

中国地方建設技術開発交流会2018
平成30年10月17日

老朽化した吹付のり面の補修・ 補強技術とその適用事例

日特建設(株) 技術本部 山梨太郎



目次

- ① 老朽化吹付のり面の現状
- ② 従来対策の課題
- ③ ニューレスプ工法
- ④ 吹付受圧板工法(FSCパネル)

のり面とは

のり面(のりめん)

切土・盛土することにより
人工的につくられた斜面



モルタル・コンクリート吹付工

岩盤の風化や侵食を抑えることを目的に、
モルタル・コンクリートを吹付ける。

※吹付けられたのり面を“吹付のり面”と定義

① 老朽化吹付のり面の現状

- モルタル・コンクリート吹付工
⇒ 昭和40年代後半から現在までに非常に多くの施工実績がある。
- 古いものは施工後50年以上が経過
⇒ 昨今、吹付面の剥離・剥落及び崩落による災害が発生するなど、吹付のり面の老朽化が問題となっている。

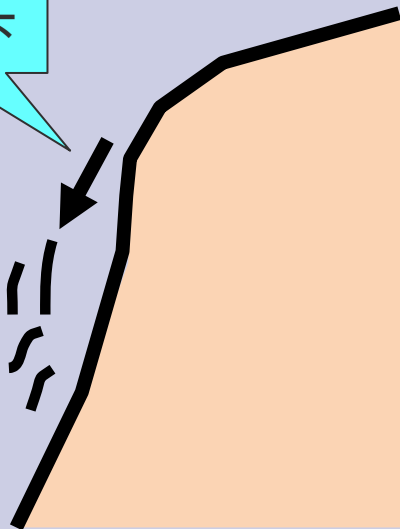
吹付のり面の老朽化機構

- 老朽化機構を吹付のり面の構造部位により整理

(1)

吹付材自体の劣化

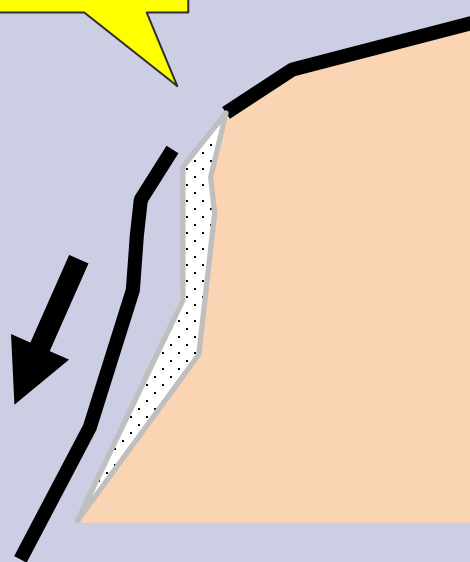
ひび割れ
剥離
強度低下



(2)

吹付材と背面地山の
密着性の低下

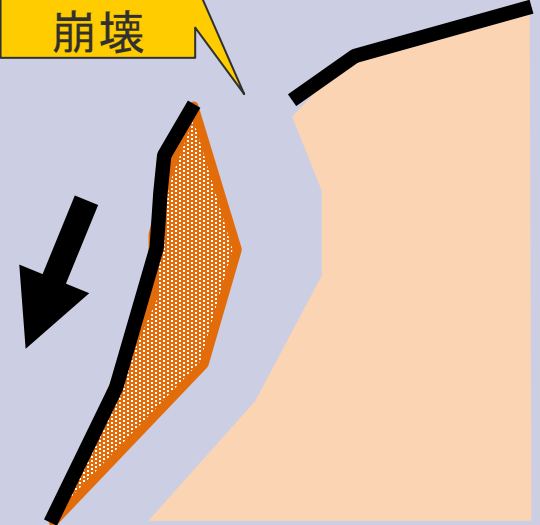
空洞
スライド



(3)

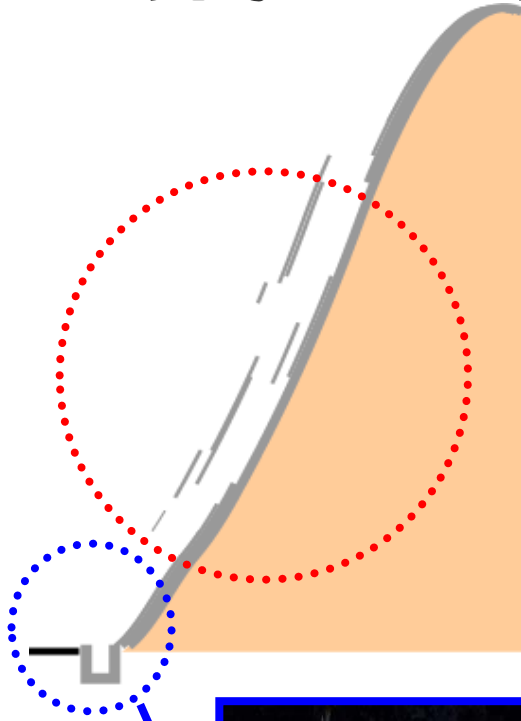
地山風化による
吹付のり面の不安定化

開口
はらみ
崩壊



(1) 吹付材自体の劣化

- 現象：ひび割れ、表面剥離、吹付材の強度低下



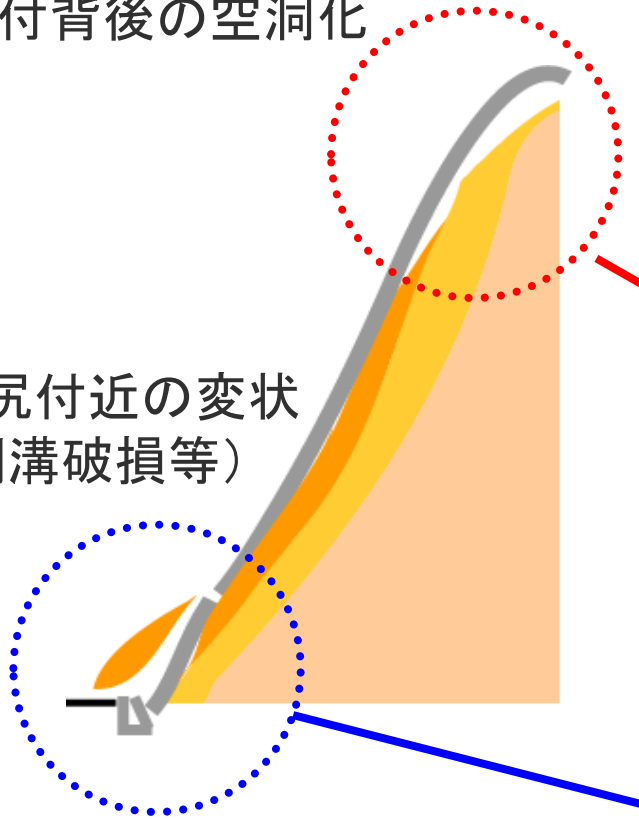
(2) 吹付材と背面地山の密着性の低下

- 現象; 空洞、吹付自体の滑動(スライド)

吹付背後の空洞化



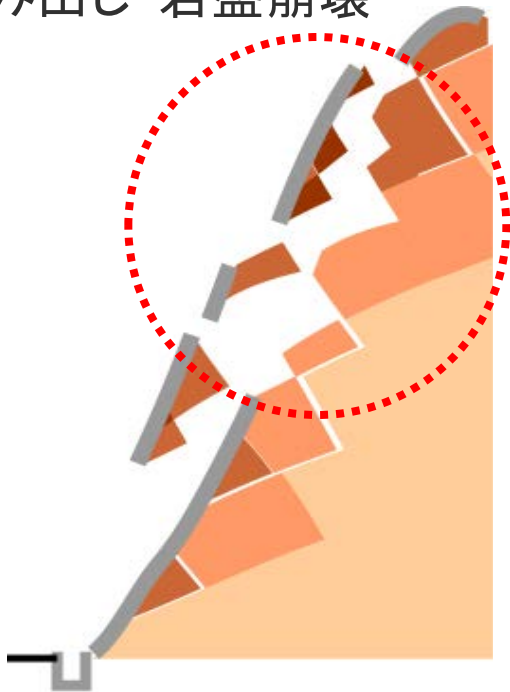
法尻付近の変状
(側溝破損等)



(3) 地山風化による吹付のり面の不安定化

- 現象；開口ひび割れ、はらみ出し、崩壊

割れ目沿いの緩みによる
はらみ出し・岩盤崩壊



老朽化吹付法面の調査

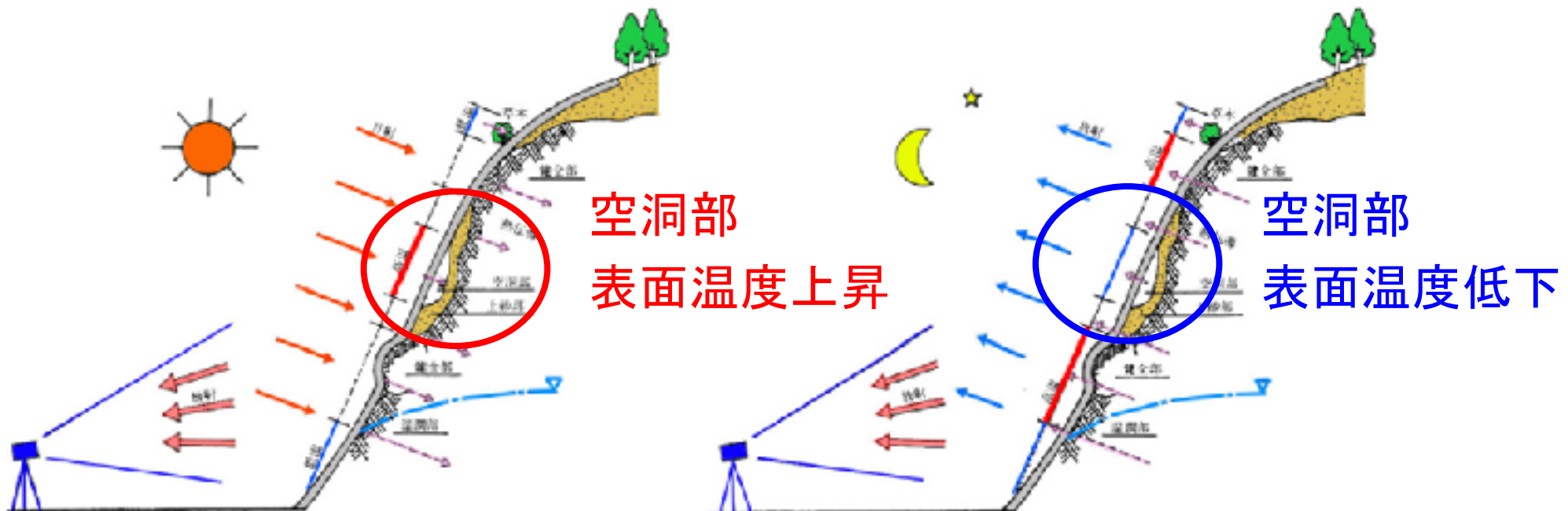
- 現状と目的を整理して、適切な調査を選定

対象現象	方法	目的
(1) 吹付自体の劣化	目視観察	劣化範囲、深さ
	ハンマ打診法	吹付の浮き・表面剥離の範囲
	コア採取・フェノールフタレイン溶液噴霧	中性化の進行深さ
	コア採取・一軸圧縮試験	吹付の一軸圧縮強度、内部欠陥の有無
	超音波探傷法	ひび割れ深さ
(2) 吹付と地山の 密着性の低下	熱赤外線映像法	背面空洞や、吹付と地山の境界部の風化範囲、湧水位置
	ハンマ打診法、地中レーダー法 弾性波法（打音法、振動法）	背面空洞範囲
	部分破壊を伴う手法 （穿孔、コア採取、剥ぎ取り）	背面空洞の範囲・厚さ・風化の深さ
(3) 地山風化による 吹付のり面の不安定化	簡易貫入試験、鉄筋貫入試験	風化の深さ、状態
	調査ボーリング・ ボアホールスキャナ観察	風化の深さ、状態 割れ目分布・風化・開口状態（緩み深度）
	削孔検層	風化の深さ、状態
	物理探査 （屈折法弾性波、表面波探査など）	風化の範囲、深度 岩盤の緩み範囲・深さ

