

I - 45 宮城県沖地震（2003年5月26日）で被害を受けた新幹線高架橋サイトの常時微動特性

東北工業大学 正会員 ○松川 忠司
東北工業大学 正会員 神山 眞

1. はじめに

2003年5月26日18時24分頃に宮城県気仙沼市沖を震源とするM7.1、震源深さ71kmの宮城県沖地震（通称、三陸南地震）が発生した。この地震では、宮城県石巻市、清水町をはじめ、岩手県大船渡市、平泉町など11市町村で震度6弱を記録し、東北各県で大きな振れを観測した。鉄道の被害においては、東北新幹線の水沢江刺駅～盛岡駅間における5ヶ所のRCラーメン高架橋に比較的大きな被害が生じた。

本研究では常時微動を利用して、被災地点及び無被災地点における振動特性を明らかにすることを目的に、各種の解析を行いその検証を試みた。ここでは、新幹線高架橋に沿った観測点を設定し、その地盤上で4点同時観測を基本とする常時微動アレー観測を実施した。このアレー観測は、通常の一点3成分移動観測法に比して、より多くの地盤振動情報の取得が期待される方法と考えられるが、その検証も本研究の目的とした。

2. 新幹線高架橋の概要および常時微動観測方法

常時微動観測の対象とした地点は、2003年宮城県沖地震で新幹線高架橋に被害が生じた岩手県石鳥谷町の東北新幹線新花巻～盛岡間の第5猪鼻高架橋である。図-1に第5猪鼻高架橋の被災箇所と無被災箇所の側面図を東京起点469K078mから469K611mまで約500mにわたって示す。図には4径間スパンのRCラーメン構造と単純桁がR10からR22まで連続的に示されている。図に示すように大きな被害を受けたのはR13とR14の区間であるが、R15、R16、R18も鋼製壁の巻き立てで補強されている箇所である。

常時微動はR10からR22の連続区間に沿って被災箇所、無被災箇所を網羅した13観測点（●地点）の高架橋直下側方の地盤上で（橋軸平行方向水平動（L）、橋軸直角方向水平動（T）、鉛直動（V））の1点3成分観測を行った。尚、新幹線高架橋に沿う南北方向側線上と併せて、R15を中間点として新幹線高架橋に直交する東西方向側線上にも7観測点を配置し、平面的な観測を実施した。いずれの場合も同時アレー型観測が満足されるように、繰り返しチドリ型アレー観測を行った。即ち、最初にNo.1～No.4の4観測点同時観測を行い、次に、4観測点のうち1観測点（ここではNo.4）をオーバーラップしてNo.4～No.7の4観測点同時観測を同様に実施する。このように次々とアレー観測を行うことにより、全観測点での間接的なアレー同時観測が実現されることになる。尚、常時微動記録の同時性を保証するために、GPSによる

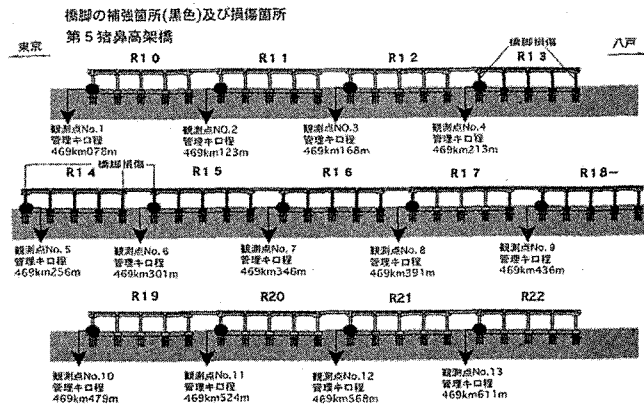


図-1 常時微動観測地点及び被害箇所（第5猪鼻高架橋）

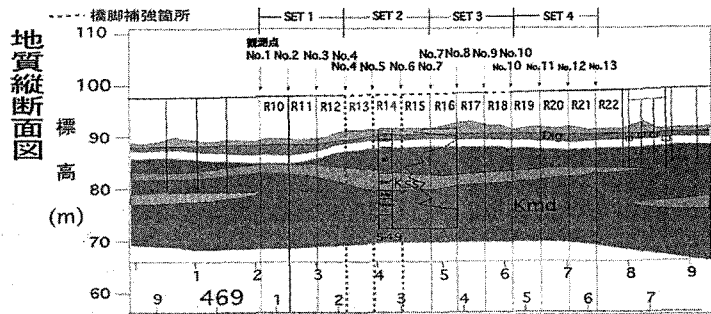


図-2 観測点周辺の地盤構造

絶対時刻データも同時に記録した。

図-2に、観測点配置と高架橋の概略及び地質断面図を示す。図には地質断面とともに被災箇所 R14 付近の標準貫入試験 N 値分布も示されている。図-2からこの地域の地形、地質が高架橋に沿って変化している様子が理解される。

