

倉敷 LPG 岩盤貯槽建設工事における溶液型グラウトによる止水対策（その2） ー現場条件を考慮した溶液型グラウトの長期安定性確認試験ー

清水建設株式会社 正会員 ○延藤 遵・小林伸司・征矢雅宏

強化土株式会社 フェロー会員 島田俊介

強化土エンジニアリング株式会社 正会員 小山忠雄・角田百合香

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 正会員 前島俊雄

1. はじめに

倉敷 LPG 岩盤貯槽建設工事では、マイクロフラクチャ等セメントグラウトによる透水性改良効率が極めて低い範囲に対して、補助的に溶液型グラウトを採用することで改良目標を達成した¹⁾。溶液型グラウトとしては、耐久性に優れたコロイダルシリカグラウトを使用し、倉敷基地における長期止水材料としての適用性を確認するため、現場条件を反映した性能確認試験を行った。そのうち本稿では、溶液型グラウトのホモゲルを使用した長期安定性確認試験について報告する。

表-1 基本配合

ゲルタイム(分)	pH	シリカ(kg)	硬化材(kg)	工事用水(kg)
120	6.5	968	5.93	9.4

2. 試験方法

(1) 基本配合と養生水の種類

長期安定性確認試験で使用した基本配合を表-1 に、養生水の種類を表-2 に示す。

表-2 養生水の種類

記号	種類	pH
I	イオン交換水	6.66
S	現地湧水	6.29

(2) ホモゲル長期力学的安定性確認試験

現地湧水やブリーディング水にてホモゲルを養生し、一軸圧縮試験によりホモゲルの長期力学的安定性の確認試験を実施した。養生は、表-3 に示すように、標準温度 20℃と、既往研究²⁾において採用された促進養生温度 55℃の2条件で行った。試験配合を表-4 に示す。

表-3 養生方法（力学的安定性）

標準養生	促進養生
	
200mlの養生水中に供試体φ100×H50を浸漬	55℃の恒温室内にて養生

(3) ホモゲル長期化学的安定性確認試験

既往研究²³⁾を参考に、現地湧水にて養生したホモゲルからのシリカ溶脱量の経時変化を測定することにより、ホモゲルの長期化学的安定性を確認した。試験としては以下の2種類を実施した。

- ・試験 1：養生水の置換を行わない条件で、養生水中の全シリカ濃度、溶解性シリカ濃度が増加しないことを確認する。
- ・試験 2：養生水を繰返し置換する条件で、養生水中の全シリカ濃度、溶解性シリカ濃度の溶解速度が増加しないことを確認する。

表-4 試験配合（力学的安定性）

記号	養生水	養生温度
I-N	I	20℃
I-H		55℃
S-N	S	20℃
S-H		55℃

試験配合を表-5 に、養生方法を表-6 に示す。

表-5 試験配合（化学的安定性）

記号	養生水	養生温度	実施試験
I-N	I	20℃	試験 1
I-P		20℃*	試験 1
S-N	S	20℃	試験 1, 2
S-P		20℃*	試験 1, 2

*養生温度は 20℃であるが、長期浸漬前に 55℃で 120 日事前養生

表-6 養生方法（化学安定性）

試験 1	試験 2
	
6Lの養生水中に供試体φ50×H50を6体静置	1Lの養生水中に供試体40mlを1体静置

キーワード LPG 岩盤貯槽, 溶液型グラウト, コロイダルシリカ, 長期力学的安定性, 長期化学的安定性
連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設株式会社 TEL03-3561-3908

3. 試験結果

(1) ホモゲル長期力学的安定性確認試験

試験状況を図-1 に、試験結果を図-2 に示す。促進養生の場合の換算養生日数は、標準養生および促進養生の試験結果の比較から算出した促進倍率（イオン交換水 40 倍、現地湧水 90 倍）を試験材齢に乗じたものである。一軸圧縮強度は、イオン交換水に比べて現地湧水で養生した場合の方が小さいが、現地湧水の場合においても 50 年相当の養生期間において一軸圧縮強度は増加し続けている。



図-1 試験状況
(力学的安定性)

