

# 極小微動アレー探査による岩手県奥州市前沢区中心部の

## 表層 S 波速度構造の推定\*

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

### 1. 緒言

岩手県奥州市前沢区の中心部では、平成 23 年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、同年 4 月 7 日の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他(2012)では本震と余震時の前沢区中心部を対象とした超高密度アンケート震度調査を実施し、その結果、4 月の余震時に被害が集中した五十人町周辺で震度 6 強を示すメッシュが多数認められた。また、高倉他(2012)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結果、五十人町周辺で H/V スペクトルが 5Hz 付近で卓越することが確認された。これらのことから浅部地盤の S 波速度構造を把握する必要があるが、当該地域は市街地中心部のため十分な探査場所を確保するのが困難である。そこで本研究では前沢区中心部を対象に半径 60cm の極小アレーを用いた微動観測を実施し、極浅部の地盤の S 波速度構造の推定を試み、被害状況や震度分布との比較検討を行った。

### 2. 極小微動アレー観測

微動観測は住宅の全壊被害が多い岩手県奥州市前沢区の中心部で行った。観測点位置を図 1 に示す。微動観測に用いたアレーは、中心に 1 台、半径 60cm の円周上に正五角形型に 5 台、微動計を配置する形状である。使用した微動計は(独)防災科学技術研究所から借用した白山工業株式会社製微動観測キット JU210 である。サンプリング周波数は 200Hz、観測時間 30 分、全 19 地点で観測を行った。観測により取得した微動の上下動成分から、空間自己相関法によりレイリー波位相速度を算出した。

### 3. 被害箇所での位相速度

前沢区の中でも住宅被害が集中した、五十人町と二十人町の位相速度を検討した。五十人町での観測点 a の位相速度と疑似 S 波速度構造を図 2 に示す。また二十人町での観測点 b の位相速度と疑似 S 波速度構造を図 3 に示す。疑似 S 波速度構造は、波長の 1/2 及び 1/3 を深度とし、その波長に対応する位相速度を S 波速度として図示した。図 2 から、五十人町の観測点 a では約 20Hz～50Hz で位相速度が 100m/s 程度を示すことがわかる。疑似 S 波速度構造においても、表層から深度約 10m の浅部で S 波速度が 100～200m/s で推移であることがわかる。また図 3 から、二十人町の観測点 b では約 10Hz～50Hz で位相速度が 150m/s 程度を示すことがわかる。疑似 S 波速度構造においても、表層から深度約 4m の浅部で S 波速度が 150m/s 程度であることがわかる。全観測点における波長 10m の際の位相速度分布を図 4 に示す。図 4 から住宅の全壊被害が多い五十人町や二十人町で位相速度が 100～150m/s を示すことがわかる。このことから五十人町や二十人町では表層の S 波速度が遅く地盤が柔らかいことが推測される。

---

\* Estimation of shallow S-wave velocity structure in central Maesawa, Oshu City, Iwate Prefecture by small size array observation of micro tremors by Megumi TAKAKURA, Hidekazu YAMAMOTO and Tsuyoshi SAITO

#### 4. 震度平均分布と位相速度分布との比較

山本他(2012)から、本研究におけるアレー観測点の周り半径 80m 以内に存在するアンケート震度の結果を平均し観測点の震度としたものと位相速度との比較検討を行った。3 月本震の震度平均を図 5 に、4 月余震の震度平均を図 6 に示す。図 5 の 3 月本震の震度平均は、被害が多い五十人町では震度 5 強及び 6 弱を示す一方で五十人町同様被害が多い二十人町では震度 4 弱を示した。図 6 の 4 月余震の震度平均は、五十人町、二十人町ともに震度 6 弱及び 6 強が多数存在し、3 月本震よりも 4 月余震の方が高い震度を示すことがわかる。図 5、6 及び図 4 を比較すると、五十人町の位相速度が 100~150m/s を示す地点では 3 月 4 月共に震度 5 強~6 強と高い震度を示した。一方で二十人町の位相速度が 100~150m/s を示す地点では、3 月の震度平均は震度 4 強であるのに対し、4 月の震度平均は 6 弱や 6 強を示し、波長 10m の際の位相速度は 4 月余震の震度平均とよく対応していることがわかる。

