

法面工の点検・詳細調査と 改修工事の実例について

令和元年11月13日(水)

(一社)斜面防災対策技術協会会員

(株)相愛 市橋 義治

**前半：「維持管理実施要領」に則った
法面工に関する概要**

**後半：既設法面工の維持管理に係る
調査設計施工の実例**

前半：「維持管理実施要領」に則った 法面工に関する概要

1. 斜面对策工の維持管理に関する背景
2. 本書での長寿命化と機能回復の定義
3. 本書での長寿命化と機能回復の考え方
4. 劣化及び破損の原因に応じた対応
5. 長寿命化手法と機能回復手法の施工計画の概要
6. おわりに

1. 斜面对策工の維持管理に関する背景



国道9号線京都府福知山市 切土のり面(のり砕工+吹付工)におけるアンカー破断 H29.5発生

•H24.12中央自動車道笹子トンネル天井板落下事故

- 「調査検討委員会/報告書」では、①過去12年間にわたり近接点検が見送られてきた②補修補強履歴の保存体制が不備であった、点を事故発生の主要因として挙げている

↓
点検と既存資料の収集整理の重要性が再認識された

↓
地すべり防止施設を含むインフラの機能低下が顕在化

これを受けて政府は

インフラ老朽化対策に関する関係省庁推進会議を設置

•H25.11「インフラ長寿命化基本計画」を発表

- 全対象施設に対して定期的な点検・診断を実施することとした

道路の維持修繕に関する省令・告示の制定について (道路法施行規則の一部改正等)

今後、橋梁等の道路構造物が急速に老朽化していくことを踏まえ、各道路管理者の責任による点検→診断→措置→記録というメンテナンスサイクルを確立するために具体的な点検頻度や方法を法令で定めることが必要となっています。

このため、道路法施行令第35条の2第2項の規定に基づき、道路法施行規則において、道路の維持・修繕に関する具体的な基準等を定めるため、「道路法施行規則の一部を改正する省令」及び「トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示」を3月31日に公布したので、お知らせいたします。

なお、施行は、本年7月1日を予定しています。

【具体的な内容】

- ・ 橋梁（約70万橋）・トンネル（約1万本）等は、国が定める統一的な基準により、5年に1回の頻度で、近接目視により点検を行うことを基本とすること
- ・ 点検、診断の結果等について、記録・保存すること
- ・ 統一的な尺度で健全性の診断結果を分類すること

道路土工構造物点検要領

平成29年8月
国土交通省 道路局

▼ 道路土工構造物点検要領

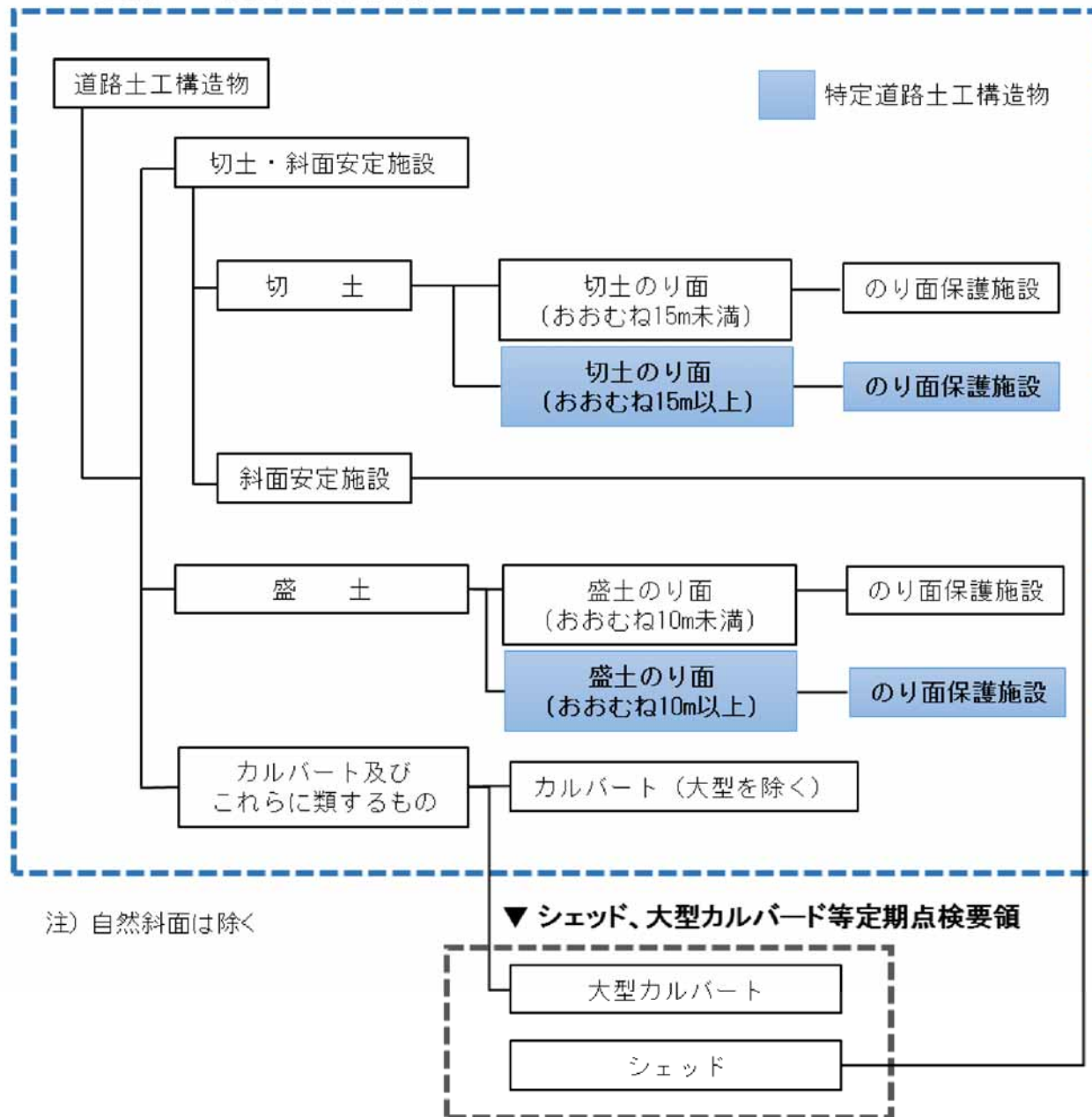


図 道路土工構造物の分類と適用範囲

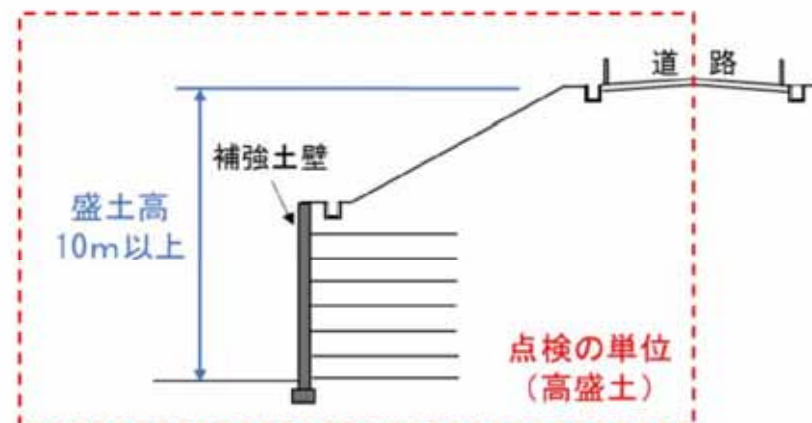
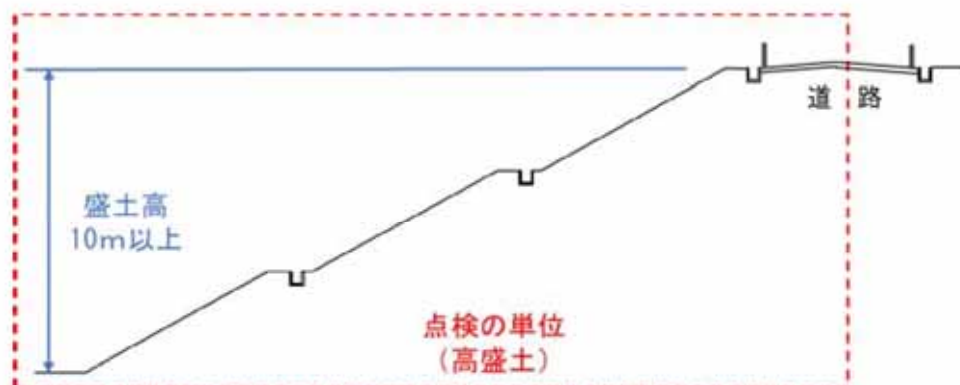
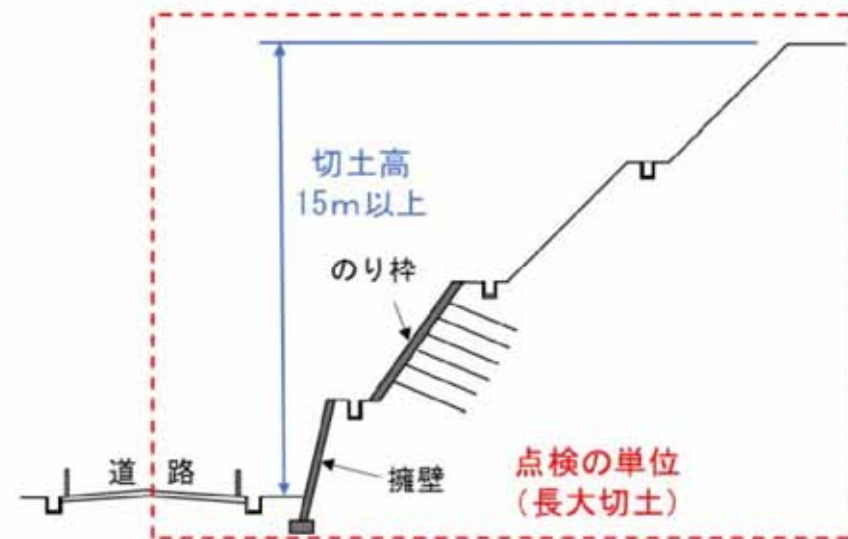
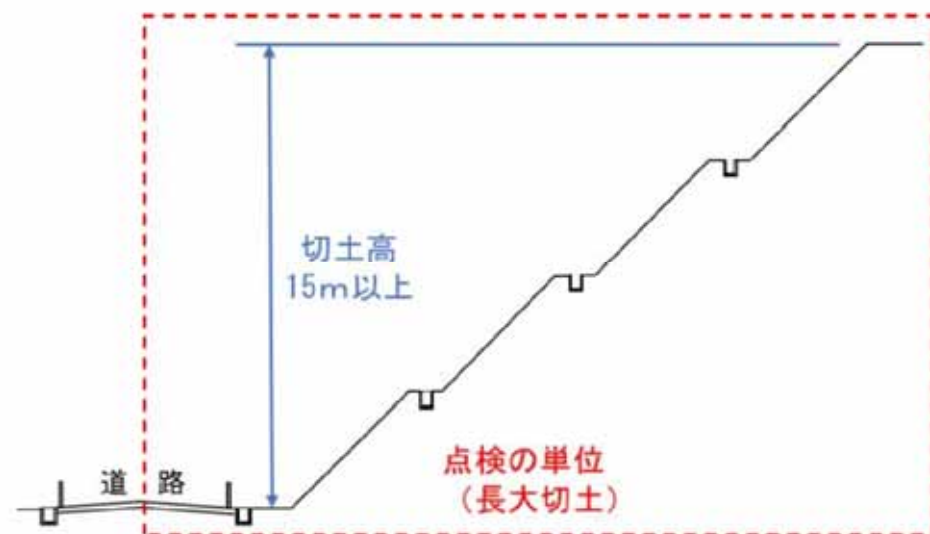


