

I - B69

超長大吊橋の偏平箱桁の空力特性改善対策

日立造船 正会員 植田利夫 正会員 田中 洋 非会員 山口映二

1. まえがき 中央支間2500m, 全長5000mの6車線の超長大吊橋に桁高5mの偏平箱桁を適用する場合に耐フラッター性能を改善する対策として, 中央に開口を設け, その中央に鉛直スタブライザー(V. S)を設置する案の検討を進めてきた⁽¹⁾. 2次元ばね支持試験の結果, 開口幅5mでV. Sの上・下の突出高 $h_u = h_L = 1.5\text{m}$ (図1(b), 断面B)が比較的良好で, 開口部を閉塞した基本断面(図1(a), 断面A)に対して耐フラッター性能をかなり向上させることができた⁽²⁾.

しかし, 三分力試験データをもとに解析した有風時のねじれ変形を考慮した3次元マージン連成フラッター解析の結果では設計の目標とするフラッター限界風速80m/sを下回った. そこで, さらに耐フラッター性能を向上させる対策として桁両端部の各上下面に幅2mの導流板⁽³⁾(ここでは水平スタブライザー-H. Sと称す)を併用する案(図1(c), 断面C)について検討した結果を述べる.

2. 2次元ばね支持試験結果

縮尺1/80の剛体部分模型を用いた2次元ばね支持試験による振動応答から求めた連成フラッターの発生風速を図2に示す. 振動諸元は表1のとおりである. 図2には断面A, B, Cの他H. Sのみ設置した断面Dの結果を比較している. 断面Cのフラッター発生風速は約80m/sであり, 設計目標値をほぼ満たしている.

一方, H. Sのみ設置した断面Dは $\alpha = -3^\circ, 0^\circ$ で約60m/s, $\alpha = +3^\circ$ で約25m/sであって, H. S単独では十分な耐風対策とまらない. あくまでもV. SとH. Sの併用で耐フラッター性能が大幅に改善されることがわかった.

表1 振動諸元

重量(tf/m) (ケーブル+吊構造)	38.2
質量慣性モーメント ($\text{tf} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2 \cdot \text{m/m}$) (ケーブル+吊構造)	869
振動数 (Hz)	鉛直たわみ ねじれ
	0.0523 0.133
振動数比	2.55

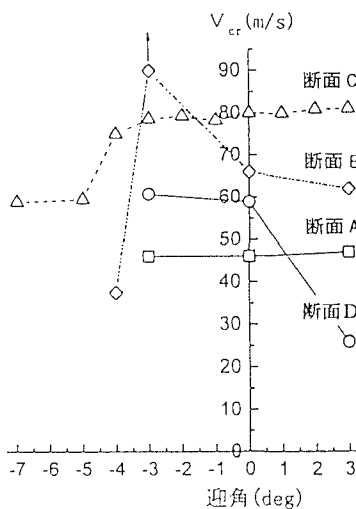


図2 フラッター発生風速

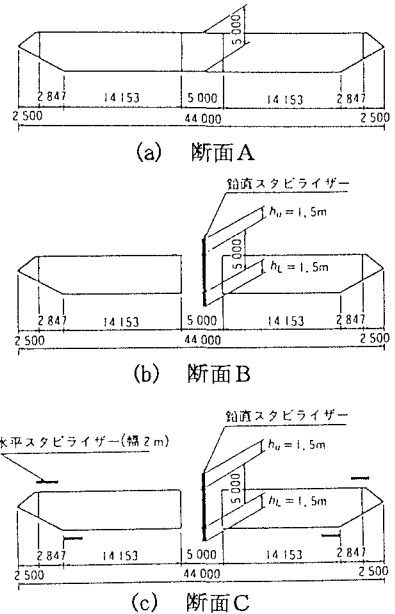


図1 検討対象断面

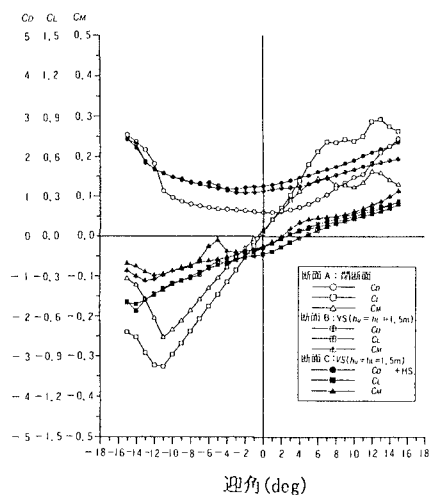


図3 三分力係数

キーワード : 長大吊橋、偏平箱桁、鉛直スタブライザー、水平スタブライザー、連成フラッター
〒559-0034 大阪市住之江区南港北1-7-89 TEL 06-569-0098 FAX 06-569-0102

