

II-255 管路螺旋流の摩擦損失に関する実験

近畿大学理工学部 正員○江藤剛治

近畿大学理工学部 正員 竹原幸生

1. はじめに

古くから管路流の摩擦損失水頭に関する研究が数多く行なわれてきた。興味深い結果として、管路の壁面に縦溝が存在する場合、摩擦損失が滑面の場合に比べて減少する場合があることはよく知られている。また、管路水流中に高分子を混入することにより、摩擦損失水頭が減少する場合があることも知られている。今回、一つの試みとして管路内にスクリューを取り付け、流れに螺旋流を発生させたときの摩擦損失とレイノルズ数の関係について調べてみた。

2. 実験装置及び実験方法

実験に用いた装置の概略を図-1に示す。本装置は循環式の管路実験装置である。測定用管路には内径32mm、長さ2,576.5mmの透明アクリル管を用いた。流量の調節は、測定用管路下流端に取り付けられたバルブにより行なわれた。今回測定が行なわれた範囲での平均誤差は0.87%であった。

螺旋流を発生させるために市販の3枚羽根スクリューを取り付けた。図-2にスクリュー取付部の形状を示す。測定管の上流端のフランジ部にスクリュー設置用のプラスチック板を挿入し、スクリューを設置した。測定点1,2はそれぞれ上、下端の影響を避けるため管の直径の10倍、端部から離れた位置に設けた。測定区間の長さは1,936mmであった。

水頭差は、レイノルズ数 ($Re = U \cdot D / \nu$; U は流れ方向の断面平均流速) が10,000以上では鉛直に立てられたマノメーターにより測定した。 Re が10,000以下に対しては、水平面に対して30°傾斜した逆U字の差動圧力計を用いて測定した。マノメーターの液体としてベンゼン（比重0.882）を用いた。

実験ケースとしては、スクリューを付けない場合、スクリューの自由な回転を許す場合および、スクリューが固定されていて回転を許さない場合の3ケースについて実験を行なった。

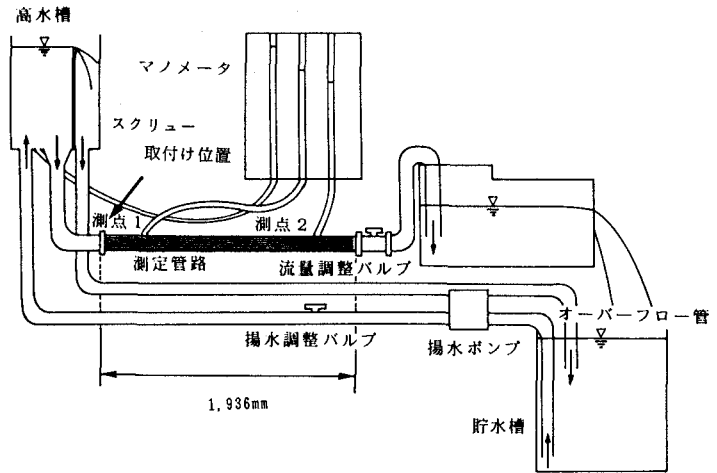


図-1 実験装置

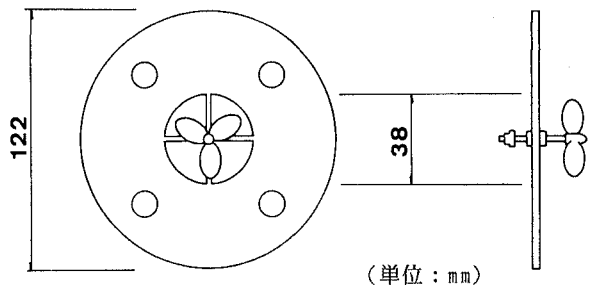


図-2 スクリュー取付け部

3, 実験結果

実験結果は Re と摩擦損失係数 f の関係で整理した。スクリーを付けていない場合のグラフを図-3, 自由回転スクリーの場合のグラフを図-4, 固定スクリーの場合のグラフを図-5に示す。図中の実線は層流における f と Re の関係($f = 64/Re$)と滑面乱流に対する f と Re の関係($f = 0.316/Re^{1/4}$)を示している。

