

隣接孔地下水位測定を併用した透水試験による透水連続性の検討

株式会社地圏総合コンサルタント ○海老原 直暉, 藤本 泰史, 徳留 亮, 田村 正春

1. はじめに

ダム建設事業に際して、止水処理方法を設計・施工するために、ダム基礎岩盤及び貯水池周辺地山の水理地質構造を把握することが重要である。一般に、水理地質構造は複数のボーリング調査により与えられる地質情報および透水性状に加え、初生的な地質構造や営力の影響をふまえて構築される。

ダム建設事業におけるダムサイトの地質調査は、一般に想定ダム軸に平行および直行する調査測線を設定し、測線の交点で調査を行うグリッド方式が採用される¹⁾。地山の透水性の把握は、ボーリング孔を利用する注水式の透水試験であるルジオンテストで行われることが一般的である。

グリッド方式の調査では、等間隔で平均的に水理地質情報の収集が期待される一方で、測線間の水理地質構造は、地質構造や営力を考慮して補完されることとなる。

我々はダム基礎岩盤における透水帯の連続性把握の一助となることを期待し、ルジオンテスト実施期間中、隣接する既設地下水位観測孔での水位観測を実施した。ルジオンテストによる注入水によって、隣接孔で水位上昇が認められれば、試験孔の試験区間の透水帯が隣接孔へとつながっている可能性が高いと判断することができる。本発表では、ダム基礎岩盤の水理地質構造調査において、ルジオンテスト実施中における隣接観測孔水位観測の有効性を確認した調査事例について報告する。

2. 調査結果

(1) 地質概要

本調査で新規掘削した D-R2-1孔および D-R2-2孔ではともに地表面から未固結の崖堆積物、上位凝灰岩類ユニット、溶岩・火山角礫岩ユニット、凝灰岩類・自破碎溶岩類ユニットを確認した。調査地の岩盤はB級を主体とし、一部で脆弱化したC～D級岩盤が確認される。

(2) 孔内観察

孔内観察は、ボアホールスキャナを用いて実施した。比較的透水性の高い区間では、開口亀裂の存在や亀裂の密集などが確認された。

(3) 岩盤透水試験(ルジオンテスト)

ルジオンテストは「JGS-1323-2012 ルジオン試験方法」²⁾および「ルジオンテスト技術指針・同解説」³⁾に基づき実施した。試験は1ステージ5mを原則とし、ダム天端標高以深で実施した。試験の注入圧力パターンは、低圧重視型の10段階昇圧パターンを採用した。昇圧は0→0.05→0.10→0.15→0.20→0.30→0.40→0.60→0.80→1.00MPaの昇圧パターンで実施した。また、最大の送水

量は120L/minとした。各孔のルジオンテストの結果は以下のとおりである。

D-R2-1孔は標高275.69m以浅では一部で $10 < Lu \leq 20$ を示すが、標高275.69m以深は $Lu \leq 2$ の低透水を示す。

D-R2-2孔は標高236.41m以浅では $Lu \leq 2$ を主体とし、一部で $Lu \leq 10$ を示す低透水領域である。標高211.41～236.41mで $Lu > 10$ を示す高透水領域が分布する。標高211.41m以深は $Lu \leq 10$ を示した。

3. 隣接観測孔での水位応答

(1) 概要

透水帯の連続性の確認の一助となることを期待し、既往調査で設置された水位観測孔3孔に、自記水位計を設置(図-1)し、地下水位観測を実施した。地下水位の観測はルジオンテストを実施する期間中とし、測定の間隔は15分とした。

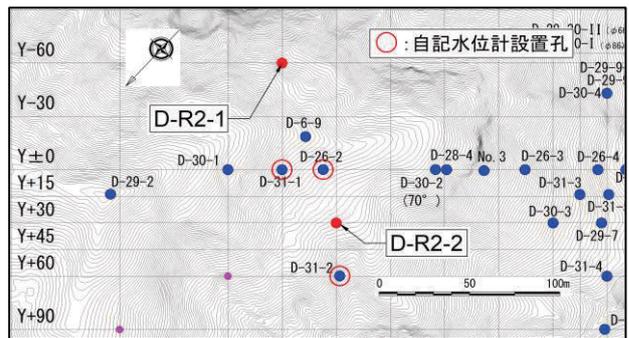


図-1 調査位置および水位観測実施孔

(2) 結果

自記水位計を設置した3孔のうち、1孔(D-31-2孔)で、ルジオンテストによる注水期間中に水位応答が認められた。水位応答が認められた日時の直近では降雨が認められないことおよび、ルジオンテストの実施時間中に水位の応答が認められたことから、ルジオンテストの注水による水位上昇と判断される。

水位応答はD-R2-2孔の21st以降のルジオンテスト実施時に、試験孔の北西側約30mに位置するD-31-2孔で確認され、水位上昇は10cm以上であった(図-2)。他の2孔では、降雨に応じた水位上昇は確認されたが、ルジオンテスト実施時間中の水位応答は確認されなかった。

D-31-2孔で水位上昇が認められた際のルジオンテストの特徴は以下のとおりであった。

- ① 水位応答はルジオンテストの後半に生じる。
- ② 水位応答が認められたルジオンテストでは100L/min以上の流量を供給している。
- ③ 送水量が100L/min以下の場合、水位応答はない。

