

北海道開発技術研究発表会 新技術セッション発表

CSG工法における品質管理の高度化技術

前田建設工業株式会社 土木技術部 技術開発グループ
笹倉 伸晃

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、混合したもの。
- 永久構造物として品質管理手法が確立されており、**台形 CSGダム**の堤体材料として実績を有する。



図 CSG材料構成

写真 簡易な連続混合設備

写真 CSG

CSG工法の特徴・メリット

CSGをブルドーザで敷き均し、振動ローラで転圧することによって面上に構造物を構築する簡易な施工法

材料・施工の合理化

ダム構造物以外の構造物へも展開



写真 CSG工法による施工の流れ

CSG工法による生産性向上に向けて

■ CSG工法の今後

- 築堤構造物への広範囲に活用
- 大規模構造物での急速施工

■ 課題

- 大量製造に対応した製造設備や運搬管理システム
- 大量製造に適した品質管理システム

■ 本工事での取り組み

製造～運搬～施工および品質管理の全てのプロセスにおいてICT等を活用した自動化システムを構築し、高度化によって生産性向上を図る。

CSG工法の高度化技術

- ①自由落下式の連続混合ミキサ『M-Yミキサ』
- ②ICタグによるCSG出荷・運行管理システム
- ③画像処理および非接触水分計による
CSG材粒度監視システム

CSG防潮堤事業概要

南海トラフ巨大地震に備え、2012年6月から約**17.5km**の
CSG工法による防潮堤を整備する事業



写真 浜松沿岸域防潮堤整備事業ルート

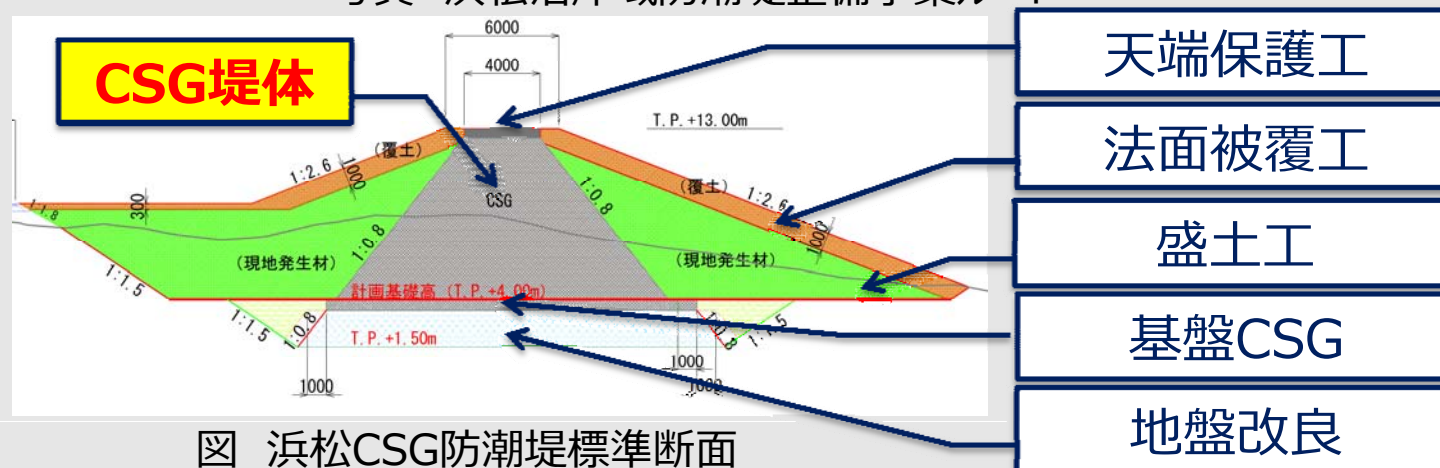


図 浜松CSG防潮堤標準断面

当社のCSG防潮堤事業における役割

- ゼネコンが施工に際してCMとなって工事を統轄
- 最大 $120\text{m}^3/\text{h}/\text{基}$ のCSGを製造する「M-Yミキサ」を4セット配備した大規模連続式CSG混合プラントの設置



