

活性複合シリカグラウトの浸透固結特性について

強化土エンジニアリング 正 会 員 ○和田 貴子
 強化土エンジニアリング フェロー会員 島田 俊介
 東洋大学名誉教授 フェロー会員 米倉 亮三
 強化土エンジニアリング 正 会 員 陳内 直樹

1. はじめに

水ガラスをイオン交換処理により脱アルカリして増粒して得られる活性シリカをベースとするグラウトの恒久性は、脱アルカリによる化学的安定と増粒による構造的安定に起因することは既に本報告者らによって発表されている。また、活性シリカをベースにした活性複合シリカは、高強度を可能にし恒久グラウトとして液状化対策工のみならず、掘削工事の地盤改良とコンクリート構造物構築後の用辺地盤の恒久止水と補強に使用されている。本報告者らはこの活性複合シリカグラウトの一次元浸透試験によって得られたサンドゲルの一軸圧縮強度を測定し、浸透状況と強度分布について検討したのでここに報告する。

2. 試験方法

- 1) 使用注入薬液と砂 ; 活性複合シリカグラウト 2 種【SiO₂ 濃度…6% (比重 1.077) と 12% (比重 1.152)】、ゲルタイム…それぞれ 10 時間以上、pH…2~4)、豊浦標準砂
- 2) 浸透試験方法 ; 相対密度 (Dr) は 60% になるように、5.2φ × 200cm の透明プラスチックモールド (4245.3ml) に豊浦標準砂を充填し、水で飽和させた後グラウトを注入した。注入するグラウトは 3000ml を用意した。注入圧は 0.01MPa で浸透させて流速が低くなるに従い徐々に昇圧をし、0.03Mpa を最大注入圧力とした。注入後、室温で養生して固結して得られたモールドの両端を 5cm 切除してから、10cm 毎に切断して注入口に近いモールドを No. 1 とし、No. 1…No19 とした。奇数番号モールドを材令 7 日とし、偶数番号モールドを材令 28 日として一軸圧縮強度を測定した。
- 3) サンドゲル供試体作製方法 ; 5.0φ × 10cm のモールドに豊浦標準砂を Dr=40、60、80% となるように測定したのち、グラウトと混合して充填した。1 週間後にモールドから脱型し、ラップで密封室温養生して材令 28 日として一軸圧縮強度を測定した。

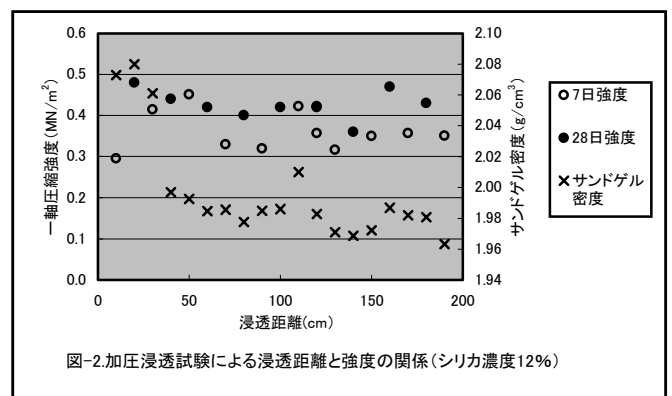
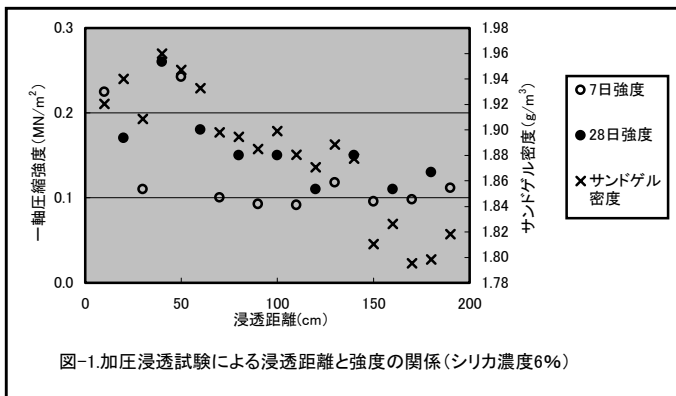
3. 試験結果

表-1 注入状況

グラウトの SiO ₂ 濃度	相対密度 (Dr)	注入総時間	上部排出液量
6%	60%	45 分	2956ml
12%	60%	60 分	2934ml

1) 加圧浸透試験について

浸透試験の注入状況について表-1 に示す。Dr = 60% のときの間隙率は 43% (1825.5ml) である。終了時の排出液量における pH は注入前と殆ど変化



キーワード 恒久グラウト、活性シリカ、複合シリカ、薬液注入、恒久地盤改良

連絡先 〒113-0033 東京都文京区本郷2丁目15番10号 強化土エンジニアリング(株) TEL03-3815-1687 FAX03-3818-0670

していなかった。したがって、本実験において間隙水は注入材に十分置換わったものと考えられる。加圧浸透試験結果の浸透距離と強度の関係を、シリカ濃度 6%による結果は図-1、シリカ濃度 12%による結果は図-2 に示す。浸透注入によって得られたサンドゲルは、シリカ濃度 6%では 0.11~0.26MN/m²、シリカ濃度が 12%では 0.30~0.48MN/m²の強度分布であった。このように浸透距離によってサンドゲルの密度は異なっており、浸透距離が短い位置（注入孔に近い）ほど密度は高くなっている。

