

画像粒度モニタリングを用いたフィルタ材製造時の粒度変動監視

国土交通省 九州地方整備局 櫻井祥貴, 梅田 光, 藤崎大樹
 鹿島建設(株) 正会員 奈須野恭伸, 藤崎勝利, 黒沼 出
 鹿島建設(株) 正会員 ○上本勝広, 川野健一

1. はじめに

ロックフィルダムではコア材を保護する役割を担うフィルタ材の粒度管理が非常に重要である。フィルタ材はフィルタ基準¹⁾(我が国のフィルタ基準およびSherardらが提案する非侵食フィルタを満足するための基準)と呼ばれる粒度分布に関する条件を満足する必要があるが、一般的にこれらの条件を満足する材料が単体でダムサイトに存在することは稀であるため、ダムサイトで採取した材料を破碎またはブレンドして製造する。本報告では、大分川ダムのフィルタ材製造時に適用した画像粒度モニタリングを用いた粒度変動監視の結果について報告する。

2. フィルタ材の製造方法

大分川ダムのフィルタ材は原石山から採取した原石を破碎したもの(フィルタ粗粒材)に材料山から採取した細粒材(フィルタ細粒材)を乾燥重量比1:0.2でブレンドして製造する計画であり、当初ストックパイル形式で両者をブレンドする計画であった。しかし、当ブレンド比ではストックパイル造成時の粗粒材の層厚が厚くなり、ブルドーザによる切崩し時に均一な混合が難しいことが懸念されたため、DK-S ミキサーを用いて混合した。写真-1, 2にそれぞれフィルタプラントヤード、DK-S ミキサー出口のブレンド材の状況を示す。プラント製造ではベルトスケールによって重量比を管理できるため、確実に設定したブレンド比を確保できる。

さらに製造材料の品質確認のため製造設備に隣接して粒度変動監視設備を設けた(写真-1の□)。当設備の粒度変動監視にデジタルカメラによる画像粒度モニタリングを採用した。

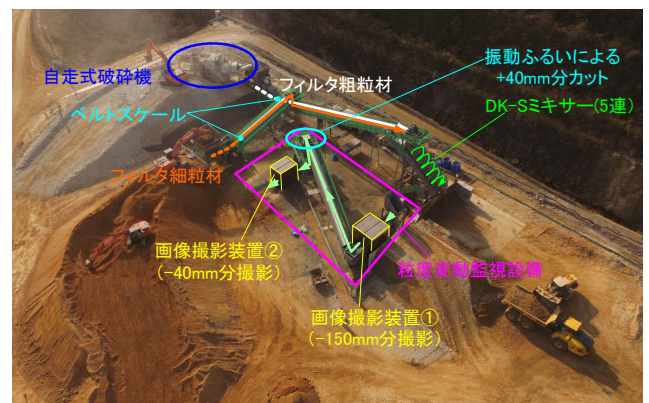


写真-1 フィルタプラントヤード



写真-2 DK-S ミキサー出口のブレンド状況

3. 画像粒度モニタリング適用における新たな試み

画像粒度モニタリング²⁾は、デジタルカメラ撮影画像の解析結果から粒度分布を推定する手法であり、これまでに台形CSGダム工事におけるCSG材やロックフィルダム工事におけるロック材の粒度変動監視技術として実績がある³⁾。従来のシステムで認識できる粒径は最大粒径の10%程度までであり、最大粒径が150mmであるフィルタ材では最小認識粒径は15mm程度となる。一方、大分川ダムではSherard基準に基づいてコア材の粒度分布から求めたフィルタ材の監視すべき15%粒径 D_{15} は6mm(図

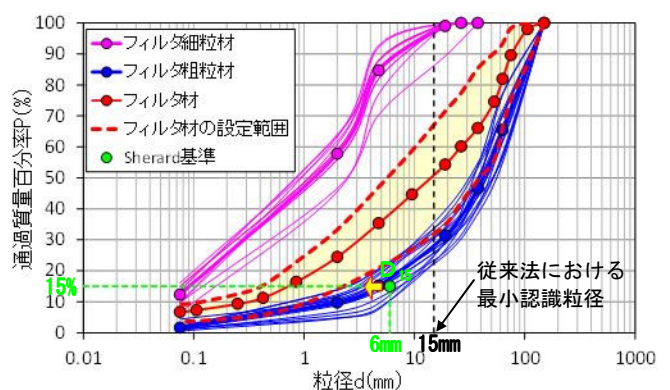


図-1 2段階撮影法による評価可能粒径

キーワード デジタルカメラ, 粒径加積曲線, 粒度分布, 品質管理, 画像解析

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島赤坂別館 鹿島建設(株)土木管理本部技術部 TEL 03-5544-1111

—1 中の●) であり、図中に示すように従来の最小認識粒径 15mm より小さかった。このため、画像粒度モニタリングの新しい試みとして図-2 に示す 2 段階撮影法に取り組んだ。2 段階撮影法は一試料に対して最大粒径 150mm の画像を撮影後 (1 段階目撮影)、粒径 40mm でふるい分けを実施し、最大粒径 40mm とした材料に対して再度画像を撮影 (2 段階目撮影) する。最大粒径 40mm の撮影画像から 4mm までの粒径が認識できるため、1 段階目撮影から得られる 150mm~40mm 粒度と合成することで 150mm~5mm の評価が可能になる。なお、2 段階で画像を撮影するためには撮影用の敷均し作業およびふるい作業の工程が増えるが、振動ベルコンおよび振動ふるいを導入することで当該作業を全て無人作業として省力化した。

