

コンクリート柱用ひび割れ検知ソフトウェアの実用化開発

日本電信電話（株）アクセスサービスシステム研究所 正会員 ○金子英, 笹沢信也, 内堀大輔
 日本電信電話（株）アクセスサービスシステム研究所 非会員 松宮直規, 望月章志
 日本電信電話（株）マイクロインテグレーション研究所 非会員 岡宗一

1. はじめに

NTTでは日本全国に約1200万本の電柱を保有しており、そのうち約800万本がコンクリート柱（以下、CPと呼ぶ）である。コンクリート表面でひび割れが発生し、水や汚れがしみこんで内部の鉄筋に到達すると、鉄筋が腐食してCPの耐力が低下する。このためNTTでは定期点検を実施し、ひび割れや損傷の度合いから劣化判定を行い、補強、更改を行っている。近年は熟練技術者数が減少傾向にあり、点検現場からは誰もが簡易に使用でき、均一な精度を担保できる検査技術の開発・導入が求められている。このような背景を受け、デジタルカメラでCPを現場撮影し、撮影した画像からひび割れを検出する点検方法を提案してきた^{1),2)}。しかし、CP1本当当たりの撮影枚数は20枚程度あり、手動での入力・解析・登録に時間を要するため、稼働削減と時間短縮が課題であった。また、点検結果を正しく登録するための例外処理も必要不可欠であった。本稿では、提案する点検方式を効率良く運用するために開発したソフトウェアの各機能について報告する。

2. ひび割れ検知技術^{1),2)}

本技術は、画像中にコンクリート面以外に背景や付属物が写り込んだ場合でも、コンクリート面上のひび割れのみを抽出できることを特長としている。

一般的にコンクリートは灰色であり、彩度が小さく、かつ輝度が白と黒の中間に属するという特徴を利用してコンクリート面を抽出することができる。具体的には、各画素の彩度と輝度の論理和から候補となる画素を抽出し、コンクリートの表面模様（質感）を考慮することで、コンクリート面の画素を絞り込む。絞り込んだ領域に対してひび割れの特徴量を抽出することで、ひび割れを特定することができる。具体的には、人間の方向認識機能を模擬したフィルタにより陰影

線を抽出し、画素間の距離と連続性をパラメータとした収束問題を解くことで、ひび割れを特定する。このような人間の視覚認識プロセスを取り入れることで、抽出精度の担保を図っている。

図-1は、現場で撮影したCP画像に本技術を適用した例である。赤い領域は背景や付属物を、緑線は検出したひび割れの位置を示している。

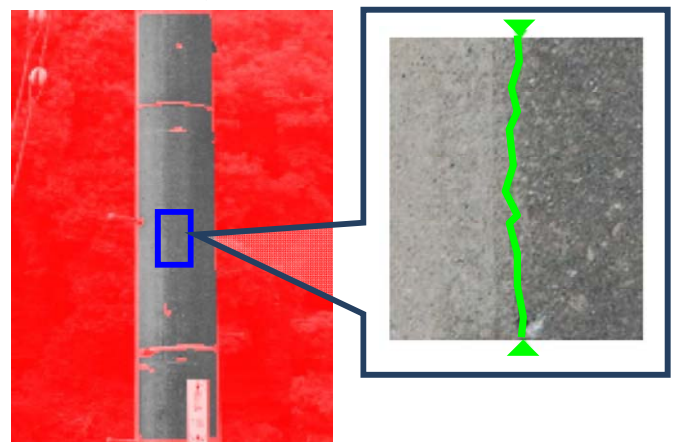


図-1 コンクリート面を抽出した結果（左）と、ひび割れを抽出した結果（右）

3. ひび割れ検知ソフトウェア

本提案の点検方式の運用効率を高めるためには、現場撮影したCP画像を自動で整理する機能と、手動でひび割れを入力できる機能が必要不可欠である。

3-1. 画像の自動整理機能

各CPと撮影方向を明確に識別し、かつ画像の管理を効率的に行うため、画像を図-2のように整理し、親フォルダにCP名を付記して該当する画像を格納する。フォルダの直下には、CP全景画像を格納すると共に撮影方向の数だけ方向フォルダを作成し、各フォルダに部分拡大画像を仕分けて格納する。画像を1枚ずつ目視で確認して手動で格納するため、作業は煩雑かつ膨大であった。また、CPの本数が増えた場合、整理を誤ることが懸念されていた。

画像整理を効率良く正確に実行するため、セパレー

キーワード：画像処理技術 コンクリート面 ひび割れ 画像整理

〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 金子 英（かねこ すぐる） Tel:029-868-6219

タの認識時に所定の位置にフォルダを作成し、後続する画像を格納する自動整理機能を導入した。本機能は、各フォルダを単色画像に置き換え、図-2のツリー構造を図-3に示す一次元配列に置き換えることで実現した。赤色画像を認識すると、親フォルダを作成してCP全景画像を格納し、緑色画像を認識すると、方向フォルダをCP全景画像と並列に作成して部分拡大画像を格納する。輝度に対するコンピュータの認識限度について施行実験を行い、単色画像の色として赤と緑を採用した。

