

I - B56 クロスハンガーに張力を導入した超長大吊橋のフラッター特性に関する研究

九州工業大学大学院 学生会員 ○前島 稔
 九州工業大学 正 会 員 久保喜延
 九州工業大学 正 会 員 山口栄輝
 九州工業大学大学院 学生会員 榊 一平

1. はじめに

第二国土軸構想において、3,000級の超長大吊橋が計画されている。吊橋は支間長の増大に伴い固有振動数が低下することにより、フラッターが発生しやすくなるため、耐フラッター性がきわめて深刻な問題となる。そこで、本研究では超長大吊橋にクロスハンガーケーブルを導入し、効果的かつ経済的にフラッター発振風速を向上させるために、設置位置についての検討を行った。さらに、これまで検討がなされていないクロスハンガーケーブルに張力を導入した場合についても検討した。この張力はハンガーケーブルと一体となるように導入している。

2. 解析について

解析に用いる吊橋は、図-1に示すような中央支間長3,000mの超長大吊橋（サグ比1/10）である。補剛桁断面については明石海峡大橋の箱桁検討案を参考にして、図-2に示すような桁高7mの流線形箱桁¹⁾を想定した。構造諸元は表-1に示すとおりである。また、クロスハンガーケーブルについては、ハンガーケーブルと同じ諸元のものを用いた。解析モデルは、クロスハンガーケーブルを設置しないものを基本形とし、支承から径間の中央に向けて対称になるようにクロスハンガーケーブルの設置位置を移動させる。支間中央部については設置は省略したため、クロスハンガーケーブルの設置位置は全部で11である。なお、フラッター解析における非定常空気力は、平板翼理論による非定常空気力を適用した。抗力については桁の抗力係数を0.8、ケーブルの抗力係数を0.7と仮定し、準定常的に作用させた。

3. 解析結果および考察

最も効果的なクロスハンガーケーブルの設置位置を把握するため、設置位置と発振風速の関係を図-3に示す。また、クロスハンガーに張力を導入した場合も示している。これより、最も効果的な設置位置はクロスハンガーケーブルの張力によらず設置位置9となった。この位置は、 X/L (X : 支承からの距離, L : 支間長) で整理すると $X/L=0.375$ である。この図において注目したい点は、設置位置6 ($X/L=0.250$) において張力の導入効果がまったく得られなかったことである。因みにこの位置はクロスハンガーの検討においてよく設置されている位置である。この点を考察するため、基本形（クロスハンガーなし）、設置位置6の $V-\delta$ 曲線 (V : 風速, δ : 空力減衰率) を示す。また、本解析において最も効果的な位置となった設置位置9についても示す。結果をまとめていく上で3つの固有振動モードがフラッターに関連深いことがわかったため、先にこれら3つの固有振動モードについて記す。振動数の低い方から、桁の対称1次とケーブルの対称2

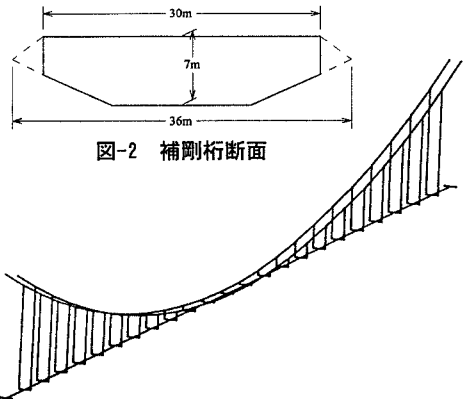


図-1 立体骨組みモデル

表-1 基本形の構造諸元

重 量	補剛桁	tf/m	19.5
	メインケーブル	tf/m	18.0
	ハンガーケーブル	tf/m	0.15
ヤング率	補剛桁	tf/m^2	2.1×10^7
	メインケーブル	tf/m^2	2.1×10^7
	ハンガーケーブル	tf/m^2	1.4×10^7
桁剛性	面内断面2次モーメント	m^4	11.0
	面外断面2次モーメント	m^4	110.0
	ねじれ定数	m^4	22.0
断面積	メインケーブル	m^2	2.0
	ハンガーケーブル	m^2	0.019

