

I-25

表面圧力の周波数特性と扁平H型断面柱の空力弾性挙動について

九州工業大学[○]学生員 宮地 真一
 “ 正 員 久保 喜延
 “ 学生員 今田 憲生

1. まえがき 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、その現象成りどのようなメカニズムによって生じているのかを知るための基礎的研究として、扁平H型断面を一様流中でねじれ振動させ、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も測定し、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を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出来るものとする。

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を有する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成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、模型表面には圧力タップを取り付け、又、熱線は、鉛直方向と流れ方向について、任意にトラバース出来るようにした。振動時の諸元は、ねじれ振動数 $f_0=10.62$ Hz、極慣性モーメント $I_p=0.0225$ kg・m²、構造減衰率 $\zeta_s=0.0031$ 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毎に流れ方向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、実験結果とその考察について述べる。

応答曲線の中で特徴的な現象は、以下のとおりであり、これらについて、以下考察を行なう。

- $V_r=1.43$ …… 1つ目の山のピーク ($U=4.25$ m/sec)
- $V_r=1.85$ …… 鉛直方向の振動 ($U=5.50$ m/sec)
- $V_r=3.03$ …… フラッター ($U=9.00$ m/sec)
- $V_r=3.36$ …… フラッター【大振幅】 ($U=10.00$ m/sec)

Fig.3に示している4つのパワースペクトルは、模型前縁付近の渦の通り道と見られる場所に熱線

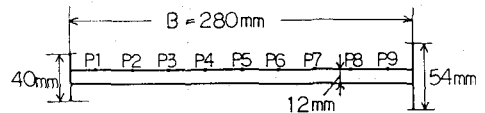


Fig.1 模型寸法

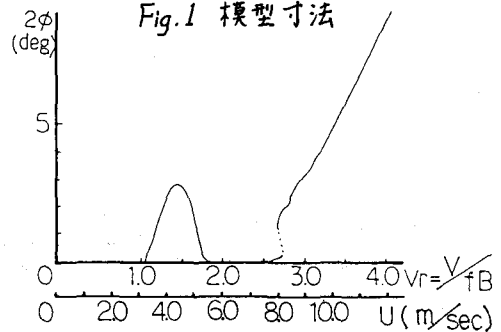


Fig.2 応答曲線

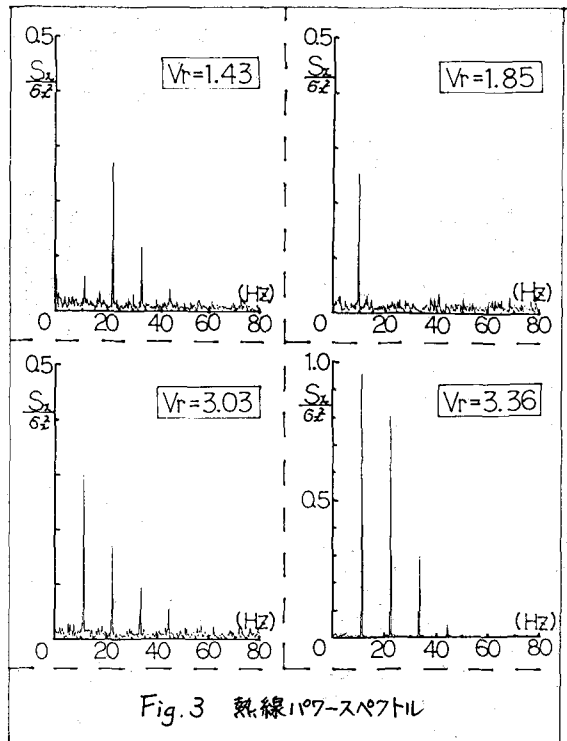


Fig.3 熱線パワースペクトル

を設置して求めたものである。 $V_r=1.43$, $V_r=3.03$, $V_r=3.36$ の3つの換算風速については、各々、1次、2次、3次、4次のピーク成立っているが、風速が高くなる程、各次数でのそのパワーは、より顕著になっている。ただし、ここにN次のピークとは、模型の固有振動数のN(整数)倍の周波数とところに立つピークのことを示しており、例えば振動時には、固有振動数の整数倍の周波数の渦が、前縁から発生していること、この図によって示されている。又、この模型には、例えば振動のみを生じる様、上下および流れ方向に流れ上めを張ってあるが、 $V_r=1.7$ 〜 $V_r=2.1$ あたりで、上下方向の流れ上めの許す範囲で、鉛直たわみ振動を生じ、その振動がピークになるのは、換算風速が $V_r=1.85$ のときであった。たわみ振動時には、たわみ振動数と同じ 9.73 Hz の渦が前縁から発生している事も、Fig.3に示されている。

