

地震計の加速度記録を用いた地盤の液状化発生の判別手法の検討

前橋工科大学 学生会員 ○樋澤 優 前橋工科大学 正会員 森 友宏

1. 研究背景と目的

ミサワホームでは戸建住宅の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を提供しているが、将来的に液状化判別のサービスを提供予定である。本研究ではミサワホームと東北大学との共同研究で実際の地震発生状況を再現する模型試験を行い、液状化発生時の加速度記録、水圧記録を取得する。そして、地震計による加速度記録から液状化発生の有無を判別する手法を検討する。

2. 液状化発生の有無を判別するための検討

本研究で液状化判別のために実施した加速度記録の加工のフローチャートを図1に示す。

実験により得た地表面における加速度波形（図2参照）を、加震中の地盤の卓越周波数変化（ランニングスペクトル）を見るためにフーリエ変換（以下、FFT）を用いてスペクトル解析を行う。ランニングスペクトルを求める時間帯は、東北大学が過剰間隙水圧を元に判別のために地盤における液状化の危険性の度合いを示す Damage degree of liquefaction (DDL) を用い、それぞれの DDL ごとに分けた（図3参照）。これをランニングスペクトル1とする。FFT をかける際に、計測時間によるスペクトル形状を把握すべく、ある時間間隔毎にデータを切り抜く。本研究では時間間隔を6秒（600データ）と一定にし、3秒ごとずらして加速度データを切り抜いた。ランニングスペクトルを平滑化する際のバンド幅は0.8Hzとした。

次に、スペクトル強度に対する震動の大きさの影響を小さくするため、ランニングスペクトル1において、それぞれの時間における加速度波形の積分値で除算を行う。これにより得られるものをランニングスペクトル2とする。液状化の判別において低周波数側のスペクトルの増加分が重要であるため、ランニングスペクトル1、ランニングスペクトル2にお

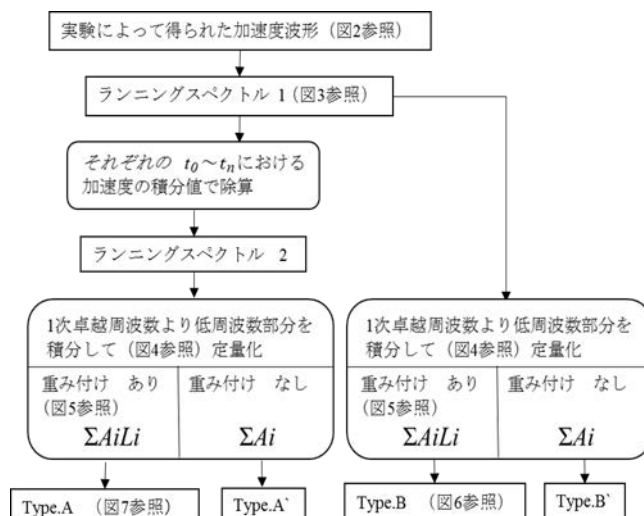


図1 本研究におけるフローチャート

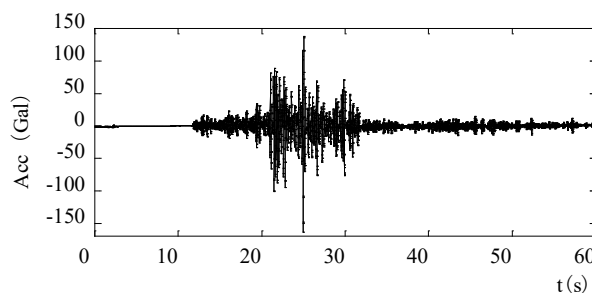


図2 石巻（宮城県沖地震）の地表面の加速度波形

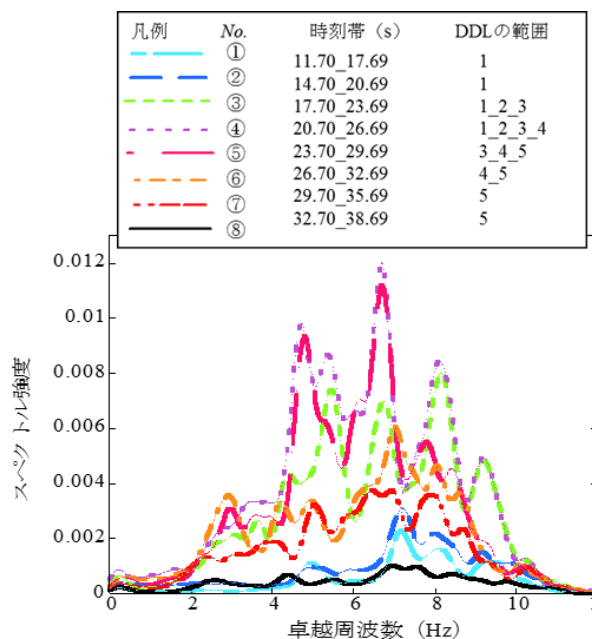


図3 ランニングスペクトル

キーワード 液状化、加速度波形、ランニングスペクトル

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 番地 1 前橋工科大学 TEL : 027-265-0111 E-mail : maebashi-it.ac.jp