例1: 熱赤外線映像法(概念)

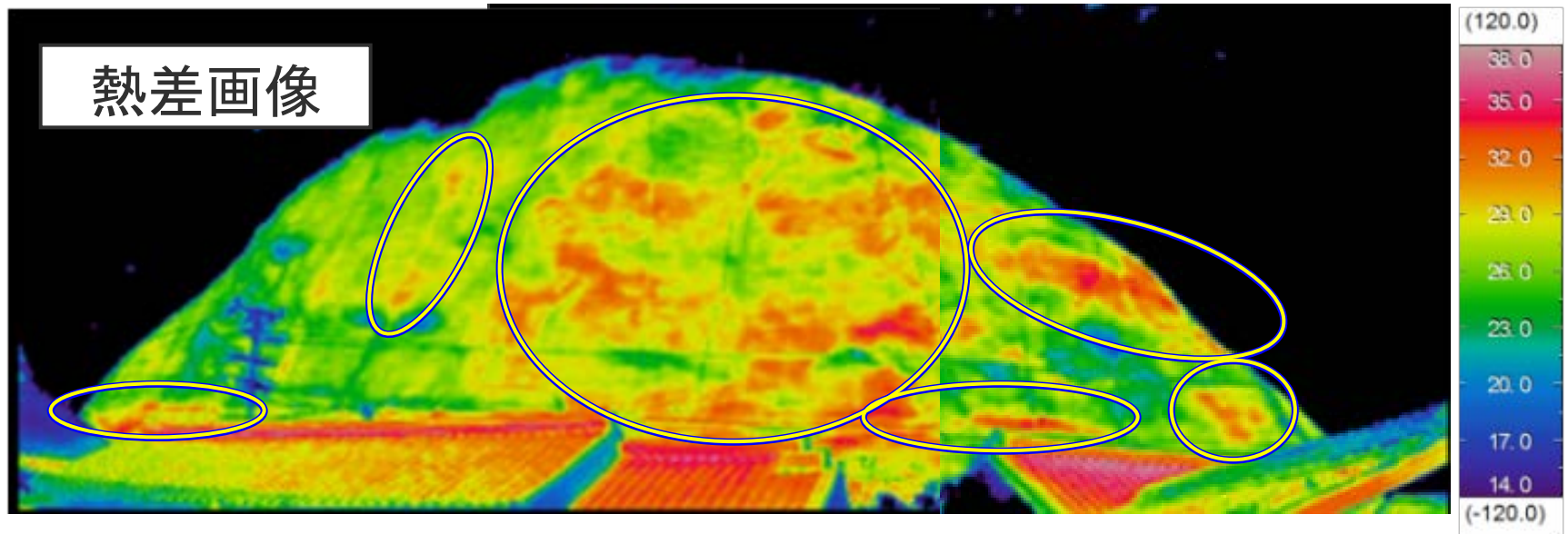
- 原理

- 日中および夜間における吹付のり面の熱移動

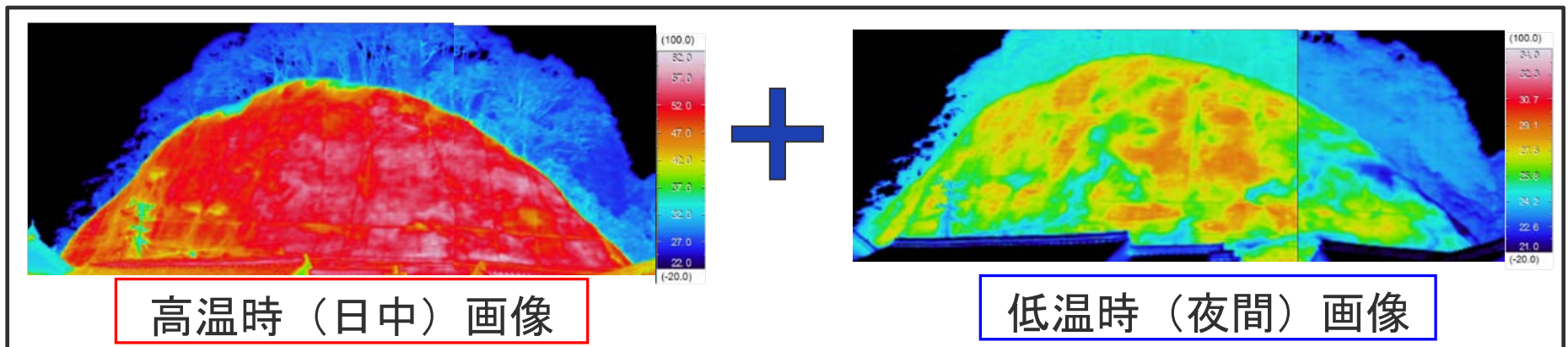


出典)建設省土木研究所(1996):
熱赤外線映像法による吹付のり面老朽化診断マニュアルp15

例1: 熱赤外線映像法(撮影画像)



||



例2: 背面空洞調査

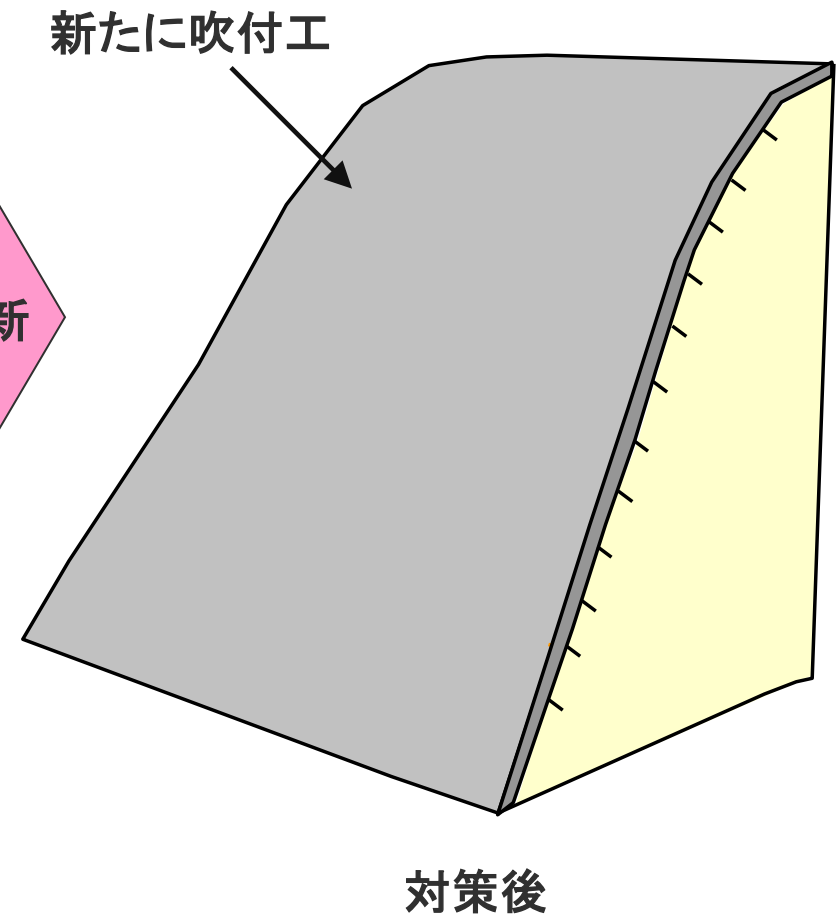
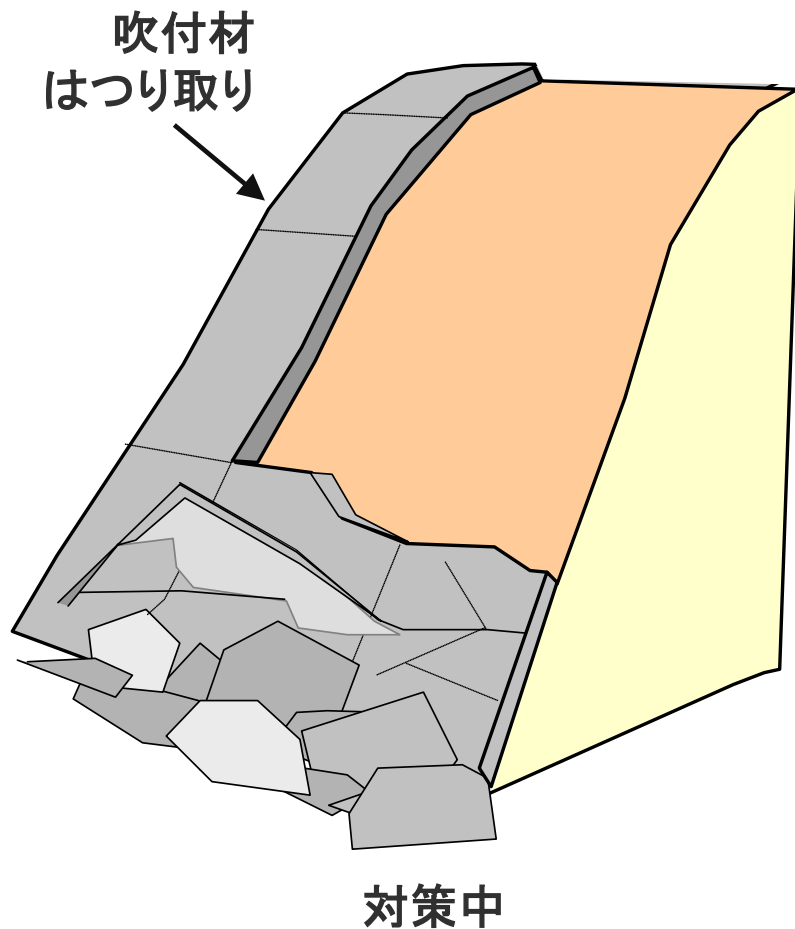
既設吹付材背面の

