

既設鉄道構造物の耐震診断のための短周期常時微動記録の活用法

テス 正会員 ○赤坂大介

鉄道総合技術研究所 正会員 坂井公俊, 室野剛隆

東日本旅客鉄道 フェロー 小林 薫, 正会員 平林雅也

1. 目的

鉄道構造物の標準的な L2 地震動は, 耐震設計上の基盤面 ($V_s=400\text{m/s}$ の地盤) 以浅の地盤固有周期に応じた地盤種別に基づき設定される¹⁾. そのため構造物の耐震性能評価を行う場合には地盤の固有周期を算定しておく必要がある. 一般的に地盤の固有周期は PS 検層や標準貫入試験に基づき評価されるが, 既設構造物の耐震診断などを目的とした場合, 地盤情報が不足している場合があり, 全地点においてボーリング調査を新規に実施することは現実的ではない. そのため何らかの手法を用いて地盤種別を簡易に評価する手法が求められている. そこで本検討では, 比較的簡易に実施可能な単点微動観測の H/V スペクトル比の短周期成分のデータに基づき地盤の固有周期を評価し, ボーリング結果と比較することで, 微動記録を用いた地盤種別評価の適用性を確認する.

2. 微動観測, H/V スペクトル比の評価

常時微動観測は, 2012 年 12 月に可搬型微動測定装置 MESSE/CR4.5-2S (図 1) を用いて実施した. 検討の対象地点としてはボーリング調査結果が比較的密に揃っている路線の延長約 7km を選定した. 微動測定は単点毎に実施することとし, 周辺の振動状況に応じて 20 分~40 分間のデータ取得を行った. 全部で 223 地点の観測を実施した.

得られた観測記録から静穏な時刻を目視で抽出し 16.384 秒を 1 セットとしてデータの切り出しを行う. 続いて各データをバンド幅 0.3Hz の Parzen window で平滑化を実施し, 得られたフーリエ振幅から H/V スペクトル比を算出した. 各データセットの H/V スペクトル比の平均を算定し, 観測地点のスペクトル比として扱った.

3. ボーリング調査結果との比較

上記手順に従って得られた H/V スペクトル比をまとめて図 2 に示す. 図の横軸は基準とした観測点からの路線距離である. なお本地点は比較的地盤が良好であることが分かっていたため, 表示範囲は 0.5 秒以下の周期とした. この結果より, 0.1 秒付近に H/V スペクトル比の大きな領域が見られる. 1.5km 付近でピークの周期が 0.1 秒以上と他の地点よりも相対的に長く, 2km 付近では 0.05 秒程度と短くなっている. また距離 2.5km 付近の直下に活断層が存在していることが分かっているが, この付近でスペクトル比の特徴が変化しているよ

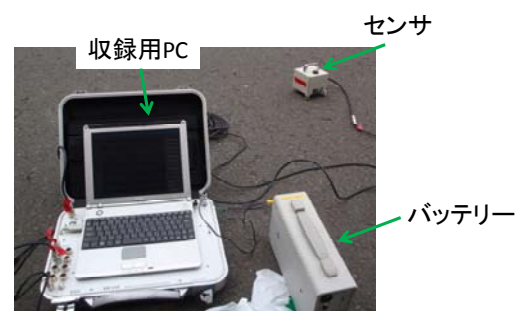


図 1 使用した計測機器

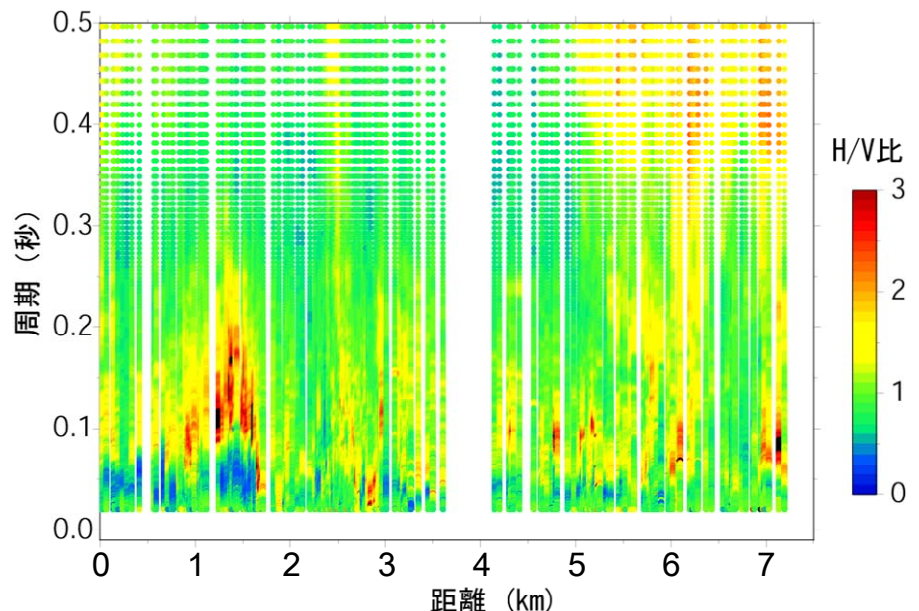


図 2 H/V スペクトル比の評価結果総括

キーワード 短周期常時微動, 地盤種別, 耐震診断

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (株) テス 技術本部土木部 TEL042-573-7857

