

機械学習を適用した地下ダム施工時の基盤層推定法に関する研究

日本大学 学生会員 ○小久保 雅人 (株)竹中土木 正会員 大村 啓介
 日本大学 青野 胡桃 日本大学 正会員 渡部 正

1. はじめに

地下ダム構築時に止水壁を施工する際、その先端が不透水層（基盤層）まで達している必要がある。その判断は事前のボーリング調査と先行削孔時のオーガーの刃先に付着した土塊を技術者が目視確認することで行っている。この方法では施工中に不透水層に到達したか否かを即座に判断しづらく、根入長の管理が行えないといった課題がある。そこで本研究では、先行削孔時の数値データに機械学習を適用し、不透水層への到達を判定する方法について検討した。

2. 解析概要

2. 1 地下ダムの施工方法

地下ダムの施工はSMW工法により地盤を削孔しながらセメント系固化材と混練して、ソイルセメントの連続した壁を構築する。施工手順として、ケーシング削孔を900mm間隔でGL-20mまで行い、それ以深を単軸オーガーで先行削孔し、ケーシング削孔で残った地山の一部をφ550mmの三軸オーガーにより切り崩す。その後、三軸削孔と注入を所定の深度まで行い、止水壁を構築する。

2. 2 解析方法

まず先行削孔のデータのうち、ボーリング調査を行った測点に近いものを9つ取り上げた。その中でボーリング調査を行った地点と先行削孔を行った地点が同一箇所となる削孔点S31の値を基準とし、これを学習用データセットとした。また、それ以外の8点（削孔点S1, S51, S57, S71, S87, S101, S105, S121）のデータを判定用データセットとして判定を行った。

使用した先行削孔時の数値データは、1秒ごとに取得したデータからオーガーの引き上げ時や停止時のものを除いたデータであり、図-1に示す装置で計測した『深度』『削孔速度』『吊荷重』『電流値』『注入圧』の5つとした。この中で『深度』のデータは解析時に影響を大きく及ぼす可能性が高く、ある特定のデータに対してのみ強く依存してしまうことを避けるため、データ作成時や結果の比較にのみ使用した。その他4つのデータで、深度の低いものから20点ごとに平均値をとり、それらの上から4つをひとまとまりとして1つのデータとした。また、データの連続性を確保するため、前のデータの1点目を除いた4点分を重複させたものに新しいデータ1つを5点目として加え次のデータとし、それを繰り返すことでデータを作成した。なお、本研究では地下20m以深からを対象として解析を行った。

このようにして学習用と判定用のデータセットを作成し、ニューラルネットワークに学習用データセットを学習させた。その後、判定用データセットより透水層「0」と不透水層「1」のどちらに地質が近いかを解析し、深度を推定した。

2. 3 使用ツール

本研究では機械学習ツールのNeural Network Console(Sony)を使用した。これにより1層（入力層-中間層-出力層）のニューラルネットワークを構築し、ロジスティック回帰分析による学習、判定を行った。

キーワード：地下ダム，機械学習，不透水層，SMW，止水壁

連絡先：〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学大学院 生産工学研究科 TEL047-474-2201

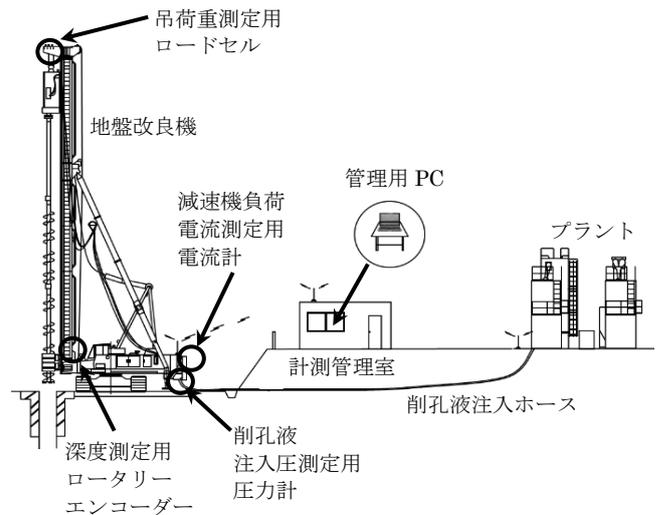


図-1 計測器の概略図

3. 結果および考察

今回の解析結果を表-1に示す。ここで実測深度は先行削孔時の実際に目視確認された透水層と不透水層の境界部分の深度を、推定深度は図-2にて、「0」から「1」への判定の変化が安定した直前の「0.5」を超えた値とした。正答率は、「0」と「1」の判定が実測と合致した正解数の割合を表す。

