

1. はじめに

任意地点の地盤情報を推定しようとする場合、既にボーリング調査が行われた地点における地盤情報を使用してそれを推定しなくてはならない。筆者らはニューラルネットワーク（以下 NN）を利用して既知の地盤情報から、任意位置における地盤情報を推定する方法を研究している¹⁾。ところで、大阪湾域の開発では洪積粘土層の圧密沈下を無視することは出来ない。洪積粘土層の地盤情報の量は、沖積粘土層のそれに比して少ない。また、大阪湾の洪積粘土は擬似過圧密性²⁾を有している。すなわち、実地盤における圧密挙動と圧密試験でのそれは異なる。このため、圧密試験結果そのものを空間補間することに工学的意義は少ない。本研究では、まず、大阪湾の洪積粘土の圧密挙動の力学モデルとしてデータベースモデル³⁾（以下 DB モデル）の考え方を泉州沖の洪積粘土（Ma12）の圧密試験結果に適用する。次に、初期応力点における間隙比、圧密降伏応力および圧縮指数を求める。そしてそれらを NN によってそれぞれ空間補間することによりそれらの3次元的な空間分布を明らかにする。

2. ニューラルネットワーク

NN とは脳の情報処理方式を数理的に模擬しようとするものである。本研究では多層パーセプトロン（図-1）と呼ばれる構造の NN を用いた。本研究の場合、地盤情報の空間補間、即ち、地盤調査の行われていない地点の地盤情報を推定することを目的としているため、北緯・東経・深度の位置情報を入力項目とし、各種地盤情報を出力項目とした。推定の手順は既往の研究¹⁾を参考されたい。

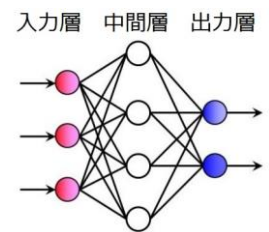


図-1 NN 構造

3. 擬似過圧密性²⁾と DB モデル

擬似過圧密性とは、載荷圧力一定条件下で長期間圧密された粘土に対し新たに圧力を加えた時、あたかも過圧密粘土のような挙動（擬似過圧密挙動）を示す性質である。これは粘土のひずみ速度依存性に基づくものである。つまり、実地盤における圧密速度に比して圧密試験のそれは非常に大きいため、実地盤における圧密降伏応力よりも圧密試験におけるそれの方が大きくなる。また、圧密試験では実地盤に比して圧密降伏直後に急激な圧縮が起こる。このように、実地盤における洪積粘土の圧密挙動は実地盤のそれとは異なっている。DB モデル³⁾は、一期地区造成後や二期地区造成中に集積された地盤挙動計測データを参照しつつ、それらを適切に表現できるように開発された。このモデルでは e - $\log p$ 平面上において初期応力点 (p_0, e_0)、圧密降伏点 (p_c, e_c) および推定埋立荷重による最終応力点 (p_f, e_f) が設定される。そして、それぞれを直線で結ぶことによって圧縮曲線が決定される。本研究ではこれらの中から、初期応力点での間隙比 e_0 、圧密降伏応力 p_c および圧縮指数 C_c について空間補間を行った。

4. 対象地域

本研究では洪積粘土層のボーリングデータや沈下の実測データが豊富である関西国際空港島の最上部の洪積層である Ma12 層を対象とした空間補間を行った。図-2 は Ma12 層までボーリング調査が行われた地点を示している。ボーリングの本数は 50 本であり、圧密試験のデータ数は 438 個である。

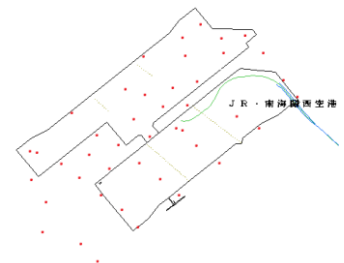


図-2 Ma12 のボーリング地点

5. 補間結果

表-1 は地盤情報の空間補間の精度評価結果を示している。本研究にて推定精度の評価を行う上で用いる指標は、(1)相関係数、(2)精度 G 、(3)絶対誤差率 $|r|$ の平均 $MARE$ 及び(4)Success

Rates の 4 項目である¹⁾。 e_0 と p_c については、非常に高い精度で推定出来ている。一方、 C_c の推定精度は両者に比してかなり低い。

表-1 空間補間の精度評価

	相関係数	精度 G (%)	MARE (%)	SR	$ r <10$	$10< r <15$	$15< r $
e_0	.945	92.7	6.24	79.9	13.0	7.1	
p_c	.989	97.2	2.05	98.5	1.5	0.0	
C_c	.789	79.0	20.19	29.8	15.3	54.9	

