列車走行に伴う地盤振動に対する効果的な対策工の解析的検討

同上

- JR 東日本研究開発センター 正会員 谷口 美佐
 - フェロー会員 渡辺 康夫
 - 中央大学 研究開発機構 正会員 石井 武司

1.はじめに

列車が走行すると,高架橋から橋脚に振動が伝わり, 橋脚を加振源として地盤中を振動が伝播していく.鉄道 沿線の周辺環境への配慮から,一部区間においては沿線 の地盤振動に配慮する必要が生じている。

我々はこれまで,地盤振動に関する指摘の多い「地盤 が軟弱なエリアでの振動」を対象とした検討手法の提案 ¹⁾を行ってきた。今回,この検討手法が比較的良好な地 盤に対しても適用可能であるか,列車高速走行時の地盤



振動の実測結果をもとに検証した。また,図1に示す地盤振動における振動対策のうち,鉄道敷地内で施工可能な 「発生源付近における対策」として実例のある連続地中壁について,振動対策工の材料や壁厚,深さを変えた解析 的検討を行い,効果的な振動対策工について検討したのでここで報告する.

2.解析手法の概要

2.1 解析手法

今回のモデルの対象箇所は,比較的良好な地盤で土かぶり5m程度の直接基礎を有 する高架橋とした.解析手法は,渡辺ら¹⁾による軸対称解析を適用している.以下に 振動対策工前後の振動低減評価の手順を示す.

2.2 地盤振動解析

橋脚基礎のモデル化は,実際は矩形の直接基礎を軸対称にモデル化するため,直 接基礎の平面積が等価になるような円の半径をモデル化半径 R とした円柱基礎とし ている(図 2).これに周辺地盤の条件を入れた地盤モデルで伝達関数(地盤中の振 動の伝播の仕方を模擬する関数)を算出する.

2.3 橋脚加振力の逆算

ある測定地点に伝播する地盤振動は,周辺の連続した 4 基の橋脚から伝播する振動の総和と仮定している.4 基の橋脚中心から測定地点までの距離に応じた前述の 伝達関数と地盤振動測定データを用いて,列車速度や位 相差などを考慮し橋脚加振力を逆算する.ここで用いる 地盤振動測定データとは,列車がこの対象箇所を通過し たときの時間 - 加速度関係を,線路方向,線路直角方向, そして鉛直方向の3成分について測定したものである. 測定地点は,図3に示す線路中心からそれぞれ12.5m, 25.0m離れた2地点とし,今回再現性のより高い地点を 本解析の地盤測定地点として提案することとした.





25.0m地点 🖕

12.5m地点 🔶

キーワード 地盤振動対策工,連続地中壁,軸対称モデル, 連絡先 〒330-8513 さいたま市北区日進町 2 丁目 479 番地,JR 東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所 TEL 048-651-2552 2.4 現状の地盤振動レベルの算出

2.3 で求めた橋脚加振力が4基の橋脚から列車走行速度による位相差をもって加振されたとして,測定地点にお CL ける振動レベルを算出する.

2.5 振動対策工後の地盤振動レベルの算出

振動対策工として鉄道敷地内に連続壁を15m施工した場合のFEMモデ ル(橋脚周辺拡大図)を図4に示す.今回,2種類の材料(コンクリート, EPS), 2 種類の壁厚(0.4m,0.8m), そして 3 種類の深さ(15m,30 m,50m)を変化させた12ケースについて振動対策工後の地盤振動レベ ルの算出を行った.振動対策工2種類の材料物性値を表1に示す.

表1 対策工の物性値諸元					
対策工の種類	単位体積重量 (kN/m ^²)	せん断剛性 G(kN/㎡)	ポアソン比	減衰定数 h	
コンクリート	24.5	11132000	0.17	0.02	
EPS	0.1	1400	0.10	0.02	



3.1 地盤振動測定地点

表2は両者の地盤振動測定データから算出した振動レベ ルを1としたときの,逆算した橋脚加振力を用いて解析的 に算出した各地点での振動レベルの割合を示したもので ある.ここで,12.5m地点の地盤振動測定データから算出 した振動レベルの方の差異が少ない.そこで,対策後の振し 動レベルの算出には 12.5m地点の測定データを使用することした。

3.2 振動対策工の検証

図5は,3.1のデータを用い、振動対策工を施した際の効果を鉛直方向について 振動加速度フーリエスペクトルで示したものである。振動対策工前の測定値と振動 対策工後の計算値を比較すると,本検討ケースの場合,コンクリート(上)の場合^{。2} 10H z 前後で大きく振動加速度の低減しており,振動対策工の効果が確認できる.

また,図6は,それぞれの条件で振動対策工を施した後の鉛直方向の振動レベル を対策前の振動レベルとの差異で示したものである。これより,対策範囲,壁厚及 🖁 び深さの感度は鈍いものの,振動対策工を厚く,深く配置する方が有効である.

4.まとめ

今回の結果より,軟弱地盤において提案していた地盤振動の解析手法は,直 接基礎を有する比較的良好な地盤での振動解析にも適用可能であり,以下のこ とが提案できた、今後も、効果的な材料及び対策方法につい

て更なる検討を進める.

(1) 橋脚加振力の算定には,12.5m地点における地盤振動測 定データを用いるのがより再現性が高い.

(2) 振動対策工の対策範囲,壁厚及び深さの感度は鈍いもの の,厚く,深く配置すると振動低減効果が高い.

参考文献 1)渡辺康夫・中出千博・渡邊明之・石井武司:交 通振動により構造物から伝達する地盤振動に対する対策効果 の解析的検討,第45回地盤工学研究発表会,pp853-854,2010.



表2 振動レベル解析値の差異

	12.5m測定データ	25.0m測定データ
12.5m地点(x)	1.000	1.043
25.0m地点(x)	1.004	1.000
12.5m地点(y)	1.000	1.086
25.0m地点(y)	0.950	1.000
12.5m地点(z)	1.000	1.036
25.0m地点(z)	0.998	1.000
平均誤差	0.009	0.028



Z 12.5m

-092

-184-

æ

(前の振動レベルとの差)

定策