

Ⅲ-A108

まさ土の物性値と液状化過程における変形特性

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

1. はじめに

まさ土の液状化に関する研究は多岐にわたって行われているが、従来、研究対象とされるのは特定のまさ土に限られているようである。そこで、著者らは複数のまさ土を対象として、その物性と液状化強度との関連性について検討し、概略的な液状化強度の推定法を提案している¹⁾。しかし、兵庫県南部地震以降、液状化強度もさることながら、液状化に至るまでの地盤の変形特性に関する研究の重要性が指摘されるようになり、とくにまさ土のような均等係数の大きい土に関する動的変形特性の把握が必要であるものと考えられる。そこで、本研究では、関西地区に分布する複数のまさ土を対象として、その液状化過程における変形特性をせん断剛性の低下量で表し、動的エネルギーとの関係について検討を行った。さらに、剛性低下に与える影響因子として流動限界値に着目し、これを用いてまさ土の液状化過程における変形特性の整理を行った。

2. まさ土試料の特徴と実験方法

本研究では、関西地区周辺の3地点で採取した13種類のまさ土試料を用いて液状化試験を行った。それらの物理的性質を示したものが表-1である。これより本研究で用いた試料は、液状化強度に及ぼす影響が大きいとされる平均粒径や細粒分含有率などの粒度組成が大変幅広いものとなっていることがわかる。本研究では、これらの物性値のうち、スランプ試験より得られる流動限界値 w_f がまさ土の質的要因と力学的要因の両方を総合的に表現しうる指標があると考え、これをパラメータとして変形挙動を考察することにする。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させた後、有効拘束圧98kPaで等方圧密を行い、周波数0.1Hz、サイン波形、荷重制御で繰返し载荷を与えた。

表-1 実験試料の物理的性質

	ρ_s (g/cm ³)	L _i (%)	w (%)	U_c	D_{50} (mm)	FC (%)	w_p (%)
B1	2.779	1.859	18.0	20.0	0.066	55.0	40.5
B2	2.774	1.593	20.0	29.0	0.057	58.0	41.5
B3	2.769	1.251	8.50	19.0	0.17	31.0	28.0
W1	2.657	3.27	10.0	64.0	0.33	23.0	23.0
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
Y3	2.640	2.11	6.30	28.0	0.71	12.0	22.6
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
TC	2.715	3.33	13.2	13.5	2.0	20.9	33.5

3. 実験結果

図-1は、累積減衰エネルギーと载荷回数との関係を示したものであり、流動限界の異なる試料について比較を行ったものである。この図より、それぞれの試料において、液状化に至るまでの累積減衰エネルギー量が、応力比に関わらずほぼ一定値を示していることがわかる。しかし、この最終的な累積減衰エネルギー量は、流動限界値の違いにより異なっていることが確認できる。流動限界値の大きい試料の方がより多くのエネルギーを蓄積していることがわかり、変形に対する抵抗性も強いものと考えられる。

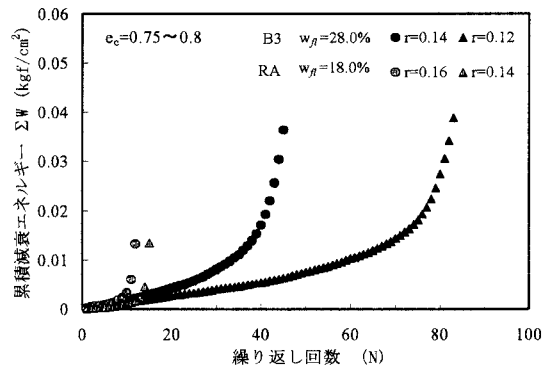


図-1 累積減衰エネルギーと载荷回数との関係

キーワード：まさ土、液状化、流動限界、減衰エネルギー、せん断剛性低下率

大阪府吹田市山手町 3-3-35 (06-6368-0898)

図-2, 3 は, それぞれ, 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を示したものである. これらの図より, 流動限界値の大きい TB 試料では, 供試体密度や応力比に関係なくほぼ等しい間隙水圧の増加傾向を示していることがわかる. しかし, 流動限界値が小さい RB 試料においては, TB 試料とは異なり, 供試体密度や応力比の影響を受け, 過剰間隙水圧の蓄積経路が異なっていることがわかる. したがって, まさ土の液状化過程における挙動はその流動限界によって異なる特性を有するものと考えられる.

