

東北大学大学院 学生員 熊坂 博夫
東北大学工学部 正員 佐武 正雄
東北大学工学部 正員 新聞 茂

1. まえがき

粒状体の内部構造は、粒子間の接触角分布として表わされ、内部構造の変化は粒子間の接触点の発生・消滅として捉えられる。また、これらはそれぞれ、応力状態とそれに関連した歪状態の変化に対応する。この様な観点から、接触角分布、接触点の発生・消滅及び滑動接触点の頻度分布等について考察を行なったものである。

2. 実験方法及び解析方法

本研究では、光弾性二次元粒子モデルを用いて、二軸圧縮試験及び単軸せん断試験を行なった。二軸圧縮試験装置は石塚らが用いた四辺が独立に平行移動可能な装置を用いている。試料は、エポキシ板からくり抜いたφ8, 10, 12^{mm}の内柱粒子を重量比1:1:1で約460個ラダムパッキングしたものを用いている。接触角分布は、試料中心から半径70~80 mmの円領域を設定し、円内部に中心を持つ粒子を対象に解析を行なった。

3. 実験結果及び考察

Roweや松岡が微視的変形機構より誘導した巨視的応力比~歪増分比関係の中で微視的パラメータとして、粒子間摩擦角がある。粒子間摩擦角 ϕ_m は、通常、間げき比とは無関係に一定値として扱うが図-2に示す様に、Roweや松岡の理論により異なる値をとり、また、同一の実験方法においても、初期間げき比 e_0 と ϕ_m の関係は強度式におけるCagnotや最上の式と類似の関係を持つ傾向にある。これは、粒子構成材料と粒状体の内部構造から受ける影響を表わしていると考ええる。また、実際の砂の実験において、初期間げき比により応力比~歪関係が異なることや最大強度とも関連性があると考えられ興味深い。同様な関係は、砂についてもBishop²⁾によって指摘されている。

次に、粒状体の内部構造を示す接触角分布を図-3に示す。接触点全ての総接触角分布は、歪硬化過程(No.1~3)においては変化が小さく、塑性流動部(No.4~12)に入ると潜在入り面に集中してくるのがわかる。粒子間伝達力を受ける接触点による有効接触角分布は、ピーク強度までは主応力方向に集中するが、塑性流動部では、主応力方向に対称な扇形となる。また、有効接触角分布においても、塑性流動

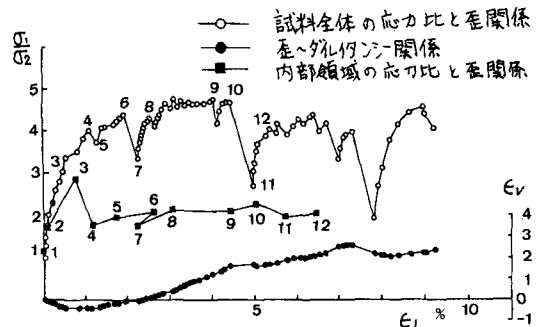


図-1 応力比~歪~ダレラシオン関係

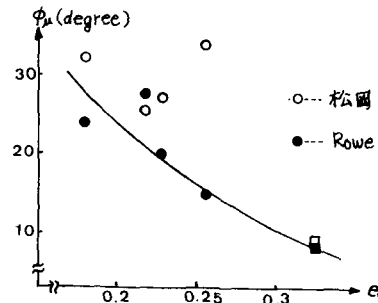


図-2 粒子間摩擦角と初期間げき比の関係

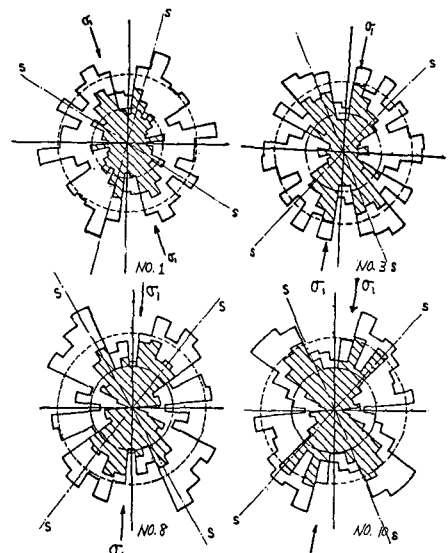


図-3 総接触角分布と有効接触角分布(斜線部)