図 長大切土、高盛土の例

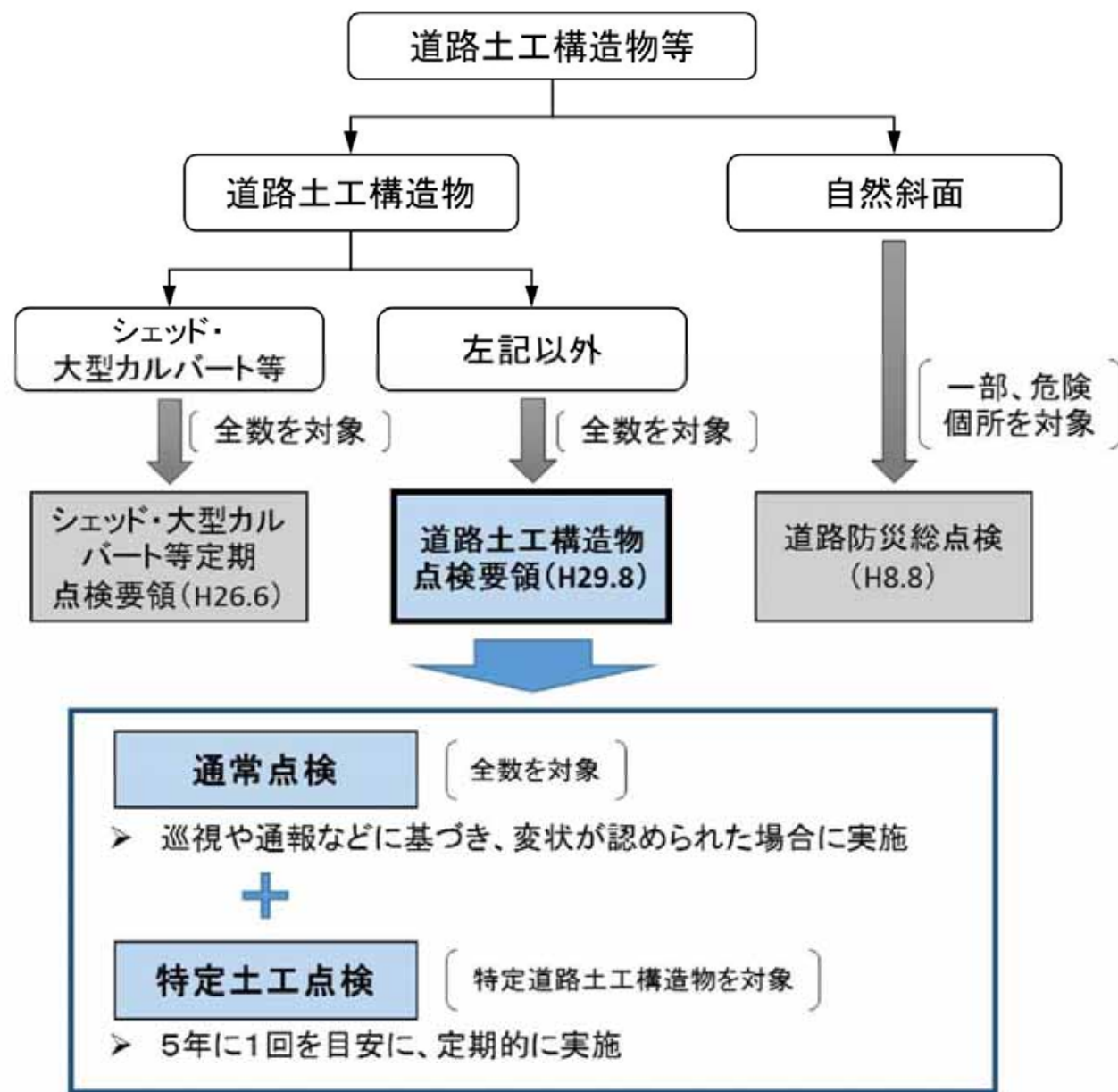


図 道路土工構造物点検要領の位置付け

5. 特定道路土工構造物の点検（詳細点検）

5－1 点検の方法

- （１）詳細点検の頻度は、５年に１回を目安として道路管理者が適切に設定する。
- （２）詳細点検は、近接目視により行うことを基本とする。

【補足】

切土や盛土を構成する各施設の詳細点検における着眼点は別紙１のとおりとする。

なお、表－１に示す各施設は、切土や盛土を構成する施設の一つとしての扱いであり、点検対象である切土や盛土への影響の有無や程度を把握することが目的であることから、点検対象のり面の健全性を評価するにあたり、各施設の変状がどのように影響を及ぼすかという点に留意する必要がある。

表 切土・盛土を構成する施設

のり面	切土又は盛土により人工的に形成された斜面
のり面保護施設	人工的に形成された斜面に設置された保護施設（のり枠、吹付け、擁壁、補強土、グラウンドアンカーなど）
排水施設	雨水や湧水等を速やかに排除する施設（のり肩排水溝、縦排水溝、小段排水溝、じゃかご、排水孔など）

切土	擁壁	のり枠
		
盛土	補強土壁	カルバート
		

図 道路土工構造物を構成する施設の例

農林
水産

道路

独自
点検
要領

独自
点検
要領

独自
点検
要領

斜面
対策工

その他
斜面对策
施設管理者

河川
砂防

斜面对策工に関する主な維持管理マニュアル類

発行者	文献タイトル	発行年
土木研究所他	グラウンドアンカー維持管理マニュアル	2008
土木研究所	地すべり防止施設の維持管理に関する実態と施設点検方法の検討ー地表水・地下水排除施設ー	2011
国土交通省	総点検実施要領(案)【道路のり面工・土工構造物編】	2013
国土交通省	砂防関係施設点検要領(案)	2019
農林水産省	地すべり防止施設の機能保全の手引き～抑制工編～	2013
農林水産省	地すべり防止施設の機能保全の手引き～アンカー工編～	2015
農林水産省	地すべり防止施設の機能保全の手引き～その他工種編～(暫定版)	2016
農林水産省	地すべり防止施設の機能保全の手引き～統合版～	2017
農林水産省	地すべり防止施設の個別施設計画(長寿命化計画)策定の手引き	2017
国土交通省	道路土工構造物点検要領	2017

受発注者、すべての
技術者のために

長寿命化対策に待望の一冊

斜面对策工維持管理 実施要領

国土交通省、農林水産省、
都道府県等の既存マニュアル等
と整合を図りつつ

維持管理の体系化！

メーカーや
調査・設計・施工会社に
アンケートを実施して
より実情を反映！

斜面对策工維持管理
—長寿命化及び機能回復手法(計画・設計)—

斜面对策工維持管理実施要領
—点検・詳細調査編—

H28

12月23日発行

お届けは平成29年1月下旬になります

価格:20,000円

〈会員価格:15,000円〉

(税・送料別)

A4判 920頁

(2分冊)

2. 本書での長寿命化と機能回復の 定義

～用語の整理と定義～

本書での長寿命化と機能回復の定義

“**長寿命化**基本計画”や“**施設長寿命化**指針”など
＜日本の行政の世界での**長寿命化**とは＞

○維持管理を適切に実施することで

施設を長く使い続けること

→本書では“**広義の長寿命化**”

○“**広義の長寿命化**”は、「**長寿命化**」≡「**適切な維持管理**」

→点検や詳細調査などの調査業務も“**長寿命化**”の一部に含まれる。

本書での長寿命化と機能回復の定義

国際的な防災枠組では、

- レジリエンス (Resilience) と
- ビルド・バック・ベター (Build Back Better) と
- サステナビリティ (Sustainability) が主なキーワード

