

VI-48

空気式グラウチングによるセメントミルク注入法の開発

(株) 熊谷組技術研究所 正員 〇北 健二

同 上 正員 高田利行

同 上 山本 晋

(株) 熊谷組土木工務部 正員 堀家茂一

1. はじめに

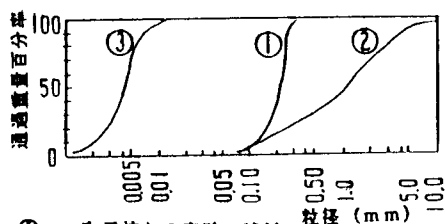
構造物の基礎としての地盤や岩盤に対して、その止水性の向上や強度増加等の目的で注入が実施される。ダムに代表されるような大型で重要な構造物の築造に際しては、その注入材については、低廉であることと確実性・耐久性にすぐれていることが要求される。このような観点からセメントに勝るグラウト材は今のところなく、セメントミルク注入は広く実施されている。しかしセメントミルクはその粒度等に起因して、注入抵抗が大きいという難点があり、このため軟岩や土砂地盤といった比較的軟らかい地盤ではセメント注入が困難である。そこで空気式グラウチングによるセメントミルク注入法(送気→送水→注入)によってセメントミルクの注入性を向上させることを目的として、注入実験を行いその有効性を確認した。

2. 実験概要

まず豊浦標準砂(図-1の曲線①)に対して水平一次元流れの実験を行い、当注入法と通常注入法とを基本的に比較検討した。次に砂礫(図-1の曲線②)に対して実際の注入をモデル化した放射状流れの注入実験を行って、当注入法と通常注入法との効果を比較した。使用したセメントは全て超微粒子セメント(図-1の曲線③)とした。

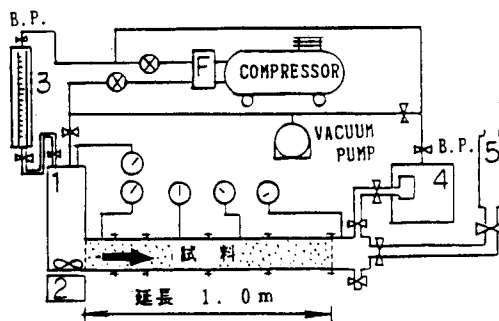
一次元流れの実験装置と条件をそれぞれ図-2および表-1に示す。試料は内径10cm、延長1mの透明パイプ内に均等に締め固めた。注入後、供試体は5分割して養生した後に各分割ブロック毎に透水試験等を行った。試料の飽和度を高めるために脱気およびBack Pressure(B.P.; 2 kgf/cm²)を採用した。

放射状流れの実験装置と条件をそれぞれ図-3および表-2に示す。事前注水、送気、送水および注入は、試料中央に埋設したストレーナー管(φ50)を通じて行った。注入・養生後、試料内に予め埋設したストレーナー管(6本)を用いて静水圧透水試験を行い、これより注入後の止水性を評価した。



①: 一次元流れの実験の試料
②: 放射状流れの実験の試料
③: 超微粒子セメント

図-1. 試料およびセメントの粒度分布



○: PRESSURE GAUGE F: AIR FILTER
◇: VALVE
⊗: PRESSURE REGULATOR
1: 圧力タンク (側面透明)
2: MAGNETIC STIRRER
3: 二重ピュレット (変水位透水試験用)
4: 圧力タンク
5: 空気流量計

図-2. 一次元水平流れの実験装置

表-1. 注入条件 (一次元流れ)

供試体	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	1.595~1.626
	透水係数 k (cm/s)	0.018 (15°C換算)
	含水状態	気乾, 飽和
送気	圧力 (kgf/cm ² G)	0, 1, 5, 2, 3~3.5
	時間 (min.)	0, 15, 60, 120
注水	送気後の水浸・飽和	有, 無
	セメント・水比 (C/W)	1/8, 1/3
	圧力 (kgf/cm ² G)	0.2
入時	時間 (min.)	1.2, 7.0
注入後の養生時間	(hr)	5.9~7.1 (20°C水中)

3. 実験結果と考察

一次元流れの実験結果の一例を図-4に示す。本実験では、試料の含水状態にかかわらず送気圧を2～3 kgf/cm²以上とすれば、当注入法による止水性は通常注入法によるそれに比べて3倍程度にまで向上することが確認された。他方、送気後直ちに注入した場合にはこのような止水性の向上はほとんどみられなかった。したがって当注入法において、送気後に行う送水（水浸）は重要な手順といえる。

