

3. 計 画 編

目 次

3. 計画編

| | |
|------------------------------|----|
| 第1章 急傾斜地崩壊対策計画の基本 | 1 |
| 1.1 総説..... | 1 |
| 1.2 保全対象..... | 1 |
| 1.3 計画で扱う諸量..... | 2 |
| 1.4 急傾斜地崩壊対策計画..... | 2 |
| 1.5 自然環境への配慮等 | 2 |
| 第2章 急傾斜地崩壊対策計画 | 3 |
| 2.1 急傾斜地崩壊対策施設配置計画 | 3 |
| 2.1.1 総説..... | 3 |
| 2.1.2 急傾斜地崩壊対策施設配置計画の基本..... | 3 |
| 2.1.3 工法の選定 | 4 |
| 2.1.3.1 一般的留意事項..... | 4 |
| 2.1.3.2 工法選定の流れ..... | 7 |
| 2.1.3.3 急傾斜地崩壊防止工の安定度..... | 12 |
| 2.1.3.4 斜面の安定度 | 13 |
| 2.2 長大斜面对策 | 14 |
| 2.3 環境対策計画 | 15 |
| 2.3.1 環境対策の基本的考え方 | 15 |
| 2.3.2 環境対策の種類 | 15 |
| 2.3.3 環境対策の手法 | 16 |

第1章 急傾斜地崩壊対策計画の基本

1.1 総説

急傾斜地崩壊対策計画は、急傾斜地の崩壊の機構が地形、地質等の急傾斜地のおかれている環境によって異なることから、調査により対象とする急傾斜地の特徴を的確に把握し、効果的な対策を実施できるよう計画を定める。

計画にあたっては、まず地域における当該斜面の位置づけを検討する。斜面の安全性の確保をベースに地域の特性を考え、ふさわしい斜面のあり方を検討する。

《解説》

斜面崩壊の誘因は一般に降雨、地震等であるが、地形、地質等多数の要因が関与し、その機構は複雑で多くの問題があるので、計画にあたっては事前に十分な調査を行い、崩壊の要因、機構を把握し、有効、適切な計画をたてる必要がある。

また、急傾斜地崩壊防止工事の計画にあたっては、斜面からの土砂災害を防止することが基本となるが、地域の特性に配慮した斜面のあり方を検討する。

斜面が地域の特徴的な景観形成の大きな要素であれば、できるだけこれを守ることを検討する。たとえば、斜面が歴史的な街並みを構成する重要な要素である場合は、防止工事施工後もその街のイメージに調和した斜面であるように計画することが望ましい。

地域計画における斜面の位置づけは、斜面からの土砂災害の防止のために、ハード面の整備を推進しつつ、地域の望ましい斜面の姿との整合を図るものである。なお、整備にあたっては、維持管理・更新のライフサイクルコストを視野に入れ検討を行う必要がある。

1.2 保全対象

急傾斜地崩壊防止工事で対象とする保全対象は人命、家屋ならびに官公署、学校、病院、駅等の公共施設である。また、急傾斜地崩壊防止工事により、間接的に保全されるインフラ、ライフライン等も保全対象とする。

《解説》

急傾斜地の崩壊の発生は、地形、地質、植生、降雨等の特性と複雑に関連しており、発生位置や発生時期の予知が非常に困難である。加えて、急激な土砂移動を伴うため、いったん急傾斜地の崩壊が発生した場合は、生命に関わる災害となる危険性が高い。

急傾斜地崩壊対策は、急傾斜地の崩壊による災害から国民の生命及び身体を保護するため、急傾斜地崩壊防止施設を整備するとともに、急傾斜地崩壊危険区域内の行為を制限し、土砂災害防止法により警戒避難体制の整備、建築物の移転等の勧告等により安全の確保を図るものである。

急傾斜地崩壊防止工事を実施することで、国民の生活・経済に欠かせない重要インフラ・ライフライン等も保全することができる。

1.3 計画で扱う諸量

急傾斜地崩壊対策計画における計画で扱う諸量は、勾配、高さ、崩壊深、土砂量、落石の大きさ等であり、それぞれ既往の崩壊事例、資料、地形調査、植生調査、地盤調査等により定めることを基本とする。

