

I-396

1 0 0 0 m 級斜張橋の耐風問題に関する考察

住友重機械工業 正員 荒居 祐基

（当時横浜国立大学大学院学生）

横浜国立大学 正員 宮田 利雄

新日本技研 正員 星埜 正明

横浜国立大学 正員 山田 均

まえがき 斜張橋は本来中径間の橋梁に最も適しているとされ、建設が行なわれてきた。しかし、その後多くの研究成果や、その設計、施工上の技術の改良、ケーブル素材の進歩などから、より長大な径間を持つ斜張橋の建設が可能であるとされ、斜張橋はますます長大化の傾向にあるといえる。並行して、斜張橋に対する最大可能なスパン長に関する議論である斜張橋の限界スパン長に関する研究が行なわれている。わが国においてもそのような長大斜張橋の建設が進められ、その最大径間長は施工中のもので約800m、計画中のものを含めると約900mにもおよぶことは周知の通りであろう。このように斜張橋の長大化により、次第にその主径間長で既存の長大吊橋に迫りつつあるといえる。こうした長大化が進むにつれて、その全体のシステムとしての剛性が相対的な意味で低下し、その結果斜張橋はきわめて可撓性に富む長周期の構造物となる。したがって、耐風安定性の確保の重要性は増し、長大斜張橋であるが故に起こる耐風設計上の問題点も少なからず生じるものと考えられる。

現在長大橋梁の耐風設計基準として使用されているものは本州四国連絡橋公団の耐風設計基準（1976）であり、これは主としてトラス補剛桁の1000m程度のスパン長を持つ吊橋を想定して規定されているものである。したがって、本研究では、斜張橋には多くの場合箱桁が用いられること、吊橋から斜張橋に橋梁形式が変化したこと、を考慮し、また2000m級の吊橋となる明石海峡大橋の耐風設計要領での検討経過をも踏まえ、曲げねじれフラッターに関する解析と風荷重のガスト応答補正係数に関するガスト応答解析を実施し、関連する耐風設計問題を検討した。

解析対象の概略 解析対象として想定した斜張橋は橋長1900m、主径間長1000m、桁幅30mのマルチファン形式のケーブル配置を持つもので、具体的な計画案ではない。側径間については中間橋脚を持つ場合（モデルA）と持たない場合（モデルB）について検討をおこなった。

ガスト応答について ガスト応答解析は、本四公団の明石海峡大橋耐風設計要領[ref1]に示される方法で行なった。この方法では静的な風力の作用下で最大断面力、あるいは最大発生応力に対するガスト応答により発生するある評価時間内の最大応答期待値の比率でガスト応答係数を定義し、風荷重算定の際の割増し係数としている。水平曲げに関する曲げモーメントについては最大断面力発生点ではおおむね前述の要領での箱桁に対する1.7程度であるものの、おおむねこれを上回るガスト応答係数を示し、さらにせん断力に対してはその値を上回っている。発生応力については、割増し係数を図1の評価点で表1、表2で示している。この結果を見る限りでは、抗力の効果は卓越するものの他の2空気力成分の効果も無視できず、3分力空気力同時载荷による検討が必要であり、ガスト応答の寄与は吊橋より大きなものとなっている。

曲げねじれフラッターについて 解析手法については著者らが一連の報告を行なっている方法[ref2]を踏襲し、斜張橋解析のために若干変更を加えたものを用いている。解析結果を表3、4に示す。この規模であっても曲げねじれフラッターの発生風速は非常に高いものの、トラス補剛吊橋に関する解析結果と同様、横たわみ卓越のねじれモードからフラッターが発達している。この点で、箱桁補剛の吊橋とは特性を異とするが、ゼルベルグ式による推定値が立体骨組み解析を下回っていることに変わりはなく、フラッター発生時の桁のたわみとねじれの固有振動モード内の連成状況も桁に関する純ねじれとたわみの組合せとみることもできることも同様である。

参考文献

- 1) 土木学会・本州四国連絡橋耐風設計研究小委員会：本州四国連絡橋の耐風に関する調査研究報告書、土木学会、昭和63年3月。
- 2) 宮田、山田、太田：立体骨組み解析法による横たわみしたトラス補剛吊橋の曲げねじれフラッター解析、土木学会論文集（印刷中）。

