

## I - B163

## 吊床版橋の減衰付加方法についての一提案

川田工業 正会員 ○瀬戸内秀規

川田工業 正会員 米田 昌弘

1. まえがき 吊床版橋は非常に柔な構造物で、また、構造減衰も比較的小さい<sup>1)</sup>。それゆえ、中小規模の吊床版橋では歩行者による振動とその使用性について、また、比較的規模の大きな吊床版橋では耐風安定性について、それぞれ検討する機会が多くなっている。本研究では、これらの振動問題に対処する一つの方法として、粘弾性体を用いた吊床版橋の減衰付加方法を考案した。また、複素固有値解析を実施して、本手法を採用した場合の減衰付加特性を具体的に検討したので、その結果を報告する。

2. 対象とした吊床版橋とその構造諸元 検討対象とした吊床版橋は、橋長80m、サグ比1/50のコンクリート製床版を有する歩道橋である。基本断面（TYPE-O）を図-1に示す。本研究では、減衰を付加するための一案として、基本断面を2つに分割して図-2に示すように粘弾性体で連結した断面（TYPE-A）の採用を提案する。TYPE-Aの構造諸元をTYPE-Oの値と比較して表-1に示す。ただし、TYPE-Aで使用する粘弾性体の寸法は10cm×10cm×10cmであり、橋軸方向に5m間隔で15個設置するものとした。ここに、粘弾性体は、 $t=22.5^{\circ}\text{C}$ なる温度条件のもと、 $f_1=1.50\text{Hz}$ なる周波数でばね定数が $k_1=1.55\text{tf/m}$ 、粘性減衰係数が $C_1=0.288\text{tf}\cdot\text{s/m}$ の特性を有する。また、 $f_2$ なる周波数におけるばね定数 $k_2$ と粘性減衰係数 $C_2$ は、それぞれ式(1)、式(2)で計算できる。

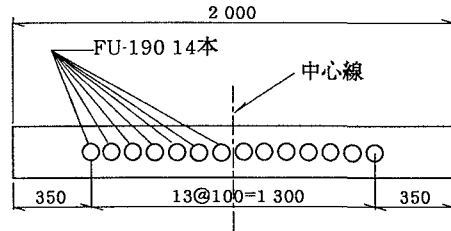


図-1 TYPE-O（基本断面）

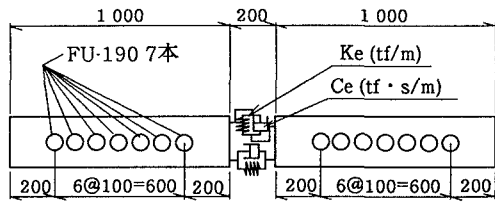


図-2 TYPE-A（提案断面）

$$k_2 = \frac{-0.572f_2 - 0.416}{-0.572f_1 - 0.416} k_1 \quad (1)$$

$$C_2 = \frac{f_1}{f_2} C_1 \quad (2)$$

3. 解析方法 TYPE-Aに対する3次元解析モデルを図-3に示す。この解析モデルにおいて、部材Ⅰはケーブル緊張力による幾何学的な復元力を、部材Ⅱは床版剛性を表す。また、部材Ⅲは、部材Ⅰと部材Ⅱを結ぶダミー部材である。ただし、分割した各断面に対する幾何剛性は、それぞれ2本のケーブルでモデル化した、ねじれ剛性の寄与を考慮するため、2本のケーブル間隔 $\eta$ は次式で算定するものとした。

