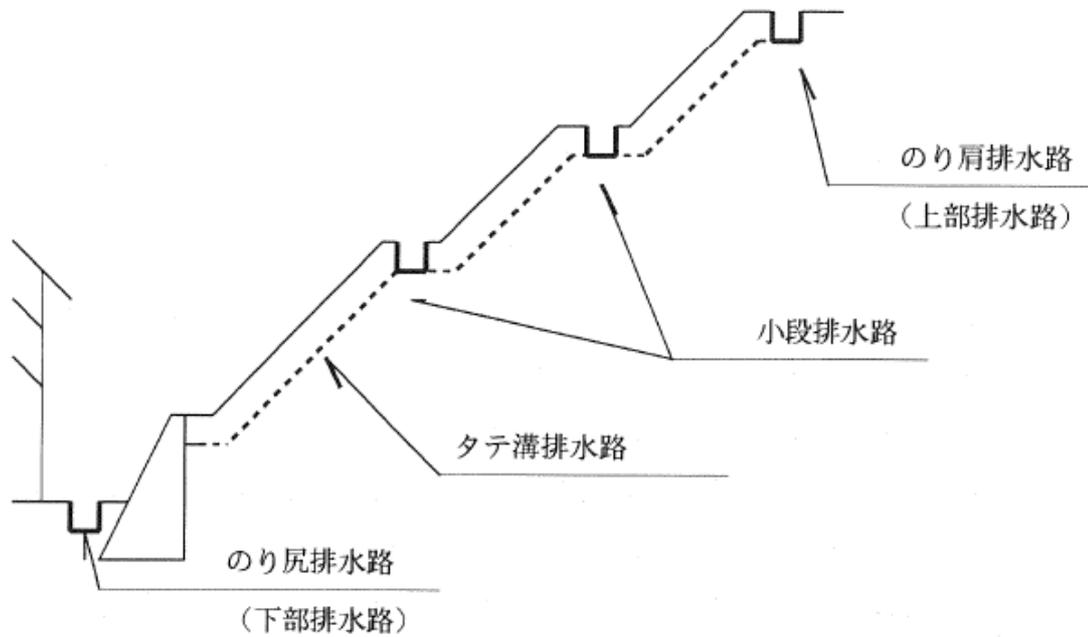
図 4-3-1 小段の設計 () 書は標準値

5. 排水工の設計

5-1. 概説

排水工の設計・施工は「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」、「日本道路協会：道路土工—排水工指針」によりおこなう。

5-2. 地表水排水工の名称



5-3. 流出量、通水量の算定

流出量、通水量の算定は「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」、「道路土工要綱」により行う。

5-4. 水路の勾配

水路等の最小勾配は原則として 0.2% とするが、土砂の沈殿、内面の摩擦等を防ぐため出来るだけ流速が 0.6~4m/sec の範囲になるよう設計することが望ましい。

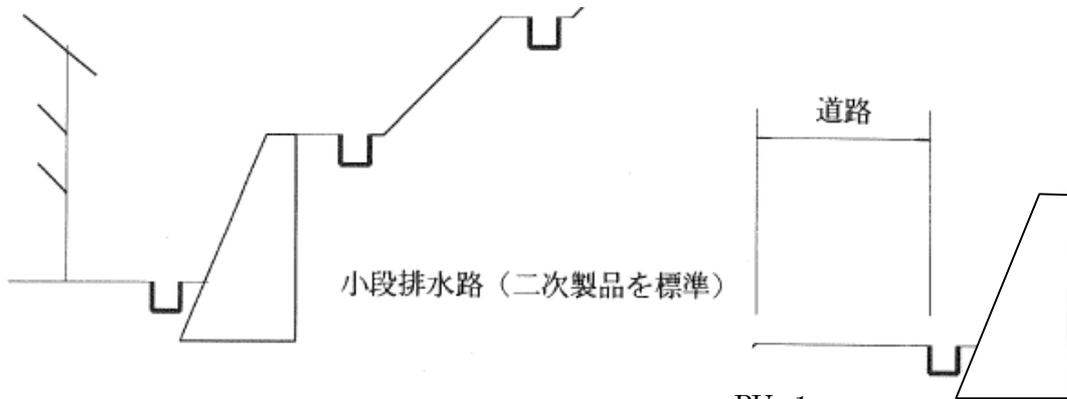
5-5. 排水施設の断面

排水溝の断面の決定は、沈泥差、浮遊物等の余裕を見込んで必要通水断面積の 20% 増しを排水路の設計断面として計画する。

排水に用いる側溝の最小断面は、流量計算の結果にかかわらず幅(B)0.3m とする。また、プレキャスト製品とし、ベンチフリューム 300 を標準とする。

5-6. 構造詳細

5-6-1. 側溝の使い分け



擁壁用側溝（二次製品を標準）

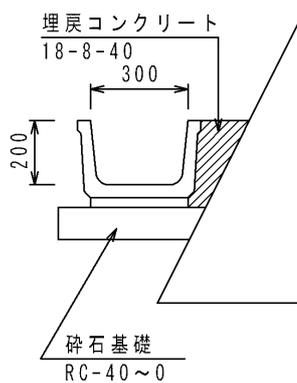
PUa 1

PUa 3（車道縦断用(50kN 以下)）

注) 林道については、林道の基準に基づいて適切な側溝の使い分けをすること。

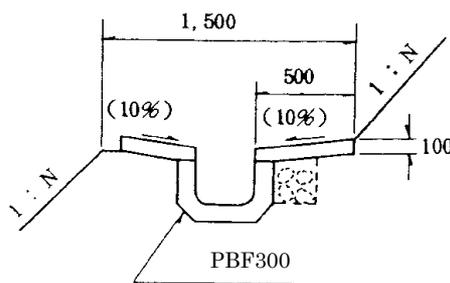
(1). 擁壁用側溝

PBF 300



(2). 横排水路工

・切土小段等



(JIS A5372)

注) 1.必要に応じて張コンクリート $t=10\text{cm}$ を施工する。
2.必要に応じて片側有孔又は多孔 PBF を使用しクラッシュチャーラン又は透水性材を施工する。

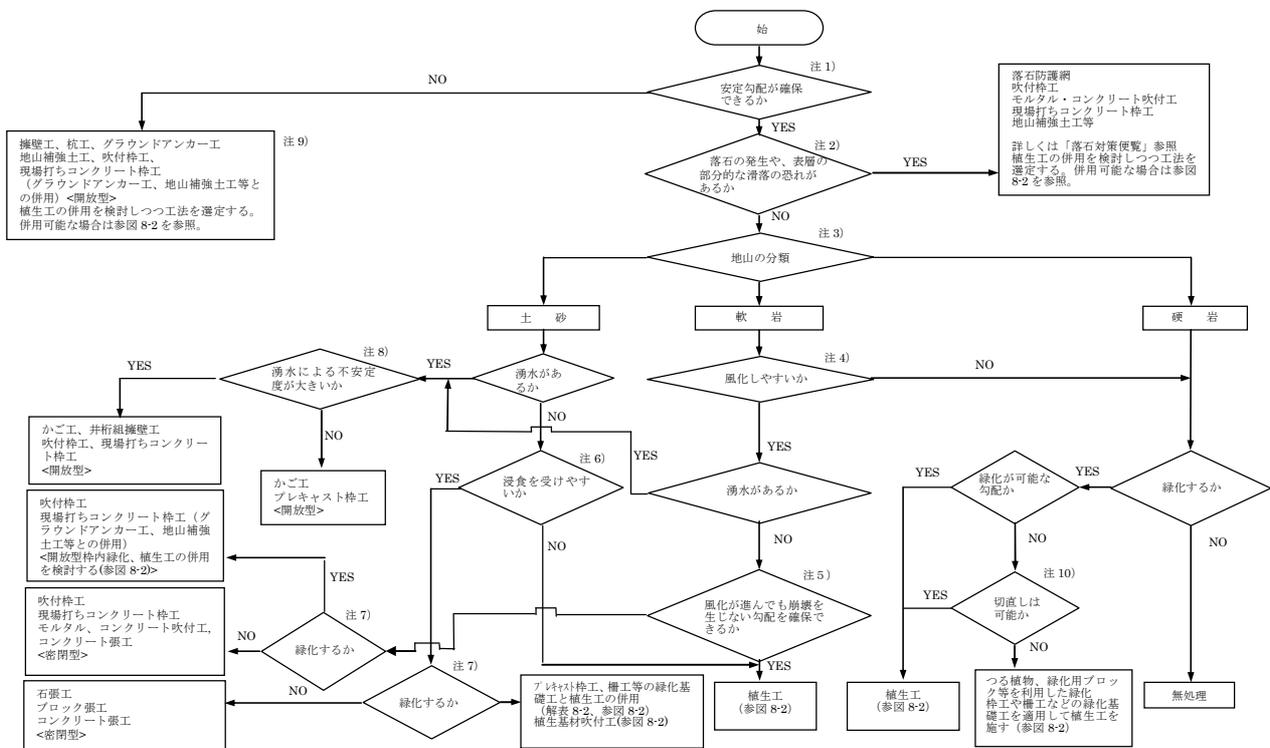
(3). 縦排水路工

「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」および「道路設計要領」による。

6. のり面保護工の設計

6-1. 法面保護工の選定

法面保護工の選定は以下を参考に決定する。



※ 解表8-2、解図8-2は「道路土工一切土工・斜面安定工指針」を参照

- 注1) 地山の土質に応じた安定勾配としては、表4-2-1に示した地山の土質に対する標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。また、安定勾配が確保できない場合の対策として、切直しが可能な場合は切直しを行う。
- 注2) 落石のおそれの有無は、「落石対策便覧」を参考にして判断する。
- 注3) 地山の分類は、「道路土工要綱共通編 1-4 地盤調査 9) 岩及び土砂の分類」に従うものとする。
- 注4) 第三紀の泥岩、けつ岩、固結度の低い凝灰岩、蛇紋岩等は切土による除荷・応力解放、その後の乾燥湿潤の繰返しや凍結融解の繰返し作用等によって風化しやすい。
- 注5) 風化が進んでも崩壊を生じないような安定勾配としては、密実でない土砂の標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。
- 注6) 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は表面水による浸食には特に弱い。
- 注7) 自然環境への影響緩和、周辺景観との調和、目標植生の永続性等を勘案して判断する。
- 注8) 主として安定度の大小によって判断し、安定度が特に低い場合にかご工、井桁組擁壁工、吹付砕工、現場打コンクリート砕工を用いる。
- 注9) 構造物による保護工が施工されたのり面において、環境・景観対策上必要な場合には緑化工を施す。具体的な工法については「道路土工のり面工・斜面安定工指針」を参照する。
- 注10) ここでいう切直しとは、緑化のための切直しを意味する。

「道路土工一切土工・斜面安定工指針」p198~199を一部修正

6-2. 植生工

6-2-1. 目的

のり面・斜面に植物を繁茂することにより、雨水による侵食を防止、凍上崩壊の抑制、緑化による斜面周辺の自然環境との調和をはかる等の効果を目的としている。

6-2-2. 植生工の基本的考え方

(1). 安全性の確保

のり面・斜面は早期に確実に安定させることが第一原則である。

のり面・斜面を不安定にする最も大きな要因は、降雨、流下水、浸透水、湧水、凍上、凍結など水に関するものであるから、のり面・斜面の安定性を確保するうえで排水工の検討が重要事項である。

植生工は表面侵食を早期に防止する機能を持つが、土圧を伴う崩壊への効果は小さいので、構造物を併用するなどして安定性を確保する。

(2). 地球環境と調和

のり面・斜面の安定が確保できることを前提として、出来る限り周辺の環境と調和するものを造成することに努める。特に、自然公園や保安林などのように法の規制を有する場所では、それらに沿ったもので検討を行う。

(3). 永続性の確保

のり面工・斜面工は、永久的な安定の確保と地球環境との調和が維持できることが理想であるが、のり面・斜面を構成する地質そのものの経年的変化や気象変化、あるいは適用工法、使用材料、施工方法などによって永続的に著しく相違を生じることがある。したがって、のり面・斜面の地質や気象などの条件に応じて工法、使用材料などの特性を十分検討して、最も永続性が確保できる方法を実施する。

(4). 維持管理の軽減

のり面工・斜面工の中には、地質や気象条件に応じて維持管理が必要なものが多い。のり面・斜面は一般的に面積、形状および工種が多様なことから点検、補修などの維持管理が十分に実施されにくくなる場合が多い。また、維持管理の方法や頻度は、目標とする植物群落をどこにおくかによって異なり、維持管理に多額の経費を伴うこともあるので、できる限り維持管理の軽減方法を検討する。

6-3. 吹付工

6-3-1. 一般的留意事項

- ①厚さ モルタル吹付工とコンクリート吹付工があり、モルタル吹付厚は5～10cm、コンクリート吹付厚は10～20cmの事例が多い。一般的にモルタル吹付工は仮設工に使用する。コンクリート吹付工は一般部では厚さ10cmとし、寒冷地では15cmとするが、岩質・気候(特に施工地の寒暖の差)・斜面の勾配・斜面の凹凸の程度・経済性等の要素を考慮し決定する。
- ②補強用金網の継手重ね幅は、10cm以上重ねる(岐阜県建設工事標準仕様書)。
- ③ラス張に使用する金網はヒシ形(2mm(14#)×50mmめっき仕様)で、その規格及び

品質は JISG3552 (ヒシ形金網) の規格に準じるものとする(岐阜県建設工事標準仕様書)。

- ④ラス張アンカー鉄筋 (φ16×400mm) については、100 m²当り 30 本の割で設置する。
 また、補強アンカー鉄筋 (φ9×200mm) については、100 m²当り 150 本の割で設置する(岐阜県建設工事標準仕様書)。

6-3-2. 収縮目地及び水処理

吹付工は温度変化による膨張・収縮の影響を受けるので、伸縮目地をのり面縦方向に 10m 間隔に設置する。

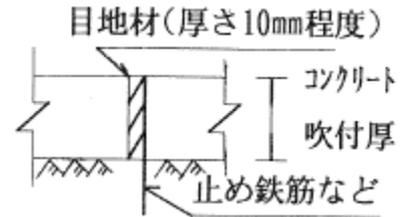


図 6-3-1 伸縮目地の例

湧水などが局所的にある場合は、図 6-3-3 の例のような処理をおこなう。その他の箇所については水抜きパイプを設置し背面の浸透水などを排除する。水抜きパイプ VPφ50 を 3 m²に 1 箇所の割合で設置すること。ただし、湧水箇所については重点的に設置すること。

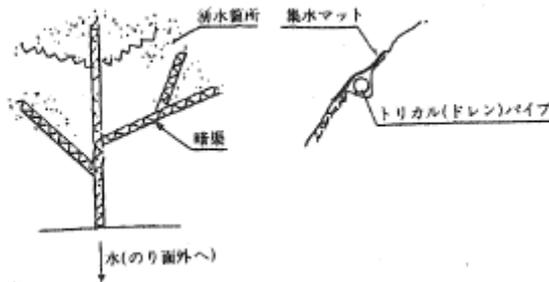


図 6-3-3 湧水処理の一例

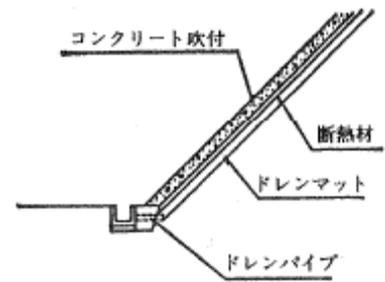
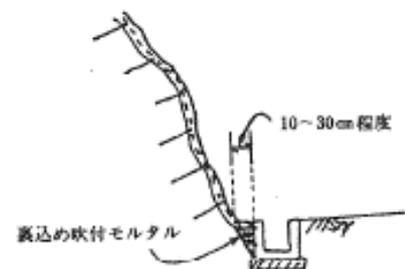


図 6-3-2 水処理の一例

6-3-3. 吹付のり面天端およびのり尻の処理

吹付ののり肩では地山に沿って吹付工を巻き込み、吹付工の上には水路工を設けることが望ましい。吹付ののり尻では、吹付工表面の流水による侵食を防止するため、排水路と一体となるよう設計する。



表面水の浸透や地山浸透水による剥離などが発生しないよう注意をばらう。
 リバウンドロス是完全に除去する。

図 6-3-4 のり尻処理の一例

6-4. コンクリート張工

6-4-1. 留意事項

コンクリート張工は、岩盤斜面やのり面にコンクリートを打設し、岩盤の風化を防ぐとともに補強する保護工である。張工はその目的からいっても土圧に対抗するものではないので、設計においても一般的に土圧は考慮しない。

コンクリート張工にロックボルトやグラウンドアンカー工を併用することもあるが、この場合抑止力を期待するので、張工の応力計算を行い、応力に応じた鋼材を配置すると同時に張工の強度厚さなどの構造も検討する必要もある。

6-4-2. 構造一般

- ①法勾配は $1 : 0.3 \sim 1 : 0.5$ を標準とする(地山の安定勾配とする)。
- ②コンクリート張工の厚さは 50cm 等厚とする。また、地山との一体化を図ることと型枠のアンカー用として、止め鉄筋を設ける。D 22mm L= $0.75 \sim 1.5\text{m}$ (岩質、状態によりコンクリート厚の 1.5 倍から 3 倍とする) $1 \sim 4 \text{ m}^2$ に 1 箇所を原則とする(止め鉄筋は削穴を行い、モルタルで固定する)。
- ③根入れは岩着構造とし、根入高 H_1 は 500mm を標準とする。ただし、岩盤切付深さは 300mm (軟岩Ⅱ以上) 以上とする。埋戻コンクリート厚は根入高から水路水深と水路敷厚・敷モルタルを減じた厚さとなる。断面の大きい水路を布設する場合、敷モルタルが張コンクリート底面より低くならないこと。

