

川俣ダム基礎岩盤補強における岩盤 PS アンカー工の適用事例

関東地方整備局川俣ダム管理支所 正会員 上原 浩明
 (株)大林組川俣ダム工事事務所 正会員 ○柱 征宏 北村 広志
 正会員 宮本 圭
 (株)大林組生産技術本部ダム技術部 正会員 徳永 篤

1. はじめに

近年、各地に建設したダムの老朽化の懸念や機能の増強などのニーズからダムリニューアルの需要が高まっている。川俣ダムは、鬼怒川最上流に位置し、建設後約50年が経過した高さ117mのアーチ式コンクリートダムである。建設当時行った基礎岩盤補強工事（既設アンカー）について、今回岩盤補強対策が必要となり、既設アンカーの間に新たに国内初の大口径・大容量の岩盤 PS アンカー¹⁾（更新アンカー）工の施工をダム機能を維持しながら行った。本報では、岩盤 PS アンカーの削孔～テンドン挿入～注入～緊張定着作業のうち注入に関する技術的課題と対応について報告する。

2. 計画概要

更新アンカーの設計アンカー力は、既設アンカーの将来的な機能低下を前提に、改めて既設アンカーの緊張力と同程度の緊張力を導入する考えで決定された。図-1に左岸部（左岸A部・B部）、図-2に右岸C部のアンカー配置図を示す。また、表-1に対策工の概要を示す。なお、建設当時の岩盤処理工平面図を図-3に示す。

3. 技術的課題と対応

グラウトミルクの注入は、「PCグラウトの設計施工指針」に準拠し、圧縮強度は30N/mm²必要であり、表-2および表-3に示す配合・管理基準で実施したが、注入を行う上で、いくつかの技術的課題があった。

3.1 長距離圧送をとまなうグラウトの品質確保 高低差がある急峻な地形における注入は、長距離圧送になることから材料分離による品質低下に起因する強度低下が考えられた。そこで事前に現地圧送試験を実施し、グラウト品質に問題がないか確認した。

3.2 グラウトミルクの逸出対策 右岸部は上部の標高で山を二分するF29断層が、地表部で小さな谷を形成し、アーチアバットメントの乗る尾根が比較的薄く、トップリングや岩盤の緩みにやや問題がある。

表-1 対策工の概要

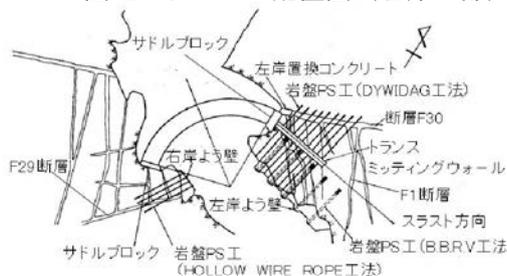
施工箇所	左岸A部	左岸B部	右岸C部
既設アンカータイプ	DYWDAG	B.B.R.V	WIREROPE
設計アンカー力	2,400KN/孔		
アンカー基本ピッチ	2.0m	2.0m	2.5mまたは3.0m
アンカー配置	(TWIに対して) 俯角:10°	(擁壁に対して) 俯角:30°	(擁壁に対して下流側) 俯角:20°
防食仕様	フルボンド+ECFストランド		
削孔径	φ216mm		
定着長	10.0m	8.5m	8.5m
最大削孔長	置換コンクリート部8.5m	34.2m	50.0m
圧縮力	43,200KN	52,800KN	36,000KN



図-1 アンカー配置図（左岸A・B部）



図-2 アンカー配置図（右岸C部）

図-3 岩盤処理工平面図²⁾3)

キーワード ダムリニューアル, 岩盤 PS アンカー, グラウト注入

連絡先 〒321-2717 栃木県日光市川俣 720-2 (株)大林組 川俣ダム工事事務所 TEL 0288-25-5036

また、左岸 A 部の定着長部は、高透水との懸念がある大規模な F30 断層を貫くため、グラウトミルクの逸出により、設計アンカー力を導入するための所定の強度を有する健全な定着体の形成ができず、 tendon の防食機能が不十分になる可能性も考えられた。そのため透水性を定量的に評価するため、各段最初に施工するアンカーの定着長部で水圧試験（口元圧力で 0.25Mpa）を実施した。水圧試験により 10 分間の孔からの漏れが、64L/min/8.5m・75L/min/10m（30 ルジオン相当）を超えた場合、プレグラウトを実施した。なお、左岸 A 部は、先行施工するひずみ計測アンカー孔で 5m/区間として全長ルジオン試験を実施した。

