

AI 技術を用いた不発弾探査解析(試験孔直下解析)の紹介

興亜開発株式会社 ○大島 弘己、松尾 宣明

日本技術コンサルタント株式会社 永田 潔、相馬 祥浩

1. はじめに

近年、「AI (Artificial Intelligence : 人工知能)」技術の発展によって地質調査の分野においても AI を用いた様々な解析の試みがなされている。当社では磁気探査(不発弾探査)において、技術者の力量に起因する解析結果の差異を少なくすることを目的として、AI 技術を用いた不発弾探査解析のシステム開発を進めている。

磁気反応が得られた場合の解析結果についてはより精度を高めるべくデータの収集および AI への学習を継続しているが、実際の現場作業では探査孔において1m 掘進する毎に探査孔下方1m 範囲に磁気反応が見られるかどうかを確認しながら掘削する。一般的に磁気反応の兆候が見られた場合、その後の掘削継続の可否については慎重な検討を要するが、今回は AI に“磁気反応の兆候”を学習させることで探査孔直下からどの程度離れているかを解析できるように工夫した。本稿ではこの AI による探査孔直下解析の試みについての経過を報告する。

2. 不発弾探査の流れ

一般的な不発弾探査(鉛直磁気探査)での調査フローを図-1に示す。

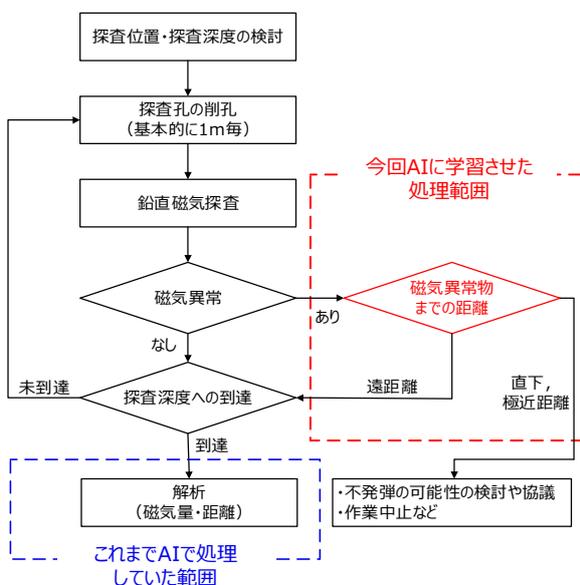


図-1 不発弾探査(鉛直磁気探査)の探査フロー

図-2に削孔および探査状況の模式図を示す。通常は探査孔の削孔1m 毎に掘削底面下1m の範囲の安全性を確認するために磁気異常物の有無について探査を行う。設計探査深度まで削孔が終了した時点では、磁気異常物が存

在する場合図-3に示すような一般的な磁気波形が認められることになるが、掘削途中の段階では磁気反応の“兆候”をもとに、削孔を継続してよいかどうかの判断を行う必要がある。

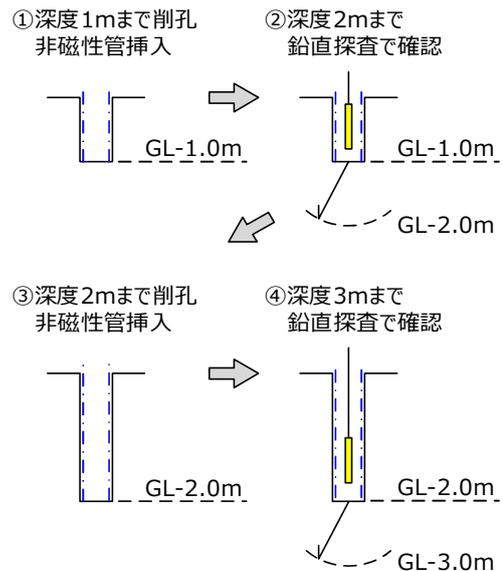


図-2 削孔および探査状況模式図

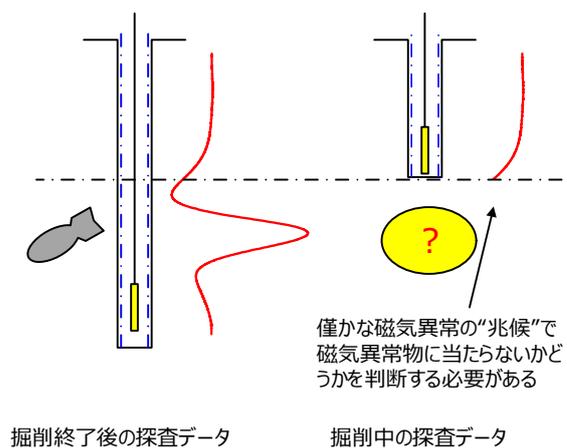


図-3 削孔中の探査データ模式図

一般的には掘削途中で構造物等ではないと判断される磁気反応の兆候が認められた場合はそれ以上の掘削を中断し、探査孔を替える。他の探査孔や追加孔での探査データと併せて検討し不発弾の可能性の有無や磁気異常物の深度・位置を求め、問題がなければ再度中断した探査孔にて掘削を行うなど、手間と時間を要することになる。

