

I-692 中央連結ケーブル形式を導入した超長大橋のフラッター特性

日立造船株式会社 正員○佐々木 誠
 （研究当時、九州工業大学 大学院生）
 九州工業大学工学部 正員 久保 喜延
 九州工業大学工学部 学生員 河村 進一
 （株）建設技術研究所 正員 坂田 隆博

1. はじめに

2,000mを超えるような超長大橋は固有振動数が低下し、耐風設計で最も注意しなければならない曲げ・ねじれ連成フラッターの発振風速の低下という問題が生じる。また、このような超長大橋の建設は、今まで通りの構造形式では不可能ではないかと考えられているため、本論文では、メインケーブルの慣性モーメントの低減を図るために考案された中央連結ケーブル形式と、クロスハンガー導入形式の固有振動特性の検討および、それらの連成フラッター特性について検討を行っている。

2. 解析モデルと解析パターン

解析モデルは、センタースパン3,000mの単径間モデルを考え、解析パターンを表1に示す。中央連結ケーブル形式は図2に示すとおり、センタースパン中央部でメインケーブルの高さが30mのType-C0と2mのType-C1を考える。Type-C1は補剛桁の下に車両を通すことを前提としているので、図2に示すような箱桁は使用できないが、今回は同じ諸元のものを用いている。また、クロスハンガー導入形式は、センタースパンの1/4の位置に2ヶ所設置している。

表1 解析パターン

		クロスハンガー	
		なし	あり
標準形式		Type-N	Type-NC
中央連結	ケーブル高30m	Type-C0	Type-CC0
	ケーブル高2m	Type-C1	Type-CC1

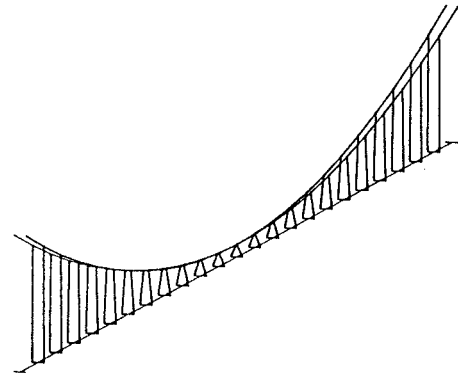


図1 中央連結ケーブル形式

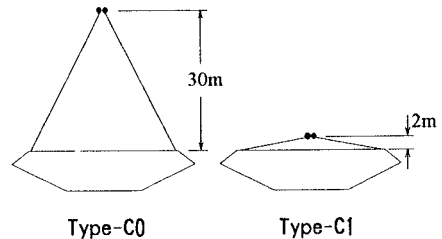


図2 スパン中央でのメインケーブルの高さ

3. 解析結果

（1）固有振動特性 各タイプのねじれ1次の固有振動数を表2に示し、Type-C0、Type-C1、Type-NCのねじれ1次固有振動モード形を図3に示す。固有振動モード形は、桁のねじれ状態を正面からの投影で表現したx-y平面図と、面外モードを表したx-z平面図に分けて考えていく。表2より固有振動数は、Type-C1以外はすべてType-Nに対して低下している。また、固有振動モード形については、中央連結ケーブル形式、クロスハンガー形式共にねじれ振動時に面外モードを伴っていることがわかる。

表2 固有振動数 (Hz)

	ねじれ1次
Type-N	0.157
Type-C0	0.117
Type-C1	0.180
Type-NC	0.105
Type-CC0	0.117
Type-CC1	0.103

(2) フラッター特性 フラッター解析は直接法を用いており、非定常空気力として*Theodorsen*の空気力を補剛桁に、準定常的に求められた抗力を補剛桁とケーブルに、そして、ケーブルの鉛直たわみ振動に伴う非定常揚力をケーブルに作用させている。各タイプのフラッター発振風速を図4に示す。まず、Type-NとType-Cの比較を行うと、Type-Nを基準にしてType-C0で27%、Type-C1で26%のフラッター発振風速の向上になる。次にクロスハンガー形式を見ていくと、Type-Nを基準としてType-NCで18%、Type-CC0で91%向上し、Type-CC1については風速100m/s以内ではフラッターが発生しなかった。Type-N、Type-C0、Type-C1、Type-NC、Type-CC0のV- δ 曲線を図5に示す。この図より各タイプによってV- δ 曲線に特徴がある。Type-NCのように緩慢な変化をするものは、構造減衰を考慮したときにフラッター発振風速が向上することになる。