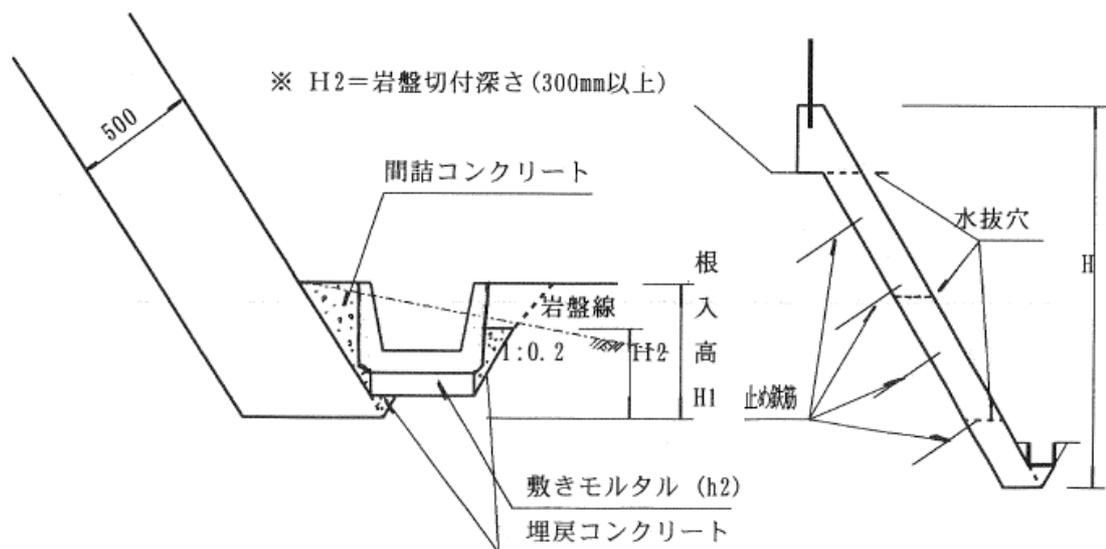


図 6-4-1 基礎部詳細標準図

- ④水抜穴は3㎡に1箇所程度設置する。ただし、湧水等の多い箇所は数量をふやさなければならぬ。透水材はコンクリートモルタルで目詰まりしない製品を用い集水して、VP100で排水する。

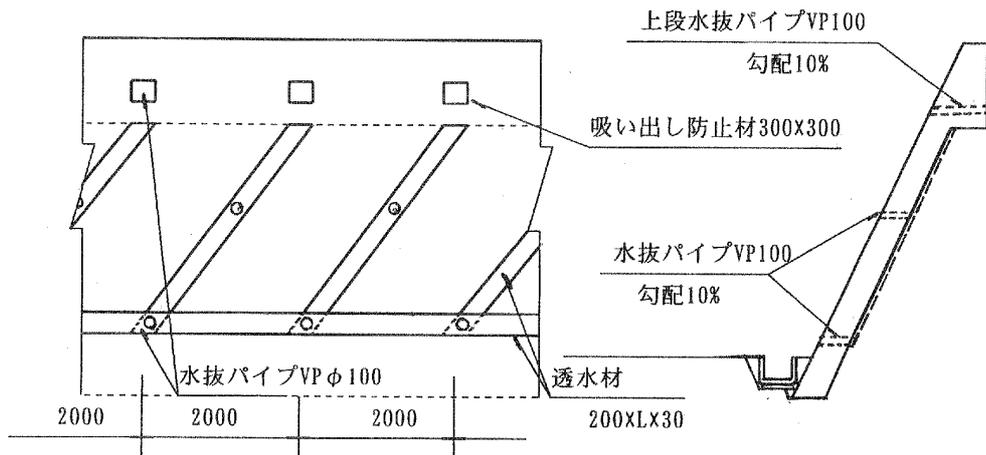


図 6-4-2

- ⑤膨張目地および収縮目地の構造は、7-4 重力式コンクリート擁壁工の設計による。
 ⑥ペーライン(厚 10cm)は岩質、掘削状況等により必要な場合計上することができる。
 ⑦水平打継目：水平打継目は直高 2.5m 毎に設けることを標準とし、すべり止め用として用心鉄筋を挿入する。ただし、1ブロックの擁壁標準高が 3.0m 以下の場合、水平打継目を設けなくてよい。
 ⑧足場工はキャットウォークを標準とする。設置方法は 7-2-9 足場工による。

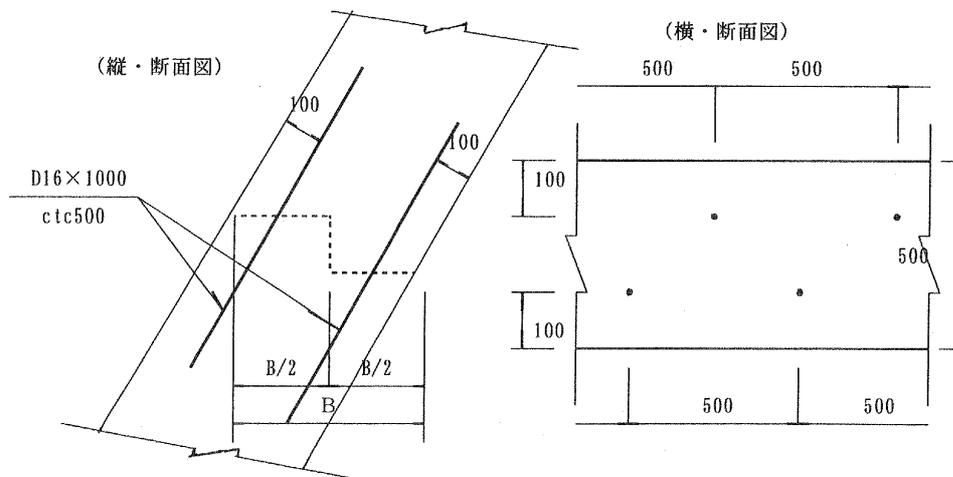


図 6-4-3

- ⑨頭部に土砂溜め(ポケット)を設ける場合は、もたれ式擁壁に準じ、安定照査および

応力照査を行う。

6-5. のり枠工

6-5-1. 概要

のり枠工(現場打コンクリート枠工・吹付枠工・プレキャスト枠工)の設計・施工については「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」、「のり枠工の設計・施工指針(改訂版)」により行う。

6-5-2. のり枠工の種類

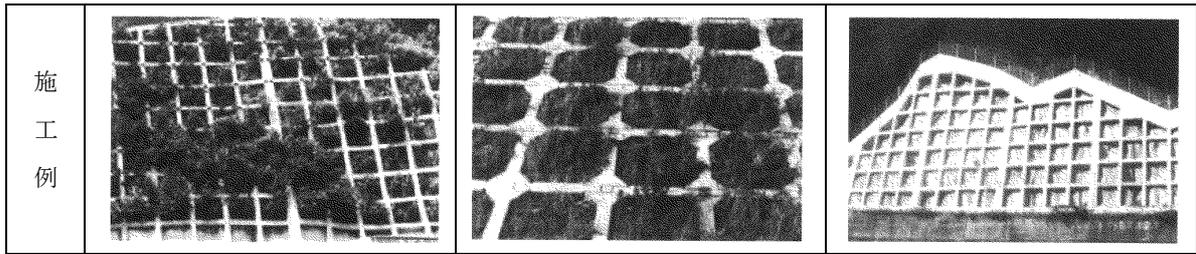
表 6-5-1 各種のり枠工の材料、形状、施工法の特徴

| のり枠工の種類 | | 施工法 | 枠の材料 | 枠の形状 | 備考 |
|--------------|----------------|-------------------------------------|--------------|------------|---------------------------------------|
| 吹付枠工 | | のり面に型枠を設置し、モルタル(コンクリート)で吹付施工する工法 | モルタル(コンクリート) | 格子 | 型枠材には、金網、鋼板、耐久性ダンボール、発泡プラスチック等がある。 |
| プレキャスト枠工 | プレキャストコンクリート枠工 | 工場製品の枠の部材をのり面上で組み立てる工法 | プレキャストコンクリート | 格子、多角円、その他 | 特殊な例として枠接点の構造が強固で、もたれ擁壁に近い機能を持つものがある。 |
| | 軽量枠工 | | 鋼板 | 格子 | |
| | | | 金網 | 格子、多角、円 | |
| | | | プラスチック | 格子、その他 | |
| 現場打ちコンクリート枠工 | | のり面に型枠を設置し、コンクリートポンプ等でコンクリートを打設する工法 | コンクリート | 格子 | 大断面ののり枠が必要で、かつ平滑でのり高が低いのり面に用いる。 |

「のり枠工の設計・施工指針(改訂版)」 p16

表 6-5-2 のり枠工種別の長所と短所

| | 吹付枠工 | プレキャスト枠工 | 現場打ちコンクリート枠工 |
|----|---|---|--|
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> 枠の交点が連続しているため、プレキャスト枠に比較して曲げ、せん断強度が大きい。 表層すべりに対して抑制効果がある程度期待できる。 枠と地山の密着性が高いので洗掘等に強い。 高所や凹凸面のあるのり面に対しても施工が可能である。 | <ul style="list-style-type: none"> 工場製品で品質が安定している。 美観に優れるものがある。 | <ul style="list-style-type: none"> 枠の交点が連続しているため、プレキャスト枠に比較して曲げ、せん断強度が大きい。 表層すべりに対して抑制効果がある程度期待できる。 枠と地山の密着性が高いので洗掘等に強い。 かなり急勾配なのり面でも施工が可能である。 |
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> 人力作業となるため熟練工が必要となる。 | <ul style="list-style-type: none"> 地山の整形を念入りに行う必要がある。 枠と地山の密着性が乏しいので洗掘されやすい。 凹凸面や曲面では施工が困難。 交点部が不連続な枠構造である。 高所のり面では、プレキャスト枠の重量等から作業性は劣る。 | <ul style="list-style-type: none"> 高所で凹凸のあるのり面では施工が困難である。 小断面ののり枠は施工が困難である。 基礎コンクリートを必要とする。 型枠支保工が必要で、下部から段階的な施工を行うことになり、煩雑な作業となる。 工期が長い。 |



「のり枠工の設計・施工指針（改訂版）」p17

のり枠工の種類は表 6-5-1 に示すとおりであるが、その選定にあたっては表 6-5-2 に示す長所および短所を考慮のうえ、適切なのり枠を使用する。

6-5-3. 中詰工の種類

のり枠工の中詰工には、次に示すような種類がある。

- ①土砂詰工：枠内に土砂を詰める工法
- ②土のう積工：土のうに土砂を詰め敷き並べる工法
- ③客土吹付け工：枠内に種子・肥料などを混入した客土を1～3cm程度の厚さで吹付ける工法
- ④空石張工：枠内に栗石、粗石等を詰める工法
- ⑤平板ブロック張工：枠内にプレキャストコンクリート板を敷き並べる工法
- ⑥練石張工：枠内に栗石、粗石等を詰め間隔をコンクリートで充填する工法
- ⑦コンクリート張工(コンクリート・モルタル吹付を含む)：枠内に現場打コンクリート(またはコンクリート・モルタル吹付)を打設する工法
- ⑧植生基材吹付工：枠内に緑化用基材を5～10cm程度の厚さで吹付ける工法。緑化用基材とは、パーク堆肥やピートモスなどの有機質材料等に、種子・堆肥などを入れ、セメントや合成樹脂などの接合材で定着しやすくしたものをいう。
- ⑨既存樹木の保存

6-5-4. 中詰工の選定

- 1) 盛土のり面における中詰工の選定の目安は次のとおりとする。
 - ①緑化を必要とする場合は、土砂詰工または土のう積工を施工して緑化を行う。
 - ②浸出水が予想される箇所では地下排水施設などを設置して緑化工とするか空石張工とする。
- 2) 切土のり面における中詰め項の選定の目安は次のとおりとする。
 - ①のり面勾配が1：1.2より緩い土砂のり面では、一般に土砂詰工を施工して緑化をおこなう。
 - ②のり面勾配が1：1.2～1：1.0の締まった土砂や節理の多い岩などでは、土のう積工や客土吹付工、植生基材吹付工によって緑化をはかる。
 - ③のり面勾配が1：1.0より急な岩質のり面などでは、のり面への接着性が強い植生基材吹付工などの植生工で緑化を図るか練石張工や平板ブロック張工、コンクリート張工(モルタル吹付けを含む)をおこなう。

④風化しやすい軟岩などのように浸透水によってのり面の安定が低下するおそれのある場合には、練石張工やコンクリート張工(モルタル吹付を含む)などの不透水性材料で被覆する。

⑤のり面からの湧水が多い場合には、暗渠やフィルターによる地下排水施設を設置したのち空石張工などによる中詰工を設置する。

6-5-5. のり枠工の設計計算

のり枠工の設計計算は、「のり枠工の設計・施工指針（改訂版）」を参照する。

6-5-6. 吹付法枠の断面の選定

吹付法枠の断面は、「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」、「のり枠工の設計・施工指針（改訂版）」、「新版フリーフレーム工法」を参考に決定する。

7. 擁壁工の設計

7-1. 概説

擁壁工の設計・施工は、「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」を基におこなう。また急傾斜地崩壊防止工事技術指針および本設計要領に記述のない事項については、下記参考文献による。

- 日本道路協会編：道路土工—擁壁工指針 平成 24 年 7 月
- 日本道路協会編：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 平成 24 年 3 月
- 日本道路協会編：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 平成 24 年 3 月
- 全日本建設技術協会編：土木構造物標準設計第 2 巻（擁壁類） 平成 12 年 9 月
- 土木学会：コンクリート標準示方書【設計編】 平成 20 年 3 月
- 岐阜県：岐阜県建設工事共通仕様書 平成 24 年 4 月
- 崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例

平成 22 年 11 月

7-1-1. 擁壁工の目的および一般的留意事項

擁壁工は次のような場合に計画される。

- ①斜面下部(脚部)の安定を図る場合
- ②斜面中段での小規模な崩壊を抑止する場合
- ③のり枠工等ののり面保護工の基礎とする場合
- ④斜面上部からの崩壊を斜面下部で待ち受けて被害を防止する場合
- ⑤押え盛土工の補強を行う場合

擁壁設置のための基礎掘削は施工中およびその後の斜面の安定に及ぼす影響が大きいので、できる限り最小限にとどめなければならない。また同様の理由により斜面下部の切土も最小限にとどめる必要がある。

7-1-2. 擁壁工の種類

擁壁工は、急傾斜地施設としては次のように分類される。

- 構造的な分類（よく使われるもの）
 - ①重力式擁壁
 - ②もたれ式擁壁
 - ③井桁組擁壁
- 機能的な分類
 - ①通常の抑止を目的とした擁壁
 - ②待受式擁壁・・・斜面が長大な場所であること。比較的地山が安定しているところで、斜面地山の切土を伴わないでポケットが確保できる場所で実施できる。小規模な崩壊が生じても擁壁背面に設けられているポケットで止めて人家等に被害等を及ぼさないようにするものである。

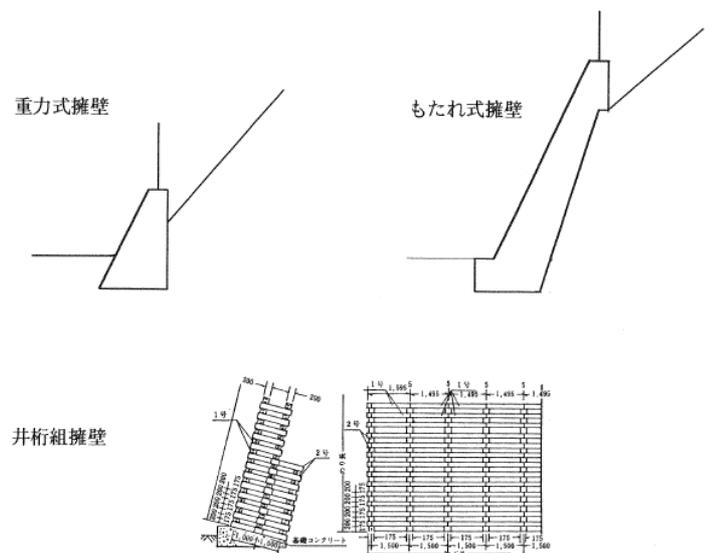


図 7-1-1

7-2. 重力式擁壁・もたれ式擁壁工設計の留意事項

7-2-1. 擁壁高さの決定の目安

擁壁高さは、擁壁背面で崩壊土砂を補足できるように決定する。

擁壁規模の縮小によるコスト縮減や擁壁背面の切土の抑制を図るため、擁壁の設置位置は、地形・土地利用等の条件を考慮の上、前出し等を検討すること。

擁壁の前出しが困難な場合、擁壁の天端は、現況地盤線と計画する擁壁の裏側コンクリート線が交わった点（図 7-2-1 のA点）より必要となる空き高さを考慮した位置を基本とする。

