

係 応用地質調査事務所 正員 横田耕一郎
" " " " 古田一郎
" " " " 栗田好文

1. はじめに 動的試験に際しては、荷重を精度良く載荷することが重要となる。振動三軸試験機の場合、荷重の制御をかなりの精度で行なえる状況にある。しかし、荷重検出器が圧力室外部に設けられているものが一般的であり、供試体に作用する動的荷重との差がしばしば指摘されてきた。そこで筆者等は、圧力室内部に新たに荷重検出器を設け、外部の荷重検出器での検出記録と比較してみた。今回は、攪乱砂及び不攪乱砂の液状化試験を実施することにより、両者の比較を行なつた結果を報告する。

2. 試験装置及び試験方法 装置としては通常の振動三軸試験機を用いているが、圧力室内部のピストンとキヤップの間に新たに荷重検出器を設け、直接供試体に作用する動的荷重を検出できるように改良している。試験は圧力室外部の荷重検出器に基づく正弦波荷重制御の液状化試験とし、その際の内部と外部の検出荷重の比較を行なつた。載荷速度は攪乱砂で0.25 Hz、0.5 Hz、1 Hz、2 Hz の4種であり、不攪乱砂は0.5 Hz である。応力状態は、表-1に示している。

3. 試料 表-1に示した Monterey No.0 砂及び沖積の不攪乱試料を用いた。

4. 供試体の作成方法 攪乱砂の供試体作成は、脱気水を満したモールド中に気乾状態の砂を流し込み、相対密度50%を目標にしてモールドを打撃する方法をとつた。不攪乱供試体は、凍結試料を用いた。なお、炭酸ガス置換及び背圧(3 kgf/cm²)を加える方法で、飽和度を95%以上に行っている。

表-1 諸元一覧表

Sample	Gs	F.C. (%)	Uc	σ'_c (kg/cm ²)	$R=\sigma_d/2\sigma'_c$	Dr (%)
Monterey No.0	2.65	-	1.5	0.3	0.24, 0.27	46~50
Undisturbed	2.67	10.0	2.5	0.4	0.24	-
	2.72	21.5	18	1.4	0.20	-

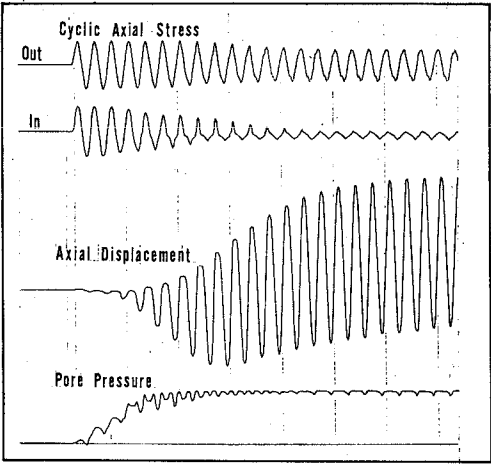


図-1 波形記録 (Monterey No.0)

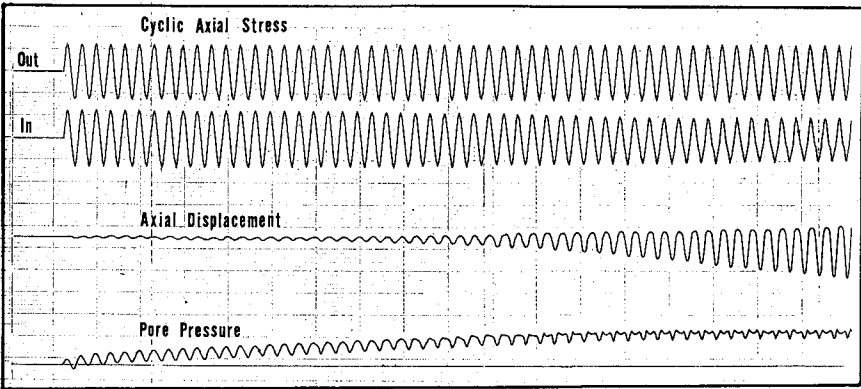


図-2 波形記録
(不攪乱砂)

