

I - B 65

超長大箱桁吊橋の耐風安定化策の改善に関する研究

		東京都立大学大学院	学生員	栗原 直久
東京都	正会員	志水 平	東京都立大学	正会員 前田 研一*
名古屋工業大学	正会員	岩本 政巳	長 大	正会員 森園 康之
長岡技術科学大学	正会員	長井 正嗣	東京大学	正会員 藤野 陽三

1.まえがき 中央径間長 2,000m を越える超長大吊橋の最重要課題である耐風安定性確保のために、各種ケーブルシステムが研究されている。著者らによるリジッドハンガーフレームの設置や、MONO-DUO 形式化の提案に関する研究^{1)・2)}もその一つであり、ここでは、これまで最も効果がみられた Parallel 形式（従来形式）のリジッドハンガーモデルを対象に、補剛桁の断面剛性を付加することによってフラッター限界風速 80m/s をクリアすることに目標を置き、多モード・フラッター解析^{3)・4)}を行って連成フラッター特性を検討した。

2.検討条件と解析モデル 図-1、図-2 に一般図、補剛桁断面(基本断面)図を示す中央径間 2,500m 箱桁吊橋の試設計例(構造諸元は文献 2) 参照)を基に、従来形式の基本モデルの中央径間（径間長：L）0.35L、0.65L 位置にリジッドハンガーフレームを設置したモデル（図-3）を対象とし、補剛桁の断面剛性の付加区間（パネル数：ハンガー定着点間を 1 パネルとする）の状況を図-4 に示す。（case1）では、中央径間両側のリジッドハンガー設置位置を中心に付加区間のパネル数と断面剛性の倍率を変化させていった。（case2）では、補剛桁端部におけるねじり剛性の付加による効果の検討のために、断面剛性の倍率を 2 倍に固定し、中央径間両端部より付加区間のパネル数を変化させていった。さらに、（case3）では、（case1）と（case2）を併用した。なお、断面剛性の付加は補剛桁両端部を含めて、断面を構成する板厚を増加させることによって当面は対処するものとし、質量の増加を考慮した。

3.達成フラッター特性 固有振動解析による固有振動数及び固有振動モードを用い、平板翼理論に基づく非定常空気を補剛桁に作用させて、連成フラッター解析(40 モード)を行った結果を図-5～8 に示す。

図-5、6 は、片側の付加区間のパネル数及び断面剛性の倍率を変化させた際のフラッター限界風速の推移を示したものである。図-5 から、（case1）では、断面剛性 6 倍で 2～4 パネルの付加区間になると急激な限界風速の上昇が見られ、断面剛性 6 倍とし付加パネル数を 4 パネルとする場合が最も効果的な断面剛性の配分といえる。また、断面剛性を 6 倍以上とし、付加パネル数を 8 パネル以上とするとほぼ収束している。図-6 から、（case2）では、付加パネル数が少ない間は、挙動が不安定で限界風速は低下するが、20～30 パネルの付加区間になると急激に上昇し、以降はほとんど限界風速の上昇は見られないことがわかる。その結果、最も急激に変化した付加区間でもある 27 パネルの場合が最も効果的な断面剛性の配分となる。さらに、（case3）では、（case1）の付加パネル数と断面剛性の倍率、及び、（case2）の付加パネル数を組み合わせて変化させたが、図-6 から、リジッドハンガー位置の付加区間を 4 パネル、断面剛性を 4 倍として、補剛桁端 5 パネルの付加区間の断面剛性を 2 倍とする場合が、経済性を考慮して、最も効果的であるといえる。

図-5、6 の（case1）、（case3）で最も効果的といえた点を含む各着目点のモード寄与率(エネルギー比)を図-7、8 にそれぞれ示す。図-7 には、リジッドハンガーのない基本モデルの寄与率も左端に追加した。まず、図-7 から、基本モデルと基本断面のリジッドハンガーモデルを比較すると、限界風速が 61m/s から 76m/s と大幅に上昇するのに伴って、たわみ対称 1 次モードの割合が 30%程減っていることがわかる。これは、リジッドハンガー位置付近に節を持ったたわみ対称 3 次モードの影響が大きいが、断面剛性の倍率を増やしていくと限界風速の増加に伴い、たわみ対称 3 次モード、及び、ねじり対称 1 次モードの割合が大きく低下し、最終的にたわみ対称 1 次モードが 90%以上を占めている。図-8 からは、補剛桁端の付加パネル数を増やしていくと、限界風速の増減の推移にほぼ応じて、たわみ対称 1 次の割合が変化していることが解る。

Key Words：超長大橋、吊橋、耐風安定性、フラッター限界風速、モード寄与率

連絡先*：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 TEL 0426-77-1111 FAX 0426-77-2772