《解説》

急傾斜地崩壊対策計画における計画で扱う諸量は、過去の表層崩壊の事例調査、現地踏査、地盤調査等により設定する。現地踏査の際に確認する地形・地質・植生・湧水等の調査に加え、勾配、高さ、崩壊深、土砂量は、現地踏査、測量、ボーリング、貫入試験等により設定する。

1.4 急傾斜地崩壊対策計画

急傾斜地崩壊対策計画は、対象となる斜面の地形、地質、崩壊の要因、形態を想定し、周囲の環境との調和などを十分考慮して適切な工法を選定し、定めることを基本とする。

《解説》

斜面崩壊防止工事を設計するにあたっては、対象となる斜面の地形、地質などから崩壊の要因と崩壊の形態を想定し、安定性、耐久性、施工性、周囲の環境との調和などを十分考慮して、有効、適切な工法を選定しなければならない。この場合、工法は必要に応じ各種工法を適切に組み合わせて計画する。

1.5 自然環境への配慮等

急傾斜地崩壊防止の計画にあたっては、計画区域及びその周辺における自然環境・景観等十分配慮することを基本とする。

《解説》

市街地等にある緑豊かな斜面は、市街との景観を構成する重要な要素であり、生物の生息・生育環境を保全する貴重な空間である。

そのため、急傾斜地崩壊防止施設による対策を検討するにあたっては、周辺的生活環境等十分配慮し、既存木の保全や在来種などによる新たな植生の導入等について検討を行った上で、計画を策定するよう努める。

第2章 急傾斜地崩壊対策計画

2.1 急傾斜地崩壊対策施設配置計画

2.1.1 総説

急傾斜地崩壊対策施設配置計画は、急傾斜地崩壊対策計画に基づき、急傾斜地の崩壊に起因する災害からの安全を確保することを目的として、急傾斜地崩壊防止施設の配置について計画する。

《解説》

急傾斜地崩壊防止工事は、斜面の安定度を現状より高めるために斜面に対して直接的に実施する工事と、斜面崩壊が発生した場合においても保全対象への崩壊土砂の到達を防止・軽減することにより保全対象の被害を軽減させるために実施する工事に分類される。

急傾斜地崩壊防止工事を計画する区域は、急傾斜地崩壊危険区域内であって、急傾斜地の崩壊の原因、機構、および規模に応じて有効適切な工事を必要とする範囲とする。

2.1.2 急傾斜地崩壊対策施設配置計画の基本

急傾斜地崩壊対策施設配置計画は、想定される崩壊の規模、現象等に応じて、急傾斜地の崩壊による災害の防止が図られるように適切な配置となるよう策定する。

《解説》

急傾斜地崩壊防止工事の計画の策定にあたっては、斜面の調査を行い、現状の安定性を把握し、斜面の均衡を保持するために必要な措置について検討するものとする。崩壊を防止するためには、崩落または滑動する力を減殺するか、滑動面での抵抗力を増大するか、あるいは崩落または滑動する力に打ち勝つだけの抵抗力を付加する必要がある、計画にあたっては、現地の実情に即し適切なものとしなければならない。

対象となる斜面の多くは長年の間に形成された斜面であり、平常時においてはバランスを保って安定しているが、豪雨等により力の均衡が破れ崩壊するものである。

急傾斜地崩壊防止工事は、現在不安定な斜面の安定度を現状より高めるために行う。工事の計画にあたっては、施工中においても現状の安定度を著しく減じないような工法を選ぶことを原則とする。

2.1.3 工法の選定

急傾斜地崩壊対策施設配置計画においては、想定される崩壊の原因、形態、規模、保全対象の状況、工法の経済性等を勘案し、斜面の地形、地質、地下水の状態などの自然条件を変化させることによって、斜面の崩壊又は滑動の抑制を図る工法と、構造物の抵抗によって、斜面の崩壊又は滑動の抑止を図る工法等を適切に組み合わせ計画する。

《解説》

急傾斜地崩壊防止工事は大別して抑制工と抑止工とに分けられている。抑制工は斜面の地形、地質、地表水、地下水の状態等の自然条件を変化させることによって、斜面の安定を図ることを目的とする。