(2) ホモゲル長期化学的安定性確認試験

試験 1 の結果を図-3 に示す。試験 1 では養生水の置換を行わない予定であったが、全シリカ濃度が安定した状態にあると判断されたため、一度水替えを実施した。次に、試験 2 の結果を図-4 及び図-5 に示す。図-3 より、試験 1 では全シリカ、溶解性シリカ濃度ともに増加していないことが分かる。次に、図-4 及び図-5 に示す試験 2 では全シリカ、溶解性シリカともに溶解速度（図中の濃度増分の勾配）が増加していないことが分かる。したがって、溶液型グラウトの硬化体は化学的に安定しているものと言える。また、養生水の違いについては、イオン交換水よりも現地湧水の方が全シリカ、溶解性シリカ濃度ともに小さいことから、倉敷基地の現地湧水は化学的安定性に悪影響を与えないものと考えられる。

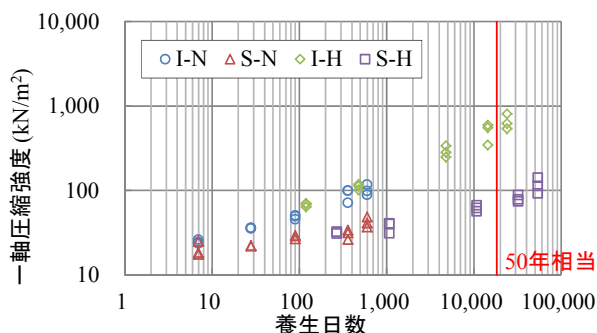


図-2 長期力学的安定性確認試験結果

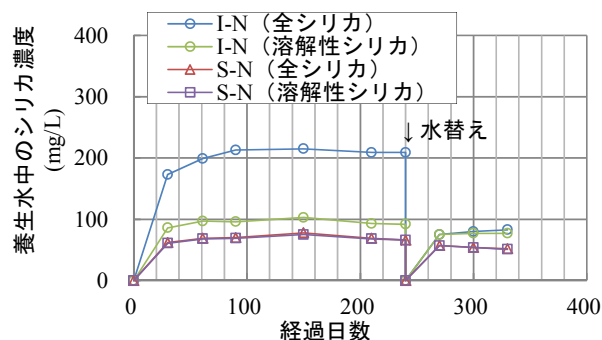


図-3 長期化学的安定性確認試験結果（試験 1）

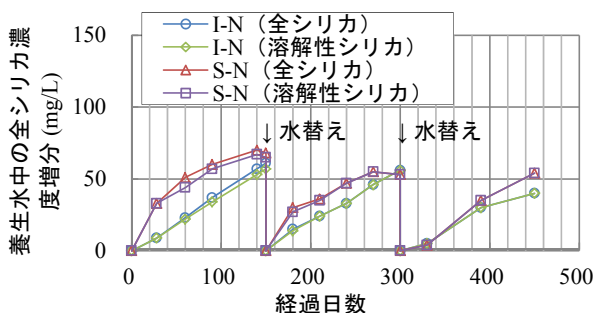
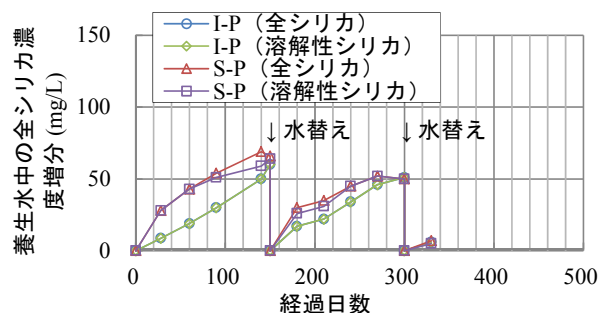


図-4 長期化学的安定性確認試験結果（試験 2）



4. まとめ

倉敷 LPG 岩盤貯槽建設工事の現場条件を考慮した溶液型グラウトの長期安定性確認試験を行った。その結果、長期力学的安定性については現地湧水のもとで長期間（50 年間）ホモゲル強度が増進すること、長期化学的安定性については現地湧水のもとでシリカの溶脱が促進しないことが確認できた（長期止水効果に関する室内試験については、シリーズその 3 参照）。

参考文献

- 小林他：倉敷 LPG 岩盤貯槽建設工事における溶液型グラウトによる止水対策（その 1），土木学会第 68 回年次学術講演会講演概要集（投稿中），2013
- 加賀宗彦：水ガラス系注入材の安定性と注入固結砂の長期強度の予測，土木学会論文集，No.652/III-51，195-205，2000
- Iler K. R. : The Chemistry of Silica, John Wiley & Sons, Inc., 1979