

## 盛土材品質確認装置による現場盛土材への適用検討

西松建設 正会員 ○岩谷隆文 足立順一 村上泰紀  
西華デジタルイメージ株式会社 町井潤 飯塚勉 福里克彦

### 1. はじめに

盛土、埋め戻しなどに使用する土には、現地発生土などの品質が変化する材料が存在する。これらの土は、土質の変化を日常的に適切に行うことが求められる。一方、現場では、土質の変化を把握するため、現場作業員による目視観察や含水比測定などで判断している。工事の品質を確保・向上させるには、土質の変化に対してより適切な管理が必要となる。当社では、この土質の変化を粒度と色彩の測定により管理する手法を考案し、本手法を簡易に測定できる品質確認装置（写真-1）を開発し、その結果を報告した<sup>1)</sup>。本報は、本装置の現場運用に向け、実際の盛土工事で使用している盛土材を試験的に計測した結果について報告する。

### 2. 装置概要

本装置は、粒径  $75\mu\text{m}\sim 75\text{mm}$  程度の土を対象とし、土の粒度と色彩を土の画像から測定できるポータブル装置となる。装置の詳細は既報<sup>1)</sup>にて報告し、ここでは割愛する。主な構成を図-1に示す。装置は粒度測定に用いる落下治具と粒度と土の色彩測定に用いる測定部の2つをメインとしている。

測定部には、照明が2つ装備されている。測定用カメラはカメラ用治具に設置され、この治具により撮影距離、撮影位置を変更する。電源は屋外測定を考慮し、バッテリー駆動とし、装置本体も持ち運びが可能なサイズ・重量とした。

### 4. 装置による粒度、色彩の測定方法

土の粒度は、撮影した画像について解析用ソフト<sup>2)</sup>を用いて各土粒子を体積換算し、粒度分布を算出する。また、土の色彩は、RGB値をもとに算出した色情報（色相、彩度、明度）から色相、彩度を指標<sup>3)</sup>とした。

本装置による粒度測定は、各土粒子の輪郭をはっきりと撮影する必要があるため、①砂礫土（主に粒径  $2\text{mm}\sim 75\text{mm}$  を多く含む土）と②砂質土（主に粒径  $75\mu\text{m}\sim 2\text{mm}$  を多く含む）で別々の手法を使用した。①は、図-1のように、試料を落下治具上から投入し、落下治具内で分散された試料を測定部で連続撮影し、粒度分布用の画像を取得する（図-1、以下、落下法）。②は、容器に試料と水を入れ攪拌し、にごり水（細粒分を含む）を取り除いた土を透明容器に入れ、撮影する（図-1、以下、定置法）。定置法は、1回の測定量が  $2\text{g}$  程度のため、複数回測定することで測定量を増やし精度の向上を図った。

土の色彩は含水状態や照明（日光）などによって変化するため、装置の側面照明を使用し、自然含水比状態の試料土を上澄み法と同様装置底部に設置し撮影した。

### 3. 使用盛土材

キーワード 盛土材料、粒度分布、画像解析、品質管理

連絡先 〒105-6407 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 西松建設(株) 技術研究所 TEL 03-3502-0247

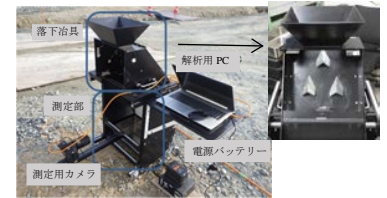


写真-1 品質確認装置

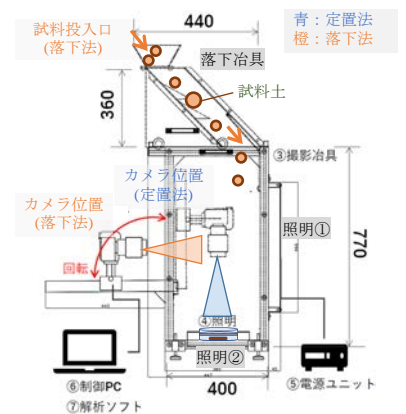


図-1 装置構成及び測定方法

表-1 盛土材の主な物性値

試験項目	土質 A	土質 B	土質 C
土粒子密度 $\rho_s$ ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	2.708	2.655	2.698
自然含水比 $w_n$ (%)	26.0	17.7	31.3
最大粒径 (mm)	37.5	53	53
平均粒径 $D_{50}$ (mm)	0.366	0.299	0.550
細粒分含有率 $F_c$ (%)	33.5	44.3	23.4

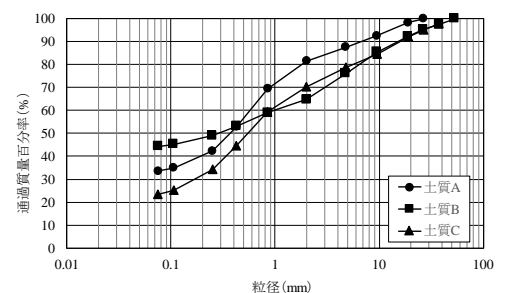


図-2 各盛土材の粒度分布

本装置の測定に使用した盛土材の物性値と粒度分布を表-1, 図-2 に示す. 土質 A は最大粒径が 37.5mm,  $F_c=33.5\%$  となっている. 土質 B, C は最大粒径が同じ 53mm,  $F_c=44.3\%$ ,  $23.4\%$  となっている. 各土質とも粒度幅が広く, 測定には落下法と定置法の 2 つを用いて測定を行った.