抑止工は構造物を設けることによって、斜面の崩落、また滑動を抑止することを目的とする。

2.1.3.1 一般的留意事項

急傾斜地崩壊防止工事を設計するにあたっては、対象となる斜面の地形、地質などから崩壊の要因と崩壊の形態を想定し、安定性、耐久性、施工性、周囲の環境との調和などを十分考慮して、有効、適切な工法を選定しなければならない。

工法は必要に応じ、各種工法を適切に組み合わせて計画する。同一箇所の中なかでも、地形・地質および人家などの状況が一様でない場合は、斜面の性状等を十分考慮のうえ、短い区間であっても、その特性に適した工法を採用する。

特に急傾斜地崩壊防止工事を実施する斜面は人家と密接しており、ひとたび崩壊が発生すれば直ちに人命の損傷につながる危険性が極めて高いため、特に安定性、耐久性などに十分配慮しなければならない。また、工事を実施する斜面は居住区域と近接しているため、斜面の安定性を保持するうえで許容しうる範囲内で植生工を併用し、周囲の環境に調和するように配慮することが望ましい。

切土工は、特に斜面の安定、および環境との調和を十分考慮して計画する。また、地下水排除工は、湧水が多い場合や地下水位が高い場合等に応じ計画する。

斜面崩壊防止工の種類と目的を表 2-1 に示す。

表 2-1 斜面崩壊防止工の種類と目的 (1/2)

| 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 |
|--------------|------------------|---|--|---|
| 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 | <p>最も基本的な工法の1つ。単独で用いられることはまれで他の工法と併用される。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> |
| | | 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） | |
| 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。 | <p>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勾配が確保できること。</p> <p>②斜面周辺の環境との調和をはかる点では優れている。</p> |
| 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。 |
| | | 連続長繊維補強土工 | | |
| | 張 工 | 石張工、コンクリートブロック張工、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 | 現場打コンクリート枠工、吹付枠工 | のり面に現場打コンクリート枠工、プレキャスト枠工などを組み、内部を植生、コンクリート張等で被覆し、のり面の風化浸食を防止する。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役割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。吹付枠工は作業性が良く、高所、凹凸面でも施工性に優れる。 | |
| | プレキャスト枠工 | | | |
| 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場合もある。 |
| その他 | | その他ののり面保護工 | プラスチックソイルセメント工、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。 |
| 不安定土塊の切土工 | | 切土工 (A) | オーバーハング部の切取り、表層の不安定土層の切取り、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。 |
| 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。 |

表 2-1 斜面崩壊防止工の種類と目的 (2/2)

| 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 |
|--------|----------------------|---|--|
| 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。 |
| | 井桁組擁壁工 | 湧水が多く、地盤が比較的軟弱な斜面の小崩壊を防止し、安定を計る。 | 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。 |
| アンカー工 | グラウンドアンカー工 | 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、現場打コンクリート枠工、吹付枠工、コンクリート擁壁工、連続長繊維補強土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、現場打コンクリート枠工、吹付枠工、コンクリート擁壁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。 |
| 地山補強土工 | 地山補強土工 | | グラウンドアンカー工と同様の目的で実施されるが、崩壊規模が比較的小さく、短尺な補強材で対策可能な場合に用いられる。 |
| 杭 工 | 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。 |
| 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。 |
| | 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工法に大別される。 |
| | 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。 |
| 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。 |
| かご工 | かご工 | のり面の侵食防止と、押え盛土的な目的を持つ。 | 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。 |
| 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。 |
| | 待受式高エネルギー吸収型崩壊土砂防護柵工 | | 地盤の強度や景観上の理由により待受式コンクリート擁壁工が施工できない場合に用いられる。 |
| 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。 | 仮設防護柵の設置は、急傾斜地崩壊防止工事においては、義務的なものである。 |

出典：「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」（令和元年 5月）

2.1.3.2 工法選定の流れ

調査により、崩壊の形態と崩壊の要因が想定されれば、環境、景観、斜面の高さ、規模、施工条件などと既往の施工実態、積算工事費を勘案して、斜面全体を施工対象とした工法が採用しうるかどうかを判断する。工法選定のフローチャートを図 2-1 に示す。工法選定の概念を図 2-2 に示す。なお、図 2-2 とおりでは、スムーズに作業を進められないこともあるので、適用にあたっては詳細な判断をする等十分留意する必要がある。

