

ダム基礎岩盤の止水処理と岩盤水理特性

建設省土木研究所 山口 嘉一

1. はじめに

ダム基礎岩盤の止水処理を適切にかつ合理的に実施し、その効果を確認するためには、対象となる基礎岩盤の水理特性を正確に把握する必要がある。ここでは、岩盤の水理特性として透水性、浸透破壊抵抗性、グラウタビリティーおよび地下水圧分布を挙げて、各項目の測定方法、適切な結果の解析法と止水処理への利用法およびダム湛水時の漏水監視への応用等について考えてみたい。

2. 透水性

ダム本来の目的は貯水にあるため基礎岩盤からの漏水は最小限に押さえる必要がある。そのための対策工が止水処理であり、その効果を十分あげるためには基礎岩盤の透水性を正確に把握する必要がある。ダムサイトにおける原位置透水試験法としては、ルジオンテストが一般に用いられ、透水性はルジオン値により評価されている。我が国においては、この試験法に対して技術指針¹⁾があり統一仕様に基づく試験の実施が目指されている。この試験から得られるルジオン値や限界圧力は、透水性の把握に留まらず、最も一般的な止水処理法であるグラウチングの適切な仕様決定に役立つ重要なパラメータである。しかし、ルジオンテストの結果である $p-q$ 曲線の形状をより詳しく分析すれば、ルジオン値と限界圧力以外にも層流、乱流といった流況の判定、定圧注入時の注入の非定常状況等の岩盤水理情報を得ることができ、その他の地質情報と併せて解析することにより止水処理にとって非常に有用な情報となる（図-1 参照）ので、ルジオンテスト結果の十分な活用が望まれる²⁾。

3. 浸透破壊抵抗性

近年の良好なダムサイトの減少から、従来多くのダムが建設されてきた硬岩に比べると強度に劣る軟岩基礎にも多くのダムが建設され、その数は増加の傾向にある。当初、硬岩に対するのと同様高圧注入式でルジオンテストを実施したため、限界圧力が小さい軟岩基礎が破壊された後の透水性を評価していた事例も多く見られた。その対策として、注水用ポンプの脈動を制御したり、静水圧を利用する事により注入圧力を低圧域で厳密に制御してルジオンテストが行われ、現在では限界圧力以下の岩盤に変状が発生する前の透水性が概ね把握されている。しかしその一方で、限界圧力が極めて小さい場合に、限界圧力以下の領域での透水性を評価するという事に留まらず、こうした岩盤の浸透破壊抵抗性も積極的に評価しようとする研究も見られる。例えば、軟岩の不攪乱試料を採取して浸透破壊抵抗性を室内試験により知り、他の物性値との関係を求めたり^{3), 4)}、現場のありのままの状態の岩盤を対象とした原位置試験の開発研究もなされている⁵⁾。加えて、原位置でかつ簡易に浸透破壊抵抗性を知る目的から、しらすのガリ侵食抵抗性測定用に開発された洗掘抵抗試験を原位置で数多く実施し、得られる洗掘抵抗値と浸透破壊抵抗性との関係を求める研究も実施されている⁴⁾。

4. グ라우タビリティー

止水処理、特にグラウチングの実施に際して、基礎岩盤の透水性を把握することの重要性は前述したとおりであるが、例えば同じルジオン値の岩盤であっても、岩の硬岩、主たる水みちとなる割れ目の特性等の違いにより、同一仕様のグラウチングによる改良度合、つまりグラウタビリティーも全く異なることは周知のことと考える。特に、透水試験で用いる水が完全なる溶液であるのに対して、ダムグラウチングでは懸濁型グラウトであるセメントグラウトを用いることの差に注目する必要があるだろう。このようなことも考慮して、現在でもグラウチングに先立って、テストグラウチングが実施されている訳であるが、結果の解釈にあたっては、地質、透水試験情報を踏まえたグラウタビリティーの把握が重要となる。

