

I-224 スプリッタ板つき円柱のギャロッピング

九州大学大学院総合理工学研究科 学生員 鹿島中央

九州大学応用力学研究所 正会員 平田勝哉、同 中村泰治、渡辺公彦

1. はじめに 一様流中に置かれた2次元物体には、しばしばギャロッピングと言われる曲げ1自由度フラッタが生じる。一方、円柱は矩形柱など他のブラフボディよりもフラッタが起りにくいことが知られている。しかし、後流中にスプリッタ板を挿入することによって、円柱でもギャロッピングが矩形柱などと同様に発生する。本実験ではその発生機構解明のために、まず静的空力係数の測定と自由振動実験を行った。

2. 静的空力係数の測定 この実験では測定部の寸法が、縦×横×長さ=3m×0.7m×2mの吹き出し形風洞を使用した。使用したモデル（図1を参照）は直径 $d=48\text{cm}$ 、スパン長 $S=67\text{cm}$ の円柱で、スプリッタ板は厚さ5mm、長さ $L=4.2d, 20.8d$ の2種類で、モデルとスプリッタ板の間隔は5mmである。モデルとスプリッタ板は風洞壁に固定されており、スプリッタ板は流れに対して $\alpha=-10^\circ \sim 10^\circ$ の範囲の迎角をとることができる。端板はモデルの両端に固定されており、直径35cmの円形である。風洞風速 $U=5\text{m/s}$ で、レイノルズ数は 1.6×10^4 である。迎角 α を 1° 刻みで変化させ、その時のスプリッタ板に直角方向の静的空気力 F_y を、円柱の中心に通されたパイプに貼られた歪ゲージにより測定する。そして、静的空気力係数 C_{Fy} は $C_{Fy}=F_y / 0.5 \rho U^2 d$ により求められる（空気の密度： $\rho=1.25\text{kg/m}^3$ ）。

3. 自由振動実験 この実験に使用した風洞とモデルの寸法は、静的空力係数測定のとくに用いたものと同様のもを用いた。しかし、スプリッタ板については $L=4.2d, 10.4d, 20.8d, 31.3d$ の4種類を用い、流れに対して平行にして風洞壁に固定してある。また、モデルは流れに直角に振動するように風洞外でバネ支持されており、その変位はバネに貼られた歪ゲージにより測定される。端板はモデルとともに振動する。モデルの固有振動数 f は2.11Hzと7.05 Hzである。風洞風速 U を2m/s～13m/sの範囲で変化させ、無次元風速 $\bar{U}(=U/fd)$ は5.9～128の範囲となる。レイノルズ数は $6.4 \times 10^3 \sim 4.2 \times 10^4$ 、スクルートン数は93と17程度である。そして、測定結果から0.1d程度の振幅における対数発散率を求め、それから構造減衰率を加えて空力発散率 β_a とした。

4. 実験結果 図2,3に自由振動実験の結果を示す。まず、図2を見ると無次元風速が比較的高い場合、スプリッタ板が十分長いと（例えば、 $L=31.3d$ ）、円柱が正方形断面柱（参考文献1）と同様にギャロッピングを示すことがわかる。即ち、無次元風速 $\bar{U}$ の増加とともに空力発散率 β_a も増加していくということである。次に、図3を見ると、矩形柱と同様に低速領域（ $\bar{U} \leq 20.7$ ）では、スプリッタ板が比較的高い場合（例えば、 $L=10.4d \sim 31.3d$ ）、空力発散率 β_a がスプリッタ板長さ L に依存しないことがわかる。また、図4から、 $L=20.8d$ の場合 $[dC_{Fy}/d\alpha] \alpha=0 < 0$ であるので、準定常理論ではギャロッピングは発生しないはずである。ところが、実際にはギャロッピングは発生しており（図2を参照）、物体とスプリッタ板に相対運動があるとき準定常理論の適用の許されることがわかる。最後に、図2,4から $L=4.2d$ の場合、空力発散率 β_a が他の場合に比べて複雑に変化していることがわかる。

5. おわりに 自由振動実験から、スプリッタ板つき円柱のギャロッピングには、スプリッタ板つき正方形断面柱との類似性など興味深い結果が得られた。今後は圧力分布の測定や流れの可視化によって、これらの現象解明に努めて行きたい。

参考文献

- 1) 平田・中村：高風速でのギャロッピング（スプリッタ板つき正方形柱について）
土木学会講演概要集、1991。

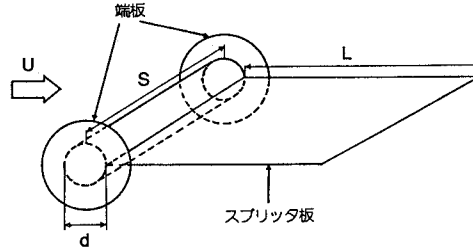


図1 風洞モデルの概略図

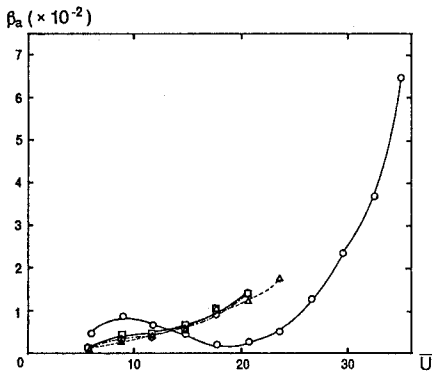


図2 無次元風速 $\bar{U}$ に対する空力発散率 β_a の変化(低風速)
スクリーン数=17。
○, スプリッタ板長さ=4.2d;
◇, 10.4d; □, 20.8d; △, 31.3d。

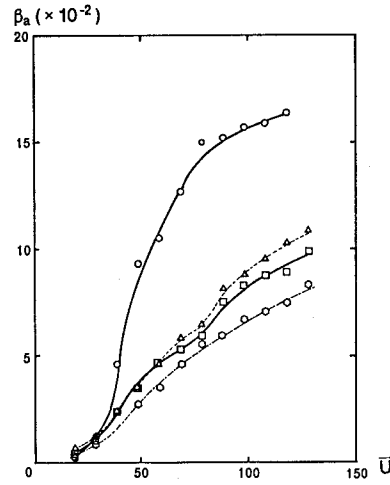


図3 無次元風速 $\bar{U}$ に対する空力発散率 β_a の変化(高風速)
スクリーン数=93。
記号は図2と同様。

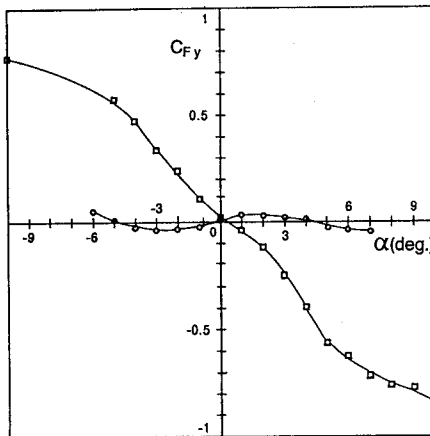


図4 流れに対するスプリッタ板の迎角 α と静的空力係数 C_{Fy} の関係
○, スプリッタ板長さ=4.2d; □, 20.8d。

