

○武蔵工業大学 学生員 西谷 典之
 武蔵工業大学 正会員 長岡 裕
 武蔵工業大学 正会員 田中 厚至
 武蔵工業大学 学生員 重松 彰人

1. はじめに

河川護岸の洪水時安定性照査には、その形の抗力係数、揚力係数が必要である。物体を囲む検査領域境界の流速分布から抗力係数を計算することにより、既に施工された河川構造物の抗力係数の測定が可能であると考えられる。

本研究では現地河川において転石の抗力係数を測定した James¹⁾にならい、多摩川にて電磁流速計を用いて角柱、円柱および蛇かご前後の流速を測定し、現地河川での抗力係数測定方法の検討を行なった。

2. 抗力の算定方法

図1に流速の測定断面を示す。

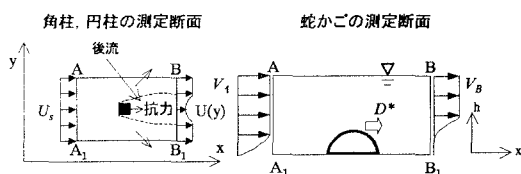


図1 流速の測定断面

抗力は物体の後流における運動量損失から定義され、後流を横切る断面の流速を測定することにより得られる。運動量保存則により検査面を通る全運動量束は物体に働く抗力に等しく、二次元流れでは式(1)になる。

$$D = \rho_w \int_{-\infty}^{\infty} u(U_s - u)dy \cdots (1)$$

ここに、 D : 抗力, ρ_w : 水の密度, U_s : 接近流速, u : 流速, y : 横断方向の距離である。

式(1)適用の条件として、接近流速は横断方向に一様であり、各検査面で水面高さは一定であり、

鉛直方向の流速はなく、物体は水深方向に十分に長い(実質二次元の流れである)ことが挙げられる。

蛇かごにおいては、運動量束検査領域内の鉛直方向流速をゼロと仮定し、流量の損失はなく、二次元流れでは式(2)になる。

$$D^* = \rho_w \int_0^h V_A^2 dy - \rho_w \int_0^h V_B^2 dy \cdots (2)$$

ここに、 D^* : 単位幅あたりの抗力, ρ_w : 水の密度, V_A : 接近流速, V_B : 蛇かご背後の流速, y : 横断方向の距離である。

3. 実験装置および実験方法

抗力係数の測定は、多摩川(河口から約16.2km地点)にて行った。流速は電磁流速計により30秒間測定した。測定した物体は、直径32cm、高さ46cmの円柱、流れ方向(縦)に40cm、横断方向(横)に43cm、高さ90cmの角柱、および直径25cm、長さ200cmの蛇かごである。円柱および角柱の測量線位置を図2に示す。

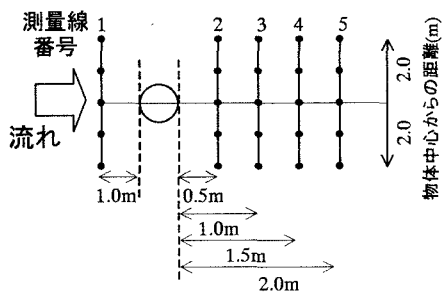


図2 円柱および角柱の測量線位置(平面図)

測量線は5列とり、物体上流1m地点に1列(測量線1)、物体の下流端から50cm間隔で4列(測量線2~5)とった。横断方向の測量線長さは2mで

キーワード: 抗力係数, 流速測定, 現地河川

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL 03-3703-3111 FAX 03-5707-2186

あり、横断方向に 10cm 間隔で水面付近の流速を測定した。図 3 に蛇かごの測量線位置を示す。

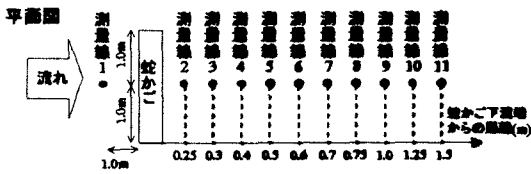


図 3 蛇かごの測量線位置(平面図)

測量線は 11 列とり、蛇かご上流 1m 地点に 1 列(測量線 1)、蛇かごの下流側に 10 列(測量線 2～11)とった。蛇かごの中心点において、河床からの高さ 11cm から 2cm 間隔で 43cm まで測定した。

4. 実験結果および考察

図 4 に角柱の抗力係数、図 5 に円柱の抗力係数、図 6 に蛇かごの抗力係数を示す。角柱および円柱は式(1)の接近流速 U_1 に、測量線 1 の平均流速、各測量線の両端平均流速、および後流による流速減少領域の両端平均流速を用いた。抗力係数算出は、主流流速に測量線 1 の水面付近流速を用いた。

角柱の抗力係数 α は 1.0～1.5 程度、円柱の抗力係数 β は 0.6 程度の値が報告されている。本実験の結果も、報告されている抗力係数に近い値が得られたと考えられる。本実験において角柱は距離 1.5m において抗力係数が約 1.4 に、円柱は距離 0.6m において抗力係数が約 0.7 になり、それぞれ物体長さの 2～4 倍程度下流における流速を測定する事が望ましいと考えられる。また接近流速 U_1 には、各測量線の両端平均流速および流速減少領域の両端平均流速を用いることが望ましいと考えられる。

角柱および円柱では接近流速 U_1 に測量線 1 の平均流速を用いると、抗力係数が他の流速を用いた時に比べて小さくなった。これは河川の流れが、下流になるにつれて流速が大きくなっていったためであると考えられる。

蛇かごは風洞を用いてモデル実験を行ったところ、抗力係数は 0.54 であったが、その値に最も近づいたのは蛇かごからの距離が 30cm ($C_D=0.6$) および 50cm ($C_D=0.4$) 地点である。

物体からの距離が長くなるにつれて抗力係数は

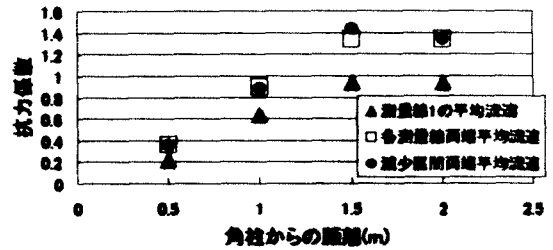


図 4 角柱の抗力係数

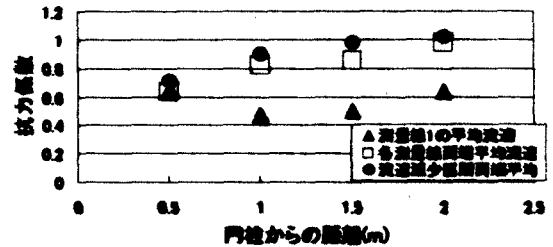


図 5 円柱の抗力係数



図 6 蛇かごの抗力係数

大きくなる傾向がみられた。これは距離が長くなると物体だけでなく、河床の転石の抗力も測定するためであると考えられる。さらに物体の近傍では後流の影響により流れが乱れ、二次元流れの仮定に反するために抗力係数算出は困難であると考えられる。

5. まとめ

角柱や円柱においては、測量線を物体長さの約 2～4 倍の位置に設定することが望ましい。蛇かごは抗力係数が安定していないために、測定方法等を検討する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) James C. Bathurst: Field Measurement of Boulder Flow Drag, Journal of Hydraulic Engineering, March 1996
- 2) 吉田正邦, 本郷剛: 大スパンドーム屋根に作用する風圧力に関する風洞実験, 鹿島建設技術研究所年報第 33 号, 1985 年 6 月