

水平没水円柱周りの圧力分布について

大同工業大学大学院 学生員 ○山本 純悟

大同工業大学 学生員 中山 貴士

大同工業大学 正員 久保田 稔

1. はじめに 今回著者らは、せん断流れ場で円柱と路床との距離 e を数種類変化させて水平没水円柱周りと路床上との時間平均圧力分布を求めたので報告する。

2. 実験方法 幅50 cm、高さ50 cm、長さ25 mの可変勾配実験水路内に図-1の亚克力台を挿入し、水路上から吊り下げた直径 $D=3$ cmの亚克力製円柱を流れに対して直角に、また路床に対して水平に設置した。なおこの円柱に直径 $\phi=$

0.8 mmの受圧孔をあけ、さらに受圧孔を360度回転できるように加工してあり、円柱と路床との距離 e を0~6 cmまで8種類変えた。各 e/D に対して円柱を10度づつ回転させ、円柱表面圧力と参照圧力測定孔(円柱中心より前方51.5 cm、直径 $\phi=0.8$ mm)から得た圧力との差を微差圧力測定機(validyne DP103)で時間平均圧力分布を測定した。路床上の時間平均圧力分布の測定手法も円柱の場合と同様であり、測定測線は(図-1参照)水路中心部およびその両側3 cmの3測線であり、合計60箇所を測定点とした。なおレイノルズ数

UD/ν は全ての実験に対して約 1.2×10^4 であった。

3. 圧力係数の算定 微差圧力測定機からの出力電圧をシグナルアナライザ(岩通 SM-2100)に入力して平均出力電圧を求めた。図-2は出力電圧と差圧とのキャリブレーションである。キャリブレーションは、自由水面を共有する貯水槽を中心部で分割し、それぞれの水槽から $\phi=6$ mmのビニールパイプを受感部に接続した。その後、水位差を1 mmづつ5 mmまで増加させ、各水位差での出力電圧を測定した後、次に水位差を減少させて測定をした。図-2からトレンド、ヒステリシス等はないと考えられる。圧力係数については、参照圧力を用いて微差圧を求めた後に、前方よどみ点の圧力を基準圧力とした。つまり圧力係数は、 $C_p = (p - p_0) / 0.5 \rho U_0^2$

である。ここで、 U_0 は断面平均流速、 p は路床あるいは円柱表面の測定圧力、 p_0 は前方よどみ点(0度)の基準圧力、 ρ は密度である。

4. 実験結果ならびに考察 図-3は $e/D=2.0$ の圧力分布である。同図より、路床上の圧力分布は、円柱直下でわずかに減少傾向を示しているものの、ほぼ一定と考えられる。さらに円柱周りの圧力分布に関しては、円柱表面から外側をマイナス軸としており、円柱上下で対称な分布形状となっている。一様せん断流中の円柱表面圧力分布の非対称性は、①前方よどみ点がせん断流の高速側にずれ、かつ、前方よどみ点の圧力係数が1.0以上になるいわゆる変位効果によるもの、②前方よどみ点を通過する対称軸に対して主流の速度こう配が圧力分布を非対称にする効果、の2つの事柄が原因と報告されている。ところで、図-3の対称な圧力分布形より、 $e/D=2.0$ の場合には、円柱の圧力分布は路床からの影響

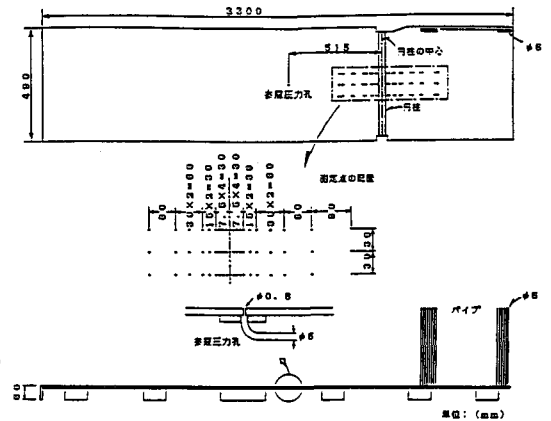


図-1 路床圧力測定孔の配置図

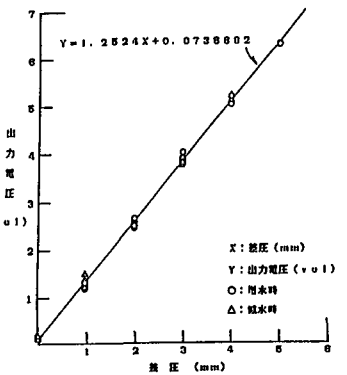


図-2 出力電圧と水位差との関係

をほぼ受けないと推察できる。図-4は $e/D = 0.1$ の場合の非対称な円柱周りの圧力分布であり、路床上の圧力は円柱前面より大きな変化（せき止め効果や縮流による影響など）を示している。ここで、非対称性を検討する方法として、