### 5. 本盛土材に対する粒度測定方法の検討

使用する盛土材を写真-2 に示す. 盛土材は表-1 に示すように細粒分の影響により写真のように団粒化した状態であった. この状態では, 落下法を用いても正確な粒径を判断することが難し状態であった. そこで, 落下法に用いる試料は, 試料のふるい分け (4.75mm ふるいを使用) および水洗い (ふるい残留土) により処理したものを用いた.

落下法の処理時に 4.75mm ふるいを通過した試料を用いて定置法により得られた結果とふるい試験の結果に差異が生じた. 解析画像 (写真-3) を確認すると今回の盛土材の土粒子は透明度が高く, 粒径を認識できないものが多く存在した. そこで, 測定する最小粒径を  $75\mu\text{m}$  よりも大きくすることで対応した. 具体的には, 試料土を 0.425mm ふるいでふるい分け処理したものを使用した. さらに, 既報<sup>1)</sup>では測定回数  $N=10$  回 (測定量約 20g 程度) であったが,  $N=15$  回 (測定量約 30g 程度) に変更し精度向上を図った.

### 6. 測定結果

各手法測定により得られた解析画像を写真-4 に示す. 落下法により得られた画像は粒子が分散され, 粒子の輪郭がしっかりと測定されている. また, 定置法で得られた画像も落下法の画像と同様, 各粒子の輪郭がしっかりと測定できた. さらに, 写真-3 の画像よりも粒径判定された粒子が多いことが確認できる.

落下法および定置法で得られた粒度分布を図-3, 4 に示す. 今回, 落下法は粒径 4.75mm 以上の測定結果となる. 各土質ともふるい試験とほぼ同等の粒度分布となっており, 測定手法としての有効性を確認できた. 定置法も同様にふるい試験とほぼ同等の粒度分布を示した. 測定回数を  $N=15$  に変更したことが精度に繋がったと考えられる.

色彩測定の結果を図-5 に示す. 土の色彩は約 2 か月の計測を行った. 測定結果から, 各盛土材料の色彩は異なることがわかる. また, 経時的には各土質の色彩の大きな変化は生じておらず, 色彩が品質管理に利用できる可能性を示した.

今後, 装置を使用した管理指標の設定, 測定手法の改良を行い, 現場への本格的な導入を進めていく予定である.

### 参考文献

- 1) 岩谷隆文他: 盛土材料の品質確認装置の開発, 地盤工学研究発表会, 2022 (投稿中).
- 2) 西華デジタルイメージ株式会社: Dia.image, <https://www.seikadi.com>.



(a) 採取後の原土状況 (b) 前処理後  
写真-2 使用した盛土材 (土質 A)

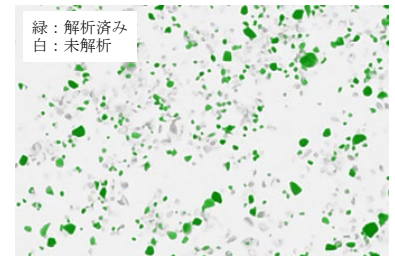
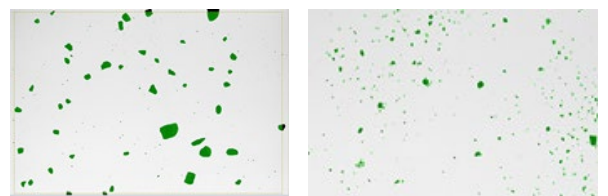


写真-3 解析画像 (定置法)



(a) 落下法 (b) 定置法

写真-4 処理対応後の解析画像

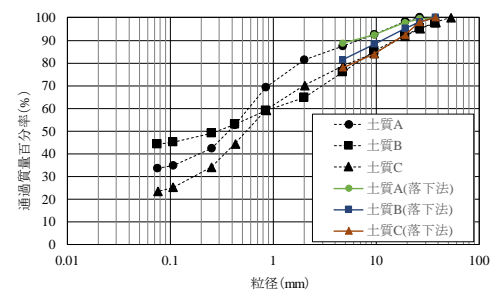


図-3 落下法による粒度分布

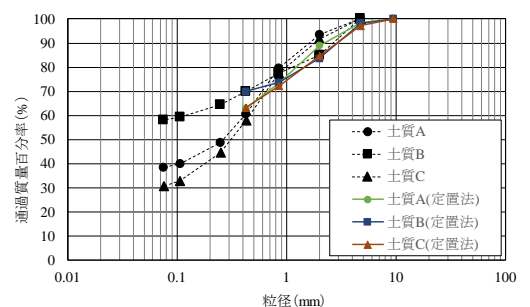


図-4 定置法による粒度分布

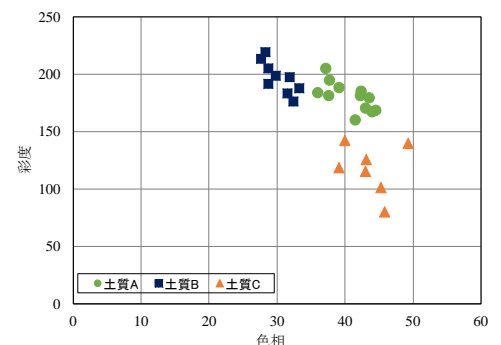


図-5 色彩の測定結果