

画像解析技術を用いた粒状材料の粒度解析システム

鹿島建設株式会社 正会員 ○藤崎 勝利, 黒 沼 出
同 上 正会員 岡本 道孝, 川野 健一

1. はじめに

フィルダム工事や造成工事では, 使用材料の粒度分布を管理することが重要である. 現場での品質管理では, 予め定められた頻度で粒度試験を行い, 使用材料の粒度分布が規定された粒度範囲内にあることを確認する. 近年, 注目を浴びている CSG 工法では, 事前に CSG 材の最細粒粒度および最粗粒粒度を把握し, この粒度範囲内において CSG の単位セメント量や単位水量を決定する¹⁾. また, 施工中に行う品質管理試験においては, CSG 材の粒度が粒度範囲内にあることを確認する必要がある. 筆者らは, 近年, 飛躍的な発展を遂げている画像解析技術に着目し, 画像解析で粒状材料の粒度分布の変動傾向を迅速に監視するシステム(画像粒度モニタリング)を開発している. 本文では, 本技術の概要を報告する.

2. 画像粒度モニタリングの概要

現場に従事する技術者は, 粒状材料の外観から, 粒度が粗い, または粒度が細かいという評価を経験的に行っている. 画像粒度モニタリングは, このような現場技術者の目視による評価方法に着想を得て開発した. 画像粒度モニタリングの手順は, 図1に示すように, 水平に敷き均した粒状材料をデジタルカメラで撮影(STEP1)し, 撮影した画像をコンピュータに取り込む(STEP2). この画像を解析して各粒子の輪郭を抽出し個々に識別する(STEP3). その後, 監視の対象とする粒径毎に粒子を抽出し(STEP4), 粒度インデックス $I_i(\%)$ を算出する(STEP5). 粒度インデックスは, 粒度分布を表す独自の指標であり, 撮影対象の全体面積に対する, 監視対象粒径の粒子の投影面積の総和の割合から算出する. 一連の画像解析は専用プログラムで数十秒で処理が完了する. なお, 図2に示すように, 撮影画像ならびに画像解析結果を最粗粒側材料と最細粒側材料で比較すると, 両者の差異は明確である.

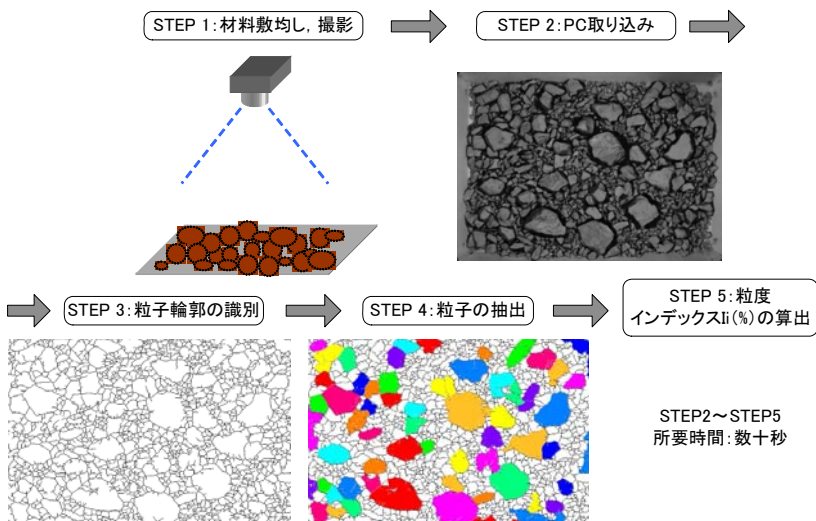


図1 画像粒度モニタリングの手順フロー

3. 解析結果例

(1) 粒度変動傾向

CSG 材(最大粒径 80mm)を対象に, 画像粒度モニタリングを試行した. 画像粒度モニタリングの監視対象として設定した粒径は, 40mm, 30mm, 20mm, 10mm である. なお, 粒子識別の分解能は,

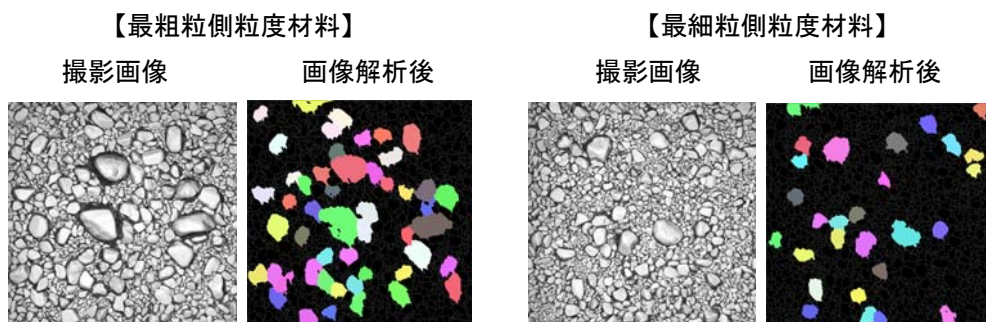


図2 撮影画像と画像解析結果の例

キーワード 画像解析, 粒度分布, 品質管理, 粒状材料

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設株式会社 技術研究所 TEL 042-485-1111

最大粒径の3%程度である。粒径40mm, 20mmの場合を例として、画像粒度モニタリングで得た粒度インデックス $I_i(\%)$ と、簡易粒度試験法¹⁾で得た加積通過率の変動傾向の比較を図3、図4に示す。図3、図4に示すように、粒度インデックスの増減傾向は、簡易粒度試験法¹⁾で得た加積通過率の増減傾向と一致している。このように、画像粒度モニタリングで、CSG材の粒度変動傾向の監視が可能である。

