

I-249

鶴見航路橋主桁の耐風性に関する風洞試験

首都高速道路公団 正員 森河 久 正員○永田 佳文
日立造船 正員 南条 正洋 正員 小林 義和

1. まえがき

鶴見航路橋は、将来、東京湾環状道路の一部を構成する高速湾岸線の主要橋梁であり、鶴見航路を横断し、大黒ふ頭～扇島間に架橋される橋梁である。本橋は、橋長1020m、中央径間510mの三径間連続一面吊鋼斜張橋であり、将来同一の橋梁が中心間隔約50mで2橋並列に建設される計画となっている。本橋の一般図を図1に示す。

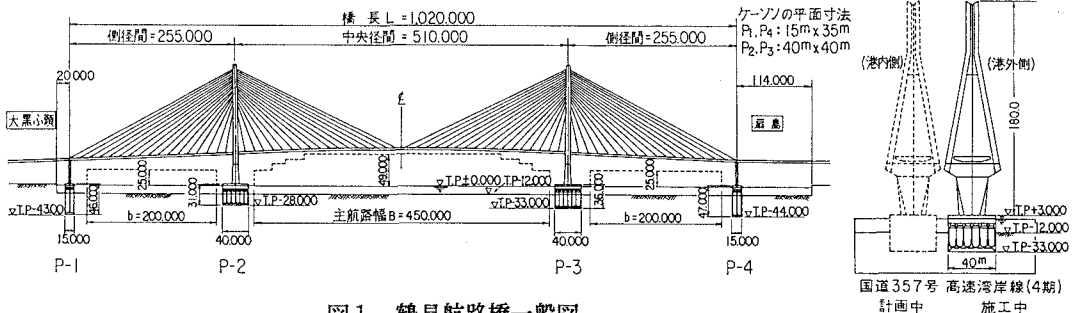


図1 鶴見航路橋一般図

本試験は、本橋の桁断面を有する部分模型を用いて、単独橋時及び2橋並列時の耐風安定性を確認することを目的として実施したものである。本橋桁断面図を図2に示す。

なお、本橋については、この部分模型試験の他に、全橋模型を用いた架設時と完成時の風洞試験、及び架設時主塔の風洞試験を実施中であり、それぞれの系の耐風安定性を確認しているところである。

2. 試験の概要

1) 風洞 : 日立造船（株）所有の大型風洞設備を使用した。

2) 模型 : 縮尺1/80の二次元剛体部分模型を使用した。

表1に模型諸元を示す。

3) 気流 : 一様流及び乱流

4) 試験内容：ばね支持試験及び三分力試験（単独橋及び並列橋）
並列橋ばね支持試験では、2橋相対距離（静的変形量）の変化を考慮した試験を行った（85m/s以上の風速で上下流共に $+1^\circ$ のねじれ角を付与）。静的変形量は、今回測定を行った並列橋に対する静的空気力（三分力）の測定結果を用いて行われた計算値に基づいたものである。

並列橋時の三分力試験は2橋の内1橋をダミー模型とし、これを「アクティブ」模型の上流あるいは下流に配置した状態で「アクティブ」模型に作用する空気力を測定した。

また、本試験では2橋並列時に発生する「フラッター」の限界風速を上昇させる目的で「センターバリヤ」の効果を調査したが、「センターバリヤ」は模型では中央分離帯部分の高欄を閉塞する構造として対処した。模型の中央分離帯部分の構造を図3に示す。

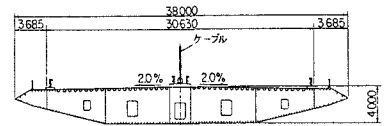


図2 桁断面図

表1 模型諸元

代表幅	47.5	cm
代表厚	5.0	cm
質量*	5.77×10^{-3}	$\text{kg} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{cm}^{-1} / \text{m}$
極慣性*	0.798	$\text{kg} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{cm} / \text{m}$
モーメント	*：「モーメント」等価質量	

