

テトラポッドの沈降状態と抗力係数について(2)

名城大学 正会員 伊藤政博・岩垣雄一

学生○三崎隆央・森 勇

日本テトラポッド(株) 正会員 根本建二・山本方人・半沢 稔

1. まえがき 消波ブロックの安定係数は、波に対する所要重量の算定に非常に重要な意味を持つ。この安定係数は、理論的誘導におけるいくつかの仮定の他に、消波ブロックに及ぼす各種の影響を含んでいる。つまりブロックに作用する波力は、Morison式によると抗力と慣性力からなるので、安定係数には、流体の定常流成分に関係する抗力係数や加速度による慣性力が含まれている。定常流成分による抗力は乱流の場合、流れに対してブロックの投影面積が一定でないので、抗力も当然変化すると考えられる。ブロックは比対称な3次元的な形であるので、状態によって抗力係数が異なることが予想される。安定係数に含まれる抗力係数が、ブロックの据え付け方(沈降状態)によってどのように変化するかは、ほとんどわかっていない。本研究では、先の伊藤ら¹⁾の報告結果に、さらに追加実験した結果を含めて検討するものである。

2. 実験方法 実験では、120cm×80cm 高さ200cmの水槽(沈降塔)を用いて、各種の比重(1.82, 2.30, 2.77, 3.40, 4.27)のテトラポッドを水面よりわずか下がった水中より静かに放し、定常沈降速度になった状態で、所定距離(50cm)を落下するに要する時間と沈降状態をビデオで撮影したデジタルタイマーで測定した。テトラポッドが同一投影面積で沈降するように、図-1のI・IIのようにビニールを付けた場合と、IIIのように何も付けない場合に分けた。測定は5回ずつ行った。

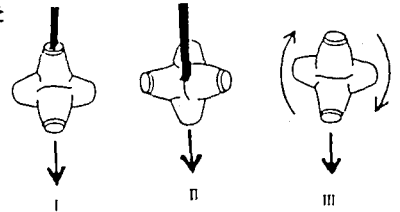


図-1 沈降状態

3. 実験結果 テトラポッドが沈降速度 u で水中を落下するとき抗力 F_D は、次のように表せる。

$$F_D = \frac{\rho}{2} C_D A u^2 \quad (1)$$

下向きの力、すなわち水中重量を F_w とすると、 $F_D = F_w$ であるから、抗力係数 C_D は、

$$C_D = \frac{2 F_w}{\rho A u^2} \quad (2)$$

ここに、ブロックの水中重量は、

$$F_w = V (w_r - w) \quad (3)$$

で表される。一方、抗力係数と密接に関係するレイノルズ数 Re は、次式で表される。

$$Re = \frac{u h}{\nu} \quad (4)$$

ここに、 ρ ; 水の密度、 w_r ; テトラポッドの単位体積重量、

w ; 水の単位体積重量、 A ; 沈降中のテトラポッドの投影面積、

u ; 沈降速度、 V ; テトラポッドの体積、 g ; 重力加速度、

h ; テトラポッドの高さ、 ν ; 流体の動粘性係数である。各種の

実験結果を式(2)と(4)の C_D と Re の関係で沈降状態による違いを調べるため I, II 及び III に分けて整理した。

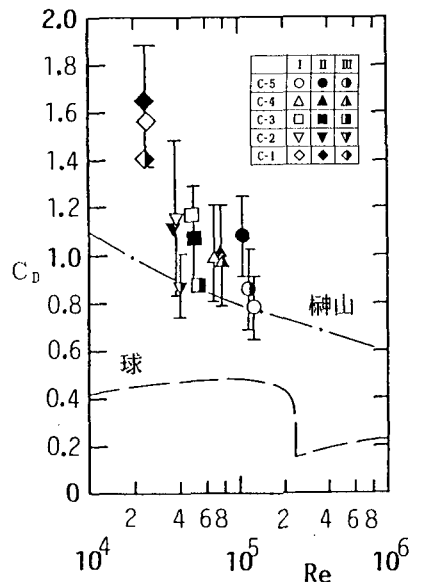


図-2 C_D 値が一定で比重が変化した場合の C_D と Re との関係 (Cブロック)

