

# 単一の地震計を用いた地盤損傷度判定における宅地の代表卓越周波数の決定方法

前橋工科大学 学生会員 ○相田 俵吾  
 前橋工科大学 正会員 森 友宏

## 1. 研究背景と目的

戸建住宅の付加機能として、基礎部に小型地震計を設置する事により、地震時の上屋の損傷度や、宅地地盤の傾斜を判別して居住者に通知するサービスが提供されており、将来的には液状化判別のサービス提供も期待されている。本来、地盤の液状化判定は、地震計によるアレイ観測網や、基盤と地表などの複数地点の地震動記録を用いて、判定が行われる。しかし戸建住宅の場合には、基礎部に設置された単一の地震計のみで液状化判定を行わなければならない。相田らの研究<sup>1)</sup>により、単一の地震計を用いた地盤損傷度判定と複数の地震計を用いた判定が、同等の精度で行えることが示されたが、まだ判定を行う際の精度を向上させる必要がある。そこで、本研究では単一の地震計を用いた地盤損傷度判定法の精度改善手法を検討する。

## 2. 研究の流れと手法

まず、著者の既往研究<sup>1)</sup>における地盤損傷度判定のための加速度記録の分析手順の概要を示す(図1)。

- ① 地震動の加速度記録を得る。
- ② 10Hzのローパスフィルター、基線補正を行う。
- ③ 加工したデータを6秒(600データ)ごとに3秒ずらしで切り抜いていく。
- ④ 切り抜いたデータに対してFFTを行い、ランニングスペクトルを形成し、ランニングスペクトルの番号(No.1, No.2, ...)を与える。
- ⑤ それぞれのランニングスペクトルを同時刻帯の加速度の積分値で除算する。
- ⑥ スペクトル No.1(初期微動部)における1次卓越周波数より低周波部分を積分する。この時、対象の周波数成分が1次卓越周波数からどれだけ離れているかに応じて重み付けを行い、定量化する。
- ⑦ 前述⑥で定量化した各スペクトルの積分値を初期

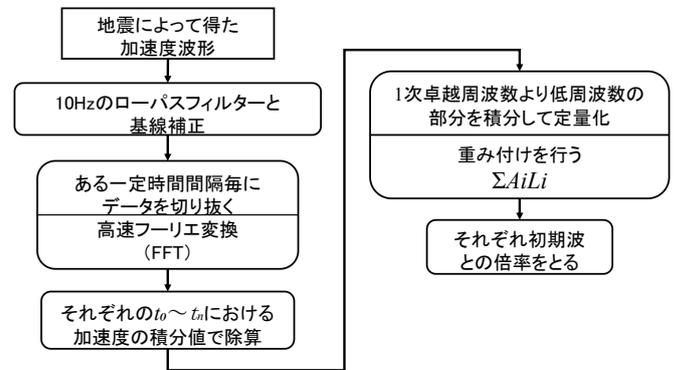


図1 単一の地震計による液状化判定フロー

地震名	東北地方太平洋沖地震		砂礫 (m)
深さ (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	
1	400	180	32
185	3400	1600	82
470	3700	2000	凝灰質泥岩 507

図2 KiK-netひたちなかの地盤の諸元

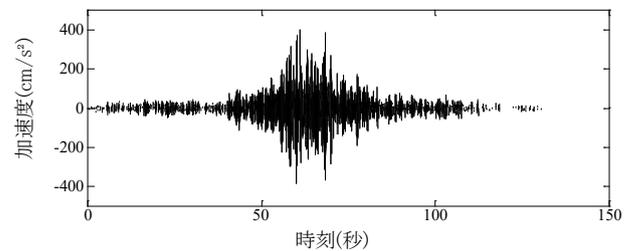


図3 ひたちなかにおける地表の加速度記録

波(スペクトル No.1)の積分値で除して倍率を求め、損傷度判定を行う。

この判定方法の中で重要な要素が、スペクトル No.1(初期微動部)の1次卓越周波数である。1次卓越周波数は解析が始まる最初のランニングスペクトル No.1のものを採用するが、その No.1の開始時刻の違いにより、1次卓越周波数が異なってしまう事例があった。例として、東北地方太平洋沖地震により液状化が発生したひたちなか(IBRH18)(観測点の諸元と加速度記録は図2, 図3に示す)を見ていく。図4を見ると、ランニングスペクトル No.1

