

九州工業大学 正 員 ○久保喜延
 " 学生員 平田鋼三
 " 正 員 加藤九州男

1. まえがき 橋梁断面の耐風性の検討にあたっては、その断面に生じる空力特性および応答特性を把握する必要がある。さらには、それらがどのようなメカニズムで生じるのかを検討する必要がある。著者らは、このような観点に立って、曲げおよび振れ振動が生じる偏平構造断面柱の1つの例としての偏平H型断面柱を取り上げて、種々の実験的検討を行ってきた。その結果、偏平H型断面柱に生じる曲げ振動、振れ振動、渦励振、フラッター等は図1に示すように表面上に分布している渦の配置によるもので本質的には同一の現象によるものであることが分かってきた。これらの推定は、自由振動法で得られた結果を基にしているため、振動が発生し、一定振幅の定常振動を行っている状態で測定された表面非定常圧力の位相差を用いて、物体表面上に分布している渦の配置を推定したものである。従って、自由振動実験では振動が発生していない風速域での圧力特性を知ることはいできない。そこで、本研究では供試模型を強制的に振れ加振することによって、自由振動実験では得られなかった圧力特性を詳細に検討することにした。

2. 実験方法 使用した風洞は、九州工業大学開発土木工学科所属の省資源実験室内に設けられている長さ30mの境界層型波浪風洞の下流部にある1.1x1.8mの測定部を有する二次元風洞である。模型はこれまでの研究で使用したフランジ高がウェブの10%, 15%, 20%, 25%であるH-10-10, H-15-15, H-20-20, H-25-25の4個の偏平H型断面柱である。これらを振動数3.88Hz, 倍振幅 $2\phi=0.53^\circ$ で強制振れ加振をし、模型上に設けた9個の圧力測点での非定常圧力の平均圧力係数および変動圧力係数を求めた。

3. 平均圧力係数分布 図2～図5は、実験した4個の模型におけるそれぞれの平均圧力係数分布を典型的な分布形状を示す風速に対して整理したものである。これらによると、H-25-25断面を除けば、低風速域では前縁側で大きな負圧が生じ、後縁側の測点になるほど小さな負圧となっている。これに対して、H-25-25断面では何れの風速においても平均圧力係数分布の形状は相似な形をしている。全体的に、何れの風速においてもフランジ高が大きくなるに従って、前縁側での大きな負圧の範囲が下流域方向に広がるという傾向を有している。これらのことは、低風速域では前縁での剝離渦の流下速度が小さいために、その渦の影響範囲も小さくなっており、高風速域では剝離渦の流下速度が大きくなるた

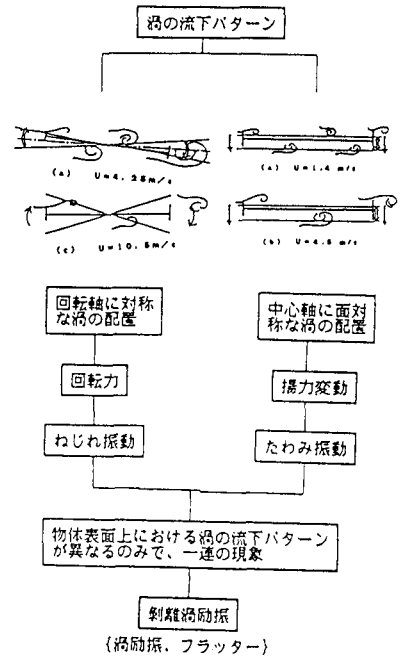


図1 空力弾性振動と剝離渦分布

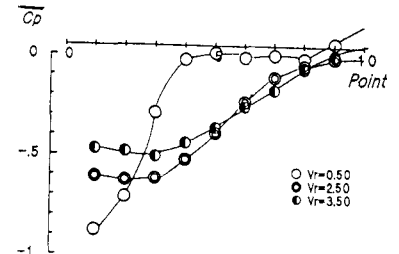


図2 平均圧力係数分布 (H-10-10)

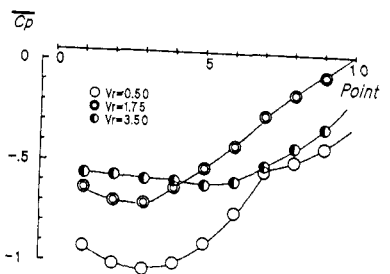


図3 平均圧力係数分布 (H-15-15)

