

Ⅲ-A278 流動状態における岩盤グラウト注入材の粘性の時間依存性に関する実験

電力中央研究所 正会員 ○ 小早川博亮、正会員 伊藤洋

1. はじめに

グラウチングによる亀裂性岩盤の改良を合理的に行うためには、グラウト注入材の流動特性を把握することが重要である。著者らは、亀裂性岩盤におけるグラウチングでグラウト材として使用されるセメントミルクの粘性特性を評価する目的で、セメントミルクを継続的に攪拌した状態での粘性の測定を行った¹⁾。その際、ミキサーで攪拌することによって岩盤亀裂内の流動を模擬したが、ミキサー内での流動形態は実際の亀裂内の流動形態と異なることから、岩盤亀裂内の流動における粘性測定が必要と考えられた。

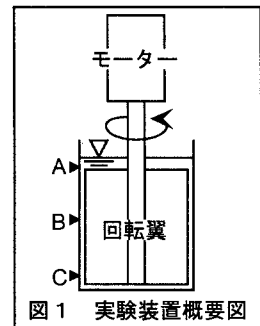
本報告では、岩盤亀裂内でのセメントミルクの流動がほぼ様な層流状態であると考え、その状態での粘性の経時変化を測定した結果を報告する。

2. 実験概要

実験には普通ポルトランドセメントを使用し、セメントミルクの配合は通常の施工で用いられている範囲 ($w/c=1\sim10$) を考慮し、 $w/c=1,2,5$ とした。一様な流動状態を作り出すために、図1に示すように、所定のセメントミルクを入れたビーカーに回転翼を入れ、それをモーターで回転させた。一様な流動状態となるモーターの回転数を確認するために、図中 A,B,C で密度を測定した。測定結果を表1に示す。 $w/c=1$ の場合、ビーカー上部の測定箇所 A でやや大きな密度となったが、セメントミルクの沈降の影響でないため、問題ないものと判断した。

表1 各測定箇所における密度

配合 (w/c)	1	2	5	10
密度(理論値) g/cm^3	1.519	1.291	1.123	1.066
密度平均 g/cm^3	1.515	1.279	1.115	1.058
密度A g/cm^3	1.556	1.278	1.111	1.054
密度B g/cm^3	1.488	1.280	1.116	1.061
密度C g/cm^3	1.490	1.278	1.118	1.058
回転数(rpm)	50	50	100	100



上記の実験装置でセメントミルクを一定時間流動させ、30分～10時間後の粘性を測定した。粘性の測定には円筒型回転粘度計を使用した。

3. 実験結果

3.1 セン断応力-せん断速度関係の時間変化 図2に、 $w/c=1,2,5$ の場合の測定時間毎のせん断応力(τ)-せん断速度(D)関係を示す。いずれの時間についても $w/c=1,2$ の場合はビンガム流体、 $w/c=5$ の場合はニュートン流体に近い挙動を示している。

また、各々の配合における τ - D 関係の時間変化を見ると、いずれの場合も600分経過後のものが最も上部に位置す

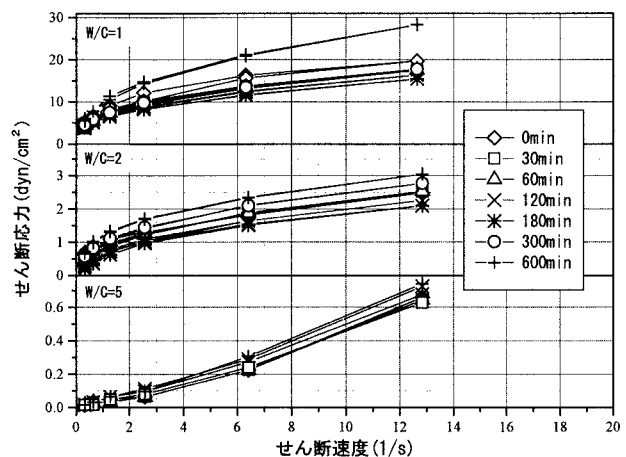


図2 セン断応力-せん断速度関係図（普通ポルトランドセメント）

キーワード：グラウト、岩盤、セメントミルク、粘性

〒270-1166 我孫子市我孫子 1646, TEL:0471-82-1181, FAX:0471-84-2941, E-mail:h-koba@criepi.denken.or.jp

る結果となっている。図3に、最大・最小せん断速度時の見かけ粘性の経時変化を示す。図3(a),(b)より、せん断速度に依存した見かけ粘性を示す $w/c=1,2$ では、せん断速度が低い時場合 180 分経過後から見かけ粘性が増加する傾向にあるが、せん断速度が高い場合には 300 分経過後から増加する傾向にある。また、見かけ粘性がせん断速度にほとんど依存しない $w/c=5$ (図3(c)) の場合、測定した時間内では見かけ粘性の増加傾向は認められなかった。

