

石炭灰の変形特性について

山口大学工学部

宇部工業高等専門学校

山口大学大学院

正会員 松田 博

正会員 大原 資生

学生員 ○ 山本 茂広

1. まえがき 近年、石炭火力発電所から多量に発生している石炭灰の土木材料としての有効利用を目的として、今回飽和状態にある石炭灰の繰返し中空ねじりせん断試験を行った。用いた石炭灰は、フライッシュで、これは発電所によっても異なるが発生する石炭灰の60～70%をしめる。現在瀬戸内地域では、大半の石炭灰は埋め立て材として処分されているが、今後さらに石炭灰の発生量が増加すると埋立地の確保が困難となるばかりではなく、遠隔地域への運搬のためのコストの面等で問題を生じてくる。したがって石炭灰を大量に有効利用することが望まれる。そこで、ここでは特に盛り土材料としての利用を考え、その基礎的データを得るということを目的として実験を行った。今回は、新たに電気油圧サーボ式ねじりせん断試験機を開発したので、それを用いた結果を報告する。

2. 試料および供試体 本研究で用いたフライッシュは、比重が2.233と土に比べると比較的小さい。その締め固め曲線を示したものが図-1である。同図より、最適含水比は約29%で、最大乾燥密度は1.21 t/m^3 である。また、粒径過積曲線を示したものが図-2であって、平均粒径は 0.038mmで非常に均等な材料である($U_0=1.54$)といえる。また、図-3は最適含水比に調整した試料を一面せん断試験機のせん断箱のなかで突固めた後、圧密排水せん断試験を行って得られた破壊線を示す。同図より、内部摩擦角として 25.5° が得られた。この試料を用いてねじりせん断試験を行ったのであるが、ここではすべて飽和状態で実験を行った。

3. 実験装置 今回用いた中空ねじりせん断試験機のセル室の概要を図-4示す。供試体は中空円筒形で、その下面は水平に対して 21.6° の勾配をもっている。供試体の外側と内側はゴムシートで包まれている。せん断力の負荷は、静的試験と繰返し試験

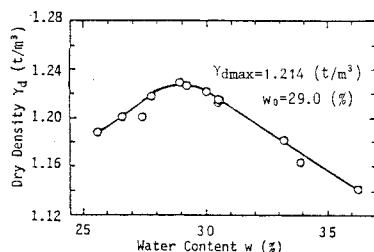


図 - 1

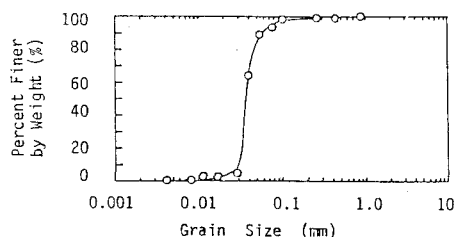


図 - 2

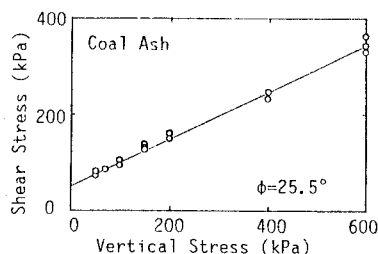


図 - 3

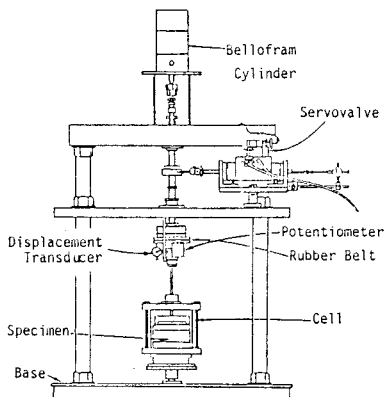


図 - 5

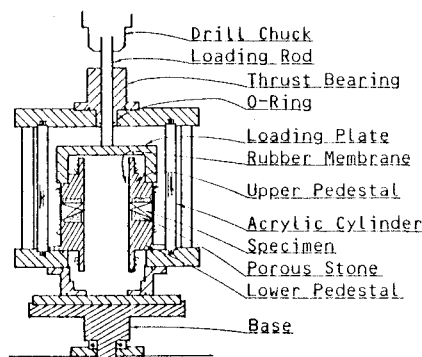


図 - 4

では異なり、静的試験では上下のベDESTALを固定し、下部ベDESTALに一定速度の回転をインダクションモーターによって与えた。一方、繰返しせん断試験においては、電気油圧サボイタを用い、上部ベDESTALに一定振幅の繰返しせん断ひずみを与えた。繰返し载荷装置を図-5に示す。ひずみの波形はサイン波で繰返しの周期は2.0秒である。供試体に加わるトルクは蛇上部に設けたトルク計によって測定した。なお今回用いたトルク計は、我々の研究室で新たに開発したもので、軸力とトルクの2成分を同時に測定出来るものであって、図-6に示すように市販のトルク計に比べてその厚さを薄く出来るのが特徴である。一方回転角はポテンシオメーターによって測定した。ポテンシオメーターと载荷軸は、せん断中供試体の鉛直変位の拘束を避けるためにゴムベDESTALで運動するようになっている。また間隙水圧の測定は供試体の下面で行った。

