

「砂防堰堤補強アンカー工法」の概要と事例

株式会社エスイー 非会員 ○早川 道洋
株式会社エスイー 正会員 竹家 宏治

1. 砂防堰堤補強アンカー工法の概要

1.1 概要

本工法は、グラウンドアンカーの緊張力によって、砂防堰堤に水平力および鉛直力を作用させて安全率の不足分を補完するもので、本工法の採用により、腹付コンクリートを最小厚（もしくは不要）とすることができるため、副堰堤との距離の確保や経済性、施工性を向上させることができるというメリットが期待できる。本工法の適用イメージを図-1 に示す。

1.2 砂防堰堤の補強が必要となった背景

砂防堰堤のうち、古い年代に設置されたものや、明確な技術基準が存在しなかった時期に設置されたものなどについては、建設時に十分な機能を有していなかったこと

や地質条件などの条件の変化により機能低下が進行したことなどが原因で、地震や土石流など異常現象発生時に被災しかねないものがある。特に昭和 52 年以前の技術基準により設計された砂防堰堤では、土石流に対する安全性・安定性が確保されていない可能性が指摘されている。

このような背景の下、既存の砂防堰堤を有効活用しながら補強を行う工法が求められている。

1.3 従来工法との比較

これまでは腹付けコンクリートにより砂防堰堤の安定性向上に対する補強を行うことが一般的であった。

しかし、腹付けコンクリートによる補強は、以下の問題点があげられる。

(1) 下流面への腹付けにより補強する場合

- ・腹付けコンクリートが非常に厚くなる
- ・下流側副堰堤との必要距離が不足する場合がある

(2) 上流面への腹付けにより補強する場合

- ・腹付けコンクリートが非常に厚くなる
- ・堆積土砂除去などの土工が必要になる
- ・出水時対策を考慮した仮設が広範囲におよぶ

砂防堰堤補強アンカー工法により補強を行うことで、上記の問題を解決した補強が可能となる。以下に砂防堰堤補強アンカー工法の特徴を示す。

- ・腹付けコンクリートを薄くできる（場合によっては不要）
- ・堆積土砂除去などの土工が不要である

1.4 組み合わせるアンカー工法の概要

砂防堰堤補強アンカー工法では、ナット定着方式の頭部定着具を有する以下の特徴を持つアンカー材を用いる。

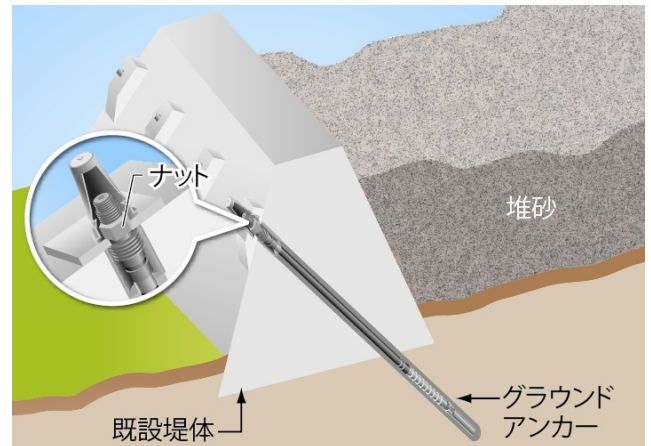


図-1 砂防堰堤補強アンカー工法のイメージ

キーワード 砂防堰堤, グラウンドアンカー, 補強, 安定性確保

連絡先 〒163-1343 東京都新宿区西新宿 6-5-1 新宿アイランドタワー (株)エスイー環境防災部 TEL 03-3340-5510

①耐久性

テンドン全長にわたり二重防食加工が施された耐久性の高い材料で、防食性に優れ、港湾施設やダム等の高腐食環境下においても多くの実績を有している。

②維持管理

ナット定着方式であるため、地震や土石流等の要因により荷重が変動した場合の再緊張、緊張力緩和や維持管理が容易に行なえる。

③耐震性

ナット定着方式であるため、水位や堆砂状況の変動による繰り返し荷重や、地震時や土石流発生時などの衝撃的な荷重が作用しても確実な定着を維持できる。

④高品質・省力化

工場製品であるため高い品質を確保でき、現場作業の省力化が図れる。

⑤大荷重まで対応可能