いて最も初期の時間帯の加速度データにおける1次卓越周波数より低周波数部分を積分して定量化を行う(図4参照)。定量化を行うにあたって、積分値に1次卓越周波数からの長さを掛ける事で重み付けを行う(図5参照)。重み付けを行ったものを行わないものを作成し、それぞれのDDL=1の初期波との倍率を取り、これによって液状化判別を行った。

3. 結果と考察

図6、図7はそれぞれの条件から得られた結果において、DDLごとにどの倍率のものがどれくらいの頻度で表れているのかを表した図である。

図6による判別はDDL=5を示す倍率の幅が広く、標準偏差が低いため適していない。図7はDDL=5を示す倍率の幅が狭く、標準偏差が小さいため、液状化判別に適しているといえる。

図7において液状化判別は可能であるが、精度は良いとは言えない。例えば、倍率2.0を閾値として定めてしまうと、DDL=2~3までが含まれてしまう。この原因は、本研究においての実験の流れによるものであると考えられる。本研究における実験では、1つの供試体に対して、加える震動を小さいものから大きいものへと順次大きくしていった。1つの供試体で複数回実験を行ったことで、前回の加震によるダメージが地盤に残っており、DDLが小さいのにもかかわらず、卓越周波数が低周波数側へとシフトしてしまっているデータが散見された。これが含まれる事により図7の精度が落ちたと考えられる。

今後改善するには、一回の実験においてDDL=5を示したら供試体を変えることで、精度の良いデータが得られると考えられる。

4. まとめ

本研究によって1点の地震計により得た加速度波形から液状化発生の有無を判別する手法を提案できた。上記に示したような実験を行い、多くのデータを用いれば精度の高い液状化判別が出来ると考えられる。

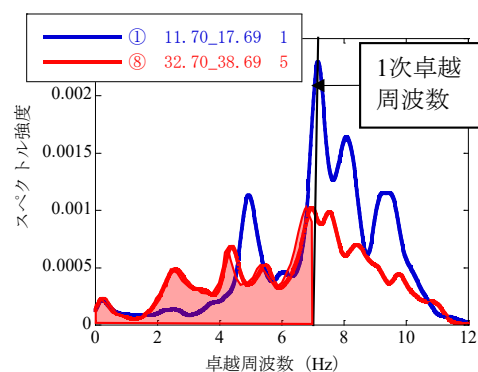


図4 積分の例

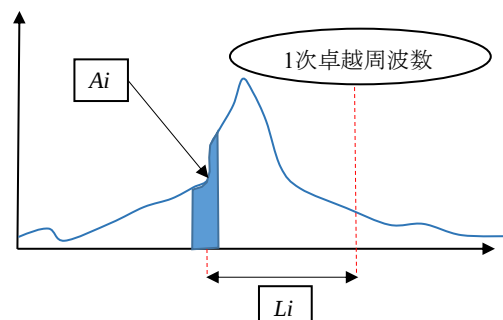


図5 重み付け積分の模式図

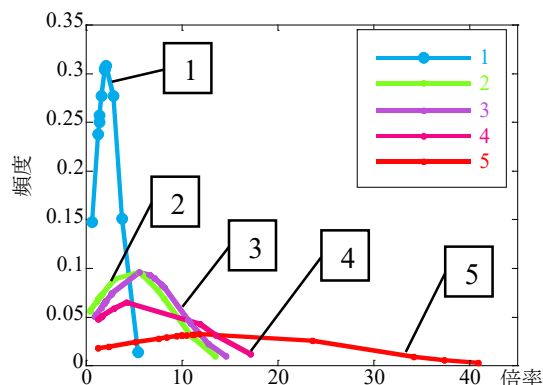


図6 ランニングスペクトル1におけるDDL毎の確率密度(図1中のType.Bに相当)

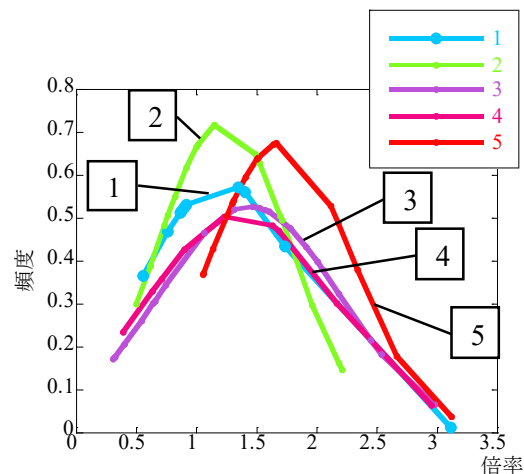


図7 ランニングスペクトル2におけるDDL毎の確立密度(図1中のType.Aに相当)