図-2は透水層と不透水層のどちらに地質が近いを示しており、「1」と「0」の間である「0.5」を下回るか、上回るかで判定を行った。実測深度より浅いすべての部分の値が「0.5」を下回っているため、削孔点S1の透水層部分には誤答が見られないことがわかる。次に不透水層の解析結果である実測深度以深を見ると、「0.5」を前半は下回り、後半は上回っている。よって前半部分は誤答となっている。

このように、誤答が不透水層部分に集中していることが見て取れる。これは実際の先行削孔時に不透水層に到達した時点で削孔を止めるため、透水層と不透水層のデータ数に大きな差が出てしまうためと考えられる。

図-3は、実測深度と推定深度を比較したものである。これより、全体の誤差は1.00~1.10の間に収まっていることが分かった。また実測深度と推定深度の差が正の値となったため、不透水層の前半部分での誤答が多く発生していることが明らかになった。これは、学習データに依存した解析は結果がデータの後追いになってしまうため、本来の実測深度よりも深い位置で推定深度が出力されたためと考えられる。

4. 結論

本研究では先行削孔データを用いて不透水層到達境界の解析、推定を行った。正答率は全体で8割を超えたが、透水層と不透水層間の判定精度の差が顕著となった。現状では結果の信憑性が高いとは言えず、実用には改善が必要である。量と質を備えた解析データの効率的な収集、活用やニューラルネットワークの判定方法の調整によって、解析精度や実用性の向上が見込めると考える。

参考文献

- ・足立 悠, ソニー開発のNeural Network Console入門, 2018.
- ・神崎 洋治, 最新 人工知能がよ〜くわかる本, 秀和システム, 2016.

表-1 判定結果

	全データ	内約		正答率 (%)		実測深度 (m)	推定深度 (m)	差 (m)
		『0』	『1』	『1』のみ	すべて			
S1	1979	1823	156	53.8	96.4	41.3	42.3	1.0
S51	2696	2283	413	20.6	87.8	45.5	48.9	3.5
S57	2196	2105	91	83.5	95.7	44.1	44.9	0.8
S71	2530	2274	256	33.2	91.2	45.4	47.1	1.8
S87	2719	2606	113	17.7	96.5	49.1	50.2	1.0
S101	2846	2546	300	14.3	90.9	47.9	51.3	3.4
S105	2209	2165	44	100.0	97.1	44.8	44.8	0.0
S121	2345	2194	151	41.7	85.2	44.3	45.3	1.1

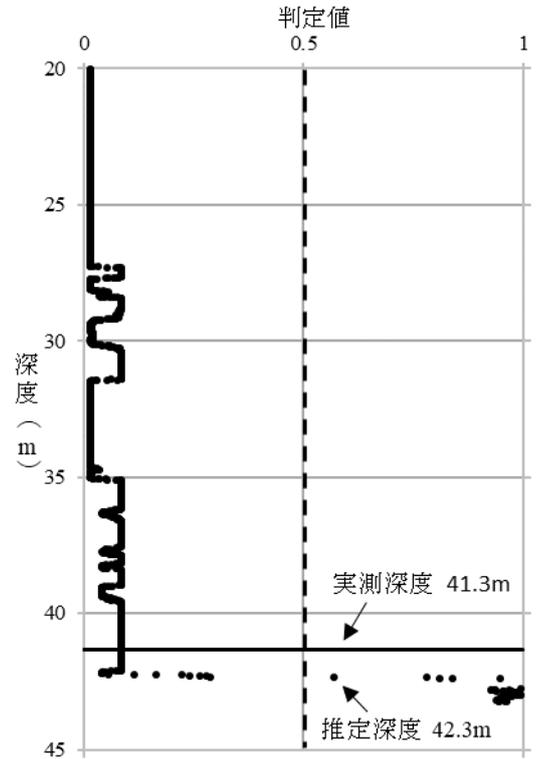


図-2 削孔点 S1 の判定結果

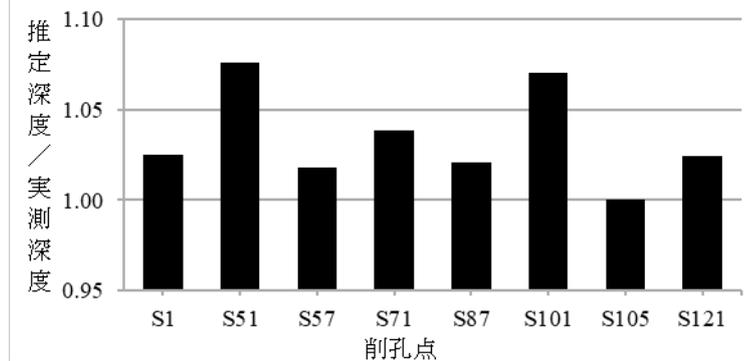


図-3 推定深度と実測深度の比較