タイプルアンカー1本当たりの破断荷重は最大で 3477kN と大きいため、効果的な配置が可能となる。

1.5 妥当性の確認

砂防堰堤補強アンカー工法は、従来技術と異なり緊張力で安全率を補完するため、表-1 に示す調査・試験を行い構造の妥当性や使用する材料の性能の確認を行なった。

表-1 妥当性の確認方法

確認項目	確認細目	主な調査・試験項目
① 砂防堰堤の所定の安定性を確保	グラウンドアンカーにより砂防堰堤の所定の安定性を確保できること	・ 計算方法・計算例 ・ 地震を受けた本工法適用砂防堰堤の調査
② 砂防堰堤に作用する外力に対する性能	砂防堰堤に想定される外力が作用してもグラウンドアンカーの性能を確保できること	・ 衝撃荷重載荷試験 ・ PC ケーブルの動的載荷試験 ・ PC ケーブルの衝撃引張試験 ・ 近年の地震を受けた SEEE アンカーの実績 ・ 模擬地盤を用いた模型実験

調査・試験の結果、砂防堰堤補強アンカー工法は以下に示す性能を有しており、砂防堰堤の補強工法として有効であることが確認された。

(1) 砂防堰堤の所定の安定性を確保

アンカーを砂防堰堤に適切に配置することにより、緊張力の水平成分と鉛直成分の補強効果で砂防堰堤の3つの安定条件を満足させることが出来る。

① 砂防堰堤の自重および外力の合力の作用線が底部の中央 1/3 以内に入ること。

② 砂防堰堤底と基礎地盤との間で滑動を起こさないこと。

③ 砂防堰堤内に生じる最大応力が材料の許容応力度を越えないこと。地盤の受ける最大圧が地盤の許容支持力以内であること。

(2) 砂防堰堤に作用する外力に対する性能

ナット定着方式の頭部構造および摩擦圧縮型の支持方式により、堰堤に想定される外力が作用してもグラウンドアンカーの性能を確保できる。

2. 事例紹介

2.1 実績

砂防堰堤補強アンカー工法は現在、表-2 に示す 10 件の採用実績を有する。

いずれも老朽化による改修や基準の改定に伴う安全率の補完を目的として採用されたものである。

表-2 主な施工実績

名称	施工時期	堰堤建設時期	発注者
中沢砂防堰堤	平成 9 年	昭和 51 年	東北地方整備局 新庄河川事務所
本道寺沢堰堤	平成 10 年	昭和 50 年	東北地方整備局 新庄河川事務所
見附沢堰堤	平成 10 年	昭和 49 年	東北地方整備局 新庄河川事務所
本沢第一堰堤	平成 11 年	昭和 32 年	東北地方整備局 新庄河川事務所
門森沢下流砂防堰堤	平成 14 年	昭和 36 年	関東地方整備局 日光砂防事務所
射場山砂防堰堤	平成 17 年	昭和 17 年	近畿地方整備局 六甲砂防事務所
小武川第四砂防堰堤	平成 20 年	昭和 49 年	関東地方整備局 富士川砂防事務所
安蘇沢二号堰堤	平成 23 年	昭和 45 年	関東地方整備局 渡良瀬川河川事務所
安蘇沢三号堰堤	平成 24 年	昭和 47 年	関東地方整備局 渡良瀬川河川事務所
唐沢堰堤	平成 25 年(施工中)	昭和 45 年	関東地方整備局 日光砂防事務所

以下に本工法にて既設砂防堰堤を補強した主な事例を紹介する。

2.3 唐沢堰堤（関東地方整備局日光砂防事務所）

①概要

基準の改定により既設砂防堰堤の機能向上を目的として嵩上げを行なうにあたり、堰堤の安全率が低下し補強が必要となった。このため、砂防堰堤補強アンカー工法による補強を行い不足する安全率を補完した。