なお、斜面下部の切土を行う場合には、斜面を不安定にするおそれがあることから、切土の規模をできるだけ最小限にとどめるとともに切土後の斜面の安全性について確認を行うこと。

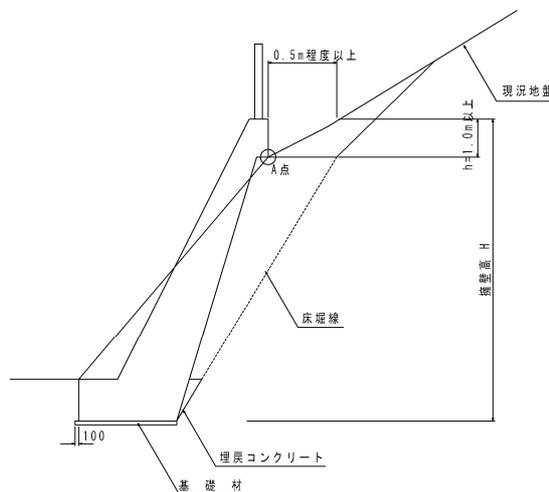


図 7-2-1 擁壁高さの目安

7-2-2. 擁壁天端背面の埋戻

①擁壁天端背面のコンクリートの部分（h）は、移動の高さ（崩壊深の 1/2）以上とし、1.0m以上確保することを原則とする。

②土砂ポケット部を長期的に確保するため、現場状況により法面保護工等を検討する。

7-2-3. 擁壁基礎背面の埋戻

埋戻コンクリートをフーチング裏側の掘削部に施工する。（実施理由として、透水材の水をコンクリートにより遮断し基礎部へ浸透させない、V字型の狭い場所での土砂埋戻の十分な締め固めを行うことが困難、または時間を多く要す。型枠の組立・脱型が人力施工となり、掘削切土面下部の狭窄部での安全性・施工性を考慮して埋戻コンクリートを施工する）

7-2-4. 擁壁基礎材

土砂基礎の場合は、再生碎石(RC-40、t=20cm)とし、岩着基礎の場合は、均しコンクリート基礎(18-8-40、t=10cm)を標準とする。

7-2-5. 擁壁背面の排水

湧水が多い箇所、長大のり面等の雨水の流入が多い箇所は、水量により①天端を粘性土で10~30cmの厚さで覆い水抜管に導く ②天端に厚さ10cmの敷張コンクリートを施工し水抜管に導く(片勾配型と半円型) ③敷張コンクリートとプレキャスト側溝を併用して集水枠より縦水路工で排水する(下図はその一例)。

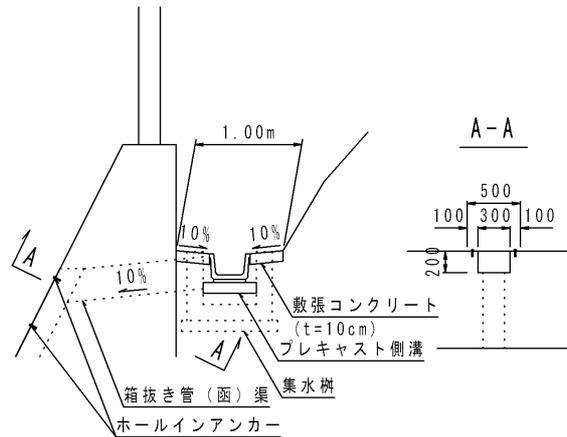


図 7-2-2 擁壁背面の排水構造

鋼製縦水路は厚さ 3.2mm 程度の防食加工された鋼板またはステンレス鋼を使用する。擁壁への取り付けはステンレス製ホールインアンカーを使用して確実に固定する。擁壁と縦溝の間にゴム製等の止水材を入れて水路からの水の飛散を防止するとよい。

7-2-6. 排水施設

擁壁工に使用する天端排水路・のり尻排水路は自動車荷重がかかる位置や特に理由のない断面が大きい水路) ものについては経済的なベンチフリュームを使用する(水路断面計算等は 5 排水工の設計によること)。

また、天端水路と擁壁との間は敷張コンクリート (厚 10cm) を施工して、擁壁埋戻工への流水の浸透を防ぎ、隙間の土砂流出も起きないようにする。

7-2-7. 落石防護柵

斜面脚部における落石の履歴等を調査し、一般的な落石防護柵で防護可能であれば、擁壁天端に落石防護柵を設置する。

なお、落石防護柵で対応できない場合は 9. 落石対策工による。

また、擁壁工に設置する落石防止柵の高さは、次のとおりとする。

擁壁の上部が一般的な斜面形状 (ジャンプ台状の凸面や突起のない斜面) の場合には落石の形状によらず跳躍量は 2.0m を超えないことが多い (「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」P267 より)。

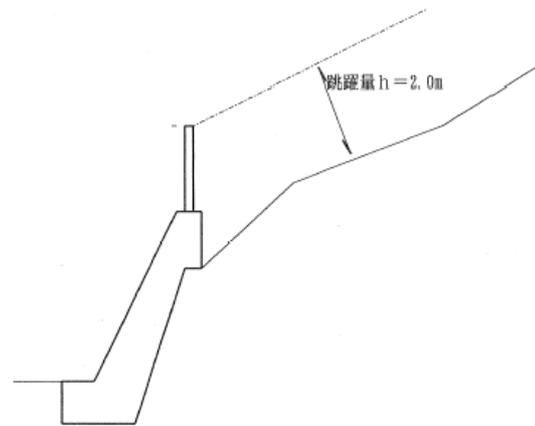


図 7-2-3 落石の跳躍量

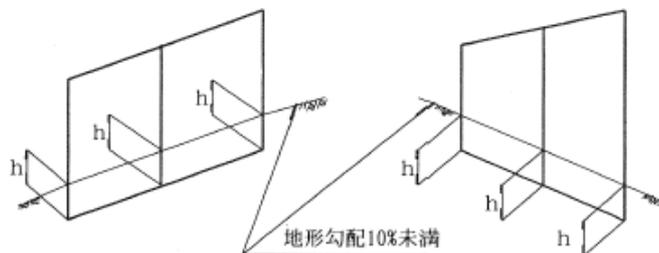
注) 斜面途中にジャンプ台状の凸面や突起によって軌跡の高さは 4~5m に達することがあるので別途検討する。

落石防護柵の高さは、堆砂スペースとしての機能を考慮し、2.0m を標準とする。ただし、擁壁部とあわせて落石の跳躍量以上の高さおよび堆砂スペースが確保できれば 1.5m を使用することができる。

7-2-8. 擁壁の高さ変化

擁壁フーチングと地形勾配による擁壁の高さ変化（参考資料：「道路設計要領」）

①地形勾配が10%以下の場合にはフーチング勾配を地形勾配に平行に設けることとする。



h = 根入れ長

図 7-2-4

②地形勾配が10%より大きい場合は、フーチング勾配を10%とし、地形勾配との差はブロック間に段差を設けて吸収する。

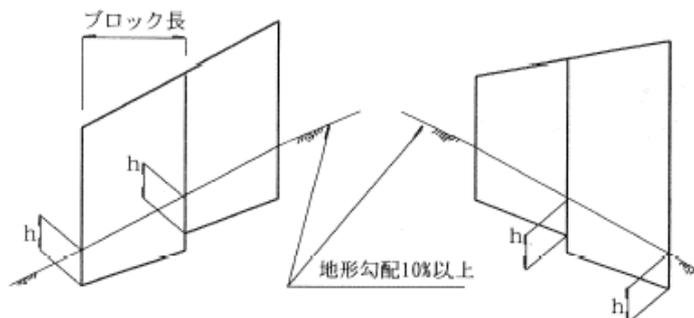


図 7-2-5

地形勾配が急峻な場合には、各ブロック間で段差を設けて高低差を吸収することとなるが、ブロック長が大きいと不経済となる。このため、とくに急峻な斜面上に擁壁を設ける場合には、ブロック長 3.0m 程度まで縮小できるものとする。

7-2-9. 足場工

足場工はキャットウォークを標準とする。設置位置は右図のとおり、施工基面より1段目は $H=2.0\text{m}$ とし、2段目より上段は $H=1.8\text{m}$ とする。



図 7-2-6

7-3. 重力式コンクリート擁壁工の設計

7-3-1. 断面形状

- ①擁壁高：擁壁高 $H = \sim 5.0\text{m}$ 程度までとする。
- ②根入れ： $H1 = 0.5\text{m}$ 程度とする。
- ③前面の勾配(N1)は、1:0.4 を標準とする。
安定計算の結果により 1:0.5 としてもよい。
- ④擁壁天端幅は 10cm ラウンドで決定する。
- ⑤擁壁高は 50cm ラウンドで決定する。
- ⑥床掘り勾配(N2)は、表 7-3-1 を参考に
現地状況に応じて決定する。またその他、
「道路事業要領」を参考とする。
- ⑦埋戻しコンクリート部の型枠は計上しない。

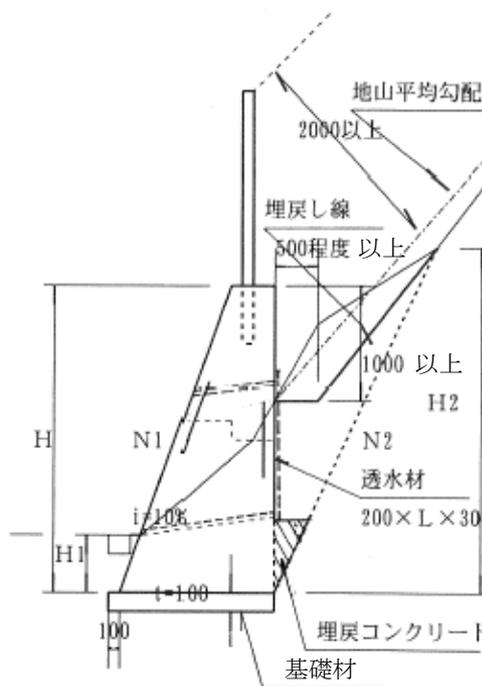


図 7-3-1 標準断面図

表 7-3-1 労働安全衛生規則による土質毎の掘削高さに応じた安全勾配

| | 掘削面の高さ (メートル) | 掘削面の勾配 (度) | 参考値 |
|----------------------|------------------------------|----------------|-------|
| 岩盤または固い粘土からなる地山 | 5 未満 | 90° | 1:0.3 |
| | 5 以上 | 75° (約 1:0.25) | |
| その他の地山 | 2 未満 | 90° | 1:0.5 |
| | 2 以上 5 未満 | 75° | |
| | 5 以上 | 60° (約 1:0.6) | 1:0.6 |
| 砂からなる地山 | 掘削面の勾配 35° 以下または高さ 5m 未満 | | |
| 発破等で破壊しやすい状態になっている地山 | 掘削面の勾配 45° 以下または掘削面の高さ 2m 未満 | | |

「道路設計要領—設計編—」 p1-19 に一部加筆

⑧水抜きは以下のとおりとする。

- 水抜き穴は 3.0 m²に 1 箇所程度設置する。ただし、湧水、浸透水等の多い箇所は数量を増やさなければならない。
- 水抜き穴部裏面には B200mm×t30mm の透水材(合成樹脂製等)を設置する(図 7-3-2)。透水材は、コンクリートを打設する前に設置する場合は耐圧品を使用し、打設後に設置する場合は一般品を用いる。
- 水抜き管はVP100 を設置する。設置勾配は 10%とする。

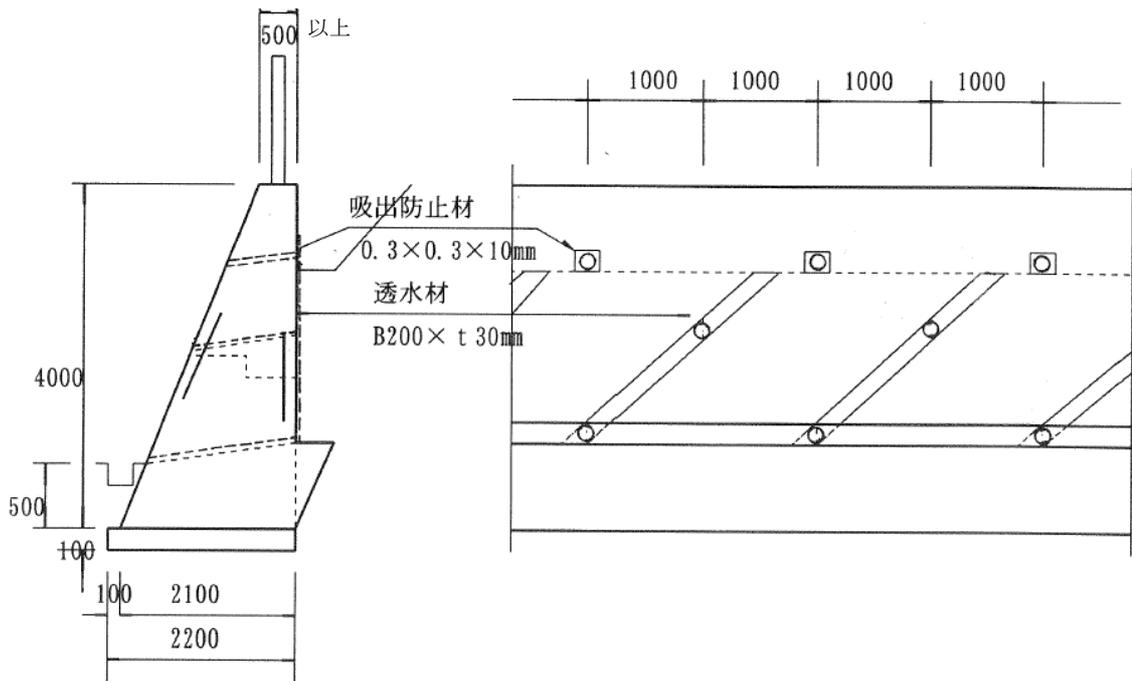


図 7-3-2 水抜き穴配置図

- ⑨擁壁天端幅: 落石防護柵(ストーンガード)設置あるいは施工性を考慮し、 $B=50\text{cm}$ 以上とする。
- ⑩水路工の構造等は 5 排水工の設計による。
- ⑪膨張目地は、10m 間隔に、収縮目地は 5m 間隔に鉛直に設置するものを原則とする。ただし、急峻斜面に設ける場合は膨張目地間隔を最小 3m 程度まで縮小できることとする。目地材は、厚さ 1.8cm 以上の杉板もしくはこれと同等以上の材料を用いるものとする。
- ⑫膨張目地は、図 7-3-3 に示す構造とする。

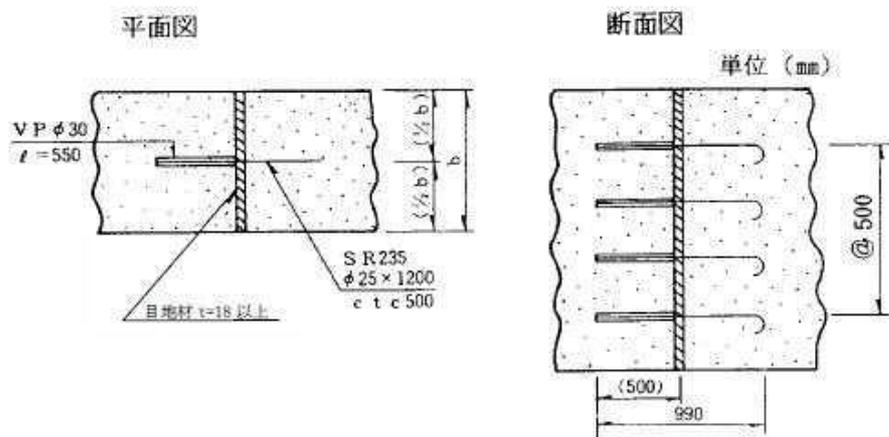


図 7-3-3 膨張目地の構造

- ⑬収縮目地の構造は、巾 12cm 程度の目地板を表・裏に入れるものとする。なお、スリッパーとして鉄筋（ $\phi 16\text{mm} \times 1.2\text{m}$ ）を、50cm 間隔に水平に設置するものとする。収縮目地は、図 7-3-4 に示す構造とする。

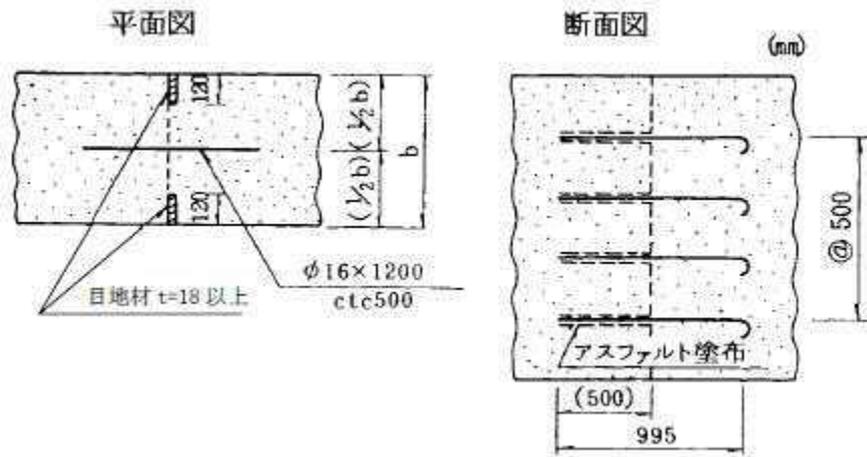


図 7-3-4 収縮目地の構造

- ⑭埋戻し：擁壁の土砂埋戻は締め固め機械を使用する等十分に行う。
- ⑮水平打継目：水平打継目は直高 2.5m 毎に設けるのを標準とし、すべり止め用として用心鉄筋を挿入する。ただし、1 ブロックの擁壁平均高が 3.0m 以下の場合、水平打継目を設けなくてもよい。

