

## モード空力減衰によるクロスステイ付き超長大吊橋の耐風検討

大日本コンサルタント(株) 正会員 モハメド アンサール  
大日本コンサルタント(株) 正会員 中崎 俊三

1. まえがき ケーブルシステムによる超長大吊橋耐風安定化策の中で、クロスステイ方式は耐風効果に関して有力視されている形式の一つである。また、従来形式の吊橋にステイを取り付けるだけの比較的簡単な方法であることもクロスステイ方式のメリットである。クロスステイの耐風効果に関する研究は、内外で数多くあるが<sup>1) 2)</sup>、本文は、モード空力減衰に着目して<sup>3)</sup>、クロスステイにより支配モードがどのように変化するか調べるものである。

2. 解析条件 図-1 に解析モデルを示す。桁高は8.5mとしたが、補剛桁せん断中心の偏心の影響は無視した。ケーブル支間長に対するクロスステイ取付位置は、中央径間、側径間の各々に関して、それぞれ、塔より30%、塔より46%の箇所とした。解析用データは、文献3)を参考に、吊構造部の死荷重は、44.3tf/m/Br、桁のねじれ定数は44.5m<sup>4</sup>/Brとした。桁の非定常空気力には平板翼に対する理論値を適用した。また、桁には抗力、ケーブルには抗力と揚力による準定常空気力を考慮したが、ケーブルと桁の抗力係数をそれぞれ0.7、0.75としている。フラッター解析は、死荷重や風荷重による初期剛性を考慮した固有振動解析結果を使用する多重モード解析であり、考慮したモード数は50である。また、モード毎の空力減衰寄与の計算は、文献3)に基づいている。解析ケースは表-1に示す7ケースである。すなわち、ケース1は従来型形式であり、ケース2～4は中央径間にクロスステイを設けた場合についてステイの断面積のみを変えたものであり、ケース5は側径間にもクロスステイを設けたもの、ケース6は鉛直ハンガーの断面積のみを変えたもの、ケース7は有風時の剛性変化を考慮したものである。

3. 解析結果および考察 表-1の最下欄に各ケースのフラッター発現風速を示す。これより、ケース1の77m/sに対し、ケース2～4でステイの断面積を増加させた場合フラッター発現風速は85m/s、86m/sと上昇するがステイ断面積変化による影響は小さい。このことから、ステイの伸び剛性が大きく影響しないフラッター挙動と推定される。ケース5よりフラッター発現風速は92m/sであり、側径間のクロスステイの効果もかなり期待できることがわかる。ケース6、7のフラッター発現風速は、ケース3と変わりなく、鉛直ハンガーの断面積や有風時の剛性変化の影響は小さい結果となった。図-2のフラッターモード図(ねじれモード最大時)より、中央径間のステイの断面積を大きくしていくと面外モードは顕著に大きくなり、鉛直たわみモードはフラットに、ねじれモードはステイ取り付け点付近でわずかにくびれが認められるようになる。また、側径間にステイを取り付けると側径間のねじれモードがかなり小さくなっていることがわかる。

次にモード毎空力減衰をみると、従来型吊橋では対称1次の鉛直たわみとねじれモードが顕著であるが、ケース2では対称3次の鉛直たわみモードや面外変位とねじれの連成したモードが大きくなり、ケース3では面外変位とねじれの連成した低次のモードが支配的となる。ケース5ではケース1～3で寄与率の大きかった側径間のねじれが卓越する高次のモードがほとんど寄与しなくなっている。これらが、フラッター風速の上昇に影響したと考えられる。

4. まとめ 本解析条件より、超長大吊橋に対するクロスステイの耐風効果は、ねじれを伴った面外モードが卓越することから、等価極慣性モーメントの増加が影響し、側径間のステイの耐風効果は、高次の側径間ねじれモードを低減した影響と考えられる。

