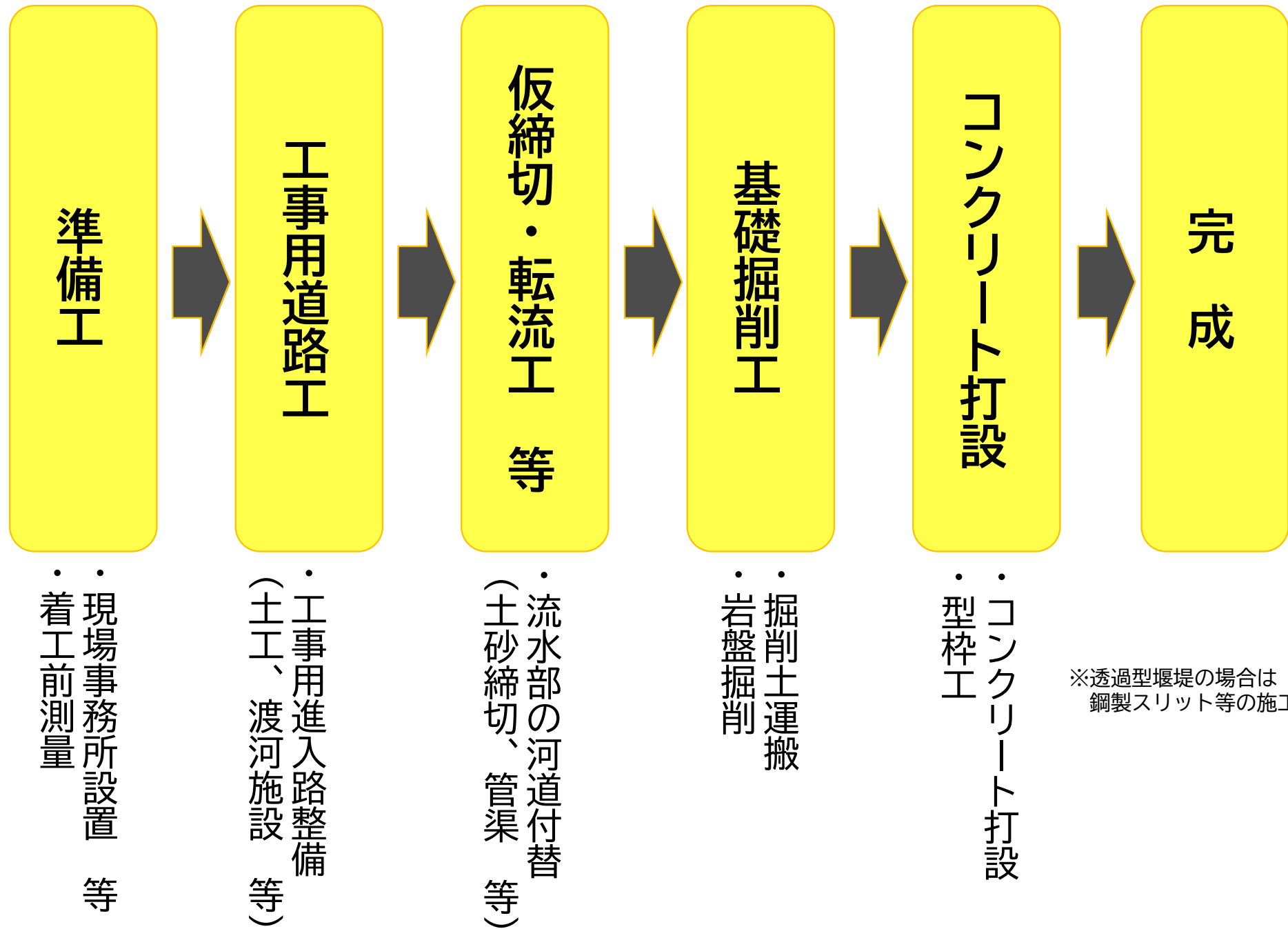


(4) 砂防関係事業における遠隔・自動施工の推進に向けた意見交換 砂防関係工事の流れ

砂防堰堤工事の流れ



【工事用道路工】

砂防工事は急峻・狭隘な山間部で実施することが多く、整備箇所まで資材等を運搬するための工事用道路を整備する必要がある。

現場条件により工事用道路の線形や、渡河施設等の検討を行う。



工事用道路設置の事例写真



渡河施設(仮橋)の事例写真

砂防堰堤工事の流れ 仮締切、転流工

【仮締切、転流工】

砂防堰堤の施工箇所に河川や溪流などの流水がある場合、施工の支障となるため河川の締め切りや流水の切り替え（転流工）を行う。

現場条件や対象流量、施工手順等を踏まえて、仮締切手法（土砂締切、大型土のう締切、コンクリート締切 等）や、転流工手法（管渠、開渠 等）の検討を行う。



土砂・大型土のうによる仮締切



暗渠による転流工設置状況の事例写真

土砂、大型土のうによる仮締切整備状況の事例写真

砂防堰堤工事の流れ 基礎掘削工

【基礎掘削工】

砂防堰堤の堤体本体打設箇所の基礎掘削を行い、堤体本体を載せる基礎地盤を確保する。堰堤施工箇所は安定計算上、満足する基礎部に設置する必要があり、岩石掘削等を行うこともある。また、堰堤打設のために必要な範囲の掘削に伴い、堰堤両側の法面掘削が必要になる場合もある。



転石破碎状況の事例写真



基礎掘削（岩掘削）状況の事例写真



掘削運搬状況の事例写真



岩盤清掃状況の事例写真

砂防堰堤工事の流れ コンクリート打設(1)

