

コンクリート構造物の表面変状調査システムの開発

田中 徹¹ 熊谷成之² 内藤欣雄³ 三村朋裕³ 高橋秀樹⁴ 湊 康裕⁵ 椎名貴快⁵

¹正会員 工修 戸田建設株式会社 環境ソリューションプロジェクト (〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1)

²正会員 戸田建設株式会社 土木工事技術部 (〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1)

³戸田建設株式会社 環境ソリューションプロジェクト (〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1)

⁴正会員 博士(工学) 西松建設株式会社 技術研究所 (〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4)

⁵正会員 工修 西松建設株式会社 技術研究所 (〒242-8520 神奈川県大和市下鶴間 2570-4)

キーワード：維持管理，診断技術，変状調査，ひび割れ展開図

1. はじめに

1999 年に発生した新幹線トンネルや高架橋からのコンクリート片剥落事故以来，コンクリート構造物の品質，維持管理の重要性が再認識され，各企業者（国，地方自治体，日本鉄道建設公団，日本道路公団等）においては施工時や竣工時，また供用期間中において厳しい品質管理や検査が実施されている。特に，竣工時における検査の一つとして，構造物表面の変状を調査し，写真や変状展開図（ひび割れ発生状況や補修履歴等）の提出を義務付けるケースが増えている。しかし，これらの調査では目視調査を主体とし，多くの時間と費用を要するため調査の迅速化やコスト低減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の健全度を効率的・効果的に調査し，客観的評価が可能な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）で共同開発中の健全度評価システムの一部を構成する表面変状調査システムの概要について述べる。

2. 調査システムの概要

(1) 開発目標

本調査システムはトンネル覆工コンクリート等を主な調査対象としている。開発目標を以下に示す。

- ①撮影画像から 0.2mm 幅以上のひび割れおよび剥離等の表面変状を確認・抽出できる。
- ②撮影画像の合成作業を自動化し，変状展開図の作成作業の効率化が図られる。
- ③撮影画像の位置座標データから変状箇所の位置特定を可能にし，経年変化の追跡調査の精度を向上させ，効率的・効果的な維持管理を可能とする。

表-1 主な変状調査項目

調査項目	摘 要
ひび割れ	0.2mm 幅以上のひび割れ検出
漏水剥離	漏水，剥離部の面積測定記録
断面測定	トンネル内空断面測定
補修箇所	ひび割れ注入，断面修復部の記録

(2) 調査装置の概要

本装置は，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可能であり，光波測距器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。以下に調査装置の仕様と外観を示す。

表-2 調査装置の仕様

①調査台車	W1740×H760×D730
②光波測距器	自動追尾視準型
③デジタルカメラ	解像度 3040×2016pixel
④レーザ距離計	精度 40mm±3mm
⑤自動整準台	整準範囲 約±4°
⑥制御パソコン	HDD 80GB，メモリ 1GB 以上

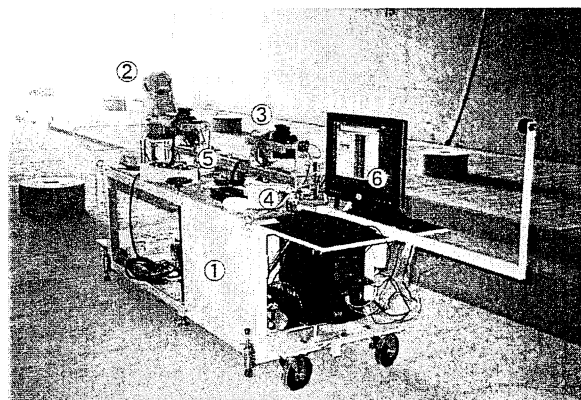


写真-1 調査装置の概要

3. 調査方法の概要

トンネル覆工コンクリートを調査対象とした場合の、調査現場における画像撮影から変状展開図作成までの作業概要を以下に示す。

①撮影準備

調査トンネルの任意の側線上に調査台車を設置し、光波測距器によってトンネル内に設置した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光波測距器自身の座標を取得する。

②画像撮影と座標取得（図-3 参照）

光波測距器によって画像中央までの距離と角度を計測し、画像の座標値を取得すると同時に、制御ソフトにより、2台のデジタルカメラをトンネル円周方向に自動回転させ、幅2mの画像を撮影する。

③調査台車の移動

撮影後、調査台車を順次2m移動させ、上記①、②の作業を繰り返す。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。

