

4) - 3 高流動コンクリートの品質評価手法の確立とリアルタイムシミュレータへの適用【持続可能】

Establishment of the Quality Evaluation Method and Application to Real-time Simulation of High-fluid Concrete

(研究開発期間 平成 30～令和元年度)

材料研究グループ
Dept. of Building Materials and Components

松沢 晃一
MATSUZAWA Koichi
鹿毛 忠継
KAGE Tadatsugu

三島 直生 (～平成 30 年度)
MISHIMA Naoki
中田 清史
NAKADA Kiyofumi

Segregation judgment system for high-fluid concrete using AI was developed and its applicability for construction site was confirmed. Furthermore, flow parameters of high-fluid concrete used in 2D-real-time flow analysis method were identified by comparison with experimental results. Using the same flow analysis method, newly program was developed to automate movement of concrete pump tip.

【研究開発の目的及び経過】

2019年に改訂された JIS A 5308「レディーミクストコンクリート」において、普通強度領域での高流動コンクリートが導入された。しかし、現状では調査設計手法および品質評価手法に関するデータの不足が否めず、その収集および蓄積が課題となっている。また、将来的な労働者人口の減少問題の対応策として、コンクリート工事の合理化も社会的に重要な課題となっている。

本研究では、現時点では明確な評価基準が示されていない材料分離抵抗性を主眼に、高流動コンクリートの品質評価手法の確立を行う。また、実際に型枠内に打込まれた高流動コンクリートの挙動を把握するための、リアルタイムシミュレータの検討を行い、コンクリート工事の合理化に向けた基礎的技術の構築を行う。

【研究開発の内容】

本研究は、上記の研究目的に対応して、以下の3つの研究項目について検討を行う。

- 1) AIによる高流動コンクリートの材料分離判定システムの開発
- 2) 2次元リアルタイムシミュレータにおける高流動コンクリートの流動パラメータの同定
- 3) 2次元リアルタイムシミュレータにおけるコンクリートポンプの筒先移動の自動化プログラムの開発

【研究開発の結果】

- 1) AIによる高流動コンクリートの材料分離判定システムの開発

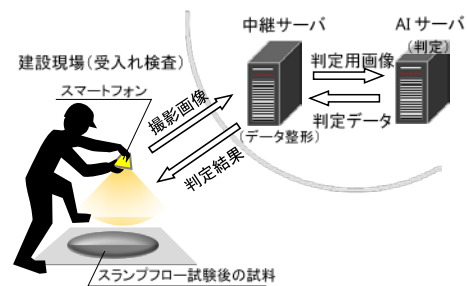


図1 材料分離判定システムの構成

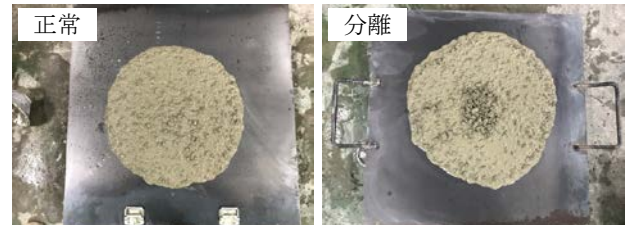


写真1 スランブフロー試験後の撮影画像の例

本研究では近年発展の目覚ましい人工知能 (AI) による画像診断技術を応用し、現場での受入れ検査にも適用可能な簡易かつ客観的な材料分離の判定システムの開発を試みた。図1に本研究で採用したシステムの概要を示す。試験者が受入れ検査時に、スマートフォンでスランブフロー試験後の試料を真上から撮影すると、数秒後にAIによる材料分離判定結果 (正常および材料分離の確信度) が画面に表示される。写真1に学習用データに使用した画像の例を示す。目視判定により正常および材料分離と判定された画像については、本システムにより9割程度の正答率が得られたものの、コンクリート以外の背景の影響で、画像の回転により判定結果が逆転するもの

があった。このため、背景のトリミングおよび回転の影響を考慮した結果、正常および材料分離の画像については正答率 100%を達成した。しかし、分離気味と目視判定される画像については人間の判断とのずれが残る結果となっており、学習モデルの構築方法の改善が必要な結果となった。

2) 2次元リアルタイムシミュレータにおける高流動コンクリートの流動パラメータの同定

本研究ではこれまでに、フレッシュコンクリートの型枠内の流動状況を予測するための簡易な 2次元流動解析プログラムを開発した。図 2 に解析画面の例を示す。本解析手法で採用しているフレッシュコンクリートの構成モデルは物理的に厳密なものではないため、解析に用いる流動パラメータは逆解析により同定する必要がある。このため、小型の壁型枠を用いた実験結果に対する逆解析により、高流動コンクリートの流動パラメータを同定することを試みた。図 3 に、実験結果と解析結果の比較の例を示す。図によれば、流動パラメータの調整により精度よく流動形状を再現できている。特に、左列に示すような鉄筋部分での閉塞や、後から打ち込まれたコンクリートが先に打ち込まれたコンクリートの上を乗り越えて流動していく様子の再現性は、本解析の構成モデルの特徴と言え、本解析手法の適用性の高さが示された。

