

特殊シリカ液による改良仙台港砂の変形・強度特性

東亜建設工業株式会社 正会員 ○大野康年 稲木信之

1. はじめに

臨海部埋立て地盤では、岸壁の液状化対策や裏埋め土砂の吸い出し対策等、特殊シリカ液を用いた薬液注入固化工法^{例えは¹⁾}の適用が多く行われている。本報では、均等係数 U_c の小さい埋立て砂(仙台港砂)を特殊シリカ液により改良した現地改良地盤²⁾から乱さない試料を採取し、繰返し中空ねじりせん断試験等を行うことにより、現地改良砂の変形・強度特性について調査した結果を示す。

2. 実験概要

(1) 現地サイトの概要

現地サイト²⁾は、細砂、中砂を主体とした埋立て地盤で、吸い出し対策を目的に特殊シリカ液注入により改良した地盤である。埋立て地盤(仙台港砂)は、N 値が 10~15 程度、土粒子密度 $\rho_s=2.656\text{g/cm}^3$ 、最大最小間隙比 $e_{\max}=1.085, e_{\min}=0.653$ 、平均粒径 $D_{50}=0.29\text{mm}$ 、細粒分含有率 $F_c=2.1\%$ 、均等係数 $U_c=2.45$ である。粒径加積曲線を図 1 に示す。

(2) 実験方法

実験は、未改良(仙台港砂)および改良地盤²⁾よりトリプルチューブサンプラーにて試料を採取し、三軸圧縮試験(CD)および繰返し中空ねじりせん断試験を実施した。試料採取深度は、GL-7m ~ -8m で、改良地盤採取時の養生日数は 28 日である。実験条件を表 1(a), (b) に示す。繰返し中空ねじり試験は、応力制御(載荷周波数 0.1Hz)にて実施し、試験時の拘束圧は採取深度の有効土被り圧より設定した。

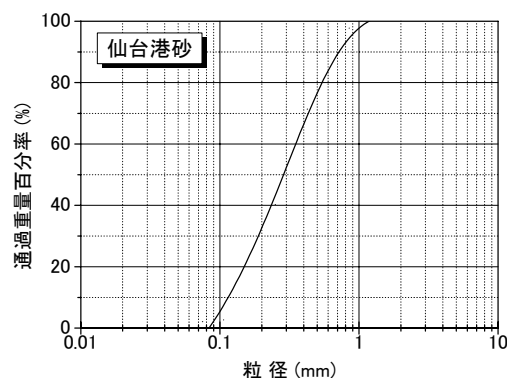


図 1 仙台港砂の粒径加積曲線

3. 実験結果

排水圧密三軸圧縮試験(CD)結果を図 2 および図 3 に示す。有効拘束圧は、未改良砂および改良砂とも 50, 100, 200kPa の 3 種類としている。図 2 の軸差応力~軸ひずみ関係より、同じ拘束圧条件下では、改良砂は未改良砂より大きなせん断応力を示している。図 2 の体積ひずみ~軸ひずみ関係より、改良砂は未改良砂と比較して初期の圧縮量(+)は小さく、その後の膨張量(-)は大きい。また、有効拘束圧の小さいものほど体積膨張量は大きく現われている。このように改良砂は、正のダイレイタンス特性が顕著に現れている。図 3 のモールの応力円より、改良による内部摩擦角 ϕ_d の変化はほとんど見られない。また、改良後の粘着力 c_d が 34 kPa 増加している。

表 1(a) 実験条件(三軸 CD)

試料	仙台港砂			改良仙台港砂		
K_0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
有効拘束圧 (kPa)	50	100	200	50	100	200
ひずみ速度 (%/min)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
初期間隙比 e	0.837	0.939	0.900	0.860	0.864	0.827

表 1(b) 実験条件(繰返しねじり)

試料	仙台港砂			
K_0	1.0	1.0	1.0	1.0
軸方向応力 σ'_a (kPa)	68	68	68	68
繰返し応力振幅比 τ/σ'_{mo}	0.244	0.267	0.290	0.331
載荷周波数 (Hz)	0.1	0.1	0.1	0.1
初期間隙比 e_0	0.887	0.851	0.876	0.807
試料	改良仙台港砂			
K_0	1.0	1.0	1.0	1.0
軸方向応力 σ'_a (kPa)	68	68	68	68
繰返し応力振幅比 τ/σ'_{mo}	0.443	0.486	0.534	0.586
載荷周波数 (Hz)	0.1	0.1	0.1	0.1
初期間隙比 e_0	0.889	0.969	0.722	0.950