- ④ 21st 以降のルジオンテストでは、ルジオン値と限界圧力のいずれも低い値を示した。

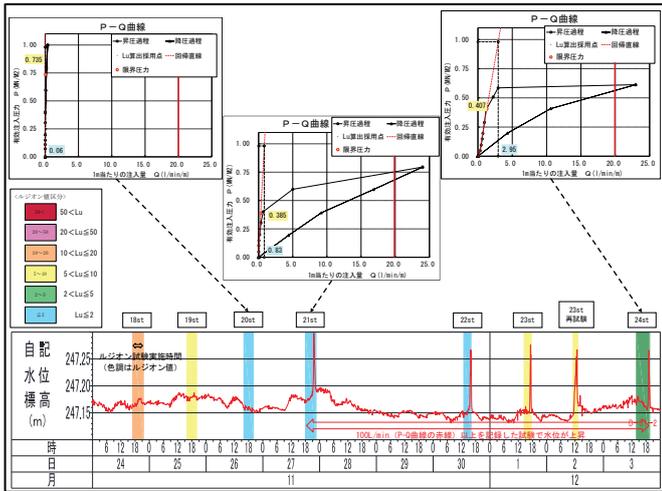


図-2 P-Q 曲線と水位応答(D-31-2孔)

4. 透水連続性と亀裂性状・方向の検討

水位応答が認められた D-31-2孔での過年度調査では、標高220~250m 付近にルジオン値 $20 < Lu \leq 50$ の高透水帯(図-3中①)の分布が報告されている。

D-R2-2孔の21st 以降(標高201.41m 以深)のルジオンテスト区間で観察された水みちとなりうる開口亀裂等の姿勢をルジオンマップ断面に整理した結果、本区間に分布する開口亀裂の多くは、D-31-2孔の標高220~250m 付近の高透水帯方向に向いていることが明らかとなった。

以上より、D-R2-2孔の21st 以降のルジオンテスト区間に分布する透水帯は、D-31-2孔の高透水帯へ連続している可能性が示唆された。

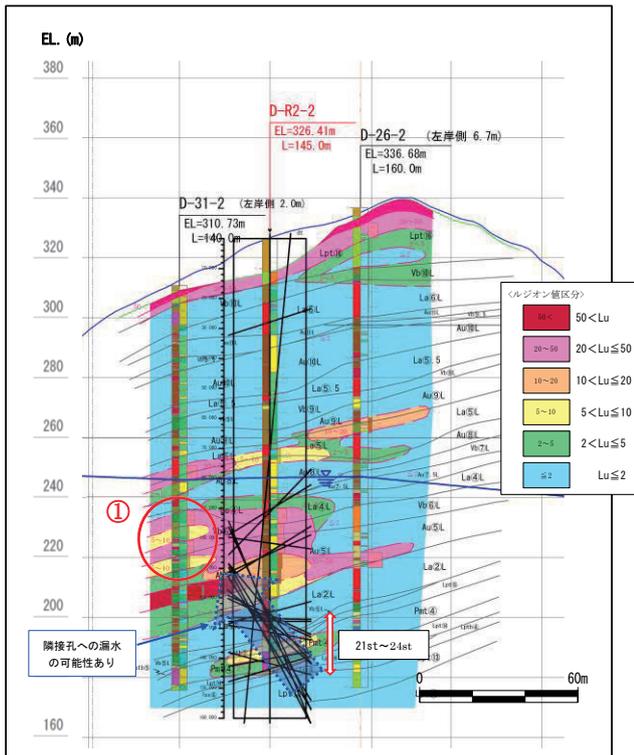


図-3 透水連続性の検討(開口亀裂の見かけ傾斜)

5. まとめ

ダム基礎岩盤の調査に伴い、水理地質状況把握および透水帯の連続性の検討の一助になることを期待し、ルジオンテスト実施中に隣接観測孔での自記水位観測を実施した。結果は以下のとおりであった。

- ① ルジオンテスト実施中に隣接観測孔で地下水位観測を実施し、1孔で地下水位の応答を確認できた。
- ② 孔内観察による亀裂の方向性や性状を考慮し、透水帯の連続方向を推測することができた。
- ③ 自記水位計を用いることで、安価にかつ容易に着手可能な方法で、調査測線間(グリッド間)の透水帯の連続性を補完することができた。

6. 課題と展望

本発表ではルジオンテスト実施時における隣接孔の水位観測の実施が、透水帯の連続性検討に有効である事例を紹介した。隣接孔地下水位観測を併用した透水帯の連続性の検討法が適用可能な条件として、下記の条件があげられる。

- ① 地下水位観測が可能な既設観測孔があり、透水性の把握がされていること。
- ② データ測定間隔の短い測定機器を使用可能なこと。
- ③ 孔内観察を併用し、透水性亀裂の方向を把握すること。

以上のようにこれらの手法の適用範囲には制約があるが、ルジオンテスト実施に際して、水位観測の可能な隣接孔がある場合は、水位観測を実施することで、孔内観察(ボアホールカメラ)結果も踏まえ、透水帯の連続性の適切な評価が行えると考えられる。

《引用・参考文献》

- 1) 土木学会編:ダム建設における水理地質構造の調査と止水設計, p.47,2001.6.
- 2) 地盤工学会編:地盤調査の方法と解説, pp.574~586., 2013.3.
- 3) 国土技術研究センター編:ルジオンテスト技術指針・同解説, 2006.7.