

洪水流中に設置された円柱に作用する流体力特性

防衛大学校建設環境工学科

○青木卓也

防衛大学校建設環境工学科

正会員

林建二郎

1. 目的

本研究は、洪水流中の樹木に作用する流体力特性を明らかにすることを目的として、開水路中の射流およびダム決壊に伴う段波流れにおかれた鉛直円柱に作用する流体力の計測を試みたものである。

2. 実験方法

実験には、長さ 20m、幅 0.5m、高さ 0.4m の開水路を使用した。流れ方向を X 軸の正、南方横断方向を Y 軸の正、床から鉛直上方向を Z 軸の正とする。三分力計（日章電機株、容量 2Kgf、固有振動数 $f_n=50\text{Hz}$ ）を用いて、開水路中央側線上に鉛直設置された直径 $D=1\text{cm}$ と 3cm の円柱に作用する流体力の流れ方向成分 F_x 、Y 方向成分 F_y 、Z 方向成分 F_z を計測した。水位の計測には、超音波水位計を使用した。

流速の計測には、2 成分レーザ-流速計を使用した。実験装置の概略を図-1 と図-2 に示す。

開水路に Fr 数が $0.3 \sim 2.5$ の流れと、ダム決壊に伴う段波流れを発生させた。

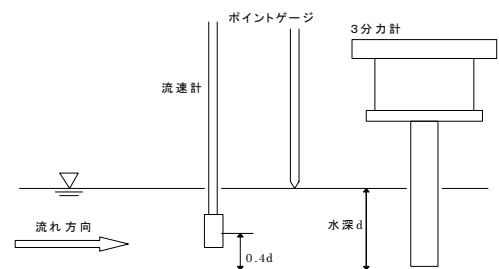


図-1 実験装置図

3. 結果および考察

1) 開水路定常流中に置かれた円柱の抗力係数

Fr 数および抗力係数を (1) 式、(2) 式で示す。

$$Fr = Um / (gd)^{0.5} \quad (1)$$

$$Cd = 2Fx / (\rho g d U m^2) \quad (2)$$

式中、 Um =水深方向平均流速、 d =水深である。

開水路の定常流れ中に置かれた鉛直円柱の抗力係数 Cd と Fr 数の関係を d/D をパラメーターとして図-3 に示す。図中には、Hsieh T (1964) の実験結果を d/D をパラメーターとして実線で示す。 Fr が 0.5 から 0.7 付近までは、 Cd は Fr 数の増加に伴い増加し、 Fr =約 0.7 付近でピーク値を示している。このピーク値は d/D の減少に伴い大きくなっている。その後 Fr 数の増加に伴い Cd は減少し、射流の領域では $Cd < 1$ となっている。

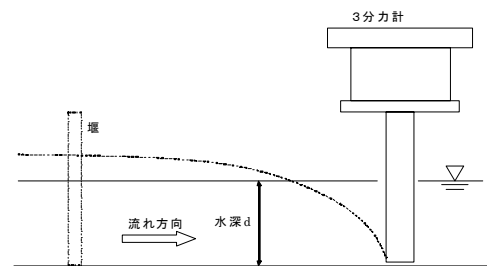


図-2 洪水実験図

2) 開水路定常流中に置かれた円柱の抗力係数

ダム決壊に伴う段波流れに置かれた円柱に作用する流体力 F_x 、流速 U 、水位 d の時間変化例を図-4 に示す。これら数値より求めた Cd と Fr 数、および水位 d の時間変化例を図-5 に示す。

F_x は段波衝突直後に急激に増加、水位 d の最大時付近でその最大値を示し、その後は、徐々に減少し定常時の値となっている。 Fr 数は衝突直後に大きな値を示すが、

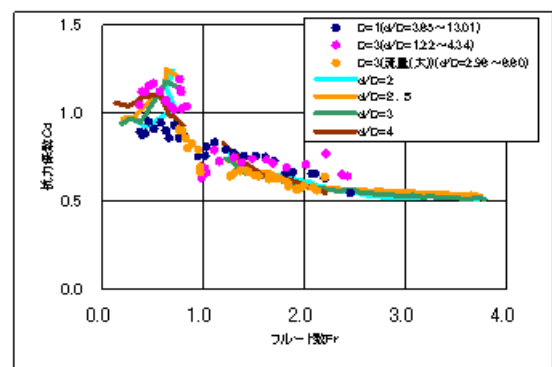


図-3 抗力係数 Cd と Fr 数との関係

キーワード 洪水流 抗力係数 Fr 数 段波 流体力

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL 046-841-3810

その後は急激に減少し定常時の値となっている。Cd は衝突直後の Cd は小さく、水位 d の上昇に伴い徐々に増加し、d の減少に伴い減少し、定常時の値となっている。

ダム決壊に伴う段波流れに置かれた円柱の Cd と Fr 数の関係を図-6 に示す。図中には、 $d/D=3$ 約 3 の定常流中に置かれた円柱の Cd と Fr 数の関係を赤丸しるしで示す。両者の一致は良好である。

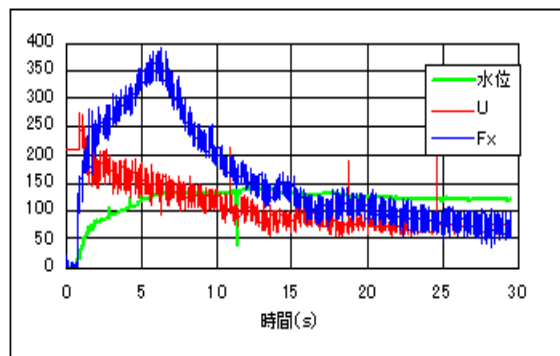


図-4 流体力 F_x 、流速 U 、水位 d の時間変化

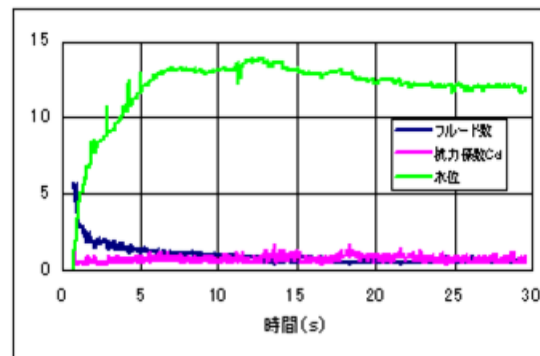


図-5 抗力係数 C_d 、Fr 数、水位 d の時間変化

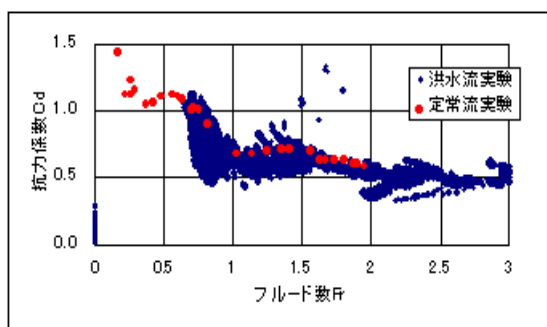


図-6 抗力係数 C_d と Fr 数との関係

参考文献

- 1) Hsieh T (1964) : Resistance of cylindrical piers in open-channel flow , ASCE, Vol.90, No. HY1, pp. 447-465.