

画像解析によるコンクリート表層における吸水性状の評価

鉄道総合技術研究所 正会員 ○西尾 壮平

1. はじめに

鉄筋コンクリート(RC)構造物のかぶりコンクリートには内部の鉄筋を保護する役割が求められる。そのため、表層部のコンクリートは一定のかぶり、ならびに密実性を有している必要がある。かぶりが型枠と鉄筋の位置関係によって一義的に決まるのに対して、コンクリート表層部の密実性(以下、表層品質とする。)は材料と施工ならびに施工後の環境条件など各種の要因で変動する。そのため、実構造物の耐久性確保の観点から、表層品質の非破壊評価技術の確立が求められており、著者らは「散水試験」と称する表層品質の簡易評価手法を提案している<sup>1)</sup>。

本稿では、既提案の散水試験と同様にコンクリート表面へ微量の水分を散布し、コンクリート表面における吸水性状を画像処理で評価する新たな手法について検討した結果について述べる。

2. 散水試験の概要および新手法の概要

散水試験では、乾燥したコンクリート表面に約0.1mg/mm<sup>2</sup>の水を散布し、コンクリート表面における微量水分の吸水性状の評価を行う。吸水性状の評価は、「目視による観察(散水試験A法、以下A法と略記)」あるいは「機器による表面色などの計測(B法)」の結果に基づいて行う。図1に、散水試験の概要を示す。散水試験による表層品質の評価は、「吸水しないコンクリートは密実である」という考え方が前提となっている。コンクリート表面に散水すると、吸収されない水が表面に滞留するため、コンクリート表面における水の滞留の様子を捉えることで吸水抵抗性すなわち表層品質の相違を評価できると考えたのが散水試験である。

図2に、散水試験と画像処理技術を組み合わせた新手法の概念を示す。新手法では従来の目視観察および機器計測を画像撮影で代替することにより作業効率が向上する。また、測定状況が画像で記録されるため測

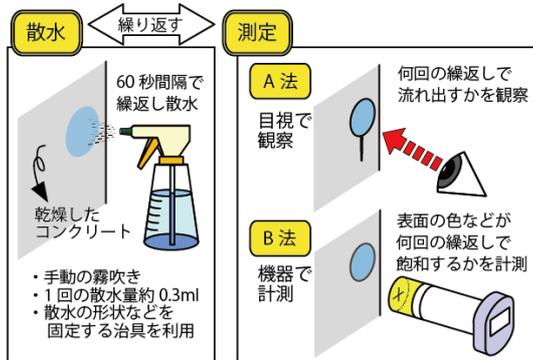


図1 散水試験の概要<sup>1)</sup>



図2 新手法の概要

表1 壁状RC試験体および測定の概要

|           |   |
|-----------|---|
| コンクリートの特徴 | レディーミクストコンクリート、呼び強度24MPa、最大粗骨材径20mm、スランブ8cm、普通セメント、W/C=57%、7日脱型(合板型枠) |
| 寸法・形状     | 1200×1200×400mm・壁状  |
| 散水試験の測定条件 | 散水量:約0.1mg/mm <sup>2</sup> /回、散水繰返し時間間隔:60秒、測定面の方向:鉛直面                |
| 測定時の環境    | 晴天時(15℃、35%RH)、日射のない面   |

撮影画像の例

散水箇所(解析箇所)の拡大

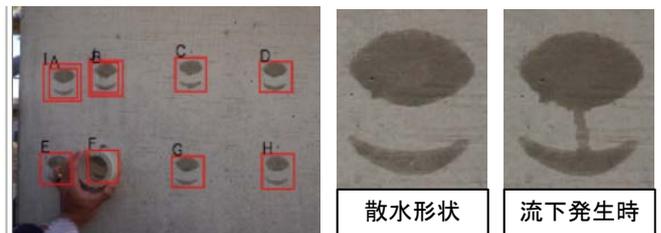


図3 撮影画像の例

定結果の信頼性向上が期待できる。

3. 散水試験への画像処理技術の適用に関する検討

屋外環境下での実構造物の測定を想定した条件下で散水試験を壁状のRC試験体に適用し、その測定状況を撮影した画像の解析を行った。表1に、壁状RC試験体と測定概要を示す。また、図3に撮影画像の例を示す。画像解析においては散水を行う測定者の映り込みがノイズとなるため、画像処理によって除去している。ここで、詳細は既報<sup>1)</sup>に述べているが、壁面などの鉛直面にA法を適用する場合は測定者の目視による水の流下発生の判別が容易となるように独特の形状で散水を行う(図3)。一方、画像解析においては連続的に撮影された画像の差分情報に基づいて流下の発生を検出さ

キーワード コンクリート、表層品質、物質移動抵抗性、散水試験、画像解析

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財)鉄道総研 コンクリート材料 TEL 042-573-7338

