

光ファイバを用いたダム基礎グラウチングの評価

鹿島建設(株) 正会員 野中隼人 黒川紗季 白鷺 卓 宮嶋保幸 今井道男
奈須野恭伸 ○小林弘明 中村聡馬

1. はじめに

ダムの基礎処理工において、グラウチング時の岩盤内部の状況を把握することは、止水性能の確保や合理的な注入を検討する上で重要である。しかし、岩盤内部には多数の割れ目が不均質に存在し、地下水やセメントミルク（注入材）はそれらの割れ目を複雑に経路するため、注入状況を正確に把握することは容易ではない。そこで、高精度にデータを取得できる分布型光ファイバ計測技術に着目し、光ファイバを基礎岩盤に埋設することで注入時の岩盤内部の状況を評価する技術の開発を進めている¹⁾。本報では、効果の高い注入仕様を評価することを目的に実施した現場試験において、空間的なセメントミルクの注入状況の把握を試みた結果について報告する。

2. 試験概要

秋田県雄勝郡東成瀬村で建設中の成瀬ダムにおける補助カーテングラウチングの一部を対象に、注入仕様を決めるための試験施工を行った。試験施工では図-1に示すように試験サイトを分割し、複数の注入仕様の効果の比較を行った。表-1に各エリアの主な注入仕様を示す。その際に、合計8箇所光ファイバ観測孔（M1～M8）を予め設置して、注入により生じるひずみと温度の変化を計測し、注入効果の違いを評価できるかについての検討を行った。

光ファイバ計測は、レイリー散乱光に基づくTW-COTDR方式の計測器を用いて、光ファイバに沿って50mm間隔で約1分間に1回の頻度で連続計測を行った。また、注入水やセメントミルクの到達による温度変化を明瞭に捉えるために、事前に約25℃まで加温した上で注入を行った。図-2に試験概要図を示す。

3. 計測結果

計測結果例として、図-1に示すエリアCの注入孔における、水押し試験時とグラウチング時の連続計測で得られた観測孔M2（離隔3.35m）のひずみと温度の深度分布を図-3に示す。両者ともに、注入区間深度を中心に反応が見られるが一様ではない。特に3.0m、3.5m付近では、局所的に圧縮及び引張りひずみが生じており、温度も大きく増加している。該当深度近傍のBTVによる孔壁展開画像を確認すると、概ね同一深度に約1mmの開口割れ目が確認されたことから、注入によりこれらの割れ目が変位しセメントミルクが通過したと考えられる。図-4はその時の注入データとM2孔の深度3.5mにおけるひずみと温度の経時変化を示しているが、注入に伴い連続的にひずみが増加する挙動やセメントミルクの到達による温度上昇を明瞭に捉えている。

キーワード ダム, 基礎処理工, 分布型光ファイバ計測, 割れ目, セメントミルク到達距離

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL042-485-1111

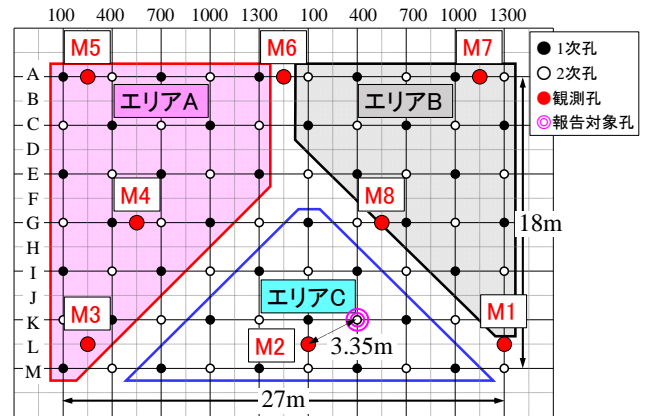


図-1 光ファイバ観測孔、施工エリアのレイアウト

表-1 各エリアの注入仕様

エリア	注入材料	規定圧力 [MPa]
A	高炉セメントB種	0.5
B	超微粒子セメント	0.3
C	超微粒子セメント	0.5

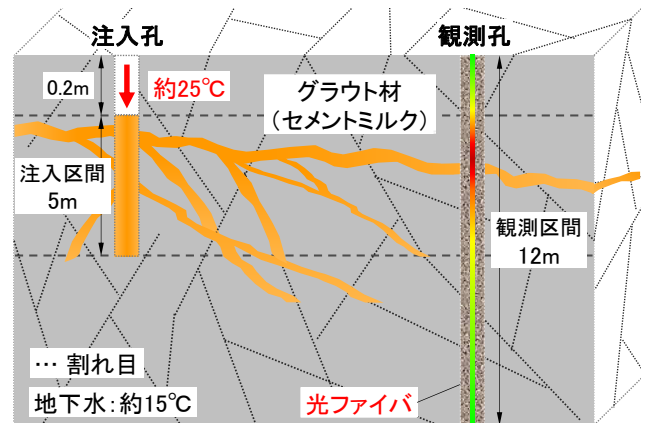


図-2 試験概要図

4. 温度計測による注入効果の評価

温度上昇からセメントミルクの到達検知が可能であることを活用し、空間的なセメントミルクの注入状況の評価した。具体的には、注入孔と各観測孔（M1～M8）の離隔距離に対するグラウチング開始直前からの温度上昇量（最大値）を整理した。図-5は、追加孔を含む全66孔について整理しエリアごとにプロットしたものである。岩盤性状の影響を受けるためばらつきが大きいものの、全体として注入孔との距離が近くなるに伴い温度上昇量が大きくなる傾向が確認された。特に、セメントミルクに超微粒子セメントを使用したエリアBとエリアCでは、離隔が3m以上の場合でも明瞭に温度上昇したケースが多数見られる（図-5 網掛け範囲）。

