

### 3次元画像処理装置によるCSG材の連続粒度管理手法

(株)大林組 生産技術本部ダム技術部 正会員 ○宮入 斎 藤原 宗一  
 浅川ダムJV工事事務所 小俣 光弘 大竹 敏浩  
 長野建設事務所浅川改良事務所 小林 功 橋詰 利明  
 中村 亮人

#### 1. はじめに

ダムや防潮堤の本体部分で使われることのあるCSG (Cemented Sand and Gravel)は、現場近くで容易に入手できる岩石質材料 (CSG材) を粒度調整や洗浄することなく、セメントと水を添加、混合し製造される。そのため、CSGに必要な強度を確保するために粒度管理が重要であり、1～2時間に1回程度人力によるふるい分け試験でCSG材の粒度が「ひし形」で定めた粒度範囲内であるか確認している。今後、CSG工法における更なる高速大量施工に対応するため、品質管理の合理化が求められている。

そこで、自動車部品の完成検査などで使用されている画像処理技術を応用してCSG材の粒度を自動測定できる「3次元画像処理装置によるCSG材の連続粒度測定手法」を開発、浅川ダムのCSG工事で実証した結果について報告する。

#### 2. 装置概要

本装置の開発に先立ち実施した事前実験等により、主な既技術である画像面積からの粒度分布推定に対し、画像体積からの粒度分布推定とした。

##### (1) 試料分散装置

画像処理により精度よく粒子を認識するために必要な試料の分散は、ベルトフィーダ、ベルトコンベア速度差を利用した。事前実験で速度差による分散効果を確認し、ベルトフィーダ速度を1m/min、ベルトコンベア速度を75m/minとした。ベルトフィーダで、撒出し厚さ10cmのCSG材は、ベルトコンベア上で1.3mmの厚さに分散される (図1)。

##### (2) 3次元ラインレーザカメラ

カメラは、光切断用の3Dラインレーザカメラを使用した。ライン状のレーザ光源をCSG材に照射し、その反射光を別の角度からカメラ撮像、高さデータ(プロファイル)として取得する。さらにベルトコンベアを移動するCSG材の形状に応じて変化するレーザ光を一定間隔で撮像するとCSG材の3次元輪郭情報が得られる。今回の実証では、1秒間に800プロファイル取得できるように設定した。ベルトコンベア速度が75m/minの場合、0.16cm/枚の頻度でプロファイルを取得することになる (図2)。また、反射光が鮮明になるようカメラを暗室内に設置、さらに高さ算出の際の基点となるベルトコンベア面とカメラとの距離が一定になるよう、撮影範囲のベルトコンベア面の振動対策を行った。

