

微動を用いた緑川PA付近の地盤モデル推定と地震動再現の試み

Estimation of Subsurface Structure and Prediction of Strong Ground Motion around MIDORIKAWA Parking Area of Kyushu Expressway Using Microtremors

山田 雅行¹, 羽田 浩二¹, 藤野 義範¹
 Masayuki YAMADA¹, Koji HADA¹ and Yoshinori FUJINO¹

¹(株)ニュージェック
 NEWJEC Inc.

We performed a microtremor survey to estimate the subsurface structure at around Midorikawa Parking Area of Kyushu Expressway and at Jonan branch office of Kumamoto City and Mifune-machi town office where the 2016 Kumamoto earthquakes were recorded by installed seismometers. Strong ground motions by the mainshock at 4 points(M1~M4) around Midorikawa Parking Area was reconstructed by earthquake response analysis with obtained subsurface structure.

Keywords : The 2016 Kumamoto earthquakes, microtremor, subsurface structure, strong ground motion, MIDORIKAWA Parking Area

1. はじめに

平成 28 年熊本地震前震・本震は、熊本県内外において多くの被害をもたらした。熊本県内の高速道路において、4 つの跨道橋が被災し、このうち緑川 PA の南に位置する府領第一橋が落橋した。

落橋した府領第一橋は、両端の橋台と 2 つのロッキング橋脚で支持する構造で、ロッキング橋脚は上下端がヒンジ構造の複数の柱で構成されているため、単独では自立せず、水平方向の慣性力を支持することができない構造であった。橋台部には横変位拘束構造が追加設置されていたが、大きな地震力により破壊され、上部構造の水平変位を制限することができなくなり、中間支点の鉛直支持を失い落橋に至ったと考えられている¹⁾。

一方、図 1 に示すように緑川 PA の近傍では、熊本市役所 城南総合支所と御船町役場の敷地内に自治体震度計が設置されており、前震ではそれぞれ震度 6 弱、5 強²⁾、本震ではいずれも震度 6 弱³⁾の揺れが観測されている。

本研究では、微動を用いて緑川 PA 付近とその近傍の自治体震度計地点の地盤モデルを推定し、自治体震度計の観測記録と地盤の違いから緑川 PA 付近の平成 28 年熊本地震時の揺れを再現することを試みた。

2. 常時微動観測

常時微動観測は、半径 60cm と 10m の円に内接する正三角形の頂点と、その中心の合計 4 点に微動計を配置するアレイ観測を基本と考えた。長ら⁴⁾によると、このように観測されたデータに、CCA 法(Centerless Circular Array method)を適用することによって、波長が数 10m から 100m 程度までの表面波位相速度を推定すること、すなわち、深さ数 10m 程度までの地盤構造の推定が可能とされている。著者らは、平成 28 年 6 月および 8 月に、緑川 PA 付近の 4 箇所(M1~M4)および御船町役場、城南総合支所において常時微動観測を行った。

緑川 PA 付近の 4 箇所(M1~M4)における微動 H/V スペクトル比と位相速度の分散曲線をそれぞれ図 3、図 4 示す。微動 H/V スペクトル比は緑川 PA の南東側(M3、

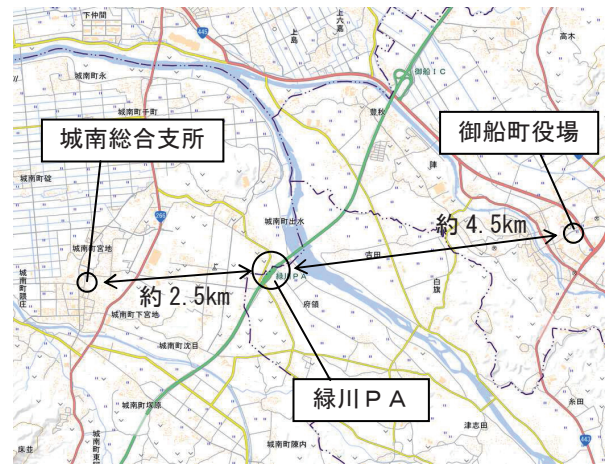


図 1 緑川 PA 近傍の自治体震度観測点(電子国土に加筆)



図 2 緑川 PA 近傍の微動観測点(電子国土に加筆)

M4)より北西側(M1,M2)の方がやや低周波数のピークを持ち、位相速度の分散曲線も北西側の方が低周波数側に

寄っており、北西側の方がやや深い構造を有することが類推される。

$V_s=150,200,250,300,400,500,600,800$ の 8 層モデル(基盤 $V_s=1000\text{m/s}$)を仮定し、インバージョンにより各微動観測点の地盤モデル(層厚)を求め、地点ごとに表示したのが図 5 である。

御船町役場は硬質地盤であり第 4 層下面(=第 5 層上面, $V_s=400\text{m/s}$ 層)がほぼ露頭していると考えられる。同層は、緑川 PA 付近の 4 箇所(M1~M4)では約 20m, 城南総合支所では約 50m の深さであると推定された。

