

京都大学工学部	正員	山田 善一
阪神高速道路公団	"	今井 宏典
"	"	○ 水元 義久
(株) 宮地鉄工所	"	石沢 成夫

1. さえがさ

ゲルバー桁橋は一般にその振動特性上問題の多い構造とされて来たが、このたび阪神高速道路神戸西宮線において図-1のような5径間の鋼床版ゲルバー桁が採用された。

長径向の橋梁においては構造の特性値としての固有周期、固有モードは減衰性とともに、その動的応答を知るうえに非常に重要である。

それで、今回本橋梁について、トランスファー・マトリックス法により、固有周期および固有モードの計算を行ない図-2のような計算結果

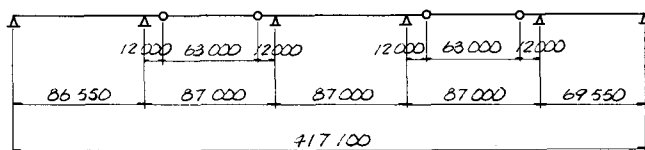


図-1

を得た。この図よりわかるように右側側径間のわずかな非対称性により、ゲルバー桁の場合は、その固有モードの対称性が特異な影響を受けている。

本実験において、これらの振動性状等に確認したのでここに発表する。

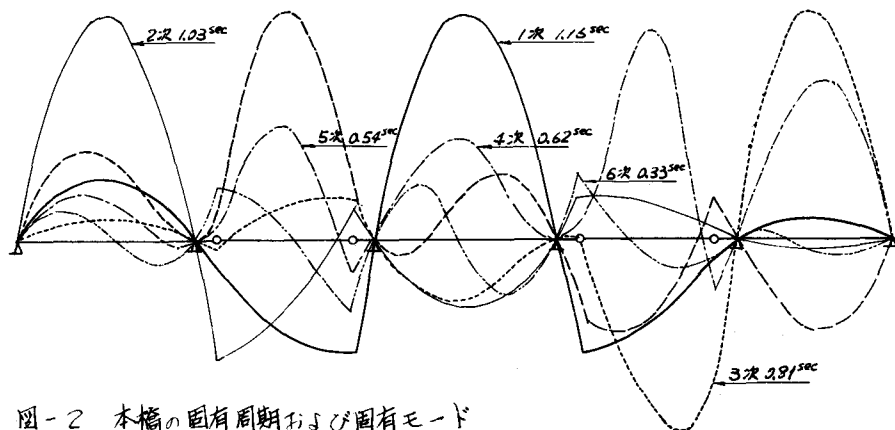


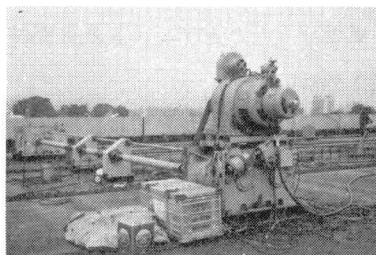
図-2 本橋の固有周期および固有モード

実験方法の概要を図-3に示す。本橋梁は比較的長周期を有する橋梁であるため、実験に使用する起振機は本橋梁の固有周期付近において充分な起振力を有する建設省土木研究所所有の15^{ton} 2連式起振機を使用した。起振機による鉛直強制振動を行い、各次の共振点を求め、次に減衰振動をさせる。共振曲線より固有周期を、共振時の各点の測定値より振動モードを、そして自由減衰記録より減衰定数の測定を行なった。使用した加速度計は電磁式加速度計で、これにより検出された加速度を感度調整器を介して直視式電磁オシログラフに記録した。

