

亀裂性岩盤における高濃度ミルクの適用可能性についての一考察（第2報）

戸田建設（株） 正会員 ダム営業室 田原 則雄
（株）エヌエムビー 正会員 中央研究所 福島 和将

1. はじめに

ダム基礎グラウチングの注入効率向上を目的に、これまで高性能AE減水剤を添加したセメントミルクの性状試験とダムサイトにおける試験グラウチングによる検証を行っている。現場における試験グラウチングでは、注入箇所地質条件の違い等もあり試験結果の解析や混和剤の違いによる明瞭な比較が難しいことから、前回、簡易な試験装置を用いた比較試験を行い良好な結果が得られ、それについて報告した¹⁾。

今回は、岩盤内の亀裂をモデル化した装置を作製し、実際の注入圧力に近い状態での注入試験を試みた。その結果、前回同様に高性能AE減水剤を添加したセメントミルクの流動性は良好で、高濃度のセメントミルクでも岩盤基礎への適用可能性が十分あり得ることが確認されたので、その結果と考察について報告する。

2. 試験装置

図-1に、平行板亀裂モデル装置の概要を示す。試験装置は、注入装置と図-1に示す平行板亀裂モデル装置に大きく分けられる。注入装置は、2本の鋼管（内径 $\phi \approx 200\text{mm}$ 、高さ $H = 1,150\text{mm}$ ）内にハンドミキサーを取り付けて攪拌することによりセメントミルクの分離防止を図るとともに、窒素ガスを鋼管内に封入し圧力をかけることにより、亀裂モデル装置内にセメントミルクを圧送・注入するものである。

平行板亀裂モデル装置は、図-1に示すように下部架台、上部盖板、集水部からなる。下部架台と上部盖板間のセメントミルクの流路となる亀裂は、両者の間に所定厚のスペーサーをかますことで所定の空隙幅を確保している。また、注入部は下部架台に固定された注入管（SGP20A）にスリットを設け、ここからセメントミルクを放射状に流れる構造とし、装置末端部の流出口から流下したミルクは受け樋を通して受け皿に集水する。

3. 試験方法

表-1に試験内容を示す。最初に水押し試験を行って各亀裂幅での圧力と流量の関係を把握し、その後プレーンミルク、ポゾリス No.8 添加ミルク及びレオビルド SP-8N 添加ミルク（以下、それぞれNミルク、Pミルク、Rミルクと称す）を用いて、混和剤の違いによる流動性の比較を行った。水押し試験は、 $0.5 \rightarrow 1.0 \rightarrow 1.5 \rightarrow 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ の各圧力段階で流量が安定してから30秒間測定した。

セメントミルクの練混ぜは、ハンドミキサー（750rpm）にて3分間攪拌し、投入直前には再度20秒間攪拌し、注入装置鋼管上部の投入口から投入した。注入は、圧力を $P = 2 \text{ kgf/cm}^2$ まで上げた後、セメントミルクがモデル装置流出口全体から流下し安定した段階で、流下したセメントミルクを受け樋で集水し、30秒毎に受け皿に採取して流出量の経時変化を測定した。また、このときの単位容積重量（比重）も必要に応じ測定した。

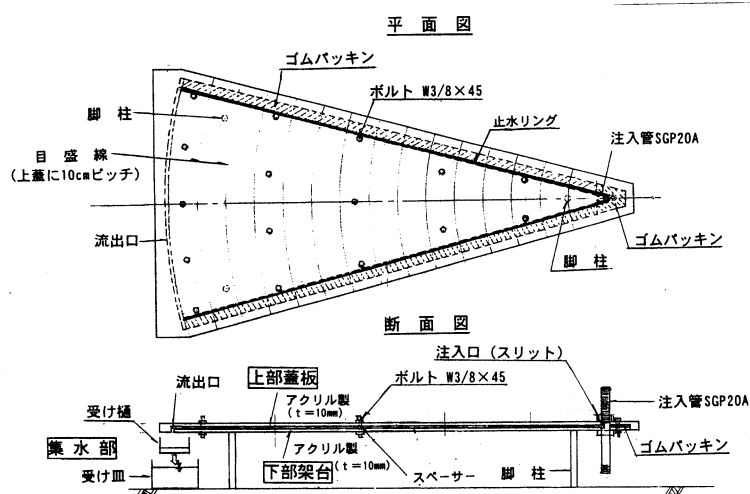


図-1 平行板亀裂モデル装置の概要

表-1 試験内容

項目	水 準	ケース数
セメント	高炉セメントB種	1
混和剤	プレーン、ポゾリスNo.8、レオビルドSP-8N	3
配合	W/C=0.5/1、0.8/1、1/1	3
亀裂幅	t=0.3、0.5、1.0mm	3
圧 力	P=2.0 kgf/cm ²	1

キーワード：ダム・グラウチング・グラウト・混和剤・高性能AE減水剤

連絡先：〒104-8388 東京都中央区京橋1-7-1 Phone 03-3535-1612 Fax 03-3564-0730

4. 試験結果と考察

4. 1 圧力と流量の関係

図-2に、水押し試験における圧力と流量の関係を示す。亀裂幅が0.3、0.5、1.0mmと大きくなるにつれ流量は急増している。また、圧力が大きくなるに従い流量も大きくなっているが、圧力と流量の間には非常に高い相関が見られる。これは、今回の亀裂モデル装置が実際の岩盤亀裂のように弾性的変形により流量が増えていることも一因として考えられる。