連続式CSG混合設備外観

大量製造を想定した混合設備の開発

- 重力落下式の連続ミキサ4基による大量製造
- 1基最大200m³/hの製造を実現



写真 連続式CSG混合設備「M-Yミキサ」

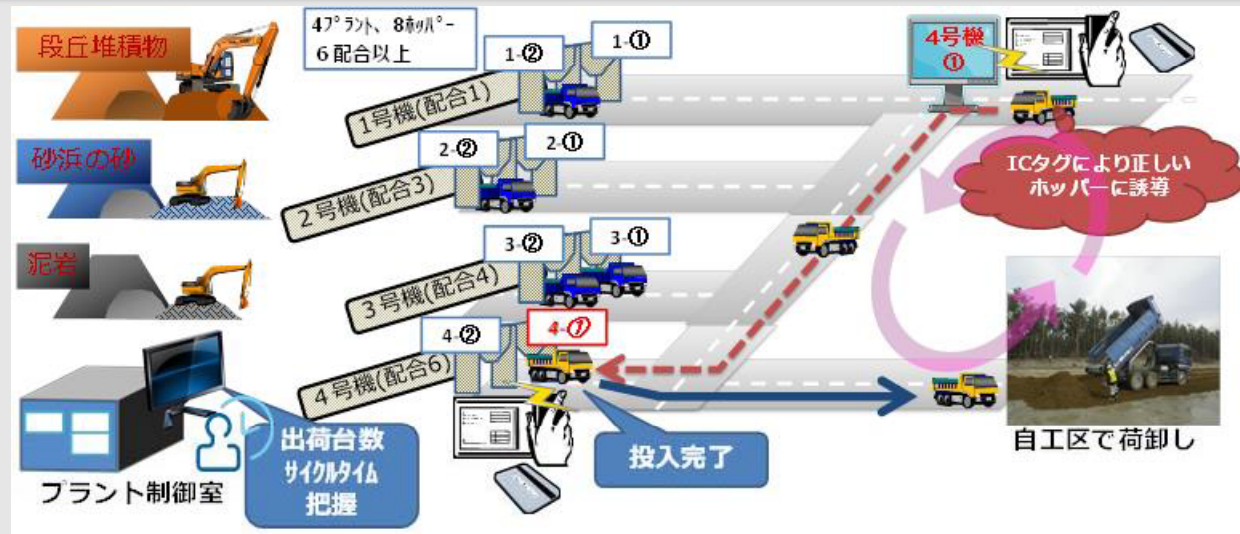
写真 混合前後のCSG状況

出荷管理の高度化技術の開発

- 大規模CSG工事では、使用するCSG材や配合が多種多様化し、CSG配合を誤配合なく、出荷管理する必要性がより一層高まる。



出荷・運行管理の自動化（ITツールの活用）



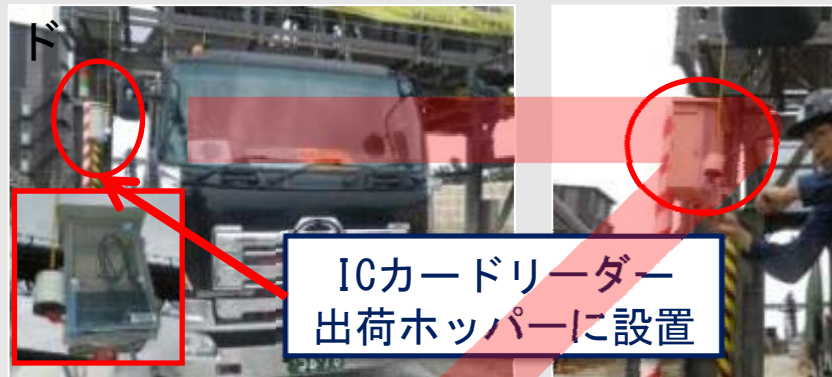
CSG出荷・運行管理システムのイメージ

- ICタグでの確実な誘導、セメント量の異なる配合の積み間違いを防止
- ダンプ運搬のサイクルタイムをリアルタイムで製造者・施工者が把握
- 運搬状況は最終的に集計・帳票化して発注者に報告

ICタグ出荷管理システム

■ CSG出荷・運行管理システム導入状況 H27.4より現場導入

・ 製造プラントヤード



・ 施工ヤード



品質管理の高度化技術の開発

- CSG材の**日常管理**は、粒度および含水率を試験室にて**1回/h**の頻度で確認し、**CSG単位水量を調整**
- 大規模CSG工事における大量製造を想定した場合、現状の頻度では、**ばらつきが大きくなり**、品質管理の自動化による高度化が必要不可欠。

CSG単位水量管理→労力 大



現状のCSG材日常管理試験方法(1回/時間)



