

剛な主塔を持つ長大吊橋の耐フラッター特性に関する研究

横浜国立大学大学院工学府 学生会員 清野 聡子

横浜国立大学大学院工学研究院 正会員 宮田 利雄

横浜国立大学大学院環境情報研究院 フェロー 山田 均

横浜国立大学大学院工学研究院 正会員 勝地 弘

1. 背景と目的

長大橋梁計画においては、力学的に供用に耐えうると同時に、経済的にも優れた形式を選択する必要がある。そのため、近年では補剛桁の省力化を図り、無補剛桁や、少数主桁形式の橋が提案されている。しかし、これらの桁形式の剛性は極端に小さく、十分な耐風性を期待できないため、桁以外の構造部分によって吊橋全体の耐風性を高める必要が生じる。そこで一案として、吊橋主塔に着目し、その剛性値を高めることが考えられる。剛性値の高い主塔によって、ケーブル変位をある程度拘束することにより、補剛桁の変位も同時に拘束し、その振動を抑えることができるのではないかとと思われる。

2. 解析手法

本研究では、吊橋主塔の剛性値を変化させ固有振動解析、フラッター解析を行い、主塔剛性が耐フラッター特性に与える影響を調べる。吊橋モデルは、スパン 2000、2500、3000mにおいて側径間比を 0.25、0.3、0.35、0.4、0.45、0.5 と変化させた計 18 タイプであり、サグ比は全て 0.1 である。これに図 1 に示す、3 種類の、トラス形式フレキシブル塔、コンクリート塔、A 形状コンクリート塔を組み合わせ、それぞれ解析モデルとする。これらは、国内での主流を占めるフレキシブル塔に対し、コンクリート塔では、主塔剛性を全体的に高めることによる補剛桁の鉛直たわみ、ねじれ方向への変位の抑制を、A 形状コンクリート塔では、コンクリート塔を更に橋軸方向に安定させることによる補剛桁

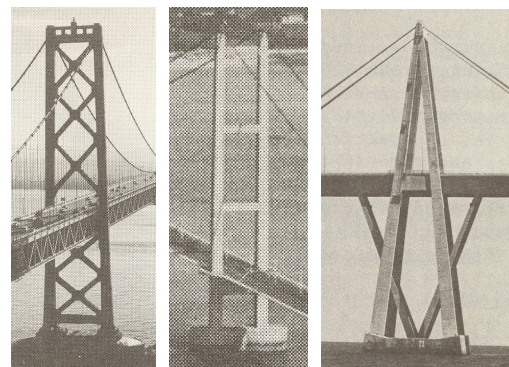


図 1 主塔タイプ

トラス形式 コンクリート塔 A 形状
フレキシブル塔 コンクリート塔

の鉛直たわみ方向の更なる変位抑制を期待するものである。主塔剛性を決定するにあたっては、それぞれの吊橋モデルにおけるケーブル反力を満足する主塔断面をそれぞれの主塔タイプについて設計した後、主塔をその断面と部材剛性を有する骨組モデルに置き換えて静的解析を行う。ここで得られた外力と変位の関係より、主塔構造全体としての剛性値を算出する。フラッター解析手法としてモード重ね合わせ法を用い、モード数は 50 とする。

3. 結果と考察

主塔を設計、その剛性値を算出した結果、コンクリート塔ではフレキシブル塔に比べてねじれ、橋軸、橋軸直角方向とも均一に剛性が増し、A 形状コンクリート塔では、コンクリート塔に比べて橋軸方向剛性のみが大きく増加した。これらの設計した剛性値を用いて固有振動解析、フラッター解析を行った結果を図 1、図 2 に示す。各スパンについて図 1、図 2 をあわせて見ると、ねじれ剛性の増加に伴いねじれ振動数が、橋軸方向剛性の増加に伴い鉛直たわみ振動数がそれぞれ上昇し、対応する方向の振動が発生しにくくなっていることがわかる。しかし、ねじれ振動数と鉛直たわみ振動数の増加割合の違いから、ねじれとたわみの振動数比が同時に低くなり、曲げ-ねじれ連成振動が発生しやすくなる。したがって、全体としてコンクリート塔を用いた場合が最も高いフラッター発現風速を示し、

キーワード：主塔剛性、固有振動解析、フラッター解析、振動数比

連絡先：〒240—8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79—5 TEL045 - 339 - 4243 FAX045 - 348 - 4565