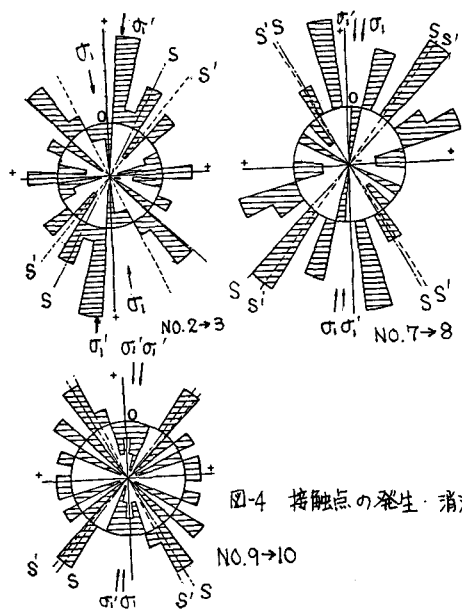


図-4 接触点の発生・消滅分布

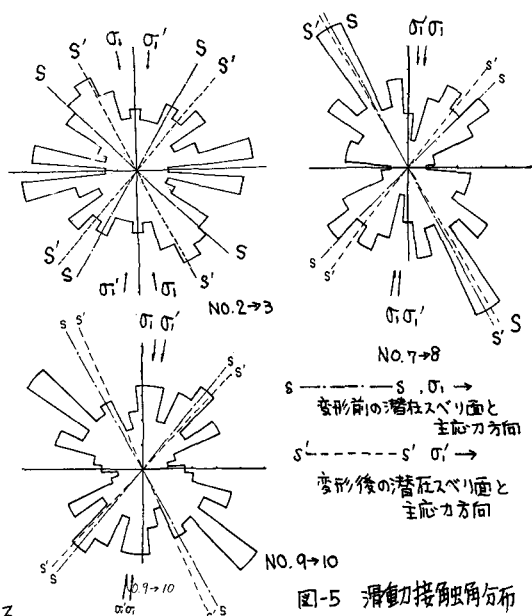


図-5 滑動接触角分布

部においても、潜在スベリ面上に集中してくるのがわかる。

次に各段階ごとの有効接触点の発生・消滅分布を示せば、図-4となる。歪硬化過程においては、最大主応力方向に接触点が発生することがわかる。変形が大きくなるに従って、潜在スベリ面方向に有効接触点の増加がみられ、最大主応力方向に減少することがわかる。

接触点の発生・消滅分布は、主応力軸に非対称となっているのがわかる。これは、図-6の変位ベクトル図より応力状態では共役な二つのスベリ面上で同時に起るのではなく、共役面上を交互に起っていることを示し、それ故、各瞬間に生じる変形は、応力主軸に対して非対称となる。

各変形段階において、スベリを生じている接触点の分布として図-5に滑動接触角分布を示す。これより、滑動接触点の卓越方向と、給接触角分布及び有効接触角分布の卓越方向が一致することがわかる。この滑動接触角分布は、Home³⁾によれば歪増分に関係する分布であるが、応力状態に關係する有効接触角分とより關係を持っていることは興味深い。

4. あとがき

光弾性二次元粒子モデル実験より、巨視的応力比～歪増分比關係に用いられる粒子間摩擦角が、微視的変形モデルの違いや初期間げき比に關係することを示した。また、粒状体の内部構造を接触角分布だけでなく、発生・消滅の分布や滑動接触点の頻度分布より変形機構における内部構造の変化を考察した。

本研究を行なうにあたり協力して頂きました本学部四年生、森永、前田両君に感謝します。なお、本研究は、昭和56年度科学研究費（試験研究(2)）課題番号58514の補助を受けて行なったものである。

(参考文献) (1)石塚修武, 新開: 土木学会年次学術講演会講演概要集, Ⅲ, pp. 33~34, 1980. (2) Bishop, A.W., *Geotechnique*, 12, 1950, p. 113~116 (3) Home, M.R., *Proc. Roy. Soc. A* 269~500, 1962

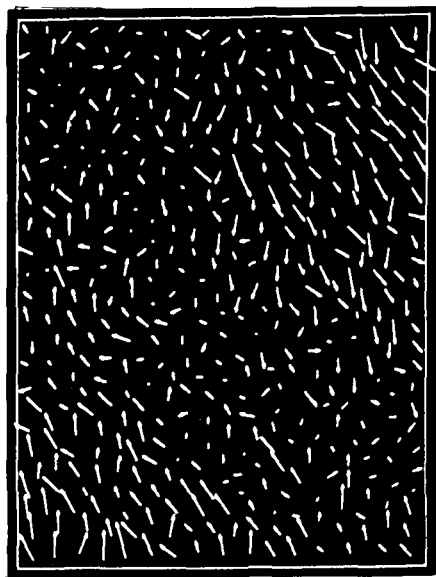


図-6 変位ベクトル図 (NO. 7→8)