

東電設計(株) 正会員 佐藤正行 小瀬木克己  
 東京電力(株) 正会員 嶋田昌義 藤谷昌弘

1. はじめに

最近、従来液状化しにくいといわれていた礫分や細粒分を比較的多く含む自然地盤や埋土地盤が被害地震で液状化した事例<sup>1)2)</sup>が報告されきており、また、室内で調整された試料についても、シルト質砂が低い液状化強度を示すことが戸張ら<sup>3)</sup>によって報告されている。筆者らが埋土地盤の液状化特性について基本的な検討を行うために平成5年に実施した調整試料を用いた室内試験においても、シルト質砂の液状化強度が砂100%の試料の液状化強度を大幅に下回るという結果が得られた。本報告は、この試験結果についてまとめたものである。

2. 供試体作成方法および試験方法

豊浦標準砂にDLクレーを混合し、乾燥打撃法によって供試体を作成した。DLクレーは図-1に示すような粘土分を10%程度含む非塑性(NP)のシルトである。作成した供試体の配合は、DLクレー(以下単にシルトと呼ぶ)の含有率が0%, 20%, 40%および100%の4種類である。作成した供試体の物理特性を表-1に示す。シルト含有率100%以外の供試体は、それぞれ作成時に相対密度65%を目標としているが、シルト分の含有率が大きくなるに従って圧密により収縮し、圧密後はかなり大きな相対密度および乾燥密度を示す結果となった。また、シルト含有率100%の供試体は乾燥状態では縮まりにくかったため打撃によりできるだけ締め固めたものである。従って今回の試験結果は、必ずしも同一条件下の種類の異なった供試体に対するものではないことをあらかじめお断りしておきたい。

これらの供試体に対して、直径5cm, 高さ10cmの供試体を用いた排水・非排水の三軸圧縮試験(CD試験およびCU試験)と外径7cm, 内径3cm, 高さ7cmの供試体を用いた中空ねじりせん断による液状化試験を実施した。

3. 試験結果

シルトの含有率が異なる4種類の供試体に対して行ったCU試験結果によるストレスパスを図-2に示す。この図によると、シルト含有率が0%の供試体では過剰間隙水圧が負となる、すなわち正のダイレイ

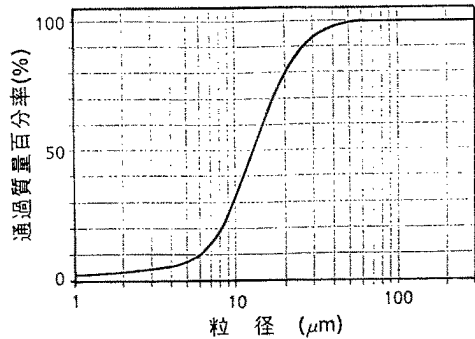


図-1 DLクレーの粒径加積曲線

表-1 供試体の物理特性

シルト含有率	最大間隙比 $e_{max}$	最小間隙比 $e_{min}$	供試体作成時		圧密後		
			$e$	$\rho_d$	$D_r$	$e$	$\rho_d$
0%	0.959	0.613	0.734	1.532	68.8	0.721	1.544
20%	0.870	0.425	0.581	1.668	70.8	0.555	1.716
40%	0.917	0.394	0.578	1.690	85.3	0.471	1.813
100%	-	-	0.927	1.390	-	0.835	1.460

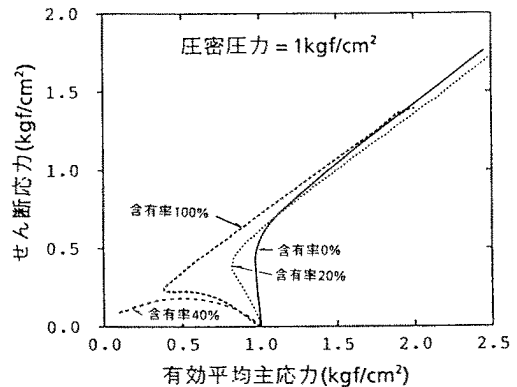


図-2 ストレスパス(CU試験結果)

タンシーを示す材料であるのに対し、含有率を20%、40%と大きくしていくに従って次第に負のダイレイタンシーを示す傾向が強くなる。含有率40%の試験結果に至っては、せん断の過程で終始正の過剰間隙水圧(負のダイレイタンシー)を生じており、ストレスパスは載荷と同時に急速に原点へ向かっている。

