「成瀬ダム堤体打設工事（第1期）」施工現場に於ける品質管理の高度化等を図る技術の試行業務コンソーシアム

当試行業務のコンソーシアム構成員

成瀬ダム堤体打設工事
鹿島・前田・竹中土木
特定建設工事共同企業体

前田建設 MAEDA

大成建設 TAISEI For a Lively World

一般財団法人 日本ダム協会

「成瀬ダム堤体打設工事（第１期）」
施工現場における品質管理の高度化等を図る技術の試行業務の取組み

目　　次

１．官民研究開発投資拡大プログラム：PRISM（プリズム）
２．成瀬ダム（台形CSGダム）
３．画像処理技術を活用したＣＳＧ材の連続粒度管理システム
４．ＣＳＧ材の連続粒度管理システムはなぜ必要か？
５．原石山工区のシステム概要
６．堤体工区のシステム概要
７．システム活用による効果

1.　官民研究開発投資拡大プログラム：PRISM（プリズム）
(Public/Private R&D Investment Strategic Expansion PrograM)

国土交通省

建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト

- 建設現場からデジタルデータをリアルタイムに取得し、これを活用したIoT・AIをはじめとする新技術を試行することで、建設現場の生産性を向上するプロジェクトを公募。

＜スケジュール＞

2020年3/3～4/10	公募期間
2020年5月上旬	書類審査・ヒアリング
2020年6月上旬	審査結果の公表・通知
2020年7月上旬	契約締結

＜応募要件＞

- 以下を含むコンソーシアム（予定者を含む）
  - ✓ 国交省等の発注工事を受注している建設業者
  - ✓ IoT・AI等関連企業等（建設業者以外の者）
- 提案内容は、2020年度に現場で試行
- 取得データはクラウド環境等により、随時、発注者等と共有

＜技術提案内容＞

Ⅰ．第５世代移動通信システム等を活用して土木又は建築工事における施工の労働生産性の向上を図る技術

- 土木又は建築工事の施工にあたり、５Ｇ通信等の革新的技術を活用し、建設機械等の遠隔操縦の効率向上又は部分的な自動施工を実現する新技術等を試行することにより労働生産性の向上（作業員の省人化、施工時間の短縮、休日の拡大等を指す。）を図る技術の提案を求める。

Ⅱ．データを活用して品質管理の高度化等を図る技術

- 土木工事の施工にあたり、データを取得し、当該データを活用することにより現行の品質管理手法を代替することができると見込まれる技術（現行基準における試験方法や数値等の代替手法、監督・検査・確認の代替手法、書類の削減・簡素化及びこれらを通じて品質自体の信頼性を高める手法等を含む。）の提案を求める。ただし、当該手法を現場実装する際に、国土交通省が規定する各種基準が隘路になっているものに限る。