- ・空洞状況(空隙幅の測定)
- ・風化深さ(アンカーピンの打設)等で調査



従来対策 「地山風化が進行していない場合」

- 老朽化した吹付コンクリートのはつり取り
+ 新たに吹付コンクリートで覆う



② 従来対策の課題 「地山風化が進行していない場合」

- 老朽化した吹付コンクリートのはつり取り
+ 新たに法面工と地山補強土工で対策

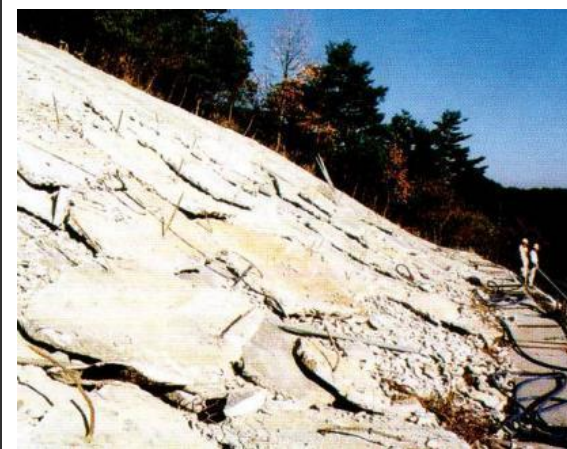
危険作業



大規模な防護柵



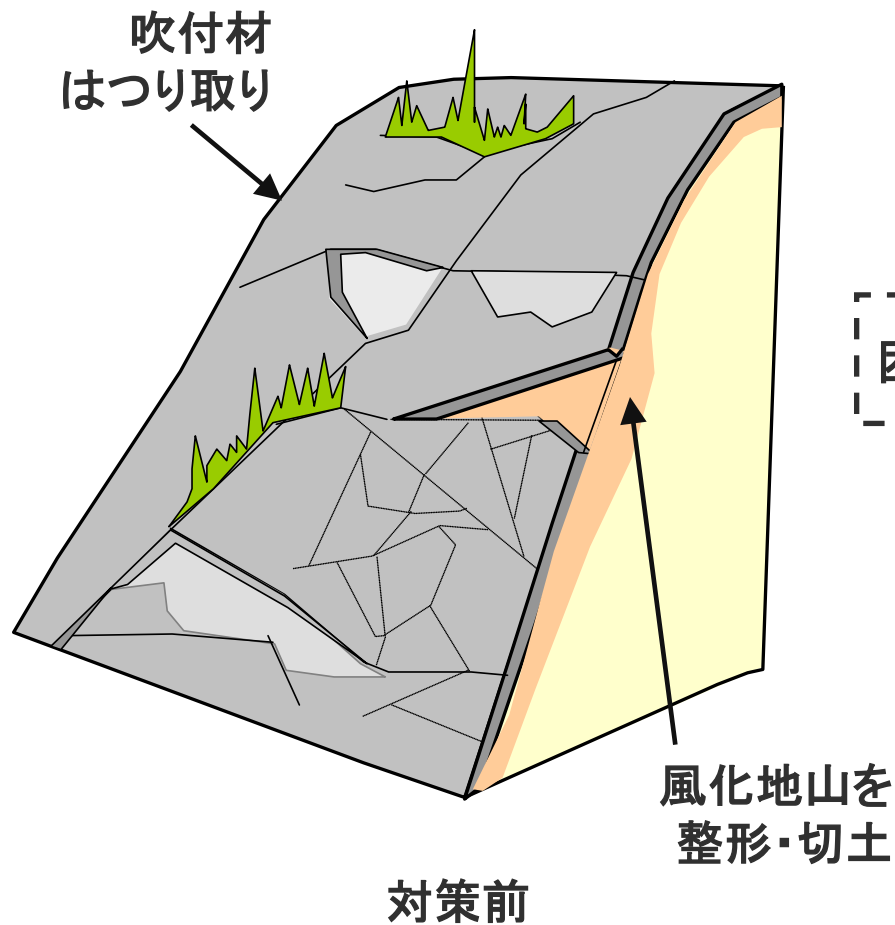
産業廃棄物



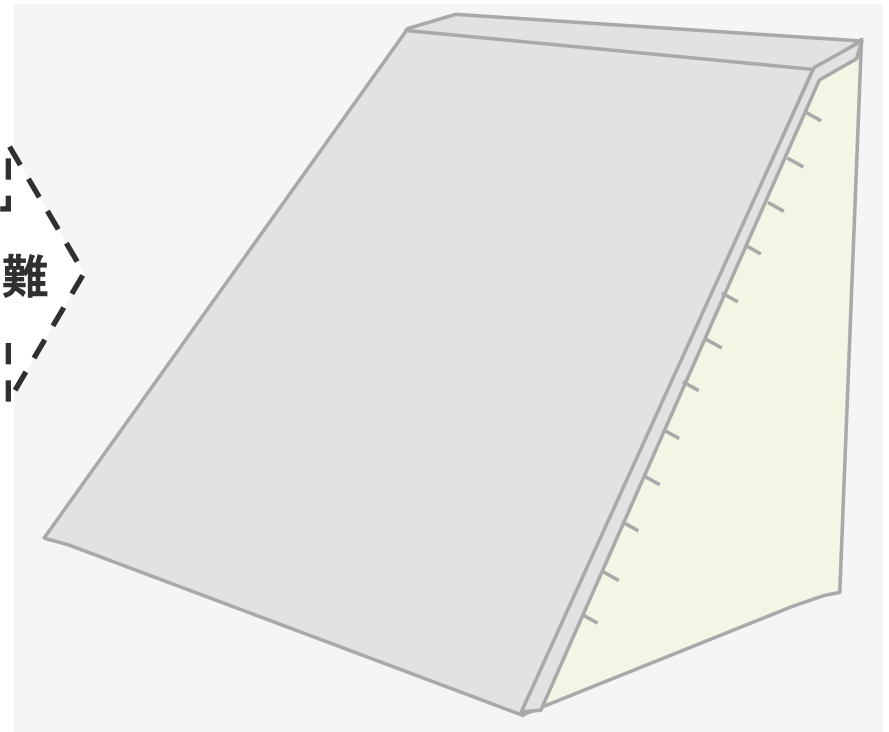
- 大きな仮設防護柵の費用や産業廃棄物の処理費用によりコストが高い傾向にある。
- 表層風化部の整形・除去が難しく、風化部が残る。