②施工

グラウンドアンカー工に使用するテンドンは、許容荷重 $T_d=2086.2\text{kN/本}$ の PC 鋼線を使用し、ポリエチレンによる二重防食構造、ナット定着方式、摩擦圧縮型のアンカーが使用された。削孔径は $\phi 165\text{mm}$ にて施工された。また、アンカー長は $L=43\text{m}$ (上段)と長尺であり、施工に際してさまざまな工夫がなされた。

堰堤上流側は満砂している状態で削孔によって堰堤を貫通すると、水頭差によって水がケーシングから噴出するおそれがある。この水により注入したグラウトが洗い流されたり品質が確保できなくなる可能性があるため、アンカー体長部分にはフリクションパッカーを設置し限定注入を行うことでグラウトの品質確保がなされた。

また、アンカー定着後の削孔口からの漏水を防ぐため、ケーシング抜管時に削孔口元にパッカーを設置したり、支圧プレート背面には止水処理が施され、堰堤表面への漏水を防ぐ処置がされた。

緊張には自動緊張システムを使用し、荷重と伸び量をリアルタイムで計測することで、より緻密なアンカーの品質確認や導入緊張力の管理がなされた。

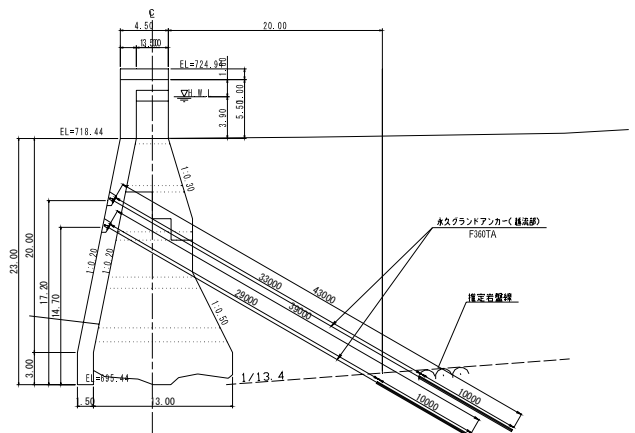


図-2 本堰堤断面図



写真-1 砂防堰堤全景

砂防堰堤補強アンカー工法は緊張力により堰堤の安全率を補完する工法であるため、堰堤の安定に必要な緊張力を常時作用させておくために維持管理を行うことが重要である。

このため本工事では、荷重調整の容易なナット定着方式のグラウンドアンカーが使用された。また、腹付けコンクリートには切り欠きを設けアンカー頭部が露出する構造とされており、異常時には緊張機械を用いて容易に残存引張力の確認、調整ができる構造とされた。

越流部に設置したアンカーに関しては、越流した水や土砂からアンカー頭部を保護するため、切り欠き部分にステンレス鋼板の蓋が設置された。蓋はボルトで固定されているため、必要に応じて取り外しが可能でありグラウンドアンカーの維持管理をさまたげない構造とされた。

3. まとめ

砂防堰堤補強アンカー工法は、下流側より上流側底に向かって削孔するため、仮設が小さく土工も必要としない。従来工法と比較して施工面積が小さく工期の縮減も期待できる。また、腹付厚さを最小限に抑えることにより下流側副堰堤との距離の確保が可能になるなど、これまで現場条件によって補強が不可能であった堰堤についても効果的に補強が可能である。

4. 参考文献

- 1) 一般財団法人 砂防・地すべり技術センター
「砂防堰堤補強アンカー工法 設計・施工マニュアル」
平成 25 年 4 月



写真-2 削孔状況



写真-3 パッカー (参考)

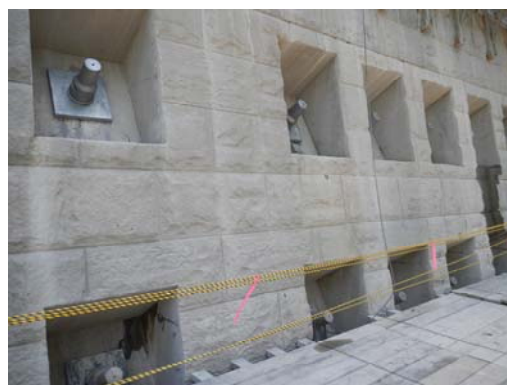


写真-4 定着状況



写真-5 越流部頭部保護