

## プランキング基礎橋脚における固有振動数標準値の提案

JR 西日本 正会員 ○豊田 隼也 (株)レールテック 水松 大  
 JR 西日本 正会員 長田 文博 JR 西日本 正会員 濱田 吉貞

### 1. はじめに

岡山市およびその周辺地域における当社の路線は、大部分が明治中期から後期にかけ急速に整備された。この地域の平野部の地盤は軟弱な沖積粘土層が深さ10m以上存在している。今日の技術基準ならば橋脚は一般的に完全支持杭基礎で建設されるが、当時の技術では困難な条件であり、当時の技術者は鉛直荷重を支持するため、短杭と敷板で支持面積を確保した「プランキング基礎」(図-1)という特殊な基礎構造を活用した。これらの橋脚を衝撃振動試験法により診断する場合、健全であっても同程度規模の他の橋脚と比べて固有振動数が相当に低く出るため、定量的な健全度判定が難しいのが現状である。そこで本研究では、プランキング基礎橋脚の健全度判定指標となる固有振動数標準値の算定式の策定を試みたので、ここに報告する。

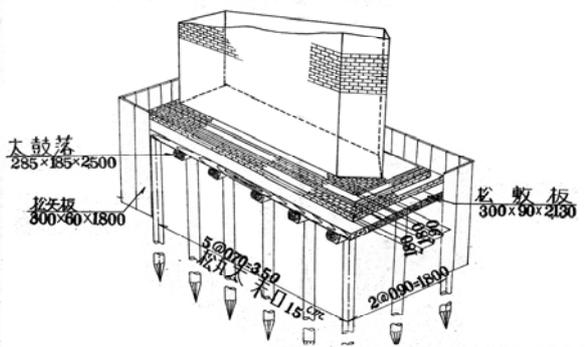


図-1 プランキング基礎構造図

### 2. 策定手法の概要

統計的手法による算定式の策定は、維持管理標準<sup>1)</sup>に示される各種橋脚の固有振動数標準値の策定手法を準用した。すなわち、固有振動数とそれに影響を及ぼしそうな橋脚の諸元を相関分析し、説明変数を抽出した。そして、固有振動数を目的変数として各変数の常用対数値を用いた重回帰分析により算定式を求めた<sup>2)3)</sup>。サンプル対象の橋脚は当社吉備線および山陽本線の単線橋脚22基で、スパン長は2~7m、橋脚高さは5m未満の比較的小規模な橋梁である。また、全て石積み構造である。く体は健全である一方、列車通過時に数ミリ程度の沈下が目視確認できるため、AまたはBラン

クとしているものが7基含まれている。

### 3. 固有振動数の現地測定

各橋脚の固有振動数は衝撃振動試験システム「IMPACTIII」を用いて測定した。計測波形をフーリエ変換すると、図-2のようにスペクトル分布がなだらかな山となるものが多く、固有振動数が明確に現れないケースもしばしばあった。その場合、橋脚が小規模であることや、カケヤ打撃であったことから、地盤からのノイズが相対的に大きいと推測されることを考慮し、今回は位相差スペクトル0度・180度となる付近でのパワースペクトル極大点を固有振動数と判定した。

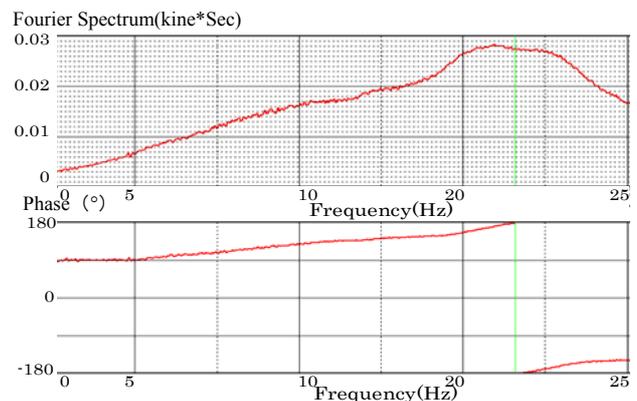


図-2 上段：スペクトル図 下段：位相差図

### 4. 相関分析によるパラメータの抽出

重回帰分析に用いるパラメータの選定のため、図面資料調査や現地調査を行った。橋脚の諸元値から約20個のパラメータを選定し、相関分析を行った。固有振動数と、主なパラメータの相関係数を表-1に示す。

表-1 相関関係表

	桁長	上部工重量	橋脚高さ	根入れ深さ	杭長	固有振動数
桁長	1.000					
上部工重量	0.877	1.000				
橋脚高さ	0.204	0.139	1.000			
根入れ深さ	-0.187	-0.224	-0.124	1.000		
杭長	-0.189	-0.094	-0.166	-0.377	1.000	
固有振動数	<b>-0.576</b>	-0.513	-0.131	<b>0.548</b>	<b>0.760</b>	1.000

