

東洋大学工学部 正会員 米倉 亮三

○正会員 加賀 宗彦

1 はじめに

高分子系グラウトが使用されなくなつて以来、アルカリ領域における無機系グラウトの進歩は、著しいものがある。さらに無機反応剤を用いる水ガラスから強度と浸透性に優れた有機反応剤を用いた水ガラスグラウトが広く用いられるようになった。又、最近では、中へ酸性領域で固結し、恒久性と無公害性が最も高いとされているシリカ系グラウト¹⁾が開発され使用されている。注入工法を安全かつ信頼のおける工法とするには、グラウトの耐久性、浸透性、強度等についての検討が必要である。当研究室では、これらの性質を調べる目的で一連の実験を進めている。その一部として、前回までは、サンドゲルの破壊規準について報告²⁾した。今回は、無機系溶液型グラウトによるサンドゲルの耐久性について報告する。実験は、当研究室で作製した長期間連続透水試験のできる試験機を用いて、透水係数の変化、および透水試験後の強度を測定している。さらにホモゲルの水中養生による SiO_2 の溶脱を調べた。まだ予備段階であるが、現在のところ、アルカリ領域における無機反応剤を用いた水ガラスグラウトでは、 SiO_2 の溶脱量が非常に多いため、施工に当っては、十分な配慮を必要とすることが判った。これに対し、シリカゾル系グラウトでは、 SiO_2 の溶脱はほとんどなく、時間の経過にともない、強度が増加する。これは、従来のグラウトとは全く異なる特性を示した。

2 試料および実験方法

試料番号	ケミカルグラウトの種類	ゲル時間	備 考
WG-1	アルカリ系水ガラス	2分	反応剤弱アルカリ性無機塩
WG-2	アルカリ系水ガラス	20分	反応剤酸性無機塩
SS-1	シリカゾルA	4時間	低濃度
SS-2	シリカゾルB	10時間	高濃度

注入材は、上記4種とした。サンドゲル作製用モールドは、 $\phi 5\text{cm}$ 、 $H=10\text{cm}$ のものを用いた。標準砂および調整した砂($2^{mm}\sim 420^{um}$)2種類を用いた。乾燥密度は、共に 1.5g/cm^3 である。サンドゲルは、人工的に砂と注入材を混合してモールドに詰めたと、あらかじめモールドに砂を詰め、その後注入材を注入した2通りの方法で供試体を作製した。透水試験は、サンドゲルの入ったモールドをそのまま透水試験機にセットして実験を行った。

3 実験結果

3-1 ホモゲルの水中養生による SiO_2 の溶脱

ゲルの主成分(SiO_2)の溶脱量の経時的変化から、耐久性を知るために 100°C の注入材をゲル化させ、これを 1000°C の水道水に、水中養生した。養生水を分析して、経時的に SiO_2 溶脱率(溶脱した SiO_2 量/ゲルの総 SiO_2 量)を測定した。図-1に示すように無機反応剤を用いた水ガラスグラウトG-1は、30日でゲルの SiO_2 のほぼ50%が溶脱するのに対し、シリカゲルでは、シリカゲルAで35%、シリカゲルBで0.8%をほぼ20日以内に溶脱して、その後の溶脱はほとんどない。

3-2 透水係数の経時変化

止水を目的とした注入材の耐久性を知るために、透水係数を長期間測定している。この実験の砂試料は、調整砂である結果を図-2に示す。図に示すように、砂それ自身の透水係数の低下もあるが、シリカゲル系による供試体の透水係数は、経時的に大巾に低下している。特にSS-2の透水係数は、 $10^{-7}(\text{cm/sec})$ と極めて小さく、実

実験開始後10日までは、殆んど排水がない。止水性が非常に優れている。一方無機反応剤（アルカリ領域）を用いた水ガラスグラウトのうちゲル化時間の長いWG-2は、経時的に透水係数が増大し、30日経過後では、砂のみの透水係数に近づく。これに対しゲル化時間の短いWG-1は、経時的に透水係数が低下している。この両者の違いは、図-1から推定して、ゲル化時間の短い場合、止水効果を保持できるだけの SiO_2 分が残っていると思われる。なお実験は継続観測している。

