

北港連絡橋の耐風安定性に関する実験的研究

大阪大学工学部 正員 小松定夫

大阪大学工学部 正員 川谷充郎

大阪市土木局 正員 松川昭大

大阪市土木局 正員 〇亀井正博

大阪大学工学部

門野正博

1. まえがき 大阪市に建設が計画されている北港連絡橋は支間長120m+300m+120mのモノケーブル自碇式吊橋である。本橋の補剛桁は、図-1に示すような広幅員でかつ桁高の低い逆台形であり、たわみおよびねじりの基本固有振動数がそれぞれ0.362Hz, 0.924Hzと低く、渦励振、ギャロッピング、ねじりフラッターなど、空力振動の発生が予想された。そこで、二次元剛体模型による風洞実験が行なわれ、基本断面の振動性状が明らかにされ、Flap+Spoilerにより本四公団基準限界風速ライン内で振動の発生しないことが確認された¹⁾。しかし橋桁のブラケット下部に位置するSpoilerは橋梁の保守点検作業の妨げになることならびに経済性を考慮して、1-Flapの制振効果を調査することになった。一般に、橋桁断面の空力特性は迎角すなわち風の傾斜角の影響を強く受けるものである。本橋架設地域において約2年前より自然風観測がおこなわれ、風向、風速および傾斜角の確率特性が明かにされた²⁾。それによれば空力振動の発生風速域において風の傾斜角が $|\alpha| > 3^\circ$ となる確率は非常に小さい。またそのような迎角範囲で限定振動が発生したとしても、橋梁の使用性および部材の疲労の面から許容できることが分かっている³⁾。そこで本研究では、迎角 $|\alpha| < 3^\circ$ における振動の抑止を主な目的とした

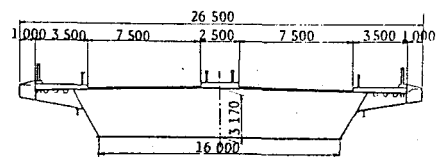


図-1 橋桁断面図

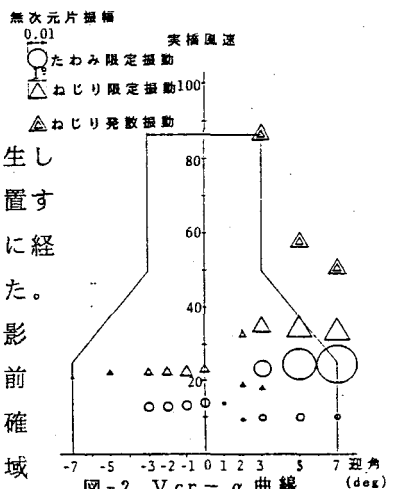
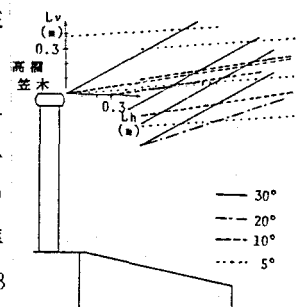
図-2 $V_{cr}-\alpha$ 曲線
基本断面

図-3 Flap位置図

2. 実験概要 風洞は大阪大学工学部の研究用風洞を使用する。二次元剛体部分模型を用いて鉛直たわみおよびねじりの2自由度のばね支持実験を一様流中で行なった。模型縮尺は1/50、風速倍率は6.0である。模型の対数減衰率は電磁ダンパーを用いて、 $\eta/B = 0.005$ (η : 片振幅; B : 弦長) のとき $\delta = 0.02$ とした。

3. 実験結果 本橋基本断面の動的な空力特性を $V_{cr}-\alpha$ 曲線として図-2に示す。この図より本四公団基準の限界風速ライン内で限定振動の発生することが分かる。本実験で調査したFlapの位置を図-3に示す。(1) Flapを高欄笠木に接して取りつけた場合のFlapの角度と幅による比較 Flap30°, 1.0mとFlap10°, 1.0mの場合について、迎角 $\alpha = -3^\circ, 0^\circ, +3^\circ, +5^\circ$ で試験を行なった。図-4に示すように、各迎角での振動を比較した結果、10°の方が制振効果

が高いが、 $\alpha=0^\circ, +3^\circ, +5^\circ$ で限定振動ならびに $\alpha=5^\circ$ では発散振動が発生する。 10° のFlapを幅1.5mに増すと $\alpha=0^\circ$ における限定振動が発生しなくなった。しかし、実橋においては幅1.0m以下のFlapの方が、Flap自身の設計上および美観上好ましいので、以後1.0mのFlapを用いて試験をおこなう。

