

Ⅲ-A338 グラウト注入に関する一考察

(株) ニチボー 正会員 ○古賀 誠
 (株) ニチボー 正会員 柴 拓海
 九州大学大学院 笹岡 孝司
 九州大学大学院工学研究科 正会員 島田 英樹
 九州大学大学院工学研究科 正会員 松井 紀久男

1. はじめに

近年のダム建設には良好な岩盤を有する建設サイトが不足してきている。このことからダム建設におけるダム基礎岩盤の遮水性および耐荷性の確保のためにグラウチングが数多くなされている。しかし、グラウチングは目に見えない基礎岩盤内の改良工事であることから、現場経験に依存した施工がなされているのが現状である。これは水みちの推定が難しいとともに、グラウト材の浸透・硬化の過程が不明確なことに起因する。その一方で建設の効率化、コスト縮減などにより、ダムグラウチングにおいても合理的・経済的な施工が望まれている。

そこで、グラウチングの合理的・経済的な施工方法の確立のために、本研究ではダムグラウチング施工結果を考察するとともに、その結果に対して数値解析的アプローチを試みたものである。

2. 地質状況

グラウチング施工のデータは九州北西部に位置するダムの左岸リム部で行われたカーテングラウト(パイロット孔)の結果である。施工地の地質状況は図1に示すような安山岩溶岩、安山岩自破砕溶岩、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩より構成され、全体的に30°程度で左岸より右岸側へ傾斜している。安山岩溶岩の岩質は緻密・堅硬で全般にき裂が発達しており、自破

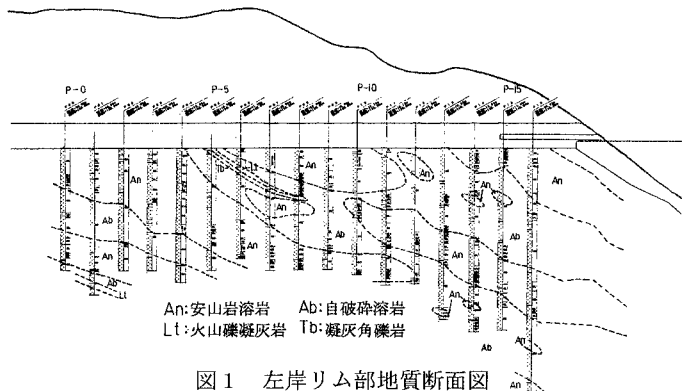


図1 左岸リム部地質断面図

砕溶岩に取り囲まれたように分布している。またパイロット孔は図のようにダム堤体から奥に向かってP-16からP-0の17本であり、各々9～20ステージの合計198ステージのグラウチングがなされている。

3. グラウト注入形態

17本のパイロット孔における198ステージのすべての注入チャートを大別すると、図2に示すような3つのタイプに分類することができる。A typeは一定の

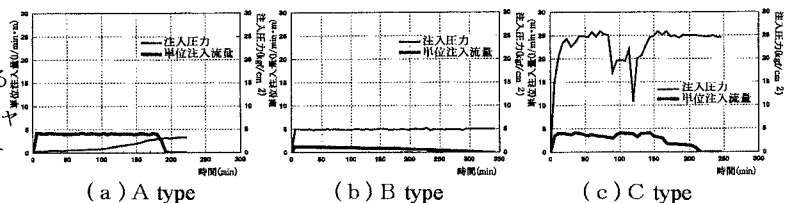


図2 グラウト注入形態の分類

注入流量に対し、注入圧力が漸次増大する傾向を示すものであり、土被り圧が小さい部分あるいは断層のような破碎部分でみられる。B typeは一定の注入圧力に対し、注入流量が徐々に減少する傾向を示す理想的キーワード: グ라우チング, 数値解析, オイリアン・ラグランジュ法

連絡先: 〒816-0088 福岡県福岡市博多区板付4丁目7-28 Tel 092-591-3491 Fax 092-585-3344

グラウト注入形態であり、き裂が発達している安山岩溶岩の部分で多くみられる。C type は注入流量の変動に比して注入圧力の大きい増減変動を示すもので、自破碎溶岩の部分でみられる。次にB type の注入形態に数値解析を適用してモデル解析を行う。