高速度側および低速度側の最小圧力点の発生位置を前方よみ点からの角度で図-5に表わす。同図より、低速度側の最小圧力点 $C_{P\min}$ は $e/D < 1.0$ の領域で e/D の減少とともに下流側へ移行しており、円柱と路床との相互干渉を示唆している。一方、測定間隔が10度おきである為か高速度側の最小圧力点 $C_{P\min}$ の位置は一定である。なお剥離点に関しては、乱流境界層中で円柱を壁面近くに挿入すると、高速度側の剥離点は上流側へ移動し、低速度側の剥離点は下流側に移動すると報告されている。図-5は、このような剥離点の移動が起きていることを示唆するものと考えられる。図-6は、著者らが求めた揚力係数と他の研究者の揚力係数であり、同図より、著者らの揚力係数は、他の値よりは若干低めではあるが同様な傾向を示しており、さらに $e/D = 1.0$ では極めて小さな値である。

5. おわりに 今回円柱周りと路床上の時間平均圧力分布を測定し、 $e/D < 1.0$ の場合においては、円柱周りの分布形状に非対称性がみられる。一方、 $e/D \geq 1.0$ になると円柱周りの分布形状は、ほぼ上下対称となり路床からの影響をほぼ受けないと考えられる。なお講演時には、円柱の抗力係数および路床上の圧力分布についてさらに詳しく述べる予定である。

参考文献 1) 亀本 喬司, 小田 曜作, 相沢 政宏; 平面壁近傍にある鈍い形状物体まわりの流れ特性, 日本機械学会論文集(B編) 49巻 448号, pp. 2929-2936, 昭和58年。

2) BAGNOLD, R. A.; Fluid forces on a body in shear-flow: Experimental use of stationary flow, Proc. R. Soc. London Ser. A, 340, pp. 147-171, 1974.

3) YEE-MENG CHIEW; Flow around horizontal circular cylinder in shallow flows, J. Waterway, Port, Coastal, and Ocean engineering, vol. 117, no. 2, pp. 120-135, 1991.

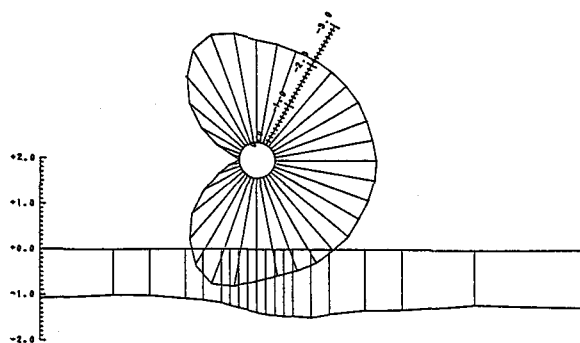


図-3 $e/D = 2.0$

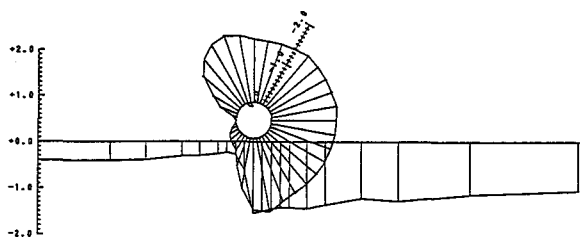


図-4 $e/D = 0.1$

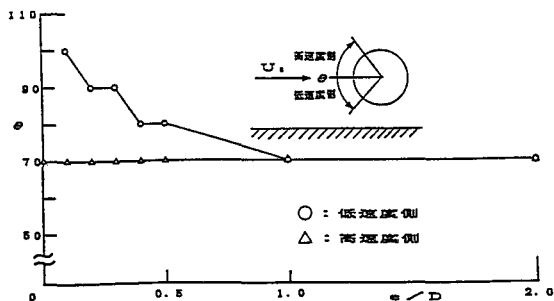


図-5 最小圧力点の発生位置

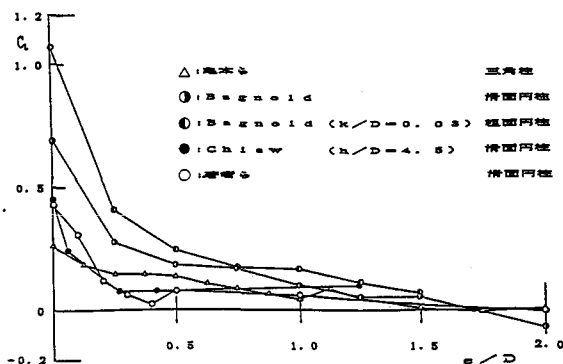


図-6 揚力係数