

I - 548

スプリット板を持つ正方形柱揚力のインディシャル応答と周波数応答

石川島播磨重工業 正員 岩崎徹(研究当時九州大学大学院生)
 九大応力研 正員 中村泰治

1. はじめに

気流と直角方向に生じる長周期, 大振幅の曲げ1自由度フラックがギャロッピングである。ギャロッピングは一旦発生すると流速の増大とともに振動振幅が急激に増大する危険な現象であるためその発生を抑えることは重要である。前研究¹⁾では線形暗箱理論に基づいて後流中に長いスプリット板をもつ正方形柱を流れと直角方向にステップ関数的に変位させ揚力のインディシャル応答を計測し, 時間領域での研究を試みた。本研究ではスプリット板を大幅に延長して再度インディシャル応答を計測し, 併せて周波数応答の実験をおこない比較検討した。

2. 実験装置

正方形柱のモデルをFig. 2.1に示す。モデルは前回同様 $d = 20\text{cm}$, $h = 20\text{cm}$, $w = 66\text{cm}$ の木製正方形柱である。さらにモデルの両端に1辺60cmの端板を取り付け, 後流中に全長400cm(前研究¹⁾では150cm)のスプリット板を配した。スプリット板は風洞内壁に固定されており, 正方形柱のみが瞬間的に下方へ変位する。変位する距離は正方形柱の一辺の10%として2cmにした。Fig. 2.2にモデルにおける圧力測定点の配置を示す。インディシャル応答の計測においては無風時($=0\text{m/s}$)と有風時($=1.5\text{m/s}$)の二つの場合についてモデルの上下両面における圧力変動を測定した。レイノルズ数は有風時で約19000である。周波数応答を計測する場合は同一のモデルを風洞外の加振装置に取り付け, 片振幅2cmで正弦振動させた。

3. 実験結果と考察

Fig. 3.1に第4点, 第9点のインディシャル応答(有風時)の結果を示す。最初に付加質量力効果が現れているがその後に無風時にはみられない低圧の谷が出現している。これはモデル上を物体運動によって生じた渦が流下しているものである。第4点と第9点は上下で対称な位置にあるが第9点の谷は第4点に比べて少し遅れて出現している。各点のデータをモデル上で位置積分してFig. 3.2に有風時のモデルに働く揚力を示した。無風時には付加質量力効果のみであるが有風時にはモデルにはその後に下向きの運動を助長する力が働いていることが解る。線形暗箱理論によればこれはギャロッピングの発生を意味する。前研究¹⁾ではこの後に揚力の負の領域へのオーバーシュートがみられたが今回は観測されずスムーズに定常状態に達している。Fig. 3.3に各測定点における周波数応答の実験結果を示す。(1)は圧力の片振幅, (2)は変位に対する圧力の位相差である。 $\bar{U} > 20$ では位相差は全て正であり, ギャロッピングの発生を示唆している。Fig. 3.4にインディシャル揚力応答のフーリエ変換と周波数揚力応答を比較した。 $\bar{U}$ の大きな領域では比較的良好に一致し, $\bar{U}$ が低くなると一致は悪くなる。しかし全体として定性的にはよい一致を示している。

4. 結論

後流中にスプリット板を持つ正方形柱モデルの揚力のインディシャル応答を計測したところ, 有風時には付加質量力効果のほかに渦の流下による効果が現れ, ギャロッピングの発生を示唆する結果が得られた。インディシャル揚力応答にフーリエ変換を施し周波数揚力応答の実験結果と比較したところ, 定性的な傾向はよく一致することが解った。

<参考文献>

- 1) 岩崎, 中村, 平田 「後流中にスプリッター板を持つ正方形柱のインディシャル揚力応答」土木学会第48回年次学術講演会(1993.9)

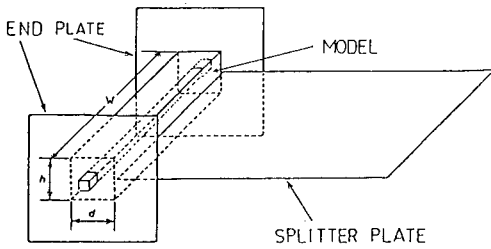


Figure 2.1 Square cylinder model with a splitter plate.