【コンクリート打設（型枠工）】

砂防堰堤の型枠は、上・下流面の表面型枠、横継目型枠、間詰用型枠が必要となる型枠の組立てや作業中に起こる転覆事故防止のため、安全な作業足場等の防止策が必要。

砂防現場のような土石流の到達の恐れや、落石等の恐れがある現場では、危険性の高い作業の工期短縮が図れるよう、残存型枠が採用されることも増えている。



型枠工設置の事例写真



型枠工設置時の安全作業足場の事例写真



残存型枠設置（クレーン吊込み）の事例写真



残存型枠設置の事例写真

砂防堰堤工事の流れ コンクリート打設(2)

【コンクリート打設】

砂防堰堤は重力式構造が基本であり、自重によって外力に抵抗するためマスコンクリート施工となることが多い。打設計画（リフトスケジュール）を作成し、打継ぎしながら打設を行う。山間部に施工することが多いためプラントからの運搬制約（基本的に練混ぜ開始から90分以内）や、マスコンクリートとしての温度ひび割れ対策などが重要となる。また、現地発生土砂を有効活用する砂防ソイルセメント（転圧タイプ）の場合もある。



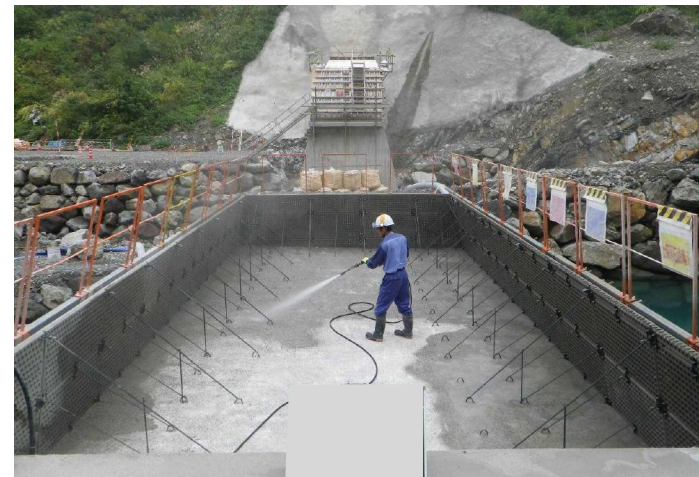
クレーンによるコンクリート打設の事例写真



コンクリート打設の事例写真



コンクリート締固め状況の事例写真



打継面の清掃状況の事例写真

地すべり対策の基本

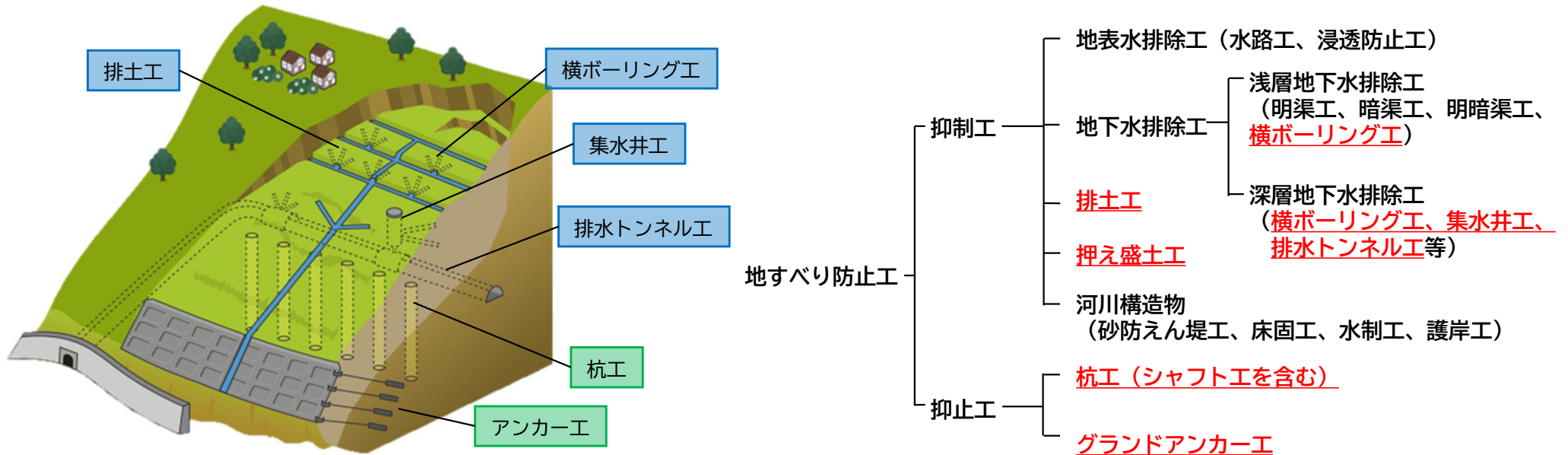
「地すべり」とは・・・土地の一部が地下水等に起因してすべる現象又はこれに伴って移動する現象

地すべり防止工の分類

地すべり防止工は、対策工の持つ機能の違いから、**抑制工**と**抑止工**に大別される。

抑制工： 地すべり地の地形、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、活動力、抵抗力のバランスを改善し、地すべり運動を停止または緩和させる工法

