

常時微動と設計モデルに基づく RC 橋脚の振動性状の比較

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○猪狩博道，井口亜美，平野耕平，日和田大祐
正会員 中村 晋

1. はじめに

一般に橋梁の耐震設計は，橋脚-基礎-地盤の一体系モデルの振動性状に基づいて実施されている．その設計モデルの妥当性評価には，従来，現位置にて加振実験を行うなどの大がかりな実験・計測が必要となっている¹⁾．しかし，そのような実験では，基礎-地盤間の相互作用を含む設計モデルの各構成要素の評価を行うことができない．

ここでは，橋脚の振動性状や基礎-地盤間の相互作用を簡易に評価する手法の確立を目的とし，実 RC 橋脚を対象として常時微動測定を実施した．その測定結果に基づく橋脚-基礎-地盤系の振動性状，設計モデルである SR モデルの解析に基づく振動性状との比較を行った結果を報告する．

2. 常時微動測定概要

常時微動の測定対象は，常磐自動車道の延伸工事で建設中の高瀬川橋，羽黒川橋の橋脚である．2 つの橋は常磐富岡 IC 以北に位置し，高瀬川橋では橋脚 P9，P11，羽黒川橋では橋脚 P8，P9 の計 4 箇所にて 2008 年 8 月 8 日に測定を実施した．それら橋脚の基礎は直接基礎であり，橋脚高さは表-1 に示すとおりである．

測定には，サーボ型速度計を用いて，橋脚頭部と橋脚周辺地盤にて同時測定を速度成分について行った．測定成分は，橋脚頭部と地盤とも，橋軸方向，橋軸直交方向，鉛直方向の 3 成分であり，サンプリング周波数 100Hz にて 180 秒間の測定を実施した．なお，高瀬川橋の橋脚周辺地盤の測定に際して，測定位置を橋脚からの距離が 3.0m 及び 12.5m の場合について行った．

3. RC 橋脚の振動性状

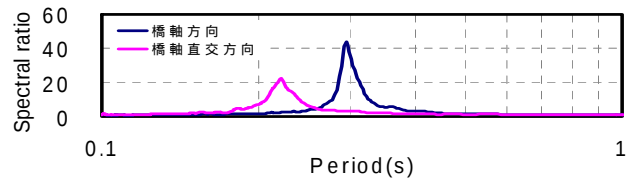
3.1 橋脚の振動評価に及ぼす地盤の測定位置の影響

高瀬川 P11 橋脚について，橋軸・橋軸直交方向に関する橋脚頭部と地盤とのフーリエスペクトル比を図-1，2 つの地盤上の測定データより求めた水平成分と鉛直成分のスペクトル比を図-2 に示す．

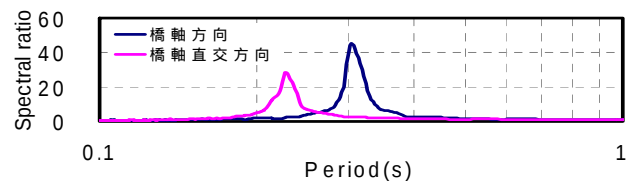
図-1 より，地盤の測定位置によらず，橋軸方向は 0.3

表-1 各橋脚の高さ

橋脚名	高瀬 P9	高瀬 P11	羽黒 P8	羽黒 P9
高さ(m)	19.0	21.2	34.6	20.6



a)地盤(3m)



b)地盤(12.5m)

図-1 高瀬川橋 P11 の橋脚頭部と地盤とのスペクトル比

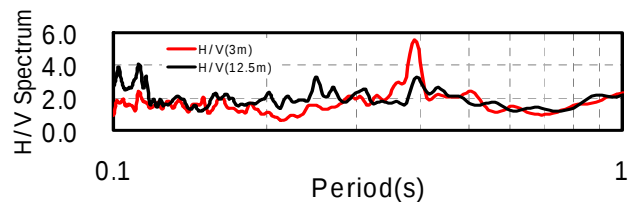
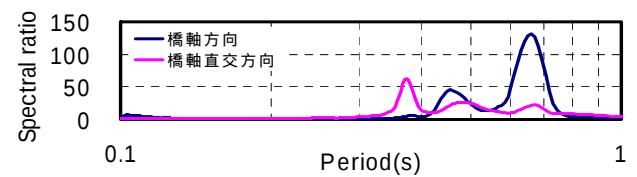
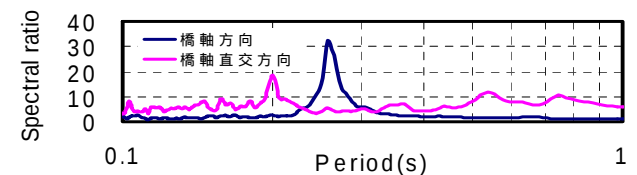


図-2 高瀬川橋 P11 の地盤測定位置に応じた H/V スペクトル



a)P8



b)P9

図-3 羽黒川橋のスペクトル比

秒，橋軸直交方向は 0.23 秒にて橋脚基礎系の振動が卓越している．また，図-2 より，橋脚に近い地盤上の測定データには，図-1 にみられる橋軸方向の橋脚-

単柱橋脚，固有周期，常時微動

基礎系の振動が卓越している周期にて、スペクトル振幅が大きくなっているが、橋脚より離れた位置(12.5m)の測定データには顕著な卓越は認められない。このように、橋脚周辺地盤の測定データには、橋脚からの測定位置に応じて橋脚-基礎系の振動特性の影響が現れるものの、橋脚頭部と地盤とのスペクトル比として得られる橋脚の振動特性に及ぼす影響はほとんどみられないことがわかる。

