

グラウト注入工による既設堰堤の老朽化対策について

五條土木事務所 松田 大智

1. はじめに・背景

奈良県では、平成 30 年に作成した「奈良県砂防関係施設長寿命化計画」をもとに砂防関係施設の定期点検を行った。施設点検結果により健全度が c + (要対策) と評価された砂防施設から最下流堰堤を優先的に老朽化対策している。基礎地盤へのグラウチングは工法として確立しているが、堰堤補修に適用する事例がまだ少ないなか、土砂化して空隙が目立つ堰堤に老朽化対策として、健全度が c + (要対策) の南谷砂防堰堤において、「堰堤補修グラウチング工法」を採用した。

本研究では、堰堤補修グラウチング工法を用いた施工の経験から、今後の老朽化堰堤の補修を進める上での活用・参考となることを目的とする。

2. 既往事例

土木建設分野における堰堤補修グラウチング工法の事例は、令和 3 年に岩手県において実施されており、奈良県内では初の事例となる。

3. 南谷砂防堰堤の概要、劣化状況、施工方法の検討

3-1. 工事の諸元

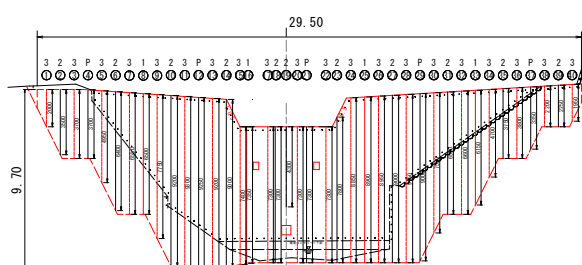


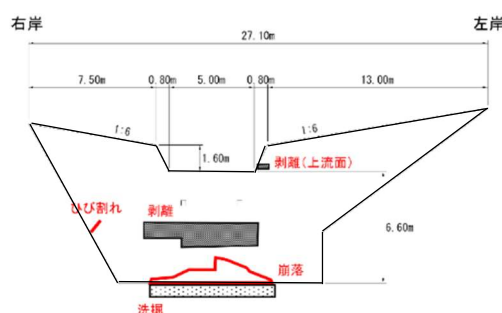
表-1

工事場所	奈良県吉野郡野迫川村北股
工期	令和 6 年 3 月 26 日 ～令和 7 年 8 月 29 日 (522 日)
工事概要	工事延長 L=7.0m コンクリート堰堤工 V=468m ³ グラウト注入工 N=45 孔 (φ 86)
受注者	株式会社上村組

3-2. 劣化状況

表-2

構造	粗石コンクリート
劣化状況	本体下部：崩落 c + 本 体：剥離 c + 本 体：洗掘 c + 本体右岸側：ひび割れ b 本 体：漏水 a 袖部(上流面)：剥離 a
竣工年月日	昭和 57 年 9 月 11 日



3-3. 既設堰堤の補強工法検討

堤体ボーリング調査の結果、長期に渡る流水の影響で堤体コンクリートが土砂化し空隙が増加して脆弱化するとともに堤体重量が不足していることから、既設堰堤の補修を行う必要がある。そこで既設堰堤の健全部を活用して堤体の空隙を充填することのできる堰堤補修グラウチング工法を採用する。

4. 既設堰堤の補修工法

4-1. 既設堰堤の補修計画

① 堰堤造成時の打設工法を推定し、完成当初の単位体積重量を 23.11kN/m³ と推定

② 堤体ボーリング調査結果により、現況の空隙率は $\alpha_1=20\sim40\%$ 程度と推定

①, ②の結果により、既設堤体単位体積重量は $\gamma_c=19.44\sim15.77\text{kN/m}^3$ と推定

堤体補修後空隙率については、10%未満を指標とし、既設堰堤の補修後に必要な単位体積重量を算出

既設堰堤の補修後に必要な単位体積重量 $\gamma_c=20.76\sim20.52\text{ kN/m}^3$

$\gamma_c=20.52\text{ kN/m}^3$ ($\alpha_1=40\%$) 必要となる

4-2. グ라우チング工法の概要

① 改良効果の判定

補修計画より改良効果の判定は表-3 となる

表-3

項目	判定方法	判定基準
空隙率	ボアホールカメラにより空隙割合判定	10%未満
単位体積重量	ボーリングコア(チェック孔)より算定	20.52kN/m ³ 以上

