

岩手県奥州市前沢区中心部における1点3成分微動観測による地盤振動特性*

岩手大学大学院工学研究科 高倉恵

岩手大学工学部 山本英和 齊藤剛 石沢隆輝 齊藤良平 宇部陽子

1. 緒言

岩手県奥州市前沢区の中心部では、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では住宅被害が少なかったものの、2011年4月7日に発生した余震では住宅の全壊・大規模半壊・半壊被害が多く見られた。特に前沢区五十人町では全壊被害が多かった。この原因を調査するため山本ほか(2012)ではアンケート震度調査を実施しているが、本研究では前沢区中心部において1点3成分微動観測を実施し、前沢区の地盤振動特性を調査した。

2. 常時微動観測



図1 1点微動観測地点

図1に本研究における観測点位置を示す。調査方法は1点3成分常時微動観測を用いた。地震計(LE-3D/5S, 固有周期5秒: レナルツ社製)、データロガー(DATAMARK LS8000SH: 白山工業株式会社製、DATAMARK LS8800: 白山工業株式会社製)を用いて、1箇所につき約15分間計28箇所の測定を行った。LS8000SHの測定条件はエリア分割7、倍率300倍、フィルター30Hz、サンプリング周波数100Hzである。LS8800の測定条件は倍率10倍、フィルターはリニア、サンプリング周波数は200Hzである。

3. 前沢区五十人町の地盤振動特性

初めに、前沢区中心部の中でも特に全壊被害が多かった五十人町の振動特性を検討した。五十人町での1つの観測点(111018_A2_area1)のパワースペクトルを図1に、H/Vスペクトル比を図2に示す。

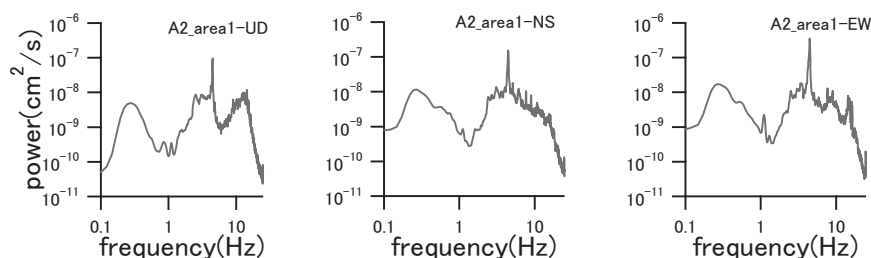


図2 111018_A2_area1のUD, NS, EW成分のパワースペクトル

* Ground vibration characteristics by 3 components microtremor observations with one seismometer in the central Maesawa area, Oshu City, Iwate Prefecture by Megumi TAKAKURA, Hidekazu YAMAMOTO, Tsuyoshi SAITO, Takaki ISHIZAWA, Ryohei SAITO and Yoko UBE.