抑止工： 構造物のもつ抵抗力を付加することにより、地すべり運動の一部または全部を停止させる工法



地すべりの規模及び発生・運動機構、保全対象の重要度、想定される被害の程度等を考慮し、地すべり災害が防止されるよう策定する。

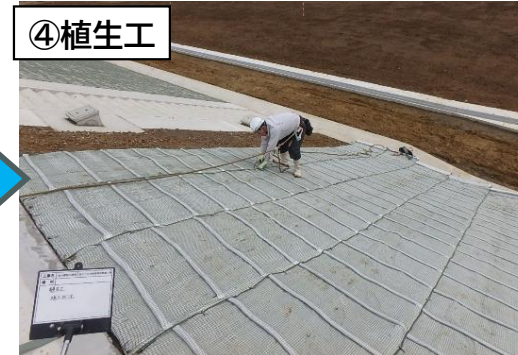
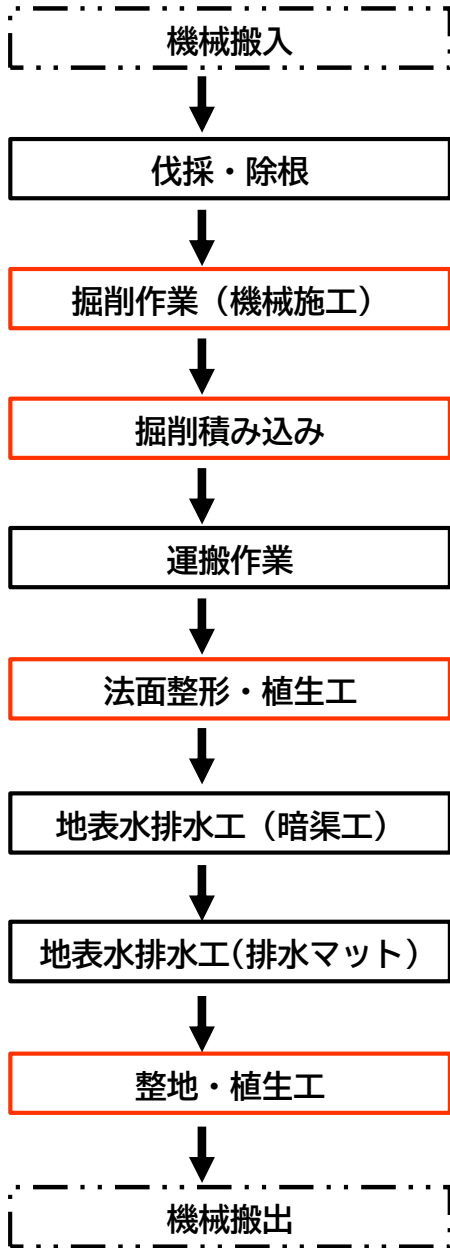
また、工法の経済性等を勘案し、**抑制工と抑止工を単独もしくはこれらを適切に組み合わせ**て策定する。

工法選定における留意事項

- 1) 抑制工と抑止工の持つそれぞれの特性を合理的に組み合わせ、適切な位置に配置した計画とする。
- 2) 地すべり運動が**活発に継続している場合には、原則として、抑止工は先行せず、抑制工によって運動が低減、停止してから抑止工を導入**する。

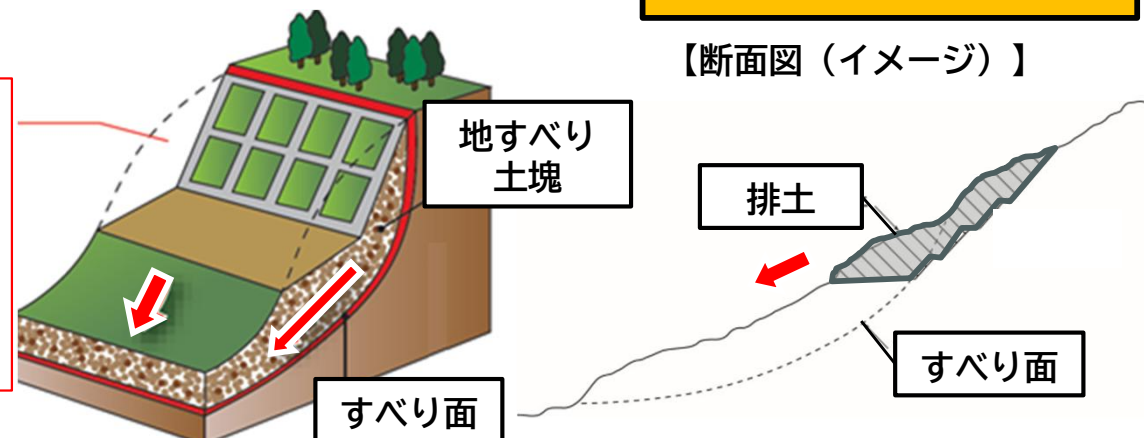
地すべり対策 排土工の流れ

排土工の施工手順は、伐採・除根を行った後に、土砂の掘削・積み込み、運搬を実施する。その後、法面整形を行い、地表面排水工（暗渠工及び排水マット）を施工、整地及び植生工を実施して施工完了となる。



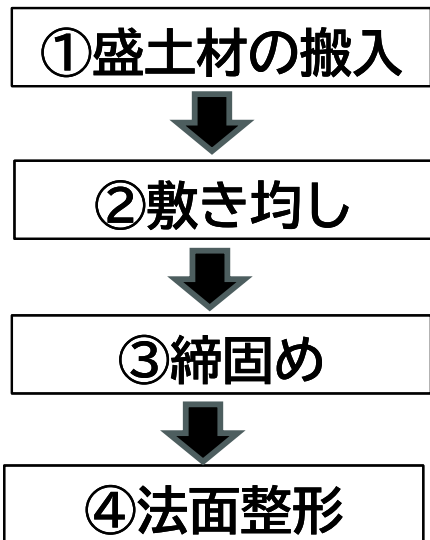
<対策イメージ>

【排土工】
地すべりの土塊を排除し、地すべりの滑動力を低減させる。



地すべり対策 押さえ盛土工の流れ

押さえ盛土工の施工手順は、クローラダンプ等で盛土材料の運搬し、ブルドーザーで敷き均し後に締固めを行う。その後バックホウで法面整形を行う。その後バックホウで法面整形を行う。