1) $Re > 4,000$ (滑面乱流域)

摩擦損失水頭 f は滑面乱流の場合にはほぼ一致するが, 固定スクリーの場合がやや大きく, 滑面乱流の場合に対して平均5%大きな値をとる。逆に回転スクリーの場合は, 平均9.5%小さい値となる。

2) $1,200 < Re < 4,000$ (遷移域)

この領域においては通常の滑面管の場合, 層流から乱流への遷移域が現われる。回転スクリー, 固定スクリーを付けた場合ともに遷移域が現れない。

3) $700 < Re < 1,200$ (層流域)

f の値は固定スクリーを付けた場合が一番大きく, 平均5%程度層流の式から上方にシフトしている。また回転スクリーの場合, 層流域でも Re が800程度まで滑面乱流の式に従い, 最大で層流の式に対して40%も低下している。

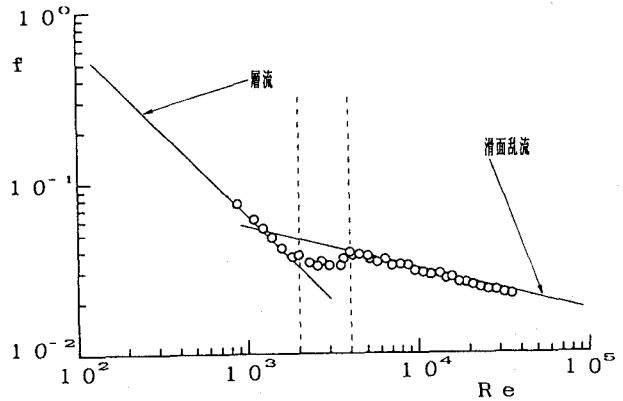


図-3 通常の管の摩擦損失係数

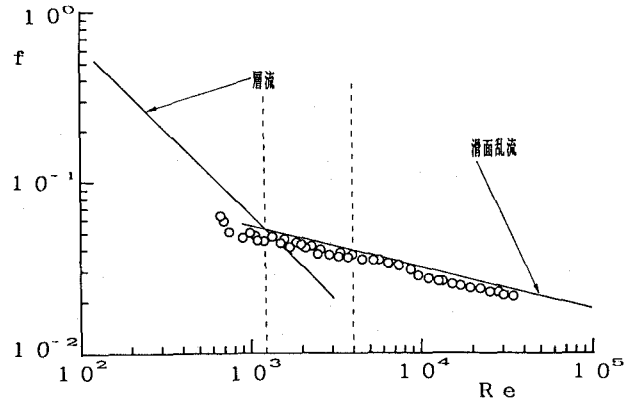


図-4 自由回転スクリーを付けた場合の摩擦損失係数

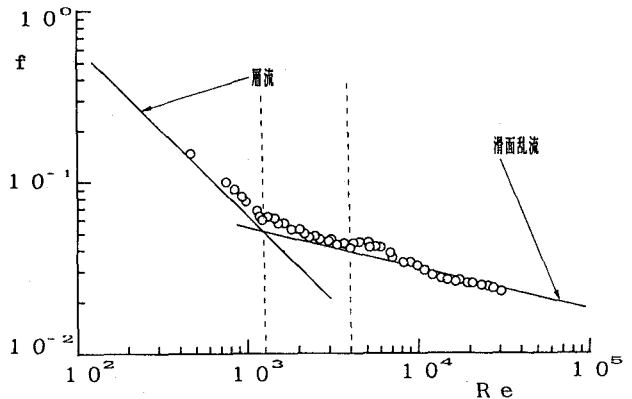


図-5 固定スクリーを付けた場合の摩擦損失係数