図 2-1 において、一般型、待受型とも崩壊要因と崩壊形態が想定されれば、これに対して斜面全体の安定が図れるような崩壊防止工（主に抑止工）を行い、次に表面侵食、風化、部分的崩落の防止に対する防止工（主に抑制工）を行うように計画する。複数の崩壊形態が想定される場合は、おのおのに対しても同じ次の手順を踏む。

典型的な検討の流れは以下のとおりである。

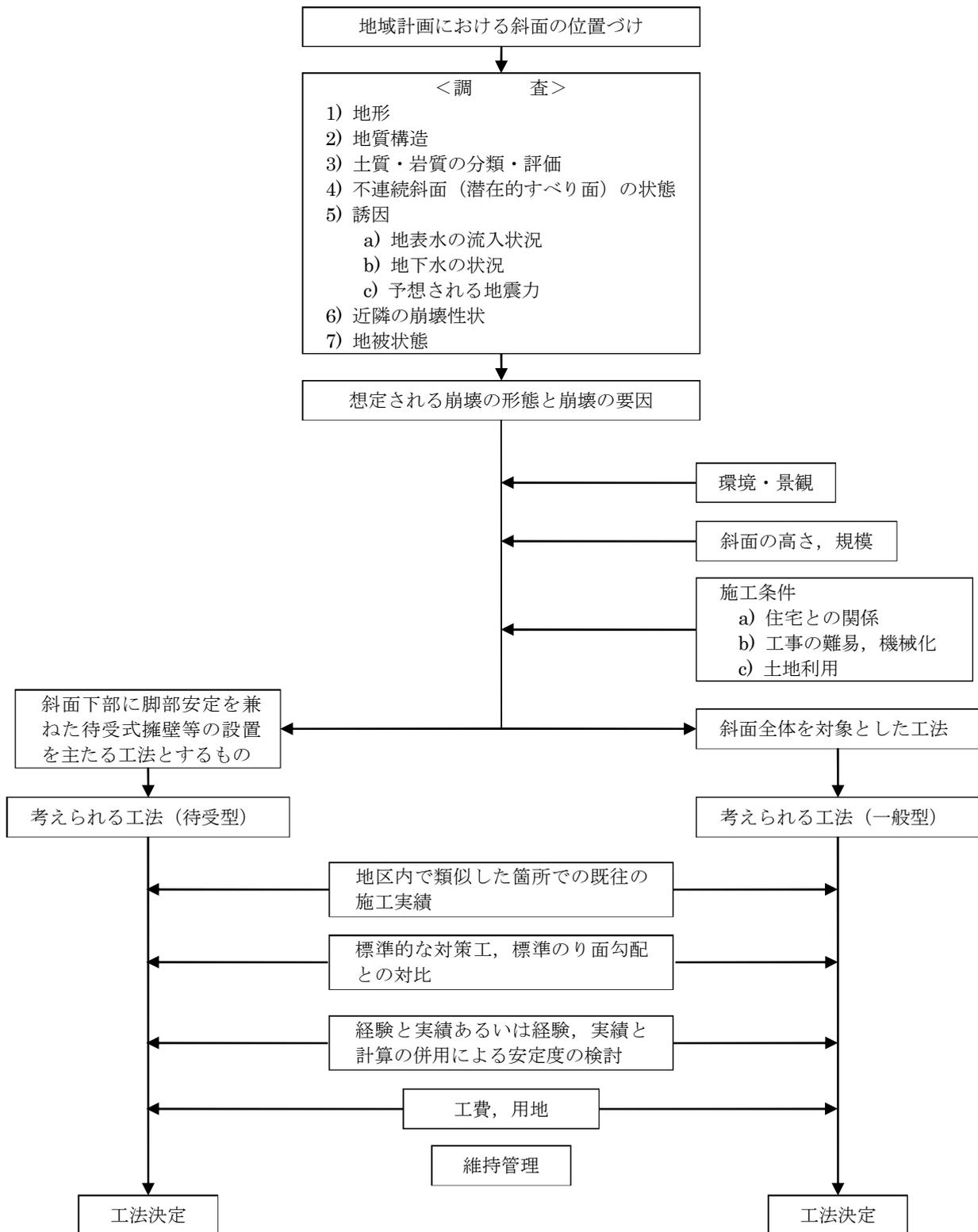
- ① オーバーハングをしているような危険度の高い土塊、すなわち除去する以外に方法がないか、あるいは除去したほうが明らかに経済的な場合は、最小限の不安定土塊を除去する。
- ② 切土（斜面形状の改良）が可能か検討する。標準のり面勾配を考慮してなるべく緩く切取りすることが望ましいが、斜面長が大きかったり用地が十分でないときは制約を受けがちである。
- ③ 切土した斜面に対して部分的に不安定なところがあれば、これに対して抑止施設を設置する。このとき基礎地盤の強度と必要な抑止力の大きさの算定を行う。
- ④ 斜面全体の安定を考えて、適当な抑止施設を検討する。
- ⑤ 力のバランス以外に地下水の影響を受けることが調査結果から分かれば、排水ボーリング等これに対する施設を計画する。
- ⑥ 表流水による侵食、風化、局所的な崩落防止を行うためののり面保護工を検討する。この際、背後地から流入する水があれば排水工を検討する。

