

画像認識技術を取り入れたコンクリート構造物診断システムに関する考察

THE CONSIDERATION ON THE DIAGNOSIS SYSTEM FOR CONCRETE STRUCTURES BY
USING THE PICTURE-RECOGNITION TECHNOLOGY

田底成智

Naritomo TASOKO

中央復建コンサルタンツ株式会社（〒532-0004 大阪市淀川区西宮原 1-8-29 MB33）

This paper deals with the diagnosis system for concrete structures, especially by using the picture-recognition technology. In the first step, we estimate the deterioration on concrete structures by the sight-inspection, however, the estimation varies depending upon the inspectors. Therefore, the estimation of deterioration needs to be linked to the picture data by computer application.

Key Words : Diagnosis system, Deterioration estimation, Picture-recognition

1. はじめに

コンクリート構造物を診断する動作として、対象構造物の観察(目視)による変状の識別、原因推定、判定、対策工の設定がある。これらは、主に、診断技術者が構造部の変状状況を画像として認識して、総合的に判断するものである。従来のエキスパート技術を導入した構造物診断システムは、技術者の知的ノウハウを主としてテキストデータで処理したものである。本論分では、テキストデータではとらえられない、診断技術者の知的ニュアンスまでも画像データとリンクすることで、より診断技術者の判断に近いシステムを狙ったものである。

具体的には、

- ①対象構造物のデジタル画像に対し、変状のパターン化を図ることで、変状の識別を行い、
- ②そのパターンに応じた原因判断を自動化したうえで変状の進行度を評価し、
- ③デジタル画像から得られるの変状の規模（寸法）から補修・補強箇所の設定、数量の算出までも行う

システムを構築することを目指している。

2. システムの構成

2.1 画像データの作成

画像データはデジタルカメラで作成する。デジタルカ

メラの解像度は、変状を十分認識できるものと考えている。構造物の全体及び、変状部分を近接して撮影する。変状部分は、寸法算定用に、スケールを加えたものも撮影する。(図-2.1.1)

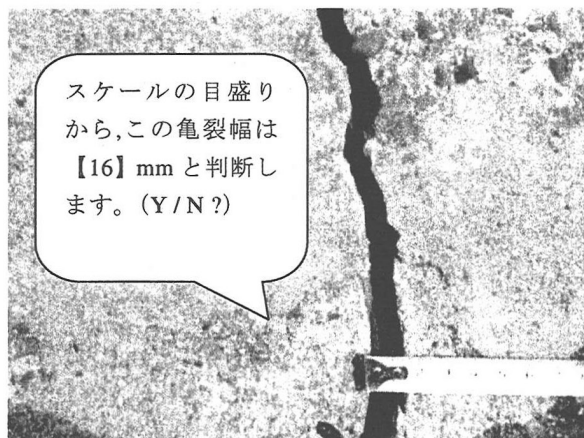


図-2.1.1 画像データからの寸法算出のイメージ

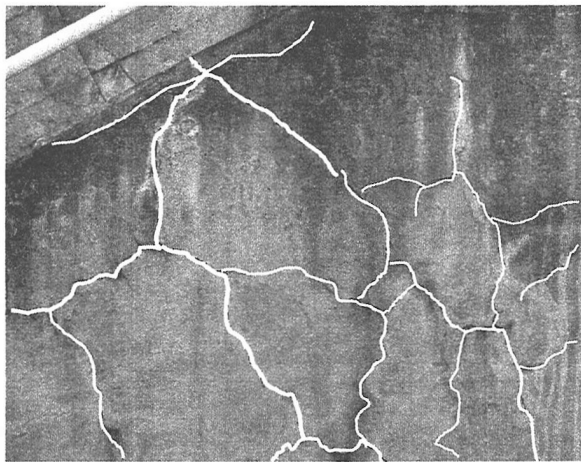
2.2 変状展開図の作成

画像データから、ひび割れ、漏水、露筋等の位置、規模をトレースして変状展開図を自動作成する。(図-2.2.1)現在、変状図作成ソフトは、画像データ上で変状位置をオペレータがトレースするものが多い。しかし、ひび割れ等を

