

粉粒体の 3 次元流れの計測 (III)

——排土板前方のすべり面内の流れ——

Measurements of Three Dimensional Flow of Granular Media (III)

浦 環*・坂 巻 隆*

Tamaki URA and Takashi SAKAMAKI

1. はじめに

密度の高い粉粒体の 3 次元流れを計測する方法として有効なガラス浸透法を用い、排土板の前方に起こる粉粒体の変形を計測する方法は前 2 報に示した。^{1,2)} 本報告では、排土板の開き角 η と深さなどの条件を変えた実験を行い、排土板の前方の粉粒体の変形、特にすべり面内の変形について検討したので報告する。⁴⁾

2. 実 験

水平な粉粒体のベッド中を一定の深さ D を保ちながら前進する長方形の平板の前方の粉粒体の 3 次元変形を計測する。変形は定常状態になっているものとする。図 1 に示すように、乱されていない水平な状態の粉粒体表面上に X-, Y 軸をとり、排土板の進行方向を X 軸、側方を Y 軸、鉛直上向きに Z 軸をとる。原点は排土板の対称線上にとる。また、排土板は上方に十分長く、したがって盛り上がった粒子は側方に崩れ、排土板の上部を越えることはない。透明な粉粒体としては前回と同様に、パイレックスガラス板を粉碎したものを用いた。パイレックスガラス粉と等しい屈折率の媒体として α -ブロムナフタリンとテレピン油の混合液を用いた。³⁾

表 1 に示すように、前回行った実験も含めて 4 種類の排土板の形状についての結果を示す。すなわち、開き角 η (排土板と水平面とのなす角度) と排土板の幅を変え、YZ 平面への投影面積が等しくなるように深さ D を設定した。

排土板の前進により影響をうける粒子の変形の様子は第 1 報に示したように流線の形で表現できる。すなわち、排土板上に排土板とともに移動する座標系をおき、粉粒体が前方から流れてくるような表し方である。排土板という具体的なものを考慮の対象にしたときに、その方法では絶対的な変位が見にくいので、図 2、図 3 では、空

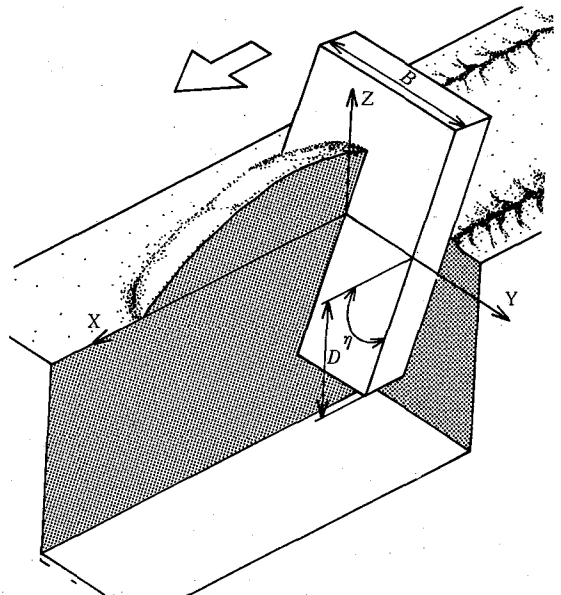


図 1 座標系の概念図

表 1 排土板の条件

実験名	開き角 η (deg)	板の幅 B (mm)	深さ D (mm)	槽壁から板の 中心まで(mm)
I	90	40	16	50
II	40	40	16	50
III	90	20	32	40
IV	40	20	32	40

間固定の座標系をとり、X 座標 0 の位置にあった排土板が鎖線に示すように 10 mm 進むときに生じる粉粒体の粒子の変位ベクトルを XZ 平面への投影図として表した。ベクトルの矢は省略してある。粒子の変位は X 軸の正の方向に起こっているので、変位ベクトルの始点は、

