

跨座型モノレール PC 高架橋の振動特性

神戸大学大学院
(株)エイト日本技術開発

フェロー
正会員

川谷 充郎
○小野 和行

京都大学大学院
神戸大学大学院
神戸大学工学部

正会員
学生員

金 哲佑
延命 卓哉
谷川 櫻

1. はじめに 本研究では、2011年8月に実施したモノレール高架橋交通振動実測¹⁾における対象高架橋をモデル化し、架橋位置の地盤性状を考慮して橋梁-車両連成解析を実施する。なお、解析は橋梁-走行車両連成系の交通振動解析、地震応答解析の2種類行う。

対象橋梁は杭基礎を有する構造であり、橋梁振動に大きな影響を与えることが想定される。そこで、本解析では基礎-地盤相互作用も考慮した解析を行いより実現象に近い振動特性の把握を試みる。

2. 解析モデル 対象とした高架橋は、大阪モノレール彩都線 NP114~NP115 径間および NP228~NP229 径間である。これらの橋梁の構造諸元は図-1に示すとおりである。

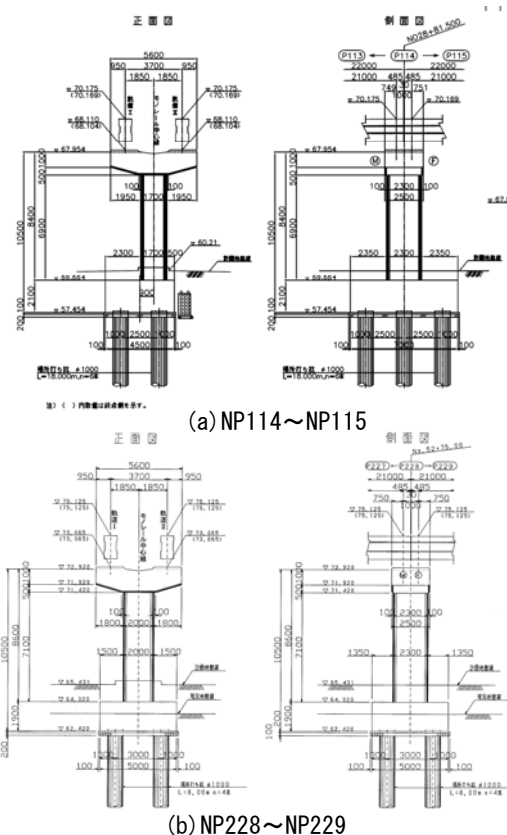
解析モデルは、図-2に示すように隣接径間を考慮して3径間高架橋を3次元有限要素にてモデル化する。また、橋脚の基礎構造については、基礎-地盤相互作用の影響を評価するために、図-3に示すように地盤ばねモデル、杭要素モデルにて考慮する。なお、対象橋梁付近の地盤特性は表-1に示すとおりである。道路橋示方書・同解説V編によれば、NP114~NP115付近はII種地盤、NP228~NP229はI種地盤となる。

3. 解析結果

3.1 交通振動 橋梁-走行車両連成系の交通振動解析を行い、モノレール車両通過の際の支間中央の桁鉛直変位および橋脚天端橋軸直角方向の変位に着目する。図-4には、NP114~NP115およびNP228~NP229の桁支間中央の解析結果を示す。図には現地実測結果も併せてプロットしている。

この図より、杭基礎離散モデルが最も実測値に近い値を示すことが確認できる。特にNP228~NP229区間についてはその傾向が顕著である。また、地表ばねモデルは、両区間ともに鉛直変位が大きくなっている。これは、地表ばねモデルは、フーチング下面に鉛直ばねを考慮した解析であることから、ばねに応じた鉛直変位が発生するのに対し、杭基礎集約および離散モデルでは、杭先端を固定条件としていることから変位が発生していないためである。

