2003 年宮城県沖地震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,高清水町をはじめ,岩手県大船渡市,平泉町など 11 市町村町で震度 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1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) 橋軸直交方向水平動(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、 まず4観測点同時観測を行い、次に4 観測点のうち1観測点をオーバーラッ プして次の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







キーワード 常時微動,H/Vスペクトル,アレー同時観測,GPS,新幹線高架橋,地震被害 連絡先 〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学環境情報工学科 TEL 022-229-1151 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、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。以上のよ うにして得られた代表的結果のみをここ では示す。

(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で間接的な同時観 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、最南端無被災観測点 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増幅スペクトルを算出した例である。図・4から被災箇所の特徴的な周期特性の差異が理解される。

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相 対的増幅スペクトルの周期約0.5秒の増幅 が顕著であった。以上から地盤の周期特性 の差異が新幹線高架橋の被害に影響を及ぼ 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)

Ishidoriya : microtremors



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)