目指すべきCSG材日常管理

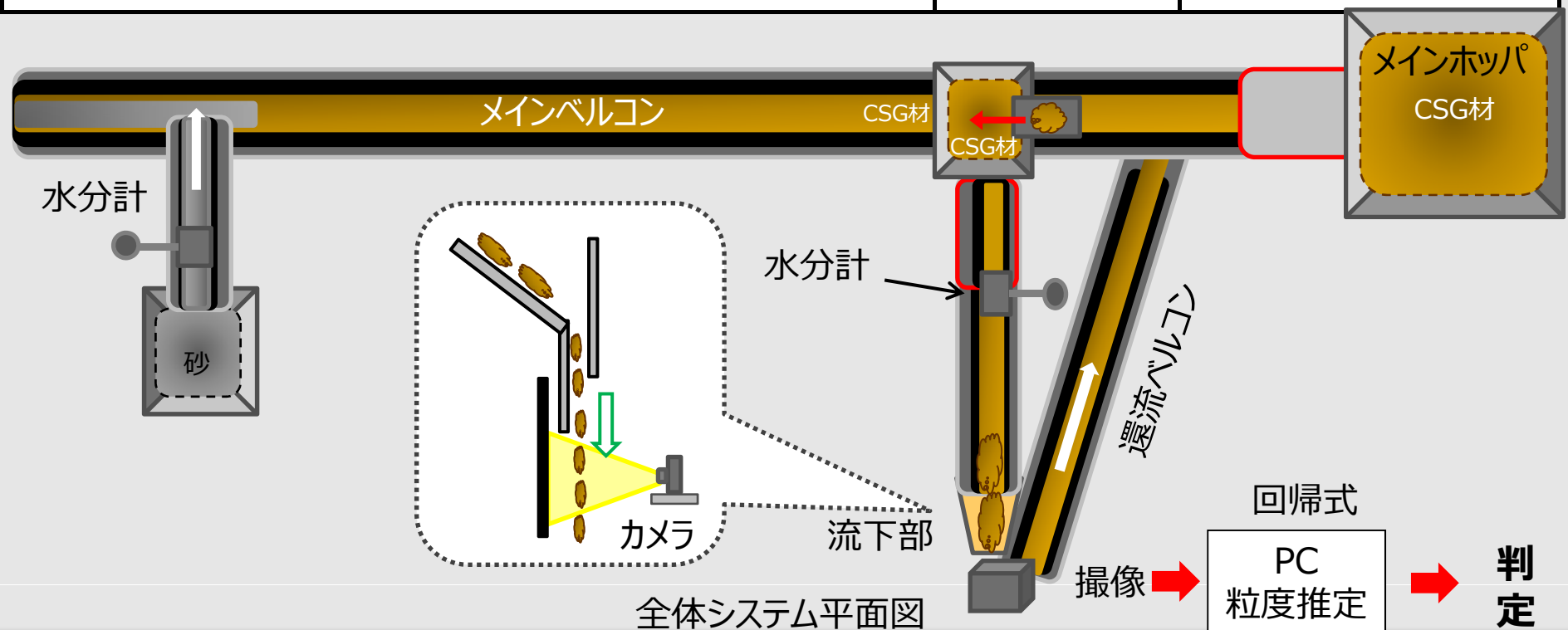


粒度および含水率管理の自動化による単位水量管理の高度化

画像処理および非接触水分計粒度監視システム

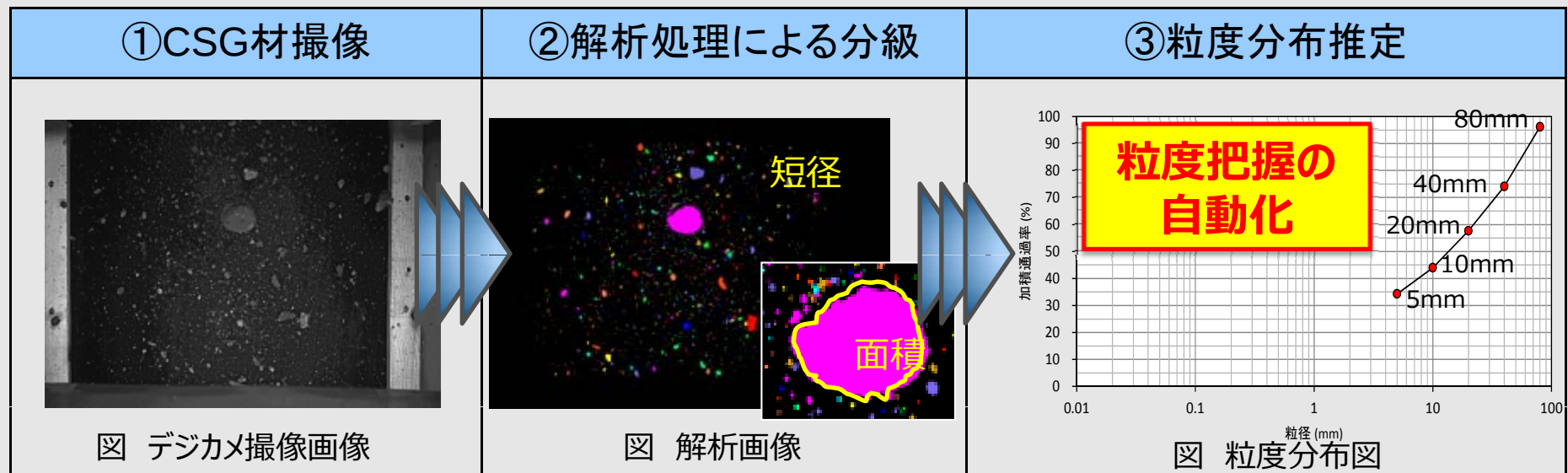
表 品質管理頻度

システムの要素技術	計測項目	目標計測頻度
画像処理による粒度分布推定技術	粒度	1回／5～10分
水分計によるリアルタイム含水率管理技術	含水率	1回／1分



画像処理および非接触水分計粒度監視システム

高性能デジタルカメラによって撮像したCSG材画像を解析処理し、統計的手法に基づいて粒度分布を算出する
→試験の自動化による労務の軽減、コストダウンの実現

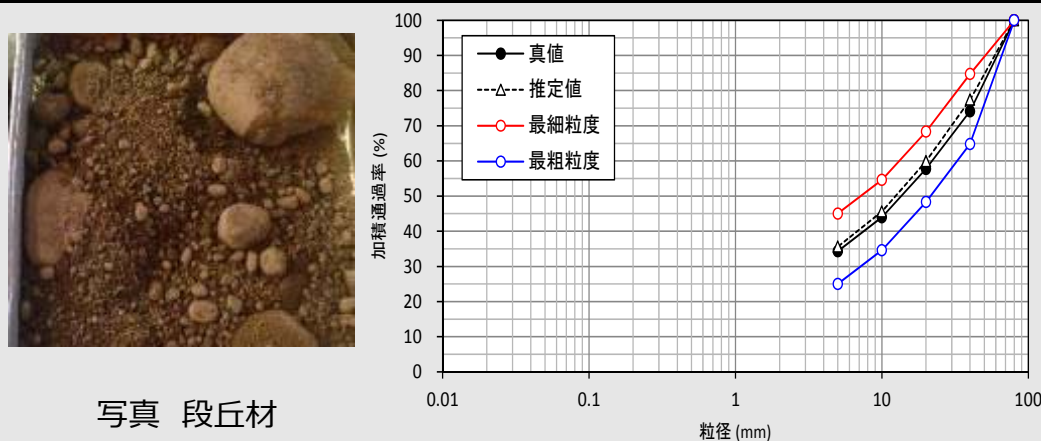


画像処理による粒度分布推定の流れ

