

第4章 堤体・岩盤補強用アンカーの点検、詳細調査及び対策

4.1. 基礎点検

堤体・岩盤等補強用アンカーでの基礎点検は、アンカー諸元、構造図、これまでの維持管理記録等を収集・整理して確認を行い、点検計画の作成に当たってその結果を適切に考慮する。

【解説】

堤体・岩盤補強用アンカーを対象とした基礎点検において収集・整理・確認する項目を表 4.1 に、それらの概略図を図 4.1 に示す。

表 4.1 基礎点検において収集・整理・確認する項目

項目	備考	項目	備考
アンカーNo		削孔径	
施工年		アンカー傾角	
工法名	*1	アンカー水平角	
施工本数		頭部処理方法	*3
施工延長		定着方法	*4
テンドンの諸元	*2	受圧構造物	
許容アンカー力		旧タイプアンカー使用の有無	*5
設計アンカー力		自由長部の防食方法	
定着時緊張力		定着部の防食方法	
アンカー体長		地盤環境	*6
アンカー長		地盤条件	*7
フルボンド型使用の有無		荷重計設置の有無	

*1 アンカー技術（工法）のメーカー毎の呼称（●●永久アンカー等）

*2 テンドンの構成：PC 鋼線・PC 鋼より線・PC 鋼棒の種類、記号、呼び名、寸法諸元

*3 頭部コンクリート又は頭部キャップ

*4 くさび、ナット又はくさびナット

*5 『グラウンドアンカー設計・施工基準』⁴⁾以降の防錆基準を明確にした学会基準に準拠していない構造のアンカー

*6 温泉地、鉄道沿線等の迷走電流や地下水過多等により、テンドンや鋼材、グラウト材の劣化が予想されるか否か。

*7 劣化、風化しやすい地盤であるか否か。

*8 上記項目と併せて以下の図面、維持管理記録等を収集、整理するものとする。

- アンカー設計図書、アンカー構造図・標準断面図・平面図、施工時の試験記録、荷重計の記録、対象構造物の変状記録、点検・補修・補強の有無・方法

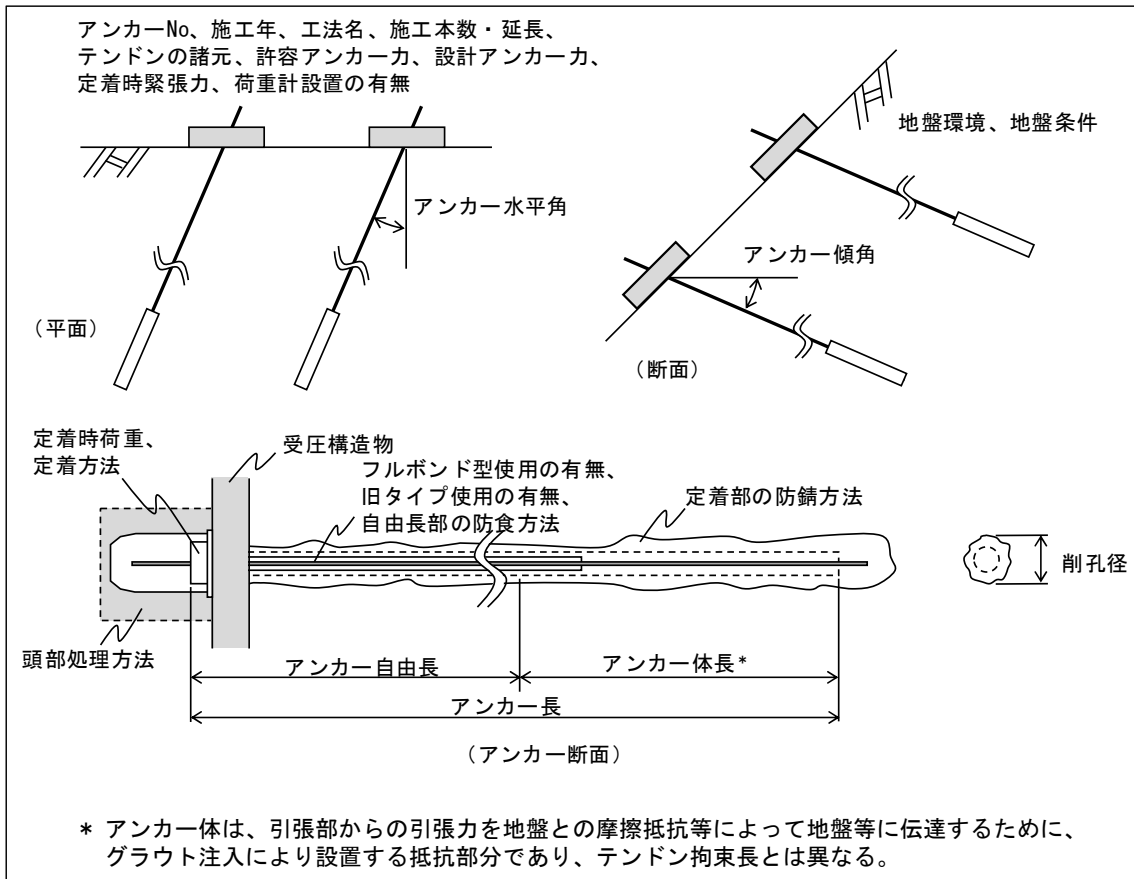


図 4.1 基礎点検において収集・整理・確認する項目（概略図）

4.2. 通常点検

堤体・岩盤補強用アンカーの通常点検は、当該アンカーとその受圧構造物であるダム
の堤体や基礎岩盤及び周辺状況について、作成した点検計画に基づき、目視その他の適切な
方法により行う。なお、通常点検では、近接での点検が難しいアンカーについては、遠方
からその状態を確認することを基本としてよい。

【解説】

堤体・岩盤補強用アンカーを対象とした通常点検の点検項目を表 4.2 に示す。

表 4.2 通常点検での点検項目（堤体・岩盤補強用アンカー）

対象	点検項目	主な事項	点検手法
アンカー	飛び出し	有無	目視
	残存引張り力	計器データ	計器データ確認 ^{*2}
受圧構造物	破損、変形、落下、沈下、クラック	有無、程度	目視
頭部キャップ ^{*1} (保護キャップ)	破損、変形、落下	有無、程度	目視
頭部コンクリート (設置されている場合)	破損、変形、落下	有無、程度	目視
周辺状況	地山の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 ^{*2}
	地山からの湧水	有無、程度	目視 計器データ確認 ^{*2}
	周辺構造物の変状、沈下	有無、程度	目視 計器データ確認 ^{*2}
