

東北大学工学部 学生員 石塚 昌志

同上 正員 佐武 正雄

同上 正員 新関 茂

1. まえがき

粒状体を巨視的に連続体として取り扱う為には、その基礎として粒状体の微視的な力学特性を把握する必要があると考えられる。著者は、粒状体モデルの光弾性二軸圧縮試験をおこない、接触角分布、粒子の移動等に関して考察を行なって来た。本文は、粒状体に関する一連の微視的な力学特性の解析のひとつとして、個々の粒子の回転に関する解析結果について報告する。粒状体の変形時における粒子の回転は、内部摩擦角や塑性的変形などに影響を及ぼすものと考えられるが、著者の知る限りでは粒状体の微視的回転に関する具体的考察は極めて少ないように思われる。

2. 実験方法

実験に用いた二軸圧縮装置は前報告¹⁾と同一のものである。粒子個々の回転を測定するために、粒子表面上に直径方向の線を書き入れてある。パッキングは、3種の直径($\phi 8$, $\phi 10$, $\phi 12$ mm)をもつ約460個の粒子を重量比で1:1:1になるように行なった。横方向の拘束荷重は片側10 Kgずつで一定であり、試料の初期間隙比は、 $e_0 = 0.306$ である。

3. 実験結果及び考察

図-2は応力 $\sim$ 歪 $\sim$ ダイレイタンスー関係、図-3は初期状態を基準とする各変形段階における絶対的な回転量を図示したものである。粒子表面上の線は最初の状態において全て水平を向いているものとし、その傾きは粒子の回転量を示すものとする。図中の(●)は90°以上回転した粒子を示している。また、図-4は各変形区間における個々の粒子の相対的回転を示している。例えば図-4(③ $\sim$ ⑤)は変形段階③と⑤の間で粒子に生じた回転量を示している。これらの図から、弾塑性部(変形段階① $\sim$ ②)や除荷・再載荷の部分では、粒子の回転量は非常に小さく、その回転も全体に一樣に起っているのが観察される。それに反し、塑性流動部(変形段階③ $\sim$ ⑤)では粒子のかなり大きな回転が生じており、その回転は領域内で部分的に、塊状に起っていることが認められる。個々の粒子に着目すると、少数ではあるが隣接の粒子の回転に逆らって回転している粒子が観察される。従って、回転によるエネルギー損失も無視できないと考えられる。特に、せん断領域では大きな回転が生じている。図-5は図-4の各変形区間における、回転量に対応する粒子個数をヒストグラムに表わしたものである(右廻りを正とする)。図-4の各粒子の回転量の分布にはかなりのばらつきがあるが、図-5に示された試料全域での回転量には、対称性や分布の規則性が認められ、正規分布に近いものとなっている。

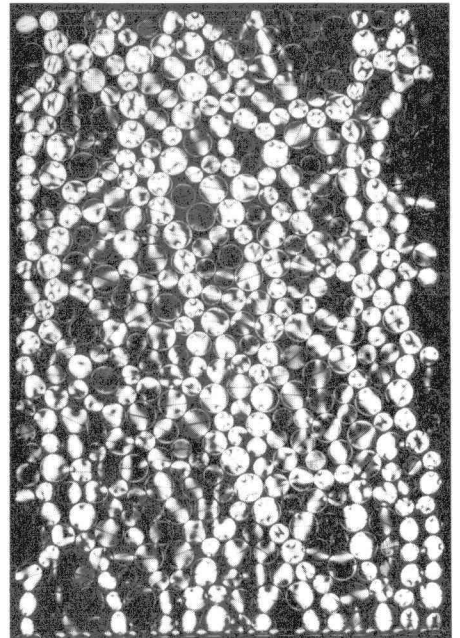


図-1 (変形段階②)

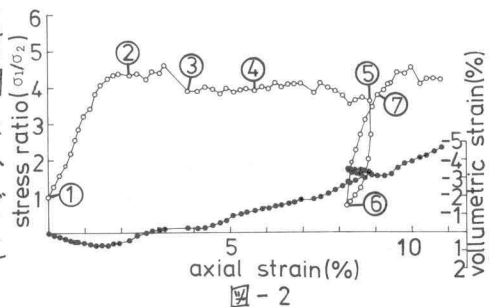
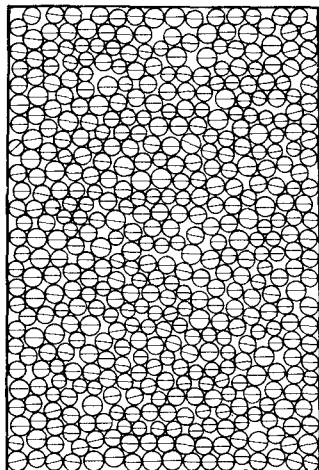
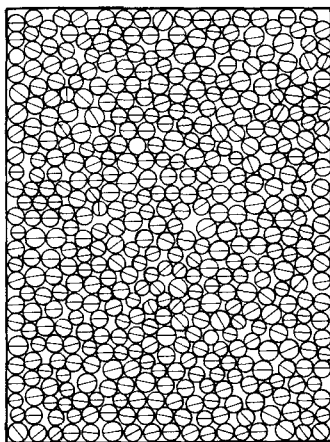


