

常時微動探査から推定される地盤構造と 2018 年大阪府北部の地震における
茨木市の被害分布との関係

Relationship between Subsurface Structures Estimated from a Microtremor Survey and
Damage Distribution in Ibaraki City during the 2018 Northern Osaka Earthquake (Mw5.6)

○後藤彰太・後藤浩之

○Shota GOTO, Hiroyuki GOTO

The 2018 Northern Osaka earthquake (Mw5.6) caused residential damages in the Ibaraki and Takatsuki cities in Osaka. However, the distribution of damage was not uniform and there were locally damaged areas. To clarify the cause of this damage distribution, single-point microtremor observations were conducted at 151 locations in Ibaraki City. Clustering of the results shows that the H/V spectra can be divided into three major categories according to their shapes and it corresponds to building damage distribution. The ground structures are estimated from the results of the microtremor array observation, and then response of the ground surface was examined using the record of Mt. Abu, Kyoto University as input. The results showed that approximately 0.3 seconds are predominant in the heavily damaged area.

1. はじめに

2018年大阪府北部の地震は2018年6月18日午前7時58分に発生した。震央は大阪府高槻市であり、震源までの深さは13kmである。大阪市、高槻市、茨木市、枚方市、箕面市で震度6弱、京都市や亀岡市など12の市町村で震度5強を観測したほか、近畿地方を中心に関東地方から九州の一部にかけて震度5弱～1を観測した¹⁾。浅野ら²⁾によると、高槻市と茨木市における建物被害は一樣ではなく、局所的に被害の大きい地域が認められた。浅野らは高齢化率や町の形成過程といった地理情報から被害分布の説明を試みたが、図1青線を境とする被害の違いについては地理情報から説明をすることは難しく、地震動の大きさが異なった可能性を指摘している。地震動の大きさは震源特性、伝播経路特性、地盤増幅特性の3つの影響を受けるが、この地域は扇状地と氾濫平原・後背湿地の境界付近に位置しているため、特に地盤増幅特性の違いが影響した可能性がある。実際、森・小林³⁾が茨木市の一部を対象に行った単点微動観測の結果は、扇状地と氾濫平原で卓越周波数が異なるというものだった。さらに、後藤他⁴⁾が行った余震観測記録を、岩盤観測点とみなせる京大阿武山の記録で割ることにより求められる水平動スペクトル比も同様に、扇状地と後背湿地の地盤増幅特性の違いを示唆するものであった⁵⁾。こ

のようなことから、本研究ではまず、図1に示す茨木市平野部を対象に単点微動観測を行い、地盤震動特性を面的に把握する。その後、常時微動アレイ観測を行い、地盤構造を推定し、地盤応答解析を行うことにより被害分布の説明を試みる。

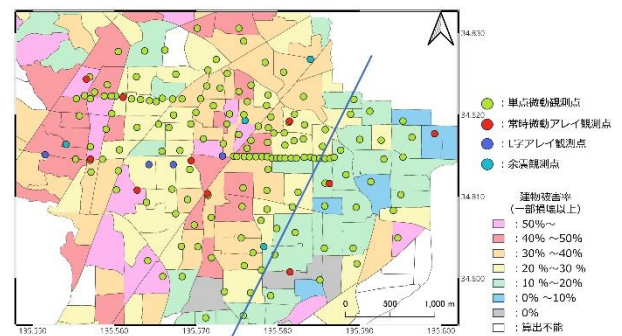


図1：常時微動観測点と建物被害分布²⁾

2. 単点微動観測

単点微動観測を行い、水平動と上下動の比であるH/Vスペクトルを求めた。以降の検討では、後述する常時微動アレイ観測点や後藤他⁴⁾の余震記録から求まるH/Vスペクトルも同様に用いている。得られたH/Vスペクトルを比較したところ、0.3Hz付近の最も深い基盤に対応するピークは共通して見られるが、それ以外のピークは明瞭でないものも存在した。そこで、H/Vスペクトル間で相関を取り、階層的クラスタリングで分類したところ、

