

Deep learning による大阪市内の浅層地盤の一軸圧縮強度の空間分布推定に関する考察

大阪産業大学 正会員 小田和広

大阪産業大学 学生会員 ○込山竜成・白田義也

ジェイアール西日本コンサルタンツ（株） 正会員 山本祥子, 近藤政弘

大阪大学大学院 正会員 乾 徹

1. はじめに

一般的に、一軸圧縮強度は土が形成されたときの堆積環境に依存する。そのため、その空間分布にはなんらかの特性があると考えられる。これをトレンドと呼ぶこととする（図-1 参照）。ただし、一軸圧縮強度は非常にバラツキが大きいことも知られている。ここで、試験値とトレンドの差を変動と呼ぶこととする。両者を推定することが出来れば、設計において地盤強度を如何に見積もるかという点において有用であろう。

ところで、近年、社会のあらゆる分野に適用されている Deep learning は、変動を最も小さくするようなトレンドを求めることが主目的である。

本研究では、大阪市内の浅層地盤の一軸圧縮強度に対し、Deep learning によってそのトレンドを求めることを試みる。そして、トレンドの有無と地盤の特徴に関して考察する。

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-2 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る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-3 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 6,888 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。ここで、推定結果の標準偏差が小さい場合は、学習データに対する依存度が低いと考えら

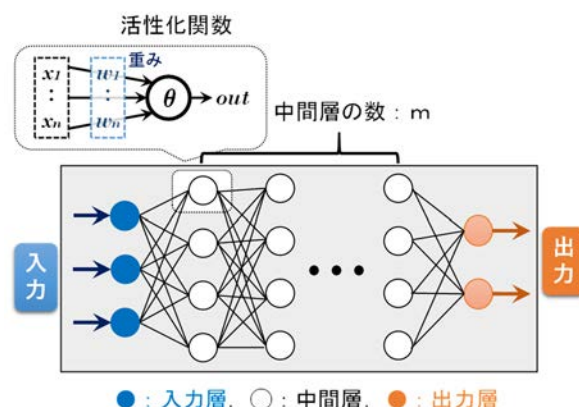


図-2 Deep learning の構造

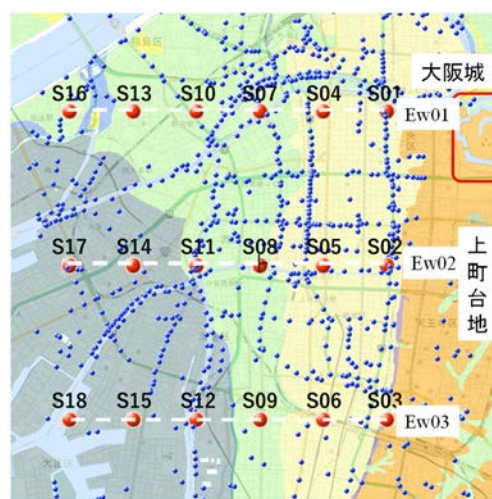


図-3 ボーリング調査地点と地形条件

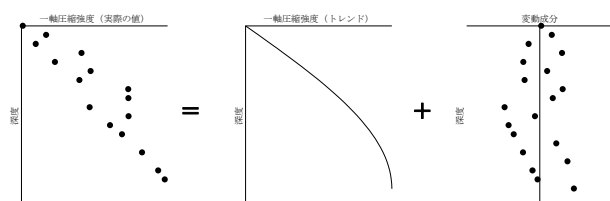


図-1トレンドと変動の関係

キーワード 人工知能、沖積粘土、一軸圧縮強度、空間補間、統計

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

れる。一方、逆の場合は、推定結果に対する学習データの影響が大きく、そのことは明確にトレンドの存在を主張できないことを示している。なお、本研究ではニューロン数を 80、中間層の 8 層のネットワークを解析に用いた。

4. 一軸圧縮強度の推定値の分布

図-5 は推定された一軸圧縮強度の平均値の東西方向を示している。平均値とは 100 個の推定値の平均を意味している。全般的に平均値は標高が低くなるにつれ単調に増加している。これは、土被り厚が増加するため

