

V-55

摺上川ダムのグラウチングにおける流量急増現象

○ 建設省 摺上川ダム工事事務所 正会員 菅原 崇之
佐々木 秀明
中村 俊一

1. はじめに

摺上川ダムは、阿武隈川の左支川摺上川に建設中の多目的ダムで、堤高 105m、堤体積 8,470,000m³、総貯水容量 153,000,000m³を有し、その型式は中央コア型ロックフィルダムである。

当ダムでは、カーテングラウチングの施工に先立ち、仕様及び範囲を決定するため左右岸のリムトンネルにおいて試験施工を行った。試験において、低透水（2ルジオン以下）であるにも関わらず、注入量が多い(50kg/m以上)現象（以下、低透水・多注入現象）がいくつか見られ、その原因の一つとして一定時間注入後流量が急増する現象（以下、流量急増現象）があった。

一般に低透水・多注入現象は、透水試験時において限界圧力が発生し、岩盤の変形（破壊）等により浸透経路が形成されるものが多いが、ここで述べる流量急増現象は、透水試験時に限界圧力が発生せず、注入時にある時間を経た後、岩盤の変形等何らかの理由で流量が急増（限界圧力）する希なケースであり、同様の基礎岩盤を持つ他ダムの参考になればと思いここに紹介する。

2. ダムサイトの地質

ダムサイトの地質は、奥羽脊梁山脈東側のグリーンタフ地域に位置し、周辺には新第3紀中新世中～後期の火山砕屑岩類が分布している。基礎岩盤は安山岩質の軽石礫を多量に含む火山礫凝灰岩（以下 Nlt と称す。）と巨礫を含む凝灰岩質の礫岩（以下 Ncg と称す。）により構成されており、傾向として上位に Ncg、下位に Nlt が卓越している。

また、Nlt については高角度の亀裂が発達しており、N10° W 走行（ダム軸上下流方向）、70～90° W 傾斜が卓越しており、基礎岩盤の透水性との関連性が高い。

3. 流量急増現象

図-1 に配孔パターンを示す。パターン I の配孔は、単列 2m としパイロット孔から 3 次孔まで順次内挿させ、パターン II は 1.5m 千鳥配孔としパターン I 同様パイロット孔から順次内挿させた。また、パターン I は II に対して経済性を追求したパターンである。

試験の結果、試験区間全 1,162 ステージ中 8%にあたる 95 ステージにおいて低透水・多注入現象が発生した。低透水・多注入の原因の内 18%が流量急増現象によるものであり、

流量急増現象が先に述べたように経時をファクタとするものであるのならば、湛水後のように永年的に水圧のかかることを考えるとダムの遮水性を損なうおそれがあり、無視する事のできない現象といえる。また、地山載荷があり比較的良好（マッシブ）な岩盤状況であったと考えられる試験区間においても 18%も発生しており、これまでほとんど載荷の無かった河床部ではさらに多く発生するおそれがある。

そこで、この流量急増現象が発生した時に当該ステージの岩盤にどのような変化が起きているか調査した。図-2 に透水試験時に流量急増(限界圧力)のあったステージのボアホールカメラの写真を示すが、写真のように亀裂の進行や介在物の流出跡が確認できた。これは注入時の流量急増現象ではないが、同じような現象があったと思われる。また、図-3 は流量急増時の圧力の変動(kgf/cm²)と流量の変動(l/min/m)を示したものであるが、流量急増時に圧力の変動を伴うものと伴わないものに別れ、前者は岩盤中において急激な注入断面の変化または、空間への

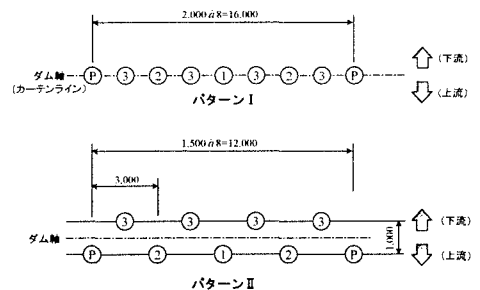


図-1 試験区間の配孔パターン

連続が発生し圧力の低下を誘引し、また、後者は流量急増開始時に圧力低下しないまでも変化、連続が継続的に発生したためと思われる、全てではないものの以上の結果から、前述のとおり流量急増現象が、岩盤中のある時間まで耐えうる亀裂またはその介在物が、連続して加圧されたことにより進行または移動を開始し、岩盤中に不連続に存在する空間と連続したことが原因と予想できる。なお、この時の注入速度は全て 4l/min/m である。