「成瀬ダム堤体打設工事（第１期）」
施工現場における品質管理の高度化等を図る技術の試行業務の取組み

2. 成瀬ダム（台形CSGダム）

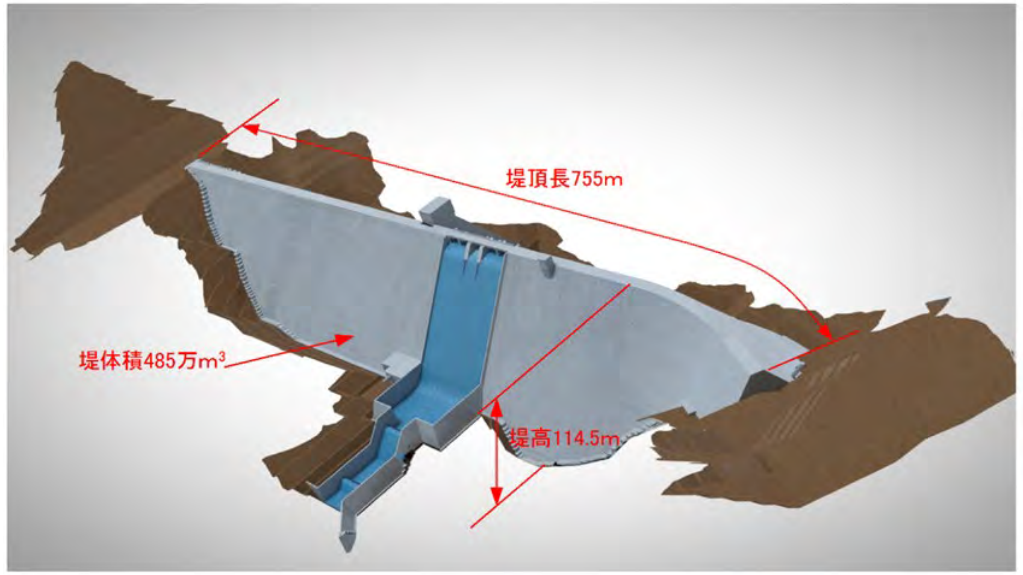
□ 工事概要

工事名	成瀬ダム堤体打設工事（第１期）
発注者	国土交通省東北地方整備局成瀬ダム建設工事事務所
水系	１級河川　雄物川水系成瀬川
工事場所	秋田県雄勝郡東成瀬村椿川地内
地質	ダムサイト（緑色凝灰岩・凝灰角礫岩・凝灰質泥岩）

