

高強度恒久グラウトによる液状化対策 — その1 改良土の材料特性について —

清水建設(株) 正会員 ○天利 実 社本 康広

1. はじめに

地盤改良を行うための溶液タイプの薬液には、通常用いられる特殊シリカを用いたものの他に、粒径の異なる2種類の微粒子を混合させた活性複合シリカタイプがある。活性複合シリカを用いた改良地盤は改良体の強度を $1\sim 10\text{MN/m}^2$ と大きくできるため、格子状改良のような部分改良によって合理的な液状化対策を行える可能性がある。

本報告では上記の目的のために、硅砂7号を用い薬液の濃度を変えて改良土の供試体を作成し、せん断波測定と一軸圧縮試験を行い、材料の特性を検討した。

2. 供試体の作成

改良土の供試体は、図-1に示す粒径分布の岐阜県土岐市産の硅砂7号と薬液のゲルタイムを約120分程度とし、表-1に示すCase1、Case2、Case3の3種類の薬液濃度配合の活性複合シリカのグラウト剤を用いて作成した。供試体は、モールド内にあらかじめ薬液を充填し硅砂7号を水中落下法により作成し、密度を調整するために、タンピングを行った。

3. 試験方法

1) 材齢によるせん断波速度測定

試験材齢は1、2、3、4、5、7、14、21、28日で行った。供試体がゲル化してから固化するまでの期間は、せん断波速度測定はバンダーエレメント振動子を用いた。供試体の両端部にセットし、せん断波は供試体への入力波を5kHzのサイン波とし、オシロスコープに入力波と受振波を同時に表示させて波の初動から伝達時間を読み取った。供試体が固化してからは、岩石供試体用の超音波振動子を用い供試体への入力波は100kHzのサイン波とした。せん断波速度 V_s は、供試体長さを伝達時間で除すことにより算定した。

2) 材齢による一軸圧縮強度測定

せん断波速度を測定後、同一供試体で載荷速度を 0.2mm/min で一軸圧縮試験を実施し最大荷重を測定した。一軸圧縮強度 q_u は、最大荷重を断面積で除すことにより算定した。

4. 試験結果および考察

図-2は、各Caseの材齢毎の一軸圧縮強度 q_u を示したものである。また、それぞれの材齢の平均値を図示した(図中の線)。図よりCase1はゲル化してから材齢2日までは緩やかに強度が増加するが材齢2日から材齢3日の間に急激に強度が増加しその後緩やかに強度が増加している。これは、材齢2日はゲル化から固化までの期間であったためであり、材齢3日は固化したためである。Case2はゲル化してから材齢4日までは緩やかに強度が増加するが材齢4日から材齢7日の間に急激に強度が増加している。これも、材齢4日はゲル化から固化までの期間であったためであり、材齢7日は固化したためである。Case3はゲル化してから材齢7日までは緩やかに強度が増加するが材齢7日から材齢14日の間に急激に強度が増加している。これも同様に、材齢7日はゲル化から固化までの期間であったためであり、材齢14日は固化したためである。また、それぞれ固化後緩やかに強度が増加しているのは、徐々に硬化が進んでいると考えられる。図-3は各Caseの代表的な応力-ひずみ曲線を示したものである。

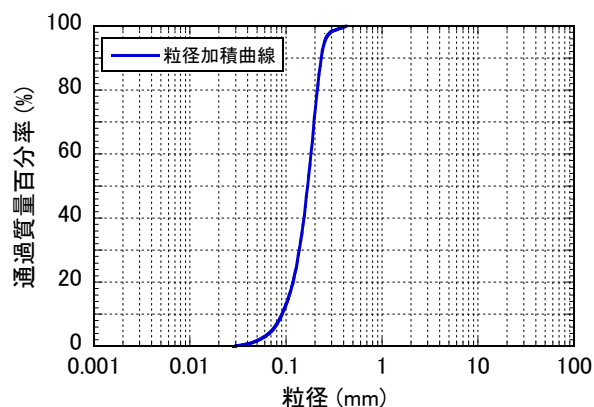


図-1 硅砂7号の粒度分布

表-1 薬液の配合表

ケース名称				Case1	Case2	Case3
適用				緩結高強度	緩結中強度	緩結低強度
配合	A液 (10ℓ)	HBシリカ35	(mℓ)	5000	5000	5000
		水	(mℓ)	5000	5000	5000
		ハイブリッター	(g)	5000	4000	3000
	B液 (10ℓ)	HBアクターA	(g)	—	—	—
		HBアクターC	(g)	1.5	4.5	7.5
		水	(mℓ)	4998.5	5995.5	6992.5

