

前回ワーキンググループのご意見への対応状況

令和 7 年12月13日
一般財団法人 茨城県環境保全事業団

前回ワーキンググループのご意見への対応状況

ご意見	対応方針
<p>議事（１）前回ワーキンググループのご意見への対応状況について</p> <ul style="list-style-type: none">・L型擁壁の安定計算で、支持力の計算値が常時と地震時で同じ値だが、違うのでは無いか。・常時よりも、衝突時の方が小さい支持力となるのは、どのような状況なのか。・安定計算について、計算結果だけではなく、計算条件なども提示が必要。	<ul style="list-style-type: none">・常時の計算値を、地震時の計算値欄に記載しておりました。 誤：地震時 支持力194kN/m² ⇒ 正：地震時 支持力255kN/m²・道路土工擁壁工指針において、衝突時は鉛直方向の上載荷重を簡略化し、水平方向の衝突荷重、鉛直方向の前輪荷重を計算するため、常時よりも小さくなっています。・計算結果のほか、各ケースにおける安定計算の条件および模式図を掲載しました。 <p>【参考資料１】</p>
<p>議事（３）法面保護工の施工方法について</p> <ul style="list-style-type: none">・繊維補強モルタル吹付工法の施工事例において、吹付施工後17年経過し、強度、密着性に問題なしとあるが、具体的にどのように評価・判断したのか示してほしい。	<p>施工事例とした現場について、現在も一部施工中であり、吹付後の安全性に関する定量的な説明は困難という結果でした。</p> <p>また、その他の現場も調査いたしましたが、提示可能な施工事例は乏しい結果でした。</p> <p>については、昨年度実施した試験施工と、再度現場条件を整理した結果を踏まえ、改めて法面保護工の施工方法について、ご審議願います。</p> <p>まず、試験施工の経過観察調査についてですが、繊維補強モルタル吹付工法による吹付法面に、クラックや強度低下が確認されなかったことから、本現場に適用可能と判断いたしました。</p> <p>次に、盛土工事の進捗に伴い、実際に施工対象となる箇所を近傍から調査することが可能となったことから、改めて法面性状を再調査したところ、小段部の掘削ずりの堆積や法面表面のゆるみが確認されたことから、対策工法について再検討しました。</p> <p>再検討の結果、より現況法面に適した安全な対策工法として、法面の性状に合わせ、繊維補強モルタル吹付工法と覆式落石防護網工法を使い分けた保護対策を実施することといたしました。</p> <p>【参考資料２】</p>