①盛土材の搬入



②敷き均し



③締固め形



④法面整形



【押さえ盛土工】
地すべり末端部に盛土し、地すべりの滑動力に抵抗する力を増加させる。

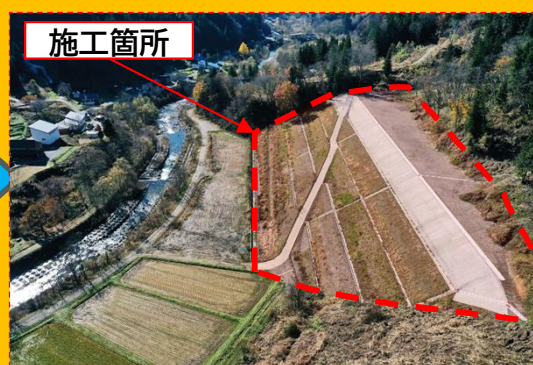
【断面図】



【施工中】

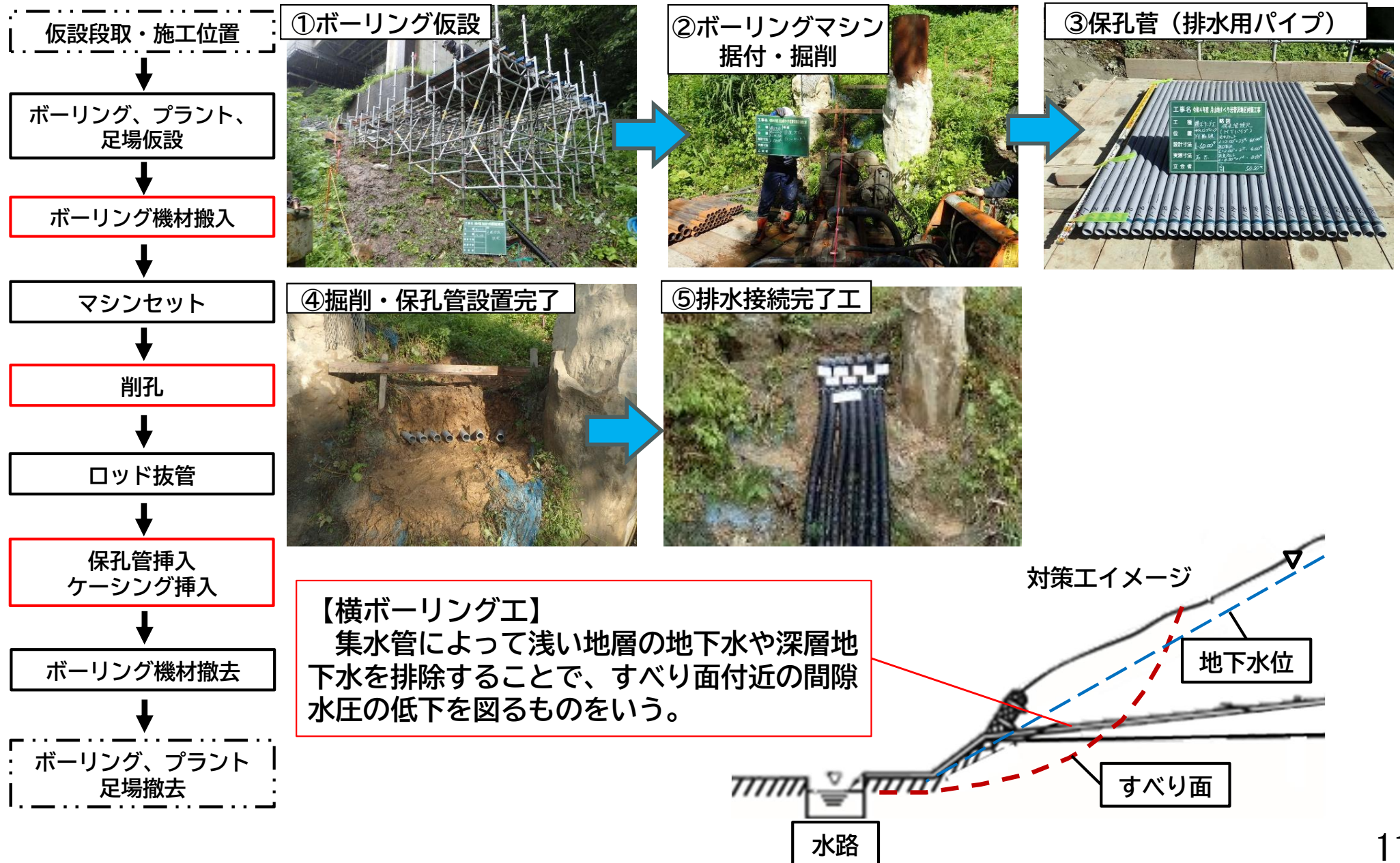


【施工後】



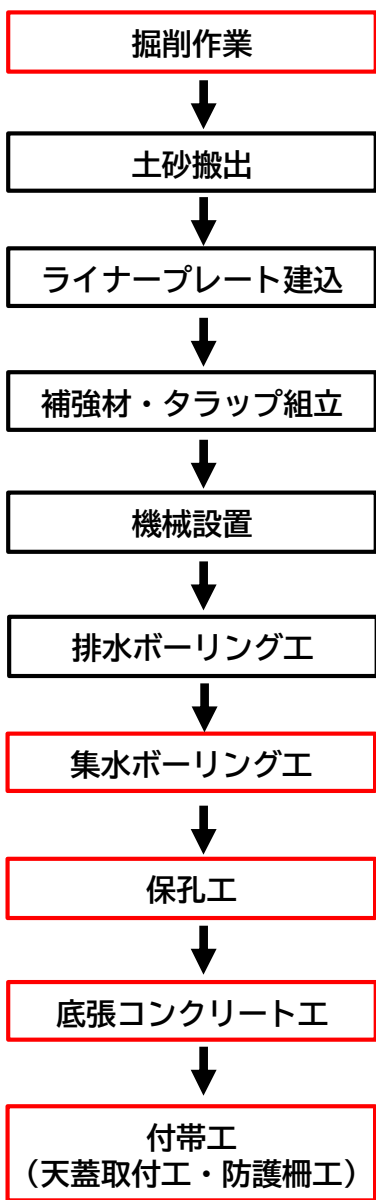
地すべり対策 横ボーリング工の流れ

横ボーリング工の施工手順は、掘削位置にボーリングマシンを据え付けるための足場を設置し、ボーリングマシンで掘削し、ケーシングと排水用の保孔管を入れ替えし地下水を導く。