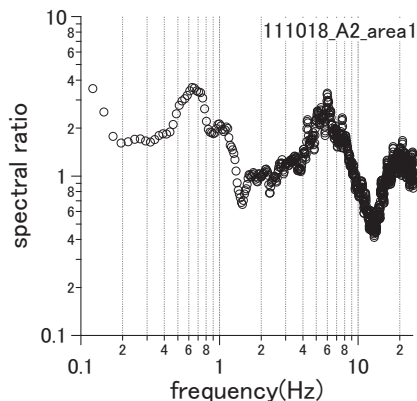


図3 111018_A2_area1 のH/V スペクトル比

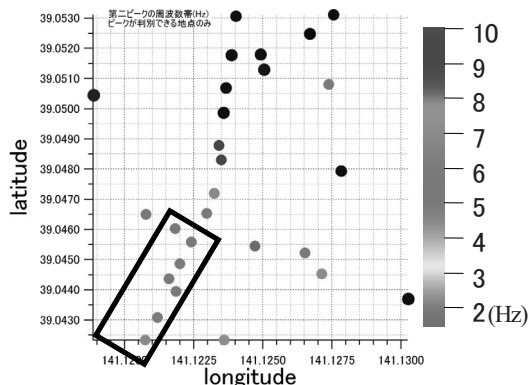


図4 H/V の第2 ピーク卓越周波数

図2、図3から、H/Vの0.7Hz付近の第1ピークはUD成分のパワースペクトルが小さいことが影響し、5.0Hz付近の第2ピークはNS・EW成分のパワースペクトルが大きいことが影響していると考えられる。図4はH/Vの第2ピーク卓越周波数の分布図である。黒枠で囲んだ部分は五十人町、黒丸(●)は卓越周波数が不明瞭な観測点である。図4から五十人町の観測点全てが5.0Hz付近で卓越していることが分かり、また五十人町よりも北の観測点では卓越周波数が識別できないことが分かる。

続いて、微動の振幅の特徴を調べるために平均rms振幅を算出した。平均rms振幅とは、車両等の振動の影響を低減し地盤特性に依存する微動の揺れの大きさを評価するためのもので、微動の平均2乗根で表されるrms振幅を1秒間ごとに算出し、これらを昇順に並び替えてある時間区間x秒までの平均を取ったものと定義した。本研究では200秒までの平均を用いた。

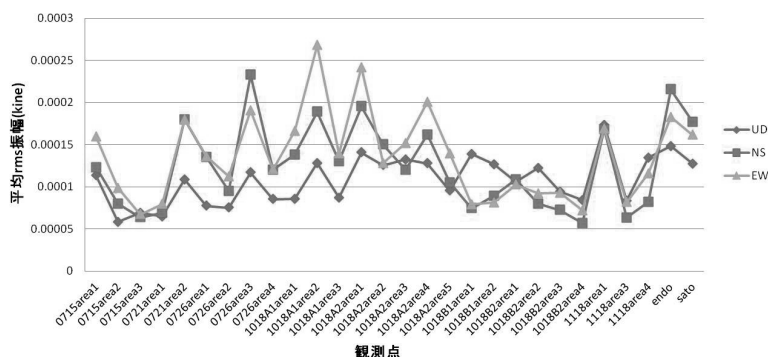


図5 1.5Hz～10Hzにおける3成分の平均rms振幅

H/Vの第2ピークが存在する区間1.5～10Hzのバンドパスフィルターをかけた平均rms振幅のUD成分・NS成分・EW成分を観測点ごとに比較したグラフを図5に示す。図5から平均rms振幅は水平動成分(特にEW成分)が大きいことがわかるので、EW成分の平均rms振幅を詳しく見る。

図5におけるEW成分のみの平均rms振幅を図6に、また五十人町のH/Vの第2ピークが5.0Hz付近にあることから、3.0～7.0Hzと4.0～6.0HzバンドパスフィルターをかけたEW成分の平均rms振幅を図7、図8に示す。図6、図7、図8の黒枠で囲んだ部分は五十人町を示している。

