

I-169 大谷橋（6径間連続曲線桁橋）の振動実験

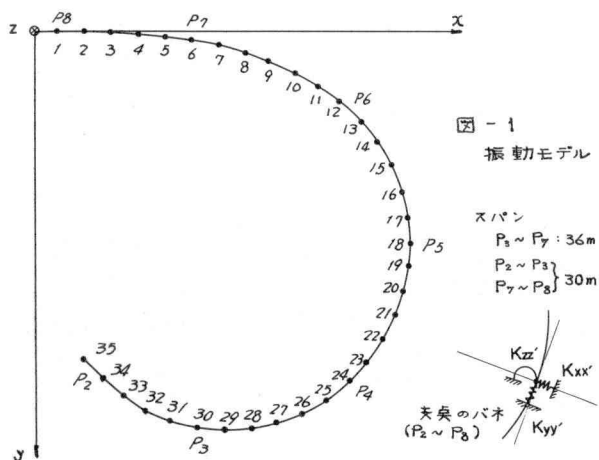
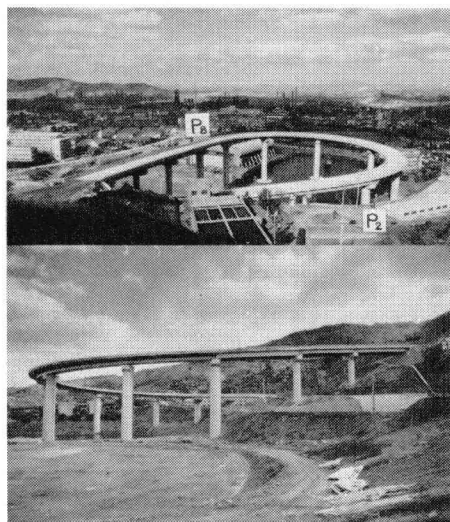
新日本製鉄株式会社 正員 宮島 信雄
(株)福山コンサルタント 正員 佐藤 進

1 まえがき

大谷橋は北九州バイパスの大谷インターチェンジランプウェイとして建設された橋梁で、全長 331.4 m、幅員 8.0 ~ 8.8 m の 1 等橋である。このうち曲線部分は写真に示すように ($P_0 \sim P_2$)、30 m 前後の高橋脚を有する曲率半径 40 m の 6 径間連続曲線桁橋で、わが国でも稀有の形式の橋梁である。本橋は曲率半径の小さい連続曲線桁橋でしかも高橋脚であるため、地震力を受けた場合にはかなり複雑な振動性状を示すものと思われる。そこで、実橋について振動試験を行ない、固有振動数、振動モードおよび減衰定数を求め計算値との比較を行った。

2 振動試験

起振機（新日本製鉄製作、最大起振力 20 t、自重 9 t）を橋面上の幅員中央に据付け、図-1 の基本座標軸 x および y に平行にかつ水平に、振動数を 1.0 % から 3.0 % まで 0.05 % 間隔で変化させて強制振動を行なわせた。加振位置は橋脚 P_2 、 P_3 および橋脚 $P_4 \sim P_5$ の中央の 3 ケ所とした。橋体振動の応答測定は橋脚位置、スパン中央および橋脚天端中心に設置した計 30 ケの加速度計によって、それぞれ x 、 y 2 方向の加速度を検出し、増幅器または減衰器をかいしてポジグラフに記録した。各測点における加速度は、基本座標軸 x および y に平行な成分を測定するために、加速度計は 2 ケ 1 組として直交させ、 x 、 y 軸方向に一致させて設置した。また、測点の位置は床版上の曲率外側の並列線とした。



3 理論計算

本橋は複雑な構造物であるが、理論計算では橋脚の性状をバネに置換え、バネ支承を有する平面構造物として取扱うことにした。解析モデルには図-1 に示すような 35 の質点を有するバネ-質点系を選び、各質点には x 方向の変位、 y 方向の変位および回転の 3 自由度を考慮した。計算は端支（1, 35）が x 、 y および z 軸方向ともバネで支持されている場合（CASE 1）と x

軸方向には固定されている場合 (CASE 2) の 2 ケースについて行なった。中間支束の支持条件はどちらも同じで、 x , y および z 軸方向ともバネで支えられている。計算結果のうち 1, 2 次振動の振動モードと固有振動数をそれぞれ図-3 および表-1 に実測値と合せて示す。

