

リアルタイム画像処理システムによるコンクリート実験の自動化

長崎大学工学部 学生会員○平田哲久

長崎大学工学部 正会員 奥松俊博
長崎大学大学院 学生会員 要谷貴則

1. はじめに

社会的背景から維持管理の重要性が高まっている。一方、経験的知識が必要とされる技術者の数は今後減少の傾向にあり、従来行われてきた維持管理業務を改善し、効率化を図る必要がある。近年、デジタルカメラに代表されるようにデジタル/IT 技術の発展は目覚ましい。静的な情報としてコンクリート表面の変状計測を行う際、高解像度デジタルスチルカメラが広く用いられ、変状の詳細な記録が可能である。本研究では、コンクリート実験のような動的情報獲得のための作業の自動化・効率化を目的として、マシンビジョンによるリアルタイム画像処理システムを開発し、供試体を使った実験により、その有効性を検証した。

2. リアルタイム画像処理システム

1) プログレッシブスキャンカメラ

本システムで用いるデジタルカメラは、カメラリンク規格対応のプログレッシブスキャンカメラであり、カメラリンクケーブルおよび画像キャプチャカードを介してパソコンとオンライン接続される。今回用いたカメラ (TM-1020-25CL : Pulnix 製) の画像解像度は 100 万画素である。本カメラによりリアルタイムな画像取り込みと画像解析および結果出力が可能となる。本カメラによるひび割れ幅検出精度は、約 0.5mm (撮影距離 : 約 3m) である¹⁾。

2) リアルタイム画像処理システムの流れ

コンクリート実験の効率化を目的とした計測システムの概要を図-1 に示した。経時的に変化する荷重・ひずみ-画像データを入力情報とし、ひび割れ進展状況を自動検出するプログラムを仮想計測器ソフトウェア LabVIEW で開発した。画像処理プログラムの流れを図-2 に示す。予め設定した時間間隔ごとに一連のデータを、パソコンに取り込みながら、画像情報を元に、BCG 調整、二値化処理、エッジ検出等の画像処理を行う。パソコン画面に表示された供試体に走査線をオーバーレイさせ、ひび割れ箇所と走査線が交わる点を抽出するための処理を行うことで、エッジ検出点の座標を自動検出するような流れとした。ブロックダイアグラムを図-3 に、実行イメージを図-4 に示す。 GPIB 接続されたデータロガーより入力される荷重・ひずみデータと、画像情報およびひび割れ幅検出結果を統合することにより、計測結果のデータベースが自動的に構築される。