3-3 サンドゲルの強度の経時変化

サンドゲルの強度の面から耐久性を知るため、透水試験前後の一軸圧縮強度を測定した。砂試料は標準砂を用い、供試体は、注入サンドゲル、混合サンドゲルの2通りの方法で作成した。透水は118日間行った。図-3の強度比（118日間透水試験後強度/2日養生強度）より、無機反応剤（アルカリ領域）を用いた水ガラスの場合、もとの強度の1割まで低下する。これに対し、シリカゾルでは、約25倍の強度増加を示す。これは、従来の水ガラスとはまったく異った特性を示した。

4 おわりに

- (1) 無機反応剤を用いたアルカリ領域の水ガラスグラウトは、ゲル化時間を凝結に近くし、仮設用に用いる等の配慮を行なえば、強度は低下しても止水性は保持でき経済的な注入材と思われる。これに対し、ゲル化時間を長くして浸透用に用いたり、長期効果を必要とする場合は、不適と思われる。（まだ結論を出すことはできない。実験は、継続中である。）
- (2) シリカゾル系は、長いゲル化時間でもシリカ分の溶脱は初期のみで、その後殆んど見られない。又、経時的強度の増加、透水係数の低下など、優れた耐久性を示す。これよりゲル化時間を長くして、浸透用に用いても強度、止水、共に耐久性に優れた注入効果を期待できる。実際の現場においては、加圧注入や、土中の金属塩との反応など複雑な注入のメカニズムが予想される。室内実験より現場条件を再現する事は、非常に困難である。そのため室内実験結果をそのままあてはめることはできない。しかしある程度の傾向は、把握することができた。今後は、透水試験機を用いてサンドゲルの SiO_2 の溶脱量測定も行い、長期間にわたっての耐久性を解明していく予定である。

後記 この実験の抄録として行われた関川浩昭君修験第一号には、詳細の表を載せる。
参考文献 1) 島田他2名：非アルカリシリカゾルグラウトを用いた地盤注入工法と施工例
土木施工2巻、2号、3号、1983 2) 例えは、米倉加賀 各種破産処理と整理したサンドゲル強度 土木学会 資料発表会

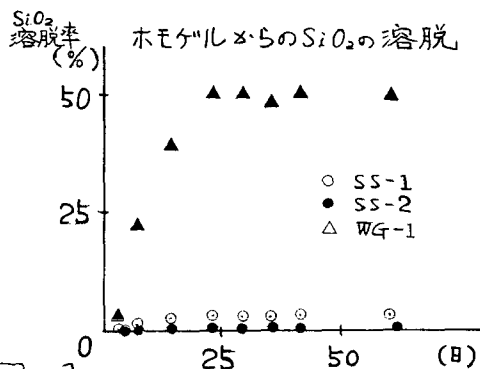


図-1

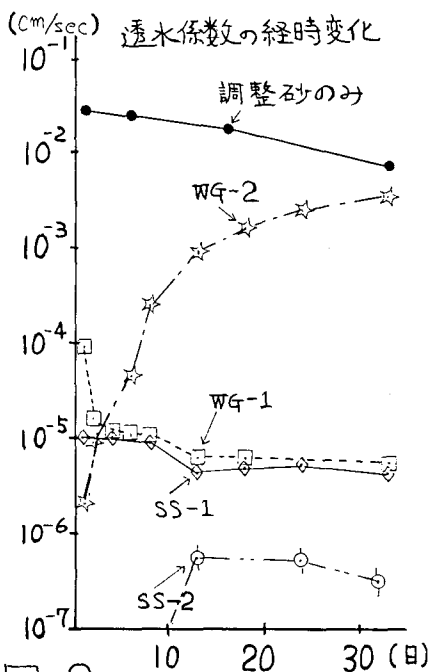


図-2

サンドゲルの2日養生強度と118日透水後の強度および強度比

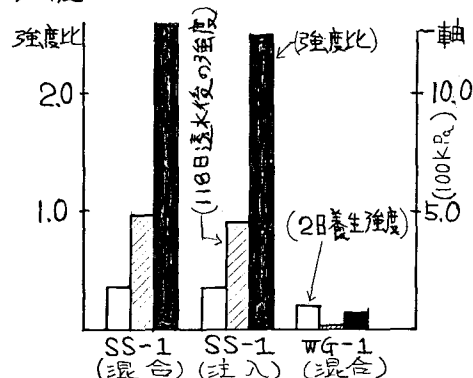


図-3