

三井造船(株) 正員 大森龍一郎、 正員 井上浩男  
 本州四国連絡橋公団 正員 大橋喬一

1. まえがき 近年、我国でも中央径間長が1000mを超える長大吊橋における箱桁断面補剛桁の実現に向けて種々の実験・研究が行われており、その耐風安定性の評価・検討について、多くの関心が寄せられている。本研究では、偏平六角形断面と中央に開孔部のある二箱桁断面を用いて、形状・添架物等の相違によるフラッター特性の違い(表1)を解明するために、静的及び動的状態における圧力分布を測定し考察を行った。

2. 模型 模型は、縮尺1/60の二次元剛体部分模型を用いた。圧力検出孔は、模型中央部橋軸直角方向に沿って約30点設け、圧力センサによって、各検出孔に作用する圧力を検出した。静的試験では平均圧力分布、動的試験では振動の過渡状態での非定常圧力分布の形でデータを整理した。図1に模型断面図及び圧力検出孔位置図を示す。

迎角	偏平六角形断面		二箱桁断面	
	基本形	ネット付	基本形	ネット付
-3°	7.54以上	7.33	7.50以上	7.59
0°	7.65	7.31	8.56	8.39
+3°	6.53	5.29	8.22	8.70

表1. フラッタ限界風速(換算値)

3. 風洞試験結果及び考察

【静的試験結果】 静止状態の圧力分布を計測するために、模型を固定した状態で試験を行った。まず、迎角の変化による圧力分布の違いについて述べる(図2)。吹き上げ状態では桁上面、吹き下げ状態では桁下面、それぞれ上流側を中心に負圧領域の発達を確認されている。このことは、偏平六角形断面と二箱桁断面に共通した特性であり、上流側フェアリング付近でみられる負圧領域が迎角に依存して変化していることが解る。尚、両断面間(特に迎角0°、-3°)で、この部分において圧力分布形状の違いが見られるのは、主として、フェアリング形状の相違によるものではないかと推定される。また、フェアリングコーナー部・レール部前後等での圧力孔位置の微妙な違いでも特性に差が見られる。しかし、フェアリングの影響の少ないと思われる下流側の特に桁下面においても、偏平六角形断面には見ることでない迎角変化による圧力分布の変化が、二箱桁断面の開孔部付近で見ることができる。迎角 $\alpha=+3^\circ$ の状態では、両断面間で顕著な圧力分布の変化は見られない。しかし、 $\alpha=0^\circ$ 、 $-3^\circ$ の状態では、開孔部桁下面において負圧領域の拡大が現れる。この変化が、二箱桁断面の開孔部の影響を受けた結果であると推定される。上下面全体の圧力差から模型に作用する平均揚力を求めると、両断面ともに、揚力は下向きに作用している傾向がみられる。迎角が $\alpha=0^\circ$ 、 $-3^\circ$ と頭下げの状態になるに従って、上面の変化は少ないが、下面の負圧領域は大きくなる傾向にあり、下向きに作用する揚力が増加する傾向にあることがわかる。また、二箱桁断面の迎角 $\alpha=+3^\circ$ の状態での揚力は、ほぼゼロ付近を示している。これらの結果は、三分力試験結果(図3)の揚力係数( $C_L$ )とほぼ一致しており、全体の圧力分布は妥当な結果であると考えられる。

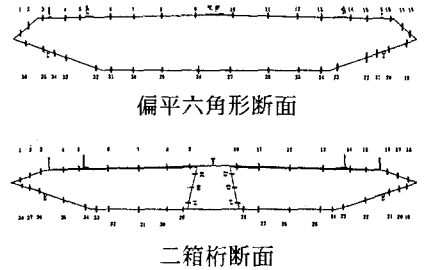


図1. 模型断面図及び圧力検出孔位置図

【動的試験結果】 発散・減衰振動時の非定常圧力分布を計測するために、フラッター限界風速値の前後において自由振動状態で圧力計測を行った。一例を図4~6に示す。この図より、フラッター特性は、上流側フェアリング付近での圧力変動が支配的であることが伺える。次に、二箱桁断面に防護ネットを付けた場合を考える。この場合、ネットを付けたことによる限界風速値の変化はあまり大きなものではない。しかし、圧力分布(図6)は、ネットを付けたことによって、上流側ネットの後方部から開孔部にかけて、頭上げの状態(位相差 $90^\circ$ から $270^\circ$ )において、負から正へと圧力の変化が生じている。このことから、ネット付き断面は基本断面より負圧領域の拡大が抑えられているものと思われる。一方、偏平六角形断面では、ネットの