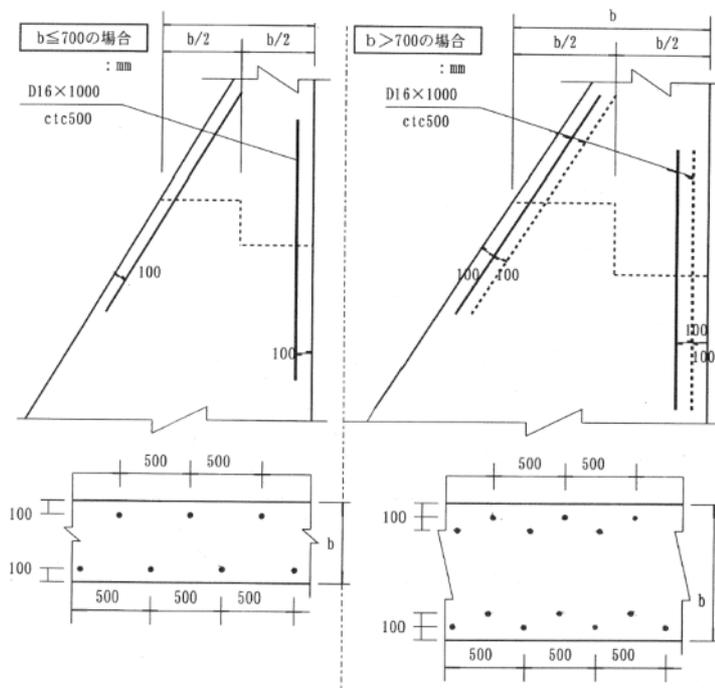


図 7-3-5 水平打継目構造図

- ⑧水平打継目の構造は重力式擁壁工の⑬による。
- ⑨擁壁天端幅：落石防護柵(ストーンガード)設置あるいは施工性などを考慮し、 $B1=50\text{cm}$ 以上とする。
- ⑩水路工の構造等は5. 排水工の設計による。
- ⑪膨張目地および収縮目地の構造は、7-3 重力式コンクリート擁壁工の設計による。
- ⑫基礎フーチングの寸法 ($H3$ 、 $B2$) は、「土木構造物標準設計第2巻(擁壁類)」を参考とし、構造計算により決定する。
- ⑬埋戻し 擁壁の土砂埋戻しは締め固め機械を使用する等十分行う
- ⑭岩着基礎の根入れ
- (a) $h1$ (根入れ高)は 50cm を標準とする。
- (b) $h2$ (岩盤切付深さ)は軟岩Ⅰは 50cm 、軟岩Ⅱは 30cm とする。

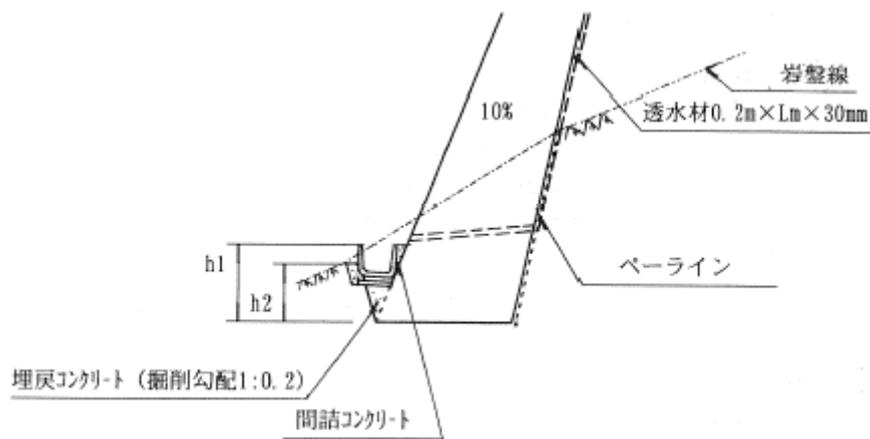


図 7-4-2

- 岩盤が比較的深い位置に露出し、埋戻しコンクリートと水路の敷モルタルとの間が空いた場合は、この間に土砂を入れないこととし、調整コンクリートを打設して不等沈下を防ぐ。
 - 水路の高さ(敷モルタルも含む)が $h1$ より高くなる場合は擁壁の底面計算高を下げ、 $h1$ を変化させるものとし、水路の敷モルタルは擁壁底面より低くならないこと。
- ⑮ペーライン：ペーライン(厚さ 10cm)は岩質・掘削の状況により計上する。

7-5. 基礎工の設計

7-5-1. 直接基礎

斜面上でない高さ8m以下の擁壁で、現地の試験を行うことが困難な場合には、地盤の支持力計算に用いる定数は一般的には、表7-5-1によることができる。

表 7-5-1 支持地盤の種類と許容支持力度（常時値）

| 支持地盤の種類 | | 許容支持力度 q _a (kN/m ² (tf/m ²)) | 備考 | |
|------------|-------------|--|--|-------|
| | | | q _u (kN/m ² (kgf/cm ²)) | N 値 |
| 岩 盤 | 亀裂の少ない均一な硬岩 | 1000(100) | 10000 以上(100 以上) | |
| | 亀裂の多い硬岩 | 600(60) | 10000 以上(100 以上) | |
| | 軟岩・土丹 | 300(30) | 1000 以上(10 以上) | |
| 礫 層 | 密なもの | 600(60) | ———— | |
| | 密でないもの | 300(30) | | |
| 砂 質 地 盤 | 密なもの | 300(30) | | 30~50 |
| | 中位なもの | 200(20) | | 20~30 |
| 粘性土 地 盤 | 非常に堅いもの | 200(20) | 200~400(2.0~4.0) | 15~30 |
| | 堅いもの | 100(10) | 100~200(1.0~2.0) | 10~15 |

「道路土工－擁壁工指針」 p69

直接基礎は基礎地盤が良好な場合に採用する。なお、基礎地盤が良好でない場合は、安定処理や良質土による置き換えを行い、改良地盤を形成してこれを支持地盤とする。

斜面上の基礎地盤の支持力の照査については、「道路土工－擁壁工指針」p121~123を参照すること。また、斜面上に擁壁工を設置する場合には、「道路土工－擁壁工指針」p141により安定性の検討を行うこと。

7-5-2. 改良地盤（置換え、安定処理）上の直接基礎

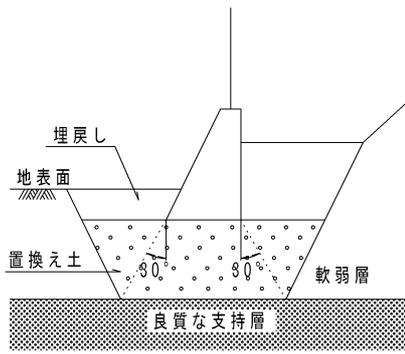
(1). 支持層の浅い場合

表層に軟弱層があり、比較的浅い位置に良好な支持層がある場合には置換え（安定処理）基礎を用いることができる。置換え（安定処理）基礎は、下記を標準とする。なお、置換え（安定処理）基礎の場合の地盤支持力の安定検討は、擁壁底版面における検討と改良範囲下端における検討とを行うこととする。

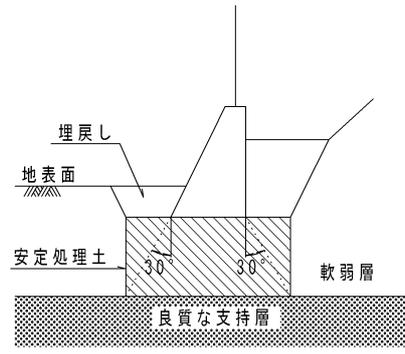
支持層までが比較的浅い場合（3m程度以内）で、もたれ式擁壁を除く形式に採用する（詳細は、「道路土工－擁壁工指針」p132による）。

(2). 支持層の深い場合

支持層が深い場合は、地盤内での荷重分散に期待して、荷重強度が許容支持力度以下となる深さまで改良する（ただし、もたれ式擁壁を除く、詳細は、「道路土工－擁壁工指針」による）。



(a)置換え土

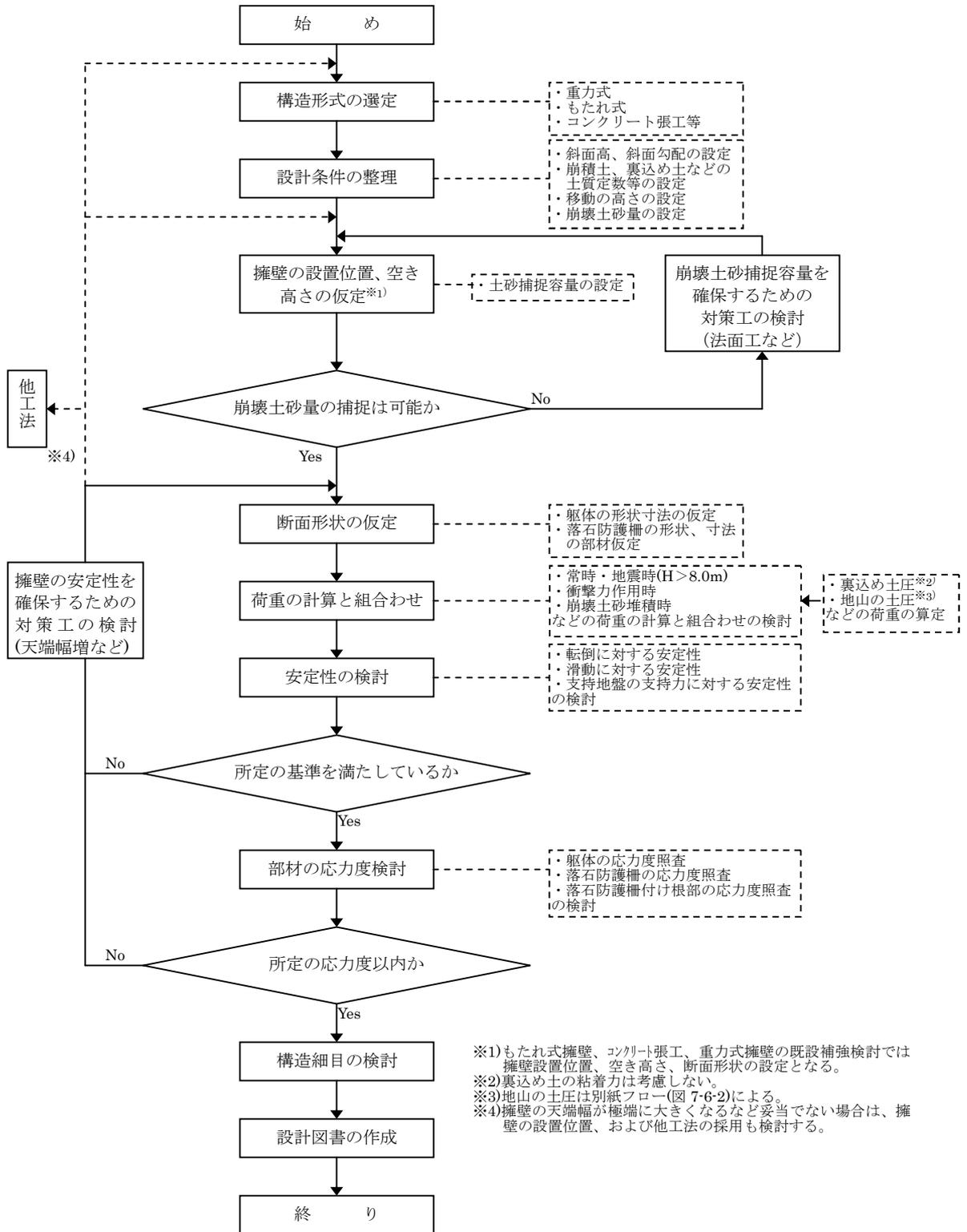


(b)安定処理土

7-6. 擁壁の安定計算

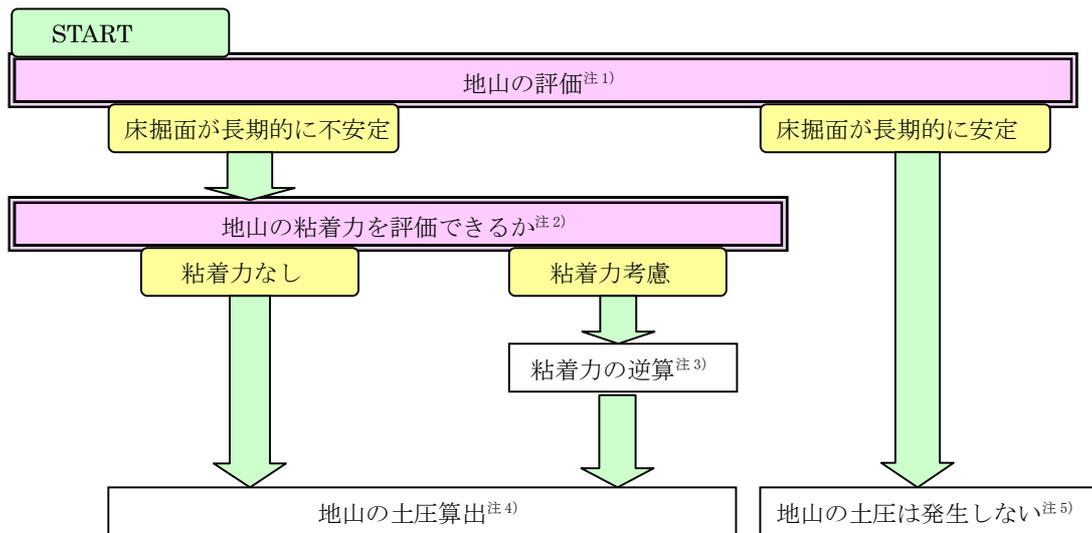
7-6-1. 設計方針

擁壁設計は、図 7-6-1 および図 7-6-2 による。



「崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例」 p2 に一部加筆修正

図 7-6-1 擁壁工の設計フロー



注1) 地山の長期的な安定に対する評価は、以下を目安として総合的に判断する。
 ・地質調査の結果、基盤岩などは長期的に安定すると判断する。その他、土質区分、相対密度、N 値、地下水位などにより不安定土塊（層）を判断する。
 ・表 4-2-1 に示す切土の標準のり面勾配を目安に床掘後の斜面が長期的に安定するか評価する。
 ・3-3-1 に示す表層崩壊の対象層は長期的に安定しないと考える。

注2) 盛土および崩積土などの乱された土砂は粘着力を考慮しないこと原則とする。ただし、自然地盤の急峻斜面では過大な土圧力として算定される場合がある。このため、地質地形状況を勘案し粘着力を考慮することにより、適切な土圧力を算定することが必要である。
 自然地形において、内部摩擦角より急勾配の地形を維持していることを考慮すると、実際には何らかの土質的な応力が働いていることが想定される。この場合、内部摩擦角を土質による標準値等で固定し、粘着力を算出することができる。

注3) ・粘着力の逆算は、土圧の算出時に使用するすべり形状（試行くさび（直線すべり）、円弧すべり等）と同様な形状のすべりに対して行う。

粘着力を土質試験値でなく逆算による計算上の粘着力を用いる理由は以下のとおり。

急傾斜地で不安定土層を構成する土質は主に礫混じり土砂や強風化岩が多く、そのような土質において乱さない状態のサンプリングが困難である。ただし、すべりを検討する層が粘性土で、試験により粘着力が確認できる場合もある。

・逆算に使用する現況斜面の安全率は以下を参考に決定する。

- ①斜面に異常、変状や崩壊の徴候がみられる場合 $F_s=0.95$ 程度
- ②ただちに崩壊に結びつくような徴候が見られない場合 $F_s=1.0$

「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」 p208

・土圧力はわずかな粘着力の違いで大きく変化する。そこで、粘着力を過大評価せず、設計を行うことが重要である。また、過大評価しないため、逆算時において雪荷重を考慮しないことができる。

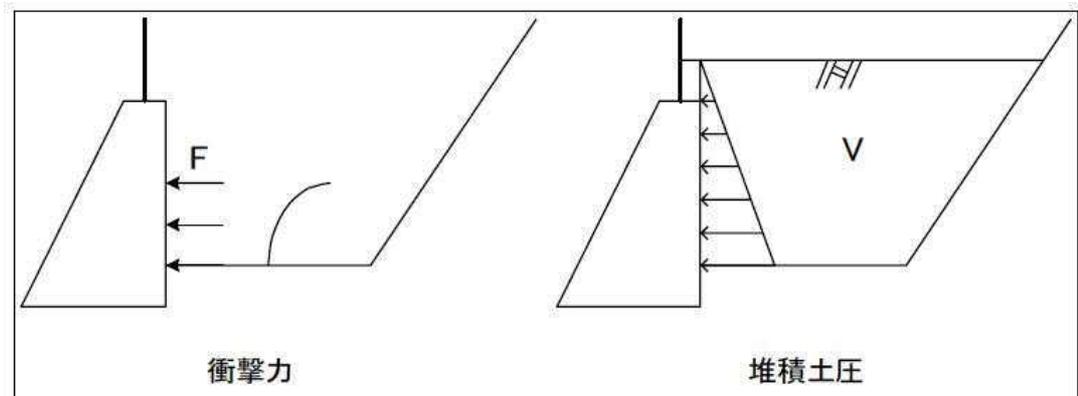
注4) 現地状況に応じて、試行くさび、円弧すべりなど適切なすべり面を用い土圧を算出する。

