

炭質粒状体の重力流動に関する基礎研究

鳥取大学 正員・藤村 尚
鳥取大学 正員 木山英郎

1. はじめに

ビン、サイロ、ホッパー等の容器状構造物内に充てんされた物質によって生じる圧力は、流動開始とともに静止時堆積圧よりもかなり大きな動的過圧力になり、構造物に被害をもたらしている。著者らは、このような構造物に作用する局所的な過動圧について研究を進めている。

本報告では、容器内の特殊な条件に対応できるリングせん断試験機を試作し、砂のせん断特性に関して、速度ならびに履歴も含めた応力条件との関連での特性値について述べる。

2. 実験方法

試験に用いた試料土は鳥取市賀露産の砂で、その物性は比重 2.60、均等係数 2.35、最大間げき比 0.83、最小間げき比 0.54 である。

容器状構造物内の特殊な条件に対応できるよう試作したリングせん断試験機の概略は図-1に示す。せん断容器は内径 30 cm、外径 48 cm、高さ 8 cm の円環状である。内外側面は上下に分割したアクリル内管を用いた。上板には厚さ 3 mm、高さ 25 mm の突起板を 8 枚埋め込み、試料と上板のかみ合せをよくした。垂直荷重は上板の自重と上、下レバーで載荷する。せん断時の砂のダイレイタンスを計す機構として、軸棒に沿って 3 組のベアリングを設けた。せん断力の測定は、ギヤーと連絡した下板を回転させ、試料のせん断力を軸棒に貼付したゲージからトルクを求めた。

試料の準備は、乾燥砂を高さ 0.5 cm から自然落下せしめて、初期間げき比 0.76 ~ 0.80 とするゆる埋め状態にした。回転速度は $1^{\circ} \sim 60^{\circ}/\text{min}$ とするひずみ制御方式である。また、垂直応力は約 $10 \sim 100 \text{ gf}/\text{cm}^2$ とする低応力レベルである。

3. 結果・考察

回転速度の影響

まず、一定垂直応力、回転速度 $1^{\circ}/\text{min}$ のせん断試験から開始する。つぎに、所期の回転速度 $60^{\circ}/\text{min}$ まで増加し、その間のせん断応力と垂直変位を測定した。このようにして得られた回転速度 (V)、せん断応力 (τ)、垂直変位 (Δh) と経過時間 (t) の関係を図-2に示す。

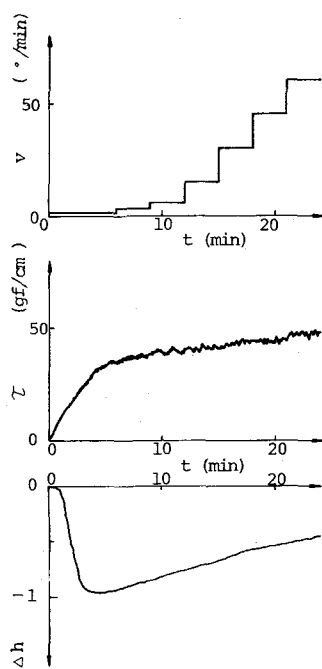


図-2 一定応力試験

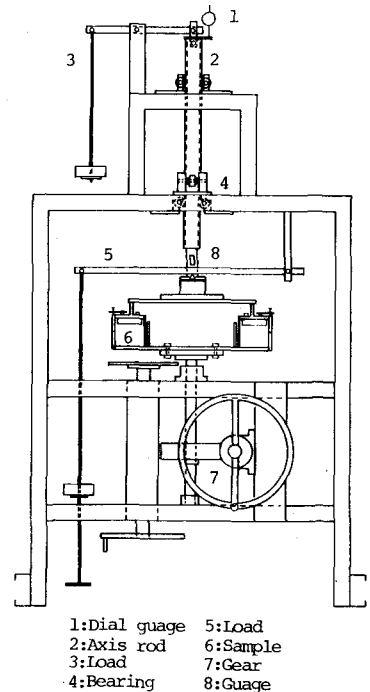


図-1 装置の概略図

また、一定垂直
応力 $19.7 \sim 88.2$
 gf/cm^2 における
せん断応力と回転
速度の関係を図示
すると図-3のよ
うになり、せん断
応力は回転速度の
増加とともに大き
くなる。そのうち、
回転速度が $1/\text{min}$

