

せん断中における砂粒子の変位測定について

挺南大学工学部 正 村山翔郎
同 〇井上 治

1. まえがき

村山によつて研究された砂の構成式^{(1),(2),(3)}は、砂粒子の構造状態と粒子挙動に立脚して、物性論的に組立てられたものである。この理論の検証のためにも、また粒子構造の基礎として土の構成特性を求めるためにも、粒子構造と滑動面の粒子の微視的挙動を測定することが必要なる状況にあるように思われる。

本研究は、砂のせん断時における滑動域の粒子相互の微視的レベルに着目した活動特性を究明しようとするものである。今回は、R. Butterfield⁽⁴⁾等が考案した写真測量的な原理にもとづき、透明板をもつ直接一面せん断試験装置を試作して、せん断中の粒子の活動状態を重複写真として撮影し、この写真を用いて、反射実体鏡とParallax-barで砂粒子の活動量を測定した。その結果活動特性が得られたと思われるので、その一部を報告する。

2. 実験概要

試料は淀川産(太間)の砂で、200 μ を通過し240 μ に残留した乾燥砂(比重2.65)を用いた。せん断箱(側面12 $\times$ 45 mm ,上下)はアクリル樹脂($\mu=1.49$ Grid 10 $\times$ 10 mm)で試作し、下部可動式で、せん断速度は1 $\text{mm}/\text{分}$ で、試料の平均間隙比は0.79であった。写真は自動撮影の可能なContax-R.T.S.カメラを用いて、側面から60 $^\circ$ 離れた固定点より、15秒間隔に撮影した。

3. 測定法

測定原理は、図-1に示すように1台のカメラを固定してある粒子の移動前Aと移動後A'を撮影した状態である。 a, a' は写真上に対応する点を示す。この2枚の写真より視差値が得られる。図-2は、実体鏡の状態を示し、移動量は水平成分と垂直成分量に分けて測定する。

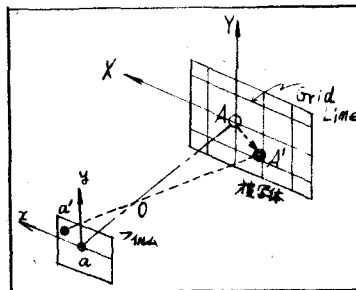


図-1 写真撮影

筆者らが用いた装置は、反射実体鏡(東京光学)とParallax-bar($1/100\text{mm}$)である。図-3は、移動量 δ の測定状態を示している。基準面をGrid Lineとして、視差 δ を測定して $\delta = kM$ として求める、写真縮尺: M, Grid Lineはせん断方向をX、これに垂直な方向をY軸とした。

4. 実験結果と考察

図-4は、せん断時の水平成分量を示したもので、(a),(b),(c)(d)は、それぞれGrid交点99を測定した各応力段階における結果を表わした。すなわち図-4(a)は、せん断箱が最初から0.5 mm 移動し、その後0.25 mm 動いたときの水平成分量で、図-5に示したL1の区間である。以下同様に(b)は、0.75 mm から0.25 mm でL2の区間

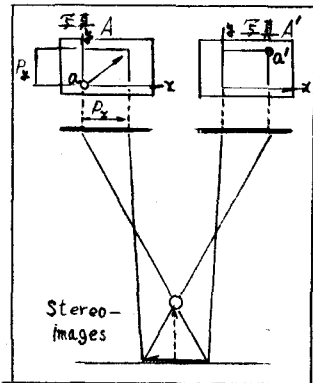


図-2 実体鏡

(c)は、 1.00 から 0.25 で L_3 の区間、および 1.50 から 0.25 で L_4 を示す(図-6参照)。

図-4に示した曲線は、せん断時のせん断ずれ量に対応するものと推察され、ずれ量分布の特性を表わしていると考えられる。

応力 σ の増加時の L_1, L_2, L_3 と破壊時付近と見られる L_4 を比較すれば、粒子活動が順次塑性域から破壊域に移りせん断ずれが形成されて、一様な滑動域がでる現象を表わしているように思われる。粒子の配向がどのように行なわれているかを究明するため、両端の側壁の影響の少ない中央付近で一粒子単位に近い状態で粒子の動きを測定し、活動特性としての関係と現在検討している。