以上の結果から、セメントミルク中のセメント粒子の凝結過程で見かけ上粒子径が増加し、それが見かけ粘性の変化に影響しているものと考えられる。そして、ミルク中の粒子数が多く粒子径が大きいほど、また、せん断速度が高いほど、壁面との抵抗が増し、見かけ粘性が増加するものと考えられる。

3.2 異なった流動状態における見かけ粘性の時間変化

流動の状態がセメントミルクの見かけ粘性の時間変化に及ぼす影響を把握するために、 $w/c=2$ のミルクを用いて流動時のモーターの回転数を 50、100、150(rpm)として実験を行った。図4に見かけ粘性の経時変化を示す。いずれの回転数においても、図3(b)と同様に 180 分経過後から見かけ粘性が増加する傾向にある。また、ピーカー内のミルクの流速が早いほど見かけ粘性が低下している。これは流速が早い場合にはセメント粒子の凝結が妨げられ、見かけ上の粒子径が大きくなりにくいためであると考えられる。さらに、同図にミキサーを用いて低速（かくはん器 139rpm、アタッチメント 61rpm）で攪拌し続けた場合の見かけ粘性の経時変化^[1]をプロットすると、ミキサーの攪拌が見かけ粘性の変化に及ぼす影響の程度は、150rpm で流動させつけた場合とほぼ等しいことがわかる。

4. まとめ

岩盤グラウト注入材の流動状態を変化させて実験することにより、次のことが明らかとなった。

- ・ w/c が小さいほど見かけ粘性は増加する。
- ・ $w/c \geq 2$ の場合、見かけ粘性は 180 分経過後から緩やかに増加する。
- ・ 流動し続けた場合、セメントミルクの流動速度が速いほど見かけ粘性が低下する。これは、セメント粒子の凝結が遅れるためであると考えられる。

参考文献[1]小早川博亮、伊藤洋(1998)：岩盤グラウト注入材の粘性の時間依存性に関する実験とその考察、第33回地盤工学研究発表会発表講演集、pp.1261-1262

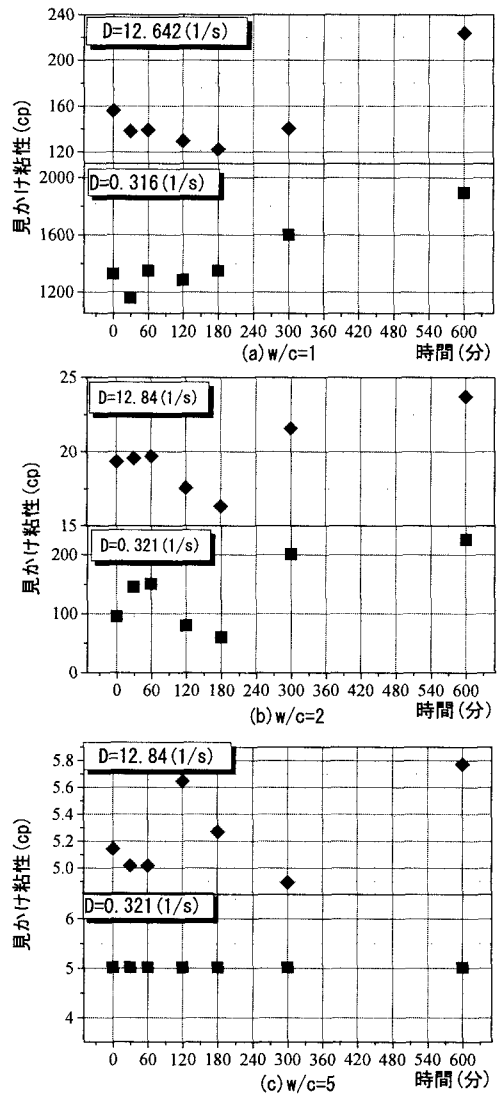


図3 見かけ粘性の時間変化

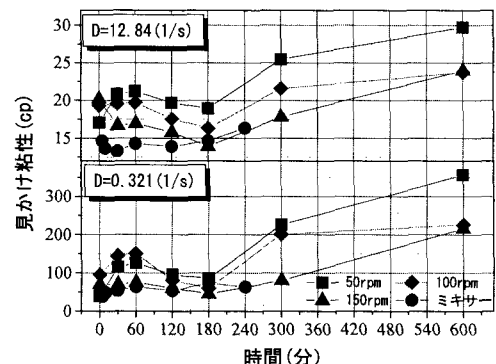


図4 流動状態による見かけ粘性の時間変化