

多径間吊橋の耐風安定性に関する基礎検討

本州四国連絡高速道路㈱ 正会員 ○山田 郁夫
 本州四国連絡高速道路㈱ 正会員 楠原 栄樹
 本州四国連絡高速道路㈱ 正会員 遠山 直樹
 独立行政法人土木研究所 正会員 麓 興一郎

1. はじめに

現在計画中の海峡横断道路プロジェクトにおいて、多径間吊橋の適用が検討されている。多径間吊橋では、側塔と比較して中央塔はケーブルの拘束効果が少ないため、活荷重の載荷等により橋梁全体の変形（中央塔の水平変位、桁の鉛直変位）が大きくなることが知られている¹⁾。また、耐風安定性についても未解明な点が存在していることから、中央径間長 1500m 級の 4 径間吊橋を基本とした基礎的な検討を実施した。

2. 検討条件

本検討では、①中央支間長 1,500m の 4 径間吊橋(4c1500)を基本として、②中央支間長が同じ 3 径間吊橋(3c1500)、③全長および側径間比が同じ 3 径間吊橋(3c2300)、④全長および側径間長が同じ 3 径間吊橋(3c3000)、の 4 ケースの橋梁を試設計し、3 次元骨組解析モデルを作成した。

いずれのケースも、耐風安定性に優れる台形フェアリングを有するグレーチング併用の二箱桁断面²⁾を適用した。また、ケーブルのサグ比（＝垂距／支間長）はすべて 1/10 とした。図-1 に各検討ケースの橋梁一般図を示す。

3. 固有振動特性

各検討ケースに対する固有振動解析の結果および Selberg 式によるフラッター発現風速の推定値を表-1 に示す。支間長が 1500m の場合、3 径間でも 4 径間でもフラッターの推定値は、ほぼ同じ結果となった。また、支間長の増大に伴い、フラッターの推定値は減少

する傾向が確認された。

今回の解析結果を含めて、既存橋梁の支間長と固有振動数の関係を整理すると、図-2 に示すとおり、近似曲線（累乗近似： $y=ax^b$ ）によって表現できる。この図より支間長の増大に伴い、固有振動数が減少する傾向にあるが、たわみ振動数は支間長 2,000m 以上ではほぼ一定の値となっており、支間長の増大に伴うねじれ振動数の低下が耐風安定性悪化の要因であると推測される。

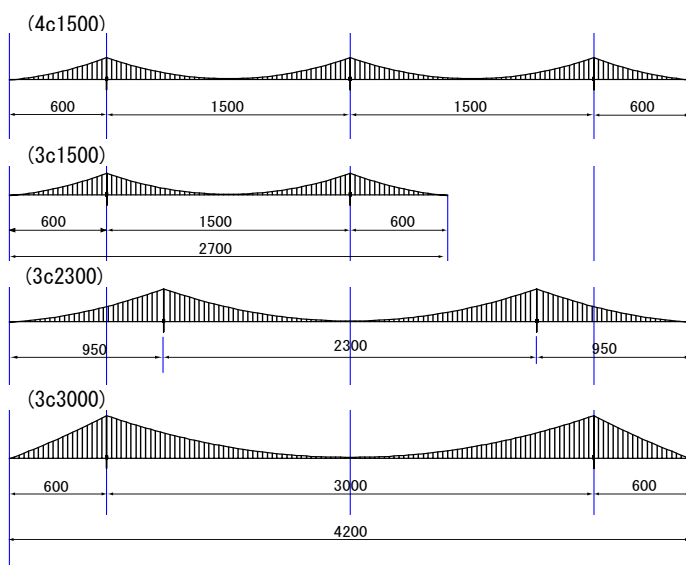


図-1 検討ケースの橋梁一般図

表-1 固有振動数とフラッター発現風速 (Selberg 式)

ケース	振動数	鉛直 (Hz)	ねじれ (Hz)	ねじれ 鉛直	Selberg (m/s)
4c1500	対称	0.052	0.180	3.46	50.4
	逆対称	0.082	0.259	3.16	81.2
3c1500	対称	0.085	0.193	2.27	48.9
	逆対称	0.082	0.259	3.16	80.9
3c2300	対称	0.066	0.141	2.14	38.2
	逆対称	0.067	0.162	2.42	51.2
3c3000	対称	0.081	0.123	1.52	32.6
	逆対称	0.060	0.118	1.97	38.0