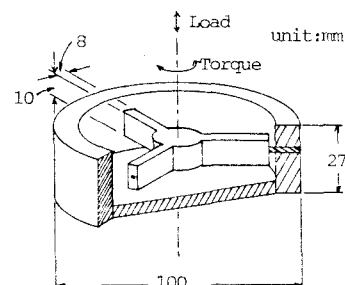


図-6

4. 実験結果 前述のように、石炭灰を十分飽和させた後、静的せん断試験と繰返しせん断試験を行った。そのうち静的試験では、応力比 $K = \sigma_h / \sigma_v = 1.0, 0.64$ とし、それぞれについて圧密圧力 $\sigma_v = 49, 98, 147 \text{ kPa}$ とした。ひずみ速度は $5\%/min$ である。図-7は、 $K=0.64$ として得た $(\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ と P' の関係を示したものである。図中の斜線は $K=0.64$ のlineである。また、曲線は、 $\sigma_h = 49, 98, 147 \text{ kPa}$ として得られたものである。

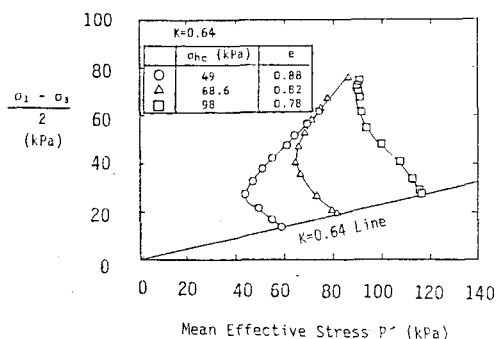


図-7

次に、繰返しねじり試験を行って得た間隙水圧の上昇過程を示したものが図-8である。図中には繰返し回数が200回までの結果を示しているが、ひずみ振幅が0.75%以上ではいずれの場合も間隙水圧は拘束圧と等しくなっており、液状化を生じている。図-9はせん断ひずみとせん断応力の関係を示したものであって、ひずみ振幅が1.60%の結果である。繰返し回数が増すにつれて履歴曲線の勾配も小さくなっており、これは間隙水圧の上昇ともよく対応している。

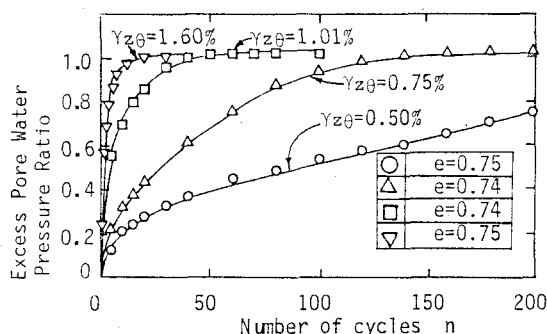


図-8

5. まとめ 石炭灰は土に比較すると軽量であることから、その特徴を生かして盛り土等の土木材料として有効利用できる。しかし今回の実験で、石炭灰は容易に液状化し、せん断剛性も間隙水圧の上昇とともに低下することから注意を要する。なお、本研究を遂行するにあたり、宇部興産(株)の山田一義氏より石炭灰の提供を頂いた。また山口大学 椋木 隆技官に実験の一部を協力して頂いた。末筆ながらここに謝意を表します。

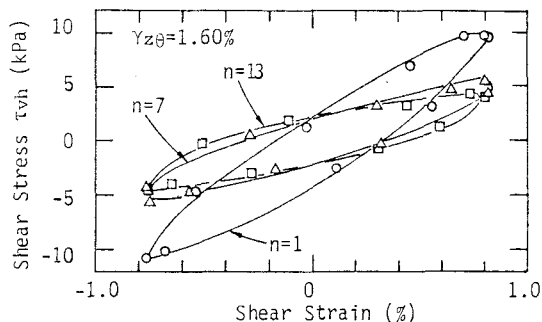


図-9