	ダム堤体の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 ^{*2}

*1 頭部コンクリートにアンカー頭部が埋設されている場合には実施しない。ただし、頭部コンクリートに破損や落下などの異常が確認される場合は、アンカーが破断している恐れもあるため、頭部コンクリートを取り壊してテンドンの状況を確認する。点検終了後は、頭部キャップで復旧を行う。

*2 計器が設置されており、管理所等でデータの確認が行える場合に実施する。データが集約されず、アンカー直近でしか確認出来ない場合は、目視で異常が認められなければ定期点検で確認することにより。

4.3. 定期点検

堤体・岩盤補強用アンカーの定期点検は、当該アンカーとその受圧構造物であるダム
の堤体や基礎岩盤及び周辺状況について、作成した点検計画に基づき目視その他適切な方
法により行う。なお、定期点検では、該当するアンカー全数の状態の確認を基本とする。

【解説】

堤体・岩盤補強用アンカーを対象とした定期点検の点検項目を表 4.3 に示す。

表 4.3 定期点検での点検項目（堤体・岩盤補強用アンカー）

対象	点検項目	主な事項	点検手法
アンカー	飛び出し	有無	目視、計測
	残存引張り力	計器データ	計器データ確認*2
受圧構造物	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	沈下	有無、目地の開き等	目視
	コンクリート	劣化、クラック等	目視、クラック幅計測
	遊離石灰	有無、痕跡	目視
	錆・腐食	有無、程度	目視
支圧板*1	浮き、変状、錆	有無	目視
	水、泥水の浸み出し	有無、痕跡、程度	目視
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視
	遊離石灰	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視
頭部キャップ*1 (保護キャップ)	防錆材（グリース）*3	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視
	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	材料劣化	有無、程度	目視
	固定状況	ボルトの腐食等	目視
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度	目視
頭部コンクリート (設置されている場合)	錆汁	有無、痕跡、程度	目視
	防錆材（グリース）*3	劣化・漏れの有無、程度	目視
	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	浮き上がり、剥離	有無、程度	目視
	劣化、クラック	有無、程度	目視、クラック幅計測
周辺状況	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度	目視
	遊離石灰	有無、痕跡	目視
	地山の変状	有無、程度	目視 計器データ確認*2
	湧水	有無、箇所、程度	目視 計器データ確認*2
周辺構造物の変状、沈下	有無、程度	目視 計器データ確認*2	
	ダム堤体の変状	有無、程度	目視 計器データ確認*2

