

うさぎ橋(吊床版橋)の動的力学特性

宮崎大学 学生員○首藤 祐司 宮崎大学 正 員 中沢 隆雄
宮崎大学 正 員 今井富士夫 熊本大学 正 員 前田 文男

1. はじめに

吊床版橋は1969年に大阪万国博9号橋の竣工以来、施工実績も増加し、最近では最大吊り支間長が100mを越えるものも建設されている。この種の構造形式は経済性や施工性に優れており、また優美な景観の特色も有することから、歩道橋のみならず道路橋への適用と今後ますます発展・長大化していくものと思われる。

日本で最大の支間長を有するうさぎ橋(宮崎県北方町)が昨年竣工した。従来の吊床版橋では橋台と床版の接合部では活荷重による回転変形が大きいため、曲面支承区間を設け、たわみの変化に追従して支持位置が移動できるような形状としているのに対して、本橋では剛結とし、床版厚を変化させることによって回転変形量を分散させるようになっている。

本研究ではこのような長大支間を有し、かつ両端が剛結された吊床版橋の力学特性を把握することを目的に、先に静的力学性状について検討を行った¹⁾。吊床版橋は曲げ剛性が小さな柔構造であり、その変形性能が可撓性のケーブルに依存するため、その振動特性を把握することは重要である。そこで、本報告では本橋の振動特性について理論的・実験的な検討を行うものである。

2. 本橋の概要

本橋は橋長127.5m、支間115m、全幅2m(有効幅員1.5m)で基本サグ量は、3.5m(サグ/スパン比約1/33)とやや大きくなっている。橋台A1とA2の高低差は約7mほどあり、A2橋台付近では約20%の縦断勾配となるため、橋面上に階段を設け、歩行者の便を計っている。

本橋の一般図を図-1に示す。床版断面は風対策として逆翼形断面を採用し、横風時の床版の浮き上がり防止を図っている。さらに、耐風安定性を向上させるために、両橋台部付近は標準幅員2mに対して5mに拡幅され、それに伴って床版厚も標準部18cmから約120cmにまで漸増している。橋台取付部は、剛結構造であることから曲げモーメントが発生するため、この曲げモーメントに抵抗しうるだけの十分な鉄筋が配置されている。

3. 試験および解析概要

剛性が小さく、かつ橋軸方向に高低差を有する吊床版橋は、垂直なたわみ振動に加えて、ねじりや橋軸直角方向の振動も考えられる。このような観点から、加速度計は図-2に示すように鉛直方向(図中の○)と橋軸直角方向(図中の●)の成分を測定できるように設置した。動的な载荷は人力によるもので、膝の屈伸やジャンプあるいは歩行・駆け足などにより行った。

また解析では、両端が剛結されていることから3次元はり要素モデルを採用した。このとき、剛性マトリックスには大変形理論により得られた張力を考慮した幾何剛性も導入している。ここでの導入張力は、先に報告した静的解析¹⁾により得られた

