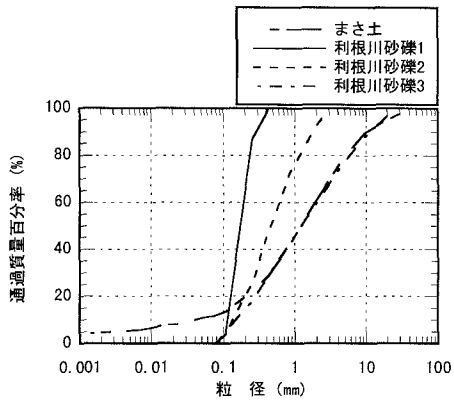
Ⅲ－A107　緩詰まさ土と他の砂礫材との液状化強度・非排水せん断強度の対比

中央大学　正会員　國生剛治
（株）ニュージェック　正会員　原　忠
中央大学　学生員　平岡良介　○諏訪正博

１．はじめに

従来礫分を多く含む粒度分布の広い礫質材料は砂に比べて乾燥密度が大きく、均等係数も大きいことから砂質土のような液状化は起こりにくいとされてきた。また礫質地盤自体が貫入抵抗値も大きく、大きい粒径を持つものは透水性も高いことから力学的にも安定した地盤であるとされており、埋め戻し地盤材料や重要構造物の基礎として利用されてきた。しかし近年礫質地盤が液状化を起こした例が見られ、兵庫県南部地震においても埋め立て土として使われたまさ土が大規模に液状化をした。そのような背景から本研究ではまさ土の液状化特性を調べるために、液状化試験とそののちにひずみ制御による非排水単調載荷試験を行った。そして、それらの結果を参考文献１）における利根川砂礫の結果と対比し、まさ土の特徴を検討した。



図－１　礫質材料の粒度分布

２．試験装置と試験試料

試験装置は供試体径 100mm、高さ 200mm の中型繰り返し三軸試験機を用いた。試験試料は神戸市東灘地区で採取されたまさ土を室内調整して供試体を作成した。まさ土は 50.8mm ふるい通過分を図－１の粒度分布のように配合した。均等係数は 46.4、細粒分含有率 F_c はおおよそ 11%である。また参考文献１）の試験に使用した異なる均等係数を持つ利根川砂礫試料の粒度分布も図－１に併せて記した。表－１に試料の物理特性を示す。各資料の最大・最小密度は、直径 195mm 高さ 200mm の中型モールドにより求めた値[2)] を用いた。

表－１　試料の物理特性

	D_{50}(mm)	Uc	ρ_s(g/cm^3)	ρ_{dmax}(平均値) (g/cm^3)	ρ_{dmin}(平均値) (g/cm^3)	e_{max}	e_{min}
まさ土	0.45	46.4	2.608	2.038	1.696	0.538	0.280
利根川砂礫1	0.14	1.44	2.696	1.502	1.198	1.250	0.794
利根川砂礫2	0.40	3.79	2.697	1.839	1.421	0.898	0.467
利根川砂礫3	1.15	13.1	2.655	2.038	1.675	0.585	0.303

３．液状化試験

現地盤の相対密度は Dr=70～80%と見積られているが、供試体はそれより緩詰の Dr=50%を目標にウエットタンピング法で作成した。液状化試験は間隙水圧係数Ｂが供試体で 0.95 以上に達したことを確認したのちに有効拘束圧 98kPa で等方圧密し、載荷周波数は 0.1Hz とした。またメンブレン湾入効果を考慮して各供試体毎に間隙水圧計測による補正も行った。図－２は両振幅軸ひずみ DA=5%のときの繰り返し載荷回数 Nc と繰り返し応力比 $\sigma_d/2\sigma_c'$の関係を示した図である。全体として試験結果はばらつき小さく繰り返し載荷回数が小さくなっても応力比はそれほど変化しない。また東灘まさ土は、相対密度が 50%の礫質土よりも応力

キーワード：液状化　礫質土　均等係数　相対密度
連絡先：〒112-8551　文京区春日 1-13-27　中央大学理工学部土木工学科　TEL 03-3817-1799

比が低く、粒度分布が礫質材料の試料３に類似しているにもかかわらず、応力比には大きなひらきがある。また、粒子の破砕性を検討するために Marsal の便法により粒子破砕率 B_M を求めたところ、B_M=6.1%となり液状化試験の前後で幾ばくか破砕が起きていることが判明した。まさ土の液状化強度が礫質土よりも低い原因としてはこの粒子の破砕性が一因として考えられる。

