

高架道路交通による地盤振動への対策法八ニカム WIB

岡山大学環境理工学部 正会員 竹宮 宏和
岡山大学大学院自然科学科 山路 眞史

1. まえがき

本研究は、高架高速道路から地盤に伝播していく交通振動問題の振動低減工法に関する検討を、竹宮が提案されている八ニカム WIB 工法^{1, 2)}と従来からの連壁工法との比較で行ったものである。ここでは地盤内の振動伝播経路における対策工法を検討した。例題解析として、阪神高速道路公団の一般的な構造モデルを用い、2次元 FEM-BEM 時間領域解析プログラムによりコンピュータ・シミュレーションを行っている。パラメータ解析から八ニカム WIB の有効性を示している。

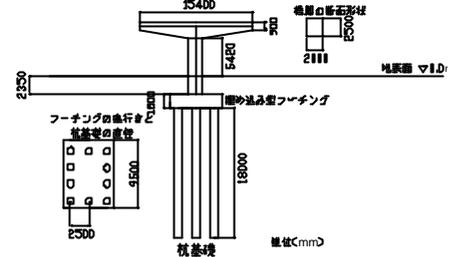


図1 対象高架道路橋脚

2. 地盤特性と解析対象高架橋

解析対象高架橋の地盤が軟弱で、杭基礎で支持される下部構造形式である。このことから地盤振動特性、地盤と構造物の動的相互作用現象が周辺地盤の振動性状に反映されることから、まず、この表層地盤内の波動伝播特性を薄層要素法から波動分散性を検討した。対象サイトの地盤特性を表1に示した。この物性に基いて、図2に振動数 - 波数特性曲線を低次の固有モードについて描いた。併せて、位相速度 / 群速度と振動数の関係も図3に示した。これらより対象サイトにおいては、数Hz程度の振動数帯域では波長が25m ~ 30m程度になること、表層特性として遮断振動数が1次モードで3Hzと2次モードで7Hz付近に存在することが分かる。

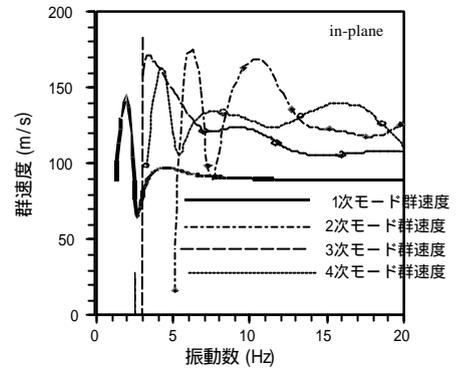


図-2 対象サイトの波動伝播特性

3. 走行車両の振動特性

走行車両から発生する振動を高架の桁部へ入力として与える。ここでは鉛直方向の載荷のみを考慮した。集中力として、複数個のリッカー波型の時間変動を与えて近似する。交通荷重により発生する振動には、車両が桁継ぎ目を通過するときの衝撃振動、一般に10Hz ~ 20Hzの帯域で発生するパネ下振動と、数Hzのパネ上振動がある。それに高架の1スパンに複数台の車両が走行する状況が通常である。これらを一連の荷重列として扱うために、ここではリッカー (Ricker) 小波 R(t) の組み合わせをとり、振動数成分が実測と類似するようにした。つまり、

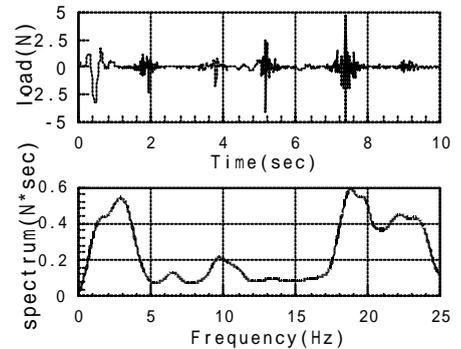


図3 荷重の時間関数と振動数成分

$$F(t) = F^{-1}[R(w)] \quad (3) \quad \text{ただし } R(w) = \sum_{i=1}^N R_i(t-t_i) \quad (3)$$

$$R(t) = \left(\sqrt{p}/4\right) \chi_{(t-t_s)} \exp \left\{ -p^2 \left((t-t_s)/t_p \right)^2 \right\}$$

ここで F^{-1} は逆フーリエ変換、パラメータ t_s, t_p の設定は実際に計測した荷重関数を参考にした。一例を図4に描いた。振動数成分として計測からの卓越振動数を再現できるようにした。注目した振動数は、2.83Hz (走行車のパネ上振動により励起される主桁の曲げ1

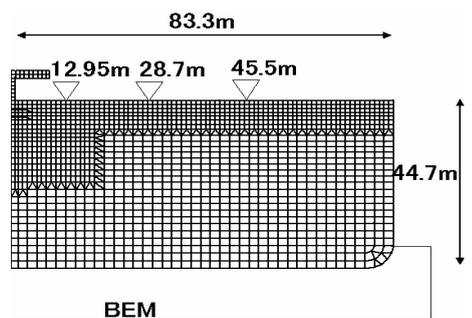


図4 FEM-BEMモデル

キーワード：環境振動，高架車両交通，地盤振動，対策工法，WIB, 連壁
連絡先 〒700-8530 岡山市津島中3 1 1 岡山大学環境理工学部

次モードに対応), 6.35Hz, 9.45Hz, 14.45Hz, 18.85Hz (高架橋ジョイント部分からの衝撃的振動に対応) である. 対象高速道路で車両速度を毎時60km~70kmを想定すると, スパン長16.5mから1スパンを通過する時間は約4秒である.

