

吊床版歩道橋の経年に伴う形状・静特性・振動特性

九州産業大学 学生会員 松浦一郎 九州産業大学 フェロー 水田洋司
九州産業大学 正会員 白地哲也

1. 序論

日本の吊床版橋は 1990 年代初めに多数架設されているが、不都合についてはまだ耳にしていない。著者らは 1993 年に架設された陣屋の森吊床版歩道橋の静的・動的実験¹⁾を定期的実施し、多くのデータを蓄積できた。本論文では、陣屋の森吊橋の形状や静特性、振動特性が 10 年以上の経年に伴いどのように変化していくかを知るために、橋の形状、躯体状況、たわみの影響線、固有振動数、固有モード及び減衰定数に関して、計測値の経年変化を検討し、数値解析より得られた値とも比較検討している。数値解析では 3 次元はり要素を用いた解析により張力の減少に伴う橋の形状、たわみの影響線、固有振動数及び固有モードの変化を求めている。陣屋の森吊橋は橋長 137.0m、スパン 123.0m、サグ量 4.10m、有効幅員 1.50m の PC 吊床版歩道橋である。

2. 吊床版歩道橋の形状

架設時より行っている形状測定にはレベル、箱尺を用いている。その内の 4 回の結果を図 - 1 に示す。この

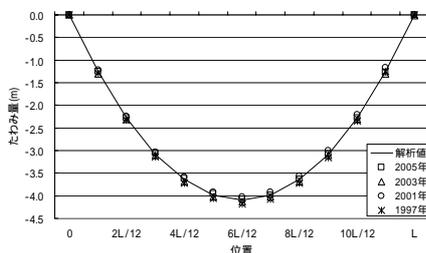


図 - 1 縦断形状

12 年間で縦断形状に大きな変化は見られず、クリープの影響はないと考えられる。通常の PC 橋梁では経年的なクリープの影響で形状に変化が生じるため、その影響を考慮する必要があるが、吊床版橋ではこの必要性の小さいことが理解できる。

3. 吊床版歩道橋の外観

躯体の様々な場所を見て回り、現状が過去の外観と変化しているかを調べた。架設後 12 年経過しているため、舗装



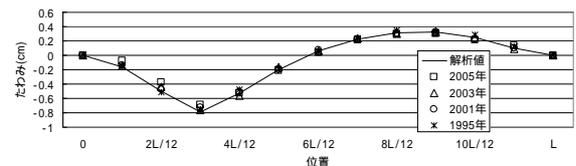
写真 - 1 支承部付近の桁下面

の色落ち、高覧の破損、橋台部のボルトの突出、支承部付近の桁下面 (写真 - 1) や橋台、フェアリング部のひび割れなどがある。これらがどの時点で発生したのかは

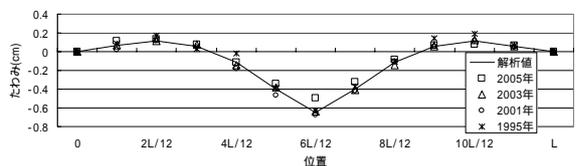
明確ではない。微細なものであるため本体に悪影響を与えるものではないと考えられるが、見た目の印象が悪く、安全面で歩行者に与える影響が大きく、補修が必要である。また、支承部付近の桁下面のひび割れなどは若干ではあるが進行しており、今後さらに調査していく必要があると考えられる。

4. 静特性

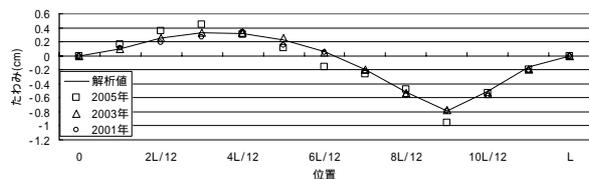
L/4 点、L/2 点、3L/4 点のたわみの影響線を図 - 2 に示す。各年の測定値に多少の違いはあるが、解析値ともほぼ一致していることがわかる。このことより前章で述べた程度の損傷ではたわみの影響線に影響しないと考えられる。



(a) L/4 点



(b) L/2 点



(c) 3L/4 点
図 - 2 影響線

5. 振動特性

振動実験より得られた測定値を表 - 1 ~ 表 - 3 に、固有モードを図 - 3 に示す。なお、解析値は 3 次元はり要素を用いたプログラムで求めた値である。固有振動数、歩行者による卓越振動数、固有モードについては各年の計測値、解析値共に大きな違いはない。減衰定数は徐々に増大しているが大きな変化は見られない。以上のことから、前述した程度の損傷は橋本体の振動特性に影響を与えないと考えられる。将来的にはこれらの

測定結果から吊床版橋の健全度評価を行えるようにする必要があると考えられる。

表 - 1 固有振動数 (Hz)

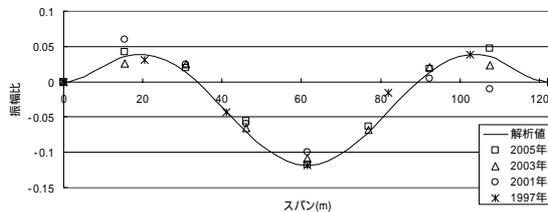
| | 解析値 | 2005年 | 2003年 | 2001年 | 1997年 | 1995年 |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 逆対称一次 | 0.61 | 0.59 | 0.64 | 0.62 | 0.61 | 0.63 |
| 対称一次 | 0.83 | 0.88 | 0.88 | 0.86 | 0.85 | 0.88 |
| 対称二次 | 1.13 | 1.27 | 1.27 | 1.27 | 1.28 | 1.28 |
| 逆対称二次 | 1.27 | 1.37 | 1.37 | 1.32 | 1.34 | 1.36 |