図-5には、橋脚天端の橋軸直角方向の解析結果を示す。NP228~NP229区間における杭基礎離散モデルは、実測値を概ね再現する結果となる。



(a) NP114~NP115

(b) NP228~NP229

図-1 構造諸元

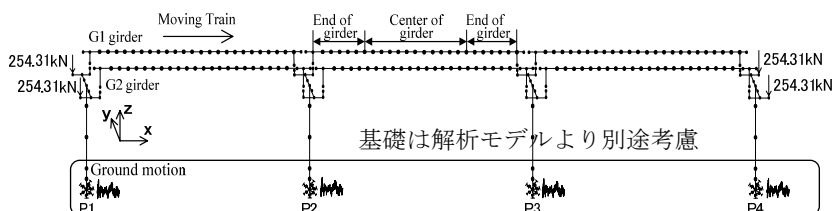
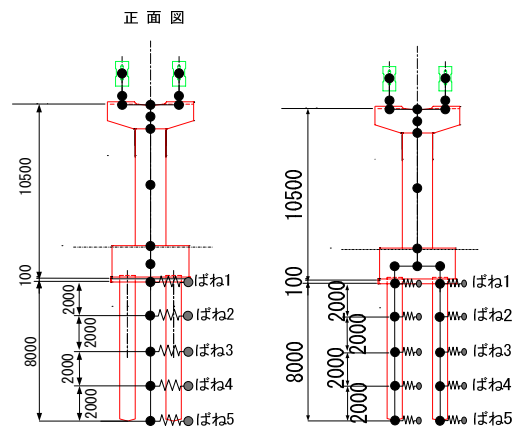


図-2 3次元有限要素モデル例



(a) 杭基礎集約モデル

(b) 杭基礎離散モデル

図-3 杭要素モデル

キーワード：橋梁-車両連成系交通振動解析，モノレール，地盤性状，基礎ばね，Level-1 地震動

連絡先：〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 Phone:078-803-6278

3.2 地震応答 地震応答解析は、L1 地震動（Ⅱ種地盤相当）とし、表-2 の検討ケースにて実施する。また、基礎—地盤系は地表ばねおよび杭基礎集約モデルとする。なお、交通振動解析で最も実測値に近い値を示した杭基礎離散モデルについては、現在、検討中である。以下では、NP114～NP115 区間の解析結果を図-6 および図-7 に示す。

解析結果から、地盤ばねのモデル化による応答の相違が確認できる。まず、卓越振動数は地表ばねモデルに比べ、全てのケースで杭基礎集約モデルの方が小さくなっていることが分かる。これは杭基礎集約モデルでは、基礎杭の長さ方向の構造が加味されていることから卓越振動数が小さくなっていると考えられる。また、両モデルにおいて、CASE2 に比べ CASE3 の加速度応答が小さくなっているのは、車両振動系によるダンパー効果によるものと考えられる。

4. まとめ 本研究では、跨座型モノレール高架橋に対して、橋梁—車両連成解析を実施し、対象橋梁の振動特性を把握した。得られた知見は以下の通りである。

- ・交通振動解析での静的変位量は、基礎—地盤相互作用を地盤ばねのモデル化により概ね実測値を再現できる。
- ・また、地震応答解析では、地表ばねモデルの卓越振動数は杭集約モデルに比べ大きくなっており、実際の基礎ばねを大きく評価しているものと考えられる。
- ・今後、L2 地震応答解析における杭基礎離散モデルでの検討が必要である。

【参考文献】

1) 小野和行, 川谷充郎, 金哲佑, 延命卓哉, 柏木栄一, 岡重嘉泰: 跨座型モノレール PC 桁高架橋の交通振動実測, 構造工学論文集 Vol.59A, pp.272-280, 2013.3

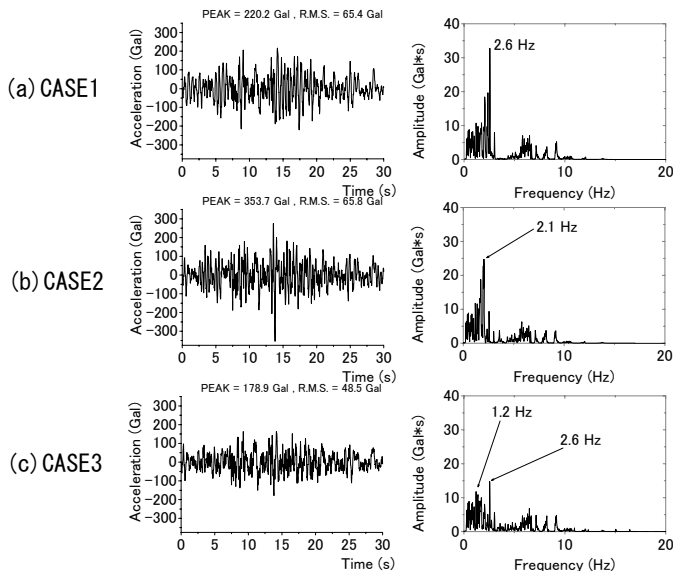


図-6 橋脚天端加速度応答：地表ばねモデル

表-1 地盤特性
(a) NP114～NP115：Ⅱ種地盤

No.	Layer thickness (m)	Depth (m)	Soil type	N-value	Deformation modulus (kN/m ²)
0	2.75	2.75	Sandy soil	6.00	1.68×10 ⁴
1	3.60	6.35	Sandy soil	6.00	1.68×10 ⁴
2	3.65 6.15	16.15	Sandy soil	6.00	1.68×10 ⁴
3	2.80	18.95	Sandy soil	22.00	6.16×10 ⁴
4	1.70	20.65	Cohesive soil	50.00	1.40×10 ⁵

