

ニューラルネットワークによって推定された沖積粘土層の圧密定数の妥当性

大阪大学 大学院工学研究科 学生会員 ○ト 令東
 大阪大学 大学院工学研究科 正会員 小田和広

1. はじめに

一般的に、地盤の性状はその形成過程に依存するため、空間的に変化している。そのため、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に基づき、それを推定する必要がある。通常、それらは経験的に行われるが、本来、設計定数も含め、客観的に決定することが望ましい。筆者らはニューラルネットワーク（以下 ANN）を利用し、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提案しているが、その妥当性はまだ十分に検証されていない。そこで、本研究では、神戸空港滑走路における沖積粘土層を対象に、ANN によって推定された圧密定数を用いて圧密沈下解析を行い、解析値と実測値を比較することで手法の有用性と推定値の妥当性を検証する。

2. 研究対象

図-1 は研究対象である神戸空港を示している。図中○は解析に使用したボーリング調査地点、KC-1～6 は地表面沈下計測地点を示している。神戸空港の海底地盤は、海成粘土層との砂礫層の互層によって成っているが、今回の解析では、最上層の沖積粘土層だけを対象とする。沖積粘土層は、圧密促進のためサンドドレーン（以下 SD）が打設されている。解析は KC-1～KC-6 の 6 地点全てについて行った。

3. ニューラルネットワークによる空間補間

ANN とは人工知能の一種であり、大量のデータセットを学習することによってデータ間にある何らかの関係を導くことができる。本研究では、経度、緯度、標高の位置情報と推定したい地盤情報のデータセットを ANN に学習させることで、任意位置の地盤情報を推定できる人工知能を構築した。主な推定項目として、初期間隙比 e_0 、圧縮指数 C_c 、圧密降伏応力 p_c と透水係数の対数 $\log k$ を選んだ。表-1 は推定に使用したデータ数と推定値の統計指標を示している。表か



図-1 神戸空港

表-1 地盤情報の推定におけるデータ数と統計指標

推定項目	データ数		相関係数	誤差率	
	学習	検証		平均値	標準偏差
e_0	452	194	0.88	0.00	0.07
C_c	450	193	0.84	0.00	0.11
p_c	450	193	0.94	0.01	0.16
$\log k$	3853	1651	0.96	0.00	0.02

ら分かるように、それぞれの相関係数は高く、それが一番低い C_c であっても 0.84 に上回った。誤差率の標準偏差に着目すると、 p_c だけは 0.16 となったが、それ以外は 0.11 に収まっている。したがって、非常に精度の良い空間分布の推定ができているものと考えられる。

4. 解析条件

図-2 は FEM 解析のモデルを示している。SD を中心とする軸対称問題としてモデル化を行った。境界条件に関し、粘土層の上下面と SD に接する部分を排水条件と設定した。底面を完全拘束、左右は水平方向のみを拘束し、モデル全体として一次元的に沈下するようにした。解析手法としては非線形弾性体・土一水連成解析手法を用いた。解析に使用したパラメ

キーワード ニューラルネットワーク, 神戸空港, 沖積粘土, 圧密沈下, 空間推定

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科 TEL06-6879-7626

ータは地点・深度毎に ANN を使って推定した。

5. 解析結果

図-3, 図-4 および図-5 はそれぞれ KC-1, KC-3 と

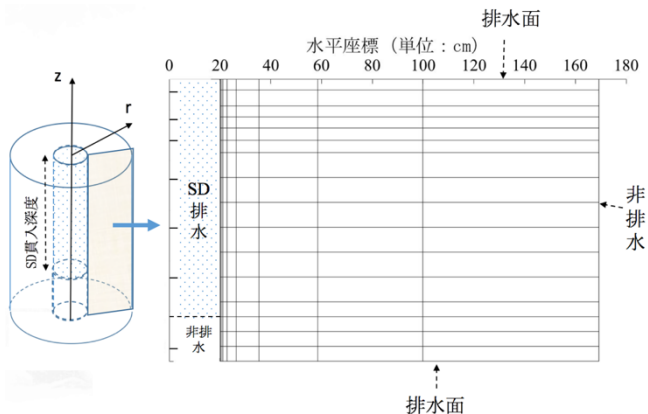


図-2 解析モデルとメッシュ分割

KC-5 の荷重履歴及び沈下量の経時変化を示している。図から分かるように、埋立過程では解析値は実測値と概ね合致している。埋立完了時とほぼ同時期から解析では沈下量の変化がほとんど生じていない。これは、SD の効果により、埋立による過剰間隙水圧が短時間で消散されているためと考えられる。一方、実測値は埋立終了後も沈下が継続している。これは、洪積粘土層の圧密沈下に起因するものである。洪積粘土層は地盤改良されていないため圧密速度が遅いことと擬似過圧密性を有していることから、埋立終了時点より前の沈下挙動に及ぼす洪積粘土層の影響はそれほど大きくないと考えられる。そのため、数値解析は沖積粘土の圧密挙動を適切に再現できるものと考えられる。すなわち、ANN による神戸空港の沖積粘土の圧密定数の推定は妥当であると考えられる。