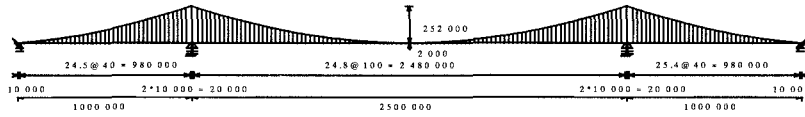


図-1 試設計例（中央径間2,500m）の一般図

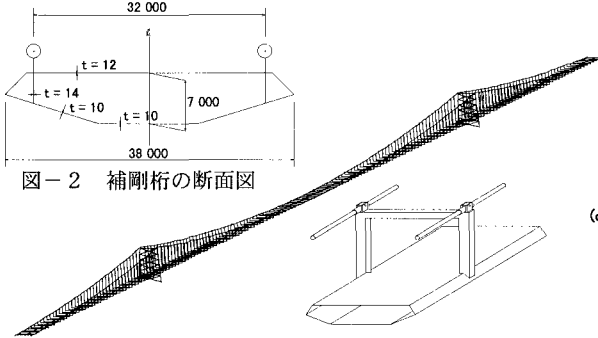


図-2 補剛桁の断面図

図-3 立体解析モデル

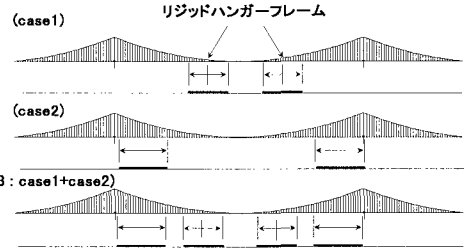


図-4 断面剛性の付加区間（パネル数）

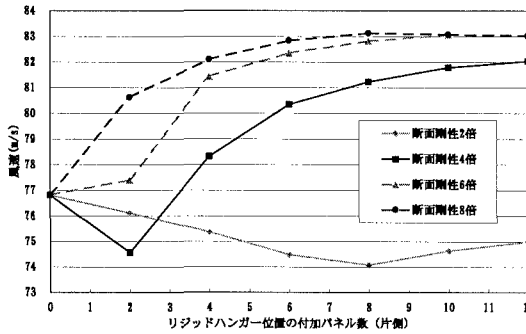


図-5 フラッター解析結果(case1)

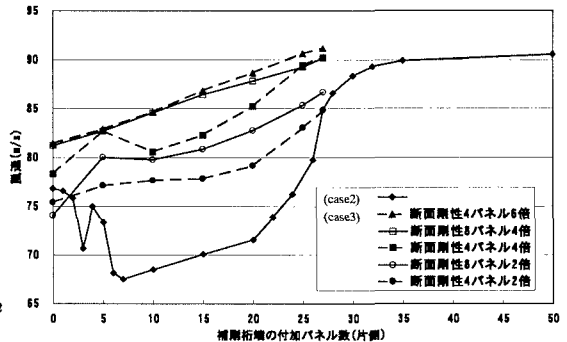


図-6 フラッター解析結果(case2, case3)

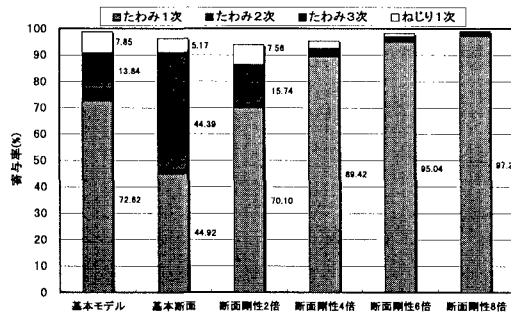


図-7 モード寄与率(case1: 付加パネル数4パネル)

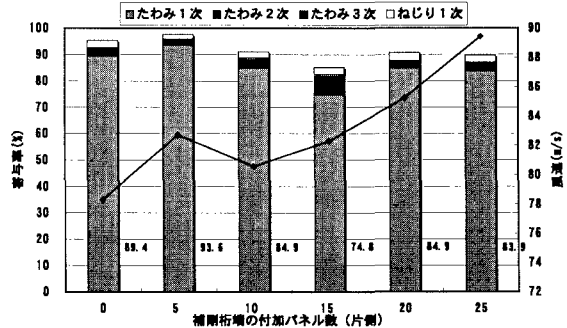


図-8 モード寄与率(case3: 断面剛性4パネル4倍)

5. あとがき 検討の結果, (case1)~(case3)で目標とする80m/sをクリアすることができた。特に, (case3)によれば, 断面剛性付加の一部を桁高増で処理でき, より経済的となることが解った。また, エネルギーのたわみ対称1次のモードが支配的になると限界風速が高くなる現象がみられることが明らかになった。

参考文献

- 1) 前田・岩本・森園・田平・長井・藤野: MONO-DUO 形式化とリジッドハンガーによる超長大吊橋の耐風化策の実現性, 構造工学論文集, Vol. 44A, 1998.
- 2) 志水・前田・岩本・森園・長井・藤野: MONO-DUO 形式超長大吊橋の MONO 区間長と耐風安定性, 第54回年次学術講演会講演概要集(I), 1998.
- 3) 岩本・藤野・長井: 三次元モデルによる長大斜張橋のフラッター解析, 第48回年次学術講演会講演概要集(I), 1993.
- 4) 宮田・山田・太田: 立体骨組解析法による横たわみしたトラス補剛桁吊橋の曲げねじれフラッター解析, 土木学会論文集, No. 404/I-11, 1989.