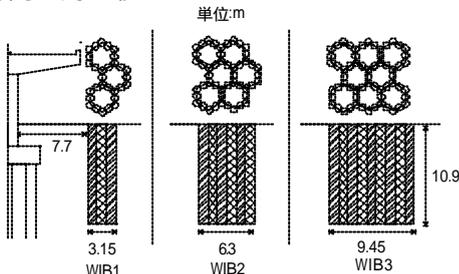


図5 八ニカム WIB の配置

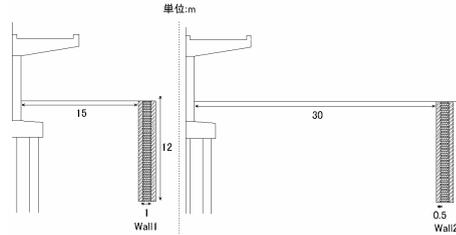


図6 連続地中壁の配置

5 解析結果

減振対策工法の効果を評価するために, 無施工における地盤と, 各 WIB モデル, 壁体モデルにおける検討をした. まず各測定地点の加速度, 速度, 変位の時刻歴応答が得られるので, 無体策時の地盤加速度応答のフーリエスペクトルを図7に, 対策前後の速度応答のパワースペクトル(PSD)を図8, 9に示す. PSD 曲線で囲まれる面積から応答期待値を求め, 無施工地盤を基準として表記している.

$$V_{rms} = \sqrt{\int_0^{25} (PSD)df} \quad (1)$$

ここでの各測定地点は12.95m, 28.7m, 45.5m地点の3地点である. 図10に式(1)からの期待値を描いた. 同図から八ニカム WIB の優位性が明らかである.

6. むずび

本研究では, 環境振動対策工法八ニカム WIB の減振効果に関して, 無施工の地盤, 連続地中壁と比較を行い, 検討をした. その結果, 大きな遮断効果が低振動数においても確認できた.

参考文献 1) Takemiya, H. and Shimabuku, J. Application of soil-cement for better seismic desing of bridge piles and mitigation of neaby ground vibration due to traffic, J. Struc. Eng. 48 (2002), 437-444.

2) Takemiya, H. Field vibration mitigation by honeycomb WIB for pile foundations of a high-speed train viaduct, Soil Dynamics and Earhtquake Engineering, 24(2004) 69-87.

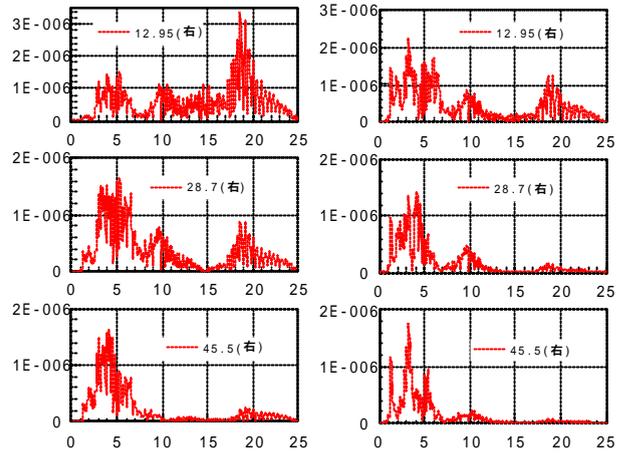


図7 地表面加速度応答のフーリエスペクトル

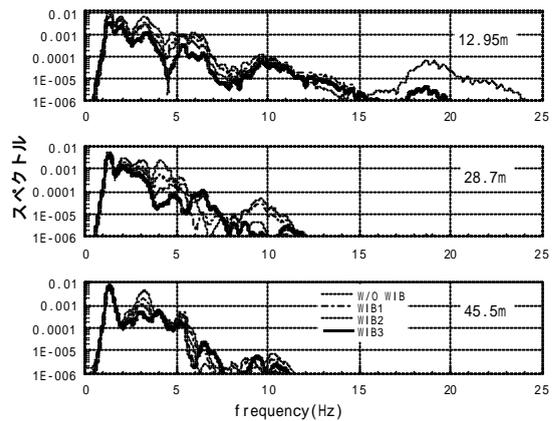


図8 WIB モデルの各節点における水平速度応答に関するパワースペクトル

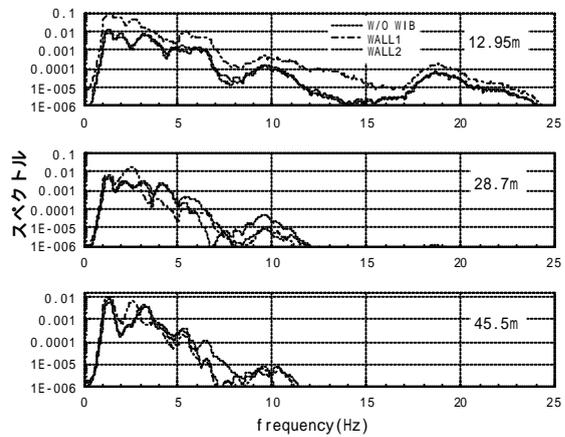


図9 Wall モデルの各節点における水平速度応答に関するパワースペクトル

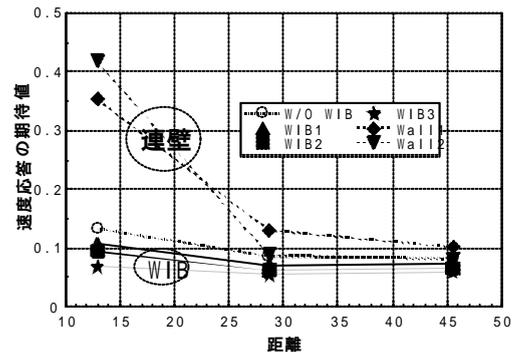


図10 各地点における水平速度応答の期待