図-4, 5 および 6 は、それぞれ e_0 と p_c および C_c の空間補間の結果を示している。また図-7 は切断面の位置を示している。図-4 より e_0 は深度方向に単調に減少している。また、同一の e_0 の出現深度は陸側から沖側に向かって深くなっている。これは粘土の堆積状況と対応している。また、 e_0 の最大値は一期島のほうが二期島より大きい。いずれにせよ、上部における e_0 は 2.0 以上であり、高い圧縮性を有していることが示唆される。図-5 より p_c は、全体的に深度方向へ単調に増加している。また、水平方向には変化しておらず、堆積状況の影響は小さい。図-6 より C_c は深度方向に単調に減少している。また、同一の C_c の出現深度は陸側から沖側に向かって深くなっている。これは e_0 の空間分布と同様に堆積環境の影響である。

6. まとめ

本研究では泉州沖 Ma12 の圧密試験結果に対し、DB モデルの考え方を適用し、 e_0 、 p_c および C_c を求めた。そして、それぞれを NN によって空間補間し、その分布特性を明らかにした。その結果、 e_0 と p_c の空間補間の精度は高かったが、それらに比して C_c の精度は低かった。 e_0 と C_c は深度方向に単調に減少する。また、堆積状況に対応して、同一の値の出現深度は陸側から沖側に向かって深くなっている。 p_c は単調に深度方向に増加しており、水平方向の変化はほとんどない。

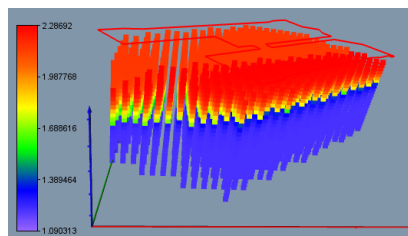


図-4 (a) e_0 の空間分布

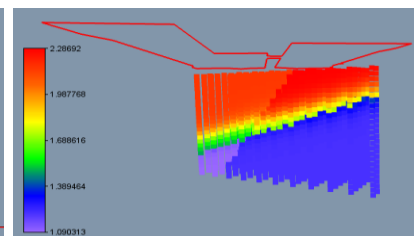


図-4(b) 切断面における e_0 の分布

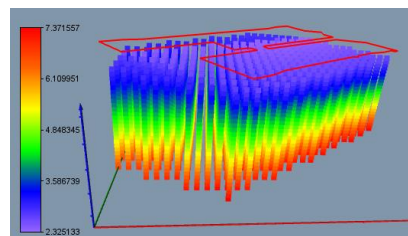


図-5(a) p_c の空間分布

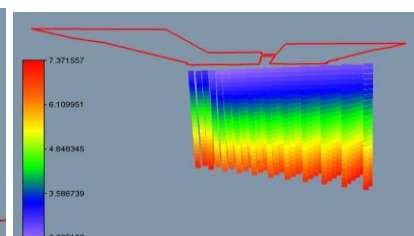


図-5(b) 切断面における p_c の分布

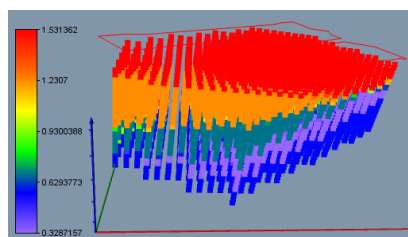


図-6(a) C_c の空間分布

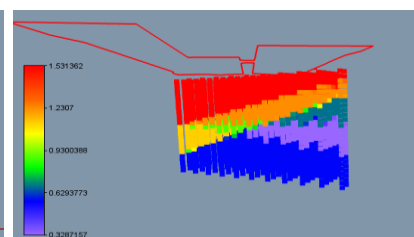


図-6(b) 切断面における C_c の分布

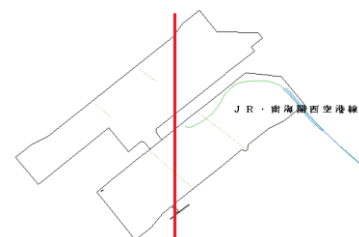


図-7 切断面

参考文献

- 1) 北村将太郎, 小田和広, 李玟選, 神田真太郎: 地盤情報データベースを用いたニューラルネットワークによる解析パラメータの推定方法. 地盤工学研究発表会, No114/E-02, pp999-1000, 2012.
- 2) 大阪湾地盤情報の研究協議会大阪湾地盤研究委員会: バイエリアの地盤と建設—大阪湾を例として—, pp378-394, 2002
- 3) 鈴木慎也, 江村剛, 水上純一, 小野正博: 関西国際空港の建設と地盤工学的諸問題. 地盤工学会誌. Vol.56 No.8 Ser.No.607, pp.78-82, 2008