

重力流動における砂粒子の速度分布の考察

鳥取大学工学部 正会員 木山英郎
同 同 藤村 尚
同 学生員 ○井筒博明

1. はじめに 容器構造物内における粒状体の重力流動において、時折生ずる過大な粒状体圧は、動的過圧力と呼ばれ、時間とともに変化する。着者は、この現象と流動形態との関連から検討するために、鉛直サイロ模型を用いた砂の重力流動実験において、ビデオカメラ、ビデオアナライザ、マイコンを用いた速度解析の手法を考察した。以下に2、3の解析例を示す。

2. 実験装置および実験方法 鉛直平面サイロ模型装置の概略図を図-1に示す。最大ヘッド130cm、奥行き20cm、幅40cmである。また、steel channelの壁面仕上げは粗である。用いた粒状体試料は、鳥取市賀露海岸産砂丘砂2mm以下の通過分である。実験は、ヘッド60cm、90cmの2種類に対し、スリット幅を変化させて行った。

実験の手順は、(1)流動槽および上部供給装置内に試料を充填する。(2)ビデオカメラを流動槽前面に設置し、録画の準備をする。(3)排出口のスリットを開放し、流動実験を開始する。(4)試料は、チョークフィード状態で連続的に供給され、この流動が定常に流動し始めたら録画を開始する。(5)こうして得たビデオ録画をもとに、流動槽前面パネル上に正方形網目状(上方5cm、下方2cm間隔)で設定した測点上、あるいはごく近傍を通過する際の前後2点の砂粒子の通過時刻と座標の2項目をビデオアナライザを用いて測定する。

3. 実験結果および考察 上記の測定結果をもとに、マイコンにより、各測点の速度を計算し、その結果を等速度線図で示すと図-2、3となる。また、図-4、5は、各測点での流速とその流動方向をベクトルで示したものである。さらに、図-6、7は、このベクトル図をもとに、代表的なレベルにおける流速分布を表わしたものである。

まず、図-2、3の等速度線図および図-4、5の速度ベクトル図から、流動槽上方においてほぼ鉛直下向きに平行流動する部分と下方において排出口へ向って漏斗状に縮流を示す部分に大別される。平行流動部における速度ベクトルの変化は、全体に滑らかであるが、流路が砂中に形成されるヘッド60cmの場合、図-2、4において、流動域と静止域の境界層の乱れにより、中心部においても速度ベクトルの方向と大きさにやや乱れを生じている。これらに比べると、縮流部にお

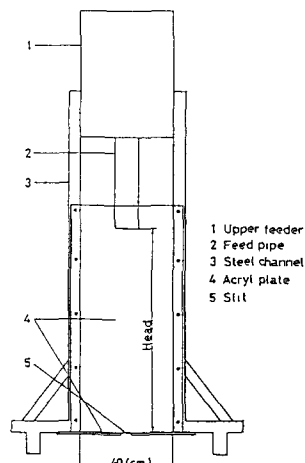
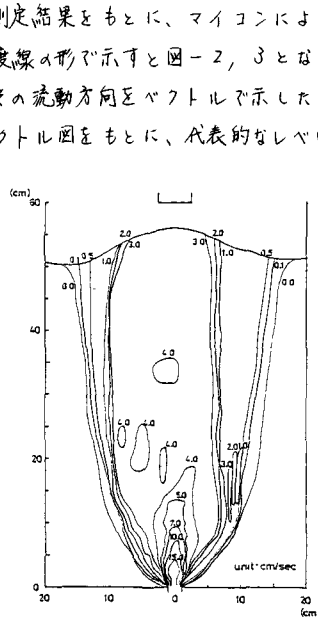


図-1



Head=60 cm Slit=2.0 cm Head=90 cm Slit=2.0 cm

図-2

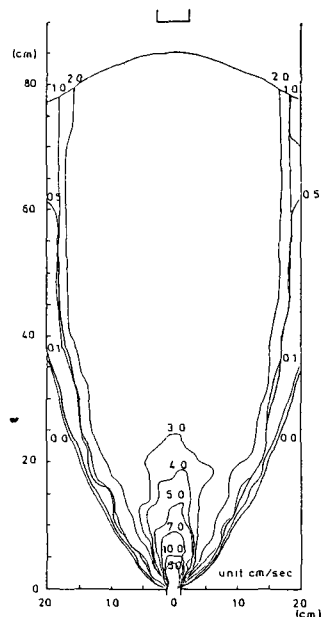


図-3

ける速度ベクトルの方向と大きさの乱れは著しく、流動不連続面の存在を暗示している（不連続面の確定までには至っていない）。

また、先に報告¹⁾したように排出口上方からの試料の供給を断つて、時間とともにヘッドが下降する流動（において明瞭に観察された左右非対称な流動形態の出現が、ヘッドの 60 cm の連続流動においても、図-2 の等速度線図の高速域の分布や図-4 の速度ベクトル方向の乱れと結びことによ、その存在が認められる。言いかえると、こうして容器構造中の重力流動は左右非対称な流動が主体であるか、少なくともそれに先行し異い流動があると考えられる。このとき、上述に一見不規則な速度ベクトルの乱れや不連続面の存在は非対称流の出現のための必要條件となり規則性を有することは言うまでもない。