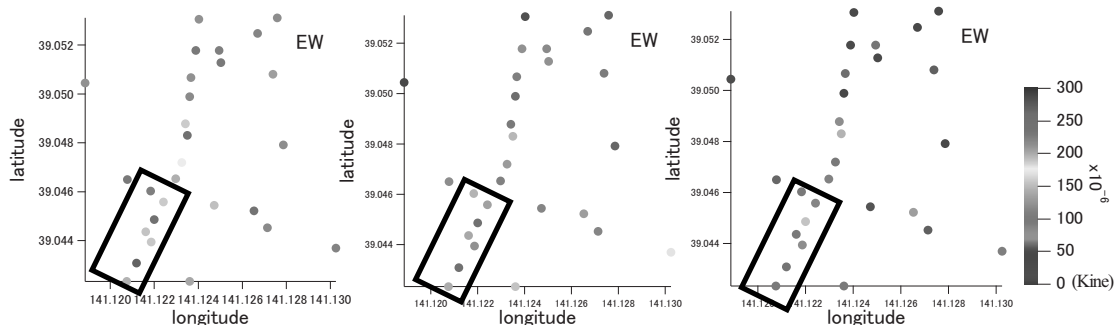


図6 1.5Hz~10Hz の平均 rms 振幅 図7 3.0~7.0Hz の平均 rms 振幅 図8 4.0~6.0Hz の平均 rms 振幅

図7、図8からバンドパスフィルターを狭くすると、五十人町とそれよりも北の観測点で振幅の大きさの差が顕著になることがわかる。

4. アンケート震度との比較

山本ほか(2012)では3月11日と4月7日の地震の岩手県奥州市前沢区における超高密度アンケート震度調査を行い、250m メッシュのアンケート震度分布を求めている。本研究における微動観測点の観測点間距離は平均 90m 前後であり 250m メッシュは広範囲であるため、本研究における前沢区の詳細なアンケート震度結果を得るために震度平均という考え方をを用いた。震度平均はある観測点から半径 R_m 以内に含まれるアンケート震度結果を平均しその観測点の震度を算出する方法である。本研究では半径 80m で微動観測点におけるアンケート震度平均を算出した。3月11日の地震のアンケート震度を微動観測点の半径 80m 以内で平均した震度平均結果を図9に、4月7日の地震の震度平均結果を図10に示す。黒枠で囲んだ部分は五十人町である。

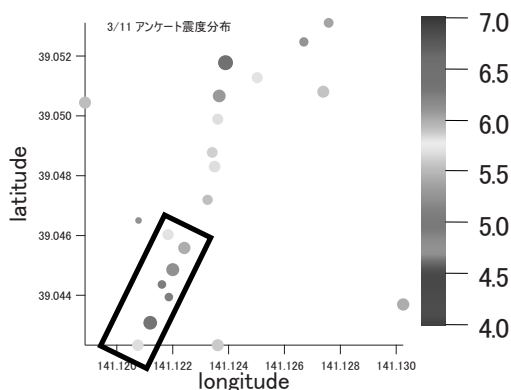


図9 3/11の地震の震度平均結果

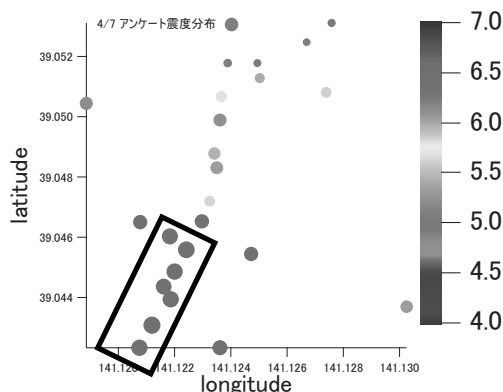


図10 4/7の地震の震度平均結果

図9から、3月11日の地震の五十人町の微動観測点近傍の震度平均結果は震度5弱もあれば震度6強もあることがわかる。また図10から、4月7日の地震の五十人町の微動観測点近傍の震度平均結果はすべて震度6強になっていることがわかる。

この2つの地震のアンケート震度平均結果と平均 rms 振幅とを比較した。3月と4月の地震のアンケート震度平均結果とバンドパスフィルター別のUD成分・NS成分・EW成分の平均 rms 振幅との相関係数を表1、表2それぞれに示す。表1と表2の相関係数を見ると、表1のH/Vの第2ピークが存在する周波数帯と五十人町の観測点のみで算出した震度平均との相関係数(赤字)が最も大きいことがわかる。

表1 3/11の地震のアンケート震度平均結果と平均 rms 振幅との相関係数

	3月11日					
	全ての観測点で算出した震度平均との相関			五十人町の観測点のみで算出した震度平均との相関		
周波数(Hz)	UD	NS	EW	UD	NS	EW
0-1.5	0.30	0.23	0.37	0.27	0.19	0.35
1.5-10	0.22	0.16	0.32	0.33	0.24	0.77
3.0-7.0	0.22	0.15	0.31	0.58	0.23	0.73
4.0-6.0	0.18	0.15	0.30	0.62	0.30	0.72