フレキシブル塔の場合で最も低くなっている。同じ理由から、側径間比が小さい値ではフラッター発現風速が落ち、中間の値である側径間比 0.4 で最も高いフラッター発現風速を示している。この傾向はスパンの違いによらず同じように見られるが、主塔剛性の増加によるフラッター発現風速の増分は、スパン 3000m において最も大きく、したがって、スパン長が大きい吊橋ほど、主塔剛性の影響を大きく受けるといえる。

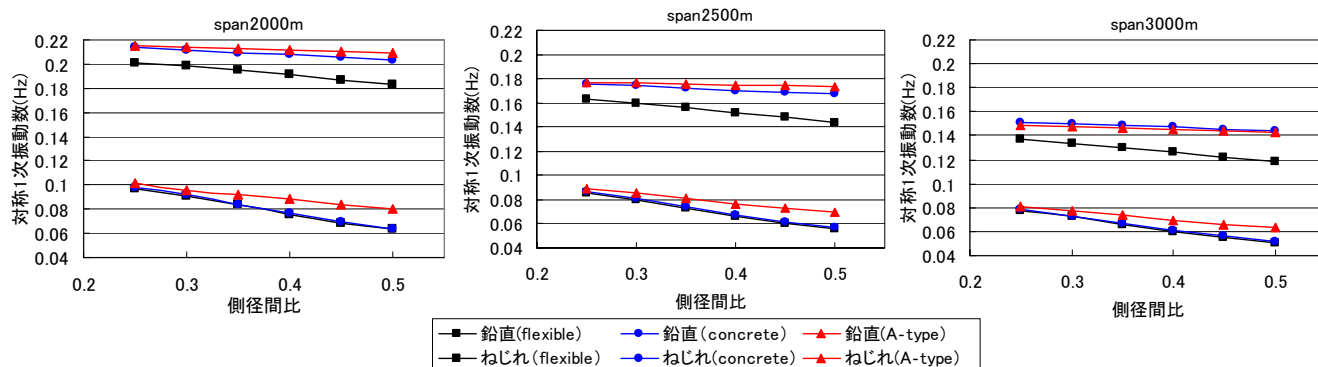


図 1 固有振動解析結果（上部：ねじれ振動数 下部：鉛直たわみ振動数）

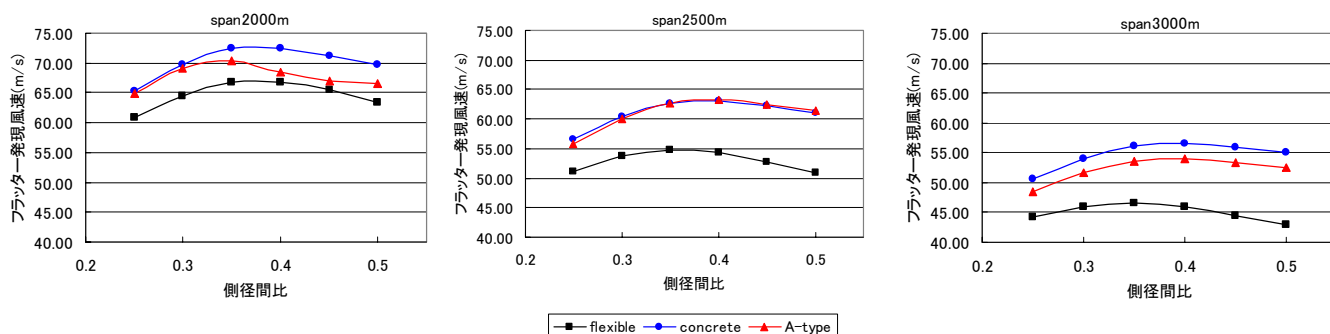


図 2 フラッター解析結果

4. 結論

本研究の解析結果を、以下に結論としてまとめる。

- ・ フレキシブル塔からコンクリート塔へ、主塔全体の剛性が均一に増すように主塔を変化させることにより、フラッター発現風速は上昇する。
- ・ コンクリート塔から A 形状コンクリート塔へというように、橋軸方向剛性のみが増すように主塔を変化させても、フラッター発現風速に大きな変化は見られない。
- ・ スパンが大きいほど主塔剛性の影響は大きく、よってスパン 3000m 規模の吊橋では、フレキシブル塔に替わってコンクリート塔を用いることにより耐風性は大きく改善される。

参考文献

- 1) 社団法人日本鋼構造協会：構造物の耐風工学、東京電機大学出版局、1997
- 2) Niels J. Gimsing：吊形式橋梁 - 計画と設計、建設図書、1990