従来対策の課題「地山風化が進行している場合」

■ 表層風化部の整形・除去が難しく、風化部が残る。



実施工は困難



③ ニューレスプ工法

1. 補強鉄筋工

標準 補強鉄筋
L=1,000mm
1本 / 2m²

2. 背面空洞注入工

3. せん断ボルト工

標準 せん断ボルト
S12-100
2本 / m²

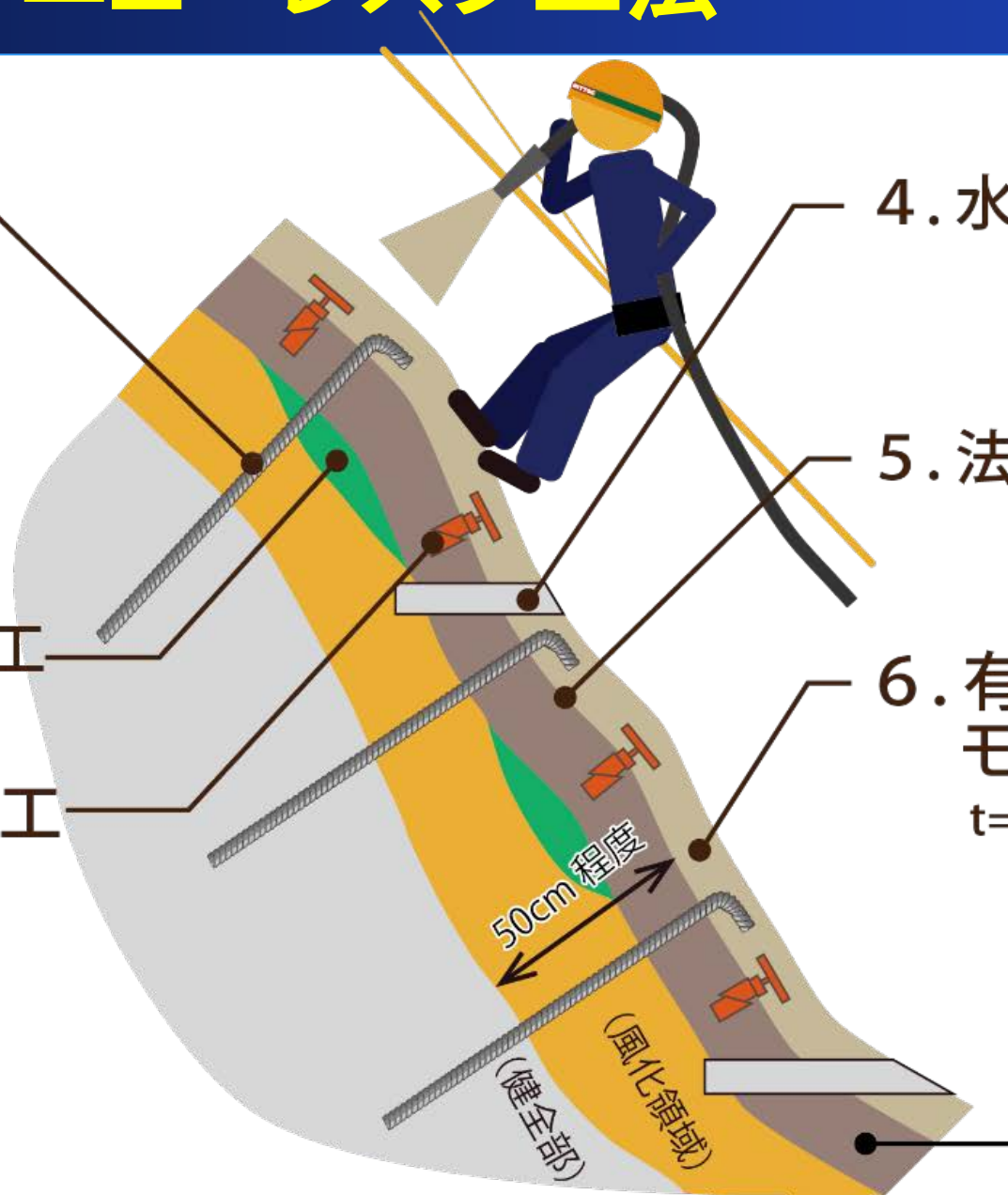
4. 水抜きパイプ新設工

5. 法面清掃工

6. 有機繊維補強 モルタル吹付工

t=7cm

既設モルタル・
コンクリート吹付



第18回国土技術開発省 創意開発技術省受賞

NETIS登録 No.QS-110014-VE 【活用促進技術】

老朽化吹付のり面の補修・補強技術

ニューレスプ工法

要素技術

- 補強鉄筋工
- 背面空洞注入工
- せん断ボルト設置工
- 水抜きパイプ新設工
- のり面清掃工
- 繊維補強モルタル吹付工



老朽化した吹付材をはつり取らず対策

老朽化吹付のり面断面図

既設吹付コンクリート・モルタル

背面空洞

風化部

健全部

50cm
程度以上



① 補強鉄筋工



標準仕様: 1本/2m²



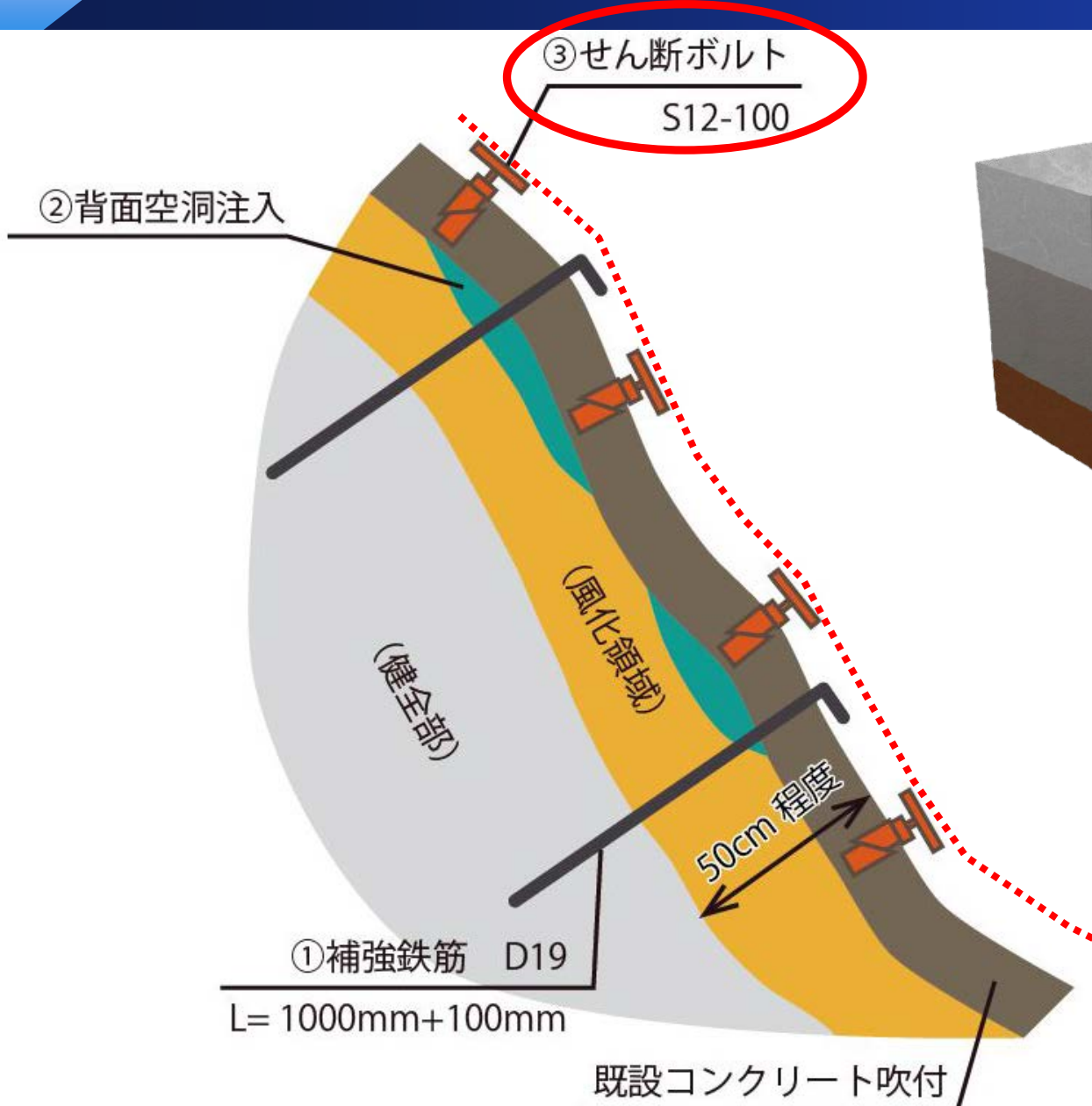
地山(健全) —
既設モルタル間の固定

② 背面空洞注入工

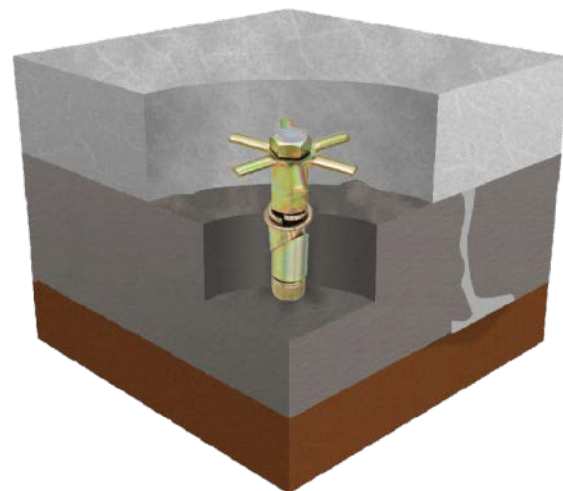
②背面空洞注入



③ せん断ボルト工

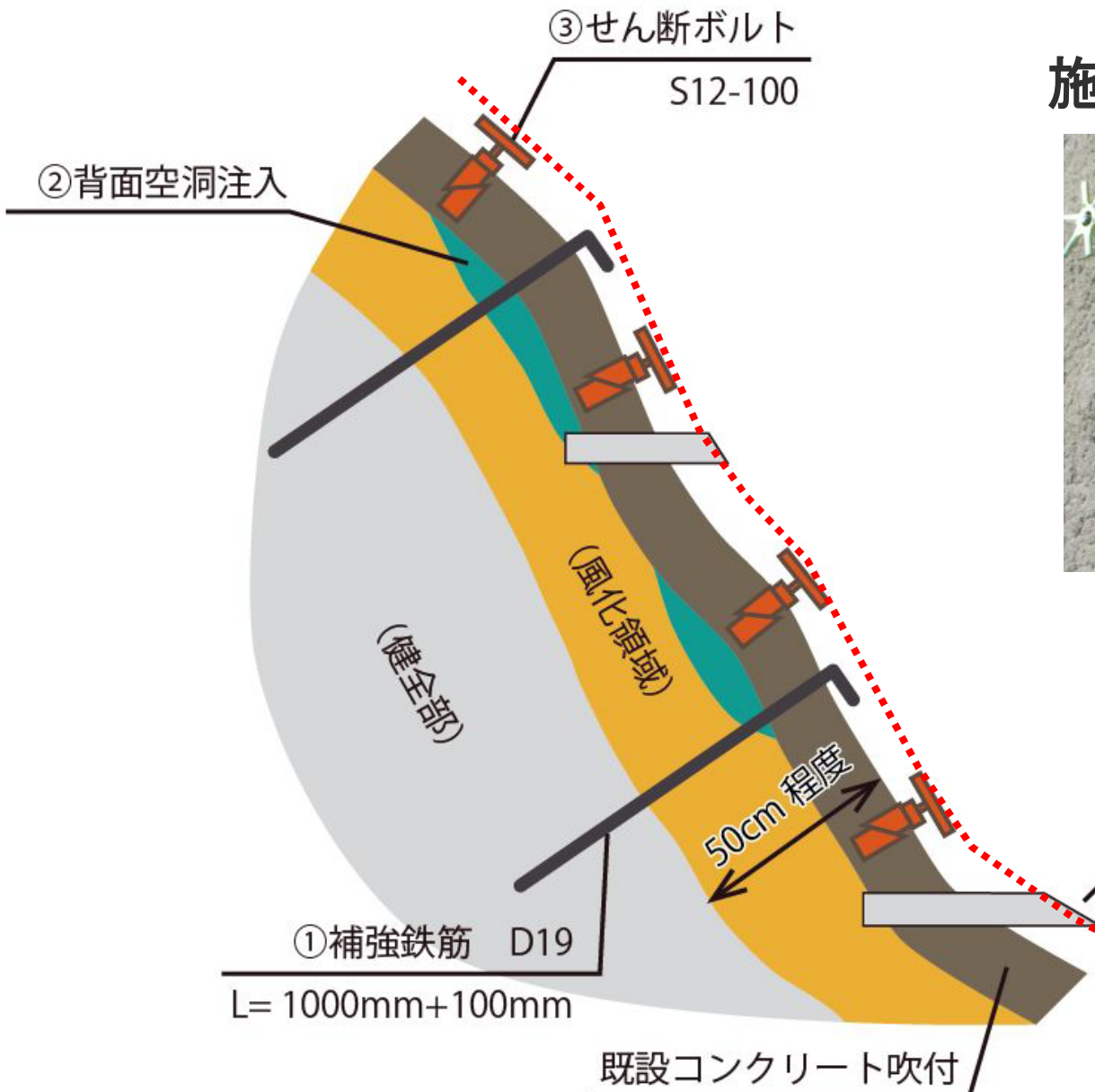


標準仕様: 2本/m²



既設モルタルー
新設モルタル間の固定

④ 水抜きパイプ新設工

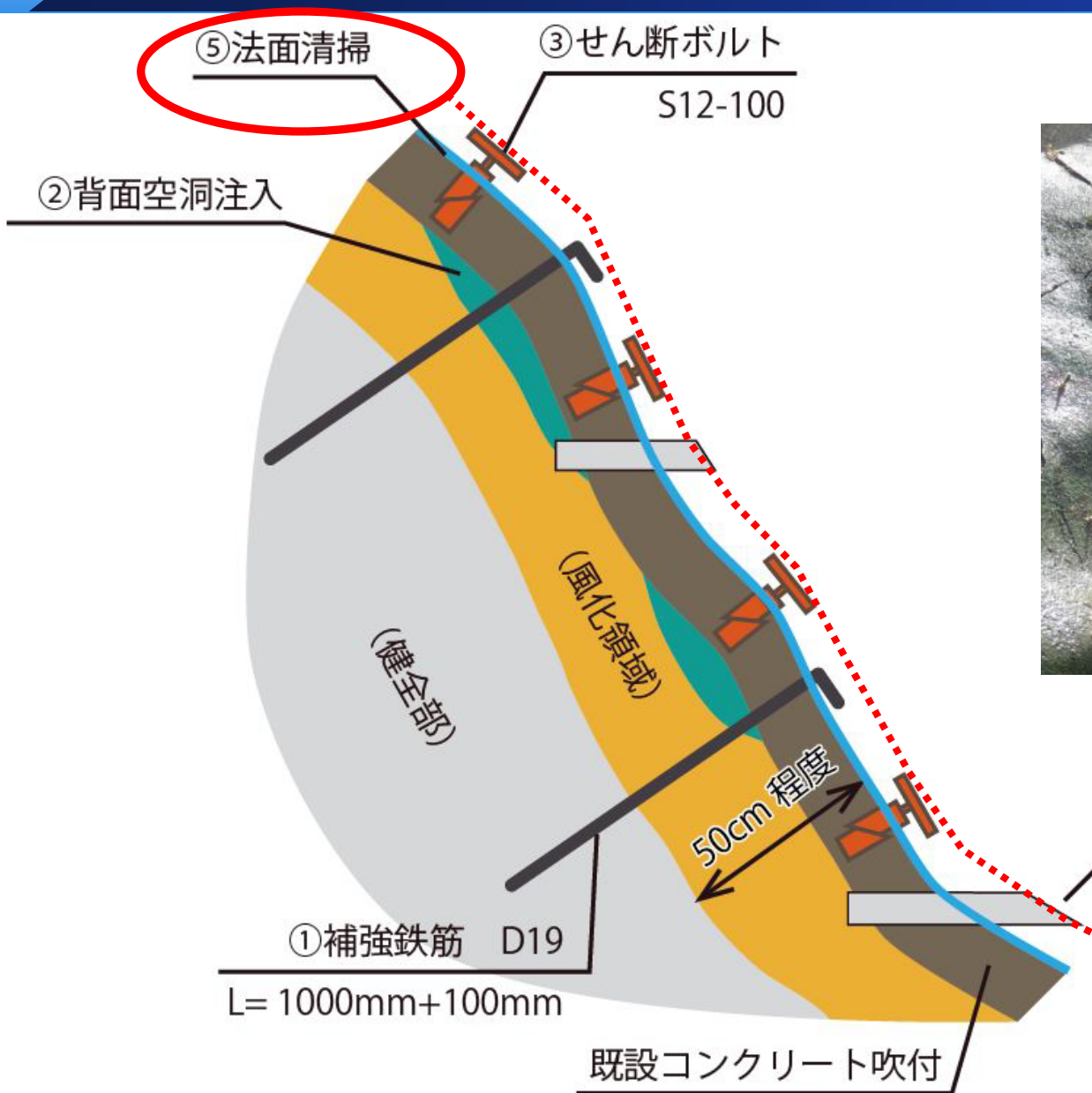


施設管理者の仕様に準拠



④ 水抜きパイプ新設
(既設吹付に削孔し、新たに設置)

