

第4回改訂版（平成30年8月10日）

長大切土のり面の
調査・設計・施工管理マニュアル

高知県土木部道路課

【はじめに】

道路計画では、費用便益効果、安全走行性、環境保全、施工性、経済性、並びに維持管理などを含めた総合的な検討を行って最適な路線を選定する。急峻な山岳地帯では、長大な切土のり面を計画しなければならない場合がある。

一般に長大切土のり面は、のり面全体の地質が均質で堅硬であることは少ない。また、高知県は年間降水量が多く台風や前線による豪雨など厳しい気象条件下にある。このような素因・誘因により施工中に崩壊や変状が発生した場合は、被害と手戻りが大きく、事前に十分な地形、地質などの調査を実施し、長期的なりのり面の安定性と施工時の安全を考慮した適切な設計が必要である。

施工時にはのり面監視を含めた安全管理、のり面・斜面の変状の早期発見・対策を実施し、安全に施工を進めていく必要がある。

本マニュアルは、高知県下で発生した長大切土のり面の崩壊事例などを考慮するとともに、関係機関の仕様書や指針を参考にして長大切土のり面の調査・設計、施工管理に関する基本的事項について示したものである。

なお、初版発刊において参考とした仕様書および指針などの図書は次の通りである。

〔参考図書〕

- ①設計要領 第一集：日本道路公団、昭和 58 年 4 月（平成 4 年 11 月一部改正）
- ②施工管理要領基準書：日本道路公団、平成元年 11 月
- ③土質地質調査要領：日本道路公団、平成 4 年 4 月
- ④道路土工 施工指針：日本道路協会、昭和 61 年 11 月
- ⑤道路土工 のり面工・斜面安定工指針：日本道路協会、平成 11 年 3 月
- ⑥道路土工要綱：日本道路協会、平成 2 年 8 月
- ⑦建設工事共通仕様書：高知県、平成 10 年 4 月

【改訂履歴】

平成 11 年 11 月：初版発刊

平成 17 年 10 月：第 1 回改訂（道路通行規制一覧の見直し等）

平成 20 年 03 月：第 2 回改訂（切土小段幅の見直し、地質技術者の定義の見直し等）

平成 24 年 03 月：第 3 回改訂（施工管理の見直し等）

平成 30 年 08 月：第 3 回改訂（地質技術者が行う詳細調査の歩掛改訂）

長大切土のり面の調査・設計・施工管理マニュアル

【目次】

第1章 総則

- 1. 長大切土のり面の定義----- 1
- 2. 適用の範囲----- 2
- 3. 地質技術者----- 3

第2章 調査・設計

- 1. 調査の流れ----- 4
- 2. 概略調査について----- 6
- 3. 詳細調査について----- 9
- 4. 設計の基本----- 12
- 5. のり面の勾配および切土高さ----- 12
- 6. 切土の小段----- 13
- 7. のり面のラウンディング----- 14
- 8. のり面処理工----- 14
- 9. のり面安定工----- 15

第3章 施工管理

- 1. 施工管理一般----- 16
- 2. 長大切土のり面の地質に関する管理----- 17
- 3. 施工時ののり面斜面点検----- 18
- 4. 降雨時の現場作業の中止----- 18
- 5. 降雨後の現場作業の再開----- 19
- 6. のり面斜面の異常による現場作業の中止----- 19
- 7. のり面斜面の異常時の調査・監視----- 20

【巻末資料】

- 1. 高知県の地質略図と年降水量----- 23
- 2. のり面勾配検討図表----- 24
- 3. 長大切土のり面調査票・のり面斜面点検用紙（例） --- 29
- 4. 降雨に関する作業中止の規制基準値参考資料----- 33
- 5. 異常が発生したのり面の監視に関する管理基準値の例-- 36

第 1 章 総則

1. 長大切土のり面の定義

切土高さが 20m 以上のものを道路長大切土のり面とする。

道路長大切土のり面の定義を明示したものはないが、次のような記述がある。

- ・ 設計要領 第一集：日本道路公団 P109

「切土高さが 20m 以上の長大のり面は、………」

- ・ 道路土工要綱：日本道路協会 P96

「標準のり面勾配の適用はのり高 15m までであり、それ以上の長大なりのり面では………」

- ・ 道路土工のり面工・斜面安定工指針：日本道路協会 P72

「直高 15～20m を超えるような長大のり面となる場合………」

本マニュアルでは、道路長大切土のり面は切土高さ 20m 以上の斜面とする。

図 1-1-1 に、長大切土法面の模式図を示す。

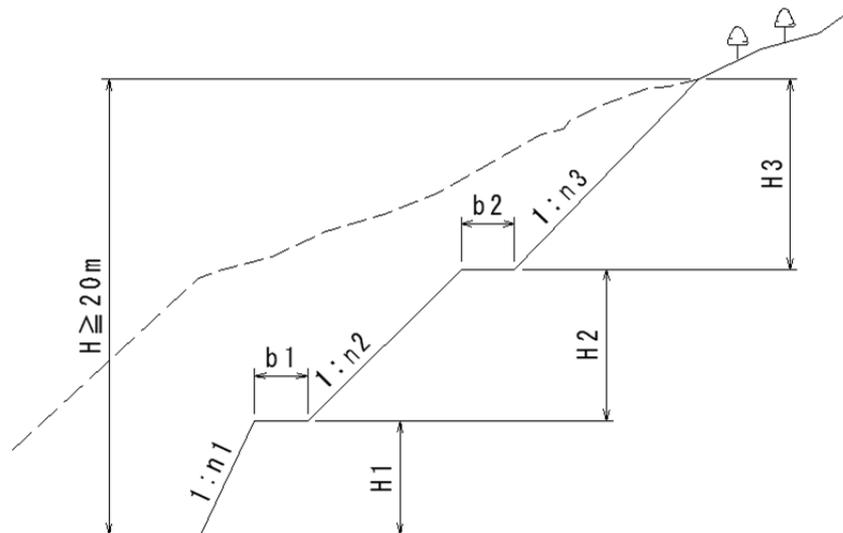


図 1-1-1 長大切土法面の模式図

2. 適用の範囲

本マニュアルは、高知県で計画する道路の長大切土のり面に適用するものとする。
ただし、切土高さが 20m 未満の切土のり面についても安定性に問題のある場合は、このマニュアルを準用し、のり面の長期的安定と施工時の安全を確保するものとする。

本マニュアルは道路長大切土のり面に適用するものとする。
ただし、切土高さが 20m 未満の切土のり面についても、のり面の安定性に問題のある脆弱な地山の場合は、本マニュアルを準用し、調査・設計・施工を実施するものとする。

巻末資料に示すように高知県は、三波川帯、秩父帯、四万十帯などの地質帯からなり、地質毎にのり面の安定性や崩壊機構などが様々である。また、降雨条件も各地で異なる。

したがって、実際に調査・設計・施工を行う場合は、本マニュアルを準用し、現地に適した計画を立案・実施しなければならない。

本マニュアルは、一般的な地山を掘削し切土のり面を形成する場合に適用し、地すべりなど特殊な地山における切土のり面や盛土のり面については適用しないものとする。

3. 地質技術者

長大切土のり面の調査・設計及び施工管理は、地質技術者が実施しなければならない。

1) 「第2章 調査・設計」のうち「2. 概略調査」及び「3. 詳細調査」、「第3章 施工管理」のうち「2. 地質に関する管理」及び「6. のり面斜面の異常時の現地調査」については、地質技術者が実施しなければならない。

2) 地質技術者の要件

地質技術者とは、次のいずれかの要件を満たす者であること。

- ①技術士法による第2次試験のうち技術部門を建設部門（選択科目を土質及び基礎とするものに限る。）または応用理学部門（選択科目を地質とするものに限る。）に合格し、同法による登録を受けている者。
- ②技術士法による第2次試験のうち①に該当しない建設部門の合格者で、地質調査に関し5年以上の実務経験を有する者。
- ③社団法人建設コンサルタント協会が実施するシビルコンサルティングマネージャ（RCCM）資格試験において、専門部門を地質部門または土質及び基礎部門に合格し、同協会に備える「RCCM登録簿」に登録されている者。

第2章 調査・設計

1. 調査の流れ

長大切土のり面の調査は、長大切土のり面の設計・施工に先立ち既存資料調査、空中写真判読、地形地質踏査からなる概略調査を実施し、その結果を踏まえ必要に応じて詳細調査を実施するものとする。

長大切土のり面は、掘削面積が広いために良好な地山がのり面全面に現れることが少ないこと、掘削土量が大きいため切土除去に伴う応力開放が大きいことなど、のり面の安定性について十分な調査検討が必要である。

長大切土のり面の調査は、既存資料調査、空中写真判読、地形地質踏査からなる概略調査と、その結果を踏まえて必要に応じて実施するボーリング調査や弾性波探査などからなる詳細調査がある。