#### 5. 疑似 S 波速度構造

図 2、3 に示した、疑似 S 波速度構造を 2 次元的に並べたものを図 7 に示す。五十人町と二十人町を通る県道 243 号線沿いにあるアレー観測点の断面 S 波速度構造を並べた。図 7 から、五十人町と二十人町の観測点では、地表から深さ約 2m では S 波速度が 150m/s 程度と非常に遅く、五十人町では 100m/s 程度の場所もあることがわかる。また五十人町と二十人町の中間にある観測点 17 は表層から 250m/s 程度と、S 波速度が速い地点であることがわかる。

#### 6. S 波速度構造とボーリング探査結果との比較

4 月余震のアンケート震度 250m メッシュ分布にアレー観測点、ボーリング探査地点を重ねたものを図 8 に示す。またボーリング探査地点と比較的近い場所にあるアレー観測点 3 点の、水平成層構造を仮定して観測位相速度を満足するように推定した S 波速度構造を図 9、10、11 に示す。図 9 の S 波速度構造とボーリング柱状図を比較すると、S 波速度構造は地表から深度約 3m まで 170m/s 程度を示し、3m 以降は S 波速度が 300m/s 程度と一気に速くなる。ボーリングは深度約 3m まで盛土と粘土が占め、3m 以降は砂・砂礫となっており、推定した S 波速度構造とボーリング結果が大体一致していることがわかる。他 2 点の観測点でも、同様に推定した S 波速度構造とボーリング結果が大体一致していることがわかる。

#### 7. まとめ

位相速度と理論分散曲線から出した、推定 S 波速度構造は地表~深さ 2m 程度で約 100~150m/s と非常に遅く、ボーリング探査の結果からも表層部分の地盤は非常に柔らかいことが推測できる。これらのことから、前沢区中心部の地盤は、基盤の上に軟弱地盤が薄く重なっていることが考えられる。

## 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頂きました。記してここに謝意を表します。

(独)防災科学技術研究所から微動観測キット JU210 をお借りしました。感謝申し上げます。

株式会社北杜地質センターには奥州市前沢区のボーリングに関する資料を提供して頂きました。感謝申し上げます。

## 参考文献

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, pp. 5-10  
高倉恵, 山本英和, 齊藤剛, 石沢隆輝, 齊藤良平, 宇部陽子(2012): 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, 東北地域災害科学研究, 第 48 巻, pp. 41-46



図1 微動アレー探査観測地点

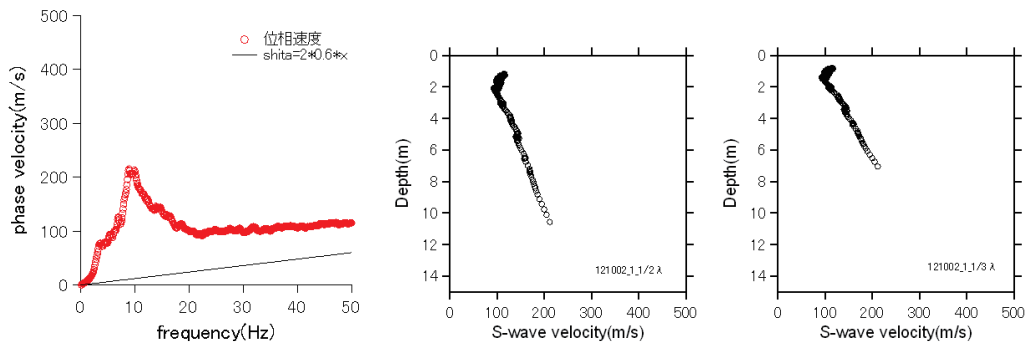


図2 五十人町での観測点aの位相速度と疑似S波速度構造(左:1/2波長 右:1/3波長)

