

鉄道ラーメン高架橋における地中梁下面鉛直地盤抵抗の考慮モデルの提案

ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 正 ○道下 紘平* 近藤 政弘*

西日本旅客鉄道(株) 正 西口 健太郎**

(財)鉄道総合技術研究所 正 神田 政幸*** 西岡 英俊***

1. はじめに

近年、建築分野において、杭の支持力に加え床下面の地盤抵抗を考慮したパイルド・ラフト基礎に関する研究が進み、実用化されている¹⁾。土木分野においても、フーチングや地中梁を有する杭基礎構造が一般的であるため、これらの地盤抵抗を評価することにより、合理的な杭基礎の設計が実現できる可能性がある。

筆者らは、実高架橋を対象に地中梁下面の土圧等の計測を実施し、地中梁下面反力の発現状況を把握してきた²⁾。今回、その計測結果に対して擬似3次元骨組解析モデル（以下、擬似3次元モデルと言う）を提案し、計測結果のシミュレートを行ったので報告する。

2. 実高架橋計測の概要と結果

(1) 概要

計測対象の高架橋は、既存のラーメン高架橋に新設構造物を継足す構造である。新設する地中梁下面に土圧計、新設する柱の軸方向鉄筋および鋼管杭にひずみゲージを設置し、土圧計から地中梁下面の地盤反力、ひずみ計から杭の軸力を算出する。図1に、対象構造物の概要図を示す。杭に発生している軸力と、地中梁下面の土圧より、杭と地中梁の鉛直荷重分担率（以下、荷重分担率）を求めた。

(2) 結果

各施工段階における、杭の発生軸力値と地中梁下面の地盤反力値を図2に示す。地中梁施工完了までは、地中梁の地盤反力値が杭の発生軸力値を上回り、その荷重分担率は杭=37%、地中梁=63%となった。埋戻し以後は、地中梁の地盤反力値はいったん低下するものの、上層梁・スラブ構築時で再び増加し、全施工完了時における荷重分担率は杭=80%、地中梁=20%となった（図3）。

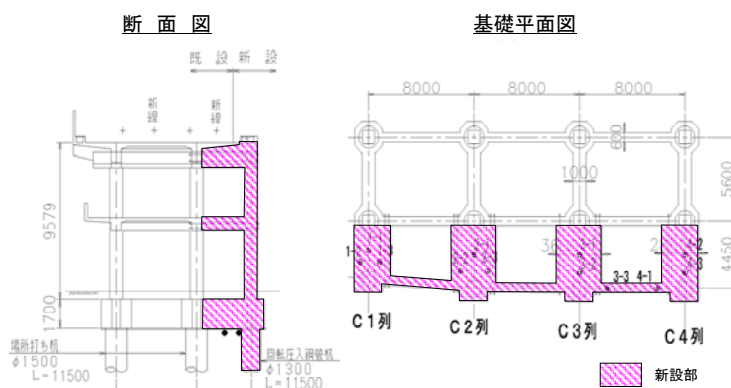


図1. 対象構造物概要図

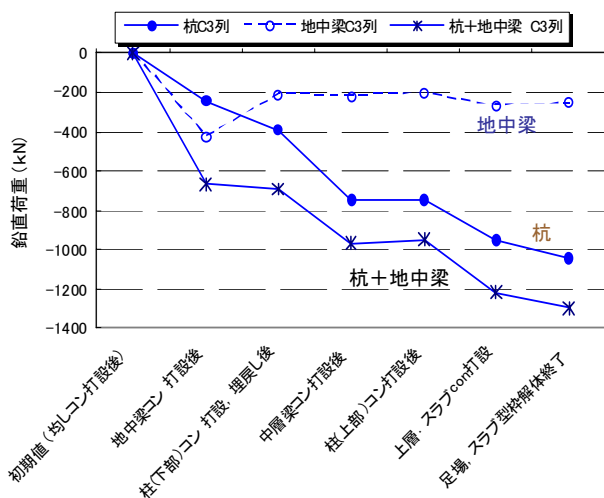


図2. 杭と地中梁の鉛直荷重負担

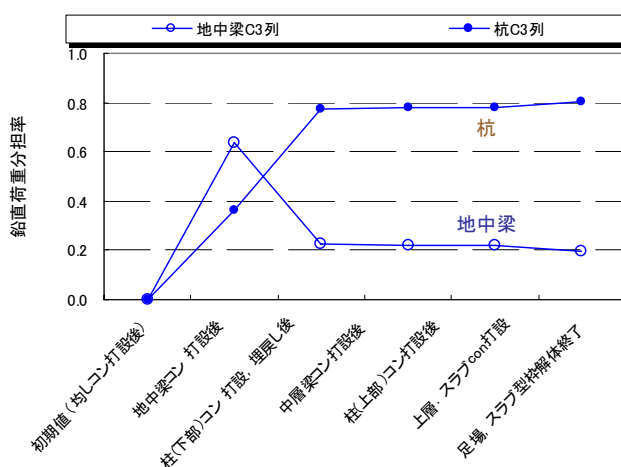


図3. 杭と地中梁の鉛直荷重分担率

キーワード：ラーメン高架橋・地中梁・鉛直荷重負担

* 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 E-mail: michishita@jrc.co.jp

** 〒531-0071 大阪市北区中津 1-11-1

*** 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

3. 擬似 3 次元モデルによるシミュレート

擬似 3 次元モデル（図4）による解析は、線路に直行する断面で行い、新設部にのみ荷重を載荷させた。このとき、縦地中梁は骨組みに対して奥行き方向の部材となるため、平面上にモデル化した。また、モデル化はスパン中央までとし、縦地中梁と杭頭との接続は「回転を拘束せず、鉛直方向を拘束する」構造とした。また、縦地中梁の変形は、杭間で対称形となることが推定されるため、モデル端部は「回転を拘束し、鉛直方向を拘束しない」構造とした。