(b) NP228～NP229：Ⅰ種地盤

No.	Layer thickness (m)	Depth (m)	Soil type	N-value	Deformation modulus (kN/m ²)
1	0.34	0.34	Cohesive soil	8.76	2.45×10 ⁴
2	1.20	1.54	Sandy soil	23.00	6.44×10 ⁴
3	1.30	2.84	Cohesive soil	27.00	7.56×10 ⁴
4	0.80	3.64	Sandy soil	30.00	8.40×10 ⁴
5	0.75	4.39	Cohesive soil	31.15	8.72×10 ⁴
6	5.51	9.90	Sandy soil	43.42	1.22×10 ⁵

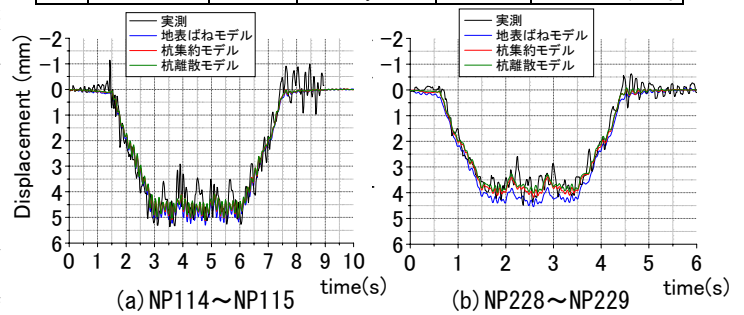


図-4 桁支間中央の鉛直変位

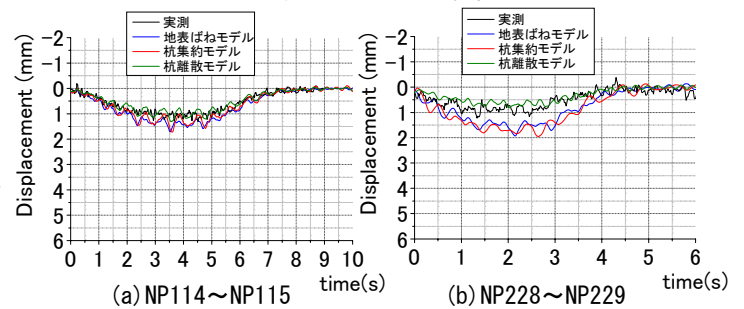


図-5 橋脚天端橋軸方向の変位

表-2 検討ケース

解析CASE	条 件
CASE1	死荷重時
CASE2	活荷重は付加重量
CASE3	活荷重を振動系車両とし、かつ走行状態を考慮

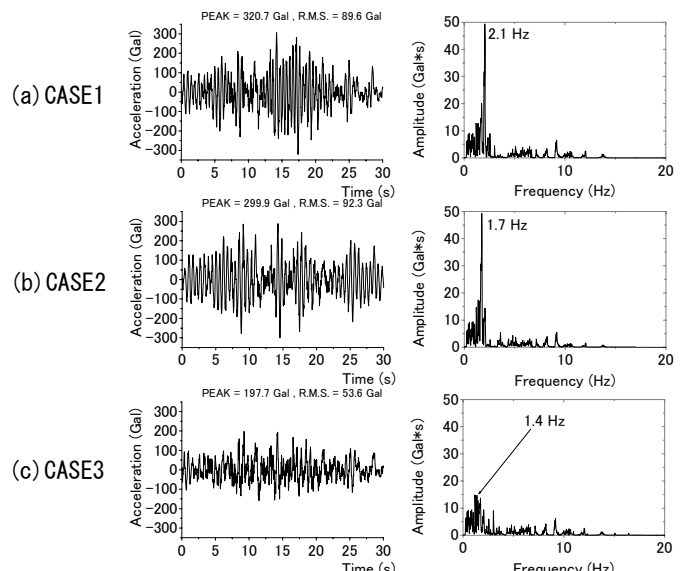


図-7 橋脚天端加速度応答：杭基礎集約モデル