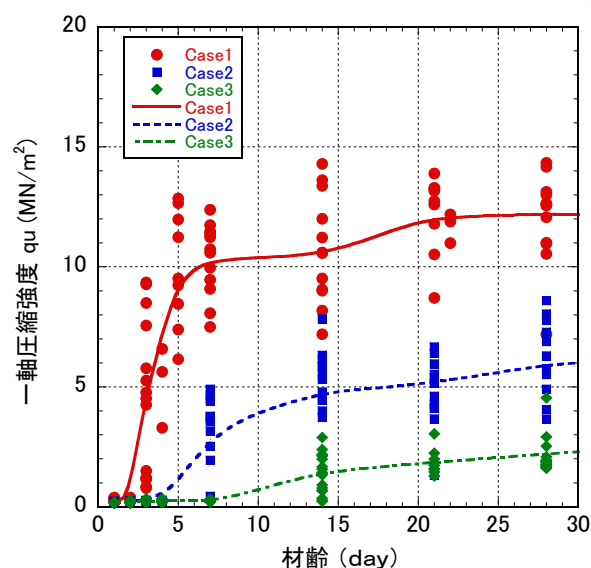


図-2 材齢による一軸圧縮強度

キーワード 液状化, 薬液注入, 一軸圧縮強度, せん断波速度

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設(株) 技術研究所 TEL03-3820-8269

図-4は、各Caseの材齢毎のせん断波速度 V_s を示したものである。また、それぞれの材齢の平均値を図示した(図中の線)。Case1はゲル化してから材齢2日までは緩やかに速度が増加するが材齢2日から材齢3日の間に急激に速度が増加している。その後緩やかに速度が増加している。Case2はゲル化してから材齢4日までは緩やかに速度が増加するが材齢4日から材齢7日の間に急激に速度が増加している。その後緩やかに速度が増加している。Case3はゲル化してから材齢7日までは緩やかに速度が増加するが材齢7日から材齢14日の間に急激に速度が増加している。その後緩やかに速度が増加している。この理由は、一軸圧縮強度と同じようにゲル化から固化までの期間異なるためである。また、固化後に緩やかに速度が増加しているのは、徐々に硬化が進んでいると考えられる。図-5は代表的な超音波発振子による波形を示したものである。

図-6は、各Caseの一軸圧縮強度 q_u とせん断波速度 V_s の関係を示したものである。図-6より、一軸圧縮強度 q_u とせん断波速度 V_s は薬液の濃度によらず近似できることがわかる。両者の関係を最小自乗法により式(1)から近似し図示する(図中の実線)。

$$q_u = a \times \{\exp(b \times V_s) - 1\} \quad (1)$$

ここで、 a 、 b はパラメータである。

今回の実験で得られた値は、 $a=0.1011$ 、 $b=0.0037$ であった。

5. 結論

薬液注入改良土の固化過程で一軸圧縮強度 q_u およびせん断波速度 V_s を測定した結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 一軸圧縮強度 q_u は、ゲル化に伴い緩やかに強度が増加し、固化すると急激に強度が増加するが、その後また緩やかに強度が増加する。
- 2) せん断波速度 V_s は、ゲル化に伴い緩やかに速度が増加し、固化すると急激に速度が増加するが、その後また緩やかに速度が増加する。
- 3) 一軸圧縮強度 q_u とせん断波速度 V_s との関係は、薬液の濃度によらず(1)式により近似することができる。