表2 4/7の地震のアンケート震度平均結果と平均 rms 振幅との相関係数

	4月7日					
	全ての観測点で算出した震度平均との相関			五十人町の観測点のみで算出した震度平均との相関		
周波数(Hz)	UD	NS	EW	UD	NS	EW
0-1.5	(0.33)	(0.50)	(0.36)	0.49	0.40	0.51
1.5-10	0.01	0.60	0.63	(0.03)	(0.13)	0.57
3.0-7.0	(0.27)	0.57	0.60	0.35	(0.09)	0.61
4.0-6.0	(0.30)	0.54	0.57	0.39	(0.07)	0.59

5. 考察

本研究の微動観測点の近傍で観測された3月と4月の地震の地震動について調査した。3月11日、4月7日の地震それぞれのK-NET 一関(IWT010)で観測された、地震動の加速度波形とパワースペクトルを調べたところ、3月の地震動のパワースペクトルは2.5Hz付近で卓越しており、4月の地震動のパワースペクトルは5.0Hz付近で卓越していた。

また岩手県奥州市前沢区の表層地質図とその凡例を図11に示す。図11から前沢区の五十人町は表層が碎屑物層であることがわかる。

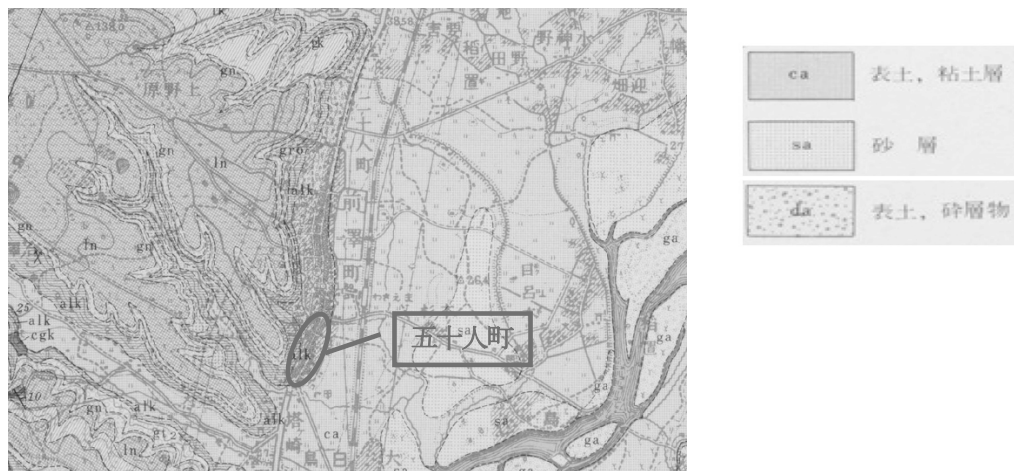


図11 前沢区における5万分の1表層地質図(国土交通省)

また、前沢区の1点微動観測点近傍でのいくつかの地点において表面波探査を行った地点があるので紹介する。図12に表面波探査を行った3地点を示す。図13～図15に探査結果を示す。1・2地点は五十人町内にあり、3地点は前沢総合支所前のJA(全国農業協同組合連合会)岩手ふるさと前沢地域センター敷地内である。図13と図14から、1地点は表層が $V_s=130\text{m/s}$ 、2地点は表層が $V_s=130\sim150\text{m/s}$ で非常に柔らかい地盤であることがわかり、図15から3地点は浅い場所から非常にしまった地盤であることがわかる。