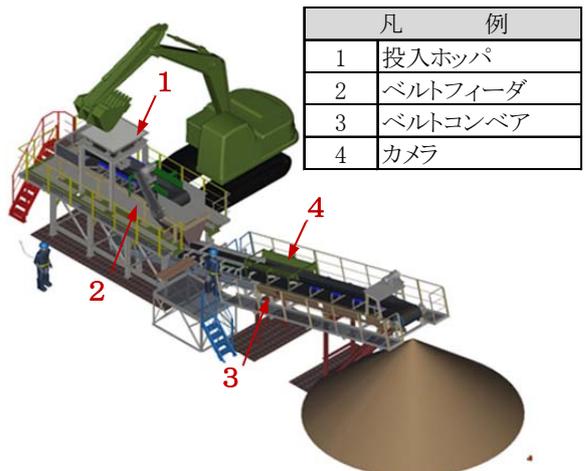


図1 試料分散装置概要図

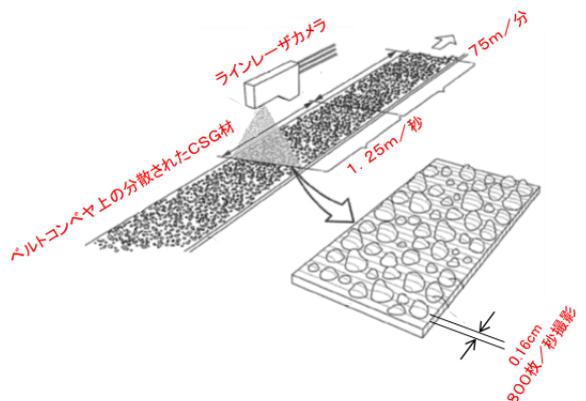


図2 ラインレーザカメラによる光切断

キーワード : 3次元画像解析、ラインレーザ、粒度測定、CSG

連絡先 : 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティB棟

(株)大林組 土木本部生産技術本部ダム技術部 電話 03-5769-1321 F A X 03-5769-1977

3. 実証概要

(1) 使用材料

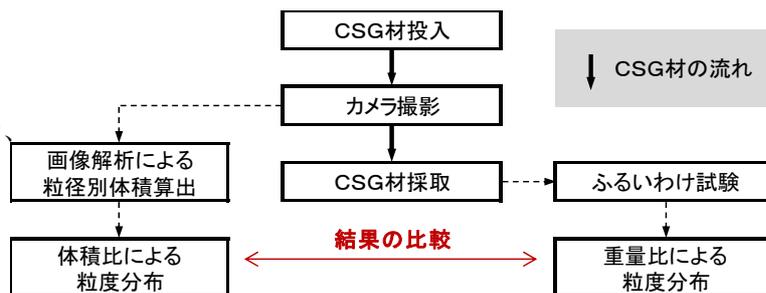
実証には浅川ダムのCSG地すべり対策工でCSG材として使用されたものを使用した。この材料は新第3期火山岩の安山岩で、移動式スクリーンで80mmアンダーの材料を選別したものである。

(2) 実証方法

実証は表1に示すフローで実施した。

CSG材の状態の違いによる影響を確認するため、試料の採取場所、実証日を変えて1日あたり10試料(計30試料)で測定した。1試料当たり30kg以上の試料全量を対象(約1分間)に、画像処理で算出した粒度分布(体積比)とふるい分け試験(簡易法)による粒度分布(重量比)を比較した。

表1 実証フロー



4. 実証結果

(1) ふるい目寸法による体積比との比較

画像処理で3次元化されたモデルをベルトコンベア面からの距離(以後、閾値)ごとに区分し、それぞれの体積比を算出した。この時の閾値は、ふるい分け試験のふるい目寸法(5、10、20、40mm)とした。図3は画像処理による体積比とふるい分け試験による重量比を比較(ケース平均)したものであるが、両者の線形は大きく異なった。

(2) 最適閾値による体積比との比較

上記において、画像処理による体積比とふるい分け試験による重量比に差がでた原因として、1) 粒形ごとの密度差、2) ふるい分け試験と画像処理により認識される粒径の差と考えた。1) については、粒径別に単位画像体積当たりの重量を求め、体積比に係数として乗じて重量比と比較したが、両者の差は残ったままであった。2) については、CSG材の扁平により現象が生じると考え、画像処理で3次元化されたモデルを区分する時の閾値を変化させ、体積比=重量比となる時の閾値を試料ごとに算出した。実証での30試料ごとに異なる閾値は、統計処理により共通する値(最適閾値)とした。今回の実証では、ふるい分け試験での粒径区分が0-5-10-20-40-80mmに対し、最適閾値は0-5-8.5-14-27-80mmとなった。最適閾値により算出した体積比とふるい分け試験による重量比を比較した結果を図4に示す。図3で大きく異なった両者の線形は差が小さくなり、その差は概ね±5%以内であった。

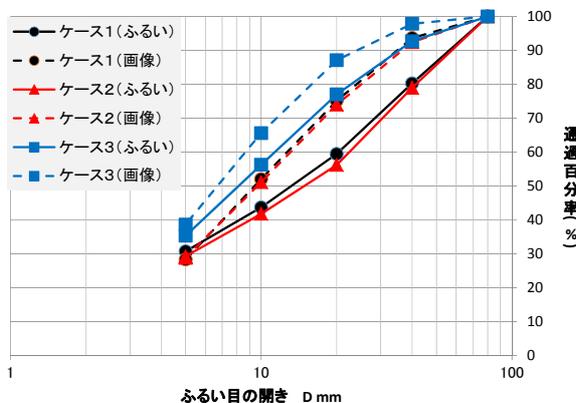


図3 ふるい目寸法体積比—重量比

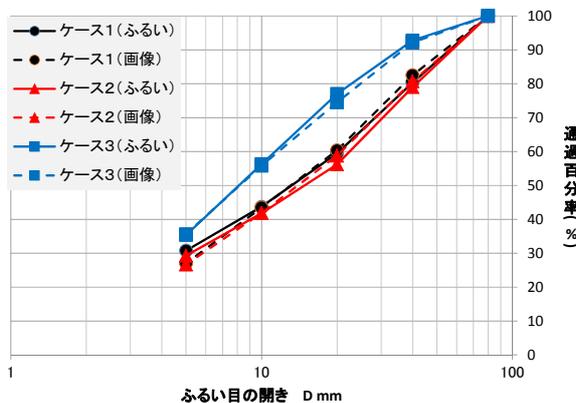


図4 最適閾値体積比—重量比

5. おわりに

本技術は、市販されているカメラで汎用機械を用いて分散させた土質材料の体積を算出し、統計処理で区分するという単純明快な作業で精度の良い粒度測定が可能とする。今後はCSG工法のみならず、一般の土質材料を使用した工種でも適用が可能と考える。