

関西大学 工学部 正会員 西田一彦 西形達明
 (協) 関西土質研究センター 正会員 中山義久 井上啓司
 茨木市 新開邦弘
 関西大学 大学院 学生員○竹田昌史

1. はじめに

埋め立て材料として使用されるまさ土は採取する地域により物理的性質が大きく異なる。そのため、複数のまさ土試料を対象としてスランプ試験、密度試験、粒度試験を行い、その物理的性質を明らかにし、振動三軸試験を行うことによりその液状化特性との関連性を検討した。とくに、本研究では振動エネルギーに注目して、まさ土の液状化特性を考察した。

2. 使用したまさ土の種類と実験方法

本実験で使用したまさ土は、関西地区周辺の 3 地点で採取した 5 種類のまさ土である。それらの物理的性質を示したものが表-1 である。一般には液状化特性の指標として、粒度特性が用いられるが、本研究では粒度特性だけではなく、密度・粒度・粒径・表面特性など総合的に表現できる流動限界値に注目し、検討を進めた。実験に用いた供試体は直径 5cm、高さ 10cm とし、静的に 3 層に締固めて作成した。実験は供試体を飽和作業の後、等方圧密を行い、その後、周波数 0.5Hz、サイン波形、荷重制御で繰返し载荷を与えた。

3. 実験結果

図-1, 2 は縦軸に過剰間隙水圧比、横軸に载荷回数を液状化が発生すると考えられる軸ひずみ両振幅 5% の回数で割ったもので示したものである。流動限界が大きい図-1 の B1 試料では、加振初期に過剰間隙水圧比が 20~30% 上昇し、その後、緩やかな勾配で上昇していく。しかし、間隙比や応力比による間隙水圧の発生経路の違いはみられない。一方、流動限界の小さい図-2 の RA 試料では発生のパターンが供試体条件によって大きく異なっている。両試料ともひずみが 5% 時では間隙水圧は 1 に達しておらず、液状化過程における変形を考えた場合、土が液状化に至るまでの剛性の低下についても検討する必要があると考えられる。そこで振動時のエネルギーに注目してみることにする。

表-1 試料の物理的性質

	ρ_s (g/cm^3)	Li (%)	w (%)	U _c	D ₅₀ (mm)	FC (%)	w _n (%)
B1	2.779	1.859	18.0	20.0	0.066	55.0	40.5
B3	2.769	1.251	8.50	19.0	0.17	31.0	28.0
W2	2.680	1.90	5.60	24.0	0.38	12.0	21.0
W3	2.645	3.20	4.70	26.0	0.46	16.0	18.2
Y1	2.663	3.11	8.50	17.0	1.20	16.0	28.5
Y2	2.663	3.02	7.60	19.0	0.21	15.0	24.0
RA	2.638	1.09	6.70	16.7	2.60	6.90	18.0
RB	2.666	1.46	9.80	32.0	0.55	16.0	19.1
TB	2.703	4.27	15.4	17.3	2.2	21.9	33.4

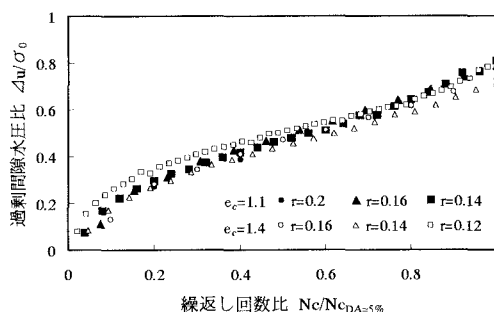


図-1 過剰間隙水圧と繰返し回数比の関係(B1)

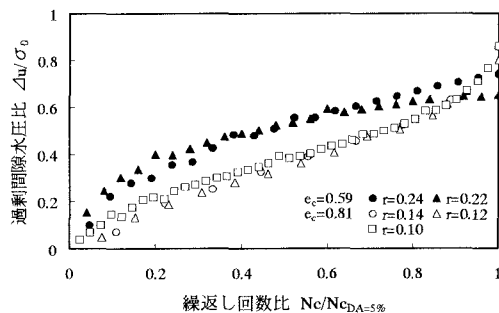


図-2 過剰間隙水圧比と繰返し回数比の関係(RA)

Kazuhiko NISHIDA, Tatsuaki NISHIGATA, Yoshihisa NAKAYAMA, Keiji INOUE, Kunihiro SHINKAI, Masashi TAKEDA

