

I-436

スプリッタ板付き矩形断面柱のギャロッピング(その2)

三菱重工業

九州大学応用力学研究所

正員

正員

占部 達也

平田 勝哉

中村 泰治

1. まえがき 流れに直角方向に運動することを許された2次元物体には、しばしばギャロッピングと呼ばれる自励振動が発生する。これは物体の後流側にスプリッタ板を挿入した場合にも発生することが、自由振動実験によって確認された(平田・占部¹⁾)。本実験ではその発生機構の解明を目的として、側面圧力測定ならびに流れの可視化を行った。

2. 圧力測定実験装置 本実験は測定部の寸法が、縦×横×長さ=3m×0.7m×2mの吹き出し型風洞において行われた。対象としたモデルは $d/h=0.6, 1.0, 2.0$ (d/h は断面比 d :流れ方向の長さ h :流れに直角方向の長さ)である。いずれも $h=15\text{cm}$ 、スパン長 $L=66\text{cm}$ 、スプリッタ板の長さ225cm(15 h)、モデルとスプリッタ板との間隔は5mmである。一樣流中に置かれたモデルを流れに直角方向に強制的に加振し、そのときのモデル側面における圧力を測定した。モデル側面のスパン中央部に設けられた内径1.7mmの圧力孔より得られた圧力信号は、銅管およびシリコンゴムチューブで構成される導圧管を経て、風洞外部の圧力変換器に導かれる。圧力信号は平均圧である直流成分と、変動圧である交流成分とに分けられ、交流成分はフーリエ解析され、変動圧の物体振動数成分(f_y 成分)およびその物体振動との位相差 ϕ が求められる。加振振動数は1.25~5.25Hz、測定風速は1.6~7.1 m/sであり、対応するレイノルズ数は $1.6 \sim 7.1 \times 10^4$ である。

3. 可視化実験装置 本実験は測定部の寸法が、縦×横×長さ=2m×4m×6mである循環型風洞において行われた。対象としたモデルは $d/h=0.6, 1.0, 2.0$ である。 $h=10\text{cm}$ または 15cm 、スパン長100cm、スプリッタ板の長さ150cmである。可視化方法にはスモークワイヤー法を用いた。測定風速は0.8m/s、レイノルズ数は 8×10^3 または 1.2×10^4 である。

4. 実験結果 図1は自由振動実験より得られたスプリッタ板付き矩形断面柱のギャロッピングの発生領域を表している。励振が発生している領域Aと発生していない領域Bにおける、側面圧力分布図と流れの可視化写真を図2,3および写真1,2にそれぞれ示す。ここでは1例として $d/h=1.0$ のモデルの結果を示した。図2および写真1は励振が生じているときのものであり、図3および写真2は減衰領域にあるときのものであり、それぞれ図1におけるAおよびBに対応している。これらはいずれも正の迎角最大の瞬間、すなわち下方運動中の中立点通過の瞬間のものであり、圧力分布図は、モデルの下面における平均圧とその瞬間の圧力の側面にわたる分布を描いたものである。瞬間圧が平均圧より負圧側にあれば、下面側の圧力が上面側より低いことになり、すなわち励振力が働いていることになる。

図2より、ギャロッピングが発生しているときは側面における圧力分布は平坦で、側面全体にわたり一樣な励振力が働いていることがわかる。またそのときの流れの様子(写真1)をみると、前縁で剥離したせん断層の曲率が上面側より下面側の方が大きく、そのために上面側より下面側の方が圧力が低くなっていることが推察される。このモデル上面と下面の圧力差のために、モデルには励振を助長する方向であるところの下向きの流体力が作用し、ギャロッピングが発生する。

図3より、減衰領域では後縁側に大きな減衰力が働いている。このときモデルの下面側では、せん断層の巻き込みが阻害されてその曲率に逆転を生じており、このため圧力が回復し、反対に上面側では渦の形成があり、圧力が低下していることがわかる(写真2)。その結果としてモデルには運動を妨げる方向であるところの上向きの流体力が作用し、ギャロッピングは停止する。

