

## 表面変状展開図作成支援システムの開発

戸田建設(株) 環境ソリューションプロジェクト※<sup>1</sup> 正会員 ○三村 朋裕, 内藤 欣雄, 田中 徹  
 戸田建設(株) 土木工事技術部※<sup>2</sup> 正会員 熊谷 成之  
 西松建設(株) 技術研究所※<sup>3</sup> 正会員 松井 健一, 高橋 秀樹, 湊 康裕, 椎名 貴快

### 1. はじめに

コンクリート構造物の点検は、目視観察や打音法、非破壊検査器試験などが主体となっており、点検方法の迅速化や精度向上が課題となっている。

このような背景から、筆者らはコンクリート構造物の状況を効果的に調査し、客観的評価に基づき、ライフサイクルコストを考慮した補修、補強工法の提案を目的とした健全度評価システムの研究開発を実施している。

本文は現在、戸田建設(株)・西松建設(株)共同研究開発中の健全度評価システムの一部を構成するコンクリート構造物の表面変状展開図作成支援システムの概要と、性能確認試験結果について述べる。

### 2. 表面変状展開図作成支援システムの概要

#### 2.1 開発概要

表面変状展開図作成支援システム(以下、本支援システム)は、別途開発した変状調査装置<sup>1)</sup>を用いて取得したコンクリート構造物表面の画像から、ひび割れ等の変状展開図を作成するシステムである。以下に開発概要を示す。

- 1) 撮影画像から幅 0.2 mm以上のひび割れおよび剥離等のコンクリート表面状態を検出・確認できる。
- 2) 撮影画像の合成作業を自動化し、ひび割れ等の展開図作成作業の効率化を図れる。
- 3) 撮影画像の位置座標データから各箇所的位置特定を可能にし、経年変化の追跡調査の精度を向上できる。

#### 2.2 変状調査装置の概要

変状調査装置は、2 台のデジタルカメラでコンクリート表面を連続的に撮影することが可能であり、光波測距儀で取得した画像座標データから変状箇所の位置座標を求めることができる。写真-1 に調査装置の外観を示す。



写真-1 調査装置

撮影作業は、トンネルの場合調査対象トンネル内に調査装置を設置し、光波測距儀によって2つの既知基準点（既知座標 X, Y, Z）を自動視準することで、調査装置自体の座標を取得する。次に、カメラを円周方向に自動回転させながら連続的に撮影すると同時に、画像中央までの距離と角度を自動計測し画像の座標を取得する。調査装置は順次2m 毎に移動させながら撮影する（図-1 参照）。ここに、1回の撮影から移動までの時間は3分程度（調査人員2名）であり、1時間当たり40m(300～400m/日)程度の撮影が可能である。

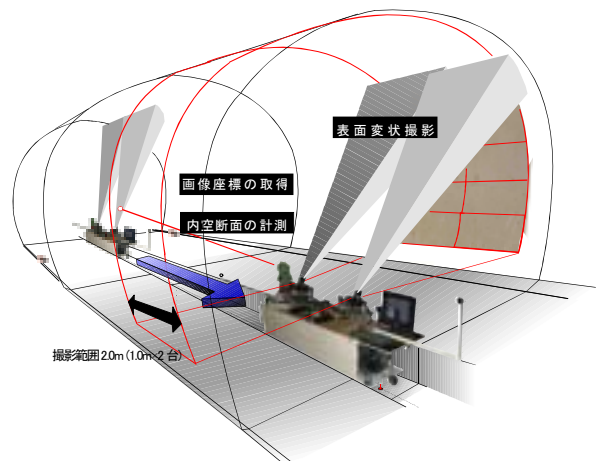


図-1 調査状況説明図

#### 2.3 表面変状展開図作成支援システムの概要

変状調査装置を用いて撮影、取得した画像を基に本支援システムを用いて変状展開図を作成する。本支援システムの処理フローをに図-2 示す。

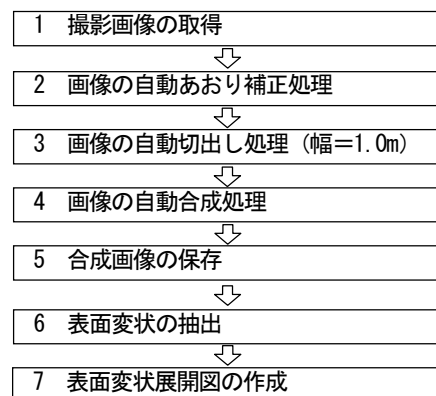


図-2 撮影画像の処理フロー

キーワード：変状調査、ひび割れ展開図、診断技術、デジタルカメラ、維持管理

連絡先：※<sup>1</sup>、※<sup>2</sup> 〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 TEL 03-3535-1372 / FAX 03-3535-1524  
 ※<sup>3</sup> 〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4 TEL 046-275-0286 / FAX 046-275-6796