図-3 には流動限界の異なる試料の累積減衰エネルギーと载荷回数との関係を表している。すべての試料において累積減衰エネルギーはある特定の回数から急激に増加し、破壊に至っていることがわかる。また、流動限界が大きい B3 試料は、加振初期に他に比べてエネルギー蓄積量が幾分多くなっていることがわかる。B3 と RB を比較してみると、B3 の方の累積減衰エネルギーが遙かに大きいことがわかる。しかし、液状化強度比で考えると、それぞれ 0.18, 0.19 とあまり差はみられず、これにより、液状化強度比と液状化過程を示す累積減衰エネルギーとは異なった意味を持つことがわかる。

図-4, 5 は、縦軸に過剰間隙水圧比、横軸に累積減衰エネルギーを軸ひずみ 5%での減衰エネルギーで正規化したもので示したものである。図-4 の流動限界の大きい TB 試料においては供試体条件に関わらず一つの曲線で示されることがわかる。過剰間隙水圧比に注目すると、軸ひずみ 5%に達しているにもかかわらず 0.7~0.8 程度までしか上昇していない。このことより、ひずみが 5%に達しても完全な液状化には達しておらず、若干のエネルギー吸収力を残しているものと考えられる。

図-6 は縦軸にせん断剛性低下率 G/G_0 、横軸に累積減衰エネルギー比の関係を示している。ここで、 G は任意の繰り返し回数でのせん断剛性率、 G_0 は第 1 波目のせん断剛性率である。試験時の応力比は同じである。どの試料においてもわずかな累積減衰エネルギーでせん断剛性の低下が顕著に現れている。しかし、試料によりせん断剛性の低下量は異なっており、流動限界が大きい試料(B3)は液状化過程において剛性が低下しにくく、また、累積減衰エネルギーが多くなっていることがわかる。一方、流動限界の小さい試料(RA)においてはわずかな累積減衰エネルギーでせん断剛性は 0 近くまで低下している。これにより、流動限界の大きいまき土は液状化過程における変形に対する抵抗性が高いものと思われる。

このように、流動限界値は液状化による変形特性の指標となりうるものと考えられる。

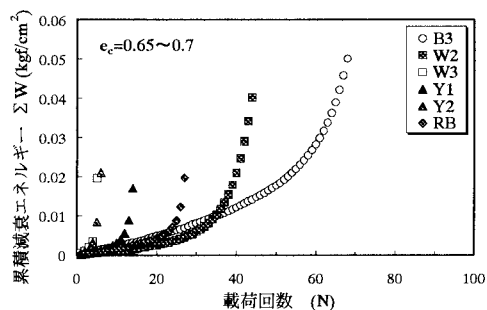


図-3 累積減衰エネルギーと载荷回数との関係

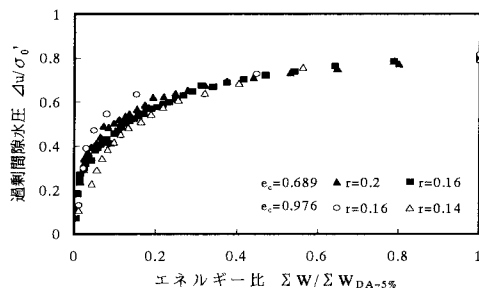


図-4 過剰間隙水圧比とエネルギー比の関係(TB)

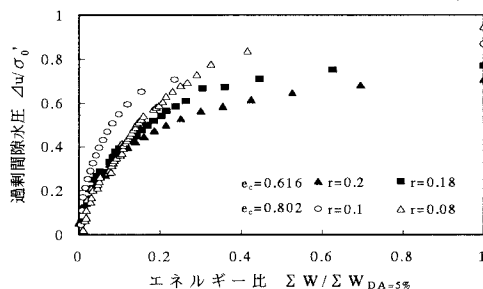


図-5 過剰間隙水圧比とエネルギー比の関係(RB)

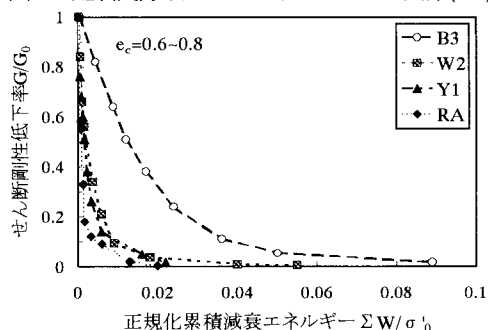


図-6 せん断剛性低下率と累積減衰エネルギーとの関係