逆カマボコ型桁を有する超長大吊橋の耐風性に関する基礎検討

海洋架橋調査会　フェロー　山中鷹志　　海峡横断道路調査会　　正員　杉田卓男
石川島播磨重工　正員　○上島秀作　石川島播磨重工　正員　宇野名右衛門

１．まえがき

海峡横断プロジェクトで計画されている超長大橋の実現のためには，従来の長大橋に比べて大幅な建設コスト縮減を可能とする橋梁形式の開発が必要である。また，耐風性の確保は超長大橋の設計上，最も重要な点であり，これまでにも耐風性に優れる有望な橋梁形式，桁断面が報告されている。

今回，図-１に示すような新形式超長大橋案について耐風性に関する基礎的な検討を実施したので，その結果を報告する。

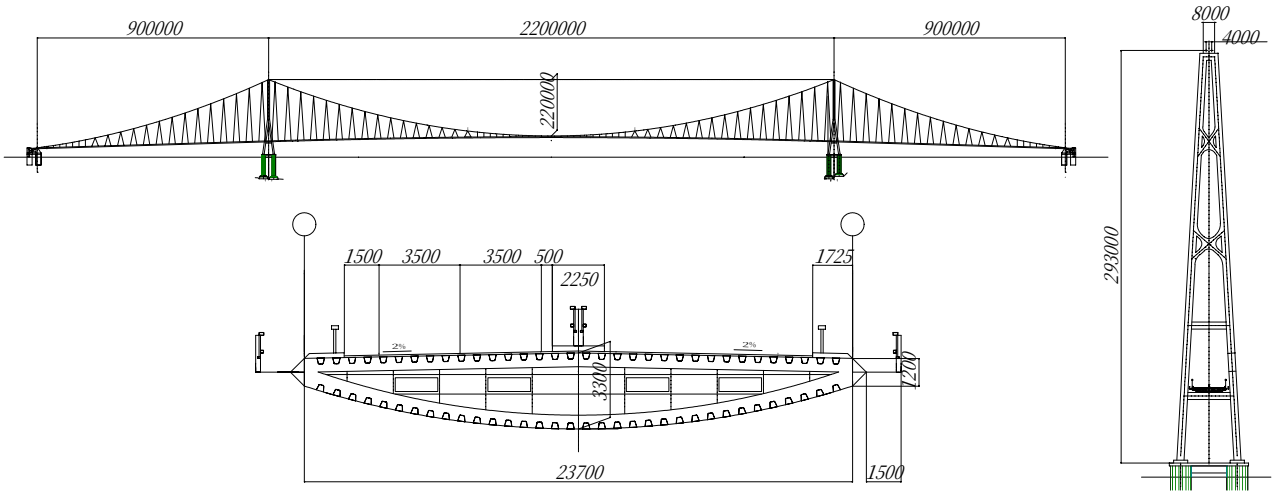

図-１　検討を行った超長大橋

２．対象橋梁の概要

本橋は図に示すように 900m+2200m+900m の支間割を有する３径間連続吊橋であり，４車線の幅員構成を想定している。新形式の構造的特徴を以下に列挙する。

①MONO-DUO 形式のケーブル方式を採用 [1)]
②アンカレイジ近辺，中央径間中央近辺以外の大部分は斜めハンガーを採用
③桁下面が円弧形状の逆カマボコ型断面を採用

なお，桁下面を円弧上にすることで，一般的な扁平六角箱桁断面に比べて製作時の経済性の点で有利であることが１つの特長である。

表-１　構造・振動諸元

項　目		実橋値	模型計測値（縮尺 1/50）
桁幅		23.7 (m)	0.474 (m)
死荷重	吊構造部	15.05 (t/m)	9.45 (kg/m)
	ケーブル	8.20 (t/m)	
極慣性モーメント	吊構造部	846 (tm^2/m)	0.3180 (kgm^2/m)
	ケーブル	1151 (tm^2/m)	
固有振動数	鉛直曲げ対称１次	0.0687 (Hz)	0.845(Hz)
	ねじれ対称１次	0.1873 (Hz)	2.248(Hz)
振動数比	ねじれ／鉛直曲げ	2.73	2.60
構造減衰	ねじれ・鉛直曲げ	0.02	

３．耐風性の基礎検討

３－１　固有振動特性　　風洞試験に先立ち，本橋の固有振動解析を実施した。本橋の実橋および模型の振動諸元を表-１に示す。

３－２　ばね支持試験　　縮尺 1/50 の２次元模型用いて，ばね支持を実施し，フラッター耐風性を調査した。試験結果を図-２に示す。図には Selberg 式によるフラッター風速を併記した。吹上げ風に対して，限界風速が低下する傾向があるが，本断面は概ね平板翼と同程度のフラッター耐風性を有すると言

キーワード　　超長大橋，フラッター，MONO-DUO 形式，斜めハンガー
連絡先　〒235-8501　横浜市磯子区新中原町１,TEL 045-759-2825　FAX 045-759-2208

える。

一方，図-３は CFD により算出した本橋桁断面の非定常空気力係数である。本計算においては，高欄と中央分離帯は考慮されていない。また，$Re_B=2\times10^5$ での計算結果で，模型スケールでの非定常空気力である。図より，本断面の空気力係数は Theodorsen の平板空気力と概ね一致していることが分かる。ばね支持試験と同様，非定常空気力の面からも本断面は，平板翼と類似のフラッター特性であることが確認された。