うにも見える．これについては今後詳細な検討が必要である．

続いてボーリング調査結果との比較を行う．代表的な地点における H/V スペクトル比と標準慣入試験結果を図 3 に示す．3 地点の H/V スペクトル比をみると，1.4km 付近，4.8km 付近，2.0km 付近の順に卓越振動数が高くなっている．また 2.0km 付近の H/V 比ピークの絶対値は他地点と比較して小さい．1.4km 付近のボーリング調査結果では基盤層が 11m 程度に位置しているのに対し，4.8km 付近では 5m 程度，2.0km 付近では基盤が露頭している．つまり H/V スペクトル比のピーク振動数の推移とボーリングによる地盤の軟硬の傾向は一致していることが分かる．

対象区間において実施された全 93 地点のボーリング結果から，各地点の地盤固有周期を算定した．この結果と H/V スペクトル比の比較を図 4 に示す．ボーリングによる固有周期は地点毎に多少ばらつ

いているが，概ね 0.1 秒付近に存在する．また，微動 H/V スペクトル比のピーク周期と比較すると，例えば 1.4km 付近の比較的軟らかい地盤と 2.0km 付近の良好な地盤の傾向や，5~6km 付近の連続的な周期の変化など，両者の結果は概ね調和的であることが分かる．距離 1km 付近では地盤のボーリングデータが存在しないが，微動結果では卓越周期が連続的に変化していることが分かる．つまり，微動観測データを用いることで，地盤の卓越周期を簡易に評価出来るとともに，ボーリング調査地点間の地盤情報を補間することも出来る可能性がある．

4. まとめ

本検討では，既設鉄道構造物の耐震診断等を行う際に必要な地盤種別を簡易に評価する方法としての微動観測記録の活用性に関する基礎的な検討を行った．その結果，H/V スペクトル比のピークとボーリング調査結果から得られる固有周期は調和的な傾向を示すことが確認された．つまり，比較的簡易に実施可能な H/V スペクトル比のピーク振動数から地盤種別を評価可能であると考えられる．今後はこのデータを用いて地盤の層構成を推定し，ボーリング結果と比較することで，単点微動からどの程度の地盤構造評価が可能であるかを検証するとともに，線状に連続する構造物の地震動特性の変化を適切に評価可能な手法の検討を行う．

参考文献 1) (公財) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，2012．

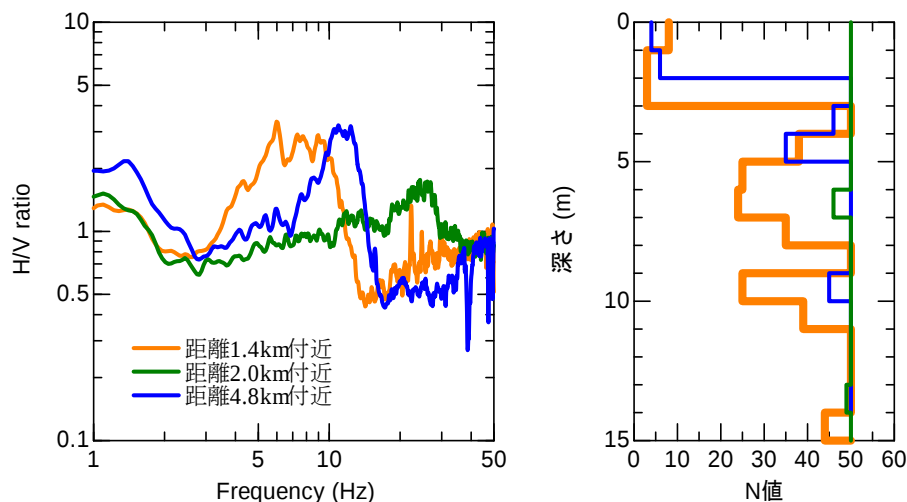


図 3 代表的な地点の H/V スペクトル比とボーリング調査結果

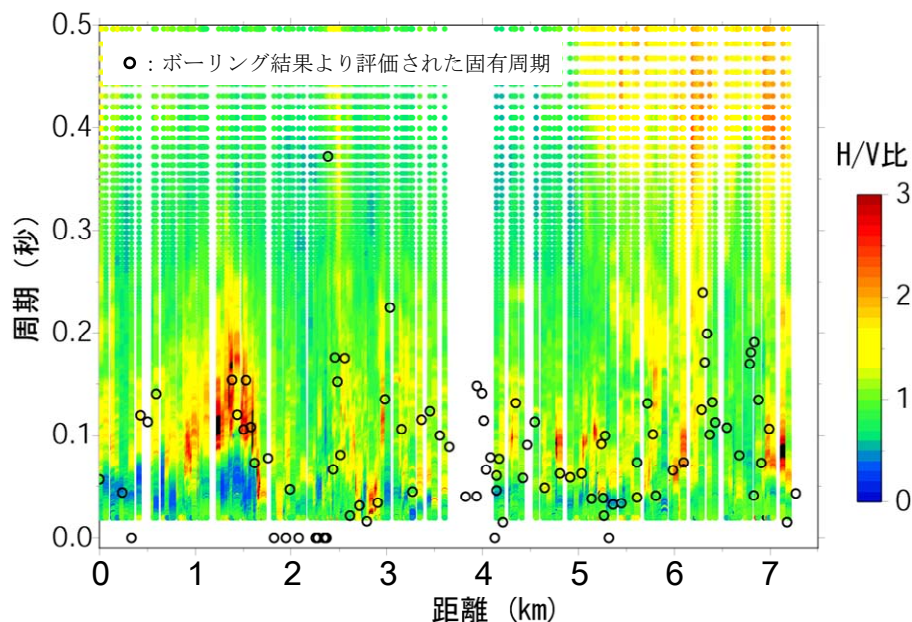


図 4 H/V スペクトル比とボーリング結果の比較