④撮影画像の処理と自動合成（図-4、5 参照）

撮影した画像を開発した画像補正ソフトを用いてあおり補正した後、撮影した一枚一枚の画像を任意の延長毎に自動合成する。

⑤変状の抽出（図-6 参照）

開発した変状抽出支援ソフトを用いてひび割れ等の変状を画像上に描く。本支援ソフトは撮影画像の距離と同縮尺としたひび割れゲージをキャリブレーション用として使用し、ひび割れ幅を特定する等の機能を有し、人力による変状抽出作業の時間短縮を可能としている。

⑥展開図の作成（図-7 参照）

任意の展開図の書式に変状状況を描写した画像を貼付け、変状展開図とする。

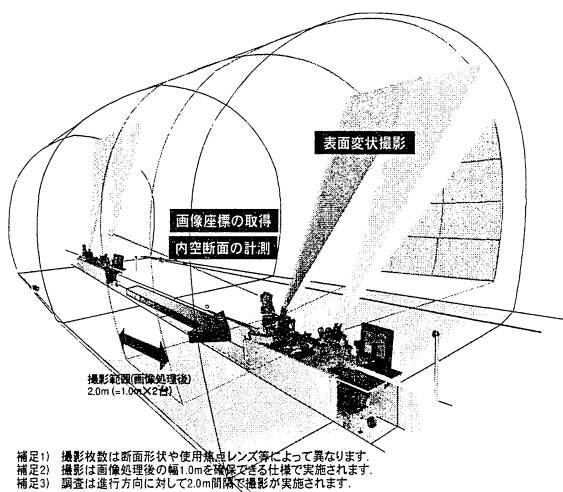


図-3 調査イメージ

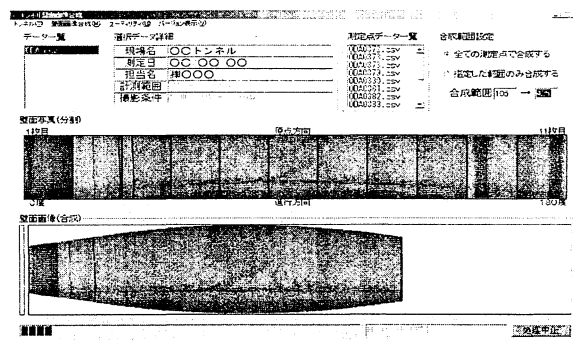


図-4 画像の変形（あおり補正）処理画面

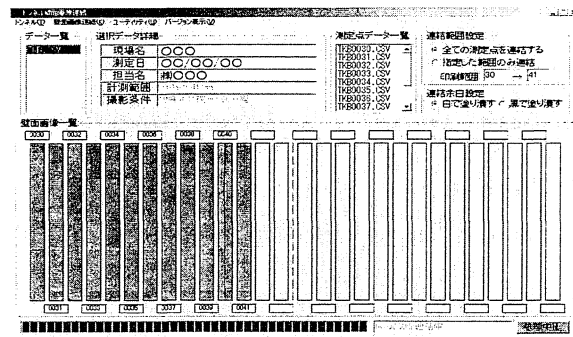


図-5 画像の合成処理画面（トンネル軸方向）

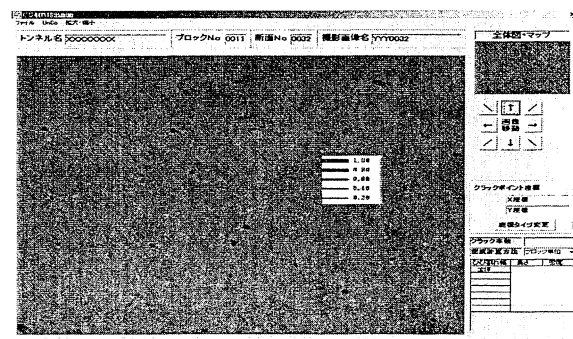


図-6 ひび割れの抽出画面

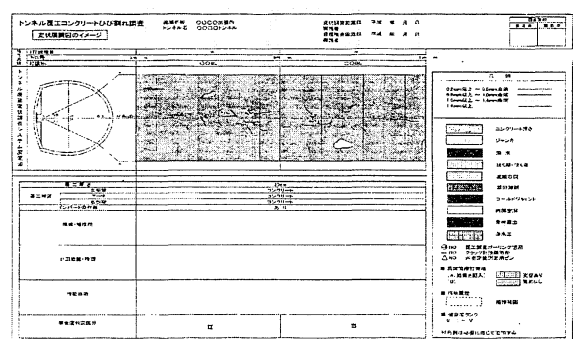


図-7 変状展開図

4. おわりに

本表面変状調査システムは実現場における性能確認試験の結果、当初の開発目標を達成することができた。今後はコンクリート構造物の健全度評価システム全体、および新しい補修工法の開発を実施していく予定である。