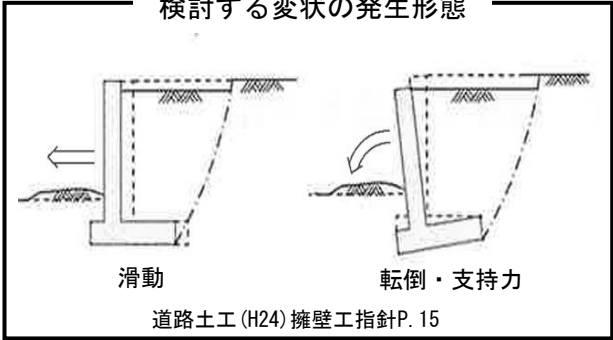
L型擁壁の安定計算

道路土工 (H24) 擁壁工指針に準拠し、安全性を確認した。

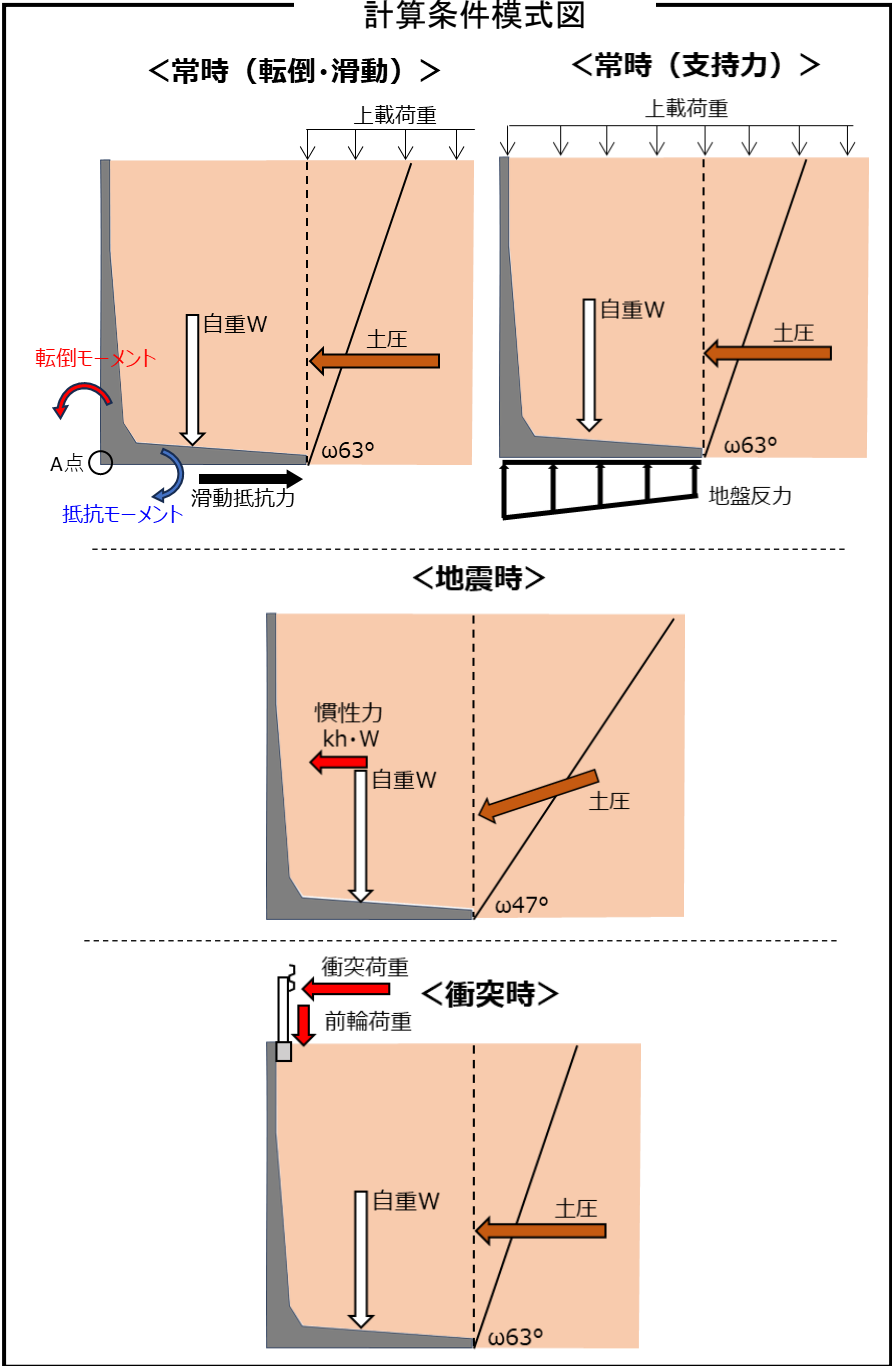
種別	<常 時>			<地震時>			<衝突時>		
	計算値	規格値	判定	計算値	規格値	判定	計算値	規格値	判定
【転 倒】 偏心距離 (mm)	427	542※ ¹ 以下	○	608	1083※ ¹ 以下	○	417	1083※ ¹ 以下	○
【滑 動】 安全率 (-)	2.46	1.5※ ² 以上	○	1.51	1.2※ ² 以上	○	2.84	1.2※ ² 以上	○
【支持力】 地盤反力度 (kN/m ²)	194	300※ ³ 以下	○	255	450※ ³ 以下	○	185	450※ ³ 以下	○

※1：常時：B/6⇒542mm以下、地震（衝突）時：B/3⇒1083mm以下
※2：常時：安全率1.5以上、地震（衝突）時：安全率1.2以上
※3：常時：300kN/m²以下、地震（衝突）時：常時の1.5倍⇒450kN/m²以下