○ レジリエンス (Resilience) = 強靱化

⇒ 本書での「長寿命化」

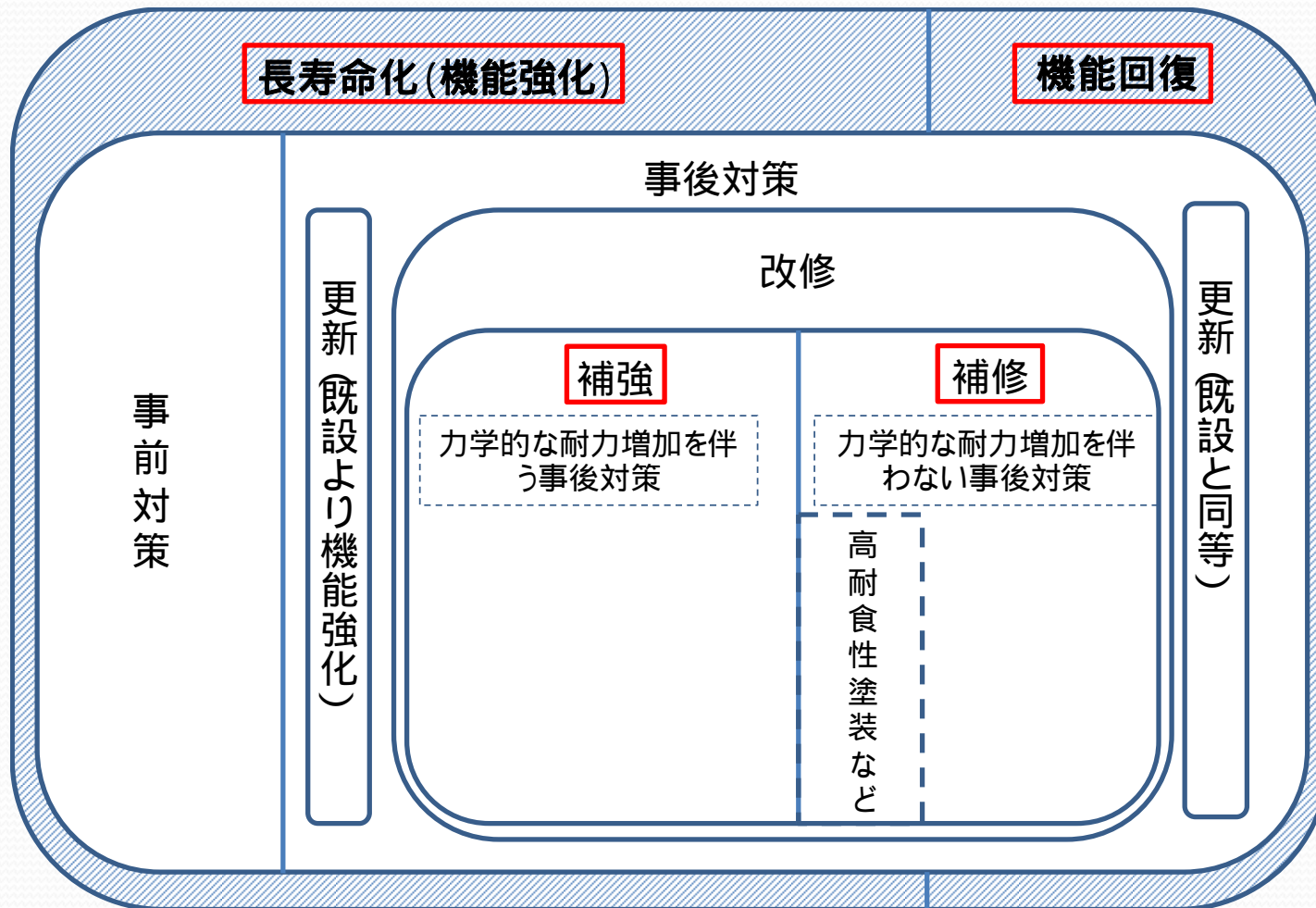
○ ビルド・バック・ベター (Build Back Better)

≡ 本書での事後対策の「長寿命化」

本書での長寿命化と機能回復の定義

用 語		定 義
長寿命化 (機能強化)		通常部材より耐用年数の長い部材などを用いて機能を通常より長く保持できるようにすること。事前対策と事後対策がある。事後対策には既設よりも機能を強化した施設への更新を含む。いわゆる狭義の長寿命化であり、適切な維持管理によって施設の供用年数を延ばすという広義の長寿命化ではない。
機能回復		対策工の機能を新設時の状態に戻す、又は近づけるための事後対策。既設と同等の機能を持った施設への更新を含む。
改修		補強と補修の両方を含む事後対策。
	補強	事後対策として実施する長寿命化手法の中で力学的な耐力増加を伴うもの。高耐食性塗料の塗布など耐力増加を伴わない長寿命化手法は補修に属する。
	補修	機能回復手法と高耐食性塗料の塗布など耐力増加を伴わない長寿命化手法(事後対策)。