また、施工時に事前の想定と異なる事態が発生した場合に対し、必要に応じて実施する補足調査がある（第3章施工管理を参照）。

図 2-1-1 に長大切土のり面の調査の流れ図を示す。

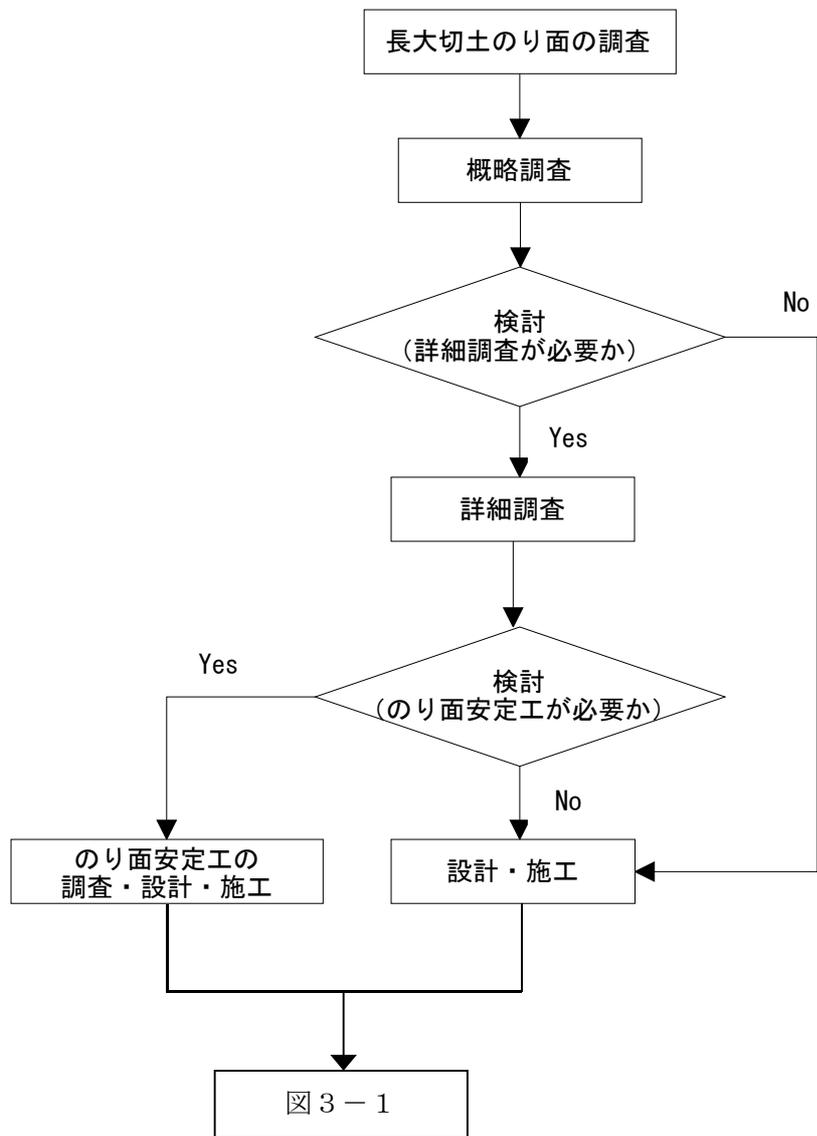


図 2-1-1 長大切土のり面の調査の流れ

2. 概略調査

概略調査は、のり面を含む周辺斜面の地形・地質概況と、のり面が計画されている斜面の詳細な地形、地質構成、地質構造などを把握するものとする。

調査の項目は、①既存資料調査、②空中写真判読（地形判読）、③地形地質踏査とし、主に下記に示す事項について把握するものとする。

- a. 地形
- b. 地質
- c. 地山の工学的特徴（土軟硬、風化の程度、割れ目）
- d. 湧水状況
- e. その他（災害状況、植生など）

特にのり面の安定性や施工の安全性に問題がない場合は、この結果に基づき設計・施工を行うものとする。

概略調査は、長大切土のり面の設計・施工に先立ち実施する調査である。特にのり面の安定性や施工の安全性に問題がない場合は、この結果に基づき設計・施工を行うものとする。

設計・施工に必要な地形地質的な情報が不足する場合は、詳細調査を実施することとする。

(1) 既存資料調査

既存資料調査は、のり面が計画されている斜面周辺の地形地質調査資料、工事資料、既往災害資料、降雨データなどを検討し、対象となる斜面の地形・地質などの特徴を把握する。

(2) 空中写真判読（地形判読）

空中写真判読は切土のり面一帯の地形・地質の情報を判読する。

- a. リニアメント（線状構造）
- b. 不安定な地形（地すべり、崩壊地）
- c. 水系（水系異常）
- d. 崖錐堆積物などの未固結堆積物の分布
- e. 地質構成、地質構造
- f. 植生の状況
- g. その他（土地利用の状況など）

地形は地盤の硬さや風化作用を反映して、異なった浸食形態を表している。岩石が崩壊したり、運搬堆積した場所は特徴的な地形が形成される。したがって、地形図や空中写真から地域の地質・地形状態をある程度予測することができる。

しかし、高知県の地質は付加帯であることから、この地形判読から確認できない初生的な乱れたゾーンが存在することに注意しなければならない。

判読の結果は、縮尺 1:5,000～1:25,000 程度の地形図に記載し地形地質踏査などの調査の参考資料とする。

(3) 地形地質踏査

地形地質踏査は、地形の観察、被覆層や露頭の観察、湧水地点の確認、切土周辺の利水状況の確認等を行う。なお、踏査に先だって既存資料調査や空中写真判読を実施し、ある着目点をもって踏査を実施することが望ましい。

- a. 不安定な地形（地すべり地形、崖錐地形、段差地形）
- b. 地質構成、地質構造
- c. 地山状況（風化の程度、節理面等の分離面の分布、方向性、開口状況など）
- d. 湧水状況
- e. その他（周辺での既往災害、植生状況など）

地形地質踏査は、地質構成、地質構造を面的に把握し、切土に伴う問題点を抽出する上で重要である。踏査の結果により、詳細調査の必要性を検討し、合理的な調査計画を立案しなければならない。

地形地質踏査は縮尺 1:1,000～1:5,000 の地形図を用いて実施し、地質構成、地質構造、地形的特徴などを記入した地質平面図を作成する。

図 2-2-1 に概略調査の着眼点の模式的な図解を示す。

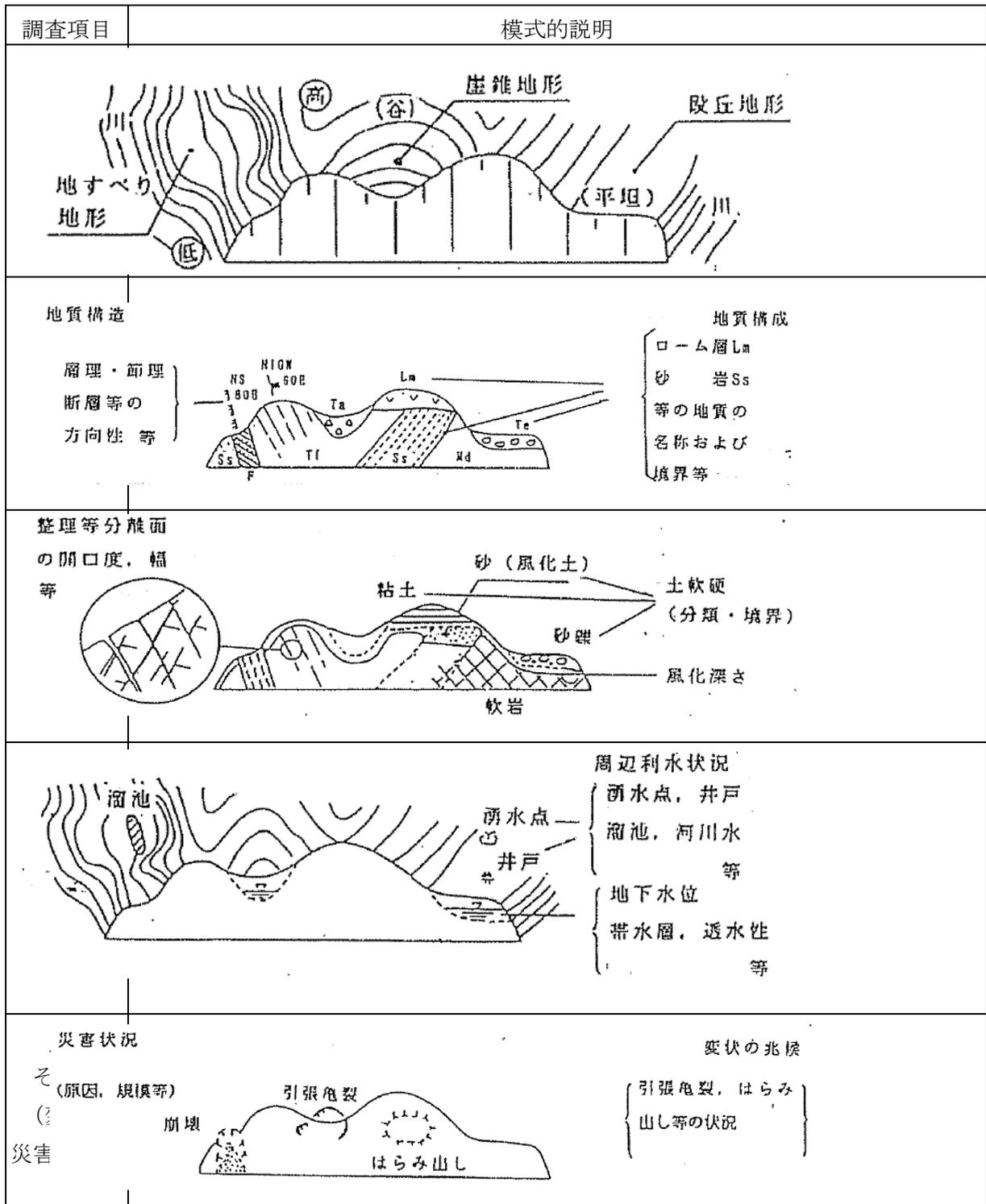


図 2-2-1 長大切土のり面における概略調査の模式的な説明図

土質地質調査要領：日本道路公団、平成 4 年 4 月 P36 より抜粋

3. 詳細調査

詳細調査は、のり面の長期的安定性と施工時の安全性を考慮した設計・施工を行うのに必要な地形・地質情報が不足する場合に実施するものとする。

調査の項目は下記に示すとおりとし、概略調査において不足した地形・地質情報を効率的に把握できるように、適切な調査を実施しなければならない。

- ①地形地質踏査（概略調査の補足）
- ②調査ボーリング
- ③弾性波探査
- ④地下水調査
- ⑤電気探査
- ⑥岩石試験

なお詳細調査を実施する場合、①地形地質踏査、②調査ボーリングは基本的な調査であり、必ず実施するものとする。

詳細調査は、のり面の長期的安定性と施工時の安全性を考慮した設計・施工を行うのに必要な地形・地質情報が不足する場合に実施するものとする。切土のり面計が安定勾配を確保できない場合は、のり面安定工を考慮した設計・施工を行わなければならない。

(1) 地形地質踏査

詳細調査における地形地質踏査は、ボーリング調査などの詳細調査の結果を考慮して実施することが望ましい。

なお、詳細な地形図（大縮尺の地形図）が作成されている場合については、それを用いるものとする。

踏査範囲は地質構造などを考慮して広範囲に行い、原則としてのり尻から両側へ 200～300m 程度は実施する。特に長大切土のり面上部については尾根まで実施することが望ましい。

使用する地形図の縮尺は、1:1,000 程度を標準とする。

(2) 調査ボーリング

調査ボーリングは、ボーリングコアの観察、写真撮影を行い柱状図として整理する。調査ボーリングの主な項目には次のものがある。

- a. 地質状況（地質分布、断層の規模深度）
- b. 岩盤状況（風化・変質の程度、コアの軟硬、割れ目の分布・傾斜状態、RQDなど）
- c. 地下水状況（孔内水位）

