

画像分析 AI を用いた簡易的な粒度分析技術

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 正会員○峯 啓一郎 正会員 柳浦 良行
 正会員 溝山 勇 成瀬 文宏
 国土交通省中国地方整備局 小林 陵平
 水谷 一馬

1. はじめに

築堤土等の盛土材料の品質管理は、既定量毎に粒度試験を実施して行われている。しかしながら、粒度試験結果を得るためには、試験機関への試料発送からおおむね1週間が必要であり、品質を確保しつつ順調に施工を行うためには材料土の粒度構成を簡単に且つ素早く把握できる手法の開発が必須であると考える。

このような背景のもと筆者らはこれまでに AI を用いた画像分析による簡易的な粒度分析手法を試行しており、「現場ニーズと技術シーズのマッチング試行」(中国地方整備局)において高梁川・小田川緊急治水対策事事務所管内を試行現場として一定の評価が得られたのでここに報告したい。

2. 画像分析の規格およびそこから分かる特徴

土の粒度構成を推定するには、入力データとなる画像の規格を定める必要がある。そこで、写真-1 に示したように、20mm×20mm の画像を 40,000pixel (200×200pixel) の解像度で表現し 0.1mm/pixel の解像度となるデータで統一した。これにより、画像データは細粒分と砂分の境界値である 0.075mm を僅かに上回る画質となる。

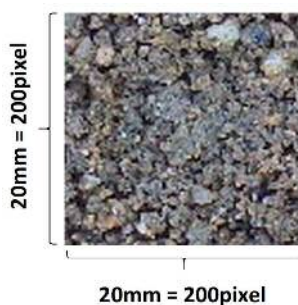


写真-1 入力画像例

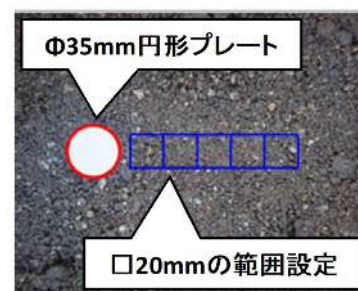


写真-2 画像撮影例

写真から上記規格のサンプルを得る手段として、材料土撮影時には写真-2 のように撮影対象物に φ 35mm の白色円形プレートを添えることとした。この円形プレートを定規として、画像分析により前述の画像を自動抽出した。

ここで、表-1 に示した試料写真のグレースケールにおける濃淡のヒストグラムを

図-1 に示す。砂主体であれば上に凸の形状を示す傾向を示すが、礫分を含んだ場合ではその形状が崩れてなだらかな分布形状を示している。

また、砂分優勢の試料でも、細粒分を含むとより凸形状が明確になり、最大度数も大きくなるのが分かる。

表-1 比較に用いた試料詳細

	細粒分	砂分	礫分
試料①	17.3%	59.6%	23.1%
試料②	0.5%	80.7%	18.8%
試料③	0.6%	29.4%	70.0%

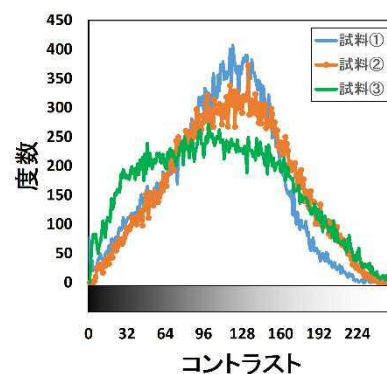


図-1 各コントラストの比較

3. 画像分析 AI の構成

前述した特徴から、画像分析 AI は一定の規格の画像を用いて特徴抽出できる構成を持つ能力をもつものと

画像分析、AI、粒度分析、粒径加積曲線、推定

連絡先: 峯 啓一郎 〒581-0033 大阪府八尾市志紀町南 2 丁目 125-2 基礎地盤コンサルタンツ(株)技術本部 先端技術戦略室
 (TEL:072-920-1330、FAX:072-920-1331、E-MAIL:mine.keiichiro@kiso.co.jp)

して、図-2 に示したルーチンを持つ構成とした。これは、一般に特徴抽出に用いられる Convolution Neural Network (CNN) を基本として、抽出対象に対して2または3並列の構成として精度の向上を期待した。また、抽出対象毎の Network はそれぞれが単独で機能するのではなく、他の Network とその一部を共有することによりそれぞれの関連性を有することとした。最終的には Softmax 処理で合計が1 (=100%) となる処理を行って Output を得ることとした。

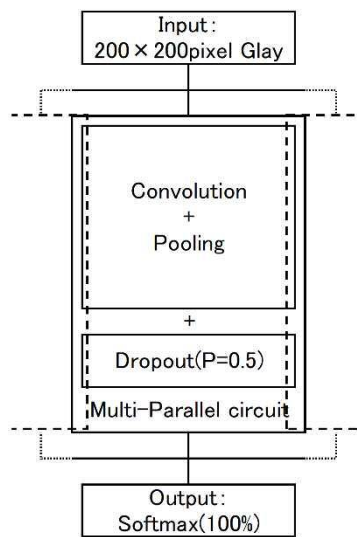


図-2 AIの基本ルーチン

画像分析 AI に用いたデータは全 39,286 データであり、うち 35,000 データを教師 (70%)・検証データ (30%)、4,286 データをブラインドデータとして後の検証に用いている。

