

不飽和砂質土の液状化強度特性に関する基礎的考察

岡山職訓短大 正員 ○中藤 正生
 岡山大学工学部 正員 河野 伊一郎
 岡山大学工学部 正員 西垣 誠

1. はじめに

飽和度低下による液状化強度について、土岐・三浦¹⁾らは供試体内の空気泡が増大し繰り返し載荷時に間隙水圧の上昇により有効応力が減少した際体積変化が生じたためとしている。そこで本研究は、地震動による液状化発生の影響繰り返し回数をSeed²⁾らの報告から N_{c30} と仮定し、 N_{c30} 付近で有効応力の減衰が顕著になる繰り返し応力比 $(\sigma_d/2\sigma_c)_{30}$ で統一した時、密度の異なる試料の飽和度変動が液状化抵抗(軸ひずみ進行)に及ぼす影響を検討した。又、飽和度測定のためベDESTAL部分を改良したので、併せて紹介する。

2. 実験概要

試料は、水洗した標準砂で粒度分布を図-1に示し、物性及び供試体の特性は表-1-1, 2に示す。社本・西尾³⁾の研究から地震波主要動の範囲である0.1~10Hzでは、等価減衰定数や、せん断弾性定数は周波数に対する依存度は極めて少ない報告から、正弦波の0.1Hzで各試料の液状化発生基準を得た。それらの結果から N_{c30} に対応する繰り返し応力比を各供試体に発生させ、液状化に起因する飽和度の影響を検討した。図-2に示す改良ベDESTALでB値と飽和度の関係を検討する目的で供試体重量を測定した。

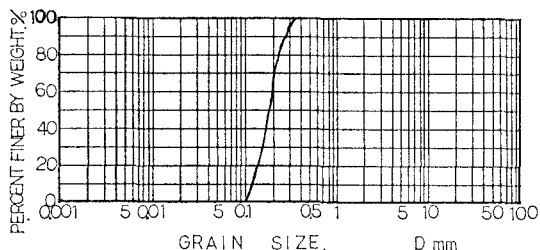


図-1 試料の粒度分布

表-1-1 豊浦砂の物理特性

土粒子の比重 (74 μ m以下)	2.641	均等係数(Uc)	1.52
D_{10}	0	e min	0.605
D_{30}	0.197	e max	0.977
	0.153	D_{60}	0.129

表-1-2 供試体の初期設定密度

α 材	e=0.852	$\rho_d=1.426g/cm^3$	$Dr(\%)=33.6$
β 材	e=0.728	$\rho_d=1.528g/cm^3$	$Dr(\%)=66.9$
γ 材	e=0.641	$\rho_d=1.610g/cm^3$	$Dr(\%)=90.3$

3. 実験結果及び考察

図-3は各供試体の液状化発生基準結果である。液状化は、ダイレイタンシー特性に起因して発現する過剰間隙水圧が、繰り返し荷重により蓄積する現象であり、密な γ 材は、負のダイレイタンシーによりサクションが働くため繰り返し初期段階 N_{c10} 以内では1サイクル当たりの抵抗が大きく、繰り返し応力比の増加に伴う振幅軸ひずみの進行は、著しく妨げられる。図-4は N_{c30} の統一繰り返し応力比による実験結果を飽和度の影響(間隙圧係数)について整理した。 α 材の繰り返し応力比は0.17で、飽和度の影響は β, γ よりB値変化に対し抵抗力が顕著である。特にB=0.9ではB=0.95付近の N_{c10} に比べ、10倍以上の繰り返し抵抗がある。 β 材も同様に間隙空気量増加に伴い抵抗力はあるがB=0.95の振幅軸ひずみが $\epsilon_a=1\%$ に達する必要回数とB=0.87の比較では4~5倍の抵抗増加となっている。一方、図-5に示す繰り返し回数と軸ひずみ進行過程の関係図から α 材はB値が低下すれば繰り返し回数は増大されるが、 $\epsilon_a=1\%$ の発現後の軸ひずみ増加は極めて速い。 β 材では $\epsilon_a=1\%$ に達する所要回数は α 材ほどB値の影響を受けていないが軸ひずみ増加は同じ傾向にある。このように比較的緩い砂質地盤は、間隙空気量の増加で初期ひずみの発現を遅延できるが、微小ひずみの発現後は飽和度の影響は少なく、軸ひずみが急増することを示唆している。 γ 材は他

