

画像処理を用いたコンクリート部材のひび割れと変形抽出

5 P - 6

趙 修賢

久富 健介

○ 橋本 周司

早稲田大学理工学部

1. はじめに

鉄筋コンクリートは建築構造物や土木構造物に幅広く使用され、需要も次第に増大しつつある。コンクリート構造物の診断をいかに効果的かつ経済的に行うかが関心を呼んでいるが、現在のところは、外観目視法が主な診断法である。診断現場はもとより研究者による構造部材の模型に対する破壊実験などにおいて、ひび割れの発生を目視観察し、状況を経験的に診断しているため、ひび割れの方向性や幅、分布等自動検出への期待が高まっている。ひび割れの状況（幅、長さ、形状）および変位の特徴抽出のために高精細カメラで撮影し、画像処理を行い、被災度の判定やあるいは判定者の適切な判断を助けるデータを提供ことが本研究の目的である。ここでは部材加力試験におけるひびおよび変位の自動計測について報告する。

2. 処理の概要

2-1. ひび割れ抽出

ひび割れは太さが均一ではなく、コンクリートのような表面にノイズの多い物体において先端の微細なひび割れまで検出することは非常に困難である。実際の実験現場で撮影した画像から診断現場で必要とされるひび割れの方向、形状の記述およびこの解析を試みた。図1に処理の流れを示す。

- (1) 撮影：実際の実験現場で高精細 CCD カメラでコンクリート部材表面を撮影とする（部材の大きさは $100\text{ cm} \times 60\text{ cm}$ 、画像は 4096×4096 、256階調）。

- (2) シェーディング補正：入力時に除去できなかった光ムラを除去する。
- (3) 二値化（ひび割れ検出）：画像を 8×8 画素の部分に分割し、輝度分布から閾値を適用的に決めてひび割れを抽出する。この時、部材表面のノイズを除去し、ひび割れを 0.06 mm 以下の精度で計測するためにエッジ抽出等を効果的かつ高精度で行っている。
- (4) 細線化：画像の連結性を変化させない画素を消去し、細線化すると同時にひび割れの幅情報を得る。
- (5) 追跡、ラベリング：ひび割れの端点を見つけ、その点からひび割れを追跡しながら次の端点まで同じラベルを付ける処理を行う。これにより、ひび割れの角度の分布情報を得る。
- (6) 特徴解析、記述：二値化、細線化及び追跡処理で得られた情報から角度及び幅の分布を求めるとともに、各特徴量間の相関等の解析、記述を行う。

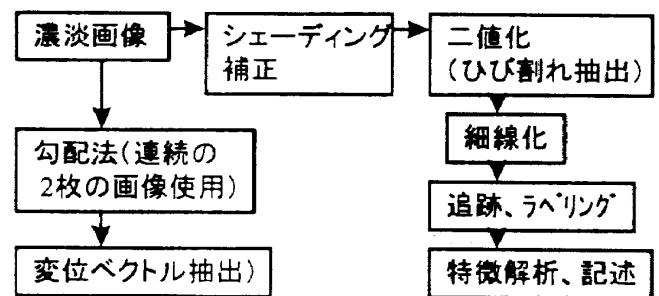


図1. 処理の流れ

2-2. オプティカルフローによる変位抽出

実験現場で加力試験において破壊に至る過程を撮影して全体の変位を動きベクトルにより求める。まず、CCD カメラを所定の位置と角度で固定し、一定の照明の条件の元で撮影する。差分画像を用いる方

Crack and Displacement Feature Extraction of Concrete Block Surfaces.

Soohyun Cho, Ken Hisatomi, Shuji Hashimoto
Waseda University

法によって移動領域を抽出することはできるが、コンクリート部材の表面の変形の様子を把握する必要がある。ここでは、各フレームのオプティカルフローをサブピクセル単位で求める方法として、各画素における明るさの空間的勾配と時間的勾配の関係を用いる勾配法 (gradient method) を使用している。

3. 実験結果

3-1. ひび割れ抽出

以下に実験結果の例を示す。コンクリート部材の一部分を 900×900 画素として解析した。図 3.1 は入力画像、図 3.2 は二値化、図 3.3 は細線化、図 3.4 は角度のヒストグラムを示す。これより部材の構造力学的な性質を把握することができる。

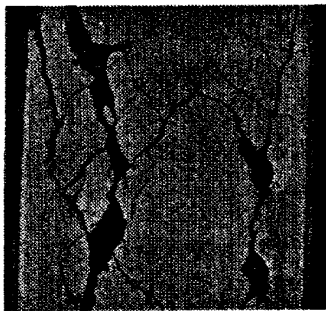


図 3.1 入力画像



図 3.2 二値化



図 3.3 細線化結果

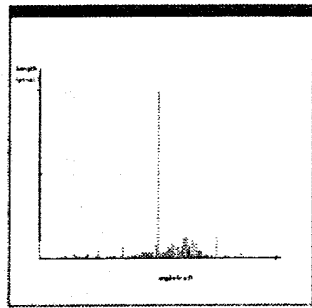


図 3.4 角度ヒストグラム

3-2. 変位ベクトル抽出

破壊実験の加力の途中段階で撮像した 6 枚の画像を用いて、この中の 2 枚の画像からオプティカルフローを求める。図 3.5 は加力前の元画像、図 3.6 は STEP 3 の中間画像である。 4096×4096 画素の画像を

512×512 画素の画像として表示している。この 2 枚の画像から 8×8 の領域毎に移動ベクトルを求める。



図 3.5 元画像

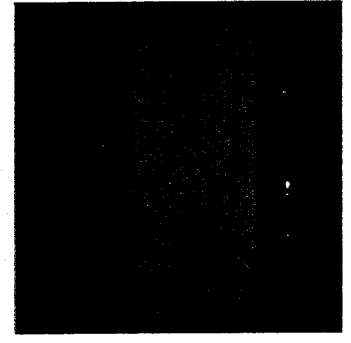


図 3.6 STEP3 画像

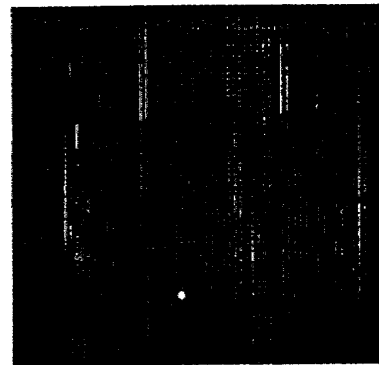


図 3.7 変位ベクトル

図 3.7 はその結果で、変位ベクトルの結果からコンクリートの荷重と加力によるコンクリート部材の変形方向と移動距離が分かる。

4. まとめ

高精細カメラで 1.2 m はなれて撮影することにより実際の診断現場で要求される 0.04 mm 程度の太さのひび割れが二値化処理で計測可能であることが確認された。変位についても同程度の精度でひずみ計測が要求されるが、いまのところまた不十分である、現在移動ベクトルの高精度化を検討している。

参考文献

- [1] 安居院 猛、長尾 智晴：「画像の処理と認識」
- [2] 建築・設備維持保全推進協会：「建築仕上診断技術者」(1993)
- [3] B. K. P. Horn and G. Shunck: "Determining Optical Flow", Artificial Intelligence, vol. 17, pp. 185-203 (1981)