実際は①～⑥のうちすべてを行うのではなく、一般型、待受型とも崩壊形態、崩壊要因、工事対象範囲、適正投資額等を勘案して、このうちいくつかを計画することになる。

また、環境保全景観などより、切土を適用しない場合は、工法選定の一般的流れは次のようになる。

- (1) 斜面全体の保全を考えて適切な抑止施設を検討する。
- (2) 上記の斜面に対して、部分的に不安定なところがあれば、これに対して抑止施設を設置する。
- (3) 力のバランス以外に地下水の影響を受けることが調査結果から分かれば、排水ボーリングなどこれに対する施設を計画する。
- (4) 表流水による侵食、風化、局所的な崩壊防止を行うため、法面保護工を検討する。この際、背後地から流入する水があれば排水工を検討する。

表 2-2、表 2-3 には崩壊形態別に工法選定のための主な着眼点と、一般によく用いられる工種を整理した。



出典：「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」（令和元年5月）

図 2-1 工法選定のフローチャート

表 2-3 崩壊形態と斜面崩壊防止工法選定のための主な着眼点

| 崩壊形態 | 急傾斜地崩壊防止工事工法選定の流れおよび一般的着眼点 |
|-------|---|
| | <p>実際には、表 2-2 に示す工法を組み合わせることで対策工の計画をたてるが、不均質、異方性の自然斜面であり、また工費、用地および施工条件等がからんでケースバイケースになる場合が多い。</p> |
| | <p>崩壊形態大分類別の工法選定の着眼点</p> |
| 土砂の崩落 | <p>いずれも上部が突き出した斜面に発生するもので、風によって突出部の林木がゆれて根切れを起して崩落する場合や地震、融雪によって起こることもある。このような崩落に対しては突出部の切均しや立木の伐採が最も一般的な工法であるが、立木伐採の場合、根株が残っていると、根が腐って根切れを起しやすくなるので、これも除去する必要がある。</p> <p>不安定な土壌を除去した後の斜面が、全体として安定を保ちうるものであれば、表面侵食に対して対策する。標準のり勾配よりも急な場合が多いので、該当する地山状態に対応するのり面保護工よりランクが上のり面保護工を選択せざるをえないことが多い。</p> |
| 岩の崩落 | <p>多くは割れ目（節理、亀裂など）の発達や膠結物質の風化によって起こるものが多く、その発生位置が定まらない特徴がある。発生位置が定まり、かつその範囲が限られる場合は、ロックアンカーやロックボルトが有効であるが、発生位置が定まらなかったり、また定まっても範囲が広い場合は、斜面全体の切均しを用いる。</p> <p>切土後の斜面に対しては、地山の評価、状態に応じて張工や吹付工などを用いる。また、そのような斜面に対してもまだ落石の可能性が考えられる場合は、落石防護網などの落石防護工を併用する。</p> |
| 土砂の滑落 | <p>急傾斜地の崩壊の半数以上が土砂の滑落であり、この中でも表土の滑落がそのほとんどを占めている。土砂の滑落形が想定される場合は、土砂の除去、斜面整形が理想的であるが、斜面の上部にも住居があれば土砂を完全に除去し、かつ地山の評価に見合った勾配、形状で斜面を整形するのは実際上不可能なことが多い。</p> <p>土砂が完全に除去される場合は、あとは表面侵食に対する防護としての、のり面保護工を施工すればよいから、その処理は比較的簡単である。それ以外の場合は、少なくとも必要最小限の切土を行った斜面（のり面）に対して、適切な崩壊防止工を設置することになる。</p> <p>まず、地表水が集中して斜面を流れると土砂の滑落が生じやすいから、原則としてどのような場合でも斜面上部と斜面内での地表水排除工が計画されるべきである。このとき、地形や背後斜面の排水状況も考慮に入れて排水系統について十分な配慮が必要である。