

I-340

超長大吊橋二箱桁断面の耐風性に関する実験的考察

本州四国連絡橋公団 正員 田島 照義, 三井造船(株) 正員 池ノ内 昌弘
三井造船(株) 正員 〇井上 浩男, 三井造船(株) 正員 萩生田 弘

1. まえがき

中央径間長が2000mにも及ぶ超長径間吊橋を想定して、二箱桁断面の耐風性について検討を続けてきた結果、文献1)でも述べたように、実用断面としては中央に開口部を有する上下非対称な二箱桁断面の耐風性が優れており、フラッタ発振風速が許容値をクリアする可能性があることが示された。本研究では桁高7mの基本断面を想定し、その耐風特性を検証するとともに、フェアリングその他添架物の形状・配置が耐風特性に及ぼす影響を調べた。又、実橋を想定した静的変形量等についても検討を加えた。

2. 模型

縮尺1/70の二次元剛体模型を製作した。図1に基本形としての実橋想定断面を示し、表1に振動諸元を示す。風洞試験は11の断面について実施したが、図2にその主なものを示す。

3. 風洞試験結果及び考察

(動的応答特性) 2自由度バネ支持試験により空力応答特性を調べた。図3には基本断面の迎角(α) 0°

の結果を示す。対称1次モードを対象とした場合であるが低風速域での渦励振は確認されず安定であった。高風速域では連成フラッタに近い不安定振動が発生し、許容限界風速をわずかではあるがクリアするに至っていない。他の断面についても、ほぼ同様な特性で、例えば下面中央開口幅増加や、端部形状変更による特性改善は見られなかった。Selbergの式による限界風速の推定値の1.3倍近いものとなっており、形状だけでの空力特性の向上はある程

全 幅	48.0m
桁 高	7.0m
重 量	44.20t/m
極限性モーメント	10716tm /m
振動数	ねじれ 0.165Hz
	たわみ 0.058Hz
振動数比	2.84

表1 振動諸元

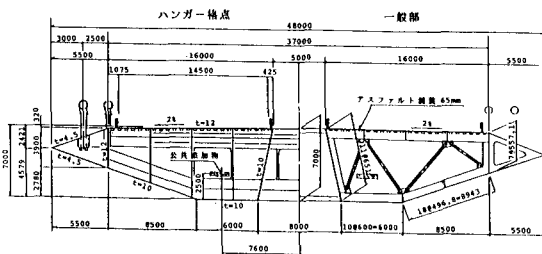


図1 実橋想定基本断面

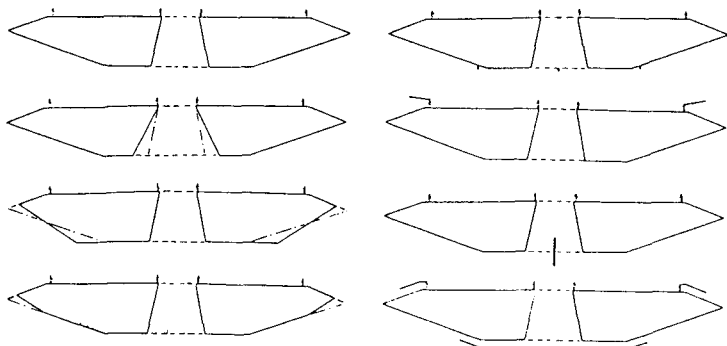


図2 模型断面(一部)

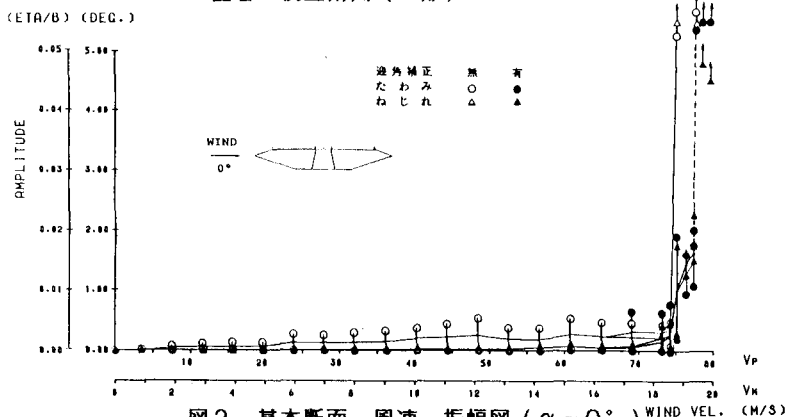


図3 基本断面 風速-振幅図 ($\alpha = 0^\circ$)