* 東京大学生産技術研究所 第 2 部

研究速報

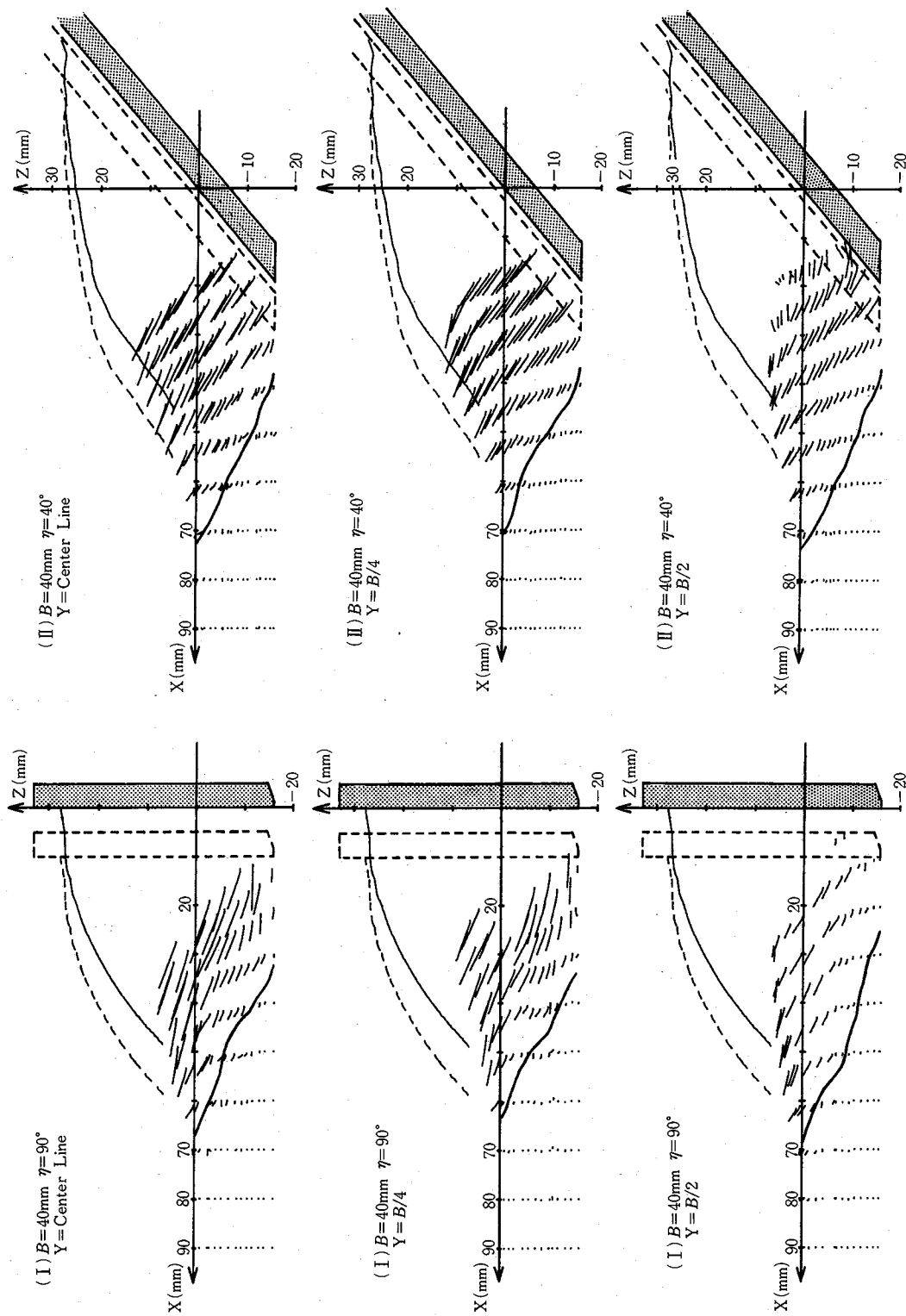


図2 粒子変位ベクトルの投影図 (排土板の深さ16 mm)