キーワード：プランキング基礎，固有振動数，衝撃振動試験，相関分析，重回帰分析

連絡先：〒700-0024 岡山市北区駅元町1-3 岡山土木技術センター TEL (086) 225-7012

表一より、固有振動数と桁長 (-0.576)・根入れ深さ (0.548)・桁長 (0.760) の相関が高いことがわかった。そこで、今回この3つをパラメータとして選定した。なお、橋脚の固有振動数に対して一般的に影響が大きいとされる橋脚高さや上部工重量については今回、相関係数が相対的に低かったため説明変数に採用しなかった。

5. 重回帰分析による標準式の策定と検証

4. 得たパラメータを常用対数変換して重回帰分析を行い、下記の通り標準式を策定した。

$$y = 1.349x_1^{-0.498}x_2^{0.100}x_3^{1.679} \quad (\text{式一})$$

y : 固有振動数 (Hz)

x<sub>1</sub> : 桁長 (m)

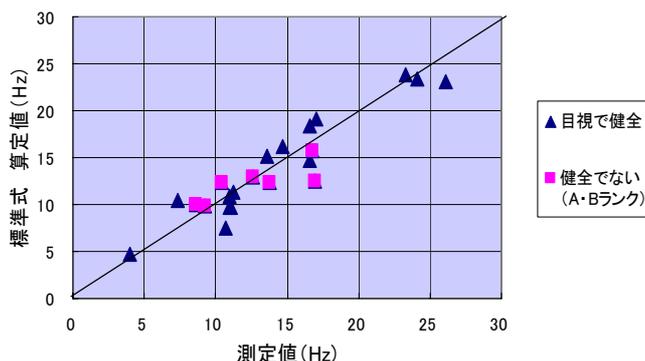
x<sub>2</sub> : 根入れ深さ (m)

x<sub>3</sub> : 桁長 (m)

作成した算定式を検証するため、まずは維持管理標準で示される直接基礎橋脚(単線・粘性土地盤)と木杭基礎橋脚の標準値算定式との比較を行った。ここで、標準の算定式で用いる橋脚高さとは、橋脚天端から敷板上段までの高さを適用した。サンプル橋脚のうち代表的なものの算出結果を表二に示す。維持管理標準に示される、プランキング基礎と類似の構造での算定式と比べると、式一では固有振動数が小さく算定され、そのためχ値は大きくなる。

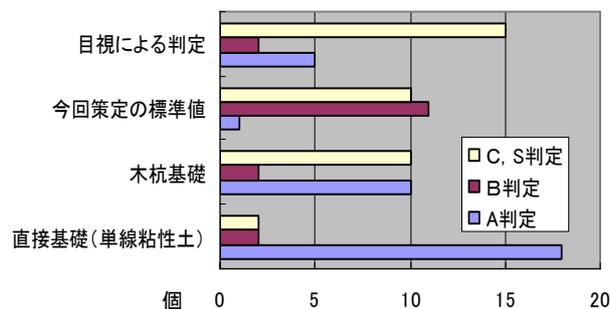
表二 標準式と策定式の比較

直接基礎(単線・粘性土)		木杭基礎橋脚		今回策定の算定式	
標準値	χ値	標準値	χ値	算定値	χ値
21.377	0.403	14.389	0.598	9.961	0.864
70.349	0.148	24.809	0.421	12.355	0.845
42.409	0.298	19.943	0.634	12.997	0.972
22.233	0.746	14.384	1.152	14.690	1.128
31.492	0.357	17.640	0.638	11.392	0.988



図三 固有振動数と標準値算定値との比較

次に、式一による算定値と実際に測定した固有振動数の比較を行った。図三に示すように、測定値と算定値は概ね合致する結果となったが、今回の健全度ランクに対する差異が明確には現れなかった。また今回のサンプル橋脚に対し、式一をはじめとした各標準式を用いて、χ値による健全度判定を行った結果を図四に示す。A・Bランクとした橋脚のうち、列車通過時の沈下を目視確認できたものは、式一による健全度判定でもBランクという結果が得られた。一方、目視調査でC・S判定とした橋脚でも、式一による判定でAランクとなるものが1基あった。この橋脚については、より詳細な調査が必要と考えている。



図四 各標準式を適用してのランク判定

6. まとめ

今回策定した算定式により、プランキング基礎の単線橋脚における固有振動数の標準値を概ね妥当に算定でき、適切な健全度判定に大いに資すると考えている。しかしながら、直接基礎橋脚等の算定式と比べるとサンプル数が少なく、また橋脚規模の小さいものに偏っているため、その適用範囲について課題を残している。今後さらに橋脚データの蓄積を行い、標準式の精度を高めていくことが必要と考えている。

最後に、本研究の実施において適宜ご指導を賜りました(財)鉄道総合技術研究所・構造物技術研究部の関係諸氏に対し感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等維持管理標準・同解説(構造物編) 基礎構造物・抗土圧構造物, 2008.1
- 2) 西村昭彦・棚村史郎：既設橋梁橋脚の健全度判定法に関する研究, 鉄道総研報告Vol.3, No.8, pp.41-49, 1989.8
- 3) 西村昭彦・羽矢洋：衝撃振動試験による山陽新幹線構造物の健全度判定, 基礎工 Vol.24, No.9, pp.73-79, 1996.9