

シリカ系薬液注入材（恒久グラウト）の強度の耐久性 と浸透水圧の影響

東洋大学	正会員	加賀宗彦
東洋大学(現 JR 東日本)	正会員	谷川真里
強化土(株)	フェロー	島田俊介
強化土エンジニアリング(株)	正会員	小山忠雄 佐々木隆光
ジャッテック(株)	正会員	木島正 角田百合花
東洋大学	川嶋太郎 斉藤健太 中山裕樹 吉田栞	

1. はじめに

ゲル化したシリカ系薬液注入材の長期体積変化とシリカの溶脱および強度の耐久性を調査した。ゲルの体積変化とシリカの溶脱はメスフラスコでゲル化した注入材を養生して約 9000 日(25 年)間の結果を得た。その体積変化やシリカの溶脱は一定の期間を経過するとほぼ停止した。また、少なくとも 25 年間はゲルの解重合はなかった。また浸透水圧を作用させた注入固結砂の強度の耐久性の試験も実施した。この試験は浸透水圧を作用させた状態で供試体を養生できる試験装置を作製し強度の経時変化を調査した。浸透水圧の影響は注入材の種類で異なった。これらの結果を報告する。

2. 実験方法

使用した注入材はゲル化の pH 領域および構造¹⁻³⁾が異なる 3 種類を使用した。アルカリ領域でゲル化する有機系注入材、非アルカリ領域からは酸性シリカゾル系注入材を選定した。さらに、シリカ粒子を重合で大きく成長させたシリカ粒子に特徴のあるコロイダルシリカゾル系注入材を用いた。それぞれの注入材の呼び名と物性を表-1 に示す。体積変化とシリカの溶脱はメスフラスコによる測定方法⁴⁾で行なった。注入固結砂供試体の作製には標準砂を使用した。注入供試体の大きさは直径 5cm、高さ 10cm で砂の密度は 1.5g/cm³ である。砂の間隙を水で飽和した後、注入法で作製した、静水養生温度は 20℃、40℃、55℃、65℃である。圧力浸透試験はベントナイトで隙間がないように供試体を設置したモールドを図-1 の養生水槽に設定した。浸透水圧は注入供試体の下方から作用させた。水圧は動水勾配 i が 1 および 10 となるような 2 通りで行った。それぞれの水圧は 0.98kPa、9.8kPa である。養生水槽の水温は 20℃、40℃、55℃、65℃の 4 通りで行った。所定の養生日数に達した供試体はモールドから取外し一軸圧縮試験を JIS A1216T に準じて行った。

表-1 注入材の呼び名と物性

注入材の種類	呼び名	SiO ₂ /体積 (g/cm ³)	ゲルタイム (min)
有機系	A20	0.203	10
	A15	0.152	20
	A06	0.96	120
酸性シリカゾル系	CH	0.114	240
	コロイダルシリカゾル系	CSN	0.323

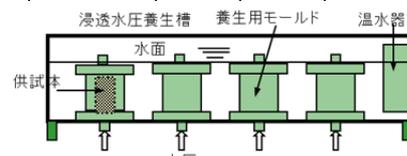


図-1 浸透水圧養生試験装置

3. 実験結果

(1) ゲル化した注入材の経時的体積変化

有機系およびコロイダルシリカゾル系注入材の経時的体積変化を図-2~3 に示す。有機系注入材は極端にシリカ濃度の薄い A06 を除いて約 40 日経過後までに約 5~6%の体積変化をしてその後ほぼ一定となる。

キーワード：液状化対策，薬液注入，地盤改良，恒久グラウト，護岸，側方流動防止

連絡先 1) 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学理工学部 E-mail : kaga@toyo.jp

2) 〒113-0033 東京都文京区本郷 3-15-1 強化度エンジニアリング株式会社 TEL03-3815-1687

FAX03-3818-0670

40日までの変化量は9000日の体積変化の約90%である。図-3に示めすコロイダルシリカゾル系注入材の体積変化は9000日(25年)経過後もほぼゼロである。このゲル構造は粒状体が蜂の巣状の間隙を持った構造となっているため積変化が少ないものと考えられる²⁾。シリカ濃度が極端に薄いA06注入材を除いてすべての注入材は目視によるゲルの解重合が見られない。ゲルの定性は今後もさらに継続するものと判断できる。CH注入材については発表当日追加報告をする。

4. ゲル化した注入材からの溶脱シリカ

ゲル化した注入材からの長期的なシリカの溶脱の測定は化学的安定性を判定する一つ的手段となる。今回測定した溶脱率のデータを図-4に示す。コロイダルシリカ系注入材は9000日経過後もシリカの溶脱率はほぼゼロである。これはコロイダルシリカの直径が他の注入材の100倍あるため比表面積が小さいので溶脱が少ない理由の一つと言える。有機系注入材は1000日経過付近まではシリカ濃度の大きいA20で28%、A20に比べて濃度の小さいA15は30%の溶脱をしてその後はほぼ終息する。CH注入材は9000日経過で約4%の溶脱で終息する。

