

1. はじめに

近年頻発する東日本大震災などといった、強い地震により液状化などの被害が報告されている。その対策として浸透固化処理工法は多くの施工現場に適用されているが、適用箇所における粒度特性の相違により得られる改良効果に違いがあるということが指摘されている¹⁾。

本研究では、均等係数の大きいまさ土の改良砂と未改良砂を対象に中空ねじりせん断試験装置を用いて液状化試験を行い、既往の均等係数の小さい硅砂 5 号の結果と比較検討し、均等係数の相違が液状化強度特性に与える影響について検討した。

2. 実験方法

試験にはまさ土を用いた。試料は 9.5mm ふるい通過分を用いた。粒度加積曲線を図-1 に示す。既往の硅砂 5 号の結果も併せて示す²⁾。試料の物理特性は $\rho_s=2.642(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、 $e_{\max}=1.074$ 、 $e_{\min}=0.656$ 、 $U_c=27.1$ 、最大粒径 9.5mm であり、比較に用いる硅砂 5 号は $U_c=2.09$ と均等係数が小さく、粒度分布の悪い砂であると言える。

供試体は以下の方法で突固めた。高さ 14cm、外径 7cm、内径 3cm の中空円筒状のモールドに 3 層に分け、1 層あたり 500g の錘を 30 回試料土に载荷した。供試体の目標相対密度は 80%とした。既往の薬液に砂を投入する方法ではなくより現場に近い薬液を注入する方法で改良した。改良の手順を以下に示す。供試体に約 40 分かけて蒸留水を通水し、さらに、シリカ濃度 6%の薬液をモールド下部より注入し、約 30 分かけて間隙水と置換した。養生期間は 14 日以上とした。薬液の 1ℓ 当りの配合を表-1 に示す。なお一軸圧縮強さ(q_u)を表-2 に示した。

実験には中空ねじりせん断試験装置を用いた。試験装置の概略図は図-2 に示す。供試体に二酸化炭素と脱気水を通し背圧 100kPa 载荷して飽和させた。供試体の B 値は 95%以上を目標としたが、注入により作製した改良砂は 80%程度となった。供試体は有効拘束圧 100kPa で等方圧密し、応力制御にて繰返しせん断した。繰返し载荷は両振幅 5%に至るまで载荷した。

3. 実験結果

図-3 に液状化試験結果の一例を示す。応力-ひずみ関係を見ると改良砂は大きいせん断応力を作用させているにもかかわらず、セ

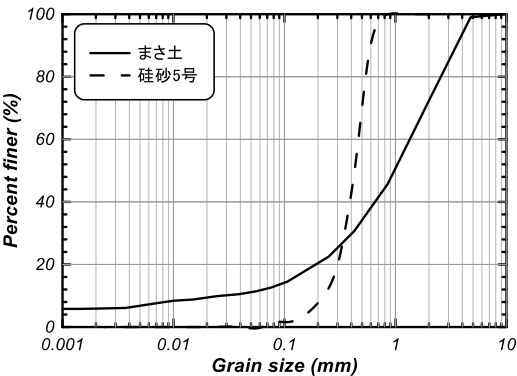


図-1 粒度加積曲線

表-1 薬液配合表

シリカ濃度(%)	6
総量(g)	1054.75
水ガラス(g)	92.40
硫酸(g)	7.30
クエン酸(g)	37.35
特殊シリカ(g)	120.50
水(g)	797.20

表-2 一軸圧縮試験結果

試料	シリカ濃度 (%)	q_u (kN/m ²)	平均 q_u (kN/m ²)
まさ土	6	16.5	18.6
		21.0	
		18.3	
硅砂5号	6	93.3	89.4
		76.9	
		98.1	