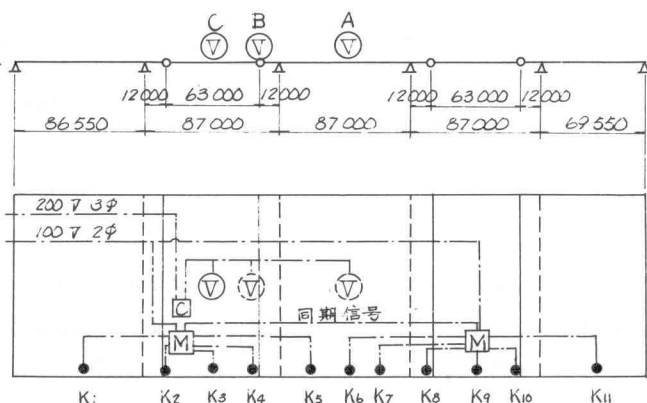
なお本実験は鋼床版上の舗装施工前に行なったものであり、計算値の示す振動数に対し質量の補正を
 する必要がある。完成時の質量 m_0
 振動数 f_0 、試験時の質量 m_T 、振動数
 f_T とした場合

$$f_T = f_0 \sqrt{m_0 / m_T}$$

により補正を行い、この補正値をも
 て実験値との比較を行った。



15^{TON} 2連式起振機



V : 起振機
 K : 加速度計 (K1, K2 K11)
 C : コントローラ
 M : モーター

図-3 計測機の配置

3. 実験結果および考察

実験結果について、下表および図-4に示す。これより解るようにトランスファーマトリックス
 法による析橋の振動解析は振動数および振動モード共に実験値と非常に良く一致し、実用上充分の精
 度のあることが実証された。ゲルバー析橋としての特性の1つとして、その振動モードがヒンジ部で
 たわみ角に不連続を生じることがあげられる。移動荷重がヒンジ部を通過する際、その運動量が急変
 することにより衝撃作用を生じ、これが
 ゲルバー析橋の振動振幅を大きくする原
 因の1つである。

測定および計算による振動モードをみ
 る上、たわみ角の不連続性は各次の振動
 にみられるが、特に高次の振動について
 はこの部の振幅が最大値を示すようにな
 る。しかもこの場合、振動数が3~4%
 で、自動車の固有振動数にも一致するの
 で注意を要す。

一方、これらの高次振動の固有モード
 をみると、橋軸方向にはスパンの1/4程度
 がこの方向の半波長となるような振動形
 をしており、静的たわみに関しては重要
 な要素であった張出し長さアンカース
 パンとの比が、この場合には張出し長さ
 とスパンの1/2との比に置きかえられる。

固有振動数の実験結果

モード 次数	計算値 (%)		強制振動による共振 固有振動数 (%)			自由減衰振動による 固有振動数 (%)		
	完成時	試験時	加振実 A	加振実 B	加振実 C	加振実 A	加振実 B	加振実 C
1次	0.86	1.07	1.05 K1 1.05 K3	1.06 K6 — K9	1.06 K1 1.07 K6 — K11	1.07 K3 1.07 K5 1.09 K6 1.08 K7 1.08 K9	1.10 K1 1.10 K2 1.09 K7 1.08 K9	1.09 K5 1.09 K6 1.11 K6
2次	0.97	1.21	1.15 K1 — K3	— K6 — K9 — K11	1.15 K1 — K6 — K11	— — —	— — —	1.18 K1 1.18 K6
3次	1.22	1.52	1.54 K1 1.57 K3	1.53 K6 1.51 K9	— K11 1.57 K6 1.54 K9	1.55 K6 1.53 K9 —	1.52 K9 1.52 K10 1.51 K11	1.53 K6 1.53 K11
4次	1.60	2.00	1.92 K1 1.90 K3	1.89 K6 1.88 K9	— K1 1.85 K6 1.85 K9	1.99 K1 1.89 K3 —	1.99 K1 1.89 K3 1.89 K11	1.89 K6 1.89 K11
5次	1.84	2.29	2.10 K1 2.11 K3	2.12 K6 2.17 K9	— K1 2.11 K6 2.11 K9 2.12 K11	2.13 K1 2.13 K3 —	2.14 K9 2.13 K7 —	2.11 K6 2.13 K7 —
6次	3.01	3.76	— K1 — K3	— K6 3.36 K9	— K1 — K6 3.35 K9	— — —	3.39 K7	3.34 K7 3.34 K7
7次	—	—	3.89 K1 3.87 K3	— K6 — K11	— K1 — K6 — K11	3.84 K2 — —	— — —	— — —

