

## ニューラルネットワークによる地層区分推定法適用基準の一般化

○福岡大学 学生会員 谷口大志  
福岡大学 正会員 村上 哲・西 智美

### 1. はじめに

現在の建設計画, 設計, 施工では地盤の状態を知るためボーリング調査のデータを用い, 地層の層構造を推定し, 地盤対策が実施される。地盤中の層構造の特徴を理解し, 表現することで高度な災害対策を達成することが出来ると考えられる。しかし, 地盤情報データベース(ビッグデータ)にボーリングデータが集約されているが, そのほとんどの地盤情報には地層区分データが記録されていない。そこで地盤情報データベースの活用性を高めるために人工知能による地層区分推定法の構築を行っている<sup>1)</sup>。本研究では, 人工知能による地層区分推定法の適用性を検討<sup>2)</sup>するために, 人工的に作成した 2 層, 3 層の模擬地盤を作成し, ニューラルネットワーク(NN)の機械学習による正解率と評価手法による正解率との比較を行った結果について報告する。

### 2. 2 層, 3 層の模擬地盤作成

実地盤を想定し, N 値にばらつきを持たせた模擬地盤を作成する。基準となる模擬地盤(A 層)は平均値 10, 標準偏差 2 で作成した。A 層から平均値, 平均値(交点でデータが重複), 標準偏差, データ数の 4 つの条件を変えて模擬地盤(B 層)を作成し, A 層と合わせることで 2 層の模擬地盤を作成した。さらに B 層から A 層と同じ 4 つの条件を変えて模擬地盤(C 層)を作成し, A 層, B 層と合わせることで 3 層の模擬地盤を作成した。2 層の模擬地盤は 4 つの条件それぞれ 4 パターン, 3 層の模擬地盤は 4 つの条件それぞれ 3 パターン作成した。下の図-1 は 2 層データ重複なしで CASE02-01A と示し, 図-2 は 3 層データ重複ありで CASE02-12A と示す。

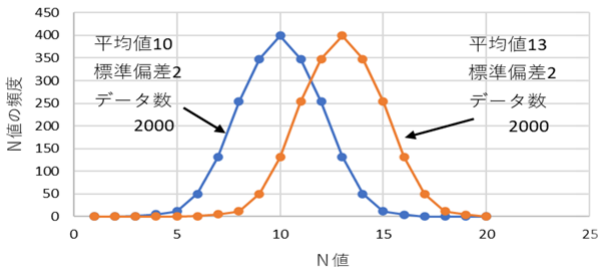


図-1 2層模擬地盤での N 値頻度分布の例

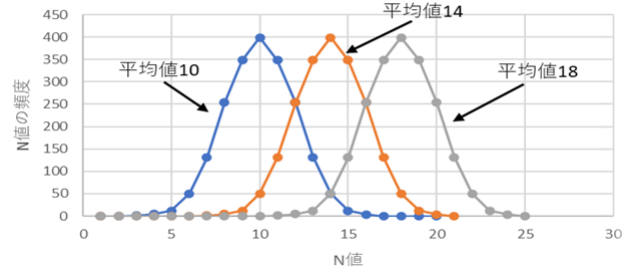


図-2 3層模擬地盤での N 値頻度分布の例

### 3. 評価手法による正解率と地層区分推定法を用いた機械学習による正解率の比較

模擬地盤を使用し, NN による地層区分推定を行った。2 層の場合は NN の入力層を N 値, 中間層を 5 個, 出力層を A 層, B 層とし, 3 層の場合は入力層, 中間層は同じで出力層を A 層, B 層, C 層とした。機械学習の方法は金澤らが行った方法を用いた。評価手法は 2 層でも 3 層でも適用できるように, 評価手法の一般化を提案した。平均値, 標準偏差, データ数を変える場合

$$K \text{ 層の評価正解率(\%)} = \frac{N_{CK}}{N_K} \times 100$$

$$\text{全層の評価正解率(\%)} = \frac{\sum_{K=1}^K N_{CK}}{\sum_{K=1}^K N_K} \times 100$$

ここで  $N_K$  は K 層の個数,  $N_{CK}$  は機械学習の際に K 層になると予測する個数である。

なお, N 値頻度分布において頻度分布曲線の交点がいくつかの層で同数であった場合, 同一の層数で除した個数を正解となる N 値個数としてカウントすることにする。

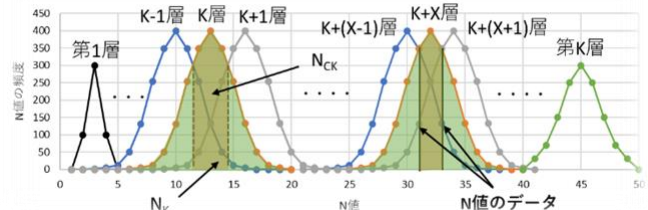


図-3 多層地盤での N 値頻度分布の模状図

この評価手法を用いて評価正解率を算出し,NNの機械学習により算出した NN 正解率を比較した結果を表-1～表-4 に示している。表-1 は CASE01-01A～CASE04-01A,表 2 は CASE01-02A～CASE03-02A である。評価正解率と NN 正解率を比較すると,表-1,表-2 とともに同じ値になっていることがわかる。交点でデータが重複しない 2,3 層の NN 正解率を予測する評価手法の有効性を確かめることができ、4 層,5 層,実地盤にも適用可能であると考えられる。表-3 は CASE01-11A～CASE04-11A,表-4 は CASE01-12A～CASE03-12A である。評価正解率と NN 正解率を比較すると 2 層,3 層共に正解率が高くなればなるほど,誤差が小さくなることが分かった。交点でデータが重複する場合の NN 正解率を予測する評価手法は有効であると考えられる。