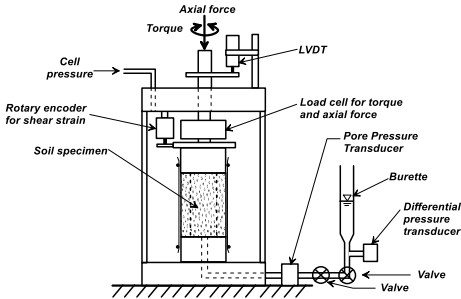


図-2 中空ねじりせん断試験装置概略図

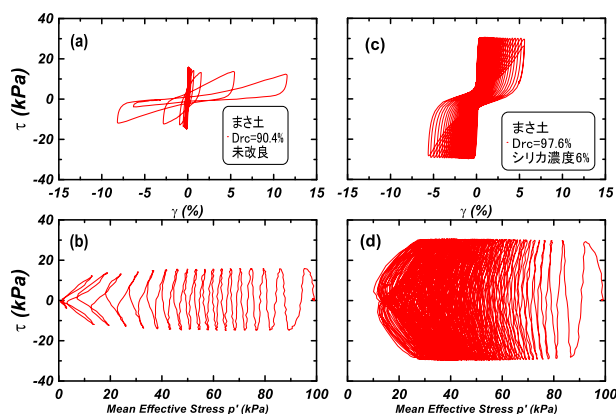


図-3 実験結果の例

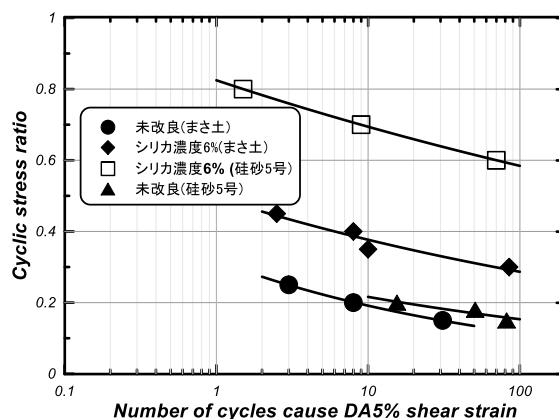


図-4 液状化強度曲線

表-3 一軸圧縮強度と液状化強度

q_u (kN/m ²)	R_{L20}	シリカ濃度 (%)	試料	備考
0	0.18	未改良	まさ土	本研究(中空)
18.6	0.33	6		
48.0	0.45			
0	0.20	未改良	硅砂5号	有本(2015)
85.6	0.65	6		
164.0	0.70	8		
274.0	1.13	11		
22.4	0.40	4		小室(2014)
84.6	0.69	6		
122.4	0.73	8		

ん断ひずみ振幅が小さくなっている。このことから未改良砂の脆性的挙動に対し、改良砂は靱性的挙動を示すことが分かる。有効応力経路を比較すると改良砂は応力点がゼロ点に達することなく、液状化が抑制されていることが分かる。図-4 に両振幅せん断ひずみ(DA)5%で判定した液状化強度曲線を示す。同図には、既往の硅砂5号の実験結果も併せて示す²⁾。均等係数の大きいまさ土は硅砂5号と同様、改良による液状化強度の増加が確認できたが、同じ薬液濃度でもまさ土は、液状化強度が小さいことが分かった。既往の実験結果及び比較のために実施した、繰返し三軸試験の結果も含めて表-3にまとめて示す^{2), 3)}。この表をもとに繰返し回数20回の時の液状化強度(R_{L20})と一軸圧縮強度の関係を図-5に示す。図上の実線はまさ土、点線は硅砂5号の平均をとったものである。濃度が同じである場合、まさ土の方が硅砂5号より R_{L20} 及び q_u が小さいことが分かる。また均等係数の大きいまさ土も硅砂5号と同様、 q_u が上昇すると R_{L20} も上昇し、均等係数の違い、砂の種類によらず同様の上昇傾向を示すことが分かった。

4.まとめ

今回の実験結果より均等係数の大きいまさ土も既往の硅砂5号と同様に q_u の増加に伴い R_{L20} が増加することが分かった。しかし、砂質土の均等係数が大きいと、相対密度が大きくても液状化強度は小さくなる傾向にあることがわかった。また、まさ土は均等係数の違いによらず q_u と R_{L20} の関係より液状化強度を評価できる可能性が示された。

参考文献

- 1)林健太郎 松下弘志 渡辺康志(2011): 均等係数の相違による薬液の浸透固化特性について 第46回地盤工学研究発表会(2011年7月), NO.409, pp823-824
- 2)有本拓麻(2015): 溶液型薬液改良砂の強震時における非排水繰返しせん断特性 土木学会東北支部技術研究発表会(平成26年度), III-10
- 3)小室省吾(2014): 地盤改良した砂質土の強震時における繰返しせん断特性に関する研究 土木学会東北支部技術研究発表会(平成25年度), III-12

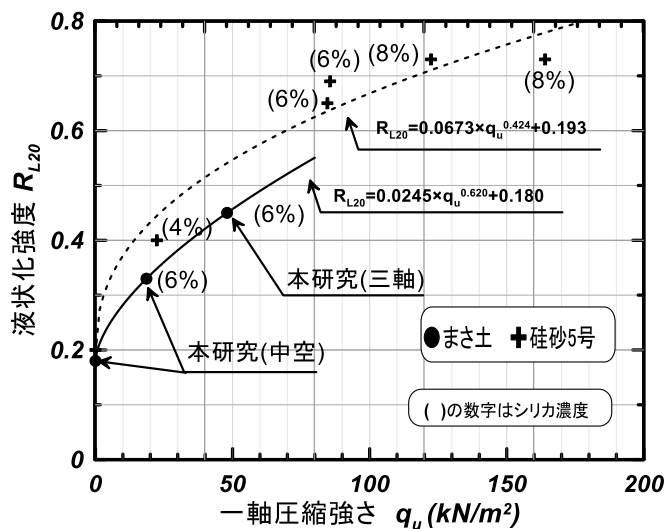


図-5 一軸圧縮強度と液状化強度