表-2 グラウトミルク配合表

普通ポルトランドセメント	高性能 AE減水剤	膨張性混和材	C:W
1,423kg/m ³	22.5kg/m ³	74.9kg/m ³	1:0.35

表-3 品質管理基準

管理項目	フロー値	比重変化
規格値	27秒以下	理論値±2%以内
測定機器	Pポート	マッドバランス

3.3 グラウトミルクの確実な充填方法 グラウトの充填効果を高めるため、注入グラウトが口元に戻り、リターン比重を確認した後に、加圧注入を行った。加圧注入は定着長部、自由長部とも 0.2MPa を 1 分間保持されるまで繰り返し行った。

4. 施工結果と考察

4.1 現地圧送試験結果 現地圧送試験は、夏季に実施したが、当初懸念していた圧送性に問題はなく、グラウトの流下時間・比重変化は規格値の範囲内であることを確認した。なお、夏季に実施したにも関わらず、グラウト圧送後の流動性は逆に向上した。一般的に流体は温度が高いほど流動性は良くなるが、セメント水和熱による凝結も早まりグラウト圧送性に問題が生じやすい。しかし今回は、高性能 AE 減水剤による凝結遅延効果もあり、グラウト圧送性に影響を与えるまでには至らなかったと推察する。

4.2 水圧試験結果 左岸 B 部 cd7 孔の水圧試験結果が 69.9L/min/8.5m となり、基準値を超えたため当該孔でプレグラウトを実施した。また、この段の残りの本設孔 6 孔すべての定着部で水圧試験を実施したが、いずれも基準値以下であった（図-4）。全長ルジオン試験結果と合わせて、局所的に透水性が高い部分はあるが、岩盤の透水性は全体としては高くないことが確認できた。

4.3 加圧注入評価 本工事のグラウトの注入量は、定着長部では、表-4 で示すよう割増率が 3 倍以上となったのは 1 孔のみで、自由長部では、最大で 1.94 倍で、平均値は 1.13 倍から 1.63 倍と、グラウンドアンカー設計施工マニュアル⁴⁾で想定されている基準（硬岩で 1.5 倍から 3.5 倍）よりもかなり少ない注入であり、水圧試験の結果どおり、亀裂や湧水もほとんどない孔壁が安定した状態であったと考えられる。

5. まとめ

今回の川俣ダムでの岩盤 PS アンカー工事では、ダム機能を維持しながら、冬期休止により年間稼働日数が少ない中、急峻な地形に大規模なアンカー構台を設置して、国内初の大口径・長尺アンカーの施工ができたことを確認し、本報ではそのうち、注入について報告した。

今回の工事で得られた知見が今後の岩盤 PS アンカーなどの岩盤補強工事の一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) 川崎秀明, 久保弘明: ダムに関する技術の系譜 第 2 回 一堤体 PS アンカー, ダム技術, No.404, 32-45, 2020.5
- 2) 社団法人土木学会 工事報告 川俣アーチダム, 1965 年 8 月
- 3) (一財)ダム技術センター: アンカー工法によるダム堤体の補強方法に関する研究, 第 201001 号, 2010.9
- 4) 一般社団法人 日本アンカー協会: グラウンドアンカー設計施工マニュアル, 2013 年 6 月

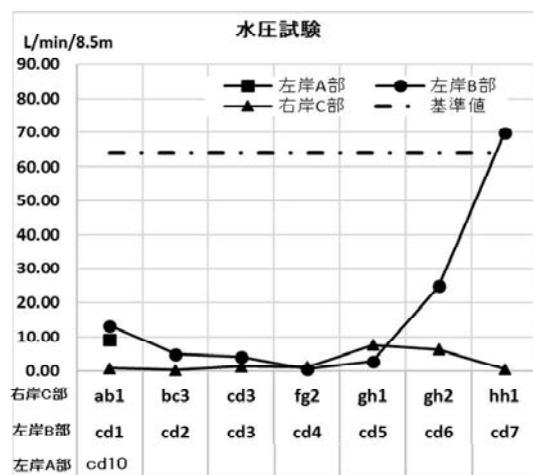


図-4 水圧試験結果

表-4 注入実績表

	定着部			自由長部		
	左岸A部	左岸B部	右岸C部	左岸A部	左岸B部	右岸C部
設計との差の注入量【最大値】	0.757m ³	0.319m ³	0.291m ³	0.446m ³	0.511m ³	0.291m ³
設計に対する割増【最大値】	3.07倍	2.03倍	1.94倍	1.36倍	1.68倍	1.94倍
設計との差の注入量【平均値】	0.225m ³	0.196m ³	0.180m ³	0.217m ³	0.196m ³	0.180m ³
設計に対する割増【平均値】	1.62倍	1.63倍	1.58倍	1.13倍	1.27倍	1.58倍