3. 解析方法、解析結果および考察

本研究では、GPS を利用した常時微動アレー同時観測結果から、被災箇所、無被災箇所の常時微動特性について明らかにすることを目的に以下の解析、考察を行った。①新幹線通過時と通常の常時微動の比較から、本解析で用いられる H/V スペクトルの安定性について検討した。②常時微動の同時アレー観測から全観測点の正規化 H/V スペクトルを求め、観測点地盤の周期特性を明らかにした。③全観測点の FFT スペクトル比から各観測点間の相対的な増幅特性を求めた。これら増幅特性と、正規化 H/V スペクトルから、被災箇所、無被災箇所との常時微動特性について考察を行った。④観測点間の常時微動特性の関係を明らかにするために、観測点の組み合わせによる相互相関解析を実施し、常時微動の波動伝播特性の考察を行った。

紙数の関係から、これらの結果は、講演時に述べるものとして、ここでは、代表的な結果のみを示す。

(1) 正規化された H/V スペクトル

前述のように本観測は、オーバーラップ観測点を設けることにより、GPS 絶対時刻を基本にした全観測点の見かけの同時観測を行ったものである。図-3は、R15を基準観測点とした場合の同時刻で正規化された H/V スペクトルを算出した例であるが、これらの図から観測点の特徴的な周期特性が得られていることがわかる。

(2) 相対的な増幅スペクトル

図-4は、最南端観測点 R10 を基準点とした場合の各観測点の FFT スペクトル比、即ち R10 に対する各観測点の相対的な増幅スペクトルを算出した例である。図-3の解析手法とは全く異なっているのにも関わらず、この図からも被災箇所の特徴的な周期特性の違いが理解される。

4. まとめ

この地域の常時微動特性は複雑な様相を呈しているものの、被害箇所においては周期約 0.5 秒の増幅が顕著であったことが示された。このことから、新幹線高架橋の被害に地盤の周期特性が影響を及ぼした可能性が示唆される。

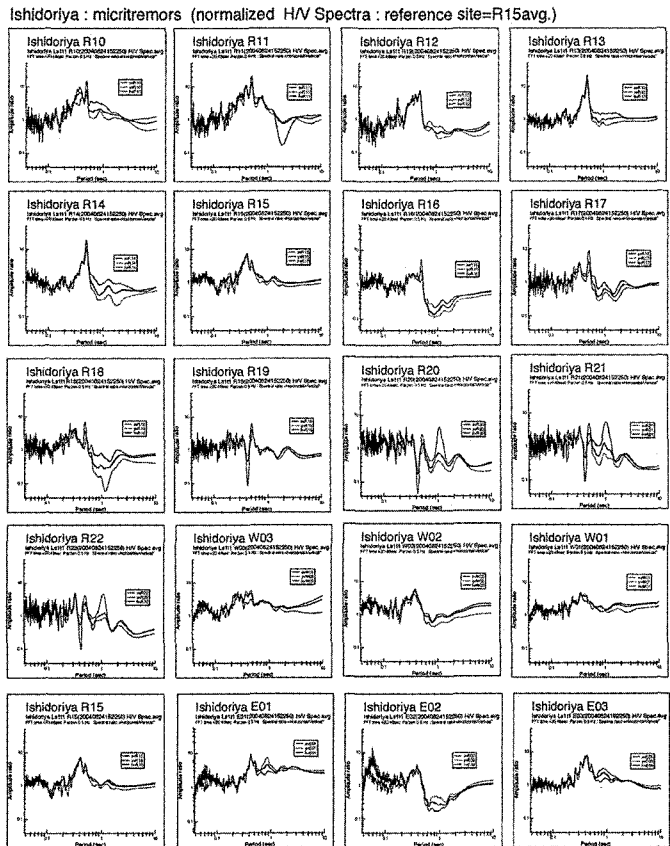


図-3 R15 を基準点とした正規化 H/V スペクトルの算出例
(新幹線高架橋に沿う南北方向側線上と
R15 地点を直交する東西方向側線上の全観測点)

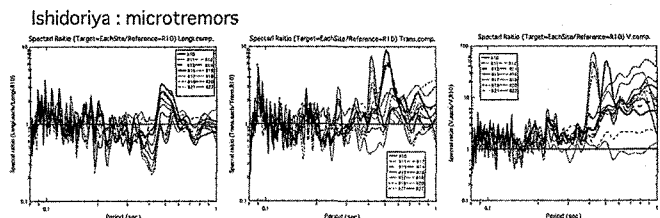


図-4 R10 を基準点とした相対的な増幅スペクトルの算出例
(左側：水平動 L 成分、中側：水平動 T 成分、右側：鉛直動 V 成分)