

香川大学工学部

正会員 ○ 白木 渡

香川大学工学部

正会員 井面 仁志

(有) シー・エー・イー

正会員 伊藤 則夫

(株) FK 開発センター

平山 文子

1 まえがき

有数の地震大国である日本ではその被害を最小に押さえるため、さまざまな手法で地震発生予測や地盤状態の推定が行われている。推定の情報源となるボーリングデータは、これまでの数多くの調査によって蓄積され、しかも GIS¹⁾の普及によって容易に検索・表示できるようになった。また、これまで専門家の経験に頼って行われてきた地盤状態の推定にも、新しい情報処理手法を利用した地盤特性値の空間分布推定が行われるようになってきている。本研究では、既存ボーリングデータと新しいアルゴリズムである拡張 SOM 手法²⁾を用いて、精度の良い地盤物性値の空間分布推定値を得る方法を示し、その有効性を示す。

2 GIS を利用した地盤情報の整理

GIS とは、地図を媒介としてデータやシミュレーション結果を視覚的に表現する地理情報システムである。本研究では、地盤調査の目的で行われるボーリングの結果をまとめたボーリング柱状図を収集し、GIS 機能を持つシステムを用いてデータベース化していく。そして、解析対象として N 値を考える。N 値は地盤の強度特性を知る上で非常に有用な地盤特性値である。

しかし、大径の礫や玉石の層では過大な値をとること、深度が 30m を超えると過大な値を与えること、また測定された N 値においては、砂質土地盤と粘性土地盤では同じ N 値であってもその工学的意味は異なることなど N 値を評価する際には注意しなければならない点もある。

3 拡張 SOM について

人間の脳の情報処理方式を模したニューラルネットワーク手法が新しい情報処理手法として利用されるようになってきている。その中でも有力な学習法として SOM²⁾と CPN²⁾が注目されている。SOM (Self-Organizing feature Map) は、「自己組織化特徴マップ」ともいい、入力データの類似度を自動的に見出して似た入力同士をネットワーク上の近い位置にマッピングすることができる。一方で CPN (Counter Propagation Network) は、既学習のパ

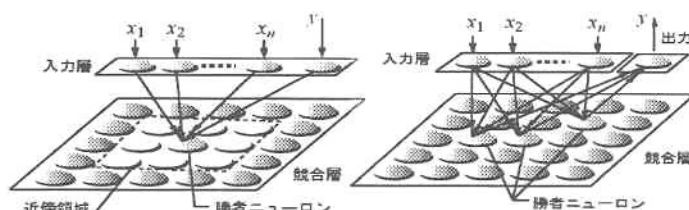
ターンから類似したものを選び任意点において新しいパターンを作り出して補間値を求めることができる。この両者の長所を取り入れて考案されたのが拡張 SOM である。拡張 SOM は SOM の近傍学習による高い関数近似能力と、任意点での補間値を即座に求めることができる CPN の補間アルゴリズムを取り入れた新しいアルゴリズムである。拡張 SOM の基本構造は図 1 に示すような、入力層と競合層から成る 2 層構造であり、入力ベクトルを学習してネットワークを構築する学習モードと学習済みのネットワークを利用して入力ベクトルに適した出力ベクトルを得る補間モードの 2 つの動作をとり、学習を行っていく。

本研究では、ニューラルネットワーク学習システムを用いて推定を行う。最適な補間値を求めるための学習打ち切り回数など、拡張 SOM に指定されているパラメータの値は学習を重ねて決定していく。

4 拡張 SOM を用いた N 値の分布推定および考察

拡張 SOM 手法での空間分布推定の精度を検証するため、図 2 に示す 6 本のボーリングのうち M2 のボーリングの N 値を未知の値と設定して推定を行う。

図 3 に示すように推定結果 (土質情報無し) を測定値や断面図と比較して検証すると、-2.0m 以下の位置では推定位置の両隣に異なる種類の土質が存在しており、土質の違いによる N 値の変動を推定結果に反映することができていないことが分かる。N 値は、実際に地中に分布している土質の種類やその性質とも深く関係していると考えられるので、今度は実際に地中に分布している土質の種類を土質情報として学習データに追加して推定を行ってみる。



<学習モード>

<補間モード>

図 1 拡張 SOM の基本構造

このボーリング断面図に含まれている砂・砂質、シルト・粘性土、砂利・礫混じり砂の 3 種類の土質ごとに平均 N 値を集計してその小さい順に 1~3 の数字を割り当てコード化する。その結果、砂・砂質は 1、シルト・粘性土は 2、砂利・礫混じり砂は 3 となった。この土質情報を学習データに追加して推定を行った結果、図 4 に示すように標高-2.0m 以下の位置で見られた測定値と推定値（土質情報無し）との誤差が改善されその有効性が確認できた。