度限界に近いものと思われる。又、フラップ、デフレクタ等による改善も特に見られなかった。

（三分力特性と静的ねじれ変形） 基本断面の三分力試験結果を図4に示す。抗力係数は $\alpha = 0^\circ$ の時0.46と非常に小さい。 $dC_L/d\alpha$ は1.7で外形が翼形に近いにもかかわらず、開口の効果により小さな値となっている。しかし、超長径間となると相対的にたわみ・ねじれの剛性が減少することから C_L 、 C_M による大きな変形が予想され、パフェッティング等への配慮も必要となるとと思われる。パネ支持試験においても高風速域での変形が大きくなり、後述する迎角補正の問題も生じた。フラッタ許容限界風速（76.9 m/s）時の変形量を実橋で試算すると表2のようになった。各迎角での作用空気力を単純に入力としたものであり、変形による空気力の増分は考えていない。フラッタ特性だけでなく、 C_L 、 C_M の絶対値を小さくする工夫も重要と思われる。

（迎角補正と $V_{cr}-\alpha$ 特性） パネ支持試験による基本断面の $V_{cr}-\alpha$ 特性を図5に示す。図中●印と○印の違いは、試験時の迎角補正の有無を示す。前述のように相対的にねじれ剛性が小さいことから、風洞試験においても変形が大きく現われ、無視できない量となる。そのため迎角補正の有無で空力特性も大きく異なるものとなっている。 C_M は -1.5° 付近でゼロとなり、特に正の迎角において補正の有無で特性に大きな差が生じている。風洞試験は二次元にモデル化したものであり、実橋を考えると強風時には橋軸方向に連続的にねじれ角が変化した状態となっており、二次元の試験結果からの空力特性の単純評価は難しく、三次元効果の補正も必要になるものと思われる。

（Selbergの式によるフラッタ限界風速の補正） 超長大橋となるとパネ支持試験において振動諸元の相似が非常に難しくなってくる。しかし、今回の断面のように発生するフラッタが連成フラッタに近いものであれば、わずかな振動諸元の未調整分についてはSelbergの式で補正することが考えられる。文献1)においても示したが、今回も、2～3の断面について、振動諸元の一部が未調整のものと調整済のものとので試験を行い、Selbergの式の補正がかなりよく一致することを確認した。このことは逆に、限界風速を少し向上させるには、振動諸元のうち何をどの程度向上させればよいかがわかることになり、必要な構造条件を逆に設定することも可能となるとと思われる。

4. あとがき 数年にわたり超長大吊橋二箱桁断面の耐風性について検討を加え、かなり良好な耐風性を有する断面を見出し、又、各種添架物等が耐風性に及ぼす影響についてもよく把握できたと思われる。今後の課題としては、さらに安定な断面の開発とともに静的変形をはじめ耐風性を総合的に評価するために残された問題の解決が必要である。最後に、本研究は、土木学会本州四国連絡橋耐風研究小委員会にご指導いただいたものであることを記し、謝意を表す。（1）山口他：超長大吊橋二箱桁断面の空力特性に関する実験的考察，風工学シンポ，1986）

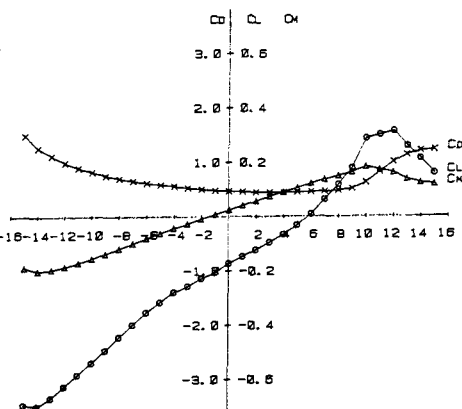


図4 三分力特性（基本断面）

迎角	鉛直変位	水平変位	回転角
+3°	-0.5m	6.4m	2.1°
0°	-1.0m	6.7m	0.7°
-3°	-1.5m	8.2m	-0.8°

表2 桁の静的変形（ $V = 76.9$ m/s）

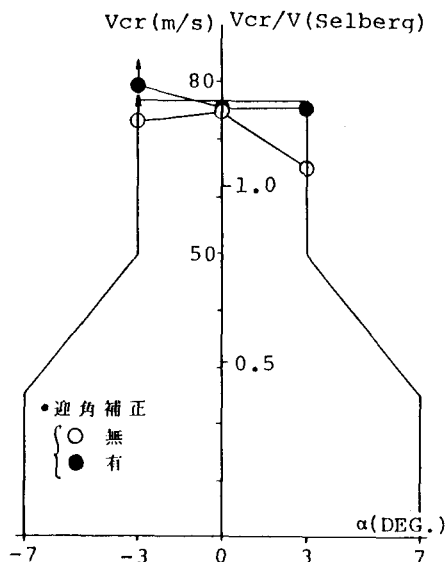


図5 $V_{cr}-\alpha$ 図（基本断面）