

共振法ねじり三軸試験機による土の動的変形特性

宇部工業高等専門学校 正会員 大原 資生
 山口大学工学部 正会員 ○ 松田 博
 山口大学工業短期大学部 正会員 山本 哲朗
 下関市役所 岡崎 辰雄

1. まえがき 地盤および土構造物に地震動のような動的荷重が作用した場合、その応答を数値解析によって求めるためには、その地盤のせん断弾性係数や減衰係数が必要となる。そこで今回新たに共振ねじり三軸試験機を作製した。本装置は三軸供試体の下端を固定し、上端にねじり力を与えるものである。ここでは豊浦砂と近年石炭火力発電所の普及とともに多量に排出されている石炭灰のせん断弾性係数の測定を行ったので報告する。

2. 共振法ねじり三軸試験装置 今回用いた装置の概要を図-1に示し、装置全体の写真を写真-1に示す。また、図-2には計測系の概略を示す。本装置は図-1に示したような直径5cm高さ12cmの円柱供試体の下端を固定し、上端に繰返しねじり力を与え、その共振周波数からせん断弾性係数を求めるものである。供試体上端はペダスタルを介して回転軸に剛結されている。この回転軸にセル上部の加振器でねじり振動が与えられる。加振器は電磁式加振器であって、加振周波数は2~15,000Hzの間で変化できる。側圧は空気圧によって与え、軸圧は装置上部に取り付けたペロラムシリンダーによって与えた。本装置では軸圧と側圧を独立に制御できることから任意の応力比での実験が可能である。またせん断ひずみは回転軸に取り付けられたアーム先端の加速度計の出力を2回積分した値を用いて求めた。共振状態の判定は図-2に示した相対振幅の縦軸に発信器の出力を入力し、横軸には応答速度を入力して描かれたリザージュ図形より判定した。なお今回はすべて等方応力状態で実験し、拘束圧を49、98、157、196kPaとした。また、ひずみ振幅は 10^{-4} ~ 10^{-3} の範囲で変化させた。

3. 試料および供試体 今回用いた試料は、気乾の豊浦砂と石炭火力発電所で発生した石炭灰（フライアッシュ）である。このうち、豊浦砂は $G_s=2.643$ 、 $e_{max}=0.941$ 、 $e_{min}=0.624$ である。また石炭灰の比重は $G_s=2.233$ である。それぞれの粒徑加積曲線を図-3にまた、石炭灰の締固め曲線を図-4に示す。供試体の作製は、豊浦砂については気乾燥状態で所定の間隙比となるようにモルタル内に詰め、その後負圧を負荷して自立させた。一方、石炭灰については最適含水比で締固めたものからトリマーによって直径5cm、高さ12.0cmの円柱供試体に成形した。

4. 実験結果 図-5は豊浦砂についてのせん断ひずみ γ とせん断弾性係数 G の関係を示したものである。今回行

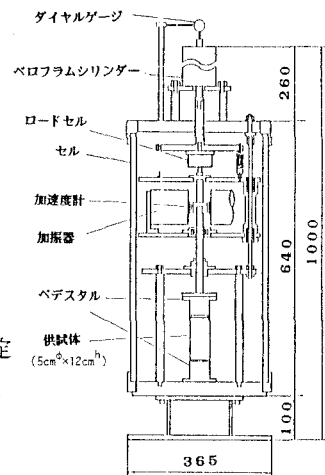


図-1

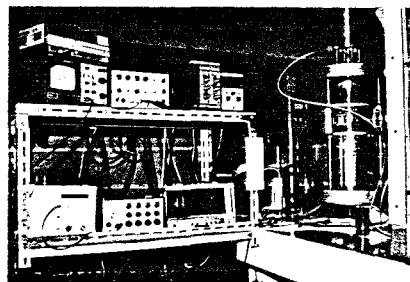


写真-1

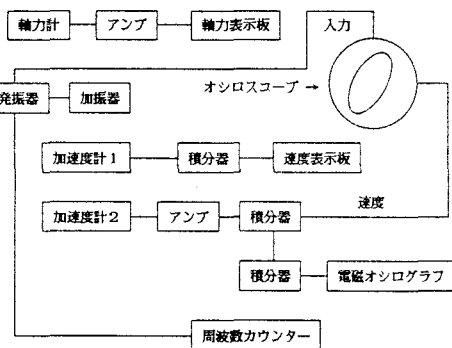


図-2

った実験では間隙比を0.68~0.83とした。同図は $e=0.76$ の結果である。図-6は間隙比 e と G の関係を示したもので、同図はひずみが 10^{-4} の結果である。また図中の点線はRichart等¹⁾による $G = \{700(2.17 - e)^2 / (1 + e)\} (\sigma_v)^{1/2} -$

