

第Ⅲ部門

大阪市およびその周辺地域における一軸圧縮強度の予測に対する
ニューラルネットワークの適用性

大阪大学大学院 学生員 ○鈴木 迪彦
 大阪大学大学院 学生員 岡田 守道
 大阪大学大学院 正会員 小田 和広
 大阪大学大学院 正会員 常田 賢一

1. はじめに

近年、過去に行われた地盤調査結果がデータベース化されつつある。それらのデータベースは様々な分野において有益な情報源として再利用されつつある。データベースに蓄積される情報が増加すればするほどその価値は高まるが、一方で、大量のデータを処理しなければならないという問題も大きくなる。ところで、AI 技術のうち、ニューラルネットワーク(以下 NN)はデータマイニングの基本技術として市場分析や商品開発といった分野で広く用いられている。筆者らは NN を用いて大阪湾海底堆積粘土の力学特性の評価に関する研究を行ってきた¹⁾。本研究では、NN を利用して大阪市とその周辺地域における一軸圧縮強度の予測と、それを通じて一軸圧縮強度の地域性について検討する。

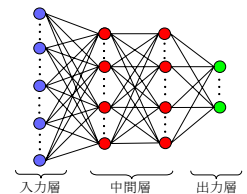


図-1 NN の構造

2. ニューラルネットワーク

NN とは、脳にある神経細胞（ニューロン）の情報伝達のしくみを数理的にモデル化した情報処理機構である。ある項目について何らかの因果関係が存在すると思われるが理論式までは解明できていない、しかし何とかして予測は行いたい場合に NN が効力を発揮する。

図-1 は NN の構造を示している。NN は入力層、中間層、出力層という階層状を成している。このうち、予測項目が出力、その予測項目に対する影響因子が入力となる。モデルの構築にあたっては、入力値と出力値が既知である学習用データを NN に与え、予測値と学習値の誤差が小さくなるように層間の重みを変化させる。

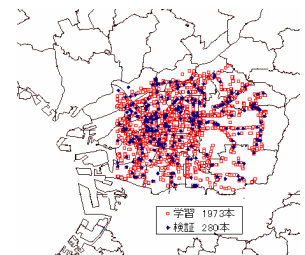


図-2 ボーリング位置

3. 解析手順

本研究では、大阪市及びその周辺地域で過去に行われた地盤調査の結果（ボーリング数 2253 本、図-2）を使用し、以下の手順で解析を行った。

手順 1：使用するボーリングデータを学習用（1973 本）と検証用（280 本）の二つに分ける（図-3）。そして、それぞれのデータを表-1 の使用条件でデータの欠損や誤入力による異常値などを除く。なお、解析には SPSS 社『Clementine Graduate Pack 7.1』を使用した。

手順 2：学習用データに NN を適用させ予測モデルを構築する。入力は、図-4 に示す 15 あるいは調査地点の緯度・経度を加えた 17 項目とし、出力は一軸圧縮強度の 1 項目とした。ここで、緯度・経度は一軸圧縮強度の平面的な分布特性に対する影響因子と考えた。NN の形状は中間層 1 つのニューロ数 20 と中間層 2 つのニューロ数 20-15 または 12-8 の計 3 タイプとした。

手順 3：学習を完了したモデルに検証用データを適用させ、モデルの優劣を評価する。本研究では、真値と予測値の絶対平均誤差および相関係数に着目した。

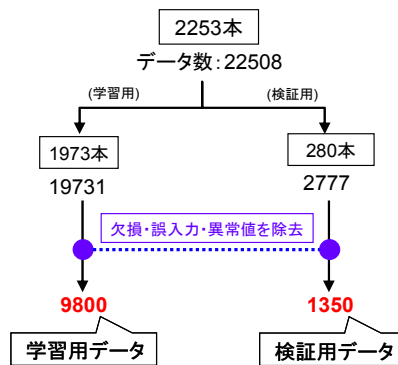


図-3 解析手順

表-1 使用条件

項目	使用条件
試料採取平均深度(G.L.-m)	0~80
土質分類	粘土
液性限界 (%)	20~150
塑性限界 (%)	10~60
土粒子密度 (g/cm³)	1.6~3.5
自然含水比 (%)	10~200
湿潤密度 (g/cm³)	1.3~3.0
間隙比	0.5~4.0
飽和度 (%)	90~120
供試体高さ (cm)	6.0~12.0
供試体直径 (cm)	3.0~5.2
一軸圧縮強度 (kgf/cm²)	0.1~10
破壊ひずみ (%)	0.5~14.95

4. 一軸圧縮強度の地域性

表-2 は各モデルにおける検証段階の予測精度を示している。いずれの予測においても相関係数は 0.785 以上であることから NN によって比較的妥当な予測モデルが構築できたものと考えられる。