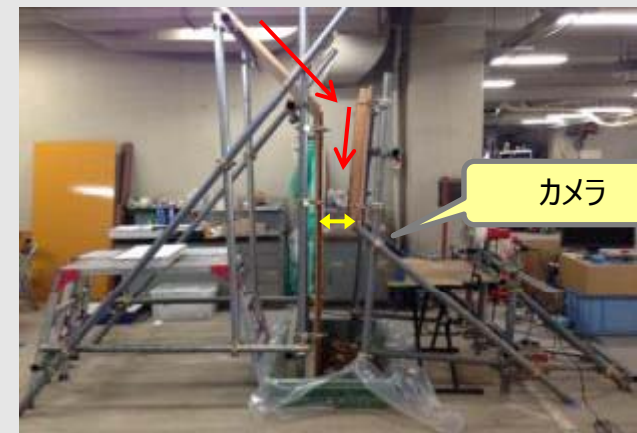
画像処理および非接触水分計粒度監視システム

■ 画像処理による粒度分布確認結果

① 自然含水比・自然粒度（段丘材）



② 粒度範囲を逸脱している試料



③ 泥岩



④ 高含水比（段丘材）



当社独自のアルゴリズムの確立及び
撮像ノウハウの蓄積



精度±5%以内で推定可能

まとめ

CSG製造～運搬～施工および品質管理のCSG工法プロセス全体においてICT等を活用した生産性向上技術開発に取り組んでいる。

【効 果】

- 自由落下型連続式CSG混合MYミキサは、200m³/hのCSG連続大量製造が可能
- ICタグによる出荷管理システムは、製造～敷き均しまでの運行状況を把握できるとともに帳票作成を支援する
- 画像処理および非接触水分計による粒度管理システムにより、従来よりもきめ細かい品質管理を実現するとともに試験労務を削減できる