

I - B 431

地震波形を用いた液状化判定

東京ガス株式会社 防災・供給センター 正会員 中山渉、清水善久
東洋大学 工学部 正会員 鈴木崇伸

1. はじめに

液状化現象はライフラインを始め、構造物の被害を大きく増加させる要因の一つであるため、地震発生直後に液状化の発生と程度を知ることは二次災害の軽減のために重要である。東京ガスでは地中の間隙水圧を測定する液状化センサーを20個所に設置し、24時間の監視を行っている。一方、東京ガスの供給エリアには3600個所の地区ガバナと呼ばれるガス整圧器があるが、そこには、SI値を用いた感振遮断装置が設置されている。この遮断装置に用いているSIセンサーは1998年の1月から更新を始めている。更新している新しいSIセンサーは波形記録が可能であるため、適当なロジックを組み込めば極めて高密度な液状化検知網を実現することが可能であり、地震発生時の被害量の推定に有効な情報となる。そこで、本研究では新型のSIセンサーに応用することを念頭において、過去の地震波形について、液状化検知に必要な地震動のパラメータとその閾値の決定を試みた。その結果、既存の波形に関しては地表の地震波形だけをもとにほぼ100%の液状化検知を行うことが可能であることがわかった。

2. データとケーススタディ

本研究では71個の地震波形を分析した。そのうち、9データについては液状化が発生したことが分かっている。残りは液状化がなかったものと、未確認なものである。表1に液状化した観測点の一覧を示す。

表1 液状化した事例

番号	地震名	観測点	事例
1	日本海中部	青森	あり
2	日本海中部	八郎潟	あり
3	日本海中部	津軽大橋	あり
4	兵庫県南部	尼崎	激しい液状化あり
5	兵庫県南部	神戸港	激しい液状化あり
6	兵庫県南部	ポートアイランド	激しい液状化あり
7	兵庫県南部	東神戸大橋	激しい液状化あり
8	Superstition Hill	Wildlife	激しい液状化あり
9	新潟	川岸町	激しい液状化あり

3. 液状化波形の特徴と判定パラメータの計算法

液状化地点で記録した地震波形には以下のような特徴がある。この特徴を、計算が簡単な方法で求めたパラメータを使い、判定する。

（特徴1）加速度波形の割に変位が大きく、波形はサイン波に似ている

地震動がサイン波の形をしている場合、変位（D）はSI値と最大加速度（Amax）を用いて、近似的に以下のように与えられることがTowhata et al.(1996)によって示されている。

$$D=2SI^2/A_{max}$$

本研究ではこの値を用いる。この方法は新型のSIセンサーがSIや、Amaxを常時計算しているこ

Key Words: 液状化判定, 地震波形, 大きい変位, 長周期, 十分な大きさの地震動

連絡先 〒105-8527 東京都港区海岸 1-5-20 防災・供給センター
TEL 03-5400-7620

とから、最も計算しやすい数式である。

（特徴 2）長周期である。

地震動の固有周期は地震波形が基線を横切る時間間隔（ゼロクロス時間）をもとに推定する。

4.液状化判定

液状化波形の特徴は、3.で述べた通りであるが、前提として緩い砂地盤が存在することと、そこに一定以上の地震動が生じることが必須である。そのため、まず液状化が発生するために必要な地震動の大きさとして、2つのパラメータ（ A_{max} 、SI）の閾値、

$$(i) \quad A_{max} > 100 \text{ gal}$$

$$(ii) \quad SI > 20 \text{ kine}$$

を設定した。その条件下で液状化波形の特徴を表す2つのパラメータ（変位：D、固有周期：T）が以下の条件、

$$(iii) \quad D > 10 \text{ cm}$$

$$(iv) \quad T > 2.0 \text{ sec}$$

を満たすものを“液状化”と判定することとした。この方法で過去の地震波形を分析した結果、ほぼ100%の液状化を判定出来ることが明らかとなった。

判定結果を図1に示す。

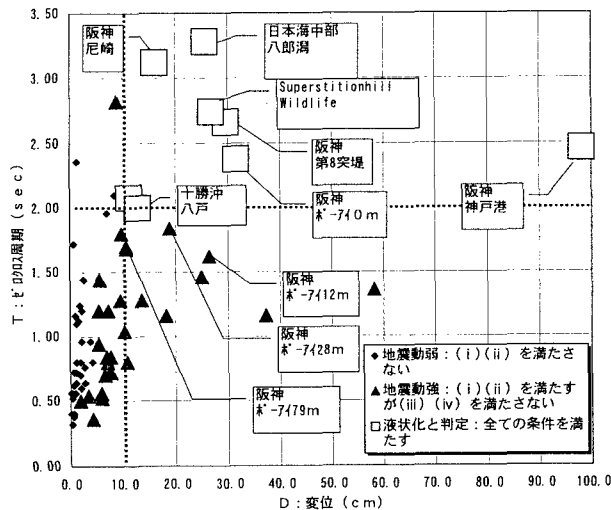


図 1：液状化判定結果 (i)～(iv)の閾値で、ほぼ全ての液状化記録を判定できている事が分かる。

5.まとめ

本研究の結論は以下の通りにまとめられる。

- 簡単で実用的な、地震波形を用いた液状化判定手法を確立した。
- 判定方法は、変位と周期の2つのパラメータが、閾値を同時に超える、という条件である。
- 変位と周期に近似式を用いても、液状化は十分判定可能である。
- 本判定方法は、主な過去の液状化波形のほぼ100%を判定できる。
- 本判定方法は、一般的な地震計であればどんな物にでも簡単に応用できる。