□ 工事概要

型式	**台形CSGダム**
堤高	114.5m
堤頂長	755.0m
堤幅	8.0m
堤体積	4,850,000m^3
堤頂標高	EL532.5m

国内最大級の台形CSGダム



CSG【 Cemented Sand and Gravel 】

□ 現場近傍で容易に入手できる岩石質材料にセメント、水を添加し、簡易な混合設備により混合して製造する。

□ 台形CSGダムは、CSGで造られ、品質管理手法が確立されている。

□ CSGは、CSG材の分級・粒度調整・洗浄を行わずに用いる工法であり、CSG材の性状が変化することを許容する。

▶ CSG製造時，CSG材の粒度試験・含水率試験結果から，表面水量を算出する．求めた表面水量に基づき給水量の変更を行う．

３．「成瀬ダム堤体打設工事（第１期）」
施工現場における品質管理の高度化等を図る技術の試行業務の取組み

⇒　画像処理技術を活用したＣＳＧ材の連続粒度管理システム　の実証実験を実施中
原石山工区では、CSG材製造ラインで、堤体工区では、CSG製造ラインに設置

成瀬ダム堤体打設工事

成瀬ダム原石山採取工事

４．画像処理技術を活用したＣＳＧ材の連続粒度管理システムはなぜ必要か？

従来のCSG材の品質管理試験 ⇒ ふるい分け試験：人力、結果が出るまで１時間

湿潤ふるい法

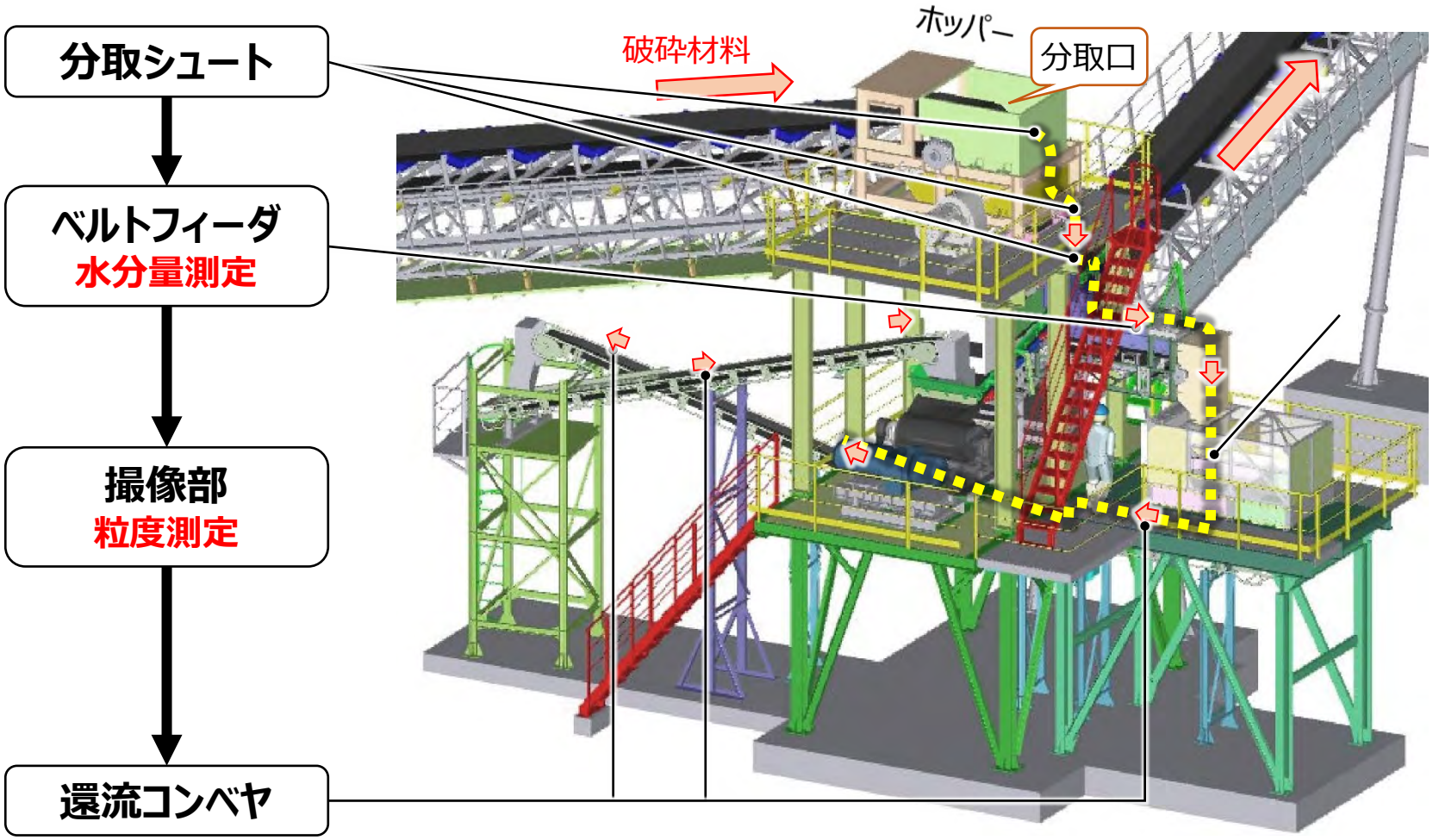
水洗い法

課題	□ 従来と同等以上の品質を確保するためには、品質管理頻度の増加が必要である。 □ 人力による試験であるため、労力を要するとともに試験に時間を要する。
課題開発コンセプト	□ 試験に要する時間や人員を削減 □ 品質管理の生産性向上に寄与 □ 人力のため間欠的な品質試験をリアルタイムな管理

⇒ 品質管理の高度化
品質の向上

5．原石山工区のシステム概要

破砕材料は，ホッパー内の**分取シュート**によりサンプリングされた後**ベルトフィーダ**で搬送される。搬送中，フィーダ内部に設置されたRI 水分計により材料の水分量を測定する。フィーダ終端に達した材料は**還流コンベヤ**に向けて**撮像部**を落下しながら通過する。この際，材料をデジタルカメラによって撮影し解析PCにより粒度測定を行う。

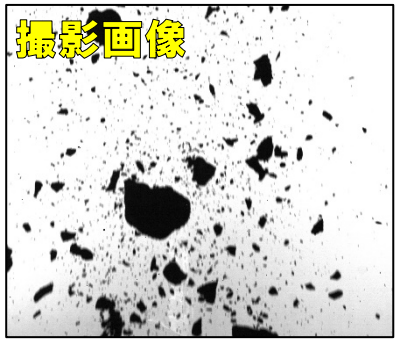


システムでの試験計測状況

各所に設置した機器と分取機構により連続的に粒度と水分量を計測。

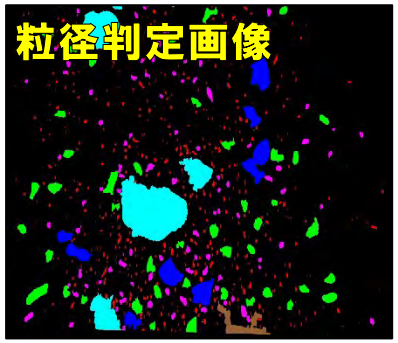
撮影画像から粒度分布算出までのシステムフロー

① 画像撮影・二値化処理



落下する材料粒子を撮影
撮影画像を二値化処理することで材料と背景を区分

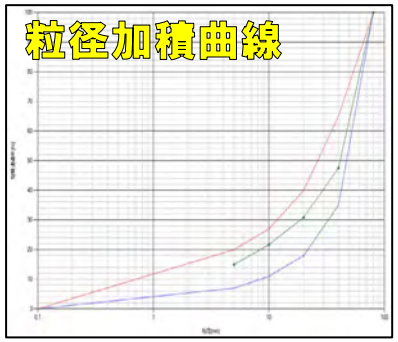
② 粒径別画像面積算出・質量換算処理



撮影画像に画像処理を施し粒径別に粒子の合計面積を計算
粒径別に質量換算係数を合計面積に乗じて質量を算出する

画像面積(px) × 質量換算係数 (kg/px) ＝ 質量(kg)