この調査は、a. 切土地山全体の地質状況の把握、b. 問題となる地層（断層破碎帯、凝灰岩層など）の分布状況の把握を目的とし、地形地質踏査、弾性波探査などの結果から適切な配置計画を

立案し、効率よく実施しなければならない。

原則として調査ボーリングは、計画のり面ののり肩とのり尻付近で2本以上行うものとする。掘進長は、のり尻付近では計画切土面の2m下まで、のり尻以外の部分では原則として良好な岩盤を5m確認するか、それが出現しなければ計画切土高さの2m下まで削孔するものとする。ただし、良好な岩盤を5m確認した場合でも、その下位に弱層が出現する場合には、機械的に掘止めをせず、地形地質踏査の結果などを考慮し総合的に判断しなければならない。

弾性波探査を実施する場合、調査ボーリング地点は弾性波探査の測線上とする。

土砂や強風化岩はその締まり具合を把握するために標準貫入試験を実施するものとし、試験間隔は1m毎とする。

長大切土のり面の安定性は、不連続面の走向傾斜、開口状況、粘土の狭在状況などが重要なポイントとなるので、直接ボーリング孔内を観測測定できるボアホールカメラ調査が有効であり、必要に応じて実施するものとする。

(3) 弾性波探査

弾性波探査は切土勾配や掘削区分を決定する基礎資料を得ることを目的とする。

弾性波探査の結果は、P波速度 (V_p) の速度層区分図から地山状況を明らかにすることができる。

- a. 風化層の厚さと分布
- b. 速度の違いによる異種の地層の境界、断層破碎帯（低速度帯）
- c. 岩盤区分や亀裂の発達度

探査の結果は、岩種、風化変質状況、地質構造、地下水など様々な因子を含んだ結果であることから、解釈は地形地質踏査、ボーリング調査、岩石試験など他の調査結果を十分に吟味しなければならない。

探査測線は、切土のり面の計画と地形地質踏査の結果を考慮して計画する。のり面が道路延長方向に長い場合は、道路縦断方向の測線と横断方向の測線を設け、横断測線は約50m毎に設定することが望ましい。

測線の延長は道路計画高さでの弾性波速度が解析できる延長とする。

(4) 地下水調査

地下水調査は、ボーリング孔を用いた各種透水試験（ルジオン試験、孔内微流測定など）、地下水位観測および水質試験である。

地下水位観測は、ボーリング孔にストレーナ加工を施した塩ビ管（VP-50）を挿入した地下水位観測孔を用いて実施する。観測計器は、降雨との関係を把握することを目的として自記水位計とすることが望ましい。

(5) 電気探査

電気探査は斜面の地下水の賦存状態を把握するために有効な調査である。

この探査は、斜面に直流電流を流し、それにより形成される電位から地下の比抵抗分布をもと

め、地下水の分布状況や地質構造を推定する方法である。

測線の配置は、原則として弾性波探査に準ずるものとする。

なお、探査結果の比抵抗値と地質との相関性は、弾性波速度との関係よりも不明瞭であるので、結果の解釈については他の調査結果とともに注意して行わなければならない。

(6) 岩石試験

岩石試験は軟岩や中硬岩などの岩盤を対象とし、それらの物理的性質や強度、さらに経時的な風化・劣化特性を判定するために行う。

a. 物理・力学特性：見掛け比重、一軸圧縮強度試験、圧裂引張り強度試験、
超音波伝播速度測定

b. 風化・劣化特性：スレーキング試験、乾湿繰り返し試験

原則として岩石試験はボーリングコアを用いて実施する。試験頻度は深度 3m 毎または地層が変わる毎に 1 シリーズ行うことが望ましい。

亀裂の多いコアや脆いコアで試験供試体の整形が困難な場合は、露頭などからブロックサンプルを採取して試験を行う。

試験項目は超音波伝播速度試験、比重試験を標準的な試験項目とし、必要に応じて力学試験を実施する。

4. 設計の基本

自然の地山は極めて不均質であり、風化の程度、成層状態、割れ目などによりその強度は著しく異なる。長大切土のり面は、のり面全体の地質が均質で堅硬であることはまれで、断層などの弱線をとまなうことが多く、安定性に関する問題が多いので、地質や地下水状況などを把握し、設計しなければならない。

長大切土のり面を設計する場合、空中写真判読、地形地質踏査などからなる概略調査の他、必要に応じてボーリング調査や弾性波探査などの詳細調査を行い、きめ細かな検討をしなければならない。

5. のり面勾配および切土高さ

長大切土のり面の勾配は、岩盤区分や地質構造を反映させた各種のり面勾配検討図表を参考にし、長期的安定性と施工時の安全性など考慮し総合的に判断しなければならない。

切土高さは1段7mを標準とする。最上段については地形・地質的に問題がない場合は、切土高さを10mまで延長することができる。

(1) のり面勾配

高知県の切土のり面勾配は、道路構造物等標準設計マニュアル（案）で1:1.0の標準値以上で計画することと規定されている。

しかし、長大切土のり面の勾配は、地形・地質などから長期的安定性と施工時の安全性など総合的に判断しなければならない。

巻末資料にのり面を構成する地山の岩盤区分や地質構造を反映させた各種のり面勾配検討図表を添付している。長大切土のり面の勾配の決定にあたっては、これらの資料を参考とされたい。

(2) 切土高さ

切土高さは運用に準拠するものとし、1段7mを標準とする。最上段については地形・地質的に問題がない場合は、切土高さを10mまで延長することができる。

6. 切土の小段

小段は切土高さ7m毎に設けるものとする。

小段の幅は土砂、軟岩とも1.5mを標準とする。なお、直高20m～30m毎に幅3m～4m程度の幅の広い小段を設けることが望ましい。山留め擁壁を設置する場合は床堀の影響を考慮して山留め擁壁天端を含めて3.0mとする。

小段排水工は少なくとも2段に1段とし、最下段には排水工を設置するものとする。

(1) 小段の幅と切土高さ

小段の幅と切土高さは、運用に準拠するものとする。

切土高が20m以上の長大のり面では、通常ののり面に比べて維持管理が重要となる。幅広小段は、小規模な変状に対して土砂の崩落を止める役割のほか、補修時の作業スペースとして活用できるので設けることが望ましい。

また、幅広小段の設置位置は、維持管理面を考慮し原則としてのり面の下から1段目に設置するものとするが、急峻な地形の場合など現地状況により幅広小段の設置間隔を変更することができるものとする。のり面点検施設であるはしごや階段などの設置を設計段階から考慮しておくことが望ましい。

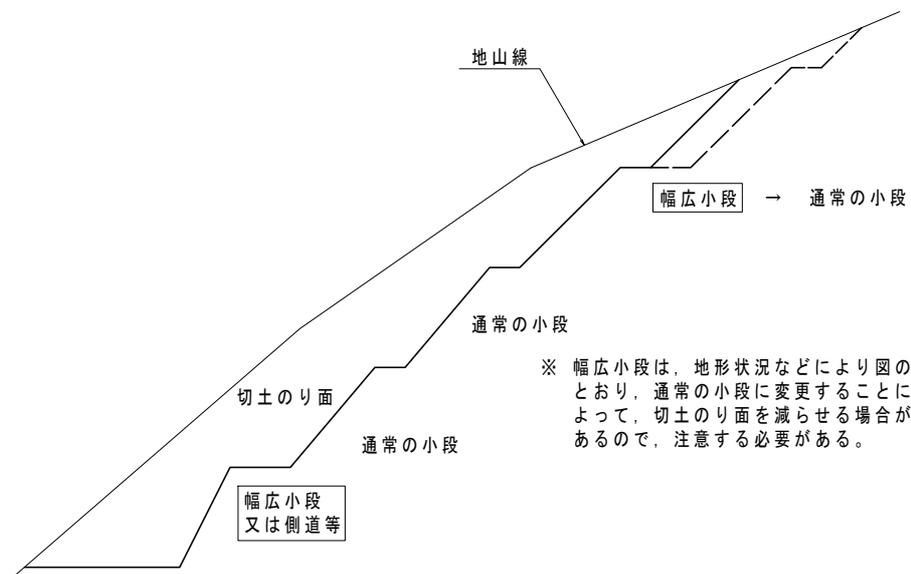


図 2-6-1 急峻な地形の場合における幅広小段の例

(2) 小段排水工について

小段排水工は運用に準拠するものとする。

7. のり面のラウンディング

長大切土のり面ののり肩および両端部は原則としてラウンディングを行うものとし、その形状は1.5mを標準とする。

切土のり面ののり肩や両端部は、地山が不安定で、植生が定着しにくく、最も浸食を受け崩壊しやすい。したがって、浸食防止、植生の定着および景観上からラウンディングを行うものとする。

ラウンディングは1.5mを標準とし、用地についてもラウンディングを考慮した用地幅とする。図2-7-1にラウンディングの概略図を示す。

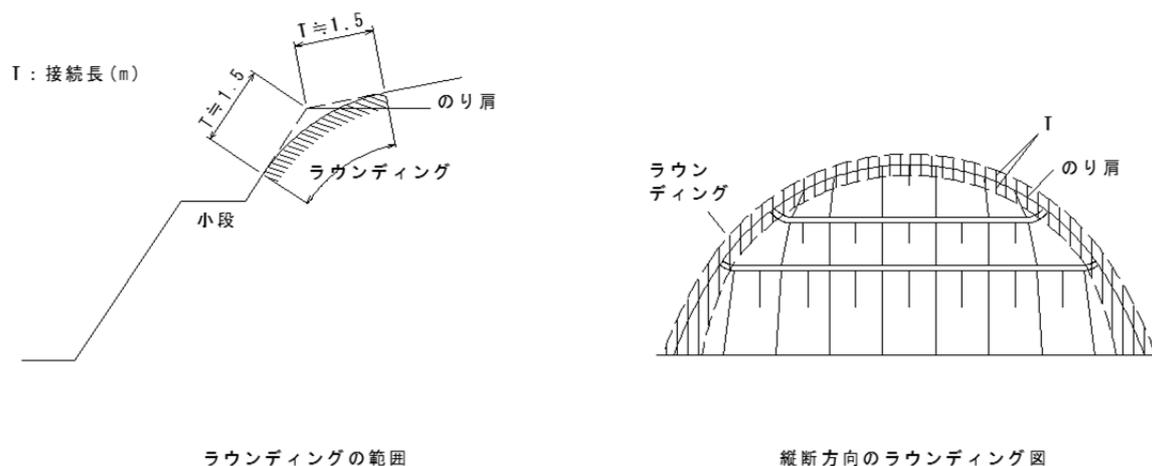


図2-7-1 ラウンディングの概略

8. のり面処理工

のり面処理は、現地状況に応じたものとする。

運用によるとのり面の表面処理は緑化復元を原則としている。

長大切土のり面ののり面処理工は、緑化を含めて現地状況に応じたものを検討し、採用するものとする

9. のり面安定工

のり面安定工は、原則として計画しないものとする。ただし、詳細調査の結果、のり面の安定勾配が確保できない場合は、適切なのり面安定工を設計・施工しなければならない。

長大切土のり面におけるのり面安定工は、運用に準拠し原則として計画しないものとする。

ただし、詳細調査の結果、のり面の安定性に問題があると判断された場合、ロックボルトやアンカーなど適切なのり面安定工を設計・施工しなければならない。

のり面安定工は、のり面の長期的な安定性や施工時の安全性を勘案するとともに、経済性についても考慮して設計・施工するものとする。

第3章 施工管理

1. 施工管理一般

長大切土のり面の工事は、一般の切土工事と比較して規模が大きいため、のり面の変状など施工中の問題が発生しやすい。万一崩壊が発生した場合は大災害となるため、第三者の地質技術者を加え、十分な管理体制のもとに施工しなければならない。