4. まとめ

(1) 中央連結ケーブル形式、クロスハンガーの導入はフラッター発振風速を向上させるのに効果的なケーブルシステムといえる。

(2) ねじれ振動数が向上すればフラッター発振風速が向上するという考えが、新ケーブルシステムについては単純に言えない。

本研究で使用した連成フラッター解析のプログラム作成において、横浜国立大学の宮田利雄教授、山田均助教授の御協力を受けました。紙面を借りてここに厚くお礼を申し上げます。

【参考文献】(1)宮田, 山田, 太田: 立体骨組み解析法による横たわみしたトラス補剛吊橋の曲げねじれフラッター解析, 土木学会論文集第404号 / I-11, 1984, 4 (2)野村, 中崎, 米田, 木村, 大野: 3,000m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, 川田技報Vol. 13, 1994, 1 (3)鈴木, 北川: 長大箱桁吊橋の耐風安定化構造の検討, 第49回年次学術講演会概要集 I-561, 1994, 9

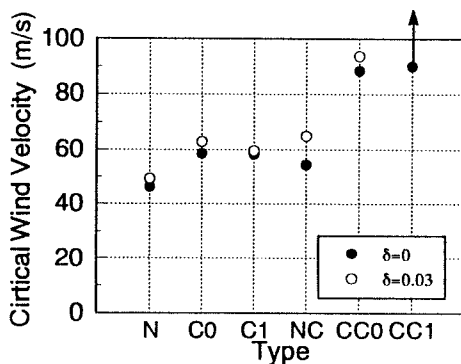


図4 フラッター発振風速

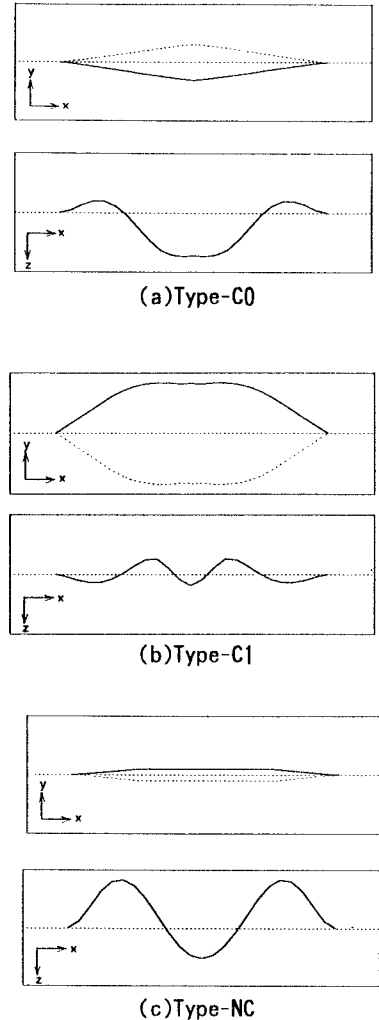


図3 ねじれ1次固有振動モード形

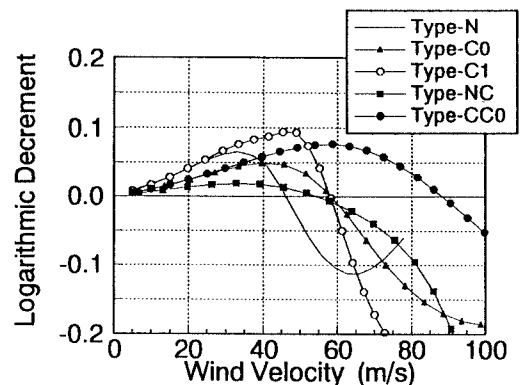


図5 V- δ 曲線