

# (Ⅲ-20) 注入固結砂の強度の耐久性

東洋大学工学部 正会員 米倉 亮三  
 同 上 正会員 加賀 宗彦  
 同 上 学生 池田 剛  
 同 上 学生 神田 量三

## 1. はじめに

薬液注入工法は支持力の増大、地盤変形の抑制、水圧及び透水性の減少、耐久性の維持ないし増進などを目的とする。当研究室では、有機系グラウト（A20）〔硬化剤：グリオキサール、 $\text{SiO}_2$ 濃度 $0.2 \text{ g/cm}^3$ 〕、及び耐久性・無公害性が最も高いとされる超微粒子シリカ系グラウト（CSN）〔 $\text{NaCl}$ 、 $\text{SiO}_2$ 濃度 $0.32 \text{ g/cm}^3$ 〕の強度の耐久性を経時変化によりどのような結果が得られるかを調べている。そして次の様な方針で実験を行っている。第一に密度による影響、第二は砂の粒度による影響、特に第三は、養生温度を上げることにより化学反応速度を増進させ、短時間で固結砂の強度変化を調べることが出来ると予測し、実験を進めている。本報告は、さらに新しいデータを得たので、前報に引続き報告する。

## 2. 実験方法

固結砂作製用モールドとして、直径 $5 \text{ cm}$ 、高さ $10 \text{ cm}$ のものを、用い、圧力浸透により供試体を作製した。供試体は、豊浦標準砂（Stoyo、 $74 \sim 2000 \mu\text{m}$ ）、中間砂（Sm、 $74 \sim 2000 \mu\text{m}$ ）、及び粗砂（Sr、 $420 \sim 2000 \mu\text{m}$ ）を用いた。養生は、恒温恒湿と促進とに分けた。恒温恒湿養生：供試体をポリフィルムで密封し、常時室温 $20$ 度、湿度 $80 \sim 100\%$ の部屋で養生を行い、これを標準養生とした。促進養生：標準養生と同様の供試体を $7$ 日間、恒温恒湿で養生した後、供試体が温水と接しない様にポリ塩化ビニールで密封し、常時 $50$ 度の温水に入れて養生した。また強度の指標には一軸圧縮強度を用い、JISに準じて行った。実験に使用した材料の物性を右の表1、2に示す。

表一 砂の物性

| 砂の種類  | 比 重   | 乾燥密度 ( $\text{gf/cm}^3$ ) |       |       |
|-------|-------|---------------------------|-------|-------|
|       |       | Dr0.4                     | Dr0.6 | Dr0.8 |
| Stoyo | 2.667 | 1.46                      | 1.51  | 1.56  |
| Sm    | 2.686 | 1.56                      | 1.64  | 1.74  |
| Sr    | 2.686 | 1.55                      | 1.62  | 1.69  |

表二 注入材の物性

| 薬液名 | $\text{SiO}_2$ 濃度 (%) | シリカ粒径 | 粘度 (25度cps) |
|-----|-----------------------|-------|-------------|
| A20 | 0.2                   | 0.5   | 80          |
| CSN | 0.32                  | 15.0  | 15以下        |

3. 実験結果・標準養生による結果。 標準養生（非水浸）の供試体は標準値として用いる事が出来る。それは、この養生による供試体は乾燥や温度変化による物理的影響を受けないからである。〔図一1〕は相対密度 $0.6$ で特性の異なる2種類の薬液をもちいた固結砂強度を経時的に表したものである。有機系グラウトA20の固結砂では、最長 $1100$ 日、超微粒子シリカ系グラウトCSNでは $250$ 日までのデータを得ることが出来た（CSNは昨年と同じ）。グラフから分かる様に、A20では $200$ 日前後まで初期強度を持続し、その後強度は徐々に減少していく。これに対しCSNは有機系薬液とは異なり、 $30$ 日を経過してから急激に強度が増加し、 $250$ 日を過ぎた現在でも強度の耐久性には期待がかかる。次に、相対密度を変えた固結砂強度を検討してみる。A20について $100$ 日までのデータをまとめてみると〔図一2〕のような結果となった。グラフより、相対密度が $0.4$ 、 $0.6$ 、 $0.8$ と大きくなると、それに伴い固結砂強度は小さくなる。これは間隙が大きい地盤ほど薬液注入した後の強度は増大することがいえる。 $200$ 日を超えるあたりから、相対密度 $0.4$ 、 $0.8$ は、相対密度 $0.6$ にくらべ強度の減少する割合が大きい。

# ・促進養生による結果

本促進養生の実験は前回の最長経過日数250日までの結果を補足するものとして、今回は650日までの強度をここに示す。[図-3]はCSN注入による固結砂(Dr0.6、Stoyo)の実験から得られた結果である。図中の実線は測点を代表すると思われる強度の経時変化を示した。最長日数650日で平均20.8kgf/cm<sup>2</sup>の強度を得た。現段階ではピーク時の強度は得られていない。最大強度を測定するにはまだかなりの日数を要すると思われる。[図-3]は経過時間(横軸)が短縮された形で示され、標準養生(図-1参照)に相似している。[図-3]の実線のスケールの倍率を変えて標準養生に挿入して一致するものを[図-4]に示す。この倍率が促進倍率と考えられる。グラフより、約15倍の促進倍率が得られた。これはホモゲルについてゲルタイムを求めた値からも同様の結果を得ている。ゲルタイムから求めた促進倍率を示す(表-3)。以上のことから促進倍率によって最大強度を得る日数を予測すると、7000日以上の時間を要することが推測される。今回の実験より、超微粒子シリカグラウトはこれまでの注入剤と異なり、強度においては相当の耐久性を持つことが言える。この方法は理論的に確立されていない、単に外捜法で求めたものである。信頼性については今後の課題となる。

表-3 ホモゲルのゲルタイム

| 液温 | 20度 | 50度   |
|----|-----|-------|
| 時間 | 40分 | 3分10秒 |

20度/50度(倍率)は 12.63

参考文献: 加賀、米倉 注入固結砂の強度の経時変化(土木学会第42回年次講演会)

