

熊本大学 工学部 正会員 田淵幹修
 “ “ “ 池川 清
 “ “ 学生員 ○伊藤信行

1. はじめに

近年、海岸構造物として透過層をもつ構造物が盛んに用いられるようになったが、透過層の空隙を振動流体が流れる際に作用する抗力・質量力あるいはその生ずる機構は不明の点が多い。特に理論解析での問題は、透過層の流体抵抗をいかに表示し、どのような数値を用いるべきかという点である。筆者らは、このような点を明らかにするために実験的に流体抵抗の特性を調べてきた¹⁾が、さらに本研究では透過層内部の流れの機構を知るために流れの可視化の実験を行った。以下これによ、てわかった物体周囲の流れの特性を示す。

2. 実験方法

透過層の抵抗を考えると、流体運動としては波浪を想定するが、波浪そのものを作用させての実験では考慮すべき要素が複雑となる。そこで本研究では流速分布が一様となる振動流実験装置を用いた。流れは正弦振動流で、周期は0.7～3sec、振幅は0～40cm、最大流速は0～50cm/secの範囲で変化させた。水路は水深2.5cm、幅50cmである。

構造物としては塩ビ管(直径4.8cm)が1本の場合について振幅・周期を変化させ流れのパターン、渦の様子を観察した。また透過層を前提としているので複数本の円柱を並べたときの相互干渉のある流れの様子を知るために、等間隔縦一列に5本並べた場合、等間隔横一列に5本並べた場合、さらに格子状に縦5本、横5本、計25本を等間隔に置いた場合についても単一円柱同様に周期・振幅を変化させて実験した。また流体抵抗の特性は構造物の性質、特に形状によ、ても大きく変化するので円柱との比較のために円柱の場合について2種類の流れ方向に対する角度で調べた。

この実験における流れの観察は、銀粉をトレーサーとして、目視とモータードライブ付カメラによる連続写真とで行った。

3. 実験結果と考察

①単一円柱まわりの流れ この場合、周期の変化による流れのパターンへの影響は小さい。最も影響を及ぼすのは S/d (S : 水粒子が断面平均流速で動くときの半周期における移動距離、 d : 円柱の径との比) によ、てであり、 S/d の値の変化につれて4つの流れのパターンが存在することがわかった。まず図1のように $S/d < 1$ のとき1周期を通じて見ると、円柱両側面で水粒子が8の字をかくている。図2は、円柱中心を通る横断面 $a-a$ に関して対称な流れである。この場合図2の下側半分に渦が生じ上側には生じず全体的に見ると振動流の流れと図の上から下へ流れる大きな流れが存在する。図3は、円柱の中心に関して点対称の流れとなる。このとき渦は図3の右下、円柱付近、左上の領域でほとんど発生し右上、左下の領域はあまり乱されない。図2、図3とも裏返しに見た流れが各1つずつ考えられるがこのパターンは、流れに外部から乱れを与えてやると瞬間的に移行させることができる。または振動数が高いと自ら乱れが大きくなるので2つのパターンが交互に現われるようになることがわかった。図4は S/d が6以上の場合で円柱背後の流れが図4のC方向に振動し(例えば $S/d=9$ ならば、1往復半、または2往復)交互に渦が離れていく。その時の振動の回数によ、て渦の発生個数はほぼ決まる。 S/d が大きくすれば振動の回数もふえ渦の個数も段々とふえていくが、周期を無限

大にすると定常流となるので 円柱後方の渦は Kármán の渦列となることが推測できる。

文献1)によると振動流中の円柱の抗力係数は $s/d > 6$ のとき Re 数および振動数に無関係に一定となり $s/d > 1$ とは定常流の値に近づくがこれは図4に対応している。そして s/d が $0 \sim 1.5$ の場合 抗力係数は Re 数と振動数も大きく影響するときのパターンは 図1に対応し粘性の影響の大きい場合である。

② 円柱まわりの流れ 円柱は図5のように2つの置き方がある。図5の左の場合、図のように d をとると s/d が $0 \sim 1.5$, $1.5 \sim 4$, $4 \sim 6$ と流れのパターンとしては円柱と同一であることがわかった。円柱と異なる点は 流れと垂直な方向への乱れが大きいこと、渦の発生が円柱より小さい振幅 ($s/d \div 0.5$) で生ずることがわかった。図5の右に関しては振幅の小さい場合程図の上下方向の乱れが左右方向の乱れよりも大きいという特徴があった。

③ 円柱積5本の場合 円柱の間隔は $0.5d, d, 1.5d$ とについて実験した。 $s/d < 1$ では単一円柱の図1のパターンとほぼ同じであるがそれより s/d が大きくなると図6のように円柱の背後に対称な渦が生じその外側を噴流が通過するようになる。よって渦は、噴流のために円柱背後から離れにくくなり、振幅を大きくしても円柱の相互干渉により円柱一本の場合の定常流の状況とは異なり別のパターンとなる。円柱間隔が広いと円柱背後のスコの渦は、互いに大きくなりたり小さくなりたりして不安定であるが、間隔をせまくすると、対称の安定した渦になりやすい。また s/d が大きい程不安定さを増し噴流が振動をはじめる。

④ 円柱積5本の場合 $s/d < 1$ は図1と同様。両端以外の内部の円柱まわりに着目すると $s/d > 1$ のとき図7のようなものである。ある円柱背後の渦は下流側の円柱のために離れにくくなる。図の上下方向の乱れは両端から離れた渦によってなされるが 内部の円柱によって起こされる乱れは単一円柱に比べてはるかに小さい。

⑤ 格子状配列の場合 透過層内部は④(図7)の流れのパターンであり透過層両端とその外側に発生する乱れは③(図6)の流れのパターンである。つまり透過層内部とその外側の境界付近では 抵抗の効果が異なることが予想される。

(参考文献)

- 1) 田淵・滝川 “透過性構造物の流体抵抗について” 第25回 海峽論文集・1978

