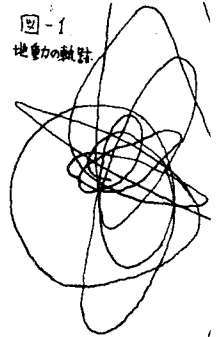


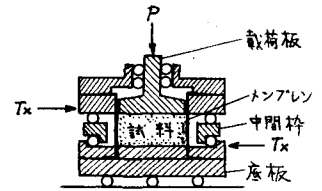
砂のXYシンプルシア試験

神戸大学工学部 正員 ○ 軽部大蔵
神戸大学工学部 福岡良武

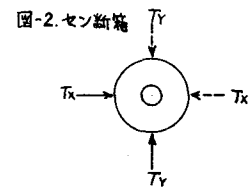
まえがき やるい飽和砂層の液状化現象は、これまで多くの室内試験によって定性的にたしかめられているばかりでなく、定量的にも論じられている。ところで、この定量的研究にとっては、室内試験条件が現地の振動状況に本質的に似ているかどうか、本重要な問題であろう。図-1は、LOS ANGELES地震の際にある地実の水平面上に記録された地動の軌跡である¹⁾。この記録から土要素が受けたせん断ヒズミの軌跡を推定することはできないが、ともかく従来行なわれている室内試験のように変位軌跡が一直線上を往復するという単純なものではないことは想像に難くない。筆者らは、その軌跡が面積を持つようなせん断変位を試料に与えられるXYシンプルシア試験機を試作し、予備的な実験をおこなった。



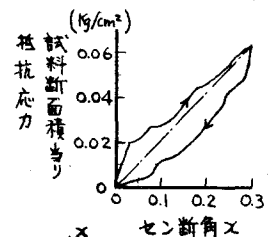
1. 試験機の概要 試料容器の構造は、NGI型シンプルシア試験機にならって、ピアノ線のコイルを封入したゴム製のゆるゆるレインフォースドメンプレンであって、適用試体の高さは約2cm、直径は6cmである。メンプレンの上端から載荷板が置入しているが、この載荷板は図-2に示すように、底板に対して上下左右だけでなく、紙面に直角の方向にも移動でき、それぞれの成分の移動に要する力がアルベニンリンクで計測されるように作られている。相対変位に伴うせん断箱の機械的摩擦を軽減するために、変位部はすべてボールベアリング構造になっている。



2. 予備試験、a 試料容器のふくらみ 気乾状態の豊浦標準砂の一次元圧縮試験を試作機および固定リング型圧密容器で行なうと比べて、試作機による砂の見かけの圧縮率は固定リングによるそれに比べて約2倍であった。



2b セン断箱のせん断抵抗 図-3は、せん断箱に載荷板をつけず、試料を入れないで往復せん断した場合のせん断抵抗を示している。せん断の向きがかわるごとに大きな抵抗を示すため、変位～抵抗関係はヒステリシスループを描くが、以下の実験における補正値はループの対角線を用いている。



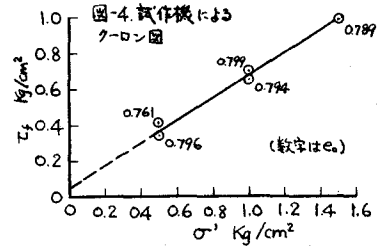
2c 一方向せん断試験によるせん断強度 図-4は、気乾状態の豊浦標準砂を用いて、垂直荷重一定のせん断試験を行なった結果を示している。破壊線が直線であるとする、 $e_0 \approx 0.97$ のとき、切片 $= 0.025 \text{ kg/cm}^2$ 、 $\phi' = 32.4^\circ$ である。一方飽和豊浦砂の三軸圧縮試験結果から導いた実験式²⁾、 $\sigma_3 = 1 \text{ kg/cm}^2$ 、 $e_0 = 0.97$ を入れると $\phi' = 36.2^\circ$ となり、破壊包絡線は少し上に凸である。試作機による

