

大阪市内の浅層地盤の一軸圧縮強度の Deep learning による推定とその精度の考察

大阪産業大学 正会員 小田和広

大阪産業大学 学生会員 ○梶原 陸

ジェイアール西日本コンサルタンツ (株) 正会員 近藤政弘, 山本祥子

1. はじめに

粘土地盤の原位置強度は一軸圧縮試験によって求めることが一般的である。一軸圧縮強度はバラツキが大きいことから、一軸圧縮強度から設計強度を求める際にはその誤差評価が重要である。しかし、1本のボーリング試験において、1本のサンプラーから取り出される供試体は3本程度であることから、統計的な誤差評価は難しい。

ところで、近年、人工知能は社会のあらゆる分野に適用されている。地盤工学分野でも地盤情報の空間分布の推定にも用いられている。ここで、人工知能による推定モデルの推定精度は学習用データに依存している。この事実に基づけば、学習データのバラツキに推定値の誤差も対応すると考えられる。

本研究では、一軸圧縮強度の推定において、標本データから無作為に選んだ学習データを使った Deep Learning を復習回行う。そして、任意地点の一軸圧縮強度の推定値を統計学的に考察し、その精度とデータのバラツキについて考察する。

2. Deep Learning

Deep Learning とは、最もポピュラー人工知能技術であるニューラルネットワークの一種である。図-1 は Deep Learning の構造を模式的にしている。Deep Learning は、入力層、中間層、出力層およびそれらを繋ぐニューロンによって構成される。入力層から与えられた入力値は中間層を介すうちに変換され出力層で出力される。中間層では、ニューロンからの入力に対し重

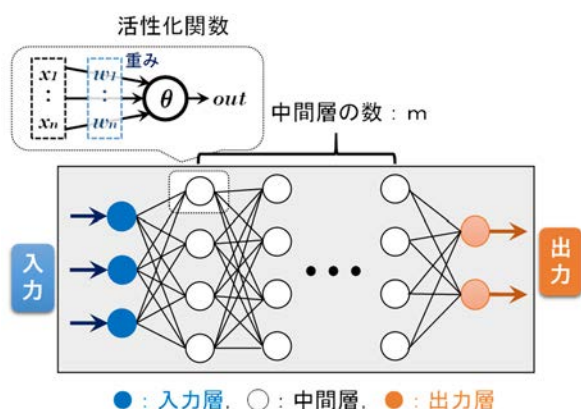


図-1 Deep learning の構造

み付き総和を行い、その総和値に対して次の層へ伝達する信号の値が決定される。通常、中間層が3層以上のものを Deep Learning と呼ぶことが多い。

3. 解析の概要

図-2 は解析に用いたボーリング調査の地点を地形条件と併せて示している。図中、橙色は丘陵、黄色は砂質系、緑碧は氾濫源、灰色と草色は海成の堆積物を示している。また、図中の S01~S18 までの 18 地点は一軸圧縮強度の深度分布を推定した地点である。解析には標高 0m~30m までの 6,048 個の一軸圧縮強度を標本データとして用いた。

図-3 は解析フローを示している。まず、標本データ

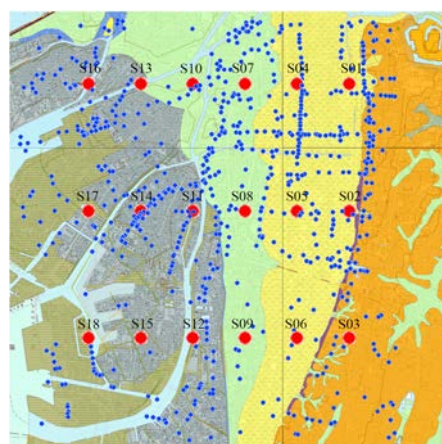


図-2 ボーリング調査地点と地形条件

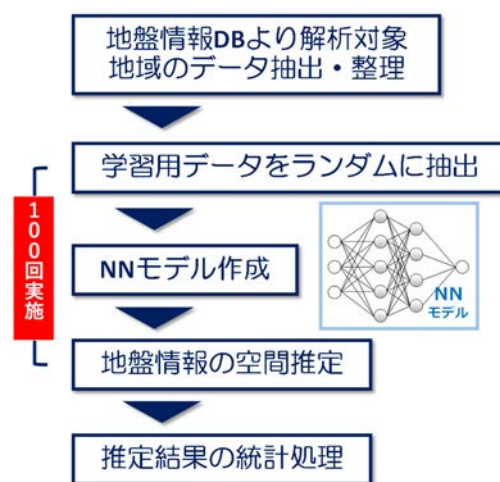


図-3 解析のフロー

キーワード 人工知能, 沖積粘土, 液性限界, Deep learning, 空間補間

連絡先 〒574-8530 大阪府大東市中垣内3丁目1-1 大阪産業大学工学部都市創造工学科 TEL 072-875-3001

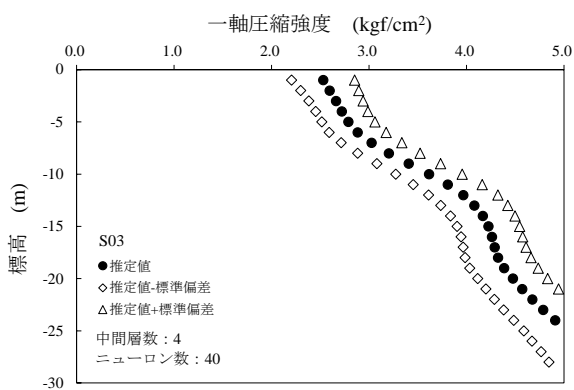


図-4(a) 一軸圧縮強度の深度分布 (S03)

