

A-11

微動計測から推定した表層地盤のS波速度と液状化被害の関係

19T0205U 三原龍翔

指導教員：関口 徹

1. はじめに

現在、液状化強度の判定には、標準貫入試験の N 値に基づく方法が広く用いられているが、経済的な問題から調査可能な場所や数が限定され、戸建て住宅ではほとんど行われない。別の調査方法及び指標による判定方法として既往の研究では、過去の液状化事例とサイスミックコーン貫入試験による S 波速度の関係を検討し、砂質土における液状化・非液状化の境界を示している¹⁾。地盤の S 波速度の推定は、微動計測によっても可能であり、より簡便に液状化判定を行うことができる可能性がある。

そこで本研究では、推定された S 波速度と液状化被害の関係性を明らかにするために、実際に噴砂被害があった千葉市美浜区において、複数の地点で微動計測を行い、計測結果と被害の有無を比較することで、微動計測から推定した S 波速度による液状化判定への有用性を検討する。

2. 微動計測概要

図1に東北地方太平洋沖地震による千葉市美浜区の噴砂被害分布と計測地点、PS 検層の位置を示す。被害の起こった16地点及び被害の発生しなかった15地点の合計31地点で微動のアレイ計測、単点計測を行った。この際、土質による噴砂被害の差が出ないように、付近(計測地点から50m以内)のボーリングデータから液状化現象の起こる可能性が高い埋立層で砂質土が卓越していることが確認できる地点を選定している。

図2,3に噴砂被害に差のあるA1, A2地点において微動計測から求めた H/V スペクトルと分散曲線をそれぞれ示す。被害のあったA1地点では周期が0.2sまで位相速度が120m/s程度と低くなっているのに対し、被害のなかったA2地点では周期0.05s付近から急激に位相速度が上がっている。

3. S波速度構造の推定

微動計測結果と付近のボーリング結果に基づき各計測地点の地盤の S 波速度構造を推定した。図2,3の赤線は推定した S 波速度構造の理論値であり、推定結果との妥当性が示唆される。

図4に推定 S 波速度構造を柱状図、 N 値から簡易液状化判定により求めた液状化安全率³⁾ F_L とともに示す。A1, A3地点には付近のPS 検層結果も示しており、推定結果がPS 検層結果の傾向をおおむねとらえていることがわかる。噴砂の見たれたA1では、