注5) 地山が長期的に安定すると判断する場合は、裏込め土の土圧のみが擁壁に作用するものとする。

図 7-6-2 地山の土圧算出フロー

7-6-2. 荷重の組み合わせ

擁壁に作用する力は自重、および地山の土圧などの通常の荷重に加え崩壊土砂による衝撃力、崩壊土砂が堆積したときの堆積土圧を考慮する。(図 7-6-3)



「崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例」 p5

図 7-6-3

一般的な荷重の組み合わせは次のとおりである。

ただし、設置される環境、構造形式、形状寸法などによっては、その他の荷重（落石荷重等）を下記の組み合わせに付加して設計しなければならない。

- ①平常時；自重＋裏込め土圧（地山の土圧）
- ②地震時；自重＋裏込め土圧（地山の土圧）＋地震の影響
- ③衝撃力作用時；自重＋裏込め土圧（地山の土圧）＋崩壊土砂による衝撃力（国土交通省告示第 332 号（平成 13 年 3 月 28 日）に示される算出式による移動の力）
- ④崩壊土砂堆積時；自重＋裏込め土圧（地山の土圧）＋崩壊土砂による堆積土圧

7-6-3. 安全率

各荷重の組み合わせでの安全率は、「表 7-6-1」のとおりとする。

表 7-6-1 荷重の組み合わせによる安全率

| 荷重の組み合わせ | | 平常時 | 地震時 ^{注1} | 衝撃力作用時 | 崩壊土砂堆積時 |
|----------|----------|---|---|---|---|
| 状態図 | | | | | |
| 外力 | | ①裏込め土圧 (地山の土圧) | ①裏込め土圧 (地山の土圧) ②地震時慣性力 | ①裏込め土圧 (地山の土圧) ②崩壊土砂の 衝撃力 | ①裏込め土圧 (地山の土圧) ②崩壊土砂の 堆積土圧 |
| 安全率 | 滑動 | $F_s \geq 1.5$ | $F_s \geq 1.2$ | $F_s > 1.0$ | $F_s \geq 1.2$ |
| | 転倒 | $ e \leq B/6$ | $ e \leq B/3$ | $ e \leq B/3$ | $ e \leq B/3$ |
| | 基礎地盤の支持力 | $q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 3.0$ | $q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 2.0$ | $q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 1.0$ | $q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 2.0$ |

注1)擁壁高が8mを超えるものについて検討する。

ここに、e:底版中心より合力の作用位置の偏心距離、B:擁壁の底版幅、

q:地盤反力度、q_a:許容地盤支持力度、q_u:極限地盤支持力度

「崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例」 p6 に一部加筆

7-6-4. 土圧

1) 地山の土圧を考慮すべき地質

土圧を考慮する地盤は、地質調査を行い判断する。なお、その判断は、擁壁の施工における床掘面の長期的な斜面の安定を踏まえ総合的に判断する。

2) 土圧の算出方法

擁壁の背面に作用する土圧は試行クサビ法を用い算出することを原則とする。ただし、地質調査によりすべり面が明らかとなる場合は、円弧スベリ、直線スベリ、複合スベリを用いてもよい。

擁壁に作用する土圧は、以下のとおり、裏込土による土圧および地山による土圧を考慮する。考慮する土圧の組み合わせは以下のとおりとする。

なお、切土部土圧の算定が必要となる場合は「道路土工—擁壁工指針」による。

①切土面が長期間に安定していると判断される場合

裏込部分及び堆積部分の土圧

②切土面が長期間にわたり安定しない場合

裏込部分（地山の土圧）、および堆積部分の土圧

試行クサビ法により求める常時土圧は下式による。

$$P = \frac{W \cdot \sin(\omega - \phi) - c \cdot L \cdot \cos \phi}{\cos(\omega - \phi - \alpha - \delta)}$$

ここに、 W ；土くさびの重量（載荷重を含む）（kN/m）

P ；土圧合力（kN/m）

α ；壁背面と鉛直面のなす角（°）

ϕ ；裏込め土のせん断抵抗角（°）

δ ；壁面摩擦角（°）

ω ；仮定したすべり面と水平面のなす角（°）

c ；すべり面の粘着力（kN/m²）

L ；すべり面の長さ（m）

3) 直線すべり逆算法

直線すべり逆算法は、ある仮定した土質定数を用い不安定と判断する地層においてすべり面角度を変化させ、最も安全率が小さくなるすべり面に対して、想定する現況の安全率となるように定数を決定する方法である。

なお、すべり面の開始角度が $(\beta + \phi) / 2$ よりも小さくなり、且つ明瞭な遷急線が認められる場合には以下の簡便式を用いてもよい。

$$C = \frac{\gamma \times H_0 \times \sin^2\left(\frac{\beta - \phi}{2}\right)}{2 \times \sin \beta \times \cos \phi}$$

ここに、 γ ；すべり土塊の単位体積重量（kN/m³）

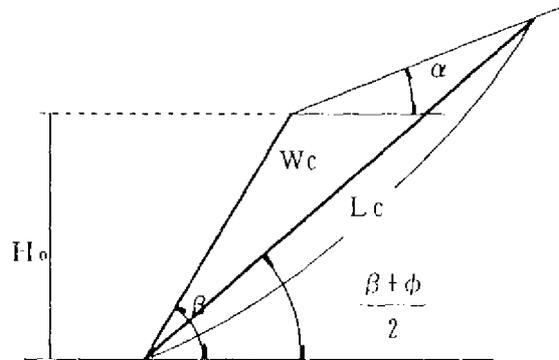
C ；すべり面の粘着力（kN/m²）

ϕ ；すべり面のせん断抵抗角（°）

H_0 ；斜面の高さ（m）

α ；斜面上部の角度（°）

β ；斜面下端の角度（°）



逆算は擁壁工の背後地盤で実施することを原則とする。ただし、擁壁工の背後地盤が凹形斜面などの緩傾斜地である場合は、近隣の急峻斜面を用いて逆算を行ってもよい。

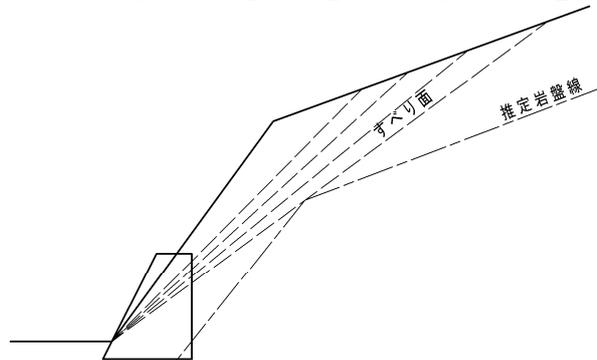


図 7-6-4 直線すべり逆算法のモデル図

7-6-5. 雪荷重

雪荷重は、「図 7-6-5」に示すA・B地域について考慮することとし、C地域については現場の気象条件により必要と判断される場合に限り考慮することとし、D地域については雪荷重は考慮しないものとする。

雪の平均単位体積重量は 3.5kN/m^3 とし、設計積雪深は、設置地点における再現期間10年に相当する年最大積雪深とする。各地域の積雪深データは「道路設計要領」を参照する。

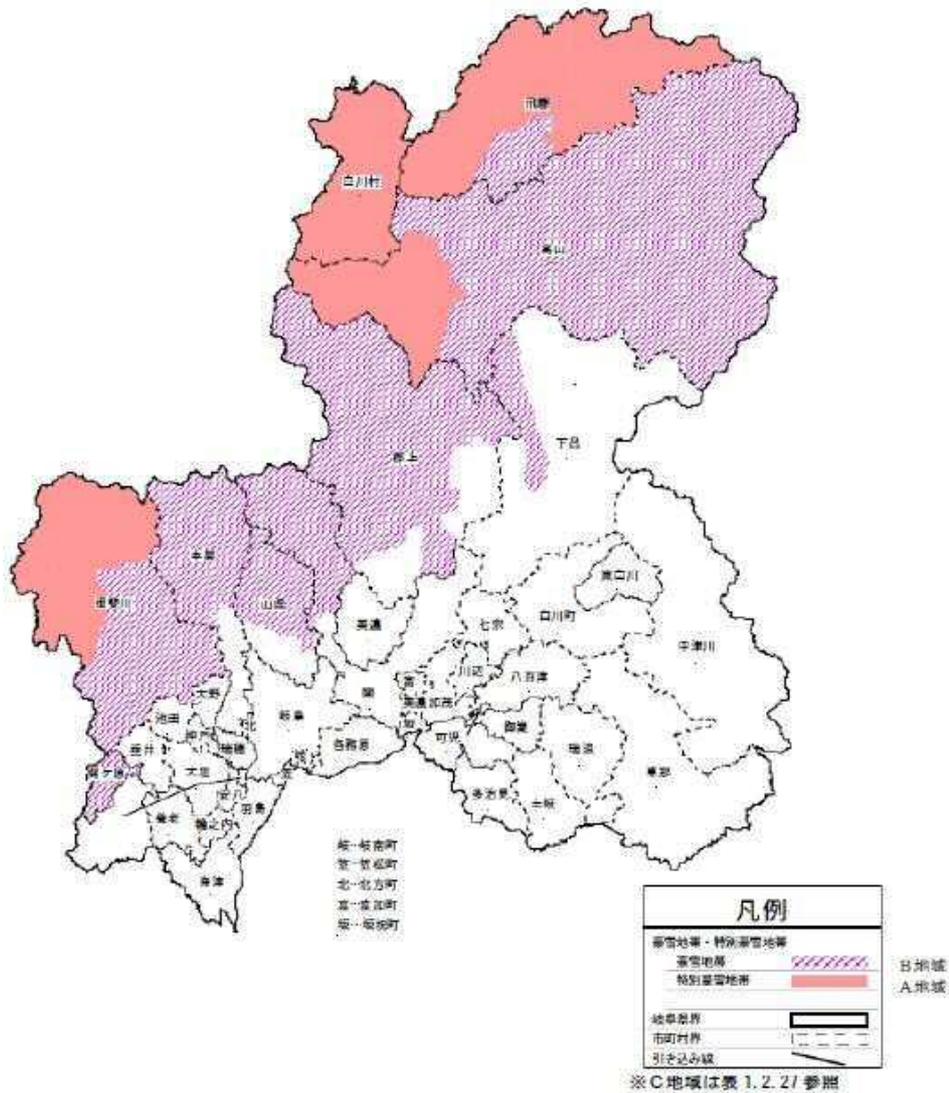


図 7-6-5 雪荷重を考慮する地域の分布図

7-6-6. 地震の影響

一般的に、地震時の設計計算は行わなくてもよい。ただし、以下に示す擁壁については、別途地震時の設計を行う。

- ①高さ 8.0m を超えるような擁壁
- ②倒壊が付近に重大な損害を与えたり、復旧がきわめて困難な擁壁など、地震力を考慮する必要があると認められる場合

7-6-7. 落石荷重

落石時の荷重は、支柱下端に塑性ヒンジを形成する時の水平荷重 F_y および塑性モーメントが柵を通じて擁壁および基礎に作用するものとする。

安定性の評価は、「道路土工—擁壁工指針」に準じて行う。なお、落石時の安全率は、表 7-6-1 の地震時の安全率を使用する。

7-6-8. 土砂災害防止法に基づく荷重

1) 崩壊によって生ずる土石等の土質定数

使用する土石等の土質定数は、表 7-6-2 の値を使用してよい。ただし、これらの値が適当でない場合は、地質調査に基づく値を採用する。

表 7-6-2

| 項目 | 記号 | 単位 | 原則値 |
|------------|----------|-------------------|-------------------|
| 土石等の比重 | σ | — | 2.6 |
| 土石等の容積濃度 | c | — | 0.5 |
| 土石等の密度 | ρ_m | t/m ³ | 1.8 |
| 土石等の単位体積重量 | γ | kN/m ³ | 18 |
| 土石等の内部摩擦角 | ϕ | ° | 25 |
| 土石等の流体抵抗係数 | f_b | — | 0.025 |
| 建築物の壁面摩擦角 | δ | ° | $\phi \times 2/3$ |

2) 崩壊土砂による衝撃力

崩壊土砂による衝撃力は、崩壊土砂の先頭部が擁壁に衝撃力として作用するものとし、擁壁の背面の空き高さは崩壊土砂の移動の高さ以上を確保する。

(注：ただし、擁壁背面の空き高さを確保しようとして、斜面下部に切土を行うと斜面が不安定となる場合があるため注意が必要である。)

崩壊土砂による衝撃力は裏込め土の地表面から作用するものとする。(図 7-6-6)

衝撃力作用時の検討にはその作用時間が短時間であると想定されることから、崩壊土砂の自重による土圧は無視してよい。

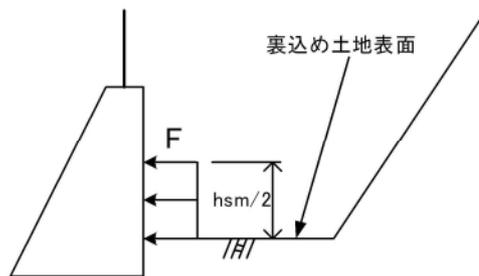


図 7-6-6

擁壁に作用する衝撃力は以下のとおりとする。

$$F = \alpha \cdot F_{sm}$$

ここに、 F ; 待受け擁壁に作用する衝撃力 (kN/m²)

F_{sm} ; 移動の力

(国土交通省告示第 332 号 (平成 13 年 3 月 28 日) に示される算出式)

による移動の力) (kN/m²)

α ; 待受け擁壁における衝撃力緩和係数 ($\alpha = 0.5$)

$$F_{sm} = \rho_m g h_{sm} \left[\left\{ \frac{b_u}{a} (1 - \exp(-2aH/h_{sm} \sin \theta_u)) \cos^2(\theta_u - \theta_d) \right\} \right. \\ \left. \exp(-2ax/h_{sm}) + \frac{b_d}{a} (1 - \exp(-2ax/h_{sm})) \right]$$

上式における変数は以下に示すとおりである。

$$a = \frac{2}{(\sigma - 1)c + 1} f_b$$

$$b_u = \cos \theta_u \left\{ \tan \theta_u - \frac{(\sigma - 1)c}{(\sigma - 1)c + 1} \tan \phi \right\}$$

$$b_d = \cos \theta_d \left\{ \tan \theta_d - \frac{(\sigma - 1)c}{(\sigma - 1)c + 1} \tan \phi \right\}$$

F_{sm} : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動により建築物の地上部分に作用すると想定される力の大きさ (kN/m²)

b_u, b_d : b の定義式に含まれる θ にそれぞれ θ_u, θ_d を代入した値

x : 急傾斜地の下端からの水平距離(m)

急傾斜地の下端からの水平距離は、横断線を急傾斜地の下方へ延長した線上における距離とする。

H : 急傾斜地の高さ(m)

急傾斜地の高さは、急傾斜地の上端と下端の標高差とする。

h_{sm} : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動の高さ(m)

θ : 傾斜度(°)

θ_u : 急傾斜地の傾斜度(°)

急傾斜地の傾斜度は、急傾斜地の上端と下端を結ぶ線と、水平面とのなす角度とする。

θ_d : 当該急傾斜地の下端からの平坦部の傾斜度(°)

以下の土質定数等は、7-6-8 1) により設定された値を用いる。

ρ_m : 土石等の密度(t/m³)

g : 重力加速度(m/s²)

σ : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の比重

c : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の容積濃度

f_b : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の流体抵抗係数

ϕ : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の内部摩擦角(°)

3) 急傾斜地の高さおよび傾斜度

移動の力を求めるための急傾斜地の高さおよび傾斜度は、下端点と上端点の高低差および下端点と上端点を結ぶ平均傾斜度とする (図 7-6-7)。

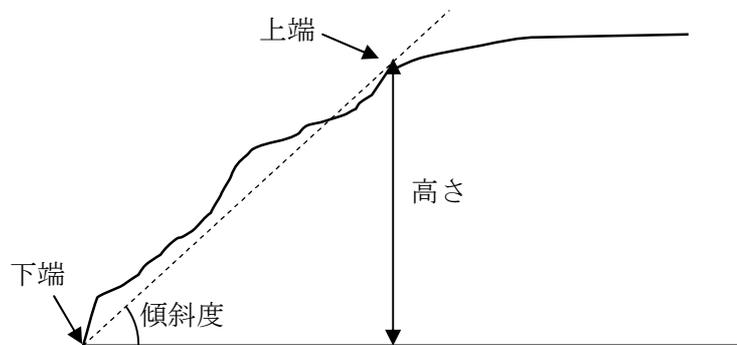


図 7-6-7 急傾斜地の傾斜度と高さの設定

なお、上端点は下方から上方に向かって斜面の傾斜度 30° 、高さ 5m を下回る最初の地点とする (図 7-6-8)。但し、局所的に 30° 未満の緩傾斜部が斜面に存在する場合は、標高差 5m 上方の地点への見通し傾斜度を計測し、傾斜度が 30° 以下となる最初の地点を上端とする (図 7-6-9)。

