

II - 4 摩擦底面上の物体周辺の流れの可視化

八戸高専 正 員 ○金子伸一郎
八戸高専 正 員 田中博通
八戸高専 学生員 上 舘 章

1. まえがき

我が国では、宅地を求めて、都市近郊はおろか山奥まで開発が進んで、無理な地形に建物が立っているのが現状で、そのため、危険地帯が数多くなり、気象から受ける土砂災害は増加する一方である。

土石流は一般に勾配が大きい山地で発生するため、かなりの速度で流下する。土石流の発生機構や流動機構はまだ不明な点が多い。そこで、本研究は、摩擦のある底面上に置かれた物体周辺の流れを可視化手法により求め考察したものである。

2. 実験装置及び実験方法

実験水路は長さ8m、幅39cmの可傾式水路を使用し水路床には、研磨ベルト(JIS#46)、供試体には立方体(5*5*5cm)、直方体(5*5*10cm)の2種類を用いた。ポスターカラー3種、赤、黄、青に、適度な溶解性と粘着性の両方を兼ね備えたコンデンスミルクを媒体として加え、練り上げたものをトレーサーとして供試体の適当な箇所に付着させ可視化を行った。

撮影は供試体の側面と真上からモータードライブ付きカメラ(NIKON F3)で行った。なお真上からの撮影時、水面変動を抑えるためにアクリル板を使用した。フィルムはISO 400のカラーフィルムである。

表-1に実験条件が示してある。Case1は水深 $H=10\text{cm}$ 、平均流速 $U=29.7\text{cm/s}$ 、Reynolds数 $Re=22800$ であり、Case2は $H=10\text{cm}$ 、 $U=42.7\text{cm/s}$ 、 $Re=32400$ である。

表1 実験条件

	H (cm)	U(cm/s)	Re
Case 1	10.0	29.7	22800
Case 2	10.0	42.1	32400

供試体は木製であり、物体中心に重心が来る様に造り、防水を目的として底面を除きウレタン樹脂で被覆した。また、供試体前面中央から水路床に平行に張られた釣り糸 $\approx 5\text{m}$ 上流で固定して供試体を設置した。

3. 実験結果及び考察

図-1はCase1での水路中央部に置いた直方体の真上からの写真である。流れに向かって右側に黄色のトレーサー、左側に赤色のトレーサーを供試体側面後部に縦に付着した。写真からわかるように2種類の渦が見られた。1つは下流に交互に渦を発生しながら尾を引くように流れるものであり、側面に沿って上流に向かって流れる流れである。

図-2はCase1の条件における直方体の側面からの写真である。供試体の前面底部から上部2/3の部分に青色のトレーサー、上面後部端に赤色のトレーサー、背面下部2/3部分に黄色のトレーサーを付着した。前面の青色トレーサーは供試体側面下部を斜め後方に流れ、上面のトレーサーは、剝離渦となり後方に流れている。物体背後に付着した黄色のトレーサーは背面に沿って上方へ低流速で流れ上端で上面からの流れによる剪断で加速されて後方に流れていく。

図-3はCase1における立方体の真上からの写真である。図-1同様に供試体後方で渦は左右交互に発生している。また、側面に沿って上流へ向かう流れがある。これは、供試体前部の圧力が減くなるために生じる逆流である。

図-4はCase1における立方体の側面からの写真である。図-2の長方体に比べ前面に付着したトレーサーが物体上面を流下する様子ははっきり見え、その流れが後部端で剝離して渦が発生している。

図-5はCase2の立方体の真上からの写真である。この実験条件において、供試体は左右に蛇行運動を繰り返した。流速増加により渦の発生周期が早くなった。図-1に見られたような側面を上流に向かう流れはそれ程生じなかった。

図-6はCase2の立方体からの写真である。図-2同様供試体上部後方端から渦が発生しており、その発生頻度が早くなった。供試体背後では、前面に渡りトレーサーが剝がれ、背面上部では上向きの流れがある。

