

細粒分を含む薬液注入固結砂の強度特性

早稲田大学 学生会員 ○竹内 惇
 早稲田大学 学生会員 岸上太樹
 早稲田大学 正会員 赤木寛一
 ケミカルグラウト(株) 正会員 高橋正光

1. はじめに

薬液注入工法は、地盤中に挿入した注入管から薬液を注入し、地盤を固結させる安定処理工法である。近年、薬液の性能が向上し止水などの仮設目的だけでなく、恒久的な地盤改良や液状化対策を目的とした薬液注入工法が注目されつつある。薬液注入による地盤改良は理想的な注入形態である浸透注入、すなわち土の間隙中に注入材が浸透し間隙水を注入材で置き換えた状態で注入が生じることを前提としている。しかし、実際の注入では必ずしも浸透注入状態にはならず、細粒分を含む地盤では割裂注入が生じて注入材が地盤に不均一に入る場合が多い^{1),2)}。ここでは、細粒分含有率を調整した試料を用いて、注入試験・モールドによる混合試験を実施し地盤材料の細粒分含有率の違いが薬液の浸透や固結砂の強度にどのような影響を与えるか調査した。

2. 実験概要

本実験では、浸透注入状態のモデルとしてモールドを用いて水中落下法により作成する供試体を混合式供試体、実際に薬液注入を行なった際のモデルとして図1に示す注入試験装置を用いて供試体に加圧装置で加圧された薬液を注入して作成する供試体を注入式供試体とし、両試験法により作製された供試体の強度特性を比較した。また、注入試験においては、注入時に薬液の注入圧と注入量の関係を調査した。

(1) 試料の物性値

表1 試料の物性値

表1に試料の物性値を示す。

本実験では、注入地盤中の細粒分が強度特性の影響を調べるために珪砂5,6号,珪砂6,7号,

珪砂7,8号をそれぞれ重量比1:3で混合したものに対して、細粒分として関東ロームをそれぞれ重量比10%,20%,30%混合したものを使用した。また、注入薬液は中酸性系の水ガラス薬液を使用した。薬液の配合表を表2に示す。

表2 薬液の配合表

配合		ゲルタイム (hour)	比重	ファンネル 粘性 (sec)
A液 (ml)	B液 (ml)			
主材 250	硫酸 20 pH調整剤 20	約10	1.10	24
水 300	水 410			

(2) 実験方法

水中落下法による混合式供試体作成においては、高さ100(mm)、直径50(mm)のモールドを用いた。注入式供試体作成においては、高さ300(mm)、直径100(mm)のモールドを用い図1に示すような試験装置を用いて注入試験を行なった。それぞれ作成した供試体を、28日間水中養生させた後に、一軸圧縮試験により供試体の強度を調査した。また、注入試験中に注入圧力と注入量を測定した。

3. 実験結果と考察

図2にそれぞれの細粒分含有率・供試体作成方法による供試体の一軸圧縮強度を比較した結果を示す。また、図3には細粒分含有率と強度比との関係を示す。

供試体 薬液 加圧装置

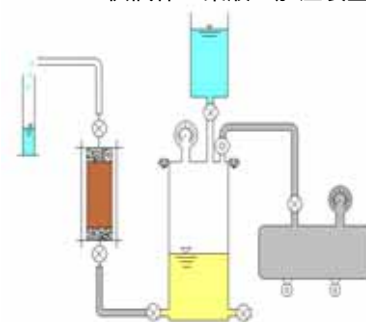


図1 試験装置概略図

キーワード 薬液注入, 一軸圧縮強さ, 細粒分

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1 早稲田大学理工学部 58-205 TEL 03-5286-3405

ここで、強度比とは下式(1)に示すように注入式供試体の一軸圧縮強度と混合式供試体の一軸圧縮強度の比であり、浸透注入状態に対する割裂注入を伴う固結砂の一軸圧縮強度の比である。

$$\text{強度比} = \frac{\text{注入式供試体の一軸圧縮強度}}{\text{混合式供試体の一軸圧縮強度}} \quad (1)$$

図2、図3から細粒分含有率が多くなるにつれて、強度比が低くなることがわかる。このことから、細粒分含有率が多くなるにつれて、注入式供試体中の間隙水が注入材で理想的な置換が行なわれ難くなり、強度比が低下したといえる。また、図4に注入試験時の注入圧と注入量の関係を示す。図4から、細粒分含有率が多くなると注入圧に対する注入量が減少していることがわかる。これは細粒分が増すにつれて地盤の浸透性が低くなっているためであると考えられる。また、図4から各条件において注入量がある注入圧力において急激に多くなっていることが読み取れ、その時点において割裂現象が起こったといえる。その結果、注入材が割裂面に集中することにより、注入材が地盤全体へ十分に浸透せず強度低下がおこり、強度比は低下したものと考えられる。

