

大阪市立大学大学院 学生員 松下孝文
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

1. まえがき

近年、道路上を走行する自動車は、その量および重量ともに供用開始当時に比べてかなり増大しており、道路橋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、既存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δ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

既存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δとを求めた。また、現地調査と補修工事報告書とから補修状況の調査を行った。

昭和44年の調査結果¹⁾、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）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。

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

表-1 固有振動周期T(sec) および対数減衰率δの経年変化と変動値

橋梁 番号	スパン L(m)	主 桁 形 式	固 有 振 動 周 期 T							対数減衰率 δ		
			測定値 ①		計算値 ②		① の 変動値	② の 変動値	①と② との差	S.44	S.59	変動値
			S.44	S.59	S.44	S.59						
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、また部分的な補修が行われているので、主桁の曲げ剛度の変化を数値化することは難しかった。そこで、補修による影響は重量的な変化のみであるとみなし、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 との関係をプロットしたものが図-1で、またスパン長 l と対数減衰率 δ との関係が図-2である。

3. 測定結果の考察

① I形断面桁橋と Box形断面桁橋との間には、固有振動周期 T および対数減衰率 δ 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 の測定値と計算値と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、曲げ剛度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 δ の経年変化は、各橋梁でバラツキが大きく、それらの変動値から全体の傾向はつかめなかった。

4. まとめ

以上の振動特性の測定結果を総合的に判断すると、経年変化によって固有振動周期 T が若干大きくなった。その原因としては、補修による重量の増大によるもので、曲げ剛度の減少は考えられなかった。したがって、今後も実測を行う必要があるが、今回の実験橋梁はすべて健全であると思われる。

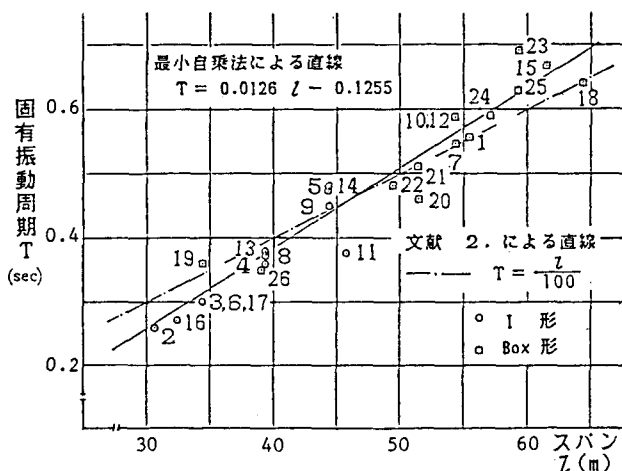


図-1 スパン長 l と固有振動周期 T との関係

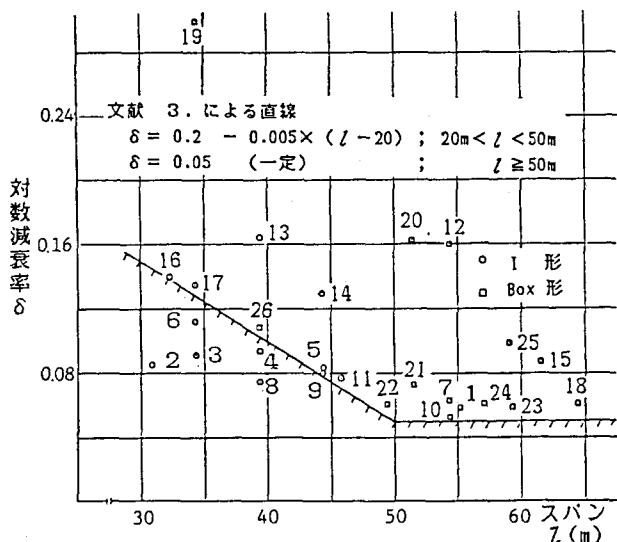


図-2 スパン長 l と対数減衰率 δ の関係

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. 渡辺 昇：橋梁工学 朝倉書店 昭和49年3月， 3. 伊藤 学，片山恒雄：橋梁構造物の振動減衰 土木学会論文集 No.117, 1965