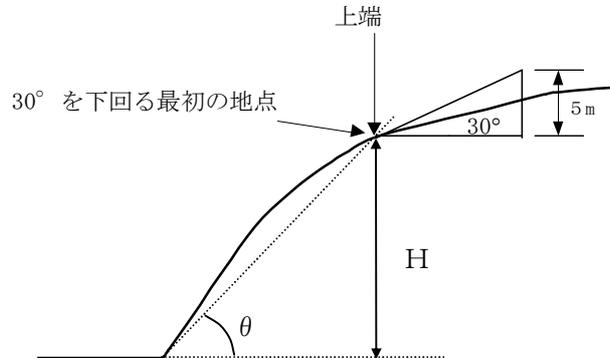


図 7-6-8

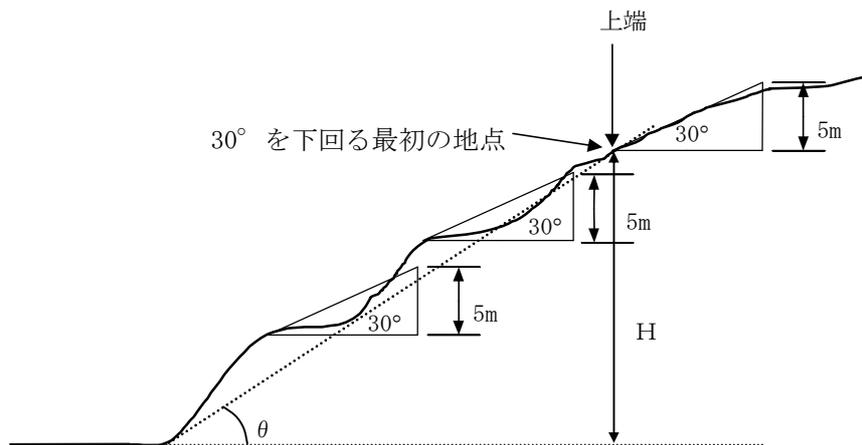


図 7-6-9

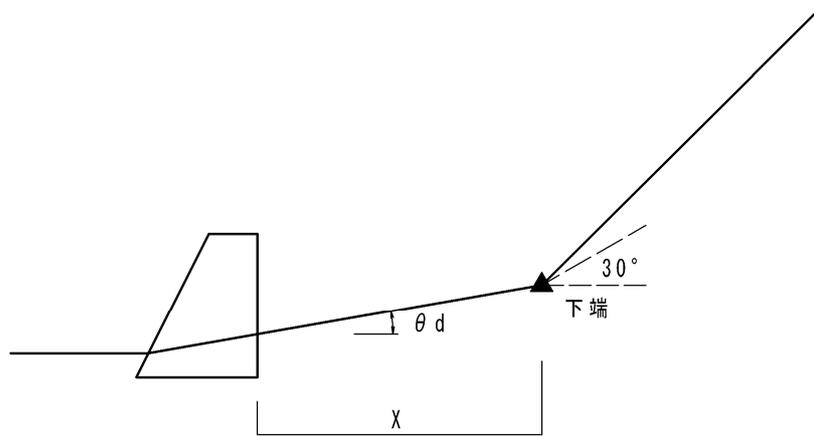
4) 移動の高さ

移動の高さは近隣の崩壊実績、地質調査などの結果より崩壊深の推定が可能な場合は崩壊深の $1/2$ として設定できる。

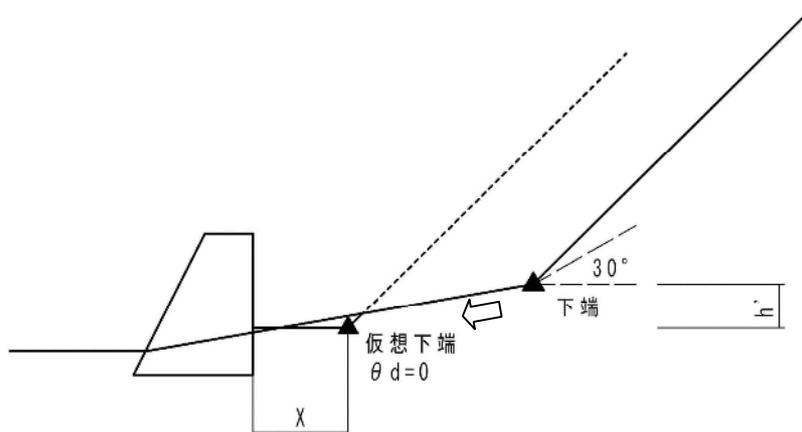
崩壊深さは、3-3-1 表層崩壊深さの推定において検討した結果を用いてもよい。

5) 緩傾斜地の傾斜度 (θd) の取り扱い

急傾斜地の下端より前方 (谷側) に擁壁を設置する場合、下端から擁壁背面までの緩傾斜地の傾斜度 (θd) を考慮し移動の力を算出する。



ただし、擁壁背面に水平面を設けることができる場合は、水平面の背面側端部を仮想下端とし、緩傾斜地の傾斜度 (θd) を 0 とできる。このとき、移動の高さには h' を加えるものとする。



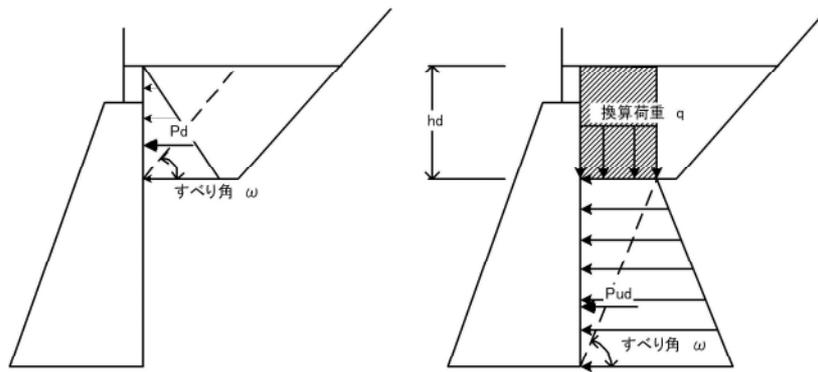
6) 堆積土圧

崩壊土砂の先頭部が擁壁に衝撃力として作用した後、後続流による崩壊土石が落石防護柵を含めた擁壁背後の空間に堆積するものとし、この場合の堆積土砂の土圧を外力として考慮する。

土圧の算定方法は、「崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例」等を参考に求める。

ここで、崩壊土砂による堆積土圧の考え方は、裏込め土の土質と異なる場合は裏込め土の土圧を区分し、次のように求めてもよい。

崩壊土砂による土圧は堆積高 (hd) が擁壁背面の空き高さ、落石防護柵部に作用するとし、崩壊土砂による裏込め土圧の増分は崩壊土砂の土重を上載荷重に換算し裏込め土の土圧を求める。なお、堆積高 (hd) は、7) ②土砂捕捉容量において算定される結果を用いる。



$$q = hd \times \gamma d \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

γd ; 崩壊土砂の単位体積重量 (kN/m³)

hd ; 崩壊土砂の堆積高 (m)

a) 崩壊土砂による土圧

b) 裏込め土の土圧

「崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例」 p8

図 7-6-10

7) 補足土砂量の検討

①崩壊土砂量

崩壊土砂量は、表 7-6-3 に示す全国の斜面災害データ(4671 件)での斜面高さ毎に区分した崩壊土量(累積度数 90%となる値)を参考とすることができる。但し、近隣の崩壊実績または地質調査の結果により明らかに崩壊土量は少ないと判断できる場合は、崩壊土砂量を軽減してもよい。(参考資料-1)

表 7-6-3

| 斜面高 (m) | 崩壊土量 V (m ³) | 崩壊幅 W (m) |
|--------------|-----------------------------|--------------|
| 5 ≤ Hs < 10 | 40 | 14 |
| 10 ≤ Hs < 15 | 80 | 17 |
| 15 ≤ Hs < 20 | 100 | 19 |
| 20 ≤ Hs < 25 | 150 | 21 |
| 25 ≤ Hs < 30 | 210 | 24 |
| 30 ≤ Hs < 40 | 240 | 25 |
| 40 ≤ Hs < 50 | 370 | 29 |
| 50 ≤ Hs | 500 | 32 |

注) 崩壊幅は、全国の斜面災害データ(4671 件)から崩壊土砂量と崩壊幅の関係について求めた近似式

$(W=3.94V^{0.336})$ に崩壊土砂量を代入することにより算出した値である。

「崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例」 p14

②土砂捕捉容量

土砂捕捉容量は、崩壊土量 $V(\text{m}^3)$ を崩壊幅 $W(\text{m})$ で除した単位擁壁長さ当たりの崩壊土量 $Ad(\text{m}^3/\text{m})$ を算出し、擁壁の斜面側の空き空間にこれと同等の空き容量 $Vd (\text{m}^3/\text{m})$ を有することとして計算してよい。

$$Vd = (2 \cdot X + hd / \tan \theta u) \times hd / 2 \geq Ad$$

ここに、 Vd : 捕捉土砂容量(m^3/m)

hd : 堆積高さ (m)

θu : 斜面(法面)の傾斜度 ($^\circ$)

X : 平場距離 (m)

Ad : 崩壊土量(m^3/m)

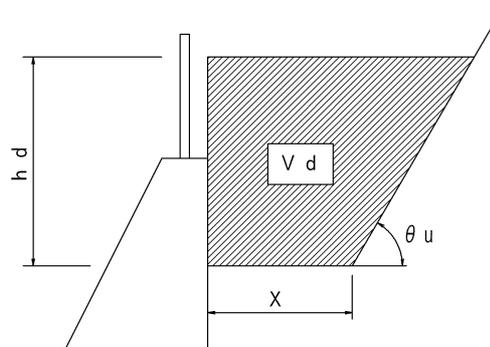


図 7-6-1 1

したがって、崩壊土砂が溢れることのないよう、崩壊土砂量を十分に捕捉できる空間を擁壁背面に確保する。その他に斜面の安定性、管理面、落石の捕捉、衝撃力の緩和等について総合的に判断し決定する。

7-6-9. 安定性の検討

重力式擁壁およびもたれ式擁壁の安定性は「道路土工 擁壁工指針」に準ずることを基本とし、その他、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」、「崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例」などを参考にする。

計画する擁壁工は、平常時に加え、衝撃力作用時、崩壊土砂堆積時、場合によって地震時について、以下の項目について検討を行い、所定の安全率または基準を満たさなければならない。

1) 滑動に対する安定

滑動に対する安定は式 7-6-1 より求める。

$$F_s = \frac{\text{滑動に対する抵抗力}}{\text{滑動力}} = \frac{V_o \cdot \mu + c_B \cdot B'}{H_o} \quad \text{式 7-6-1}$$

ここに、

V_o : 擁壁底面における全鉛直荷重 (kN/m) で擁壁に作用する各荷重の鉛直成分の合計値。

H_o : 擁壁底面における全水平荷重 (kN/m) で擁壁に作用する各荷重の水平成分の合計値。

μ : 擁壁底面と地盤との間の摩擦係数で $\mu = \tan \phi_B$ または解表 4-9 の値とする。

ϕ_B : 擁壁底面と地盤との間の摩擦角 (°)

c_B : 擁壁底面と地盤との間の付着力 (kN/m²)

B' : 荷重の偏心を考慮した擁壁底面の有効載荷幅 (m) で、
 $B' = B - 2e$ とする。

B : 擁壁底面幅 (m)

e : 擁壁底面の中央から荷重の合力の作用位置までの偏心距離 (m) で、
解図 5-14 を参照。

「道路土工 擁壁工指針」 p115

(解表 4-9 は p70、解図 5-14 については p113)

2) 転倒に対する安定

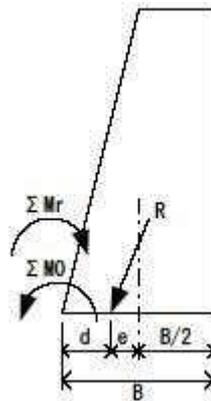


図 7-6-1 2

図 7-6-1 2における擁壁底版のつま先からの合力Rの作用点までの距離dは式 7-6-2で表される。

$$d = \frac{M_r - M_o}{V_o} = \frac{\sum V_i \cdot a_i - \sum H_i \cdot b_i}{\sum V_i} \quad \text{式 7-6-2}$$

M_r : 擁壁底版のつま先 (o点) 回りの抵抗モーメント (kN・m/m) で各荷重の鉛直成分によるモーメント $V_i \cdot a_i$ の合計値。

M_o : 擁壁底版のつま先 (o点) 回りの転倒モーメント (kN・m/m) で各荷重の水平成分によるモーメント $H_i \cdot b_i$ の合計値。

V_o : 擁壁底版における全鉛直荷重 (kN/m) で各荷重の鉛直成分 V_i の合計値。

V_i : 擁壁に作用する各荷重の鉛直成分 (kN/m)

a_i : 擁壁底版のつま先 (o点) から各荷重の鉛直成分 V_i の作用位置までの水平距離 (m)

H_i : 擁壁に作用する各荷重の水平成分 (kN/m)

b_i : 擁壁底版のつま先 (o点) から各荷重の水平成分 H_i の作用位置までの鉛直距離 (m)

合力Rの作用点の底版中央からの距離eは式 7-6-3で表される。

$$|e| = \frac{B}{2} - d \quad \text{式 7-6-3}$$

転倒に対する安定条件として、合力Rの作用位置が各照査ケースの安全率の範囲内であることとする。ただし、もたれ式擁壁では、合力Rの作用位置dが常時ではつま先から擁壁底面幅Bの1/2より後方 ($d > B/2$) に、地震時ではつま先か擁壁底面幅の1/3より後方 ($d \geq B/3$) になければならない。「道路土工—擁壁工指針」p162を参照

3) 支持地盤の支持力に対する安定

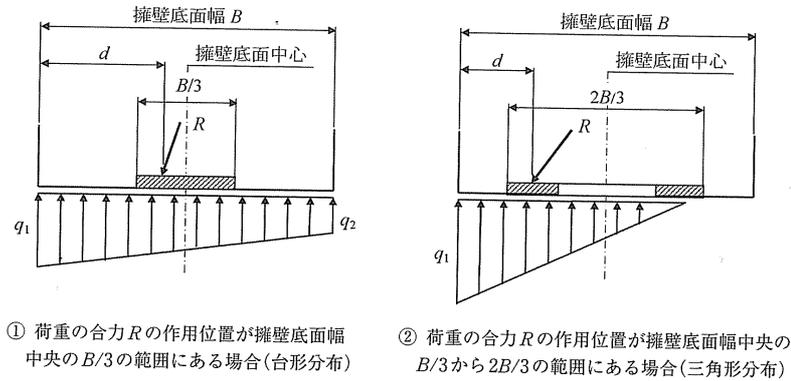


図 7-6-13

地盤反力度は次式より求める。

① 合力の作用点が底版中央の底版幅 $1/3$ (ミドルサード) の中にある場合

$$q_1 = \frac{V_o}{B} \cdot \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \quad \text{式 7-6-4}$$

$$q_2 = \frac{V_o}{B} \cdot \left(1 - \frac{6e}{B} \right) \quad \text{式 7-6-5}$$

② 合力の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 $1/3$ (ミドルサード) の外にある場合)

$$q_1 = \frac{2V_o}{3d} \quad \text{式 7-6-6}$$

ここに、

V_o : 擁壁底面における全鉛直荷重 (kN/m) で、擁壁に作用する各荷重の鉛直成分の合計値

q_1, q_2 : 擁壁底面端部における地盤反力度 (kN/m²)

e : 擁壁底面の中央から荷重の合力作用位置までの偏心距離 (m)

d : 擁壁底面のつま先 (o点) から荷重の合力作用位置までの距離 (m)

B : 擁壁底面幅 (m)

地盤の許容支持力を表 7-5-1 を用いる場合は、式 7-6-4 ~ 式 7-6-6 で求まる擁壁底面端部における鉛直地盤反力度 q_1, q_2 が式 7-6-8 を満足しなければならない。

また、許容鉛直支持力度 q_a を静力学高直で求められる荷重の偏心傾斜及び支持力係数の寸法効果を考慮した極限支持力度 q_u から求めた場合には、単位奥行き幅当たりの全鉛直荷重 V_o を有効載荷幅 B' で除して得られる鉛直地盤反力度が式 7-6-7 を満足しなければならない。なお、常時において支持力による擁壁の沈下が問題となる場合には、 q_1 、 q_2 が式 7-6-9 を満足しなければならない。

$$\frac{V_o}{B'} \leq q_a = \frac{q_u}{n} \quad \text{式 7-6-7}$$

$$q_1, q_2 \leq q_{a0} \quad \text{式 7-6-6}$$

$$q_1, q_2 \leq q_{\max} \quad \text{式 7-6-9}$$

ここに、

q_a : 静力学公式による基礎地盤の許容鉛直支持力度 (kN/m²)

q_u : 静力学公式による基礎地盤の極限支持力度 (kN/m²)

n : 安全率で解表 4-7 による。

q_{a0} : 基礎地盤の許容鉛直支持力度 (kN/m²)

q_{\max} : 常時における基礎地盤の最大地盤反力度の上限値 (kN/m²)

q_1, q_2 : 擁壁底面端部における鉛直地盤反力度 (kN/m²)

