

九州工業大学 〇学生員 宮地 真一

九州工業大学 正員 久保 喜延
北九州市役所 柴田 卓典

1. まえおき

橋梁断面のねじれフラッターは、前縁からの流れの剥離によって生じる現象であるが、この現象がどのようなメカニズムによって生じているかを知るための基礎的研究として、偏平H型断面を一様流中でのねじれ振動させ、同時に、熱線及び圧力計で、前縁からの剥離流の性状と模型表面での圧力変動とを測定し、両者について、応答との比較検討を行なった。

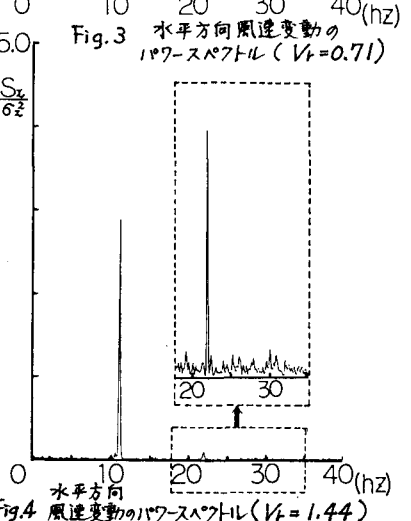
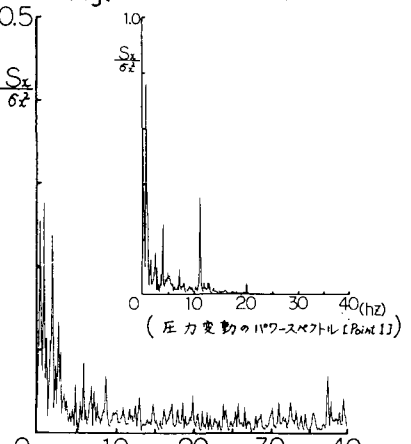
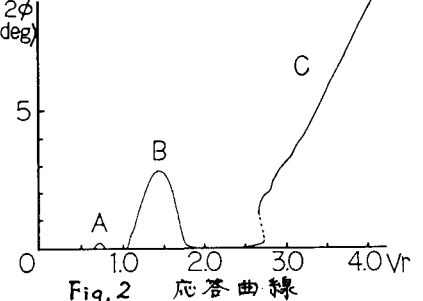
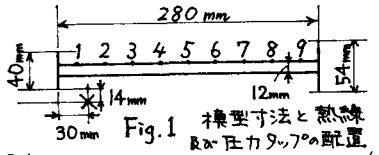
なお、本研究は、振動している物体周辺の流れをモデル化するための基礎的データを得ることを目的としており、このことを通して、橋梁断面の振動現象も流体力学的に把握することが可能になり、なおかつ、現在種々考案されている耐風制振策に対して基礎的データを与えることができるものと考えらる。

2. 実験及び実験結果とその考察

本実験に使用した風洞は、測定断面1070mm×1070mmを持つエッフェル型風洞であり、供試模型は、Fig. 1に示すような、アルミニウム板と模型用角材によって作製したものをを用いた。応答実験は、ねじれ1自由度の自由振動法で行ない、Fig. 1に示すように、模型表面に圧力タップを取り付け、前縁付近に熱線プローブをセットした。振動時の諸元は、ねじれ振動数 $f_0 = 10.56 \text{ Hz}$ 、極慣性モーメント $(H) = 0.0225 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 、構造減衰率は、 $\zeta = 0.0015$ であり、迎角を0にセットし、各風速について応答実験を行ない、熱線からの風速変動のデータと、30mm毎に配置した圧力タップの各位置に於ける圧力変動のデータを得た。以下、Fig. 2に示す応答グラフと、その中のA, B, Cの振動状態に対応するFig. 3～Fig. 5のグラフとを照らし合わせることにより、実験結果の考察を進めてゆく。

(A)の振動状態について： Fig. 3に示すのは、風速変動のパワースペクトルであり、応答振動数10.56 Hzあたりに、少しではあるがピークが見られる。このことは、前縁からの剥離渦の発生周波数と、応答振動数と等しいことを意味している。又、余白に示したPoint 1 (最も前縁側)における圧力変動のパワースペクトル中の10.56 Hz 付近のピークは、剥離渦によるものと見られる。

(B)の振動状態について： (A)の状態と同様に、10.56 Hz 付近にピークが見られるが、その値は大きくなっている。そして、応答振動数の2倍の周波数付近にもピークが立っていることが確認できる。余白に示したのは、2次のピーク付近のパワースペクトルと、縦軸のスケールとFig. 4