$$\eta^2 = \frac{\sum T_i \cdot y_i^2}{\sum T_i} \quad (3)$$

ここに、 $T_i$ ；各ケーブルの張力、 $y_i$ ；各ケーブルの床版中心からの距離

キーワード：吊床版橋、振動数、構造対数減衰率、粘弾性体

大阪市西区北堀江1-22-19ソルパ・ビル 川田工業（株）TEL:06-532-4891 FAX:06-532-4890

4. 解析結果と考察 まず、粘弾性体は無視した状態で、固有振動解析を実施した。その結果を表-2に示す。各振動モードに対応するばね定数と粘性減衰係数は、解析で得られた振動数を $f_2$ として式(1)、式(2)に代入すれば計算できる。表-3に複素固有値解析で得られた各振動モードの構造対数減衰率をまとめる。粘弾性体は面内と面外の2方向に寄与するものの、同位相モードに対しては、当然のことながら、減衰付加効果を期待できない。しかしながら、逆位相モードでは、表-3からわかるように、水平たわみ対称1次で $\delta=2.047$ 、水平たわみ対称2次で $\delta=0.119$ 、鉛直たわみ逆対称1次で $\delta=1.232$ 、鉛直たわみ逆対称3次で $\delta=0.110$ もの構造減衰が付加されていることがわかる。すなわち、本方式では、同位相モードの構造減衰は増加しないものの、歩行時や走行時の歩調域である1Hz～3Hz付近の逆位相モードにはきわめて大きな減衰を付加できると言える。なお、付加される構造減衰は振動数の増加とともに低減したのは、振動数の増加にともなって粘弾性体のばね定数が増加し、粘性減衰係数が低下したことによる。

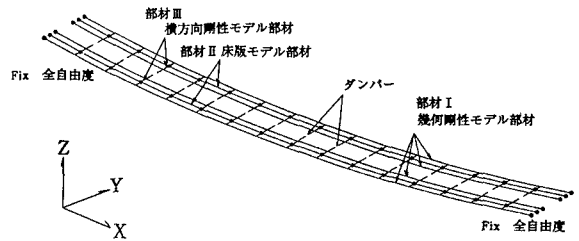


図-3 3次元骨組構造モデル

表-2 固有値解析結果

| 振 動 モード    |            | 振動数, $f$ (Hz) |        |
|------------|------------|---------------|--------|
|            |            | Type-O        | Type-A |
| 水 平<br>たわみ | 対称1次振動モード  | 1.220         | 0.742  |
|            | 逆対称1次振動モード | 3.241         | 1.806  |
|            | 対称2次振動モード  | —             | 3.298  |
| 鉛 直<br>たわみ | 対称1次振動モード  | 1.062         | 1.059  |
|            | 逆対称1次振動モード | 0.971         | 0.963  |
|            | 対称2次振動モード  | 1.574         | 1.553  |
|            | 逆対称2次振動モード | 2.088         | 2.036  |
|            | 対称3次振動モード  | 2.748         | 2.644  |
|            | 逆対称3次振動モード | 3.459         | 3.276  |

表-3 複素固有値解析結果

| 振 動 モード    |            | C<br>(tf・s/m) | k<br>(tf/m) | 振動数, $f$ (Hz) |       | 構造対数減衰率, $\delta$ |       |
|------------|------------|---------------|-------------|---------------|-------|-------------------|-------|
|            |            |               |             | 同 位 相         | 逆 位 相 | 同 位 相             | 逆 位 相 |
| 水 平<br>たわみ | 対称1次振動モード  | 0.521         | 1.084       | 0.742         | 0.810 | 0.000             | 2.047 |
|            | 逆対称1次振動モード | 0.234         | 1.794       | 1.806         | 1.880 | 0.000             | 0.391 |
|            | 対称2次振動モード  | 0.129         | 2.837       | 3.298         | 3.365 | 0.000             | 0.119 |
| 鉛 直<br>たわみ | 対称1次振動モード  | 0.379         | 1.300       | 1.059         | 1.143 | 0.000             | 1.031 |
|            | 逆対称1次振動モード | 0.411         | 1.237       | 0.964         | 1.043 | 0.000             | 1.232 |
|            | 対称2次振動モード  | 0.265         | 1.641       | 1.553         | 1.629 | 0.000             | 0.500 |
|            | 逆対称2次振動モード | 0.206         | 1.968       | 2.036         | 2.107 | 0.000             | 0.294 |
|            | 対称3次振動モード  | 0.160         | 2.385       | 2.644         | 2.710 | 0.000             | 0.173 |
|            | 逆対称3次振動モード | 0.129         | 2.837       | 3.276         | 3.337 | 0.000             | 0.110 |

5. あとがき 吊床版橋はコンクリート構造物に分類されているが、床版を鋼製とした形式も考えられよう。鋼製の吊床版橋は死荷重が小さく、振動問題に対する検討がさらに重要となる。それゆえ、今後は、鋼製の吊床版橋に対しても同様に本手法による減衰付加効果を検討する所存である。

《参考文献》 1) たとえば、梶川康男・津村直宜・角本 周：PC吊床版歩道橋の振動とその使用性，構造工学論文集，Vol. 36A，pp. 685～695，1990年3月