

京都大学大学院 学生員 目見田 哲 京都大学工学部 正 員 白石 成人
 京都大学工学部 正 員 松本 勝 京都大学工学部 正 員 白土 博通

1. まえがき 単独では渦励振のみしか発生しない円柱の背後にスプリッタ板を設置するとギャロッピングが発生するという現象の発生機構はまだ十分に解明されていない。この現象の要因としてはカルマン渦、相対迎角による流れの変化(剝離せん断層の変化)など多くのことが考えられる。本研究では単独円柱および円柱とスプリッタ板の距離 Δx 、(Fig. 1 参照)を変化させたものについてその挙動を比較すると共にそれぞれの Δx での定常の流れ、カルマン渦の発生状態について考える。またギャロッピングが発生している $\Delta x=1\text{cm}$ のものについては振動中の非定常圧力の測定や水槽実験による流れの可視化を行ない併せて背後にスプリッタ板をもつ円柱のギャロッピングの発生機構について検討しようとするものである。

2. 実験ならびに結果に対する考察 本研究はFig. 1 に示すように円柱(直径 $D=5.8\text{cm}$)の後方にスプリッタ板を流れに平行に設置し、円柱を流れと直角方向にたわみ 1 自由度支持して行なわれた。単独円柱および $\Delta x=1, 2.9, 4.35, 5.8(=D)\text{cm}$ にスプリッタ板を設置したそれぞれについて応答振幅を測定すると共に Δx の値を変化させて背圧を測定し、カルマン渦の発生状態について調べた。またソフト型ギャロッピングの発生した $\Delta x=1\text{cm}$ については振動軌道上のいくつかの位置での流れについて考察するため、円柱、スプリッタ板上の静的圧力、円柱上の非定常圧力を測定した。ただし静的、非定常圧力の測定はすべて風速 $V=4.00\text{m/s}$ (無次元風速 $V_r = V/fnD = 21.5$ fn : 円柱の固有振動数)で行なわれた。また水槽実験については、 $D=116\text{mm}$ の模型を用い、 Δx は $\Delta x/D$ が、流速は V_r が風洞実験と等しくなるように設定した。またFig. 1 において、上方となる面を上面、他方を下面と呼ぶ。

Fig. 2 より単独円柱では渦励振のみが発生しているが、Fig. 3 より、 $\Delta x=1\text{cm}$ ($\Delta x/D=0.17$) ではソフト型ギャロッピング、Fig. 4~Fig. 6 より、 $\Delta x=2.9\text{cm}$ ($=D/2$) ではハード型ギャロッピング、 $\Delta x=4.35\text{cm}$ では大振幅を示す流速域がほとんどなくなり、 $\Delta x=5.8\text{cm}$

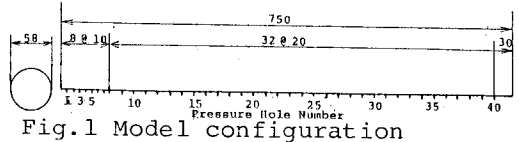


Fig. 1 Model configuration

($=D$) では図に示す流速域では単独円柱とほとんど挙動が等しくなる。それぞれの C_{pb} をみるとFig. 7 よりいずれも単独円柱の時よりも大きく回復しており、 $\Delta x/D=2.2$ 付近までその状態は続く。また水槽実験による流れの可視化からも $\Delta x=1, 3, 5.8\text{cm}$ ($=D$) のものではカルマン渦が十分に発生しておらず、 Δx の値を変化させた時の挙動の変化は、カルマン渦以外によるものが大きいと考えられる。次にFig. 8 に示すように、ソフト型ギャロッピング発生時の $\Delta x=1\text{cm}$ ($\Delta x/D=0.17$) の際の円柱とスプリッタ板の相対的位置に注目し、円柱の位置を定常的に振動軌道上を変化させ、(Δy を変化)円柱上の静的圧力および非定常圧力を測定した。またその際の流れの可視化も行なった。(Photo. 1~Photo 2参照)これらの圧力分布、可視化の結果と流れのパターンの特性より円柱自身の運動による相対迎角、およびスプリッタ板が上下面の2つの剝離せん断層間の干渉を妨げることが上下面の大きな圧力差をもたらすものと考えられる。これを図式的に表したものがFig. 9 である。スプリッタ板によって分けられた上面側では剝離せん断層が大きく外側に開いて圧力が回復し、また下面側では剝離せん断層が円柱に接近し、局所循環流がおこり圧力が低下する。これは、Bearman¹⁾、中村による矩形断面において下面側の剝離せん断層が下面に再付着寸前の際に局所循環流がおこって下面の圧力が大きく低下するものと同じ発生機構であるといえる。またスプリッタ板上の静的圧力を測定してみた結果 $\Delta y=2.13\text{cm}$ ($2n/D=0.73$) ではあまりその傾向がみられないが、 $\Delta y=4.25\text{cm}$ ($2n/D=1.47$) では前端付近の片面に正圧がみられることから、gap-flowの存在も考えられる。また Δx 、 Δy が大きくなると円柱とスプリッタ板の間に流れが生じ上下面の圧力差がなくなり、かつgap-flowも生じ

