

I-A 207 超長大橋における水平ステイの耐風安定化効果について

住友重機械工業 正員 久保田 浩 住友重機械工業 正員 宮崎 正男
住友重機械工業 正員 風間 浩二 住友重機械工業 正員 荒居 祐基

1. まえがき

吊橋の支間長の増加とともに固有振動数（特にねじれ振動数）が低下し、その耐風設計上最も注意を要する曲げねじれフラッターの限界風速が低下するという重大な問題が存在する。この曲げねじれフラッターの安定化対策として、各種ケーブルステイ方式が有効な一手法となり得ることが報告されている。

本研究では、中央径間 2500m(1250m+2500m+1250m)の超長大吊橋を対象として、図-1 に示す水平ステイを用いたケーブルシステム¹⁾による耐風安定化の有効性を確認するため、全橋構造模型を用いた振動実験、固有振動解析およびフラッター解析を実施した結果について報告する。

2. 全橋模型

対称とする実橋は、中央径間 2500m 3 径間 2 ヒンジ吊橋（主塔：ラーメン形式）を想定している。振動実験は実橋モデルの 1/100 の構造模型（図-2）を用いて行った。主塔および補剛桁は鋼製補剛棒を用いケーブルおよび水平ステイは伸び剛性を相似させたワイヤーを用いた。

3. 水平ステイの効果

水平ステイの効果を確認した結果の一例として、表-1 に示す取付区間長の影響および取付位置の影響について述べる。

表-1 実験・解析ケース

	模型実験	固有値解析	フラッター解析
取付区間長の影響	○	○	
取付位置の影響		○	○

(1) 水平ステイ取付区間長の影響

水平ステイ取付区間長を図-3 (CASE-1~CASE-4)のように変化させた場合の、ねじれ振動数の変化の実験値および解析値を図-4、5 に示す。振動実験結果および固有値解析結果ともに、水平ステイによりねじれ対称 1 次モードの固有振動数が大きく上昇していることが分かる。また、水平ステイ取付区間を大きくすることにより、振動数上昇率も高くなっていることが確認できる。

これに対し、逆対称モードの振動数の上昇は少ない。これは水平ステイが桁のねじれ振動時に連成するケーブルの橋軸方向振動を拘束し、見かけ上、塔のねじれ剛性を補完して吊橋のねじれ振動数を上昇させることから、塔頂の振動振幅の極めて小さい逆対称モードには効果が十分に発揮されないことに起因する。

(2) 水平ステイ取付位置の影響

図-6 は水平ステイの設置長を支間の 28% に設定し、設置位置を図-2 (CASE-5~CASE-8)のように変化させた場合のねじれ対称 1 次振動数の上昇率とフラッター限界風速の上昇率を示している。振動数上昇効果は中央支間の 1/4 点付近に設置するのが最も効果的であることが確認できる。

一方、Selberg 式より算定されるフラッター限界風速は 20% 以上上昇しているのに対し、フラッター解析によるフラッター限界風速の上昇率は 5% 程度である。特に、CASE-6 のフラッター解析結果をみると、ねじれ対称 1 次モードによるフラッター限界風速は高くなったものの、別のモードによるフラッターが発生している。

4. まとめ

超長大橋の水平ステイを含めた吊橋システムの立体骨組解析の妥当性が、模型実験より確認できた。しかしながら、耐風安定化対策として水平ステイ方式が Selberg 式レベルでは大きな改善が期待できるものの、フラッター解析結果にはそれほど大きな改善効果はなく、今後、対角ステイ方式²⁾等と組み合わせることにより、総合的にフラッター限界風速を上げるような検討を行う必要がある。

<謝辞>

本研究は建設省土木研究所、(財)土木研究センター、本州四国連絡橋公団ならびに民間8社による共同研究「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。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 荒居、宮崎：超長大橋の耐風設計と水平スライシステムに関する研究、第13回風工学シンポジウム論文集、1994年12月
- 2) 亀井ほか：対角スライを有する吊橋の研究、住友重機械工業技報、Vol.17/No.47、1969年8月