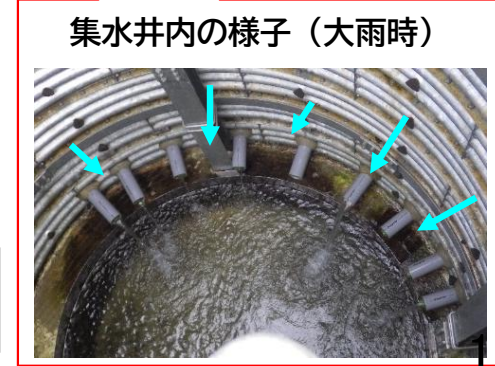
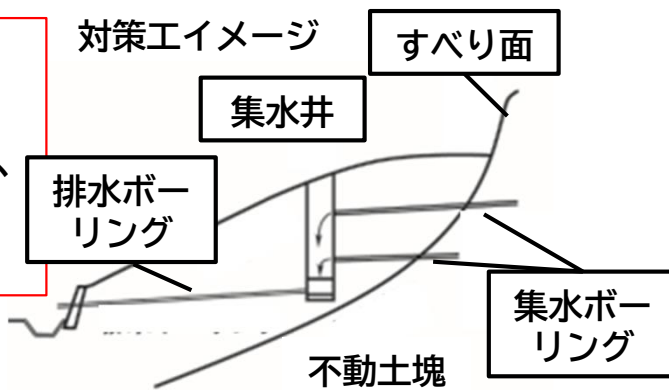


地すべり対策 集水井工の流れ

掘削と土砂搬出により井戸を掘り下げながら、ライナープレートを組立てる。その後、ボーリングマシンによる削孔・保孔管挿入作業等の集水・排水ボーリング工を行う。最後に底をコンクリートで覆い天蓋と防護柵を設置して、作業が完了。

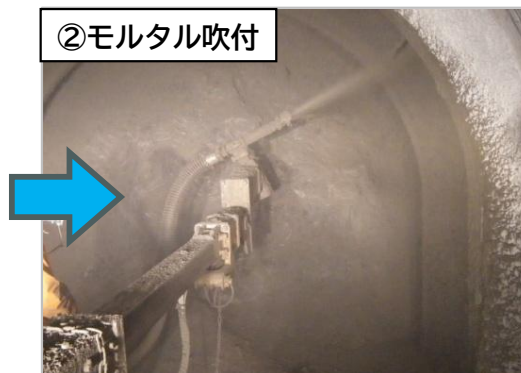
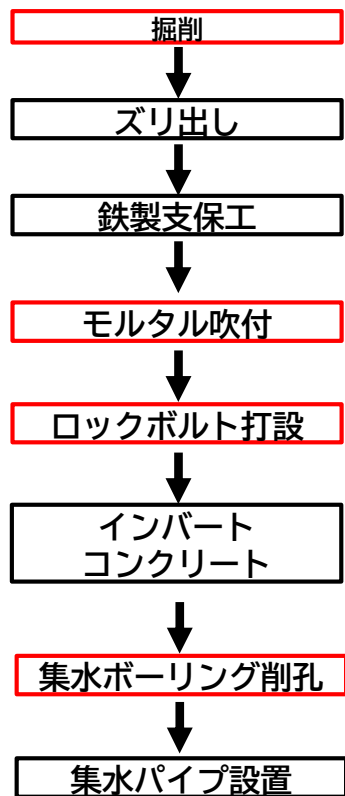


【集水井工】
 深層部に分布する地下水を排除することによって、すべり面付近の間隙水圧の低下を図る。

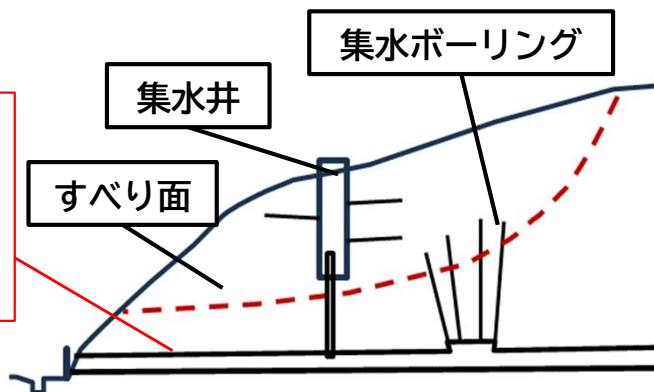


地すべり対策 排水トンネル工の流れ

施工手順は、ドリル式掘削機械で掘削し、掘削断面にモルタルを吹付後、ロックボルトをトンネル内部から地山に打ち込み、崩れを防ぎながら掘り進める。トンネル全延長が完成後、集水ボーリング削孔を行い、地下水を排水トンネルに導くための集水パイプを設置する。