共通事項			
擁壁の高さ	H	(m)	5
擁壁の控え長	B	(m)	3.25
土の単位体積重量		(kN/m ³)	20.3
設計基準強度		(kN/mm ²)	24.5
内部摩擦角	φ	(°)	35

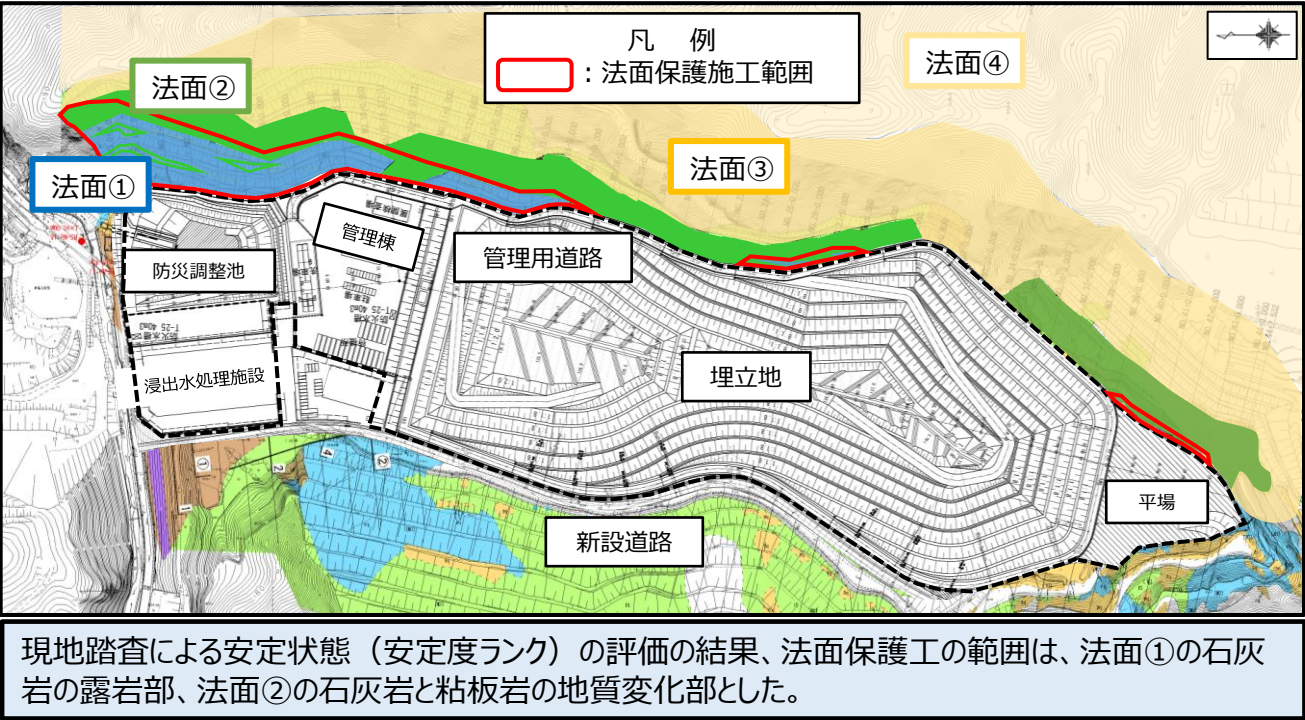


設計条件	常 時	地震時	衝突時
上 載 荷 重 (kN/㎡)	10	0	0
ガードレール荷重 (kN/m)	－	－	3
車両前輪荷重 (kN/m)	－	－	2.5
ガードレール荷重作用位置 (m)	－	－	0.6
車両前輪荷重作用位置 (m)	－	－	0.3
水平震度	－	0.2	－



