

VI-58

強風化花崗岩へのグラウチングについて

フジタ工業(株) 正会員 倉谷勝敏 河野健治 野口浩司

1. はじめに

ダムに対する要請の高まりにより、従来ダムサイトとしては不適とされた風化花崗岩いわゆる「マサ」地帯へも多くのダムが造られるようになった。一般に「マサ」部分の透水係数は $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{cm/S}$ オーダーでルジオン値は数十を示し通常のセメントグラウチングでは所定の改良が困難といわれている。

本報告はマサの風化度が異なる2つのダムのグラウチング特性を比較検討し、注入材料、注入手法をかわえることにより従来のステージ注入工法でも遮水性の改良が可能であることを実証したものである。

ダム地点は岐阜県恵那郡に所存し、西日本を縦断する領家花崗岩帯の東端にあたる。河床部は粗粒黒雲母花崗岩が基岩として存在するが、両アバットメントは花崗岩の風化帯であるマサに厚く覆われている。

2. グ라우チング特性の比較

① マサ組成の違い

TダムとKダムとのマサを観察して、地質特性の違いを比較したのが、表-1である。組成鉱物含有率の違いはあるが、TダムのマサはKダムに較べて粒子の結束が弱く、より強風化であることがわかった。

表-1 マサの地質特性

地質特性	T ダ ム	K ダ ム
全体観察	石英、長石、雲母類の含有率が同程度で全体の粒度分布が良い。	ほとんどが石英、長石類からなり、粒度分布が悪い単一粒径である。
石 英	$\phi_{\text{max}} = 10 \text{mm}$ 程度であり、 $\phi 1 \text{mm}$ 以下が主体であり角ばっていない。	$\phi 3 \text{mm}$ 以下が主体であるが、全体に角ばっている。
長 石	団結力の弱い微粒子からなり粘土化している。	団結力の弱い微粒子からなるが粘土化はしていない。
雲 母	雲母片は風化し、金色を帯び細粒化している。	含有率はかなり少ないが細粒化したものは少なく単粒である。

② 注入形態の違い

グラウチング特性を比較検討する目的から2つのダムは同じ注入仕様でグラウチングテストを行なった。注入チャートからその注入形態を大別すると、表-2の4つのパターンとなる。Kダムの大半がAパターンであるのに対してTダムの場合は、地盤を割裂しながら注入するCパターンを含めると全体の72%が広義のリークの注入といえる。

表-2 チャートによる注入形態の分類

注入パターン	特 徴	Tダム	Kダム
A	ミルク注入速度は水押し注入速度以下で、規定注入圧力で一定量注入されると自然に注入速度が落ちる。	頻度21%	頻度92%
B	ミルク注入速度が水押し注入速度以上となるが、一定量注入されると自然に注入速度が落ちる。	7	0
C	脈状注入の様相を呈し、配合切替えによりミルク濃度を濃くしないと注入が完了しない。	34	0
D	地表面へリークし、注入速度を落としミルク濃度を濃くし注入圧力の上昇を待つて完了させる。	38	8

③ リーク発生形態

リーク発生箇所を開削し、模式化したのが、図-1である。リーク発生標高はマサの弱線に沿って現われている。

水押し時には土粒子間に水が等分布に浸透したのに対してミルク注入時には土粒子の結合が弱い目に力が集中し破壊流を起こし、リーク経路の狭在物を洗い流し、繰り返し同じ経路に沿っていることがわかった。

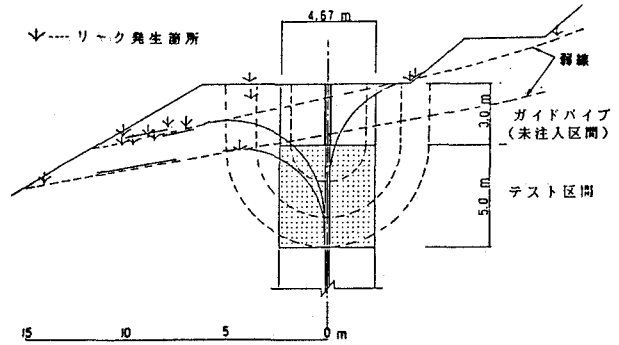


図-1 リーク発生箇所模式図

3. 注入手法の改善

注入効率を上げるには、地盤を押し広げ、リークを発生させる揚圧力を軽減する必要がある。

- ① 揚圧力は注入圧力と作用面積の積で表わされる。
- ② 注入圧力は超微粒子セメントを使って浸透注入を図る限り、できるだけ高圧が必要となる。
- ③ 作用面積を小さくするには、総注入量を規制する方法、注入時間を規制する方法等が考えられる。
- ④ ここでは表-2に示したAパターンの注入形態に1孔でも多く近づけることが注入効率の改善につながると考え、図-2に示すような時間規制に主眼を置いた配合切替えモデルをつくった。
- ⑤ 最大注入速度20 l/minはAパターンとBパターンの限界速度であり、浸透注入の可能性が一番高い配合 $w/c = 20/1$ を量的に確保した。

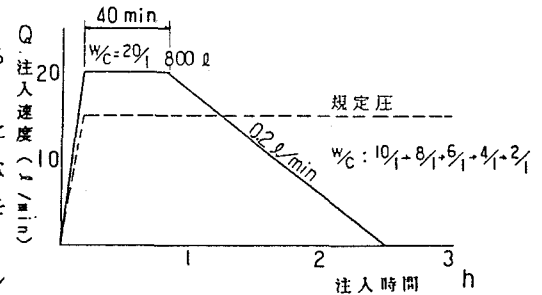


図-2 時間規制注入モデル

4. まとめ

上記注入手法のほかに二重管ダブルパッカー注入工法によるグラウチングテストも併せ行ったが、経済的にもステージ注入工法の方が有利との結論に至った。

今回のグラウチングテストの結果から風化度が中程度と見なされるやや粗粒のKダムサイトのマサやそれより風化が進んだTダムサイトのマサでは一般的なセメントグラウチングで所定の改良が得られることがわかった。そのためには、以下のような「マサ」グラウチングに対する配慮が必要である。

- ① マサには注入しやすい「目」が存在し、グラウチング初期には目に沿ってセメントミルクが充填される。高透水性を示すのは目が開放状態の注入孔である。
- ② マサの表層は極めてリークを発生しやすい。リークはマサの目に沿って起きるので、目の充填及びリークの閉鎖のためには普通ポルトランドセメントを使用する。
- ③ 目の充填が終わってからマサへの柱状浸透注入を行う。注入材料としては超微粒子セメントが望ましい。目の充填が終わったマサマトリックスへの透水性は $1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ 程度である。
- ④ 注入手法としては低濃度、高圧およびリークに至らない限り長時間注入が望ましく、そのダムサイトのマサの風化度に合わせた総注入量および注入時間の規制を設ける必要がある。

参考文献 1) 土木学会 「ダム地質調査」 2) 松田、竹林、田村「ダム基礎岩盤の透水特性とグラウチング効果の評価について」大ダム NO95 (P30～P51) 3) 原田、長尾「兼平ダムの基礎処理について」ダム施工技術講習会テキスト