

供試体作製方法が薬液改良土の強度に与える影響

武蔵工業大学 学○安部利亮 正 末政直晃 学 土屋政人
強化土エンジニアリング(株) フェロー 島田俊介 正 小山忠雄 佐々木隆光

1. はじめに

従来、薬液注入工法は仮設工事として用いられていたが、1995年に発生した阪神・淡路大震災をきっかけに、基礎の高強度補強や液状化対策に適用され、仮設工事から本設工事を目的とした恒久的な地盤改良工法へ質的転換された¹⁾。この工法は、薬液の注入圧を低くして注入を行うことにより、地盤の土骨格の破壊を抑えながら液状化の原因となる間隙水を薬液に置換することで、地盤を改良するものである。しかし、地盤内に薬液を注入したときの、薬液改良範囲や改良状況を観察・把握することは困難となっている。また、地盤特性や施工方法によって薬液の浸透性や地下水による希釈の度合いが異なり、改良体の強度がどの程度低下するか未だ明らかになっておらず、経験的に安全率として設計強度の2倍を室内強度として配合試験を実施している。本研究では、このような薬液の浸透性を明確にし、地盤特性に応じた安全率や施工方法を決定することを目的としている。本報告は、飽和状態や乾燥状態等における薬液改良土の供試体作製方法が、改良体の強度に与える影響を把握するために、針貫入試験と一軸圧縮試験を行った。また、飽和状態の試料に薬液を浸透注入させ、薬液の希釈度合を把握するために、供試体のシリカ含有量の測定を実施した。

2. 実験概要

図-1に本実験で用いた実験装置の概略図を、表-1に実験ケースをそれぞれ示す。また、薬液の配合表を表-2に示す。なお、薬液は、特殊シリカ系(活性シリカコロイド)でゲルタイム12時間以上のものを使用した。実験装置は、モールドと注入装置から構成されている。モールドは、外側が鉄製で、供試体作製部分は円筒形の亚克力製で、高さ25cm、内径5cmであり、注入装置は、円筒形の亚克力製である。試料には硅砂7号($\rho_s=2.644\text{g/cm}^3$, $e_{\min}=0.675$, $e_{\max}=1.186$)を使用し、空中落下法により作製し、薬液の注入は、水頭差により注入した。また、Case1, Case2, Case3においては、注入中かつ脱型するまで、上載圧30kPaをかけている。Case4, Case5, Case6においては注入直前に5分程度上載圧30kPaをかけ、開放した後に注入を行った。これは、養生中常に上載圧をかけているケースは実地盤を、注入前のみ上載圧をかけるケースは室内実験を模擬している。また、砂と亚克力面の摩擦により上載圧が下まで行き届かない可能性があるため、亚克力内面に薄くグリスを塗った。針貫入試験は、供試体の上面、下面の計2点に直径1.5mmの棒を貫入し抵抗値を測定した。針貫入試験後、同じ供試体を使用して一軸圧縮試験を行うため、貫入速度0.05mm/secとし、貫入深さは約1cmとした。一軸圧縮試験は、ひずみ速度を1%/min

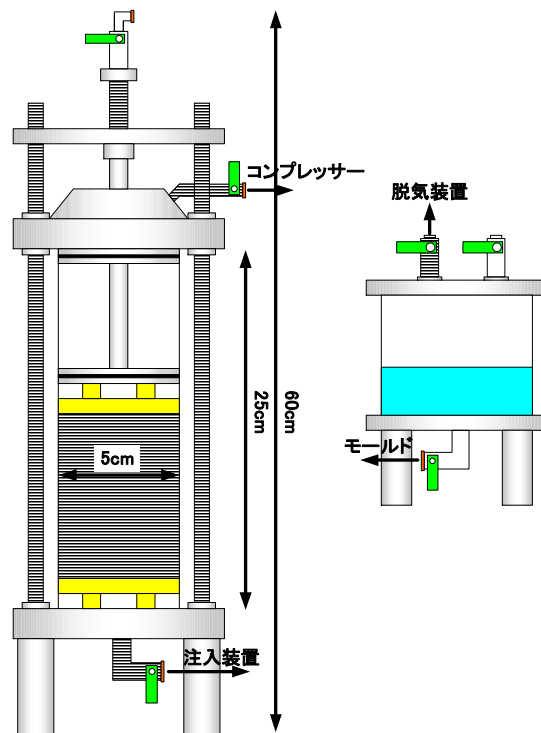


図-1 供試体作製装置

表-1 供試体作製ケース

	相対密度	試料	薬液の脱気	上載圧
Case1	40%	乾燥	なし	30kPa
Case2	40%	乾燥+脱気	あり	30kPa
Case3	40%	飽和	あり	30kPa
Case4	40%	乾燥	なし	0kPa
Case5	40%	乾燥+脱気	あり	0kPa
Case6	40%	飽和	あり	0kPa