Fig.4は、模型表面の各点に於ける平均圧力分布を C_p で示したものである。各状態に於いて、全体的に負圧の分布を呈しているが、振動状態の変化に伴って、分布形状も変化しており、例えば振動の状態では、後縁側よりも前縁側で負圧が大きく現われている。

次に、Fig.5に、模型表面の各点の圧力変動と、その際の位相とを示す。この図は、模型表面上の各点に於いて、圧力変動が応答に寄与しているの否かを示しており、この図中で、位相が負で出ている点では、変動圧力の方が応答よりも先行しており、振動の励起に寄与しているものと考えられる。このことにより、同じ例えば振動でも、 $V_r=1.43$ における振動は、主に前縁側で励起されており、 $V_r=3.03$, $V_r=3.36$ における振動は、主に後縁近くの圧力変動に起因しているものと思われる。又、 $V_r=3.03$ の振動状態に比べ、 $V_r=3.36$ の振動状態では、前縁付近で、圧力が応答よりも先行してきており、このことも、応答振幅に変化を与える要因になっているものと考えられる。 $V_r=1.85$ の鉛直たわみ振動の状態では、模型中心付近(後縁側)で、圧力が応答よりも先行しており、例えば振動時とは全く異った位相分布形状を呈している。

Fig.6は、各風速に於いて、模型を静止させた状態で、その前縁からの剥離渦の発生周波数を測定し、プロットしたものである。全体にわたって、ほぼ一直線上に乗っているが、たわみ振動が出現する $V_r=1.70$ あたりから、たわみ振動がピークに達する $V_r=1.85$ あたりまで、剥離渦の発生周波数が、たわみ振動数 9.73 Hz 付近の周波数にロックされている。たわみ振動については、今後、2自由度の実験による詳細な検討が必要であり、 $V_r=1.70$ 付近での、鉛直たわみ振動と例えば振動との現象の移り変わりを含めて、全体的に、振動現象のメカニズムを、より詳細に検討し、説明してゆきたい。

参考文献

- 1) 久保昌延, 邑本興正 他: 橋梁断面の後縁形状と耐風特性(第7回風工学シンポジウム論文集, 1983年)

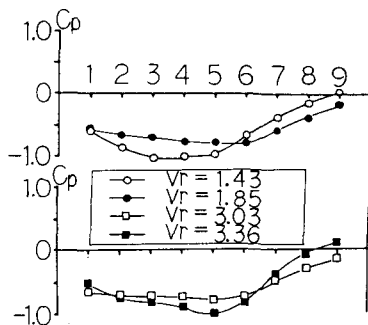


Fig.4 表面圧力分布

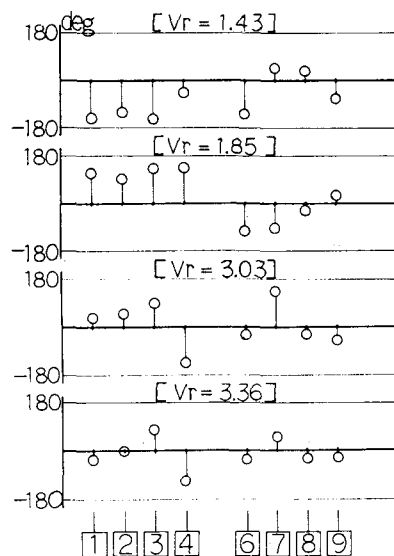


Fig.5 位相分布

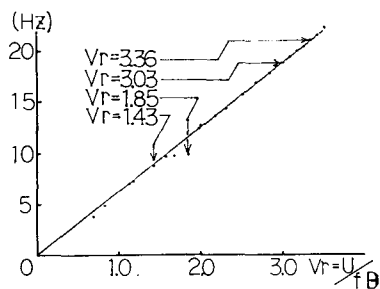


Fig.6