の開始時刻を何秒にするかによって、1次卓越周波数が約4.7~6.0Hzと変化する。この時点では地盤損傷は生じていない。

そこで本研究では、解析を始めるわずかな違いによる1次卓越周波数の変化をなくすために、震度2~3の小地震動データ10件を用いて当該地点の1次卓越周波数の代表値を求めておくことで、判定精度が向上するかを検討する。

**3. 結果と考察**

卓越周波数の推定にあたって、一例として東北地方太平洋沖地震にて液状化したと考えられるひたちなかの結果を見ていく。まず、図5のように10件の地震を選定する。選定に関しては震度が2~3程度のものを用いて、震源地(図5参照)や震央距離、震源深さ、マグニチュード、地震日などはなるべくランダムになるように選択をした。その10件の地震解析により得たフーリエスペクトルを平均したものが図6である。もともとひたちなかの卓越周波数は約6.0Hz(図4参照)で判定を行っていたのに対し、図6を見ると卓越周波数は約5.2Hzとなった。両者の結果を見比べてみる(図7参照)とグラフが上下する場所は同じであるが、倍率に乖離があることがわかる。対象地点の液状化程度の大小は、図7中の倍率で評価を行うため、改善前の結果は過少に評価されていたと考えられる。

各々の地震の初期微動のスペクトルは、地震動の大きさ、地震の発生原理(海溝型、断層型)、深さや距離による減衰によって変化することから、あらかじめ小地震を用いて当該地盤の1次卓越周波数を学習しておくことで、液状化判定の精度を向上させることができると考えられる。

**4. まとめ**

本研究によって単一の地震計により得た加速度波形から液状化発生の有無(周波数特性の経時変化)を判別する手法の改善を行うことができた。今後、多くの地震データを分析してデータを蓄積することで、増幅率の変化量から液状化の程度を定量評価する期待がもたれる。

**謝辞:** 本研究は、ミサワホームによる「小規模構造物における基礎地盤の安定化手法に関する研究」の支援を受けました。ここに記して謝意を表します。

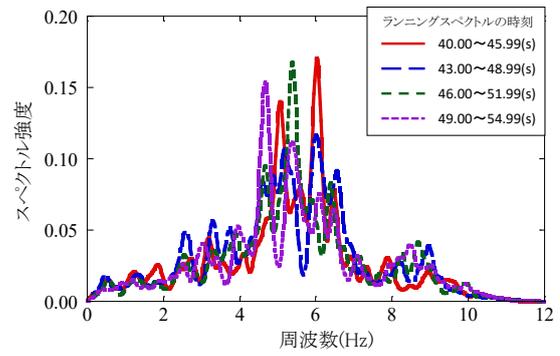


図4 ひたちなかにおける解析初期のランニングスペクトル



図5 震源地の分布

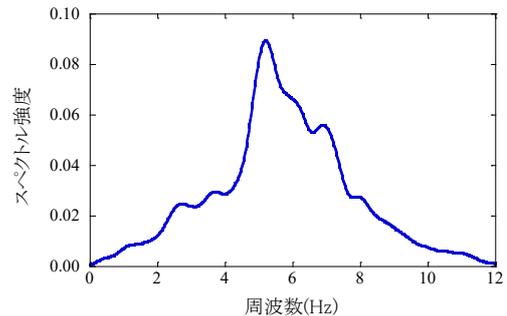


図6 10件の小地震から得られたひたちなかの地盤の周波数特性

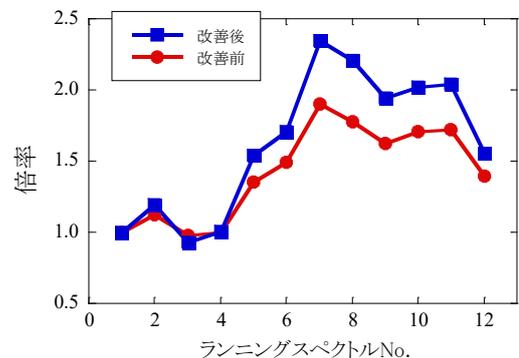


図7 ひたちなかにおける結果の比較

**参考文献**

1) 相田俵吾, 森友宏, 単一の地震計を用いた地盤の液状化判定手法の開発, 第48回土木学会関東支部技術研究発表会, Web /DVD-ROM III-16, 2021.