このような結果になったのは、標高-2.0m 以下の位置において土質情報無しで推定を行った場合、推定値は M2 の両隣にあるボーリング M1, M3 で測定された小さな N 値の値のみを反映してしまったが、土質情報を追加して推定することでその位置に存在している土質に見合った値が推定されたからと考えられる。

次に、6 本全てのボーリングに対して土質情報無しの場合と土質情報有りの場合でそれぞれ N 値を推定し、それぞれの測定値との平均二乗誤差を算出し比較した。その結果、表 1 に示すように全てのボーリングにおいて土質情報有りの場合の方が誤差が小さくなった。このことから、6 本のボーリングに対して本研究で提案した土質情報の導入ならびにそのコード化の有効性が確認できた。

5 あとがき

本研究では、拡張 SOM 手法を用いて重要な地盤特性値の 1 つである N 値を推定し、その精度を検証した。その結果、専門家がより多くの地盤情報を考慮して推定を行うように、土質の種類をコード化して土質情報を追加し推定を行うことの有効性を確認することができた。しかし、同じ土質でも分布している深度によって N 値の値の範囲が異なることなどから、土質ごとに集計した平均 N 値をコード化するだけでは不十分であり、土質のコード化をどのように細分化していくかが今後の課題となってくる。また、最適な補間値を求めるための学習打ち切り回数など、拡張 SOM に指定されているパラメータの最適値を模索していくことも必要である。

参考文献

1) 国土空間データ基盤推進協議会, 船木春仁,『GIS 電子地図ビジネス入門』, 東洋経済新 2000.11.
2) 伊藤則夫,『自己組織化ニューラルネットワーク手法を用いた地盤特性値の空間分布推定手法に関する研究』, 博士論文, 2000.9.

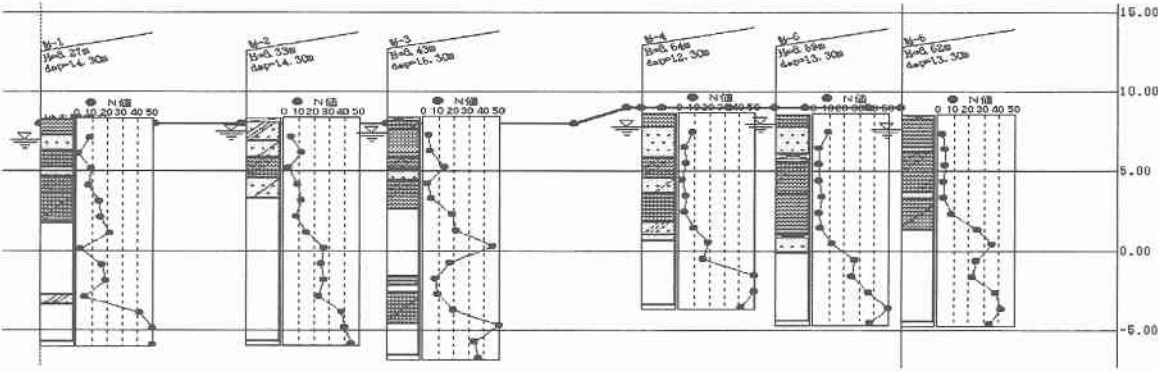


図 2 断面図

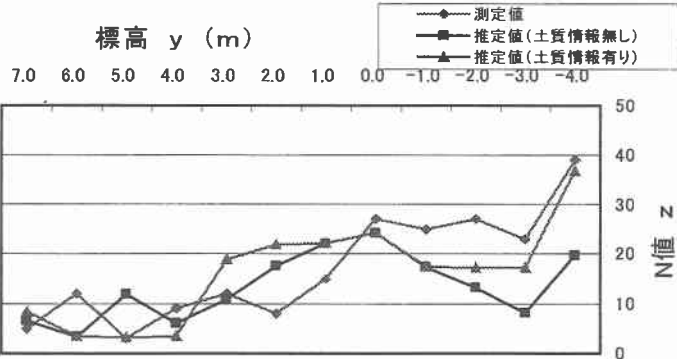


図 3 土質情報の有無による N 値推定結果比較

表 1 平均二乗誤差の比較

	土質情報無し	土質情報有り
M1	110	70
M2	97	50
M3	246	68
M4	174	97
M5	56	23
M6	92	51