3. 解析システムの概要

当社で開発を進めている磁気探査 AI 解析システム (以下、AlMex と呼称) では“畳み込みニューラルネットワーク”による画像認識によって解析を行っている。解析に用いるデータは、CSV ファイルとして出力した探査データを読み込み、グラフ化して図示する。なお、AI の学習に用いた教師データは当社で実施した磁気探査実験による測定データを用いた。

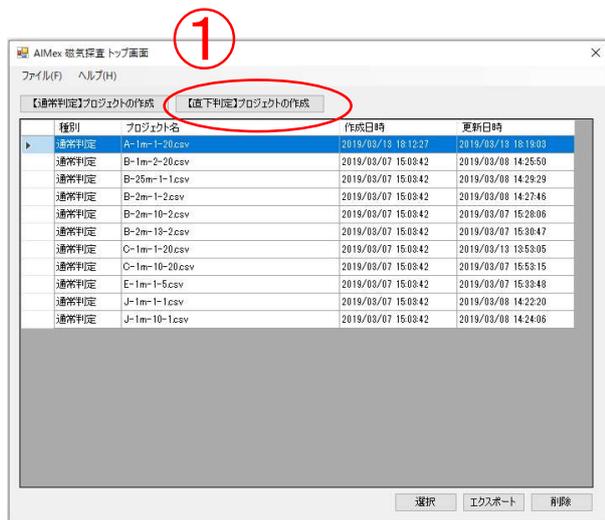


図-4 AlMex 画面(通常解析と直下判定の選択画面)

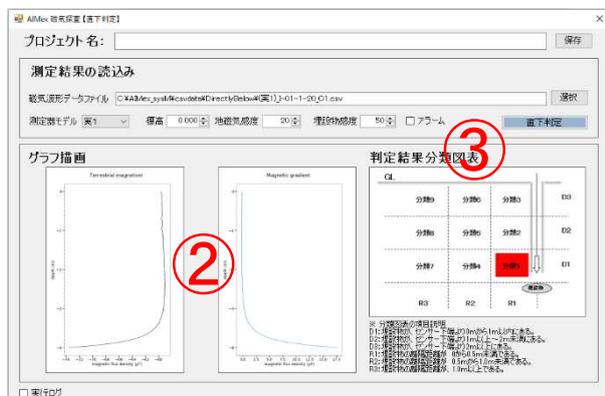


図-5 直下判定の解析画面

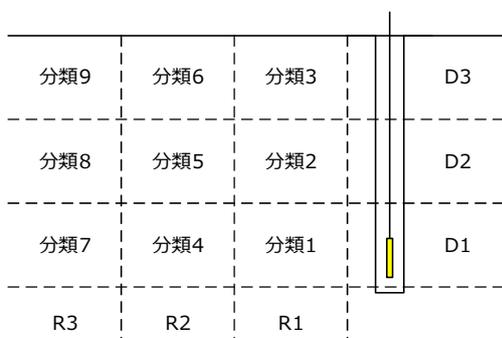


図-6 判定結果(③ウィンドウ)分類図表

以下に図-4および図-5に示した①～③の各ウィンドウに表示される内容について概説する。

①解析手法選択

設計探査深度まで掘削が終了した後の通常解析と掘削途中での直下解析のいずれかを選択。データは磁気探査によって測定した探査データ(CSV ファイル)を読み込む。

②グラフ作図

読み込んだ CSV ファイルより差分・地磁気グラフを図化し表示。

③判定結果

分類項目を図-6に拡大して示したが、センサー位置と磁気異常物との位置関係を9分類で表示。深度位置関係 (D 軸) と離隔 (R 軸) によって表-1のように区分して表示する。分類1 (最も危険度が高い) と判定された場合にはアラームによる警告音を発し注意を促す。

表-1 分類項目

分類	項目
深度位置	D1 磁気異常物がセンサー下端より 1m 以内
	D2 磁気異常物がセンサー下端より 1~2m の範囲
	D3 磁気異常物がセンサー下端より 2m 以上
離隔	R1 磁気異常物との離隔が 0.5m 未満
	R2 磁気異常物との離隔が 0.5~1m の範囲
	R3 磁気異常物との離隔が 1m 以上

4. 解析結果について

実験データを用いた解析結果では、おおよそ8割程度のパターンについて比較的整合性の高い結果が得られた。一方、実際の測定データでは測定時のノイズの影響が大きくあまり良好な結果が得られていない。現状ではノイズを多く含んだデータを教師データとして学習を試みており、データのスムージング処理などと併せて精度の上昇を図っている。また、1m 毎の測定データではあまり顕著に磁気反応の兆候が見られない場合、深度50cm 毎の測定を行うなど、なるべくグラフの変化が大きくなるように工夫することで、さらに精度を上げることができると期待している。

5. おわりに

不発弾探査はボーリングを行いながら探査するため、技術者の判断ミスや解析時の計算ミスによっては大事故につながる危険性を有している。AI によって人為的なミスを防ぐことや、技術者の力量による解析結果の差異を無くすことは事故を防ぐ上でも大きな意味があるといえる。また、探査孔の直下判定が精度よく行えることで、掘り直しや追加孔による探査の手間が無くなり、時間的にも経済的にも大きなメリットがあると考えられる。

現在、AI による解析結果の精度をさらに向上させるべく様々な実測データを学習させているが、今後は本ツールがより便利により簡単に使用できるツールとなるよう操作性や UI の更新を続けていきたいと考えている。