

I-A 214 偏平箱桁断面を有する超長大吊橋の連成フラッター特性に及ぼす開口位置の影響

川田工業 正会員 大野 克紀	川田工業 正会員 米田 昌弘
川田工業 正会員 木村 公男	川田工業 正会員 田巻 嘉彦
川田工業 正会員 宮地 真一	川田工業 正会員 瀬戸内秀規

1. まえがき 著者らは、すでに超長大トラス補剛吊橋を対象として、橋床部を開口化（オープングレーチングの対称ならびに非対称配置）した場合の連成フラッター特性について検討している¹⁾。一方、偏平箱桁断面を有する超長大吊橋については、開口位置を上・下流側で対称となるように種々変化させた場合のフラッター特性は一部報告されている²⁾ものの、非対称とした場合や開口部の充実率に着目した検討は実施されていない。そこで、著者らは、偏平箱桁断面を有する超長大吊橋を対象に、従来から検討されているような風上側と風下側を対称に開口する場合に加え、非対称に開口した場合や開口部の充実率を50%とした場合についても風洞実験を行い、連成フラッター特性に及ぼす開口位置の影響を詳細に検討したので、ここにその結果を報告する。

2. 対象橋梁および風洞試験の概要 風洞実験では、表-1に示した基本諸元を有する超長大吊橋（中央支間長2,500m, 側支間長1,250m）を対象とした。本試験で使用した風洞は川田工業(株)所有の水平回流式ゲッチンゲン型風洞（閉鎖型測定洞：幅2.0m×高さ2.5m×全長15.0m）であり、試験模型としては縮尺1/71の2次元剛体部分模型（模型長1,620mm）を使用した。ただし、試験模型の製作にあたっては、箱桁の開口位置を変化させた場合の基本的な連成フラッター特性を把握することを主眼に置き、図-1に示すような箱桁断面の斜線部分（高欄などを考慮しない上下対称で非常に偏平な断面）をモデル化するものとした。ばね支持試験条件を表-2に、ばね支持試験で対象とした実験ケースを表-3に示す。ここに、CASE-W3L3/50およびCASE-W5L5/50はCASE-W3L3, CASE-W5L5の各ケースの開口部に充実率50%のネットを取り付けたケースに対応する。

3. 試験結果と考察 迎角 $\alpha=0^\circ$ なる一様流中のばね支持試験で得られた $V-\delta$ 曲線（風洞風速と空力減衰の関係）を図-2～図-4に示す。また、各ケースのフラッター発現風速を表-3にまとめる。図-2は風上側のみを順次開口した実験結果を比較したものである。この図より、風上側の最も外側1パネルを開口したCASE-W1は、基本ケースであるCASE-ADとフラッター発現風速がほぼ同じであるのに対し、CASE-W2ではCASE-ADと比較して約27%も発現風速が低下する結果となっている。これは、CASE-W2では、他のケースと異なっており不安定ナリミットサイクルが存在し、曲げとねじれの連成フラッターよりもねじれフラッターに近い振動が発現したことに起因する。一方、CASE-W3, W4, W5の3ケースは、基本ケースと比べ、いずれも約17%程度もフラッターの発現風速が上昇している。これら3ケースの減衰特性には大きな差異はないものの、 δ の最大値は風上側の最も中央側を開口したCASE-W5が若干大きい結果となっている。

一方、図-3と図-4は開口部を対称配置した場合と非対称配置した場合の実験結果を比較したものである。これらの図から、トラス補剛吊橋の実験結果¹⁾と異なり、風下側のみを開口した場合でも、風上側のみを開口したケースに比べて寄与は幾分少ないものの、フラッター風速が基本ケースよりも上昇していることがわかる。また、上・下流側を対称に開口したケースでは、CASE-W5L5が最も効果的となり、基本ケースと比べ約27%もの風速上昇（風上側および風下側のみを開口した場合のフラッター発現風速のそれぞれの上昇分を足し合わせた程度まで発現風速が上昇）となっている。さらに、これらの対称配置した開口部に充実率50%のネットを設置したケースの結果（図中の■記号）は、ネットを設置しないケース（図中の□記号）よりもわずかに風速が下回る程度で、充実率50%程度であれば連成フラッター特性はほとんど影響されないと推察された。

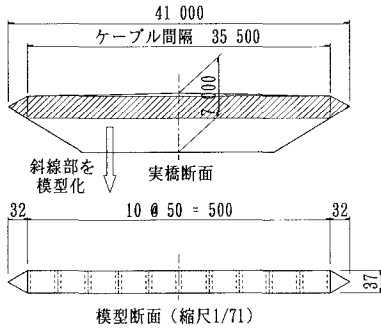
4. まとめ 本実験結果より、超長大箱桁断面吊橋の連成フラッター特性に及ぼす開口化に関し、きわめて有用な知見が得られたと考えている。今後は、高欄なども考慮した実橋断面について風洞実験を実施するとともに、充実率が50%なる開口部の構造についても具体的に検討を進めていく所存である。