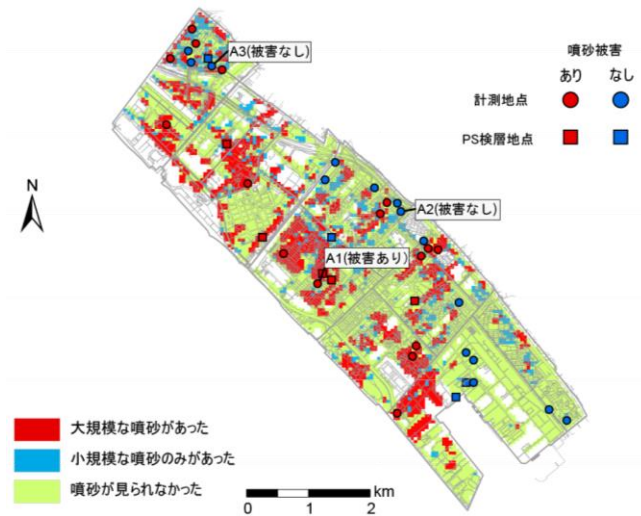


図1 噴砂被害分布と計測地点

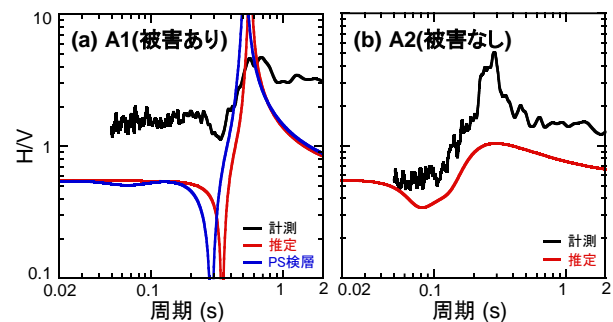


図2 H/V スペクトル

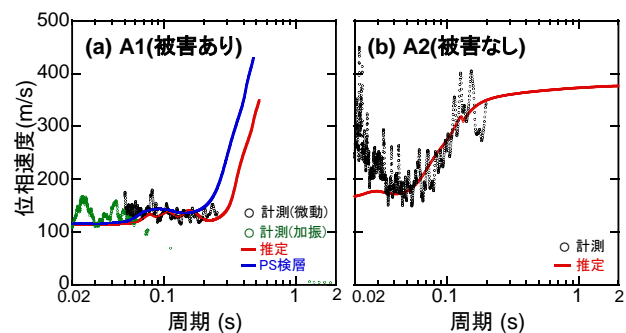


図3 分散曲線

埋立層において V_s が120m/sと低く、層厚が20m程度と非常に厚く堆積しているのに対して、噴砂被害のなかったA2とA3地点では、埋め立て層における V_s がそれぞれ180m/sと140m/sでA1地点に比べ高いことに加え、埋立層の層厚もそれぞれ9m程度、6m程度で薄いことがわかる。

4. 平均S波速度による比較

長さ²⁾は、微動分散曲線を用いて、地表から深度

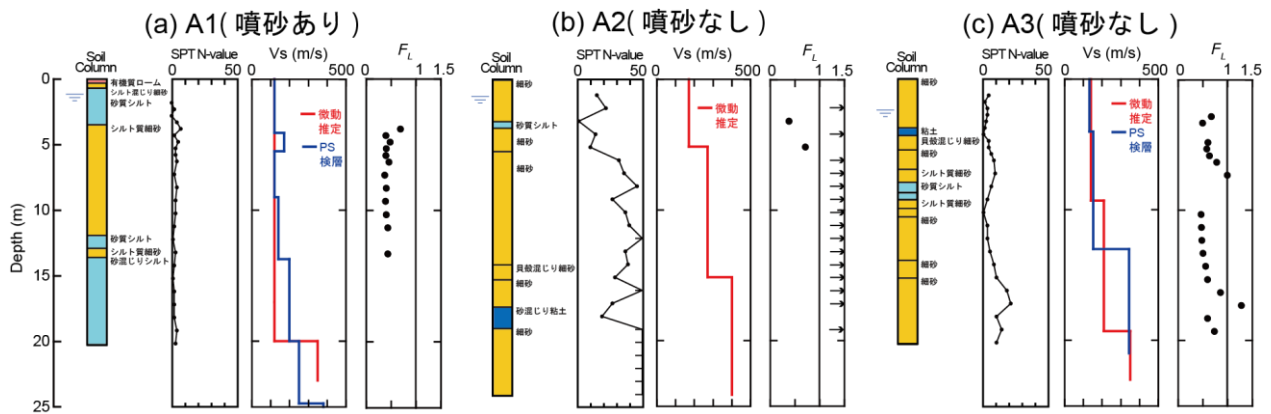


図4 ボーリング柱状図と F_L 及び推定 S 波速度構造

10m 及び 20m までの平均 S 波速度(以下 AVS10、AVS20) を推定する方法を提案している。図 5 に A1、A2 地点における分散曲線を、横軸を波長で表したものを示す。この図における $\lambda=13\text{m}$ 、 25m における位相速度をもとにそれぞれ AVS10、AVS20 の値を求めた。

図 6 にすべての微動計測地点と PS 検層の地点において AVS10、AVS20 と付近のボーリング結果を基に液状化簡易判定法により求めた積分範囲を深度 10m、20m とした動的地盤変位 ${}^4D_{cy}10$ 、 $D_{cy}20$ の関係を被害別にそれぞれに示す。AVS20 では 150~200m/s 程度で噴砂被害が切り替わっているように見えるが、被害のある地点で AVS20 が 200m/s を超えているものが 2 地点ある。対して AVS10 では、150m/s 付近で被害の有無がおおむね切り替わっている。また、 $D_{cy}10$ が 5cm より小さく、AVS10 が 150m/s を超えている地点ではすべて噴砂が発生せず、逆に $D_{cy}10$ が 5cm より大きく、AVS10 が 150m/s より小さい地点のほとんどで噴砂が発生しており、 $D_{cy}10$ にさらに AVS10 を考慮することで、判定精度が向上する可能性がある。

