

V-174 コンクリートのひびわれ測定システムの開発

東京電力(株) 正会員 笠井 靖浩 木村 應志
アジア航測(株) 正会員 土居 原 健 織田 和夫

1. まえがき

電力設備の保守管理の現状は、点検と精密調査に大別され、定期的に行われる点検や地震発生後に行われる臨時点検においては、変状、欠陥を早期に発見するために主に目視や簡易な測定器を用いて設備を監視している。また、点検において異常が発見された場合やさらに詳細な調査が必要な場合には、要因分析や構造解析を行うために詳細調査を行っている。

本システムの開発は、このような二段階の管理方法を踏まえ、まず定期点検においてコンクリート構造物の劣化を代表するひびわれを定量かつ迅速に測定できるシステムを開発し、保守管理の合理化を図ることを目的としている。

2. システムの概要

システムの概要は、ひびわれ面を普通カメラで撮影しそのネガフィルムの濃度をCCDセンサーの付いたフィルムリーダーにより光電的に読み取り、デジタル化したデータを画像処理装置により解析するものである。画像処理においては、ひびわれ部の座標データとその幅を求め、最終的にはそれらのデータをパソコンにより保守管理に必要なデータとして出力するものである。システムの仕様は表1の通りである。

表1 システムの仕様

項 目	仕 様
撮影カメラ	70mmカメラ
撮影フィルム	超高解像度モノクロームフィルム
フィルム読取り	CCDセンサー による自動読取
最小検出ひびわれ幅	0.1mm
処理速度	50cm平方当り 3時間

3. 画像処理アルゴリズムの概要

本システムの最大の特徴は、0.1mm 幅程度の細いひびわれから 3mm幅程度の太いひびわれまでをコンクリート表面の汚れの状態によらず効率良く認識できることである。アルゴリズムの概要は次の通りである。

(1) 概略ひびわれ抽出と計測

①画像の圧縮と階層構造化→写真フィルムから読み取ったデータを圧縮処理により図1に示すように原画像から1/32画像まで階層構造化を行い、ひびわれがその幅によらず線状特性だけを持つようにする。

②概略ひびわれパターンの抽出→最上位の圧縮画像において、フィルター処理によりコンクリート面の局所的な汚れを排除しながら小ブロック毎に2値化しきい値を決定しひびわれ部の抽出を行う。

(2) 詳細ひびわれ抽出と計測

①詳細ひびわれ抽出→概略ひびわれで抽出したひびわれ座標をガイドマップとし、段階的に各階層画像のひびわれ部を2値化し、原画像（圧縮前の画像）まで繰り返す。
②詳細ひびわれ幅の計測→2値化したひびわれ部に内接する最大内接円をひびわれ芯線方向と垂直方向に検索し、その円の直径をひびわれ幅とする（図2参照）。

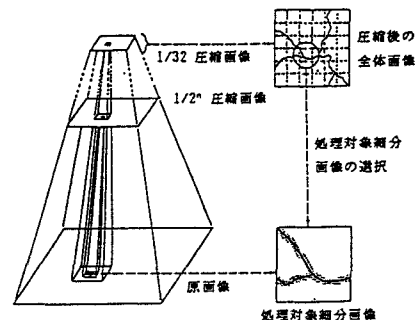


図1 ひびわれの階層構造化

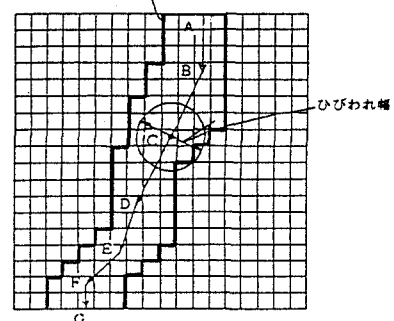


図2 ひびわれ幅の定義

4. 実証試験結果

システムのひびわれ幅測定精度を確認するために、まず比較的表面の汚れの少ない仕上げ材吹き付け面のひびわれの測定を行った。ひびわれ幅の測定精度は、内接円法（CRTの拡大画像上で目視計測）による実測値(w_0)と計算値(w)の比較を行った結果、図3に示すように概ね一致しており、測定誤差($w-w_0$)の標準偏差は0.06 (mm)である。