めに、その影響範囲も下流方向に大きくなることによると考えられる。これと同様のことが、フランジ高を変えることによって生じていると考えられる。すなわち、フランジ高が大きくなることは剝離に影響する代表長が大きくなることに対応し、前縁での剝離渦のサイズも大きくなり、下流域まで前縁での剝離渦が影響を及ぼすことになると考えられる。このように考えると、フランジ高を大きくすることは接近流速が大きくなったことに対応しているとも理解できる。例えば、H-10-10断面の $Vr=2.5$ とH-15-15断面の $Vr=1.75$ あたりの平均圧力係数分布がほぼ同一な形状となり、H-15-15断面の $Vr=3.5$ とH-20-20の $Vr=2.0$ あたりのものどうしが互に対応していると見ることができる。

4. 変動圧力係数分布 図6、図7は、強制振動時の非定常表面圧力の強制振動数成分を、スペクトル解析によって求めた変動圧力係数の分布図である。各断面毎に典型的な分布形状が生じている風速に着目して整理したもので、各断面における風速は平均圧力分布図を求めた場合の風速に対応させてある。低風速域についてみると、何れの断面においても、変動圧力係数は不連続的な分布をしている。このことについては、前縁からの剝離渦が巻き込むときに大きな負圧が発生するはずであるから、この不連続的な分布の中で大きな負圧を示す測点あたりで渦の巻き込みが生じており、これから表面上での渦の配置を知ることができる。例えば、H-10-10およびでは $Vr=0.5$ のときほぼ4個の渦が、H-20-20およびでは $Vr=1$ のとき3個の渦が片面に分布していることになる。このような見方で変動圧力係数の分布をみると、各断面とも風速の上昇に対して、変動圧力係数にピークが現れる点の数は減少し、表面上に分布する渦の個数が減少する。このことは、風速の上昇によって剝離渦の流下速度が大きくなることに対応している。次に図中の中程度の風速に着目すると、フランジ高が大きくなると、変動圧力係数が極小値を取る点が後流側に移動している。このことはフランジ高が大きくなることによって前縁での剝離渦の影響範囲が広くなることに対応していると考えられる。興味深いことは、この分布形状では極端に圧力係数が大きくなっていることとこれが始まる風速は図8に示す自由振動応答図からも分かるように、振動応答が消滅しようとする風速に対応していることである。一方、高風速域では何れの断面でも圧力係数は小さくなっているにも拘らず、応答は最も激しいものとなっている。今後、平均圧力係数および変動圧力係数の定量的な評価を行えるようにするには、表面圧力の発生および伝達のメカニズムに関する研究を行うことが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 久保他、偏平H型断面柱の空力弾性応答と非定常表面圧力特性、土木学会第40回年次講演会講演集、昭和60年
- 2) 久保他、偏平H型断面柱の発振風速推定式について、土木学会第41回年次講演会講演集、昭和61年

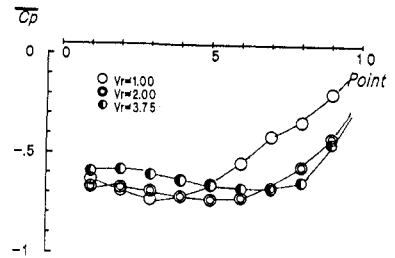


図4 平均圧力係数分布 (H-20-20)

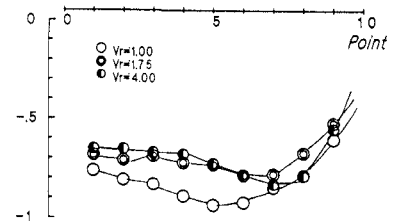


図5 平均圧力係数分布 (H-25-25)

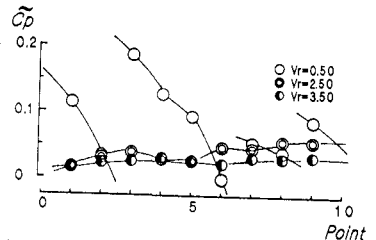


図6 変動圧力係数分布 (H-10-10)

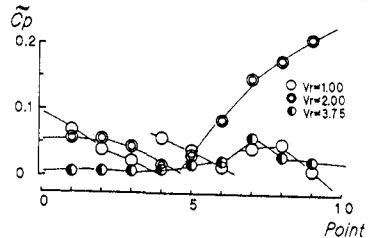


図7 変動圧力係数分布 (H-20-20)

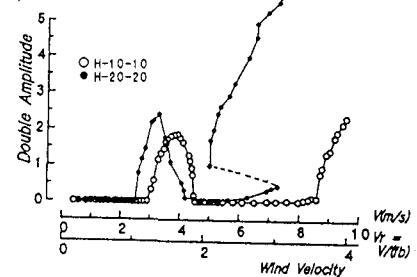


図8 自由振動応答図