

ハンディスキャナによるコンクリート構造物の表面変状の検査方法

佐賀大学 大学院 学生員○中江 陽一
 佐賀大学 理工学部 正会員 伊藤 幸広
 佐賀大学 理工学部 正会員 山内 直利
 佐賀大学 大学院 学生員 筒井 健多

1. はじめに

ひび割れ、錆汁、コールドジョイント等のコンクリート構造物の表面に現れた変状（表面変状）を継続して調査することは、構造物の維持管理を行う上で重要な事項である。現在、デジタルカメラやビデオカメラを用いて構造物の表面変状をデジタル画像として記録し、その画像から変状の各部の寸法（ひび割れ幅等）を計測する方法が試みられているが、レンズの収差、解像度、露出調整等の問題から、これらの方法の計測精度はさほど高くない。本研究では、構造物の表面変状を簡易に記録でき、精度良く計測できる装置として、ハンディスキャナを用いた読取り装置と専用の定規を開発した。本報では、装置の概要、画像の読取り方法および計測精度について述べるものである。

2. 開発した装置の特徴

新聞や雑誌の紙面を手動で読み取るハンディスキャナは、簡単な操作で正確に画像を読み取り、記録できるという特長がある。ハンディスキャナを用いれば紙面と同様の操作で、構造物の表面を画像として読み取ることも可能であるが、構造物表面には微かな凹凸が多いため、画像に圧縮や欠陥（トビ）が生じるかピントが合わない画像が得られることが多い。開発した装置は、ハンディスキャナにより構造物表面をスキャニングし、上記のような問題を解決できるようにしたものであり、ハンディスキャナをすべり板に直角に固定した読取り装置（写真・1）と読取り装置を平行に移動させるための専用の定規（写真・2）から構成されるものである（以下、これらの装置を総称して表面スキャナと略す）。すなわち表面スキャナでは、読取り装置は定規により支持され、平行にスムーズな移動ができるため、構造物の凹凸や手ぶれが原因となるハンディスキャナの回転やエンコードと連動したローラの空転を極力抑えることができ、また、構造物表面に密着して安定した走査ができるため正確で鮮明な画像を読み取ることができる。

ひび割れのように変状部分が細長い範囲に渡る場合には、画像の一部をオーバーラップさせるように連続した複数の画像を取得し、後に画像を結合させるという方法がカメラ撮影においてもとられるが、表面スキャナではスケールがついた定規を用いることによりオーバーラップの位置が決め易く、また、読み取った画像は、直列したものであるためパソコン上での画像結合が容易にできる。さらに、任意の方向のひび割れに添った読み取りを行っても、定規先端

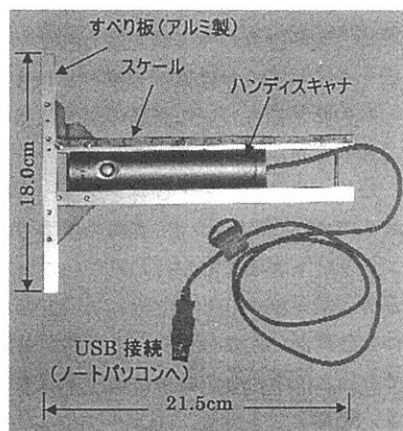


写真-1 読取り装置

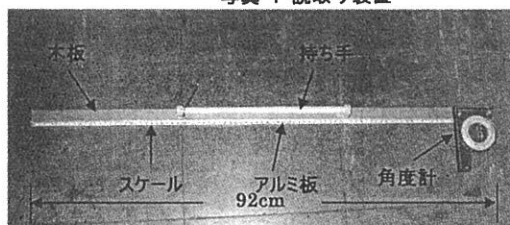


写真-2 定規

表-1 使用したハンディスキャナの仕様

項目	特性
読取り素子	密着型イメージセンサ
読取り密度	最大600×600dpi
読取りサイズ	105×346mm
読取り速度	13.6秒(105×346mm)
読取り画像	フルカラー(1677万色)、グレースケール、白黒2値
インターフェイス	USB接続
動作環境	USB搭載AT互換機、メモリ64MB以上、WINDOWS®98以上

部に取付けた角度計（鉛直面の場合は傾斜計，水平面の場合は方位計）の角度を記録することにより，パソコン上で画像を回転させ，構造物の基準となる方向に合わせることができる。すなわち，変状以外の無駄な部分の読み取りを少なくでき，変状の画像を効率良く記録できる。

