

III-315

各種溶液型注入材のホモゲル特性について

小野田ケミコ(株) 正会員 西尾 経
 株式会社小野田 正会員 松井 悟
 小野田セメント(株) 正会員 細田 初敏
 小野田セメント(株) 正会員 大森 啓至

1. はじめに

本研究は、各種溶液型注入材のホモゲル状態における諸物性の内、一軸圧縮強さの経時変化を同一条件で一斉評価したものである。また、主材料の違いから大別した代表的な注入材のうち数種については、流水養生下における溶脱イオン量を測定し、ホモゲルの耐久性についても検討したものである。

2. 試料および試験方法

試料は、各種溶液型注入材を主材料の違いとゲルタイム（瞬結は30秒以内、中結は1～10分、緩結10分以上）により7つに分類し、合計22種類について試験を実施した。注入材の分類と数を表-1に示す。一軸圧縮試験用のホモゲル供試体は、 $\phi 5 \times h 22\text{cm}$ の亚克力製モールドの片端に着脱が容易な円形底板を取り付け、標準配合のグラウトをモールド体積の半量まで流し込み作製した。なお、供試体の乾燥防止のため、ゲル化後のモールド内に水を20cc加えた。脱型および整形（ $\phi 5 \times h 10\text{cm}$ ）は、開口端をラップで密閉した状態で20℃室内にて1日保管した後に行ない、その後の養生は所定材令まで20℃水中養生とした。なお、瞬結性グラウトの場合は、2液の一方をあらかじめモールド内に入れておき、残った片方の液を加えた直後に開口端を手で押さえモールドを素早く上下に振ってホモゲル供試体を作成した。ホモゲルからの溶脱イオン量測定のための採水は、亚克力製モールドの両端をフランジで固定した容器内に整形直後（ゲル化1日後）の供試体を設置しておき、モールド底部の注入口から流量200cc/分の水を通水しモールド上部の排水口から流出させる流水養生を行ないながら所定材令時にモールド内を通過した流出水をサンプリングした。なお、溶脱イオン量の測定は、ICP（イオンプラズマ発光分析装置）により行った。流水養生試験装置の概略を図-1に示す。

表-1 注入材の分類と選定数

注入材の分類	記号	選定数
水ガラス・有機系	瞬結 A	3
	中結 B	2
	緩結 C	1
水ガラス・無機系	瞬結 D	9
	中結 E	3
弱アルカリ性カル系	瞬結 F	2
	緩結 G	2

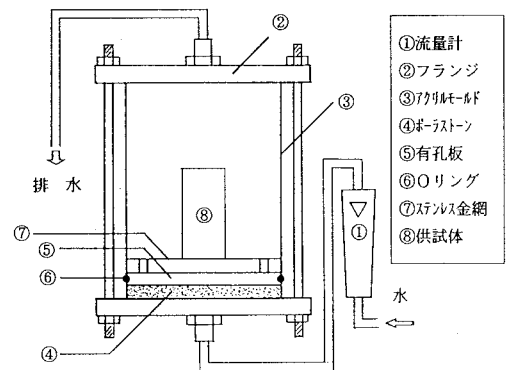


図-1 流水養生試験装置

表-2 注入材のゲルタイムとホモゲルのpH

	A	B	C	D	E	F	G
ゲルタイム	7秒	1分		2秒	40秒	5秒	16分
	9秒	3分	28分	20秒	4分	6秒	22分
ホモゲルのpH	9.5			9.3	9.0	7.8	8.1
	10.0	10.0	9.9	10.3	10.5	9.4	11.1

3. 試験結果および考察

注入材のゲルタイムとホモゲルのpHを表-2に示す。この結果、ほとんどのものがpH=9～10を示した。一軸圧縮強さに関しては、材令1日の一軸圧縮強さ（ σ_1 ）を1とした場合の各材令（ σ_n , n=7, 28, 91）

