

Ⅲ - A84

まさ土の物性と液状化特性

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
 西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○浜地秀和

1.はじめに

液状化に対する抵抗性が強いといわれていたまさ土が兵庫県南部地震により液状化したことは周知のとおりである。まさ土は風化度や鉱物組成によって物性が大幅に変化するので、液状化特性もこれによって異なるものと考えられる。このようなまさ土の材質の違いから液状化特性を検討したものは数少ないようである。そこで本研究では、材質による違い、特に風化度と有色鉱物含有量の違いに注目して、それらの物性値と液状化強度との関係を調べた。

2.試料の物理的特性

実験試料は大阪府交野市の生駒山地の切り取り斜面より採取した。この斜面では、のり面の下部から上部へと風化が進行していることが確認されている。そこで、試料の有色鉱物量が異なる B,Y,W の3区域を選定し、各区域で異なる風化度の試料が得られるよう

表-1 試料の特徴

	B 試料	Y 試料	W 試料
色	黒色	黄色	白色
有色鉱物量	多い	←→	少ない
粒径	小さい	←→	大きい

に上下方向に3種類とし合計9試料採取した。試料の特徴は表-1に示すように、それぞれ鉱物組成や風化度が異なっている。それらの粒径積和曲線を図-1に、物理的性質を表-2に示す。また、本研究では風化度を表現する指標として強熱減量 L_i とスランプ試験の結果求めた流動限界 w_{fl} を使用した。

表-2より最大最小密度試験(JSF T 161)から求めた e_{min} の結果は、地山の間隙比 e_0 よりも大きくなっていることがわかる。また、採取深度が深くなる程、その傾向が大きくなる。そこで本実験では地山の間隙比 e_0 を最小間隙比とし、これより求めた相対密度を現場相対密度 Dr_f と定義することにする。

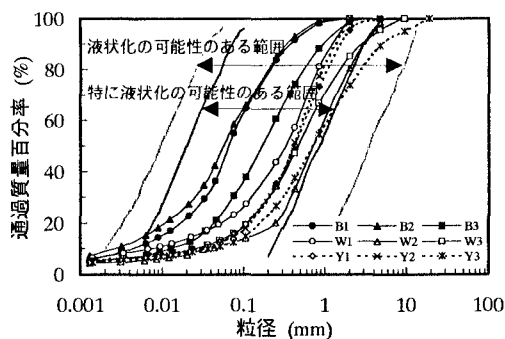


図-1 まさ土の粒径積和曲線

3.実験方法

繰返し载荷には油圧サーボ式振動三軸試験機を使用し、採取した試料は落下攪乱調整後、供試体は直径5cm、高さ10cmとして3層に静的に締固めた。締固め密度は現場相対密度で $Dr_0=40, 60, 80\%$ を目標とした。その後、供試体を飽和させるために CO_2 、脱気水を通水し、 $B.P.=2.0kgf/cm^2$ を加え、有効拘束圧 $\sigma_0=1.0kgf/cm^2$ で等方圧密させた後、周波数0.1Hz、正弦波のもとで、繰返し载荷を行った。

表-2 実験試料の物理的性質

		G_s	e_{max}	e_{min}	e_0	U_c	w_{fl} (%)	L_i (%)
上	B1	2.779	1.859	1.206	1.116	20	40.5	5.93
中	B2	2.774	1.593	0.837	0.945	29	41.5	5.32
下	B3	2.769	1.251	0.753	0.522	19	28.0	4.10
上	Y1	2.663	1.256	0.645	0.699	17	28.5	3.11
中	Y2	2.663	1.046	0.576	0.430	19	24.0	3.02
下	Y3	2.640	0.931	0.486	0.336	28	22.6	2.11
上	W1	2.657	1.165	0.707	0.517	64	23.0	3.27
中	W2	2.680	1.122	0.729	0.558	24	21.0	1.90
下	W3	2.645	1.015	0.620	0.365	26	18.2	3.20

まさ土、液状化、風化度、鉱物組成、流動限界
 大阪府吹田市山手町 3-3-35 (06-368-0898)

4.実験結果

図-2 は、ほぼ等しい間隙比を有する供試体について、繰返し載荷回数 20 回で軸ひずみ両振幅 5%のときの強度を液状化強度比とし、材質別に表したものである。併せて標準砂の結果を載せてある。まさ土の液状化強度比は標準砂の結果と比較して決して大きいとは限らないことがわかる。また、材質が異なると、液状化強度曲線の傾きが異なっている。これらの傾きは粒径が大きく、有色鉱物含有量が少ないものほど大きくなっている。また、これには繰返し載荷中に生じる粒子破碎の影響も含まれているものと考えられる。