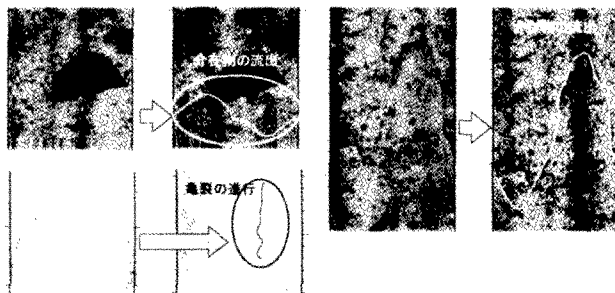


図-2 ボアホールの映像

図-4 に、流量急増時の注入圧力(kgf/cm²)と発生までの時間(min)の関係を、図-5 に流量急増現象の発生したステージの回数と注入セメント量(kg/m)の関係を示す。

パターンⅠは、改良終了後のチェック孔においても流量急増現象が発生しており、その圧力は永年的に水圧がかかる洪水期制限水位 88.5m 時の水圧を下回る 8kg/cm² であった。また、その注入セメント量も 100kg/m を越えており、ここでは取り上げていないが流量急増現象に該当しないものにおいても 100kg/m を越えるステージが連続して発生しており、パターンⅠを基本配孔とした場合、見かけ上低透水となり潜在的な透水ゾーンを改良しきれない可能性が高い。

次に、パターンⅡに注目すると右岸において 6kg/cm² で流量急増現象が発生しているが、これはパイロット孔であり無視すると、回数進行にともないセメント量が通減しており、各回数において流量急増現象が発生してはいるが、少なからず先行回数の改良効果があった為と考えられる。勿論、これ以外についても回数通減を示していた。また、流量急増現象が発生するまでの時間は最終規定孔の 3 次孔において何れも 30 分以内となっており、仮に在ったとしても注入後のだめ押しの実施により十分捕捉可能であると思われる。

以上より、試験区間において比較的良好な結果の得られたパターンⅡを基本配孔とし、更にこれまでのルジオン値による追加基準に併せて単位セメント量による追加孔基準を設けダムの遮水性（安全）を確保することとした。また、長期透水試験を行いその安全を確認することとした。

4. おわりに

今回報告した内容は、試験区間であるためサンプル数が少なく十分な検討には至らなかった。今後、载荷のほとんど受けていなかった河床部を施工するにあたり更にデータを収集し、この現象について詳細な調査、検討を行い現象を解明するとともに、より安全で合理的なカーテングラウチングを計画する方針である。また、地質との関連性についても検討しており、これについても機会があれば報告したい。

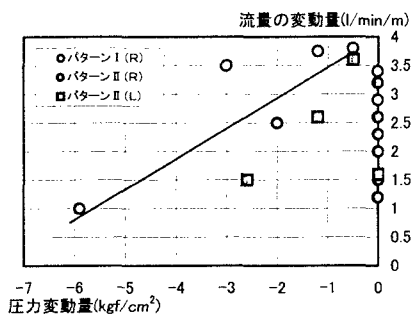


図-3 圧力と流量の変動量

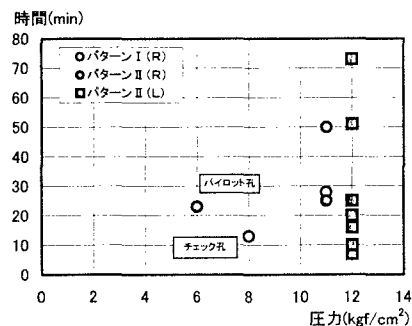


図-4 圧力と流量の変動量

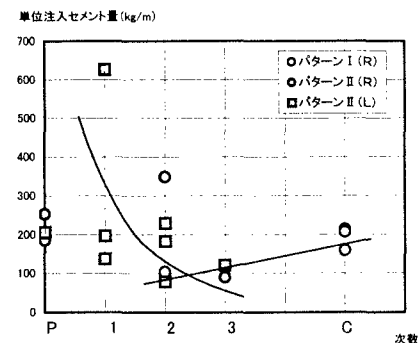


図-5 回数とセメント量の関係