

Ⅲ－34 液状化後の体積ひずみと低濃度薬液改良砂の液状化抵抗メカニズムの関係

東北学院大学 学生員 ○星 哲也 小野寺紘子 菊池睦月
東北学院大学 正会員 飛田善雄 山口 晶

1. 研究の背景と目的

現在の液状化対策としての薬液注入工法では、改良効果の評価基準が一軸圧縮強さで100kPa程度となっている。これは高濃度薬液の使用を強いられ、極めて不経済である。そこで近年、低濃度薬液を用いた研究が進められており、改良効果が認められている^{1), 2)}。しかし、そのメカニズムについては不明点が多い。本研究では載荷速度と体積ひずみに着目して、比較・検討を行った。

表-1 実験条件

Test number	薬液濃度 (%)	相対密度 (%)	養生期間 (日)	周波数 (Hz)
Test 1	—	60	—	0.10
Test 2	—	80	—	0.10
Test 3	3	60	1	0.01
Test 4	3	60	1	0.10
Test 5	3	60	4	0.01
Test 6	3	60	4	0.10

2. 実験条件

実験条件を表-1に示す。本研究では、試料に豊浦砂を用いた。未改良砂は、相対密度 (D_r) を60%と80%とし、周波数は0.1Hzで行った。改良砂は、薬液濃度3%で養生期間を1日と4日とし、 $D_r=60\%$ 、周波数は0.01Hz、0.1Hzの2パターンで行った。

3. 実験方法

空圧制御非排水繰返し三軸試験を行った。繰返し軸差応力振幅は40kPaとした。せん断試験中は、変位、セル圧、荷重、間隙水圧の4項目を計測した。過剰間隙水圧比1.0かつ両振幅ひずみ5.0%前後に達した時点で繰返し応力振幅の載荷を停止し、排水量を計測した。

4. 実験結果

図-1及び図-2に、同周波数の緩詰砂(Test1)と両改良砂(Test4, Test6)における軸ひずみ時刻歴と過剰間隙水圧比時刻歴とを示す。緩詰砂(Test1)と比較して、両改良砂(Test4, Test6)の方が初期液状化（過剰間隙水圧比1.0）に達するまでのひずみの発達、及び過剰間隙水圧比上昇が遅い。この傾向は特に、改良砂の養生日数が長いほど顕著であった。このことより、強度増加が望めない低濃度薬液改良砂であっても、改良効果を発揮することが分かる。

図-3 及び図-4 に、改良砂における載荷速度の違いによる軸ひずみ時刻歴と過剰間隙水圧比時刻歴とを示す。両改良砂とも、載荷速度の違い方が過剰間隙水圧比の上昇過程、ひずみの発達が著しいことが分かる。

図-5 に、改良砂における繰返し載荷回数と載荷速度の関係を示す。載荷速度が遅いと、それに伴って液状化に至るまでの繰返し載荷回数が減少する傾向が見られ、載荷速度依存性を示した。図-6 に、改良砂における体積ひずみと載荷速度の関係を示す。二つの載荷速度を比較すると、載荷速度が遅いと体積ひずみが大きくなる傾向を示した。

5. 考察

以下に、改良砂における体積ひずみと載荷速度の関係に着目して、実験結果の検討を行った。

低濃度薬液による透水性の低下が、改良効果の要因ではないかと考えられる。載荷速度依存性が見られるのは、改良砂の間隙がゲル化した透水性の低い薬液で満たされ、それに伴って薬液の粘性効果が発揮されているためと考えられる。また、載荷速度と体積ひずみの関係から、骨格の乱される範囲の違いが確認できた。これは、載荷速度が早い場合は薬液の透水性が低いために液状化に至るまでに時間がかかり、同じ時間内での破壊の程度が載荷速度の遅い場合よりも小さいためと思われる。