(2) Flapの位置による制振効果の比較 前節の結果より、Flapの角度が小さいほど制振効果が高まると判断して、Flap 5° でその位置を変えて、5 ケースについて迎角 $\alpha=0^\circ$ で試験を行なった。その結果、図-5に示すようにFlapの位置が低い場合の方が振幅は若干小さくなる傾向が明かとなったがいずれの場合も限定振動が発生した。

(3) Flap角度 $30^\circ, 20^\circ$ の制振効果 Flap 30° の位置を変えて、3 ケースについて試験を行なった。高欄笠木から0.5m離し、0.18m 低くした場合が最も制振効果が良く、迎角 $\alpha=-3^\circ, 0^\circ, +2^\circ$ では振動が発生しなくなった(図-6参照)。Flap $30^\circ, 1.0m$ の場合、Flapの鉛直面への投影高さが0.5mとなり橋の上からの視野の妨げとなる率が大きくなる。投影高さを低くするため、Flap 20° を高欄から0.5mはなし、0.33m 下げた場合 $\alpha=-3^\circ, 0^\circ, +1^\circ$ では振動は発生せず、 $\alpha=+2^\circ$ においても振幅はたわみ振動で $\eta/B=0.0017$ 、ねじり振動で 0.28° で無視できる程度に小さい(図-7参照)。

4. まとめ 1) Flap $30^\circ, 1.0m$ を高欄より0.5m離し、0.18m 低くした場合が最も制振効果が高い。2) 実用上はFlap $20^\circ, 1.0m$ を高欄より0.5m離し、0.33m 低くした場合が良い。最後に本研究を進めるにあたり、ご協力いただいた、大阪大学工学部教務員、五十嵐一孝氏、土木工学科大学院生岸上岩樹氏、立命館大学理工学部土木工学科学生佐藤貴人君、島康弘君、塚本博史君、八田誠君に感謝の意を表します。

<参考文献> 1) 松川昭夫、松村博、

亀井正博：北港連絡橋の耐風安定性調査について、土木学会第39回年次学術講演概要集、

I-302, 1984. 10. 2) 川谷充郎、小松定夫、小林紘士、亀井正博：大阪北港における自然風の統計学的特性について、土木学会第39回年次学術講演概要集、I-308, 1984. 10.

3) 伊藤学：柔構造物の強風災害防止のための設計規範に関する研究、文部省科学研究費、自然災害特別研究研究成果、5. 1、昭和59年 3月。

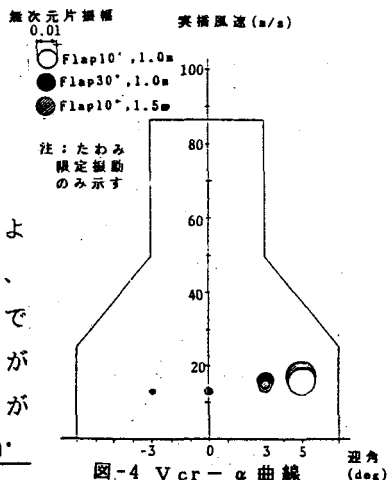


図-4 $V_{cr}-\alpha$ 曲線
Flap $10^\circ, 1.0m$
Flap $30^\circ, 1.0m$
Flap $10^\circ, 1.5m$

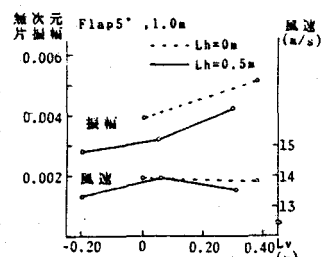


図-5 Flap位置と
たわみ限定振動
の振幅の関係

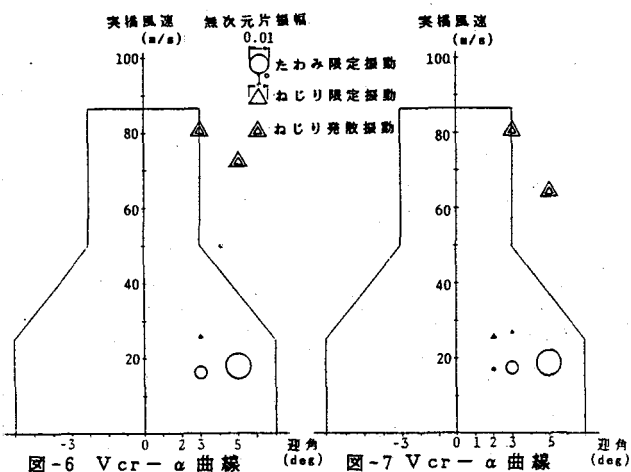


図-6 $V_{cr}-\alpha$ 曲線
Flap $30^\circ, 1.0m$
Lh=0.5m, Lv=-0.18m

図-7 $V_{cr}-\alpha$ 曲線
Flap $20^\circ, 1.0m$
Lh=0.5m, Lv=-0.33m