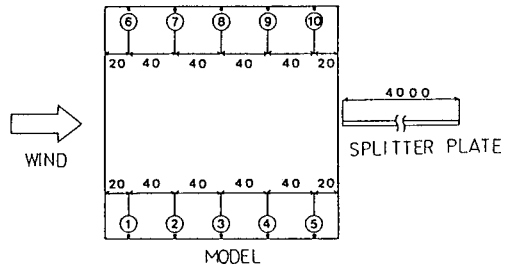


Figure 2.2 Square cylinder model with pressure tappings. dimensions in mm.

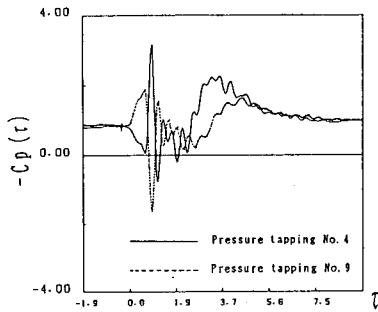


Figure 3.1 Pressure coefficients at wind-on.

$$C_p(\text{pressure coefficient}) = (P - P_\infty) / (1/2 \rho U^2)$$

$$\tau (\text{Reduced time}) = t / (h/U)$$

h : Model-length, U : Wind Speed

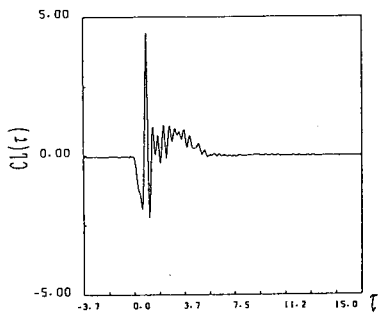


Figure 3.2 Lift coefficient at wind-on.

τ : Reduced time CL : Lift coefficient

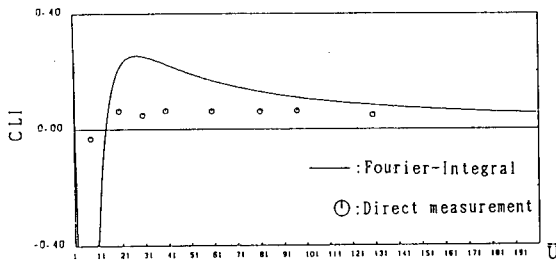


Figure 3.4 Out-of-phase component of Lift coefficient.

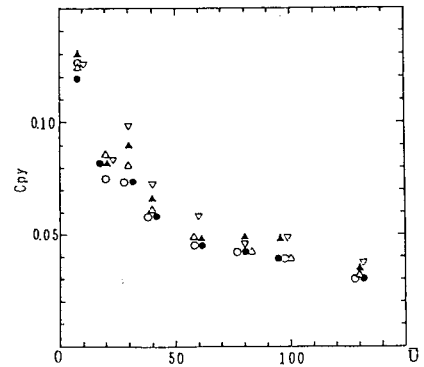


Figure 3.3. (1) Amplitude of Pressure coefficient; C_{py} : Pressure coefficient
 $\bar{U}$ (Reduced speed) = $U / (fh)$ f : frequency
 $\circ$: Pressure-tap No.1 $\bullet$: No.2 $\triangle$: No.3
 $\blacktriangle$: No.4 ∇ : No.5

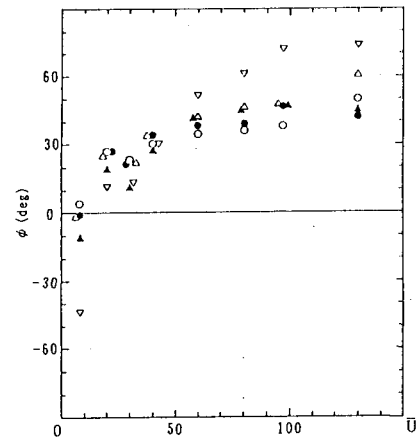


Figure 3.3. (2) Phase angle ϕ .

$\circ$: Pressure-tap No.1 $\bullet$: No.2 $\triangle$: No.3
 $\blacktriangle$: No.4 ∇ : No.5