

北海道開発局 正員 ○石塚 昌志
 東北大学工学部 正員 佐武 正雄
 同上 新関 茂

1. まえがき

粒状体の光弾性モデル実験は、粒状体の内部構造を微視的レベルで解析するには最も有効な手法の一つであると考えられる。本研究は、このような立場から上下、左右の4つの拘束板が、それぞれ互に独立に平行移動可能な光弾性単純せん断実験装置を新たに製作し、粒状体モデルの単純せん断変形機構の解析と考察を行ったものである。光弾性単純せん断実験は、松岡¹⁾や小田と小西²⁾等によっても行なわれているが、拘束力の与え方が本実験とは異っている。

2. 実験方法

実験に用いた二次元単純せん断装置を図-1に示す。せん断様は、内枠と外枠とからなる二重構造を持ち、内枠は外枠に対し平行性を強制されるのみで、各辺は独立して移動することが可能となっている。モデル粒子は厚さ15mmのエポキシ樹脂板から切出したφ8mm, 10mm, 12mmの小柱を用い、配合は重量比で1:1:1、総数で469個をランダムに詰めた。拘束荷重は内枠一辺当りに20kgで一定である。試料の初期間隙比はかなり密で $e_0 = 0.294$ である。せん断は、試験機特性上、等方圧縮状態からのせん断が不可能であるため、2%程度のせん断変形を与えた後、その時点を原点として、一定速度でせん断試験を行なった。

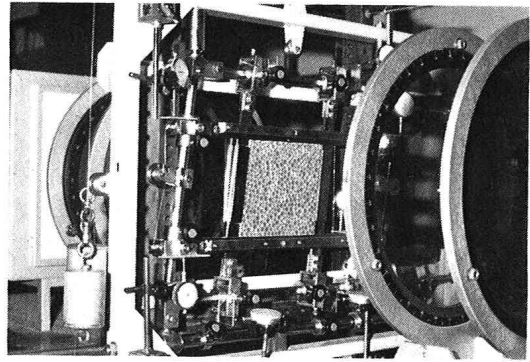


図 - 1

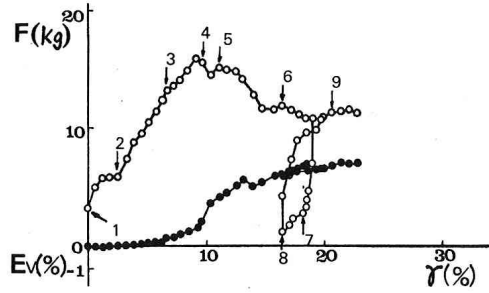


図 - 2

3. 実験結果及考察

巨視的せん断歪～せん断力～体積歪関係を図-2に示す。図中の矢印は写真解析を行った点を表している。図-3は解析に使用した光弾性写真の例である。応力経路の方向が対角線の一方向に配向している様子が見られる。図-5は、内部領域(半径80mmの円形領域)における平均的応力比～歪レタンスー関係の一例を示したものである。死領域であると考えられる中心領域を除いた残りの領域では殆んど同じような傾向の曲線となっており、全領域でほぼ均等にせん断変形を行なっていると考えられる。図-4は、各変形段階における接触角分布をロセットダイヤグラムで表したものである。図中の矢印は平均的応力の手法³⁾により求めた応力主軸の方向を示している。S-1ではほぼ等方向であるのに対し、S-4と応力レベルが増すにつれてピークが顕著となり集中度も増し、異方性も増大する。最大強度以降(S-6)では、及び除荷・再載荷後(S-9)ピークの集中度も下り異方性の低下