長大切土のり面は、事前に詳細調査を実施しても面的な範囲が広いため正確な情報を得ることが難しく、のり面の掘削時に事前の予想と異なる場合がある。

のり面の掘削時には、掘削面の観察を行い、必要に応じて補足調査を行うものとする。

1) 施工管理一般

工事の施工管理に関する事項は、高知県建設工事共通仕様書に準拠するものとする。

長大切土のり面は、一般の切土工事と比較して規模が大きく万一崩壊が発生した場合は大災害となることから、工事関係者が一体となって安全の確保を図らなければならない。

長大切土のり面の安定性は、地山の地質状況に大きく左右されるので、発注者及び請負者は第三者の地質技術者を加えて掘削面の観察・調査・検討を行い、切土毎の地質状況把握と施工の妥当性を判断しなければならない。

2) 施工の流れ

長大切土のり面の施工は、事前に詳細調査を実施しても面的な範囲が広いため正確な情報を得ることが難しく、のり面の掘削時に事前の予測と異なることが判明する場合がある。

のり面の掘削時には、掘削面の観察を行い事前の予測との相違について確認する必要がある。事前の予測と現場が異なった場合は、発注者と請負者および地質技術者が協議のうえ補足調査を行うものとする。

図 3-1 に、施工時の調査の流れ図を示す。

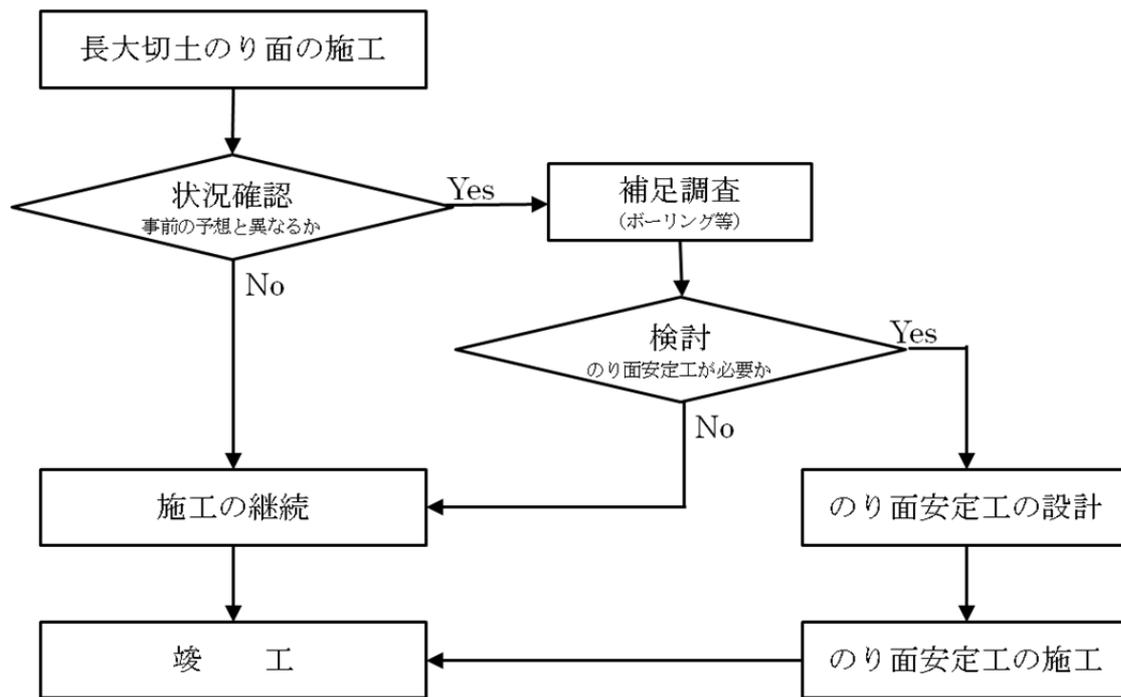


図 3-1 長大切土のり面の施工の流れ

2. 長大切土のり面の地質に関する管理

請負者は、小段で区切られたのり面の掘削毎にその地質状況が把握できる写真を撮影し、のり面の状況について、地質技術者の確認を得なければならない。地質状況が把握できる資料は、のり面の施工時および長期的な安定性を判断する上で重要であり、流れ盤になる割れ目や弱層に注意して記録しなければならない。

地質技術者は、上記に留意し長大切土のり面調査票等により資料整理を行い、監督職員へ報告しなければならない。

長大切土のり面は、のり面全体が均質で堅硬であることはまれであり、断層や弱層が分布し、十分な安定性が確保されていない場合がある。

また、のり面掘削時の地質に関する資料は、施工中はもちろん将来の維持管理にわたって役立つものである。請負者は小段で区切られたのり面の掘削毎にその地質状況が把握できる写真を撮影し整理するとともに、のり面の状況について、常に地質技術者の確認を得なければならない。地質技術者は、参考資料にある長大切土のり面調査票（例）を参考として資料整理を行い、小段で区切られたのり面の掘削毎に監督職員に報告するものとする。

掘削の段階で当初設計では対処が難しい状況が発生した場合は、地質技術者の判断・意見に基づいて発注者と協議を行い、必要な対策（仮設対応等）を講じなければならない。設計の再検討が必要となる場合は工事の部分中止等を行い、地質技術者によるのり面安定工の設計の完了を待って再着手するなど安全を確保しなければならない。

3. 施工時ののり面斜面点検

施工時の安全確保を目的としたのり面斜面点検は、現場責任者が作業開始前に行い、所定の用紙（のり面斜面点検用紙）に記入するものとする。

点検箇所は、①掘削が終了したのり面全面、②のり肩とその周辺の上部斜面とするものとする。

常に気象状況を把握できるような体制を整えておき、必要に応じて雨量計などを設置するものとする。

長大切土のり面は、小規模な崩壊でも切土高さが高いため、大きな災害となる場合がある。作業開始前には、①既掘削ののり面全面、②のり肩とその周辺の上部斜面を現場責任者が点検するものとする。

点検は、のり面・斜面に崩壊やはらみだしなどの異常の有無、湧水状況の変化などに留意し、所定の用紙にその結果を記述する。巻末資料に所定の用紙の例を示す。

常に気象状況を把握できるような体制を整えておき、必要に応じて雨量計などを設置することとする。

4. 降雨時の現場作業の中止

現場責任者は斜面災害に関する知識を有する技術者であり、現場の地形・地質および気象状況に応じて臨機応変に現場作業の実施と中止を管理しなければならない。

降雨に関する現場作業の中止の規制基準値は、施工のり面周辺の過去の災害事例、近傍の国道等の異常気象時の道路通行規制基準値および地形・地質を考慮し、各々の現場で決めるものとする。

現場作業は、降雨量が規制基準値に達した時点で作業を中止するものとするが、それ以前にのり面斜面に異常が発生した場合又は、事前に雨量が規制基準値に達すると予想される場合においては、現場責任者は、適宜作業を中止し、必要な安全対策を講じなければならない。

長大切土のり面の崩壊は小規模であっても大きな災害となる可能性がある。施工中は、降雨による規制基準値を現場に応じて設け、その雨量に達した時点で作業を中止しなければならない。

のり面崩壊など斜面災害は一般的に前兆現象を伴うことから、現場責任者はこれらに関する知識を有する必要があるとともに、現場の地形・地質および気象状況に応じて臨機応変に現場作業を管理する。

規制基準値の決定は、地形・地質、気象、施工状況など多く要素が関わりあうので、一律に決定することは困難である。

規制基準値は、施工のり面周辺の過去の災害事例、近傍の異常気象時の道路通行規制の基準値

および地形・地質を考慮し、各々の現場で決めるものとする。

現場作業は、降雨量が規制基準値に達した時点で作業を中止しなければならない。ただし、それ以前に斜面災害の前兆現象などの異常が発生した場合、又は事前に雨量が規制基準値に達すると予想される場合においては、現場責任者は、適宜作業を中止し、必要な安全対策を講じなければならない。

5. 降雨後の現場作業の再開

降雨後、現場作業の再開は、無降雨が6時間継続した時点を経準とする。再開に際しては、のり面全面および周辺斜面を丹念に点検し、異常がないことを確認しなければならない。

現場作業の再開条件は、無降雨状態が6時間連続した場合を規準とする。これは建設省四国地方建設局での異常気象時の通行規制区間における規制解除条件である無降雨状態の連続3時間を参考に、施工中の切土のり面の条件を考慮したものである。

作業の再開に際しては、のり面全面および周辺斜面を丹念に点検した上で再開するものとする。

6. のり面斜面の異常による現場作業の中止

のり面施工中にのり面およびその周辺斜面に亀裂や崩壊などの変状が発生した場合は、速やかに作業を中止し、必要な安全対策を講じなければならない。

作業中止後は、緊急に地質技術者による現地調査を行うものとする。地質技術者は、地形地質、変状規模その進行性を把握し、のり面斜面の監視体制、補足調査、修正設計を含む今後の対策について立案しなければならない。

現場作業の再開は、のり面斜面の安定性と施工の安全性を確保した後に行うものとする。

(1) のり面斜面の異常による現場作業の中止

長大切土のり面の崩壊は小規模であっても大きな災害となるので、のり面施工中にのり面およびその周辺斜面に亀裂や崩壊などの変状が発生した場合、速やかに作業を中止し、必要な安全対策を講じなければならない。