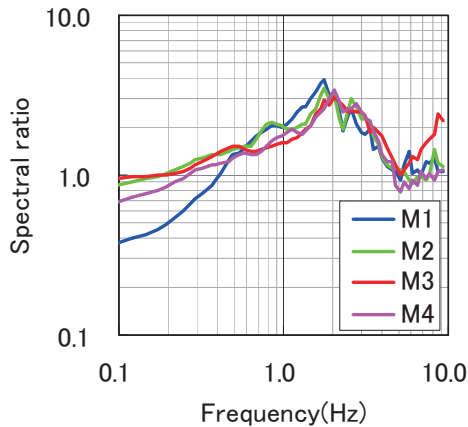


図 3 微動 H/V スペクトル比

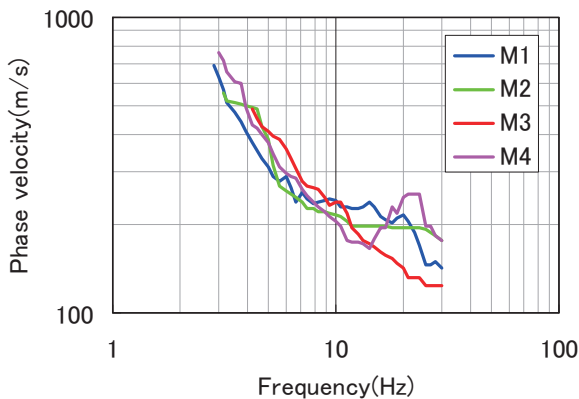


図 4 位相速度の分散曲線

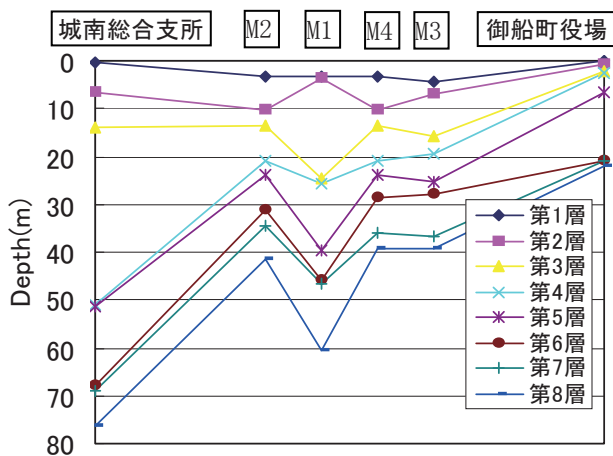


図 5 地盤断面図(下面深度)

3. 緑川PA付近の地震動の推定

熊本地震本震の強震動生成域からの距離と比べて、御船町役場、緑川 PA、城南総合支所の相互距離は相対的に小さいと考えて、これらの地点における工学的基盤での地震動は共通であると仮定した。硬質地盤であることが判明した御船町役場を工学的基盤相当($V_s=400\text{m/s}$)とみなして、その観測記録を各地点の地盤モデルの第 5 層($V_s=400\text{m/s}$ 層)上面に入力し、地表面地震動を計算した。

地盤モデルの違いから M1 の地震動が短周期域でわずかに異なるが、緑川 PA 付近では図 6 に示す概ね共通した地震動が作用したと推定される。

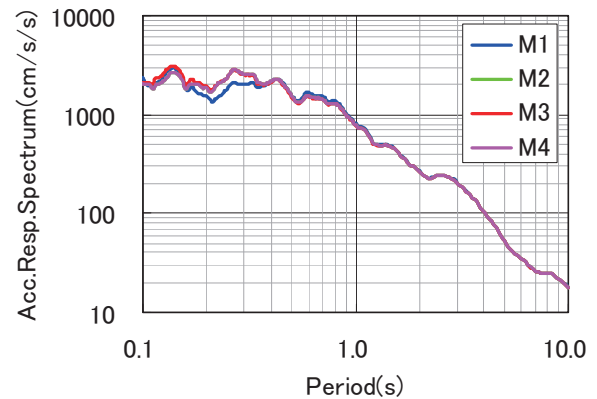


図 6 緑川 PA 付近の地震動の推定(応答スペクトル)

4. おわりに

自治体震度計が設置されている熊本市役所 城南総合支所と御船町役場および緑川 PA 付近において、常時微動アレイ観測を行い、地盤モデルの推定を行った。この地盤モデルを用いて、硬質地盤である御船町役場の観測記録が工学的基盤では共通と見なして、緑川 PA 付近における地表面地震動を計算した。

謝辞

被災された方々にお見舞いを申し上げるとともに、微動観測をお許しいただいたことに御礼申し上げます。地方公共団体震度計の波形データは気象庁 HP (<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)より入手しました。地図は電子国土を使用しました(<http://maps.gsi.go.jp/>)。

参考文献

- 1) 国立研究開発法人 土木研究所：熊本地震の橋梁被害と課題， https://www.pwri.go.jp/caesar/lecture/pdf09/3_osumi.pdf (平成 29 年 3 月 30 日閲覧)
- 2) 気象庁：地方公共団体震度計の波形データ， http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/jishin/1604142_126_kumamoto/index2.html (平成 29 年 3 月 30 日閲覧)
- 3) 気象庁：地方公共団体震度計の波形データ， http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/kyoshin/jishin/1604160_125_kumamoto/index2.html (平成 29 年 3 月 30 日閲覧)
- 4) Cho, I., Tada, T. and Shinozaki, Y. : Centerless circular array method: Inferring phase velocities of Rayleigh waves in broad wavelength ranges using microtremor records, J. Geophys. Res., 111, B09315, doi:10.1029/2005JB004235,2006.