図-2

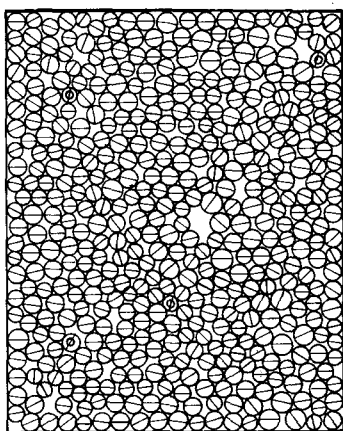


①-②

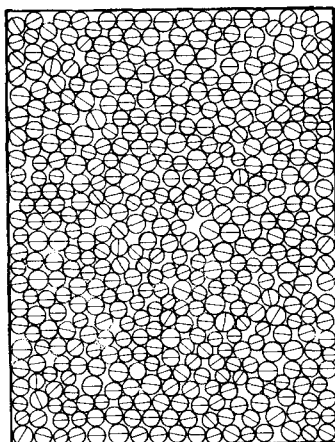


①-④

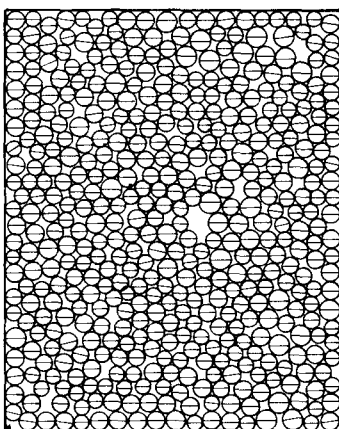
図-3



①-⑥

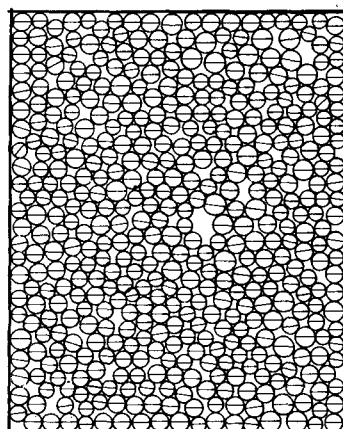


③-⑤



⑤-⑥

図-4



⑤-⑦

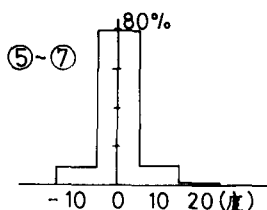
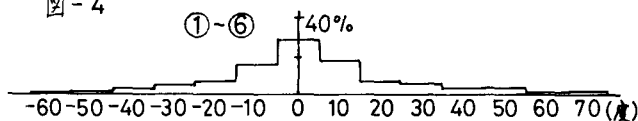
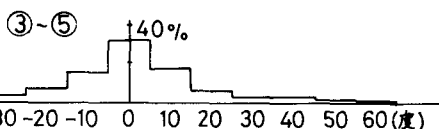
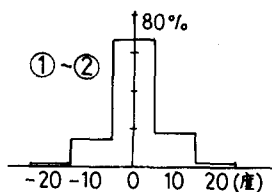


図-5

4. あとがき

二次元粒状体モデルの実験に基づいて粒子の微視的回転に関する考察を行なった。これらの結果からは、弾塑性部では回転している粒子数及び回転量は小さいが、塑性流動部では大半の粒子が回転しており回転量も大きい。回転量の影響は巨視的には内部摩擦角として把握できると考えられる。本実験を行なうに当り協力していただいた本学卒業生、松野哲君に心から謝意を表します。本研究は、昭和53年度科学研究費(試験研究(2)課題番号385137)の補助を受けて行なったものである。

参考文献 1) 宮地・佐世・石塚：光弾性実験による粒状体力学の一考察，土木学会第33回年次学術講演会講演要録集Ⅱ，8-9，1978