

II-63

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
建設省中部地方建設局 正 員 九津見 生哲
大同工業大学 正 員 久保田 稔

1. はじめに 今回著者らは、せん断流れ場において円柱と路床との距離 e を数種類変化させ、水平没水円柱周りおよび路床上の時間平均圧力を求めたので報告する。

2. 実験方法 幅50 cm、高さ50 cmおよび長さ25 mの可変勾配実験水路内に、図-1のアクリル台を路床圧力測定用として挿入し、また水路上部から吊り下げた直径 $D=3$ cmのアクリル製円柱を流れに対して直角に、路床に対して平行に設置した。

なおこの円柱には直径 $\phi=0.8$ 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を施した。この円柱と路床との距離 e を0~6 cmまで8種類変え、各 e/D に対して円柱を10度ずつ回転させ、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 DP 103)を用いて時間平均圧力を測定した。路床上の時間平均圧力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 $U_0 D/\nu$ は全ての実験に対して $3.1 \times 10^3 \sim 3.2 \times 10^3$ の範囲であった。

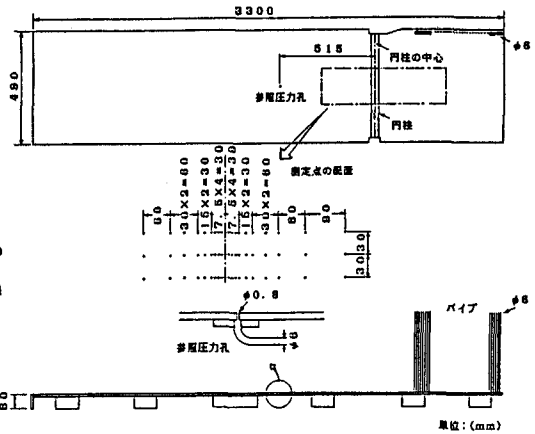


図-1 路床圧力測定孔の配置図

3. 実験結果ならびに考察 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。また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、円柱前方よどみ点の圧力を基準圧力とした。つまり圧力係数 C_p 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 は円柱前方よどみ点(0度)の基準圧力、 ρ は流体の密度である。

図-2は、測定を行った全ての e/D に対する路床上の圧力分布である。同図より、測定最上流側での路床圧力は e/D の増加と共に系統的に減少しており、また測定最下流側での圧力もほぼ系統的に変化を示している。さてここで、円柱が路床に近づいた場合の例として $e/D=0.1$ の圧力分布を見てみると、圧力は円柱前面附近で若干上昇傾向を示した後に、急激に大きく減少している。なおこの傾向は、 $e/D=0.5$ まで観察される。一方 $e/D \geq 1.0$ の場合には、圧力は円柱前面附近から緩やかに減少しており、 e/D の値の大小によって、路床上の圧力係数の減少傾向が異なっている。

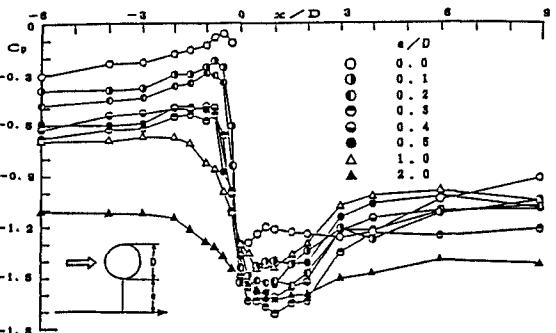


図-2 路床上の圧力分布

図-3は、 $e/D=2.0$ および 0.1 の場合での圧力分布であり、同図中の円柱表面の圧力は外側をマイナス軸としている。同図より、 $e/D=2.0$ の場合、圧力分布は、円柱上下でほぼ対称な分布形状である。一方 $e/D=0.1$ の場合、円柱周りの圧力分布は明らかに上下非対称であり、最小圧力点（黒丸）の発生位置も円柱上下で異なっている。ここで、円柱周りの圧力分布の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-4に表わす。同図より、高速度側の最小圧力点の位置は測定間隔が 10 度おきであるが一定であるが、低速度側の最小圧力点は $e/D<1.0$ 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。なお剥離点の移動に関しては、乱流境界層中で円柱を壁面近くに入入すると、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おり、図-4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。