3) 2次元リアルタイムシミュレータにおけるコンクリートポンプの筒先移動の自動化プログラムの開発

将来的なフレッシュコンクリートの打込み作業の自動化を目指し、その際に不可欠となるフレッシュコンクリートの投入位置であるコンクリートポンプの筒先の移動を自動化するための新たなプログラムの開発を試みた。その結果、比較的単純なアルゴリズムにより数値解析上の筒先移動の自動化が実現できることが明らかとなった。

【参考文献】

- 1) 三島直生、鹿毛忠継、山田義智、崎原康平：AIによる高流動コンクリートの材料分離判定システムの開発に関する基礎研究、第 73 回セメント技術大会講演要旨、2019.5
- 2) 三島直生、鹿毛忠継、寺西浩司、山田義智：フレッシュコンクリートの 2次元流動解析における高流動コンクリートの流動パラメータの同定に関する基礎研究、第 74 回セメント技術大会講演要旨、2020.5 (印刷中)
- 3) 三島直生、鹿毛忠継、松沢晃一：フレッシュコンクリートの 2次元流動解析におけるコンクリートポンプの筒先移動の自動化に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文集、2020.7 (印刷中)

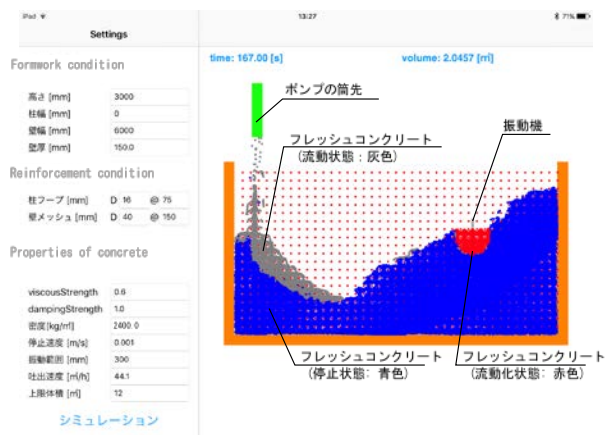


図 2 リアルタイム解析の画面の例 (iPad を使用)

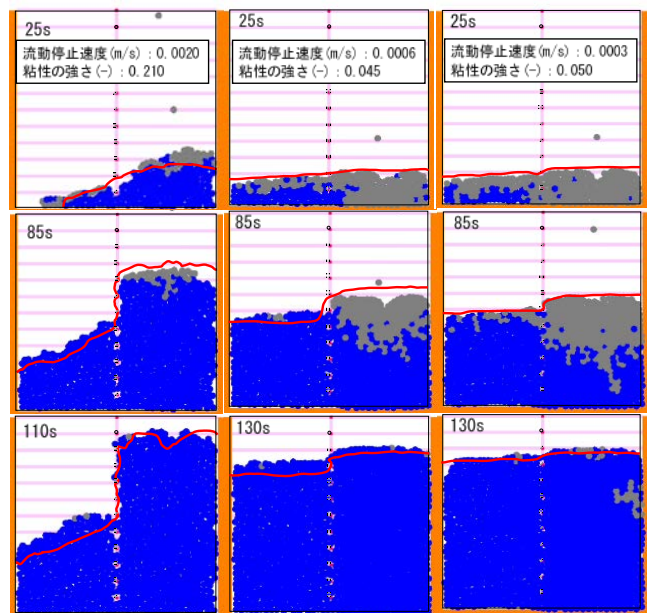


図 3 実験結果と解析結果の比較 [赤線：実験結果、赤丸：鉄筋、粒子：解析結果 (青：停止様態、灰：流動状態)]

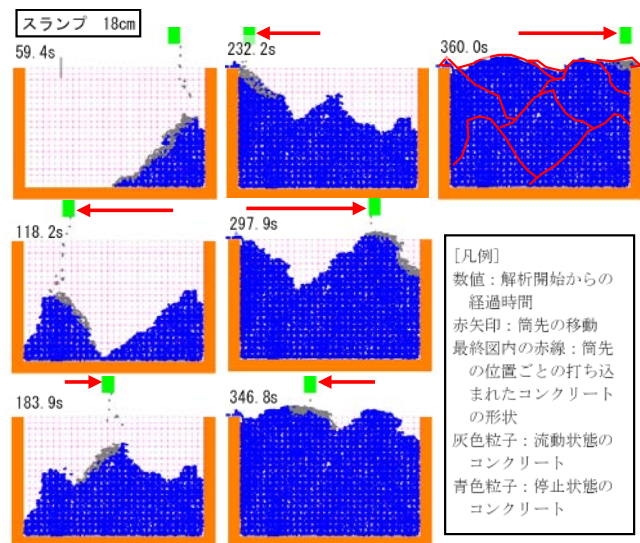


図 4 筒先移動を自動化した解析結果の例