本書での長寿命化と機能回復の定義



本書における長寿命化及び機能回復と補強・補修・改修との関係の模式図

3.本書での長寿命化と機能回復の 考え方

～ 劣化損傷等の原因把握の重要性 ～

本書での長寿命化と機能回復の考え方

○長寿命化手法及び機能回復手法の選定

→ 施設の劣化・損傷の原因把握が重要

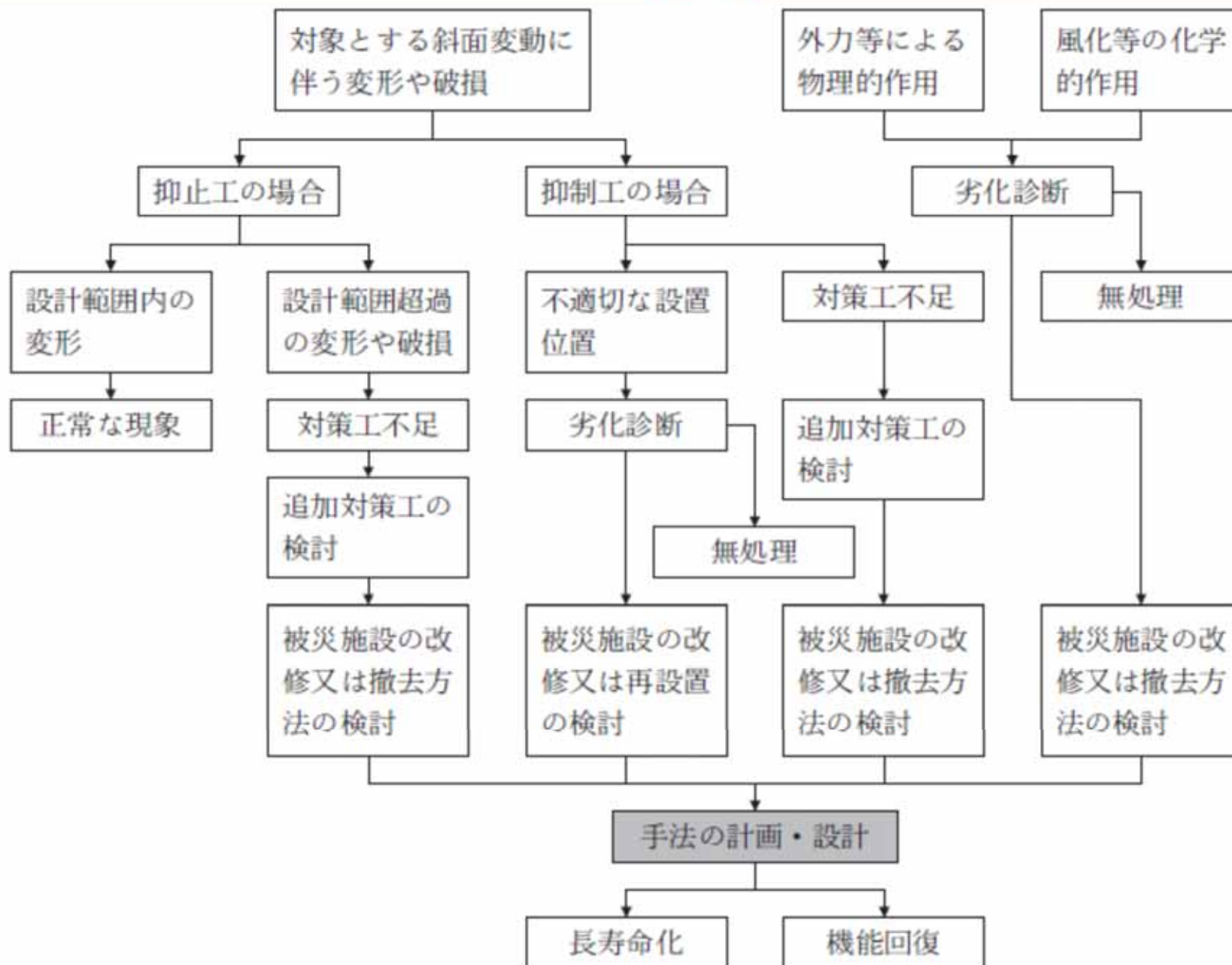
＜施設が共用期間より大幅に早く腐食した場合＞

→ 腐食の原因を取り除くか、耐食性の素材を選定するかの検討が必要となる。

→ 原因を把握する事無く単純な機能回復を図っても改修回数が必要以上に増え、ライフサイクルコストが増加

本書での長寿命化と機能回復の考え方

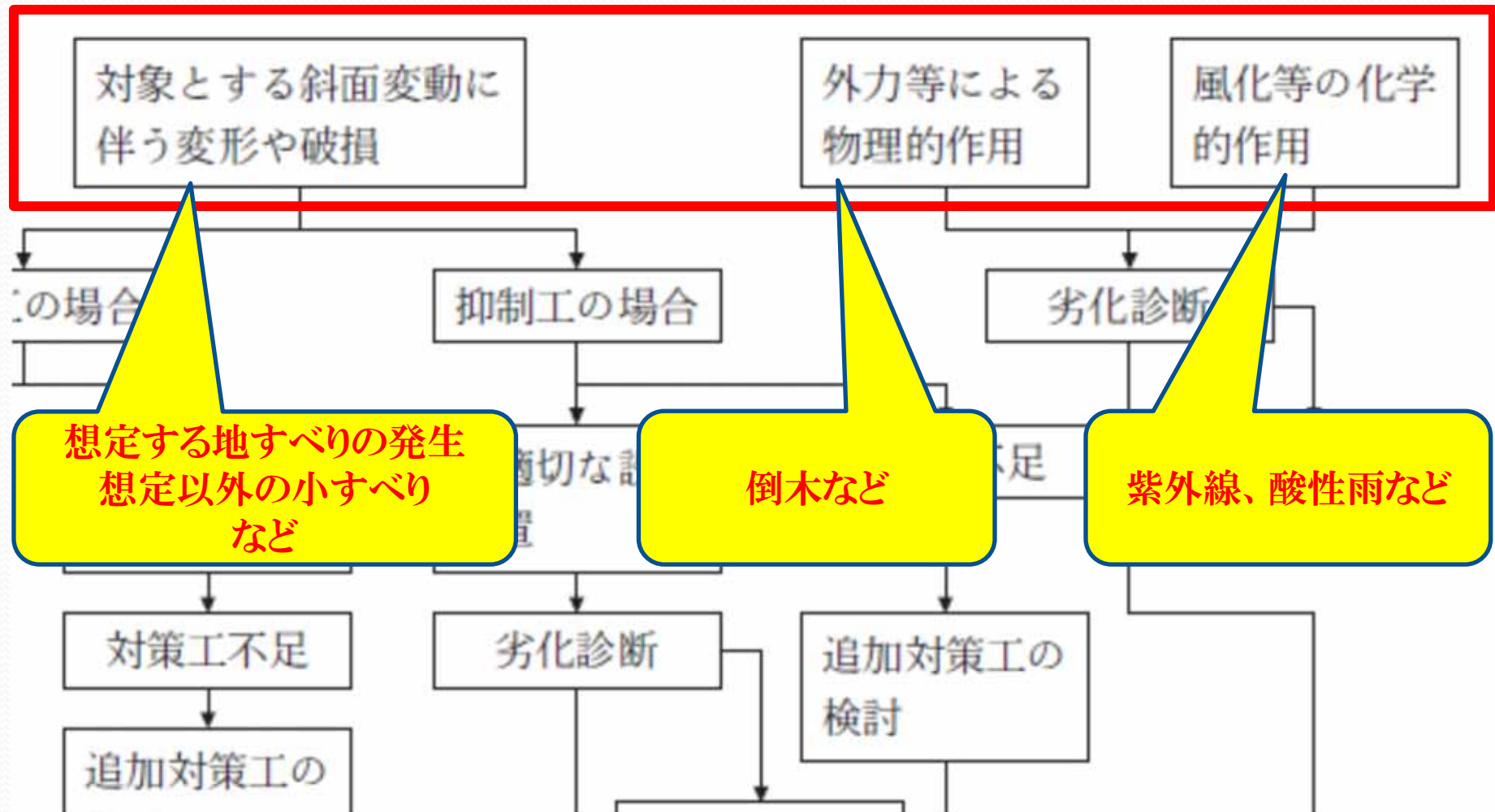
- 斜面对策工： 斜面変動を抑制又は抑止することが目的
 - 地すべり活動等によって対策工本体に変形があっても、設計範囲内であれば対策工は健全であり補強や補修などは必要は無い
 - 「斜面変動に伴う変状や破断・破損」or「それ以外の外力等や風化等の作用による変状や破断・破損」の判断が必要



斜面对策工の長寿命化と機能回復手法の考え方と流れ、及び計画・設計の位置付け

本書での長寿命化と機能回復の考え方

劣化及び損傷の原因



本書での長寿命化と機能回復の考え方

対象とする斜面変動に伴う変形や破損に関する考え方(抑止工の場合)

区分	内容
設計範囲内 の変形	①正常状態。 ②地すべり抑止杭工やシャフト工は所定の変形量に達して初めて設計抑止力を発揮できる。 ③アンカー工も初期緊張力が設計値より小さい場合は、変形することで設計抑止力を発揮できる。 ④設計に問題が無く、アンカー工の初期緊張力が設計値であれば、施工後の斜面変動は発生しないので、変形等の異常も発生しない。 ⑤抑止杭工やシャフト工の1本当たりの変形量(設計値)は杭頭で数十cmとなることがあり、周辺施設がそれを想定して設計されていない場合は、周辺施設に変形やひび割れ等の異常が発生することがある。これについての対応は別途検討する必要がある。

設計範囲内の変形(例)



道路拡幅盛土における
斜面安定対策アンカー工



吹付工に亀裂が発生

- モニタリングによりアンカー緊張力及び斜面安定を維持していることを確認

本書での長寿命化と機能回復の考え方

対象とする斜面変動に伴う変形や破損に関する考え方(抑止工の場合)

区分	内容
破損や設計範囲超過の変形	①抑止工は斜面変動を完全に停止させるための工法であり、設計が正しければ変形量等が設計値を超過することが無い。 ②超過する場合は何らかの設計ミスがあることになる。よって、追加対策工の検討が必要となる。 ③斜面変動が鎮静化しなければ、単なる長寿命化や機能回復手法は無意味となる。 ④破損は設計値として想定されていないので、対象とする斜面変動に伴う破損はその対策工に何らかの不備があったか、対策工不足があったということであり、小さな破損でも追加対策の検討対象となる。

設計範囲超過の変形や破損(例)



- のり面崩壊で破断したのり枠
- 設計で想定した崩壊規模を超過する外力が作用



- もたれ式擁壁及び
のり枠に貫通亀裂が発生
- アンカーとのり枠(受圧板)機能が低下している

本書での長寿命化と機能回復の考え方

対象とする斜面変動に伴う変形や破損に関する考え方(抑制工の場合)

区分	内容
不適切な設置位置	①抑止工の設計範囲内の斜面変動は発生し得る。 ②対策工が十分に施工されて地すべりの滑動が停止した状態でも移動体の部分的な変形は発生する。 ③全体ブロックが停止しても小ブロックの活動が継続することもある。

本書での長寿命化と機能回復の考え方

対象とする斜面変動に伴う変形や破損に関する考え方(抑制工の場合)

区分	内容
不適切な設置位置	④抑制工は、斜面変動を直接的に抑止するものでないことから斜面変動に伴う設置地盤の変形等が発生した場合は施設に変形等が発生する。この場合は当区分に該当する。 •浅層地すべりや小ブロックの活動による集水井工の変形・破断 •地すべり性の亀裂を跨いだ抑制工 •排水トンネル工や集水井工の排水ボーリングをすべり面と交差させた事による破損 •地すべり変動に伴う末端小崩壊による横ボーリング工の変形・破損

不適切な設置位置(例)



集水井の傾動
➤ 表層すべりが原因



排水トンネルの変形
➤ 地すべりが原因

本書での長寿命化と機能回復の考え方

対象とする斜面変動に伴う変形や破損に関する考え方(抑制工の場合)

区分	内容
対策工不足	①対策工が不足しているために斜面変動が完全に停止していない場合は、追加対策工の検討が必要となる。 ②斜面変動が鎮静化しなければ、単なる長寿命化や機能回復手法は無意味となる。

対策工不足(例)



