

## ハイブリッド吊床版橋の耐風安定性

○九州産業大学 学生員 高橋 紀登, 正会員 吉村 健

新構造技術科 正会員 篠原 輝之, 九州産業大学 非学生員 林 祐一

## 1. まえがき

多数の小島を相互に橋で本土と結ぶことは、日韓共通の国土開発課題の一つである。日通行量が少ないことと多数の橋が必要なことから、廉価な簡易吊形式橋梁がこれに適するものと思われる。小島は、岩から成ると考えられるので、筆者らは吊床版をベースにしたハイブリッド形式橋梁を日韓共同研究として提案し<sup>1)</sup>、その力学特性を検討して来た<sup>2)</sup>。まず第1段階として、道路橋への適用を視野に入れた歩道橋を検討している。本文では、その耐風安定性に関する検討結果を記す。

## 2. 検討橋梁の概要

吊床版を道路橋に適用するためには、非常に大きいケーブル張力  $Hw$  (水平成分) を減らすことが建設コスト低減のための最重要課題である。 $Hw$  は、桁の全重量  $W$  および  $f/L$  の逆数に比例する。 $W$  は、先に提案した鋼床版<sup>3)</sup>の適用によって PC 吊床版の約 1/8 まで軽減できるが、一方、道路橋では歩道橋より  $f/L$  を減らす必要があるため、新形式の考案が必要となる。

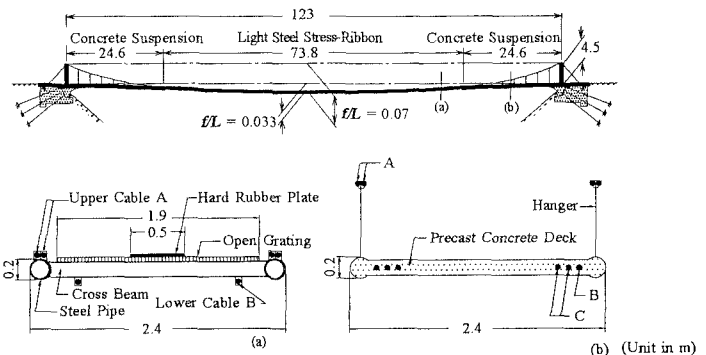


図-1 提案したハイブリッド吊床版橋の予備設計

提案したハイブリッド吊床版橋の予備設計例を図-1 に示す。スパン中央の 3/5 は鋼吊床版であり、その両側は通常の PC 吊床版である。7 割のケーブルは、PC 床版の上部に張り出して床版をハガーで吊り下げ、「吊床版吊橋」とする。この上部ケーブルはコンクリート塔で支持され、全死荷重と活荷重に抵抗する。残り 3 割の下部と内部ケーブルは、活荷重だけでなく、架設とプレストレスにもそれぞれ活用できる。鋼管には、コンクリートを充填する。検討の結果、床版の 2 倍強の  $f/L$  を有する上部ケーブルと軽量鋼桁の導入により、PC 吊床版(陣屋の森吊橋、 $L=123\text{m}$ ,  $f/L=0.0333$ )の約 1/9 に  $Hw$  を減らせること、ならびに軽量化による柔性は増すものの、活荷重によるたわみは許容値の約半分であることなどがわかった。

## 3. 固有振動特性および風洞実験概要

低次の固有振動モードと振動数を図-2 に示す。図中に *Jinya* と記す鉛直曲げ対称 2 次モードを除くと、モードと振動数は共に陣屋の森のそれらと大差はなかった。

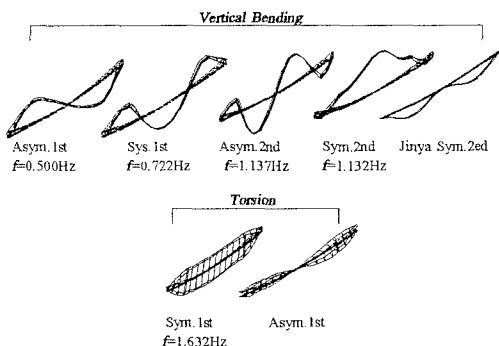


図-2 固有値解析の結果

表-1 予備設計された主桁の質量

| 物理量          | Steel 断面 | PC 断面 |
|--------------|----------|-------|
| 質量*          | 25.5     | 103   |
| 質量極慣性モーメント** | 11.8     | 40.1  |
| 等価質量*        | 28.0     |       |
| 等価極慣性モーメント** | 17.5     |       |
| 無次元質量        | 38.9     |       |
| 無次元極慣性モーメント  | 4.23     |       |

\*:  $\text{kg} \cdot \text{s}^2/\text{m}^2$  \*\*:  $\text{kg} \cdot \text{s}^2$

1/4 縮尺の 2 次元ばね支持模型による風洞実験を行い、フラッタと渦励振について検討した。模型の断面形状は、図-1 に示した PC 吊床版とオープンンググレーティング床版の 2 種であり、後者のゴム板を除去したものも検討した。連成モードはねじれ対称 1 次と鉛直曲げ対称 2 次であり、ねじれ-曲げ固有振動数比  $f_T/f_B$  を 1.1 ~ 2.0 の範囲で変化させた。迎角  $\alpha$  は  $0^\circ, \pm 3^\circ$  の 3 種。2 種の断面の質量に関する情報は表-1 に示すとおりであり、等価質量と等価極慣性モーメントを相似させ、構造対数減衰率  $\delta$  を 0.02 に設定して一様流中で実験した。