この整理に当たって、次のような方法でまとめた。

①比重が変化し、Hudson式を満足するブロック形状

図-2, 3

②ブロックの形状寸法が一定、Hudson式を満足する

ブロック形状 図-4

また、図中には、榊山ら²⁾が実験的に求めた比重2.30のテトラポッドとの $C_D \sim Re$ 関係が一点鎖線で併示してある。

さらに、球の関係も破線で示してある。

4. 考察 Hudson式中の K_D を、慣性力を無視して、抗力のみを対象にして調べると、結局、次のような関係で表される。

$$K_D \propto C_D^{-3} \quad (5)$$

つまり、Hudson式の K_D 値は C_D の-3乗に比例して変化することになる。すなわち、このことは、ブロックの形状寸法が変化した場合、抗力係数 C_D が一定でないと、 K_D も変化することになる。このような立場で、図-2および3を見る。

いずれもブロックの比重が変化しても、Hudson式を満足するブロック形状(重量)であるが、C-5, D-5(比重 1.82)→C-1, D-1(比重 4.27)と、比重が重くなるにつれて、 C_D が大きくなる傾向がみられる。このことは、実験条件の範囲に限ってみると、同じ設計波高でも、比重を重くして形状寸法を小さくすると、 K_D 値が相対的に小さくなる傾向にあるといえよう。

次に、ブロックの形状寸法が一定で、比重が変化した場合についてまとめた図-4から、 C_D の変化は見られない。また、図-2~4から沈降状態I, II及びIIIによる C_D の定性的な違いは見られない。しかし、同じ沈降状態でも C_D のばらつきが非常に大きいことがわかる。このことは、実験に基づいて K_D を求める際、このばらつきと大きく関連することを暗示しているといえよう。

【参考文献】

1)伊藤政博 他 テトラポッドの沈降状態と抗力係数について(1), 土木学会中部支部研究発表会講演概要集; pp268~269, 1990.

2)榊山・鹿島: 消波ブロックに作用する波力に関する実験スケール効果, 海岸工学論文集, 第36巻; pp. 653~657, 1989.

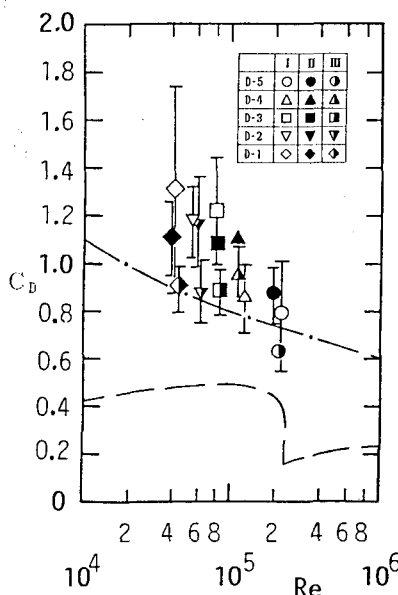


図-3 K_D 値が一定で比重が変化した場合の C_D と Re との関係(Dブロック)

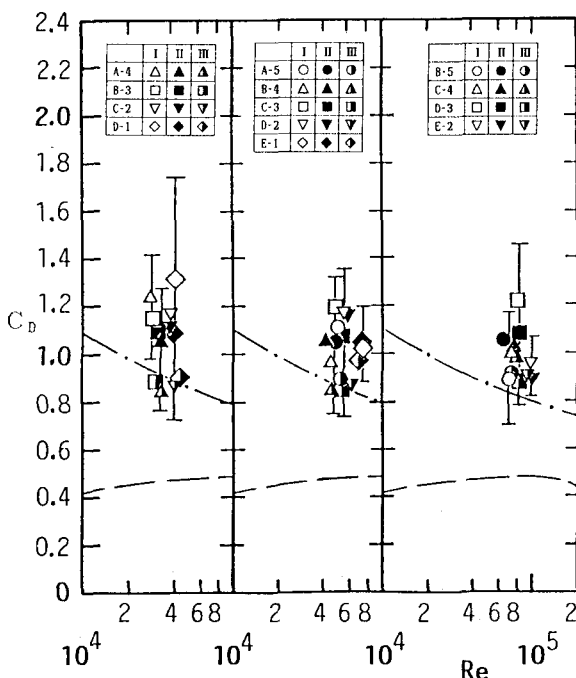


図-4 テトラポッドの形が一定で比重が変化した場合の C_D と Re との関係