5. まとめ スプリッタ板付き矩形断面柱のギャロッピングは、前縁で剥離したせん断層の曲率の違いによるモデル上・下面の圧力差のために発生する。そのときの側面における圧力分布は平坦であり、側面全体にわたり一樣な励振力が働く。

無次元風速の低下に伴って放出される渦の波長は短くなり、ついには後縁の存在のために渦の巻き込みが阻害され、せん断層の曲率に逆転を生じる。このような流れが生じることにより、後縁側に大きな減衰力が作用し、ギャロッピングは停止する。

参考文献

- 1) 平田・占部：スプリッタ板付き矩形断面柱のギャロッピング(その1)，土木学会講演集，1990年

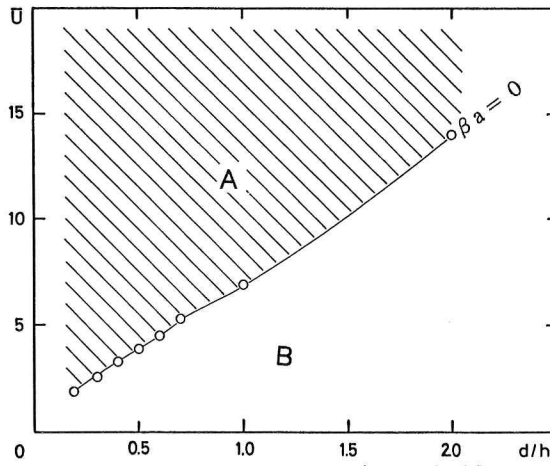


図1 ギャロッピング発生領域

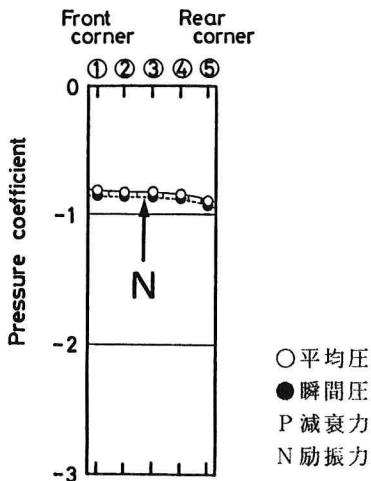


図2 圧力分布図 ($\bar{U} = 2.0$)

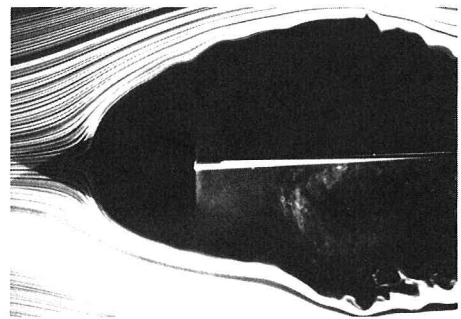


写真1 流れの可視化 ($\bar{U} = 1.2$)

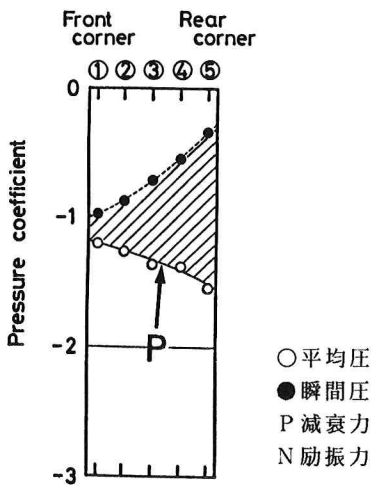


図3 圧力分布図 ($\bar{U} = 5$)

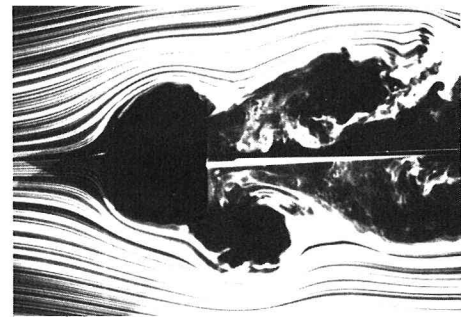


写真2 流れの可視化 ($\bar{U} = 5$)