

第Ⅲ部門

ニューラルネットワークを用いた大阪湾粘土の圧縮特性における地域性に関する一考察

大阪大学大学院 学生員 ○鈴木 迪彦

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

大阪大学大学院 学生員 池田 智史

1. はじめに

近年の研究¹⁾によると、大阪湾海底地盤の沖積粘土(Ma13)及び洪積粘土 (Ma12)の圧密特性は、大阪地域、神戸地域および泉南地域において大きく異なっており、顕著な地域性が存在することが分かっている。この圧密特性の違いは堆積環境の違いに起因するものと考えられているが、現在もなお、未解明な点が多い。

ところで、AI 技術の一種であるニューラルネットワーク（以下 NN）は、データマイニング、すなわち隠れた法則を見つけ出す有用な方法として様々な分野で活用されている。筆者らは、NN を使用して地盤の物理、力学特性の相関性やそれらの推定法に関する研究を行っている²⁾。そして、大阪湾粘土の圧縮挙動を NN によって高精度で予測できることを明らかにしている³⁾。そこで、本研究では、大阪湾の中でも圧縮特性が異なることが分かっている大阪地域、神戸地域および泉南地域の 3 地域に着目し、各地域の Ma13 と Ma12 の圧縮特性に影響を及ぼしている因子について調べる。さらに、これを通じて大阪湾粘土の圧縮特性における地域性と物理特性の関係について考察する。

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。図-1 は NN の構造を示している。NN は入力層、中間層および出力層という階層状の構造を成している。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。すなわちこの過程が“学習”に相当し、この学習を繰り返すことにより最適なモデルが構築される。

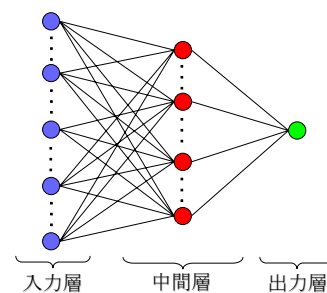


図-1 NN の構造

3. 解析手順

本研究では NN によって圧縮曲線の推定を行う。使用したデータは大阪湾の大阪地域、神戸地域および泉南地域において過去に行われた地盤調査の結果である(図-2)。また、表-1 に示すようにデータの種類は9つ用意した。個別の地域と層序に分割したケース data-1~6 だけでなく、Ma13 および Ma12 それぞれについて大阪湾の全データを統合したケース (data-7,data-8)、および全データを統合したケース (data-9) についても分析を行った。各データの標準圧密試験サンプルデータ数は表-1 の通りである。解析手順は以下の通りである。なお、解析には SPSS 社『Clementine Graduate Pack 7.1』を使用した。

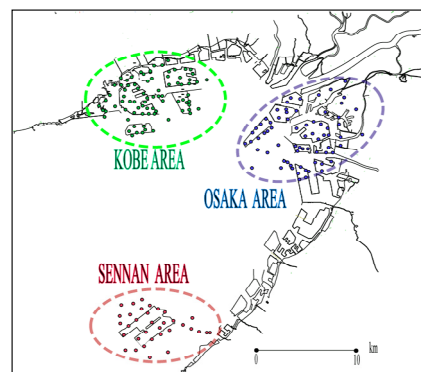


図-2 ボーリング位置

手順 1：各々のデータに NN を適用させ予測モデルを構築する。入力値は、表-2 に示す 7 項目とし、出力は 1 項目で標準圧密試験時の各載荷段階における間隙比とする。NN の形状は中間層 1 つのニューロ数 4 とした。作成されたモデルの優劣を真値と予測値の絶対平均誤差と相関係数で評価した。

手順 2：入力項目の重要度に対する評価を行う。すなわち、入力に使用した項目のうち一つの項目を入力項目から除外し、残りの項目で再度予測を行う。これを繰り返し行い、予測精度の推移を調べる(表-2)。

4. 解析結果および考察

表-3、表-4、表-5 は各地域におけるモデルの予測精度を示している。いずれのモデルにおいても Case1 の相関係数は 0.9 以上であるから NN によって妥当なモデルが構築できたとと言える。表-3、表-4、表-5 において自然含水比を除く Case6 から Case7 の過程で予測精度の低下が顕著である。このことから自然含水比は液性限界、塑性限界、土粒子密度、粒度組成（粘土、シルト）といった物理指標と比べ、土の圧密特性との関