サンドゲルの密度と強度の関係を図-3、図-4 に示す。サンドゲル密度と強度は比例の関係にあることがわかる。充填率は、注入中にも間隙率は変化しないものとみなし、サンドゲルの密度と注入液の比重より算出した。加圧浸透試験による注入材の充填率は、シリカ濃度 6%では 66~97%、シリカ濃度 12%では 94%以上となっている。なお、シリカ濃度 12%では、一部において薬液の充填率が 100%以上に相当するサンドゲルが得られたが、その要因として考えられることは、砂が加圧注入中に下方に移行して密になったか、またはシリカの重合が進みつつある注入液のシリカ分が砂の粒子間において圧縮されて、部分的にシリカ濃度が高くなったためではないかと考えられる。

2) 混合法によるサンドゲル強度の比較

混合法により作製したサンドゲルの密度と強度の関係を図-5、図-6 に示す。シリカ濃度が 6%、12%のどちらも混合法で作製されたサンドゲルの強度のほうが加圧浸透法よりも高い。これは混合法の薬液の充填率が 100%であるためであると考えられる。

4. まとめ

従来、薬液注入工法は仮設用に用いられてきた。従って改良強度の表示はその前提条件が不明確なものが多かった。これは実用上、掘削時に地盤が安定していれば問題無かったからである。恒久地盤改良という新しい薬液注入の分野が拓けると、設計に際して正確な地盤改良強度の予測が必要となるため、今回は固結強度の前提を明確にして豊浦標準砂によるサンドゲル強度を測定した。

恒久地盤改良の改良効果に影響する要因は、シリカ濃度と注入地盤の特性、即ち砂の種類と密度、細粒分の含有量、Ca 分等の化学的成分の含有量等が考えられる。特に長い浸透距離の地盤改良においては、時間的に進行するシリカの重合反応や注入圧力が関係する。注入孔間隔が広くなることによる強度の低減に関しては、実際には一本のみの注入によるのではなく、多数の注入孔からの拘束効果によってカバーするためこれらを考慮した実験も必要である。今後、このような現場条件を実験で再現できるような浸透長を有する試験装置と現場採取した砂を用いてデータを集積し、更に現場改良地盤のデータを加えてこれらの要因を解明し、恒久地盤改良の設計に役立てる予定である。

《参考文献》 鳥田・米倉・和田・陳内；活性複合シリカグラウトの開発、第 37 回地盤工学会発表論文集 恒久グラウト協会；「恒久グラウト設計施工マニュアル」、「パーマロック ASF 技術資料」

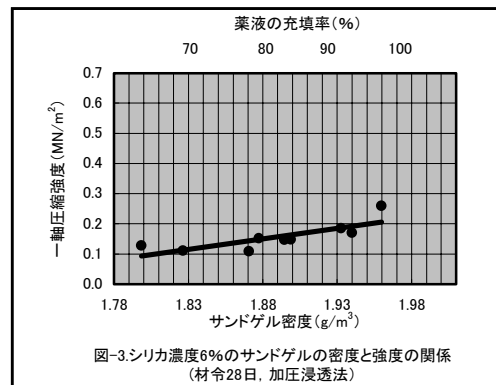


図-3.シリカ濃度6%のサンドゲルの密度と強度の関係 (材令28日, 加圧浸透法)

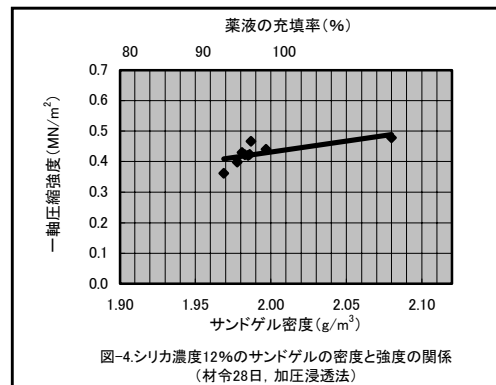


図-4.シリカ濃度12%のサンドゲルの密度と強度の関係 (材令28日, 加圧浸透法)

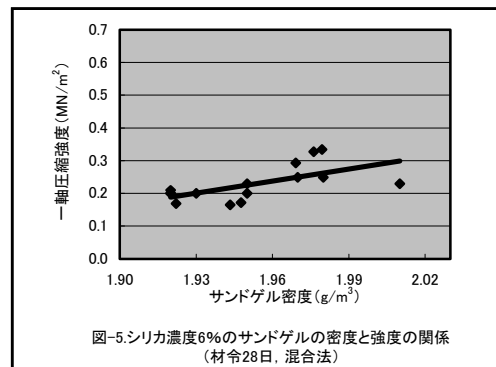


図-5.シリカ濃度6%のサンドゲルの密度と強度の関係 (材令28日, 混合法)

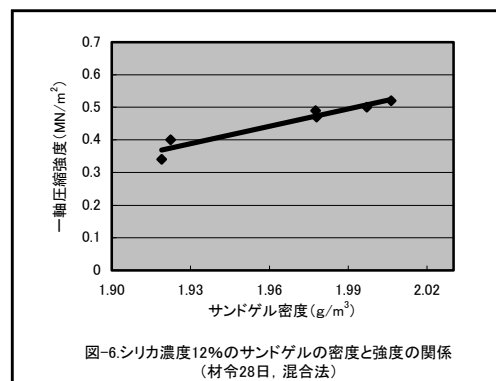


図-6.シリカ濃度12%のサンドゲルの密度と強度の関係 (材令28日, 混合法)