5. 浸透水圧が作用した長期強度

コロイダルシリカゾル系注入材

本報告はページの制限でコロイダルシリカゾル系注入材を用いた図-10に示す試験結果のみについて述べる。発表当日は他注入材についても報告する。同図に示す黒の●印と赤の*は静水養生20℃の試験結果である。黒の実線は予測値である。今回はこの図に浸透水圧を作用させた試験結果をプロットした。図に示す測点はすべて20℃に換算してある。図中の色分けをした▲, ▲, ▲, ▲印は動水勾配 $i=1$ の浸透圧が作用した20, 40, 55, 65℃の結果である。動水勾配 $i=10$ は■, ■, ■, ■印で示し、それぞれ20, 40, 55, 65℃の結果である。結果としてコロイダルシリカゾル系注入材は動水勾配 $i=1, 10$ の浸透圧が作用すると予測値のやや下方にプロットされる。ただ、経時的強度の増加は見られる。この図から有機系注入材や酸性シリカゾル系注入材と異なり浸透水圧を受けても強度の劣化は見られない。この結果から判断すると浸透水圧が作用した実際の現場でも長期耐久性が期待できる注入材と考えられる。なお、静水での促養生40℃, 55℃, 65℃の測点は図が煩雑になるためプロットしていない。

6. 参考文献

- 1) 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，pp195-205，2000.6
- 2) 加賀宗彦：注入固結砂などに関連する水ガラス系注入材のゲル構造，土木学会論文集，No.460/V-18，pp.93-102，1993.2
- 3) 加賀宗彦，森 麟：薬液注入におけるゲル化した注入材の安定性と固結砂強度の耐久性に関する基礎研究，土木学会論文集，No.496/V-24，pp.31-40，1994.8

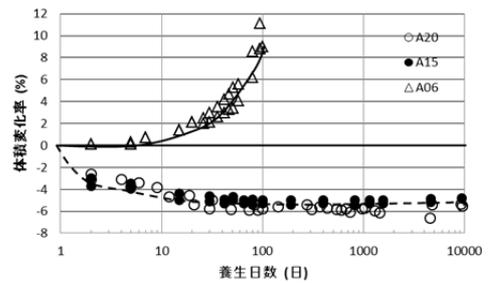


図-2 有機系注入材の体積変化

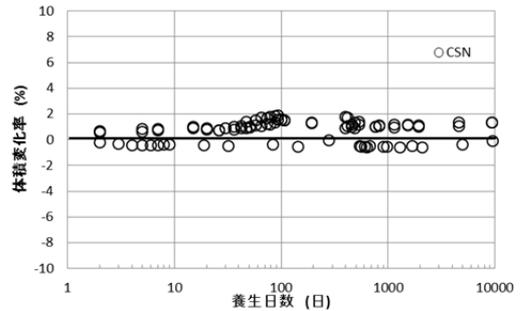


図-3 コロイダルシリカ系注入材の体積変化

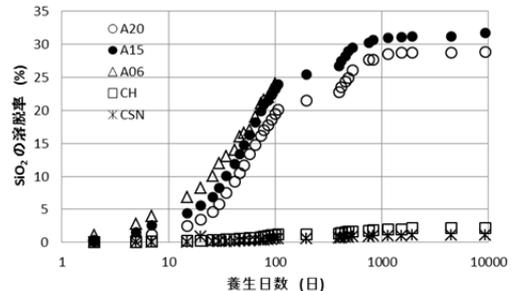


図-4 シリカの溶脱

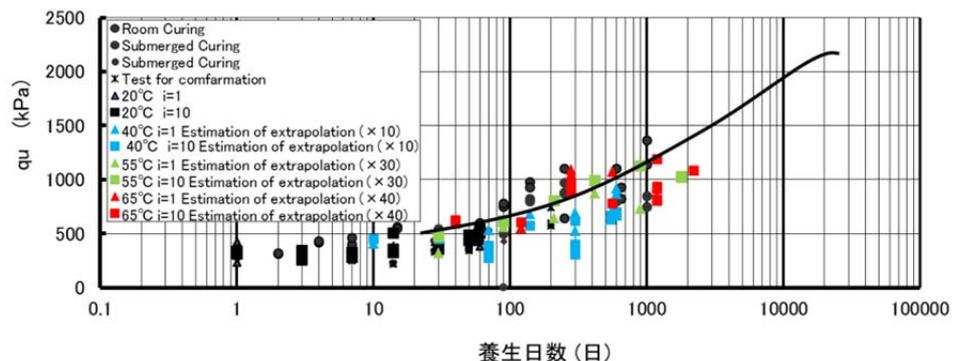


図-5 浸透水圧が作用したコロイダルシリカ系注入材の強度の経時変