5. 結言

(1)測定は連続した空間像で観測できるので細部の判読ができ、一粒子単位に近い測定ができた。

(2)誤差の取り扱い及 μ 補正について考慮するとは。

(3)この装置で粒子が連続して活動する特性は、ある程度得られた。

測定についてご指導いただいた近畿測量学校の小林和夫教授に謝意を表わす。(参考文献)

1. 杉山 郁郎：弾性状態にある砂の構成式 砂学会論文集 236号、1975
2. 杉山 郁郎：塑性状態にある砂の構成式 土木学会論文集 251号、1976
3. S. Murayama: Constitutive equations of particulate material in the failure state. Proc 9th I.C.S.M.F.M
4. R. Butfield, R.H. Hankness and K.Z. Andrawes: A stereo-photogrammetric Method for Measuring Displacement Fields. Geotechnique 20, 1970

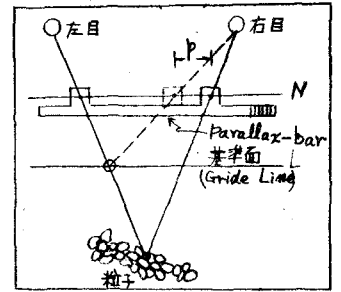


図-3 視差測定

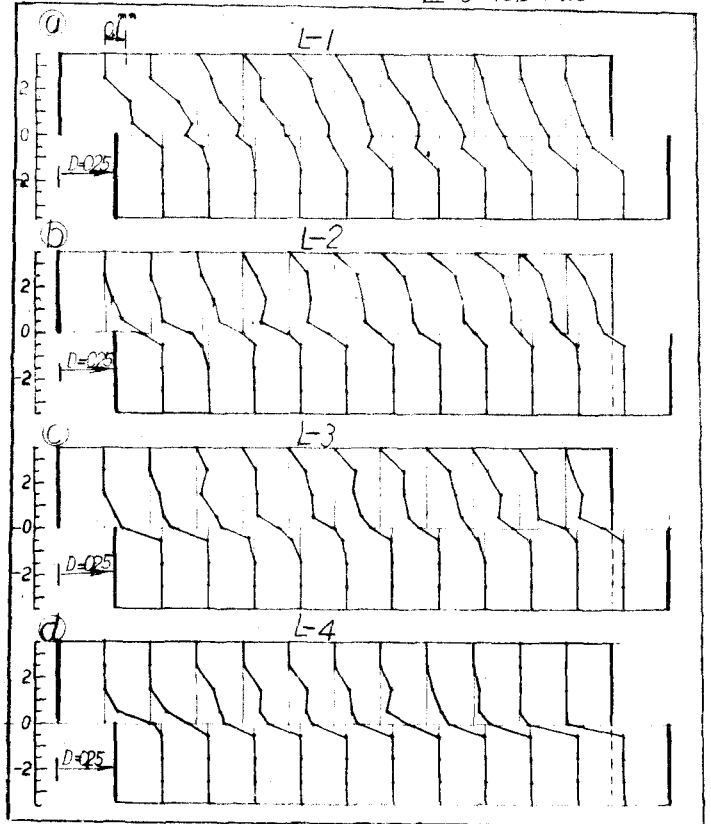


図-4 水平成分量

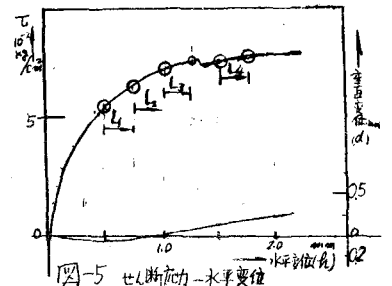
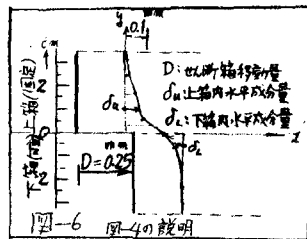


図-5 せん断応力-水平変位