コンピュータは三原色である赤、緑、青の輝度を画素ごとに数値化して3層の二次元行列を作成し、それを重ねることであらゆる画像を可視化している。単色画像とCP画像では数値とその配列が大きく異なるため、数値解析により双方を識別すると共に、単色画像を色で識別することができる。

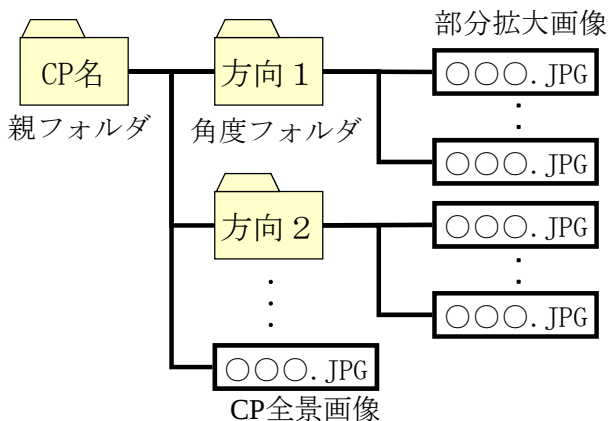


図-2 自動整理におけるフォルダ構成

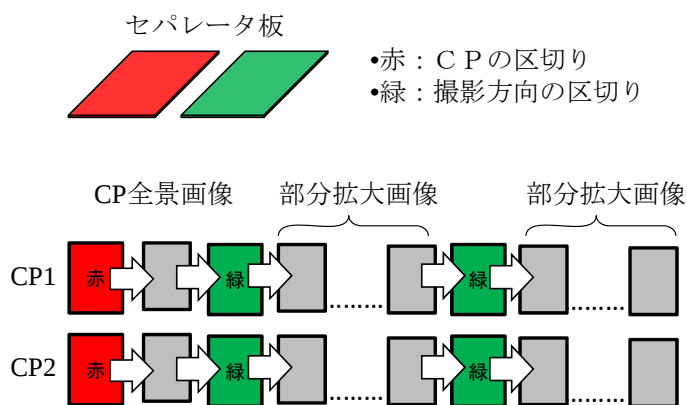


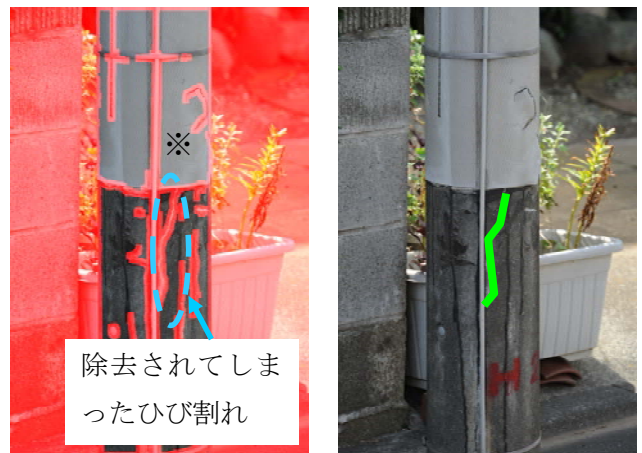
図-3 CP画像の撮影規則

3-2. 手動によるひび割れ入力機能

本技術は陰影線をエッジとして抽出し、その長さや形状からひび割れを特定する。微細なひび割れは1本の陰影線で表現されるため問題ないが、汚れや化学反応によりエフロレッセンスが発生し、極端に太く見え

る場合は正しく検知されず、可視化できない可能性がある。図-4（左）は、地際部のCP部分拡大画像について付属物や背景を除去した例だが、白くて太いひび割れが付属物として誤って除去された例である。

そこで、未検知となったひび割れについては、手動でマーキングすることにより点検結果を正しくデータベースに登録できる例外処理機能を導入した。図-4（右）は、ひび割れ箇所を手動で入力した結果を示している。本機能により、コンピュータでひび割れを検出できない画像に対してもひび割れ位置を追加することができるため、撮影画像をもれなく適切に管理することができる。



※貼紙防止シートは、予めひび割れ検知対象から除外

図-4 付属物や背景を除去した結果（左）と、ひび割れを手動で入力した結果

4. まとめ

ひび割れ検知技術を実用化するにあたり、ボトルネックとなる画像整理作業を自動化することで、ひび割れ検知に要する時間と稼働を大幅に削減できた。また、手動によるひび割れ入力機能によりコンピュータによる判定結果を更新可能にすると共に、ひび割れ位置を明示した部分拡大画像を帳票に掲載することで、点検後の維持管理を的確に行うことも可能とした。

参考文献

- 金子英・岡宗一・松宮直規：“デジタルカメラ画像を用いたコンクリート構造物のひび割れ検知技術”，NTT技術ジャーナル12月号，pp21-24，2011。
- 岡宗一・内堀大輔・松宮直規：“画像解析によるひび割れ検知技術の開発”，第23回非開削技術研究発表会論文集，pp.45-54，2012。