作業中止後は、すみやかに地質技術者による現地調査を行うものとする。地質技術者は、地形地質や変状の規模および進行性などを把握し、のり面の監視体制、補足調査、修正設計を含む今後の対策について立案しなければならない。

(2) 現場作業の再開

現場作業の再開は、必要な調査や監視を行うとともに、適切な対策を施し、のり面斜面の安定性と施工の安全性を確保した後に行うものとし、必要に応じてのり面斜面の監視を継続しながら作業を行うものとする。

7. のり面斜面の異常時の調査・監視

のり面斜面に亀裂等の異常が発見された場合、その変状の進行性と変状の規模（範囲）を把握する必要があるため、地形地質踏査、地表変位測定を行うものとし、必要に応じてすべり面深度や地山状況を把握するための調査ボーリング、孔内傾斜計観測、地下水位観測等を実施する。

現場作業は、安全管理を目的として斜面の動態観測を継続して実施するものとする。観測の結果、再び異常が発生した場合、速やかに現場作業を中止しなければならない。

作業の再開は、前条によるものとする。

のり面斜面に亀裂等の異常が発見された場合、その変状の進行性と変状の規模（範囲）を把握しなければならない。

このため、図 3-2 に示すような方法で調査・観測を行うものとする。

作業再開後、安全管理を目的として、計器を用いて斜面の動態観測を継続して実施するものとする。観測の結果、再び異常が発生した場合、速やかに現場作業を中止しなければならない。

監視の管理基準値の参考値として「土質地質調査要領」：日本道路公団の例を巻末資料に示す。

(1) 地形地質踏査

地形地質踏査は、異常が発生した箇所だけではなく、のり面全体とその周辺斜面を対象として行うものとし、スケッチ、現況変状図、現況写真などから、不安定領域の特定を行う。

(2) 地表変位測定

地表変位測定は、地表面に発生した亀裂などの経時変化を測定し、崩壊や地すべりの変状の進行性を把握するために実施する。

測定方法には、伸縮計、ぬき板観測、移動杭観測、光波測量などがあり、現地の状況に応じて適切な方法を選定する。進行性の著しいのり面は、測定時の安全性を考慮しなければならない。

(3) 孔内傾斜計観測

孔内傾斜計観測は、調査ボーリングの後、測定用ケーシングを設置し変形状況を測定し、すべり面深度の確定や進行性を把握するために実施する。

測定には対象となる斜面に立ち入る必要があり、滑動が活発な斜面には適さない。

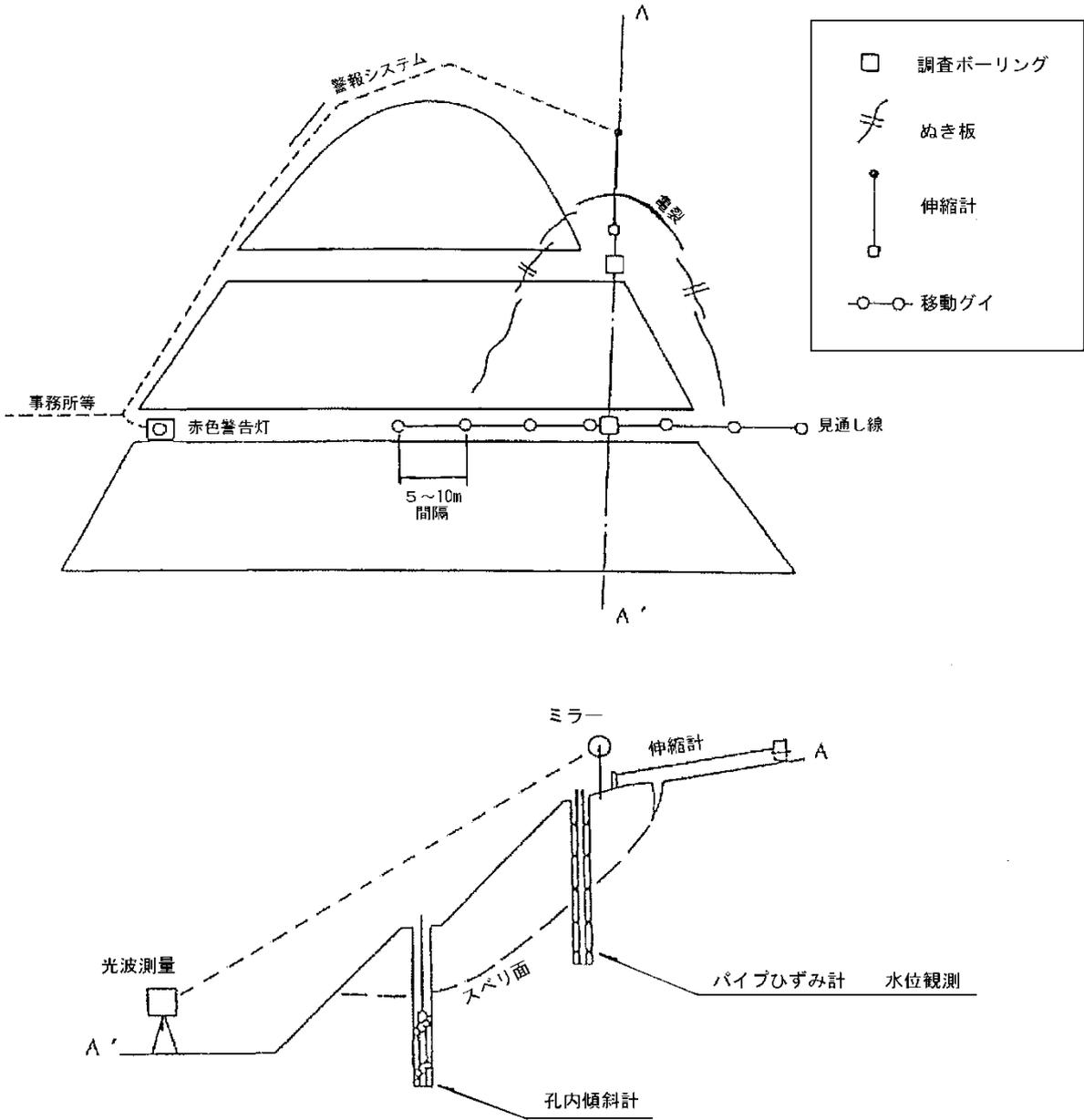


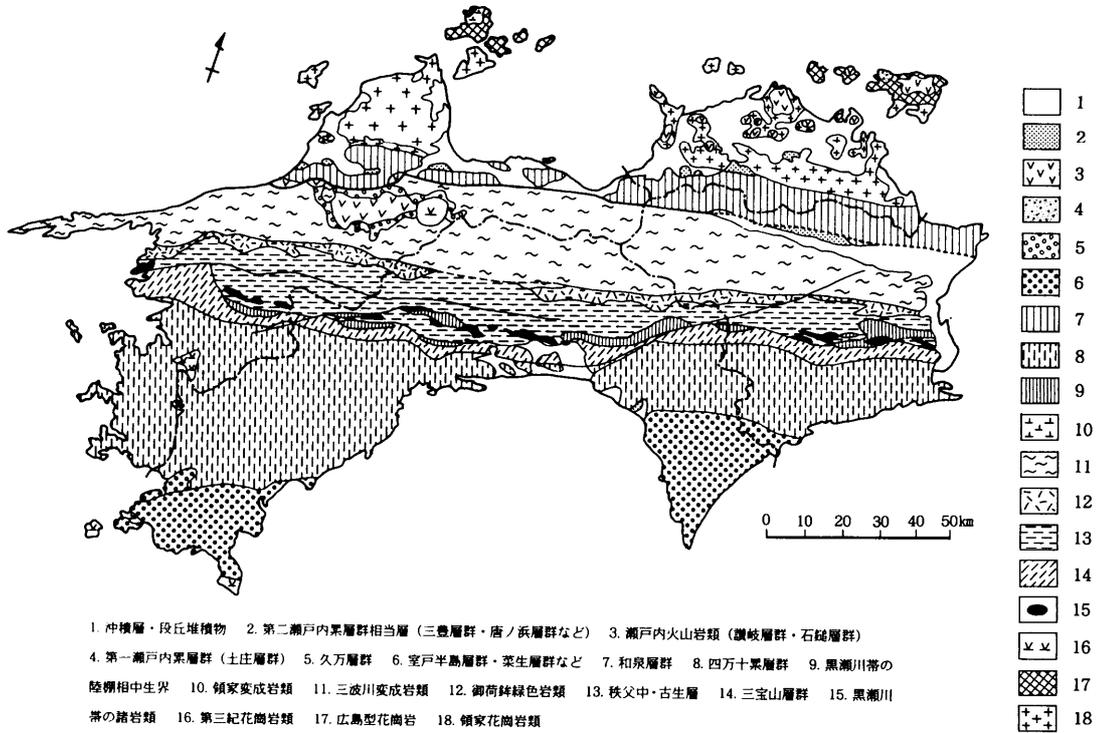
図 3-2 異常が発生したのり面における観測機器の配置例

土質地質調査要領：日本道路公団、平成 4 年 4 月 P185 より抜粋

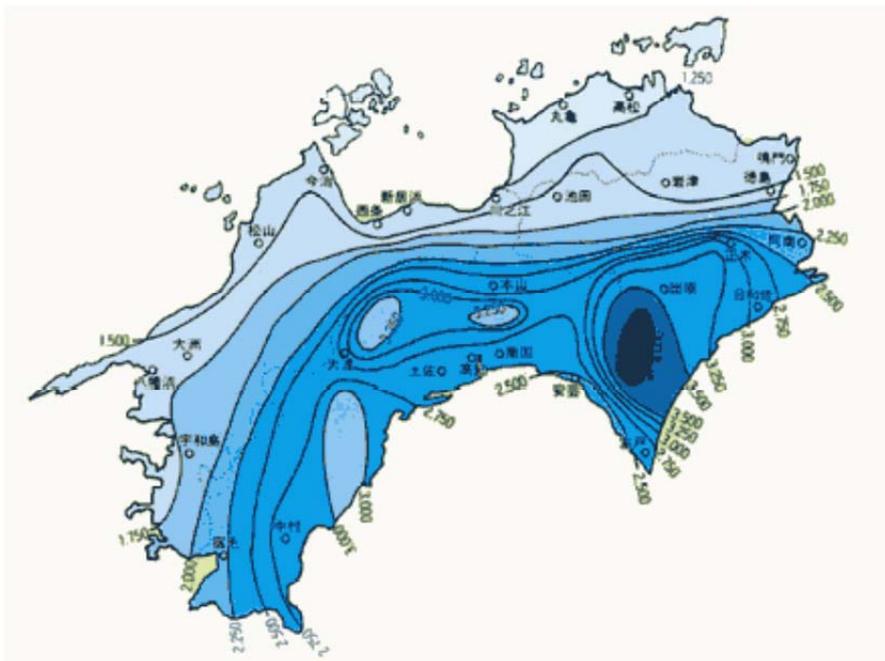
【巻末資料】

1. 高知県の地質概略図と年降水量図
2. のり面勾配検討図表
3. のり面斜面点検用紙（例）
4. 降雨に関する作業中止の規制基準値参考資料
5. 異常が発生したのり面の監視に関する管理基準値の例