放射状流れの実験結果の一例を図-5に示す。口元送気圧は上載圧以下としたが、この送気圧が大きいほど当注入法の効果は大きく、今回の実験条件では当注入法による止水性は通常注入法による止水性の3倍以上にまで向上することが認められた。次に送気・送水の効果と圧力送水による効果を比較するために、送気に代えてこれと同一の圧力と時間の条件で注入用ストレーナー管を通じて水を圧送した後に注入を行い、通常注入法や当注入法による結果と比較した。高压送水後に注入した場合には、注入管のごく近傍にしか注入されず止水の目的は達せられなかった。高压送水により注入管付近の試料間隙が目詰りしたものと考えられるが、このような現象は軟岩基礎でのダムグラウチングにおいても報告されている。¹⁾ 当注入法における送気後の送水は、できるだけ低压で行うのが好ましいものと考えられる。

4. おわりに

今回はモデル注入実験の結果について報告したが、今後、現場注入試験によるデータを集積して後日報告の機会をもちたいと考えている。

（参考文献）

1) . 例えば、軟岩の透水性と止水設計法に関する研究、土木研究所報告第153号、1980.3

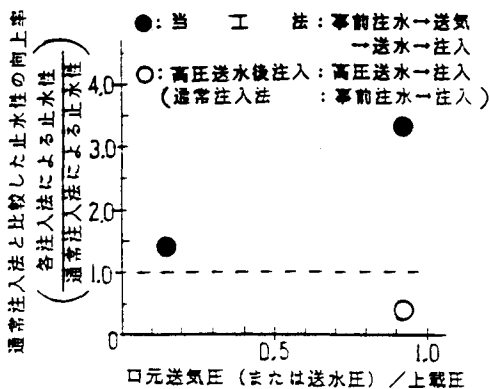


図-5. 放射状流れの注入実験結果の一例

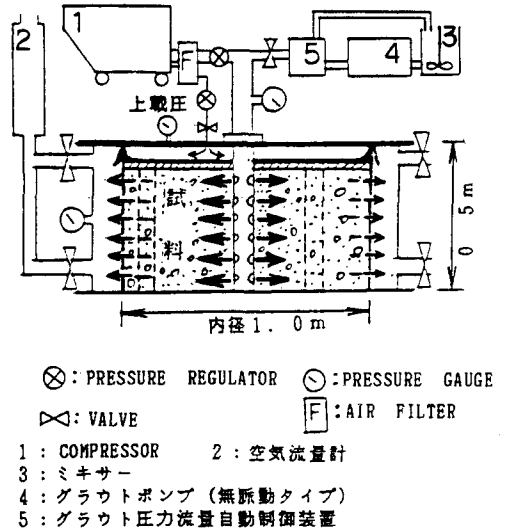


図-3. 放射状流れの実験装置

表-2. 注入条件 (放射状流れ)

供試体	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	1.70~1.71
	透水係数 k (cm/s)	0.084 (15°C換算)
	含水状態	湿潤
上載圧	(kgf/cm ²)	2.0, 4.0
事前注水		0.1 kgf/cm ² で約2分間
送気	口元圧力 (kgf/cm ²)	0, 0.3, 3.7
	時間 (min.)	0, 6, 60
送気後の送水条件		ほぼ0 kgf/cm ² で約7分間
注	セメント・水比 (C/W)	1/3
	口元圧力 (kgf/cm ²)	0.8, 1.5
入	時間 (min.)	40
注入後の養生時間	(days)	4

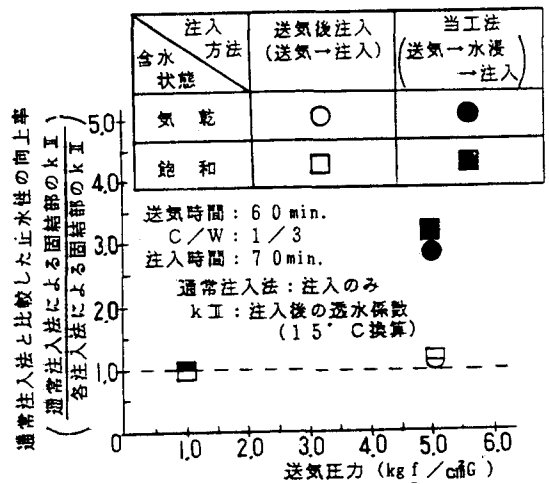


図-4. 一次元水平流れの注入実験結果の一例