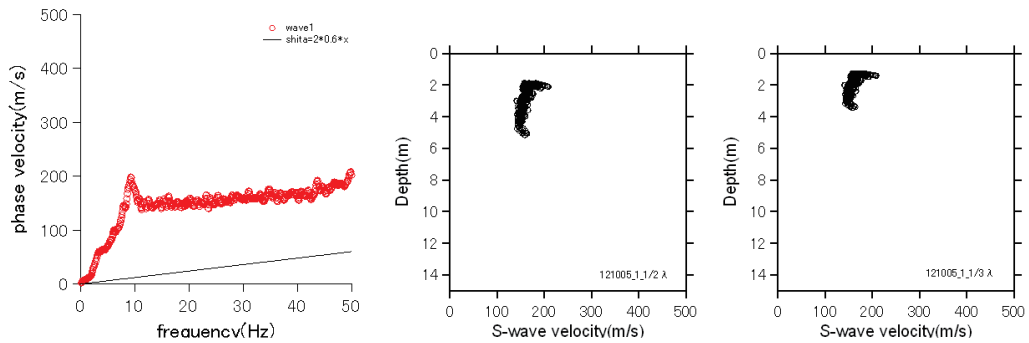


図3 二十人町での観測点bの位相速度と疑似S波速度構造(左:1/2波長 右:1/3波長)

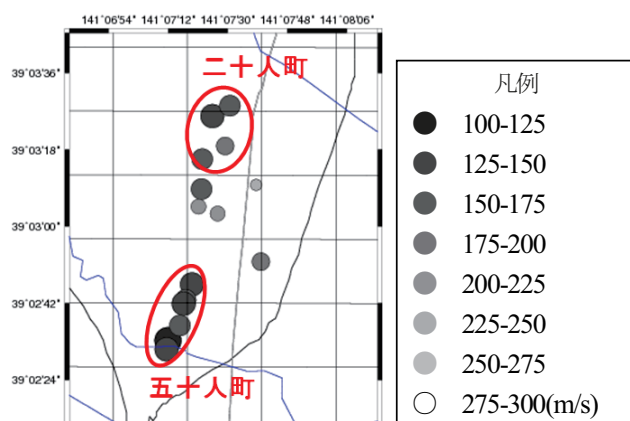


図4 波長10mでの位相速度分布

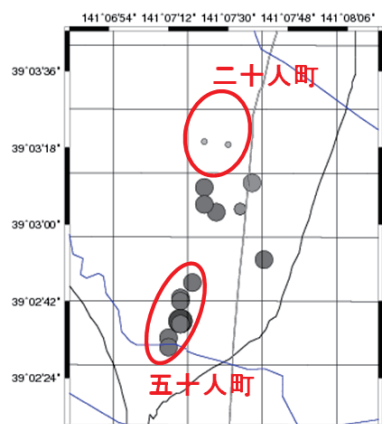


図5 3/11における平均震度分布(R=80m)

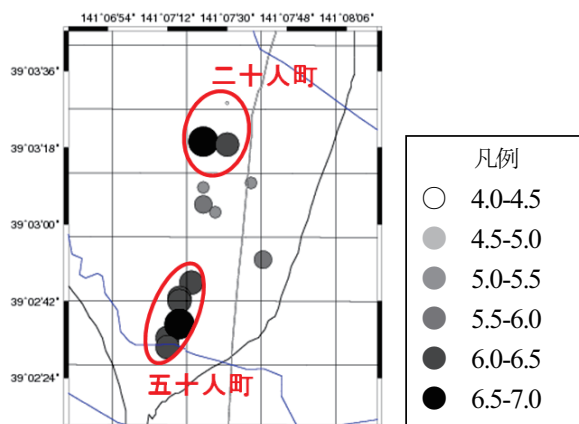


図6 4/7における平均震度分布(R=80m)