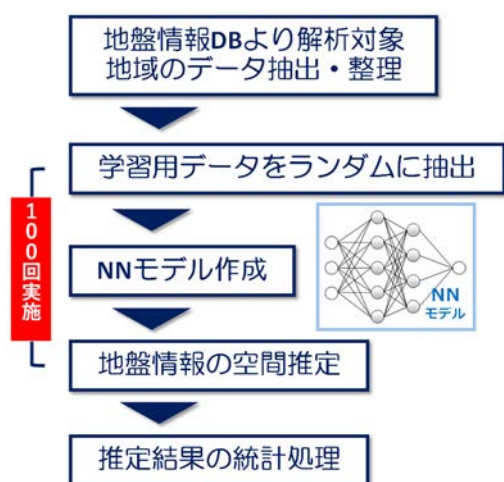


図-4 解析のフロー

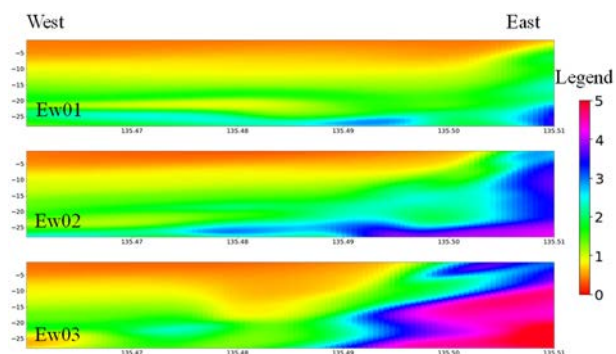


図-5 一軸圧縮強度の推定値の平均の東西方向の分布

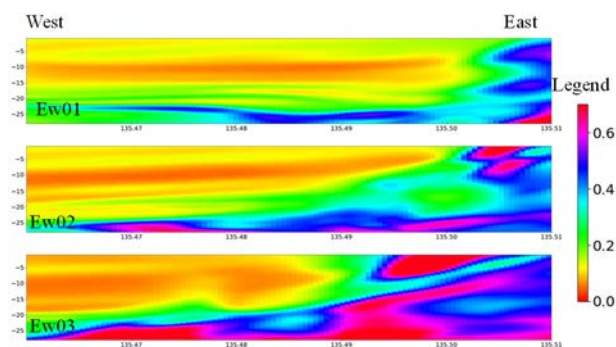


図-6 一軸圧縮強度の推定値の標準偏差の東西方向の分布

である。Ew01 では東端付近を除き、その標高方向の分布特性に大きな変化はない。Ew02 では、 3.0kgf/cm^2 以上の値を示す部分が東端部付近と底部において拡大している。Ew03 では、経度 135.49° 以東で平均値が大きい。高い値が表れる標高は、東になるほど浅くなっている。これは、上町台地の存在の影響のためである。上町台地とその周辺は更新世の堆積物が主流であり、標高が低いほどその傾向が強い。

図-6 は推定された一軸圧縮強度の標準偏差の東西方向を示している。標準偏差は 100 個の推定値から求めている。全般的に標準偏差は標高が低いほど大きい。これは、標高が低いほど一軸圧縮強度が大きいためである。Ew01 では東端付近と標高-25m 付近で 0.5kgf/cm^2 程度の標準偏差が見られる。ただし、それ以外では、標準偏差は $0.1\sim 0.3\text{kgf/cm}^2$ である。これは、推定値、すなわち、100 回毎のトレンドが大きく変化しないことを示している。Ew02 では、標準偏差が 0.5kgf/cm^2 以上である部分が東端付近と底部において拡大している。Ew03 では、標準偏差が 0.5kgf/cm^2 以上である部分がさらに拡大し、大きな部分を占めている。標準偏差が大きいということは、個々の推定値の変化が大きいことを示している。変化が大きいことの原因としては、この部分の試験値のバラツキが大きく、変動を最小にするようなトレンドを見つけることが出来なかったこと、特に境界部分では学習データが存在せず、外挿になってしまったこと等が考えられる。なお、黄色から橙色の部分の標準偏差は 0.1kgf/cm^2 程度の部分はトレンドが明確に存在する部分である。

さて、上町台地以西、特に、海成の堆積物で構成される地域では、一軸圧縮強度の分布に明確なトレンドが見られる。このため、ボーリング調査を新たに行う場合、その間隔は疎でも可であろう。一方、上町台地付近では、一軸圧縮強度のトレンドが明確でないため、その空間的な変化が大きい。したがって、密な地盤調査が必要である。

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) 標本データから無作為に選んだ学習データを使った推定を複数回行い、それらの結果の標準偏差からトレンド成分の存在の有無を考察することが出来る
- 2) 大阪市内の場合、上町台地から西の地域においてトレンドが明確であるが、上町台地付近ではそうではない
- 3) トレンドの有無から地盤特性の変化の程度が推定できる。