法面保護工の施工方法について（前回WGの説明内容）

参考資料2



【法面保護工法】

当面崩壊等の危険性が低く、亀裂が多い岩盤斜面に対し、『落石対策便覧』に基づき、落石予防工として「吹付工」による保護工とした。

⇒試験施工結果を踏まえ、**繊維補強モルタル吹付工法**による法面保護対策とした。



モルタル吹付工施工イメージ



繊維補強モルタル有機繊維





繊維補強モルタル試験施工
現地視察状況

工法名	繊維補強モルタル吹付工法	
	設計値	実測値
厚さ(mm)	70以上	70~75
平均圧縮強度(N/mm ²)	18以上	42.8
平均曲げ強度(N/mm ²)	1.278以上	3.86
平均繊維混入量(kg/m ³)	9.10(±5%以内)	9.29(+2.1%)
密着性	打音試験：良好	
評価	▶ 繊維補強により、ひび割れ防止やモルタルの靱性の向上を確認。 ▶ 法面の凹凸が激しいオーバーハング箇所では、人力施工による補助吹付により対応が可能	
採用	現況の凹凸のある岩盤に適している	

吹付試験施工箇所の経過観察調査

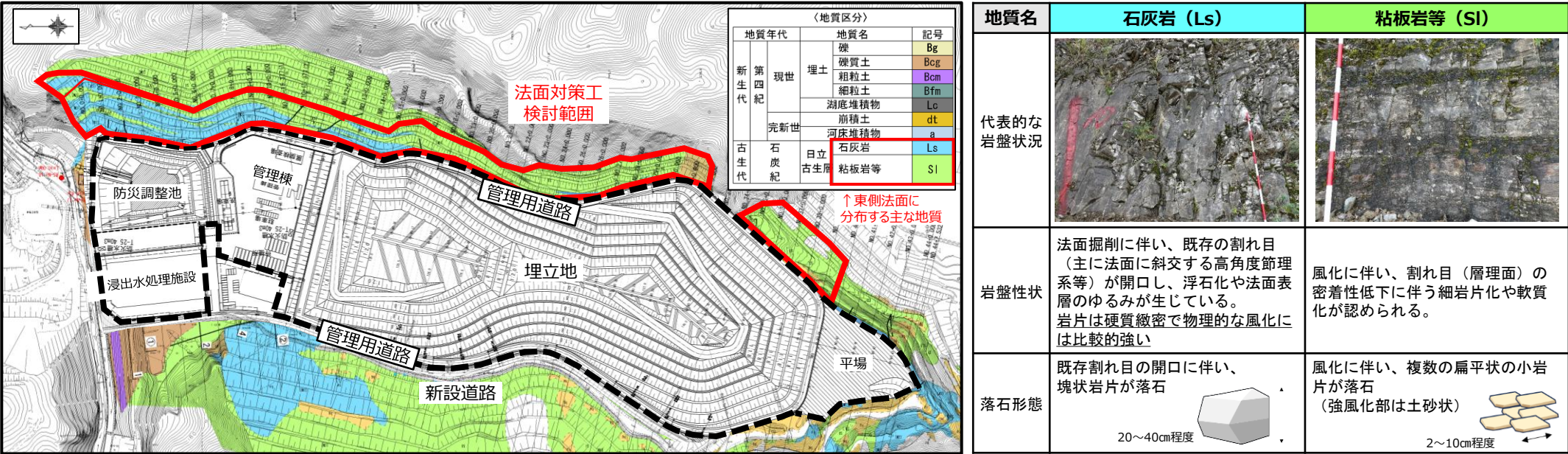
令和6年12月に施工した吹付試験施工箇所について、経過観察調査を実施（令和7年10月）した結果、繊維補強モルタル吹付工が健全であることを確認できた。
また、クラックの発生状況やシュミットハンマー試験の結果から、繊維補強モルタル吹付工の優位性が確認できた。

