

九州大学 学生員 〇成島 勝
九州大学 正会員 園田 敏夫
九州大学 正会員 小坪 清真

1. まえがき

本研究は、国鉄呼子線松浦川に架設された7径間連続PC箱桁橋の常時微動測定を行ない、橋軸直角水平方向振動、上下方向振動の振動特性(固有振動数、変位モード、減衰定数)をスペクトル解析から求め、応答計算を行なったものである。

2. 実験概要および結果

図-1に本橋の概要図を示す。本橋は幅員5.6mの単線鉄道橋(60.1m+5×83.0m

+60.1m)で、主桁断面は1

箱桁、1室の箱型である。本橋の架設された地盤は表層がN値ゼロの軟弱地盤であるため、深さ15.0m~17.0mのケーソン基礎としている。本橋の特徴としては、コンクリート橋としては珍しい7径間連続橋であると共に、単線鉄道橋であるために桁高(3.8m~5.5m)に対し桁幅の狭い構造となっているので、橋軸直角水平方向に対して剛性が小さい。また、P4橋脚を固定とし各橋脚上には、地震時の橋軸水平方向に対してダンパーが設けられている。

各スパンを6等分して測点を設け、橋軸直角水平方向、上下方向の常時微動測定を行なった。振

動のピックアップとして、固有振動数0.3Hz、感度2V/g、周波数特性0.5Hz以上平坦の速度型電磁式地震計を用いた。得られたパワースペクトル図を図-2(橋軸直角水平方向)、図-3(上下方向)に示す。この図はサンプリング間隔 $\Delta t = 0.02$ 秒、データ個数 $N = 2048$ 個で求めたパワースペクトルを10回平均したものである。また、パワースペクトルの計算法としては、FFT(高速フーリエ変換)を用いた。本解析において、パワースペクトルの最小刻み間隔($\Delta f = 1/(N \times \Delta t)$)は0.0244Hzとなる。