</p> <p>また、土砂層の厚さが大きかったり、想定される崩壊の規模が大きい場合は、一般に地下水による間隙水圧の上昇の影響も大きいので、地下水の集中しやすい所での地下水排除を考慮する必要がある。</p> <p>次に、抑止力により斜面を安定させる工法も併用する。最も一般的なものは、斜面末端部の擁壁である。斜面の上部を切土して、下部に擁壁を設け、場合によっては直接擁壁で抑止するほか、擁壁を用いて押え盛土により間接的に抑止力を与えることもある。</p> <p>次に、表面侵食に対してのり面保護工を計画するが、のり面保護工には局所的な崩壊、表面近傍に薄い崩壊に対する抑止効果も期待する場合がある。中でも現場打のり枠工は、抑止効果も期待する場合最も一般的に用いられるものであり、それ以上の抑止力が必要な場合は、もたれコンクリート擁壁あるいはグラウンドアンカー工、または杭工との併用などが計画される。</p> |
| 岩の滑落 | <p>岩の滑落に対しても、基本的には土砂の滑落と同じような流れで対策工を検討する。すなわち、表面の非常に風化が進んだ部分を除去するなど、必要最小限の切土をまず計画し、その後地山の評価に見合った勾配、形状で斜面を整形するのが原則である。しかし、斜面の下部だけでなく上部にも住居があれば、切土できる範囲が制限されるから、この場合は重力式擁壁、もたれコンクリート擁壁、現場打コンクリート枠工、場合によってはこれらとグラウンドアンカー工、杭工との併用が検討される。場合によっては、ロックボルト工、注入工も用いられる。</p> <p>地表水排除工は、土砂の滑落と同じ様に計画する。また岩の滑落の場合は、土砂の滑落に比べて崩壊が大きく、想定すべり面も深いことが多いが、このような場合は表面からの浸透水だけでなく地下水が崩壊に関与することが多いから、横ボーリング等の地下水排除工を計画する。のり面保護工は、この場合でも風化防止、表面侵食防止だけでなく、部分的な抑止力も期待することがあるから、地山の評価と切土勾配を勘案して、のり面保護工を選択することになる。</p> |

出典：「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」（令和元年 5 月）

2.1.3.3 急傾斜地崩壊防止工の安定度

急傾斜地崩壊防止工事は、現在不安定な斜面の安定度を現状より高めるために行う。

急傾斜地崩壊防止工の安定度の検討は、斜面の安定度の検討と基本的には同じ流れで行われる。

現地調査により崩壊形態を的確に想定し、同時にこの崩壊をもたらす要因についても検討する。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、これらの水の作用がどのように防止工により処理されるかによって防止工の安定度を判断する。すなわち、従来 of 経験、実態、良好な実績との対比および計算によって安定性の検討を行う。この際、崩壊防止工の施工事例集などは良い参考となる。

抑制工については地表水排除工に対して確率降雨量比流量を計算し、排水路等の断面を設計することができる。また現場打コンクリート枠工についても、局所的な小規模の崩壊より算出される外力を用いてのり枠の設計をすることができる。計算に基づいて設計した工法についても、経験や他の施工実績と対比して最終的な決定を行うことが自然斜面を対象とした急傾斜地崩壊防止工事では求められる。上記以外の抑制工については、現地調査結果を基に経験、実績をベースにした検討が主であり、技術者が工夫した計算が、場合によっては、これを補う目的で実施されている。

抑止工に関しては擁壁工、アンカー工、土留柵工についてはできるだけ設計時の外力を算定し計算により設計するものとする。杭工、押え盛土については、実際に施工されることはまれであるが、適用にあたっては地すべり防止工での設計法が準用できる。