調査項目	ラス入り吹付モルタル(t=10cm)	繊維補強モルタル吹付工法(t=7cm)
<div>クラック調査(表面ひび割れ)</div> <div>【判定基準】 クラック幅 0.2mm以下 ※コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針2023</div> <div>【クラック調査健全度判定基準】 健全度A：ひび割れが発生しているが密着している。 健全度B：ひび割れが進展し相互に連結している。 健全度C：ひび割れが凍結融解、湧水などを伴い開口している。 健全度D：ひび割れが開口し、吹付けがめくり上がり剥落する危険性がある。</div>	<div></div> <div>※赤線がクラック位置</div> <div>△（健全度B）</div> <div>全体にダレクラックが目立つ。クラック幅は0.1～0.5mm程度が多く、最大で1mmのやや開口したクラックが認められた。</div>	<div></div> <div>※赤線がクラック位置</div> <div>○（健全度A）</div> <div>部分的にダレクラックが発生。クラック幅0.1mm以下の微細クラックで密着している。</div>
<div>打音調査(剥離・浮き)</div> <div>【判定基準】 打音変化の有無</div> <div>【打音調査健全度判定基準】 健全度A：金属音を発する。 健全度B：やや鈍いこもった音がする。 健全度C、D：鈍いこもった音がする。</div>	<div>◎（健全度A）</div> <div>金属音を発し密着性は良好。ただし、背面地山に堆積土砂や浮石が存在する箇所は濁音を発する。</div>	<div>◎（健全度A）</div> <div>金属音を発し密着性は良好。ただし、背面地山に堆積土砂や浮石が存在する箇所は濁音を発する。</div>
<div>表面変色・風化</div> <div>【判定基準】 骨材露出・カビ等の有無</div>	<div>○</div> <div>雨だれ跡等の軽微な変色のみで、風化は認められない。</div>	<div>○</div> <div>雨だれ跡等の軽微な変色のみで、風化は認められない。</div>
<div>シュミットハンマー試験結果</div> <div>【判定基準】 18N/mm²以上 ※コンクリート標準示方書(2023)施工編14条吹付コンクリート</div>	<div>○</div> <div>推定圧縮強度18.1 (N/mm²) (測点数：20点 下限値：11.2N/mm²)</div>	<div>◎</div> <div>推定圧縮強度22.1 (N/mm²) (測点数：20点 下限値18.8N/mm²)</div>
<div>総合判定</div>	<div>△</div> <div>全体にややクラックが目立ち、一部開口している。</div>	<div>○</div> <div>微細で密着しているクラックを数箇所確認できる程度。推定強度も設計基準値を大きく上回る。</div>

埋立地の盛土工事が進捗し、近傍から法面を調査することが可能となった。加えて、UAV撮影を実施し、東側法面の性状を再度確認した。

【新たに確認された事項】

- 法面は主に、法面下～中段に石灰岩（一部、粘板岩類介在）、中～上段に粘板岩類が分布し、これらの地層は受け盤構造をなしている。一部、掘削ズリや崩積土等の堆積物が分布する。
- 石灰岩の特徴は、法面掘削に伴い、既存の割れ目（法面に斜交する高角度節理系等）が開口し、浮石化（浮石径20cm超主体）や法面表層のゆるみが生じている。
- 粘板岩の特徴は、風化により、割れ目（層理面）の密着性低下に伴う細岩片化や軟質化が認められる。
- 岩盤表層のゆるみの多くは、採石時の法面掘削の影響によるものと考えられる。
- 岩盤部は、ゆるみや風化状況等により、石灰岩と粘板岩を「健全部、弱ゆるみ部、中ゆるみ部、強ゆるみ部、土砂状部」に5区分した。








