

## スランプ画像によるフレッシュコンクリート評価診断システムの開発

鉄建建設(株) 正会員 ○福岡 瑛莉奈 正会員 岩城 圭介 川又 篤  
アイセイ(株) 正会員 関 和彦

1. はじめに スランプ試験は、フレッシュコンクリートのコンシステンシー評価を目的に行われる。スランプ試験によるスランプ値は、対象構造物の打込み難易度やその他の施工条件を考慮してその範囲が規定され、生コンクリートの品質管理項目として用いられている。しかし、スランプ値が規定の範囲であっても、材料分離や粘性過剰などのフレッシュ性状の問題を有している場合があり、それらは技術者の目視評価にゆだねられている。一方、スランプ試験は、ISO や ASTM など海外規格に規定される国際的に広く用いられる試験方法であるとともに、ほぼ共通形状のスランプコーンが使用されるため、フレッシュ性状を評価する上で有用であると考えられる。そこで、海外の自社プラントにおけるフレッシュコンクリートの品質管理を目的に、スランプ試験後に撮影した画像データを用いて AI でフレッシュ性状を評価するシステムの開発を進めている。本報では、スランプ評価診断システムの概要および精度検証、試作した現場支援アプリについて報告する。

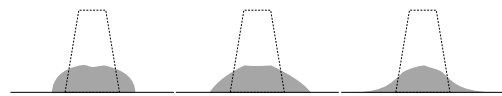


図-1 スランプ形状評価（左から：粘性過剰，適正，分離気味）

### 2. システム概要

(1) 診断内容 スランプ評価診断システムでは、スランプ形状および表面テクスチャーに着目して評価した。スランプ形状は、図-1 および図-2 のように粘性過剰・適正・分離気味・セメントペースト先走りの4ケースに分類した。また表面テクスチャーは、図-3 のように滑らか・中間・粗いの3ケースに分類した。なお、表面テクスチャーの「滑らか」は粗骨材が目立たず粗骨材がモルタルに覆われる、スランプコーンの跡がつく等を、また、「粗い」は粗骨材が目立ち粗骨材を覆うペーストが薄い、粗骨材の角の形が明確である等に着目した。スランプ評価システムのフレッシュ性状ごとの評価値を表-1 に、分類したスランプ画像の例を表-2 に示す。

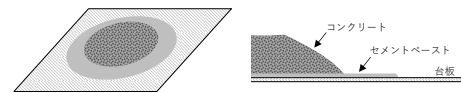


図-2 スランプ形状評価（セメントペースト先走り）



図-3 表面テクスチャー評価（左から：滑らか，中間，粗い）

表-1 フレッシュ性状ごとの評価値

診断内容	フレッシュ性状	評価値
スランプ形状	粘性過剰	15
	適正	10
	分離気味	5
	セメントペースト先走り	0
表面テクスチャー	滑らか	10
	中間	5
	粗い	0

表-2 スランプ画像例

### (2) 教師データの作成

教師データ作成のために使用した海外工事のスランプ試験の画像は、現地 QC スタッフが使用しているスマートフォンで撮影したものである。フレッシュ性状の分類は、コンクリート主任技士相当の技術者 3 人がそれぞれ

		スランプ形状			
		粘性過剰	適性	分離気味	セメントペースト先走り
表面テクスチャー	粗い				
	中間				
	滑らか			-	-

キーワード：スランプ試験，画像評価，品質管理，スランプ形状，表面テクスチャー

連絡先：〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設 建設技術総合センター TEL 0476-36-2355

570 枚のスランブ画像を診断内容ごとに分類し、3 人の評価値の平均値を求めた。また、写真-1 に示すように 570 枚のスランブ画像のコンクリート部分をツールにて手作業で囲い、その画像にスランブ形状と表面テクスチャーの平均評価値のラベルを付与して、教師データとした。



写真-1 教師データ作成状況

表-3 クロスバリデーション

	精度(%)	
	スランブ形状	表面テクスチャー
1	73.2	73.6
2	73.0	80.5
3	78.6	75.2
4	79.4	78.3
平均	76.1	76.9

