

ダム基礎岩盤の止水処理の調査・設計について

東京電力株式会社

吉越 洋

1. はじめに

ダム基礎岩盤の止水処理の目的は、言うまでもなく、

- ①着岩部付近の浸透流を抑制し、揚圧力や浸食作用に対してダム本体の安定を確保すること、
- ②ダム周辺の地山に対する地滑り、パイピング等浸透流の悪影響を防止すること、
- ③貯水の過大な損失を防止すること、

であり、地質、地形、流入量、ダムの形式、貯水池の目的等、様々な条件を広く吟味して必要最小限の適切な設計をする必要がある。

止水工は、主としてグラウト工が多用され、土質遮水壁、アスファルトまたはコンクリート遮水壁等が併用されることもあるが、いずれにせよ地下工事が主体である。これら以外に、粘土ブランケット、アスファルトコンクリート、各種ジオメンブレン等、ダムの透水ゾーン基礎あるいは湖底面に対する明り工事による処理が行われることもある。

2. 止水処理設計のための調査

止水処理のための調査の主目的は、①湛水後の基礎岩盤を通る浸透流を予測し、②当該ダムの条件に応じて、どのような止水工をどの程度設ければ、流量、水圧等を許容範囲内に納めることができるか、を見極めることにある。

地盤の透水性状を把握するための調査は、ある地点にダム建設が計画された時に、力学的調査に併せて最初に行われる調査の一つであり、地表地質踏査から始めて、疎らなボーリングと弾性波等による比較的広域な概略調査を経て、ダムサイト近傍の密なボーリング、横坑等による詳細調査に進むという手順を踏むのが普通で、その間に必要に応じて湧水調査、地下水観測、諸種の透水試験などを実施して、ダムサイト周辺地盤の水理的特性（透水係数分布、自然地下水流の性状、岩盤のクラックの性状等）を明らかにしてゆく。地盤の透水性状に関する情報は、施工段階に移ってからでも継続して収集し、精度を高めていくことが重要である。

調査に当たっての着眼点、項目、範囲、必要な諸試験等については、グラウチング技術指針（建設省河川局開発課監修）に詳しいので、これを参照しながら主要と思われる点をまとめると以下の通りである。

2-1. 地形・地質調査

調査の範囲については、各地点毎に千差万別であり、「地表踏査などの結果に応じて必要な範囲」としか言いようがないが、湛水後の基礎岩盤を通る浸透流を予測するためには、自然の地下水位が予定の満水位より低い範囲、浸透流が最終的に地表に湧出してくると思われる範囲等、相当広範囲に概略の調査は行っておくことが望ましい。

深さについても一概には定め難いが、ダムの止水軸においては、一応河床部も両袖部もダム高相当の範囲が標準とされている。

地形・地質調査に当たって特に注目すべきキーワードを列記すれば、①貯水池周辺地山の厚さ（やせ尾根の有無）、②断層、不整合、火成岩貫入岩帯周辺、③第三紀以降の年代の新しい火山噴出物、新第三紀堆積岩、④深層風化、変質、応力解放による緩み、クリープによる緩み、地すべり、岩すべり、などである。

2-2. 地下水調査

地下水は現に地盤内を流れている水であり、止水処理を計画するうえで貴重な情報となる。一般に、ダムサイト及び貯水池両岸において地下水位がほぼ地山なりに高くなり、満水位以上となる場合は、検討対象をダム基礎の止水と湖岸の水浸に対する安定の問題に絞ることができるが、第三紀～第四紀の火山岩地域にしばしば見受けられるように、地下水位が地山の深部においても上昇しない場合は、浸透流の影響が比較的遠くまで及ぶので、広域的な検討が必要となる。

地下水調査は、ボーリング孔内水位の観測により地下水位分布を把握し、地下水位コンターを描くことが主目的であり、ダムサイト付近については地質調査のためのボーリング孔を利用して十分目的を達成できるが、広域的な検討を行う場合には、グリッド手法にこだわらず、地質や湧水点の分布等に応じて個々に地下水調査を主目的とするボーリング位置を選定する方が良いと思われる。

地下水調査孔は、ボーリングコアを採取して地質情報を得るとともに、可能な限りボアホールテレビ等により原位置での割れ目の大きさ、密度、走行傾斜等を調べておくことが望ましい。また、孔内流速の測定、トレーサによる調査や孔内水の水質分析を行っておくと、特定の水道、流向・流速、経路してきた地質、水の古さ等について手がかりが得られ、役に立つこともある。

2-3. 透水試験

止水処理に関する設計計算は、ダルシー則に基づく浸透流計算が実用上唯一の手段であり、地盤の物性は透水係数のみによって表示される。地盤の、特に深部の透水係数は、通常ルジオンテストに基づいて求められる。この試験については、試験時の流速がダルシー流か否か、 $P \sim Q$ 関係が線形でない場合の解釈、深いステージにおける管内ロスの補正、等々数多くの問題点が指摘されているが、古くから多数のデータの蓄積された、少なくともグラウチングの品質管理にはきわめて有効な手法として、種々の問題点は十分承知の上で透水試験に流用されているのが現状であると考えられる。

調査設計に当たっては、試験数値を鵜呑みにすることなく、地質・地下水調査等の調査結果と併せて総合的考察を行い、透水度を判定することが重要である。

3. 止水処理の設計

ダム基礎岩盤の止水処理の設計は、一口にいえば、

- ①浸透水量や水頭分布の許容値等処理目標を明確にし、これに応じて処理範囲と仕上りの品質を定め、
- ②所用の品質を得るための構造、使用材料、施工方法並びに品質確認基準を定め、
- ③これらを設計図と仕様書に明示すること、

であり、この意味では、通常の構造物の設計手順と異なる点はないが、対象が天然の地盤であり、しかも直接目に見えない地下深部にまで及ぶため、事前に相当入念な調査をしたとしても、ダムサイト毎に異なる諸々の施工中の判断が重要となり、ダム本体をはじめ、人工の材料による構築物に比して、設計という言葉自体若干なじみにくい面がある。詳細で入念な調査試験により処理範囲と基本的な処理方法を決めたら、後は施工の問題として逐次対処するというのが多くの場合の現実の姿であると思われる。

我が国では一般に地質条件が複雑なので、コア数全面のプランケットグラウチングやカットオフギャラリーの設置等、極めて慎重な設計が行われており、過去に設計上問題となった事例は見当たらないが、今後益々困難な地質条件や、道路・鉄道等のトンネルの近接設置等新しい課題が生じてくることが予想されるので、より広域的な検討と地下工事と明り工事による止水工の組合せ設置等、「設計」の重要性が高まっていくものと考えられる。