

### プランキング基礎を有する橋台における振動特性

西日本旅客鉄道 (株)	正会員	○進藤 義勝
西日本旅客鉄道 (株)	正会員	坂本 寛章
西日本旅客鉄道 (株)	正会員	豊田 隼也
西日本旅客鉄道 (株)	正会員	紙田 茂

#### 1. はじめに

岡山市周辺地域における当社の線路は、軟弱地盤上に多く建設されている。建設された当時（1890年～1910年頃）は支持層まで到達する杭の施工が技術的に困難であった。そのため鉛直荷重の支持に、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)が多く適用されている。プランキング基礎は浮き基礎であるため、列車通過時の列車荷重・振動によって基礎の浮沈が顕著に表れる傾向がある。これらの基礎を衝撃振動試験法<sup>1)</sup>により診断する場合、健全であっても同程度規模の直接基礎や杭基礎と比べて固有振動数が低く得られるため、定量的な健全度判定が難しいのが現状である。豊田らは、プランキング基礎のうち、橋脚について標準式の提案を行っている<sup>2)</sup>。しかし岡山県西部～広島県東部周辺には橋脚(35基)よりもはるかに多くのプランキング基礎の橋台(312組)が存在することから、この橋台の診断手法の確立も同様に重要と考えている。

橋台に関しては、一般的に背面地盤の影響や護岸やウィング等が一体となっている場合が多く、固有振動数を得ることは難しい。さらにプランキング基礎橋台においては、明確な健全度判定指標が存在せず、さらに橋台の傾斜や、橋台とウィングの隙間などの変状が発生しているため、新たな健全度判定指標が求められている。そこで、本稿では加振方法に関する検討や、構造諸元と振動特性の関係等について報告する。

#### 2. 加振方法の検討

橋台の打撃方法は大ハンマー(5.9kg)、カケヤ(3.9kg)、重錘(30kg程度)の3種類とし、橋台高さ4.2m、1.6mを選定した。加振方向は線路直角方向とした。橋台の固有振動数を決定するにはフーリエスペクトルがピークになる振動数、かつ位相差スペクトルが0°あるいは180°付近となる振動数をグラフから読み取り決定する<sup>1)</sup>。

図-2に、橋台高さ4.2mの橋台をカケヤで加振したスペクトル図、および位相差図を示す。図-2はスペクトルのピークが明確であり、かつ同じ位相(0°)で切れていることから、8.06Hzの固有振動数を有していると判断できる。またカケヤ以外の大ハンマー、重錘に関しても位相が切れている箇所とスペクトルのピークが一致し8.24Hz、8.18Hzの固有振動数を得た。図-3に橋台高さ1.6mの橋台をカケヤで加振したスペクトル図、および位相差図を示す。図-3はスペクトルのピークが見受けられず、固有振動数特定には至らなかった。大ハンマーにおいても図-3と同様に位相は切っているものの明確なピークが見受けられなかった。また重錘は橋台高さが低く加振させることが困難であるため、比

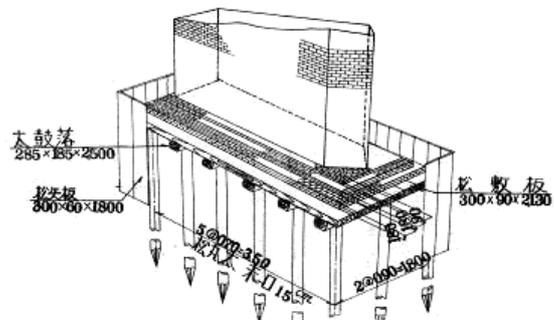


図-1 プランキング基礎構造図(橋脚)



写真-1 衝撃振動試験状況(重錘)

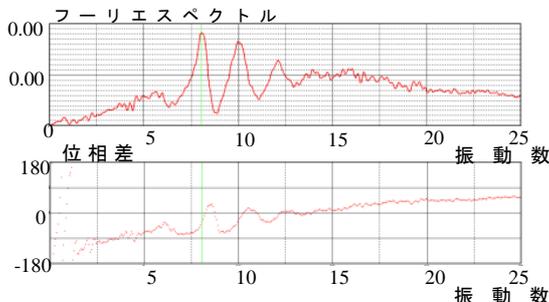


図-2 橋台(4.2m)カケヤ

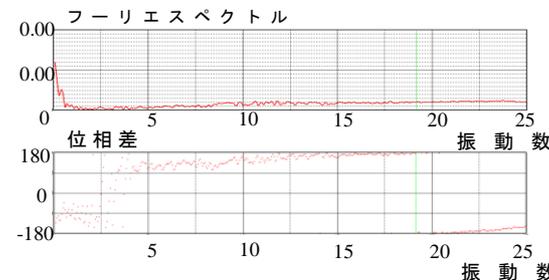


図-3 橋台(1.6m)カケヤ

キーワード 橋台, 固有振動数, プランキング基礎, 軟弱地盤

連絡先 〒718-0017 岡山県新見市西方482 TEL 0867-72-0766 FAX 0867-72-0767

較的低い橋台では試験を実施できなかった。次項で詳しく述べるが、ここでは一定の橋台高さがあれば、加振方法によらず固有振動数が得られることがわかった。

3. 構造諸元と振動特性の関係

各種構造諸元と振動特性の関係を確認するために、支社管内の高さ1.60m～6.13mのプランキング橋台について衝撃振動試験を行った結果について考察する。加振にはカケヤを用い、加振方向は線路直角方向とした。