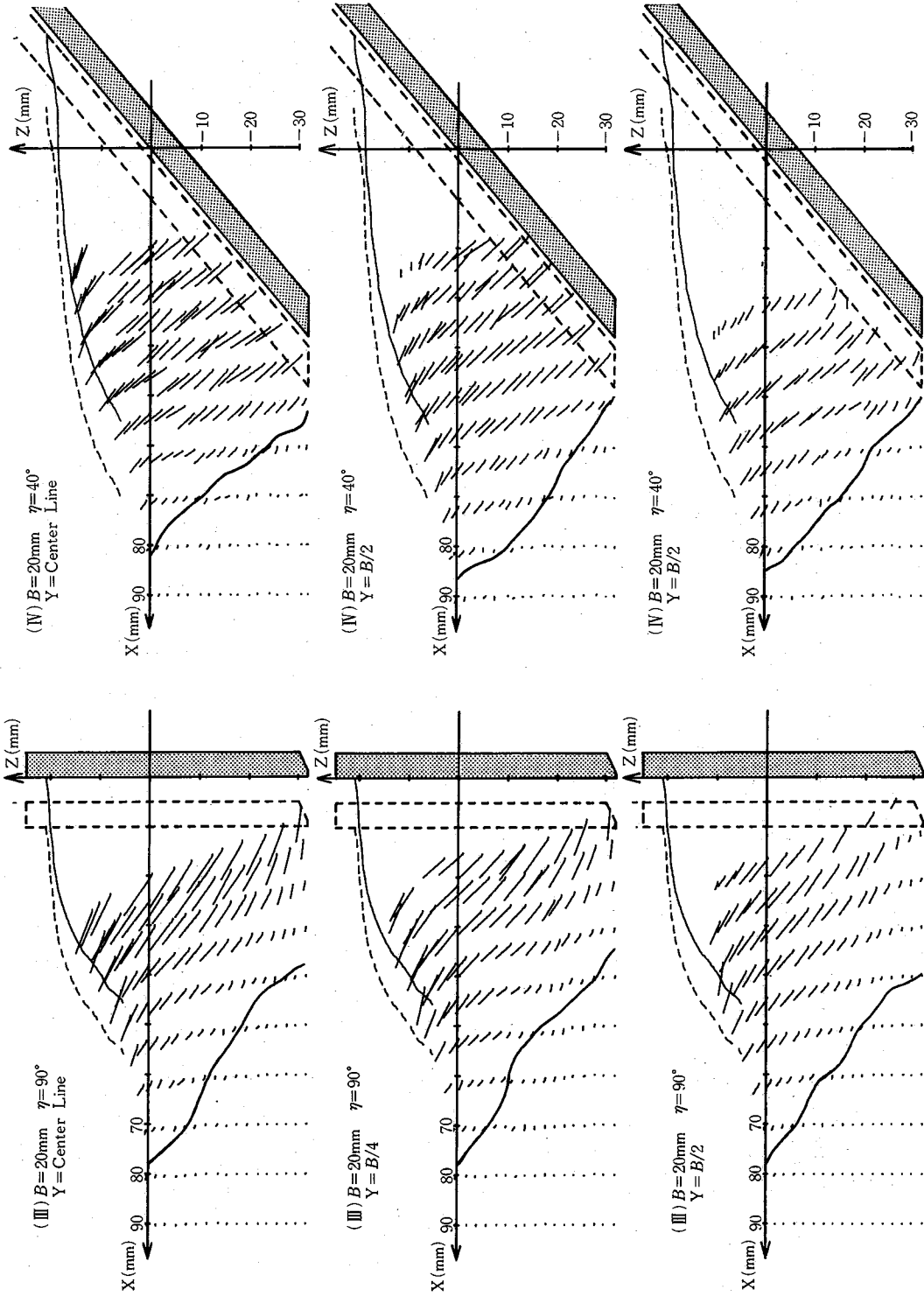


図 3 粒子変位ベクトルの投影図 (排土板の深さ 32 mm)