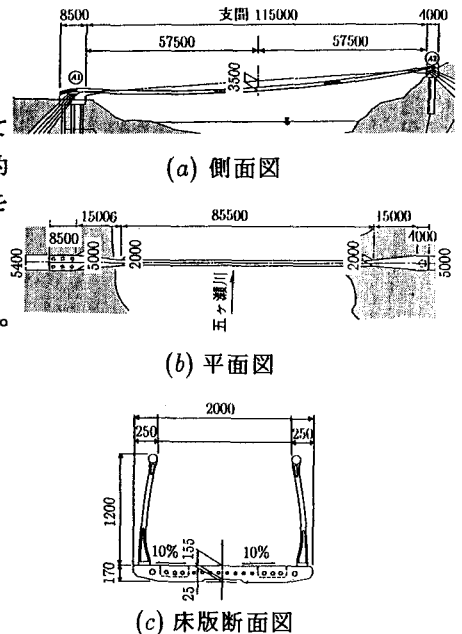


図-1 うさぎ橋の一般図

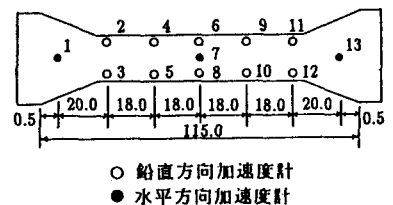


図-2 加速度計設置位置

死荷重時のもので、その妥当性は確認されている。
質量は分布質量を採用した。

4. 結果および考察

表-1は解析ならびに実験で得られた固有振動数であり、図-3は固有モード図である。解析値は実験値とほぼ一致しており、基本振動形状はサグ比が大きいため、逆対称のたわみモードとなっている²⁾。また、3次と8次には水平振動が生じているが、これらはいずれもねじり振動との連成するもので、図には同一のスケールで水平振動とねじり振動を表現している。図から明かなようにねじり振動の影響は小さい。さらに、従来の吊床版の場合と同様に、低い振動数の区間に多く固有振動数が点在しており、これらの固有振動数は人の歩調にはほぼ合致するものである³⁾。このため、人の歩行や走行に対する実験を上記のように行った。

図-4は12人が5m間隔に歩行あるいは駆け足走行したときの測点10での応答加速度スペクトルを示したものである。歩行の場合には振動数1.88Hzに卓越したスペクトルがみられ、駆け足時には2.27Hzにみられる。これらと固有振動モードを比較すると、歩行時にはたわみの逆対称1次モードが、駆け足時には水平対称1次モードが卓越する。なお、歩行あるいは走行に対する応答は、右側橋台(A2)から左側橋台(A1)へと下る場合が大きいようであった。歩行時には特に不安感を与えるものではなかったが、駆け足時には横揺れが生じて多少の不安感を与えるのではないと思われる。

5. あとがき

本報告では、日本最大の支間を有するうさぎ橋の動的特性を理論的・実験的に照査した結果について報告した。理論的には大変形理論によって得られた張力を考慮した3次元モデルで十分な精度の結果を得ることができた。また、これらの固有振動数が歩行者の歩調に近いことが確認された。

【参考文献】

- 1) 首藤 他：平成4年度西部支部大会、1993
- 2) 新井 他：コンクリート工学、Vol. 30, No. 3, 1992, 3
- 3) 梶川 他：構造工学論文集、Vol. 36A, 1990

表-1 固有振動数

次数	振動モード	解析値	実験値
1	たわみ逆対称1次	1.738	1.836
2	たわみ対称1次	2.424	2.266
3	水平対称1次*	2.592	2.695
4	たわみ逆対称2次	3.621	3.672
5	たわみ対称2次	3.646	3.750
6	たわみ対称3次	4.771	—
7	たわみ逆対称3次	5.766	—
8	水平逆対称1次*	6.731	—
9	たわみ対称4次	6.994	—
10	たわみ逆対称4次	8.283	—

注) * ねじり振動連成

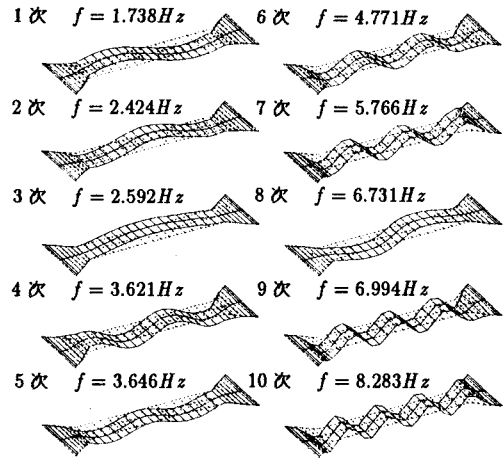


図-3 固有モード

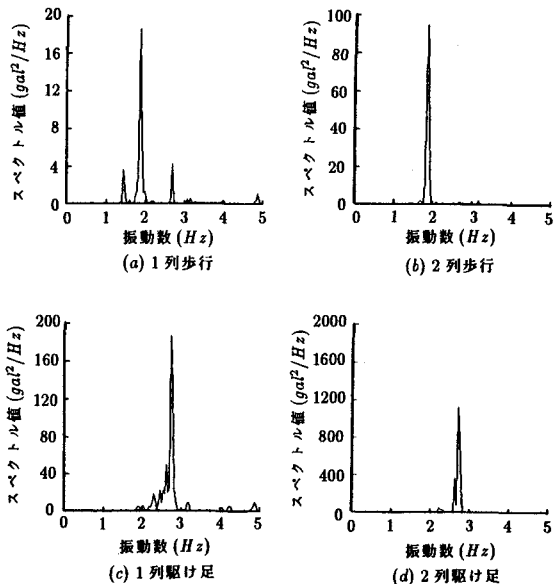


図-4 歩行者による加速度スペクトル