本工事より、グラウト注入前後の空隙率判定、採取コアは以下ようになった。
グラウト注入する前後の孔をそれぞれパイロット孔、チェック孔とする

(1) 空隙率判定

図1 パイロット孔展開画像

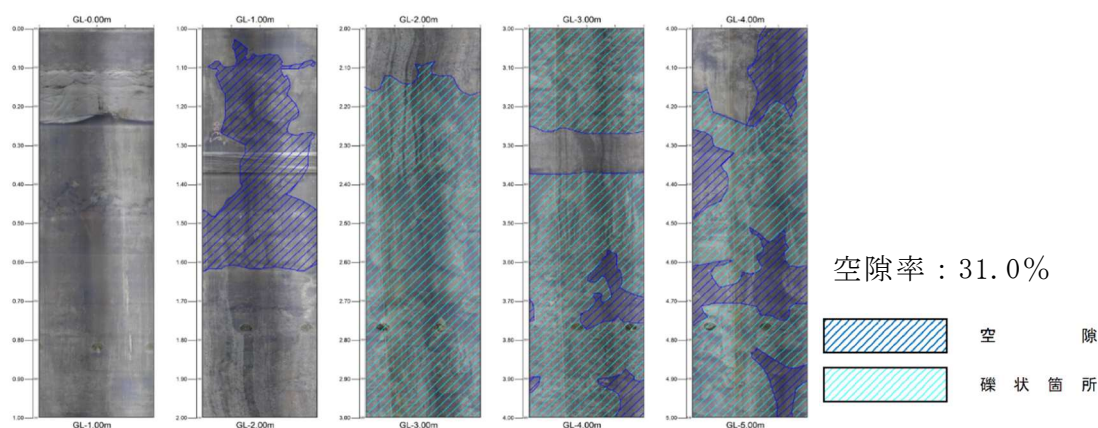
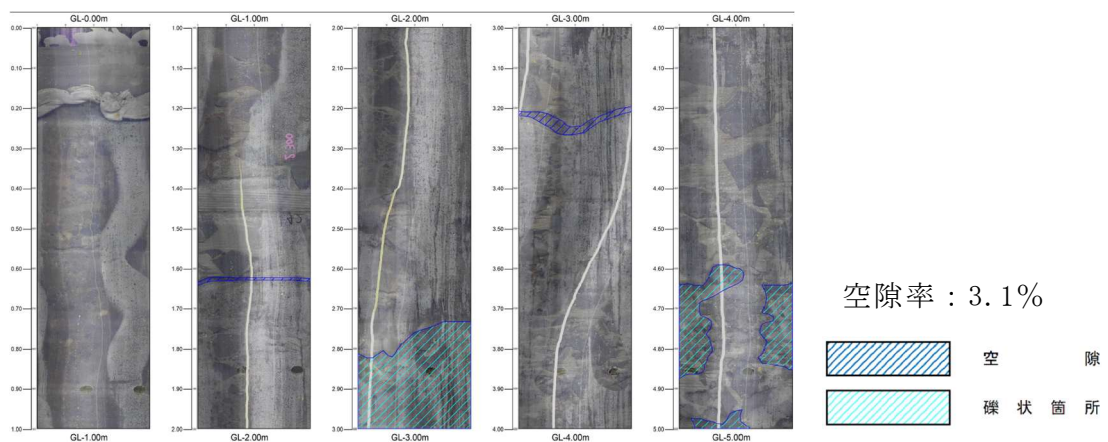


図2 チェック孔展開画像



計算方法：空隙率(%) = (空隙(m²) + 礫状箇所 × 0.35^{*}(m²)) / 表面積(m²) × 100

※礫状箇所の空隙率は間隙率が30～40%であることから中央値35%とする
上記ボアホールカメラ展開画像では、空隙率31.0%から3.1%となり、改良効果が得られた。