表-1 2 層の平均値を変える場合の評価正解率と NN 正解率による比較

	平均値		標準偏差		データ数(個)		評価正解率(%)		評価全体正解率(%)	NN 正解率(%)		NN全体正解率(%)
	A層	B層	A層	B層	A層	B層	A層	B層	全層	A層	B層	全層
CASE01-01A	10	11	2	2	2000	2000	60	59.95	59.975	60	59.95	59.975
CASE02-01A	10	13	2	2	2000	2000	77.4	77.35	77.375	77.4	77.35	77.375
CASE03-01A	10	15	2	2	2000	2000	90.1	90.05	90.075	90.1	90.05	90.075
CASE04-01A	10	25	2	2	2000	2000	100	100	100	100	100	100

表-2 3 層の平均値を変える場合の評価正解率と NN 正解率による比較

	平均値			標準偏差			データ数(個)			評価正解率(%)			評価全体正解率(%)	NN 正解率(%)			NN全体正解率(%)
	A層	B層	C層	A層	B層	C層	A層	B層	C層	A層	B層	C層	全層	A層	B層	C層	全層
CASE01-02A	10	11	12	2	2	2	2000	2000	2000	60	19.95	59.95	46.63	60	19.95	59.95	46.63
CASE02-02A	10	13	16	2	2	2	2000	2000	2000	77.4	54.75	77.35	69.83	77.4	54.75	77.35	69.83
CASE03-02A	10	15	20	2	2	2	2000	2000	2000	90.1	80.15	90.05	86.767	90.1	80.15	90.05	86.767

表-3 2 層の平均値を変える(交点でデータが重複する)場合の評価正解率と NN 正解率による比較

	平均値		標準偏差		データ数(個)		評価正解率(%)		評価全体正解率(%)	NN 正解率(%)		NN全体正解率(%)
	A層	B層	A層	B層	A層	B層	A層	B層	全層	A層	B層	全層
CASE01-11A	10	12	2	2	2000	2000	68.7	68.65	68.675	77.4	59.95	68.675
CASE02-11A	10	14	2	2	2000	2000	83.75	83.7	83.725	90.1	77.35	83.725
CASE03-11A	10	16	2	2	2000	2000	93.4	93.35	93.375	96.7	90.05	93.375
CASE04-11A	10	10	2	2	2000	2000	50	50	50	40.05	59.95	50

表-4 3 層の平均値を変える(交点でデータが重複する)場合の評価正解率と NN 正解率による比較

	平均値			標準偏差			データ数(個)			評価正解率(%)			評価全体正解率(%)	NN 正解率(%)			NN全体正解率(%)
	A層	B層	C層	A層	B層	C層	A層	B層	C層	A層	B層	C層	全層	A層	B層	C層	全層
CASE01-12A	10	12	14	2	2	2	2000	2000	2000	68.7	37.35	68.65	58.23	60	37.35	77.35	58.23
CASE02-12A	10	14	18	2	2	2	2000	2000	2000	83.75	67.45	83.7	78.3	77.4	80.15	77.35	78.3
CASE03-12A	10	18	26	2	2	2	2000	2000	2000	97.95	95.8	97.85	97.2	96.7	98.3	96.6	97.2

4. まとめ

本研究で得られた知見は以下の通りである。

- (1) 交点でデータが重複する 2,3 層の模擬地盤の場合は,評価正解率と NN 正解率を比較すると 2,3 層共に正解率が高くなればなるほど,誤差が小さくなることが分かった。交点でデータが重複する 2,3 層の模擬地盤の場合の NN 正解率を予測する評価手法は有効であると考えられる。
- (2) 交点でデータが重複しない 2,3 層の模擬地盤の場合は,評価正解率と NN 正解率を比較すると 2,3 層共に正解率が同じ値であった。交点でデータが重複しない 2,3 層の模擬地盤の場合の NN 正解率を予測する評価手法は有効性を確かめることができ、4,5 層,そして実地盤にも適用可能であると考えられる。

【謝辞】 本研究を進めるにあたり,文部科学省科学研究補助金基盤(C)(20K04691)(代表:村上哲)の助成を受けて行ったものです。記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 村上 哲:地盤情報 DB に適用する NN による地層区分推定法,地盤工学会誌 70(5),pp.35-38.(2022.5)
- 2) 金澤 龍平,村上 哲,西 智美:NN による地層区分推定法適用基準の構築,土木学会西部支部研究発表会講演概要集, pp.403-404.(2022.3)