

III-A 318

亀裂性岩盤の止水工法に関する研究

岡山大学 正会員 西垣 誠
 山口県庁 正会員 吉岡 進
 岡山大学 学生会員 山本 浩志

1. はじめに

不飽和で亀裂の多く生じている岩盤のグラウト設計、すなわち、グラウトピッチや注入圧の決定の際に重要なパラメータとなりうる、飽和透水係数と有効間隙率を求める方法の提案を行う。従来のルジオンテストでは、試験流体として水を用いているが¹⁾、ここで提案する方法では、高粘性流体及びセメントミルクを用いて検討を行った。

2. 流れの基礎理論

不飽和岩盤の定流量注入試験の際、図-1 に示すような流れに従うと仮定すると、連続の式と運動の式より式 (1) のような水頭の時変変化を示す。式中の記号は、図-1中に示す。

$$h_0 = \frac{2.3Q_0}{4\pi Lk_s} \left[\log \frac{Q_0}{\pi L n_e r_0^2} + \log t \right] + h_c \quad (1)$$

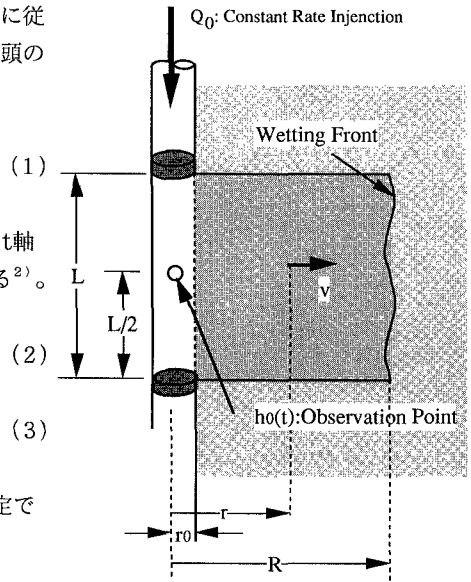
この水頭上昇を $\log t$ で整理すると、水頭上昇の勾配 m と $\log t$ 軸との切片の値 t_0 より次のように、岩盤の浸透特性が算定できる²⁾。

飽和透水係数 $k_s = \frac{2.3Q_0}{4\pi Lm}$

有効間隙率 $n_e = \frac{Q_0 t_0}{\pi L r_0^2} \exp \left[-\psi_0(t_0) \frac{4\pi L k_s}{Q_0} \right]$ (3)

岩盤中の負の水頭が小さい場合、次式により有効間隙率を算定できる。

$$n_e = \frac{Q_0 t_0}{\pi L r_0^2}$$



(4) 図-1 不飽和岩盤の定流量注入試験

3. 砕石を用いた実験による提案式の検証

前節において提案した理論式が、実際の地盤に適用可能かどうかを浸透媒体として砕石を用いて、検証を行った。また、試験流体は高粘性流体およびセメントミルクを用いて実験を行った。

(1) 高粘性流体を用いた理論式の検証

実験装置を図-2に示す。この装置の特徴は、注入孔からの流体が理論通りに水平方向へ浸透するように、計測する注入孔の上下に補助の注入孔を設けている。

図-3に高粘性流体（490cp, $\rho = 1.0g/cm^3$ ）を用いた定流量注入試験を行ったときの注入孔中央の水頭の経

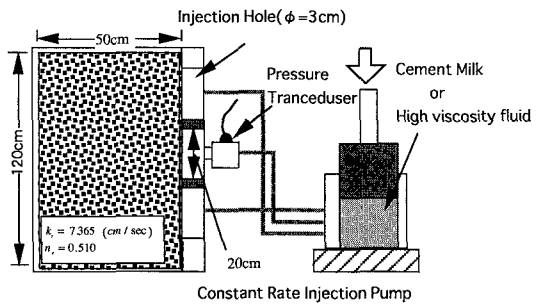


図-2 定流量注入試験装置

時的变化を示す。このグラフから得られる実験結果を、表-1に整理する。この表より高粘性流体を用いたときには、地盤の浸透特性は非常に高い精度で求めることができた。

表-1 算定を行うとき必要となるパラメータ及び
既知情報と算定結果の比較（高粘性流体）

密度(ρ)	粘性(μ)	試験区間長(L)	注入流量(Q_0)
1.0(g/cm ³)	490(cp)	20(cm)	140.7(cm ³ /sec)
m	t_0	r_0	$k' = \rho K / \mu$
50	2.8(sec)	3.3(cm)	0.0148(cm/sec)
		飽和透水係数	有効間隙率
	既知情報	7.37(cm/sec)	0.510
	算定結果	7.25(cm/sec)	0.576