(2) コア採取

パイロット孔（グラウチング施工前）



拡大図



チェック孔（グラウチング施工後）



拡大図



② グ라우チング工の仕様検討

グラウチング工の仕様検討を以下表-4に示す

表-4

堰堤充填方法	孔壁が自立しないため、ケーシング削孔をし、圧力ゲージ付塩ビストレーナーパイプを挿入後、ケーシングパイプを引き抜く
孔配置	堰堤内に広く充填させるために千鳥配置
チェック孔	規定孔まで施工完了後、チェック孔としてコア採取をし、ボアホールカメラ撮影により空隙率の改良効果を判定
注入材料	堰堤よりリーク（隙間からの流出）し難く流動性のある注入材料を選定。本工事ではビスコトップ 500K を使用
注入仕様	注入圧力は 0.1～0.2Mpa とし注入速度低下で注入終了

堰堤補修グラウチング工法の作業手順について、以下図-3、図-4 のようになる

図-3

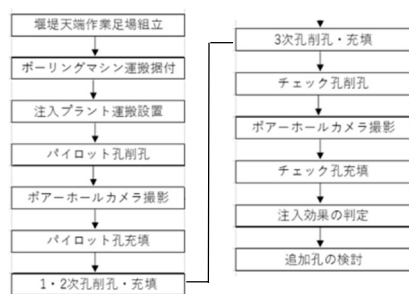
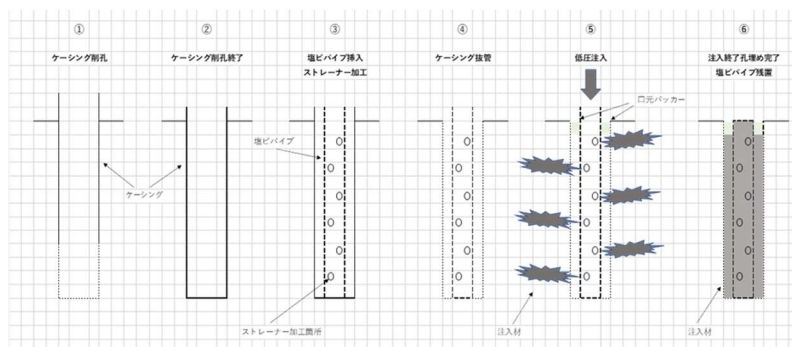


図-4



5. 課題整理

課題整理の方法として、受注者へ「施工性」「苦勞した点」「経済性」の項目についてヒアリングを実施し、堰堤補修グラウチング工法における課題点を整理した。

ヒアリング結果を表-5 に示す

表-5

施工性	注入材は、流動性のある材料であったため、施工性は良かった
苦勞した点	注入材が堰堤よりリークすることに伴い、河川に混入し水質汚染となる恐れがあったため、流出監視・対応が苦勞した
経済性	注入材が想定量よりも増加したため、想定以上の費用がかかった

6. 考察

ヒアリング結果から、注入材の流動性次第で充填の施工性・空隙充填能力、注入材リークによる自然環境への影響が左右され则认为られる。よって、課題点は、注入材のリーク対策および注入材の仕様検討が挙げられる。本工事では、下流断面欠損部からの注入材のリークを防止するために、経済性を考慮し、欠損が顕著な部分に流動性の高いコンクリートを充填する断面修復工を施工していた。しかし、経済性が逆転する恐れはあるが、欠損部を充填するだけでなく、堰堤下流面にコンクリート吹付を施工すれば、堰堤下流面からの注入材のリーク量は減少可能だと考える。また、本工事では注入材がリークしたことにより、想定数量の1.4倍を注入することとなった。そのため、作業員が堰堤下流面でリークした注入材の対応に追われた。注入材の流動性次第でリークする恐れがあるため、今後、堰堤補修グラウチング工法を計画する際は、最適な注入材の仕様の検討は必要となる。また、充填方法・河川汚濁処理なども検討の余地はあると考える。

7. おわりに

本成果および本工事が今後の砂防堰堤補修におけるグラウチング工法の先駆けとなり、グラウチング工法の活用と参考され、砂防施設の老朽化対策の発展に寄与することを願う。最後に、本研究に携わって頂いたすべての方に感謝の意を表する。