しかし、三軸試験の場合は供試体の上下端部は拘束され、供試体中央部から変形が生じる特性を持つ。改

良砂は、間隙が透水性の低下したゲル状の薬液で満たされているため、載荷速度の変化に伴う破壊の程度に試験機の特性が大きく反映したものと考えた。透水性が低いと、載荷速度が速い場合は供試体中央部で発生した過剰間隙水圧は供試体上下端部まで伝播しにくく、破壊の範囲(砂骨格の乱される範囲)が小さいため、破壊に至るまでの載荷回数も多くなる。それに伴いひずみの発達もしづらく、体積ひずみも小さくなると考えられる。従って本実験の結果は、実験装置の影響を大きく受けており、実際の地盤において適用する際には極めて慎重に対処する必要がある。

6. 結論

本研究では、未改良砂とシリカ濃度3%薬液改良砂について空圧制御非排水繰返し三軸試験を行った。その結果、低濃度薬液改良砂でも液状化抵抗性を示すことを確認し、薬液のゲル化による透水性の低下が改良効果に大きく影響していることを示した。しかし、本実験で得られた結果は三軸試験機特有の性質を大きく反映していると思われる。今後、他の試験機で実験を行った場合との比較や、載荷速度のスケールを変化させた実験を行う必要があると思われる。

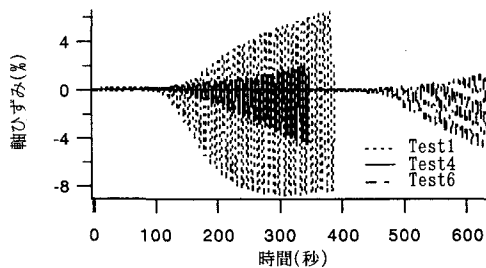


図-1 軸ひずみ時刻歴

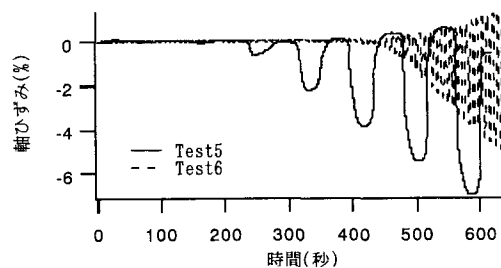


図-3 軸ひずみ時刻歴

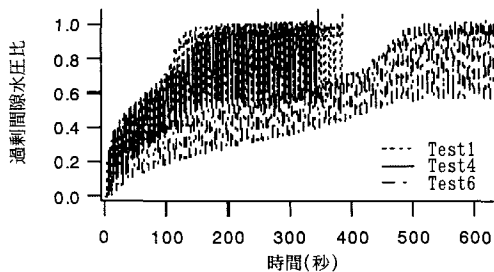


図-2 過剰間隙水圧比時刻歴

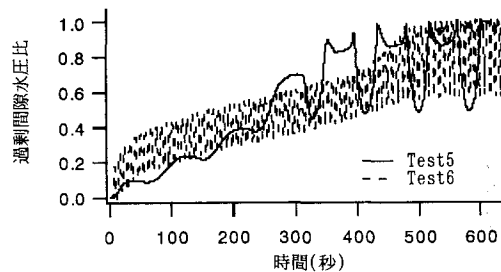


図-4 過剰間隙水圧比時刻歴

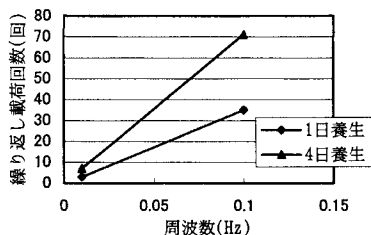


図-5 載荷回数と載荷速度の関係

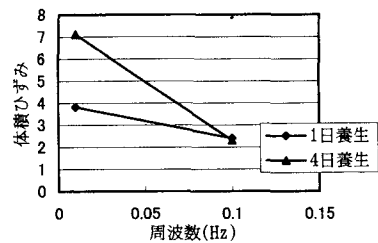


図-6 体積ひずみと載荷速度の関係

- 1) 風間基樹ほか：間隙水をゼリー状物質で置換された改良砂の液状化抵抗，土木学会第59回年次学術講演会，pp.1045-1046,2003.
- 2) 日下部伸ほか：シリカ薬液による改良砂の液状化抵抗の評価，第34回地盤工学研究発表会，pp.1009-1010,1999.