図2のようにH/Vスペクトルを分類することができ、被害とおおよそ対応することが分かった。

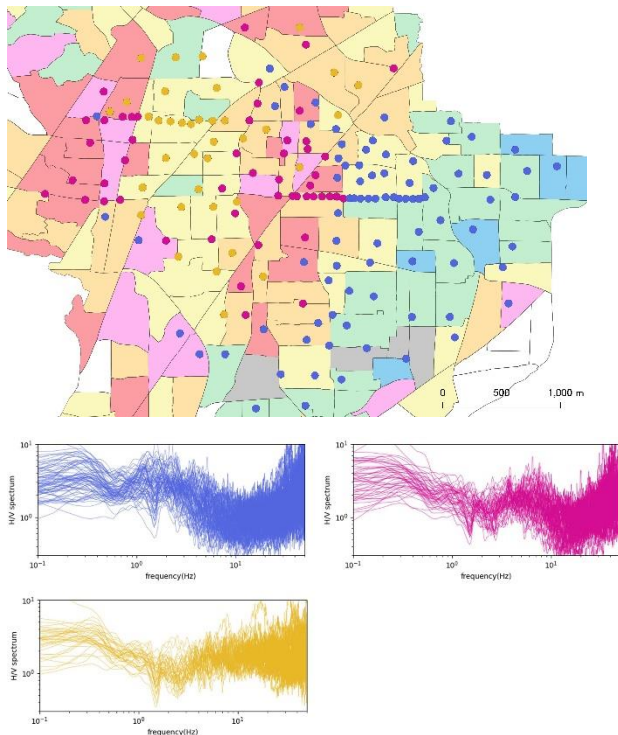


図2：階層的クラスタリング結果とそれぞれのH/Vスペクトル

3. 地盤震動特性が被害分布に与えた影響

前章で3つに分けることができたそれぞれの地盤震動特性が、どのように被害分布に影響を与えたかについて検討する。そのためにまず、常時微動アレイ観測を行い、S波速度構造を作成した。モデルの表層部分は近隣のボーリングデータを参考に6層構造とし、大阪府⁶⁾によって行われたP波反射法地震探査結果を参考に、深さ80mと100mに共通の層境界を設け、それ以降はS波速度750m/sの半無限層とした。モデルの数値を固定した箇所以外のパラメータは位相速度分散曲線やH/Vスペクトル、ボーリングデータを参考に決めた。このようにして得られたモデルを初期値とし、遺伝的アルゴリズムによって最適化を行った。

次に、単点微動観測点での速度構造を作成した。具体的に述べると、単点微動観測点でのH/VスペクトルとRayleigh波の楕円率のピーク周波数が一致するように、常時微動アレイ観測結果から作成した速度構造の深さを変えて作成した。ただし、80mの層については深さを固定し、速度を変化させた。また、使用する常時微動アレイ観測点の結果はクラスター内で最も形状の近いものを選んだ。このようにして得られた速度構造の基盤上に京大

阿武山の観測記録を入力し、DYNEQ⁷⁾を用いて地表での応答を求めた(図3)。その結果、多少のばらつきがあるものの青線を境に最大速度が異なることが分かった。さらに、IBR0~IBR9における速度応答スペクトルを求めたところ被害の大きい地域では約0.3秒が大きくなっていることが分かる。このように、地盤増幅特性によって建物の固有周期付近の成分が増加したことにより、被害率が大きくなったと考えている。

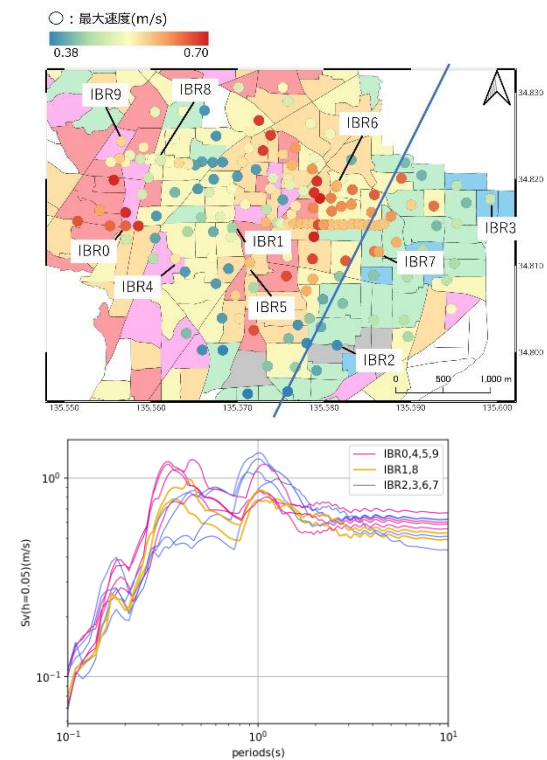


図3：最大速度分布と速度応答スペクトル

参考文献

- 1) 気象庁：震度データベース検索, <https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html#20180618075834> (2024年1月19日閲覧)
- 2) 浅野晃太, 後藤浩之, 奥村与志弘, 澤田純男: 2018年大阪府北部の地震における高槻市・茨木市の建物被害分布と高槻市の被害要因に関する地理学的考察, 土木学会論文集A1(構造・地震工学)77巻4号, p. I_638-I_648, 2021
- 3) 森伸一郎, 小林巧: 2018年大阪府北部の地震における茨木市内の震度と地盤卓越振動数の関係, 土木学会論文集A1(構造・地震工学)77巻4号, p. I_490-I_502, 2020
- 4) 後藤浩之, 平井俊之, 江口拓生, 中本幹大, Anirban Chakraborty, 山下大輝: 2018年大阪府北部の地震における茨木市周辺の余震観測. 日本地震学会講演予稿集2018年度秋季大会, S24-P17, 2018.
- 5) 公益社団法人 土木学会: 地震被害調査シリーズ, 2018年大阪府北部の地震被害調査報告書, No.3, 2019.
- 6) 大阪府: 平成14年度大阪平野地下構造調査. <https://www.hp1039.jishin.go.jp/kozo/Osaka7frm.htm>, 2002.
- 7) 吉田望: DYNEQ A computer program for DYNAMIC response analysis of level ground by EQUIVALENT linear method, Version 4.00, 2020, 関東学院大学