4. 2 セメントミルク流出量の経時変化

図-3、4は、配合W/C=0.8/1と0.5/1のセメントミルク流出量の経時変化を示している。

W/C=0.8/1の配合では、各ミルクとも注入初期の流出量が時間の経過とともに減少する傾向にあるが、全体的にはRミルクの流出量が大きく、次いでPミルク、Nミルクの順となっている。

また、W/C=0.5/1では、混和剤の違いによる流出形態に顕著な違いが見られ、 $t = 0.5\text{mm}$ ではNミルクが装置先端に達する直前で閉塞し、Pミルクについても図-4に示すように若干流出しただけで1分半後には閉塞した。一方、Rミルクは初期流出量が 2.5 L/min 程度であるが、流出量の減少傾向は比較的小さく長時間にわたって流れ、非常に良好な傾向を示した。この傾向は $t = 0.3\text{mm}$ でも同様で、Pミルクも $t = 0.5\text{mm}$ のNミルクと同じ状況で閉塞したが、Rミルクでは $t = 0.5\text{mm}$ に比べ小さいが良好な結果を示している。

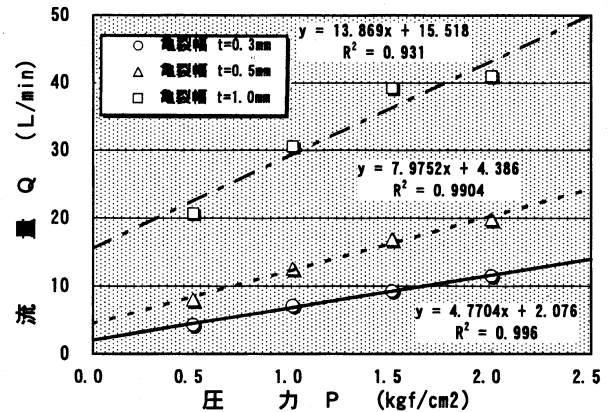


図-2 水押し試験における圧力と流量の関係

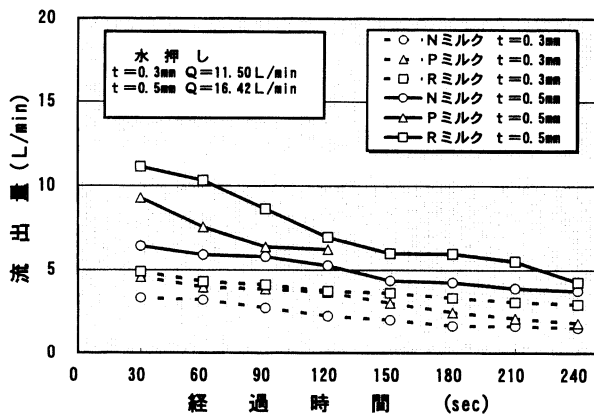


図-3 流出量の経時変化 (W/C=0.8/1)

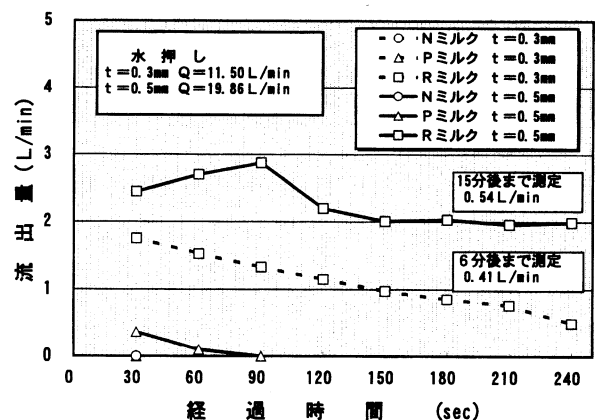


図-4 流出量の経時変化 (W/C=0.5/1)

4. 3 亀裂性岩盤における高濃度ミルクの適用可能性について

図-3、4に示すように、セメントミルクの流出量は注入開始直後にはやや大きいものの、次第に遞減していく傾向にあるが、RミルクのW/C=0.5/1(特に $t = 0.5\text{mm}$)では遞減傾向も小さく理想的な注入形態といえる。また、Nミルク、Pミルクが、モデル装置($L = 1.5\text{ m}$)の先端付近で閉塞したのに対し、Rミルクでは流量の減少も少なく長時間流れ続けても閉塞傾向を示さなかったことから、高性能AE減水剤を添加したRミルクは、流動性が非常に良くW/C=0.5/1のような高濃度の配合でも十分適用可能と考えられる。

5. おわりに

今回の試験で、以下のことが確認できた。

- (1) 今回実施した亀裂モデル装置による水押し試験で、圧力と流量の間には高い相関が見られ、岩盤内の亀裂と同様に弾性的変形による直線関係を示しており、亀裂性岩盤における注入の再現性を確認できた。
- (2) 配合W/C=0.5/1の高濃度ミルクにおいて、高性能AE減水剤を使用したセメントミルクの流動性がブレンミルク等、従来のミルクに比べ流動性が非常に良好であることが確認できた。

以上のことから、W/C=0.5/1程度の高濃度ミルクでも岩盤亀裂内への適用可能性は十分あるものと考えられ、今後は、注入圧力を変えた試験や亀裂面の流動抵抗等をも考慮した試験も実施していく予定である。

参考文献：

- 1) 田原則雄他：亀裂性岩盤における高濃度ミルクの適用可能性についての一考察,土木学会第54回年次学術講演会第3部,1999.9.