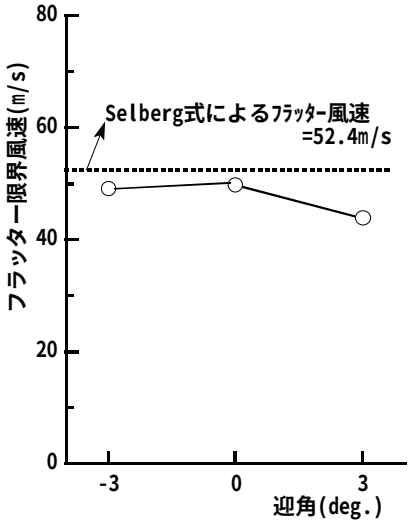

図-２　ばね支持試験結果

３－３　フラッター解析　　Theodorsen の平板空気力を用いて，全橋のフラッター解析を実施した。本解析においては，風荷重に伴う静的変形が考慮されていない。図には比較のため従来形式吊橋モデルの解析結果を併記した。従来形式モデルの構造諸元は極力，新形式橋梁と一致させている。このとき，従来形式の固有振動数は鉛直曲げ f_η=0.072(Hz)，ねじれ f_θ=0.159(Hz) であり，新形式は従来形式に対してねじれモードの固有振動数が若干高い。

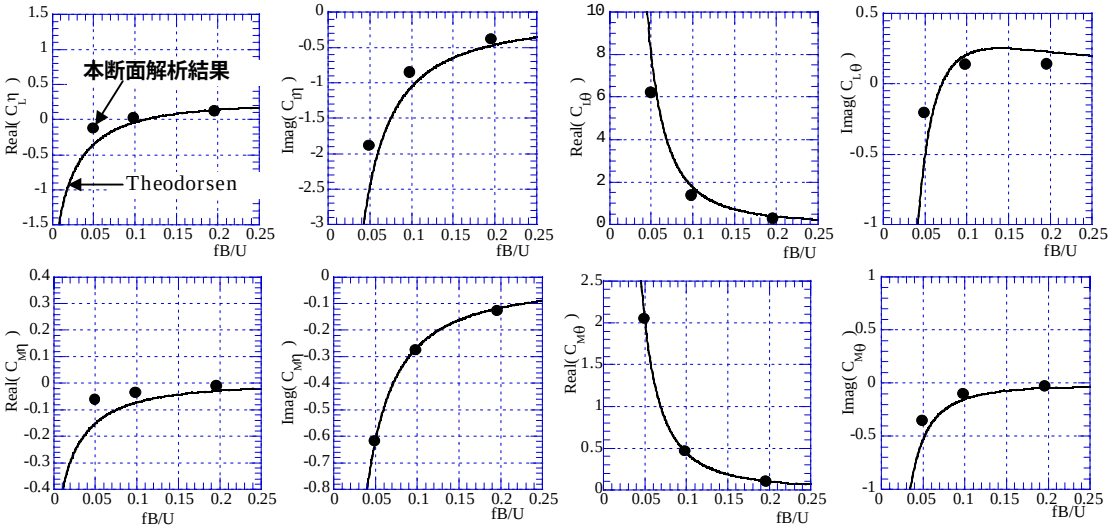

図-３　ＣＦＤによる非定常空気力係数　（迎角=０°）

フラッター解析結果を図-４に示す。新形式の固有振動特性の優位性を反映して，従来形式に比較してフラッター風速が高くなる。

しかし，現時点では，フラッター風速が 60m/s 程度であり，十分な耐風性を有しているとは言い難い。そこで，桁高を増し，ねじれ剛性を増加させた場合の検討を併せて実施した。その結果，ねじれ剛性を当初の３倍に設定することで，漸くフラッター風速が 79m/s 程度となった。しかしながら，経済性の観点からは，３倍までのねじれ剛性増大は現実的でないと考えられる。今後，断面形状の改良によるフラッター耐風性の向上についても併せて必要であると考えている。

引き続き，新形式のケーブルシステムの効果に対する詳細な考察，風洞試験で実測した３分力・非定常空気力を用いてのフラッター解析を実施していく予定である。

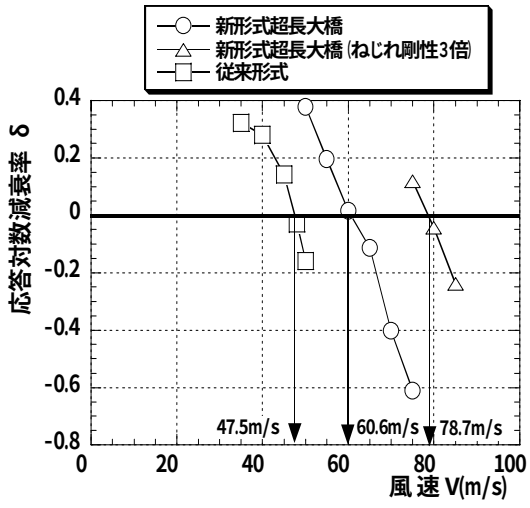

図-４　フラッター解析結果

あとがき

本検討は大阪湾岸地域活性化委員会の技術部会活動の一環として実施したものである。

参考文献：1)宇都宮ら：MONO-DUO 形式超長大吊橋のフラッタ-解析に関する研究，土木学会第 56 回年講概要集，Ⅰ-B361