1. 高知県の地質概略図と年降水量図



高知県の地質略図（地盤工学会四国支部）



高知県の年降水量図

2. のり面勾配検討図表

切土のり面の安定性は、のり面を構成する地質とその地質構造や地下水に大きく左右される。高知県は、三波川帯、秩父帯、四万十帯と各々特徴を有した地質帯からなり、のり面勾配を決定する際には分布する地質やその地質構造を考慮する必要がある。

以下に「設計要領第一集」：日本道路公団から抜粋した a. 中古生層、b. 塊状岩盤、c. 蛇紋岩、d. 地質構造が流れ盤、e. 破碎帯におけるのり面勾配の安定性について指標を示す。

a. 弾性波速度から安定検討

切土のり面の安定性を左右する要因の地山強度の指標として、①弾性波速度、②き裂係数がある。

図 2-1 に弾性波速度とのり面勾配の関係を示す。同図にき裂係数とのり面勾配の関係を示す。き裂係数とは地山のき裂状態を評価する手法で、次の式で表される。

$$\text{き裂係数} : Cr \quad Cr = 1 - (V_2 / V_1)^2$$

ここで、 V_1 ：岩塊自体の弾性波速度（超音波伝播速度）

V_2 ：地山の弾性波速度

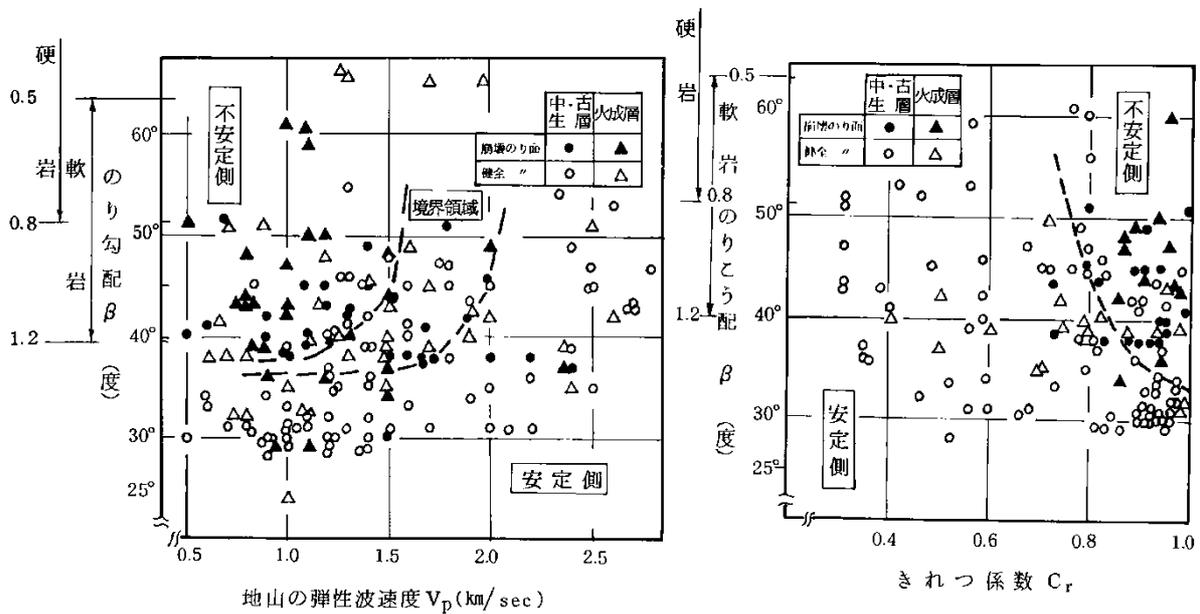


図 2-1 地山の弾性波速度とのり面勾配・き裂係数とのり面勾配との関係

設計要領 第一集：日本道路公団、昭和 58 年 4 月 P244 より抜粋

b. 塊状岩盤の安定検討

図 2-2 に塊状岩盤における岩級区分とのり面勾配について示す。

この指標に対応する地質は、高知県に分布する花崗岩および塊状砂岩、チャートなどに相当すると考えられるが、割れ目の発達程度によっては、層状岩盤での検討を併用する。

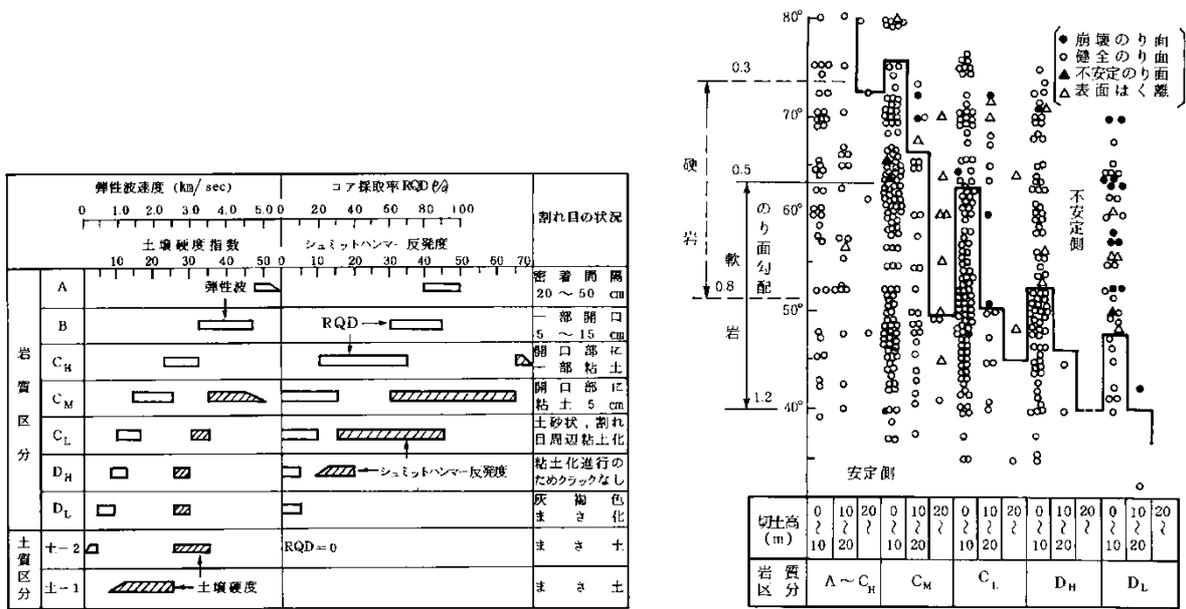


図 2-2 塊状岩盤（花崗岩）における岩級区分とのり面勾配との関係

設計要領 第一集：日本道路公団、昭和 58 年 4 月 P245 より抜粋

c. 蛇紋岩における安定検討

図 2-3 に蛇紋岩における岩質区分とのり面勾配について示す。

あまり片理が発達していないもの（塊状）				片理が発達しているもの（片状）			
区分	き間 裂隔	岩の見掛け	ハンマーの打撃	区分	き間 裂隔	岩の見掛け	ハンマーの打撃
1	cm 50~10	カンラン石は全て蛇紋石に変化しているが、まだカンラン石等の組織構造を残し、色は暗褐色が多い。	普通程度の打撃によって、割れ目に沿って割れる。打診によって澄んだ音、時に少し濁った音を出す。	1	cm 50~10	片理面間隔は粗く、片理面は密着してはがれずらい。	普通程度の打撃で割れる。割れ方は片理面にあまり関係なく、塊状に割れることが多い。
2	10~2 き裂開口	原組織はほとんど認められない。色は脱色して帯褐色であることが多い。	普通程度の打撃で割れる。打診によって濁った音を出す。	2	10~2		
M3			容易に小片になって割れる。	S3	10~2	片理面間隔は3mm~30mmではがれやすい。	容易に小片になって割れる。
M4		風化または破碎によって、礫状部と基質にわかれる。基質粒度は、砂~粘土サイズになっている。	容易に崩れ、一部ハンマー先端がつきささる。岩はもろく指先で容易にこわれる。	S4		片理面は非常に薄く、1mm~5mm程度粘土質で、水を含むと軟弱になる。	容易に崩れ、一部ハンマー先端がつきささる。岩はもろく指先で容易にこわれる。
5	ほとんど砂分の入らない軟質粘土			5	ほとんど砂分の入らない軟質粘土		
6	ラテライト質土壌			6	ラテライト質土壌		