#### 4. 実験結果

実験結果の例を図-3 (a), (b) に示す。全ケースに対する結果をとりまとめると次のようであった。①渦励振は発生しない。②オープンンググレーティング断面はフラッタを生じない。③PC断面は、 $\alpha$  と  $f_T/f_B$  に依らずフラッタを生じる。その無次元限界風速  $V_{cr}$  は 4~9。④グレーティング一部閉鎖断面は  $\alpha = +3^\circ$  で③より弱いフラッタを生じる。

図-4 は、 $V_{cr}-f_T/f_B$  の実験結果を、平板翼に関する Selberg の式による計算値と比較したものである。図中、Concrete-Steel が本橋と対応する。図より、コンクリート断面の補正係数  $K$  は約 0.65 であること、および適度の重量が  $V_{cr}$  を高めるのに必要であることなどがわかる。

#### 5. 考察

$f_T = 1.632\text{Hz}$ ,  $f_T/f_B = 1.442$  (図-2) に対する  $V_{cr}$  は約 7 であった。よって、実橋でのフラッタ限界風速  $V_A$  は約 25m/s となる。実際には、PC 桁とオープンンググレーティング桁との複合構造であり後者はフラッタを生じないので、 $V_A$  は 25m/s より高い。しかし、完璧を期するためには、 $f_T/f_B$  と  $f_T$  のいずれも増すことが望ましい。これを可能にする提案の一つが図-5 に示す「吊床版斜張橋」である。詳細については、検討結果を待たなければならないが、PC 桁部を A 型塔の斜張橋型式に変更することによりねじれ剛性を増し、 $f_T$  を増すことができるものと思われる。

#### 6. むすび

本研究によって、「吊床版吊橋」は渦励振を生じないものの、フラッタに対して完璧でないことがわかった。これを改良するためにはねじれ剛性を増す必要があり、その対応策として鉛直ハガーを斜ケーブルに置換した「吊床版斜張橋」を提案した。

参考文献 1) Yoshimura, T. et al.: Proposal of steel and hybrid stress-ribbon bridges for their application to roadway bridges, Proc.IABSE Symp.,1998(to be published). 2) Yoshimura, T. et al.: Proposal of a Hybrid stress-ribbon Pedestrian bridge for its Application to Roadway bridges, Fib.Symp.,1999. 3) 水田洋司 ほか: 鋼吊床版歩道橋の一提案とその力学的特性, 土木学会構造工学論文集 Vol43A, pp1191-1196, 1997

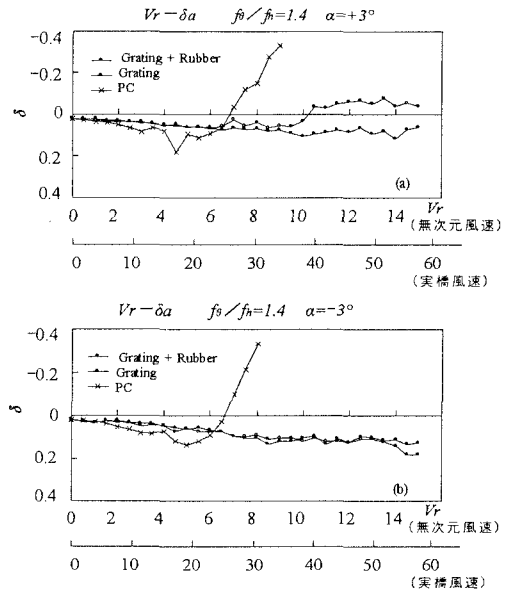


図-3 曲げ・ねじれ2自由度フラッタの実験結果

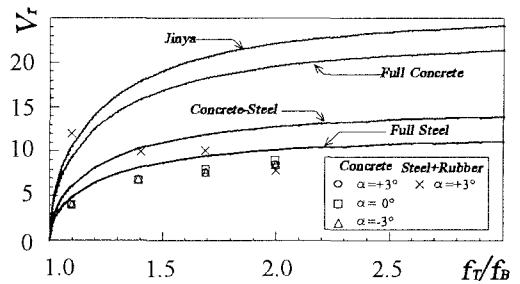


図-4 ハイブリッド吊床版橋フラッタ特性

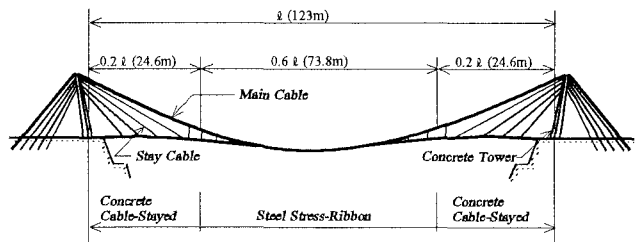


図-5 改良型のハイブリッド橋