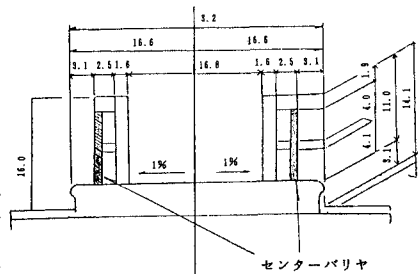


図3 中央分離帯の構造

3. 試験結果

(1) 単独橋の応答：単独橋の耐風安定性は優れており、一様流中ではセンターハリの有無によらず3迎角($0, \pm 3^\circ$)で、鉛直たわみ・ねじれ共に有意な振動は発生せず、乱流中でもハフティングのみが発生し、限定振動や自励振動などの有害な振動は発生しない。

(2) 並列橋の応答：センターハリ無し、迎角 $+3^\circ$ における風速と振幅の関係を図4に示す。

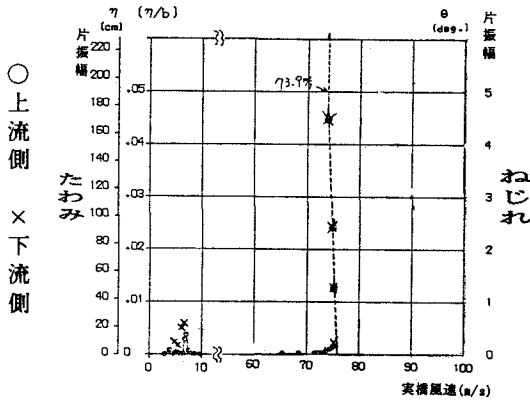


図4 風速と振幅の関係

一様流中では、センターハリの無い状態では $0, \pm 3^\circ$ の3迎角で風速 $V=75\text{m/s}$ 付近で上下流共にねじれフラッターが発生する。フラッター発生限界風速を表2に示すが、このフラッター現象は単独状態では生じなかったものであり、2橋並列時の相互干渉によるものである。特に迎角 $+3^\circ$ では限界風速が 73.9m/s であり、本橋の自励振動照査風速 74.4m/s を若干下回る結果となる。また、静的変形量を考慮すれば、限界風速は 69.5m/s に低下する。センターハリを設置した場合は、静的変形量を考慮した場合でも限界風速は 78.0m/s に上昇し、自励振動照査風速を満足することができる。

なお、迎角 $+3^\circ$ では風速 $5\sim 7\text{m/s}$ 付近で上下流共に鉛直たわみの限定振動が発生し、フラッター現象と同様に2橋並列の影響が認められる。なお、この限定振動はセンターハリの有無によらず発生し、鉛直たわみの構造減衰率を 0.03 に設定することで抑制される。

また、乱流中では、この鉛直たわみの限定振動は完全に消滅し、ハフティング現象を呈する。

図5には並列橋三分力測定結果の一例を示す。

4. まとめ

鶴見航路橋主桁断面を対象として部分模型による風洞試験を実施した。その結果、単独橋では全く安定であるが、並列橋ではねじれフラッターが発生し、フラッター限界風速が本橋の自励振動照査風速を割り込むことがわかった。また、静的変形量を考慮すればこの限界風速はさらに低下するが、センターハリを設置することにより自励振動照査風速を満足させることが可能であることがわかった。

なお、最終確認として本橋の全橋模型試験を実施中である。

最後に、本実験に当たって貴重なご指導とご意見を頂いた「鶴見航路橋の設計施工に関する調査研究委員会」（委員長：伊藤学東京大学名誉教授、現埼玉大学教授）の諸先生方及び関係者の方々に謝意を表します。

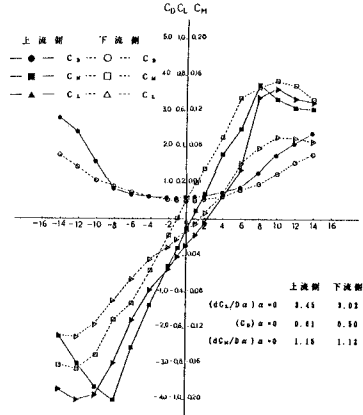


図5 三分力測定結果

表2 並列橋フラッター限界風速（一様流）

センターハリ	静的変形量	迎角	限界風速
無し	考慮せず	0°	75.4m/s
無し	考慮せず	$+3^\circ$	73.9m/s
無し	考慮せず	-3°	74.8m/s
無し	考慮	$+3^\circ$	69.5m/s
有り	考慮	$+3^\circ$	78.0m/s