本橋の張り出し長さは12^mで、アンカースパン87^mに比しやや小さい値をとっているが、張り出し長さを2〜3^m延ばした場合振動性状上からは特に支障を来さないことが考えられるので、ゲルバー桁としての経済性をもっと発揮出来たものと考えられる。

減衰定数は図-6の要領にて求め各次における値を図-4の右に列記した。これよりわかるように減衰定数が振動モード次数により変化しているのみならず加振点および測定位置により変化している。これは本橋がゲルバー桁橋であるため橋脚上の首のみならずヒンジ部における影響等が考えられる。

最後に本実験において色々と御指導下さいました建設省土木研究所の関係各位に謝意を表します。

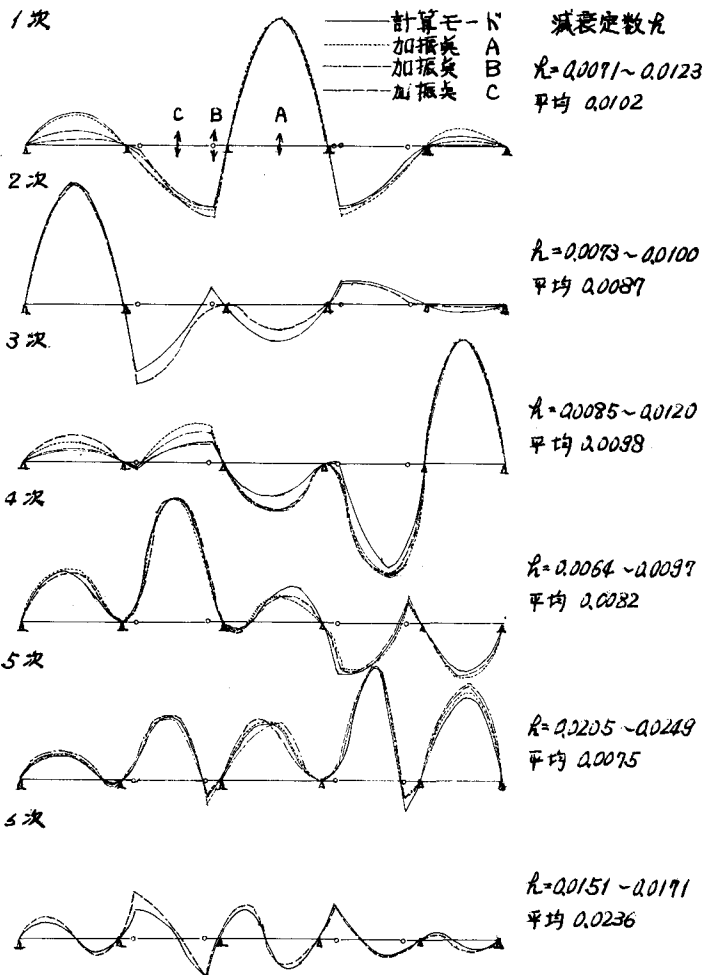


図-4 固有モードの比較

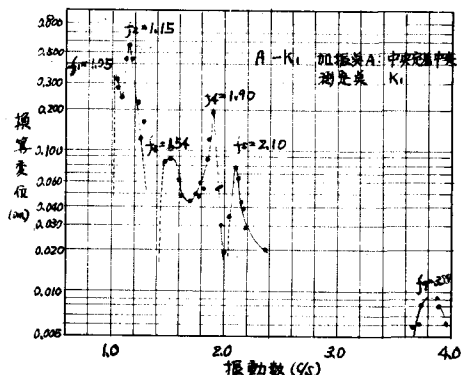


図-5 共振曲線図の1例

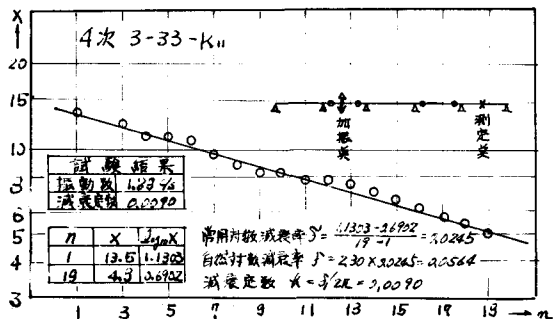


図-6 減衰図の1例