③ 粒度算出



算出した粒径別の質量より粒度分布を出力

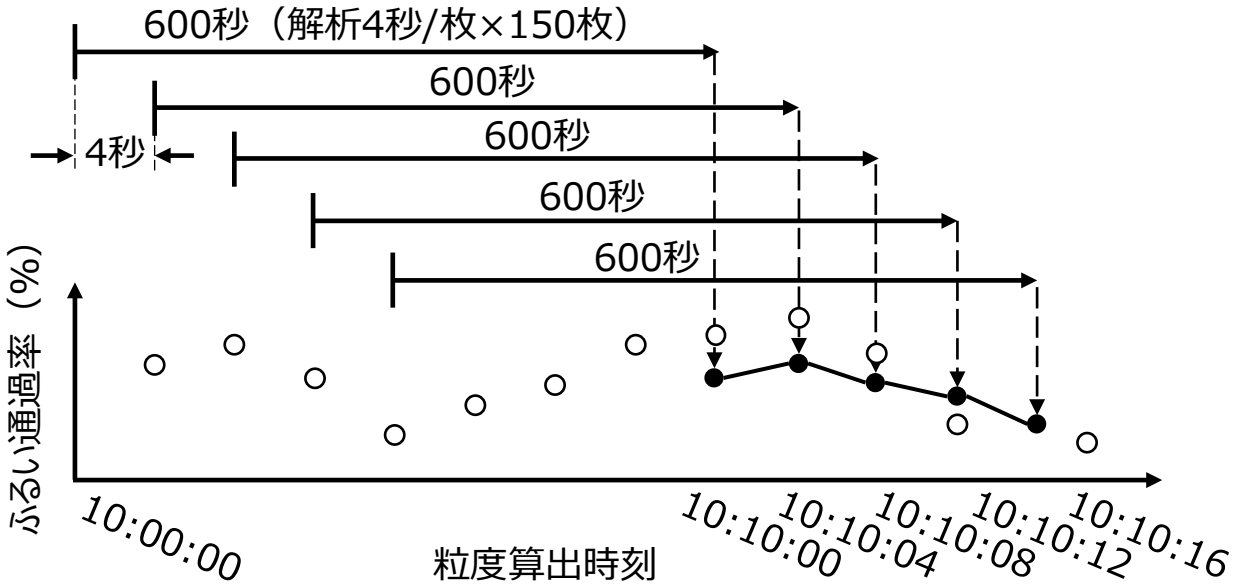
粒度加積通過率の計算方法について

質量換算係数について

質量換算係数とは，画像解析により求めた面積を質量に換算するための係数であり，材料特性が同一で既知の材料を用いて事前にキャリブレーションを行い，水分量の変動による補正をして粒径別の質量換算係数を決定する。

移動平均値による粒度・水分量の管理

撮影写真1 枚ごとの粒度解析値やＲＩ水分計による1 回ごとの水分量測定値には，サンプル試料のバラツキや試験誤差を含むため，複数ロットの解析結果を移動平均処理する手法を採用して変動監視を行っている。