次に、各固有振動数と変位モードを図-4(橋軸直角水平方向)、図-5(上

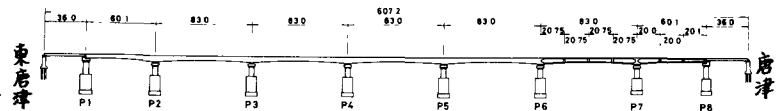


図-1 橋梁概要図

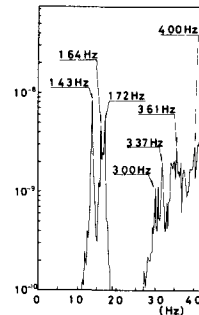


図-2 測点23

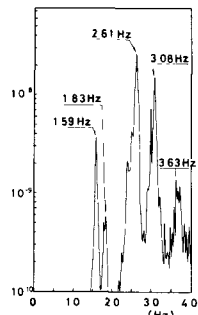


図-3 測点28

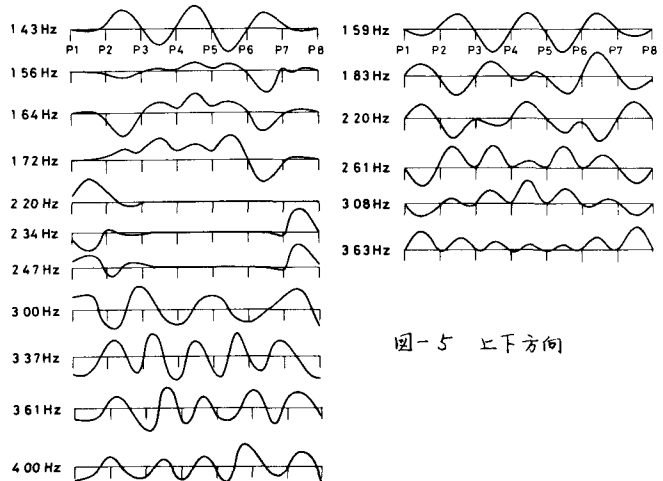


図-4 橋軸直角水平方向

図-5 上下方向

下方向)を示す。ここで、本実験で得られた固有振動数にあて次数を付記しなかったのは、本橋の固有振動数を全て完全に捉えているとは限らないからである。図-4に示した橋軸直角水平方向振動において、1.56Hzと1.64Hzの変位モードの傾向としては類似しているが、1.56Hzでは特にP6～P7の間の径間が強く振動している。したがって本橋では各径間が共振するような固有振動数が、実験から得られた固有振動数以外にも存在する恐れがある。この種の固有振動数が存在する理由としては、各橋脚のバネ定数の違いなどが考えられる。図-5に示した上下方向の変位モードは比較的綺麗な形となっているが、これは橋脚自身がほとんど動かないためと思われ、このことから、橋軸直角水平方向振動における各橋脚の水平バネ定数に相当の違いがあることが予想される。

パワースペクトルから、2方向の固有振動における減衰定数を求めると、表-1に示すように1%未満と小さくなった。本実験は橋梁の常時微動を測定したものであるから、本実験から得られる減衰定数は耐震設計に必要な減衰定数を示すものではない。

3. 応答計算

本橋の建設地点は、沖積層の厚さが25m未満かつ軟弱層の厚さが5m未満で、新耐震設計法(案)という第3種地盤に当たる。また、本橋建設地点付近で1600～1973年間に発生した地震のマグニチュードMと震央距離Δより、図-6に示す加速度応答スペクトル曲線を用いることができる。図-6では、減衰定数 $h=0.05$ であるが実際は前述の理由より、 $h=0.02$ とするため補正係数1.32を掛けた応答加速度 S_A を応答計算に用いる。

本橋を多質点系構造物として、最大応答変位 $y_{i\max}$ (i は測点番号)を次式より求める。

$$y_{i\max} = \sqrt{\sum_{s=1}^n \left\{ \beta_s Y_{is} S_{AS\max} / n_s^2 \right\}^2} \leq \sum_{s=1}^n \left| \beta_s Y_{is} S_{AS\max} / n_s^2 \right|$$

$$\beta_s = \sum_{i=1}^n \frac{W_i}{g} Y_{is} / \sum_{i=1}^n \frac{W_i}{g} Y_{is}^2$$

ここに、 W_i :各質点重量 n_s :第 s 次の固有振動数
 g :重力加速度 Y_{is} :振動形(i は測点番号)
 $S_{AS\max}$:第 s 次の最大加速度応答

計算結果を図-7(橋軸直角水平方向)、図-8(上下方向)に示す。

4) 橋軸直角水平方向

固有振動数 (Hz)	減衰定数 (%)
1.43	0.54
1.56	0.65
1.64	0.72
1.72	0.91
2.20	0.69
2.34	0.55
2.47	0.58
3.00	0.73
3.37	0.56
3.61	0.42
4.00	0.52

5) 上下方向

固有振動数 (Hz)	減衰定数 (%)
1.59	0.54
1.83	0.60
2.22	0.77
2.61	0.73
3.08	0.48
3.63	0.63

表-1

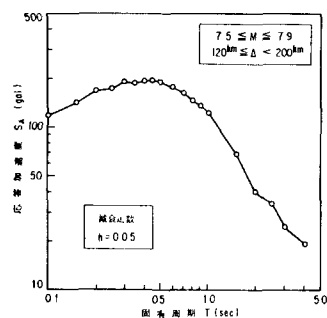


図-6 加速度応答スペクトル曲線

[参考文献]

新耐震設計法(案)
 建設省土木研究所
 (土研資料 1185号)
 昭和52年3月

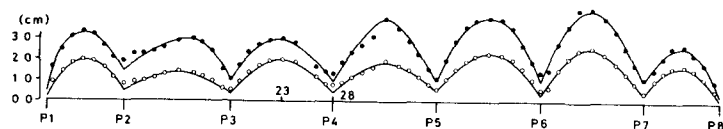


図-7 最大応答変位(橋軸直角水平方向)

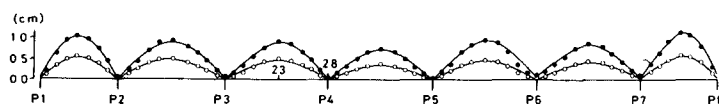


図-8 最大応答変位(上下方向)