集水井の異常湛水

➤ 集水量に対して排水ドレーン
能力が不足

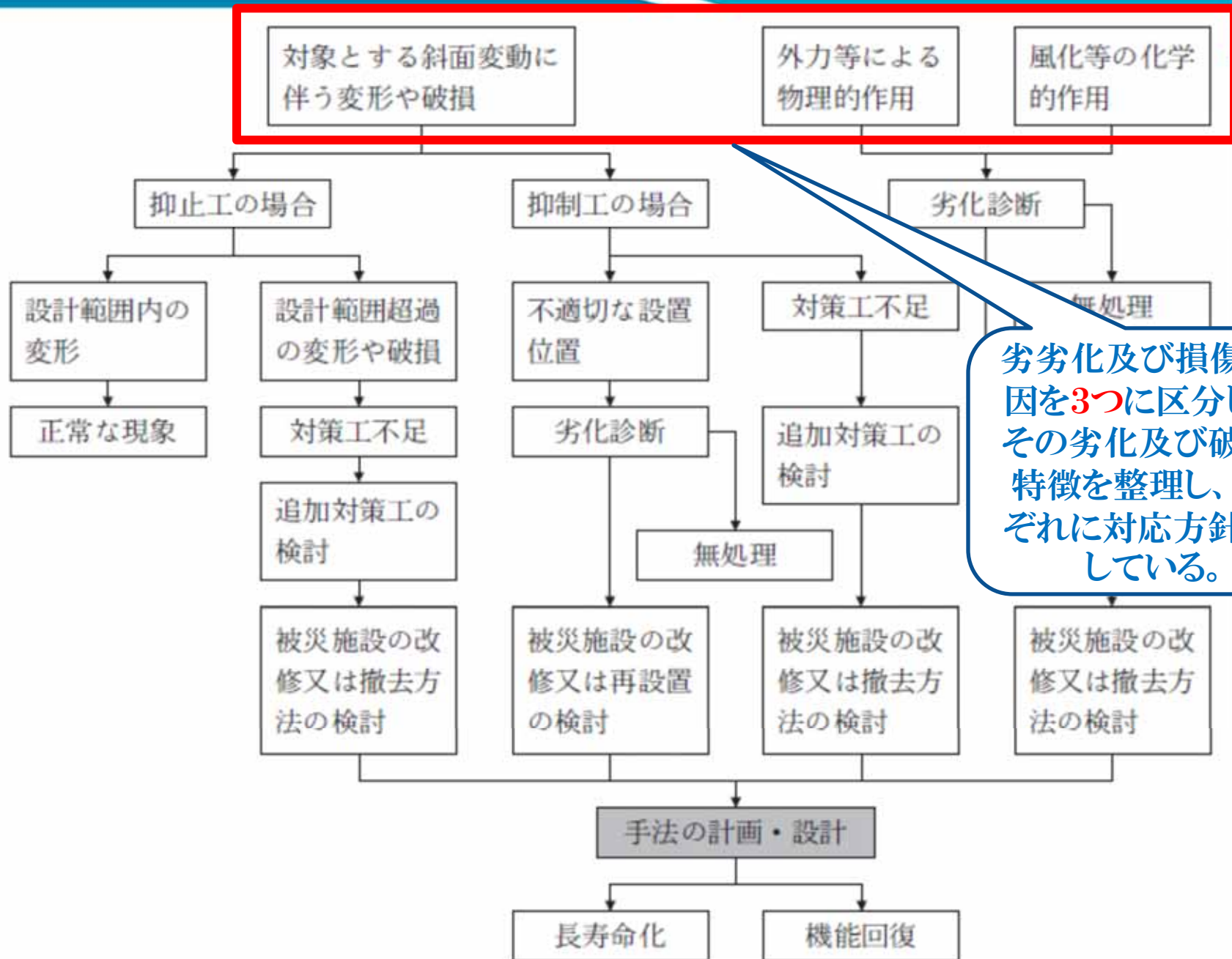


鋼管杭の変形

➤ 杭耐力が不足

4.劣化及び破損の原因に応じた対応

～ 改修工事の設計計画方針 ～



劣化及び損傷の原因を3つに区分して、その劣化及び破損の特徴を整理し、それぞれに対応方針を示している。

斜面对策工の長寿命化と機能回復手法の考え方と流れ、及び計画・設計の位置付け

劣化及び破損の原因に応じた対応

アンカー工の劣化及び破損の原因と対応方針

原因	特徴	対応方針
対象とする 斜面変動	地すべり活動等により 想定外(想定以上) の外力が作用し、アンカーの緊張力増加や受圧構造物の变形、損傷が生じる。	<許容応力までの変形> ・正常であり対応不要 <許容応力超過、破壊応力以下> ・アンカーの緊張力調整 ・アンカーの追加施工 ・アンカー頭部の保護対策 ・他の応急地すべり対策工の追加
	許容値を超過した場合は、テンドンの破断・飛び出し・引抜けや受圧構造物の損傷等が生じる	<破壊応力超過> ・アンカーの追加施工 ・アンカー頭部の保護対策 ・他の地すべり対策工の追加

劣化及び破損の原因に応じた対応

アンカー工の劣化及び破損の原因と対応方針

原因	特徴	対応方針
外力等 による 物理的 作用	部分的な崩壊や地盤変動によるアンカーの過緊張や損傷等	・アンカー増し打ち ・アンカーの緊張力緩和
	部分的な崩壊や地耐力の低下による受圧板の損傷等	・受圧板の補修や交換(除荷と再緊張が可能な場合) ・アンカーの緊張力調整
	部分的な崩壊や地盤変動によるアンカーの緊張力減少	・アンカー再緊張により所要の緊張力まで緊張力調整
	リラクセーション等による緊張力の低下	・アンカー再緊張により所要の緊張力まで緊張力調整

劣化及び破損の原因に応じた対応

アンカー工の劣化及び破損の原因と対応方針

原因	特徴	対応方針
外力等 による 物理的 作用	落石や地震及び雪荷重によるアンカー頭部の損傷等	・アンカー頭部部材の交換や補修 ・頭部への独立した構造の防護工
	付着強度の低下による引抜け	・再設置が可能な場合は更新を検討 ・不適な場合は他の対策工を検討



劣化及び破損の原因に応じた対応

アンカー工の劣化及び破損の原因と対応方針

原因	特徴	対応方針
風化等の化学的作用	アンカー材料の劣化	・防食性の高いアンカー材料の採用（更新や増し打ちが可能な場合）
	防食不良、防錆材の漏出・不足・劣化、頭部キャップなどの損傷等により、頭部部材の変質・腐食が進行する	・頭部部材の交換や補修
	グラウト・防錆材の劣化、止水具の劣化、異物の混入などにより、頭部背面の変質・腐食が進行する	・頭部背面部材の交換や補修



劣化及び破損の原因に応じた対応

アンカー工の劣化及び破損の原因と対応方針

原因	特徴	対応方針
風化等の化学的作用	酸性土壌や温泉地帯などの特殊環境でのテンドンの腐食や受圧構造物およびアンカー体の劣化	・防食レベルの高いテンドンや受圧板への更新 ・耐食性グラウト材料の使用
	地下水水質などの特殊環境や防食不良によりテンドンが腐食し、破断に至る	・頭部背面の止水性向上 ・防食レベルの高いテンドンへの更新



頭部コンクリートの損傷状況
(内部の角度調整箱型台座も腐食)



鋼製キャップへ交換
(固定用のカバープレートを設置)

図 頭部コンクリートから鋼製キャップへ交換した事例

劣化及び破損の状態に応じた対応

アンカー工の長寿命化手法と機能回復手法(その1:長寿命化手法)

区分(詳細)	特徴	対応
頭部コンクリートの損傷等	亀裂、浮き、剥離、落下、遊離石灰、発錆、錆汁、湧水、表面の材質劣化	・頭部コンクリートを撤去し頭部キャップに交換
頭部背面部材の損傷等	亀裂、欠損、遊離石灰、浸水、土砂の混入、表面の材質劣化	・除荷して部材の交換
頭部キャップの損傷等	浮き、緩み、割れ、落下、発錆、湧水、表面の材質劣化	・防錆処理等の補修や交換 ・同等の頭部キャップに交換
防錆材の劣化・損傷	漏れ、色相変化、固化・軟化	・防錆材の充填や交換



劣化及び破損の状態に応じた対応

アンカー工の長寿命化手法と機能回復手法(その2:機能回復手法)

区分(詳細)	特徴	対応
頭部定着部材の損傷等	再緊張余長や定着具・支圧板の発錆・ずれ	・防錆処理等の補修や交換
受圧構造物(連続板)の損傷等 (法枠等)	亀裂、浮き、鉄筋露出、発錆、錆汁、剥離、遊離石灰、湧水、表面の材質劣化	・亀裂補修または断面修復
受圧板(独立板)の損傷等 (FRP、プラスチック等新素材製を除く)	亀裂、浮き、割れ、鉄筋露出、発錆、錆汁、剥離、遊離石灰、湧水、表面の材質劣化	・コンクリート部材は亀裂補修または断面修復 ・鋼製または合成樹脂部材は部分補修、塗装、防錆処理



劣化及び破損の状態に応じた対応

アンカー工の長寿命化手法と機能回復手法(その2:機能回復手法)

区分(詳細)	特徴	対応
緊張力の減少	・アンカーテンドンの損傷等	・テンドンの健全性を確認した上で再緊張を行う
	・アンカー体設置地盤のクリープ等	・地盤のクリープ性状を把握し供用可能と判定した後に再緊張
	・受圧構造物の不等沈下、ずれ、落下	・除荷と再緊張が可能な場合に受圧構造物の位置を調整または再設置
	・テンドンの破断、飛び出し、引抜け、引き込まれ	・飛び出し防止対策(鋼製キャップや鋼板、鋼製ネットにより防護) ・抜き取り閉塞または存置 ・再施工、増し打ち ・その他の工法を併用



劣化及び破損の状態に応じた対応

アンカー工の長寿命化手法と機能回復手法(その2:機能回復手法)

区分(詳細)	特徴	対応
緊張力の増加	・想定以上の外力が作用し緊張力が増加	・受圧構造物や斜面の安定度を検討し、可能な場合に緊張力を緩和 ・その他の工法を併用
	・受圧構造物の変位、目地の開き、ずれ、割れ	・背面地盤の補強等の必要性を検討した上で緊張力を緩和 ・その他の工法を併用



劣化及び破損の状態に応じた対応

アンカー工の長寿命化手法と機能回復手法(その2:機能回復手法)

区分(詳細)	特徴	対応
増し打ち	・テンドンの劣化、破断、飛び出し、引抜け、引き込まれ ・地すべり活動等による過緊張 ・テンドン、定着地盤等の劣化による緊張力低下 ・受圧構造物の損傷等	・供用可能な既存アンカーの緊張力調整の適否を詳細調査結果より評価して検討 ・斜面、構造物の安定度を考慮して検討



