

九州大学 応力研 正員 中村泰治, 工学部 学生員 藤本 聡
九州産業大学 工学部 正員 吉村 健

1 緒言

一般に、矩形断面柱は、渦励振とギャロッピングとが混在する典型的な断面として知られている。また 1:2 矩形断面、及び、1:4 矩形断面では、低風速不安定現象が生じ、その発生メカニズム解明に、最近、メスが入れられつつある。

渦励振は、カルマン渦と物体(モデル)とが、共振点付近で交互に絡み合った結果、生じる不安定現象として説明することが出来る。一方、低風速不安定現象は、カルマン渦とは、無関係な不安定現象であり、物体運動にとまらぬ前縁から剥離するせん断層によって生じることが知られている。¹⁾

そこで、本実験では 1:1、及び、1:2 矩形断面に対して、スプリッタープレートモデル背後にセットすることによりカルマン渦を消滅させ、スプリッタープレートの無い場合(カルマン渦は、そのまゝの状態が存在している)との空力振数率(ここでは、 γ と記す)の比較を試みることにした。

2 実験装置

実験は、九大応力研津屋崎実験場の高さ×幅=3m×0.7mの測圧部断面をもつ風洞で行なった。モデルは、ウッドラック製で 1:1 矩形断面(以下、1:1と略す)の場合、高さ $R=0.15$ m、幅 $b=0.15$ m、スパン $L=0.66$ m、1:2 矩形断面(以下、1:2と略す)の場合は、 $R=0.15$ m、 $b=0.30$ m、 $L=0.66$ mである。また、本実験は、曲げ自由度で行っており、1:1では、無次元振幅 $\gamma(=\gamma/R)$ (ここで γ は曲げ振幅)が、2.5%になったポイントでの振数率 γ 、1:2では、 γ が 5%になったポイントでの振数率を求めている。無次元質量は、1:1の場合、 $2M/\rho R^2 L=258.6$ 、1:2の場合、 $2M/\rho R^2 L=258.0$ である。(ここで M はモデルの質量、 ρ は空気密度、 R はモデルの高さ、 L はモデルのスパン)

3. 実験結果

モデル背後に、スプリッタープレートをセットすると、一方、平均流に変化を生じ、他方、後流振動(ストローハル成分)が消失する。本実験で目的とする状態は、後流振動のみが消失する状態であり、その意味からも、スプリッタープレートモデル背後にセットすることは、若干問題がないわけでもない。しかし、低風速域を考えると、物体振動による非定常性が卓越し、平均流の変化が無視しうであろうことは、フィジカル的に明らかである。したがって、低風速域に関しては、スプリッタープレートモデル背後にセットすることは、本実験の目的(すなわち、カルマン渦を消滅すること)に合致する。

振動実験に先立ち、スプリッタープレートモデル背後にセットした場合の後流の信号を調べてみた結果、ストローハル成分は、ほとんど認められなかった。また、モデル背後にセットしたスプリッタープレート上に毛糸を結びかけ、再付着点をさびてみると、プレート上に確認することができた。

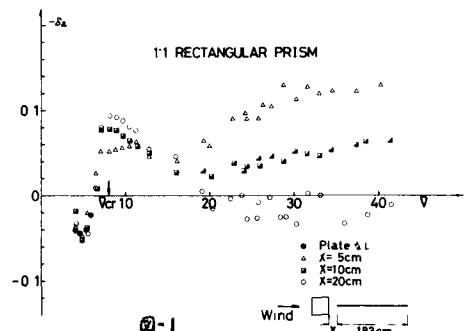


図-1は 1:1の実験結果である。スプリッタープレートの無い場合 共振点付近より、非常に激しく発散しはじめ空力発散率の測定が不可能であった。しかし 共振点以下の風速域でのデータもスプリッタープレートがある場合と比較してみると、その差はほとんど認められない。また、スプリッタープレートとモデルとの間隔 X を変えても、その影響は認められない。

そこで、次に、共振点以下で 励振が生じる1:2について実験を行なった(図-2)。共振点以下でのスプリッタープレートのある場合と無い場合との差は 1:1と同様にほとんど認められない。また、 X を変化させても、その差は認められない。図-3は 図-2の場合のスプリッタープレートのセットのしかたと異なり、スプリッタープレート下端の位置を固定し(モデル前後より11R=165cm)、上流に逐次プレートをつけ加えていくことにより X を変化させていった結果である。この場合も、図-2と定性的には変わらない。共振点以下の風速域では、定量的にもよく一致している。

図-4は、図-2の場合のリミットサイクル振幅をプロットしたものである。低風速不安定現象の域では、よい一致がみられるのに対し、共振点以上の域では、おのほどの差はないにしろ、若干、異なっている。実際、スプリッタープレートのある場合と無い場合とでは、高風速域では同一定風速で、その物体振動数に変化がみられるし、リミットサイクル振幅にも若干、変化がみられる。

以上、スプリッタープレートとモデル背後にセットし、カルマン渦を消滅させた際、共振点以下の低風速域ではカルマン渦が存在している際と、その発散率、リミットサイクル振幅も、差違が無いことが明らかになった。

4. 結論

今回の実験で、共振点以下の低風速域はカルマン渦と独立した存在であることが明らかになった。この事実を踏まえ、共振点以下の低風速域からギャロピングの生じる高風速域までの数学モデルを作製しようとすれば次の点に留意しなければならない。すなわち、カルマン渦の影響を受ける風速域は共振点付近に局在し、高風速域と同様に低風速域もカルマン渦の影響を受けないようなシステムにしなければならない。

なお、本実験において 九大応力研の渡辺公彦技官、九産大学生の石田良三、田村和正、原野雅志君、その他の方々の御協力を頂いた。記して感謝の意を表します。

5. 参考文献

- 1) 中村泰治, 渡辺公彦, H型断面柱の低風速励振について 第34回年次学術講演会要集 1979年

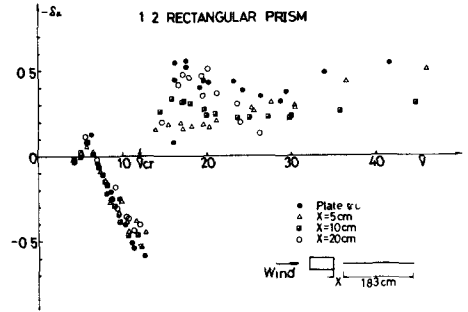


図-2

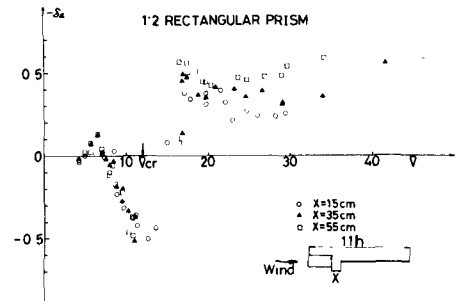


図-3

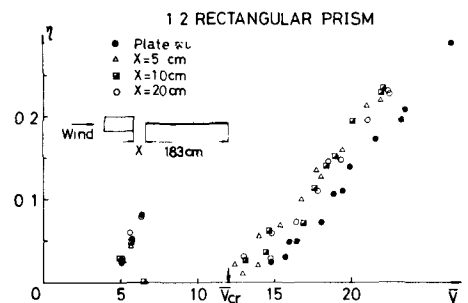


図-4