

九州大学応用力学研究所 学生員 松永 信博
 “ 正員 本地 弘え
 “ “ 金子 新

1. はじめに

振動流中で、通常形成される剥離を伴った二次元カンド・リップルが、適当日振動条件のもとで、ブリック・パターン・リップル(図-1)に遷移することを、金子¹⁾は詳しく観測している。また、最近、本地²⁾は、静水槽中で半円柱を直径方向に振動させたとき、ある条件のもとで、図-2に示されるような円柱軸方向に、周期的な流れの三次元構造が、誘起されることを見出した。このような流れの三次元構造は、ブリック・パターン・リップルの形成機構に関して、重要な示唆を与えらるものと考えられる。簡単のために、本研究では波型底面の代りに、平板に固定された半円柱列を振動させ、そして誘起される三次元構造をもった流れが、詳しく調べられている。

2. 実験装置及び方法

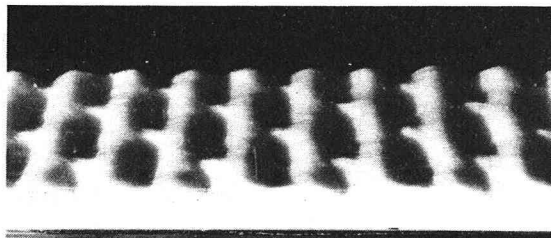
実験は、静水槽(横45cm, 深30cm, 奥行24cm)中で、図-3に示されているような平板に固定された半円柱列($\lambda=2.5\text{cm}$, $\alpha \equiv D/2=0.7\text{cm}$)を矢印の方向に振動させることによって行われた。流れを可視化する方法として、電解沈殿法とアルミ粉法が用いられた。種々の角度から流れの構造を観察するために、図示されているようなA, B, C面が、照射され、水槽に固定されたカメラで、各断面における流れの構造が撮影された。

A面: 平板に平行な面 B面: 半円柱列に垂直な面

C面: 振動方向に垂直な面

3. 考察

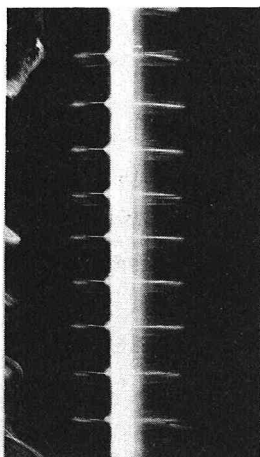
図-4は、アルミ粉法によって種々の照射面で可視化された流れのパターンを示す。実験条件は、 $f=0.236\text{Hz}$, $d_0=1.4\text{cm}$, $\nu=0.012\text{cm}^2/\text{s}$ であった。図-4aは、平板より α はけたA面を照射することによって得られたものである。流れは、図-2で示される円柱表面近くのものと同様した三次元構造を示している。流れのパターンは、隣り合う半円柱上で、交互に配列し、そしてブリック・パターンを形成している。このことは、隣り合う円柱間の相互作用の存在を示唆している。図-4bは、平板より β はけた



△ 図-1

ブリック・パターン・リップル

条件: $f=1.62\text{Hz}$
 $d_0=5.1\text{cm}$
 $\nu=0.012\text{cm}^2/\text{s}$
 $G=0.02\text{cm}$



▽ 図-2

振動円柱周りの三次元流れ

円柱振動方向: 左右

可視化方法: 電解沈殿法

条件: $f=0.236\text{Hz}$
 $d_0=2.2\text{cm}$
 $\nu=0.012\text{cm}^2/\text{s}$
 $D=3.77\text{cm}$