3.2 常時微動に基づく橋脚-地盤系の振動性状

羽黒川橋 P8, P9 橋脚の、橋脚頭部と地盤に関するフーリエスペクトル比を橋軸・橋軸直交方向について図-3 に示す。高瀬川橋 P11 及び羽黒川橋 P8, P9 について、スペクトル比のピークを与える周期を表-2 に示す。各図に示したスペクトル比は、地盤の振動に対する橋脚の振動の比率を示していることから、その卓越周期は各橋脚における橋脚-基礎系の固有周期であると推定できる。この固有周期は高瀬川橋、羽黒川橋とも、橋脚の断面形状が小判形であることより、橋軸方向に比べ剛性の大きい橋軸直交方向が小さな値となっている。高瀬川 P11 橋脚と羽黒川 P9 橋脚は、橋脚の高さが同程度であることから、両方向の固有周期は同程度の値となっており、測定した橋脚のうち橋脚高さの高い羽黒川の橋脚 P8 では、それより固有周期が長くなっていることも評価できている。

3.3 SR モデルによる振動性状との比較

設計で用いられている橋脚-基礎-地盤系の構造モデルである SR モデルを用い、羽黒川橋について解析から得られた水平 2 成分のスペクトル比を図-4, 5 に示す。ここでスペクトル比は、スウェイパネへ 1995 年兵庫県南部地震による JMA 神戸で観測された記録の NS 成分を入力した際の橋脚頭部の応答と入力地震動の比として求めた。また、スウェイ、ロッキングパネの値には設計値を用いた。図よりスペクトル比の卓越する周期として固有周期を求め、表-3 に示す。表-2 に示した常時微動に基づく固有周期と比較すると、P8 の固有周期は 2 倍以上、P9 では 1.5 倍程度となっている。この差異の要因は、SR モデルでは図-6, 7 に示すように基礎周辺の埋戻し地盤の影響を考慮していないことや、地盤パネ定数の設定値と実地盤における値との差異などが考えられる。

4. おわりに

ここでは、橋脚とその周辺地盤で常時微動の測定を

表-2 各卓越周期

高瀬川橋(s)		羽黒川橋(s)			
P11		P8		P9	
橋軸方向	橋軸直交方向	橋軸方向	橋軸直交方向	橋軸方向	橋軸直交方向
0.30	0.23	0.66	0.37	0.27	0.19

表-3 SR モデルによる固有周期

羽黒川橋(s)			
P8		P9	
橋軸方向	橋軸直交方向	橋軸方向	橋軸直交方向
1.46	0.73	0.40	0.32

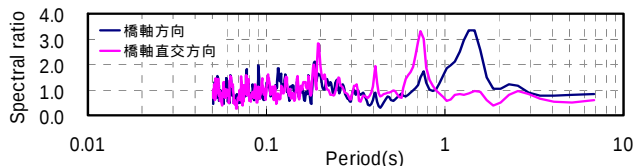


図-4 SR モデルによるスペクトル比(P8)

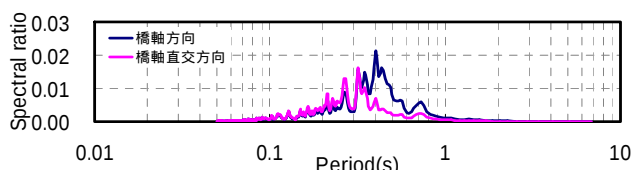


図-5 SR モデルによるスペクトル比(P9)

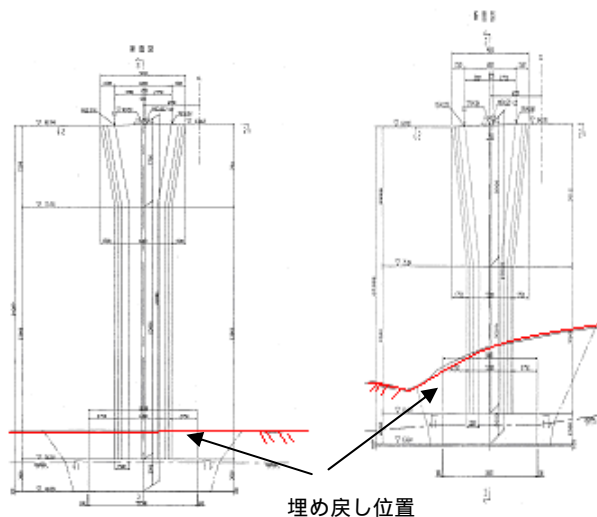


図-6 P8 断面図

図-7 P9 断面図

を行い、橋脚-基礎-地盤系の振動性状のうち周波数応答関数の評価を行った。その結果、常時微動を用いて橋脚の振動性状や基礎-地盤間の相互作用の影響を簡易に評価できる可能性があることが明らかになった。今後、基礎-地盤間の相互作用の影響を定量的に評価するため、地盤パネの設定値や埋め戻しの影響についての検討が必要である。

参考文献

- 1) 飛田潤・西山拓一・福和伸夫・西坂理永・村橋亮(1998)：常時微動計測に基づく 10 階建 SRC 造建物の立体振動性状，第 10 回日本地震工学シンポジウム論文集，pp.1677-1686。