図-3 は、風化度が異なる試料の液状化強度比 (DA=5%,20回)と圧密後の現場相対密度 Dr_f の関係を示したものである。この図から、風化度の低い試料では密度の増加とともに液状化強度が急激に増加する。一方、風化の進んだ試料では締め固めを行っても強度は上がらない。このことから、風化の進んだまさ土の液状化強度に対しては締め固め効果が小さいことを示している。

図-4 は、繰返し載荷後の排水による体積圧縮ひずみ ϵ_v と締め固め密度の関係を示したものである。標準砂の圧縮量(3~5%)と比較してまさ土の圧縮量は大きい。風化の進んだ試料では密度が増加しても液状化後の圧縮ひずみはあまり減少しない。一方風化度の低い試料では密度を大きくすると液状化後の圧縮ひずみ量は大幅に減少する。すなわち、まさ土の風化度は液状化後の沈下量に影響を及ぼすものと考えられる。

図-5 は、液状化強度比と流動限界 w_f との関係を示したものである。本研究では w_f が風化度や有色鉱物などの特性を総合して表現するのに最も適した指標であると考えている。図中の数字は間隙比を表している。多少バラツキはあるものの w_f とよい相関関係が見られる。この図から、等しい間隙比では、 w_f が大きくなると、液状化強度が増加することがわかる。また、図中にはポートアイランドで採取された不攪乱試料の結果も記入している。他機関の実験結果であるにもかかわらず、今回の実験結果とよく対応し、流動限界と間隙比によって液状化強度を推定できることを示唆している。

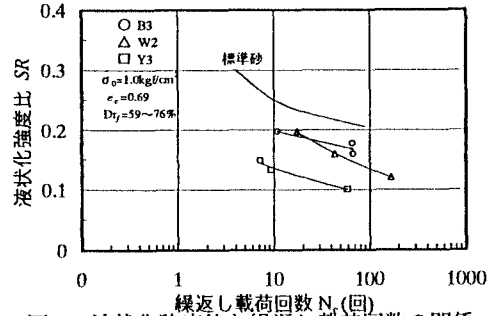


図-2 液状化強度比と繰返し載荷回数の関係

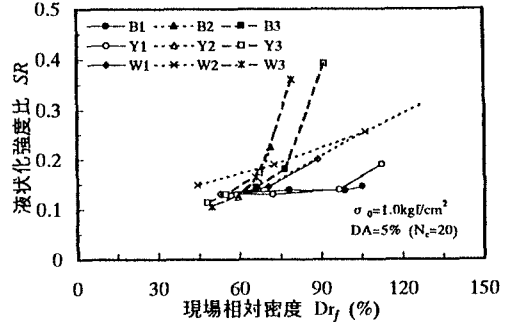


図-3 液状化強度比と現場相対密度の関係

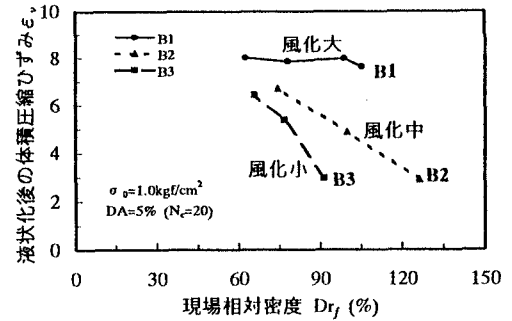


図-4 体積圧縮ひずみと現場相対密度の関係

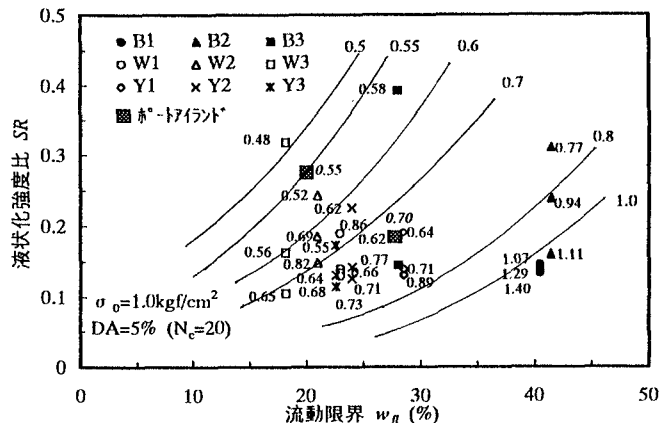


図-5 液状化強度比と流動限界の関係