*1 頭部コンクリートにアンカー頭部が埋設されている場合には実施しない。ただし、頭部コンクリートに破損や落下などの異常が確認される場合は、アンカーが破断している恐れもあるため、頭部コンクリートを取り壊してテンドンの状況を確認する。点検終了後は、頭部キャップで復旧を行う。

*2 計器が設置されている場合に実施。

*3 防錆材の劣化状態、錆発生の有無は、防錆材の色相から推察することが出来るため、定期点検において重要な点検項目である。防錆材の色相から判断される劣化状態を表 4.4 に示す。

表 4.4 防錆材の色相から判断される劣化状態

色相	状況	原因
白濁	軟化	・ 水分の浸入による乳化現象 ・ 空気の挟み込み
赤褐色	軟化	・ 錆の発生
赤褐色・黒色	固化	・ 熱による劣化物生成

4.4. 臨時点検

堤体・岩盤補強用アンカーの臨時点検は、地震等の災害時等に必要に応じて行う。なお、臨時点検では、近接での点検が難しいアンカーについては、遠方からその状態を確認することを基本としてよい。

【解説】

堤体・岩盤補強用アンカーを対象とした臨時点検の点検項目を表 4.5 に示す。

表 4.5 臨時点検での点検項目（堤体・岩盤補強用アンカー）

対象	点検項目	主な事項	点検手法
アンカー	飛び出し	有無	目視
	残存引張り力	計器データ	計器データ確認 ^{*2}
受圧構造物	破損、変形、落下、沈下、クラック	有無、程度	目視
頭部キャップ ^{*1} (保護キャップ)	破損、変形、落下	有無、程度	目視
頭部コンクリート (設置されている場合)	破損、変形、落下	有無、程度	目視
周辺状況	地山の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 ^{*2}
	地山からの湧水	有無、程度	目視 計器データ確認 ^{*2}
	周辺構造物の変状、沈下	有無、程度	目視 計器データ確認 ^{*2}
	ダム堤体の変状	有無、程度	目視 計器データ確認 ^{*2}

*1 頭部コンクリートにアンカー頭部が埋設されている場合には実施しない。ただし、頭部コンクリートに破損や落下などの異常が確認される場合は、アンカーが破断している恐れもあるため、頭部コンクリートを取り壊してテンドンの状況を確認する。点検終了後は、頭部キャップで復旧を行う。

*2 計器が設置されており、管理所等でデータの確認が行える場合に実施する。データが集約されず、アンカー直近でしか確認出来ない場合は、目視で異常が認められなければ定期点検で確認することにより。

4.5. 詳細調査

堤体・岩盤補強用アンカーの点検の結果、アンカーの健全性に問題があると判断されるなど必要と認められる場合には、該当するアンカーについて詳細調査を実施する。

堤体・岩盤補強用アンカーの詳細調査の方法は、頭部詳細調査・リフトオフ試験・モニタリングによることを基本とし、アンカーの構造、状態、現場条件等を考慮して適切な調査方法を選定して行う。

【解説】

(1) 詳細調査の必要性の判断

詳細調査の必要性は、点検結果のほか、アンカー構造物としての重要性、規模等を勘案して判断する。このうち、点検結果に基づく判断の目安の例を表 4.6(1)、(2)に示す。

なお、次のような場合にも詳細調査を実施することが望ましい。

- ・ 長期にわたり詳細調査が実施されていないアンカーが存在する場合
- ・ アンカーに異常は確認されていないが、構造物や斜面等に何らかの異常が見られる場合
- ・ アンカーの異常は詳細調査が必要と判定されるレベルではないが、類似の要因に起因すると見られる軽微な異常が一定の範囲に集中している、あるいは広範囲にわたって発生している場合

詳細調査の実施に当たっては、現場条件、進入路も含めた仮設計画、周辺環境なども考慮して調査計画を立案することで、合理的な調査となるようにする。

なお、アンカーの健全性に明らかに問題があり、緊急に何らかの対策を行わないと第三者へ被害が及ぶ可能性がある場合には、詳細調査に先立ち、緊急対策を実施しなければならない。

