

施工後50年経過した鵜の木橋の振動試験

九州大学工学部 学〇大森勝徳 正 鳥野 清
正 堤 一

宮崎大学工学部 正 中沢隆雄 正 今井富士夫
(株)構造計画研究所 正 倉掛 猛

1. はじめに

近年、老朽した橋梁の維持・管理や立て替えが重要な問題となっており、これに関する試験等が多く行われている。そこで、新橋が建設されたのに伴い廃橋となる鵜の木橋（日南海岸の加江田川）は竣工後約50年経過し、老朽と海からの飛来塩分による塩害でクラックが無数に発生しており劣化が著しいことから、今回本橋に対して大型起振機による加振試験を行い、動特性を把握するとともに耐久性について検討を行ったので報告する。

2. 強制振動試験

本橋は図-1に示すように、橋長 154.5m 幅員 6.6m の鉄筋コンクリートゲルバー桁橋である。起振機による加振方向としては、上下方向と橋軸水平方向の2方向、加振周波数は 3.0~8.0 Hz の範囲である。今回使用した起振機はカウンターウェイト (CW) の装着により起振力を変化させることができ、上下方向では加振力による応答の違いを調べるために CW を1枚、3枚、5枚 (250f²kgf: fは加振周波数 Hz) の3通り、橋軸水平方向は CW1 で行った。図-1に示すように、桁の主要箇所と橋脚 P₂、P₃の天端における加速度および、主桁の鉄筋に生じるひずみを測定した。また、面外方向に対しては加振試験を行わないことから、予備として常時微動試験を実施した。

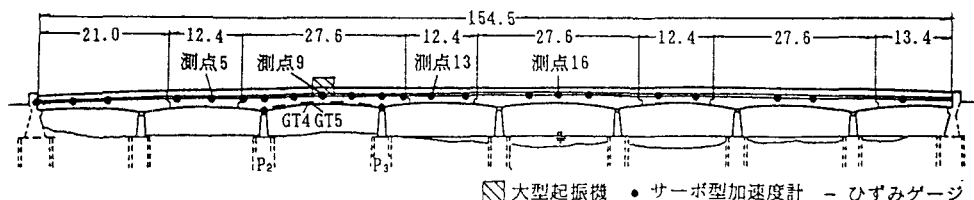


図-1 橋梁概要

3. 試験結果と解析結果

上下方向の共振曲線の例として、起振力 CW1 と CW5 を比較して図-2および図-3に示す。CW5 で加振した場合、1次の共振点において最大加速度 230gal、最大変位 3mm が 測点5 で生じている。図-2と図-3を比較してみると加振力がほぼ5倍になったのに関わらず、応答加速度が3倍程度であることや共振曲線が異なっていることから、非線形性が多少現れているようである。図-4は CW5における主桁の鉄筋に生

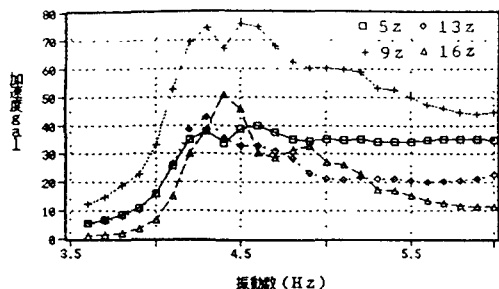


図-2 共振曲線 (CW1)

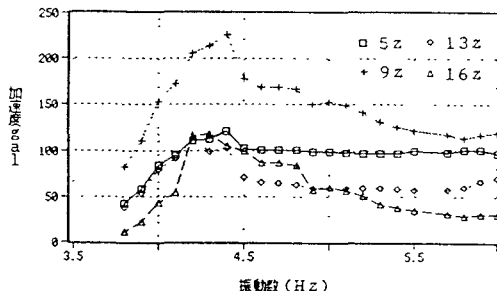


図-3 共振曲線 (CW5)