図-3. セン断箱のせん断抵抗

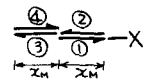
破壊線が見かけのCを持つのは、破壊線が本来上に凸なのか、試験機の欠陥によるためなのかはいまのところ不明である。ただし、切片値のうち、 0.01 kg/cm^2 分は載荷板の自重とダイヤルゲージの圧力を無視したためとわかっている。

3. 変位軌跡と体積圧縮量の関係

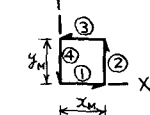
液状化を調べるには等体積試験が適当であるが、試験機においては2aで述べた容器のふくらみの問題が未解決であるので、とりあえず気乾豊浦砂の定荷重試験をおこなった。定荷重試験中の垂直ヒズミ（体積圧縮ヒズミ）の大小は、等体積試験中の間キ水圧発生的大小と同じ傾向を示すであろう。



(往復せん断)



(XYせん断)



(XY往復せん断)

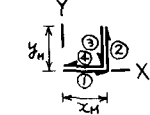


図-5. セン断形式

試験に用いた変位軌跡（水平面上に投影）は図-5に示すような3種類である。（せん断方向の順序を○印でかこんだ数字で示した。）片振りであらわした最大せん断角（図-3にせん断角を定義している）は、 $x_m = 0.05, 0.075, 0.1, 0.15, 0.25$ とし、垂直荷重は 1 kg/cm^2 を中心とした。図-6は、XYせん断試験結果の1例である。変位振中 x_m が小さいときは、供試体はせん断方向のいかににかかわらず収縮しつつけること。またたとえば、Y方向のせん断がはじまれば、X方向のせん断応力は急減すること（応力の測定にフルービングリングを用いているために、クリーフを止められなかった。もしクリーフが止められていたならば、せん断応力の減少割合はもっと大きいであろう。）などが図から読みとれる。

表-1は、 $x_m = 0.1$ のときの垂直ヒズミ（体積圧縮ヒズミ）を示しているが、これによれば、往復せん断よりもXYせん断の方が大きなヒズミを生じることがわかる。したがって、従来の室内三軸試験の結果より現地の条件の方が早く液状化をおこすであろうことが予想される。

(参考文献)

- 1) 土木研究会, LOS ANGELES地震, FILE 1
- 2) 玉井・苗村, 土のストレスフループテストについて, 第28回土木学会全国大会, III-39

表-1. セン断中の垂直ヒズミ $\sigma_v = 1 \text{ kg/cm}^2$
(XYせん断) $x_m = y_m = 0.1$, (往復) $x_m = 0.1$

せん断形式	段階	e_0	垂直ヒズミ (%)
往復せん断	①→②	0.785	1.25
XYせん断	①→④	0.790	1.72
XY往復せん断	①→④	0.793	1.30

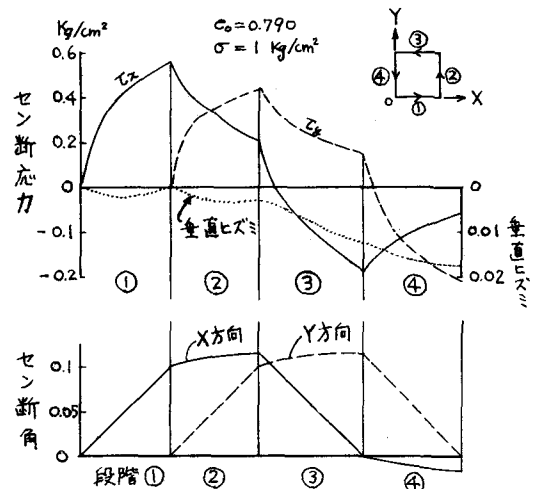


図-6. XY シンプルシアによる応力-ヒズミ曲線