表 4.6(1) 点検結果に基づく詳細調査の必要性の判断の目安（堤体・岩盤補強用アンカーの例）

対象	点検項目	判定
既存資料	施工方法等	Ⅱ 旧タイプアンカー
		Ⅲ 地盤が腐食環境 地下水が豊富 劣化・風化しやすい地質
アンカー	飛び出し	Ⅰ 有り
	残存引張り力 (設計アンカー力以上で定着されている場合)	Ⅰ 許容アンカー力を超過している 設計アンカー力を下回っている
		Ⅱ 定着時緊張力より大きくなっているが許容アンカー力以下 設計アンカー力以上であるが定着時緊張力の0.9倍を下回っている
	残存引張り力 (設計アンカー力以下で定着されている場合、又は、設計アンカー力が不明な場合)	Ⅰ 許容アンカー力を超過している 定着時緊張力の0.6倍を下回っている
		Ⅱ 定着時緊張力より大きくなっているが許容アンカー力以下 定着時緊張力の0.6倍以上であるが定着時緊張力の0.9倍を下回っている
	受圧構造物	破損、変形、落下
沈下		Ⅰ 目地の開き、ズレ、沈下
コンクリート		Ⅱ 破損、部分的な欠損 数mm以上・連続したクラック
遊離石灰		Ⅲ 有り
錆・腐食	Ⅲ 有り	
支圧板	浮き、変状、錆	Ⅱ 有り
	水、泥水の浸み出し	Ⅲ 有り
	錆汁	Ⅲ 有り
	遊離石灰	Ⅲ 内部からの浸み出し有り
	防錆材（グリース）	Ⅱ 色相：赤褐色
		Ⅲ 内部からの浸み出し有り 色相：白濁色、黒色
頭部キャップ	破損、変形、落下	Ⅱ 破損、変形、落下
	材料劣化	Ⅱ 材料劣化、腐食
	固定状況	Ⅲ 固定ボルトの破壊・腐食
	水、泥水の浸入	Ⅲ 有り
	錆汁	Ⅲ 有り
	防錆材（グリース）	Ⅱ 色相：赤褐色
Ⅲ 内部からの浸み出し有り 色相：白濁色、黒色		
頭部コンクリート	破損、変形、落下	Ⅰ 破損、落下
		Ⅱ 変形
	浮き上がり、剥離	Ⅰ 浮き上がり、背面からの剥離、 受圧構造物からの剥離
	劣化、クラック	Ⅰ 幅1mm以上のクラック
		Ⅱ 劣化、幅1mm未満のクラック
水、泥水の浸入	Ⅱ 有り	
遊離石灰	Ⅲ 有り	
周辺状況*2	地山の変状、地山からの湧水、周辺構造物の変状・沈下、ダム堤体の変状	Ⅰ 何らかの異常が見られる場合

*1 この表における「判定」の区分（Ⅰ～Ⅲ）は以下に対応するものとする。ただし、不確実性が高い場合は、その程度も考慮して判定するのがよい。

Ⅰ：アンカーの健全性に問題がある可能性が大きいと推測される。

Ⅱ：アンカーの健全性に問題がある可能性があると推測される。

Ⅲ：アンカーの健全性に影響があると推測される。

*2 周辺状況については、定量的ではなく、定性的に判断する。アンカー周辺の地山・構造物・地下水位に大きな又は急激な変化が生じている場合、アンカーに作用する外力も変化していることが考えられるため、リフトオフ試験を行い、残存引張り力を確認する。なお、一度変状が確認されているが、その後の詳細調査でアンカーの健全性に問題が無いと確認されたものについて、前回点検時の記録が残っており、それ以降、変状が進行していない場合は、異常なしと取り扱って良い。

表 4.6(2) 点検結果に基づく詳細調査の必要性の判断の目安(堤体・岩盤補強用アンカーの例)(続き)

点検結果	判定	対応
I : 1つ以上 又は II : 2つ以上 又は III : 3つ以上	健全性に問題がある可能性が高く、 詳細調査が必要。	速やかに詳細調査を実施 (状況に応じて緊急対策実施)
上記以外 又は II : 1つ 又は III : 1~2つ	健全性に問題がある可能性がある。	通常点検等で経過観察

(2) 詳細調査の内容、実施時期、数量

堤体・岩盤補強用アンカーにおける詳細調査の内容、実施時期及び調査数量の目安は表 4.7 に示すとおりであるが、各ダム の条件により使用されているアンカーの数が異なるため、ダムの実情に応じて適宜判断する。