⑤ のり面清掃工



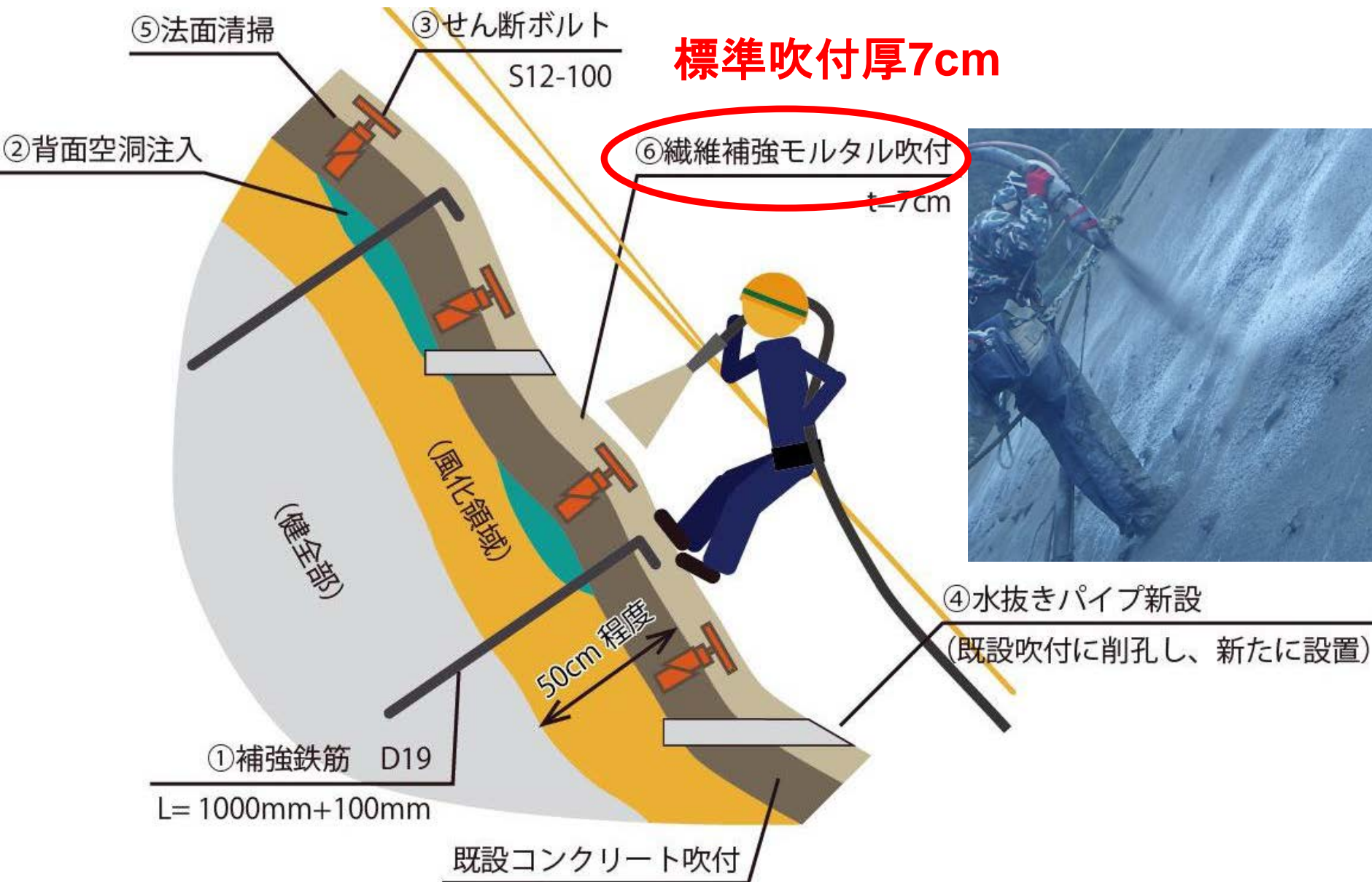
高圧洗浄により清掃



④ 水抜きパイプ新設

(既設吹付に削孔し、新たに設置)

⑥ 繊維補強モルタル吹付工



モルタルへの繊維(BCファイバー)混合

繊維補強モルタル

有機繊維をモルタル中に分散(1vol%)

⇒ひび割れに対する抵抗性や靱性の改善を図った
複合材料

NEXCO H25.7土工施工管理要領規格
繊維混入量、繊維の引張強度は適合

BCファイバー

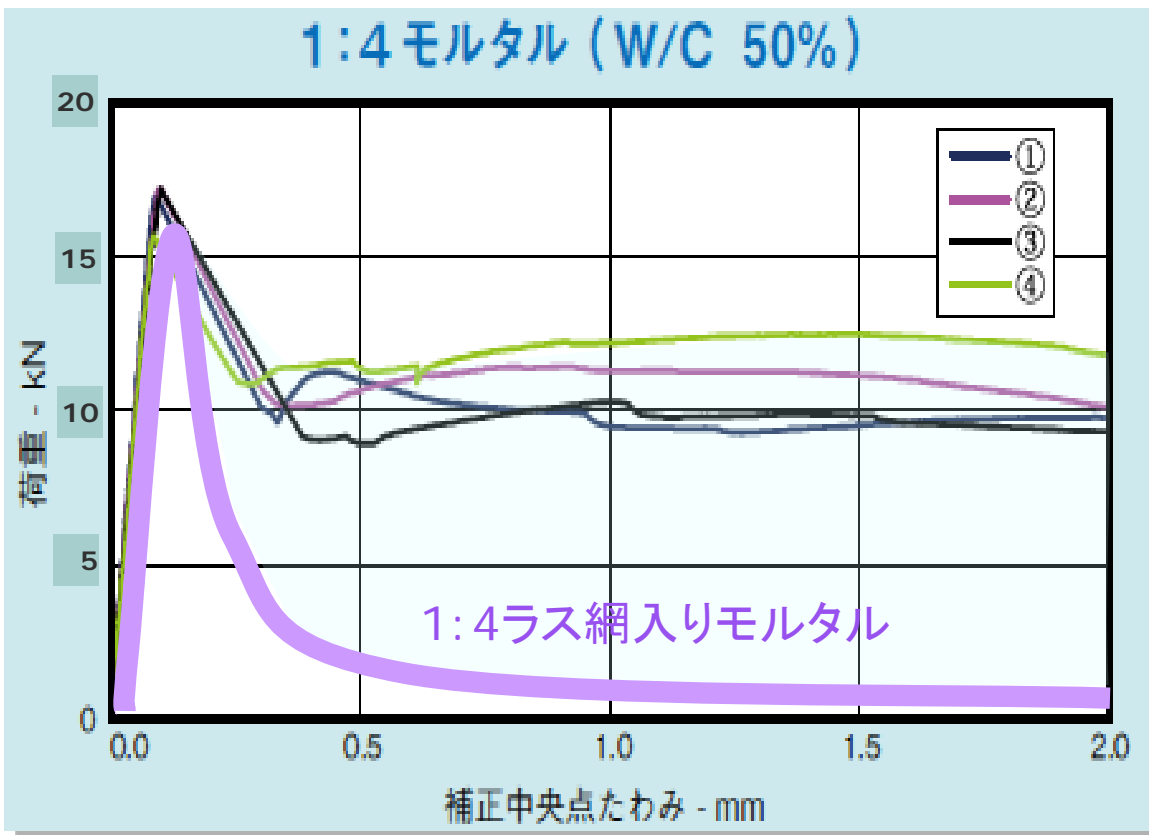


BCファイバー物性等

標準添加量(1m ³ 当り)	1.0vol%(9.1kg/m ³)
素材	ポリプロピレン
繊維長	30mm
公称繊維径	0.7mm
引張強度	607N/mm ² 以上



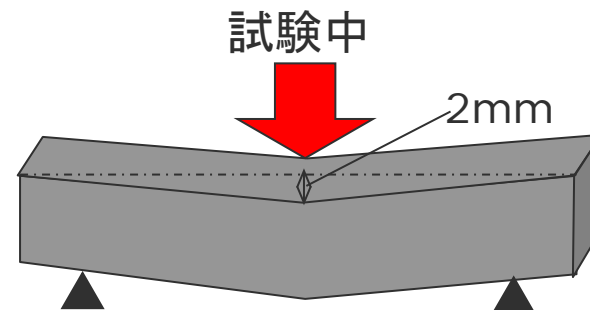
BCファイバーの特性



種類	鋼繊維	<u>BCファイバー</u>	1:4ラス網入りモルタル
曲げ靱性係数 (N/mm ²)	4.79	3.19	0.74

※試験結果(例)