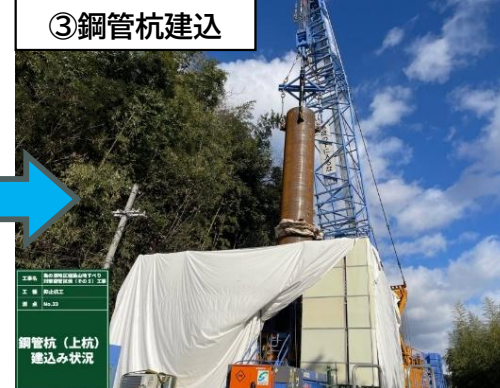
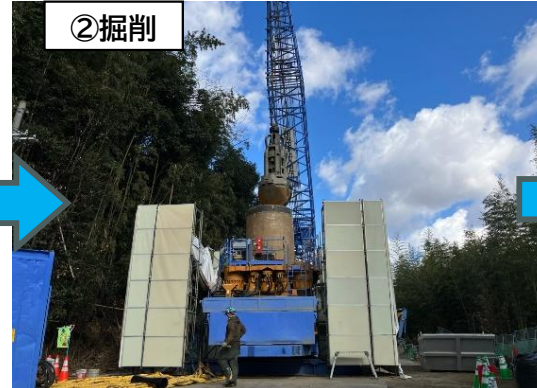
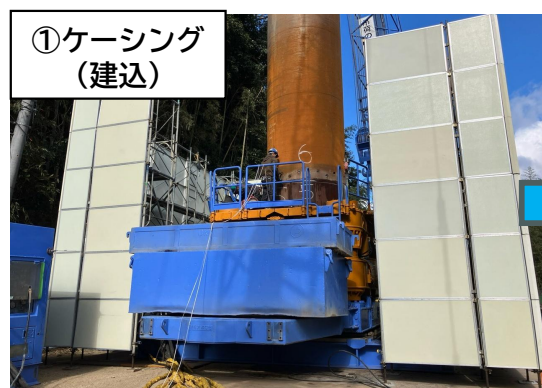
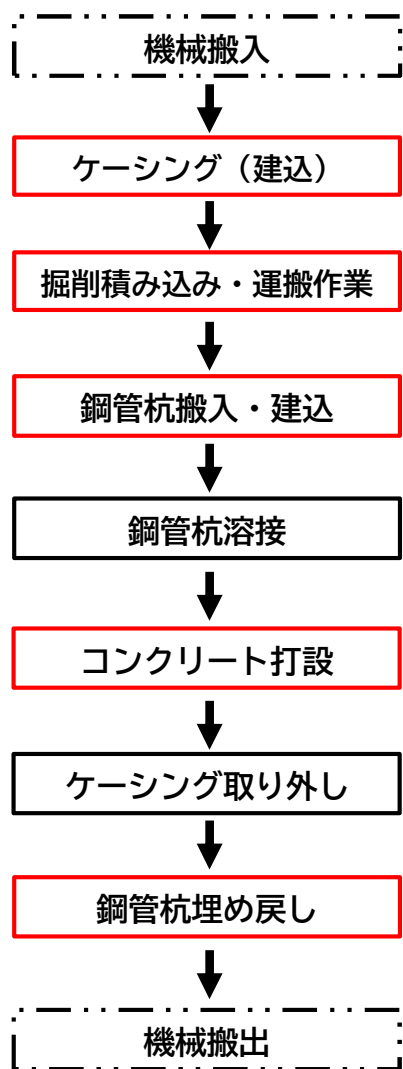
【排水トンネル工】
地すべりの規模が大きく移動層が厚い場合や、移動速度が大きい場合等に用い、深層地下水を排除する場合に施工する。



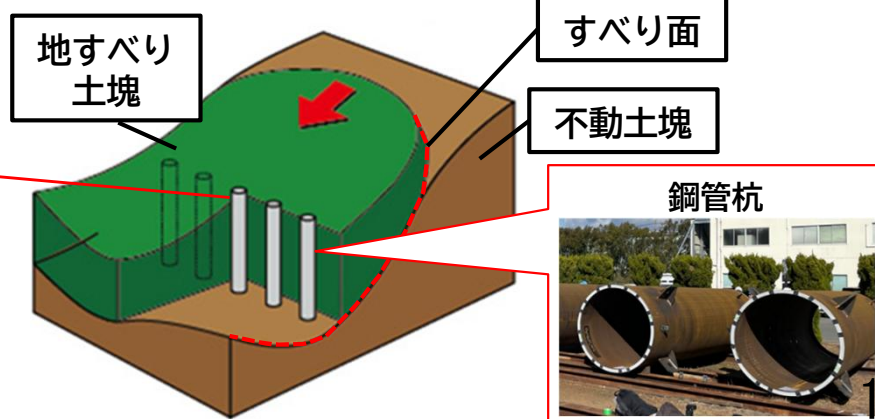
出水時

地すべり対策 鋼管杭工の流れ

鋼管杭は、全周回転式オールケーシング工法で施工している。施工手順は、ケーシングによる掘削をした後、そのケーシング内に鋼管杭を溶接しながら建込を行う。その後、鋼管杭の中に中詰コンクリートを打設する。最後にケーシングを引き抜きながら、鋼管杭の外側にモルタルを打設し埋め戻しをして完了。