また、劣化要因別の塩害ならびに凍害を受けた実コンクリート構造物の測定精度は、表2に示すとおり 0.15mm 前後である。よってクラックスケール法等と比較しても、実用上十分な精度で測定できる。ひびわれ幅の解析時間はほぼ目標の3時間前後であるが、今後も処理時間の短縮化を図っていきたい。

最後に凍害を受けたひびわれの解析例を図4, 5, 6に示す。ひびわれパターンの抽出は、0.1 mm以上のものについては、ほとんど抽出されている。なお、ひびわれデータ解析例としてひびわれパターン、ひびわれ幅ヒストグラムを示したが、その他の機能としては、①ひびわれ長さ②ひびわれ角度③ひびわれ面積④ひびわれ密度⑤各値の経時変化等を出力可能である。

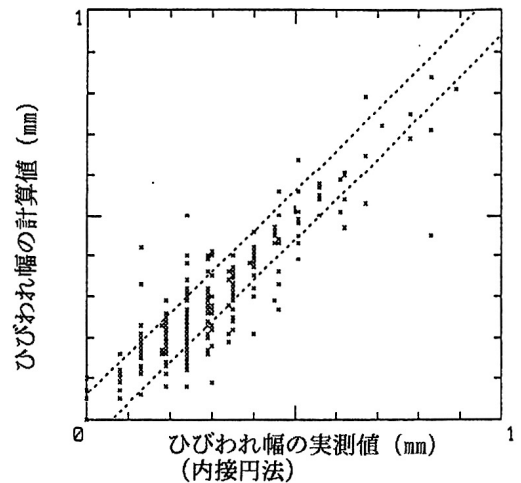


図3 ひびわれ実測値と計算値の比較

表2 ひびわれ実証試験結果

測定箇所 (箇所数)	平均ひびわれ 幅 (mm)	標準偏差 (mm)	平均解析 時間(min)
火力発電所スクリーン室内壁 (6)	0.24	0.15	68
水力発電所水圧管旧小支台 (8)	0.64	0.18	202

※1箇所当り測定範囲 : 50cm×50cm

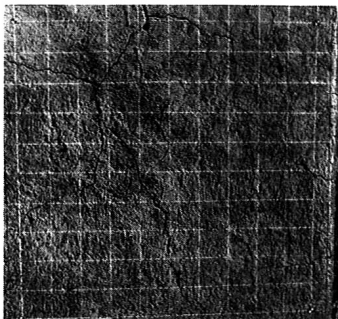


図4 ひびわれ原画像

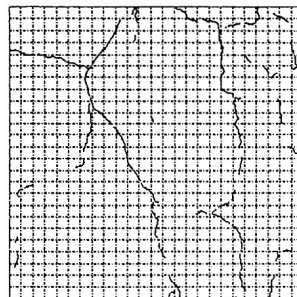


図5 ひびわれパターン

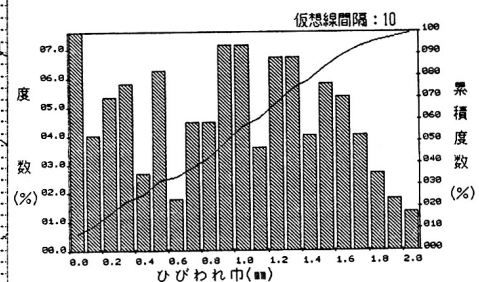


図6 ひびわれ幅ヒストグラム

5. あとがき

ひびわれ測定システムの適用法としては、1)現在クラックスケール等で部分的なひびわれ幅で管理しているものを、一定範囲のひびわれデータをパソコンでデータベース化 2)水力発電所の導水路トンネルの地山荷重の変化や地中線洞道の近接施工等の影響によるひびわれの経時変化の管理 等が考えられる。また、塩害や凍害を受けたコンクリートの劣化度の評価には、保有耐力の評価が重要と考えられるが、現在鉄筋の腐食度やひびわれコンクリートの特性を評価するための検討を実施中であり、これらの評価指標が提案されればシステムの有用性がさらに高まるものと思われる。