表 - 2 減衰定数

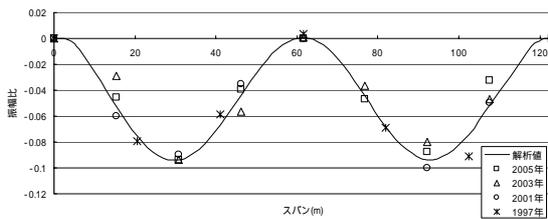
| | 2005年 | 2001年 | 1997年 | 1993年 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 逆対称一次 | 0.007 | 0.004 | 0.005 | - |
| 対称一次 | 0.005 | 0.005 | 0.005 | 0.003 |
| 対称二次 | 0.007 | 0.005 | 0.006 | - |
| 逆対称二次 | 0.007 | 0.006 | 0.004 | - |

表 - 3 卓越振動数 (Hz)

| 歩行人数 | 2005年 | 2003年 | 2002年 | 1997年 |
|------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1.85 | 2.04 | 2.92 | 1.90 |
| 2 | 2.04 | 1.80 | 2.18 | 1.91 |
| 3 | 3.03 | 1.84 | 3.03 | 1.69 |
| 4 | 2.43 | 1.89 | - | - |
| 5 | 2.01 | 1.89 | 2.14 | - |



(a) 対称一次



(b) 対称二次

図 - 3 固有モード

6. 緊張力の減少が及ぼす影響

架設時、陣屋の森吊橋には 1088.8tf の緊張力がかけられている。この張力が減少 (例えば 900tf、700tf) していくと躯体の形状・静特性・振動特性にどのような影響を与えるか、3次元はり要素を用いた数値解析で調べた。図 - 4 には縦断形状図を示している。この図から、張力が 700tf まで減少するとサグ量は張力 1088.8tf の場合より 1.5 倍に増加していることが判る。図 - 5 はスパン中央のたわみの影響線である。たわみの影響線の L/4 点では、張力 700tf において 1088.8tf の 2.2 倍になっている。表 - 4 には固有振動数を記している。張力が小さくなると逆対称一次、二次の振動数は小さくなるが、対称振動は一次と二次で傾向が異なる。また、張力が 900tf、700tf では、対称二次振動数と逆対称二次振動数の大きさが 1088.8tf の場合と逆転している。図 - 6、7 は逆対称一次、対称二次の固有モードである。逆対称一次の固有モードは張力が小さくなくても変化しないが、対称二次の固有

モードには大きな変化が生じている。

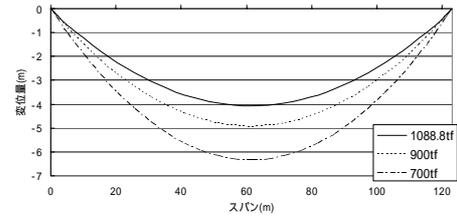


図 - 4 縦断形状図

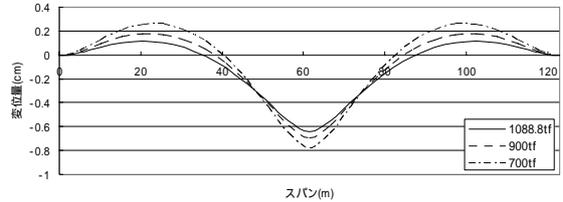


図 - 5 たわみの影響線(L/2 点)

表 - 4 固有振動数(Hz)

| 張力(tf) | 1088.8 | 900 | 700 |
|--------|--------|------|------|
| 逆対称一次 | 0.60 | 0.55 | 0.49 |
| 対称一次 | 0.83 | 0.79 | 0.72 |
| 対称二次 | 1.13 | 1.27 | 1.33 |
| 逆対称二次 | 1.27 | 1.18 | 1.07 |

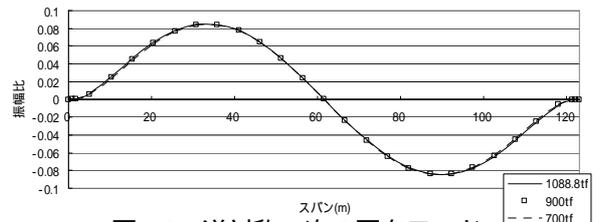


図 - 6 逆対称一次の固有モード

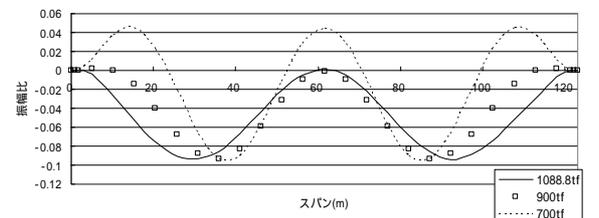


図 - 7 対称二次の固有モード

7. 結論

12 年間の経年変化の観察、実験結果、及び数値解析の結果から以下のことが判った。

- 形状・静特性に大きな経年変化は見られない。
- 外観は塗料の剥離やひび割れの進行が見られる。
- 固有振動数、固有モードには大きな変化は見られない。
- 張力の減少はサグ量やたわみの増加、対称固有モードの変化をもたらす。

当初の形状が維持されていればプレストレス力の変化(減少)はないと考えられる。

参考文献

1) 水田・光永・平井・宮崎・樋渡: PC 吊床版歩道橋の振動特性について、土木構造・材料論文集、第 10 号、pp.77~82、1994 年 11 月。