6. まとめ

本研究では、神戸空港における沖積粘土層を対象に、まず必要な地盤情報を空間的に推定した。次に、滑走路に沿った数地点に対し、推定された圧密定数を用いて沈下解析を行い、その結果を実測値と比較した。主な知見は以下にまとめる。その結果、数値解析結果は実測結果を適切に再現できており、推定された圧密定数の妥当性が検証された。すなわち、ニューラルネットワークを利用することによって、既知の地盤情報から任意地点の地盤情報を推定することができる。

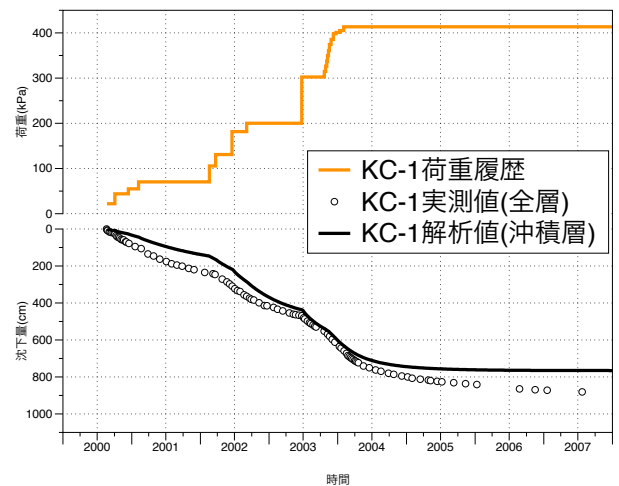


図-3 地点 KC-1 における沈下量の経時変化

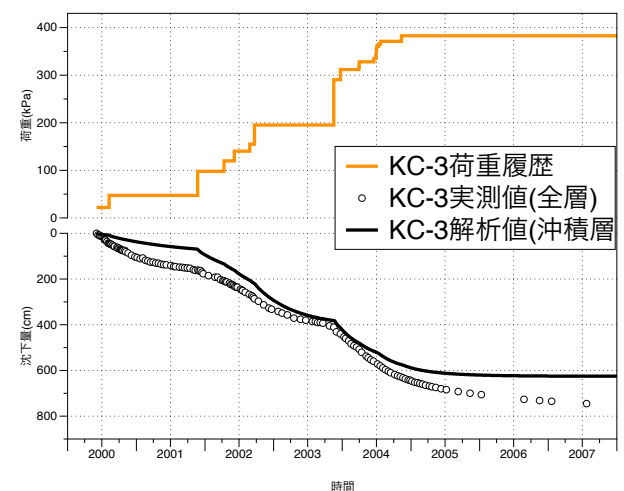


図-4 地点 KC-3 における沈下量の経時変化

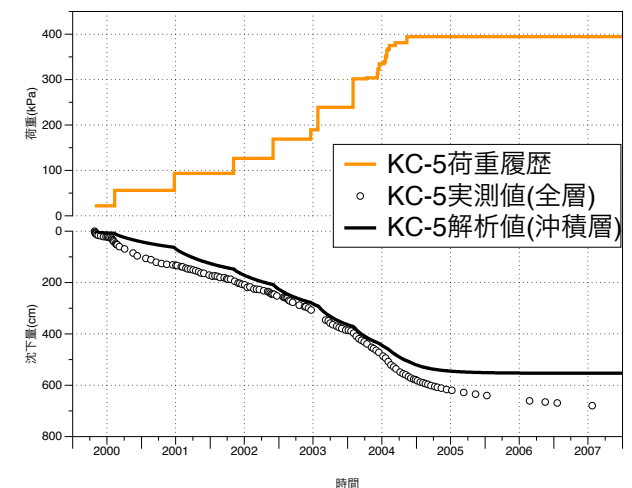


図-5 地点 KC-5 における沈下量の経時変化

参考文献

- 1) K. ODA, M. S. Lee & S. Kitamura : Spatial Interpolation of consolidation properties of Holocene clays at Kobe Airport using an artificial neural network, International Journal of GEOMATE, Vol.4, No.1, pp.423-42