

切羽評価におけるAIを活用した岩石名判定の試み

(株)熊谷組 正会員 ○片山政弘 正会員 青木宏一
岡山大学大学院 学生会員 崎田晃基

1. はじめに

山岳トンネル工事において、設計時および施工時の切羽判定には、約 30 種類の岩石を岩質に応じた 5 つの岩石グループ毎に区分する必要がある。これは、設計時では岩石グループ毎に弾性波探査結果と照らし合わせて支保パターンが設定されること、施工時では、岩石グループ毎に切羽評価点の配点が異なるためである。しかしながら、トンネル工事に携わる技術者は、必ずしも地質学に精通しているわけではなく、岩石名の判定にしばしば戸惑う場合がある。

今回、このような課題を改善することを目的とし、切羽で出現する岩石を地質技術者に頼ることなく、AI を利用することで、トンネル技術者でも容易に判別できる手法について検討した。

2. データの取得と解析方法

①データの取得と処理

今回は、5 つの岩石グループを代表する岩石として表-1 に示す岩石を AI による判別対象とした。なお、データを収集するにあたり、以下の条件を定めた。

- ・岩石は、地質技術者が切羽などで採取し撮影した。
- ・岩石は、乾いた状態で、風化の少ないものとした。
- ・撮影は、なるべく明るい状態で、造岩鉱物が判断できる大きさとした。
- ・撮影した画像から 128×128pixel でデータを切り出した。花崗閃緑岩の例を図-1 に示す。
- ・画像データを左右・上下反転と、90 度ずつ回転の 5 つの画像および元画像を含めた 6 倍にデータ数を増加させた (全 7062 データ)。

②解析手順

- ・画像データは概ね 8:2 となるように教師用と検証用に分けた。
- ・解析ソフトは Sony 製「Neural Network Console」を使用した。
- ・解析モデルは ResNet-18 を使用した。

③評価基準

- ・AI による分類結果のうち最も高い確率を示したクラスをその画像の所属クラスとして分類した。
- ・クラス分類の結果をもとに表-2 に示す混合行列を作成した。
- ・混合行列をもとに適合率、再現率、正解率を算出した。

表-1 評価対象岩石データ一覧表

岩石グループ	岩石名	データ数	
		生データ (×6)	上段:教師 下段:検証
塊状 硬質岩	花崗	255	1,232
	閃緑岩	(1,530)	298
塊状 中硬質岩	安山岩	288	1,378
		(1,728)	350
塊状 軟質岩	凝灰岩	222	1,078
		(1,332)	254
層状 中硬質岩	中古生層	213	999
	頁岩	(1,278)	279
層状 軟質岩	第三紀層	199	962
	泥岩	(1,194)	232

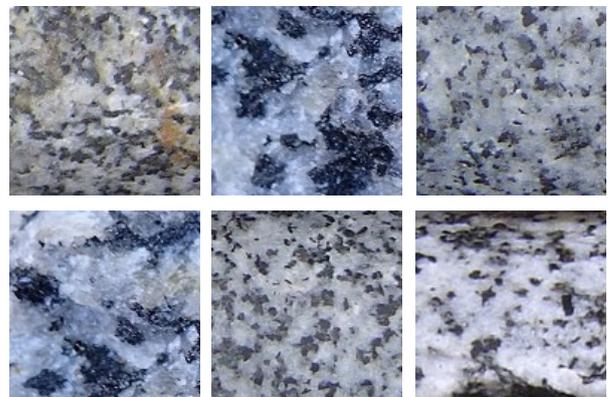


図-1 データ例 (花崗閃緑岩)

表-2 クラス分類結果混合行列

		AI の推論	
		X1	X2
真の結果	Y1	TP	FP
	Y2	FN	TN

ここに

適合率= TP/(TP+FN), TN/(FP+TN)

再現率= TP/(TP+FP), TN/(TN+FN)

正解率= (TP+TN)/(TP+FP+FN+TN)

キーワード 岩石グループ、AI、画像データ

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 TEL 03-3235-8622

3. 解析結果

解析結果を表-3に示す。各岩石とも再現率・適合率・正答率は高い解析結果値が得られた。これは、収集したデータ群の中では解析モデルの設定などが適正であったことを表していると考えられる。

なお、不正解となった7つのデータにおいても、次点の確率で選出された岩石名は真の結果と合致していた。

4. 異なるデータ群での検証

上記の解析結果では高い正答率を得たが、全く異なる岩石を検証データとして用い、前述の教師データの適用性の検証を試みた。異なる岩石データ群は、同じ塊状硬質岩であり花崗閃緑岩に似た岩相を示す花崗岩・花崗斑岩、および塊状中硬質岩である石英安山岩を選定した。これら3種類の岩石は、教師データ中に正解として学習されていないものの、花崗岩・花崗斑岩は同じ岩石グループである花崗閃緑岩と判定されることを期待した。

その解析結果を表-4に示す。花崗岩・花崗斑岩と花崗閃緑岩の違いは有色鉱物の量比や鉱物の大きさなどで区分されることから比較的良好な結果が得られた。しかしながら、中生層頁岩や凝灰岩と

判定されるケースも多くみられた。また、石英安山岩においても中生層頁岩や凝灰岩と判定されるケースが多く認められた。これは、造岩鉱物の量比などだけでなく、岩石の色調などが判定に影響を及ぼしているものと考えられる。

5. まとめと課題

同一データ群を用いて教師データ・検証データと分けて岩石を判定した解析では、正答率は非常に高い値が得られた。一方、他の似たような岩相を示す岩石を検証データ群とした解析では、概ね同じ岩相の岩石と適合する結果が得られた半面、異なる岩石名と判定されるケースも認められた。これは、AIの画像認識の際には、造岩鉱物の量比や鉱物の大きさだけでなく岩石の色調などの違いにより異なった岩石と判定したものと考えられる。また、岩石も同じ岩石名のものであってもその様相は異なっており、典型的な岩相の岩石を集めることが難しい一面も有しているためと考える。精度を向上するためには、撮影条件（明るさ、撮影距離、乾湿など）を揃えらるとともに、それぞれの岩石の典型的な岩相のサンプルを数多く用意し、画像データの質を向上させる必要があるものと考えられる。

表-3 同一データ群による解析結果

真の結果	AIの推論					再現率
	安山岩	花崗閃緑岩	第三紀層泥岩	中生層頁岩	凝灰岩	
安山岩	349	0	0	1	0	0.9971
花崗閃緑岩	0	298	0	0	0	1
第三紀層泥岩	0	0	232	0	0	1
中生層頁岩	2	0	1	276	0	0.9892
凝灰岩	3	0	0	0	250	0.9842
適合率	0.9858	1	0.9957	0.9963	1	—
正解率	0.995					

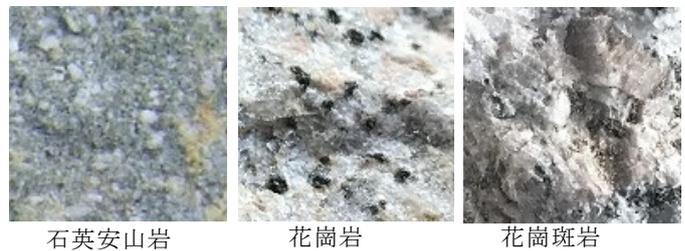


図-2 異なるデータ群例

表-4 異なるデータ群による解析結果

真の結果	AIの推論				
	安山岩	花崗閃緑岩	第三紀層泥岩	中生層頁岩	凝灰岩
花崗岩	3	9	0	8	10
花崗斑岩	3	7	0	11	4
石英安山岩	1	0	0	10	8