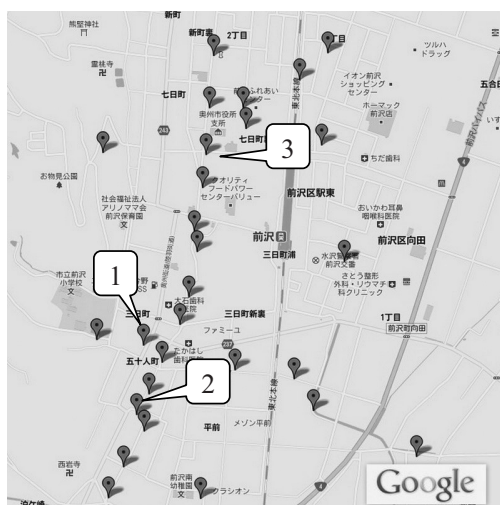


図12 前沢区において表面波探査を行った地点

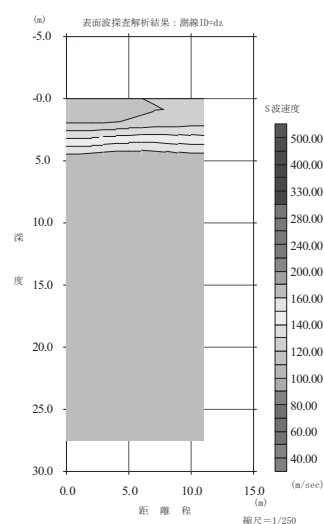


図13 1地点の表面波探査結果

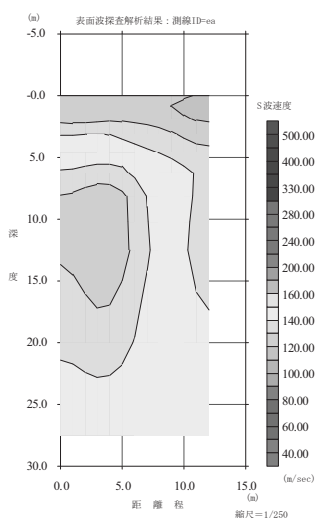


図14 2地点の表面波探査結果

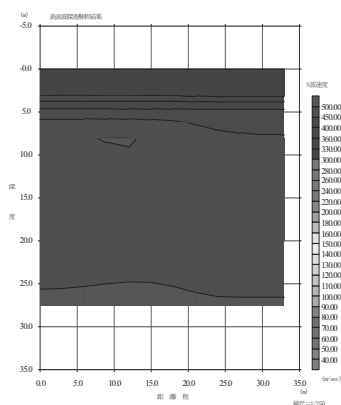


図15 3地点の表面波探査結果

6. 結言

岩手県奥州市前沢区において1点微動観測を実施した結果、住宅の全壊被害が多かった五十人町の観測点では微動のH/Vは1.0Hz以下に第1のピーク、5.0Hz付近に第2のピークがあり、五十人町より北の観測点では第2のピークが識別できないことがわかった。また平均rms振幅はEW成分が3成分の中で比較的大きく、五十人町の観測点とその他の観測点の平均rms振幅(EW成分)の大きさを比較すると五十人町の方が大きいことがわかった。

アンケート震度調査(山本ほか、2012)の結果から算出した震度平均(R=80m)と平均rms振幅とを比較すると、五十人町内の観測点のみで算出した3月11日の地震の震度平均とEW成分のバンドパスフィルター1.5~10Hz平均rms振幅との相関が最もよかった。

岩手県奥州市前沢区の表層地質は碎屑物層であることと表面波探査の結果から、五十人町の浅部は軟弱地盤であり、五十人町よりも北の前沢総合支所付近の浅部は固い地盤であることが判明した。

謝辞

奥州市前沢総合支所長阿部正勝様及び職員の皆様には前沢区における常時微動観測の便宜を図っていただきました。記してここに謝意を表します。

参考文献

- (1) 山本英和, 齊藤剛, 石沢隆輝, 齊藤良平, 宇部陽子(2012): 東北地方太平洋沖地震とその最大余震を対象とした岩手県奥州市前沢区中心部における超高密度アンケート震度調査, 東北地域災害科学研究, 第48巻, 掲載予定
- (2) 防災科学技術研究所 強震ネットワーク(K-NET) ホームページ :<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>
- (3) 国土交通省 土地・水資源局国土調査課 5万分の1都道府県土地分類基本調査(水沢)
<http://tochi.mlit.go.jp/tockok/inspect/landclassification/land/5-1/0301.html>