

I-291

中央連結ケーブル形式吊橋の固有振動特性

九州工業大学工学部 学生員○佐々木 誠

九州工業大学工学部 正 員 久保 喜延

川田工業株式会社 正 員 畠中 真一

(研究当時、九州工業大学 大学院生)

(株)建設技術研究所 正 員 坂田 隆博

1. はじめに

近年、中央支間長が2000mを越えるような長大スパンの橋梁を建設する計画が出されているが、このような橋梁は固有振動数が下がりフラッター発振風速も低下する。吊橋のフラッターにおいては、ねじれ振動数の減少がフラッター発振風速の低下につながるため、ねじれ振動数が増加するような従来とは異なった構造形式を考える必要がある。そこで本論文では、ねじれ振動数を増加させるために、図1に示すようにクロスハンガーを導入して構造的にねじれ剛性を増加させる方法と、図2のような中央連結ケーブル形式の吊橋の提案を行い、ケーブルによる中央部分での極慣性モーメントの減少を行う方法を考案し、その振動特性の検討を行うことにした。

2. 解析モデル

解析モデルは、センタースパン1000m、サイド

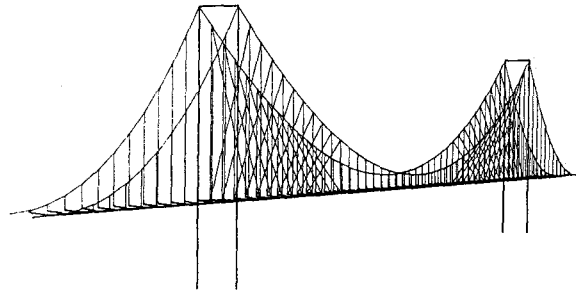


図1 クロスハンガーの導入

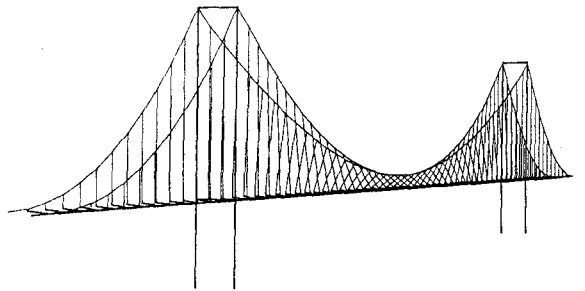


図2 中央連結ケーブル形式

スパン300mの三径間2ヒンジ吊橋である。ケーブルとハンガーケーブルには軸力を導入しているが、クロスハンガー・桁部分には軸力を導入していない。表1に示すように標準形式のTypeN、中央連結ケーブル形式のTypeC、TypeNにクロスハンガーを導入したTypeNCとTypeCにクロスハンガーを導入したTypeCCとを解析対象とし、さらにクロスハンガーを入れる割合によって分類する。クロスハンガーを入れる割合は、センタースパンの1/4をスパンの両端に入れるものをCase1、1/8入れるものをCase2とした。

3. 解析結果

たわみ振動数については、参考文献(2)と同様に大差がみられなかったので、本解析結果のうちねじれ振動数に着目する。

(1)構造形式による振動特性

図3より、TypeNとTypeCとの比較をすると、対称・非対称ともに1次モードはTypeCの方が約2倍になっているが、2次・3次モードに関しては大差はない。TypeNとTypeNCとでは、全てのモードに対してTypeNCの方が約2倍になっている。また、TypeNとTypeCCとでは、TypeCCの方が全てのモードに対して

表1 解析モデル (L:センタースパン長)

		クロスハンガー	割合
TypeN		なし	—
TypeC		なし	—
TypeNC	Case 1	あり	L/4
	Case 2	あり	L/8
TypeCC	Case 1	あり	L/4
	Case 2	あり	L/8

2~3 倍に振動数が増している。

(2)クロスハンガーの割合による振動特性

TypeNCについてみると、図4よりTypeNとCase1とでは2.0~2.5倍、Case2とでは1.5~2.0倍に振動数が増えている。図5よりTypeCCについてはCase1で2.0~3.0倍、Case2で1.5~2.0倍に振動数が増える。