4. シミュレート結果

次に、計測箇所付近の標準貫入試験より得られた地中梁下面地盤のN値=5 を元に、基礎標準³⁾より $k_{v_{縦地中梁}}=37.1\text{MN/m}^3$ および $k_{v_{横地中梁}}=15.6\text{MN/m}^3$ を算出し、シミュレートを実施した。しかし、この設定では地中梁の荷重分担が過大評価される結果となった。そこで、次は安全側に半分のN値=2.5 として地盤ばねを設定（表1）することで、概ね計測結果に近い荷重分担率を得ることができた（表2）。一方、計測結果より埋戻し前後で杭と地中梁の荷重分担率が変動している。先の解析は、全施工完了時における荷重分担率のシミュレート結果であるため、次は埋戻し前の荷重分担率に対するシミュレートを行った（表3）。そして、先の解析で設定した地盤反力係数 k_v を 2.8 倍補正することで、埋戻し前における荷重分担率に近い値を得ることができた。これは、埋戻し前は地盤の鉛直ひずみが小さく、地盤反力は大きく発現されるが、埋戻し後は鉛直ひずみが大きくなり、地盤反力が低下するためと推測できる。この傾向は、平板載荷試験等で得られる一般的な傾向と一致する。

以上より、擬似 3 次元モデルによる荷重分担率は、計測結果より得られた荷重分担率と大きく差異がないことから、擬似 3 次元モデルの妥当性が確認できたと言える。しかし、今回は既存高架橋に新設高架橋を継足す構造であるため、今後は既設側の荷重負担率を把握することや、構造物の継足しを行わない通常の構造物に対しても上記の結果が適用できるか等、この結果を精査する必要があると考えている。

5. まとめ

地中梁下面地盤抵抗は施工段階により変動するが、地盤ばねを変動させなくても実現象と同等の評価が得られた。また、提案した擬似 3 次元モデルや地盤ばね設定方法により、地中梁の鉛直荷重分担を評価することができ、その妥当性が確認できた。

今後、広範な実測結果の収集が行われ、地中梁の鉛直抵抗評価の精度が向上すれば、実設計への導入も可能となり、合理的な杭基礎の設計が可能になることが期待される。

【参考文献】

1) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針 第7章 7.3 パイル・ラフト基礎，2001
2) 近藤他：実測による鉄道ラーメン高架橋の杭と地中梁の鉛直荷重分担，第45回 地盤工学会研究発表会，2010.8（投稿中）
3) 国土交通省鉄道局監修 鉄道総合技術研究所編 鉄道構造物設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物，丸善，2000.6

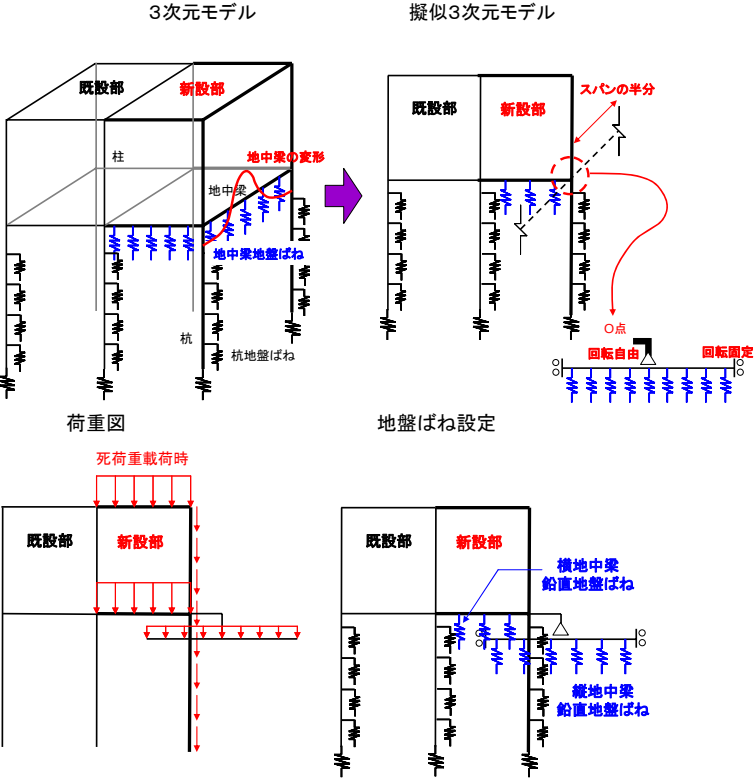


表1. 設定地盤ばね

	設定地盤ばね
縦地中梁	$k_{v_{縦}} = 18.6 \text{ MN/m}^3$
横地中梁	$k_{v_{横}} = 7.8 \text{ MN/m}^3$

表2. 擬似 3 次元モデルによるシミュレート結果

	擬似3次元モデル解析結果 による荷重分担率	計測結果による 荷重分担率
杭	74.9%	80.0%
地中梁	25.1%	20.0%
縦地中梁		
横地中梁		

表3. 埋戻し前の荷重分担率のシミュレート結果

	設定地盤ばね	荷重分担率	計測結果による 荷重分担率(埋戻し前)
杭	基礎標準 ³⁾ より	34.0%	36.6%
縦地中梁	$k_{v_{縦}} \times 2.8$	66.0%	63.4%
横地中梁	$k_{v_{横}} \times 2.8$		