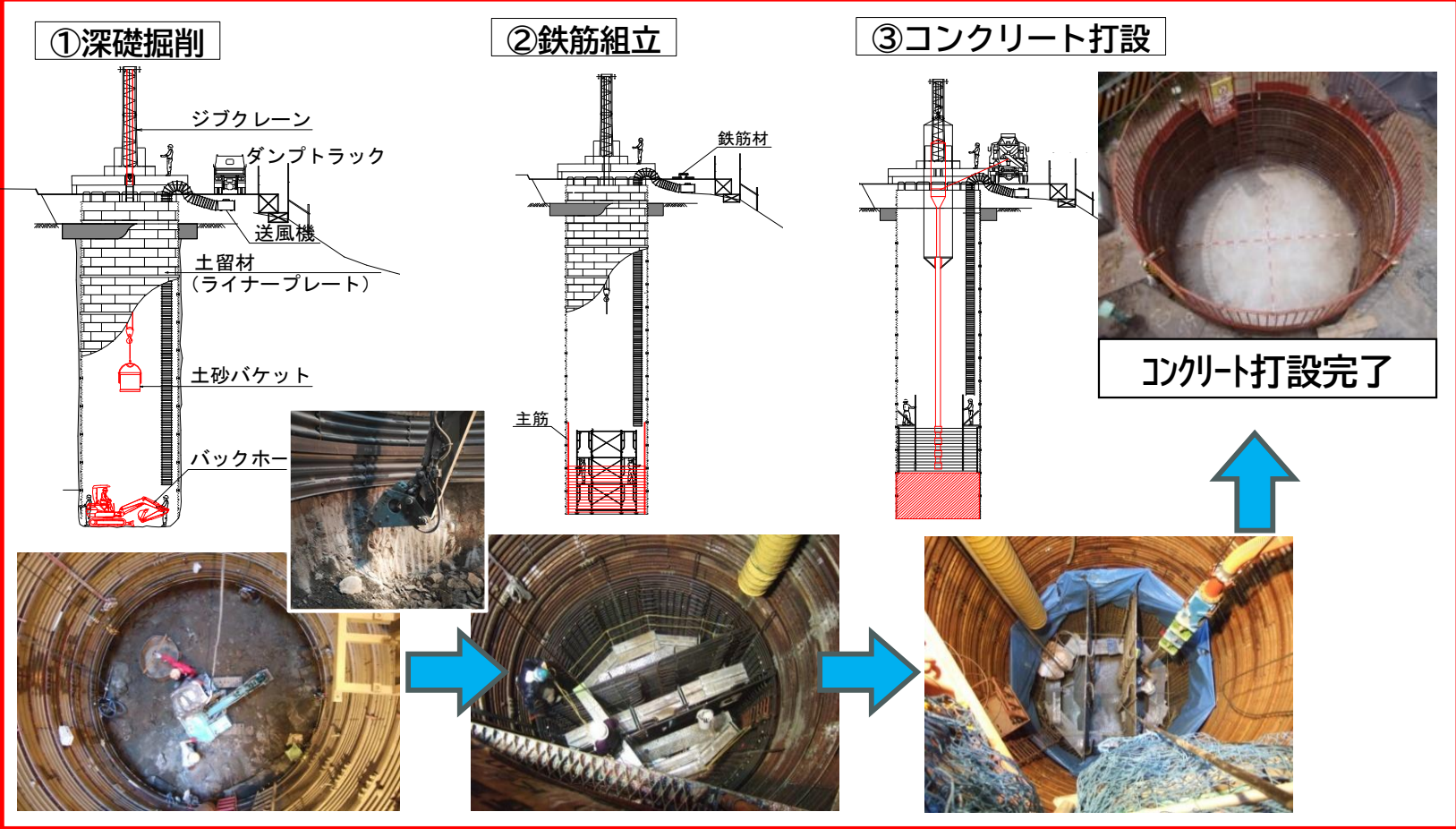
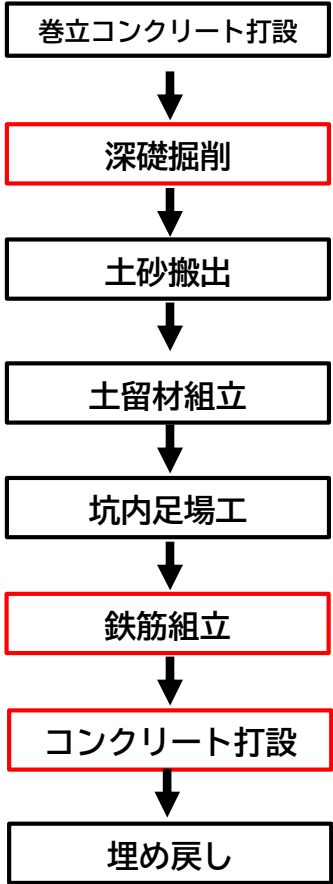


【鋼管杭工】
 鋼管杭等をすべり面を貫いて不動土塊まで挿入することによって、せん断抵抗力や曲げ抵抗力を付加し、地すべり移動土塊の滑動力に対し直接抵抗を与える。

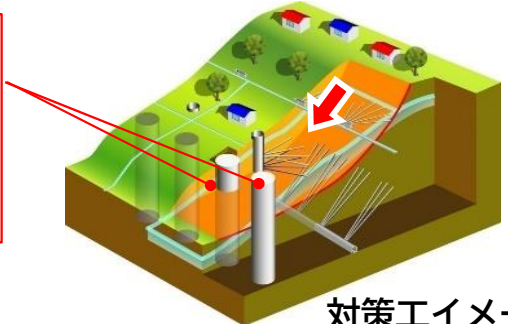


地すべり対策 深礎工の流れ

施工手順は、掘削完了後、下端より鉄筋を組み立てながら、コンクリート打設を行う。



【シャフト工（深礎工）】
 大口径の立抗を不動土塊まで掘って鉄筋コンクリート製の杭を設置し、地すべりの移動土塊の滑動力に対し、直接抵抗するもの。



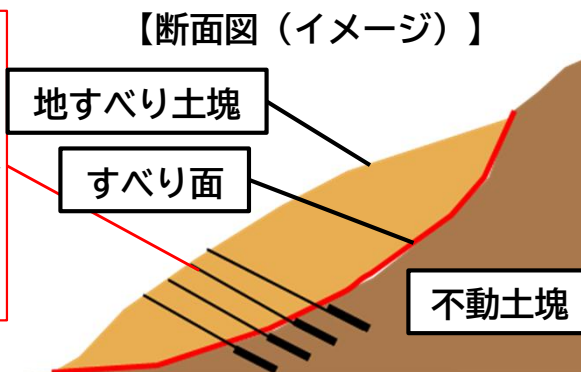
地すべり対策 グランドアンカー工の流れ

削孔ではボーリング機で施工し、孔内洗浄後、テンドンの組立・挿入を行う。アンカー体注入では、セメントミルクやモルタルを用いて置換注入および加圧注入を行い、地盤との付着を確保する。グラウト強度の発現を確認した上で、緊張・定着及び品質確認試験を実施する。最後に頭部処理と受圧構造物の設置を行い、防食対策とともにアンカー力を地盤へ適切に伝達させる。

