

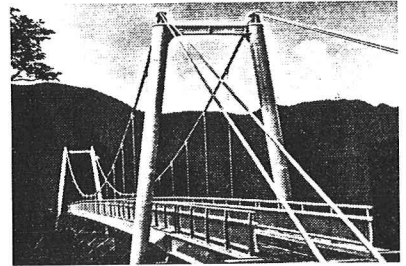
I-314

沖縄県パンナ公園吊橋（聖紫花の橋）の耐風対策

沖縄県土木建築部 平良勝則 沖縄都市建設(株) 山里隆晃
日立造船(株) 正員 牛尾正之 ○植田利夫 南条正洋

1. まえがき

沖縄県石垣島パンナ公園内に建設された”聖紫花の橋”は我が国でも有数の強風地帯に建設された小規模な歩行者専用吊橋（一径間、101.6m長、全幅 3.7m）である（Phot. 1 参照）。計画時の桁の断面（原断面）は Fig. 1 (a) に示すようにH断面の一種で、2本のプレートガードと木材を並べた床板から構成されている。幅高さ比は 5.7で、風による振動で崩壊した旧タコマ橋の 5.08に類似している。したがって、旧タコマ橋と同様、原断面では渦励振及びねじれフラッターが低風速（それぞれ、6m/s, 9m/s）で発生することが懸念された。主桁は開断面でねじれ剛性が小さく、ダイバージェンスの発生にも注意を要した。



Phot. 1 聖紫花の橋

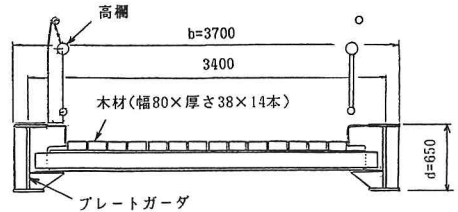
このため、風洞実験を実施し、上記振動の発生を確認するとともに、空力的な耐風対策を決定した。

2. 原断面の空力特性

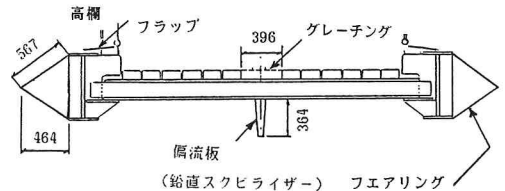
縮尺1/13の剛体部分模型を使用して一様流中で風洞実験を行った。実橋及び模型の諸元値を Table. 1 に、迎角 0° 、 $\pm 5^\circ$ の振動応答を Fig. 2 に示す。迎角 0° では曲げ渦励振が 5.8m/s、ねじれフラッターが 6.5m/s で発生し、机上検討予測結果にほぼ対応している。10m/s 以上では複雑な応答パターンを示すねじれ振動が現れている。迎角 $+5^\circ$ でもねじれフラッターが 6.5m/s から発生している。

迎角 -5° では 6.5m/s で曲げ渦励振、5m/s, 10m/s でねじれの渦励振、また、20m/s 以上では曲げ及びねじれの不規則振動が現れている。

以上、原断面は耐フラッター性能が不十分（Fig. 4 参照）で耐風対策が必要となった。



(a) 原断面



(b) 実施断面

Fig. 1 断面形状

(b) 実施断面諸元

3. 耐風対策

迎角 0° 、 $\pm 5^\circ$ で発生するねじれフラッターを抑制することを主眼として、Fig. 1 (b) のように主桁の外側にフェアリングを取り付け、床板中央部にグレーチング構造の開口（幅 396mm）を設け、その直下に364mm幅の偏流板（鉛直スタック）1), 2) を設置した。

Table. 1 (a) 原断面諸元

さらに、高欄下部外側にフラップを配した。

これが実施断面である。

迎角 0° 、 $\pm 5^\circ$ の振動応答を Fig. 3 に示す。

原断面の 0° 、 $\pm 5^\circ$ でみ

られたねじれフラッターは消滅し、渦励振も小さくなっている。Fig. 4 はフラッター発生風速を設計限界風速と比較したもので、 $-7^\circ \sim +7^\circ$ の全迎角範囲で適用した基準を満足していることがわかる。また、Fig. 5 は全迎角の渦励振の振幅を示している。迎角 $-3^\circ \sim +3^\circ$ では渦励振のレベルは小さい。 $\pm 5^\circ$ 以上の風を考慮した場合には曲げの振幅レベルは 50~60mm となるが、歩行者に有害となる程ではないと判断された。

記号(単位)	実橋想定値	模型所要値	実験値	記号(単位)	実橋想定値	模型所要値	実験値
$m\eta$ ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^{-1} / \text{m}$)	96.40	0.5703	0.5673	$m\eta$ ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^{-1} / \text{m}$)	101.19	0.5988	0.5991
$\Theta\phi$ ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m} / \text{m}$)	224.60	$.78610 \cdot 10^2$	$.77140 \cdot 10^2$	$\Theta\phi$ ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m} / \text{m}$)	243.48	$.85250 \cdot 10^2$	$.85730 \cdot 10^2$
$N\eta$ (Hz)	0.947	—	2.244	$N\eta$ (Hz)	0.931	—	2.168
$N\phi$ (Hz)	0.611	—	1.430	$N\phi$ (Hz)	0.598	—	1.404
$N\phi/N\eta$	0.645	0.645	0.637	$N\phi/N\eta$	0.642	0.642	0.648
$\delta\eta$	—	0.020	0.020	$\delta\eta$	—	0.020	0.024
$\delta\phi$	—	0.020	0.022	$\delta\phi$	—	0.020	0.020