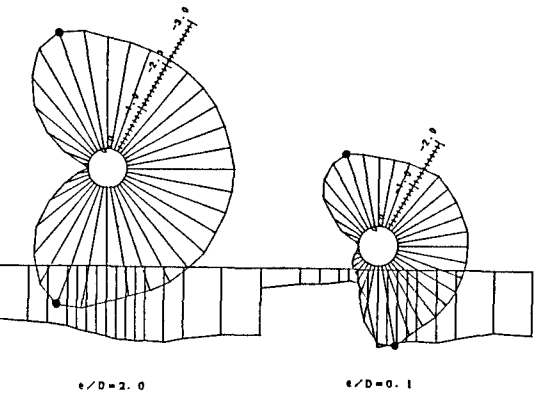


図-3 圧力分布

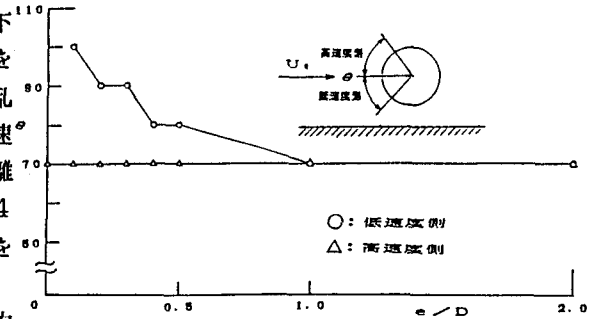


図-4 最小圧力点の発生位置

図-5, 6は、円柱周りの圧力より求めた揚力係数ならびに抗力係数であり、両図には、他の研究者の値も図示してある。まず図-5より、著者らの揚力係数は、秤を用いて測定したBagnoldの値を除けば他の値とほぼ同程度の値であり、 e/D の減少と共に増加する傾向を示している。なお、図-6の抗力係数に関しても著者らの値は、他の研究者とほぼ同程度の値であり、抗力係数は、路床近くで e/D の増加と共にわずかに減少した後、緩やかに増加する傾向である。

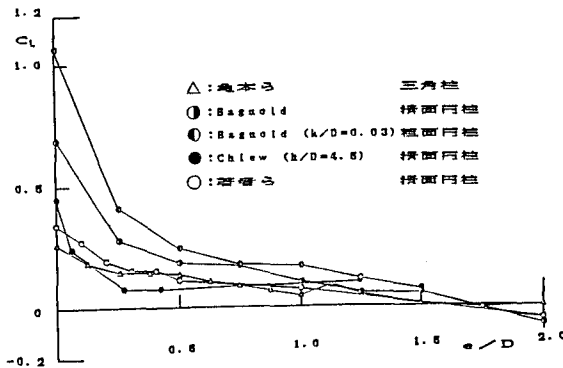


図-5 揚力係数

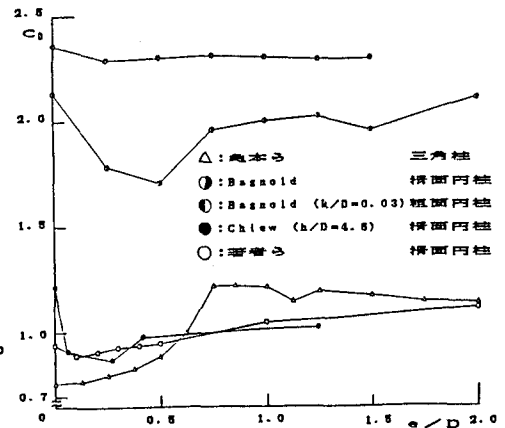


図-6 抗力係数

4. おわりに 円柱周りと路床上の圧力分布が精度良く求まり、 e/D と各圧力分布との特徴について検討した。なお講演時には、 e/D とストローハル数との関係についても述べる予定である。