キーワード 特殊シリカ液、浸透注入改良砂、地盤改良

連絡先 〒102-8451 東京都千代田区四番町5 東亜建設工業(株)エンジニアリング事業部 防災事業室 TEL 03-3230-2419

繰返し中空ねじり試験結果を図4および図5に示す。

図4の7.5%せん断ひずみ両振幅における繰返し応力振幅比～繰返し回数関係より、改良前後の液状化強度比 R_{L20} (繰返し回数20回に対する応力振幅比)は、未改良砂で0.27、改良砂で0.52となっており、改良により繰返し応力振幅比が0.25増加したことが確認できる。図5の未改良砂と改良砂の有効応力経路図より、改良体と未改良地盤の有効応力経路を比較すると、未改良砂が繰返し載荷によって有効応力がゼロになり液状化に至っているのに対し、改良砂は有効応力がゼロにならない。また、改

良砂では初期載荷時に有効応力減少後に有効応力の顕著な増加が見られる。これは排水圧密三軸圧縮試験(CD)結果と同様に、改良砂が正のダイレイタンス特性を有することを示している。

4. まとめ

本報では、比較的均等係数が小さい埋立て地盤にて特殊シリカ液注入より改良された改良砂の変形・強度特性について、未改良砂と比較することで示した。改良砂では、改良による粘着力 c_d の付加、液状化強度比の増加等の改良による効果が明らかになった。今後は、種々の自然砂を対象に同様な検討を行い、特殊シリカ液注入による自然地盤への適用性について検討していきたい。

参考文献

- 1) 大野康年；地震後の機能確保を目的とする薬液注入固化工法，建設機械2009年1月号，pp. 38-42，2009，2) 玉山具夫他；供用中岸壁における薬液注入固化工法による岸壁背面土砂の吸い出し対策例，第64土木学会年次学術講演会，VI,2009.(投稿中)。

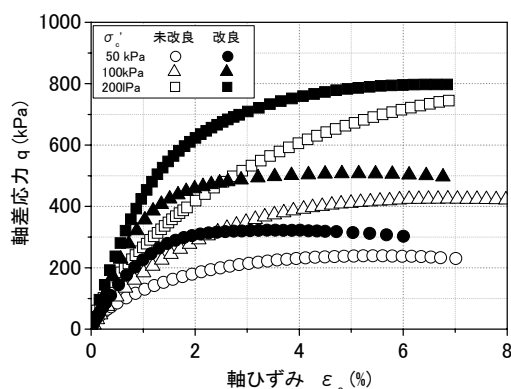


図2 繰返し応力振幅比～繰返し回数関係

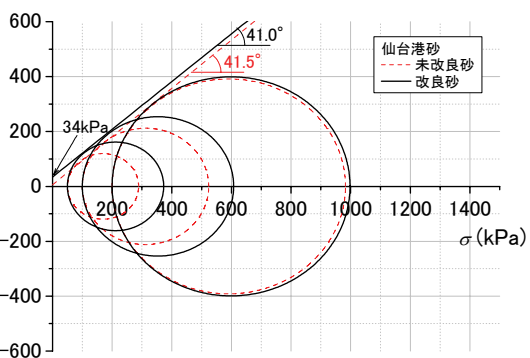
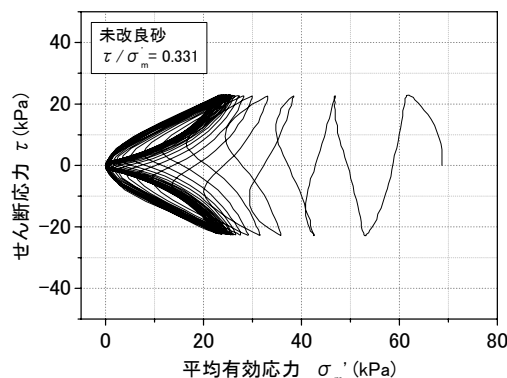


図3 モールの応力円

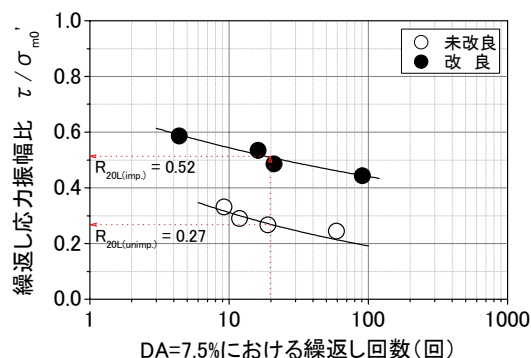


図4 繰返し応力振幅比～繰返し回数関係 (DA=7.5%)

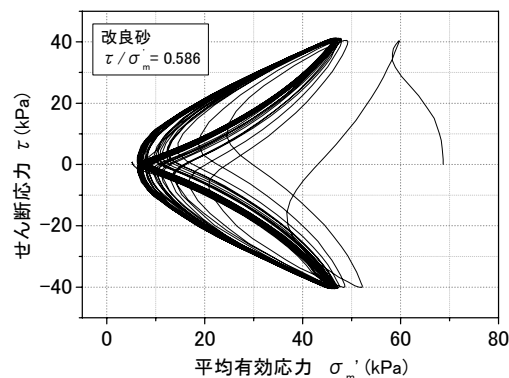


図5 有効応力経路図