

I - B67

2箱桁／1箱桁を併用した斜張吊橋の耐風安定性

川崎重工業 正会員 尾立 圭巳
 同 上 正会員 小川 一志
 同 上 正会員 下土居秀樹
 同 上 正会員 野上 千秋

1. はじめに

著者らは、紀淡海峡計画をはじめとする将来の海峡横断プロジェクトへの適用を想定した、耐風性ならびに経済性に優れた超長大吊橋の開発を目的として、2箱桁／1箱桁併用吊橋と称する新形式吊橋の可能性についての検討を行ってきた^{1)～4)}。本報告では、この2箱桁／1箱桁併用吊橋の2箱桁部分を吊橋区間、1箱桁部分を斜張橋区間とした斜張吊橋⁵⁾（図1）の、海峡横断プロジェクトへの適用性について検討し、2箱桁／1箱桁併用吊橋との比較を行ったものである。

2. 解析条件

本検討において対象とした2箱桁／1箱桁を併用した斜張吊橋（以降、2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋と称する）は、主径間 2500m＋側径間 1250m の6車線3径間連続斜張吊橋であり、メインケーブル間隔は2箱桁の開口幅に合わせて7.0mとし、両主塔より主径間ならびに側径間側の各々634mを斜張橋区間（1箱桁：ケーブル定着間隔 35.5m）、残りを吊橋区間（2箱桁：ハンガー定着間隔 7.0m）とした構造系を想定している。図1に、2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋の概略図を示す。また、表1には、概略構造検討により得られた構造諸元を2箱桁／1箱桁併用吊橋（6車線3径間2ヒンジ吊橋）と比較して示す。なお、本検討における主塔は2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋、2箱桁／1箱桁併用吊橋とも同一とした。また、斜張橋部分のケーブルのヤング係数は、Ernst の等価ヤング係数とした。解析に用いる空気力は、著者らがこれまで2箱桁／1箱桁併用吊橋の開発において検討を行ってきた、桁断面形状（図1.b）³⁾のものをを用いた。

3. 解析結果と考察

1) 静的変形解析結果 図2に、風の傾斜角 $\alpha=0^\circ$ での静的変形解析結果を、2箱桁／1箱桁併用吊橋の場合と比較して示す。図2より、2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋は、風速80m/sで $+3.4^\circ$ と、構造的に問題となるような大きな静的回転変形を生じていないことが確認できる。また、2箱桁／1箱桁併用吊橋では負の回転（頭下げ）変形を生じていたものが、2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋では正の回転（頭上げ）変形を生じていることがわかる。これは、2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋では、図3に示すように、3径間連続としたことにより主塔付近の桁の水平変位が、主塔（ケーブル定着点）の水平変位に比して、相対的に小さくなったことに起因しているものと考えられる。

2) 固有値解析結果、およびフラッタ解析結果

表2に固有値解析結果を示す。また、図4に、風の傾斜角 $\alpha=0^\circ$ における多自由度フラッタ解析結果を示す。なお、フ

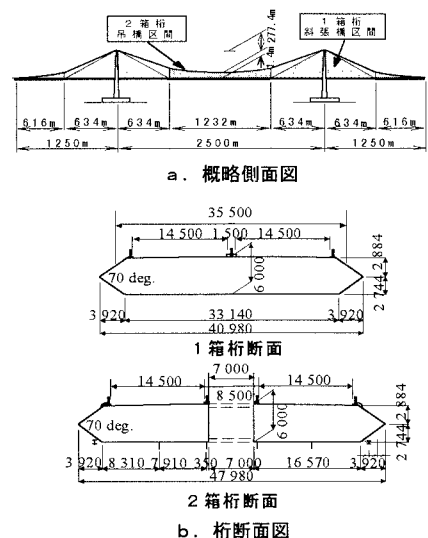


図1 2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋の概略図

キーワード：斜張吊橋，2箱桁，静的変形，フラッタ

連絡先：〒673-8666 兵庫県明石市川崎町 1-1 TEL078-921-1641 FAX078-921-1607

フラッタ解析手法としては、モード組合せ法（モード次数 50 次まで考慮）とし、解析においては、補剛桁とメインケーブルに作用する準定常抗力の影響についても考慮した。図4より、2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋の適用によって、フラッタ限界風速 80m/s 以上を確認できる。また、静的変形非考慮の解析では、2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋は2箱桁／1箱桁併用吊橋とほぼ同等のフラッタ限界風速となる結果となった。なお、静的変形を考慮した2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋の解析結果が 85m/s までなのは、正の大迎角における非定常空気力係数が得られていなかったためである。

4. まとめ

- ① 2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋の静的回転変形は、風の傾斜角 $\alpha=0^\circ$ ，風速 80m/s において $+3.4^\circ$ と、構造的に問題となるような大きな静的回転変形を生じないことが確認された。
- ② 2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋の適用により、風の傾斜角 $\alpha=0^\circ$ におけるフラッタ限界風速は、80m/s 以上となることが確認できた。

