

III-344

注入固結砂の強度および止水の耐久性

東洋大学工学部

正会員 米倉 亮三

"

正会員 加賀 宗彦

元学生（現、日特建設）

正会員○中村 好弘

"（現、藤田建設）

只野 忠一

1. はじめに

薬液注入工法によって改良された砂の耐久性は現在よく知られていない。そこで我々は薬液注入した固結砂の経時的な耐久性を、止水と強度の長期継続実験を行うことにより、その傾向を調べている。

前報告¹⁾²⁾よりさらに長期の結果を得たので整理の終わった有機反応剤によるアルカリ系注入材：A20（硬化剤＝グリオキサール）、および超微粒子コロイダルシリカ：CSN、についてその結果を報告する。

止水の耐久性の結果は、A20固結砂が最長約1440日、CSN固結砂は最長約1400日で現在も止水を保持している。

強度の耐久性の結果は、A20固結砂は注入後ある程度の強度減少傾向を示すが約900日で10 kgf/cm²の強度があり、まだ十分砂の改良効果を保持しているといえる。またCSN固結砂はA20とはまったく性質が異なり、注入後、経時的強度増加をし現在最長約600日でだいたい10 kgf/cm²の強度を示している。グラフのトレンドからまだ強度増加をするものと推定出来る。

2. 試験材料

- (1) 砂は、豊浦標準砂（Stoyo）、中間砂（Sm）、粗砂（Sr）、を用いた。
砂の物性は表-1に示す。
- (2) 注入材は有機系として水ガラスにグリオキサールを加えた（A20）を使用した。またシリカゾル系として超微粒子コロイダルシリカ（CSN）を使用した。
注入材の物性は表-2に示す。

表-1 砂の物性

記号	粒径	比重	e _{min}	e _{min}
Stoyo	0.074~0.42mm	2.677	0.950	0.660
Sm	0.074~2.0mm	2.686	0.908	0.451
Sr	0.42~2.0mm	2.686	0.961	0.648

表-2 注入材の物性

記号	比重	SiO ₂ 量 g/cm ²
A20	1.230	0.203
CSN	1.200	0.323

3. 試験方法

(1) 供試体の作成

供試体の作成は、高さ10cm、直径5cm、のモールドを使用し、相対密度：Dr=40, 60, 80%となるように砂を詰め、水で飽和させた後、注入材を圧力浸透させる方法で行った。

供試体は乾燥しないように恒温恒湿室（温度20℃、湿度90~100%）で養生を行った。

（以後この養生を標準養生と呼ぶこととする。）

(2) 耐久性の試験

a) 止水の試験方法

供試体は7日間標準養生行ったものを使用し、供試体とモールドの間に間隙が生じるのを防ぐため供試体の回りにベントナイトを詰め、上面に一定の水圧をかける方法で行った。また水圧は、0.5kgf/cm²である。

b) 強度の試験方法

供試体は任意の日数まで標準養生したものを使用し、一軸圧縮試験を行った。一軸圧縮試験はJISに準じて行った。

4, 試験結果

(1) 止水の耐久性

止水の耐久性については、図-1に示す様に、A20もCSNも水圧 $0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$ の状態、優れた止水能力を示している。

透水係数はA20が注入後約1440日までだいたい $10^{-7}\text{cm}/\text{s}$ 代にあった。有機系注入材とは性質の異なるCSNについて考察してみると、浸透水量はほとんど無く、非常に小さい透水係数であった。結果として、A20、CSN両注入材とも止水性に優れている事がわかった。経時的な透水係数のデータについては今後機会を得て発表する予定である。

