

I-421

ゴム支承を用いた多脚固定形式PC連続箱桁橋—由良川橋—の振動実験について

日本道路公団大阪建設局
オリエンタル建設㈱
鹿島建設㈱

早川 和利 正員 高橋 広幸
正員 関口 富夫 正員○角本 周
岡本 裕昭

1. まえがき

由良川橋（近畿自動車道敦賀線、京都府福知山市～綾部市）の5径間連続箱桁橋（図-1）には、ゴム支承による弾性多脚固定形式を採用している。この形式の橋梁は従来震害経験がなく、振動実験等による動的特性の把握も十分でないのが実情である。本文は、弾性多脚固定による地震力分散効果の実橋レベルでの確認を目的として行われた振動実験について述べるものである。

2. 実験概要

実験で対象とする振動モードは、反力分散効果が期待される橋軸方向1次振動モードとした。加振方法は、対象振動モードの振動数が低振動数（設計値 0.69 Hz）かつ単純なモー

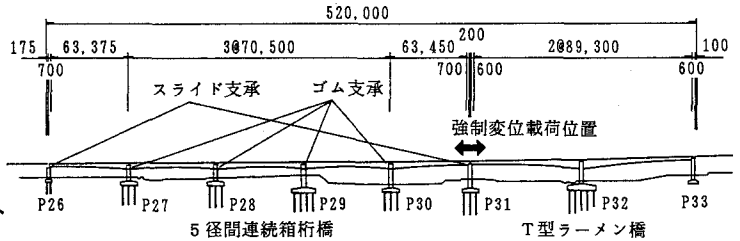


図-1 由良川橋一般図

ド形であることから、強制変位を与えた後これを解放して自由振動させる方法を用いるものとした。強制変位は、5径間連続箱桁橋とT型ラーメン橋間に急速解放ジャッキ（揚量 180 tf、4 台）を設置し与えるものとした（図-1）。

3. 静的载荷試験

载荷に伴うP29 橋脚における橋脚と主桁間の相対変位及び橋脚頂部の絶対変位を図-2、3に示す。橋脚と主桁間の荷重-相対変位関係は、载荷時には徐々に剛性が低下する非線形性を示す。また、除荷時には、最初に荷重除荷に対して変位減少の小さい部分があり、その後はほぼ線形的に変位が減少する傾向にある。設計値と比較すると、载荷時には剛性は設計値に比べて大きくなっているが、除荷時の線形的な部分ではほぼ同程度の剛性となっている。一方、橋脚頂部の荷重-絶対変位関係は、载荷、除荷時とも設計値に比べて2倍程度剛性が大きくなっている。これは、側方土圧等による影響であると考えられる。

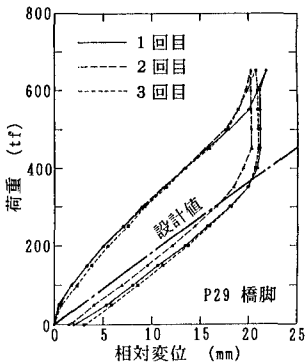


図-2 橋脚と主桁間の相対変位

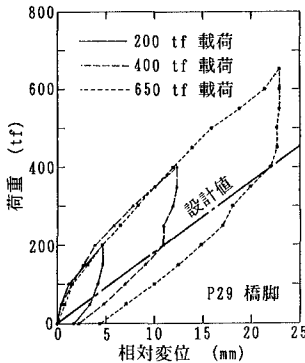


図-3 橋脚頂部の絶対変位

図-4に、载荷に伴う各橋脚と主桁間の相対変位分布を示す。各橋脚と主桁間の相対変位は、荷重の増加に伴いはほぼ同程度の割合で増加しており、特定の橋脚の相対変位増分が特に小さいことはなく荷重は全橋脚に分散して受け持たれているといえる。図中に、荷重 200 tf における相対変位の設計値を示す。前述した

ように、載荷時は剛性が設計値に比べて大きいいため相対変位の絶対量は設計値の方がかなり大きい、全体的な変位分布は設計値と相似している。このことから、実橋においても設計で想定したゴム支承による反力分散が認められると考えられる。