セメントミルクの到達の判断閾値となる温度上昇量を設定すると、対数近似式から逆算することで平均的なセメントミルクの到達距離を評価することができる。閾値を1°Cと仮定した場合、平均到達距離はそれぞれエリアA：0.7m、エリアB：5.0m、エリアC：6.3mと算定された。この結果から、高炉セメントを使用したエリアAに比べて、超微粒子セメントを使用したエリアBとエリアCの方が注入効果が高いことが示された。

到達距離を評価する閾値については実績を蓄積して妥当な設定方法を検討する必要があるが、本検討を通して温度計測により効果的な注入仕様を評価できることを示した。

5. まとめ

現場試験を通して、分布型光ファイバ計測技術によりグラウチング時に岩盤内部に生じるひずみと温度を連続計測することで、セメントミルクの注入状況を把握できることを確認した。さらに、複数箇所計測された温度上昇量を整理することで、セメントミルクの平均的な到達距離を推定し、注入効果の評価できることを示した。

本技術により効率の高い仕様を評価できることから、1孔当たりの注入効果を高めることで、追加孔の減少や規定孔間隔の変更・間引きなど、施工数量の縮減による合理化に繋げることができる。

参考文献

- 1) 黒川ら：光ファイバを用いたライフサイクル性能評価のうちダム基礎処理工における岩盤挙動計測技術の開発，第15回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，2021。

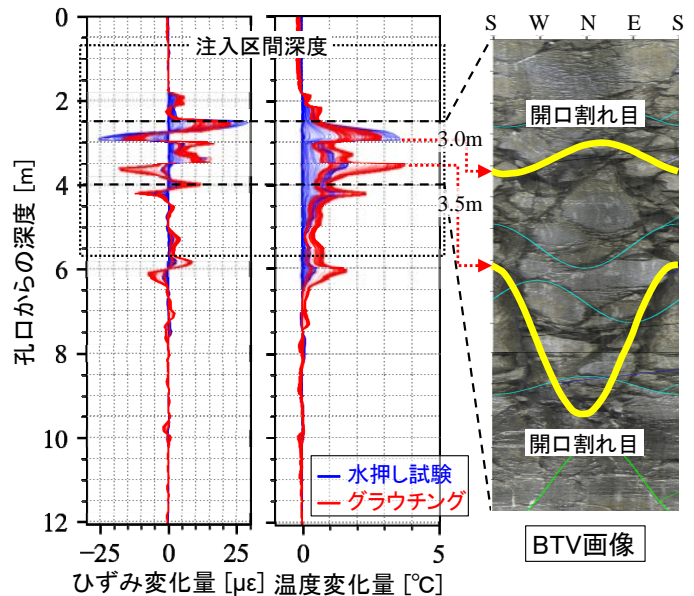


図-3 M2孔におけるひずみ・温度の深度分布(左)及びBTV画像(右)

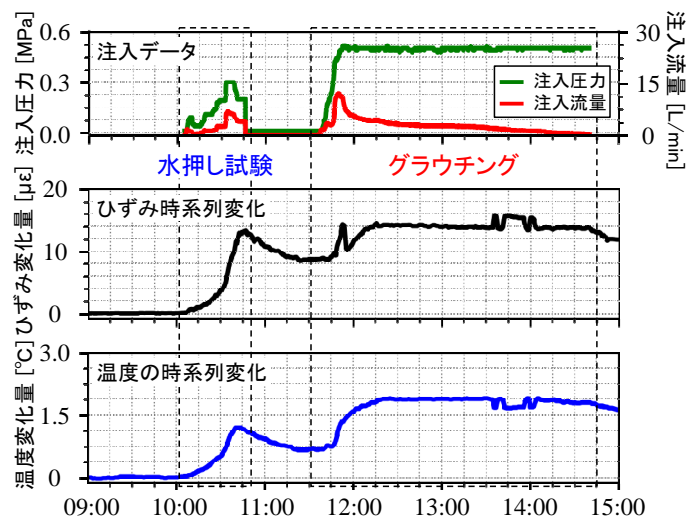


図-4 注入時の計測結果(M2孔，深度3.5m)

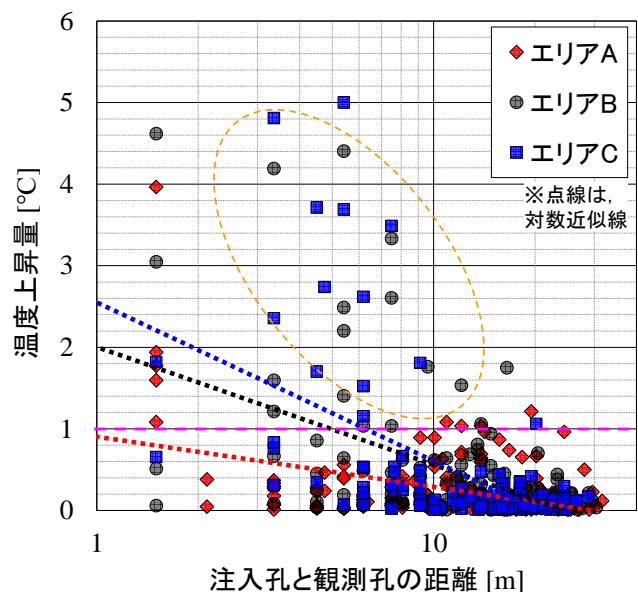


図-5 注入孔と観測孔の距離に対する温度上昇量