表-1に橋台の各種パラメータを示す。プランキング橋脚の場合、豊田ら<sup>2)</sup>の研究では固有振動数と桁長・根入れ深さ・杭長の相関が高いことから、橋台についても関係性を考察する。表-1より杭長に関しては、全て同じ長さであることから、振動特性との関連性は不明である。根入れ深さ(設計値)と固有振動数の関係を図-4に示す。根入れ深さが大きくなるほど固有振動数が大きくなり、橋台についても相関が高いといえる。橋台高さに関しては、概ね4m以上の橋台では、固有振動数が存在する。この原因の一つとして、橋台幅に対して橋台高さが高い、比較のスレンダーな形状が影響したと考えられる。

なお、橋台高さが概ね4m未満のものは、固有振動数を特定するに至らず、図-3と同様の傾向であった。この原因として、橋台高さに対して橋台幅が大きくマッシブな構造となり、背面地盤およびウィングの大きな減衰の影響があると考えられる。

4. 加振方向の検討

一般的に橋脚の衝撃方向は線路直角方向であるが、今回、橋台高さ2.8mの橋台に与える加振方向を変え、測定を行った。図-5は橋脚と同様、線路直角方向へ加振した場合、図-6に線路方向へ加振させた場合の波形を示す。

図-5、図-6とも位相は明確に切れているが、どちらもスペクトルのピークは明確に表れていない。サンプル数が少ないことから、加振方向による違いは不明であるが、線路方向については、桁によるストラットの効果や橋台背面土の締め具合、線路直角方向については、橋台背面土による摩擦や桁の拘束等を反映した振動特性が得られると考えられる。

5. まとめ

プランキング基礎を有する橋台を線路直角方向に加振させる衝撃振動試験においては、高さ4m程度以上の構造物で固有振動数の特定が可能であることがわかった。また、根入れ深さが大きくなるほど固有振動数が大きくなる傾向にある。今後はさらに計測データを蓄積し、固有振動数で評価できる範囲を見極めたいうえで、得られる固有振動数と各種パラメータとの相関分析を行い、標準式の提案を行う。また、固有振動数で評価できない橋台に関しては、もたれ壁に対する衝撃振動試験<sup>3)</sup>で事例のある、波形の形状の変化(スペクトル面積)による評価を実施したいと考えている。

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, pp165-171, 2008.1  
 2) 豊田隼也, 水松大, 長田文博, 濱田吉貞: 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, 土木学会第65回年次学術講演会, pp721-722, H22.9  
 3) 篠田昌弘, 中島進, 阿部慶太: 鉄道もたれ壁の安定性に関わる健全度診断法の開発, 土木学会論文集C(地圏工学)68巻, 2号, pp433-450, 2012

表-1 橋台の各種パラメータ

橋台高さ(m)	橋台箇所	桁長(m)	根入れ深さ(m)	杭長(m)	ピークの有無	固有振動数(Hz)
1.60	1A	3.21	0.70	5.48	×	-
	2A				×	-
2.31	1A	3.04	0.76	5.49	×	-
	2A				×	-
2.43	1A	2.50	1.11	5.49	×	-
	2A				×	-
2.76	1A	4.25	0.34	5.49	×	-
	2A				×	-
3.75	1A	2.40	1.86	5.49	×	-
	2A				×	-
4.20	1A	7.00	0.53	5.49	○	9.2
	2A				○	8.2
5.78	1A	4.30	1.06	5.49	○	8.2
	2A				○	12.6
6.13	1A	7.01	1.51	5.49	○	14.6
	2A				○	13.9

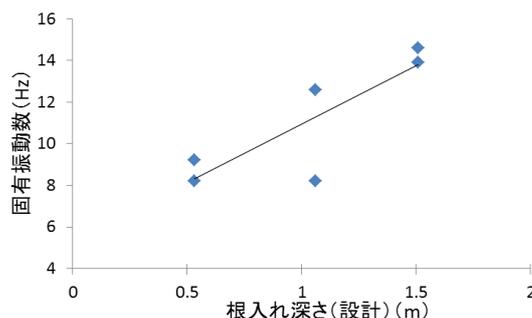


図-4 根入れ深さ(設計値)と固有振動数

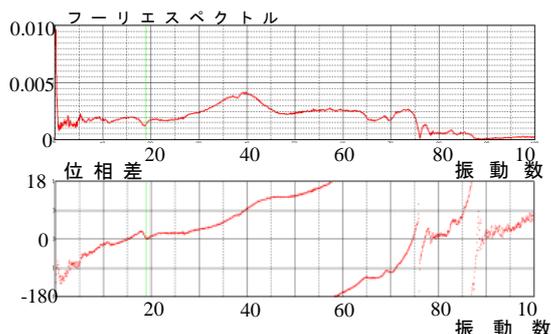


図-5 橋台(2.8m) 線路直角方向

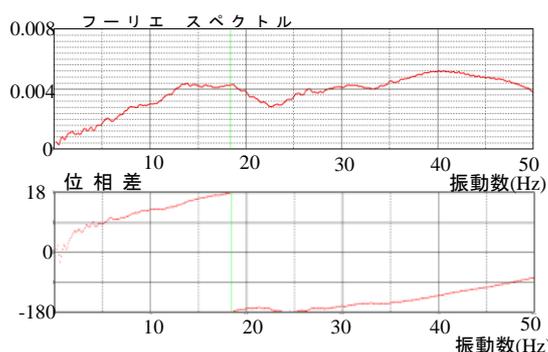


図-6 橋台(2.8m) 線路方向