3. 表面変状の読み取り方法

構造物の表面変状の読み取り方法としては，写真-3に示すように，まず，標点ならびに標点の位置情報および定規の角度を記入した方眼紙（写真-4）を変状付近に貼り付け，次に，所定の角度となるよう定規を構造物に押し付け固定し，読み取り装置を定規に添って滑らせ，方眼紙を含むよう表面変状の画像をノートパソコンに記録する方法である。この一連の作業に要する時間は1分程度であり，カメラ撮影で必要となるピント合せや露出調整などの操作や特別な技術を必要としない。変状の各部を計測する場合，焦点距離が常にほぼ一定であるスキャナ画像では，特にスケールを画像中に写し込む必要はないが，本方法では計測精度を上げるため，写真-4の1mm方眼紙を画像中に読み込むこととした。また，方眼紙に記された標点とその位置情報および定規の角度は，変状を継続的に調査する際に読み取り位置を特定する場合や記録時期の異なる同一箇所画像を重ね合わせて調査する場合に有効である。

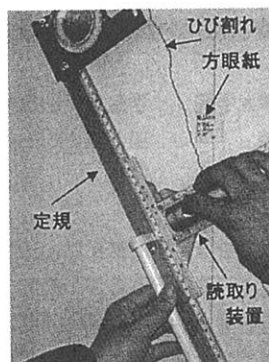


写真-3 読み取り方法

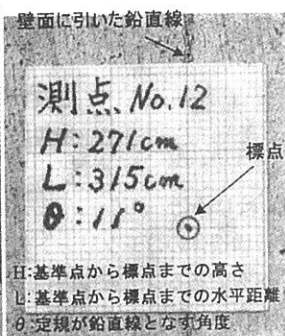


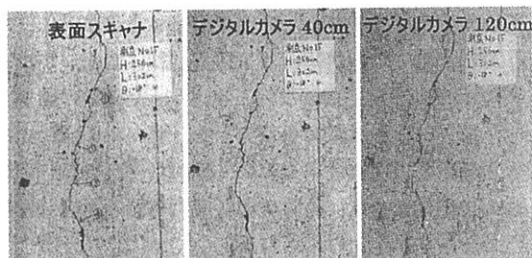
写真-4 位置情報等を記録した方眼紙

写真-3に示すように，まず，標点ならびに標点の位置情報および定規の角度を記入した方眼紙（写真-4）を変状付近に貼り付け，次に，所定の角度となるよう定規を構造物に押し付け固定し，読み取り装置を定規に添って滑らせ，方眼紙を含むよう表面変状の画像をノートパソコンに記録する方法である。この一連の作業に要する時間は1分程度であり，カメラ撮影で必要となるピント合せや露出調整などの操作や特別な技術を必要としない。変状の各部を計測する場合，焦点距離が常にほぼ一定であるスキャナ画像では，特にスケールを画像中に写し込む必要はないが，本方法では計測精度を上げるため，写真-4の1mm方眼紙を画像中に読み込むこととした。また，方眼紙に記された標点とその位置情報および定規の角度は，変状を継続的に調査する際に読み取り位置を特定する場合や記録時期の異なる同一箇所画像を重ね合わせて調査する場合に有効である。

4. ひび割れ幅の計測精度の比較

表面スキャナによる変状の計測精度を評価するために，334万画素のデジタルカメラを用いて変状を計測した場合との比較を行った。対象とした変状は，RC建築物の壁面に発生した幅0.2mm程度のひび割れである。撮影範囲は表面スキャナ，デジタルカメラとも10×15cmの範囲とし，ひび割れ幅の計測方法としては，ひび割れ付近に1mm方眼紙を添付し画像中に読み込み，これをスケールとしてピクセル単位で計測を行う方法とした。なお，デジタルカメラの撮影距離は，40cmおよび120cmの2水準に変化させた。

表-2はひび割れ幅の計測結果および誤差をまとめたものである。誤差は，最小目盛0.03mmのスケールループを用いて計測した実測値との偏差である。3箇所の測定ポイントについてひび割れ幅を計測した結果，表面スキャナによる方法が，誤差の絶対値の平均が最も小さく，その値は0.01mmであった。逆にデジタルカメラを用い撮影距離を120cmとした場合は，誤差の絶対値の平均が0.08mmとなり最も大きくなった。ピクセル単位でひび割れ幅を計測する場合，写真-5に示すように記録した画像を拡大してひび割れのエッジ間隔の測定を行うが，表面スキャナの場合は，拡大画像においても鮮明であるのに対し，デジタルカメラの場合は，撮影距離40cmという近接撮影を行ってもひび割れのエッジ部分は不明瞭になり，計測精度を低下させる原因となった。



等倍画像(記録した画像)



拡大画像

写真-5 ひび割れ画像の比較

表-2 ひび割れ幅の計測結果 (単位:mm)

No	スケール ループ 実測値	表面スキャナ		デジタルカメラ40cm		デジタルカメラ120cm	
		計測値	誤差	計測値	誤差	計測値	誤差
①	0.20	0.22	+0.02	0.24	+0.04	0.20	±0.00
②	0.33	0.34	+0.01	0.36	+0.03	0.42	+0.09
③	0.27	0.28	+0.01	0.33	+0.06	0.43	+0.16
		平均	0.01	平均	0.04	平均	0.08