### 3. 支援システムの適用

本装置を用いて撮影した画像を基に、本支援システムによる画像処理から表面変状展開図作成までの主な作業手順についてトンネルを例にして示す。

#### 3.1 撮影画像のあおり補正と自動合成

カメラからトンネル覆工コンクリートまでの距離が変化する場合、撮影した画像には「あおり」が発生する。すなわち、撮影対象物までの距離が長い場合、対象物は小さく写り（撮影範囲は広くなる）、距離が短い場合は大きく写る（撮影範囲は狭くなる）。これを補正し、対象物の大きさを同一にする自動処理を行う（図-3 参照）。

次にあおり補正した画像をトンネル円周方向に自動合成する。自動合成は撮影と同時に取得した画像の座標を用いて、1枚、1枚の画像をトンネル円周方向に幅1.0mで自動連結させる。また、円周方向に合成し帯状になった画像をトンネル軸方向に任意（例えば施工目地毎）に自動合成する（図-4 参照）。トンネル軸方向の自動合成も、撮影時に光波自動測距儀によって取得した、画像中心までの距離と座標を利用している。

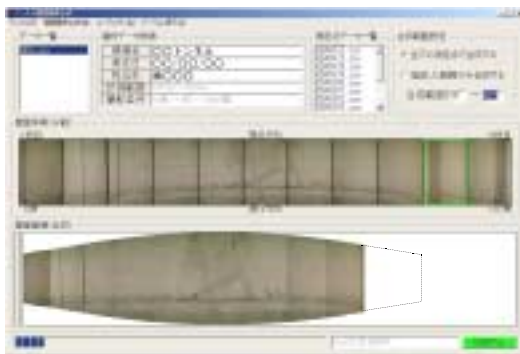


図-3 自動あおり補正処理中画面の例



図-4 画像の自動合成処理画面の例

#### 3.2 表面変状の抽出

トンネル軸方向に自動合成した画像から観察範囲を任意に選択し、ひび割れや漏水等の状態を画像上に描く。

##### 1) ひび割れの抽出

ひび割れの抽出作業は、パソコン画面上にひび割れスケールを表示させ（図-5 参照）、このスケールを参考にしながらひび割れ幅を特定し、幅ごとのグレードでひび割れ状況図を作成する。このスケールは、ひび割れ抽出画面上に1ピクセルから16ピクセル幅の16段階のラインを表示させ、

そのライン幅に対応する数値を0.1mm単位で示している。また、ひび割れ抽出作業時に撮影画像の表示倍率を変化させた場合、スケールのライン幅そのものは一定の幅で表示させて、ライン幅の数値を表示倍率に合わせて変化させることでスケールの鮮明度を維持させている。

さらに抽出したひび割れデータからは、ひび割れの座標や長さ、ひび割れ密度の算出も可能としている。

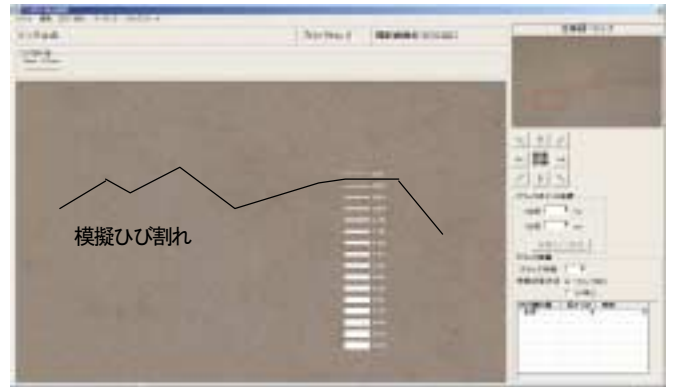


図-5 ひび割れ抽出画面の例

##### 2) その他変状の抽出

ひび割れ以外の表面変状（コンクリート片の剥落や漏水、ジャンカ、コールドジョイント）についても、変状図の作成が可能であり、各変状の位置座標や長さ、面積の算出も可能としている。

#### 3.4 表面変状展開図の作成

表面変状展開図は、任意の書式に合成画像とひび割れ等の変状図を重ね合わせ表示させる。各変状抽出項目は、CSVデータに変換して貼付ける。表面変状展開図は、図-6 に示した画面の如く得られる。



図-6 表面変状展開図の例

### 4. おわりに

本支援システムは今回の性能試験を含め、作動確認がすべて終了している。今後は新しい補修・補強工法を含め、健全度評価システムを完成させる予定である。

参考文献：1) 「デジタルカメラを用いたコンクリート表面変状調査システムの開発」 椎名貴快 他、土木学会第57回年次学術講習会、2002.9 V-193