

1. はしぎき 土木工学で扱う抗力を受ける物体は、境界面上に置かれている場合が多く、その抗力は、既往の研究のように、無限の広さをもつ一様速度場のそれにくらべて、i) 境界面、ii) 流速分布の存在に加えて iii) 形状が複雑なときは、既往の研究から推定することも難しい。本文は、形が単純でない物体の抗力も、流速が等しい微小投影面に作用する微小抗力の和であるとし、抗力係数 C_0 は、与えられた水理条件で、物体の大きさの範囲内では、流速の違いに拘らず一定である、として求めた抗力が、測定した抗力とどの様な関係にあるかを示して、以上の推定法の可能性を提示した。流れの背面側の部材については、前面側部材のしゃへい効果の評価に問題を残すが、工学的目的からは以上の推定法が有効であることを示す。

2. 抗力の特性 物体に作用する抗力は、摩擦抵抗と圧力抵抗の和である。しかし、 Re 数の大きいところでは、摩擦抵抗の割合は小さく、例えば円柱で、 Re が 10^4 付近で、全抵抗の 2% 以下とされているので、抗力は圧力抵抗から成立つとみてよい。

i) 境界面および物体の先端部をよめる流れの影響 境界面の影響は、長円柱のような細長い物体では、鏡像の概念で、円柱の中心面に 界面があるとみなせばよいとされているが、縦横比がほぼ等しい物体では、物体の大きさより流速分布が生じる領域が大きく、上述の取扱いはできず、境界面の存在は、流速の変化の効果として算定される。物体先端を廻り、物体の背後に鉛直に流れ込む流れの影響も、平板および円柱の既往の研究からみると、板および円柱の縦横比 h/L (h : 高さ, L : 幅), d/l (d : 直径, l : 円柱長さ) がそれぞれ 0.1 および 0.16 より小さくなるに従って、 C_0 が大きくなるが、逆に比が大きくなると C_0 が一定になることが示されている。広い流れの場での境界の圧力特性がある種の相似を保っているためと考えられるが、開水路で相対水深が小さく、物体によるせき上げ効果が顕著なときは、この影響は無視できないと考えられる。

ii) 流速分布の存在する影響 物体をよめる流れの流速が、境界層と主流部に分けて考えられるとし、境界層の厚さと δ 、その領域の流速を U 、主流の流速を U_0 、抗力を F とすると、抗力係数 C_0 は、

$$C_0 = F / \left(\frac{1}{2} \right) \rho U_0^2 A = f(U/U_0, \delta U/\nu, \text{物体の相対的大きさと示すパラメータ}) \quad (1)$$

と表される。流速 U/U_0 は、 $\delta U/\nu$ と結びつくので、物体をかりに円柱とし、その高さを h 、直径を d とすると

$$C_0 = f(U/U_0, h/\delta, d/\delta) \quad (2)$$

となる。谷口らの円柱の抗力の測定では、 $0.2 < h/\delta < 0.8$ の領域では、 C_0 は主として d/δ で、又、 $1.1 < h/\delta$ の領域では、 C_0 は h/δ で規定され、いずれも U/U_0 の影響は小さいとしている。先述のように、抗力が圧力抵抗によって決まるとしたとき、二次元的見方では、物体の前面と背面の圧力差で定まることになる。式(2)で流速の項より物体の大きさで示す項が有効なのは、物体の相対的大きさが背面の圧力を規定しているためと考えられる。一方、前面の圧力は、接近流速によって定まるものとしてよい。

以上のように、 C_0 は、流れと物体の大きさの関数であるが、物体を構成する部材の抗力の C_0 は、一様流れ中で得られた単一部材の C_0 を、物体の置かれている場の Re 数と与えることによって決まり、与えられた物体の大きさの範囲では、流速に独立して一定値をとると考えてよいだろう。その結果、物体の抗力は、

$$F = C_0 \left(\rho/2 \right) \int_0^L U^2(z/K) \cdot b(z/K) dz \quad (3)$$

として求められよう。ここに K は物体の高さ、 b は幅、 z は座標の高さである。

3. 半球の抗力係数 開水路床面に据えた半球の抗力を測定した。用いた測定器は、物体を据えたテーブルが抗力を受けて偏位すると、そこに生じる復元力を電氣的に計測するものである。測定に用いた半球の大きさは半径が 3.5 cm および 1.5 cm である。相対水深 h/K は 1.73 ~ 3.3、測定時の水路こう配は $1/1000 \sim 1/30$

