

1. まえがき

くり返し応力を受ける土の性質に関する研究は最近非常に多くなり、それとともに実験装置も種々のタイプのもので試作され使用されている。中でもくり返し三軸試験装置は操作の簡便性、確実性、静的試験における実績等から多く使用されているようであるが、今後この種の試験が、研究の段階から一般的な実用の段階に至る場合においても、この状況は変わらないと予想される。しかし、この試験装置では現実の地盤の応力状態を厳密に再現することは困難なこと、同じ応力を加えるにしても供試体の変形を圧縮側にするか引張り側にするかなどのように応力の載荷方法によって結果が異なるという試験方法そのものからくる欠陥を有している。今回の研究はこれらの問題のうち主に後者の内容について注目したものであり、乾燥状態の豊浦砂を用いて5種類の方法でくり返し応力を載荷し、残留体積とズミについて、各々の試験から得られる結果を比較検討した。

2. 実験方法

用いた装置は空気圧式のくり返し三軸試験機であり、制御された空気圧を電磁弁の開閉によりペロフラムシリンダーに出し入れし、近似矩形のくり返し応力を発生させるタイプのものである。装置の詳細については他に発表済みである。供試体は径5cm、高さ12cmの円柱形で密度は密づめ ($D_r \approx 80\%$)、中づめ ($D_r \approx 50\%$)、ゆるづめ ($D_r \approx 30\%$) の3種とした。応力の載荷方法はFig. 1に示す5種である。図中試験名の記号については、Zは軸方向、Rは側方向のくり返し応力の載荷を示し、一方Cは応力の増加、Tは減少を各々意味している。また、本実験を通じて、くり返し応力の加わっていない静態時においては、 $\sigma_{3s} = 2.0 \text{ kg/cm}^2$ の等方応力状態となるようにした。くり返し応力の大きさは、Fig. 1のモール内に示すように、圧縮側と引張り側で発揮される内部マツ角 ϕ_{mob} の大きさで規定し、 ϕ_{mob} を約5°おきに破カイに至るまで段階的に増加し、各段階で100回の載荷を行うといういわゆる stage test の方式をとった。計測は軸方向の応力と変形、および側方向の応力については電磁オシログラフに自記させ、残留体積変化は空気マンオメータによって測定した。

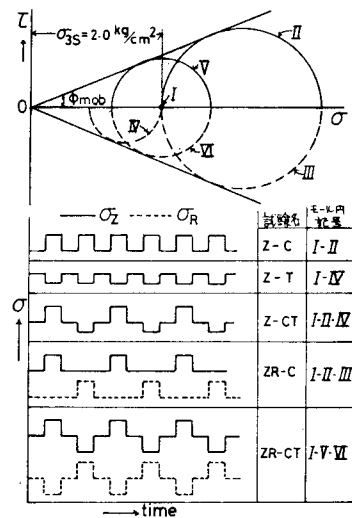


Fig. 1 応力載荷方法

3. セン断応力の方向が交替しない場合について

セン断応力の方向が逆転しない試験（以後先振りという）はFig. 1中のZ-C試験（軸圧縮）とZ-T試験（軸引張り）の2つである。Fig. 2はゆるづめの場合についての $\tan \phi_{mob}$ と体積ヒズミの関係を示したものである。図中末尾に5の記号のついたものは静的試験の結果であり、x印と破線で示されているのはセン断応力が逆転する試験（以後両振りという）の結果の平均値である。Fig. 2によれば、同じ方向に応力を加えるにしても、くり返し加える場合と静的に加える場合

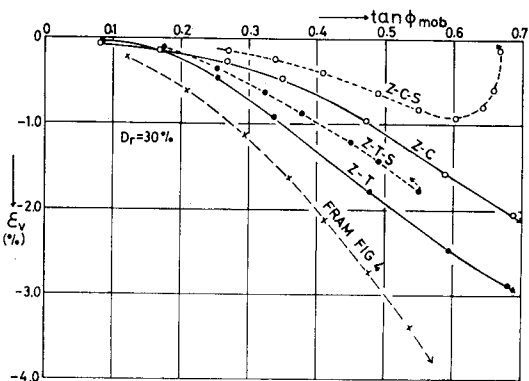


Fig. 2 先振り試験における体積ヒズミ

とでは明らかに前者の方が体積ヒズミが大きくなり、さらにこの違いは破砕に進むところにより顕著になることが分かる。また、圧縮側と引張り側としては後者の方が体積ヒズミが大きくなり、これは石原らからくり返し三軸試験機で液状化試験を行う場合の問題点として指摘したことに傾向的には一致している。つきに片振りと両振りの両者を比較してみると、後者の方の体積ヒズミの大きいことは当然とし