表-1 標準圧密試験サンプルデータ数

	対象地域	地層の種類	試験個数
data-1	大阪地域	沖積粘土層 (Ma13)	1332
data-2	神戸地域	沖積粘土層 (Ma13)	2027
data-3	泉南地域	沖積粘土層 (Ma13)	657
data-4	大阪地域	洪積粘土層 (Ma12)	173
data-5	神戸地域	洪積粘土層 (Ma12)	286
data-6	泉南地域	洪積粘土層 (Ma12)	254
data-7	大阪・神戸・泉南地域	沖積粘土層 (Ma13)	4016
data-8	大阪・神戸・泉南地域	洪積粘土層 (Ma12)	713
data-9	大阪・神戸・泉南地域	沖積粘土層 (Ma13) & 洪積粘土層 (Ma12)	4729

表-2 入力項目の推移

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4	Case 5	Case 6	Case 7
圧密圧力	○	○	○	○	○	○	○
自然含水比	○	○	○	○	○	○	×
液性限界	○	○	○	○	○	×	×
塑性限界	○	○	○	○	×	×	×
土粒子密度	○	○	○	×	×	×	×
粒度組成(粘土)	○	○	×	×	×	×	×
粒度組成(シルト)	○	×	×	×	×	×	×

表-3 沖積粘土におけるモデルの予測精度

	大阪地域 (Ma13) (data-1)		神戸地域 (Ma13) (data-2)		泉南地域 (Ma13) (data-3)	
	絶対平均 誤差	相関係数	絶対平均 誤差	相関係数	絶対平均 誤差	相関係数
Case 1	0.105	0.973	0.105	0.958	0.090	0.980
Case 2	0.106	0.973	0.103	0.960	0.089	0.979
Case 3	0.106	0.973	0.108	0.957	0.091	0.979
Case 4	0.114	0.969	0.110	0.955	0.093	0.978
Case 5	0.115	0.969	0.110	0.956	0.092	0.978
Case 6	0.120	0.966	0.115	0.951	0.094	0.977
Case 7	0.297	0.788	0.197	0.845	0.205	0.877

表-4 洪積粘土におけるモデルの予測精度

	大阪地域 (Ma12) (data-4)		神戸地域 (Ma12) (data-5)		泉南地域 (Ma12) (data-6)	
	絶対平均 誤差	相関係数	絶対平均 誤差	相関係数	絶対平均 誤差	相関係数
Case 1	0.085	0.977	0.060	0.967	0.082	0.975
Case 2	0.084	0.976	0.060	0.967	0.080	0.977
Case 3	0.084	0.976	0.062	0.965	0.083	0.975
Case 4	0.087	0.974	0.063	0.963	0.084	0.975
Case 5	0.086	0.974	0.064	0.961	0.084	0.975
Case 6	0.089	0.972	0.067	0.959	0.085	0.974
Case 7	0.284	0.731	0.143	0.774	0.278	0.734

係が深いと考えられる。また、Ma12 の圧縮曲線を予測するモデルにおいて、大阪地域、神戸地域および泉南地域の各地域のそれらを単独で予測するモデル (data-4,5,6) の予測精度と、大阪湾全体のそれらを統一的に予測するモデル (data-8) の予測精度に差は見られなかった。一方、Ma13 の圧縮曲線を予測するモデルでは、大阪、神戸および泉南の各地域のそれらを単独で予測するモデル (data-1,2,3) の予測精度と、大阪湾全体のそれらを統一的に予測するモデル (data-7) の予測精度を比較すると、統一的に予測するモデルの予測精度が低下した。つまり、Ma13 の圧縮特性の地域性には、今回入力に用いた因子以外に影響を及ぼすものが存在すると考えられる。

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) 大阪湾の沖積粘土及び洪積粘土の圧縮曲線を精度良く予測するモデルをニューラルネットワークによって構築することができる。2) ニューラルネットワークを用いて大阪湾の沖積粘土及び洪積粘土の圧縮曲線を推定するうえで、自然含水比は最も重要なパラメータである。3) 今回用いたデータによって、大阪湾全体の洪積粘土の圧密特性を予測する統一的なモデルを構築することが可能である。4) 大阪湾の沖積粘土の圧密挙動に対する影響因子には今回取り上げたものの以外のものである。

参考文献

- 1) 大阪湾地盤情報の研究協議会：ベイエリアの地盤と建設, 2002
- 2) 鈴木迪彦・小田和広・常田賢一：大阪市およびその周辺地域における沖積粘土の圧縮特性に対するニューラルネットワークの適用性, 第 61 回土木学会年次学術講演概要集 pp679-680, 2006.9
- 3) 鈴木迪彦・小田和広・常田賢一・岡田守道：ニューラルネットワークを利用した大阪湾粘土の圧縮曲線に対する推定方法：第 41 回地盤工学研究発表会講演集 pp35-36, 2007.7