岩盤のゆるみ状況の評価にあたっては、割れ目間隔および割れ目の状態を区分基準の一つとして採用した。





ゆるみの程度は、主に割れ目の開口量に基づき、数mm程度のものを「弱ゆるみ」、数cm程度のものを「中ゆるみ」として区分。

【ゆるみ程度判定指標】

- 【石灰岩】
弱ゆるみ部
割れ目間隔：30～15cm
割れ目状態：開口【数mm】
- 中ゆるみ部
割れ目間隔：30～15cm
割れ目状態：開口【数cm】

- 【粘板岩類】
弱ゆるみ部
割れ目間隔：15～5cm
割れ目状態：開口【数mm】
- 中ゆるみ部
割れ目間隔：5cm以下
割れ目状態：開口【数cm】または軟質

岩盤部	岩種	健全部	弱ゆるみ部	中ゆるみ部	強ゆるみ部	土砂状部
	石灰岩 (Ls)					
		割れ目の少ない塊状岩盤。割れ目は概ね密着。対象範囲は小規模。	法面切土時に、表面の一部の割れ目が開口し、数10cm大の岩塊に分離する。全体に高角度の節理系が発達する。対象法面の石灰岩の主な性状。	全体に高角度の節理系が発達し、割れ目の多くが開口。岩塊が分離・回転し、浮石化が進行し、不安定。	土砂およびその周辺は著しく緩む。割れ目が大きく開口、分離。開口部に褐色粘土の付着、小岩塊、土砂の流入がある（一部は施工時の埋め戻し）	土砂部。土砂、小岩塊により充填される（一部は施工時の埋め戻し）。
	粘板岩類 (Sl)	(該当なし)				
			割れ目は概ね密着。表面は風化により軟質化。対象法面の粘板岩類の主な性状。	割れ目の多くは開口。岩塊が分離・回転し、一部の岩塊は小岩片化。対象法面の粘板岩類の主な性状。	岩塊の小岩片化および風化が進行し、剥離による浮石化が著しい。	強風化に伴い、軟質化および小岩片状。
		—	割れ目間隔：15～5cm 割れ目状態：開口【数mm】	割れ目間隔：5cm以下 割れ目状態：開口【数cm】または軟質	割れ目間隔：主に2～3cm程度の角礫状 割れ目状態：開口【数cm】または軟質	割れ目間隔：土砂状 割れ目状態：土砂状

堆積物	未固結の堆積物	掘削ズリ	崩積土	植生部
	 褐色粘土を主体とした、一部砂および細礫からなる未固結の堆積物。分布は局所的。	 掘削ズリの残土。NO.35～39測線のEL.200m付近にまとまって分布。	 礫質土主体。一部、法面に残存 対象範囲内の分布は小規模。	 法面上部は主に粘板岩が分布し、雑木等の植生で覆われる。

対策工Ⅰ：覆式落石防護網工法



主に石灰岩（弱ゆるみ部）の浮石の落下防止を目的に落石防護対策を行う。

対策工Ⅱ：繊維補強モルタル吹付工法



主に粘板岩（中ゆるみ部～土砂状部）の風化、浸食防止と石灰岩等含む落石防止を目的に対策を行う。

植生部：対策無し



樹木等が広範囲に繁茂している箇所は、伐採等により安定した状態を毀損する可能性があるため、無対策とする

【対策工Ⅰ（覆式落石防護網工）】

対策工Ⅰの主な対象範囲は、弱ゆるみ状態の石灰岩である。
当該石灰岩は硬質緻密であり、物理的な風化に対する抵抗性は比較的高い。
また、雨水による化学的風化（溶食）の影響についても、法面に著しい溶食は認められず、対策工の耐用年数である数十年単位の時間スケールでは極めて小さいと判断される。
これらの特性を踏まえ、落石対策を主とする対策工の選定を落石対策便覧に基づき実施した。
その結果、法面对策工として浮石状の石灰岩の落石に対し原位置で直接的に抑止することが可能で、自然の景観を損ねない覆式落石防護網工を選定した。

＜法面对策の目的と工法＞

岩盤部	岩種	健全部	弱ゆるみ部	中ゆるみ部	強ゆるみ部	土砂状態
	石灰岩 (Ls)	対策工Ⅰ 周辺浮石の落下防止	浮石の落下防止	浮石の落下防止	対策工Ⅱ 土砂流出、落石・崩壊防止	土砂流出、落石・崩壊防止
堆積物	粘板岩 (SI)	(該当なし)	小岩片の落下防止	風化防止・小岩片の落下防止	風化防止・小岩片の落下防止	浸食・風化防止・小岩片の落下防止
	未固結の堆積物	掘削ズリ	崩積土	植生部		
	対策工Ⅱ 浸食防止・周辺岩盤のゆるみ抑制	落石・浸食防止	落石・浸食防止	安定状態を毀損しないよう対策無し		