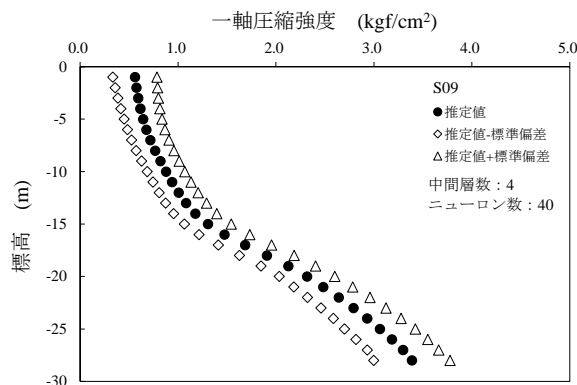


図-4(c) 一軸圧縮強度の深度分布 (S09)

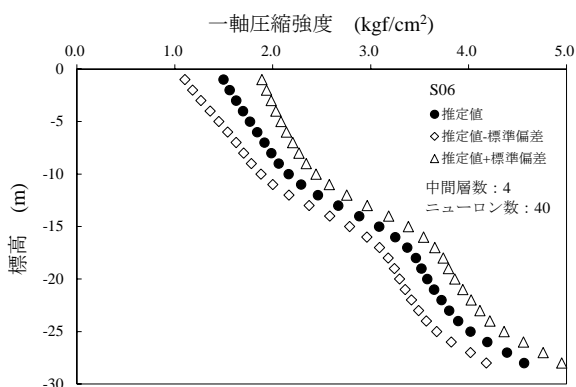


図-4(b) 一軸圧縮強度の深度分布 (S06)

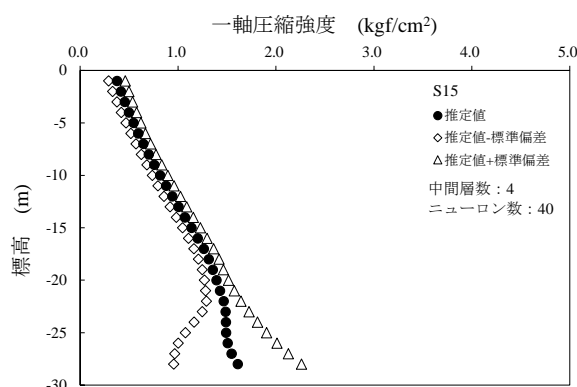


図-4(d) 一軸圧縮強度の深度分布 (S15)

からランダムに7割を選択し学習データとする。その後、深層学習によって推定モデルを構築し、それによって18地点の推定を行う。これを100回繰返し、推定結果を統計処理する。なお、本研究ではニューロン数を40、中間層の4層のネットワークを解析に用いた。

4. 一軸圧縮強度の深度分布

図-4(a)~(d)はS03, S06, S09およびS15における推定された一軸圧縮強度の深度分布をそれぞれ示している。推定値は100個の推定値の平均値である。また、標準偏差とは100個の推定値から求めた。いずれの地点においても一軸圧縮強度は深度方向に大きくなっている。S03では、標準偏差は約 0.37kgf/cm^2 であり、18地点の中ではかなり大きい。標準偏差が大きいということは推定値にバラツキが大きい、すなわち、学習データ、そしてその元となる標本データのバラツキが大きいことを意味している。地表面部分においてかなり大きな強度を持っていることも含め、この部分は上町台地にあたり、完新世の堆積物ではなく、更新世の硬質な粘土であることがバラツキの原因となっていると考えられる。

S06でも標準偏差は約 0.32kgf/cm^2 であり、かなり大きい。すなわち、S03と同様に標本データのバラツキが大きいことと考えられる。この部分は砂質系の地盤であることから、複雑な堆積環境が強度に影響したもの

と考えられる。

S09の標準偏差は約 0.26kgf/cm^2 であるが、標高-15mまでに限れば 0.20kgf/cm^2 まで低下する。つまり、標高-15mまでの一軸圧縮強度はバラツキが比較的小さいと考えられる。また、表層部分の強度もS03やS06に比べて小さいことから標高-15m以浅では海成の堆積物によって比較的静穏な環境下で形成されたと考えられる。

S15の標準偏差は約 0.17kgf/cm^2 であるが、標高-20mまでに限れば 0.09kgf/cm^2 である。つまり、標高-20mまでの一軸圧縮強度のバラツキは極めて少ない。なお、標高-20m以深で標準偏差が大きくなるのは、この標高以深ではシルト質の堆積物になるためであると考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた主な知見は以下の通りである。

- 1) 深層学習によって大阪市内の浅層地盤の一軸圧縮強度の分布を推定することが出来る。
- 2) 推定を複数回行い、その結果の標準偏差から推定地点の一軸圧縮強度のバラツキを評価することができる。
- 3) バラツキは丘陵部分で一番大きく、海成の堆積物の部分で一番小さい。

参考文献

古田均編著：AIのインフラ分野への応用，pp.82-103.