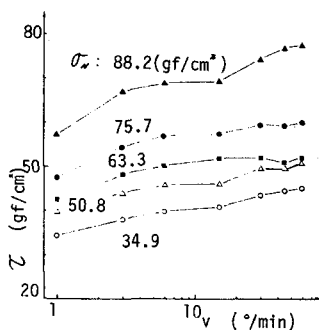


図-3 $\tau - V$

から $3/\text{min}$ に移るところでせん断強度増加が大きく、
 $3/\text{min}$ から $60/\text{min}$ の回転速度範囲については、速度増分に対するせん断強度の増加は小さい。なお、
高回転速度 $60/\text{min}$ 付近ではせん断強度の値が若干ばらついているので、さらに検討が必要であろう。

図-4はゆるめ状態において、速度がせん断強度定数に及ぼす影
響について示したものである。同図によれば、速度増加は強度定数 C
および ϕ を増加せしめている。なお、ここで得られた強度定数 C の大
きさは、乾燥砂の C の値として少し大きいように思われる。

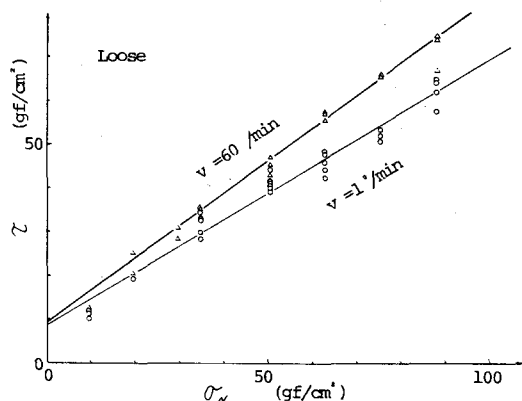


図-4 $\tau - \sigma_n$

応力履歴

回転速度 $60/\text{min}$ の多段階応力試験結果を用いて、応力履歴に
ついて調べる。

図-5は、ゆるめ状態における回転速度、垂直応力、せん断応力、
および垂直変位と経過時間の関係を示す。さらに、せん断応力と試験
開始時の垂直応力を $10 \sim 20 \text{ gf/cm}^2$ とした応力条件との関係を
図-6に示す。同図によれば、応力履歴の影響が現われ、垂直応力
増加時のせん断応力は減少時のせん断応力に較べて小さいことがわ
かる。これらのことは、垂直応力増加時の垂直変位の膨張量が応力減少
時のものより大きく表われていることと関係しているように思われる。

また、低回転速度 1
 $/\text{min}$ での応力履
歴と今回得られた高
回転速度での試験結
果が著しく異な、て
いることが知れた。
さらに、 $\sigma_n = 20$
 gf/cm^2 以下の低
垂直応力下でのせん
断試験として一応の
成果が得られたもの
と思われる。

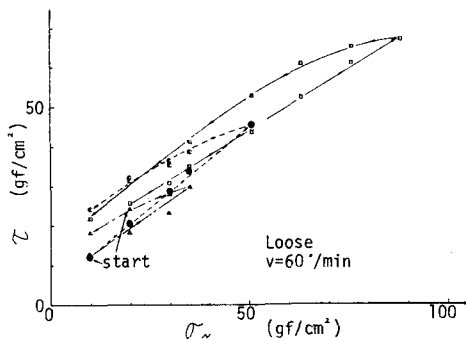


図-6 $\tau - \sigma_n$

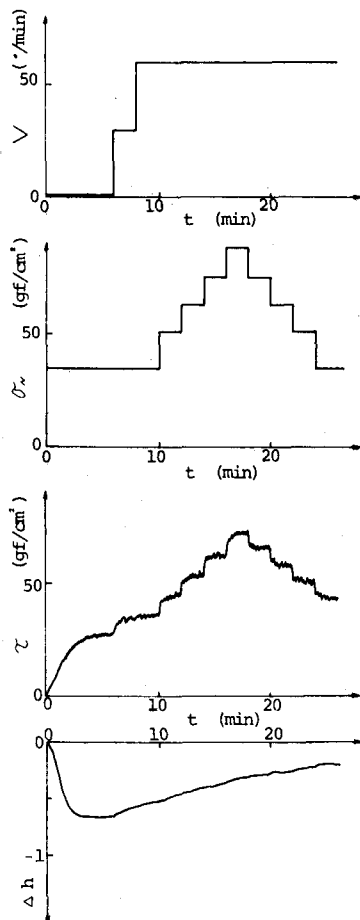


図-5 多段階応力試験