

日本道路公団東京支社
(株) 建設技術研究所

正会員 久間木信夫
正会員 〇井生 宏

1. まえがき

日本道路公団のA橋梁は二階建て構造で計画されておりその橋脚は既設構造物との関係からラケット形を余義なくされている。(図-1、図-2 参照) 従って本橋梁を厳密に解こうとするならば三次元的な取扱いが必要となろう。しかし打から板にラーメン部分の断面二次モーメントを何らかの方法で1本柱のそれに置換できたらならば二次元的に取扱うことも可能となろう。そこで今回の動的解析ではラケット形橋脚の振動特性とそのモデル化検討を主目的として行うことにする。

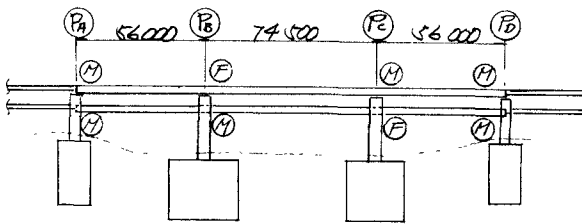


図-1 一般図

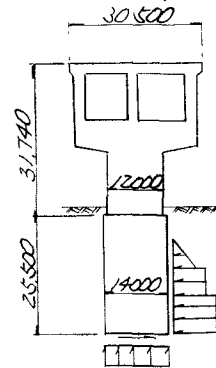


図-2 橋脚形状と地盤バネ

2. 解析の基本方針

- (1). 与えられた構造系は、多自由度系の力学モデルとして取扱う。
- (2). 解析に要する剛性マトリクスは、地震力の方向に応じてラーメン構造又は格子構造として変形法により求める。
- (3). 地震応答計算は、モーダル解析手法を用い応答の最大値は、各振動モードの応答値の2乗和の平方根として求める。尚、地震外力は、土木研究所の平均スペクトル曲線を用い、地動加速度は 240 gal とする。
- (4). ケーソンは剛体として取扱う。ケーソン周囲の地盤の影響は静的な力釣合いから求めた等価バネでモデル化する。尚、ケーソン部分の負荷は、ケーソンの重心に一致させ、その奥の曲げモーメント M 、水平力 H と 重心位置の水平変位 w 、回転変位 θ とから等価バネを次式にて表わす

$$\begin{bmatrix} H \\ M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_1 & -K_2 \\ -K_2 & K_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w \\ \theta \end{bmatrix} \quad (1)$$

- (5) 地震力の方向は、橋軸直交方向(面内ラーメン)と橋軸方向(面外ラーメン)の二方向とする。
- (6). 1本柱の換算断面二次モーメント I_m は、橋軸方向に関しては柱三分分の合計とし、橋軸直交方向に関しては、先端に集中荷重が作用する片持梁のためめの式に代入し逆算する。

$$I_m = \frac{PH^3}{3E(\delta_1 - \delta_2)}$$

尚 δ_1 , δ_2 , P は予備計算により既知なるものとする。

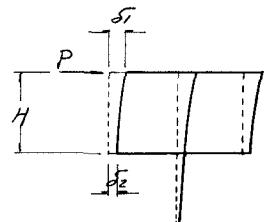


図-3

3 解析結果

振動力学モデルは 図4に示す様な模型とする。

1) 橋軸垂直方向

	ラケット形(面内モデル)		1本柱形	
次数	周期(秒)	相当質量(%)	周期(秒)	相当質量(%)
1	1.26	59.8	1.30	56.7
2	0.30	12.4	0.45	16.7
3	0.12	26.8	0.12	25.7

応答値との比較

t.m 単位

	ラケット形	1本柱形	比率
橋脚下部曲げモーメント	1.05×10^5	1.01×10^5	1.04
頂点1の変位	2.21×10^{-1}	2.44×10^{-1}	0.91
頂点2の変位	1.47×10^{-1}	1.37×10^{-1}	1.07

$$\text{比率} = \frac{\text{ラケット形の応答値}}{\text{1本柱形の応答値}}$$

2) 橋軸方向

	ラケット形(面外モデル)		1本柱形	
次数	周期(秒)	相当質量(%)	周期(秒)	相当質量(%)
1	1.30	44.5	1.24	45.2
2	0.60	0	0.34	28.0
3	0.35	28.3	0.12	23.7
4	0.16	0	—	—
5	0.16	0	—	—
6	0.12	20.1	—	—

応答値との比較

t.m 単位

	ラケット形	1本柱形	比率
橋脚下部曲げモーメント	1.20×10^5	1.24×10^5	0.97
頂点1の変位	1.87×10^{-1}	1.80×10^{-1}	1.04
頂点2の変位	9.26×10^{-1}	9.40×10^{-1}	0.99

以上の結果から1割以内の誤差で近似可能であることが判明した。尚 橋軸方向の1本柱形における1次～3次はラケット形の1次, 3次, 6次に対応していることが判る。

3) 橋梁全体系

本橋梁は 下層の施工が遅れる予定である。従って完成時(上, 下層架設)と暫定時(上層のみ架設)の2ケースについてその振動特性を調べるが 詳しくは当日発表する予定である。

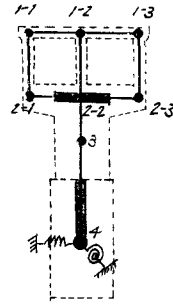
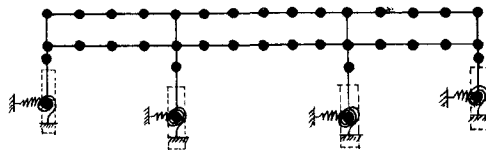


図-4a ラケット形

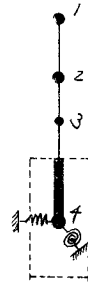
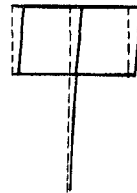
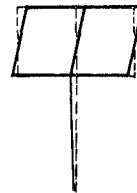


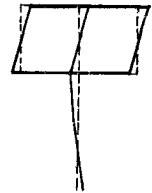
図-4b 1本柱形



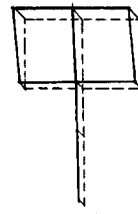
1次



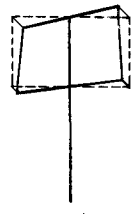
2次



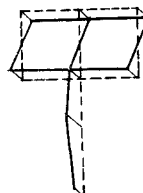
3次



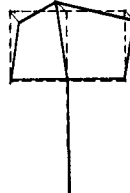
1次



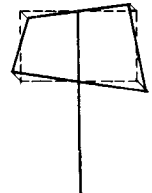
2次



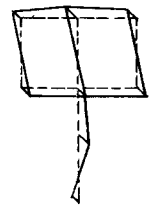
3次



4次



5次



6次