- 機材搬入
- 削孔機据付
- 削孔工
- 孔内洗浄
- テンドン組立加工
- テンドン挿入
- 置換注入
- 加圧注入
- 養生
- 品質確認試験
- 緊張・定着
- 充填注入
- 頭部処理



【グランドアンカー工】
 斜面から不動地盤に鋼材等（テンドン）を挿入し、基盤内に定着させた鋼材の引張強さを利用して斜面を安定化させる



斜面对策工（山腹工）

【山腹工とは】

地震や豪雨により崩れた斜面をそのまま放置しておく、その後の降雨により崩壊が拡大して下流へ土砂が流出してしまいます。

また、崩壊した斜面は安定せず、植物の生育が難しく崩壊が拡大するという悪循環になってしまいます。山腹工は、こういった山の崩壊斜面の拡大を防ぐため、柵や壁を設置して土の動きを抑える土留工や土が流れ出さないよう草木を植える緑化工を行い、土砂が流出しない安定した山肌に戻す工事のことです。

【主な対策工法】

法枠工

コンクリート枠で斜面全体を抑えて安定化を図る工法

吹付工

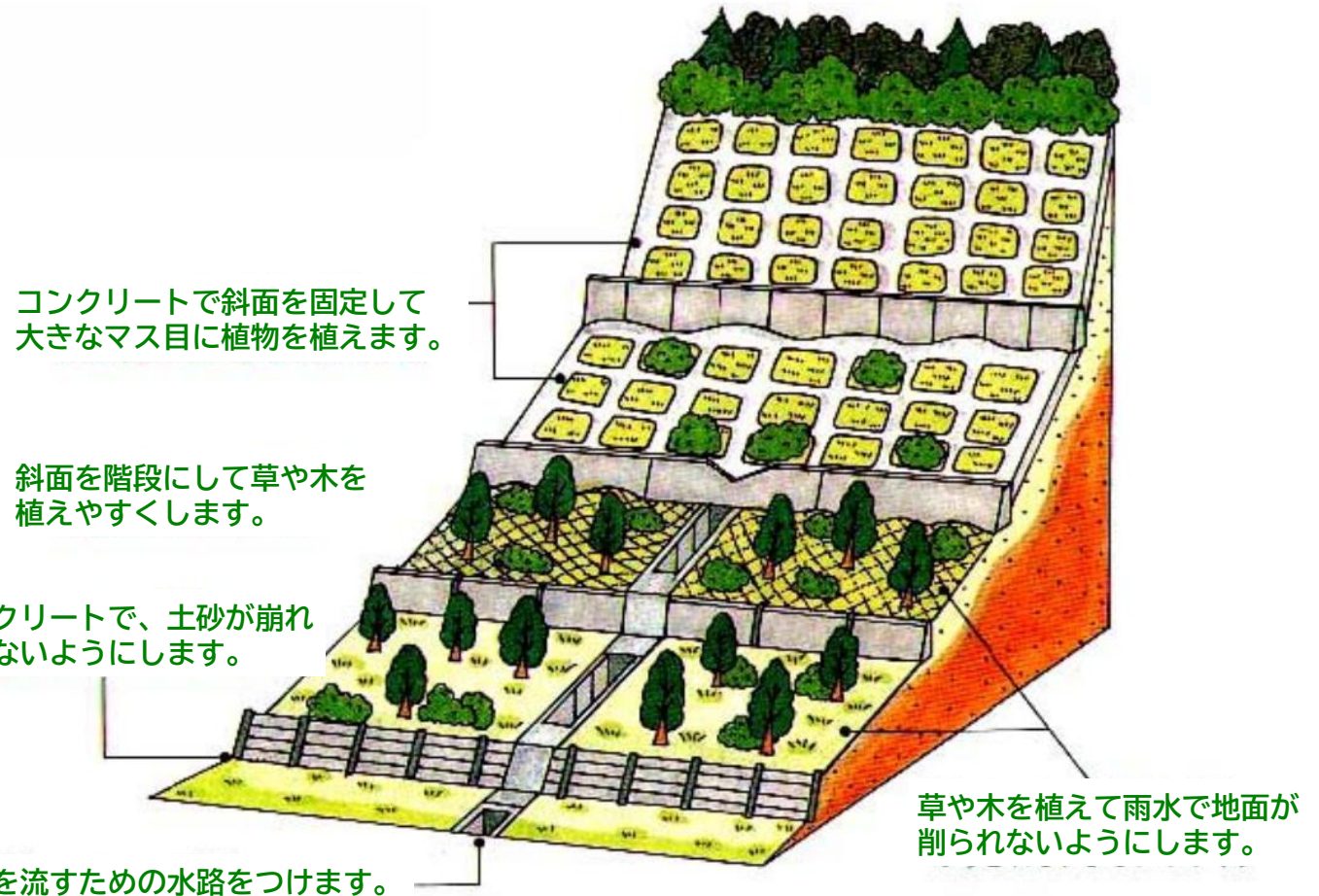
モルタルやコンクリートを斜面に吹き付けて風化を防止する工法

植生工

直接木を植えたり種子を吹き付けて早期の緑化を促進する工法

土留工

不安定な土砂の移動を防ぎ斜面勾配を緩くする工法



斜面対策工 山腹工の施工事例

- 平成28年熊本地震により発生した阿蘇大橋地区の大規模な斜面崩壊について、二次災害を防ぐために緊急的な復旧工事を実施。急崖部の不安定な土砂・岩塊除去等を実施。
- その後、斜面の恒久的な安定化対策として、ネット工、アンカー工、土留め工等を実施。



分割した重機を頭部へ空輸



頭部入りポートにて組立



ロッククライミング工法による岩塊除去



土留め盛土工



発災直後の緊急的な対応



恒久対策



水谷山腹工（立山砂防事務所）



松木山腹工（渡良瀬川河川事務所）