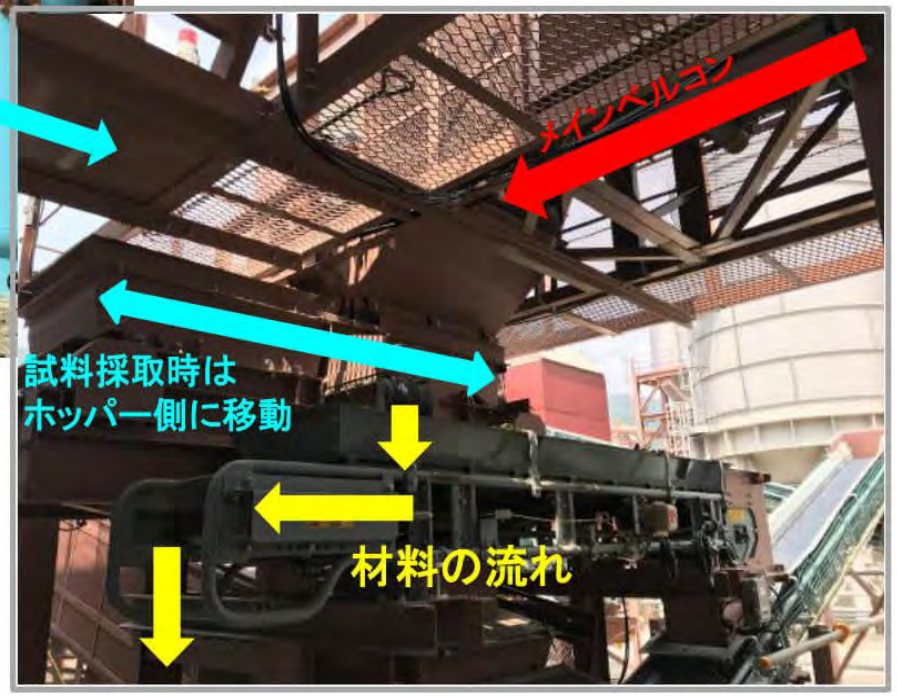


解析時間4秒・移動平均枚数150枚での結果出力イメージ

6．堤体工区のシステム概要

画像解析設備外観

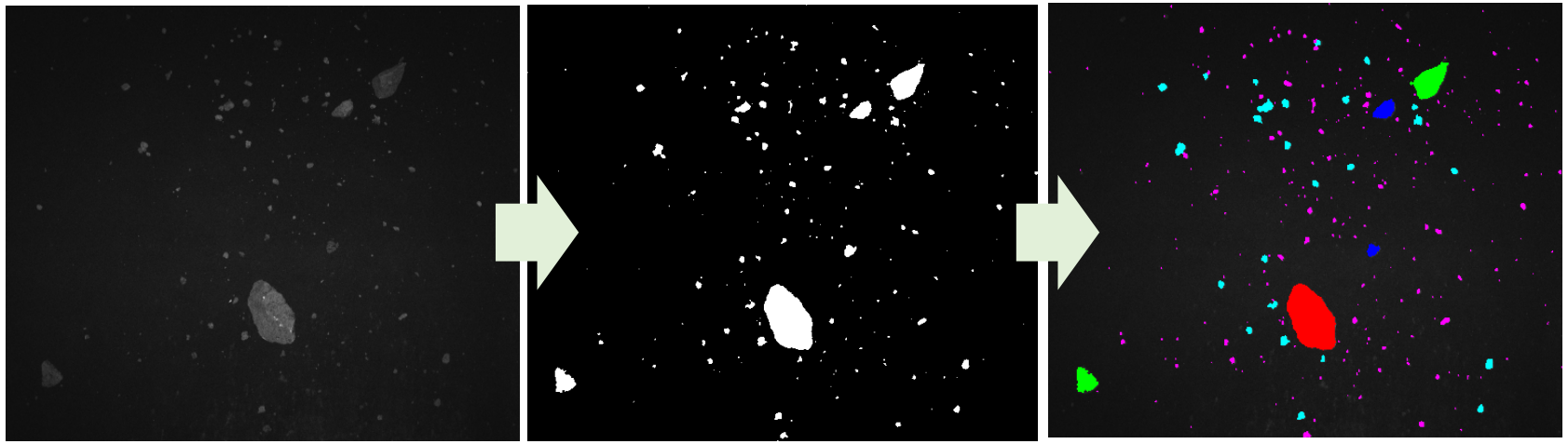
ＣSG材の撮像状況



撮影画像から粒度分布算出までのシステムフロー

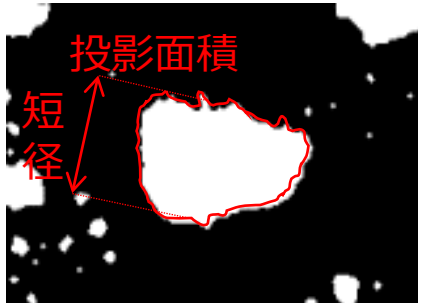
カメラで撮像した数百枚の画像を解析処理し、粒径や土粒子面積を得る。

CSG材の写真撮影	二値化処理後	粒度判別



※二値化した土粒子を土粒子短径ごとに判別する.