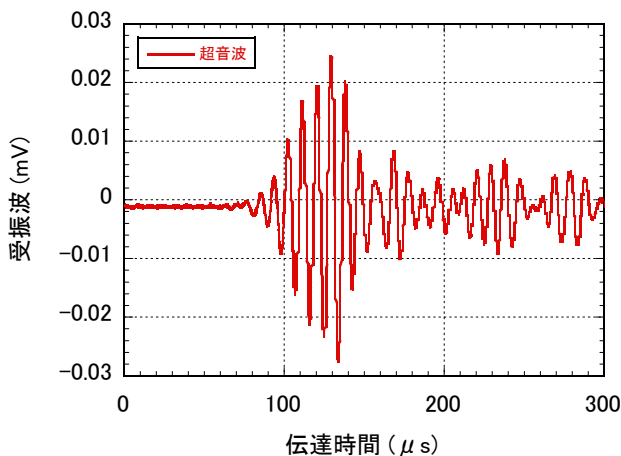


図-5 代表的な超音波発振子による波形

<参考文献>

- 1) 浅香、坂本、天利(2010) 配合試験により作成したセメント改良土のせん断波速度と圧縮強度の関係 第45回地盤工学会研究発表会
- 2) 東畑、島田、米倉、社本(2010):地震と地盤の液状化 恒久・本設注入によるその対策(インデックス出版)

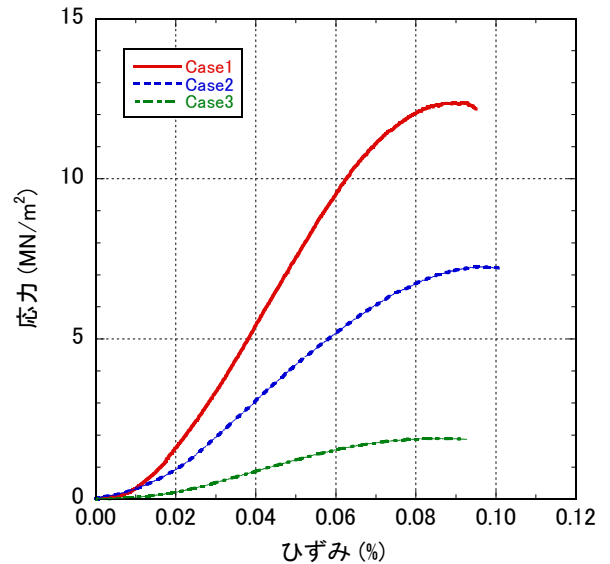


図-3 代表的な応力-ひずみ曲線

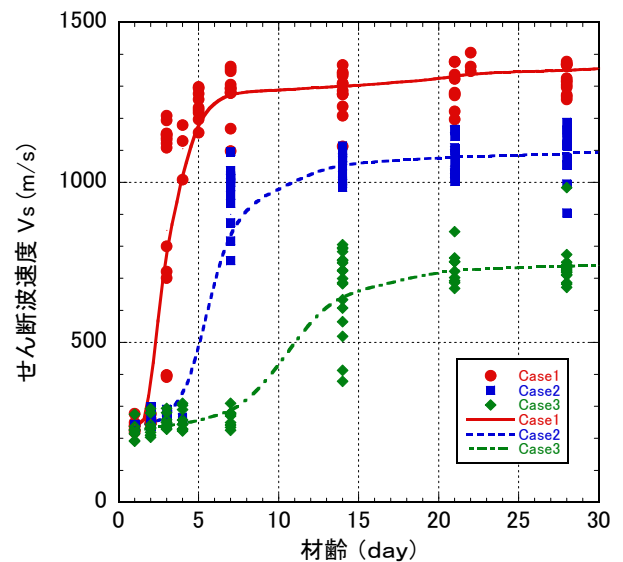


図-4 材齢によるせん断波速度

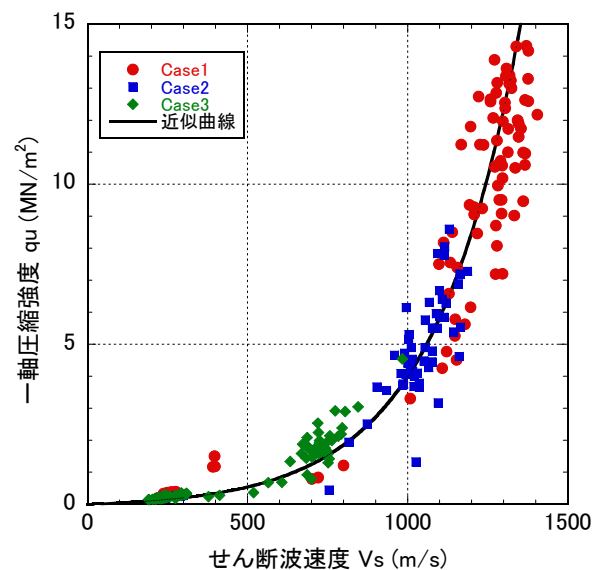


図-6 一軸圧縮強度とせん断波速度の関係