4. グラウチング数値解析

グラウト材の注入はセメント粒子の物質移動と考えられることよりオイラリアン・ラグランジアン法²⁾を用いた飽和・不飽和浸透流解析を適用し、B type のグラウトグラウト注入形態のモデル解析を行う。解析モデルは図3に示すような軸対称で、図4に示す不飽和特性を有するものとする。またグラウト注入条件は現場結果に基づき、図示する注入区間からセメント濃度10%のグラウト材

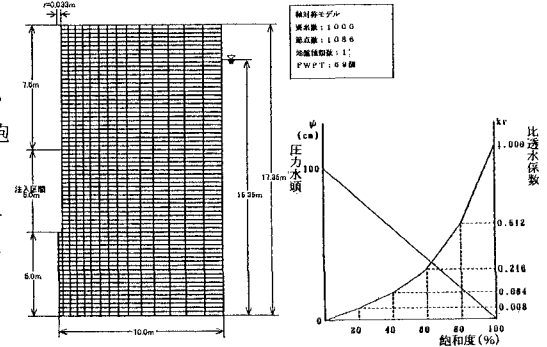


図3 解析モデル

図4 不飽和特性

を有効注入圧力 10kgf/cm^2 で注入するものとしている。またオイラリアン・ラグランジアン法に用いられるパラメータとして縦・横分散係数、分子拡散係数、遅延係数、減衰係数の5つがあるが、分子拡散係数、遅延係数、減衰係数をそれぞれ表1に示すように仮定し、縦・横分散係数を等しいパラメータとして解析を行う。なお、透水係数はルジオン試験から得られた $1.4 \times 10^{-3}\text{m/min}$ (1.8Lu)を用い、他の水理定数は表1に示すように仮定している。またグラウト注入においてはセメント粒子が地盤中の間隙を塞ぎ目詰まりを起こし³⁾、これにより注入量が徐々に減少していくことになるが、この現象を図5のような2つの透水係数低下モデルで表現する。すなわち図5(a)は時間の経過とともに透水係数が低下するモデルであり、図5(b)は濃度Cの増加とともに透水係数が低下するモデルである。なお解析モデルにおける透水係数の低下は要素内の流速により異なると考えられるため、図5(b)においては流速により直線の傾きを変化させている。この解析モデルを用い、B type の注入形態を示すパイロット孔P-1ステージ3へ適用した解析結果と実測結果との比較を図6の注入開始後からの経過時間と単位注入量の関係で示す。図より縦、横分散係数はともに 0.0cm の場合が実測結果を良く表現している。解析結果よりグラウチングではグラウト材の分散は小さく、グラウト材が移流により浸透していくことを示している。

表1 解析に用いた定数	
透水係数(m/min)	1.4×10^{-3}
有効間隙率	0.2
比貯留係数	0.0
水の密度	1.0
溶質の密度比	1.15
分子拡散係数(cm^2/sec)	2.0×10^{-3}
遅延係数	1.0
減衰係数	0.0

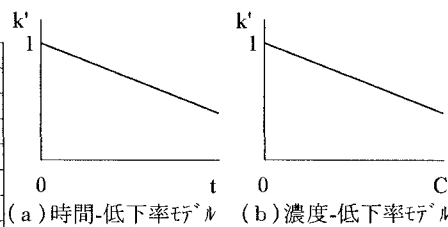


図5 透水係数低下モデル

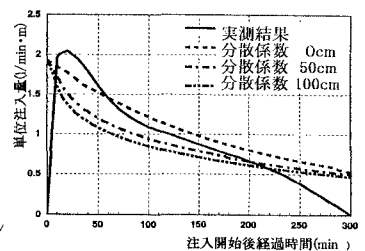


図6 解析結果

5. おわりに

グラウト施工結果を大別すると3つの注入形態に分類することができ、このうちB type の注入形態だけに限定して数値解析を行った。これによるとグラウチングではグラウト材の分散は小さく、移流卓越の注入形態であると考えられる。

参考文献)1)山口、松本：ダム基礎の透水性とルジオン値，土木学会論文集，No.412，p51～60，1989，2)西垣，菱谷，橋本，河野：飽和・不飽和領域における物質移動を伴う密度依存地下水流の数値解析手法に関する研究，土木学会論文集，No.511，p135～144，1995，3)米田，向上，寺戸，中川：岩盤注入セメント系グラウトの浸透挙動に関する検討，土木学会論文集，No.480，p63～66，1993