D_{max}80：赤色　D_{max}40：緑色　D_{max}20：青色　D_{max}10：水色　D_{max}5：紫色



粒度解析して得られた土粒子面積と、従来法のふるい質量率より
校正式を作成する。

7． システム活用による効果

中央操作室で、各製造ラインの稼働状況を集中管理し、各所モニタにより監視

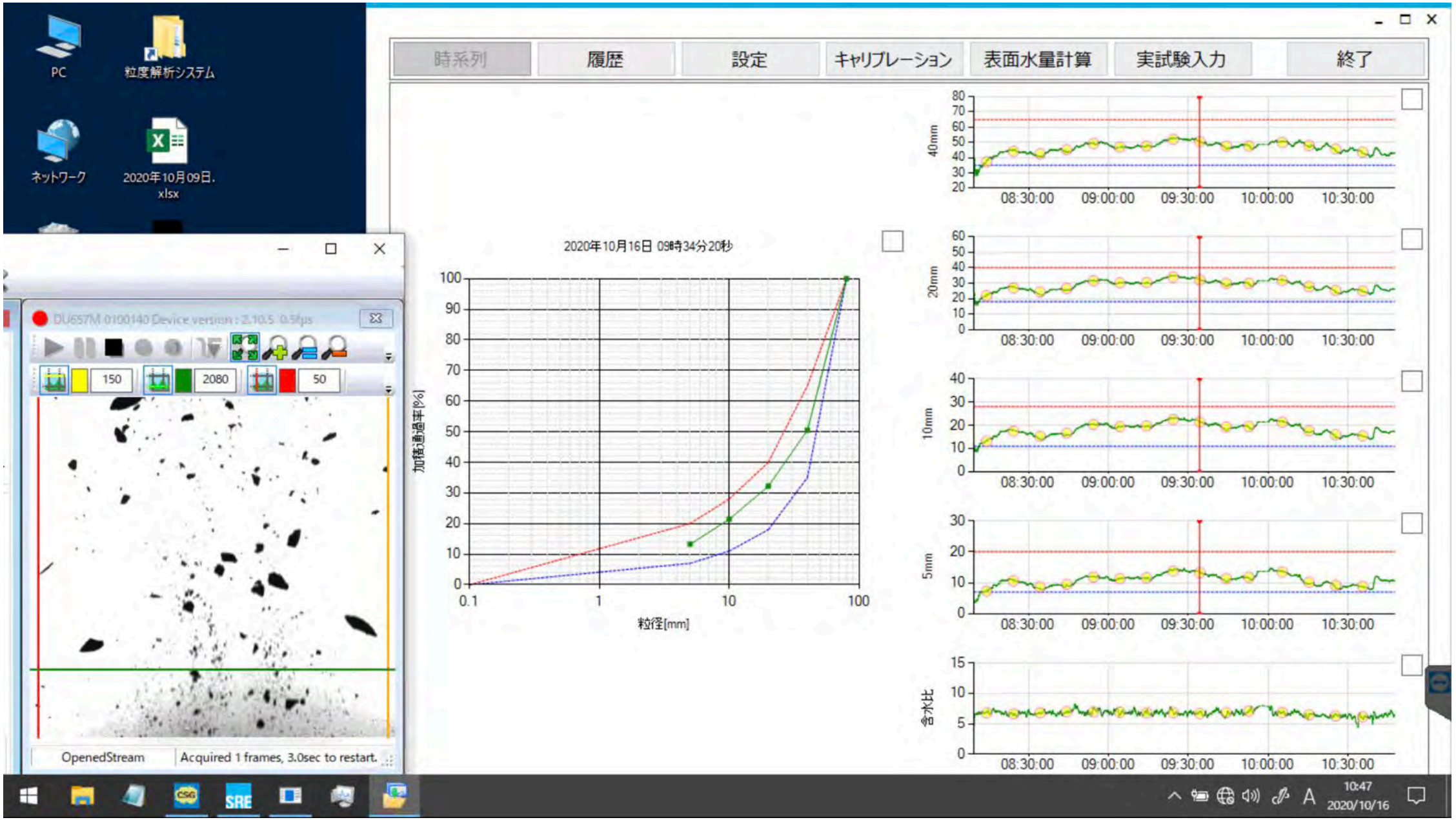
- 撮影画像の確認
- 粒径別加積通過率の履歴確認
- 粒径加積曲線の履歴確認
- 水分量の履歴確認

・本システムは搬送ベルトコンベヤ上を流れる材料をカメラによって撮影し画像解析を行うことで，粒度を連続的かつリアルタイムに監視でき変動傾向を可視化することができる。

