

(株)横河橋梁製作所 正員 ○横尾 正幸

(株)横河橋梁製作所 正員 清田 鍊次

1. はじめに

吊橋の構造減衰はその耐風安定性に大きな影響をおよぼすが、減衰には個体どうしの接触摩擦抵抗、流体による粘性抵抗、材料や構造の内部摩擦抵抗など雑多な要因がからみあっているため、定量的な評価は難しく実橋での振動実験から得られた値に頼らざるをえない。

近年、長大吊橋が建設されるに従って、これらの橋においても振動実験が行われるようになり、その報告がなされている。実橋の振動実験において、曲げ逆対称1次モードとねじれモードの減衰性状において、他のモードと異なる特異な現象が見られたものがあつた。¹⁾ 本研究では、これらの原因を解明し一般的な性状を把握するため、吊橋模型を製作し、支承による拘束とアスファルト舗装に着目して、実験を行なった。

2. 実験内容

2.1 試験体

図-1に吊橋模型の図を示す。支間は7.5m、塔の高さは1.28mとした。主桁には150×30×3mmの溝形材を使用した。補剛桁およびケーブルの

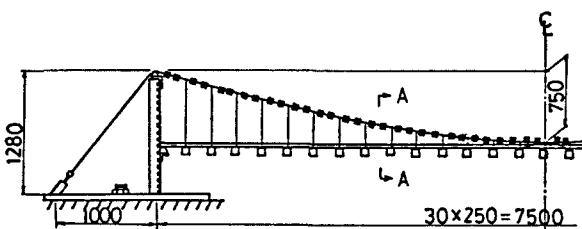


図-1 吊橋模型

全格点に付加重量を取付け、固有周波数の調整を行った。

(1) 支承

補剛桁端部の拘束の影響を調べるため、桁端部に可動型支承と摩擦型支承を設けた。可動型支承は、ベアリングを使用して極力抵抗の少ない支承とした。摩擦型支承は、補剛桁の橋軸方向移動にともなつて、半円筒形の鋼棒と鋼板がこすり合わされる構造とした。摩擦による拘束力の大きさを変えるため、鋼板の上に重りを載せた。重りの重さは鋼板も含めて、830g、660g、380gの3種類とした。図-2に摩擦型支承の図を示す。

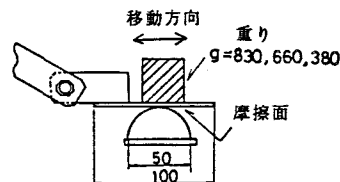


図-2 摩擦型支承

(2) アスファルト

舗装の温度変化が吊橋模型の減衰性状に与える影響を調べるため、アスファルトを補剛桁上に舗装した。アスファルトの幅を130mmと80mmの2種類とした。補剛桁重量に対するアスファルト重量の比はそれぞれ12%と8%である。図-3にアスファルトの舗装条件を示した。

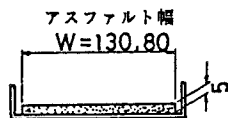


図-3 アスファルト舗装条件

2.2 実験方法

補剛桁の加振は、各モードの腹となる部分を強制加振し定常振幅に達した後、自由振動を測定した。振動波の測定は加速度計を用いた。実験の対象としたモードは、曲げ対称1次、曲げ対称2次、曲げ逆対称1次、ねじれ対称1次、ねじれ逆対称1次モードである。可動支承を用いた場合の減衰率は、0.02~0.06で曲げ逆対称1次(ステイなし)のモードの減衰率が最も大きかった。表-1に可動型支承を用いた場合の各モードの固有周波数を示す。

表-1 固有周波数

振動モード	ステイ	固有周波数 (Hz)
曲げ逆対称1次	あり	1.45
曲げ逆対称1次	なし	1.31
曲げ 対称1次	あり	2.13
曲げ 対称2次	あり	2.89
ねじれ 対称1次	あり	3.97
ねじれ逆対称1次	あり	4.22
ねじれ逆対称1次	なし	3.62

