

神戸大学都市安全研究センター
正会員
田中泰雄

㈱阪神コンサルタンツ
正会員
白川和靖

神戸大学大学院
学生員
〇川嶋篤司

神戸大学大学院
川崎健司

1. はじめに

地震時に起きる液状化現象は砂地盤の沈下を招く。地震による構造物の被害はこの地盤沈下に関連しているものが少なくないため、液状化に伴う地盤の沈下量を予測することは被害の程度を知る上で非常に重要といえる。一般に液状化後の沈下量予測法には石原・吉嶺による手法¹⁾が利用されているが、これは Clean Sand による試験結果を基に導いたものであり、様々な物理的性質を示す土質材料に対して用いることが適当であるかは疑問である。そこで本研究では、兵庫県南部地震によって液状化現象がみられた地盤から採取した尼崎沖積砂を用いて繰返し非排水せん断試験等を行い、この砂の液状化強度と液状化後の圧縮沈下特性を調べ、その結果を石原・吉嶺の研究結果と比較し、その沈下量予測法の信頼度について検討した。

2. 試験概要

試験では採取した試料(以後、立花砂と呼ぶ)のうち 2mm ふるい通過分を使用した。立花砂と石原・吉嶺の研究に用いられた富士川砂の粒径加積曲線と物理的性質をそれぞれ図-1、表-1 に示す。立花砂は約 4.7%の細粒分を含むが、富士川砂は Clean Sand であり細粒分を含まない。供試体の相対密度は $Dr=50\%$ としたが、これは試料採取地点の標準貫入試験の結果(N 値=6、深さ 3.5m)から算定したものである。また、比較のため $Dr=70\%$ においても試験を行った。試験方法は、軸荷重はペロフラムシリンダーに空気圧を加えることによって与え、周波数 0.1Hz の正弦波で繰返しせん断を行った。また、圧密および再圧密過程では有効拘束圧 1.0kgf/cm^2 の等方応力状態で 60 分間放置した。

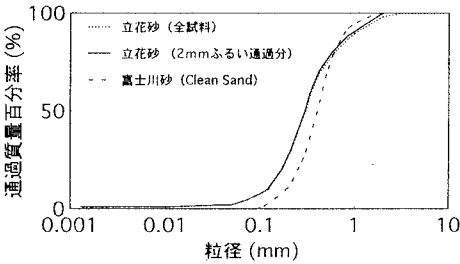


図-1 粒径加積曲線

表-1 物理的性質

砂	Gs	$e_{\max}$	$e_{\min}$
立花砂	2.606	1.276	0.739
富士川砂	2.730	1.064	0.529

3. 試験結果

繰返しせん断の結果から得られた液状化強度曲線を図-2、これから求めた $SR_{Nc=20}$ を表-2 に示す。比較のために、豊浦標準砂の $SR_{Nc=20}$ も同図表に示した。

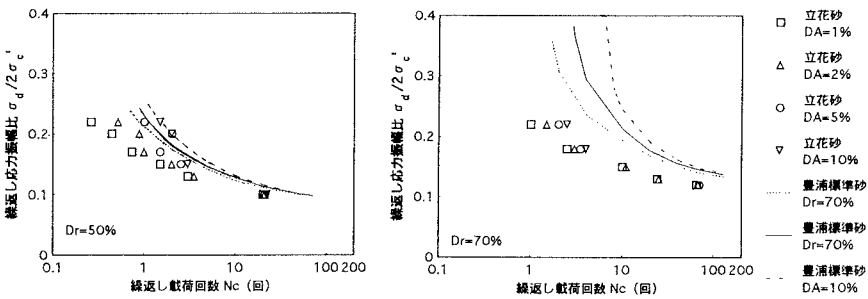


図-2 液状化強度曲線

液状化強度を比較すると、立花砂は豊浦標準砂に対して $Dr=50\%$ については 89%、 $Dr=70\%$ については 74% の強度しか持たないことが分かる。

表-2 $SR_{Nc=20}$

	$Dr=50\%$	$Dr=70\%$
立花砂	0.101	0.132
豊浦標準砂	0.113	0.178

圧密および再圧密過程で得られた $e-\log p'$ 曲線を図-3、曲線から得た圧縮指数 C_c を表-3 に示す。再圧密過程における圧縮指数は圧密過程より減少している。

表-3 C_c

Dr	圧密	再圧密
50%	0.111	0.061
70%	0.094	—

図-4 に液状化後の体積ひずみ～最大せん断ひずみ関係を示す。富士川砂の Clean Sand を用いた石原・吉嶺の試験結果も同図に示した。細粒分を含む立花砂も Clean Sand とおおむね似た傾向を示すことが分かる。ただし、富士川砂はせん断ひずみ 9%以上から体積ひずみが一定値になるのに対して、立花砂においてその傾向はせん断ひずみ 12%付近から現れており、立花砂は富士川砂に対して $Dr=50\%$ では約 1.5 倍、 $Dr=70\%$ では約 2 倍の体積ひずみが生じている。また、立花砂は相対密度が増加しても圧縮性はあまり変化しない。

4. まとめ

今回の実験から、立花砂は細粒分を含むため液状化後の圧縮性は富士川砂よりも高く、液状化後の圧縮性は相対密度の違いにあまり影響されないことが判明した。今後、物理的性質の異なる様々な土質材料について同様な実験を行い、多種類の砂について液状化による圧縮沈下量予測の研究をすすめていく必要があると考えられる。

参考文献 1) 石原研而・吉嶺充俊：地震時の液状化に伴う砂地盤の沈下量予測、第 26 回土質工学研究発表会、pp767-770、1990

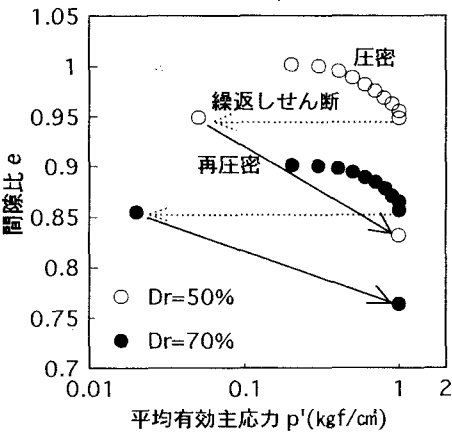


図-3 $e-\log p'$ 曲線

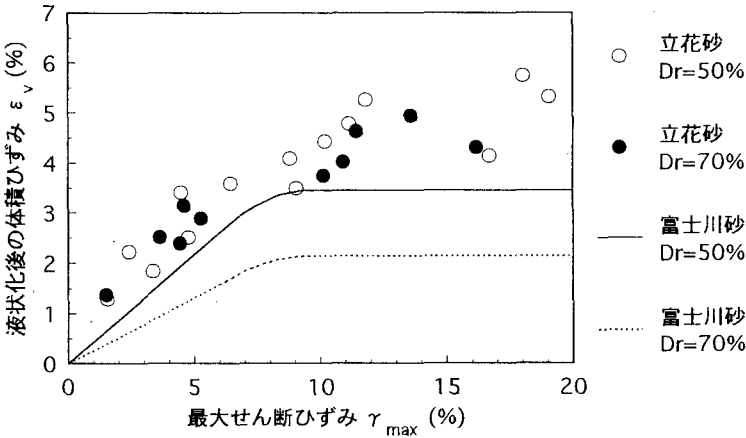


図-4 液状化後の体積ひずみ～最大せん断ひずみ関係