

II-314

路床近くに設置した円柱表面の圧力変動

大同工業大学

福井高専

大同工業大学大学院

正 員 ○久保田 稔

正 員 前島 正彦

学生員 高須 悟

1. はじめに 円柱に作用する変動流体力を検討する一助として、円柱後方に発生するカルマン渦の周期と円柱表面圧力との関係を検討している。本実験ではまず第一ステップとして、図-1の様に、円柱上方（ $\theta = 90^\circ$ ）6mmの位置に電磁流速計を設置して、円柱と路床間の距離を数種類変え円柱周りの変動圧力と速度変動とを同時に測定し、その後、測定結果をスペクトル解析している。

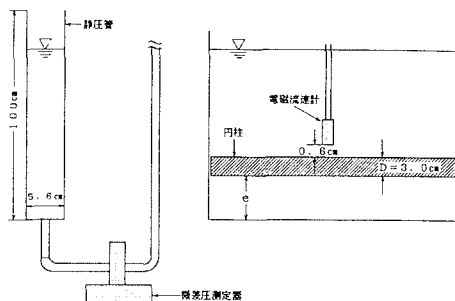


図-1 実験方法

2. 実験方法 円柱表面の変動圧力測定に関しては、円柱（ $D = 3 \text{ cm}$ ）と路床間の距離（ e ）を $e/D = 1.0, 0.4, 0.3$ と3種類変え、各 e/D について円柱周りを 10° 間隔に測定を行った。対象点での変動圧力の測定に際しては、対象点での圧力とアクリル製静圧管（外径 $\phi = 5.6 \text{ cm}$ 、長さ 1 m ）からの圧力とを微差圧測定器（Validyne DP103）で測定して、変動速度と共にデータレコーダ（SONY MODEL DFR-3415）に入力した後、A/Dコンバータで $\Delta t = 0.1$ 秒間隔で1測点につき約1万個のデータをサンプリングしている。

3. 円柱周りの圧力の変動強度 円柱周りの圧力の変動強度の分布について、五十嵐ら¹⁾は、直径 $D = 4 \text{ cm}$ の直立円柱を用いた風洞実験で、変動強度は前方よどみ点（ $\theta = 0^\circ$ ）で小さく、 $\theta = \pm 80^\circ$ 付近と $\pm 150^\circ$ 付近に最大値が存在する分布形状を報告している。

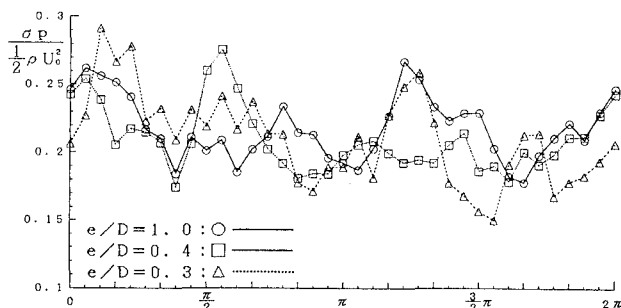


図-2 無次元変動強度の分布形状

図-2は、円柱周りの圧力の変動強度（標準偏差） σ_p を断面平均流速 U_0 で無次元化した σ_{p*} （ $= \sigma_p / 0.5 \rho U_0^2$ ）と角度である。各角度での σ_{p*} は相当にばらついていたので、同図の σ_{p*} は3項移動平均値である。同図の σ_{p*} はまだばらついてはいるが、平均的に概観すると、 σ_{p*} の分布形状は e/D に余り依存せず、 $\theta = 0^\circ$ から $\theta = \pm 70^\circ$ 付近まで σ_{p*} が漸減し、その後一旦微増した後、 $\theta = 180^\circ$ 付近で最小値となっている。この実験結果は五十嵐らの測定結果と大いに傾向を異にしている。この差異の原因については今後詳細に検討する必要がある。