表-2 特殊シリカ配合表²⁾

配合名	A液			B液		pH
	ASFシリカ-6	ASFアクター-M	水	PRシリカ	水	
標準	60	16	124	60	140	2.5~3.5

キーワード：地盤改良，薬液注入，シリカ含有量

連絡先：武蔵工業大学 都市基盤工学科 地盤環境工学研究室 TEL03-5707-2202

となるよう圧縮速度を調整し、降伏後、一軸圧縮強度の2/3になるまで圧縮を行った。

3. 実験結果と考察

図-2にCase1,Case2,Case3の、図-3にCase4,Case5,Case6の一軸圧縮試験により得られた圧縮応力と圧縮ひずみ関係をそれぞれ示す。一軸圧縮応力はそれぞれ、Case1:123.8kPa, Case2:197.6kPa, Case3:174.9kPa, Case4:119.0kPa, Case5:111.8kPa, Case6:171.5kPaであった。既往の研究より、相対密度が同等の場合においては、間隙に充填されている薬液の量が等しいため、破壊時の圧縮ひずみは同等の値を示すことが確認されている³⁾。このことから、すべてのケースにおいて圧縮ひずみが2.2%前後に一軸圧縮応力を示しているため、密度が異なることにより一軸圧縮応力がばらついていることは考えられない。したがって、本試験条件下では、薬液が間隙水により希釈することよりも、試料・薬液中の空気が薬液改良体の強度を低下させている可能性があると考えられる。

図-4に針貫入勾配と一軸圧縮応力関係を示す。なお、針貫入勾配は、10mm貫入時の上下の平均値を貫入量で除している。また、小さい点により既往の試験結果もプロットしている。これより、図に示すような漸近線が引け、針貫入勾配が大きくなると一軸圧縮応力が大きくなるという相関性があると考えられる。

4. シリカ含有量の測定結果

表-3にCase1, Case2, Case3におけるシリカ含有量の測定結果を示す。試料に飽和砂を使用したCase3は、1.8%、それ以外は、2.0%となり、飽和砂に薬液を浸透注入させると水により薬液が希釈することが確認できた。既往の研究により、シリカ濃度が大きくなるにつれて一軸圧縮強度が大きくなる⁴⁾。しかし、本実験では、Case2以外は飽和砂の一軸圧縮強度より低い値を示した。このことから、改良体の強度は、同じシリカ濃度の薬液を使用する場合、薬液が希釈し、シリカ濃度が低下するほか、試料・薬液中の空気が強度を低下させる要因の一つと考えられる。

5. まとめ

供試体の作製方法の違いが薬液改良土の強度に与える影響を検討するため、3つの条件下で供試体を作製し、針貫入試験と一軸圧縮試験を行った。また、飽和状態の試料に薬液を浸透注入し、薬液の希釈度合いを把握するために、供試体のシリカ含有量の測定を実施した。その結果、本試験条件下では、薬液の希釈によるシリカ濃度の低下ほか、試料・薬液中の空気が強度を低下させる要因の一つと考えられる。また、針貫入抵抗値と一軸圧縮強度は相関性があることが分かった。

(参考文献)

- 1) 米倉亮三・島田俊介・大野康年：恒久グラウト・本設注入工法，pp.1～2，山海堂，2007 2) 強化土エンジニアリング技術資料，パーマロック ASF-II カタログ 3) 諏訪裕哉：薬液改良体の強度発現メカニズムに関する研究，武蔵工業大学 修士論文，pp.19，2006 4) 米倉亮三・島田俊介・大野康年：恒久グラウト・本設注入工法，pp.144，山海堂，2007

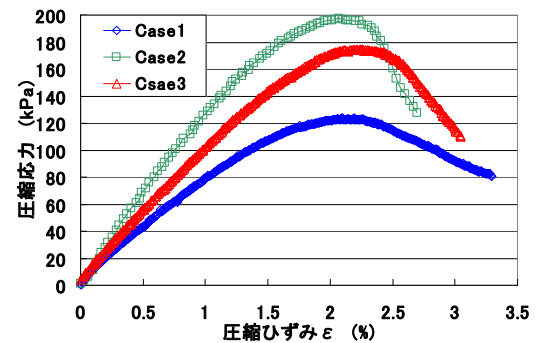


図-2 圧縮応力-圧縮ひずみ関係

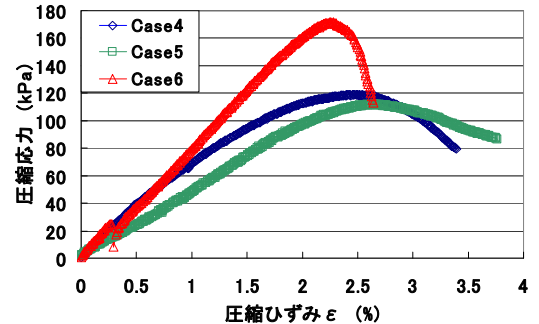


図-3 圧縮応力-圧縮ひずみ関係

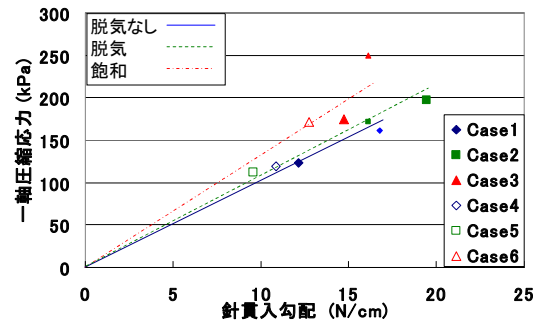


図-4 針貫入勾配-一軸圧縮応力関係

表-3 シリカ含有量の測定結果

	SiO ₂ 含有量 (%)
Case1	2.0
Case2	2.0
Case3	1.8