次に, 液状化過程における変形特性としてせん断剛性に着目し, せん断剛性低下率 G/G_0 と減衰エネルギーの関係を示したものが図-4 である. ここで, G_0 は第 1 波目のせん断剛性率であり, G は任意の繰返し回数におけるせん断剛性率を表している. この図より, ほぼ同様の供試体密度であれば, 流動限界が小さい試料ほど加振初期における剛性低下が著しいことがわかる. すなわち, 流動限界の大きいまさ土は剛性を保持する度が高く, 地震動に対する変形抵抗性が高いものと考えられる. そこで, この剛性低下量を定量的に表現するため, 以下の双曲線関係式で回帰を行った.

$$\frac{G}{G_0} = 1 - \frac{\Sigma W}{A + B \Sigma W} \quad (1)$$

ここで, A, B は回帰定数, ΣW は累積減衰エネルギーを示している.

この関係式より算出された定数 $1/A$ は加振初期の剛性低下率を表している. そこで, まさ土試料におけるすべての実験結果について, 定数 $1/A$ と流動限界の関係をプロットしたものが図-5 である. 図中の数字は試験時の間隙比を表しており, この数値をもとにして間隙比のコンターラインが示されている. この図より, 流動限界の大きい試料は地盤の締めり具合に関わらず, 地震初期での変形抵抗が大きいことがわかる. しかし, 流動限界の小さい試料では, 緩い地盤における変形抵抗が小さく, 少ない地震動でも大変形が生じる可能性があることを示している. したがって, この関係から, まさ土地盤の間隙比と流動限界値から地震動に対する変形抵抗の概略的な判別が可能であると考えられる.

参考文献 1) 中山義久・西田一彦・西形達明・井上啓司・新開邦弘: まさ土の物性値と液状化強度特性の関係, 土木学会第 53 回年次学術講演会概要集, pp.138-139, 1998.

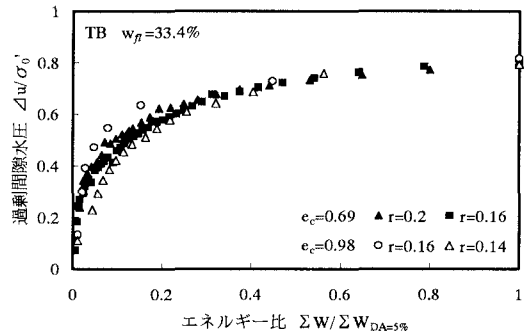


図-2 過剰間隙水圧比とエネルギー比の関係(TB)

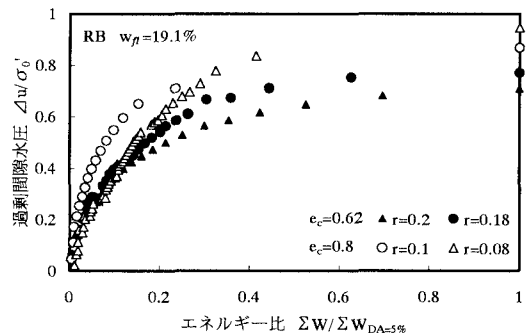


図-3 過剰間隙水圧比とエネルギー比の関係(RB)

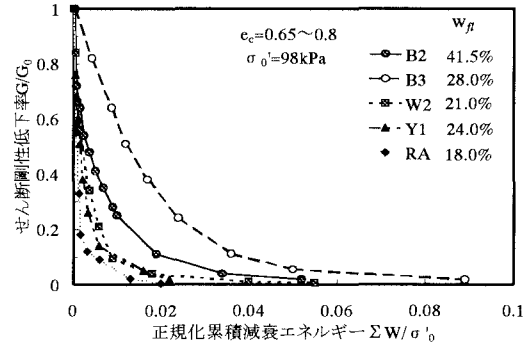


図-4 せん断剛性低下率とエネルギー比の関係

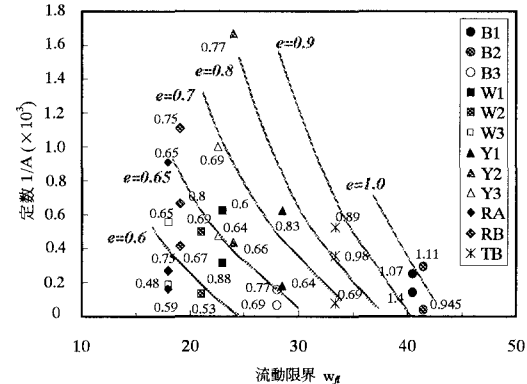


図-5 定数 $1/A$ と流動限界の関係