

I-747

数点の液状化センサーデータを用いた地震直後における広地域の液状化有無の判定手法

神戸大学大学院 学生員○尾崎竜三
神戸大学工学部 正会員 高田至郎
大阪ガス(株) 正会員 小川安雄

1. はじめに ライフライン施設の震後復旧を迅速に行うためには地震動強度および液状化発生の有無を早期に把握し、復旧対策に関する情報を得ることは非常に有益と言える。地震動については限られた数の観測機器からの実測データを用いて供給地域全体の地震動分布を推測する手法が提案されているが¹⁾、液状化に関するもの²⁾はほとんどない。現在水位上昇量により間隙水圧を測定できる液状化センサーが開発され実用に供されようとしている。その際には限られた地点に設置された液状化センサーおよび地震計の実測データを用いて供給地域全体における液状化発生を推定する必要がある。本研究では点データである液状化センサーおよび地震計の情報より供給地域全体の液状化発生の有無という面データとして拡張する手法を提案する。

2. ニューラルネットワークによる液状化の重み推定 地盤の液状化は、当該地点での地震動強度、地盤種別、微地形など様々な要因による。種々の要因の多変量解析を行う手段として定性的な要因を考慮できること、また過去の経験データを生かすといった理由からニューラルネットワークを液状化判定手法として用いる。本研究では大阪市内エリアを300m×400mの

表-1 入出力要因

入出力	地盤種別			微地形			震度階				P _L 値*		
	I	II	III	A	B	C	IV	V	V*	VI	1	2	3
出力	液状化			* P _L 値についての区分									
	有	無		1 : P _L =0, 2 : 0<P _L ≤5, 3 : 5<P _L									

表-2 想定地震

マグニチュード	震源	震央距離	地震の種類
case1	8.1 東経135度50分、北緯33度10分	94km	海洋型大規模地震
case2	7.7 東経134度49分、北緯34度56分	73km	内陸遠地型大規模地震

メッシュに分割しそのメッシュ毎に液状化発生の重みをニューロで推定する。今回作成したニューラルネットワークは、入力層細胞数13、中間層細胞数6、出力層細胞数2の3層構造とし、入出力要因は表-1のとおりである。入出力要因の得られる新潟・日本海中部・宮城県沖地震での液状化地域およびその周辺から学習値を抽出し10万回のバックプロパゲーション法で学習させた。またそのネットワークを用いて表-2に示す想定地震を発生させた時の液状化有無に関する重みの推定結果を図-1、図-2に示す。どちらも沿岸沿いなどの液状化しやすいと思われる地域では重みの値は大きくなること、震源が海洋にあるcase1に比べて内陸にあるcase2の方が大きい重みを持つメッシュの分布がみられること、またcase2の方が重みのばらつきがあまりなく0.9以上と0.3以上0.4未満に偏っていることなどが分かる。

3. 液状化センサーを導入した液状化判定手法の提案

ニューラルネットワークを用いて多変量によるメッシュの液状化の重みは推定できるのでその重みのどの値が液状化有無の境界値になるかを決定する。液状化センサーはメッシュの液

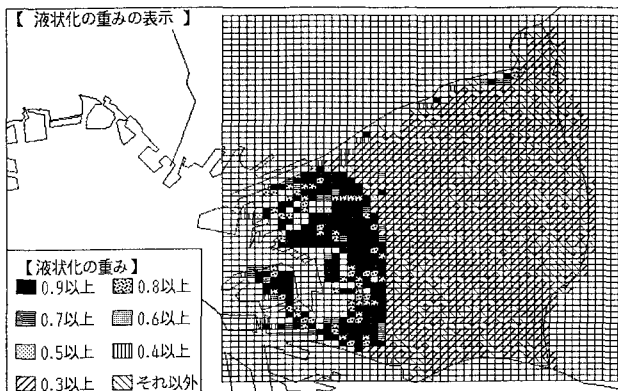


図-1 液状化の重みの推定値の分布(case1)

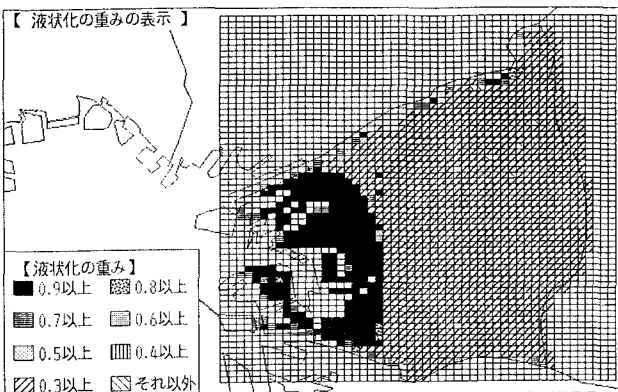


図-2 液状化の重みの推定値の分布(case2)