5.長寿命化手法と機能回復手法の 施工計画の概要

～ 改修工事の施工計画方針～

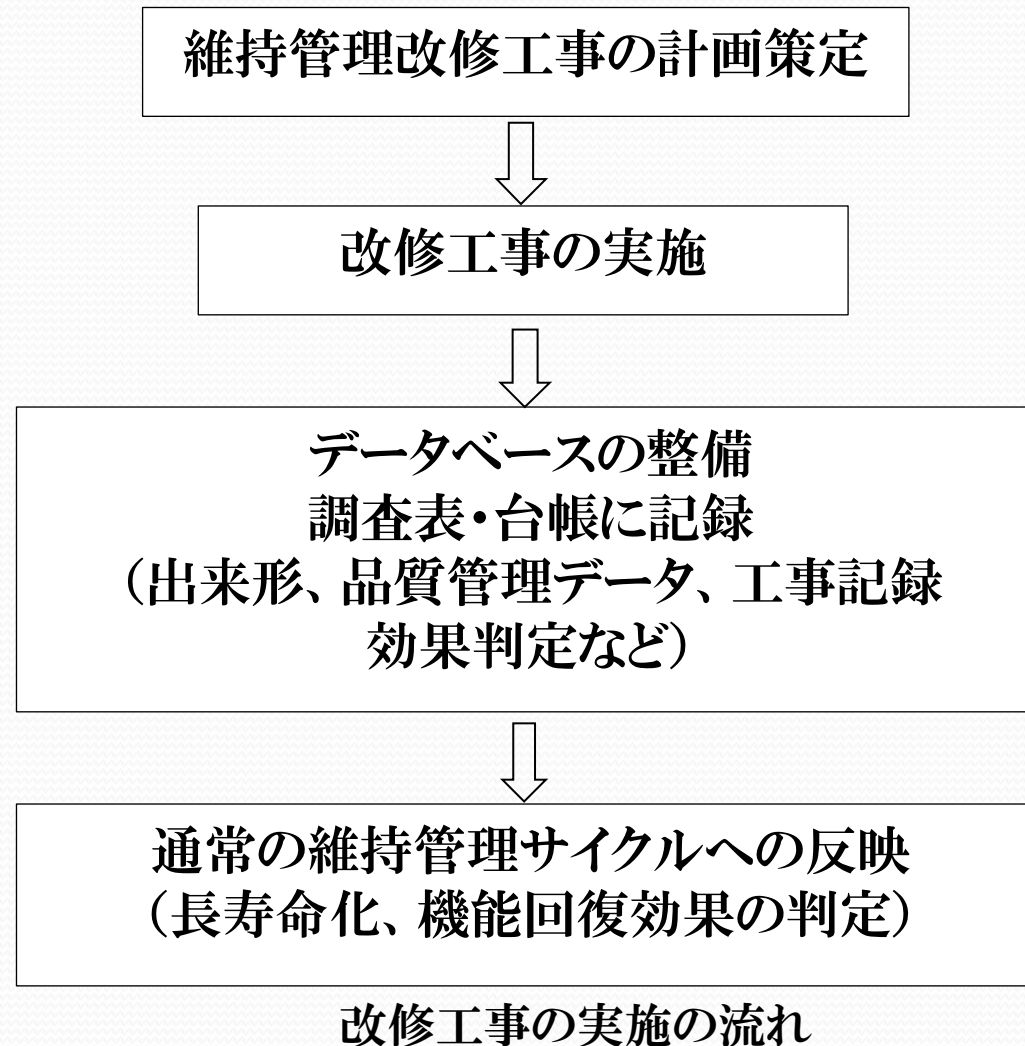
長寿命化手法と機能回復手法の施工計画の特徴

◆事前対策としての長寿命化手法の施工計画は新設の斜面对策工と同様であることから、本書では、**事後対策としての長寿命化手法及び機能回復手法について取り扱っている。**

◆本書では**補強と補修を総括したものを改修と定義している。**

以下に改修工事の流れを示す。

長寿命化手法と機能回復手法の施工計画の特徴



長寿命化手法と機能回復手法の施工計画の特徴

○各工種の改修工事の内容については、以下の項目に分けて解説している。

個々の改修工事の説明項目

- (1) 工法の概要
- (2) 使用機材
- (3) 施工手順
- (4) 仮設設備計画
- (5) 安全管理計画
- (6) 工程計画
- (7) 出来形・品質管理

長寿命化手法と機能回復手法の施工計画の特徴

施工計画立案の手順とそれぞれの手順での検討内容及び 検討項目を以下に示す。

施工計画の立案手順(その1)

区分	検討内容	検討項目
(1) 施工条件の確認	- 設計条件の確認 - 現地条件の確認	- 図面、仕様書、計算書、工期 - 地形、地質、気象、地下水の状況、斜面変動の状況、搬入路、周辺環境、構造物の劣化状況、地上および地下埋設物
(2) 工法の選定	工法、工種の選定	構造物の形状、補修位置を確認し、今後の維持管理を考慮した施工方法を決定
(3) 使用機材の検討	- 使用機械及び材料の検討 - 材料調達計画	- 使用機械設備の選定、配置場所と組合せ、現場条件に適応した使用材料の選定 - 工法毎の機械規格、仕様、台数 - 材料の選定と調達計画
(4) 施工手順の検討	施工順序、種別工程、手順の決定	- 施工フローチャートの作成 - 施工手順書
(5) 仮設計画	仮設設備の計画	- 仮設道路、仮設足場、仮設防護柵、仮置場、仮設通路、酸欠危険箇所等の換気、坑内の照明、避難路など - 給排水設備、電気設備、産廃の運搬処理方法、被対象物の養生の方法など

長寿命化手法と機能回復手法の施工計画の特徴

施工計画の立案手順(その2)

区分	検討内容	検討項目
(6) 安全管理計画	・現場管理組織 ・安全管理計画 ・施工中の安全確保	・施工体制、安全管理体制、有資格者、必要な作業主任者 ・関係機関への届および許可(警察、労基署、地権者、地元第三者対策) ・安全教育等の教育訓練の事項 ・地すべり活動の観測や警報装置の必要性の有無の検討 ・安全率の確保と各作業時の安全率の確認
(7) 工程計画	・工程表の作成	・計画工期の決定 ・資材調達計画、労務計画 ・関係機関の調整、規制時期の承諾
(8) 出来形管理・品質管理	・出来形管理項目 出来形管理基準 ・品質管理項目 品質管理基準	・出来形図、出来形管理表 測定頻度、測定箇所 確認の方法の検討(小型カメラ、計測装置の設置、注入量等の確認方法) ・品質管理表 管理方法、測定頻度
(9) 記録	・施設台帳の作成 ・調査表への反映 ・データの蓄積	・電子納品 ・改修工事報告書

長寿命化手法と機能回復手法の施工計画の特徴

一つの斜面对策工で共通となる仮設計画や安全管理計画は斜面对策工毎に共通仮設計画及び共通安全管理計画として冒頭で解説している。

アンカー工の共通仮設項目を以下に示す。

資材を運搬する前に実施する準備工は仮設工と分けている。

アンカー工改修工事の共通仮設項目一覧表

項目	考慮すべき事項	特記事項
準備工	①現場着手前の現地視察 ②工事打合せ、段取り ④用地交渉、関係機関への申請等	・①草木の繁茂程度②ひび割れや剥離、背面空洞の程度③凹凸の程度④湧水や背面流下水の状況⑤占用物件の有無などについて現地確認。 ・防護柵等の設置条件などを確認。
運搬工	①資機材、仮設材料の運搬	・搬入路の確認。

長寿命化手法と機能回復手法の施工計画の特徴

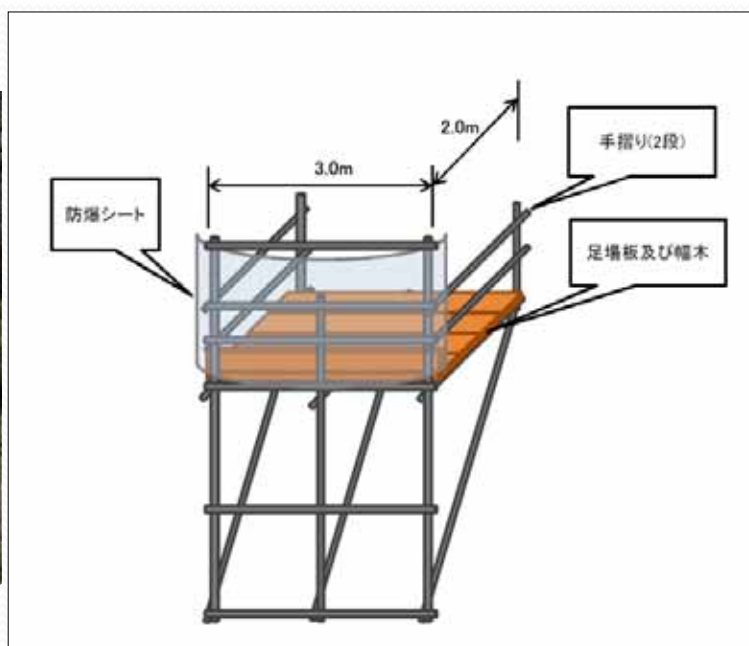
アンカー工改修工事の共通仮設項目一覧表

項目	考慮すべき事項	特記事項
仮設工	①資材保管場所 ②足場組立・解体 ③昇降設備	・現場条件が良好で仮設足場の設置や高所作業車の据付が可能であれば、工程と品質管理の両面から使用を検討する。 ・仮設足場を設置する場合は、受圧板などの既設構造物への固定方法について、現地確認した上でその要領を示した概念図や写真を用いて、施設管理者の了解を得ておく。 ・梯子などによる作業用の昇降設備についても、計画に盛り込んでおく。 ・高所作業車を使用する場合は、技能講習修了者が操作を行うこととする。
技術管理	①品質管理 ②出来形管理 ③工程管理 ④工事報告書作成	・地山に異常が発見された場合は専門技術者を含めた安全確認を実施 ・建設廃棄物の発生を伴う場合は①現場での分別・保管②処理責任者の明確化(監督員、監理技術者または主任技術者)③処理業者との委託契約などを計画に盛り込む。

長寿命化手法と機能回復手法の施工計画の特徴

アンカー工改修工事の共通安全管理項目一覧表

項目	考慮すべき事項	特記事項
安全管理	①高所作業の安全対策 ②危険有害、粉塵対策 ③熱中症対策 ④作業中止、解除基準の設定 ⑤飛散、落下物対策	・ライフラインの設置、作業計画、特別教育の実施 ・防護マスク、防振手袋、防護メガネ、換気装置 ・休憩場所、休憩時間等 ・避難訓練、退避場所 ・防護柵、養生シート等