・品質試験の省力化、品質管理の高度化が図れる。

・クラウドサーバを活用することで解析結果や撮影画像を工事関係者に共有することができ，試験立会や写真管理などの合理化にも寄与できる。

監視システム画面

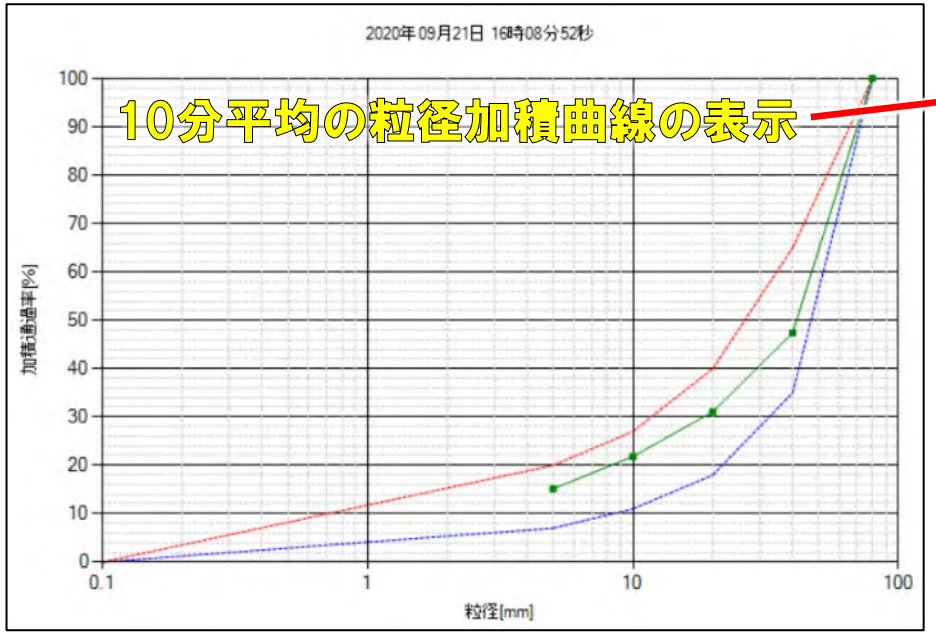

PC
粒度解析システム
ネットワーク
2020年10月09日.xlsx
時系列
履歴
設定
キャリブレーション
表面水量計算
実試験入力
終了
2020年10月16日 09時34分20秒
加積通過率[%]
粒径[mm]
40mm
20mm
10mm
5mm
含水比
08:30:00
09:00:00
09:30:00
10:00:00
10:30:00
150
2080
50
OpenedStream
Acquired 1 frames, 3.0sec to restart.
10:47
2020/10/16