認識したソフトも開発されてきており、変状展開図の作成が簡易になることが期待される。



↓ (ひび割れを認識)



- ひび割れの認識が完了しました。
- 部分的に、汚れとも判断できるものがあります。
- 現地の状況を確認してください。
- 認識を修正しますか？ (Y / N)



図-2. 2. 1 変状展開図作成のイメージ

2.3 変状原因の推定

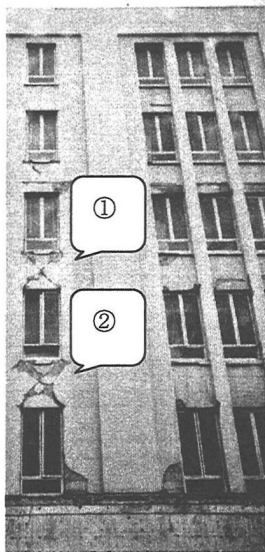
(1) ひび割れの原因推定

例えば参考文献1)のように、ひび割れをパターン化して分類しているものがあり、ひび割れの原因推定に役立つと考えられる。1枚の画像で判断できる場合と複数枚必要な場合の事例を図-2.3.1～2.3.2に示す。

1枚の画像で判断できる場合は、比較的原因が明瞭な場合と考えられる。



- ひび割れ原因の推定を行います。
- ひび割れの認識をします。(Y / N)



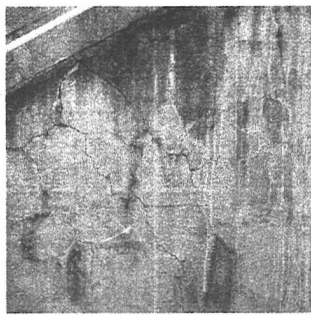
- ①地震が原因と考えられるひび割れを認識しました。
- ②地震が原因と考えられるひび割れを認識しました。



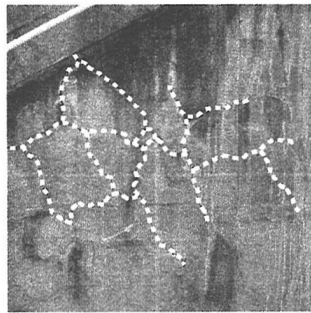
- この画像中のひび割れは、【地震】が原因と考えられます。
- 他の画像を推定しますか？ (Y / N)

図-2.3.1 ひび割れの原因推定のイメージ(1)

複数枚の画像が必要な場合とは、原因が単独に絞りきれない場合と考えられる。

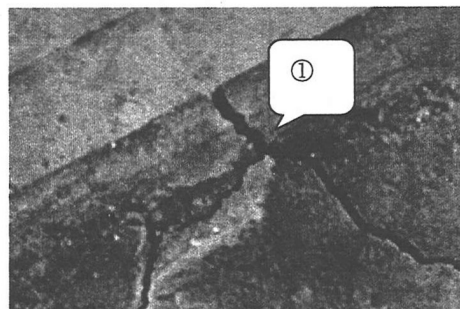


- ひび割れ原因の推定を行います。
- ひび割れの認識をします。(Y / N)



- アルカリ骨材反応が原因と考えられるひび割れを認識しました。
- 表面乾燥収縮が原因と考えられるひび割れを認識しました。

- 詳細な画像を取り込んでください。(Y / N)



- ①ひび割れの段差を認識しました。

- この画像中のひび割れは、【アルカリ骨材反応】が原因と考えられます。
- 他の画像を推定しますか？ (Y / N)

図-2.3.2 ひび割れの原因推定のイメージ(2)