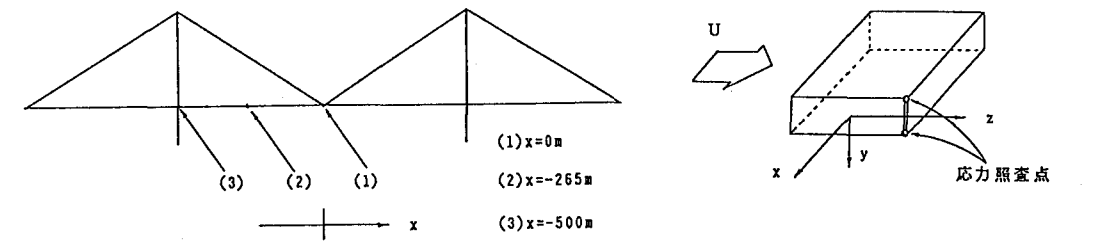


図 1 ガスト応答による発生応力評価点

照査点		ガスト応答値 ¹⁾			応答値の和 ²⁾ (影響線載荷)	平均応答値 (影響線載荷)	ガスト応答 倍率 ³⁾
		抗力	揚力	空力モーメント			
(1)	上	1093(623)	342(8)	70(8)	1221 [112] ²⁾	637	1.93[1.92]
	下	1093(623)	242(-5)	70(8)	1162 [106]	637	1.84[1.82]
(2)	上	585(197)	264(-6)	46(-7)	669 [113]	216	3.35[3.06]
	下	585(197)	105(-5)	46(-7)	592 [101]	216	3.00[2.74]
(3)	上	-1325(-800)	-171(-8)	-19(-2)	-1360 [103]	-803	1.70[1.69]
	下	-1325(-800)	-96(-5)	-19(-2)	-1332 [101]	-803	1.66[1.66]

照査点		ガスト応答値 ¹⁾			応答値の和 ²⁾ (影響線載荷)	平均応答値 (影響線載荷)	ガスト応答 倍率 ³⁾
		抗力	揚力	空力モーメント			
(1)	上	1097(653)	328(8)	55(8)	1217 [111] ²⁾	673	1.86[1.81]
	下	1097(653)	207(-5)	55(8)	1151 [105]	673	1.76[1.71]
(2)	上	564(204)	120(-6)	40(-7)	576 [102]	232	2.82[2.46]
	下	564(204)	243(-6)	40(-7)	621 [112]	232	3.09[2.72]
(3)	上	-1269(-794)	-248(-13)	-18(-2)	-1339 [106]	-808	1.69[1.66]
	下	-1269(-794)	-56(-3)	-18(-2)	-1276 [101]	-808	1.61[1.56]

表 1 モデルA のガスト応答による発生応力

表 2 モデルB のガスト応答による発生応力

- 注) 1) () は平均応答値
- 2) 平均応答の和 + $\sqrt{\text{ガスト応答増分の2乗和}}$
- 3) [] は抗力ガスト最大応答値を100とした時の値
- 4) [] は影響線載荷法による値

振動モード形の組合せ		振動数比	従来法 (Søberg式)		立体骨組みフラッター解析法
			(a)	(b)	
B ₁	T ₁	1.74	79.1	152.7	131.8
B ₁	T ₂	2.36	118.9	121.2	137.8
B ₁	T ₃	3.01	157.9	200%発生せず	
B ₂	T ₄	2.57	168.2	281.1	183.5

振動モード形の組合せ		振動数比	従来法 (Søberg式)		立体骨組みフラッター解析法
			(a)	(b)	
B ₁	T ₁	2.09	71.9	101.2	130.5
B ₁	T ₂	2.61	94.5	99.4	134.2
B ₁	T ₃	2.98	110.2	111.2	172.3
B ₁	T ₄	3.16	117.8	117.9	174.6

表 3 モデルA のフラッター発生風速

表 4 モデルB のフラッター発生風速

- (a) 補剛桁の質量と極慣性モーメントによる値
- (b) 等価質量と等価極慣性モーメントによる値