5. まとめ

本研究では、東北地方太平洋沖地震の際に噴砂被害のあった千葉市美浜区において、被害に差のある複数地点での微動計測を行い、S 波速度構造及び AVS10、AVS20 を推定することで、噴砂被害との関係を検討した。得られた知見は以下のとおりである。

- ・美浜区では、砂質土が卓越しながら被害のない地点の多くで AVS10 が 150m/s 程度より大きくなっている。
- ・従来の液状化簡易判定法にさらに AVS10 を考慮することで、判定精度が向上する可能性がある。

参考文献

- 1) 鈴木康嗣, 時松孝次: 地震時の液状化事例とせん断波速度の関係, 日本建築学会構造系論文集, 第 578 号, p67-74, 2004
- 2) 長郁夫, 多田卓, 篠崎祐三: 浅部地盤平均 S 波速度の簡便推定, 物理探査, 第 61 巻, 第 6 号, p457-468, 2008
- 3) 4) 日本建築学会: 建築基礎構造設計指針, 2019

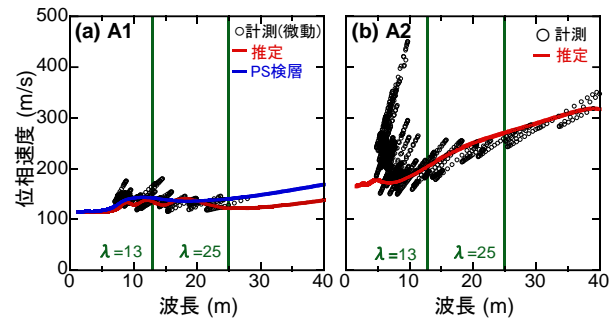


図5 分散曲線(波長領域)

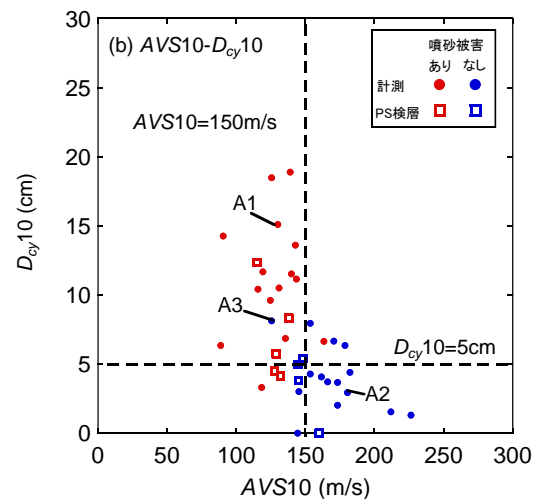
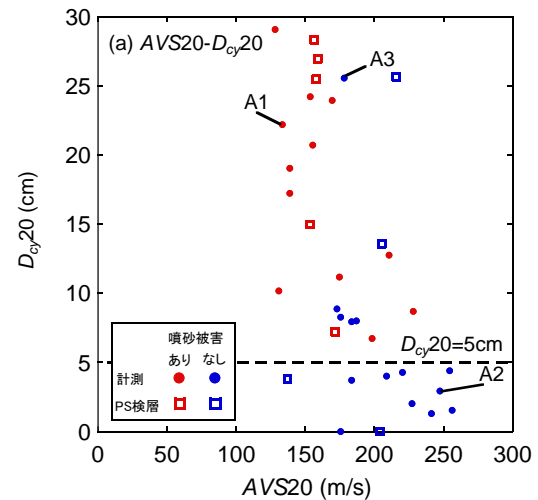


図6 AVS と D_{cy} の関係