検討の結果、2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋は、超長大橋への適用の可能性を有する橋梁形式であると考えられる。また斜張吊橋は、斜張部の主桁張出し架設とメインケーブル架設との同時並行架設の可能性も考えられ、架設工期短縮の面での利点も挙げられる。今後は、適切な斜張橋区間を設定した上での、詳細な構造特性の検討や2箱桁／1箱桁併用吊橋との経済性の比較などを行う予定である。

なお、本検討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社からなる『耐風性および経済性に優れた超長大橋の開発に関する共同研究』の一環として実施したものである。

参考文献：1)小川,下土居,磯江,橋本：新形式の超長大吊橋の振動特性に関する一考察，風工学会年次発表，1995；2)小川,下土居,橋本：2箱桁/1箱桁を併用した超長大吊橋のフラッタ特性，第14回風工学会誌，1996；3)下土居,小川,野上：2500m級超長大吊橋に適合した箱桁形状の研究，第52回土木学会年次学術講演会，1997；4)野上,小川,下土居,岸田：2箱桁/1箱桁を併用した2500m級超長大吊橋の耐風安定性，第52回土木学会年次学術講演会，1997；5)野村,中崎,成田,前田,中村：長大吊形式橋梁の構造特性と経済性，構造工学論文集,Vol.41A（1995年3月）

表1 概略構造検討により得られた構造諸元

		2箱/1箱併用吊橋		2箱/1箱併用斜張吊橋		
		1箱桁部	2箱桁部	1箱桁部	2箱桁部	
区間長	m	2464	2464	2500	2464	
上部工重量						
吊橋構造部	橋面工		4.86	4.86	4.86	
	補剛桁		13.99	17.82	17.85	17.82
	スリット等	t/m	2.09	2.59	2.09	2.59
	ハンガー等		0.50	0.80	—	0.60
	斜張ケーブル		—	—	3.85	—
	その他		2.10	2.10	2.10	2.10
小計			23.54	27.97	30.75	27.97
ケーブル関連	主ケーブル		10.75		7.45	
	その他	t/m	1.40		—	
	小計		12.15		7.45	
	合計		35.69	40.12	38.21	36.82
平均			37.91		37.52	
吊橋造部極慣性モーメント		t・m/m	2795	5100	3218	5100
部材剛性						
補剛桁	断面積	m ²	1.280	1.516	1.776	1.516
	鉛直断面2次モーメント	m ⁴	9.520	9.660	13.278	9.660
	水平断面2次モーメント	m ⁴	133.3	263.3	183.2	263.3
	ねじれ定数	m ⁴	19.8	21.0	31.0	21.0
ケーブル	断面積	m ²	0.885		0.475	
	張力	t	60400		43000	
	許容応力度		100(kgf/mm ²)		100(kgf/mm ²)	

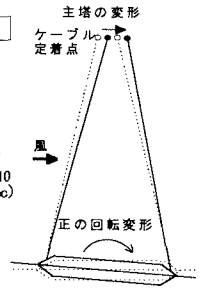
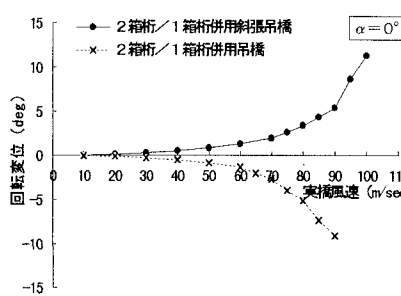


図2 風速と静的回転変形の関係 図3 桁の回転変形

表2 固有値解析結果

		2箱桁／1箱桁併用吊橋			2箱桁／1箱桁併用斜張吊橋				
曲げ モード	次数	振動数 (Hz)	等価質量 (tf・s ² /m)	次数	振動数 (Hz)	等価質量 (tf・s ² /m)	モード形状		
	2	0.0529	4.004	2	0.0534	3.776			
ねじれ モード	次数	振動数 (Hz)	等価質量 (tf・s ² /m)	次数	振動数 (Hz)	等価質量 (tf・s ² /m)	モード形状		
	8	0.1008	26088	8	0.1088	37207			
	25	0.1879	947	22	0.1839	552	ねじれ対称1次		

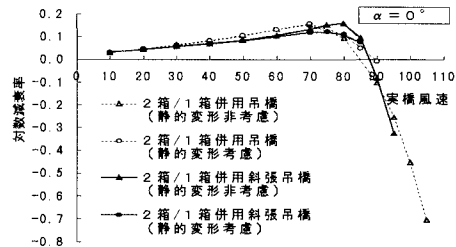


図4 風速と対数減衰率の関係