---

キーワード：超長大吊橋，クロスステイ，モード空力減衰

連絡先：〒170-0003 東京都豊島区駒込 3-23-1 TEL.03-5394-7615 FAX.03-5394-7605

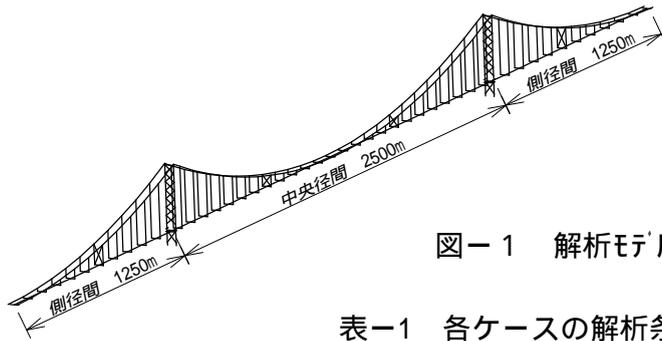


図-1 解析モデル

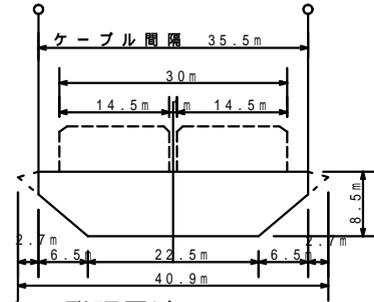
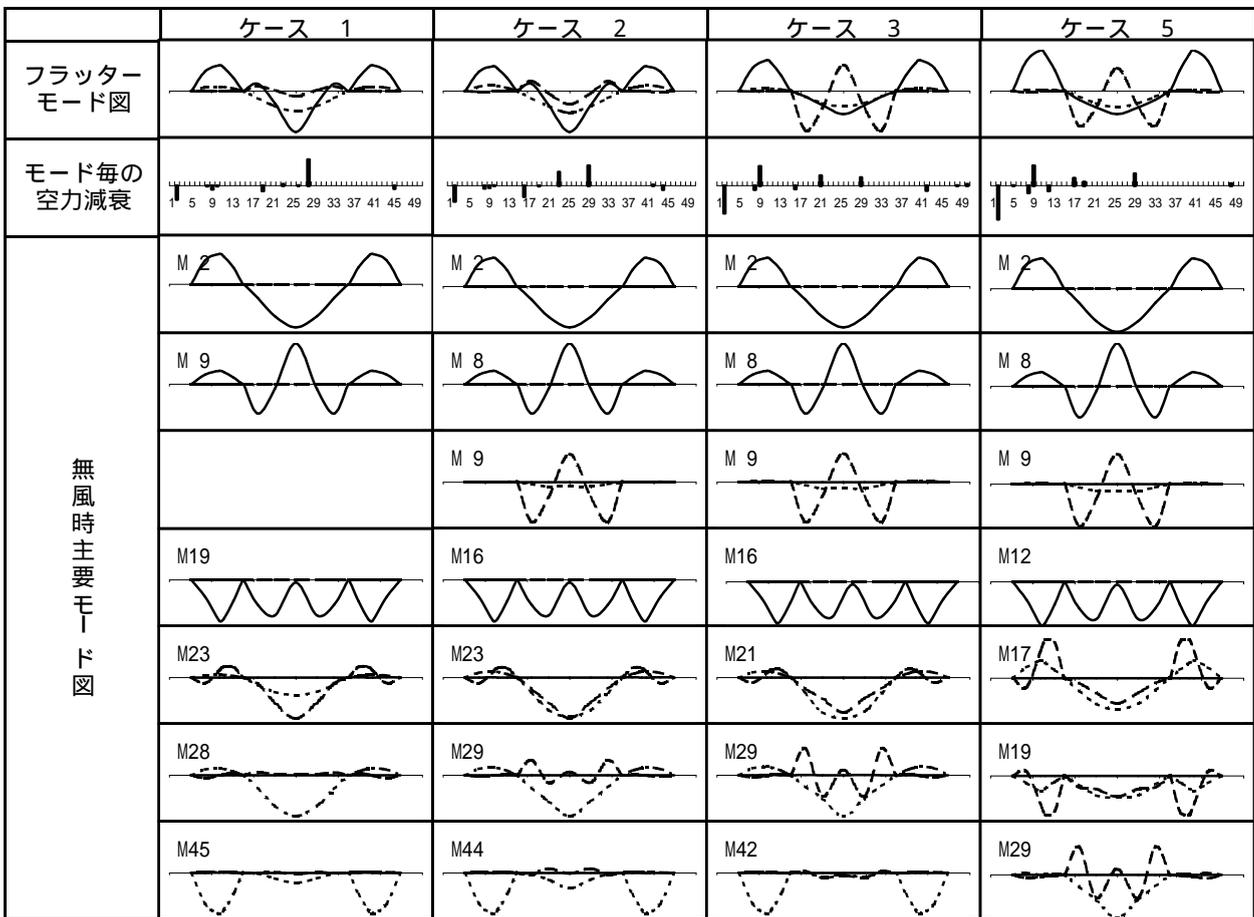


表-1 各ケースの解析条件とフラッター発現風速

項目		ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	ケース6	ケース7
1本の断面積 (m <sup>2</sup> )	中央径間	----	0.001	0.01	0.1	0.01	0.01	0.01
	側径間	----	----	----	----	0.01	----	----
	解析ハンガー	0.0324	0.0324	0.0324	0.0324	0.0324	0.0072	0.0324
	横風荷重	----	----	----	----	----	----	----
	フラッター発現風速V <sub>f</sub> (m/s)	77	85	86	86	92	86	86



----- 揺れ      - · - · - 面外      ——— 鉛直

図-2 解析結果(フラッター時)

[参考文献]

- 1) Miguel A. Astiz: Flutter Stability of Very Long Suspension Bridges, JOURNAL OF BRIDGE ENGINEERING, ASCE, 1998.8.
- 2) 米田昌弘・大野克紀・田巻嘉彦・木村公男: 超長大吊橋の連成フラッター特性に及ぼす鉛直ならびに傾斜クロスステイの効果について, 構造工学論文集 Vol.43A, 1997.3.
- 3) 中崎俊三・山口宏樹: モード空力減衰に着目した暴風時質量付加型吊橋のフラッター特性, 土木学会論文集, No.626/ -48, 121-133, 1999.7.