最後に、本研究は、建設省土木研究所、本州四国連絡橋公団、(財)土木研究センターおよび民間企業8社による共同研究「耐風性および経済性に優れた超長大橋の開発」の一環として行われたことを付記しておく。

表一 ばね支持試験条件 (縮尺1/71)

重 量	実橋諸元	模 型 値
	35.0 tf/m/Br.	11.24 kgf/model
極 慣 性	690	0.0440
モーメント	$\text{tf} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m/m/Br.}$	$\text{kgf} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m/model}$
振 動 数	たわみ	0.0537 Hz
	ねじれ	0.1604 Hz
振 動 数 比	2.987	2.639
構 造 対 数	たわみ	0.02
減 衰 率	ねじれ	0.02
風 速 倍 率	---	3.565 ⁽³⁾

注) 振動数比の差異をSelberg式で補正した場合の風速倍率



図一 対称橋梁の断面および模型断面

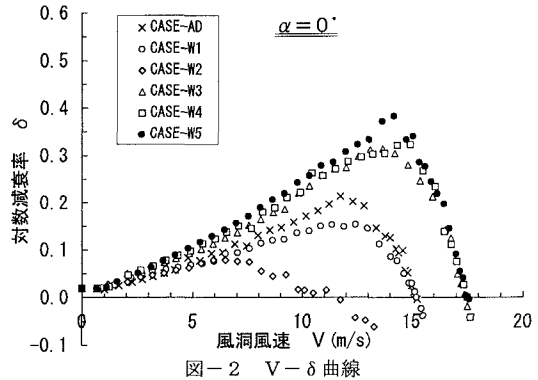
表一 各実験ケースおよびフラッター発現風速 ($\alpha=0^\circ$)

実験ケース	開口位置	フラッター発現風速 (m/s)
基本ケース	W1 W2 W3 W4 W5 L5 L4 L3 L2 L1	15.0 (1.00)
CASE-AD	W1 W2 W3 W4 W5 L5 L4 L3 L2 L1	15.0 (1.00)
CASE-W1	W1	15.0 (1.00)
CASE-W2	W2	11.0 (0.73)
CASE-W3	W3	17.5 (1.17)
CASE-W4	W4	17.5 (1.17)
CASE-W5	W5	17.5 (1.17)
CASE-L3	L3	16.0 (1.07)
CASE-W3L3	W3 L3	18.5 (1.23)
CASE-W3L3/50	W3 L3/50	18.0 (1.20)
CASE-L5	L5	16.5 (1.10)
CASE-W5L5	W5 L5	19.0 (1.27)
CASE-W5L5/50	W5 L5/50	18.5 (1.23)

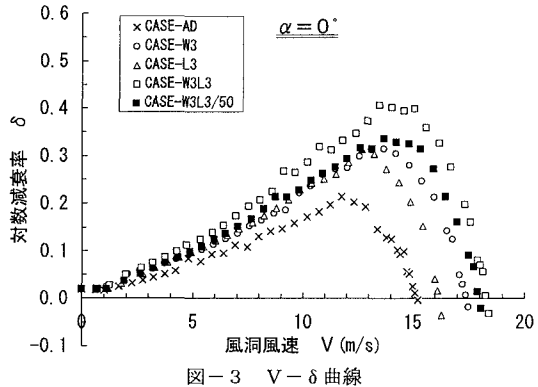
注) フラッター発現風速は風洞風速 ()内は基本ケースを1.0とした場合の比率

表一 対称橋梁基本諸元

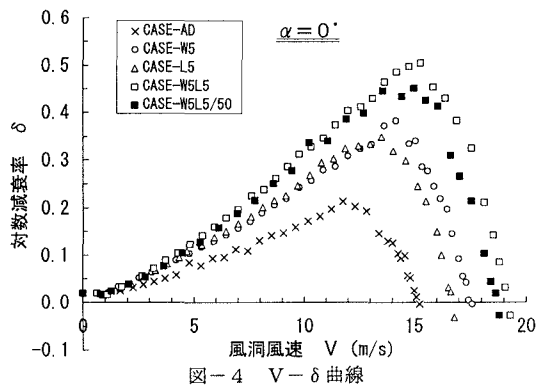
支 間 割	1,250m + 2,500m + 1,250m
サ グ 比	1/9
ケーブル間隔	35.5 m
死荷重	ケーブル部 11.0 tf/m/Br. 吊構造部 24.0 tf/m/Br. 合 計 35.0 tf/m/Br.
極慣性	ケーブル部 $350 \text{ tf} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m/m/Br.}$ 吊構造部 $340 \text{ tf} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m/m/Br.}$ 合 計 $690 \text{ tf} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m/m/Br.}$
モーメント	合 計 $690 \text{ tf} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m/m/Br.}$



図二 V- δ 曲線



図三 V- δ 曲線



図四 V- δ 曲線

【参考文献】1) 米田ほか：3,000m級超長大トラス補剛吊橋の耐風安定性に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol.42A，1996年3月． 2) たとえ，佐藤ほか：超長大橋の耐風安定性確保に関する基礎的検討，第13回風工学シンポジウム論文集，1994年12月．