

長野高専 正会員 渡利 友雄

1 はじめに

異形ブロックが河川の護岸、水利に用いられるとき具備すべき性質の一つとして、流れに対する安定性がある。そこで本研究は異形ブロックのうち、テトラポッドと六角ブロックについて、特に基礎的研究として単体の安定性を、流速、水路こう配、レイノルズ数、などの諸条件について実験を中心に各ブロックを比較してみたいのである。

2 理論的考察

本研究では形状の多種ある異形ブロックの安定性をいかに表現するかが問題となるが流水によって物体がうける力と、その物体の形状の係数(抗力係数)との関係式は既に次式により明らかにされている。

$$F = C_f \cdot A \cdot \frac{\rho_s \cdot V^2}{2} \quad \text{ここで} \quad F = \text{物体がうける力} \quad C_f = \text{抗力係数}$$

$$A = \text{流れ方向に物体と射影した面積} \quad V = \text{流れの平均流速}$$

$$\rho_s = \text{流水の単位体積重量}$$

しかしながらこのような形について抗力係数の値を実験的に求めることができる。しかし上式は物体の重量に関する項がAで代表されており安定性の重大要素である重量を考慮することができないのでここにG. R. Alger & D. B. Simonasの論文から物体を球体として解析する方法を用いてみた。

3 解析方法

3-1 ブロックを水路床においた場合(図-1)

ブロックを球体と仮定して釣合いの条件より次式を得る。

$$C_f = \frac{4\mu d_n}{3V^2} \left(\frac{d_n}{d_A} \right)^2 \left(\frac{\rho_s - \rho_f}{\rho_f} \right) \cdot g \quad \text{----- (1)}$$

ここで μ = ブロックと水路床間の摩擦係数

d_n = ブロックを球体と仮定したときの直径

d_A = ブロックと同じ表面積をもつ球体の直径

ρ_s = ブロックの単位体積重量

この場合 Reynolds number は $Re = d_n V / \nu$ とする。

3-2 ブロックを水中に吊った場合(図-2)

ブロックを水中に吊ったときの C_f を次のように考えた。

$$C_f = \frac{4}{3} \cdot \frac{\delta}{L} \cdot \frac{(\rho_s - \rho_f)}{\rho_f} \left(\frac{d_n}{d_A} \right)^2 \frac{d_n}{V^2} \cdot g \quad \text{----- (2)}$$

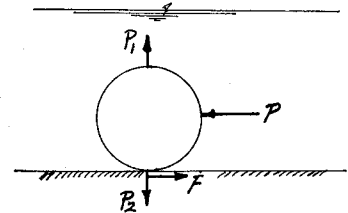


図-1

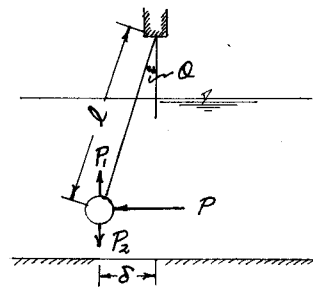


図-2

このように異形ブロックを球体と仮定すればある程度理論的になるので、球体と仮定するときの相関性が明らかにあればある程度理論化するとと思われる。また物体を流水中においたとき物理量として考えられる、物体に作用する力(P)、物体の特性長さ(例えば高さなど)(D) 水深(L) 流水の密度(ρ_f) 水の動粘性係数(ν) 流速(V) などを取りあげ、共通の物理量をD, V, ρ_f の3

として元先で解析することにより無次元量は C_f , Re , h/D , となつたので縦軸に C_f , 横軸に Re とし h/D をパラメーターとして整理することにした。

4 実験の概要

実験に用いたブロッフはいづれも2本型 $\sqrt{25}$ の模型であり、水路は巾 0.4 m 、長さ 1 m 、鋼製両側面ガラス覆りの可傾斜水路である。

4-1 水路床にブロッフを置いた場合

水路床におく場合には必要な摩擦係数は、 $F = \mu W$ より予め5回の測定値平均で求めておいた。流速の測定はブロッフの直上流に設置されたトマンジスター式小型流速計をデジタルカウンタに連絡し、各こう配ごとに流量を増加させブロッフが移動しはじめた瞬間の流速を測定し、これを安定限界流速とした。なおこの状態における水深と流量（直角三角ばき）を測定し、流速 A を求め $V = Q/A$ より平均流速を算出して(1)式の V とした。なおテトラポッドは方向性があるので図-3のようにこれを A , B とした。



図-3

4-2 水中にブロッフを吊った場合

水路中に底から $1 \sim 2\text{ cm}$ はなしてブロッフを糸で吊りその上流側に流速計を設置し、流量を15%、20%、30%、40%、の水を、水路こう配0、 $1/1000$ 、 $1/500$ 、毎に流しその流速を測定した。一方水路の側壁に貼ったスケールにより図-2における δ をよみとつた。以上の測定結果を用い(1)(2)式で整理したものが、図-4~7である。

5 まとめ

各ブロッフの C_f は測定上のミスと思われる殊値を除いて平均するとテトラポッドは 0.5 であり、大脚ブロッフは 0.66 となり安定性はテトラポッドが大きいことを示した。また吊った場合は置いた場合より同じ Re で C_f 値が大きくなったが実験上工夫すべき点があるので考慮程度にしたい。 C_f と Re 数との関連については、傾向として大脚ブロッフよりテトラポッドの方が Re の変化影響をうけていないことが分った。 C_f 値そのもののについては実験操作の未熟、実験装置の不備などから確信は得られなかったが両ブロッフの安定性の比較はほぼできたと思う。

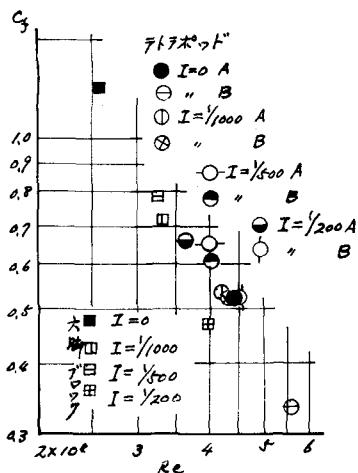


図-4 水路床においたとき

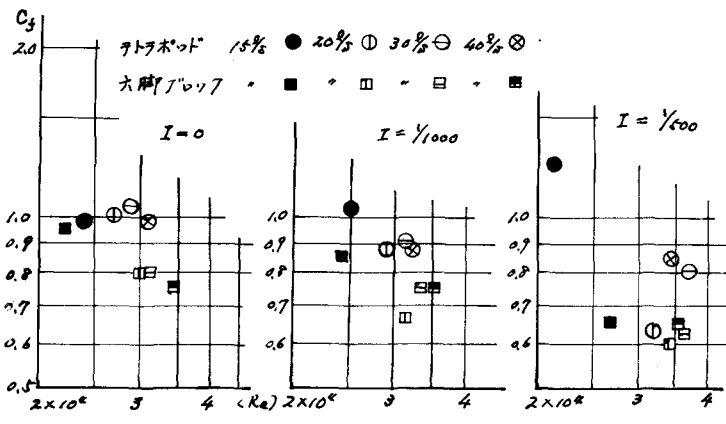


図-5 水中に吊ったとき

図-6