(1)の値である。今回の実験で得た値は(1)式の結果よりわずかに大きくなっている。一方、石炭灰のひずみと G の関係を示したものが図-7であって豊浦砂と同様な傾向を示している。図-8は $e \sim G$ の関係であって(1)式と比較すると、 G はやや小さくなっている。図-9は G と拘束圧 σ_v の関係を両対数に示したものである。図中には(1)式、豊浦砂、石炭灰の結果を示しているが、豊浦砂と石炭灰の勾配 m は、それぞれ0.60、0.66で(1)式の $m=0.5$ よりもやや大きくなっている。この点については、Silver-Seed²⁾は、 m はひずみとともに大きくなることを示しており、今回の実験ではひずみが $10^{-4} \sim 10^{-3}$ で比較的大きいことから理解される。

5. まとめ 新たに作製した共振ねじり三軸試験機を用いて、豊浦砂と近年石炭火力発電所から多量

に発生している石炭灰のせん断弾性係数の測定を行った。その結果、石炭灰の G は豊浦砂のそれよりもやや小さいことが示された。なお本研究で用いた石炭灰は宇部興産(株)より提供して頂いたもので、同山田一義氏の協力を得ました。末筆ながらここに感謝します。

参考文献: 1)Richart F.E., Hall J.R. and Woods R.D.: Vibrations of Soils and Foundations, Prentice Hall Inc., 1970. 2)Silver M.L. and Seed H.B.: Deformation Characteristics of Sands under Cyclic Loading, Proc. of SMFDA, ASCE, Vol.97, SM 8, pp.1081-1098, 1971. 3)栗林栄一他、土の動的変形特性、土木研究所資料、第912号、1974年。

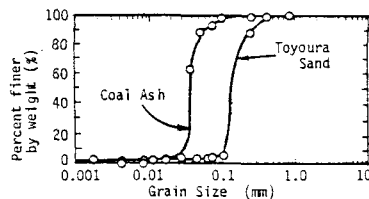


図-3

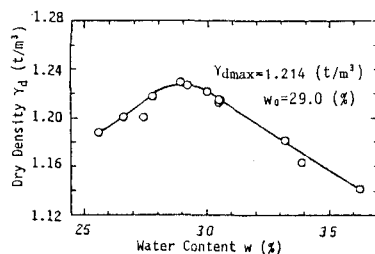


図-4

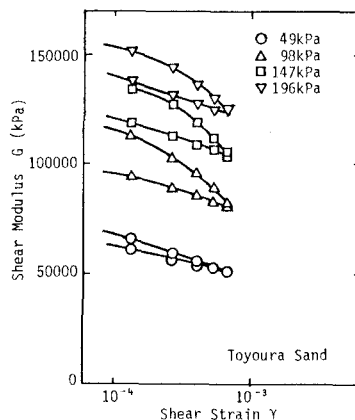


図-5

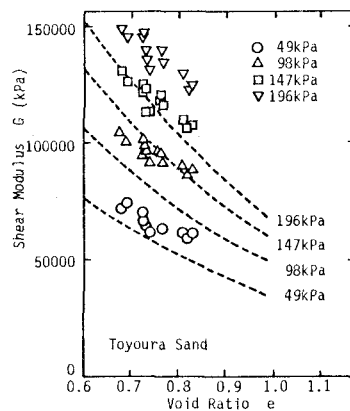


図-6

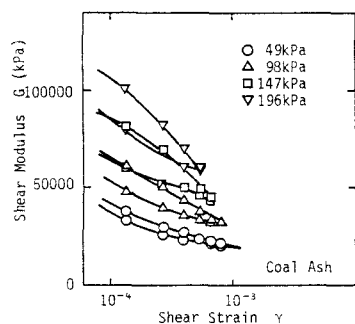


図-7

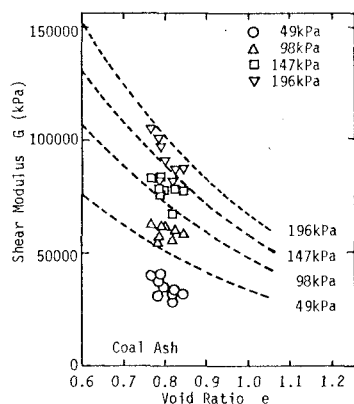


図-8

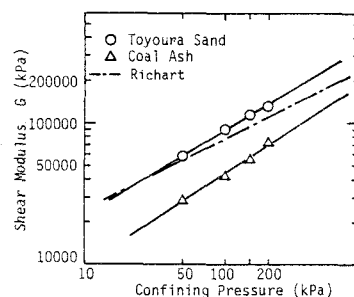


図-9