

東急建設(株)

東京大学生産技術研究所

同上

(株)建設企画コンサルタント

正員 岡本 正広

正員 龍岡 文夫

正員 山田 真一

正員 鳥居 剛

1. はじめに

繰返し三軸試験機を用いる液状化試験においては、表-1に示すような各種の実験条件の影響を受ける。これら要因は端面拘束を除き全て、有効拘束圧の低下に伴う供試体からの排水をもたらすものであり、求められる液状化強度は過大に評価されている恐れがある。そこで今回は、表-1の各種のエラーの内、いくつかのものの直接測定を行うとともに、表-1の各種のエラーが液状化強度にもたらす影響を評価するために表-3に示すように実験条件を変えた液状化試験を行った。

2. 実験方法

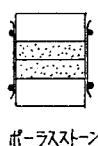
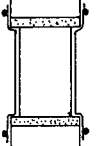
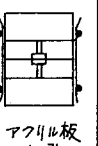
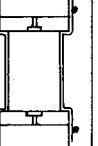
2-1)実験Ⅰ： 実験Ⅰは表-1のBEとCEを直接測定することが目的であり、表-2に示すように行った。Case 2と4では、直径70mm、高さ150mmのジュラルミン製のダミーサンプルを用いて等方圧密試験を実施した。実験は背圧2.0 kgf/cm²をかけてから拘束圧を増やし、有効拘束圧が2.0 kgf/cm²になるまで等方圧密を行った。体積変化量はビュレットで読んだ。

2-2)実験Ⅱ： 実験Ⅱは表-3に示すように供試体の端面条件および径を変えて繰返し三軸試験を実施した。Regular Endの場合キャップ、パDESTALの径より5mm小さい供試体を、Lubricated Endの場合にはそれと同じ径の供試体を作製した。試料は豊浦標準砂($e_{max}=0.977$, $e_{min}=0.605$, $G_s=2.64$)を用い、供試体は空中落下法により作製した。試験装置、実験方法等の詳細については既報を参照されたい。

3. 実験結果

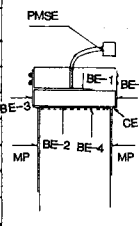
3-1)実験Ⅰ： 除荷時の排水量測定結果を図-1に示す。0.08 kgf/cm²時を初期状態として示してあるが、表-2に示すように有効拘束圧が0.08~0.98 kgf/cm²の間の体積収縮量 ΔV の値から推測すると Enlarged Platenを用いた場合、コーナーには約0.25~0.6cc程度、排水を許す空隙が存在している。

表-2 実験Ⅰの種類

試験No	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4
試験概要	 ポラスストーン		 アクリル板のみ	
測定するError	BE-1,3	CE BE-1,3	BE-1,3	CE BE-1,3
測定結果* ΔV (cc)	0.30	0.54	0.13	0.71

*ただし 有効拘束圧 0.08~0.98 kgf/cm²の間の体積収縮量である。

表-1 液状化強度に及ぼす各種の要因

	略記	REGULAR		LUBRICATED		
		IDENTICAL	ENLARGED	IDENTICAL	ENLARGED	
BEDDING ERROR	BE-1			○	○	
	BE-2			○	○	
	BE-3	○	○			
	BE-4			○	○	
CORNER ERROR	CE		○		○	
Pre Pressure Measuring System Error	PMSE	○	○	○	○	
MEMBRANE PENETRATION	MP	○	○	○	○	
END RESTRAINT	ER	○	○			

System Error の分類

- BE-1-アクリル板とCap Pedestal間のError, BE-2-供試体上下面におけるLubrication layerと砂の粒子間のError
 ○BE-3-MembraneとEnds, 換気筒間のError, BE-4-砂の表面の不整によるもの(供試体の上面とLubrication layerの間)
 ○CE-Enlarged Platenを用いる場合の角隅誤差による
 ○PMSE-測定システムのError
 ○MP-Membrane misfitによるError

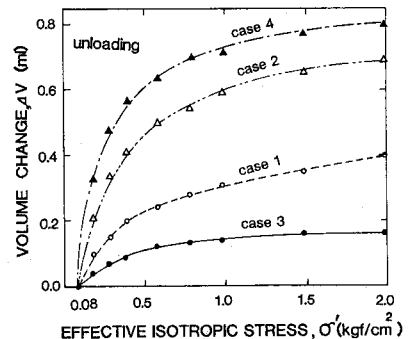
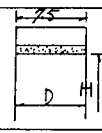
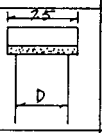
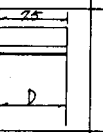
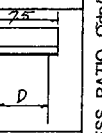
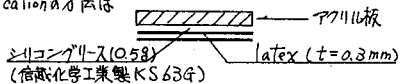