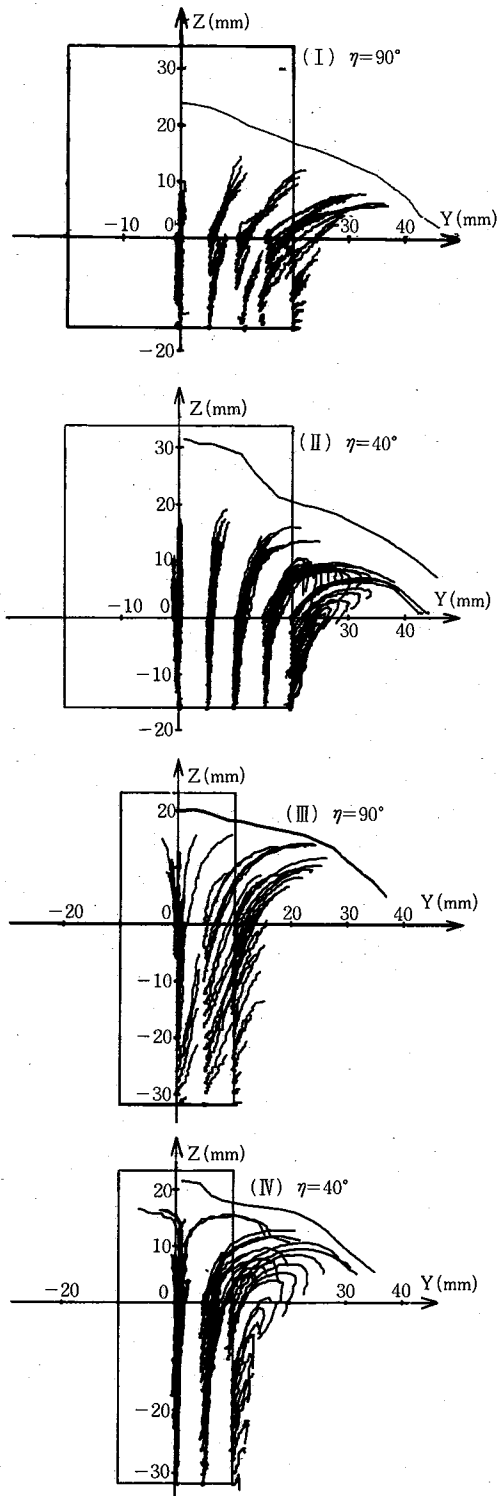


図4 粒子の軌跡のYZ平面への投影図

おおむね変位を表す線分の右下であり、終点は左上である。図2、図3ではY方向の変位が示されていないので図4にマーカーの軌跡のYZ平面への投影図を示す。

各XZ断面でのすべり線も同時に図2、図3に示す。これは、静止していた粒子が排土板の影響を受けて、変位を開始する点を結んだもので、3次的に広がりを持つすべり面を構成する。本実験のように、長方形の排土板で、進行方向の左右に傾きを持たない対称な場合には、すべり面の各断面は板幅内でほぼ同一の形状をしており、近似的に平面であると考えられる。なお、すべり面の内側にある各点では必ずしも同じY座標にないことに注意しなければならない。なぜなら、計測値は排土板の十分前方で深さの異なる同じY座標にあるマーカーを追跡することにより得ているので、すべり面の内側ではマーカーが側方へ移動するからである。

3. おわりに

図2、図3によれば、 $\eta=90^\circ$ での排土板の先端付近を除いて、すべり面の内側ではほぼすべり面に平行に粒子が移動することがわかる。すなわち、粉粒体が排土板とすべり面とで、すくい上げられるように変形している。 $\eta=90^\circ$ の排土板下部では、X方向への粒子の変位が大きい。そこでは粉粒体が排土板の進行方向に極端的に大きく圧縮されていると考えられる。

開き角 η が 90° より小さい場合、著者ら^{5,6)}は文献6の図7に示されるすべり面および土楔の形状の仮定と、すべり面を介して土楔に作用する力の仮定を導入して、排土板に作用する力の解析法を提案している。本実験の結果、それらの仮定が妥当なものであることが示された。

(1984年1月25日受理)

参考文献

- 1) 浦・坂巻：“粉粒体の3次元流れの計測(I)”，生産研究，第35巻，2号(1983. 2)，pp. 105-107
- 2) 浦・吉田：“粉粒体の3次元流れの計測(II)”，生産研究，第35巻，4号(1983. 4)，pp. 190-193
- 3) 浦・吉田：“粒状体の重力流れに関する実験的研究”，機論講，No. 830-12(1983. 10)，pp. 246-248
- 4) 浦・坂巻：“排土板による粉粒体の3次元変形”，機論講，No. 840-6(1984. 3)，pp. 16-18
- 5) 浦・山本：“アンカーの安定性に関する基礎的研究”，造船論集，第140号(1976. 12)，pp. 279-285
- 6) 浦・能勢：“排土板に作用する力の解析”，生産研究，第31巻，4号(1979. 4)，pp. 220-222