4. 自由振動実験

図-5 に、P29 橋脚における橋脚と主桁間の相対変位及び橋脚頂部の絶対変位波形を示す。変位解放後、ほぼ単一の波が急速に減衰する。

図-6、7 にP29 橋脚における橋脚と主桁間の相対変位波形より得られた振幅と固有振動数及び減衰定数の関係を示す。固有振動数は振幅の増加に伴い減少し、最終的に一定値となる傾向にある。また、減衰定数は振幅が1 mm 程度以上の領域では12 ~ 17 % と比較的大きい値を示している。

図-8 に静的載荷試験結果(図-2)に基づいて想定したP29 橋脚における橋脚と主桁間の相対変位履歴を示す。ここで、図に示すように等価剛性 K_{eq} 及びエネルギー吸収 ΔW を設定すると、この履歴に基づいた固有振動数 f 及び減衰定数 h は概略で次式のように表される。

$$f = f_0 \cdot \sqrt{K_{eq}/K_0} \quad , \quad h = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\Delta W}{W}$$

ここで、 K_0 : 剛性の設計値、 f_0 : 固有振動数の設計値。上式により算出した各振幅に対する固有振動数及び減衰定数を図-6、7 に付記する。振幅と固有振動数及び減衰定数の関係は実測値とほぼ一致する。地震時に想定している最大振幅領域においては K_{eq} は K_0 に近づくことから、固有振動数は設計値に近い値になると考えられる。また、振幅が大きくなるとエネルギー吸収比は

小さくなるので、地震時に想定された最大振幅においては主桁と橋脚間の相対変位の履歴によるエネルギー吸収からは5 % 程度の減衰定数が見込まれると考えられる。

5. まとめ

- 1)各橋脚には設計で算出された変位量と相似な配分で変位が生じており、実橋においても反力が分散して受け持たれているといえる。
- 2)実験を行った振幅領域では固有振動数は設計値より大きく、また減衰定数も設計で設定した値と比べると大きなものとなったが、地震時に想定される最大応答振幅付近では静的載荷試験結果に基づいて想定した履歴ループより推定すると固有振動数及び減衰定数とも設計で想定したものとはほぼ同等の値になると考えられる。

参考文献 酒井秀昭他：ゴム支承による多脚固定方式のPC連続箱桁橋の設計について、橋梁、1990年 5月

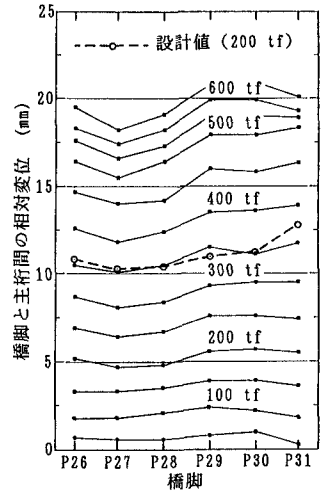


図-4 各橋脚と主桁間の相対変位分布

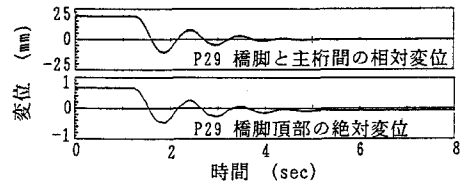


図-5 自由振動波形

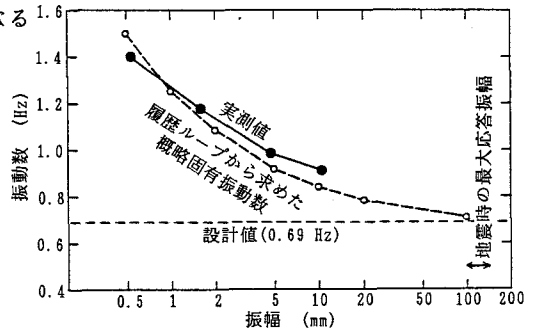


図-6 振幅と固有振動数

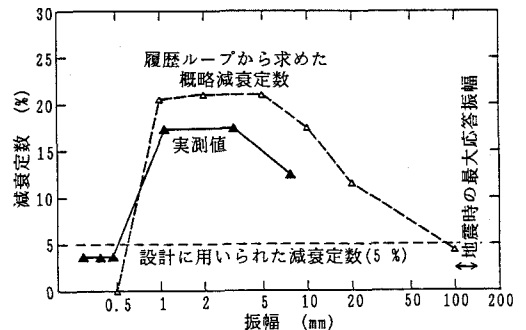


図-7 振幅と減衰定数