4. 液状化後の非排水単調載荷試験

図－３に液状化試験により両振幅が 10%までの軸ひずみを加えた後に行ったひずみ制御による非排水単調載荷試験の結果を、軸ひずみと過剰間隙水圧、偏差応力の関係で示す。まさ土の液状化後の静的強度は非常に弱い傾向を示しており、軸ひずみを 25%としても強度のめだった回復は見られない。

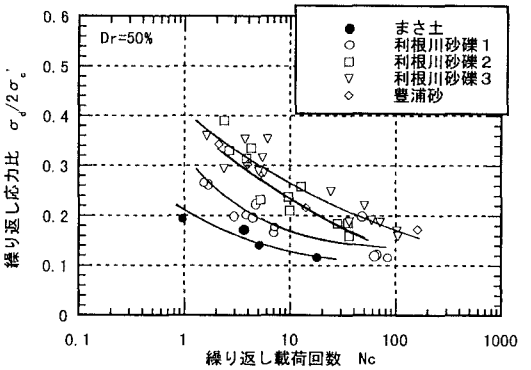
5. 非排水単調載荷試験

繰り返し応力を加えていない供試体における非排水単調載荷試験結果の有効応力経路を図－４に示す。礫質土は試料３では、せん断初期の段階から間隙水圧が減少しはじめ、破壊線にそって有効応力が増加していくのに対し、試料１ではせん断初期の段階で過剰間隙水圧の増加による平均有効主応力の減少が見られた後、同様の経路をたどる。それに対しまさ土は負のダイラタンシーにより平均有効主応力が終始減少している。破壊後に強度が徐々に減少しており静的荷重による流動が起きていると考えられる。

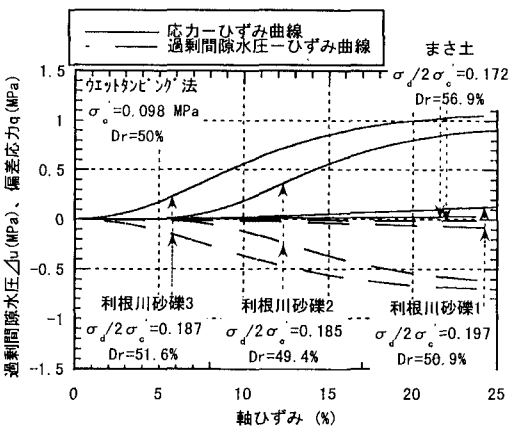
一方、図－４に示すように原位置の相対密度に近い Dr=70%で作成したまさ土試料についてはせん断にともない有効応力の増加が生じ、静的流動は生じないことがわかった。

6. まとめ

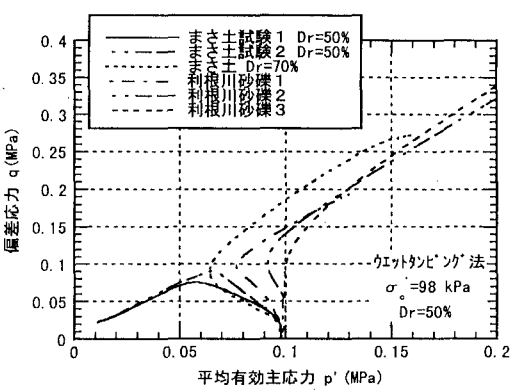
（１）まさ土の液状化強度は同じ相対密度の利根川砂礫よりも低い値を示しており、その原因のひとつとしては粒子の破砕性が考えられる。（２）Dr=50%のまさ土試料の液状化後の静的強度は利根川砂礫に比べ非常に弱く、大ひずみに至っても強度の回復はない。（３）非排水単調載荷試験によるまさ土の有効応力経路は Dr=50%では終始平均有効主応力が減少し、流動する現象が見られた。



図－２　繰り返し回数と繰り返し応力比の関係



図－３　軸ひずみと過剰間隙水圧、偏差応力の関係



図－４　非排水単調載荷試験結果（有効応力経路）

＜参考文献＞(1)原　忠，國生剛治：粒度分布の異なる礫質土の液状化特性，　第 34 回地盤工学研究発表会発表概要集，　1999. (2)國生剛治，原　忠：礫質土の最大・最小密度試験法の検討，土木学会第 52 回年次学術講演会講演概要集第３部(A) pp. 20-21, 1997. (3)原　忠：三軸試験による礫質土の液状化強度特性に関する研究，　中央大学理工学研究科土木工学専攻，　1998 年度修士論文