

I - 561

長大箱桁吊橋の耐風安定化構造の検討

本州四国連絡橋公団 正員 鈴木 周一

本州四国連絡橋公団 正員 北川 信

1. まえがき

中央支間長が2,500mを超えるような超長大吊橋では、クロスハンガーを用いることにより、ねじれの剛性を補剛できることが判明しているが^{1)・2)}、トラス補剛桁の試算結果によると、その特性を経済性の観点から有効に生かしたものはなっていない。ここでは、クロスハンガーを箱桁と組み合わせ、クロスハンガーの各種特性を検討するとともに、箱桁の設計案を試算した結果を示す。

2. 検討条件

表-1に検討を実施した設計案の基本諸元を示す。

3. クロスハンガー吊橋のパラメトリック解析

(1) クロスハンガーのパラメトリック解析

クロスハンガー断面積およびクロスハンガー設置箇所とフラッター限界風速（Selberg式の値）の関係を図-2に示す。図-2から以下のことが言える。

①クロスハンガーの設置箇所については、2箇所設置によりフラッター限界風速の向上に大きな効果があり6箇所設置と大きな差異は無い。

②クロスハンガー断面積は、 0.01m^2 程度あれば大きな効果があり、それより大きくしてもフラッター限界風速の向上割合は小さい。

③ケーブルラテラルとクロスハンガー設置との併用案は、クロスハンガー単独案に比べフラッター限界風速の向上効果はあるものの、さほど大きな効果は無い。

(2) 桁剛性のパラメトリック解析

図-3および図-4には、補剛桁のねじれ剛性を変動した場合のフラッター限界風速の変動を示す。これから、以下のことが言える。

①クロスハンガーの効果（クロスハンガーの無い従来形式とクロスハンガー形式の比）は、桁のねじり剛性の小さい方が大きい。

②ねじれ剛性が $10\sim 20\text{m}^4/\text{Br}$ 程度から減少すると、フラッター限界風速は急激に減少する。

これらより、桁のねじり剛性が小さい場合には、クロスハンガーの効果は大きい、要求されるフラッター限界風速を満足するような設計案を求めるためには、桁にはある程度のねじれ剛性が要求されることがわかる。

4. クロスハンガー吊橋の試設計

上記、検討をふまえクロスハンガー箱桁吊橋の試設計を実施した。試設計案の設計諸元を表-2に、振動解析結果およびフラッター限界風速を表-3に示す。補剛桁の桁高、板厚（最低板厚使用）は、パラメトリックな解析に基づき、適切なねじれ剛性を最小鋼重で確保できる組み合わせとしている。

試設計の結果、以下のことが言える。

①振動解析の結果、ねじり振動の低次モードが卓越するモードは、水平たわみにねじれの連成するモードと純粋なねじれモードがあり、最低のフラッター限界風速を与えるのは、純粋なねじれモードの場合である。

②補剛桁にフラッター特性の優れた断面を用いることにより、トラス補剛桁を用いたクロスハンガー吊橋と比較し、経済的な断面構成が行える可能性がある。

5. あとがき

クロスハンガーの設置は、フラッター特性（特に振動特性）の向上に大きな効果があり、クロスハンガーの静的照査によれば現実的設計が可能である。但し、振動に対する断面設計等の詳細は今後の課題となる。

[参考文献]

- 1) M. A. Astiz, E. Y. Andersen; On wind stability of very long spans in connection with a bridge across the Strait of Gibraltar; ジブラルタル海峡固定連絡路第三回国際会議; 1990. 5. 18
- 2) 鈴木周一、保田雅彦; 超長大吊橋の耐風安定化構造の検討、土木学会第48回年次学術講演会、平成5年9月

表-1 検討条件

項	目	単位	数量
ケーブル	中央径間	m	2,500
	支間	m	1,250
サ	グ	比	1 / 10
ケーブル	中心間隔	m	35.5
ケーブル	本数	本/Br	2

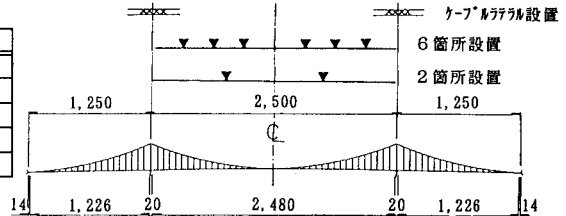


図-1 クロスハンガー解析モデル

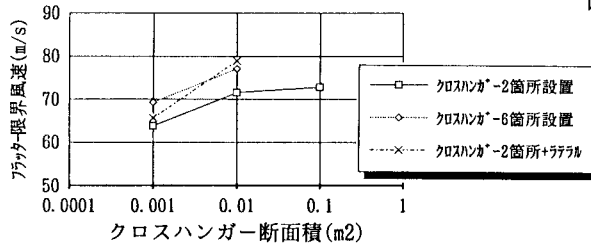


図-2 クロスハンガー断面積とフラッター限界風速

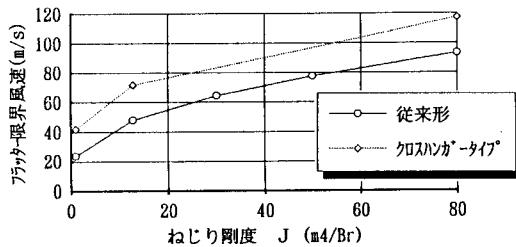


図-3 桁ねじり剛度とフラッター限界風速

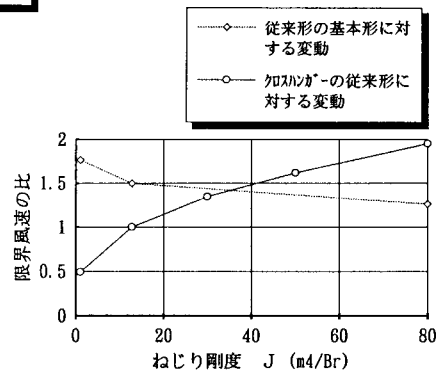


図-4 桁ねじり剛度と限界風速の比

表-2 試設計案諸元

項	目	単位	数量	箱桁クロスハンガー-案	トラスクロスハンガー-案
桁	幅	m	40.9	35.5	
	高	m	7.0	14.0	
質量	ケーブル	tf/m	17.00	20.39	
	吊構造	tf/m	25.70	29.17	
	計	tf/m	42.70	49.56	
極慣性モーメント			tf・m/m	8.605	12.454
ケーブル断面			m ² /本	0.963	1.104
桁剛性	鉛直曲げ I _v	m ⁴ /Br	12.4	36.02	
	水平曲げ I _H	m ⁴ /Br	161.5	231.63	
ねじれ J			m ⁴ /Br	28.4	23.63

表-3 振動解析結果

項	目	単位	水平モード (ねじれ連成)	ねじれモード
振動数	たわみ	Hz	0.056	
	ねじれ	Hz	0.185	0.223
振動数比		-	3.30	3.98
	極慣性質量	tf・s ²	3,660	1,170 (878) ¹⁾
Seberg式の値			m/s	105.0
フラッター解析値 ²⁾			m/s	118.8
				96.7
				113.0

1) 水平方向質量無視の場合。 2) 2モード、平板空気力使用。

MODE 21
FREQ. 0.223

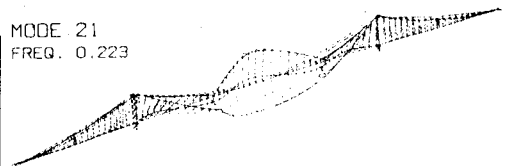


図-5 ねじり振動モード