(2) セメントミルクを用いた理論式の検証

ここでは、グラウト液としてのセメントミルクを用いて地盤の浸透特性が計測可能であるか、また、定流量注入による岩盤中のセメントミルクの流動が予測可能であるのか検討する。装置は、図-2と同様である。

図-4 にセメントミルク（480cp, $\rho=1.66$ ）を用いた定流量注入試験を行ったときの水頭の経時変化をしめす。この図より20秒から30秒たったところで急激に水頭が上昇している。これは、セメント粒子が碎石にトラップされ目詰まりが生じた結果と考えられる。しかし、それ以前の挙動では、式(1)にもとづいた理論曲線に良く一致する。また、表-2 に浸透特性を算定するときに必要なパラメータ及び算定結果を整理する。セメントミルクを試験流体として用いるとき今回用いた濃度の濃いものでなく、乱流が生じない程度の薄いものを用いる必要があると考えられる。

表-2 算定を行うとき必要となるパラメータ及び既知情報と算定結果の比較（セメントミルク）

密度(ρ)	粘性(μ)	試験区間長(L)	注入流量(Q_0)		飽和透水係数	有効間隙率
1.66(g/cm ³)	480(cp)	20(cm)	140.7(cm ³ /sec)	既知情報	7.37(cm/sec)	0.510
m	t_0	r_0	$k' = \rho K / \mu$	算定結果	7.45(cm/sec)	0.679
50	3.3(sec)	3.3(cm)	0.0258(cm/sec)			

4. 終わりに

本研究では、高透水性でしかも不飽和状態である岩盤を対象にして、新しい岩盤の浸透特性の計測法を提案した。試験流体として高粘性流体を用いると非常に高い精度で計測が可能となることがわかった。しかし、セメントミルクでも計測が可能であることがわかった。これらより、効率的なグラウトの設計が立てられるものと考えられる。

参考文献

- 1) 建設省土木研究室：グラウチング設計指針・同解説，土木研究所資料第2518号，pp.4-7,1987.
- 2) 西垣誠，玉井猛，吉岡進：亀裂性岩盤の透水係数と間隙率の測定方法に関する研究，土木学会第50年次学術講演会Ⅲ-A, pp.232-233,1995.

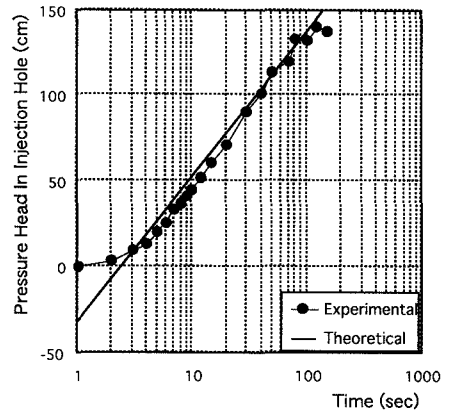


図-3 水頭上昇の計時変化
(高粘性流体、490cp)

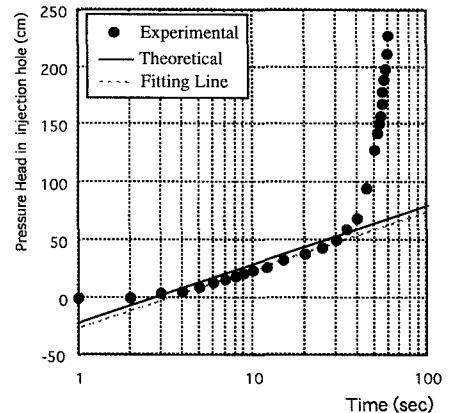


図-4 水頭上昇の計時変化
(セメントミルク480cp)