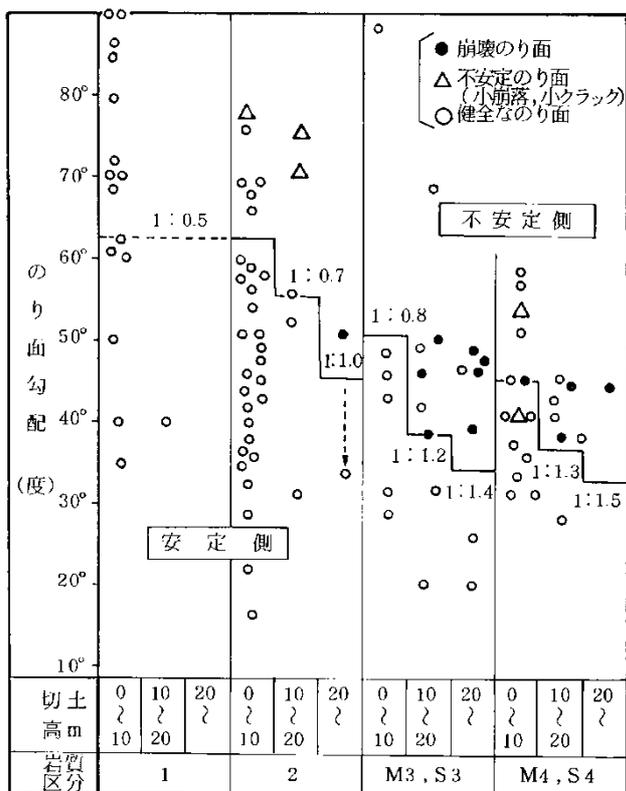


図 2-3 蛇紋岩における岩質級区分とのり面勾配との関係

設計要領 第一集：日本道路公団、昭和 58 年 4 月 P245 より抜粋

d. 地質構造が流れ盤における安定検討

図 2-4 にのり面勾配と見掛けの傾斜角の関係から、安定側と不安定側ののり面を区分したものである。

この指標は砂岩頁岩互層や結晶片岩など層状岩盤に適用できるものと考えられる。

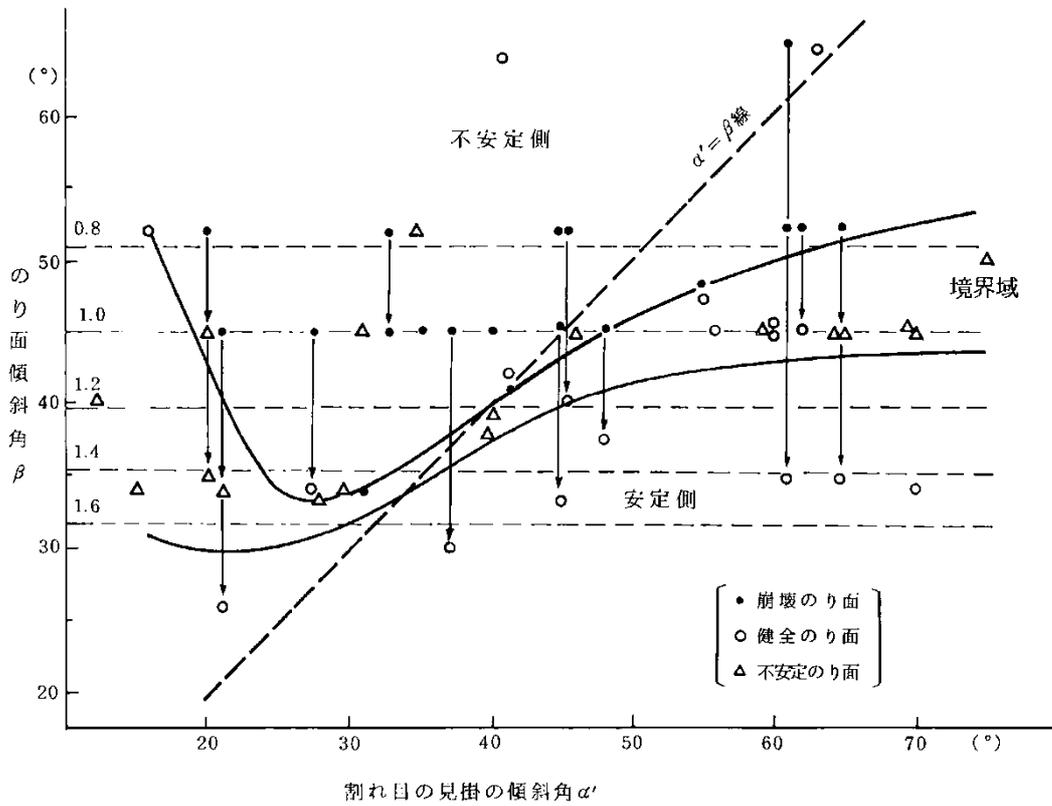


図 2-4 流れ盤のり面における割れ目傾斜角と安定性

設計要領 第一集：日本道路公団、昭和 58 年 4 月 P246 より抜粋

e. 破碎帯における安定検討

図 2-5 は破碎帯における破碎程度とのり面勾配の関係について示す。

岩質区分 ランク	視 察 に よ る 区 分			物理量の目安
	岩の見掛け	ハンマーの打撃	き裂の間隔 (cm)	無き裂サンプルの超音波速度
I	新鮮で堅い。 堅硬岩の組織構造は完全に認められる。	叩いた時、澄んだ音やにぶい音がする。 先端は突きささないものや1回の強打で層理や亀裂に沿って割れるものもある。 大塊のサンプルが採取できる。	10以上のものが、大半を占める。	約 3.0 km/sec 以上
II	時代が新しく、固結度の低い岩。風化によって軟化した岩。 風化したものは岩の組織は消えかけている。	叩いた時、にぶい音がする。 強い打撃で先端が突きささり、層理や亀裂に無関係に割れる。 大塊のサンプルは採取が困難。	10までのものが、大半を占める。	2.0~2.9km/sec
III	未固結の堆積物、あるいは風化や変質を強く受けた岩。 岩の形跡は認めがたい。	叩いた時、くずれるように割れ、先端が容易にめり込む。 軽い打撃でも割れ目に沿って剥離する。 不攪乱試料の採取が困難。	5以下のものが、大半を占める。	—

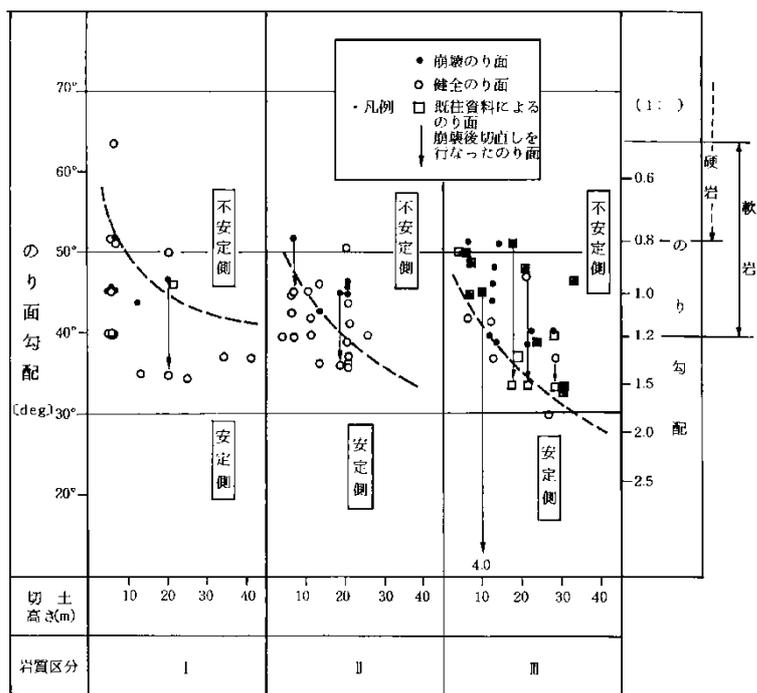


図 2-5 破碎帯における岩質区分とのり面勾配の関係

設計要領 第一集：日本道路公団、昭和 58 年 4 月 P247 より抜粋

3. 長大切土のり面調査票・のり面斜面点検用紙（例）

小段で区切られたのり面の掘削毎に地質技術者が作成する長大切土のり面調査票と、作業開始前に現場責任者が実施するのり面斜面の点検結果を記載するのり面斜面点検用紙の記述例を示す。

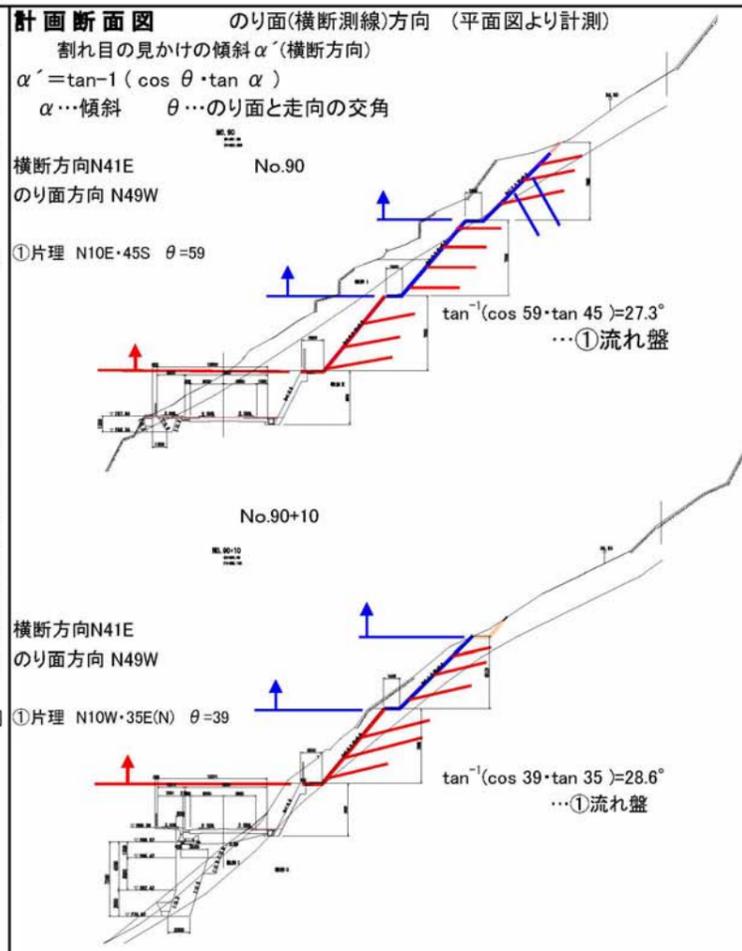
長大切土のり面調査票は、のり面の施工時および長期的な安定性を判断するためと合わせて、今後の維持管理を行ううえで重要であり、流れ盤になる割れ目や弱層に注意して詳細に記録する。

のり面斜面点検用紙は、のり面作業開始前に行うものであり各現場の地形・地質状況を考慮して、現地の変状状況などをチェックしやすい様式に変更することが必要である。

また、点検にはトランシットによる計測結果を「時間－変位グラフ」として表現し、管理するなどの方法を取り入れるなど、各現場で点検手法を検討することが必要である。

長 大 切 土 の り 面 調 査 票 (例)

施 工 地	〇〇郡 〇〇町 〇〇	測 点 ・ 位 置	1段目のり面切土完了
発 注 機 関	高知県	監 督 職 員	
施 工 業 者	〇〇建設	主任技術者	△△ △△
調 査 日	平成 年 月 日	地 質 技 術 者	●● ●●
調 査 内 容	No.●●～No.●●までの切土法面1段目完了に伴うのり面調査		