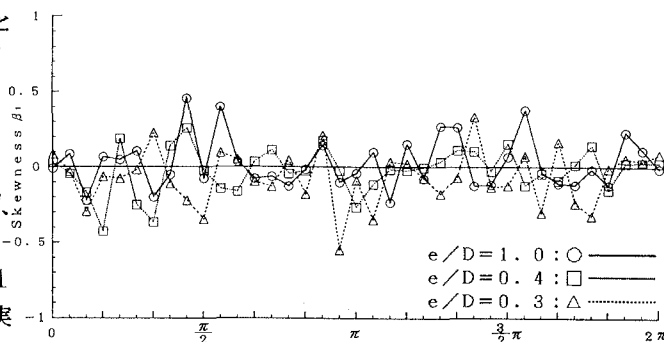


図-3 圧力変動の歪度

4. 変動圧力の確率分布 歪度 β_1 は分布の非対象度を尖度 β_2 は分布の先鋭度を示すものであり、正規分布の場合、 $\beta_1 = 0$ で $\beta_2 = 3$ である。図-3と図-4

は e/D 毎の各角度での歪度と尖度である。両図より、変動圧力の確率分布はほぼ正規分布であると考えられる。

5. スペクトル解析結果 図-5は、 $e/D = 1.0$ 、 $\theta = 70$ 度での圧力と速度のパワースペクトルである。同図より、速度のスペクトルで、 $f = 0.8$

Hz 程度の所にピーク値が出現しており、この周波数は、円柱後方に発生しているカルマン渦の St 数とほぼ同程度の値であり、圧力のスペクトルのピークもほぼ同程度の周波数で存在している。すなわち、円柱表面の圧力がカルマン渦の発生に起因する流体の振動を感知していると考えられる。

図-6は、スペクトル分布から読み取った圧力と速度の卓越周期の比 T_p/T_u と角度である。同図より、 T_p/T_u の分布形は余り e/D に依存していないようであり、 T_p/T_u は $\theta = 0$ 度から $\theta = \pm 90$ 度付近まではほぼ1に近い値であり、その後、 $\theta = 180$ 度付近で約0.5の値となっている。この実験事実、円柱上下の剥離点より上流側（ $\theta < \pm 90$ 度）では、速度と圧力が同周期で変動しており、円柱後流域で徐々に圧力変動の周期が短くなり、 $\theta = 180$ 度付近で円柱の上下で交互に発生するカルマン渦の影響によって、圧力変動周期が速度変動の半分の周期になっていると考えられる。

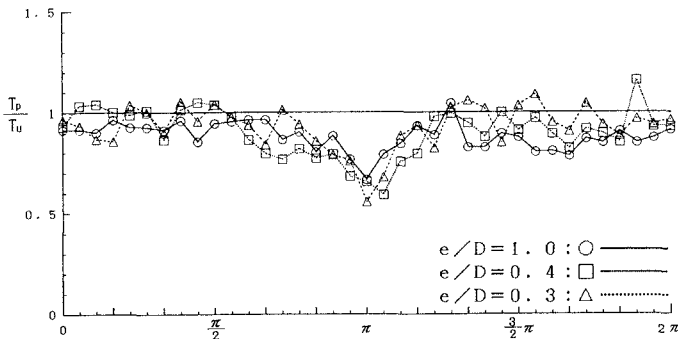


図-6 圧力と参照速度との卓越周期の比

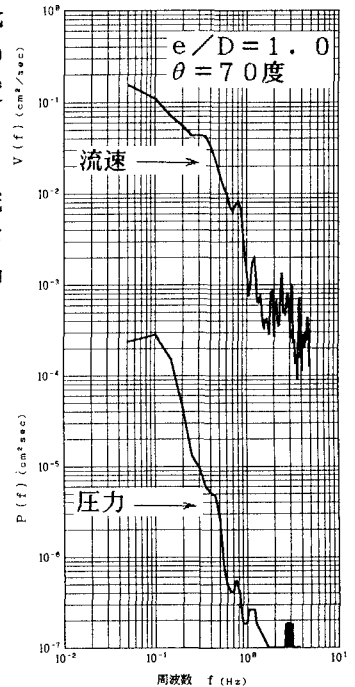


図-5 スペクトル

6. おわりに これまで測定に相当困難であった変動圧力を精度良く測定する事ができたと考えている。なお現在、クロススペクトルから速度と圧力の位相のずれを検討している最中であり、詳細については講演時に発表する。

参考文献

1) 五十嵐保, 筒井敬之; 小円柱による円柱まわりの流れの制御に関する研究 (第2報, 円柱に働く流体力), 日本機械学会論文集, 55巻, 511号, pp. 708-714, 1989.