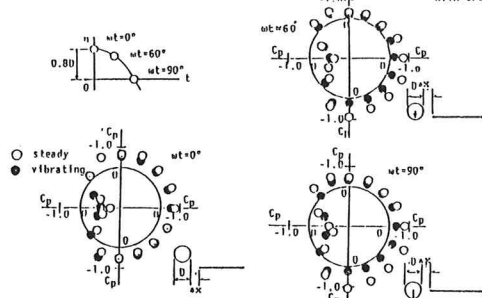
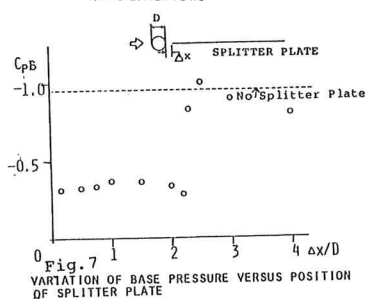
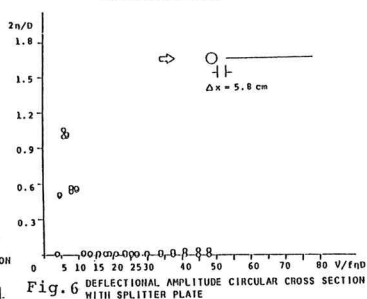
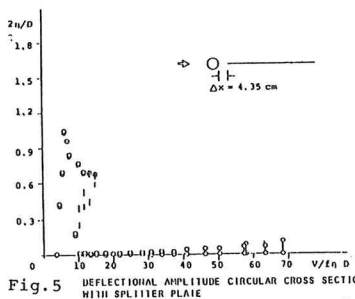
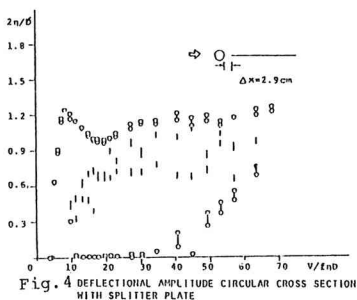
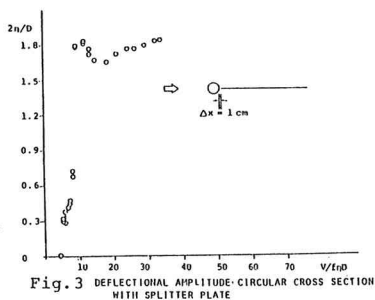
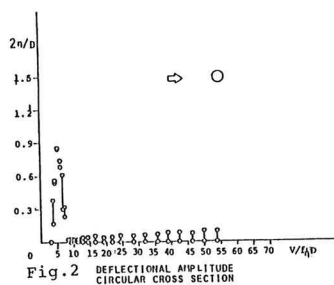


Fig. 8 Comparison of pressure distributions between vibrating cylinder with adjacent splitter plate and steady one ($G/D=0.17$)

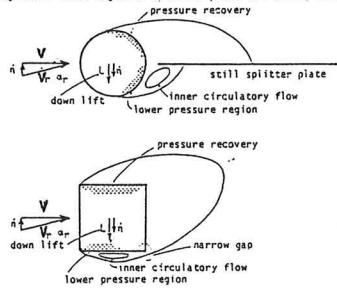


Fig. 9 Mechanism of exciting force due to bouy movement

なくなるため、 Δx が大きくなると大振幅振動は生じず、 Δx が小さい場合にも振幅はある程度以上は増加しない。

3. 結論 円柱の背後にスプリッター板を設置すると大振幅振動が生じるが、この現象は振動によって生ずる流体との相対迎角の存在による上下面の圧力差に起因するものであって、矩形断面のギャロッピング現象と本質的に同じであるということが明らかになった。

参考文献

- 1) P.W.Bearman & D.W.Truean, The Aeronautical Quarterly, Vol.23, 1972
- 2) Y.Nakamura & Y.Tomonari, The Aeronautical Quarterly, Vol.32, 1981

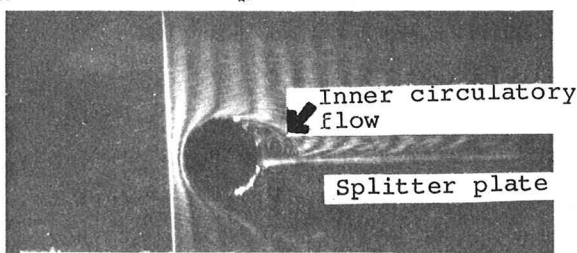
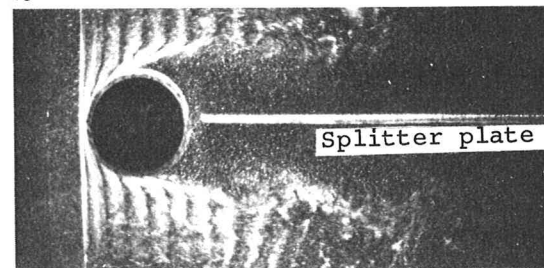


Photo.1. Flow pattern around vibrating cylinder, which is moving to upward direction, with adjacent splitter plate, ($v=0.25\text{m/sec}$, $2\pi=1.73D$, $D=42\text{mm}$, $\nu=21.7$, $Re=6.9 \times 10^3$)



Flow pattern around fixed cylinder with adjacent splitter plate, $\Delta x/D=0.17$ ($v=0.22\text{m/s}$, $D=116\text{mm}$, $Re=4.5 \times 10^3$)