図-1 排水量測定結果

表-3 実験Ⅱの試験条件

	REGULAR		LUBRICATED	
	IDENTICAL	ENLARGED	IDENTICAL	ENLARGED
略号	RG-ID	RG-EL	LB-ID	LB-EL
				
D (cm)	7.5	7.0	7.5	7.0
H (cm)	1.5	1.5	1.5	1.5
Ref.	佐々木ら(1981)	今回実施	今回実施	佐々木ら(1981)

Lubricationの方法は



3-2) 実験Ⅱ: 図-2 に $\sigma_p/2\sigma_c' \sim D_r$ の関係を、図-3 に $\sigma_p/2\sigma_c' \sim N_c$ の関係を示す。図-2, 3 より、Regular Ends の場合も、Lubricated Ends の場合も、"Enlarged" の場合は "Identical" の場合よりも液状化強度は大きい。したがって、Corner Error は密な砂の液状化強度に大きな影響を与えることが判る。

4. 考察

既報では Lubricated Ends の "Enlarged" と Regular Ends の "Identical" の場合を比較して、前者の場合の方が正のダイレタンシーが自由に生じうるので、密な砂ほど、またひずみ振幅が大きいほど液状化強度がより大きくなるのではないかと考えられていた。しかしながら、正のダイレタンシーが強く發揮される時には、そのダイレタンシーはひずみ振幅の進行には寄与しておらず、 $\sigma' = \sigma_c' - \Delta u \approx 0$ の付近でひずみは大きくなるということを考えれば、 Δu のわずかな誤差は発生するひずみの値に大きな影響を与えることになる。特に密な砂のように $\Delta u/\sigma_c' \approx 1.0$ 近くの繰返し変形を何回も受けることによってひずみ振幅が 10% に達する場合には Δu における誤差の影響を等比級数的に受けているのではないかと考えられる。

5. 結論

1) Enlarged Platen を用いる場合、その端部には有効拘束圧が減少するときに供試体からの排水を許す空隙が存在する。2) 密な砂ほど、またひずみ振幅が大きいほど、表-1 に示す各種のエラーの影響は大きいようである。

6. 謝辞

本研究は東京大学生産技術研究所で実施したものである。実験を行うにあたり協力いただいた龍岡研究室の同仁、末筆ながら感謝の意を表します。

<参考文献> 1) 佐々木他, "振動三軸試験における試験条件が砂の液状化強度に及ぼす影響", 第16回土質工学研究発表会

2) 山田 他, "砂の繰返し三軸液状化強度に及ぼす諸条件の影響"

第17回

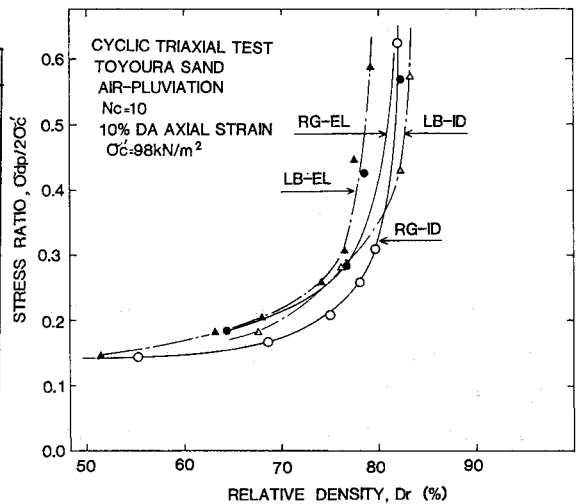


図-2 $\sigma_p/2\sigma_c' \sim D_r$ の関係

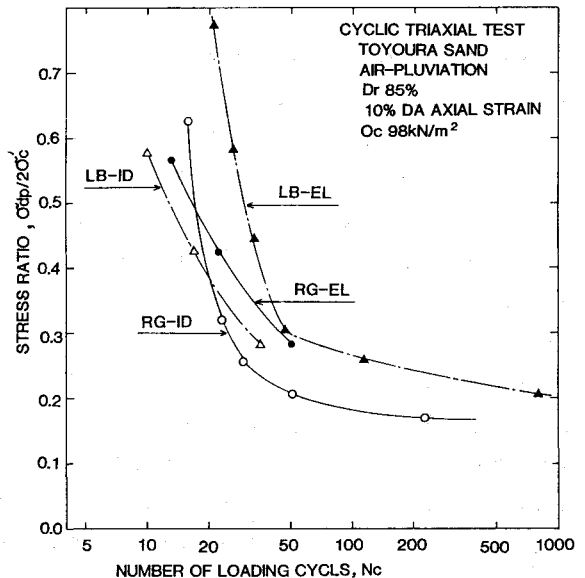


図-3 $\sigma_p/2\sigma_c' \sim N_c$ の関係