図5に薬液固結砂のシリカ濃縮率と強度比の関係³⁾を示した。なお、ここでの強度比はシリカ濃縮率 100%時の薬液固結砂の一軸圧縮強度に対する各シリカ濃縮率の薬液固結砂の一軸圧縮強度の比を表す。そこへ今回の実験より得られた各細粒分含有率供試体の強度比を薬液固結砂のシリカ濃縮率と強度比の関係線上にプロットした。図5より各細粒分含有率の供試体は、およそ 30%程度のシリカ濃縮率に対応する強度比となっている事がわかる。このことから、細粒分含有率が多くなると、地盤全体に対しては薬液が十分に浸透せず適切な置換が行なわれていないことがわかる。

4. まとめ

本実験では、細粒分を含む地盤材料に薬液注入を行なった際に、細粒分含有率が強度に及ぼす影響について調査した。本実験より、細粒分含有率が多くなるにつれて、浸透注入が困難になり強度比は低下することがわかった。

参考文献

- 1) 印東, 野見山, 赤木(1999): 注入にともなう飽和砂の割裂現象と割裂圧について, 土木学会第 54 回年次講演会
- 2) 地盤工学会(1985): 薬液注入工法の調査・設計から施工まで
- 3) 竹内, 岸上, 赤木, 高橋(2006): 薬液注入による地盤改良メカニズムに関する考察, 第 41 回地盤工学研究発表会

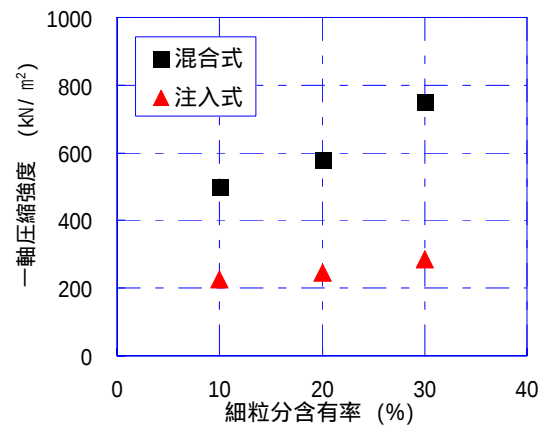


図2 細粒分含有率と一軸圧縮強度

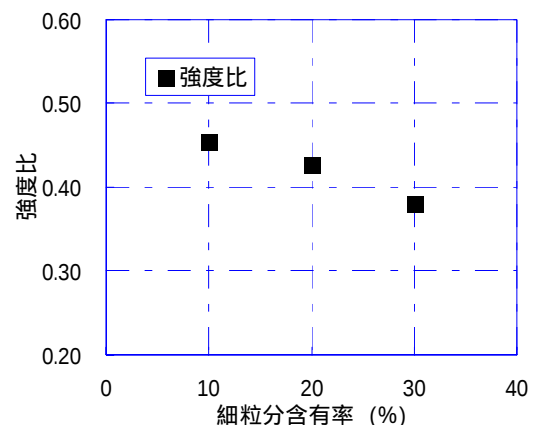


図3 細粒分含有率と強度比

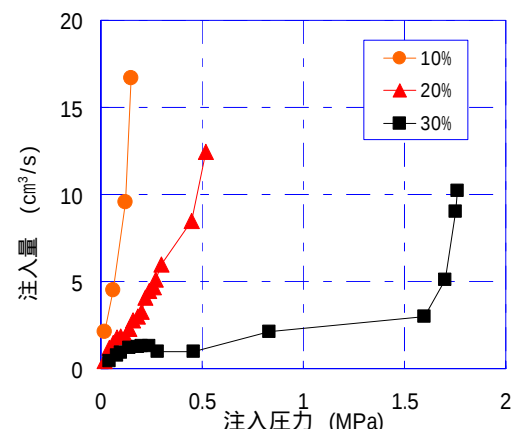


図4 注入圧力と注入量の関係

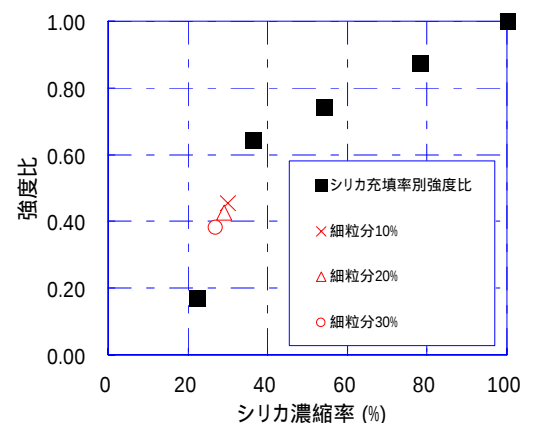


図5 シリカ濃縮率と強度比