(2) 強度の耐久性

強度の耐久性については、A20とCSNの性格の違いが明確にできてきている。

A20は、図-2に示すように初期強度が一番強く、その後徐々に強度が減少していく傾向にある。強度の経時変化は、初期強度が $20\text{kgf}/\text{cm}^2$ の供試体が約900日で $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ となっている。一方CSNは図-3に示すように注入日より経時的に強度が増加していく傾向にある。現在約600日までの試験を行ったがピーク点を確認するまでに至っていない。主な経時的強度は2日で $3.0\text{kgf}/\text{cm}^2$ 現在最長の約600日ではだいたい $10\text{kgf}/\text{cm}^2$ となっている。前報「注入固結砂の強度の耐久性」¹⁾では、CSN固結砂の温水養生による促進試験結果 $20\text{kgf}/\text{cm}^2$ の一軸圧縮強度を得た。また2000~3000日までは強度増加をすることも推測された。したがって、 $20\text{kgf}/\text{cm}^2$ までは経時的に強度増加するのではないかと予想される。

また相対密度を変えた実験も行ったが砂の密度による特別な影響は見ることができなかった。本実験の範囲による強度の耐久性は砂の密度にほとんど影響されないことがわかった。

図-1 連続止水（透水）試験継続日数
H 1, 1, 17 現在 水圧 $0.5\text{kgf}/\text{cm}^2$

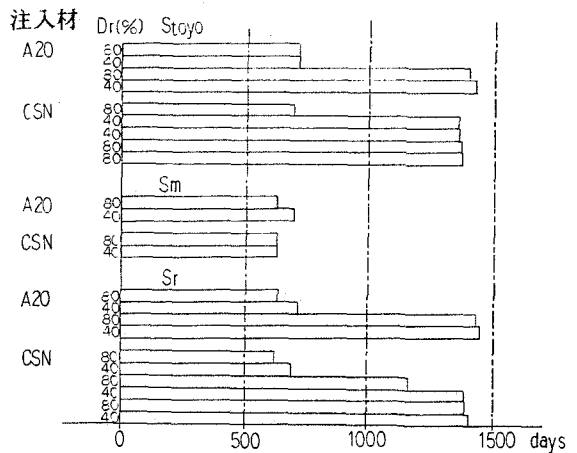


図-2 標準養生による強度の経時変化

注入材 A20 Stoyo

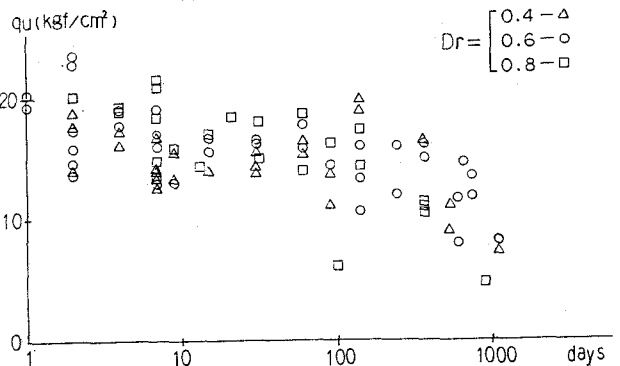
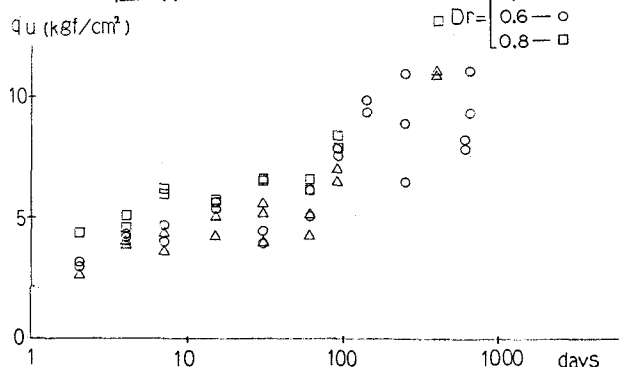


図-3 標準養生による強度の経時変化

注入材 CSN Stoyo



本研究は、強化土エンジニアリングの協力を得て行いました。

1) 加賀、米倉：注入固結砂の強度の耐久性、土木学会第42回年次講演会(S62,9)

2) 島田、(その他3)：超微粒子シリカを用いた耐久性グラウトの研究、農業土木学会年次講演会(S62,8)