4. 試験結果 波形記録の一例を、図-1及び図-2

に示した。制御している外部検出荷重は、急激に液化する攪乱砂の場合にある程度低下がみられるものの、液化化するまでの過程では比較的良好な制御が維持されている。これに対し、圧力室内で検出した荷重は、かなりの低下が認められる。この現象は攪乱砂において著しく、特に初期液化後は荷重がかなり小さくなる。

a) 荷重低下と変位の関係 図-3及び図-4に外部検出荷重に対する内部検出荷重の低下割合と、発生軸歪の関係を示した。 R_{IN} は内部検出荷重に基づく応力比であり、 R_{OUT} は外部検出荷重に基づく応力比である。ここでは、両者の比を考え R_{IN}/R_{OUT} を荷重比と仮に称しておく。攪乱砂の場合かなりばらつきがあるが、周波数の大きいものほど荷重比が小さくなるようである。また、図より荷重比の低下が著しいものでは歪の増加が頭打になっている。不攪乱砂は攪乱砂に比べ低下が少ないものの、5%歪でみると拘束圧の大きいもので約16%、拘束圧の小さいものでは3.6%の荷重比の低下が生じている。

b) 荷重低下と間隙水圧の関係 a)では初期液化化後を含めてまとめたが、ここでは初期液化化に到る過程を間隙水圧についてまとめ、図-5に示した。荷重比は初期液化化状態に達して急激に低下するのが認められる。図では、間隙水圧 U を各載荷サイクル終了時の残留間隙水圧で示している。攪乱砂の場合、 $R_{IN}/R_{OUT} \sim U/\sigma_c$ 関係の周波数依存度は少ないものと考えられる。応力比の影響は設定応力比の差が小さいため明瞭でない。

不攪乱砂の場合は攪乱砂に比べて低下が少なく、拘束圧の大きいものほど荷重比の低下が少ないことを示している。この点は図-3に示したように初期液化化後を含めた荷重比の低下傾向に、共通するものである。

5. ま と め 圧力室外部での荷重検出器に基づく

正弦波荷重制御にて液化化試験を行なった場合、実際に供試体に作用する荷重が減少していることがわかった。圧力室内部で測定した荷重の減少が、間隙水圧や歪に依存する傾向を示す点から考えると、この荷重の減少は液化化過程において土の骨格構造の強度低下と対応するものと推察される。今回は試験結果の報告にとどめたが、今後圧力室内部の検出器により制御した場合の外部検出荷重の挙動を調べ、外部検出器による制御の場合との比較検討を進めるつもりである。

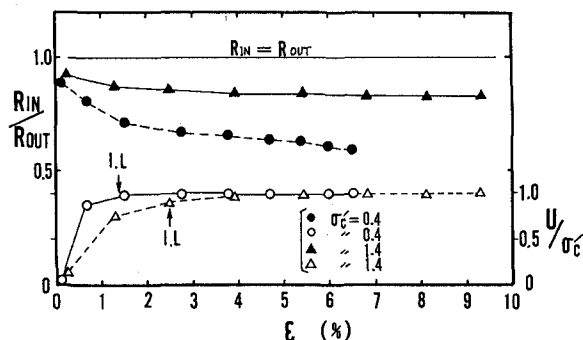


図-3 R_{IN}/R_{OUT} 、 $U/\sigma_c \sim \epsilon$ (不攪乱砂)

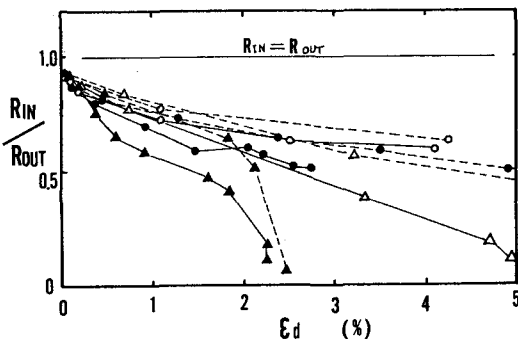


図-4 $R_{IN}/R_{OUT} \sim \epsilon_d$ (Monterey No. 0)

凡 例		σ'_c	R	Freq
---□---	Undisturbed	1.40	0.20	0.50
---◇---	"	0.40	0.24	"
---○---	Monterey No. 0	0.20	0.24	0.25
---●---	"	"	0.27	"
---▲---	"	"	0.24	0.50
---△---	"	"	0.27	"
---▽---	"	"	0.24	1.00
---△---	"	"	0.27	"
---▲---	"	"	0.24	2.00
---△---	"	"	0.27	"

(図-4、5)

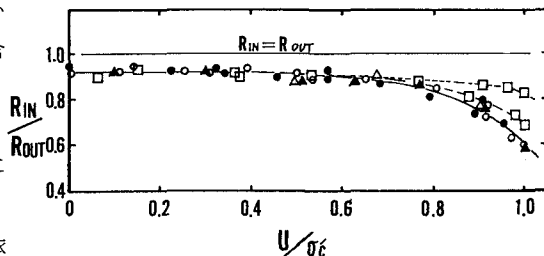


図-5 $R_{IN}/R_{OUT} \sim U/\sigma_c$