

I - B67

ツインボックス吊橋の超長大橋への適用

長大 正会員 池田 虎彦
長大 正会員 山崎 康嗣

1. はじめに

筆者らは、ツインボックス吊橋の活荷重・風荷重に対する挙動の解析による静的構造特性、固有値解析による動的構造特性の研究を行ってきた。

ツインボックス吊橋の空力安定性は、補剛桁を分割してそこにギャップを設けることで向上した補剛桁断面の空力特性と、補剛桁を分割することによる補剛桁の振り剛性の低下による減少した吊橋全体の構造ポテンシャルの積として得られる。従い、吊橋全体の構造ポテンシャル（吊橋の振り振動数）が補剛桁の振り剛性に大きく支配される範囲の支間においては、ギャップにより補剛桁断面の空力特性は向上するものの、ツインボックス吊橋が経済的な案とはならない。

本報告では、ツインボックス吊橋の支間と空力安定性の関係、モノボックス吊橋に対してツインボックス吊橋が有利となる支間についての研究結果を報告する。

2. 支間と振動数

支間 2500m, 3500m, 5000m のモノボックス吊橋とツインボックス吊橋を試設計し、固有値解析によりそれぞれ吊橋の振動数を計算した。試設計における補剛桁断面は図-1 に示す通りであり、モノボックス吊橋の補剛桁断面は空力特性がおおよそ 1.0 の断面、ツインボックス吊橋の補剛桁断面は、ギャップ幅と補剛桁総幅の比(D/B)が 0.75 の断面とし、サグ比は 1:10 でケーブルの許容応力度は 90kg/mm^2 (破断強度 180kg/mm^2 , SF=2.0) とした。図-2 に得られた結果を示す。支間が長くなるに従い振り振動数が曲げ振動数に近ずき、補剛桁の振り剛性の吊橋全体の振り振動数への寄与の低下を示しているが、この傾向はモノボックス吊橋の方がツインボックス吊橋より顕著である。これより、補剛桁の振り剛性が吊橋の振り振動数への寄与が小くなる支間においては、ツインボックス吊橋にすることによる構造ポテンシャルの低下は小さく、その結果、空力特性の向上が吊橋全体の空力安定性に大きく貢献することが予想出来る。

3. ギャップ幅と空力安定性

前項での試設計に加え、D/B を 0.25 より 1.50 まで変化させた支間 2500m, 3500m, 5000m のツインボックス吊橋の試設計を行って振動数を計算し、次全ての試設計した吊橋に対してゼルベルグ式および文献 1) にて紹介された式を用いてフラッター限界風速を計算し、ギャップ幅と補剛桁総幅の比(D/B)との関係で整理し図-3 に示した。D/B=0 は、モノボックス吊橋の数値である。これより、ツインボックス補剛桁にしてギャップを設けた途端にゼルベルグ式で計算される構造ポテンシャルが極端に低下するが、D/B を大きくすることで空力特性が向上し吊橋全体のフラッター限界風速を上げること、また、D/B と空力特性の関係は支間と関係が無いが、構造ポテンシャルの低下の程度は支間が長くなるに従い小さくなることが判る。

4. 支間と空力安定性

前項で計算したモノボックス吊橋とツインボックス吊橋のフラッター限界風速を、支間との関係で整理した結果を図-4 に示した。ツインボックス吊橋については、D/B=0.75 と 1.50 の 2 種類の結果を示した。これより、支間の長大化によるフラッター限界風速の低下はツインボックス吊橋の方がモノボックス吊橋よりも小さく、フラッター照査風速の設定にもよるが、支間の長大化に対してツインボックス吊橋では補剛桁のギャップの大きさに照査風速を満足する構造を得ることが出来るが、モノボックス吊橋では補剛桁の振り剛性の吊橋全体の振り振動数への寄与が小さくなるため、補剛桁断面の改良では照査風速を満足する構造を得る超長大吊橋

連絡先（〒305 茨城県つくば市春日 3 丁目 22-6, Tel 0298-55-3333, Fax 0298-55-2221）

ことは困難である。

その他、クロスハンガーあるいはステイケーブル等のケーブルシステムの追加、あるいはアクティブ装置の設置によりフラッター限界風速を上げることが出来るが、これらはモノボックス吊橋とツインボックス吊橋の両方に有効な方法である

5. まとめ

支間の長大化に対する、モノボックス吊橋とツインボックス吊橋のフラッター限界風速の変化の性状について研究し、ツインボックス吊橋が超長大吊橋への有力な案であることを示した。

ツインボックス吊橋がモノボックス吊橋に対して有利となる支間は、フラッター照査風速に対して上部構造のみを対象とすれば計算することが出来るが、個々の吊橋においては下部構造を含めた吊橋全体の設計結果により議論されるものである。

<参考文献>

- (1) Larsen A., "Aeroelastic Stability Study for the Gibraltar Bridge Feasibility Phase", 4th Int'l Colloquium on the Gibraltar Strait Fixed Link, May 1995
- (2) Yamasaki Y. & others, "Investigation of Twin Box Suspension Bridge", Bridge into 21st Century, Hong Kong, October 1995

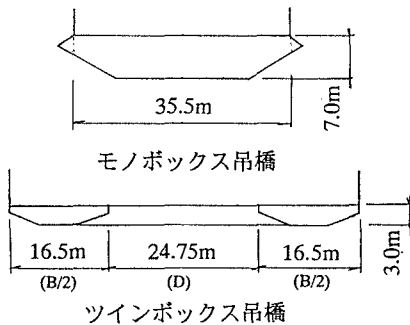


図-1 補剛桁断面

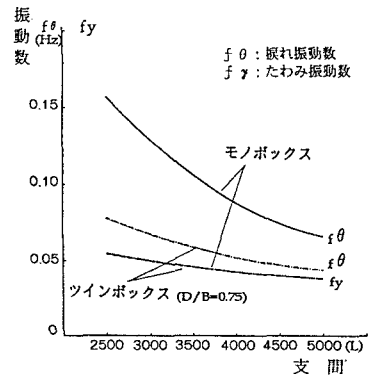


図-2 支間と振動数

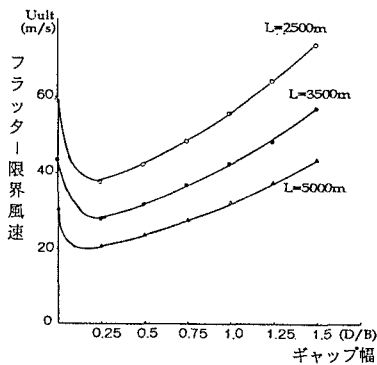


図-3 ギャップ幅とフラッター限界風速

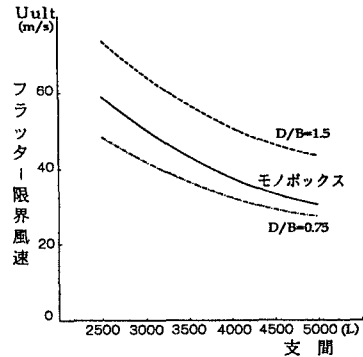


図-4 支間とフラッター限界風速