鋼繊維補強コンクリートの曲げ強度
および曲げタフネス試験方法(案)
JSCE-G 552-2007



繊維補強モルタル 吹付システム

■ 湿式吹付方式



現場練り時のプラント

施工範囲の目安

- ・高さ 45m
- ・延長 100m



生コン車によるモルタル供給時のプラント

ニューレスプ工法の特長・フロー

従来工法

ニューレスプ工法

大規模防護柵設置

簡易防護柵設置

吹付面はつり取り

Con殻搬出・処理

風化地山の除去・整形

補強鉄筋工
背面空洞注入工

金網設置工

法面清掃工
せん断ボルト工
水抜きパイプ設置
繊維補強材吹付工

吹付工

大規模防護柵撤去

簡易防護柵撤去

完了

完了

特長①

- ・道路交通への影響低減
- ・狭隘地での施工が可能

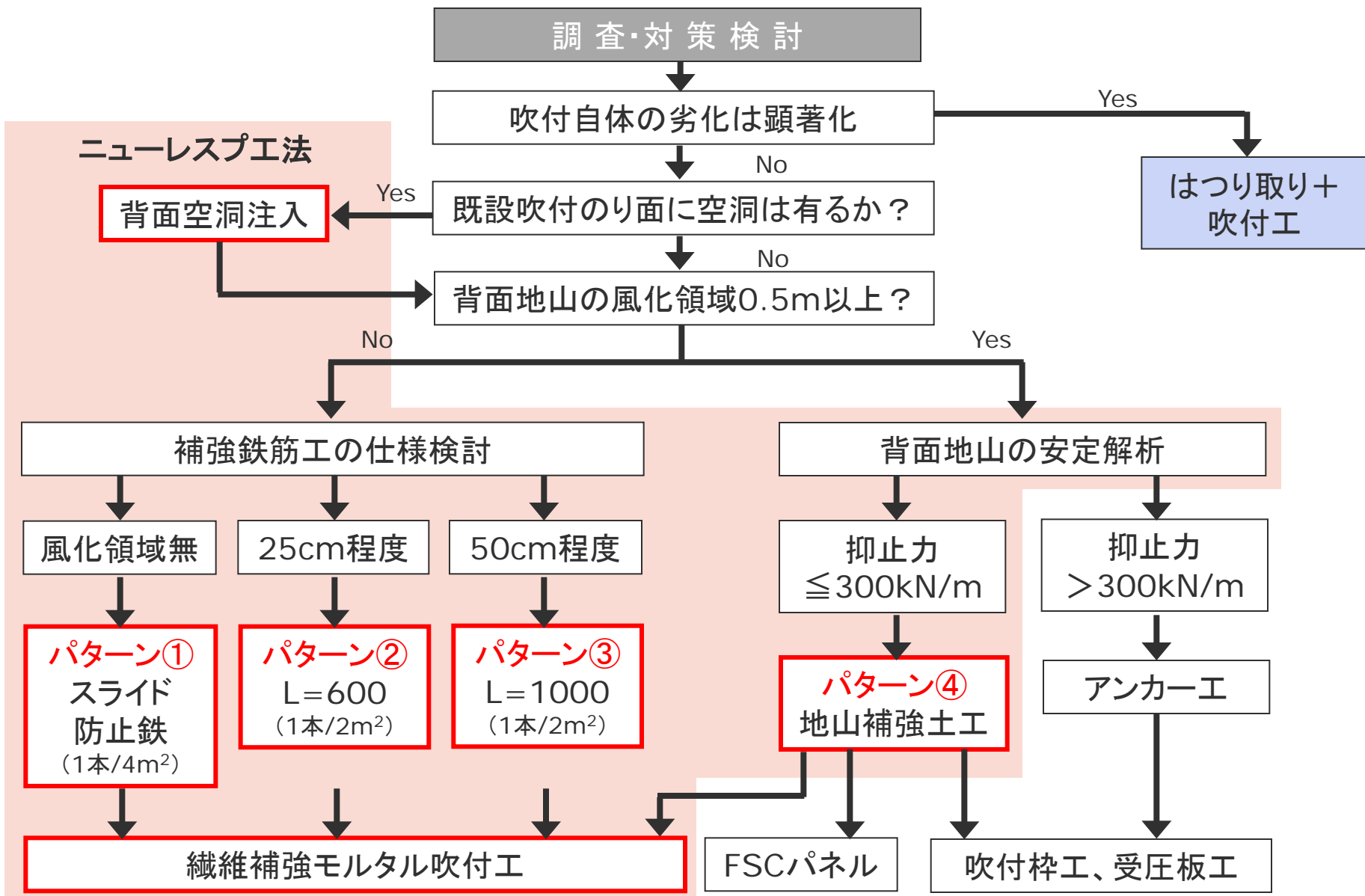
特長②

- ・既設吹付と背面地山の密着を向上
- ・背面地山の定量的な補強が可能

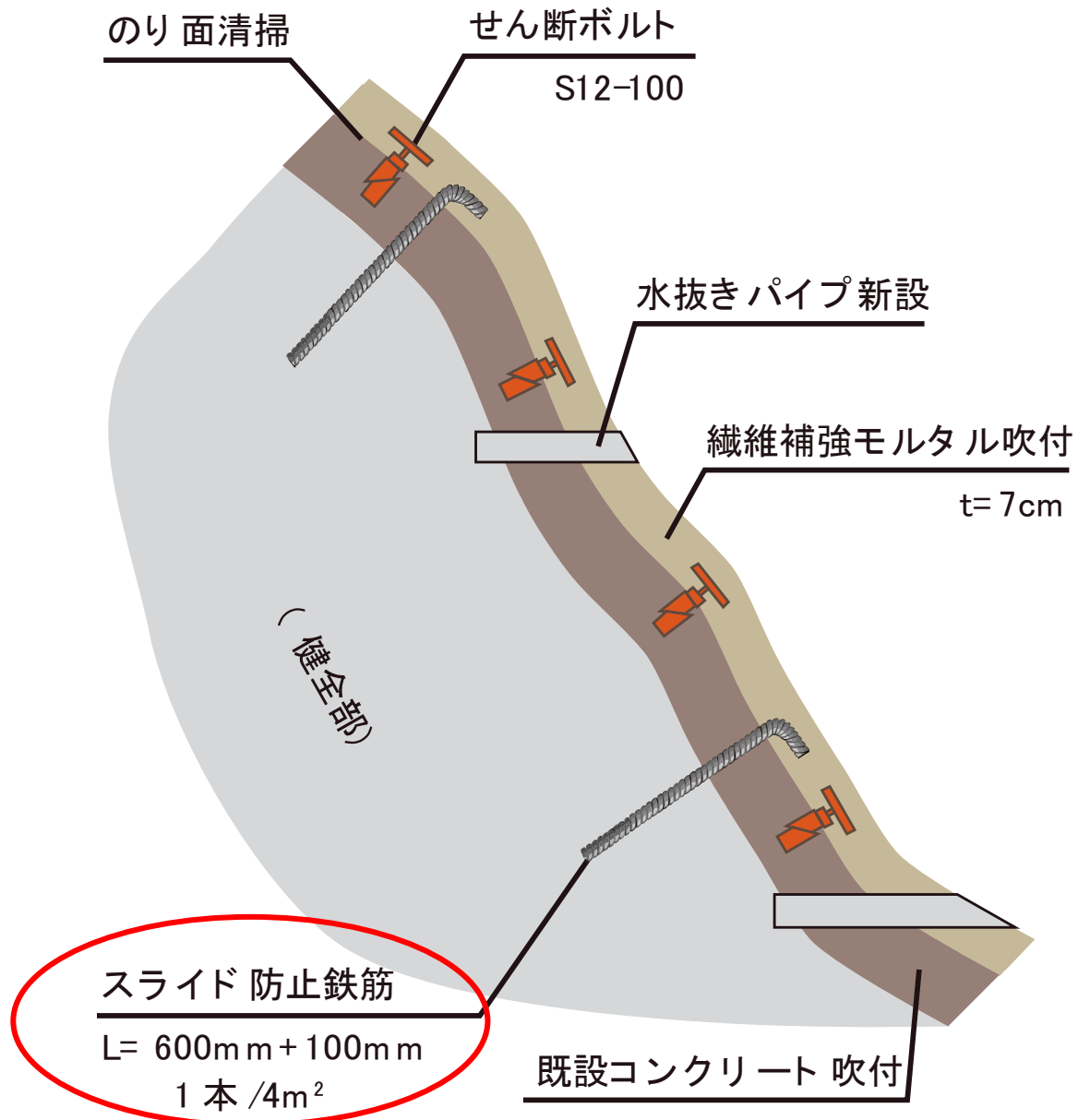