V_o : 擁壁底面における全鉛直荷重 (kN/m) で擁壁に作用する各荷重の鉛直成分の合計値

B' : 荷重の偏心を考慮した擁壁底面の有効載荷幅 (m) で、

$B' = B - 2e$ とする。

ただし、もたれ式擁壁で合力 R の作用位置 d がつま先から擁壁底面幅 B の 1/2 より後方 ($d \geq B/2$) にある場合には、「道路土工—擁壁工指針」p163 に記載されている計算方法による。

7-6-10. 部材の応力度検討

1) 検討箇所

① 躯体の応力度の評価

擁壁躯体の各部において、部材の応力度が許容応力度以下となるように設計を行う。

② 落石防護柵の応力度の評価（崩壊土砂堆積時）

崩壊土砂堆積時において、落石防護柵の支柱、ワイヤー、ネットなどの各部材の応力度が許容応力度以下となるように設計を行う。

2) 躯体の応力度の照査

無筋コンクリート部材断面に生じるコンクリートの縁応力度 σ_c およびせん断力 τ_c が式 7-6-10 および式 7-6-11 を満足するように設計する。

$$\sigma_c = \frac{N}{A} \pm \frac{N \cdot e}{W} \quad \text{式 7-6-10}$$

$$\tau_c = \frac{S}{A} \leq \tau_{ca} \quad \text{式 7-6-11}$$

ここに、

- σ_c : コンクリート断面の縁応力度 (N/mm²)
- N : 軸方向力 (N)
- A : コンクリート全断面積 (mm²)
- e : コンクリート断面の図心軸から軸方向力の作用点までの距離 (mm)
- W : コンクリート断面の図心軸に関する断面係数(mm³)
- S : コンクリート断面に作用するせん断力(N)
- τ_{ca} : コンクリートの許容せん断応力度 (N/mm²)

3) 許容応力度

無筋コンクリートの許容応力度は、表 7-6-4 に示す値とする。

表 7-6-4 無筋コンクリートの許容応力度 (N/mm²(kgf/cm²))

| 応力度の種類 | 許容応力度 | 備考 |
|---------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 圧縮応力度 | $\frac{\sigma_{ck}}{4} \leq 5.5(55)$ | σ_{ck} : コンクリートの設計基準強度 |
| 曲げ引張応力度 | $\frac{\sigma_{ck}}{80} \leq 0.3(3)$ | |
| せん断応力度 | $\frac{\sigma_{ck}}{100} + 0.15(1.5)$ | |
| 支圧応力度 | $0.3 \sigma_{ck} \leq 6(60)$ | |

4) 許容応力度の割増係数

コンクリート及び鋼材の許容応力度の割増係数は、表 7-6-5 のとおりとする。
ただし、せん断応力度について割増しは行わないものとする。

表 7-6-5

| 荷重の組合せ | 割増係数 |
|---------|------|
| 衝撃力作用時 | 1.5 |
| 崩壊土砂堆積時 | 1.5 |

「崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例」 p13

7-6-1 1. その他

- ①埋戻コンクリート（設計計算例における裏法コンクリート）の効果は、安定計算に考慮しないことを原則とする。

7-7. 井桁組擁壁工の設計

7-7-1. 特徴

井桁組擁壁は湧水が多く、地盤が比較的軟弱な斜面の小崩壊を防止し安定を図るものである。斜面下部で基礎掘削や斜面の切り取りを必要としない場合が多く、またそれが必要な場合でも最小限に止めることができる。そして透水性が良好で屈撓性があるので、湧水量が多く地盤が比較的軟弱な場合とか地すべり性の崩壊が予想される箇所に適用できる。同じ機能を有するものとして鋼製枠擁壁工もある。擁壁の高さ、幅、勾配等は斜面及び周囲の状況等を勘案して決定する。枠の中詰めはぐり石または雑石が一般に用いられている。

7-7-2. 施工における注意事項

井桁組擁壁の施工は部材の入手、現場への搬入、組立の難易度に応じて現地に適合した方法で行わなければならない。基礎は枠の組上がり精度を保つため慎重に施工しなければならない。また枠組の節点がフレキシブルな構造であり、不等沈下等により偏荷重が生じ部材を破損する場合もあるので、基礎の設置、部材の組合せには十分注意をする必要がある。

組立に当っては次の点に留意する。

- ①水平に設置する部材で長大なものは2点吊りとし、基礎部を先行して一定区間を下部から横方向へと連続して施工する。
- ②ブロックを2段程度組み上げたら中詰めを行い、同時に裏込めも行って背後地盤と密着させ、同時に立ち上がるよう施工する。
- ③中詰め石は部材に衝撃を与えないよう枠内に入れ、枠の周囲には枠間隔より大きめの石材を張り立て、内側には大小とり混ぜた礫を空隙が少なくなるよう密に施工する。
- ④中詰めには土砂を混入してはならない。また背後から土砂の侵入を防ぐため、背後地山と接する部分には吸い出し防止材を施工する。
- ⑤積上高が高い場合は立ち上がりに従い背後に屈曲するおそれがあるので、十分に点検して一定勾配を保つように注意する。
- ⑥のり線上に屈曲部がある場合は十分に組合せを検討し、部材に偏荷重が作用しないよう注意する。
- ⑦組み上げに鋼材等を使用する場合は防食塗料を塗布する等、十分な腐食防止を行う。

8. グラウンドアンカー工およびロックボルト工

8-1. 目的

グラウンドアンカー工およびロックボルト工は硬岩または軟岩の斜面において岩盤に節理・亀裂・層理があり、表面の岩盤が崩落または剥落するおそれがある場合や、直接安定な岩盤に緊結したり、あるいは現場打ちコンクリート枠工、コンクリート張工、擁壁工、杭工等の他の工法と併用して、その安定性を高める目的で用いられる。

グラウンドアンカー工は「グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説」、「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」を参考に計画する。

8-2. 計画

グラウンドアンカー工やロックボルト工を斜面崩壊防止工事に用いる場合、次の点を考慮する。

- ①グラウンドアンカー工法やロックボルト工は、一般に他の工法に比して工費が高くなる場合が多いが、次のような条件の斜面では有効な工法となる。
 - (a) 斜面上下部に人家が接近していて、切土工や待受式コンクリート擁壁工等が施工できない場合、あるいは斜面勾配が急であったり斜面長が長くて現場打ちコンクリート枠工やコンクリート擁壁工等の安定が不足する場合。
 - (b) アンカー体定着地盤・岩盤が比較的堅固で斜面表面より浅い位置にある（すなわちすべり面が比較的浅い）場合
 - (c) 斜面崩壊の形状から、特に面的対策が必要とされる場合。
 - (d) 大きな抑止力を必要とされる場合。
 - (e) 杭工法等では、大きな曲げ応力の発生する場合。
- ②グラウンドアンカー工法やロックボルト工を永久構造物として用いる場合は、特に鋼材の防錆、定着荷重の点検、維持管理等を考慮して計画する。
- ③アンカーの定着地盤はよく締まった砂礫層や岩盤とし、緩い砂層や粘土層、または被圧地下水のある砂地盤では避けなければならない。

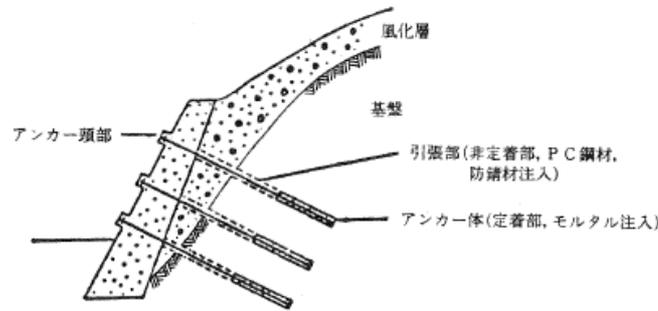
8-3. 調査

グラウンドアンカー工やロックボルト工の設計・施工にあたっては、地質条件や地下水条件などの概況を知るとともに過去の崩壊状況を把握するなどの一般的な斜面調査も加えて、次のような調査を重点的に行うことが望ましい。

- ①すべり面推定のための調査：設計に必要なアンカー力を求め、アンカーの定着位置を決定するため、ボーリング、弾性波探査等を重点的に行うのが望ましい。
- ②定着地盤・岩盤の強度およびアンカー体やロックボルトの極限付着力の調査：アンカーの耐力やアンカー工の施工性はその定着地盤・岩盤の位置（深さ）、性質、強度により大きく左右されるため定着地盤・岩盤の強度特性を十分に調査することが望ましい。またアンカー体の設計の基本事項であるアンカー体極限付着力を正確に推定するために、アンカー基本試験を行うことが望ましい。

8-4. グラウンドアンカー工の種類

グラウンドアンカー工は下図に示すように次の3つの基本要素からなる。



斜面アンカー工の例（擁壁の補強）

①アンカー頭部：構造物からの力を引張部に無理なく引張力として伝達させるための部分。

②引張部：引張力を基盤内のアンカー体へ伝達する部分。

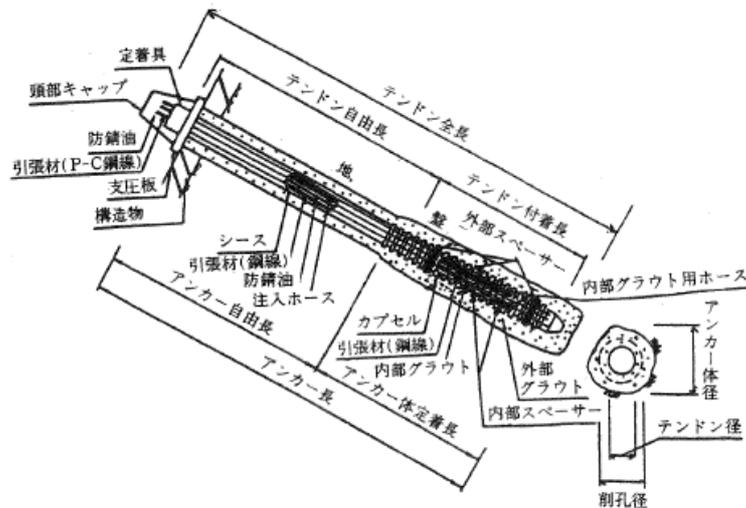
③アンカー体：引張部からの引張力を基盤に伝達し抵抗する部分。

アンカー体は、引張材（テンドン）とグラウトから構成され、テンドンとグラウト、グラウトと地盤の付着力によってアンカーの引張力を地盤に伝達する。

テンドンとグラウトの付着は、単純にテンドン表面とグラウトの付着によるものと耐荷体と称する支圧機構を有する部材を用いて、グラウトの圧縮力も期待するものである。

また、グラウトの施工方法によって、加圧型アンカー、無加圧型アンカーと区別する場合があります。アンカーの設計耐用年数により、永久アンカー、仮設アンカーの区別がある。耐用年数が2年以下の場合を仮設アンカーと呼び、安全率の基準や、防錆上の基準に違いがある。

斜面安定工に用いるグラウンドアンカーはほとんどが永久アンカーである。永久型グラウンドアンカーの基本的構造と各部の名称を下図に示す。



永久アンカーの一例（二重防食の例）^{11-D}

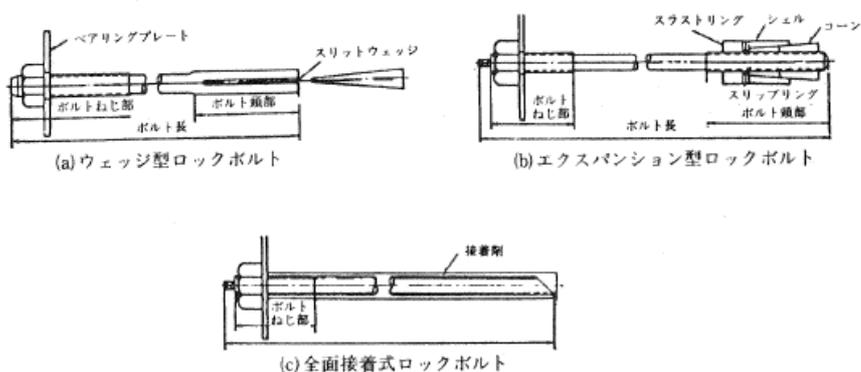
8-5. ロックボルトの概要

ロックボルトは現在では斜面安定にも拡張使用されてきている。しかしロックボルトを永久構造物として斜面安定工に用いる場合は、引張材の防錆対策が必要であり、条件によっては、緊張定着力の減少等問題にも注意しなければならない。

なお、「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」、「道路土工一切土工・斜面安定工指針」および「切土補強土工法設計・施工要領」を参考に計画する。

ロックボルトの一般的な分類とその構造例を下図、および下表に示す。

| 設置法 | ロックボルトの機構 | ロックボルトの構成 | | |
|-------|---|---|-------------------------------------|----------------------------|
| | | ボルト部 | アンカー部 | ペアリングプレート |
| アンカー式 | 定着機能はグラウンドアンカーに準ずる。 定着長 3 m未満、自由長 4 m未満。 | 鋼棒 P C 鋼線 P C 鋼線より線 その他 | セメントミルク定着 | 使用する(ナット式、クサビ式) |
| 締付式 | ボルトの一端をドリルホールの孔奥に定着しペアリングプレートを介して他端をナットで締め付け、ボルトの張力で岩盤をつつたり補強したりする。 | 鋼棒 ① みがき棒鋼 ② 高張力棒鋼 ③ 高張力異形棒鋼 ④ グラスファイバー ⑤ 木棒 | ウェッジ型 エクспанション型 先端接着型 爆着型 | 使用する(バルワッシャー併用) |
| 併用式 | 接着剤を充填前は締付式、充填後は全面接着式の作用効果を付加したものである。 | 締付式に用いるボルト 中空異形棒鋼。 | 締付式と全面接着式の併用 | 締付式に同じ。 |
| 鉄筋挿入式 | ドリルホールと挿入した引張材の間に全面定着。 | 鋼棒、その他 | セメントミルク定着 | 使用する場合もある。 のり面は吹付工等と併用。 |



ロックボルトの構造例

9. 落石対策工

9-1. 概説

擁壁天端に設置する落石防護柵で対応できない場合は、斜面の調査を行い、転石や浮石等の落石源の除去や固定により落石等の発生を未然に防ぐ落石予防工を実施することである。

それが困難または不適當な場合には落石防護工を実施する。

なお、「急傾斜地崩壊防止工事技術指針」および「落石対策便覧」を参考に計画する。

9-2. 一般留意事項

落石対策工を大別すれば落石予防工と落石防護工に分けられる。

▫落石予防工は転石や浮石の除去や固定により落石の発生を未然に防ぐものである。

▫落石防護工は落下してくる落石を斜面下部あるいは中部で止めるものである。落石対策工計画の原則は、まず落石予防工による落石源の除去であるが、それが困難または不適當な場合には落石防護工を計画する。

9-3. 落石の発生形態

① 抜け落ち（転石）型落石

段丘、火山砕屑物などの斜面基質が礫を含むルーズな土砂である場合（表 9-4-1, A①）と、基岩風化や風化生成物質の移動により岩盤上に表土や崖錐などの土砂が存在する場合（表 9-4-1、A②）がある。これらのタイプの落石は土砂中の礫のみが運動を開始する場合と、土砂の崩壊に伴って落着が発生する場合とがある。

② 剥離（浮石）型落石

主として岩盤斜面で発生する。流れ盤斜面（表 9-4-1、B①）において板状の浮石が形成されやすいが、節理、層理、片理、硬軟層の境界などの不連続面の方向が単一でなく複数の場合も多い。流れ盤と受け盤の複合斜面では単純な板状の浮石のみでなく、くさび型の浮石も形成される。不連続面がほぼ水平（表 9-4-1、B②）の場合は、不連続面の間の層の浸食の度合いの差異によりオーバーハングが形成されて、それが落石となることが多い。

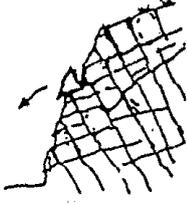
③ その他

風化花崗岩地帯で風化・浸食に強い岩塊や風化し残った部分が、また凝灰角礫岩地帯でも浸食されなかった礫が不安定な状態で残存する場合がある。これらも特殊なケースではあるが、落石の発生原因は一つである。

9-4. 落石の運動形態

- ① すべり運動：岩塊、玉石、礫などが斜面上をずり落ちる形態で下方へすべってくるもの。
- ② ころがり運動：岩塊、玉石、礫などが斜面上をころがりながら下方へ移動してくるもの。
- ③ 飛躍運動：空中を飛躍しながら移動してくるもので、地面または樹木などでバウンドしながら移動する場合と、発生箇所から道路または構造物などの停止位置まで途中バウンドすることなく空中を自由落下する場合がある。

表 9-4-1 落石の分類

| 落石の種類 | 解説 | 模式図 | 代表地質 | 備考 |
|------------------|--------------------------------|---|----------------------------|--|
| A、抜け落ち型 (転石型) | ①礫を含む土砂斜面上の礫が抜け落ちるタイプ。 |  | 段丘、火山砕屑物など。 | |
| | ②岩盤上の土砂中の礫が転落するタイプ。 |  | 崖錐、崩積土、山腹斜面や切土のり面上の強風化岩など。 | |
| B、剥離型 (浮石型) | ①岩盤中の不連続面に沿って剥離するタイプ。 |  | 亀裂の多い、または亀裂が連続する岩盤全般。 | 斜面と亀裂の方向によって滑り、転倒、落下などの様々な形態を示す。緩みの度合いに注意。 |
| | ②風化・浸食しやすい岩盤の表面が剥離するタイプ。 |  | 新第三紀以降の風化しやすい軟岩、硬軟互層など。 | |
| C、その他 | ①風化・浸食で残留した尾根上の巨礫などが不安定化するタイプ。 |  | 風化花崗岩など。 | 頻度は小さいが規模は大きい場合が多い。 |