図-7は、Case2における立方体の真上からの写真である。側面から剝離渦が生じている。また図-3で見られた側面に沿って上流へ向かう流れは途中で流れに押し戻されていた。

図-8はCase2での立方体の側面からの連続写真である。この実験条件において供試体は左右に揺れており、連続写真から流れの中での物体の渦の発生と物体の運動を考察することができる。底面上の物体の運動は上面から発生する渦と側面から発生する渦によるものと考えられ、剝離渦は抗力、揚力の原因でもある。

4. おわりに

今回、カラー塗料を用いて物体周辺の流れを可視化した。実際はカラー写真であるので流況は発表時に詳しく報告する。

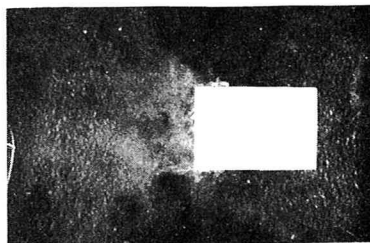


図-1 直方体(Case1上方)

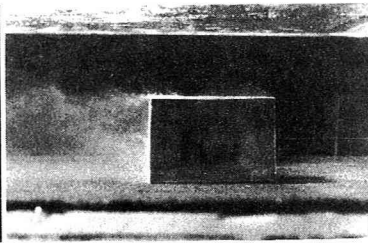


図-2 直方体(Case1側方)

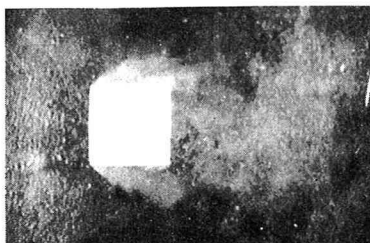


図-3 立方体(Case1上方)

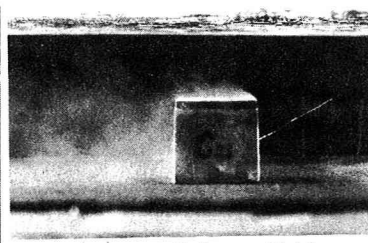


図-4 立方体(Case1側方)

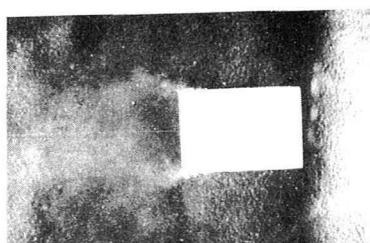


図-5 直方体(Case2上方)

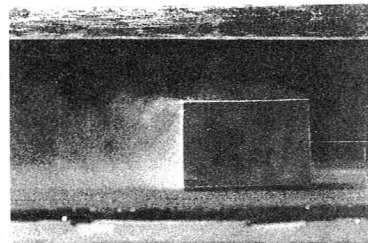


図-6 直方体(Case2側方)

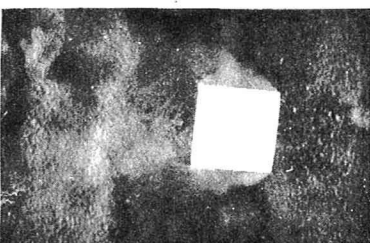


図-7 立方体(case2上方)

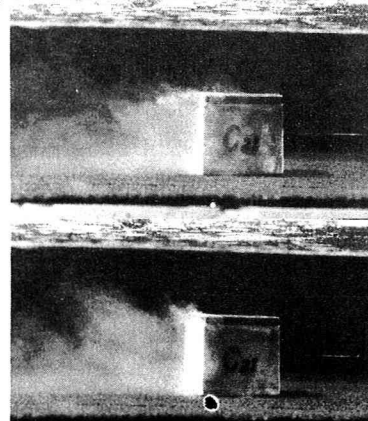
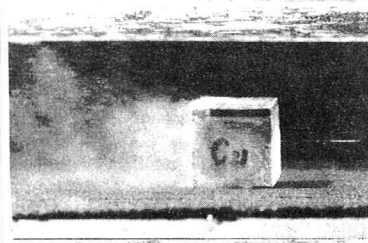


図-8 立方体(Case2側方連続)