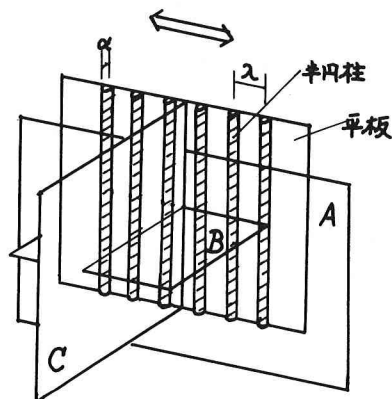


図-3

半円柱列モデルと照射面

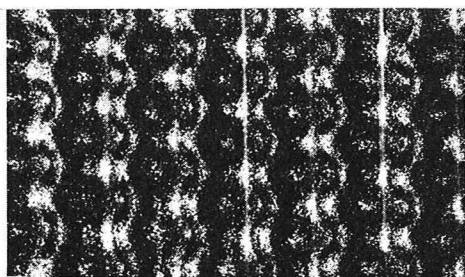
れにA面において可視化された流れの構造である。図-4aと同様、平板から、ほぼ入射方向に位置において、明らかに流れが、ブリックパターンを形成していることがわかる。図-4c,dは、それぞれB、C面を照射したときの流れの構造と示しにわのである。微小振動条件のもとで、模型表面上に形成される二次元定常流れは、図-4cに示されるように、三次元構造の発達に伴い、1半円柱おきに観察されるようになる。以上、図-4で示された写真より、水平、高さスケールともに、ほぼ入射のオーダーをもった定常流れが、ブリックパターン状に配列していることがわかる。実際のブリックパターンリップルは、二次元的な通常のサンドリップルの形成に引き続いて発達することが知られている¹⁾。このことは、図-5に示されるように半円柱列の間に数ミクロンに砂粒子により、ブリックパターンリップルが形成されることから明らかである。今後の課題は、ブリックパターンリップルが形成される条件と完全に対応した条件のもとで、流れの構造を可視化することである。

《参考文献》 1) 金子新: "Oscillatory sand ripples in viscous fluids" 工学会論文集投稿中

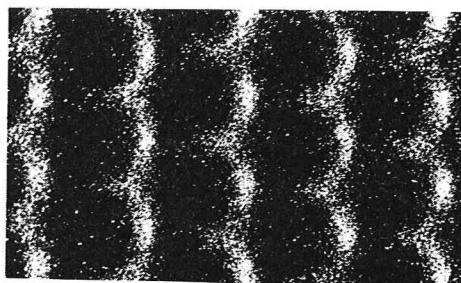
2) 本地弘之: "Streaked streaming around an oscillatory circular cylinder," J.F.M投稿中

《表記》 f : 振動数(Hz), d_0 : 振動幅, ν : 流体の動粘性係数(cm^2/s), D : 円柱直径(cm)

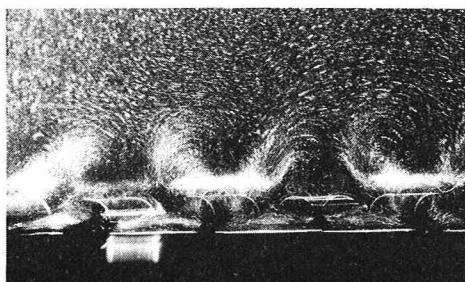
λ : 半円柱間隔(cm), α : 半円柱高さ(cm), Q : ガラスビーズの粒径



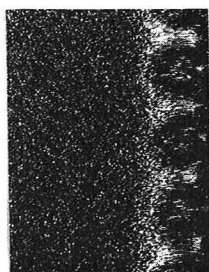
(a)



(b)



(c)



(d)

図-4
定常流れの三次元構造
条件: $\lambda = 2.5 \text{ cm}$
 $\alpha = 0.7 \text{ cm}$
 $d_0 = 1.4 \text{ cm}$
 $f = 0.36 \text{ Hz}$
 $\nu = 0.012 \text{ cm}^2/\text{s}$

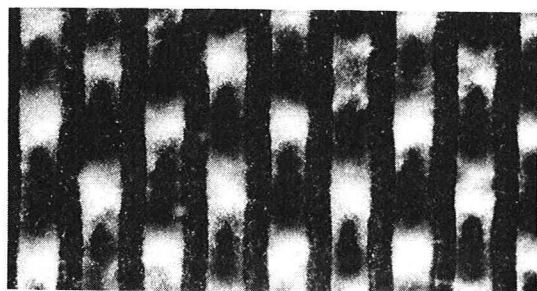


図-5
半円柱間に数ミクロンにガラスビーズにより形成されるブリックパターン
条件: $\lambda = 2.0 \text{ cm}$, $\alpha = 0.4 \text{ cm}$
 $f = 1.82 \text{ Hz}$, $d_0 = 2.67 \text{ cm}$
 $\nu = 0.009 \text{ cm}^2/\text{s}$, $Q = 0.024 \text{ cm}$