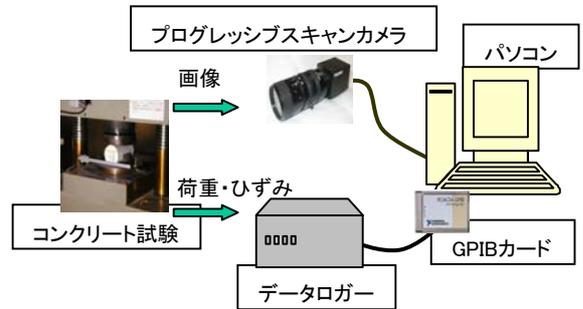


図-1 システム概要

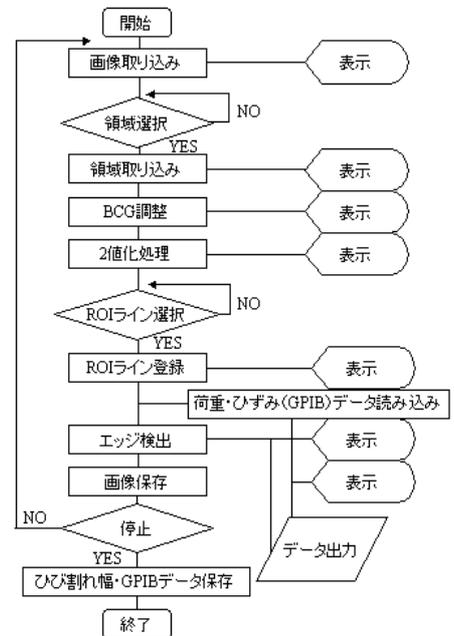


図-2 フローチャート

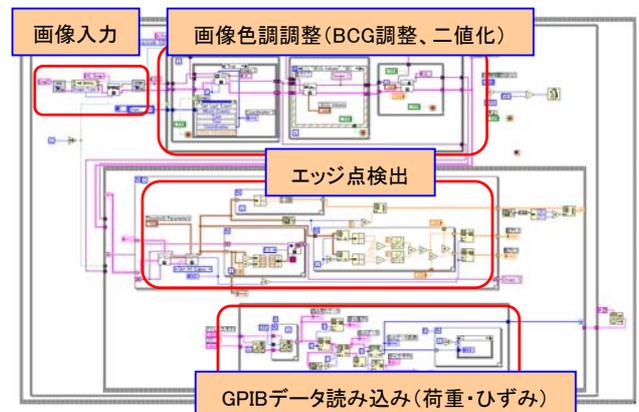


図-3 ブロックダイアグラム

3. コンクリート供試体の破壊試験

1) ひび割れ幅自動検出実験

本システムを用いてコンクリート引張試験を行い、ひび割れ幅進展状況を計測した。実験風景を写真-1に示す。コンクリート供試体から1.3m離れた位置にカメラを設置し、ひび割れが浮かび上がるよう投光機を用いた。計測周期は1秒ごとに行った。本計測における分解能は約0.22 (mm/pixel)であり、前述のフローに従って、時々刻々のひび割れ幅が算出される。図-5は図-4の二値化画像の走査線を拡大表示したもので、4つの任意の時間についてa)~d)に示した。水平方向の走査線がROIラインであり、走査線とひび割れのエッジが交差する点に●印が示される。表-1は図-5c)の場合の20本の走査線に対するひび割れ幅を示したものである。0.5mmのひび割れ幅検出解像度を確保し、かつ自動検出が可能であることを確認した。

2) 荷重・ひずみデータとの統合

本システムを用いて、コンクリート圧縮試験を行い、荷重・ひずみ状況を計測した。計測周期はひび割れ幅と同じく一秒ごとに行った。試験時に得られた荷重・ひずみデータを、荷重-ひずみ曲線を描くプログラムでプロットした結果を図-6に示す。

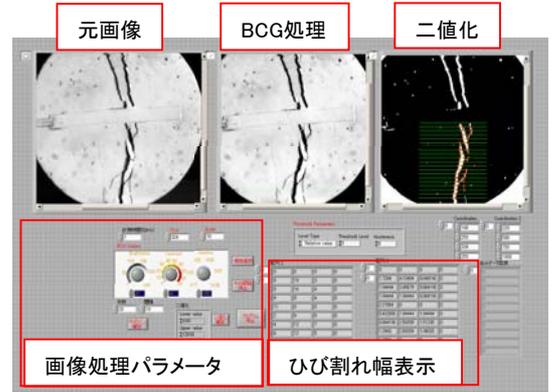


図-4 ひび割れ検出プログラム



写真-1 実験風景

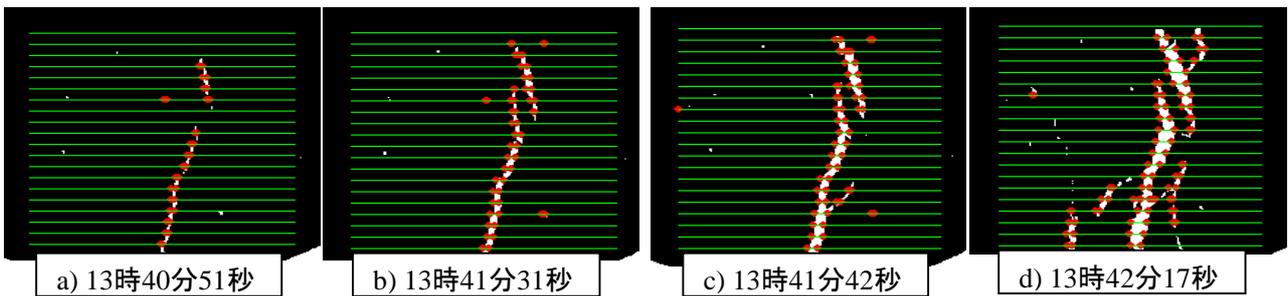


図-5 ひび割れ幅進展状況

表-1 ひび割れ検出幅 (13時41分42秒) (単位: mm)

走査線	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ひび割れ幅1	-	0.86	0.86	1.51	1.51	0.43	0.43	0.86	1.08	1.51	1.73	1.51	1.3	1.3	1.3	1.08	1.94	1.51	1.73	1.51
ひび割れ幅2	-	-	-	-	-	1.51	1.08	-	-	-	-	-	-	-	0.43	0.65	-	-	-	-

4. まとめ

コンクリート実験におけるリアルタイム画像処理システムを開発し、本システムを用いてコンクリート破壊試験に適用した。その結果、ひび割れ幅進展状況検出を、荷重・ひずみデータとともに、リアルタイムで測定することができた。画像処理技術を用いて計測作業の効率化を図ることができた。データ取得量を増やし、且つ検出時間を小さくすることが今後の課題である。本システムの精度に関しては、用いるデジタルカメラの画像分解能に依存することから、必要に応じて画素数等を調整する必要がある。

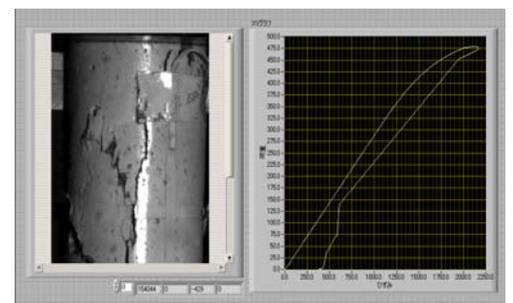


図-6 荷重-ひずみ曲線

【参考文献】1)岡林,奥松,中村,木場:高解像度デジタルカメラによるコンクリートクラック幅検出法,長崎大学工学部研究報告第33巻第61号,PP.143-148,2003