

品質管理合理化システムの現場適用性検証結果の報告

前田建設工業株式会社 正会員 ○田中 麻穂 笹倉 伸晃
 前田建設工業株式会社 正会員 安井 利彰 中島 具威
 (一財)ダム技術センター 正会員 安田 成夫

1. はじめに

静岡県浜松市では、南海トラフ巨大地震に備え、浜名湖から天竜川河口付近までの延長 17.5km にかけて、CSG 工法を用いて防潮堤を整備する事業が進められている。¹⁾ CSG とは、建設現場周辺で容易に入手できる岩石質材料にセメントと水を添加し混合した材料のことで、材料の合理化が可能である。加えて、その材料特性を踏まえて、さらに設計、施工の合理化を図ることにより、構造物の要求性能を満足することが可能であるため、ダムの堤体をはじめとして多くの構造物に CSG 工法が適用されている。CSG の品質管理は、台形 CSG ダムの管理方法²⁾に準拠して実施しており、施工当日は、1 時間に 1 回の頻度で簡易法による粒度及び含水率を測定することで CSG 材の品質に変動がないかを確認している。しかし、近年では、工期短縮等を目的として CSG 製造ミキサの能力を向上させてこれまで以上に大量に CSG を製造する必要性が高まっており、現行の品質管理頻度では、CSG の製造および施工量が大幅に増加した場合にその品質をよりきめ細やかに管理する必要である。しかしながら、現行の人力による品質管理では、労力および時間の面で課題がある。そこで、上記の品質管理をプラントに併設した設備により自動化することによって管理頻度を増加させ、CSG 構造物の品質を確保することを目的として自動で品質管理を行うシステムを開発した。本論文では、当社が CSG の製造を担当している『平成 27 年度 [第 27-K5601-01 号] 浜松市沿岸域津波対策施設等整備事業 (海岸) 工事 (舞阪工区 CSG 製造工)』(写真-1 参照)に開発した品質管理システムを試験的に導入し、適用性について検証した結果を報告する。



写真-1 浜松防潮堤プラント (舞阪工区)

2. 品質管理システムの構成

本システムでは、画像処理技術を適用した粒度分布推定技術³⁾とマイクロ波水分計による含水率計測技術を核として、CSG の製造過程における生産性を向上させる。CSG 材の粒度分布推定には、昨年度までに開発した画像処理による粒度分布推定技術⁴⁾を適用した (図-1 参照)。なお、本推定技術は、当社が CSG 製造を行っている『平成 25 年度 [第 25-K5611-01 号] 浜松篠原海岸津波対策施設等整備事業 (海岸) 工事 (総合管理及び CSG 製造工)』において実際に使用している砂礫質の阿蔵山段丘堆積物や軟岩を対象として本技術の適用性を検証した結果、要素技術としては十分な推定精度が得られていることを確認している。また、CSG 材の含水率はマイクロ波水分計によって計測する (図-2 参照)。マイクロ波水分計は、表面だけではなく対象物全体の水分量を計測することが可能な水分計である。画像処理と同様に、マイクロ波水分計においても適用できることを確認している。本システムの特徴は、CSG 材を撮像する前に含水率を計測するプロセスを加えており、CSG 材の含水率を勘案した画像処理推定アルゴリズムをシステムに導入し、精度を向上させてい

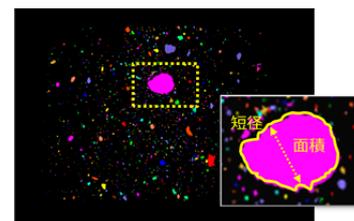


図-1 画像処理例



図-2 マイクロ波水分計

キーワード 画像処理, 品質管理, CSG

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2 丁目 1 0 番 2 号 前田建設工業株式会社 TEL03-5276-5166