9-5. 落石の跳躍量

落石現象の横断面内では図 9-5-2 の軌跡を示す。従って落石防護工の設計外力の作用位置や、必要高さとしては同図に示す軌跡の高さ (h) をとればよいことになる。

既往の実験結果 (図 9-5-3) によれば、軌跡の高さ (h) は、一般的な斜面形状の場合には落石の形状によらず 2m を超えないことが多いが、斜面途中のジャンプ台状の凸面や突起によって高さ (h) の値は 4~5m に達することがある。

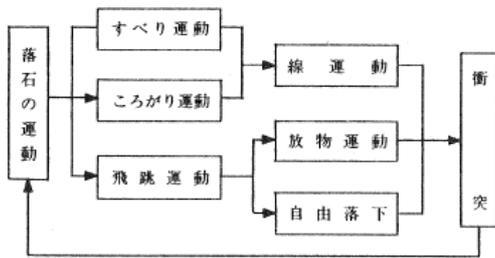


図 9-5-1 落石の運動形態分類

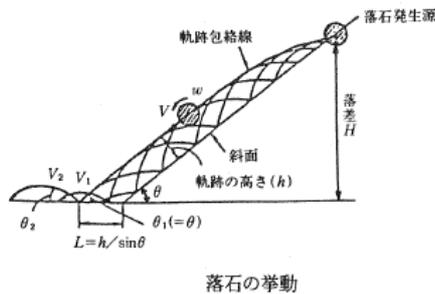
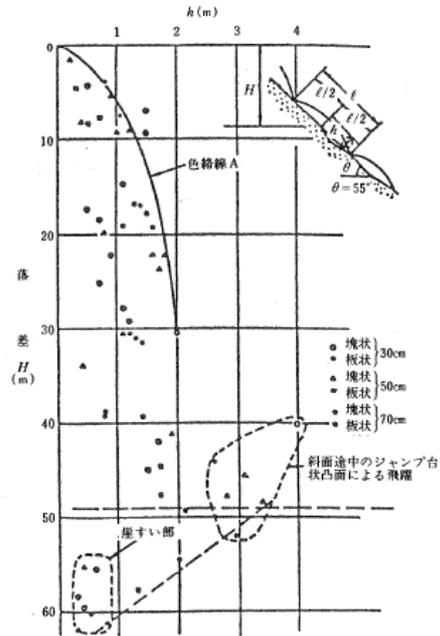


図 9-5-2 落石の挙動



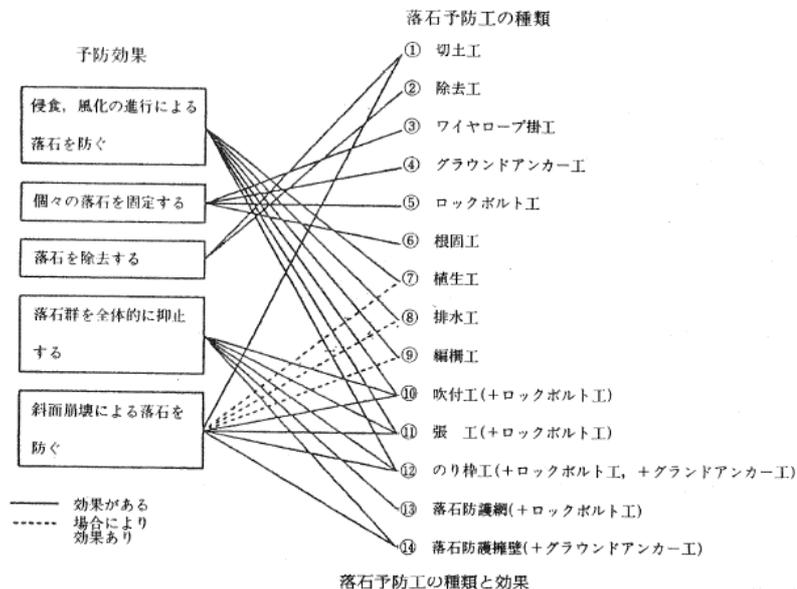
落石の縦断方向の軌跡 (藪原 A)
(日本道路公団実験結果)^{1,2)}

図 9-5-3 落石の縦断方向の軌跡 (藪原 A)

9-6. 落石予防工の種類

落石対策としては直接発生源に対して次の効果を期待して実施する。

- ① 転石の周辺の浸食を防ぎ、根が洗われてすべり落ちるのを防ぐ。
- ② 凍結融解、温度変化、乾燥繰り返し、風力などによる風化の進化の進行を防止する。
- ③ 落石を発生源に直接的に抑止する。
- ④ 落石を除去・整理する。
- ⑤ 斜面崩壊に伴う落石を防止する。



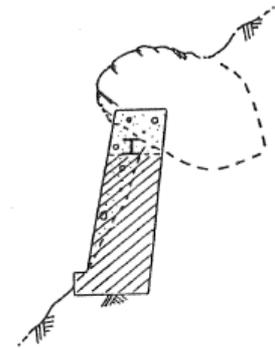
なお斜面上に繁茂している樹木は落石の発生、抑止に効果があり、これを伐採する場合は十分に注意する。

1) 根固工

根固工は、不安定な浮石や転石の除去が出来ない場合に（例えば除去するには大きすぎる場合や、1個の転石を除去することでほかの転石などの安定を害したり、掘削などで斜面を著しく悪化してかえって崩壊を誘発助長する場合など）、浮石・転石をそのままの状態コンクリートなどで間詰などをして固定する方法である。

根固工には、コンクリート根固めのほかに転石と転石を鋼棒やワイヤーで結合させる、いわゆる“ぬいつけ”が行われる場合もある。これは単体としての不安定さを転石群で互いに補強しようとするものである。

根固工



2) 排水工

長大斜面の谷筋や急勾配の溪流部分では地表水の集中によって落石を生じるから、このような箇所では排水路の設置が効果的である。

水の浸食に弱い砂質土の斜面では、これに含まれる転石などの基礎が損なわれて落石の引き金となる。そのため地表水を集中させないように水路を設ける。

湧水は長時間にわたって岩の風化を促進させ、また落石の埋没している基礎を浸食、弱化させ、すべりを生じやすくする。湧水を地中から速やかに地表に導き、地表面を乾燥させた状態にしておくために地下水排除工が重要である。特に積雪寒冷地では融雪水の地中浸透と表面浸食による落石現象が多いから、これを防止する意味で排水工は有効である。

3) 吹付工

コンクリートやモルタルを吹付けて、落石の発生を予防する工法で、表面の浸食防止、岩石の風化防止、亀裂の拡大防止、部分的抜け落ち防止をはかるものである。

抑止効果を増すため吹付を厚くしたり、金網、ロックボルトを併用する方法がある。

4) コンクリート張工

現場打コンクリートによる張工であり、いくぶん不安定な面でもたれ擁壁までは必要ないと判断される場合や節理の多い岩盤斜面で浸食、風化、部分的崩壊を防止するために用いられる。抑止効果を増すために配筋を行ったり、ロックボルトを併用する方法がある。

5) のり枠工

急斜面で規模の大きい落石に対処する予防工である。落石の重量を支えるために格子状のRC梁を組み、その間を梁コンクリートで被覆する。

コンクリート吹付工、コンクリート張工に比較して大きい抑止力・支持力をもつようにRC梁を格子状に組む。必要により格子間を張りコンクリートで被覆する場合もある。落石の重量を支えるのに必要な基礎支持力が必要である。

6) グランドアンカー工、ロックボルト工

グラウンドアンカー工は比較的大規模な浮石や転石が転動しないよう基盤に定着させるものである。アンカー力が大きいため定着基盤の確認が重要であり、抑止力を落石全体に分布させるために根固工、のり枠工、ワイヤロープ掛工などを併用する。

ロックボルト工は比較的小規模の落石を対象とし、亀裂岩と一体化し固定するものである。この場合浮石群を全体的に固定するために斜面と吹付工、張工、のり枠工および落石防止網で被覆しロックボルトと一体化する組合せが効果的である。

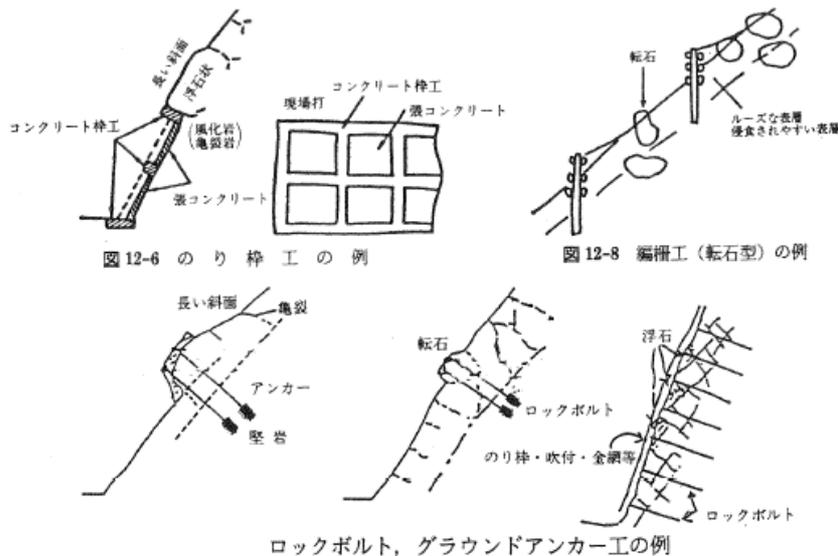


図 12-6 のり枠工の例

図 12-8 編柵工(転石型)の例

ロックボルト、グラウンドアンカー工の例

7) 編柵工

転石および周辺の不安定な小礫・土砂が存在する斜面の表層部分を安定化させることと、小落石を抑止するのに用いる。編柵工は斜面の表層部を安定させ、ここに点在する落石の発生を防ぐことと、小落石を落差の小さい範囲に止めるのに用いる。

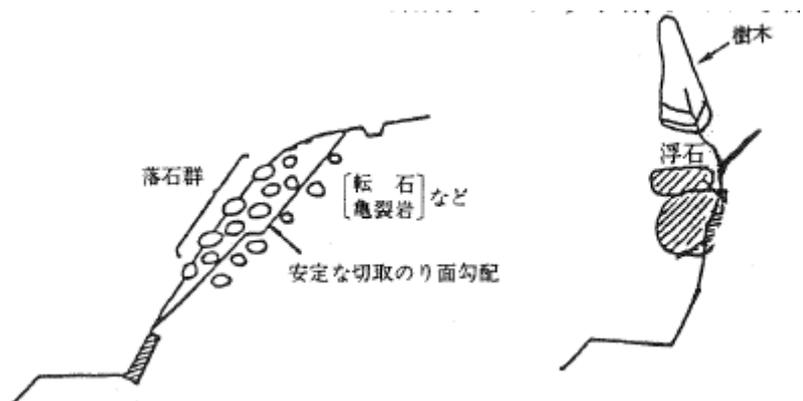
編柵工は転石型斜面に相当である。表層の安定工法として、2) の排水工と併用するのが効果的である。大型の落石を対象とするには抑止力が不足しているが、斜面の表層崩落によって引き起こされる落石を防止する意味で経済的な工法といえる。

8) 切土工

落石のある斜面を安定勾配に切土するもので、斜面高の比較的低い場合に適用され、最も基本的な予防工のひとつである。

9) 除去工

落石の可能性のあるものを除去して安定させ、落石を予防する方法である。大きな転石を除去する場合には、ブレイカーあるいは薬剤等により小割

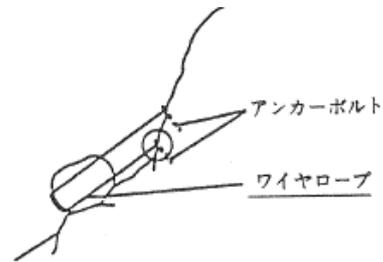


してから除去する方法がよく用いられる。

10) ワイヤロープ掛工

浮石や転石が滑動や転動しないようにワイヤロープを格子状に組んだり、数本のロープでその基部を覆ったり、ひっかけたりして斜面上に固定させる工法である。

ワイヤロープはアンカーボルトなどで堅固な基盤にとりつける必要がある。



ワイヤロープ掛工の例

11) 擁壁工

落石とともに斜面の崩壊を生じるおそれのある急斜面に用いる。擁壁の形状はもたれ型となる場合が多い。壁高が大きくなる場合は抑止力を大きくするためにグラウンドアンカー工を併用する。グラウンドアンカー工は擁壁の抑止力を地山の安定な層にとるものであり、定着層の確認が必要である。

12) 植生工

落石対策として植生工の効果は、凍結融解による亀裂、浮き上がりの進行の防止および地表浸食による転石、浮石の不安定化の防止であり、寒冷地や地表浸食をうけやすい斜面での落石発生の防止に効果がある。

植生工は気候、植生基盤、傾斜角、日当たり等の条件を吟味して選択する必要がある。編柵工等の併用により基盤を安定化するのも効果的である。

9-7. 落石防護工の種類

落石防護工は落石予防工を設置しない軟岩、または礫混じり土砂等の斜面において、雨水の洗掘等によって礫片等の落下が予想される箇所、もしくは予防工だけでは不十分な箇所に用いられる。

落石防護工の種類は設置する位置によって次のように分類される。

- ①発生源から人家等に至る中間地帯（斜面中）に設ける落石防護工には覆式落石防護網工・落石防護柵工・落石防護擁壁工・落石誘導工等がある。
- ②斜面下部に設けるものには、落石防護擁壁工、ポケット式落石防護網工、落石防護柵工等がある。

9-8. 落石予防工・落石防護工の設計

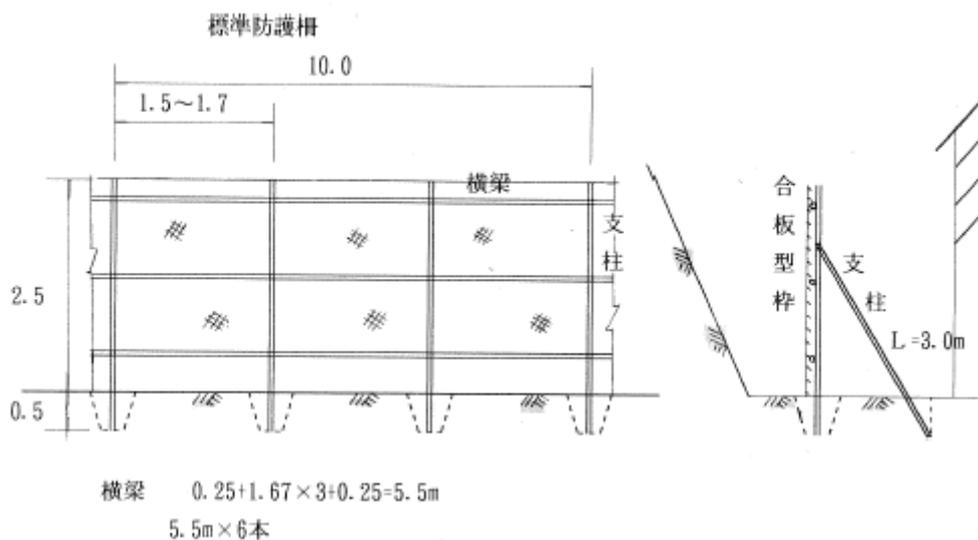
落石予防工・落石防護工の設計は「急傾斜地崩壊防止技術指針」によるが、記述のないものについては下記の参考文献を使用する。

- 日本道路協会 : 落石対策便覧 平成12年6月
- 日本道路協会編 : 道路土工一切土工・斜面安定工指針 平成21年6月
- 土質工学会 : 補強土工法 平成6年5月

10. 急傾斜地崩壊対策工事中仮設防護柵

- 1) 仮設防護柵を計画する場合は下図を標準とする。
- 2) 現地の実状により、当該急傾斜地の傾斜角度、高さ、土質、工事の施工方法等勘案の上計画する。参考として、①～⑫を添付する。

注) 工事中仮設防護柵工種別代価表および附図は 全国地すべりがけ崩れ対策協議会：「地すべり対策・急傾斜地崩壊対策 工事標準歩掛表（案）」昭和60年3月による。



標準防護柵 10m当たり材料及び土量

| 名称・規格 | 数量 | 単位 | 単価 | 摘要 |
|--------------|------|----------------|----|--------------------|
| 素材(杉)末口 20cm | 0.3 | m ³ | | 損料率 20% 3m以上 4m 未満 |
| 素材(杉)末口 20cm | 0.48 | 〃 | | 損料率 20% 3m以上 4m 未満 |
| 素材(杉)末口 20cm | 0.3 | 〃 | | 損料率 20% 3m以上 4m 未満 |
| 型枠合板 | 25 | m ² | | 損料率 20% |
| 普通作業員 | | 人 | | |
| 人力掘削 (床掘) | 0.6 | m ³ | | |
| 人力埋戻し | 0.6 | 〃 | | |