

神戸大学大学院 学生員 〇尾崎竜三 神戸大学工学部 正会員 高田至郎
 大阪ガス 正会員 小川安雄 大阪ガス 正会員 藤田祐介

1. はじめに

地中ライフライン施設は、その特性上液状化が発生した場合には、そうでない場合の数倍の被害が発生するため液状化発生の有無を早期に把握することは非常に有益であると言える。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ている。その際には、限られた地点に設置される液状化センサー及び既存の地震計から得られる実測データを用いて供給地域全体の液状化発生を推定する必要がある。本研究では、点データとして得られる情報を面データに拡張する手法を提案する。

2. 地盤情報による液状化可能性の推定

液状化の判定に単一の地盤情報を用いるよりは、複数の指標を組み合わせて用いる方が良いと考えて、微地形区分という定性的な要因の考慮が可能で、また地下水位などの定量的な要因も考慮できるニューラルネットワークを用いて地盤の液状化可能性を評価する。本研究では、過去の地震（新潟地震・日本海中部地震・宮城県沖地震）時に液状化の発生した地域及びその周辺より得られた液状化の有無とその箇所のボーリングデータから得られる地盤情報を教師データ

表-1 入力要因とカテゴリ

地下水位			5mまでの砂層厚		
$0 \leq z \leq 3$	$3 < z \leq 5$	$5 < z$	$0 \leq B \leq 1.5$	$1.5 < B \leq 3.5$	$3.5 < B \leq 5$
5mまでの平均N値			微地形区分		
$0 \leq N \leq 10$	$10 < N \leq 15$	$15 < N$	A	B	C
250galでの P_L 値					
$0 \leq P_L < 5$	$5 \leq P_L < 15$	$15 \leq P_L$			

として用いる。入力要因は表-1のとおりである。また出力要因については、それぞれの要因のカテゴリに含まれるデータ数を割合として与えることで収束性の良いニューラルネットワークを作成することができた。作成したニューラルネットワークは入力層ユニット数15、中間層ユニット数9、出力層ユニット数1の3層構造である。

ここで、実際の事例とどの程度合っているかを調べるために、実際の結果（液状化：1、非液状化：0）とニューロの出力値の誤差の頻度を考え、液状化事例について頻度分布を図-1に示す。これを見ると、かなり精度よく学習されていることが分かる。

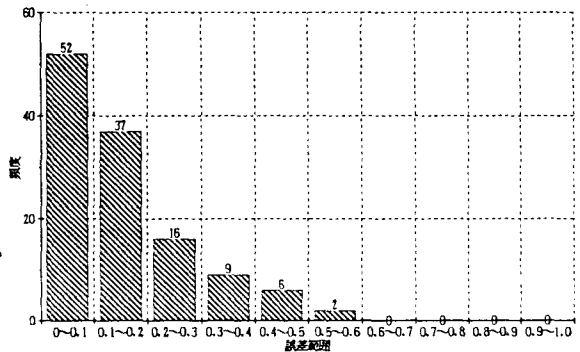


図-1 誤差の頻度分布

3. 液状化センサーから得られる情報の考慮

ニューラルネットワークを用いて情報の存在する地点ごとに液状化可能性の重みが得られるので、コンタ図（図-2）を描けば面的な液状化可能性として扱うことができる。そこで液状化発生の重みの境界値を決定することを考える。

液状化センサーからは、水位上昇量が得られるので、そこから間隙水圧を求めることができる。本研究では、有効応力をあらかじめ測定しておくことで、液状化センサーから得られる情報を間隙水圧比として用いることにする。まだ液状化センサーは設置されていないので、ここでは加速度300gal, 350galを与えた場合を想定して F_L 値を算定し、 $F_L \sim$ 過剰間隙水圧比関係¹⁾を用いて間隙水圧比を求めた。かりに液状化センサーが数地点に設置されているとした場合、その地点では、2.のニューラルネットワークより液状化可能性が得られる。

Ryuzo OZAKI, Shiro TAKADA, Yasuo OGAWA, Yusuke FUJITA

そこで、液状化センサー設置点について液状化の重みと間隙水圧比の関係を求め、地中管路に被害を及ぼすような間隙水圧比に対応する液状化可能性の重みを液状化発生・非発生の境界値として扱うことで、その境界値を用いて地域全体についての液状化発生をとらえることができる。

