

I-293

斜張橋の起振機振動実験に認められるビート現象とその解析

建設省土木研究所 正会員 川島 一彦

建設省土木研究所 正会員 運上 茂樹

建設省土木研究所 正会員 吾田 洋一

○ 株式会社 長大 正会員 中村 明

1 まえがき

斜張橋の強制加振実験を行った結果、共振点近傍における定常応答波形に、ビート現象が認められた。これについて検討したので、その結果を報告する。尚、実験の対象としたのは、図-1に示す3径間連続PC斜張橋であり、桁中央位置を加振した場合を、検討対象とする。

2 解析結果

橋軸直角方向に、この方向の1次モードと考えられる1.147Hzで定常加振した場合の応答波形を示すと、図-2のようなビート現象が認められる。これより、図中に示すような任意①②③の3時刻について、応答振幅より振動形を求めると、図-3のようになる。これを見ると、加振した面外の振動とともに、面内の振動が含まれていることがわかる。塔頂AのTR方向の応答波形より、ビートの周期と合成波の周期を求めると、それぞれ14.77SEC、0.866SECとなり、これより近接したモードの固有振動数は、1.121Hz、1.189Hzであることがわかる。

一方、図-2の応答波形についてフーリエ係数を算定すると、図-5の様になり、1.086Hz、1.111Hz、1.147Hzにピークが認められる。このうち塔頂AのTR方向のピークは、1.086Hz、1.147Hzとなっており、これらが応答波形から求めた、1.121Hz、1.189Hzと極めて近いことから、両者がビートの原因になっていることが考えられる。

図-6は1.086Hz、1.111Hz、1.147Hzの振動モードを示したものである。但し、いずれのモードも面外方向の最大値（塔頂AのTR方向の値）を用いて正規化をしている。3つの振動モードを比較すると形状的にはよく似ているが、1.111Hzのモードだけが、他の2つに比較して面内振動が、卓越している。図-4は、数値計算より求めた、面外及び面内の1次モードを示したものであり、図-6に示したモード形と、基本的にはよく対応している。但し、1.111Hzのモードは、面内振動が卓越しているといっても、面外振動も含んでおり、図-4(b)とは一致しない。従って、1.111Hzのモードには図-4(b)に相当する面内のモードに、他のモードが混じっているのか、もしくは実橋の形状、剛性が計算で仮定したように、完全に一様ではないことに起因して、面内モードと同時に面外の振動が生じているかの、いずれかではないかと考えられる。いずれかであるかは、更に検討を要するが、1.147Hzで振動した場合に、ケーブルは面外と同時に面内にも振動する。従って、ケーブルの面内振動が面内振動の卓越する1.111Hzのモードを、励起した結果、1.147Hzと1.111Hzの両者のモードが、現われてきたものと考えられる。尚、1.086Hzのモードは、図-6に示したように、塔及び桁について1.147Hzのモードとほぼ相似形で、ケーブルの振動が異なるモード形であり、ケーブルの振動に伴い励起されたものと考えられる。

3 結論

斜張橋の定常加振による応答波形に、ビートが認められたことから、その振動数成分に着目して、検討を行った。解析面からの検討がまだ不十分ではあるが、現象的には以下のように考えられる。

- 1) 1.147Hzで面外方向に加振したことにより、ケーブルには面外方向と同時に面内方向の振動が生じ、これが面内方向の卓越した1.111Hzのモードを励振した。
- 2) 同様に、1.147Hzの面外方向の加振により、ケーブルには各種の振動数成分の振動が起り、これが同じ面外方向に卓越する1.086Hzのモードを励振した。