拡大して表示したものであり、ピークの立ち具合をよく表わしている。このことは、応答振動数の2倍の周波数の剥離渦が存在することを示している。

(C)の振動状態について: Fig. 5(a)は、 $V_r=3.04$ の状態における周速変動のパワースペクトルであり、Fig. 5(b)は、2次以上のピーク成分を拡大するため、フィルターを用いて1次のピークを抑え、又、高次のピークも表示できるように、横軸のスケールを縮小したものである。同様にして、 $V_r=3.72$ について表わしたものが、Fig. 5(c)、(d)である。 $V_r=3.04$ のケースについては、振幅の大きい方のリミットサイクルの状態を測定したものであるが、Fig. 5(b)を見てもわかるように、3次以上のモードのピークは現われていない。しかし、Fig. 5(d)を見ると、3次、4次、6次のモードのところまでピークが見られる。ただし、ここで言うN次のモードとは、応答振動数のN(整数)倍に対応するものである。つまり、 $V_r=3.72$ での振動は、 $V_r=3.04$ での振動とは異った性質を有するものと考えられる。

Fig. 6は、圧カッターを設けた各測点において、応答周波数についての応答と圧力変動との位相を、(A)、(B)、(C)の各振動状態について求めたものである。ここで、この位相の値は、応答の方が圧力変動よりも先行している場合にプラスで表示される。この図より、 $V_r=0.71$ の状態においては、応答に寄与する圧力変動は、主に、ねじれ中心よりも下流側に現われており、 $V_r=1.44$ においては、主に、前縁付近で圧力変動が応答に寄与しているものと推察される。又、 $V_r=3.04$ においては、ほぼ全体的に圧力変動が応答よりも先行しており、この3つのケースはそれぞれ異なる性状を呈している。

以上のことをまとめると、次のようになる。

- 1) (A)の振動については、低周波数の風速変動が卓越しており、それ以外定常振動に与える影響も無視できないものと考えられる。
- 2) (B)、(C)の振動については、応答振動数の整数倍の周波数で前縁より剥離渦が発生しており、このことは、周辺流れをモデル化するうえで参考になるものと思われる。
- 3) 圧力変動が応答に寄与する位置は各振動状態と異っており、このことには、前縁からの剥離渦の発生状態の違いが関与しているものと推察される。

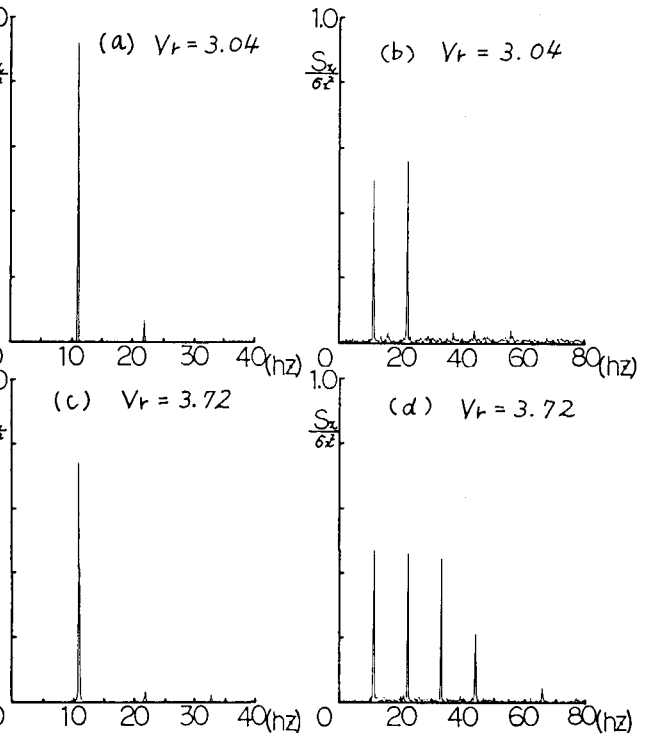


Fig. 5 水平方向風速変動のパワースペクトル ($V_r=3.04, 3.72$)

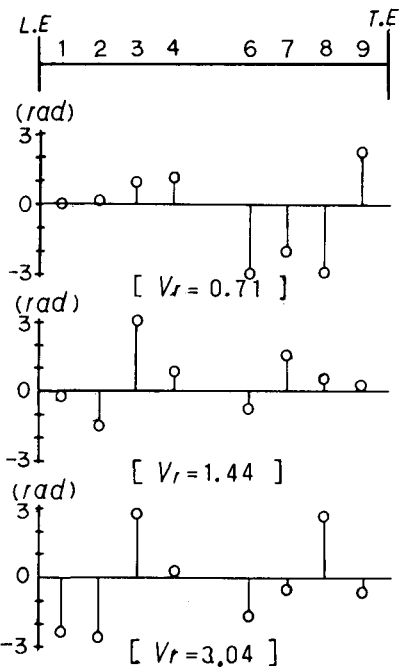


Fig. 6 応答と圧力変動との位相

参考文献 1) 久保喜延, 邑本興正, 他: 橋梁断面の後縁形状と耐風荷性 (オ7回風工学シンポジウム論文集, 1983年)