(3)クロスハンガーについて

図6は、TypeN・TypeNCのCase1・Case2の対称・非対称の1次モード形を表している。これよりTypeNはセンタースパン全体でねじれているのがわかるが、クロスハンガーを導入したものは、クロスハンガーが導入していないところでねじれていることがわかる。このことより、クロスハンガーを導入することでセンタースパンを短くしたものと同等であると考えられる。

4. まとめ

今回の解析モデルの中では、TypeCCのCase1が、ねじれ振動数を増すのに最も効果的であることがわかった。この形式は、主塔近傍ではクロスハンガーによってねじれ剛性を強化し、径間中央部では中央連結ケーブル形式によってケーブルの極慣性モーメントの減少を行うことにより、ねじれ振動数を増加させていると考えられる。

構造形式を変えることにより、ねじれ振動数を約2倍に増加させることができれば、フラッター発振風速を2倍程度あげることが可能になる。例えば、標準形式で40m/s程度のフラッター発振風速を持つものが、構造形式を変えることによって、フラッター発振風速を80~120m/s程度まで上昇させることが可能となることを意味している。

今後の課題としては、より経済的なクロスハンガー導入位置、張力導入方法等の検討、外力として空気力を導入し、3000m級の吊橋のフラッター解析を行い、上述の結果が実現されるか否かの検討、自然風の乱れを考慮したガスト応答計算などが考えられる。

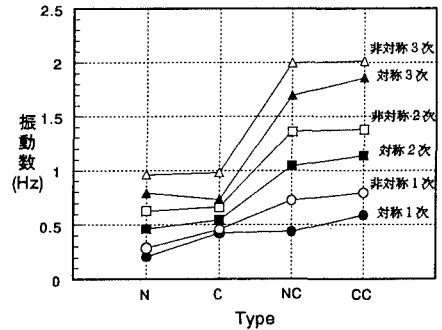


図3 構造形式

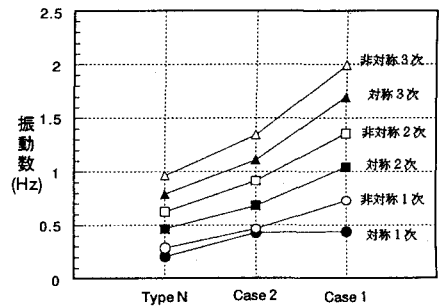


図4 TypeNC

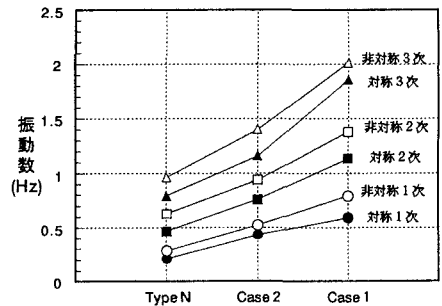


図5 TypeCC

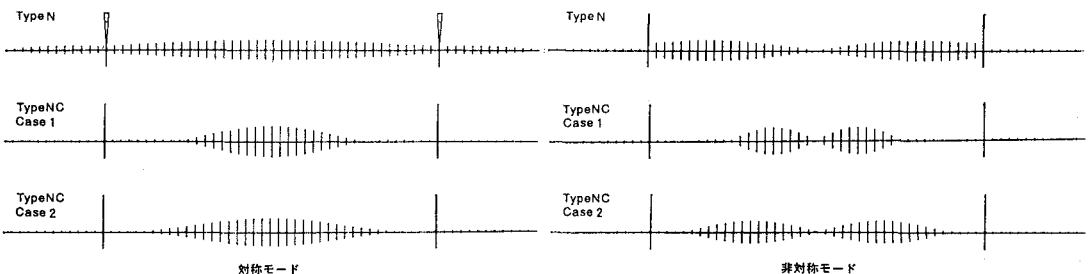


図6 一次モード形

- 【参考文献】 (1)米田昌弘：吊形式橋梁の固有振動特性と風による振動に及ぼす構造的要因の影響に関する研究：学位論文
(2)保田雅彦・鈴木周一：超長大橋の構造特性と耐風安定化構造の一考察：第47回土木学会年次学術講演会集I-255