4. 粒度変動監視結果

2 段階撮影法によって得られる粒度結果を図-3 に示す。2 段階の撮影によって 5mm 粒径まで評価できていることが確認できる。画像粒度モニタリングによる粒度変動監視はフィルタ材製造時に 1 回/15 分の頻度で実施した。製造時の 1 日当たり粒度変動監視結果例 (7.5 時間稼働分) を図-4 に示す。図中には評価結果から得られる粒径のうち 5, 20, 63mm の通過質量百分率の変動を示しているが、各粒径ともに許容管理幅内に収まっていることが確認できる。

5. おわりに

大分川ダムでは 361,000m³ のフィルタ材を約 12 ヶ月間で製造した。この間、製造中全期間に亘って粒度変動監視を実施し、所定の品質を満足できた。

画像粒度モニタリングの採用によって品質変動を考慮した合理的な品質管理が可能となるが、今回新たに取り組んだ 2 段階撮影法では、従来より小さな粒径の評価ができるため、今後ますます画像粒度モニタリングの適用範囲拡大が期待できる。当粒度変動監視手法によって現場における品質管理の生産性向上に寄与できれば幸いである。

参考文献

- 1) 松本徳久：我が国フィルダムの設計・施工の変遷, 土木学会論文集 F, Vol. 65 No. 4, pp. 394-413, 2009.
- 2) 藤崎勝利ら：デジタルカメラ画像を用いた CSG 材の粒度変動監視システム, ダム工学, Vol. 23 No. 1, pp. 19-26, 2013.
- 3) 藤崎勝利ら：デジタルカメラ画像を用いた土質材料の粒度監視システム (画像粒度モニタリング), 地盤工学会誌, Vol. 62 No. 8 Ser. No. 679, pp. 20-21, 2014.

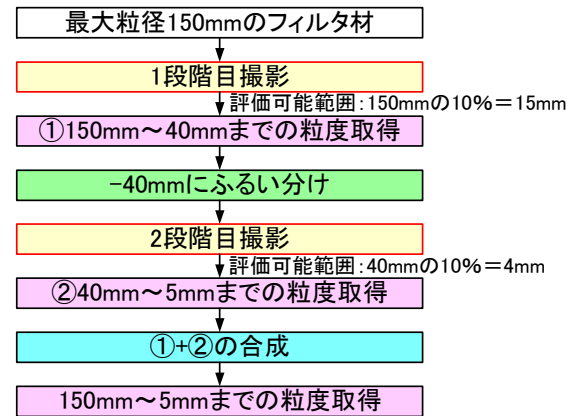


図-2 2段階撮影法のフロー

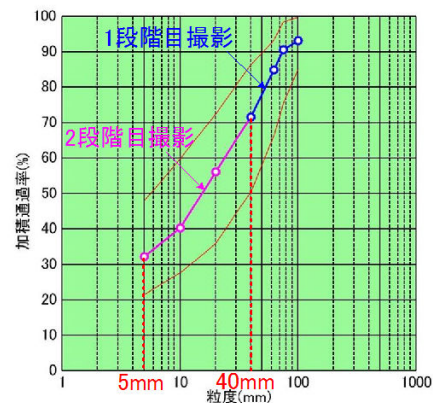
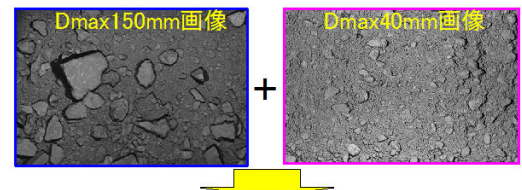


図-3 2段階撮影法によって得られる粒度分布

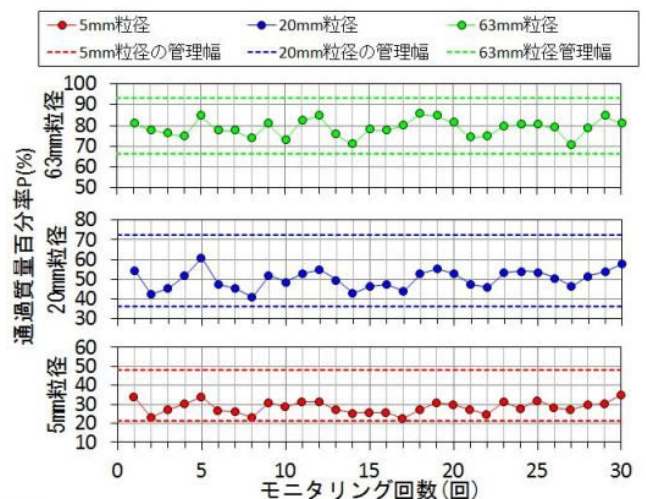


図-4 画像粒度モニタリングの結果