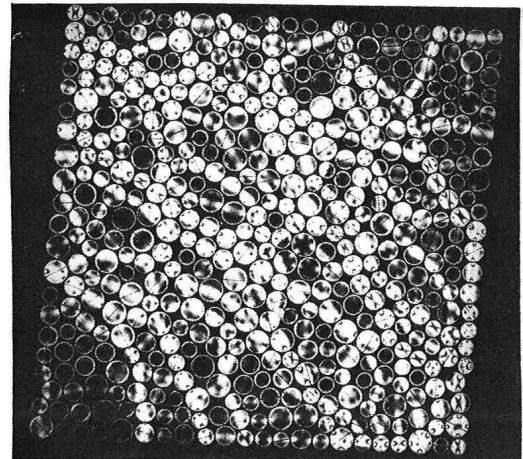


図 - 3

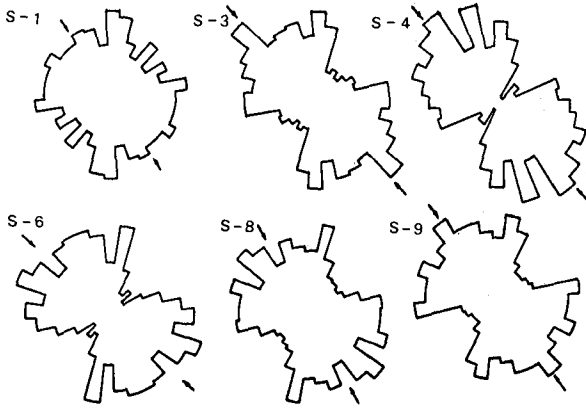


図 - 4

がみられる。図-7は、回転角の度数分布を示したものであるが、真の方向に回転した粒子が多いのは、せん断方向の影響によるものと考えられる。応力歪歪増分の主軸の回転を図-6に示す。平均的応力主軸と平均的歪増分主軸は、歪軟化過程(S-5~6)で若干ずれるが、その他の部分ではかなり一致しているのが認められる。また、Arthur⁸⁾らは、砂の真の3軸圧縮実験において、本研究と同様な結果を得ていることは興味深い。これらの共軸性は、全ての安定な連続体は最大仕事を行う方向に変形しなければならぬという非平衡熱力学から誘導された変分原理に支配されているものと考えられる。

4. あとがき

2次元粒状体モデルの光弾性単純せん断実験から、平均的応力～平均的歪の関係や内部構造を表わしているとみられる接触角分布、及び回転分布を求め、若干の考察を行なった。共軸性の実験による検証においては、その実験方法により大きな影響を受けるものと考えられる。著者らの実験は、その方式は異なるが、粒状体が比較的自由に変形可能であるという点において Arthur 等のもと類似していると考えられる。また著者らも松岡、小田と小西らによる単純せん断実験と同様な条件で実験を行ったが、3方向を拘束した場合、本実験と比較し、横方向の拘束の影響が大きいことが観察された。

本研究は、昭和53年度科学研究費(試験研究(2)課題番号385137)の補助を受けて行ったものである。

参考文献

- (1). Matsuoka, H.: Soils and Foundations Vol. 14, No.1, 1974 (2). Oda, M. & Konishi, J.: Soils and Foundations, Vol. 14, No.4, 1974 (3). Drescher, A. & G. de Josselin de Jong.: J. Mech. Phys. Solids, Vol. 20, p.337, 1972
 (4). 高橋, 岸野, 宮地: 土木学会年次学術講演会, III, 1977 (5). 宮地, 佐武, 新聞: 土木学会東北支部発表会, 1978
 (6). 新聞, 佐武: 土木学会東北支部発表会, 1980 (7). 新聞, 佐武: 土木学会年次学術講演会, I, 1978
 (8). Arthur, J.R.F., Chua, K.S. & Dunstan, T., Géotechnique, Vol. 27, No.1, 1977 (9). 石塚: 修士学位論文, 1980
 (10). 柴田: 卒業論文, 1980

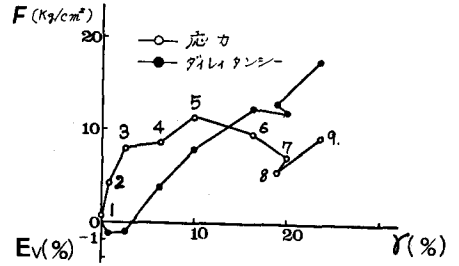


図 - 5

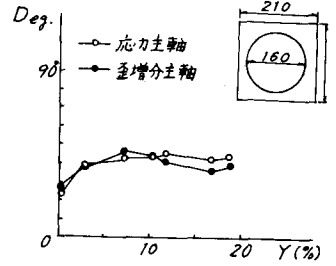


図 - 6

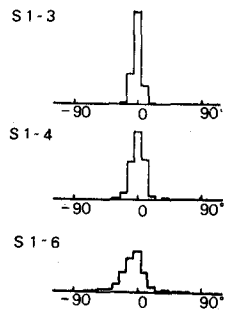


図 - 7