3. 静的変形解析結果 断面Cの三分力係数を断面A, Bと比較して図3に示す。抗力はV, Sの設置による受風面積増により大きくなるが, H, Sの併用によりさらに若干大きくなっている。揚力・モーメントについては係数の勾配は大幅に低減している。H, Sを設置すると迎角によるモーメントの変動は少なくなる。断面B, Cに関して $\alpha=0^\circ$ の風作用時の80m/sの静的ねじれ変形は図4のとおりで、いずれも全ハブにわたり負のねじれ変形が発生するが、 -2.5° 弱で相対迎角は比較的小さい。

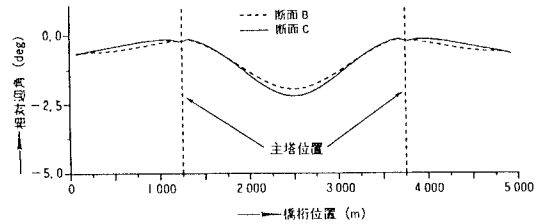


図4 静的ねじれ変形(80m/s, $\alpha=0^\circ$)

4. 3次元フラッター連成フラッター解析結果 断面Cについて求めたFlutter derivativesの中、連成フラッター発生への寄与が大きい A_2^* , A_1^* , H_3^* を断面Bと比較して図5に示す。断面Cの A_2^* は断面Bより若干小さく、 A_1^* はかなり小さいが、 H_3^* はほとんど変わらない。断面Cの風荷重作用時の変形を考慮した3次元フラッター連成フラッター解析結果を断面Bと比較して図6に示す。有風時の変形を考慮してもその変形量が小さく、この迎角範囲内では空力特性の低下も小さいことからフラッター発生風速は変形を考慮しない場合より若干低下するに過ぎない。フラッター発生時のモードをみると、鉛直たわみ1次とねじれ1次の寄与が大きいことから、2次元ばね支持試験結果と大差ないフラッター発生風速になっており、ほぼ設計目標値80m/sを満たしている。

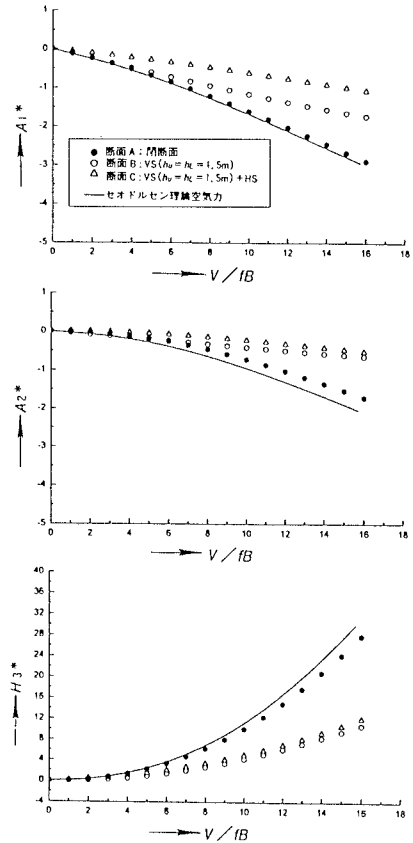


図5 Flutter Derivatives

5. あとがき 偏平箱桁の中央部を開口した2-BOXタイプで鉛直スライダと水平スライダを併用すれば耐フラッター性能を大幅に向上しうることがわかった。今後、超長大吊橋の耐風設計に参考となれば幸いである。

本成果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社からなる共同研究「耐風性および経済性に優れた超長大橋の開発」の一環として実施したものである。

参考文献

- (1) 植田利夫, 田中 洋, 松下泰弘: 超長大吊橋の偏平箱桁の耐風性改善策, 土木学会第51回年次学術講演会概要集, I - A208, 平成8年9月
- (2) 植田利夫, 田中 洋, 松下泰弘: 鉛直スライダ付偏平箱桁を有する超長大吊橋のフラッター特性, 土木学会第52回年次学術講演会概要集, I - B66, 平成9年9月
- (3) 佐藤弘史, 鳥海隆一, 日下部毅明: 開口部を有する箱桁のフラッター特性に関する研究, 土木学会第50回年次学術講演会概要集, I - B691, 平成7年9月

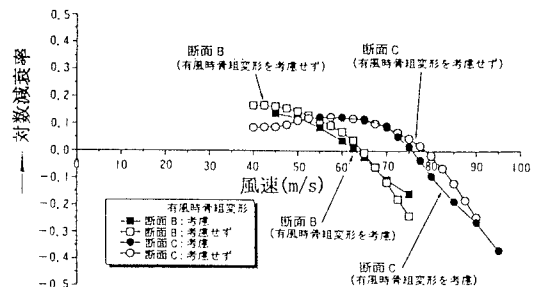


図6 3次元フラッター解析結果