擁壁、アンカーなどの抑止工について計算が行えるのは、想定したすべり面に沿う崩壊に対してである。

擁壁工については、直線すべり、曲線すべり等のすべりを想定し、それぞれの土圧を算定して設計する。

アンカー工については、すべり面が想定されると、この面に沿うすべりに対する安全率を計画安全率（ F_{sp} ）にする必要抑止力を算定して設計する。

なお、円弧すべりを想定する場合、安全率が最小の円弧が想定すべり面になり、このすべり面の安全率（ F_s ）は、一般に次のとおりとしている。

① 斜面に異常、変状や崩壊の徴候がみられる場合 $F_s=0.95$

② ただちに崩壊に結びつくような徴候がみられない場合 $F_s=1.0$

計画安全率（ F_{sp} ）は原則として 1.2 以上とする。一般には 1.2 が用いられるが、現地の状況などにより必要と判断される場合などでは 1.2～1.5 の範囲で適宜決められる。

2.1.3.4 斜面の安定度

斜面の安定度の検討は危険度判定、崩壊形態の想定、対策工の設計などにおいて最も基本となるものである。

自然斜面は、地山特性、地質や崩壊要因が複雑なため、安定度の検討は、従来の経験資料をもとに現場技術者の判断で行われることが多く、理論的検討あるいは計算のみで斜面の安定度を定められるような場合はほとんどない。したがって、斜面の安定度は、現地踏査、地盤調査結果をもとに従来の経験、実態、標準のり勾配などを勘案して決めているのが現状である。

安定度の評価にあたっては、次の方法がある。

- (1) 従来の経験、実態、標準のり勾配との対比による安定度の検討
- (2) 現地調査による崩壊形態の予想に基づく検討
- (3) 計算による安定度の検討

2.2 長大斜面对策

急傾斜地崩壊対策事業では一般に直高 30m 以上の斜面を「長大斜面」と称する。長大斜面では、斜面全体をカバーする対策はできないことを踏まえ、必要な対策を講じる。

《解説》

長大斜面对策は、斜面崩壊対策の中でも非常に難しい問題の 1 つである。その原因は主に次の 2 つの理由からである。

第 1 は、崩壊が斜面のどの部分から、どのような形態で発生して移動するのか推定することが一般に困難であること（これは必ずしも長大斜面に限ったことではないが、長大斜面の場合にはさらに推定が困難となる）。

第 2 は、仮にその推定が可能であったとしても、対象とする崩壊に見合った対策工の設計の考え方を基準化することが難しいためである。

この理由の中には、長大斜面のどの程度の高さまでどのような構造物を配置すべきか、といった計画上のあるいは経済的な条件の関連する問題と、例えば地形条件から施工が困難であったり、崩壊土砂の衝撃力に耐えうる構造物をつくるのが困難な場合が多い、といった物理的な制約条件に関する問題が含まれている。

これまでに実施されてきた長大斜面对策に関する調査結果や施工事例等から、対策工を計画する際の基本的な考え方を整理すると以下ようになる。

- ① 地形・地質概査から、どのようにして現在の斜面ができたかについて地形・地質学的解釈を行い、過去の記録から周辺も含めて災害の履歴を調べる。
- ② 次に、現地踏査・地質調査報告書によって想定すべり面の検討を中心に崩壊形態、崩壊規模、崩壊要因を可能な限りの確に想定する。この場合、一般には、既往の崩壊の位置及び範囲の傾向を念頭に置く必要がある。
- ③ 崩壊形態、崩壊規模、崩壊要因が明瞭に把握でき、かつ施工が可能であれば、崩壊要因を除くための工法を崩壊発生想定部において計画する。また、必要に応じて斜面の中間部や下部にも対策を講じる。
- ④ 崩壊形態、崩壊規模、崩壊要因がそれほど明瞭に把握できない場合、斜面を全面的にカバーする工法を計画することが望ましい。
- ⑤ 崩壊形態、崩壊規模、崩壊要因が明瞭に把握できても崩壊発生想定部における対策工の施工が不可能であるような場合、主として下部においていわゆる待受け的な工法を計画する。また、必要に応じて斜面上中部にも何らかの対策工を計画することが望ましい。このような場合には、崩壊の要因が完全に除去されたわけではないことから、警戒避難等ソフト対策を組み合わせた対応が必要となる場合が多い。