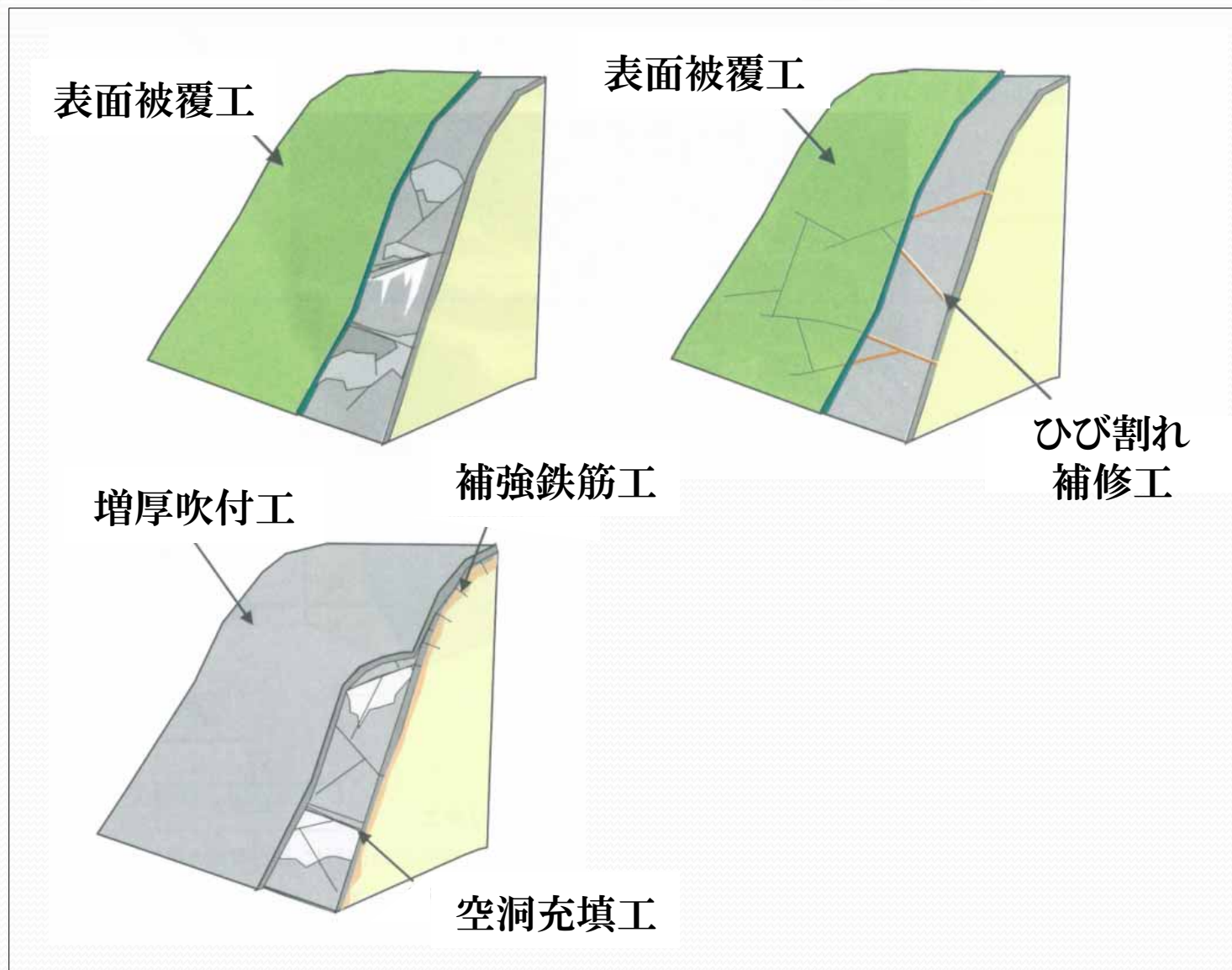
アンカー工の改修
工事における単管
足場の使用例

吹付工の改修工事の施工計画概論

- 吹付工は、のり面施設の中でも特に施工面積に対して断面積が薄い特徴を持つことから、設計で採用された手法が施工対象ののり面全体に対して維持管理上の観点から適切か否かを、現地調査で確認することが肝要。
- 複合工法への変更や対象範囲の変更が必要となる場合があるので、各工法の適用条件を把握した上で施工計画を策定。

吹付工の改修工事における施工計画上の留意点

区分	対策工法	施工計画上の留意点
長寿命化	増厚吹付工	・繊維補強モルタルの材料やせん断ボルトについて、予め各工法の仕様を確認 ・補強鉄筋工と併用する場合は組み合わせについて確認
	補強鉄筋工	・のり面清掃後に出来形予想図を作成して配置位置を確認
機能回復	表面被覆工	・のり高と吹付面積に応じた吹付機を選定
	ひび割れ補修工	・規模によって注入工法と充填工法を選択 ・被覆形式別に適切な補修材料を使用
	空洞充填工	・材料分離や充填材の逸出を考慮して材料を選定



長寿命化及び機能回復手法の概念図

増厚吹付工

(1) 工法の概要

- 代表的な工法として実用化されている繊維補強モルタル吹付工は、モルタルに長さ10～30mmの短繊維を容量比1%程度混入した吹付材を用いて、劣化した吹付を面的に被覆することにより、既設吹付のり面を機能回復させる工法。
- 施工性の観点からの特徴を、以下に示す。
 - ① 補強鉄筋は、背面地山の風化層が厚い場合は、その長さ・間隔を変えることで対応可能。
孔壁の状態によっては、自穿孔形式が選択可能な工法もある。
 - ② 有機繊維補強モルタルを用いることによって、標準吹付厚さが7cmに低減されており、作業性が向上。



施工状況
(L 型アンカー)



施工状況
(U 字カットシーリング)



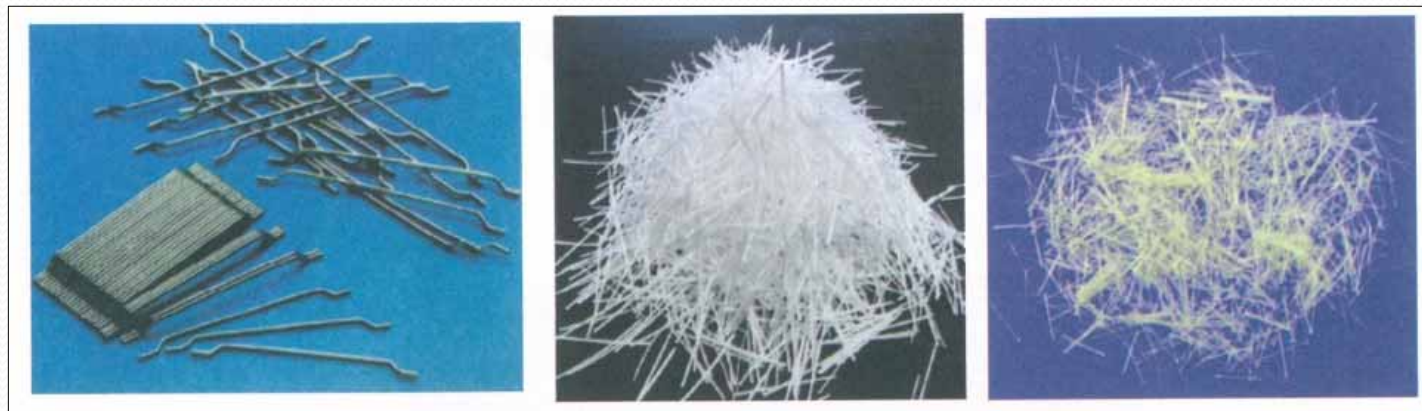
施工状況
(コンクリート改質剤散布)



施工状況
(繊維補強モルタル吹付)

増厚吹付工の施工事例(補強鉄筋工との併用施工)

- 補強繊維材料としては、従来は鋼繊維が用いられることが多かったが、最近は施工性に優れるポリプロピレン・ビニロンなどの有機繊維の使用が増加。
- 補強繊維モルタル吹付の設計基準強度は、材齢28日強度： $f_{ck}=18\text{N/mm}^2$ を標準とするが、より高強度が求められる場合は、 $f_{ck}=24\text{N/mm}^2$ が対応可能。



(鋼繊維)

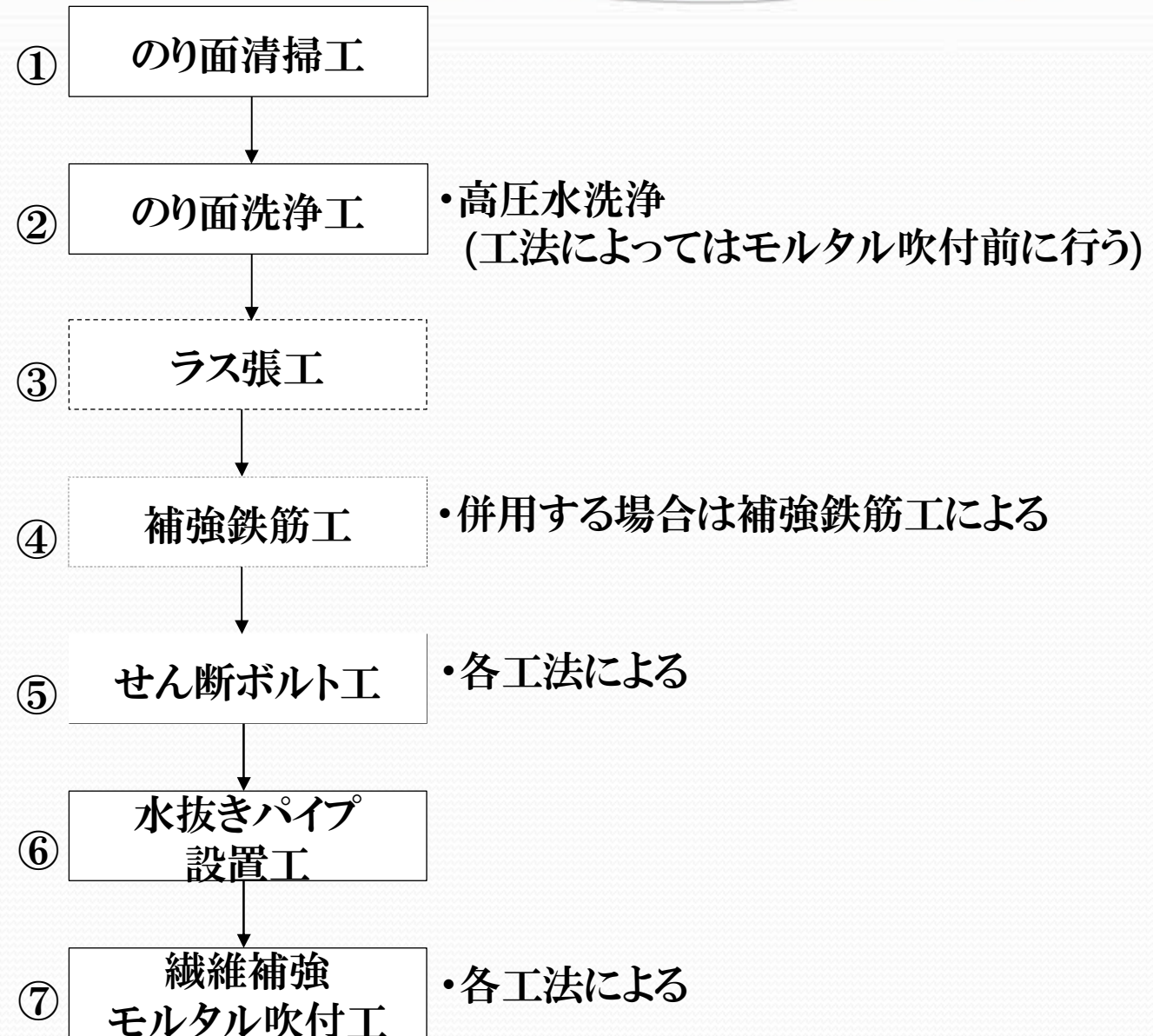
(ポリプロピレン繊維)

