

## 道路橋の振動特性の経年変化と補修との相関性に関する研究

大阪市立大学工学部 正員 中井 博 阪神高速道路公団 正員 松本雅治  
 阪神高速道路公団 正員 齊藤博行 大阪市立大学工学部 学生員○松下孝文

## 1. 研究目的

近年、道路上を走行する自動車は、その量、質ともに供用開始当時に比べて相当変化しており、道路内の橋梁構造物も床版をはじめとする広範囲の部材に損傷が発生している。この問題は、道路を維持・管理していく上で重要な課題となっており、橋梁の健全性を直接目視によらずに判定する方法が切望されている。本研究は、橋梁構造物の健全性を振動特性から判定しようと試みたものである。具体的には、15年前（昭和44年）に振動特性の測定が実施されている26橋を対象として、再び同一項目の実験を行い、固有振動周期 $T$ 、および対数減衰率 $\delta$ の経年変化を調べ、両者を比較・検討し、さらに15年の供用期間中に行われた補修状況を調査し、これらとの相関性を分析しようとしたものである。

## 2. 振動特性の経年変化と補修

実験橋梁の自由振動を測定し、この記録より固有振動周期 $T$ と対数減衰率 $\delta$ を求めた。また、現地調査と補修工事報告書から補修状況の調査を行った。

昭和44年の調査結果<sup>1)</sup>、および今回（昭和59年）の測定結果は、表-1に総括したとおりである。固有振動周期 $T$ の測定値の妥当性を検討するために、計算値（単純ばり（スパン長 $l$ ）の基本固有振動周期の厳密解）も求めた。また、15年間に亘る経年変化を評価する指標として変動値を考えた。この変動値は、次式によって求めるものとし、これらも、表-1中に示した。

$$\text{変動値} = \frac{[S.59\text{の測定値(計算値)}] - [S.44\text{の測定値(計算値)}]}{[S.44\text{の測定値}]}$$