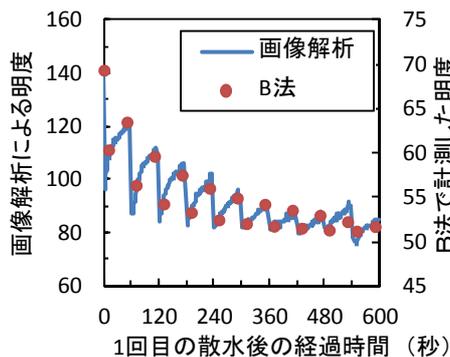


図4 表面色の経時変化データ

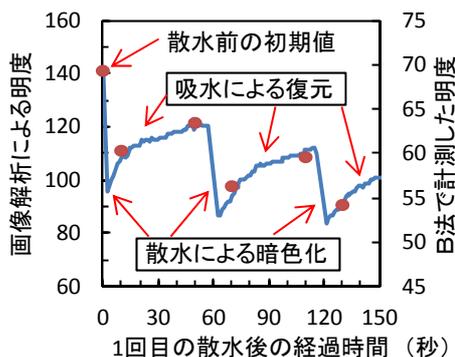


図5 表面色の経時変化の詳細

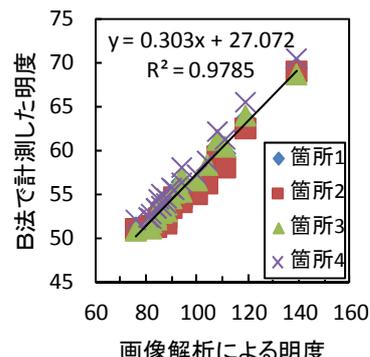


図6 データの比較

せている。壁状 RC 試験体による画像解析の結果、A 法で測定者の目視による流下発生を補助することを目的に考案した散水形状が画像解析においても有効に作用し、水の流下発生が画像上で検出可能であることが確認された。

次に、散水によるコンクリート表面色の変化に関して、画像解析と B 法の比較を行った。図 4 および図 5 に、コンクリート表面色の経時変化データの一例を示す。散水試験では散水を同一箇所を繰り返す。散水の繰り返してコンクリート表面色が徐々に暗色化（明度が低下）する様子を捉えることができる。散水の直後にはコンクリートの吸水による明度の上昇（復元）が生じるため、明度の下降と上昇を繰り返しながら収束する経時変化曲線が取得される。図 4 より、B 法で測色機器によって取得した明度は画像解析で得られたデータの代表点として表現できることがわかる。図 6 に、B 法の明度と同時刻の画像データから取得した明度を 4 箇所の測定点で比較した結果を示す。B 法の明度と画像解析による明度は単純な直線で近似できることがわかる。B 法では測定作業を簡略化するために明度の経時変化を離散的に取得されたデータで表現する形としていたが、画像撮影および解析によって高精細な経時変化曲線を効率的に取得でき、コンクリート表面における微量水分の吸水現象の詳細把握が可能となることがわかった。また、B 法では散水箇所ごとに表面色データを計測する必要があったが、画像解析では撮影された画像の範囲内を解析対象とすることができる。図 3 に示した撮影画像の例では 8 箇所の測定点に対して散水を同時進行で実施し、一度の撮影で複数の測定点での散水試験結果が取得できることを確認した。

以上のことから、画像の撮影と解析を導入すること

で散水試験 B 法を従来よりも効率的に実施し、かつ高精細なデータが取得できることがわかった。

なお、本稿では詳細を述べていないが、散水による表面色の経時変化は、コンクリート表面における微量水分の吸水状況を捉えているため、測定対象のコンクリートの吸水抵抗性に依存して変化することが各種品質の供試体による実験で確認されており、次のような知見が得られている。

- (1) 水中養生を行った供試体では、1 回目の散水直後に急激な表面色の変化を生じたのち、30 秒程度で表面色の変化の一次的な停滞が発生する。また、その後の散水繰り返しのよって表面色の経時変化に逆勾配が出現する。
- (2) 表面色の経時変化に逆勾配が出現した段階でコンクリート表面には水の滞留が発生しており、測定者の目視によっても光沢感として認識できる。
- (3) 吸水抵抗性の低いコンクリートでは、表面色の経時変化曲線の鈍化が緩やかとなる。

#### 4. まとめ

コンクリート表面における微量の水分の吸水性状を画像処理によって評価する技術を開発し、基礎的な検討を行った。得られた知見は以下のとおりである。

- (1) 散水試験 A 法の実施状況を撮影した画像の解析によって水の流下発生を検知することができる。
- (2) 画像から得られた散水試験時の表面色変化に関するデータにより、散水試験 B 法と同等の情報が取得できるほか、画像データの撮影時間間隔に応じて精細な経時変化の把握が可能となる。

文献：1) 西尾壮平：散水によるコンクリート表層品質の簡易評価，鉄道総研報告，Vol.30, No.6, pp.5-10, 2016