最後に図-6、7 の速度分布図において、縦線と施した部分の面積は各レベルにおける流動量を表わしている。レベル 6 cm を 1.00 としたときの各レベルの面積比を示すと表-1 のようになる。試料は上部供給装置より連続に供給されるので流動槽内での密度変化を無視すれば、どのレベルをとっても流動量は一定でなければならない。しかし、解析結果の表-1 を見ると、平行流動域（ヘッド 60 cm の場合のレベル 40、20 cm、ヘッド 90 cm の場合のレベル 70、50 cm）においては流動量一定とみなされるが、縮流域（ヘッド 60 cm の場合のレベル 6 cm、ヘッド 90 cm の場合のレベル 24、6 cm）では、極端に流動量の減少が現われている。縮流部の中でも特に流速の大きさは排出口直上部（この図ではレベル 6 cm が該当する）

において、この速度解析にやや誤差のあることを認めるが、表-1 の結果はそれだけで十分に説明できない。この速度測定はあくまで前面パネルに接する粒子についてであり、壁面摩擦の影響（奥行き方向に速度分布を生じていること）の大きいことも考えられるので、さらに検討を続けたい。

【参考文献】

- 1) 木山英郎、藤村尚、太田圭哉、「岩質粒状体の重力流動に関する基礎研究(3)」, 第16回土質工学研究発表会、pp. 1037-1040、1982

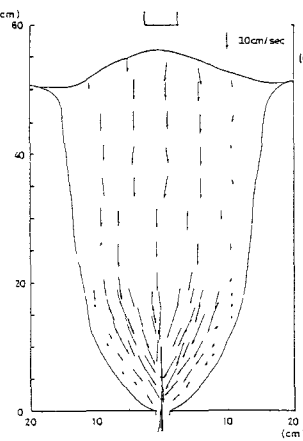


図-4

表-1

Head 60 cm		Head 90 cm	
level	面積比	level	面積比
40(cm)	1.80	70(cm)	2.01
20	1.87	50	2.12
6	1.00	24	1.51
		6	1.00

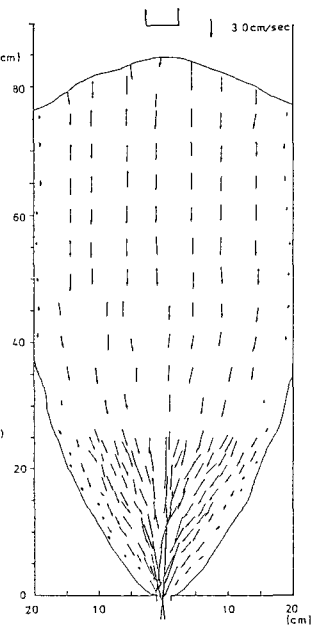


図-5

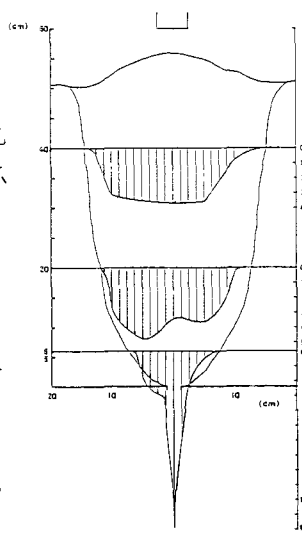


図-6

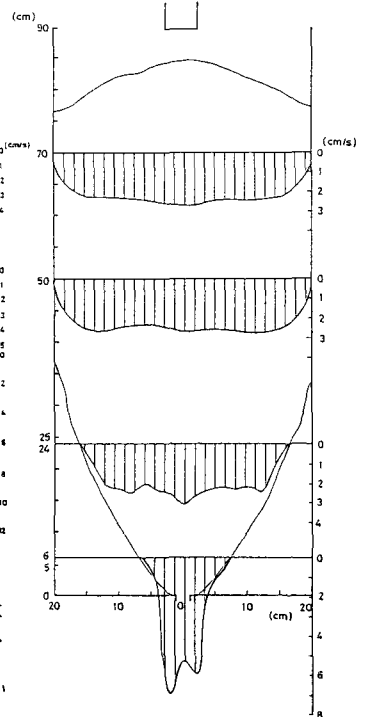


図-7