《謝辞》実験に際しては、京都府土木部道路建設課、綾部土木事務所の皆様に、お世話になりました。

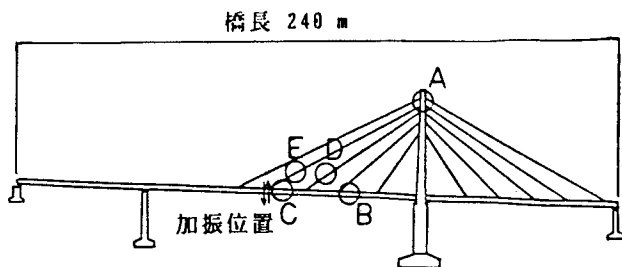


図-1 検討対象橋梁（加振点、計測点）

時刻	
——	①
- - - -	②
— · — ·	③

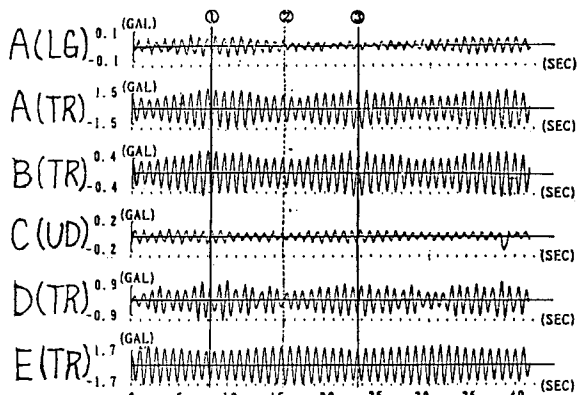


図-2 1.147HZの定常加振による応答加速度波形

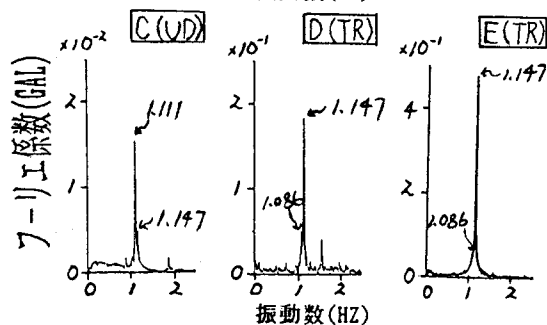
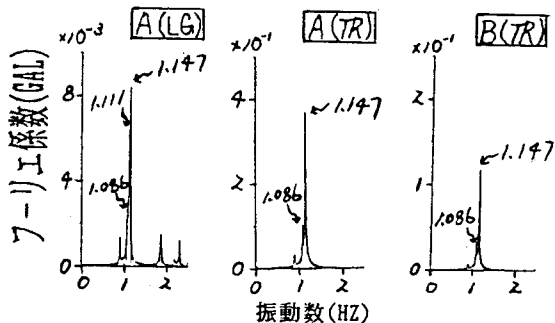


図-5 図-2の応答加速度波形のフーリエ係数

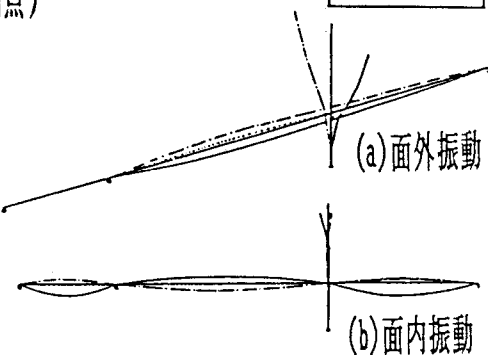


図-3 図-2の①②③時刻における振動形

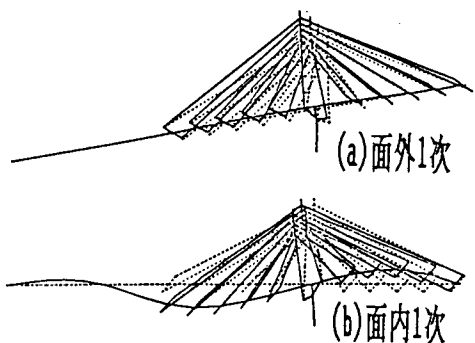


図-4 数値解析による振動モード

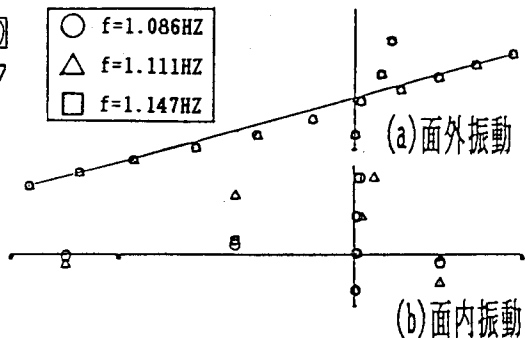


図-5 図-2の応答加速度波形のフーリエ係数 図-6 フーリエ係数の卓越する振動数
に対する振動モード