**(3)AI手法の検討** スランブ評価診断システムは①フレッシュコンクリートの形状切り抜き、②スランブ形状の自動判定、③表面テクスチャーの自動判定の3段階でAIを使用した。画像認識技術(技術カテゴリ)はスランブ以外の地面や黒板等の背景情報は不要であること、スランブ背後の不要な情報を拾わないために Instance Segmentation アルゴリズムを使用した。また、学習手法は回答時間の短縮のために Detectron2 ライブラリの Instance Segmentation アルゴリズムを使用した。

3. 精度の検証 構築した学習器の精度を確認するためクロスバリデーションを実施した。その結果を表-3 に示す。クロスバリデーションは、データの分布の偏りを補正するために、データセットの組み合わせを変えて、学習・テストし、それらの精度の平均を取る手法である。表-3 より、平均精度を数値化した結果、スランブ形状で 76.1%、表面テクスチャーで 76.9%と高い精度が確認できた。また、全データの 1/5 である 114 枚から、撮影条件が悪く技術者でも判断が困難な画像 7 枚を除外した 107 枚用いて学習器の検証を行った。その結果を図-4 (スランブ形状)、図-5 (表面テクスチャー) に示す。これらは、検証データの各画像に対する 3 人の評価値の平均と AI の診断結果の比較したグラフであり、3 人の評価値の平均と AI の診断結果が一致している箇所が多いほど精度が高い結果となる。評価結果のずれが大きい箇所が一部確認できたため、そのような場合は、診断不能と出力するようなことを検討する必要があると考えている。

4. 現場支援アプリ 現場支援アプリのシステム構築形態は Web アプリとした。クラウド上に AI システム有する Web アプリを立ち上げ、スマートフォンでスランブ試験の写真を撮影、日時や現場名等の情報を入力し、画像とともにアップロードすることで約 30 秒後にスランブ形状および表面テクスチャーの分類結果と評価値が表示される。Web アプリと技術者の目視判断で結果が異なる場合は目視判断結果を入力できる。また、現場ごとに閾値設定を出来るようにし、日本語と英語の二か国語対応や過去のスランブ試験の診断結果等を表示できるようにした。

5. まとめ 海外の自社プラントにおけるフレッシュコンクリートの品質管理を目的に、スランブ試験後に撮影した画像データを用いて AI でフレッシュ性状を評価するシステムの開発を進め、プロトタイプ of 現場支援アプリを構築し、海外の自社プラントで実証実験を行った。2 週間の期間で撮影された画像データ 183 枚に対して、スランブ評価診断システムの分類結果と評価値を確認したところ、フレッシュ性状評価の精度が高い結果を得られた。

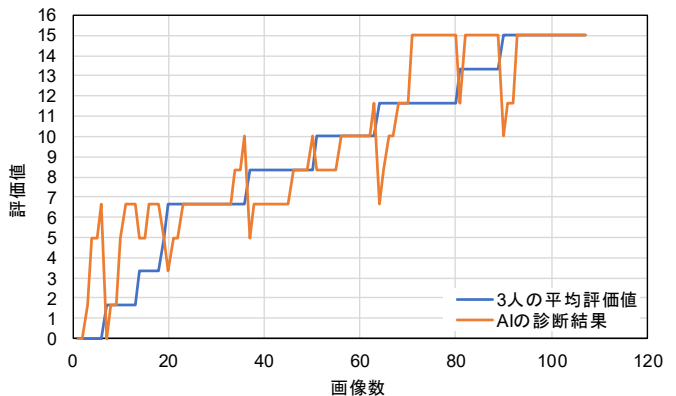


図-4 スランブ形状 (4回目)

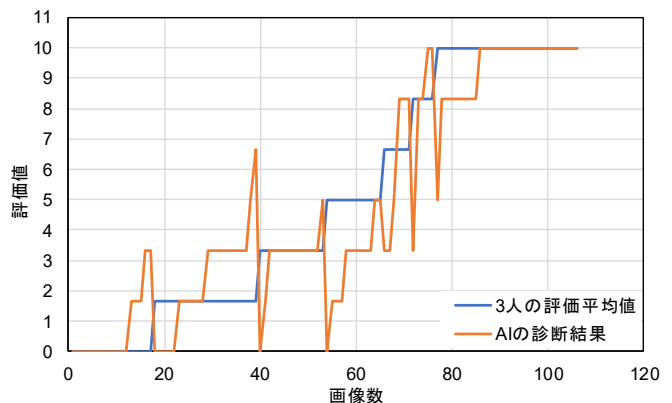


図-5 表面テクスチャー (4回目)