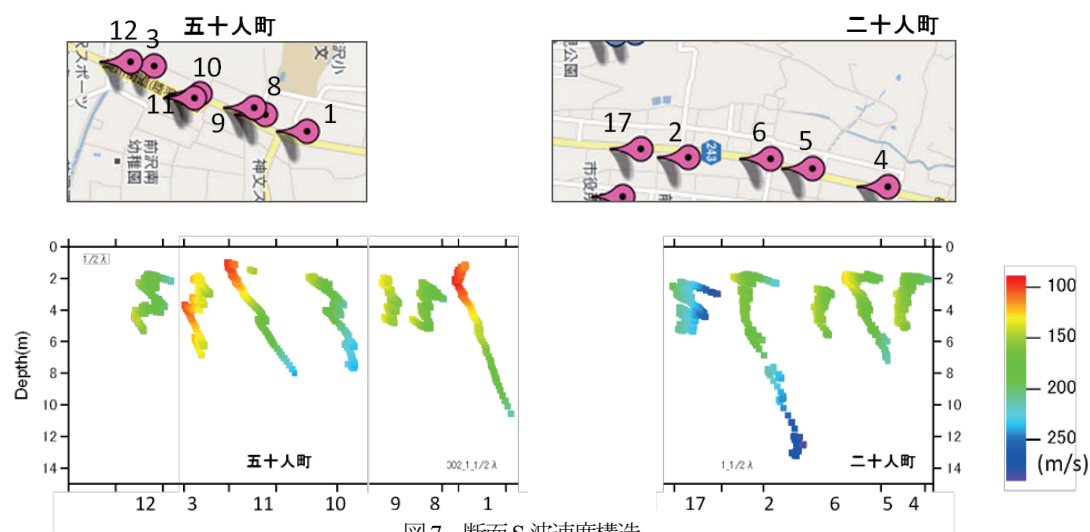


図7 断面S波速度構造

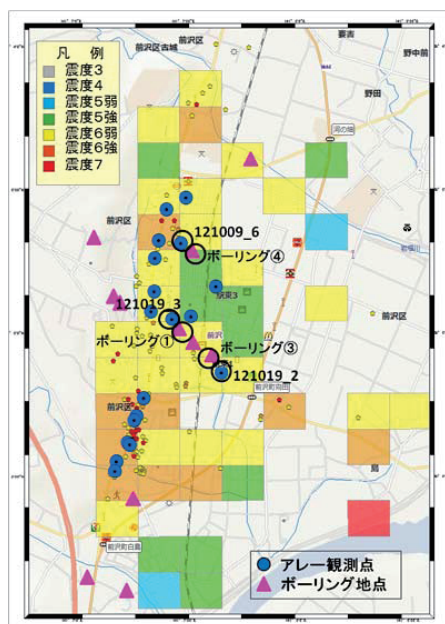


図8 観測地点とボーリング地点と震度分布

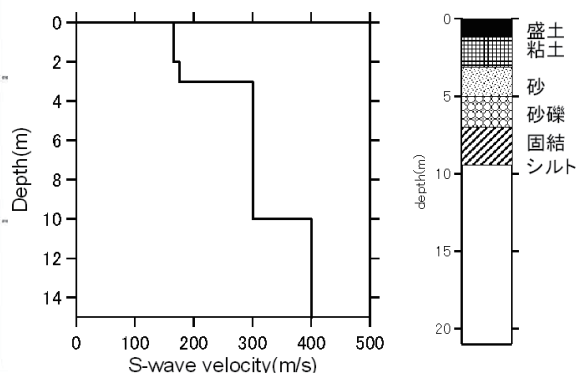


図9 S波速度構造(121009\_6)とボーリング④の柱状図

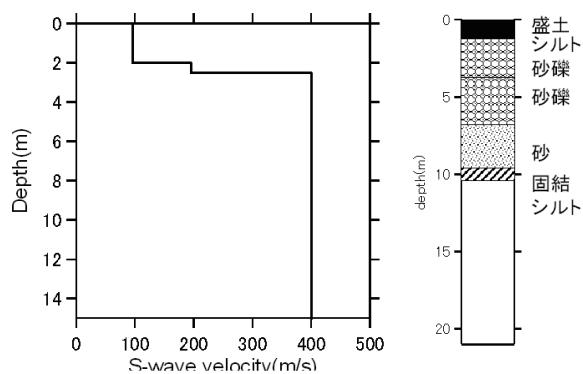


図10 S波速度構造(121019\_3)とボーリング①の柱状図

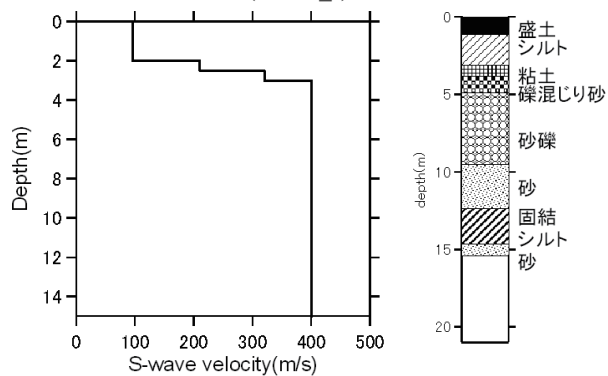


図11 S波速度構造(121019\_2)とボーリング③の柱状図