特長③

- ・高い性能へ向上
- ・耐久性を向上

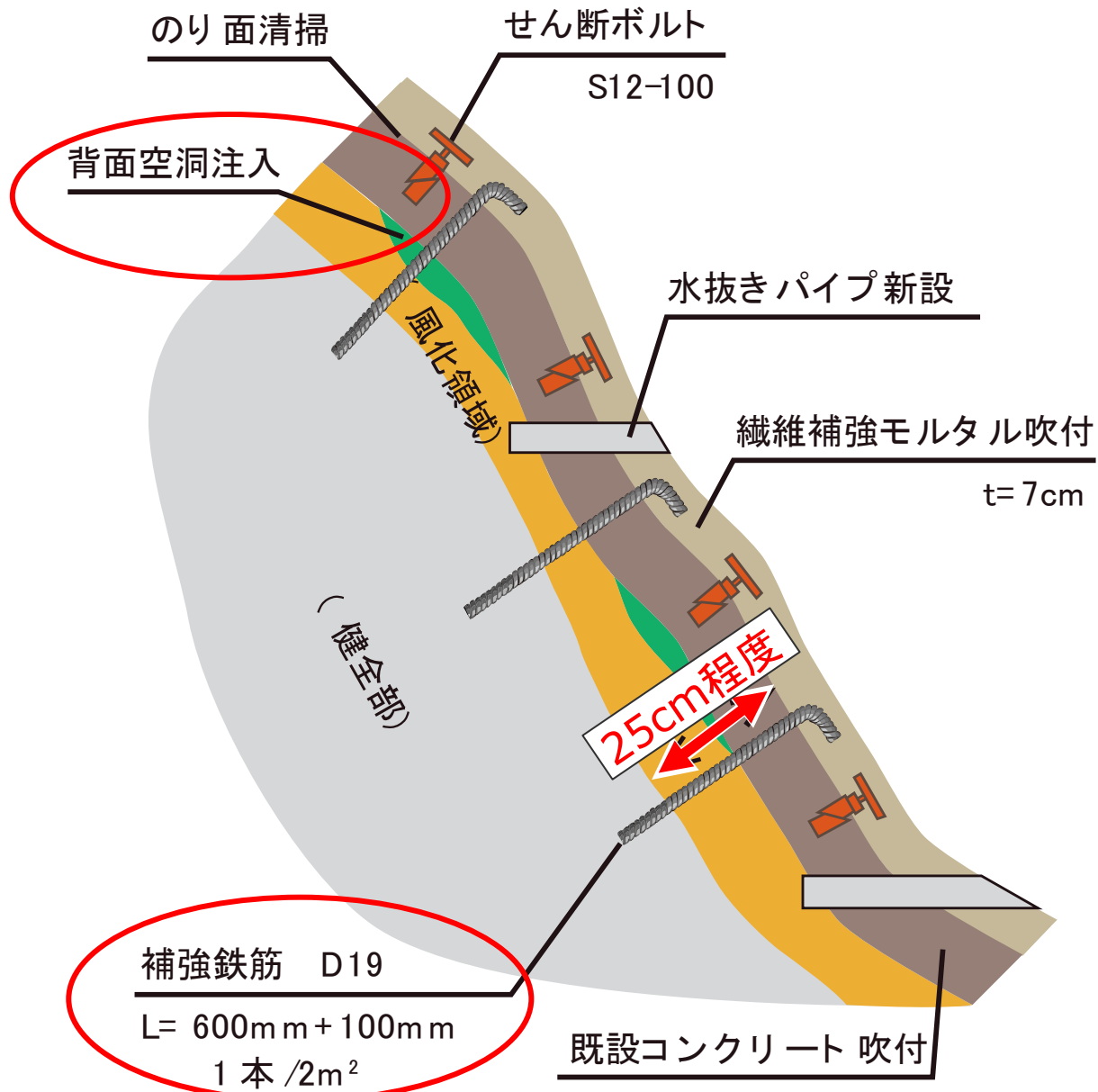
調査・対策検討フロー



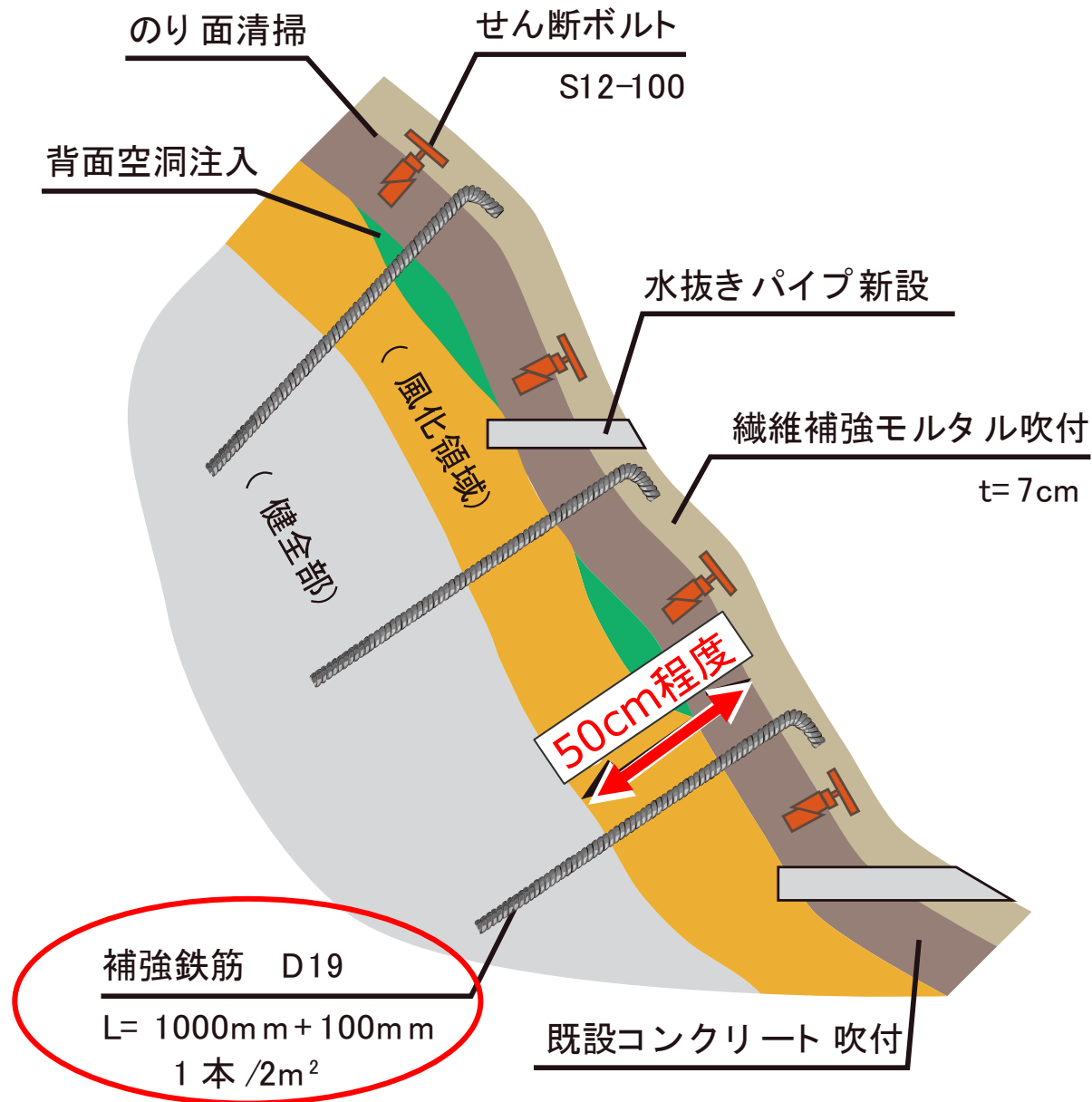
対策パターン① 既設吹付材の再生



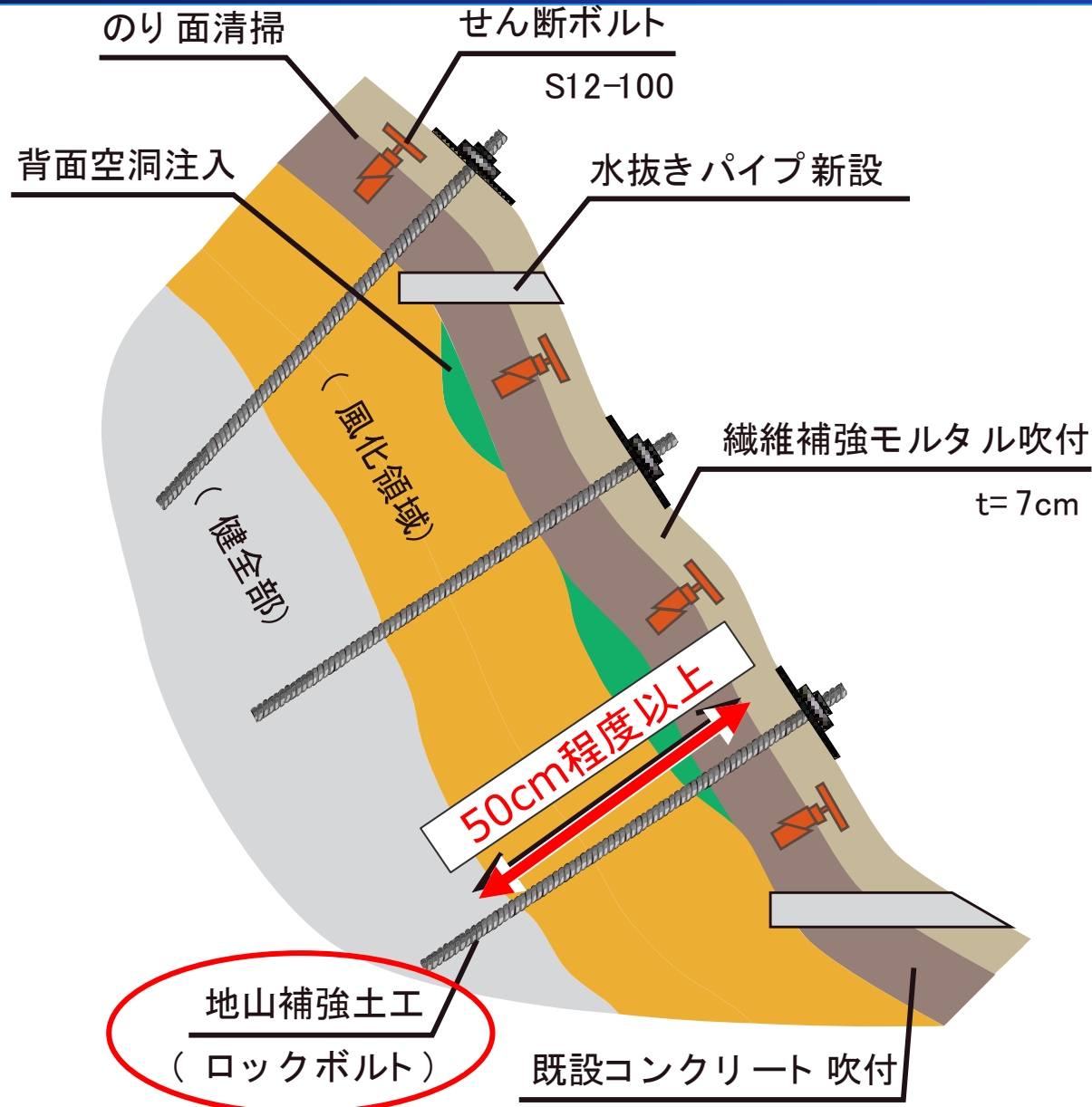
対策パターン② 風化地山25cmを補強



対策パターン③(標準) 風化地山50cmを補強



対策パターン④ 風化地山50cm以上を補強

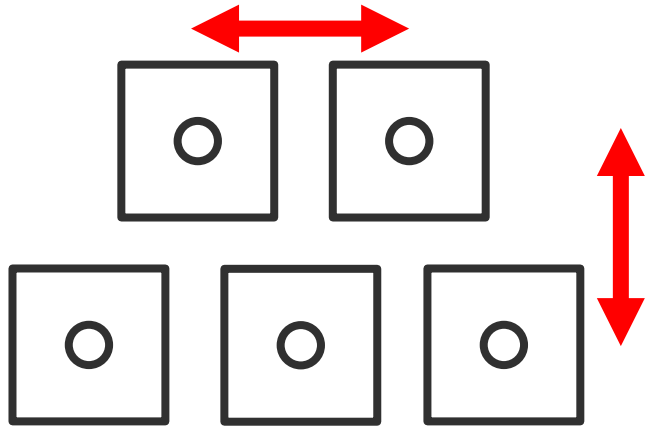


■主要国道の老朽化のり面⇒パターン③(標準)



吹付面における地山補強土工の課題

通常、吹付のり面での
設置間隔は最大1.5m



最大2.0m間隔の場合
剛なのり面工、法枠工併用



不陸対策が必要



例：不陸調整マット

より経済的に
地山補強土工を施すには・・・

④ 吹付受圧板工法 (FSCパネル)