現況概略図 1段目のり面状況

基岩盤は三波川帯三縄層の泥質片岩を主体。山腹斜面には崖錐堆積物が分布する。
 片理面・節理面等の面構造の発達が顕著。片理面はリム線の褶曲構造が顕著であり、多方向の節理が形成される。片理面や軸面劈開に沿って割れ易い性質を有するため、切土面に対し流れ盤構造となる場合は危険のり面となる。
 風化脆弱化の進行が早い岩盤であり、片理面・節理面に沿って剥れ易い性状である。

- ① 崖錐堆積物 (岩塊混じり砂質土) = 地山表面に緩く存在
- ② 泥質片岩 (岩片～岩塊～岩盤) が主に分布する範囲
CM級～CL級
- ③ 強風化帯 (粘土化・脆い岩・破碎) が主に分布する範囲
D級～破碎

点 検 項 目	1 地質状況	・基盤岩である泥質片岩の岩盤露頭が随所に見られる。上部に古い崩壊跡滑落崖が馬蹄形に存在し、泥質片岩の岩盤が露頭状態。崖錐堆積物は薄く分布すると推定される。崩壊跡地形内の植生(杉)には幹曲が見られず、現状では安定状態と推定できる。
	2 斜面の変状(崩壊・クラック等)	・周辺斜面に、切土による変位は確認できない。
	3 切土のり面内の変状	・切土による変位なし。切土面はほぼ岩質で、起点側上部と終点部に緩い崖錐分布域が存在する。
	4 切土のり面内の湧水状況	・亀裂面に沿って黄灰色の脆弱部が見られ、少量の湧水あり。起点側と終点側の崖錐と岩盤層界および亀裂から湧水あり。
	5 のり面周辺斜面の状況	・切土面上位、側方、下位の何れにも切土による変位は認められない。
	6 土質区分	・崖錐は岩塊混じり砂質土主体で、泥質片岩を混在する。相対密度はゆるい～中くらいで、全体的に軟質。 ・岩盤は泥質片岩で岩級区分CM～CL。微褶曲による多方向の傾斜構造を特徴とするが、当該の片理面走向は概ね南北方向に近く流れ盤構造、節理は直交・流れ盤・受け盤と多方向を示している。
	7 のり面内岩盤の走向傾斜	・N10E・45S流れ盤 N10W・35E(N)流れ盤
特 記 事 項	・現状ではのり面、周辺斜面に切土による変異は見られず、当初計画通りS=1:0.8は安定勾配と評価できる。このことから、計画時点における地質条件と相違はないと判断でき、植生工によるのり面保護工で問題ないと評価する。 ・のり面からの湧水を小段で排水処理(通常排水処理)の対策が望ましい。 ・湧水状況から脆弱化が局部的に進行する場合がありますので、法面処置等が完了するまでは目視観察が必要。	

	現場代理人	主任技術者	地質技術者
	印	印	印

調査地遠景



1段目のり面状況 終点側より



起点側より



P2

泥質片岩を主体とする切土面



終点部の崖錐と岩盤の層界
流れ盤構造の岩盤上面の崖錐層は
崩落の危険性高い



流れ盤構造の片理面に沿った剥離崩落(切土時)
時間経過とともに同様の剥落の危険性が高くなる



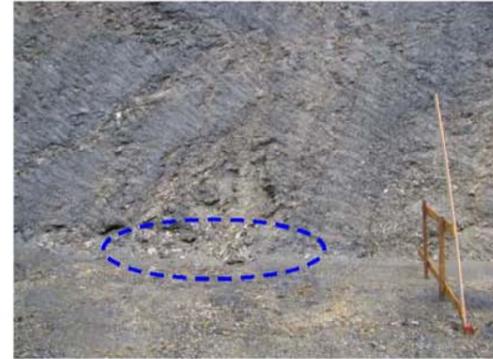
黄褐色の強風化脆弱部 周囲岩より軟質
湧水が確認される



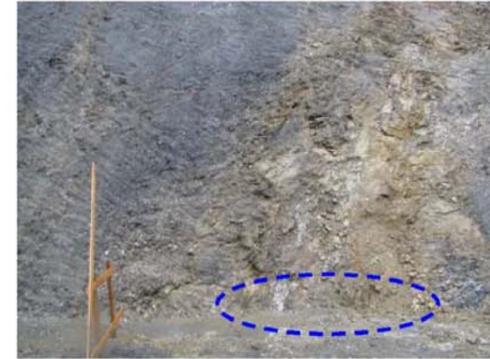
剥理性の高い岩質で風化脆弱化の進行も早い



終点側岩盤状態は剥離性に富む



湧水状況 ①
岩盤の脆弱部分には湧水が確認できる



湧水状況 ②
強風化脆弱部からの湧水拡大写真

のり面斜面点検用紙 (例)

施工地	高知県 ○○郡 ○○町 ○○	工事名	○○○道路改良工事	工事番号	H○○ 道交○ (○○) 第△△△号
発注機関	高知県○○土木事務所	事務所名	◇◇土木事務所	監督職員	■ ■ ■ ■
施工業者	○○○○建設株式会社	現場代理人	○○ ○○	点検者	○○ ○○
点検日時	平成 年 月 日 8:00	天候	晴れ 時々 雨	日降雨量	16 mm/日
作業内容	2段目 H=12.0m付近の法面切土作業				

計画平面図

計画断面図

点検経路を記入

点検項目	1	のり面肩部の変状 (クラックなど) の有無	無し
	2	切土のり面内の変状 (クラック、はらみ出し、小崩壊など) の有無	無し
	3	切土のり面内の湧水状況	・ No. 90+10~No. 90+15 3段目 (道路面から H=13.0m付近) 湧水あり 0.2リットル/min
	4	のり面周辺斜面の状況	異常無し
	5		
	6		
特記事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ 法面切土工事の作業前点検について異常なし。 ・ 前日からの変位等もなく、工程通りの施工を実施し終了。 ・ 完了時においても異常なし。 		

						監督職員	現場代理人	点検者
						印	印	印

4. 降雨に関する作業中止の規制基準値参考資料

(1) 規制に用いる雨量

降雨に関する作業中止の規制基準値は、一般に下記の雨量が用いられるが、その基準値をどのようにするのかは地形・地質の地域差があり難しい。

- ①連続雨量
- ②時間雨量
- ③実効雨量

①連続雨量と②時間雨量は、現在国道などの異常気象時の道路通行規制の基準値として広く利用されており、馴染みが深く、その測定は雨量計のみで可能となる。ただし、実効雨量と比較して災害の捕捉がうまくできていない問題点がある。

③実効雨量は、連続雨量などに比べて災害的中率が高く、先行雨量を考慮できることから事前通行規制区間の管理に適しているとされている（「実効雨量法の手引き」：(財)道路保全技術センター、平成6年3月より）。しかし、規制基準値の設置については、各路線あるいは地域毎に過去の降雨資料、災害資料および地形・地質条件を配慮する必要がある、時間と手間を要する。またその測定は雨量計およびそれと接続したパソコン（解析ソフト）が必要となる。

長大切土のり面の施工は、高知県内の各地で計画され、施工請負業者も様々であることから、本マニュアルでは現場作業中止の規制基準値は、馴染みがあり、作業員にも理解しやすい①連続雨量と②時間雨量を用いることが望ましい。

(2) 規制値の設定

県道安田東洋線朝日出において平成10年9月19日16:20頃に発生したのり面崩壊の雨量を事例として表4-1に示す。

表 4-1 県道安田東洋線朝日出のり面崩壊時の雨量（事例）

雨量種別	雨量値
連続雨量	169.0mm
災害時時間雨量	4.0mm (16:00~17:00)
災害前最大時間雨量	26.0mm (6:00~7:00)
実効雨量 (6.0h)	38.2mm
実効雨量 (24.0h)	111.6mm

災害発生日時：平成10年9月19日16:20頃

長大切土のり面は高知県の様々な地域で計画されると考えられる。これらの地域は地形・地質や降雨量などが様々であり、機械的に高知県共通の規制基準値は決定できないと考えられる。

そこで実際の基準値の決定については、各々の現場において過去の災害履歴や隣接する国道の規制基準値および地形・地質を考慮して行うものとする。

現在、高知県における補助国道の異常気象時道路通行規制の規制基準値は、別紙の通りである。この規制基準値で最も小さな値は、表 4-2 の通りである。

表 4-2 高知県における補助国道の異常気象時道路通行規制基準値

雨量種別	補助国道の最小基準値
連続雨量	200mm
時間雨量	40mm

施工中の切土のり面は、降雨に弱い条件があることを考慮して上記の値よりも低い値とする。

(3) 現場作業の規制の将来

本マニュアルでは、連続雨量と時間雨量により現場作業の中止および再開を管理することを原則とした。しかし、災害の捕捉といった点では実効雨量法が、有効と考えられている。

したがって、将来的には高知県下の路線別あるいは地域毎に過去の降雨資料、災害資料および地形・地質条件を調べ、実効雨量法による管理を進めていくようにすることが望ましい。

そして、気象庁からだされる短時間降雨予測値等を用いた事前管理を進めていく必要があると考えられる。

【参考】

異常が発生したのり面の監視に関する管理基準値の例

表 5-1 管理基準値の例
土質地質調査要領：日本道路公団、平成 4 年 4 月 P185 より抜粋

計測機器	管理基準値 の表記方法	対応区分			
		点検・要注意 または 観測強化	対策の検討	警戒・応急対策	嚴重警戒・ 一次退避
伸縮計	継続日数とその 間の変位速度	5mm 以上 ／10 日	5～50mm 以上 ／5 日	10～100mm 以上 ／1 日	100mm 以上 ／1 日
地中伸縮計					
光波測距儀					
挿入型地中傾斜計	継続日数とその 間のすべり面付 近の変位速度	1mm 以上 ／10 日	5～50mm 以上 ／5 日		
パイプひずみ計	累積値	100 μ 以上	1000～ 5000 μ		
地表に現れる 地すべり現象			①斜面内・頭部の 亀裂・陥没穴 ②耕地、道路の亀 裂・陥没穴・段 差 ③電柱・フェンス の変状 ④切土面に現れた 流れ盤状の断層 面またはすべり 面 ⑤のり面からの湧 水	①斜面や崖面から岩石片や砂が 連続的に落下 ②異常な湧水の濁りと湧水量の 変化の ↓ 湧水が急に止まったり、濁っ たり、沢の流量が急変 ③伝染が大きく揺れ動く ④地盤に震動や地鳴りが発生 ⑤風もないのに樹木の枝葉がす れ合って音を出したり、立木 の根切れ音がする	