3. 実験結果

3.1 桁端部の拘束が減衰に与える影響

桁端部拘束の影響をうける振動モードは、モード形状に橋軸方向の移動を伴う曲げ逆対称1次である。桁端部に摩擦型支承を用いた場合の、対数減衰率と振幅の関係を図-4に示す。図を見ると、摩擦型支承の場合、可動型支承に比べ減衰率が大きく、どの減衰曲線も凸型の曲線となっており、減衰率の振幅依存性が顕著である。また、重りを重くすると、曲線のピーク値が大振幅側に移動する。図-5にこのモードにおける桁端部の橋軸方向振幅と、桁1/4点の鉛直方向振幅の関係を示す。鉛直振幅が1.5mmを超えるような振幅域では、重りの大小によらず橋軸方向振幅と鉛直方向振幅の比率は一定であるが、振幅が小さくなると鉛直方向振幅に比べ橋軸方向振幅の比率が急激に小さくなり、モード形状が変化する。一般に、摩擦による減衰が働く場合には、減衰率は振幅の減少につれ2次曲線的に増加する振幅依存性を示すが、今回の実験で得られたような小振幅域で減衰率が急低下するような振幅依存性は、モード形状の変化が原因と考えられる。

3.2 舗装材の温度変化が減衰に与える影響

舗装材の温度変化による減衰率の違いを図-6に示す。舗装材の温度変化により減衰率が影響を受けたモードはねじれモードだけであり、曲げモードについては、温度変化の影響はほとんど見られなかった。アスファルトの幅が130mmの方が80mmの場合より減衰率が大きく、温度による変化率も大きい。このことは、アスファルトの量が減衰に影響を与えていることを示している。アスファルトのような無定形個体は、分子間力が大きく相対移動に対する抵抗が大きいため、内部摩擦が大きい。また、粘性と弾性の複合的な性質をもち、弾性係数や粘性係数は温度に大きく依存する。今回の実験で得られたような減衰率の温度依存性は、このようなアスファルトの性質によるものと考えられる。

4. まとめ

- (1) 補剛桁の桁端部に摩擦拘束が存在すると、曲げ逆対称1次モードのモード形状が振幅の大きさに依存するため、減衰率に大きな振幅依存性が現れる。
- (2) 舗装材が存在することにより、ねじれモードの減衰率に温度依存性が現れる。

参考文献 1) 福井幸夫・平塚義久・清田鍊次・村上忠昭：補剛箱桁を有する吊橋の振動実験，構造工学論文集，Vol. 35A, 1989年3月

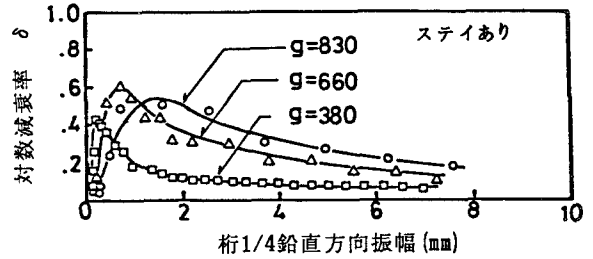


図-4 振幅と対数減衰率の関係

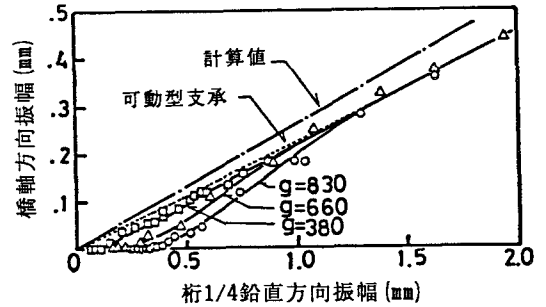


図-5 振幅の比率

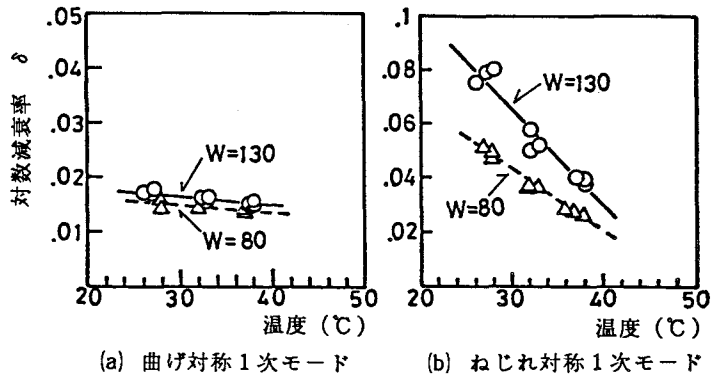


図-6 減衰率の温度依存性