

開水路中央に設置された平板に作用する流体力

山口大学工学部 齊 藤 隆
山口大学工学部 羽田野 袈裟義
山口大学工学部 ○佐 藤 学
山口大学工学部 河 元 信 幸

平板に作用する流体力に関する研究は、流体力に関する基本的課題であるとの見地から多くの研究がなされ、多くの有用な知見が得られている。しかしながら、その大部分は無限に広い一様流れに置かれた平板に関するものであって、水路床、側壁、水表面の影響を受けるような平板に作用する流体力についての研究はほとんどみうけられない。

本研究は、水路巾の 1/8、1/4、1/2巾の平板を水路中央に設置し、平板に作用する流体力の合力を測定し、水素気泡法によって平板周辺の流れを可視化して、平均的流況と流体力との関連について若干の検討を行なったものである。

実験水路は巾40cm、深さ80cm、長さ 6m の鉄製水路で、下流 2m 部分の床面と片側壁は流れの可視化のためアクリライト張りとなっている。なお、下流から50cmの位置に水深調節用の角落しせきが設けられている。

平板は水路の上部に渡された2本の溝型鋼からなる支持梁に固定されていて、平板と水路床との隙間は最大 1mm以下になるように設置された。平板に作用する流体力の測定は、図-1に示すように、固定端近くの $\Delta l=10\text{cm}$ 隔てた2断面の裏表に張付けられた歪ゲージによって行なわれた。流体力の決定は水中にある平板面に均等に流体力が作用しているものとして行なわれた。

平板に作用する流体力 F に関する物理量としては、流体密度 ρ 、動粘性係数 ν 、重力の加速度 g 、水路巾 B 、平板の巾 b 、水深 H 、流速 U が考えられる。次元解析によって、上記物理量の関係は次式と書ける。

$$\frac{2F}{\rho AU^2} = C_D = f\left(\frac{Ub}{\nu}, \frac{U}{gH}, \frac{b}{B}, \frac{b}{H}\right)$$

図-2は、抗力係数 C_D を、 Fr 数ならびに相対平板巾 b/B をパラメーターとして、 R .数に対して描点したものである。図の抗力係数は平板の両端から放出される渦による流体力の変動を差引いた平均の流体力から求めた値である。図より、抗力係数に関するパラメーターの中で、抗力係数値の大きさに最も大きな影響をもつものは、水路巾に対する平板巾の大きさ b/B であることが明らかである。

図-1 流体力測定装置

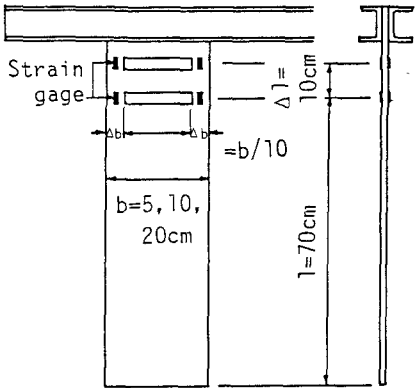


図-2 抗力係数と R .数の関係

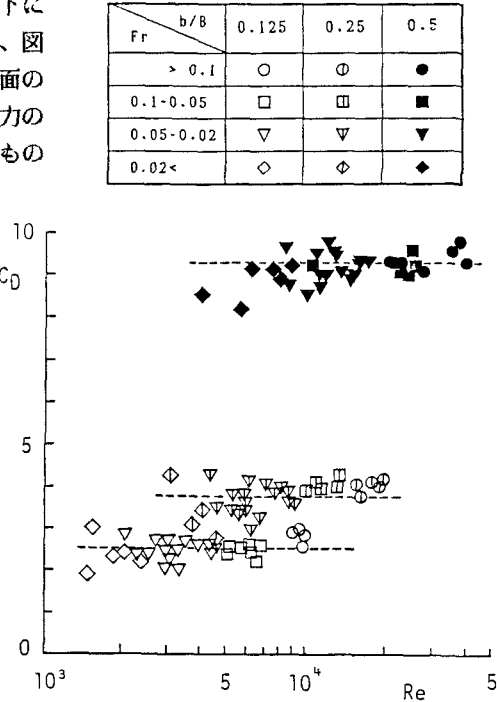


図-3は抗力係数の相対平板巾による変化を調べたものである。図中の○描点は各 b/B における実験値の平均値で、描点についている縦線の範囲が抗力係数値の散乱範囲である。 $b/B=0$ は無限に広い水路巾に平板が置かれている場合に相当し、水表面ならびに床面が存在するが、従来の無限広さの流れ場に置かれた無限長さの平板の抗力係数の値 $C_D=2$ に一致するものとして、実験結果の平均値の挙動を点線で示した。平均値を結んだ直線と $C_D=2$ との交点は $b/B=0.064$ である。したがって、 $b/B>0.064$ では平板の抗力係数は b/B によって指数関数的に大きくなっている。図中の点線を実験式として表わすと次のようになる。

$$C_D = \exp\left(\alpha + \beta \frac{b}{B}\right) \quad \alpha = 0.204 \quad \beta = 1.52 \quad \text{for } \frac{b}{B} > 0.064$$

図-4は、水素気泡法で流れを可視化した結果を図示したものである。平板下流部の流況を観察すると、かなり長い周期での大きな変動がみられたので、平均的な流況を知るため、適当な時間間隔で撮影した4~5枚の写真を中央で2分し、重ね合せて平均流速分布を求めて図示した。なお、図の基準長さは平板の半巾を用いている。

図中に破線で示した逆流領域の大きさは、 $b/B=0.125$ の場合は、平板半巾の約8倍であるが、 $b/B=0.25$ の場合は、平板半巾の約4倍と大きく違っているのが注目される。 b/B が大きい程、平板直下流部の逆流領域端部における横断方向の速度勾配が大きく、平板側方における流れが加速された度合が大きくなっている。このことから、平板背面における水位低下と平板前面における水位上昇量が b/B が大きいほど大きく、抗力係数の b/B による変化を定性的に説明出来る。

図-3 抗力係数と相対平板巾の関係

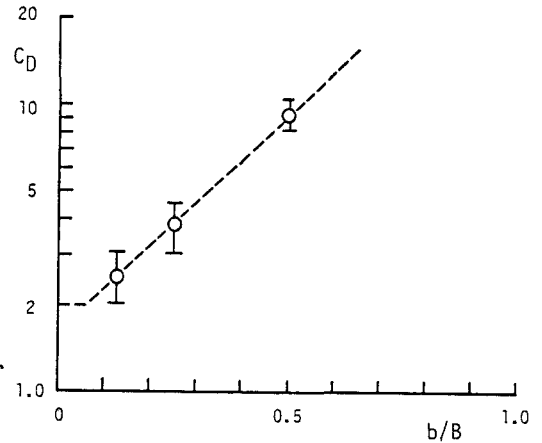


図-4 平板周辺の平均的流況