有無による限界風速値の差は見られるが、反面、圧力分布の差は十分には明らかにできなかった。

4. 今後の課題 今後の課題として次のことが挙げられる。

- 1) 圧力分布形状及び、開孔部の流れの効果を知るための、詳細で感度の高い圧力の測定。
- 2) 発散・減衰状態の挙動を知るための、振動中の流れの可視化。
- 3) 桁の圧力分布を定量的に知るための、エネルギー量の計算。
- 4) 発散・減衰振動時の違いを知るための、位相差の定量的考察。

(1) 白石 et al.: 構造断面のフラッター特性に関する基礎的研究、風工学シンポジウム、昭和61年)

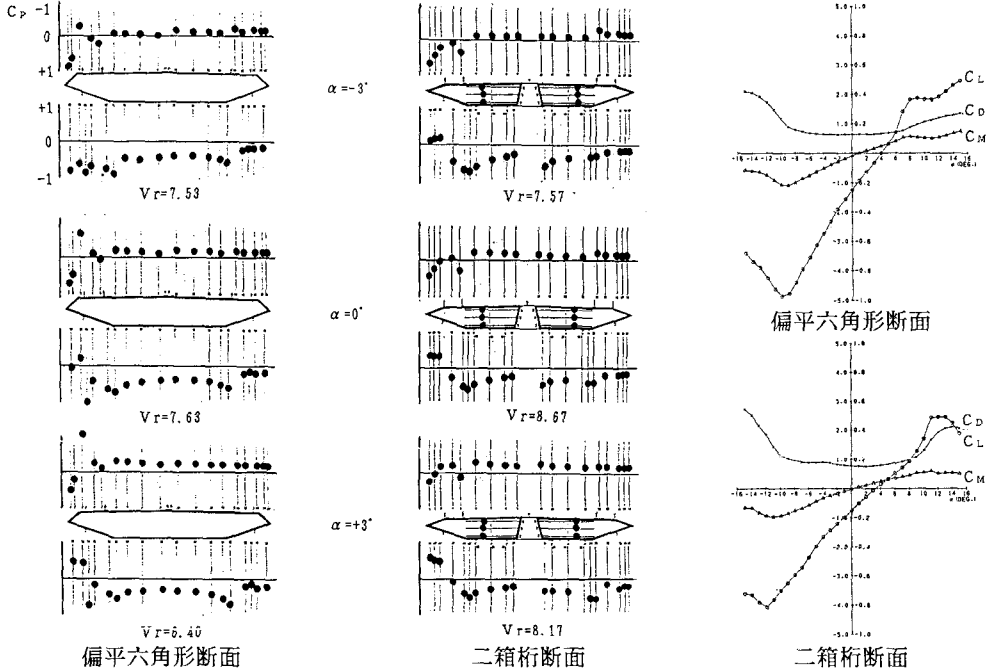


図2. 静的圧力分布結果

図3. 三分力試験結果

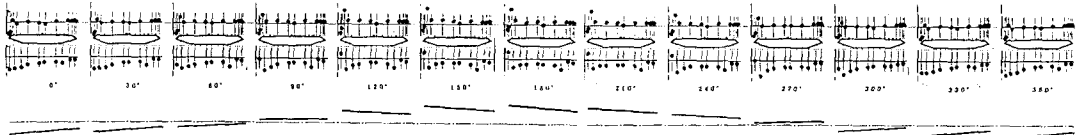


図4. 非定常圧力分布結果: 偏平六角形断面、迎角  $\alpha = 0^\circ$ 、発散振動時、 $Vr = 8.12$

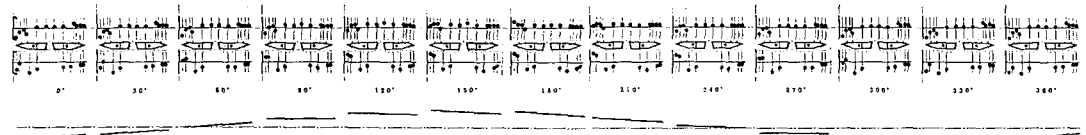


図5. 非定常圧力分布結果: 二箱桁断面(基本断面)、迎角  $\alpha = 0^\circ$ 、発散振動時、 $Vr = 9.16$

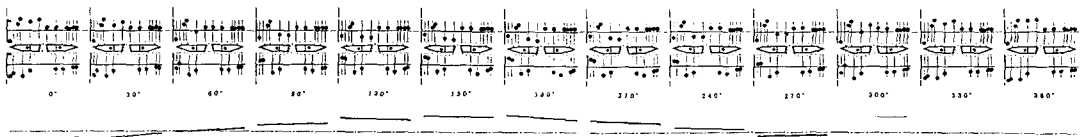


図6. 非定常圧力分布結果: 二箱桁断面(防護ネット付き)、迎角  $\alpha = 0^\circ$ 、発散振動時、 $Vr = 9.52$