における強度比（ σ_n / σ_1 ）で評価した。注入材別の強度比の経時変化を図-2に示す。水ガラス・無機系と有機系・瞬結型（A～D）は、強度比が材令91日までに全て1未満となり、材令の進行に伴い一軸圧縮強さが低下する傾向を示した。また、水ガラス・無機系の中結型（E）については、材令91日までの強度比が1以上を示し、水ガラス・無機系の瞬結型（D）とは異なる傾向を示した。一方、弱アルカリシリカゾル系（F、G）は、材令91日までの強度比が1以上であり、しかも材令の進行に伴い増加する傾向を示した。

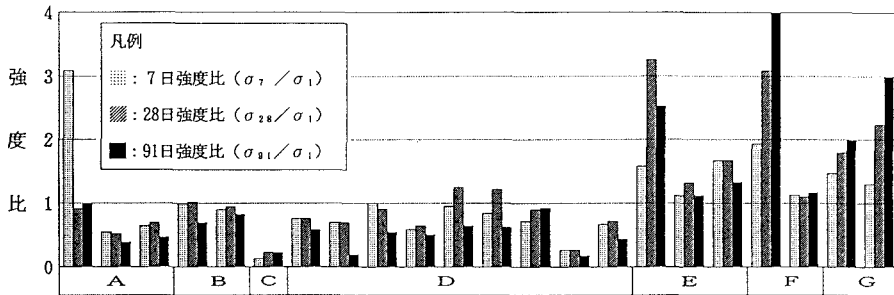


図-2 各種溶液型注入材の強度比（ σ_n / σ_1 ）の経時変化

流水養生試験に供した注入材は、特に耐久性が求められる緩結型の中から、強度比が材令と共に増加した弱アルカリシリカゾル系（G）2種類と比較例として水ガラス・無機系（D）より1種類を選び、計3種類とした。流水養生下におけるホモゲル供試体からの溶脱イオン量（ $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ）および Si^{4+} の経時変化を図-3、図-4に示す。各イオンの溶脱は、いずれの注入材も養生開始直後から生じ、その後、経時的に減少する傾向を示した。水ガラス・無機系の瞬結型（D）は、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 、 Si^{4+} の溶脱量が著しく多く、水ガラス系注入材の強度低下の原因になっているものと考えられる。一方、弱アルカリシリカゾル系（G）は、測定した3種のイオン溶脱量が水ガラス・無機系の瞬結型（D）に比べ少なく、特にSiの溶脱は極めて微量なものであった。

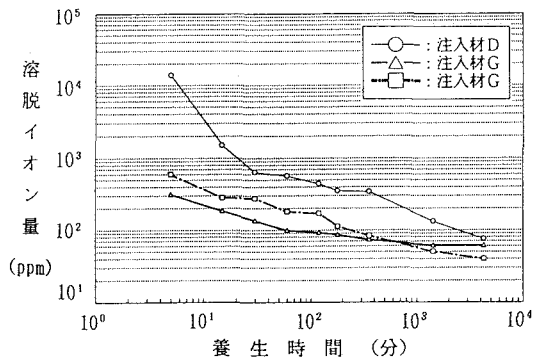


図-3 溶脱イオン量（ $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ）の経時変化

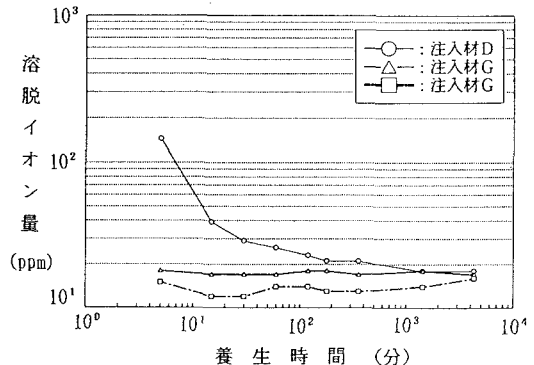


図-4 溶脱イオン量（ Si^{4+} ）の経時変化

4. まとめ

弱アルカリシリカゾル系注入材は、材令の進行に伴いホモゲル強さが増加し、他の溶液型注入材には見られない特性を示した。さらに、ホモゲルからの Na^+ 、 K^+ 、 Si^{4+} イオン溶脱量も極めて少なく、耐久性の面でも優れた特性を有するものと考えられる。

<参考文献>

三木五三郎、他：薬液注入工法の調査・設計から施工まで、(社)土質工学会、昭和60年