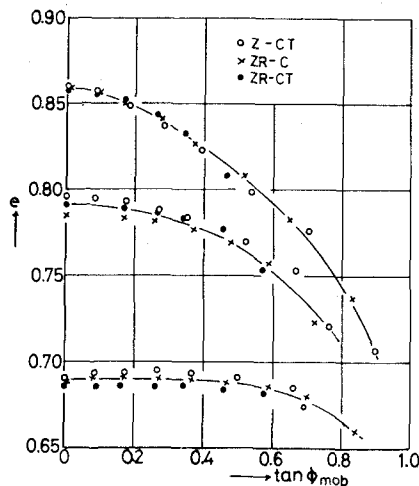


Fig. 3 $\tan \phi_{mob}$ と間ゲキ比変化

ても、Fig. 2 では2つの片振り試験の体積ヒズミを加え合わせたものと両振り試験のそれとがほぼ同じ値になっている点が注目される。

4. セン断応力が変化する場合について

Fig. 1中の3種の両振り試験の間ゲキ比の変化をFig. 3に、ゆるづめの場合の体積ヒズミについてFig. 4に示してある。これらの図によれば、 $\tan \phi_{mob}$ を応力として選ぶと、それに対応する体積ヒズミには、3種のくり返し応力の載荷法による違いはほとんど見られないといえる。土岐らは両振り試験において、くり返し応力の大きさと、間ゲキ比は直線関係にあることを示しているが、Fig. 3の結果は、その結果とは異なっており、本実験の結果では、Fig. 4に示されるように体積ヒズミが $\tan \phi_{mob}$ と両対数紙上で直線関係をなしている。ただし以上の結果はFig. 1に示すように圧縮側と引張り側とで同じ ϕ_{mob} になるように応力載荷をした場合のものであることは考慮に入れておく必要があろう。

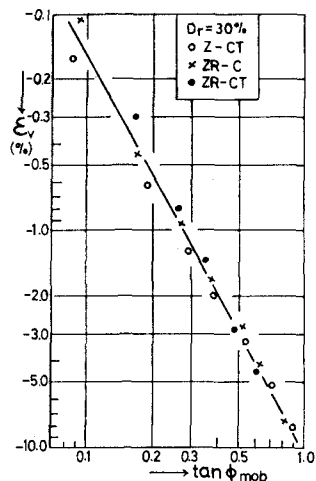


Fig. 4. $\tan \phi_{mob}$ と体積ヒズミ

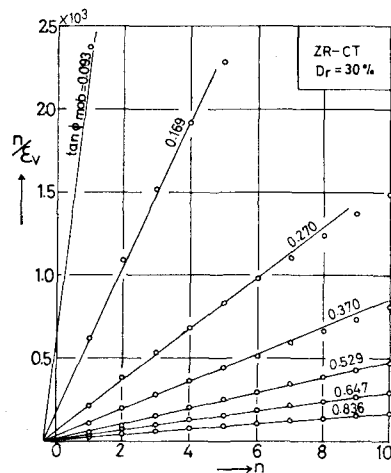


Fig. 5 n と $\% \epsilon_v$ の関係

各応力レベルにおける体積変化と n の関係は八木の提案した式、 $\% \epsilon_v = a n + b$ の関係が n の小さいところでほぼ成立つことがFig. 5の例から分かる。この a 、 b と $\tan \phi_{mob}$ の関係を示したものがFig. 6であり、 $\tan \phi_{mob}$ と a 、 b の関係は両対数紙上で直線関係にあり、さらに2つの直線はほぼ平行になること、また、この関係においても3種の応力載荷法の違いの影響は現われていないことが分かる。

最後に、実験を行ってくれた元本学学生、薄井英雄君、庄内睦君、辰巳和司君に感謝します。

文献 1) 鈴木輝之: 技術報告資料17号

2) 土岐比郎: 土質工学会論文報告集 Vol.13, No.3

3) 石原研前: 土と基礎 Ser No. 208

4) 八木則夫: 第6回土質工学研究発表会