4. 作成した画像分析 AI の精度と粒径加積曲線の予測

作成した粒度分析 AI で推定されたブラインドデータの細粒分と砂分の境界である 0.075mm 以下含有率と砂分と礫分の境界である 2mm 以下含有率を、室内粒度試験実測値と対比した結果を図-3 と図-4 に示す。

AI による推定値と室内土質試験による実測値はおおよそ 1:1 の関係を示し、且つその誤差範囲は±5%程度と良好な関係性を示している。

さらに、同じルーチンを利用して、表-1 に示した3試料の粒径加積曲線の AI 推定値と実測値を比較した。この結果を図-5 に示すが、粒子径の小さい領域で僅かな誤差が出ているものの、全体的にはよく一致した結果を得るに至っている。

5. まとめ

今回報告した画像分析 AI では、現状では5%程度の誤差が生じているものの、規格化された室内土質試験を補完するツールとしては十分な能力を有すると考えている。

より誤差を少なくするには画像データをより細かい解像度にする等が考えられるが、現状では一般の PC を用いた AI 構築計算の能力限界近くまでに至っている。

今後は、ルーチンの構造見直しや更なるデータの蓄積により、精度の向上を試みたい。

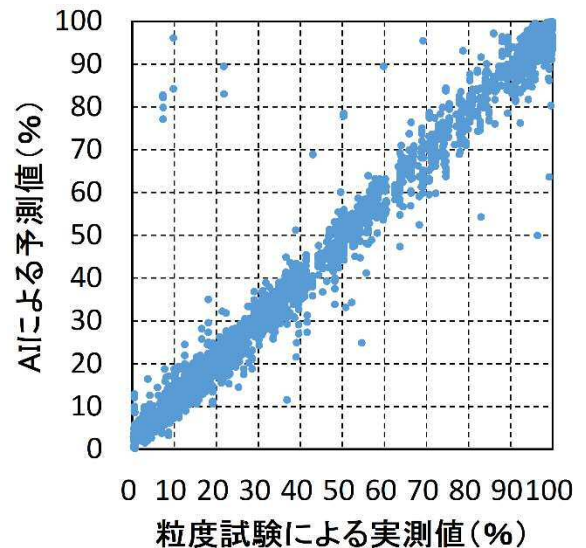


図-3 0.075mm 以下含有率の実測値と予測値の比較

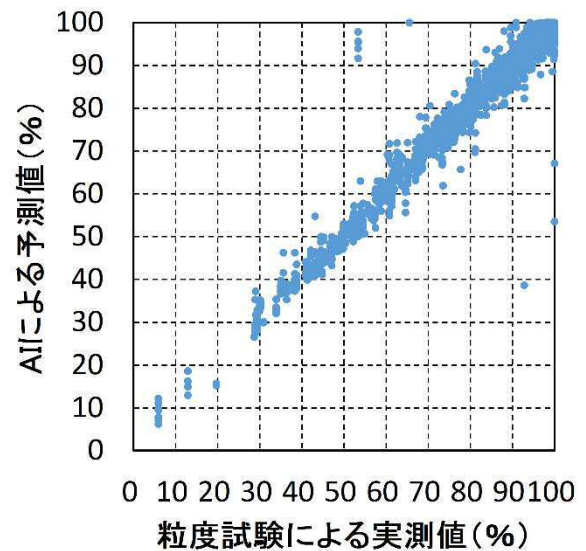


図-4 2mm 以下含有率の実測値と予測値の比較

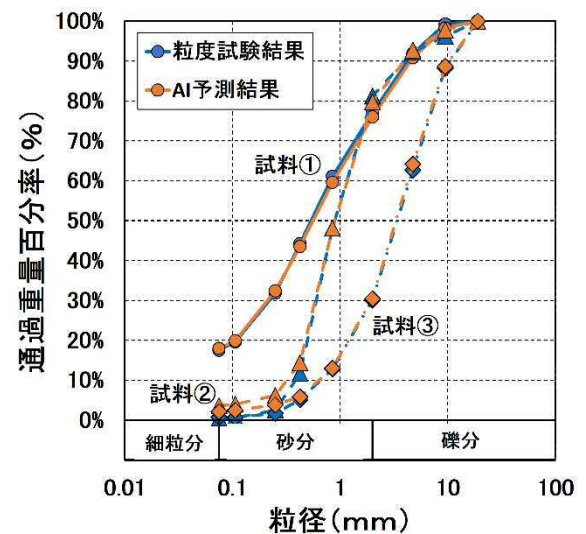


図-5 表-1 に示した各試料の粒径加積曲線の実測値と予測値の比較