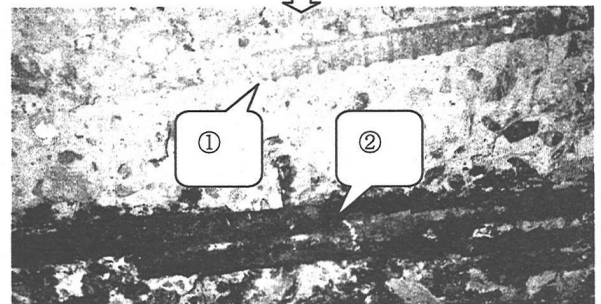
複数の画像から判断する場合、例の様に、より近接した画像を取り込む場合や、写す角度を変えた画像から判断する場合も考えられる。

(2)鉄筋腐食の原因推定

ひび割れの原因を推定する場合、位置、形状、密度等が判断要素として考えられる。鉄筋腐食を推定する場合は、さらに、錆色が判断要素として加わるものと考えられる。図-2.3.3にそのイメージを示す。



- 鉄筋腐食原因の推定を行います。
- 鉄筋の認識をします。(Y / N)



- ①腐食【軽度】の鉄筋を認識しました。
- ①錆色【茶】の鉄筋を認識しました
- ②腐食【重度】の鉄筋を認識しました。
- ②錆色【黒褐色】の鉄筋を認識しました。

- ①腐食は【中性化】が原因と考えられます。
- ②腐食は【マクロセル】が原因と考えられます。

- ①【補修】が必要です。
- ②【補修】または【補強】が必要です。
- 対策工を選定しますか？ (Y / N)

図-2.3.3 鉄筋腐食の原因推定のイメージ

鉄筋腐食の程度を認識する要素としては、鉄筋形状の損なわれ方を認識する必要がある。すなわち、丸鋼や異形鋼の形からどれだけ逸脱しているかを認識させる必要がある。

また、鉄筋腐食原因を推定するには、本来ならば、塩分量の分析や中性化深さの測定などの詳細な調査が必要である。ここでは、画像認識技術を用いるために、錆色に着目して原因推定を試みる手法を提案した。

さらに、変状の程度に応じて、対策工の選定作業を行える機能を付加することは実務者にとって有効である。

3. 画像認識技術の課題

以上、述べてきたことは筆者のこれまでの業務体験から、理想的なシステムをイメージしたものである。実現までに、クリアすべき課題は多い。そこで、参考文献2)をもとに、現状の画像認識技術から見た課題を以下に挙げる。

3.1 画像処理

画像処理には2つの目的が考えられる。1つは、人間が理解しやすいように加工することである。もう1つは、コンピュータが判断しやすいように加工することである。例えば、デジタルカメラで撮影した画像のコントラストを強調して見やすくすることなどが挙げられる。あるいは多少ぼやけた画像などの修正などもある。操作が簡易なソフトが数多くあり、かなり高度な画像処理も現在では可能である。コンクリート構造物の変状を扱う場合、図-2.2.1に示すようにひび割れだけを取り出せるようにひび割れ部だけを擬似的に着色することが考えられる。現在、表-3.1.1に示すように画像処理にはさまざまな内容がある。画像認識システムを構築する上で重要な手段である。

表-3.1.1 画像処理の内容(参考文献2)の抜粋)

画像改善	雑音除去, ぼけ修正, コントラスト改善
画像強調	輪郭強調, コントラスト強調
画像加工	切り抜き, はめ込み, モザイク化, 重ねどり, 擬似着色, 等高線, 立体表示
画像変換	座標変換, ひずみ補正
画像再構成	コンピュータトモグラフィ

3.2 画像計測

画像情報を元にして、対象物の長さ、面積、角度、色度、個数などを計測することである。図2.1.1では、一緒に写したメジャーを長さの尺度として、何画素が1mmに相当するかを設定すれば長さ計測が可能と考えて、イメージを作成した。面積も、対象範囲にある画素数を数えさせれば可能である。但し、画像計測を行う場合、撮影角度によりあおり(ゆがみ)が発生するので、その修正を前処理として施さなければならない。