キーワード： 超長大吊橋，フラッター，クロスハンガーケーブル，設置位置，張力，支配モード

連絡先： 〒804 北九州市戸畑区仙水町1-1 Tel. (093)884-3109 Fax. (093)884-3100

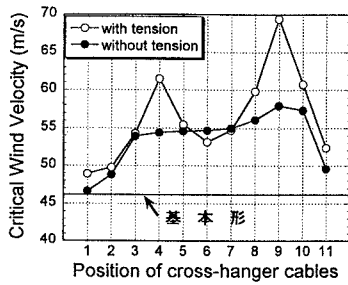


図-3 設置位置と発振風速

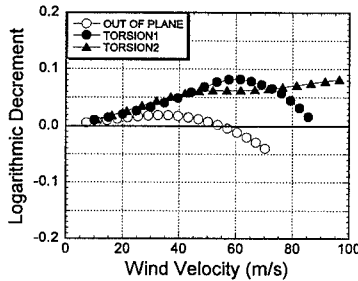


図-5 設置位置6 ($X/L=0.250$) 張力なし

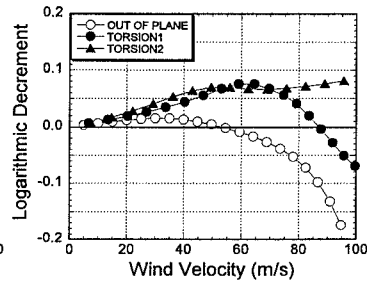


図-6 設置位置6 ($X/L=0.250$) 張力導入

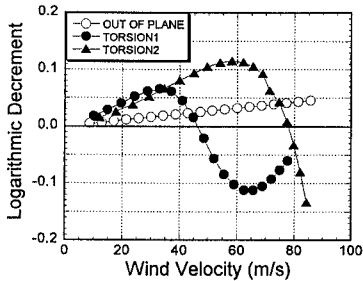


図-4 基本形（クロスハンガーなし）

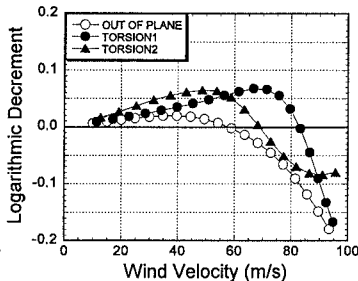


図-7 設置位置9 ($X/L=0.375$) 張力なし

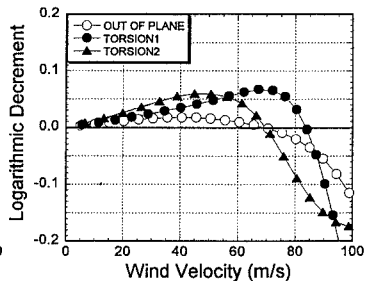


図-8 設置位置9 ($X/L=0.375$) 張力導入

次による連成面外モード、ねじれ1次モード、ねじれ2次モードである。最低次のモード形については以後面外モードと呼ぶこととする。まず基本形(図-4)と設置位置6(図-5)を比較すると、基本形では、ねじれ1次モードがフラッターに至っているが、設置位置6ではこのねじれ1次モードの空力減衰率は向上しフラッターは抑制されている。しかしながら、基本形においてまったく無関係であった面外モードがフラッターに至っている。またこの位置でのクロスハンガーに張力を導入した場合(図-6)、各モードの曲線は特に変化しなかった。この結果は $X/L=0.250$ の位置での張力導入の効果は期待できないことを示唆している。

次に設置位置9(図-7)の $V-\delta$ 曲線について考察する。基本形のねじれ1次モードの曲線は空力減衰率が向上し、このモードによるフラッターは抑制されている。しかしながら、この位置でも面外モードがフラッターに至っている。またこの位置に張力を導入した場合(図-8)、ねじれ1次、2次モードの曲線には、さほど変化はみられないが、面外モードの60m/s付近の減衰率が向上したことで、フラッター発振風速は向上している。但し、面外、ねじれ2次モードがほぼ同時にフラッターに至る結果となった。

4. まとめ

一般に効果的と考えられている $X/L=0.250$ の位置にクロスハンガーケーブルを設置した場合、ねらいどおりねじれモードのフラッターは抑制されることが本解析で確認された。しかし、そのことに起因して面外モードがフラッターに至ることがわかった。また、張力を導入した場合 $X/L=0.250$ の位置ではその効果は得られないことが明らかとなった。しかしながら、 $X/L=0.375$ の位置にクロスハンガーを設置した場合、 $X/L=0.250$ ほどではないがねじれモードのフラッターは抑制され、張力を導入した場合においては、面外モードの空力減衰率は向上し、フラッター発振風速は12m/s近く上昇した。よって、クロスハンガーケーブルの効果的な設置位置は $X/L=0.250$ ではなく $X/L=0.375$ であるといえる。

謝辞：本研究の一部は、ウエスコ土木技術振興基金の助成（平成8年度 代表：山口栄輝）を受けて行った。ここに記して感謝の意を表する。

【参考文献】

- 1) 米田他:3000m 級吊橋の静的特性と連成フラッター特性に及ぼす各種ケーブルシステムの効果について, 構造工学論文集, Vol. 40A, pp. 735~747, 1994. 3
- 2) 佐々木他:中央連結ケーブル方式による超長大吊橋の耐風特性, 構造工学論文集, Vol. 42A, pp. 841~846, 1996. 3