

I-442 施工後50年経過したコンクリート橋(鶴の木橋)の振動試験

九州大学工学部	学○大森勝徳	正 鳥野 清
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	
九州大学工学部	正 堤 一	

1. はじめに

老朽した橋梁をいかに維持・管理しながら、その耐久性を保持させていくかは重要な問題となっている。宮崎市日南海岸沿いに位置する鶴の木橋(加江田川)は施工後約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。今回、本橋が廃橋になるのに伴い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の検討を行った。

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。加振方向は上下方向と橋軸水平方向の2方向、加振周波数は3.0~8.0Hzの範囲である。起振力はカウンターウェイト(CW)の装着により変化させ、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($250f^2 \text{ kgf}$: 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、桁の主要個所と橋脚 P_2 、 P_3 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。面外方向に対しては加振試験を行わないことから、常時微動試験を実施した。また、高欄の剛性をみるため高欄を取り壊した後CW=3で上下方向の加振試験も行った。

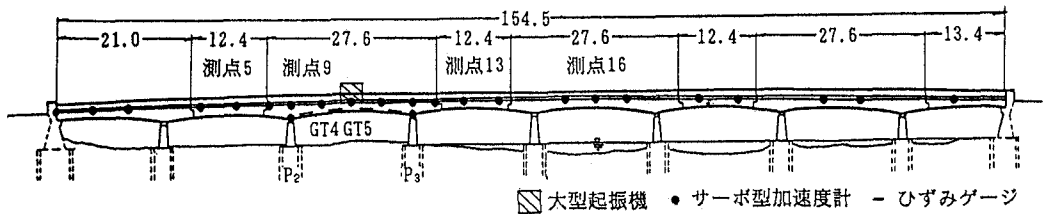


図-1 橋梁概要

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で生じており、この時鉄筋に生じた最大ひずみは80 μ 程度であったが、桁にクラックを発生させる値までには至っていない。図-2と図-3をみると加振力がほぼ5倍になったのに、応答加速度が3倍程度であり共振曲線も多少異なっている。この原因として、①クラックが多数発生しているため振動振幅の大小で減衰定数がかなり異なる ②支承の老朽化により振幅によって作動条件が異なる等が考えられる。

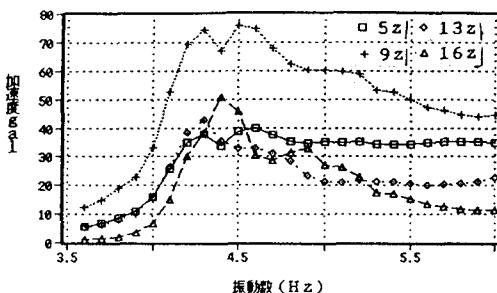


図-2 共振曲線 (CW1)

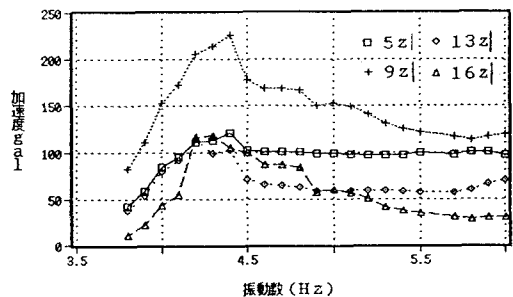


図-3 共振曲線 (CW5)

図-4は高欄を取り壊したときの共振曲線で、1次の固有振動数は3.6Hz近傍である。図-2の高欄有りと比較すると2割程度の低下がみられ、高欄の剛性がかなり大きいことがわかる。

橋軸方向加振においては3.0～8.0Hz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。橋軸水平方向ではヒンジ支承部の橋脚が振動するため大きな加振力を必要とすることや、加振エネルギーが橋脚から逸散しているためと考えられる。

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。

高欄無し時の固有振動数3.6Hzに理論値が一致するように、本橋のコンクリートの弾性係数 $E_a=2.1 \times 10^6 \text{ tf/m}^2$ を決定した。下部構造は基礎が井筒であること以外は不明であるため、常時微動試験で得られた橋軸直角方向の1次の固有振動数に一致する地盤ばねを考慮した。

図-5に実験値と理論値の変位モードの比較を示す。表-1に固有振動数の実験値と理論値および減衰定数を示す。実験値と理論値のモードは全体的に良く一致している。減衰定数の算定においては3つの次数が近接しているため、共振曲線に明確なピークが現れてないことから起振力と応答変位の関係から求めた。表より加振力が大きくなると減衰定数が大きくなっているが、通常の新設された橋梁の減衰定数の変化の度合よりも大きく変化している。これは老朽化した橋梁の一つの特徴と思われる。表中の固有振動数は本橋の弾性係数と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ものである。初期の条件が不明なために定かではないが、コンクリートの剛性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。

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) 本橋では老朽化のためコンクリートの弾性係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。
- (3) 桁と一体となった高欄は橋梁の剛性にかなり影響する。

<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

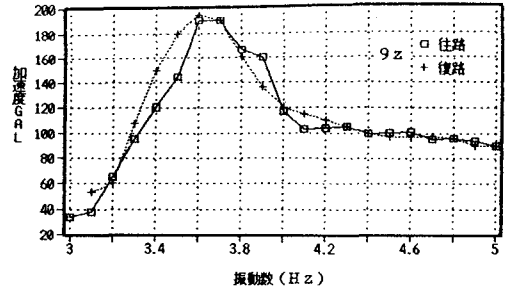


図-4 共振曲線（高欄なし，CW=3）

表-1 固有振動数と減衰定数

方向	次数	固有振動数 (Hz)				減衰定数 (%)	
		実験値		理論値		CW1	CW5
		起振機 CW=5	常時 微動	$E_a=2.1 \times 10^6$ (tf/m^2)	$E_N=2.6 \times 10^6$ (tf/m^2)		
上下	1	4.20	4.44	4.58	5.09	0.80	1.46
	2	4.40	4.88	4.68	5.21	2.45	4.73
	3	4.70	—	4.93	5.48	1.91	5.25
直角	1	—	2.88	2.87	2.88		

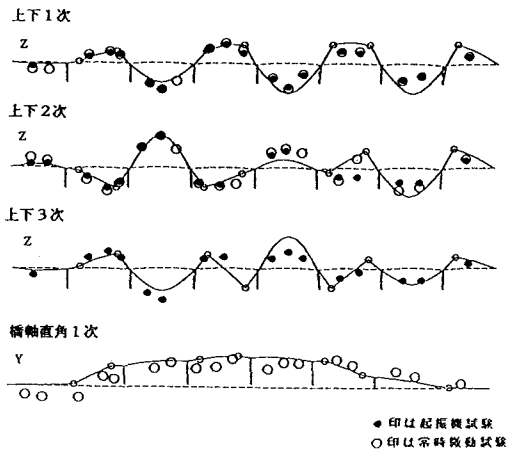


図-5 変位モード図