じたひずみで、最大で 80μ 程度であり、桁にクラックを発生させる値までには至っていない。橋軸方向加振においては $3.0\sim 8.0\text{Hz}$ の加振周波数の領域において明確な共振点が得られなかった。この原因としては、老朽化しているため滑り支承が完全に動かないことや、加振エネルギーが橋脚から逸散している等が考えられる。

表-1 に実験より得られた上下方向の固有振動数と減衰定数および固有振動数の理論値を示す。表より加振力が大きくなると固有振動数が若干小さくなっている。したがって、固有振動数を大きく変化させるためにはかなりの加振力を必要とするようである。一方、減衰定数は 0.025 程度で通常のコンクリート橋と同程度の値を示している。

本橋を質点数 106 、要素数 91 の多質点系に置換し、有限要素法を用いて固有値解析を行った。また、下部構造が不明であるため橋脚下端を固定として解析した。高欄のない状態での起振機試験より得られた一次の固有振動数 3.6Hz に理論値が一致するように、本橋の弾性係数 $E_0=1.9\times 10^6\text{tf/m}^2$ を決定した。表-1 には E_0 および現在用いられている通常コンクリートの弾性係数 $E_N=2.6\times 10^6\text{tf/m}^2$ の両方で高欄のある場合に対して求めた固有振動数を示している。実験値と E_0 を用いた値とは良く一致している。表よりコンクリートの剛性の低下により建設当

初より多少固有振動数が小さくなっていると予想されるが、初期の条件が不明なために定かではない。また、本橋のように高欄と桁が一体となった橋梁では高欄の剛性がかなり大きいことを示している。

図-5 は実験値と理論値の変位モードを比較したものである。実験値は起振機の設置しているスパンにおいて理論値より多少大きくなっている傾向がみられるが、全体的には良く一致している。

4. まとめ

起振機試験より次のことが明らかとなった。

- (1) 橋梁の動特性の変化により橋梁の健全性を判断するためには、かなり大きな加振力を必要とする。
- (2) 老朽化したコンクリート橋では弾性定数の低下がみられるものの、かなりの耐久性を有している。

今後、静的試験結果と動的試験結果等の比較により、橋梁の健全性の判断資料としてまとめる予定である。

<参考文献>

- 1) コンクリート工学 特集コンクリート構造物の耐久性診断 Vol.26, No.7, July 1988

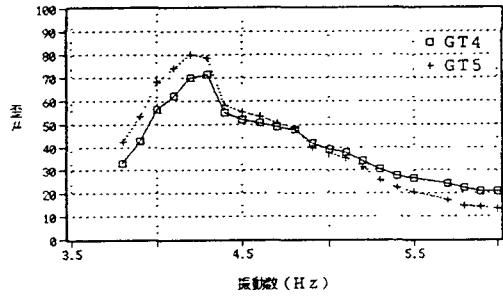
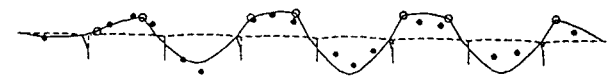


図-4 共振曲線 (至)

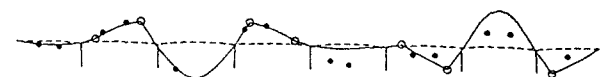
表-1 振動数 (Hz)

次数	実験値				理論値	
	CW 1		CW 5		$E=1.9\times 10^6$ (tf/m^2)	$E=2.6\times 10^6$ (tf/m^2)
	固有値	減衰定数	固有値	減衰定数		
1	4.30	0.024	4.20	——	4.45	5.21
2	4.50	0.031	4.40	0.024	4.67	5.47
3	——	——	4.90	0.025	4.91	5.72

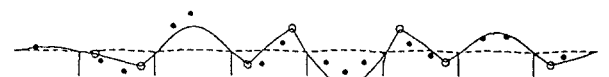
上下1次



上下2次



上下3次



●は実験値

図-5 変位モード図