4 試験結果

試験より得られた共振曲線のうち代表的なものを図-2 に示す。試験は加振力を 2 段階あるいは 3 段階に変えて行なったが、加振力と変位の間にはほぼ比例関係がみられたので、試験は弾性範囲内で行なわれたものと判断した。また、共振曲線の縦軸の変位は各測点で得られた基本座標軸 x および y 方向のピーク時の変位を位相差を無視してベクトル合成したものである。

共振曲線より求めた固有振動数は 4 次までについて表-1 に示すとうりであった。共振曲線には 2.0 % 以上についても共振は現われているが、各試験により共振あるいは応答値がバラバラであるのでこれより固有振動数を求めるのは無理であった。2.0 % 以上になると共振が各測点によってずれるのは、高次の振動になると捻り振動および桁間の上下振動などの複雑な振動をともなうためと思われる。つぎに、1, 2 次振動の振動モードを図-3 に示す。振動モードは各測点で位相差を考慮して得られた x および y 方向の加速度をベクトル合成したものである。

図-2 共振曲線

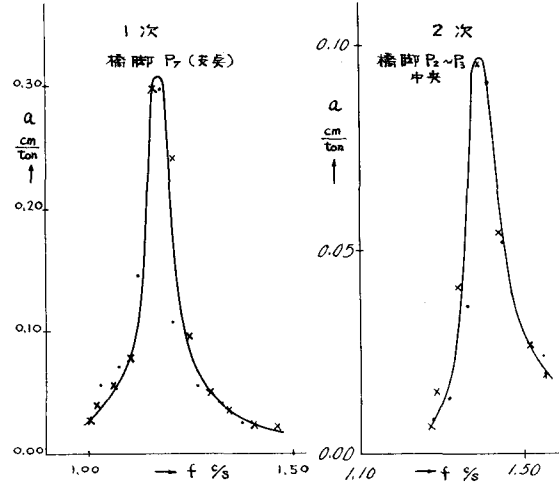


図-3 振動モード

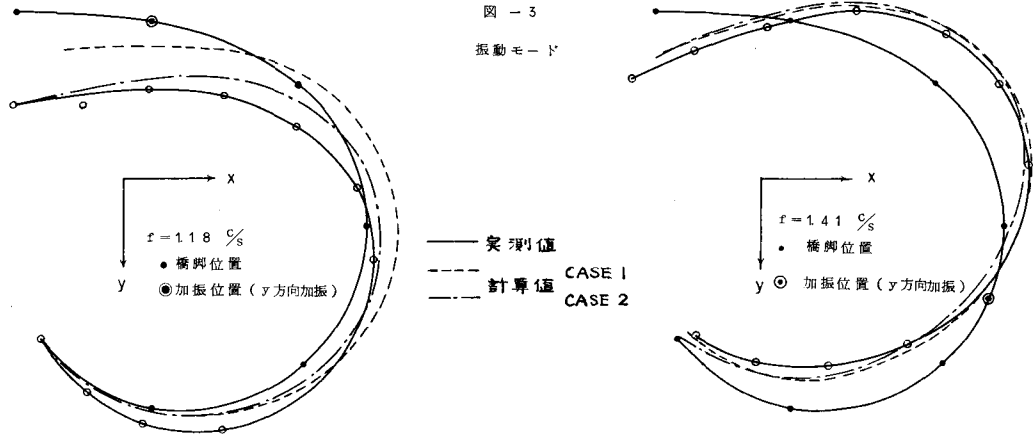


図-3 および表-1 から、2 次振動までについては実測値は計算値の CASE 2 によく合っており、本橋の端部の支持条件は CASE 2 の状態に近いことがわかった。また、低次の振動に対しては図-1 のように設定した振動モデルで十分正しく振動性が把握できていることがわかった。

共振曲線より求めた減衰定数は 1 次振動に対して 0.022, 2 次振動に対して 0.018 であった。

表-1 固有振動数

		%			
固有振動数		1 次	2 次	3 次	4 次
実 測 値		1.18	1.41	1.65	2.00
		(0.81)	(0.90)	(0.89)	
	CASE 1	0.96	1.06	1.26	1.64
	CASE 2	(0.88)	(0.95)		
計 算 値		1.04	1.34	1.96	2.27

() : 計算値/実測値