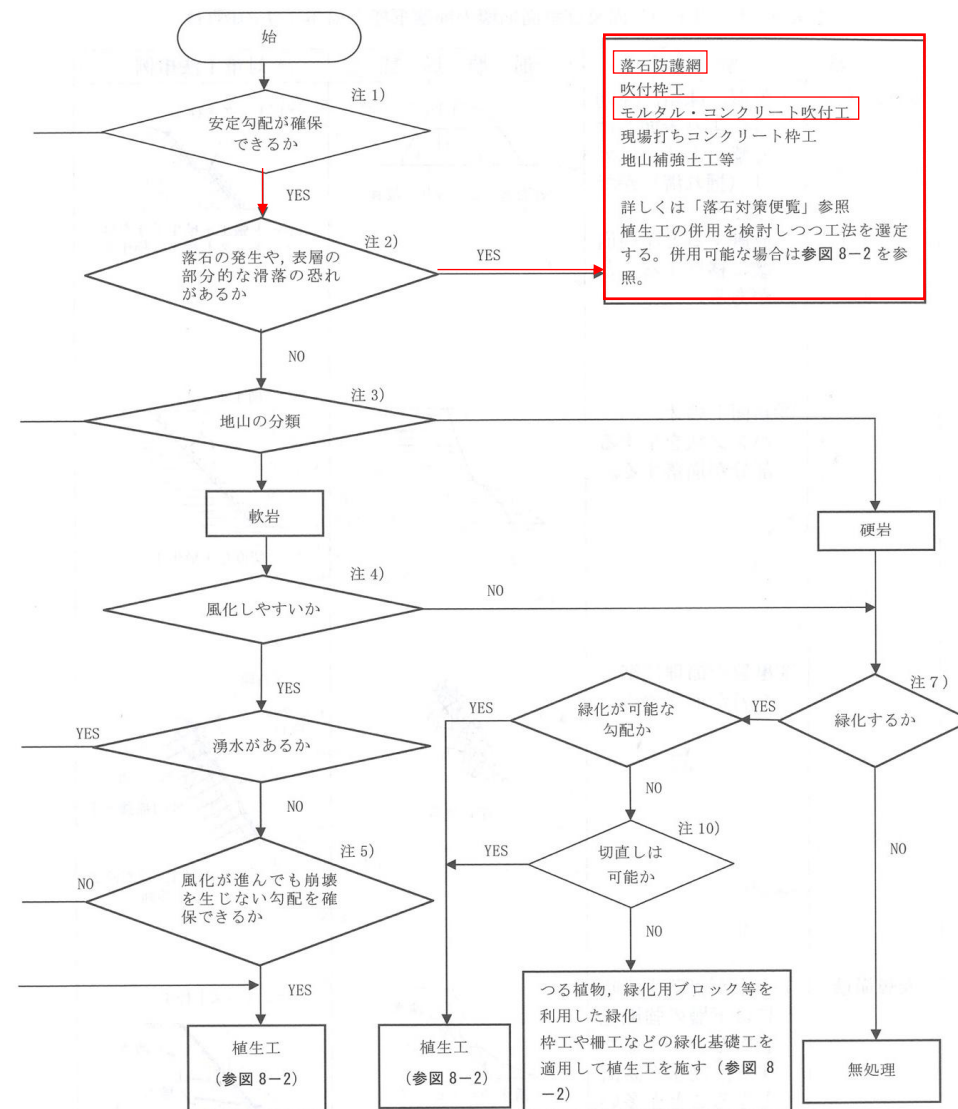
覆式防護網工：斜面全体を防護網を密着させて覆うことで、浮石の発生および落下を防止する
繊維補強モルタル吹付工法：表層からの風化の進行防止、降雨による侵食防止、浮石の発生および落下を防止する

法面对策工の施工範囲



詳細な施工範囲については、施工時の法面状態を確認しながら決定する。

参考資料2



のり面保護工の選定フロー