3.1 具体例

仮に液状化センサーが12点に設置されているものとする。加速度300galおよび350galを与えた時ニューラルネットワークより得られ

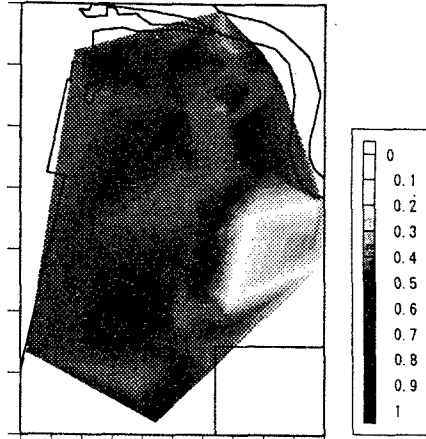


図-2 重みの分布 (能代地域)

る重みと F_L 値から求めた間隙水圧比の関係を図-3、図-4に示す。今、初期の液状化として間隙水圧比が0.8になった場合を限界として考える。そのとき図-3、図-4から境界の重みはそれぞれ $w_b=0.818$ 、 $w_b=0.586$ となる。これを図-2に適用した場合の液状化判定結果を図-5、図-6に示す。また実際の液状化発生地域を図-7に示す。加速度が実際とは異なるためこのような結果になっているがかなり良い傾向が見られていると言える。また加速度を一様に300galとして与えた場合より350galとして与えた場合の方が液状化と判定される地域が広がることも妥当な結果が得られていると推定できる。

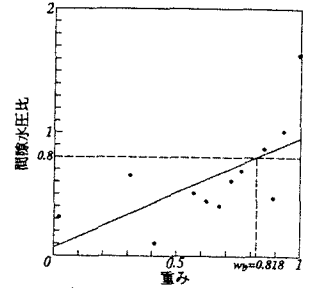


図-3 重み～間隙水圧比関係 (300gal時の F_L 値)

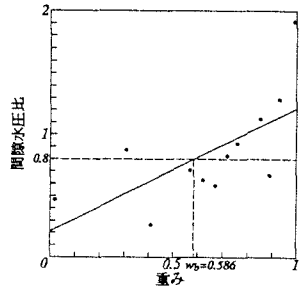


図-4 重み～間隙水圧比関係 (350gal時の F_L 値)

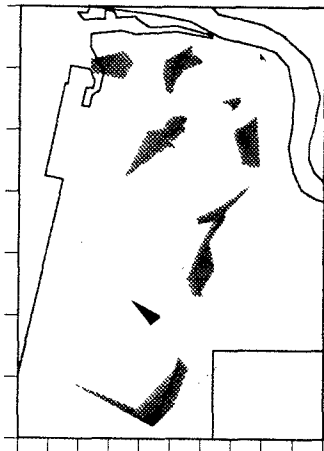


図-5 液状化判定地域 (300gal時)

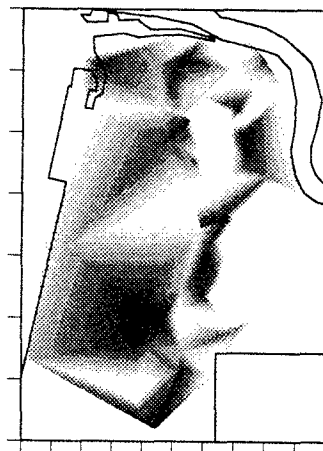


図-6 液状化判定地域 (350gal時)

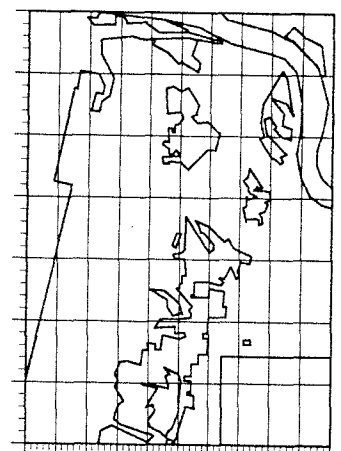


図-7 実際の液状化地域

4. まとめ

ニューラルネットワークを用いて地盤の液状化可能性を評価し、また液状化センサーから得られる情報により液状化判定を行う手法を提案した。3.1のような結果が得られたが、今後はケーススタディを行って精度向上を図る必要がある。

【参考文献】

- 1)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.