キーワード：長大橋、多径間吊橋、固有振動特性、フラッター

連絡先：〒651-0000 兵庫県神戸市中央区小野柄通 4-1-22 JB 本四高速㈱ 長大橋技術センター TEL078-291-1072

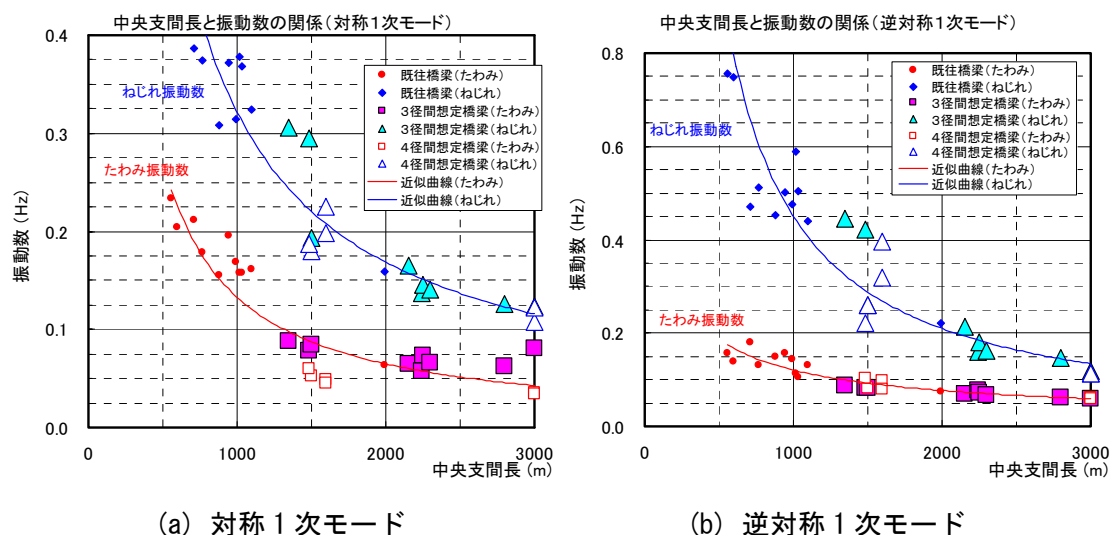


図-2 中央支間長と固有振動数の関係

4. 平板翼非定常空気力を使用したフラッター解析結果

Selberg 式による推定値との比較のため、平板翼の非定常空気力を用いたフラッター解析を実施した。

フラッター解析による発現風速は、Selberg 式による推定値をすべて上回る結果となった。フラッター解析では、支間長が 1500m の場合、3 径間よりも 4 径間の発生風速が約 15% 低下した。

フラッター発生時における非定常空気力の仕事量分布は図-3 のとおりである。中央径間の仕事量分布の形状が高次モードとなっていることから、Selberg 式による推定値と異なる結果が得られたものと考えられる。また、4 径間吊橋では側径間がフラッターを励振していることから、3 径間に比べフラッター風速が低下したものと考えられる。

表-2 フラッター解析結果 (単位: m/s)

	4c1500	3c1500	3c2300	3c3000
Selberg 推定値	50.4	48.9	38.2	32.6
フラッター解析	61.9	72.6	54.8	36.5

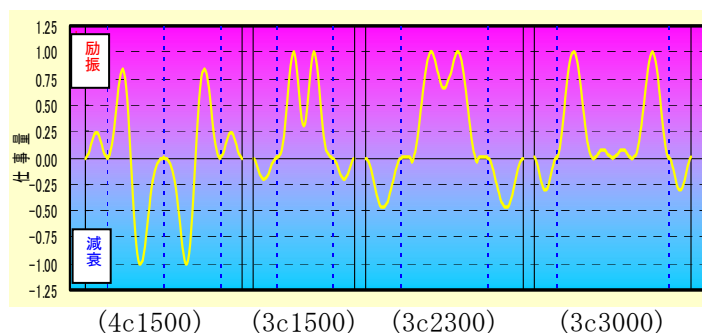


図-3 フラッター発生時の非定常空気力の仕事量分布 (最大値で無次元化)

5. まとめと今後の課題

4 径間吊橋の耐風特性を調査するための基礎的な検討を実施した結果、以下のことが明らかとなった。

- (1) 支間長の増大に伴い、橋梁の固有振動数は減少するが、振動数の低下率はたわみ振動数よりもねじれ振動数の方が大きく、耐風性悪化の要因の一つであると考えられる。
- (2) 支間長 1500m 級以上の吊橋の場合は、マルチモードの影響を考慮する必要があることが確認された。

今後は、実測された桁断面の空気力係数を用いて静的変形を考慮したフラッター解析を実施することにより詳細なフラッター特性を把握するとともに、将来的には 4 径間吊橋を対象とした全橋模型風洞試験を実施し、耐風安定性の確認を行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 樋口、大橋、深谷：多径間吊橋における活荷重載荷方法による構造特性への影響、第 51 回土木学会年次学術講演会、平成 8 年 9 月
- 2) 秦、麓、楠原、平野、大廻：二箱桁断面の耐風安定性に関する検討、第 57 回土木学会年次学術講演会、平成 14 年 9 月