る⁴⁾。

3. システムの現場適用性検証実験

本品質管理システムの製造プラント導入状況を写真-2 に示す。本システムでは、製造プラントのメインベルトコンから 10 分に 1 回程度の頻度で CSG 材を自動で分流し、粒度分布及び含水率を自動で算出する。本試験では、軟岩を対象とした。また、目標推定精度は既往の研究³⁾を参考にして、±5%以内としている。室内実験においては目標推定精度を満足することを確認しており、自動化システムとして現場に導入した際にも目標推定精度を満足できるのかについて検証を実施した。画像処理による粒度分布推定実験結果を図-3 から図-4 に示す。図-3 は、簡易法で求めた通過質量百分率とシステムによって推定した通過質量百分率との関係を表している。図中の黒実線は推定誤差が 0%であることを示しており、赤破線は推定誤差±5%を示している。本システムを用いた場合であっても、簡易法と比較して最大 3.6%の推定誤差に収まっていることを確認した。また、図-4 は、推定誤差を統計的に処理したものであり、誤差の傾向を示している。図-4 より、誤差は正規分布すると考えられ、誤差の標準偏差 σ は 1.82 である。95%信頼区間 ($\mu \pm 2\sigma$) より、推定誤差は概ね±4%未満であると考えられる。以上の検証より、本品質管理システムが現場で適用できることを確認した。

4. まとめ

本研究では、品質管理システムを開発して現場の CSG 製造プラントに試験的に導入し、適用性の検証を行った。その結果、品質管理システムを稼働して推定した粒度分布は、簡易法に対して概ね誤差±4%以内の推定精度を確保できた。以上の検証結果より、本システムの適用性を確認した。

また、画像処理技術を適用した粒度分布推定技術およびマイクロ波水分計による含水率計測技術に関しては、軟岩だけではなく砂礫質の材料にも対応できることを確認している。今後、本システムの精度向上を図るとともに適用範囲の拡大を目指す。現在、本品質管理システムは、試行段階であるが⁵⁾、今後、データを蓄積することにより本システムを活用した運用方法について検討し、提案していく所存である。

参考文献

- 1) 笹倉ら：浜松市沿岸域 CSG 防潮堤における CSG 工法の合理化・高度化技術，前田建設技術研究所報，Vol.56，2015，
- 2) 台形 CSG ダム 施工・品質管理技術資料(平成 19 年 9 月)，
- 3) 田中ら：画像処理による CSG 材の粒度分布推定技術の開発，土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol.70，VI-386，2015，
- 4) 田中ら：CSG 材料の品質管理合理化技術の開発，土木建設技術発表会 2015 概要集，III-9，2015，
- 5) 小林ら：画像粒度モニタリングによる CSG 材破碎製造時の施工管理実績，土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol.70，VI-028，2015



写真-2 品質管理システム

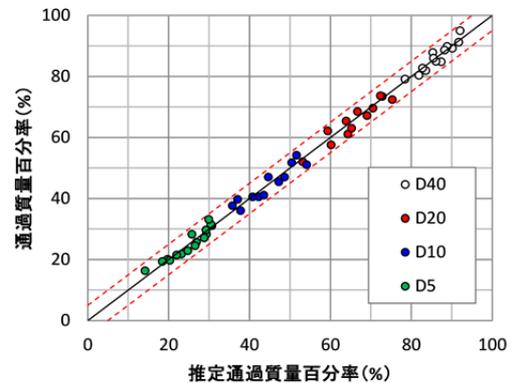


図-3 粒度分布推定検証結果

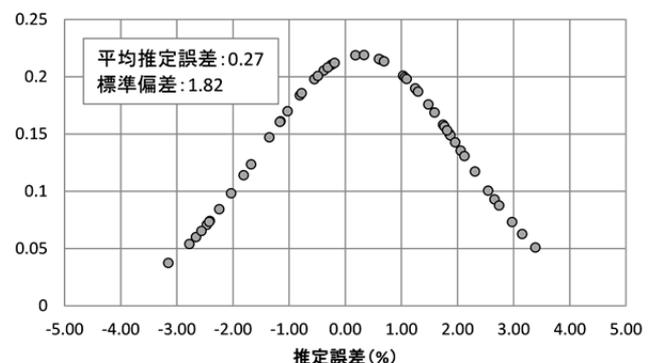


図-4 推定誤差の統計分析結果