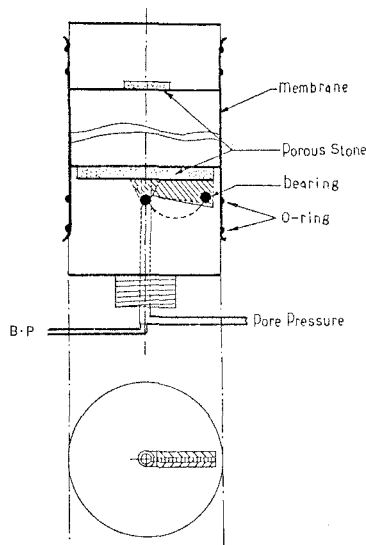


図-2 飽和度測定用ベDESTALの改良図

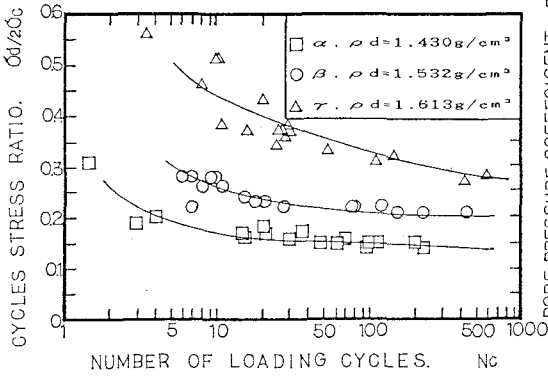


図-3 各供試体の液状化発生基準

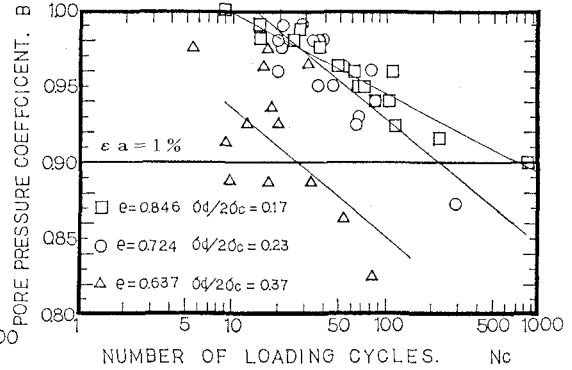


図-4 $(\sigma_d/2\sigma_c)_0$ による N_c と B 値の関係

より微小ひずみ発生までの繰返し回数は $B=0.9$ 以上では飽和度の影響は極めて少なく $B=0.88$ 以降で徐々に抵抗が増加している。又、 $\epsilon_a=1\% \sim 8\%$ に要する振幅回数は $B=0.98$ で 33 回、 $B=0.88$ まで低下しても 30 回前後を記録している。実験結果から γ 材のように高密度高飽和度供試体は、飽和度変化に伴う間隙水分量は土粒子体積に比べ微少であり、ダイレイタンスーによるサクシヨンの変動が少なく初期ひずみの遅延や、ひずみ進行の抵抗に飽和度変化の影響は極めて少ないと思われる。図-6 の B 値と初期飽和度の関係は高い相関で表現できている。

4. 結論

- 1) 高飽和度領域の標準砂 ($D_r < 67$ 程度) に、振動応力レベル $(\sigma_d/2\sigma_c)_0$ が作用した場合、飽和度の低下による初期ひずみの遅延は可能であるが、振幅軸ひずみ 1% 後飽和度の影響は少なく軸ひずみ進行は極めて速い。
- 2) 液状化対策には振動応力レベルと地盤密度を検討して飽和度と密度改善を行うのが効果的である。
- 3) ベDESTAL に止水機能を設け供試体水分重量を計測すれば飽和度の実測が可能である。

なお、今後の課題として、密度、飽和度、液状化抵抗比等の関係を多変量解析し、液状化影響を定量的に検討する。

参考文献

- 1) 土岐他：飽和砂の非排繰り返し三軸強度に及ぼす B 値の影響、第 21 回土質工学研究発表講演集、pp565~568
- 2) Seed, H.B. & Idriss: "Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential", Jour. of Soil Mechanics and Foundation Div. ASCE, Vol. 97, No. SM9, pp. 1249~1293, 1971
- 3) 社本他：締固めた砂および泥岩塊の動的変形特性、清水建設研究所報、第 37 回昭和 58.4 月号、pp3~8

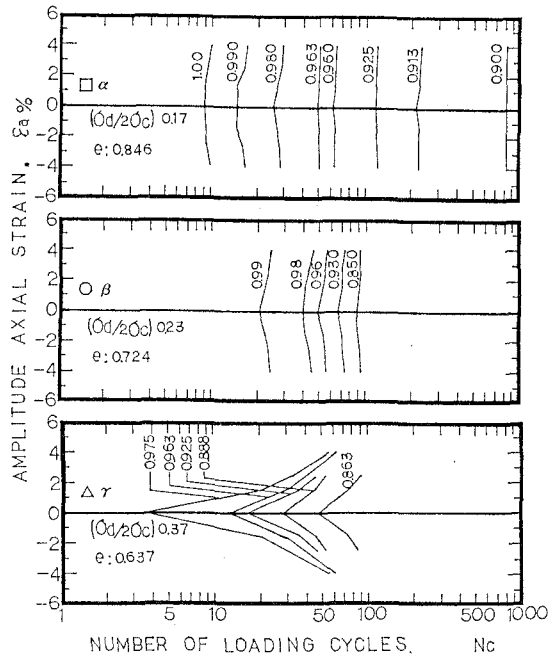


図-5 各供試体の軸ひずみ進行過程

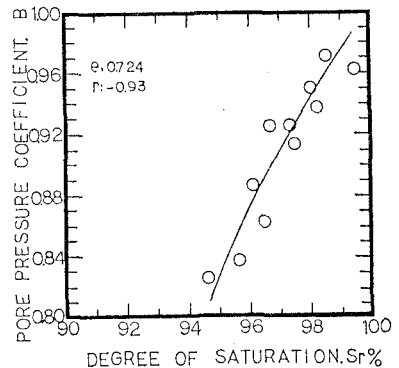


図-6 改良ベDESTAL による B 値と飽和度の関係