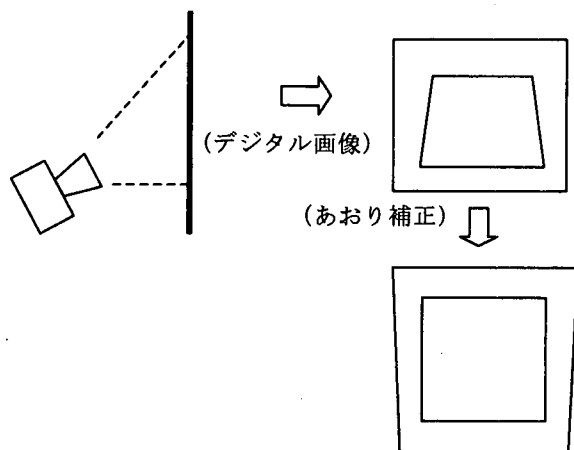


図-3.2.1 撮影角度に伴うあおり補正

3.3 画像認識

郵便番号自動読取り区分機等、あらかじめ決まった記号、文字、数字の認識技術は実用化に至っている。あるいは検査分野では、鋼板の圧延工程でゴミや傷を発見するシステムが実用化されている。

コンクリート構造物の場合、表面が色調的に不均質であり、そのようなノイズを除去して、いかに変状を認識するかが課題となる。各変状について、あらかじめパターンを設定し、そのパターンに近いものを変状として決定する手法がとられる。(図-3.3.1)

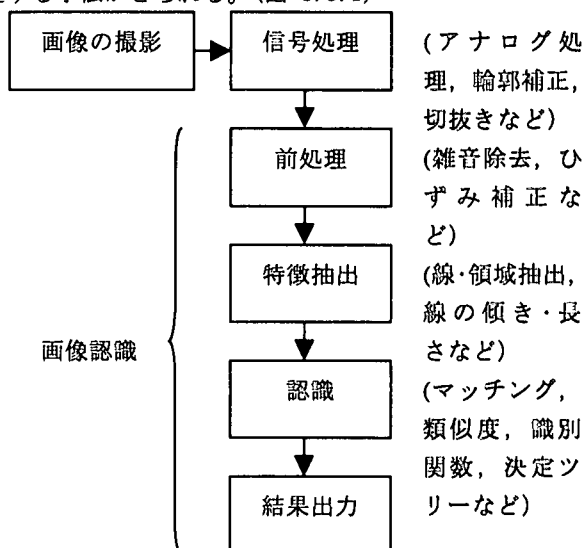


図-3.3.1 画像認識のプロセス(参考文献2)を一部変更)

(1) ひび割れ

ひび割れは、連続した黒い線というパターンで設定しての抽出が考えられる。但し、黒い汚れ筋をひび割れに認識することが予想される。前処理段階で、黒い汚れ筋等をノイズ扱いで除去しておくことが考えられる。

(2) 露筋

鉄筋を棒状(異形筋の場合は節のある棒状)で、色調が赤茶〜黒褐色というパターンで設定しての抽出が考えられる。腐食程度の判断材料として棒形状からの逸脱度合い、腐食原因の判断材料として、鉄筋の色調が考えられる。

4. おわりに

コンクリート構造物の診断技術者の知的ノウハウを、より多く反映するために、画像認識技術を取り入れる可能性について考察を試みた。実用化に向けた課題は多いが、医用画像の白血球自動認識システムなど筆者のねらいに合致したシステムは実用化されている。これらの技術を参考にしながら、取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) コンクリート工学協会: コンクリートのひび割れ調査, 補修・補強指針, 技報堂, 1987. 2
- 2) 木内雄二: 画像認識のはなし[第2版], 日刊工業新聞社, 1993. 8