

# 斜張橋の振動性状について

大阪大学工学部 正 員 前田幸雄

大阪大学工学部 正 員 林 正

大阪大学工学部 学生員 〇木本公平

## 1. まえがき

斜張橋の振動性状に関する研究は、すでにいくつか発表されているが<sup>(1,2,3)</sup>、主桁に作用する軸力による影響を考慮した解析は、まだ、報告されていないようである。また、斜張橋以外にも、アーチや吊橋などのように、大きな軸力が作用する構造物では、この影響を無視しがたい場合がある。そこで、本研究では、部材に作用する軸力の影響を考慮した場合の、任意平面骨組構造物の動的解析のための汎用プログラムを作製し、これを用いて、斜張橋の固有振動数に及ぼす軸力の影響を調べてみたので、2, 3の計算結果を報告し、あわせて、斜張橋の型式による固有振動数の相違を報告する。

## 2. 動的解析

動的解析において考慮すべき軸力は、死荷重やプレストレスなどの先行荷重によるものであるが、これらの初期部材力が作用した構造物の微小振動を考えることになる。解析方法としては、変形法を用い、各部材の質量は節点に集中させて考えた。Stiffness matrixの各要素には、軸力の値が含まれているので、計算式は非線型になるが、通常の方法による繰り返し計算により、初期部材力としての軸力を求めこから、固有振動数及びモードの計算を行った。固有値の計算には、power methodを用いたが、さらに Rayleigh 商を用いて計算精度を高めた。

## 3. 数値計算例

まず、3径間連続斜張橋である尾道大橋について、固有振動数を求めると、表-1のようであった。

つぎに、この尾道大橋をモデルとして、型式をつぎのように変え、固有振動数の計算を行なって、比較してみた。

型式[I] A - Radial type

型式[II] A - Harp type

型式[III] B - Radial type

型式[IV] B - Harp type

表-1 尾道大橋の固有振動数

| mode No. | exp. <sup>4)</sup> value | theor. value |       | B/A   |
|----------|--------------------------|--------------|-------|-------|
|          |                          | A            | B     |       |
| 1        | 0.58                     | 0.564        | 0.555 | 0.984 |
| 2        | 0.92                     | 0.928        | 0.917 | 0.988 |
| 3        | 1.38                     | 1.442        | 1.425 | 0.988 |
| 4        | 1.62                     | 1.629        | 1.616 | 0.992 |
| 5        | —                        | 1.946        | 1.948 | 1.001 |
| 6        | —                        | 2.051        | 2.041 | 0.995 |
| 7        | —                        | 2.554        | 2.538 | 0.994 |

ただし

A: 軸力の影響を無視した場合

B: 軸力の影響を考慮した場合

ただし、A-type と B-type は、塔基部の支持条件による相別であり、Radial type と Harp type は、ケーブルの配置による相別である。図-1、図-2 に示すごとくである。

計算の結果、型式[I]の各次数の振動数を1.0として、他の型式の振動数と、ケーブルシステムを取り除いた径路連続梁の振動数を比較すると、表-2 のようになる。

つぎに、軸力の影響を調べてみる。B-type において、軸力を無視した場合と、軸力を考慮した場合の固有振動数と比較すると、表-3 のようになる。

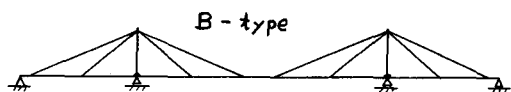
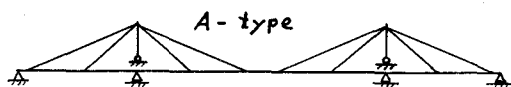


図-1 A-type と B-type

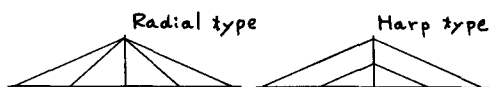


図-2 Radial type と Harp type

#### 4. 結論

以上の計算により、次のことが言える。

- 1) 塔基部の支持条件、A-type、B-type による固有振動数の相違は、ほとんどない。
- 2) Radial type と Harp type とでは、特に、低次振動において、Radial type の方が、固有振動数が大きい。
- 3) 高次振動になると、その差は縮まり、6次振動では、ほぼ同じ値となり、ケーブル作用が小さくなって、主桁の影響が卓越してあらわれる。
- 4) 軸力の影響は、どの型式、どの振動次数においても、たかだか、3% であり、その影響は小さい。

表-2 型式による固有振動数の比較

| type No. | I   | II    | III   | IV    | 3-span con.B. |
|----------|-----|-------|-------|-------|---------------|
| 1        | 1.0 | 0.918 | 1.000 | 0.917 | 0.366         |
| 2        | 1.0 | 0.734 | 1.002 | 0.735 | 0.627         |
| 3        | 1.0 | 0.716 | 1.003 | 0.718 | 0.649         |
| 4        | 1.0 | 0.813 | 1.000 | 0.813 | 0.659         |
| 5        | 1.0 | 0.869 | 0.996 | 0.868 | 0.892         |
| 6        | 1.0 | 0.998 | —     | 0.986 | 0.994         |
| 7        | 1.0 | 0.974 | —     | 0.977 | 0.925         |

表-3 軸力の固有振動数への影響(B-type)

| type No. | Radial-type |       |        | Harp-type |       |        |
|----------|-------------|-------|--------|-----------|-------|--------|
|          | A           | B     | B/A(%) | A         | B     | B/A(%) |
| 1        | 0.557       | 0.547 | -1.8   | 0.511     | 0.496 | -2.9   |
| 2        | 0.918       | 0.905 | -1.4   | 0.673     | 0.649 | -3.6   |
| 3        | 1.415       | 1.396 | -1.3   | 1.012     | 0.988 | -2.4   |
| 4        | 1.596       | 1.582 | -0.9   | 1.297     | 1.281 | -1.2   |
| 5        | 1.896       | 1.897 | 0.1    | 1.653     | 1.638 | -0.9   |
| 6        | —           | 1.990 | —      | 1.997     | 1.999 | 0.1    |
| 7        | —           | 2.486 | —      | 2.327     | 2.308 | -0.8   |

ただし

A: 軸力の影響を無視した場合

B: 軸力の影響を考慮した場合

なお、プレストレスによる影響も、概略計算の結果、わずかであることがわかった。

#### 参考文献

- 1) 岡：平面骨組構造物の固有振動解析，日立造船技報，Vol.28，No.4
- 2) 鳥井：斜張橋の解析，石川島播磨技報，別冊No1号，1969
- 3) 小西・宇都宮・沖本：斜張橋の振動性状に関する基礎的考察，第24回年度学術講演会講演概要，昭和44年9月
- 4) 大久保・成田：吊橋および斜張橋の振動実験，土木技術資料，Vol.12，No.2