シルト分の含有率が異なる4種類の供試体に対して行った液状化試験結果を図-3に、また液状化強度と繰返し回数の関係を図-4に示す。これらの図を見ると、20%、40%とシルト分の含有率が多くなるに従って液状化強度は急激に低下しており、シルト含有率40%の供試体のストレスパスは緩い砂のような挙動に見える。また、シルト含有率100%の液状化強度は含有率20%と40%の間にある。今回の結果でもう一つ特徴的なのは、表-1に示したように、シルト含有率が多い供試体のほうが乾燥密度が大きいことである。シルトを含む細粒分含有率の増加、また乾燥密度の増加は、両方とも一般的な概念としては液状化強度の増加につながるが、今回の試験結果はまったく逆の結果となっている。

なお、シルト含有率20%の試料については、液状化強度の周波数依存性について調べるため、通常の0.1Hz以外に、0.5Hz,1Hzの試験も実施してみた。この結果は図-4中にプロットしているが、若干の周波数依存性を示しているように見える。

4.まとめ

今回の試験結果では、シルト分を多く含む調整試料の液状化強度が、砂100%の試料に比べてかなり低くなる結果が得られた。ただし、液状化強度に周波数依存性がある可能性もあるため、この点に関し今後さらに検討していくと同時に、基本的な検討としてシルトと砂の粒子の配列、また埋立地盤における課題としてはエイジングの効果等についても検討していく方針である。最後に、室内試験を担当していただいた基礎地盤コンサルタンツの山口氏に謝意を表します。

参考文献

- 1)土木学会：阪神大震災震害調査緊急報告会資料，平成7年2月
- 2)国生，他：北海道南西沖地震による岩層なだれ礫層の液状化(その1)～(その5)，第29回土質工学研究発表会，平成6年6月
- 3)戸張，他：砂の液状化強度に及ぼす細粒分の影響，第29回土質工学研究発表会，平成6年6月

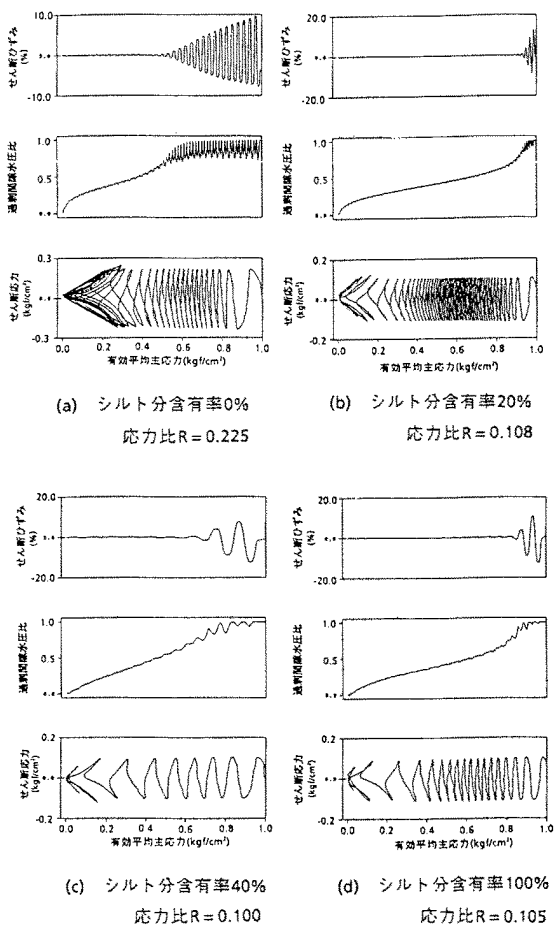


図-3 液状化試験結果

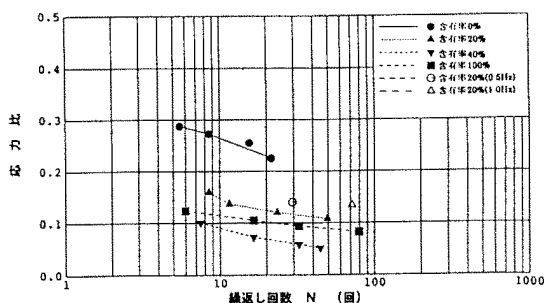


図-4 繰返し回数～液状化応力比関係 (過剰間隙水圧比 = 0.95)