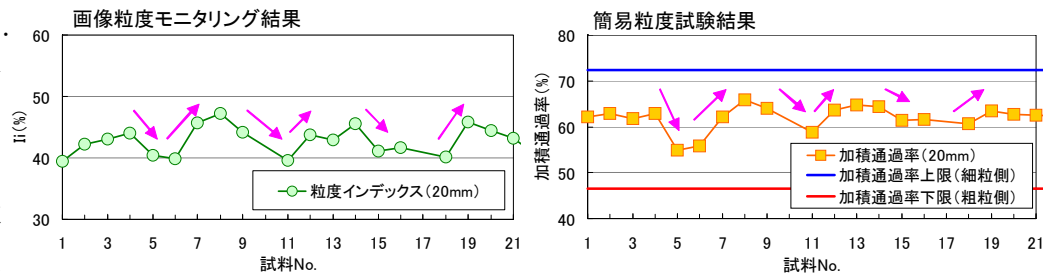


図3 粒度インデックスと加積通過率の変動傾向の比較（監視粒径：20mm）

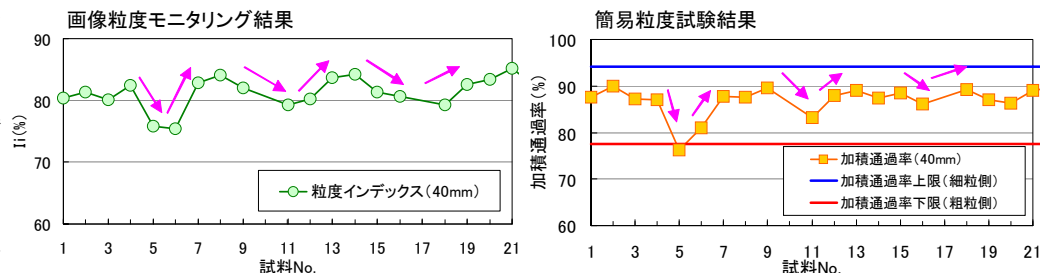


図4 粒度インデックスと加積通過率の変動傾向の比較（監視粒径：40mm）

(2) 加積通過率の推定結果

画像粒度モニタリングで粒度インデックス $I_i(\%)$ を介して推定した CSG 材の粒径加積曲線を図5に、監視粒径(40mm, 30mm, 20mm, 10mm)の加積通過率と簡易粒度試験結果の比較を表1に示す（なお、ここでの CSG 材は、図3、図4の CSG 材とは異なる）。粒径毎に算出する粒度インデックスは、各粒径の加積通過率と良好な相関関係を持っており、実験的に設定した相関近似式を用いて加積通過率を推定した。図5に示すように、画像粒度モニタリングで推定した粒径加積曲線が CSG 材の粒度範囲を満足するかどうかを確認することができる。また、表1に示すように、画像粒度モニタリングで推定した CSG 材の加積通過率は、簡易粒度試験結果とほぼ一致している。このように、画像粒度モニタリングを用いることで、CSG 材の粒度分布を迅速に推定することが可能である。

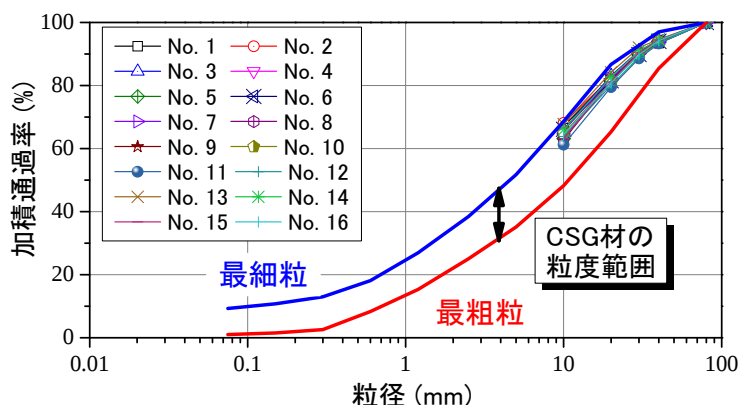


図5 画像粒度モニタリングで推定した CSG 材の粒径加積曲線の例

表1 加積通過率の比較（16 データ）

加積通過率 (%)	簡易粒度試験結果				画像粒度モニタリングから推定した結果			
	監視粒径				監視粒径			
	40mm	30mm	20mm	10mm	40mm	30mm	20mm	10mm
平均値	93.4	90.8	81.2	64.8	94.0	90.2	81.7	64.8
最大値	95.0	92.5	83.1	67.5	94.6	92.0	84.2	68.1
最小値	89.3	87.1	79.3	61.9	93.3	88.6	79.5	61.2

4. おわりに

本文では、画像解析技術を用いた粒状材料の粒度解析システム（画像粒度モニタリング）の概要について報告した。画像粒度モニタリングで、粒状材料の粒度分布の変動傾向を監視することが可能であり、初の本格的台形 CSG ダムを建設中である当別ダム（北海道）に導入した。当別ダム CSG 材への適用実績については、別の機会に報告する予定である。

参考文献

- 1) (財)ダム技術センター：台形 CSG ダム施工・品質管理技術資料，2007 年 9 月，pp.14, pp.61
- 2) 工業調査会：画像処理応用技術，1989 年 7 月