表-1 固有振動周期 $T$ (sec)と対数減衰率 $\delta$ の経年変化の関係

| 橋梁<br>番号 | 主 形  | 橋 式   | 測 定 値 |       | 計 算 値 |       | ①測定<br>による<br>変動値 | ②計算<br>による<br>変動値 | ①と②<br>の 差 | 対数減衰率 $\delta$ |       |        |
|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------|------------|----------------|-------|--------|
|          |      |       | S.44  | S.59  | S.44  | S.59  |                   |                   |            | S.44           | S.59  | 変動値    |
| 1        | 55.3 | 1 Box | 0.556 | 0.556 | 0.642 | 0.647 | 0.000             | 0.009             | -0.009     | 0.059          | 0.059 | 0.000  |
| 2        | 30.8 | 1 形 5 | 0.251 | 0.255 | 0.254 | 0.255 | 0.016             | 0.004             | -0.012     | 0.094          | 0.085 | -0.096 |
| 3        | 34.3 | 1 形 6 | 0.314 | 0.300 | 0.332 | 0.335 | -0.045            | 0.010             | -0.055     | 0.107          | 0.091 | -0.150 |
| 4        | 39.3 | 1 形 6 | 0.369 | 0.360 | 0.400 | 0.404 | -0.024            | 0.011             | -0.035     | 0.108          | 0.094 | -0.130 |
| 5        | 44.3 | 1 形 6 | 0.455 | 0.473 | 0.474 | 0.479 | 0.040             | 0.011             | 0.029      | 0.099          | 0.084 | -0.152 |
| 6        | 34.3 | 1 形 6 | 0.290 | 0.300 | 0.331 | 0.333 | 0.034             | 0.007             | 0.027      | 0.173          | 0.112 | -0.353 |
| 7        | 54.3 | 2 Box | 0.549 | 0.546 | 0.585 | 0.589 | -0.005            | 0.007             | -0.012     | 0.062          | 0.073 | 0.177  |
| 8        | 39.3 | 1 形 6 | 0.362 | 0.373 | 0.401 | 0.406 | 0.030             | 0.014             | 0.016      | 0.090          | 0.075 | -0.167 |
| 9        | 44.3 | 1 形 6 | 0.426 | 0.450 | 0.492 | 0.497 | 0.056             | 0.012             | 0.044      | 0.116          | 0.080 | -0.310 |
| 10       | 54.3 | 2 Box | 0.585 | 0.586 | 0.617 | 0.621 | 0.002             | 0.007             | -0.005     | 0.061          | 0.053 | -0.131 |
| 11       | 45.8 | 1 形 6 | 0.463 | 0.373 | 0.526 | 0.534 | -0.194            | 0.017             | -0.211     | 0.068          | 0.077 | 0.132  |
| 12       | 54.3 | 2 Box | 0.585 | 0.586 | 0.617 | 0.627 | 0.002             | 0.017             | -0.015     | 0.103          | 0.160 | 0.553  |
| 13       | 39.3 | 1 形 6 | 0.372 | 0.380 | 0.403 | 0.411 | 0.022             | 0.022             | 0.000      | 0.112          | 0.164 | 0.464  |
| 14       | 44.3 | 1 形 6 | 0.481 | 0.480 | 0.539 | 0.549 | -0.002            | 0.021             | -0.023     | 0.103          | 0.130 | 0.262  |
| 15       | 61.5 | 2 Box | 0.692 | 0.667 | 0.775 | 0.760 | 0.006             | 0.007             | -0.001     | 0.087          | 0.087 | 0.000  |
| 16       | 32.3 | 1 形 6 | 0.265 | 0.271 | 0.297 | 0.301 | 0.023             | 0.015             | 0.008      | 0.076          | 0.140 | 0.842  |
| 17       | 34.3 | 1 形 6 | 0.295 | 0.300 | 0.335 | 0.340 | 0.017             | 0.017             | 0.000      | 0.114          | 0.135 | 0.184  |
| 18       | 64.3 | 2 Box | 0.642 | 0.642 | 0.697 | 0.703 | 0.005             | 0.009             | -0.004     | 0.059          | 0.061 | 0.034  |
| 19       | 34.3 | 2 Box | 0.353 | 0.360 | 0.402 | 0.406 | 0.020             | 0.011             | 0.009      | 0.081          | 0.299 | 2.691  |
| 20       | 51.4 | 1 Box | 0.412 | 0.460 | 0.580 | 0.581 | 0.117             | 0.002             | 0.115      | 0.290          | 0.163 | -0.438 |
| 21       | 51.3 | 2 Box | 0.503 | 0.510 | 0.731 | 0.738 | 0.014             | 0.014             | 0.000      | 0.081          | 0.073 | -0.099 |
| 22       | 49.3 | 2 Box | 0.478 | 0.482 | 0.507 | 0.512 | 0.008             | 0.010             | -0.008     | 0.081          | 0.061 | -0.247 |
| 23       | 59.2 | 2 Box | 0.680 | 0.690 | 0.802 | 0.823 | 0.015             | 0.031             | -0.016     | 0.054          | 0.057 | 0.056  |
| 24       | 57.1 | 1 Box | 0.595 | 0.592 | 0.635 | 0.643 | -0.005            | 0.013             | -0.018     | 0.049          | 0.060 | 0.224  |
| 25       | 59.1 | 1 Box | 0.621 | 0.629 | 0.695 | 0.702 | 0.013             | 0.011             | 0.002      | 0.068          | 0.099 | 0.456  |
| 26       | 39.1 | 1 Box | 0.328 | 0.350 | 0.368 | 0.373 | 0.067             | 0.015             | 0.052      | 0.166          | 0.108 | -0.349 |

ところで、実測橋梁はほとんど合成桁橋（No.18 のみ鋼床板橋）であり、補修も橋梁全体に対して一様に行われているものも、ほとんどないので、剛度の変化を数値化することは難しい。そこで、補修による影響は重量的変化のみに限定し、付加重量の合計をそのスパン長  $L$  で割り等分布の付加荷重として、昭和59年の固有振動周期の計算値を求めた。