堤体・岩盤補強用アンカーの詳細調査は、頭部詳細調査、リフトオフ試験及びモニタリングが基本となる。頭部詳細調査は、目視による「外観調査」と、頭部キャップを外してアンカー頭部の状態を確認する「露出調査」によるものとし、調査項目は表 4.8 に示すとおりとする。リフトオフ試験の詳細については、『グラウンドアンカー維持管理マニュアル』⁵⁾によるものとする。また、対象となるアンカーに荷重計等の計器が設置されている場合には、モニタリングを行うものとする。

表 4.7 堤体・岩盤補強用アンカーにおける詳細調査の内容、実施時期、数量

調査内容	調査時期・調査数量	注意事項
頭部詳細調査	通常・臨時・定期点検：必要に応じて検討	
	詳細調査：全本数の 45%かつ 5 本以上	
リフトオフ試験	通常・臨時・定期点検：必要に応じて検討	
	詳細調査：全本数の 15%かつ 3 本以上	
モニタリング	荷重計等の計器が設置された全てのアンカー	計器が機能しているか調査が必要

表 4.8 頭部詳細調査における調査項目

対象	点検項目	主な事項	点検手法
アンカー	飛び出し	有無	目視
	残存引張り力	計器データ	計器データ確認*1
	PC 鋼線の状態	錆・断面欠損の有無	目視
受圧構造物	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	沈下	有無、目地の開き、ズレ、はらみ出し	目視
	コンクリート	劣化、強度、亀裂、クラック	目視、クラック幅計測
	遊離石灰	有無、痕跡	目視
	錆・腐食	有無、程度	目視
	背面地山からの浮き	有無、程度	目視、計測
支圧板*2	浮き、変状、錆	有無	目視
	水、泥水の浸み出し	有無、痕跡、程度	目視
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視
	遊離石灰	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視
	防錆材（グリース）*3	アンカー内部からの浸み出しの有無、痕跡、程度	目視
	固定状況	ゆるみ等	確認
頭部キャップ*2	破損、変形、落下	有無、程度	目視
	材料劣化	有無、程度	目視
	固定状況	ボルトの腐食等	目視
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度	目視
	錆汁	有無、痕跡、程度	目視
	防錆材（グリース）*3	劣化・漏れの有無、程度	目視
		充填状況	目視*4
頭部コンクリート （設置されている場合）	止水ゴム	劣化の有無、程度	目視*4
	破損、変形、劣化	有無、程度	目視
	浮き上がり、剥離	有無、程度	目視
	劣化、クラック	有無、程度	目視、クラック幅計測
	水、泥水の浸入	有無、痕跡、程度、量	目視
	遊離石灰	有無、痕跡	目視
周辺状況	湧水	有無、程度	目視
	地山の変状	有無、程度	目視 計器データ確認*1
	ダム堤体の変状	有無、クラック	目視 計器データ確認*1
	周辺構造物の変状・沈下	有無	目視 計器データ確認*1

*1 計器が設置されている場合に実施。

*2 頭部コンクリートにアンカー頭部が埋設されている場合には実施しない。ただし、頭部コンクリートに破損や落下などの異常が確認される場合は、アンカーが破断している恐れもあるため、頭部コンクリートを取り壊してテンドンの状況を確認する。点検終了後は、頭部キャップで復旧を行う。

*3 防錆材の劣化状態、錆発生の有無は、防錆材の色相から推察することが出来るため、定期点検において重要な点検項目である。防錆材の色相から判断される劣化状態は表 4.4 に示すとおりである。