以上のような基本的な考え方に基づいて対策工を計画するが、実際には斜面長が長いため、いくつかの工法を組み合わせる計画を立案する場合が多い。

重要なことは、「数百 m 以上の長さを持つ長大斜面で起こりうるすべての形の崩壊に対応する対策工法を考えることは困難」であり、「対策工で対処できる限界がある」のが現状である。これは技術的のみならず、経済的な制約にも起因しているが、そのため、対策工で補いきれないような場合には、警戒避難体制を整備するなどのソフト対策が必要となる。

2.3 環境対策計画

2.3.1 環境対策の基本的考え方

急傾斜地崩壊対策の立案にあたっては、環境への配慮を的確に行うものとする。

2.3.2 環境対策の種類

環境対策として、自然環境対策・居住環境対策・景観対策を必要に応じて行うものとする。

《解説》

(1) 自然環境対策

一般に、種々の工事から自然環境を保全するためには段階的に、自然環境をできる限り保護する、自然環境を復元する、積極的に新しい環境を創造するといった手だてが考えられる。急傾斜地崩壊対策事業においても、基本的にはこのような段階を考慮に入れて自然環境対策を考える必要がある。

(2) 居住環境対策

居住環境を広い区域のものとしてとらえると、ある地域社会のアメニティを向上させるために積極的に斜面を利用する、という考え方もできる。例えば、緑地空間としてうるおいとやすらぎの場を創出したり、地域のシンボル等としての利用方法が考えられる。特定利用斜面保全事業に代表されるように、地域のアメニティを考慮した事業の展開が、今後さらに強く求められる。

なお、居住環境に対しては、住民意見を十分聴取し検討することが重要である。

(3) 景観対策

景観の評価は、各個人の有する価値観や美的判断に大きく左右される。社会的な背景もあって、各個人の持つ価値観は、ますます多様化の方向に進んでいる。

景観の評価を一律の尺度で測ることは非常に難しいが、計画の価値項目として次のようなものが考えられる。

① 調和性

自然景観（背景）と施設の調和の度合いで、評価軸として「乱し度」（自然計画を施設が乱しているかどうか）、「連続度」（自然景観と施設の連続度）、「目立ち度」（自然景観に対する施設の目立ち度）を考慮する。

② 統一性

特にいくつかの施設が複合してつくられる場合に、施設間の統一性が総合評価に大きく関係する。評価軸として「複雑度」（施設の種類や大きさの複合を表す）、および、「整然度」（施設の並び方に左右される）が挙げられる。

③ 親近性

施設の持つ親しみやすさの度合いで、評価軸として「見慣れ度」が挙げられる。

2.3.3 環境対策の手法

環境対策は、周辺の自然環境・居住環境・景観に調和的になるように行うものとする。

《解説》

(1) 自然環境対策

自然環境対策の主な手法は、既存木の保全や新たな植生の導入などがある。

(2) 居住環境対策

急傾斜地崩壊対策事業における居住環境の対策は、景観対策と共通する部分が多い。

したがって、(3) で記述するような具体的な手法を用いることによって、ある程度解決する事ができる。

(3) 景観対策

景観を良好なものにするためには、ほとんどの場合自然のままで斜面を保つことが有力な手段とする。しかしながら、一般的な急傾斜地崩壊対策事業の中で、このような手段をとることは不可能になる。

したがって、周辺の景観に構造物をなじませるため、次例のようないくつかの手法の選択が必要となる。

例)

① 構造物の形態の工夫

構造物本来の機能を保ちながら、その形態を自然に溶け込ませるようなデザインとする手法。

② 自然石等の利用

構造物を天然の材料によって構築する。違和感が少なく、景観上もとても好ましい手法。

③ 化粧型枠の利用

擁壁や張りコンクリートの表面に、主として擬石タイプの化粧型枠を利用する。

④ 着色コンクリートの利用、カラー塗料や樹脂の吹き付け

擁壁等の構造物に着色したコンクリートを用いたり、カラー塗料を吹き付ける。

⑤ 構造物表面の壁画レリーフ

事例は多いとはいえないが、主としてコンクリート張り工や擁壁工の表面に、絵画を描いたりレリーフを制作したりする。