表-1より、スパン長  $L$  と固有振動周期  $T$  の関係をプロットしたものが、図-1、スパン長  $L$  と対数減衰率  $\delta$  の関係は、図-2に示すとおりである。

### 3. 測定結果の考察

① I型断面桁橋とBox型断面桁橋との間には、固有振動周期  $T$ 、対数減衰率  $\delta$  のいずれの結果においても、主桁形式の相違による有意差は認められなかった。

② 固有振動周期  $T$  (sec) とスパン長  $L$  (m) との関係は、両者を最小自乗法により処理した結果、つぎの直線式を得た。

$$T = 0.0126 L - 0.1255(\text{sec})$$

③ 固有振動周期  $T$  の測定値と計算値を比較して、測定値が大きくなっている（曲げ剛度  $EI$  が減少している）橋梁は皆無である。すなわち、剛性の面ではすべての実験橋梁が健全であるといえる。

④ 補修による重量の変化を考慮した固有振動周期  $T$  の経年変化の変動値の平均は、ほぼゼロとなった。すなわち、実験橋梁の曲げ剛度  $EI$  は変化していないと考えられる。

⑤ 対数減衰率  $\delta$  の経年変化としては、各橋梁でばらつきが大きく、それらの変動値からも全体の傾向はつかめなかった。

⑥ 振動特性より得られた結果を総合的に判断すると、実験橋梁はすべて健全であるといえる。

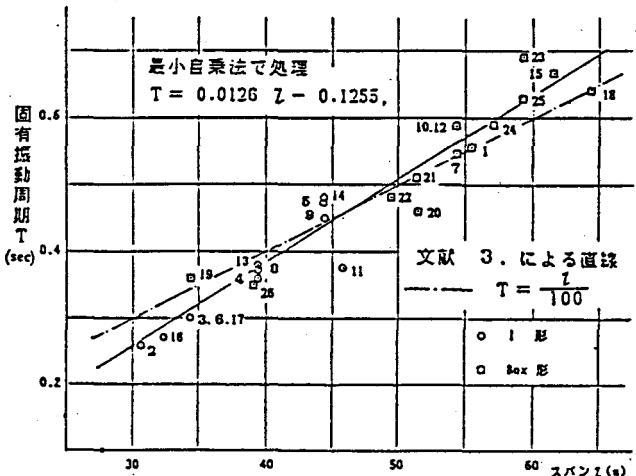


図-1 スパン長  $L$  と固有振動周期  $T$  の関係

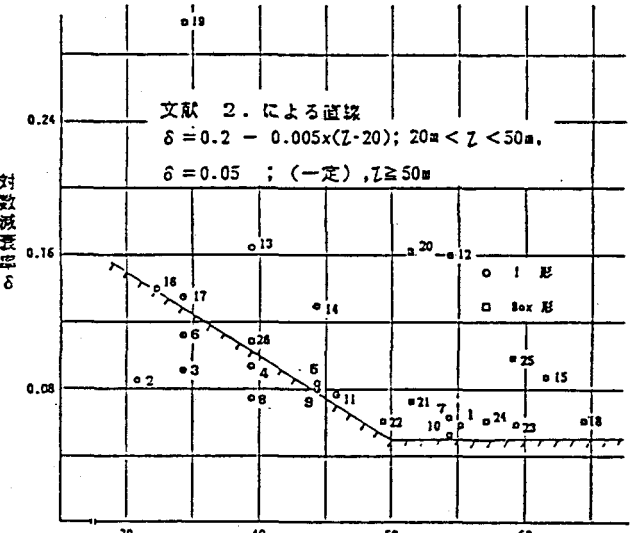


図-2 スパン長  $L$  と対数減衰率  $\delta$  の関係

参考文献 1. 阪神高速道路公団・大阪市立大学・浦賀重工株式会社：桁橋の振動実験報告書 昭和44年 4月, 2. 中井 博：土木構造物の振動解析 森北出版 昭和58年 4月, 3. 渡辺 昇：橋梁工学 朝倉書店 昭和49年 3月