$m\eta$: 質量 $\Theta\phi$: 質量慣性モーメント $N\eta, N\phi$: たわみ、ねじれ振動数

$\delta\eta, \delta\phi$: たわみ、ねじれ対数減衰率

なお、床板中央部グレーチング構造の開口がない場合には約 65m/s でダイバージェンスが確認されたが、開口のある実施断面では設計限界風速範囲内で発生しなかった。

Fig. 6 は原断面と実施断面の三分力係数曲線である。実施断面では迎角 $-7^{\circ} \sim +7^{\circ}$ の揚力及びモーメント係数曲線の勾配が正に変化しており、動的耐風性能の改善がうかがえる。また、 0° の抗力係数は小さくなっている。

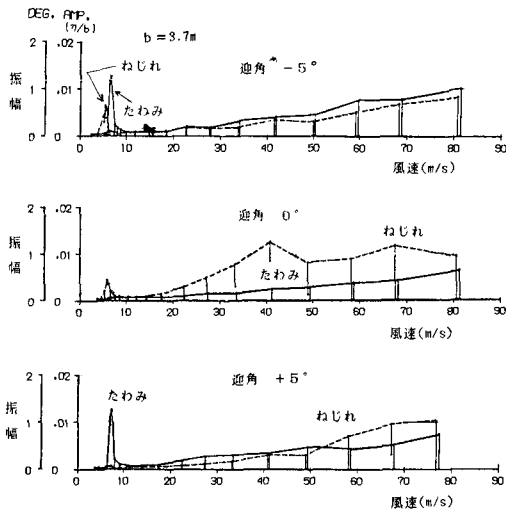


Fig. 3 振動応答(実施断面)

4. あとがき

床板中央部にグレーチング構造の開口を設け、その直下に鉛直スタビライザーを配置するタイプの耐風対策は、トラス補剛桁を有する本四・大鳴門橋でも採用されている。今回の成果から、長大吊橋で採用される機会が増えてきた偏平箱桁に対しても同様な手法で制振効果が期待できると考えられる。

最後に、本実験は沖縄県土木建築部八重山土木事務所の業務として実施したものである。

同事務所の関係者、及び、沖縄都市建設（株）、日立造船エンジニアリング（株）の関係者の御協力を得た。

ここに記して感謝します。

〔文 献〕

1) 保田雅彦, 藤井裕司, 植田利夫: トラス補剛吊橋の耐風安定化の一対策,

第33回土木学会年次学術講演会 I-114, 昭和53年 9月

2) 田中淳之, 植田利夫: 偏流遮蔽板によるトラス補剛桁の耐風性能改善効果,

昭和58年度日本風工学会年次研究発表会梗概集

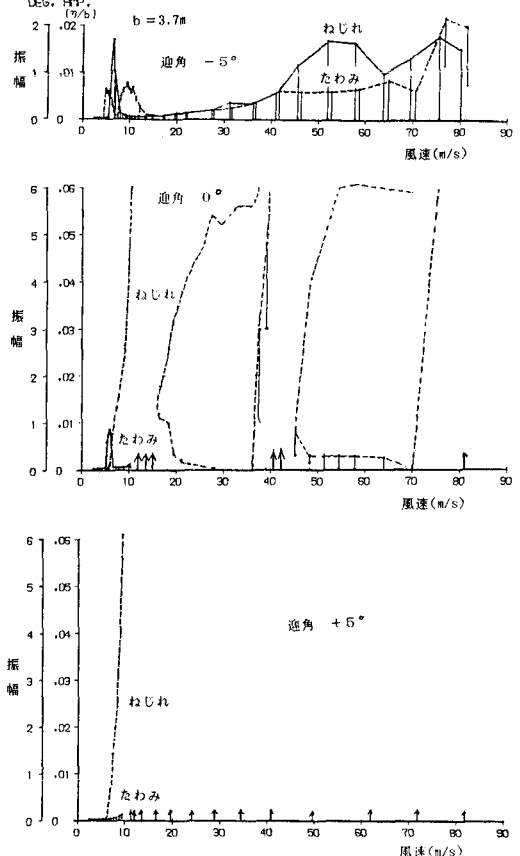


Fig. 2 振動応答(原断面)

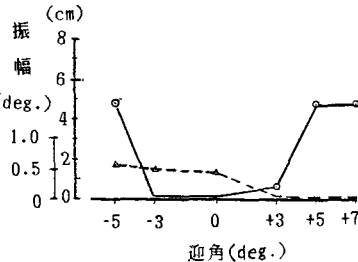


Fig. 4 フラッター風速

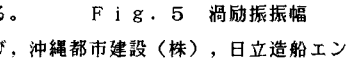
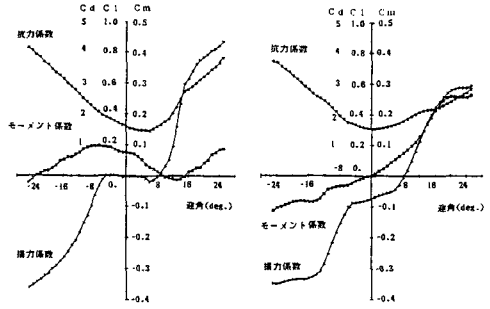


Fig. 5 渦励振振幅



(a) 原断面 (b) 実施断面

Fig. 6 三分力係数曲線