(ビニロン繊維)

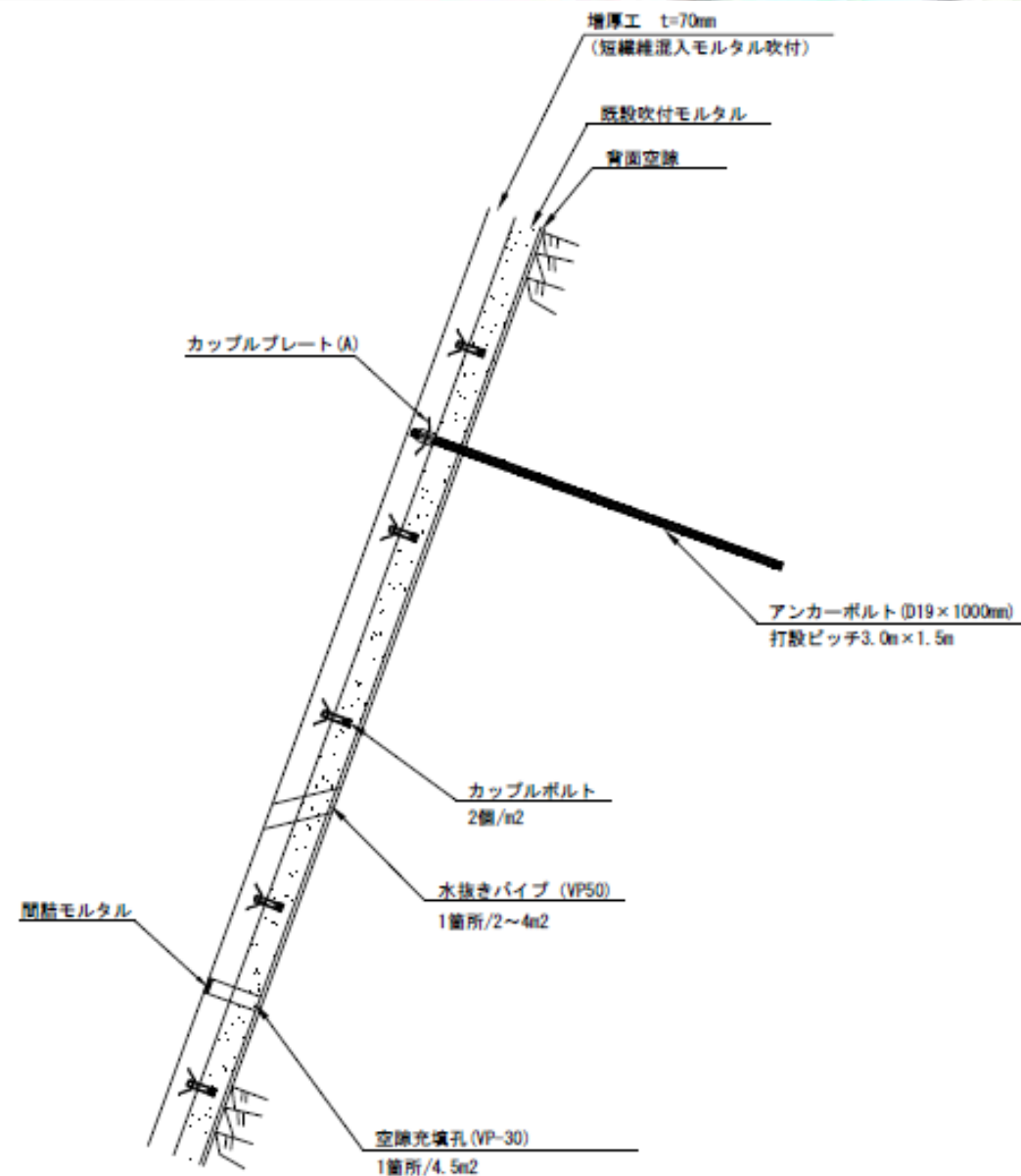
補強用繊維材料(例)

(2) 使用機材 省略

(3) 施工手順



増厚吹付工の施工フローチャート(例)



増厚吹付工の標準断面図(例)

①のり面清掃工

新設モルタルの付着を阻害する、雑木・雑草・堆積土砂などを除去。

②のり面洗淨工

既設吹付面に付着する土砂・苔・粉塵を洗淨し、ひび割れなどを露出。

③ラス張工

工法によっては、1:0.3以下の急勾配な場合に菱形金網をのり面に馴染ませて設置。

④補強鉄筋工

既設吹付と地山の密着度を補うために設置し、削孔孔の充填と空洞部注入を兼ねる。

無加圧注入を標準とし、リークを確認しながら下段から上段へ、のり面端部から中央部へと移動。



のり面清掃工(例)



のり面洗浄工(例)



せん断ボルト工(例)

⑤せん断ボルト工

既設吹付と増厚吹付の一体化を図るために設置するもので、既設吹付面に直角に配置。

ボルト頭部が新設吹付厚さ中央付近となるように設置する。

⑥水抜きパイプ設置

いずれの工法も、増厚施工前に設置。

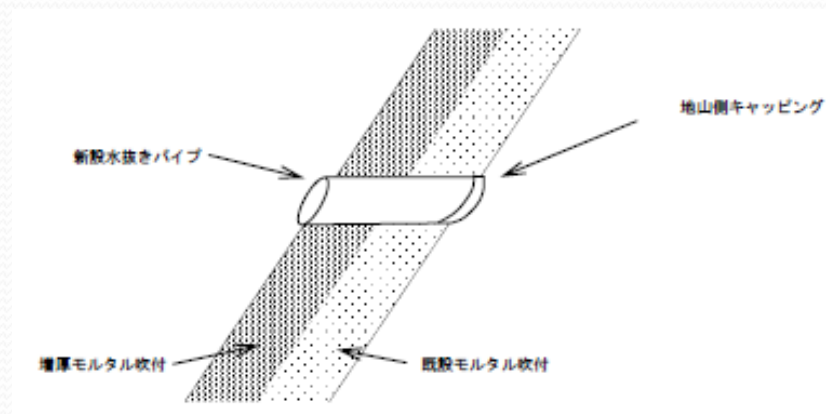
設置パターンは、既設吹付面の湧水箇所などに新設する場合と既設水抜きパイプを撤去・再設置または継ぎ足す場合がある(各工法に準拠)。

⑦繊維補強モルタル吹付工

標準配合に基づき示方配合を決め、現場補正を行う。ノズルはのり面と直角になるように保持し、適切な吹付距離と吹付圧力を保つ。



補強鉄筋工(例)



水抜きパイプ設置(例)



繊維補強モルタル吹付工(例)

- (4) 仮設設備計画 省略
 (5) 安全管理計画 省略
 (6) 工程計画 省略
 (7) 出来形・品質管理

出来形管理表(例)

項 目		規格値	測定基準
清掃・洗浄工	面積:A(m ²)	設計値以上	全体(出来形展開図)
繊維補強モルタル 吹付工	厚さ:t(mm)		100m ² /箇所
	延長:L(m)		全体(出来形展開図)
	法長:L(m)		
せん断ボルト工	配置間隔:L(mm)	設計値以上	必要箇所～100m ² /箇所

品質管理表(例)

種別	項 目		管理方法	基準値	頻 度
材 料	有機繊維、補強鉄筋他		品質証明書	—	材料入荷時
増厚工	細骨材	砂の表面水率	JISA1111	—	施工中1回/日
	モルタル	圧縮強度試験	JISA1107 JISA1108	設計基準強度 18N/mm ²	
		塩化物 含有量試験	コンクリート中の 塩化物総量規 制 実施要領	0.3kg/m ³ 以下	

6.おわりに



図 改修工事段階のPDCAサイクルイメージ

A rectangular metal sign, heavily rusted and weathered, stands in a lush green forest. The sign is mounted on two wooden posts. The top and bottom edges of the sign show significant corrosion and peeling paint. Overlaid on the sign is the Japanese text '~ご静聴ありがとうございました~' in a blue, sans-serif font. The background is filled with dense green foliage and trees, with sunlight filtering through the leaves.

~ご静聴ありがとうございました~