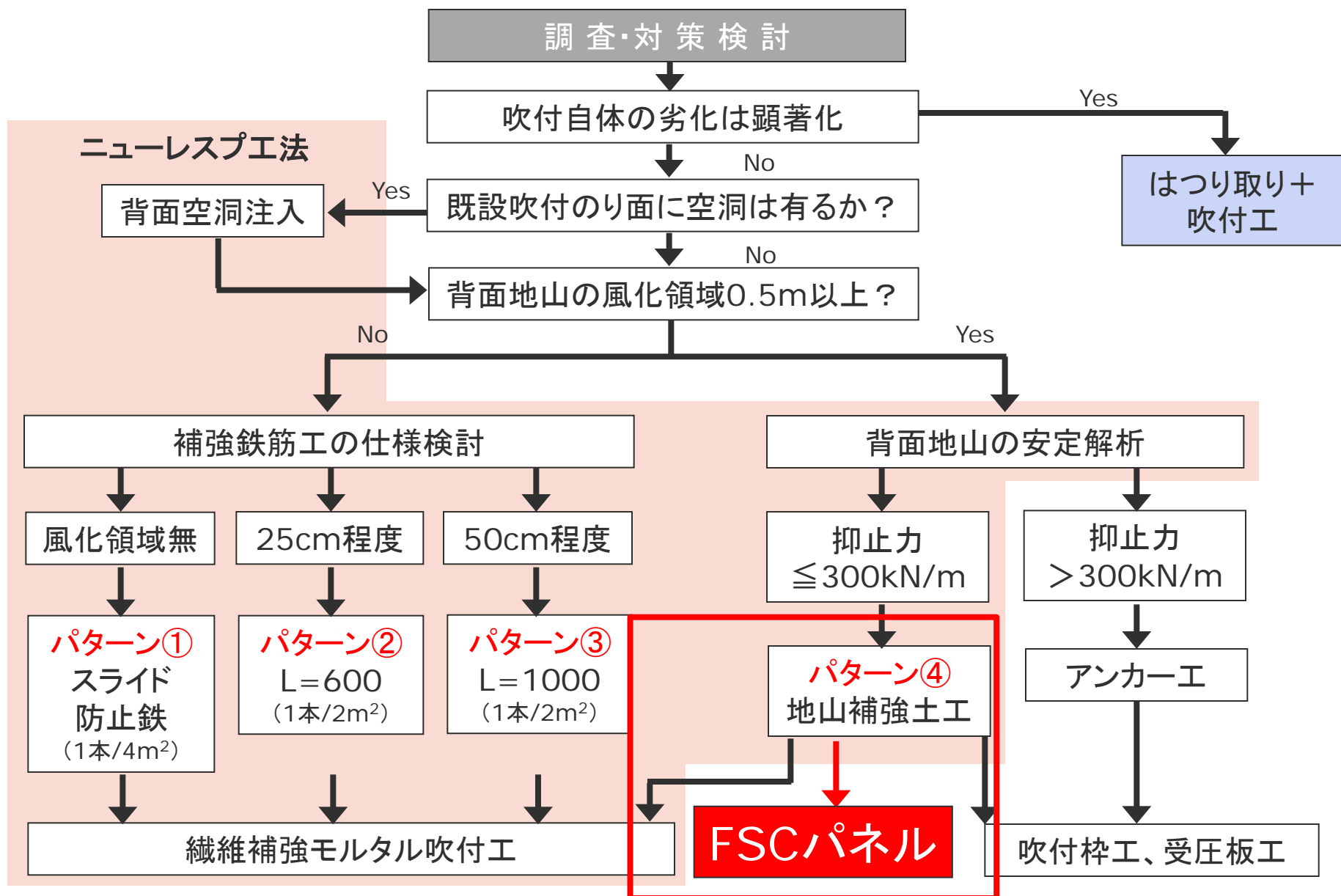
要素技術

- 地山補強土工
- 背面空洞注入工
- **吹付受圧板工**
- 増厚吹付工
- 水抜き孔設置工
- 背面空洞注入工



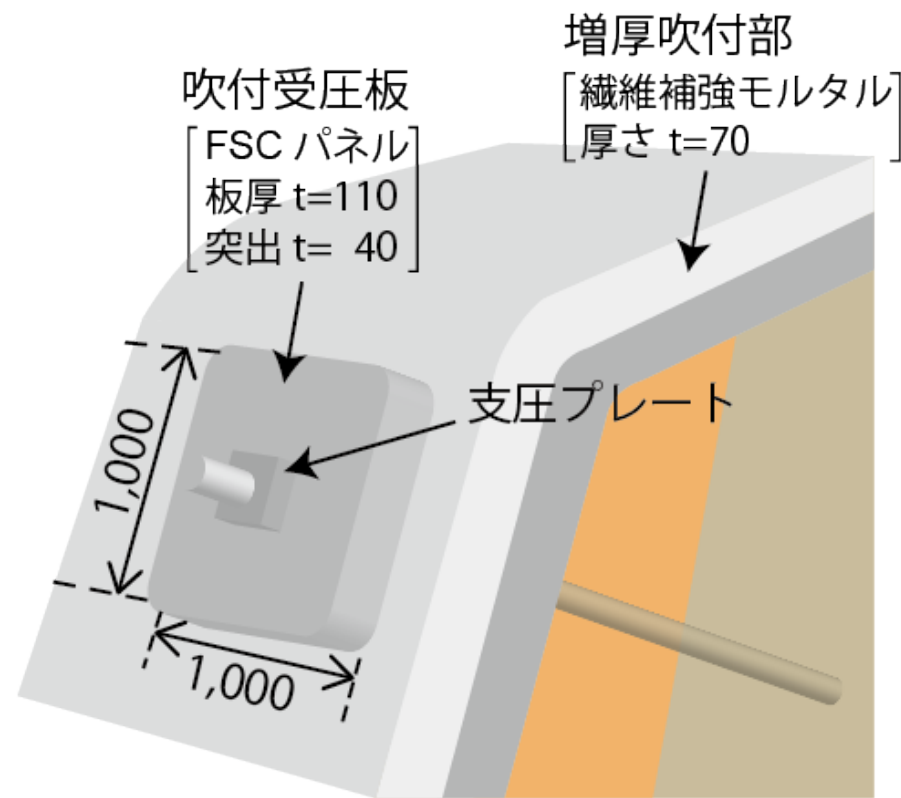
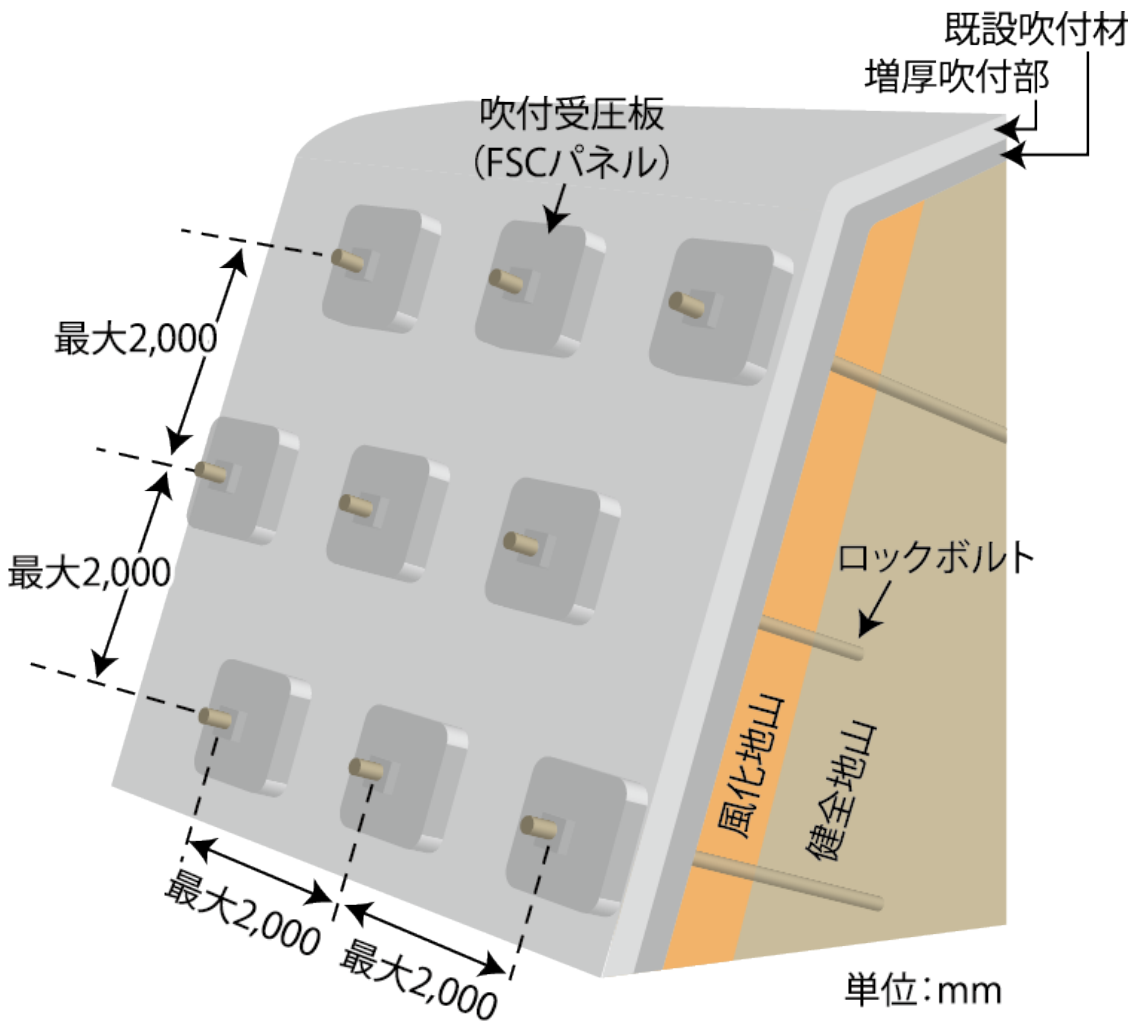
経済的な地山補強土工の実現

地山補強土工における受圧板選定



吹付受圧板工法 (FSCパネル)

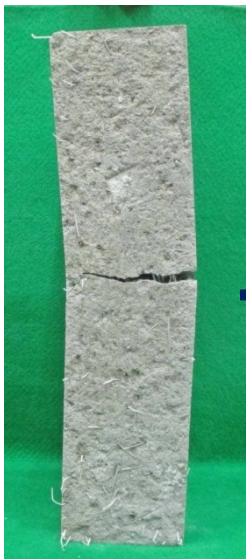
繊維補強モルタルと補強部材を組合せ、
ロックボルト用の吹付受圧板を構築



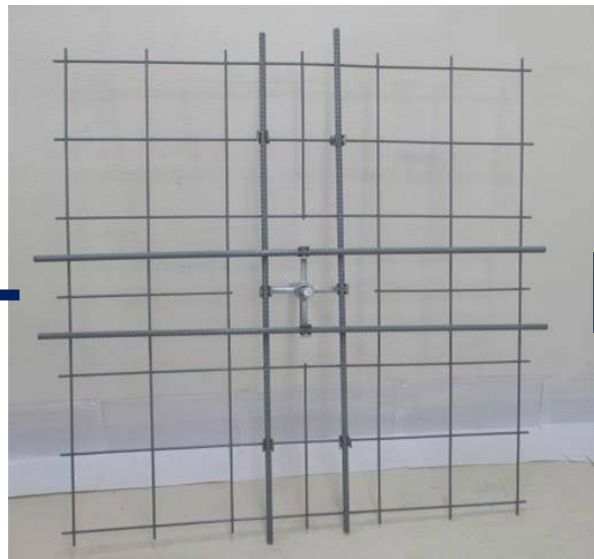
FSCパネル 単位:mm
(Fiber Shotcrete Panel)

吹付受圧板の構成

■ 吹付受圧板の構成 繊維補強モルタル＋補強部材



+



繊維補強
モルタル

補強部材

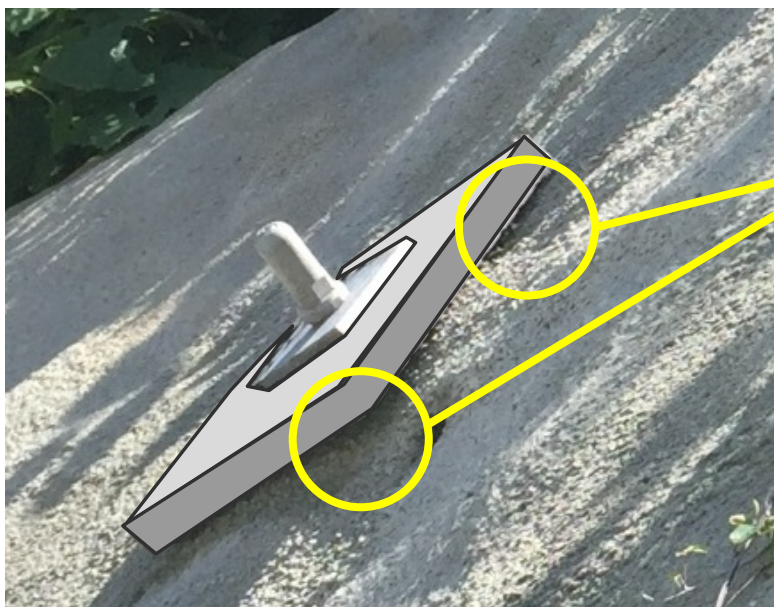
- ・主筋：D13
- ・溶接金網 D5以上
@150

吹付受圧板

許容荷重：56kN

吹付受圧板工法（FSCパネル）の特徴

- 吹付で受圧板を構築するため、施工面へ確実に密着でき、不陸調整は不要
- 受圧板の配置間隔は、最大2.0mまで可能（従来の吹付工では、最大1.5m間隔）
- 法面工低減係数、0.7～1.0を選定することが可能



既設品タイプ受圧板の課題

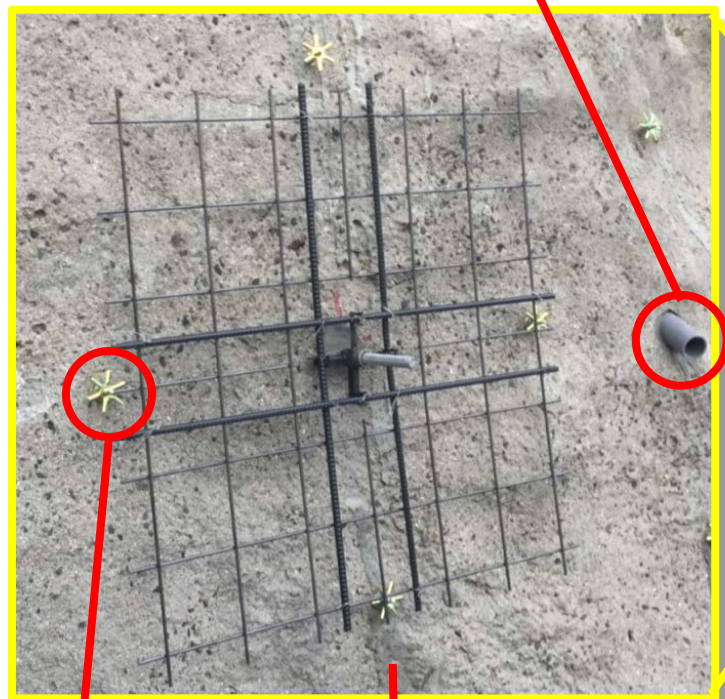


施工面と受圧板との間に
密着不良部が発生し易い

適用事例（受圧板設置・吹付前）

水抜きパイプ

地山補強土工＋補強部材設置完了



せん断
ボルト

既設モルタル
（洗浄済）

適用事例(吹付～完了)

吹付状況



吹付完了



外見が
目立ちにくい



吹付受圧板工は、
周囲の増吹付と連続して行う

まとめ

■ ニューレスプ工法

- ・既設吹付材のはつり、撤去が不要となる。
- ・既設構造物の撤去等の手間を削減しての、法面補修が可能。
- ・背面地山との密着性復帰、構造物の耐久性向上を実現。

■ 吹付受圧板工法

- ・凹凸な吹付法面に対する不陸調整に有効。
- ・ロックボルトの施工間隔を最大2mまで広げ、施工本数を削減。

2工法を組み合わせることで経済的な法面補修・改良が可能。