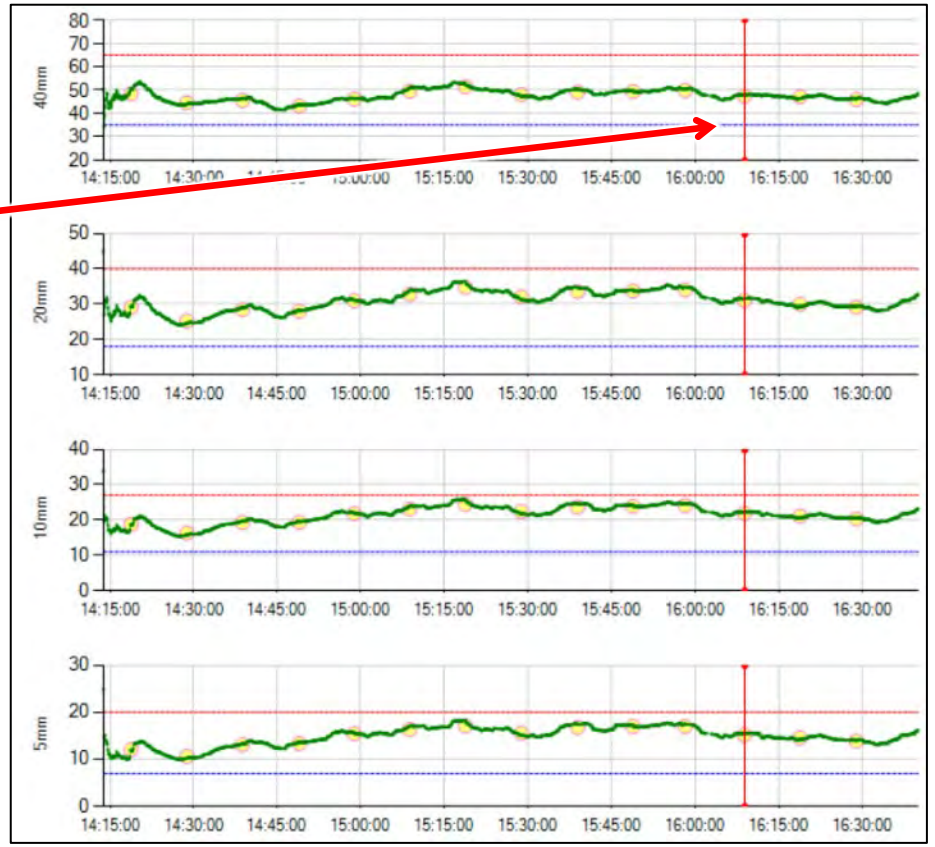
監視システム画面

画像解析に算出された結果は中央操作室内のPCで確認可能。

●：計測値
●：平均値

各粒径の加積通過率管理履歴



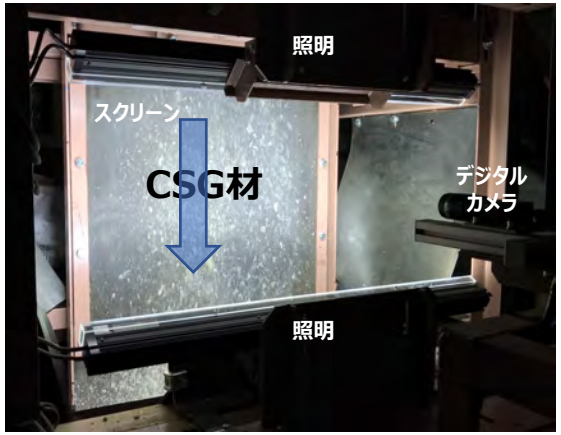


画像処理技術を活用したＣＳＧ材の連続粒度管理システムのまとめ

品質管理試験を**自動化**した**管理システム**を構築し，CSG材、およびCSGの製造過程において**品質管理の合理化・高度化（連続監視、省人化）**　が可能となる．

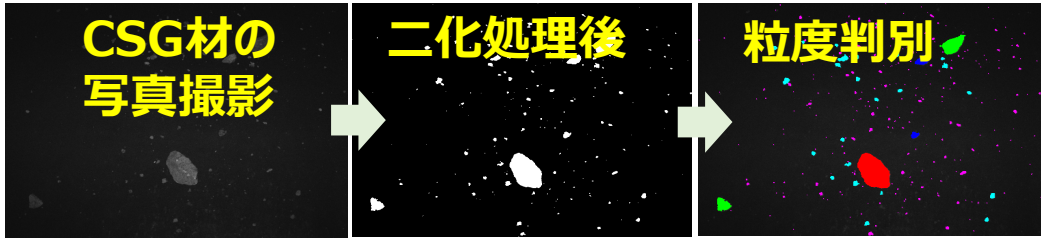
従来試験方法
：ふるい分け試験

キャリブレーション

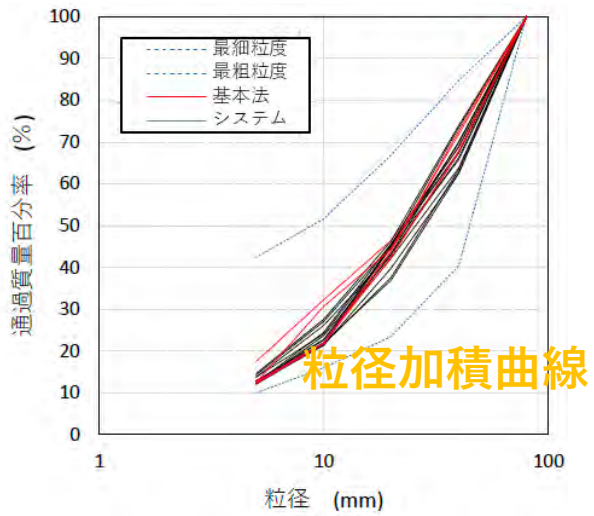


ＣSG材の撮像状況

カメラで撮像した数百枚の画像を解析処理し、
粒径や土粒子面積を得る。



※二値化した土粒子を土粒子短径ごとに判別する.
D_{max}80：赤色　D_{max}40：緑色　D_{max}20：青色　D_{max}10：水色
D_{max}5：紫色



- 撮影画像の確認
- 粒径別加積通過率の履歴確認
- 粒径加積曲線の履歴確認
- 水分量の履歴確認