5. 地下水圧分布

グラウチングの施工範囲、特にリム部のそれを決定するに際して、基礎岩盤の地下水位あるいは水圧分布が非常に重要な因子となっている。しかし、従来のダムサイトにおける地下水位測定法は、ダム高相当のボーリング孔内の水位測定として行われることが多いが、本来岩盤内の水圧分布は複雑で、掘削深度に伴い孔内水位が変化することもしばしば見受けられる。この際、単一孔の多深度地点において水圧を測定することで基礎岩盤内の三次元的な水圧分布を知れば、グラウチングの範囲を合理的に決定することも可能となる。水圧の測定例とグラウチング範囲の決定（案）の例をそれぞれ図-2、3に示す。また、岩盤内の水圧分布を三次元的に押さえることにより、ダム湛水時の漏水経路の把握にも役立つ。

6. おわりに

岩盤の水理特性をより詳しく知ることによりダム基礎岩盤の止水処理を合理的に実施することが可能となる。しかし、最終的に合理的止水処理法として確立するためには、理論、数値解析、室内・現場試験および実施工からのフィードバックも含めた総合的な研究が今後必要になってくるものと考えている。

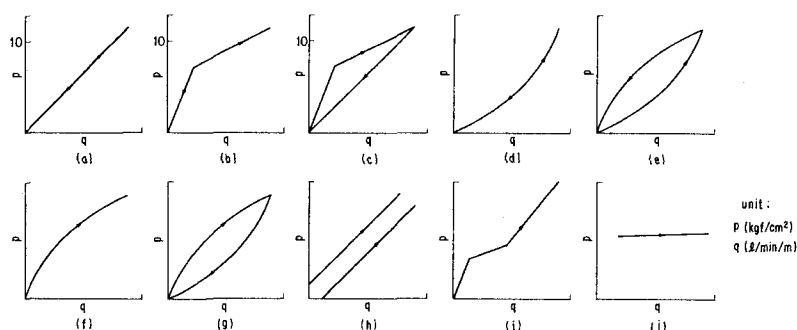


図-1 p-q 曲線の形状例

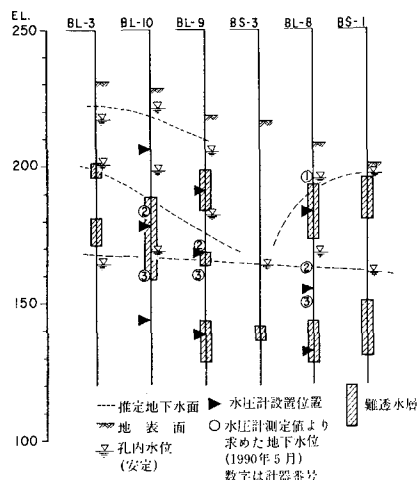


図-2 地下水圧の測定例 (Aダム)

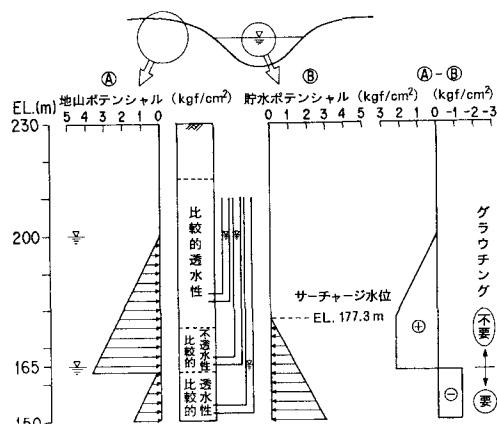


図-3 リムグラウチング範囲の決定 (案)

参考文献

- 1) 建設省河川開発課監修：ルジオンテスト技術指針・同解説，(財)国土開発技術研究センター，1984年6月。
- 2) 山口嘉一・松本徳久：ダム基礎の透水性とルジオン値，土木学会論文集，第412号/Ⅲ-12，pp. 51~60，1989年
- 3) 松本徳久・山口嘉一・田原則雄：ダム基礎軟岩のバイピング抵抗性，第23回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，土木学会，pp. 247~251，1991年2月。
- 4) 山口嘉一・田原則雄：ダム基礎軟岩のバイピング抵抗性（第2報），第24回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集，土木学会，pp. 1~5，1992年2月。
- 5) Takebayashi, S., N. Matsumoto and Y. Yamaguchi: A mathematical model for field piping test, Int. Symp. Analytical Evaluation of Dam Related Safety Problems, ICOLD, pp. 319~318, 1989.