*4 頭部キャップを取り外して直接目視により確認する。

4.6. 対策工

堤体・岩盤補強用アンカーの対策工は、大別して、新たなアンカーの設置（更新）と、現在設置されているアンカーの補修・補強に区分される。

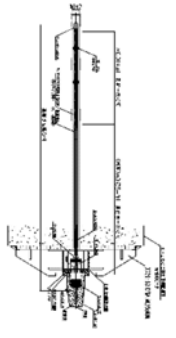
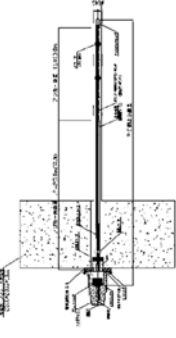
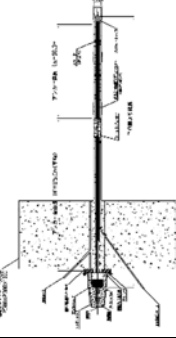
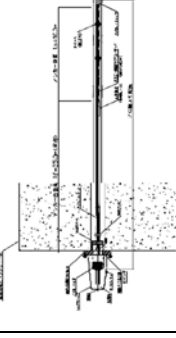
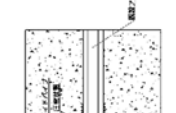
対策工の選定にあたっては、受圧構造物の種類、アンカーの構造（アンボンドタイプかフルボンドタイプか等）、点検結果や詳細調査に基づくアンカーの状態、現場条件等を踏まえ、複数案を比較検討し、劣化が顕在化する前に適切な対策を構ることが望ましい。

【解説】

対策工の実施は、受圧構造物の種類やアンカーの構造の組合せによる複数案の中から、工期・施工性・経済性・実現性等の項目について比較検討を行い、合理的な対策工を選定して行う。

堤体・岩盤補強用アンカーを対象とした対策工の比較検討例を表 4.9 に示す。

表 4.9 堤体・岩盤補強用アンカー対策工の比較検討例

	対策工(1)更新 アンボンドアンカー + 鋼製受圧板	対策工(2)更新 アンボンドアンカー + 現場打ち受圧板	対策工(3)更新 フルボンドアンカー + 現場打ち受圧板	対策工(4)更新 アンカー撤去 + アンボンドアンカー	対策工(5)補修 既設アンカー補修
模式図					
概要	<ul style="list-style-type: none"> 新たにアンボンド型アンカーを増し打ち。 プレキヤスト受圧板を受圧構造物とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 新たにアンボンド型アンカーを増し打ち。 現場打ち受圧板を受圧構造物とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 新たにフルボンド型アンカーを増し打ち。 現場打ち受圧板を受圧構造物とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 既設アンカーを破せ掘りで撤去し、同じ位置に新たにアンボンド型アンカーを設置する。 	<ul style="list-style-type: none"> 既設アンカーを除荷した後、新たな頭部材を用いて再緊張する。
特徴	<ul style="list-style-type: none"> アンカー新設のため長期安定が図られる。 プレキヤスト受圧板のため品質が向上する。 現場打ち受圧板に比べ高価。 アンボンド型アンカーのため供用中の維持管理が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> アンカー新設のため長期安定が図られる。 現場打ち受圧板のため経済性が向上する。 斜面上における受圧板製作が難しい。 アンボンド型アンカーのため供用中の維持管理が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> アンカー新設のため長期安定が図られる。 フルボンド型アンカーのため、グラウト硬化後の維持管理が不要。 削孔径が大きいため施工費が増大。 	<ul style="list-style-type: none"> 既設受圧板をそのまま利用できる。 既設アンカーの飛び出し等の心配が無い。 経済性に劣る。 必要荷重を満足できない場合、アンカーを新設する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 既設アンカーをそのまま利用できる。 経済性に優れる。 設計条件等によつては、除荷出来ない場合がある。 必要な品質を確保出来ない場合がある。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 材料は、索道や堤体上からクレーンで搬入できる。 足場にミニクレーンを設置することで、アンカー・受圧板の設置が可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 受圧板は、ロープ足場により設置。 アンカーは、足場を設置し施工するため、施工性に問題はない。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工性は、「対策工(2)」と同程度であるが、グラウト硬化後の試験によつては、足場再仮設の必要が生じる。 孔壁が崩壊すると自由長のグラウトが行えない恐れがある。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工前に既設アンカーの定着具を全て撤去する必要がある。 既設アンカーを全て撤去できない場合がある。 追加受圧板の設置は基本的に不要。 	<ul style="list-style-type: none"> くさび撤去に時間がかかり、腐食が進行したもの等は、破断の恐れがある。 除荷を実施、性能が確認出来れば定着作業は容易。
経済性	対策工(5)×3.4	対策工(5)×3.0	対策工(5)×3.7	対策工(5)×3.9	1.0
実現性	<ul style="list-style-type: none"> 一般的な更新手法であり施工性が良い。 	<ul style="list-style-type: none"> 現場打ち受圧板の施工性が若干劣る。 	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理が不要だが経済性に劣る。 	<ul style="list-style-type: none"> 既設アンカー撤去が施工性に劣る。 	<ul style="list-style-type: none"> 増し打ち等の追加工が必要になる場合がある。