また、いずれのモデルにおいても入力項目に緯度・経度を加えると予測精度が向上している。すなわち、大阪市とその周辺地域という比較的限られた範囲内においても一軸圧縮強度には図-4 に示す影響因子では表現できない何らかの地域性があるものと考えられる。そこで、そのような地域性について考察するため、予測精度が一番向上した中間層 1 つのニューロ数 20 のモデルを用いて、入力項目における緯度・経度の有無による予測値への影響について調べた。図-5 はその結果を示している。青と白の円はそれぞれ予測値の増加と減少を表している。また、円の大きさはその割合を示している。楕円で囲んだ枠内において増加が顕著である。図-6 は大阪市及びその周辺地域の表層地質²⁾を示している。図-5 における楕円の枠と上町台地が概ね一致している。つまり、上町台地のようにその周辺と大きく地質特性が異なる影響を入力項目に緯度・経度を加えることによってある程度表現できたものと考えられる。

次に、上町台地の影響を排除するため図-5 を図-7 のように A と B にエリア分けし、それらの絶対平均誤差を比較した(図-8)。分割前と分割後と比較すると両エリアともに誤差が小さくなっている。次に緯度・経度を入力項目に加えて予測を行った。その結果、エリア A では誤差の変化がほとんど無かった。したがって、エリア A の範囲内では、一軸圧縮強度の地域性がほとんど無いものと考えられる。一方、エリア B では誤差が小さくなったことから、地域性がなお存在するものと考えられる。

15項目	1. 地盤標高	[m]
	2. 試料採取深度	[G.L.-m]
	3. 粒度組成	レキ [%]
	4. " "	砂 [%]
	5. " "	シルト [%]
	6. " "	粘土 [%]
	7. 液性限界 LL	[%]
	8. 塑性限界 PL	[%]
	9. 土粒子密度	[g/cm ³]
	10. 自然含水比 ω	[%]
	11. 湿潤密度 ρ_t	[g/cm ³]
	12. 間隙比 e	
	13. 飽和度 S_r	[%]
	14. 供試体高さ	[cm]
	15. 供試体直径	[cm]
17項目	16. 緯度	
	17. 経度	

図-4 入力項目

表-2 各モデルにおける予測精度

		20	20-15	12-8
入力項目15個 (緯度・経度なし)	平均誤差	0.651	0.617	0.634
	相関係数	0.785	0.804	0.792
入力項目17個 (緯度・経度あり)	平均誤差	0.561	0.577	0.569
	相関係数	0.832	0.818	0.828

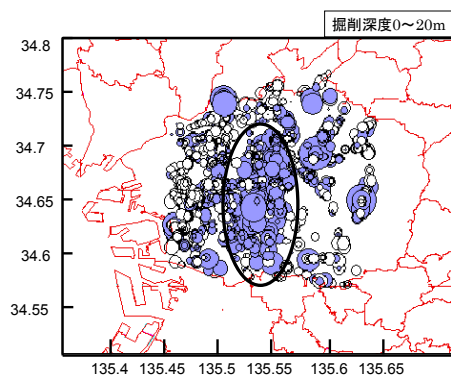


図-5 予測値に対する入力項目における緯度・経度の有無の影響

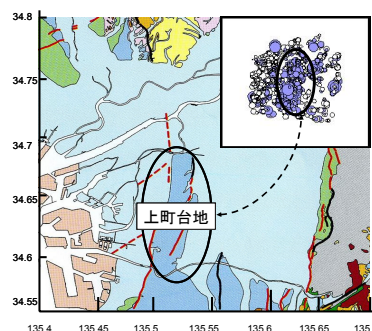


図-6 大阪市とその周辺地域の表層地質

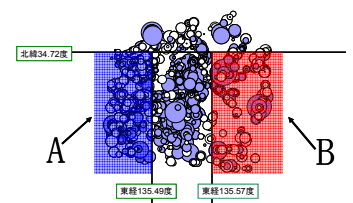


図-7 エリア分割

5. まとめ

本研究における主な結論は以下の通りである。1) NN によって一軸圧縮強度の予測モデルを構築できる。2) 入力項目に緯度と経度を加えることにより、NN による予測精度は向上する。3) NN によって一軸圧縮強度の地域性を検討することができる。

参考文献

- 岡田守道・小田和広・常田賢一：圧縮指数の推定に関するニューラルネットワークの適用性, 第 60 回土木学会概要集, 2005
- 大阪湾地盤情報の研究協議会：バイエリアの地盤と建設, 2002

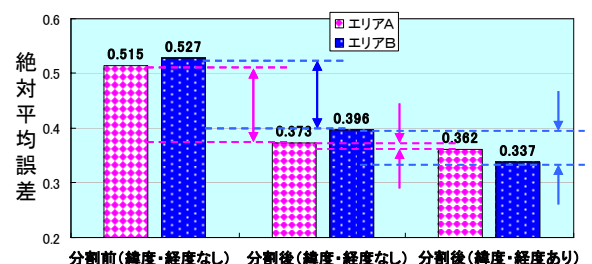


図-8 エリア分け後の予測精度の比較