液化可能性をツク分けしてそのツクに属するメッシュのどこかに設置されているものとする。まずニューラルネットワークから得られる重みとセンサーから得られる間隙水圧比には正の相関があると仮定し、負の相関がある場合にはその関係を補正していく。また境界値の決定のためにも同様の操作を行う。その際にはボリリングデータが豊富で、加速度が的確に得られるメッシュを液化化可能性ごとに選択し、そのメッシュ毎に液化化と関係が深い最大加速度、 F_L 値および P_L 値を用いる。

3.1 補正手法 補正および境界値の決定は図-3に示すフローに沿って行う。その際に推定値の重みは液化化有に因するもので交点の重みが0.5以下のものについては考慮しない、および重み～間隙水圧比関係が負の相関を持つ回帰式は考慮しないという仮定を設ける。

3.2 具体例・判定結果 液化化センサー設置6地点、補正に用いるメッシュ9個をボリリングデータが得られるメッシュの中から選択する。想定地震はcase2とし、用いるデータについて重みは作成したニューラルネットワークから、補正に用いる A_{max} は、地震動モニタリングシステム¹⁾から、 F_L 値と P_L 値はボリリングデータをもとに算定した。またセンサー設置点の間隙水圧比は常田らの F_L 値～間隙水圧比関係²⁾を用いて算定した F_L 値より求めた。図-4に示すように仮のセンサー設置点の間隙水圧比～重み関係は正の相関があるので境界値を算定していく（図-5、図-6、図-7）。結果としていくつかの交点が得られたが、平均を取り境界値を0.660とした。液化化判定として図-2の重み分布に得られた境界値を用いると図-8の結果となった。この結果を見ると海岸沿いや河川沿いなどの液化化しやすいと思われる地域において液化化有と判定されていることから妥当な結果が得られたと推定できる。

4. まとめ ニューラルネットワークおよび液化化センサーを導入した液化化判定の一手法を提案した。図-8で示されるような結果となったが、想定地震の異なるcase1についてもよく似た結果が得られている。そのためニューラルネットワークの分析要因の選択、境界値の求め方などに対して、今後精度向上を計る必要がある。

【参考文献】 1) 福井真二：地震動モニタリングネットワーク構築理論とシステム制御における意志決定に関する基礎的研究、神戸大学修士論文、1993.3。 2) 高田至郎、高谷富也、小川安雄、福井真二：地震動モニタリングとライフラインのリアルタイム被害推定、構造工学論文集、1993.6。 3) 常田賢一、吉田精一、後藤勝志：流動化地盤と杭基礎の模型振動実験、土木技術資料、23-1、1981.1。

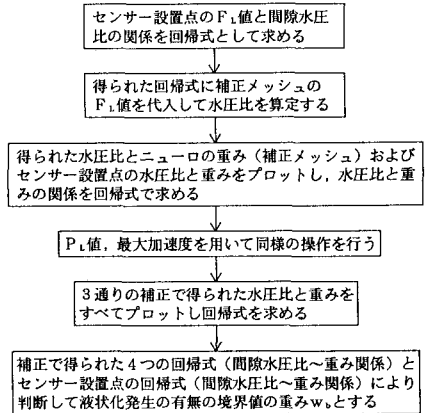


図-3 補正手法のフロー

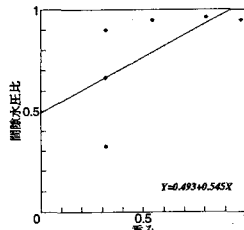


図-4 重み～間隙水圧比関係（仮想実測値）

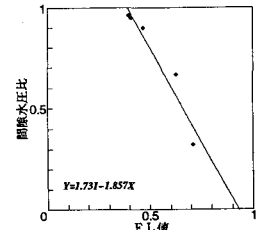


図-5 F_L 値～間隙水圧比関係

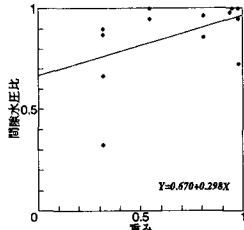


図-6 重み～間隙水圧比関係（ F_L 値補正）

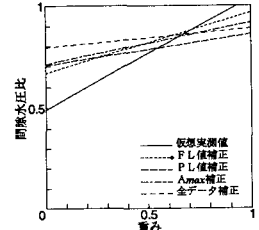


図-7 全ての回帰直線

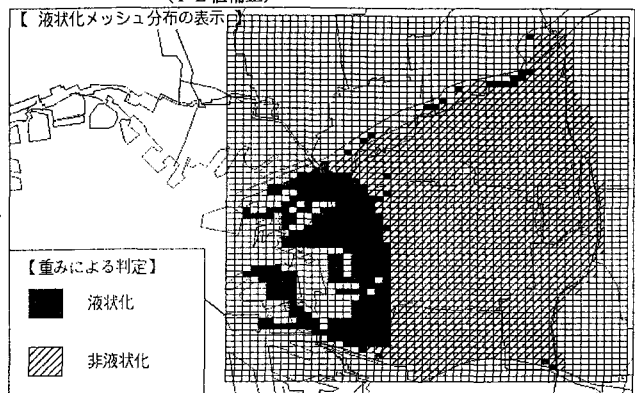


図-8 液化化判定結果