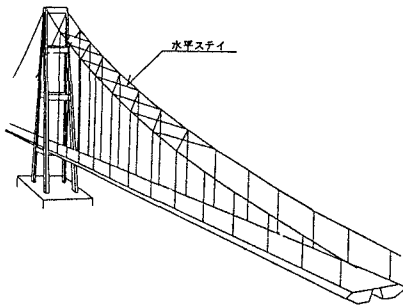


図-1 水平スライ概要図

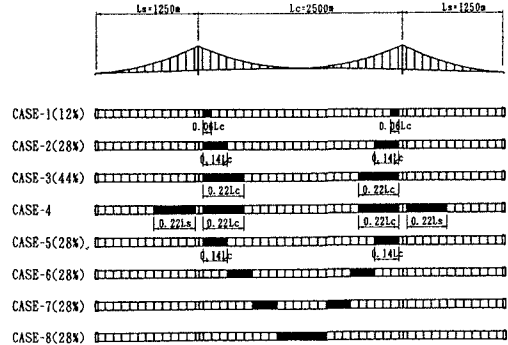


図-3 水平スライ取付区間

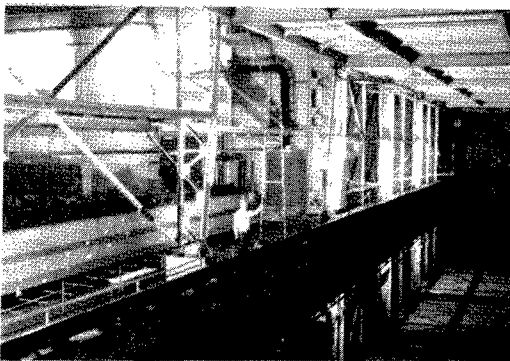


図-2 全橋模型（縮尺 1/100）

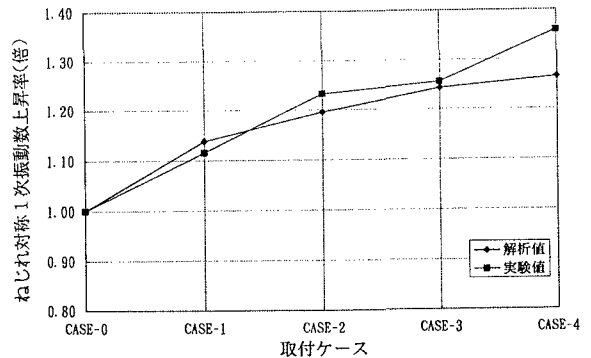


図-4 水平スライ取付区間長の影響（ねじれ対象1次）

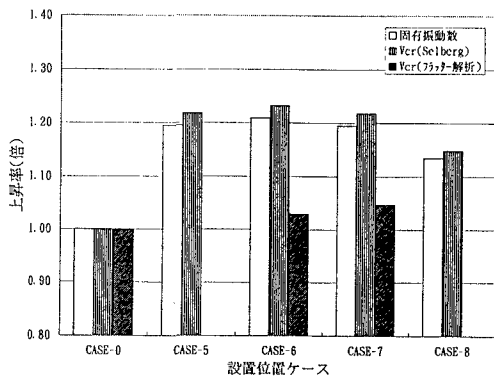


図-6 水平スライ取付位置の影響

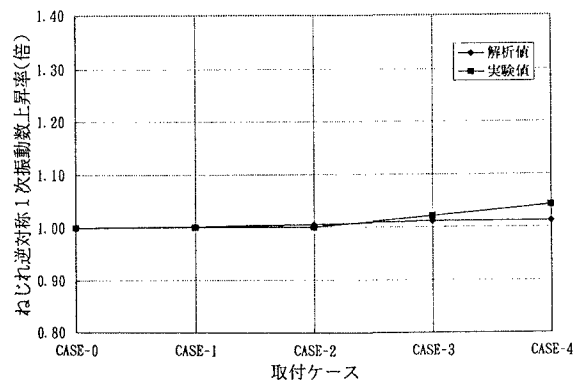


図-5 水平スライ取付区間長の影響（ねじれ逆対象1次）