

I - 309

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

九大大学院総理工 学生員 岩崎徹

九大応力研 正員 中村泰治 同 平田勝哉

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自由度フラッタ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. そのためにはギャロッピングの発生機構を解明しなければならない. 本研究では線形暗箱理論(一系のメカニズムは論ずることなく入力される刺激と出力される応答にのみ注目する)に基づいて後流中に長いスプリッター板をもつ正方形柱が流れと直角方向へステップ関数的に変位した場合の圧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.

2. 実験装置

この研究では風洞内でステップ的に変位させた正方形柱の表面の圧力を測定する実験を行った. 正方形柱のモデルをFig. 2. 1. (1)に示す. モデルは $d = 20\text{cm}$, $h = 20\text{cm}$, $w = 66\text{cm}$ 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150cmのスプリッター板を配した. スプリッター板は風洞内壁に固定されており, 電磁石によって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. 1. (2)にモデルにおける圧力測定点の配置を示す. 圧力測定点はモデル中央部($w = 33\text{cm}$)に上下に10点配置した. 圧力測定点は長さ1mのシリコンチューブをとおして圧力変換器と接続し, その基準圧には風洞内の風上に配置したピトー管の静圧をとった. 本実験では無風時($=0\text{m/s}$)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. また, 圧力測定で得た知見を検証するため大型風洞で流れの可視化実験をおこなった.

3. 実験結果と考察

Fig. 3. 1. (1), (2)にそれぞれ第3点, 第8点の無風時の結果を示す. Δh はモデルの無次元変位, C_p は無次元圧力, τ は無次元時間である. (1)で C_p はモデルの変位開始と同時にゆるやかに増加を始め, 変位なかばすぎから急激に減少して鋭い負のピークを記録している. (2)では形はよく似ているが正負がちょうど逆になっている. モデルを初めはひきとめ, あとは後は押しするように働いていることから, これは付加質量力効果であると考えられる. 他の測定点についても上下それぞれにはほぼ同様の結果を得ている. Fig. 3. 2. (1), (2)にそれぞれ第4点, 第9点の有風時の結果を示す. Fig. 3. 1と同様に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と考えられる. 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. 3. (1), (2)に無風時, 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. Fig. 3. 4に流れの可視化写真を示す. 上下両面に渦が形成されているが前述のとおり変位する方向の面のほうが先行しながら流下していることが確かめられた.

4. 結論

後流中にスプリッター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, 無風時には付加質量力効果, 有風時には付加質量力効果と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. 今後, 定常振動の実験なども行いギャロッピングの発生機構の解明をさらにすすめたいと考えている.

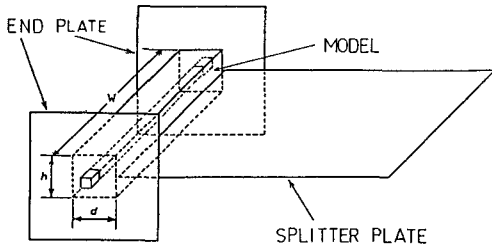


Figure 2.1. (1) Square cylinder model with a splitter plate.

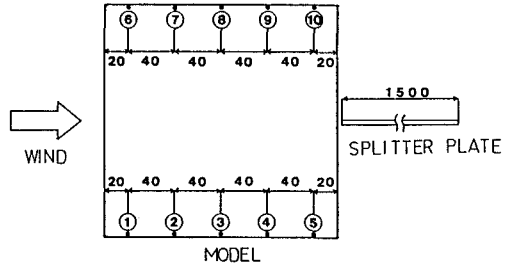


Figure 2.1. (2) Square cylinder model with pressure tapplings. dimensions are in mm.

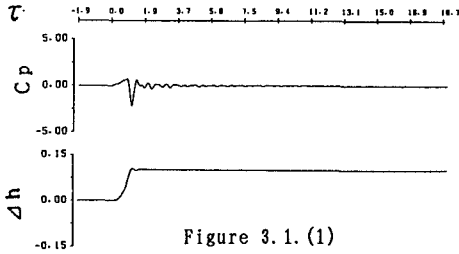


Figure 3.1. (1)

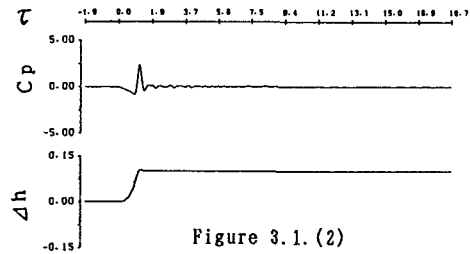


Figure 3.1. (2)

Figure 3.1 Pressure coefficient for a square cylinder model at wind off.(1):Pressure tapping No.3 (2):Pressure tapping No.8 τ :Reduced time Δh :reduced displacement C_p :pressure coefficient

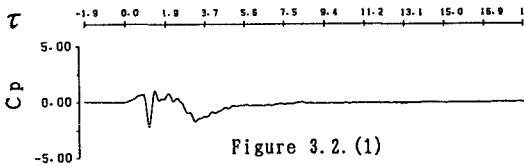


Figure 3.2. (1)

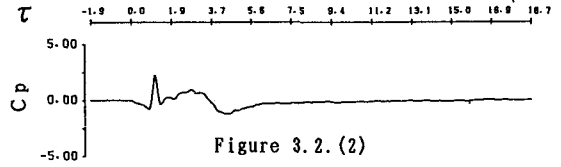


Figure 3.2. (2)

Figure 3.2 Pressure coefficient for a square cylinder model at wind on.(1):Pressure tapping No.4 (2):Pressure tapping No.9 τ :Reduced time C_p :Pressure coefficient

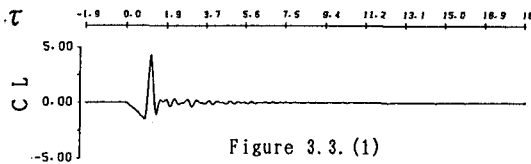


Figure 3.3. (1)

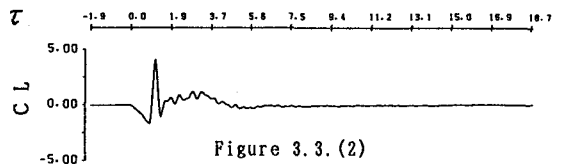


Figure 3.3. (2)

Figure 3.3 Lift coefficient for a square cylinder model.(1):Wind off (2):Wind on τ :Reduced time C_L :Lift coefficient



Figure 3.4. (1)

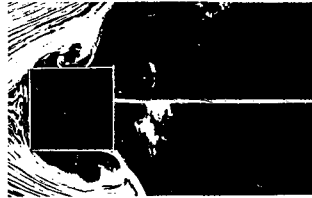


Figure 3.4. (2)

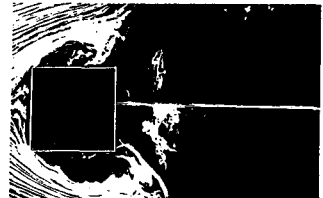


Figure 3.4. (3)

Figure 3.4 Visualization of the flow around a square cylinder model.

(1): $\tau = 2.1$ (2): $\tau = 2.6$ (3): $\tau = 3.1$