

# CCTVカメラと点群データを使った計測技術

森田 健司

## 1. はじめに

国土交通省では河川や道路の管理のために全国に約2万台のCCTVカメラを整備、運用している。これらのCCTVカメラは地震発生時などにおいても被害状況の確認に活用しているが、昨今の画像処理技術の進展により画像処理によるCCTVカメラ利用の高度化に対する期待が高まっている。

また、i-Constructionにより調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までの建設生産プロセスにおいて3Dデータ(座標情報を有する点群データ)の流通、蓄積が進みつつある。

このような背景を踏まえ国土技術政策総合研究所ではCCTVカメラによる被害箇所の計測技術の開発に取り組んでいる。

この計測技術は、3Dデータ上にCCTVカメラ映像をキャプチャした静止画(以下「CCTVカメラ画像」という。)を重畳し、CCTVカメラ画像上で計測箇所を指定することにより3Dデータの座標情報から計測結果を出力する技術(以下、画像計測という。)である。本稿では、画像計測の実験結果について報告する。

## 2. 実験の方法

### 2-1 実験概要

本実験では、地震時に路面に発生した亀裂をCCTVカメラ画像から計測することを想定し、路上に置いたウレタンクッションシール材を亀裂と見なして(以下「模擬亀裂」という。)CCTVカメラ画像を撮影箇所の3Dデータに重畳することで、模擬亀裂の幅を計測した。模擬亀裂

のウレタンクッションシール材として大中小の3種類を用意し、それぞれの亀裂幅を計測した(図-1)。

### 2-2 3Dデータの作成

模擬亀裂の設置箇所周辺の3DデータをMMS(Mobile Mapping System)により作成した。3Dデータに画像データを重ね合わせるために現地に基準点を設置した状態で作成した。

### 2-3 画像データの作成

CCTVカメラの解像度による違いを調べるためSDカメラとHDカメラの双方で撮影した。

路上に模擬亀裂を設置して撮影距離及び模擬亀裂の設置向きを変えて撮影した(表-1)。模擬亀裂の設置の向きは撮影方向に対して亀裂を左右方向に置いた状態(以下「横亀裂」という。)と奥行き方向に置いた状態(以下「縦亀裂」という。)の2種類とした(図-2)撮影した映像から計測用の静止画像(以下「画像データ」という。)を作成した。

### 2-4 亀裂幅の計測

路上に設置した基準点により3Dデータに画像データを重ね合わせた(図-3)。

模擬亀裂はCCTVカメラにより斜め上方から撮影した。このままでは画像が歪んでいるため画像データを3Dデータに重ね合わせた状態での計測が困難であることから、オルソ画像へ変換し画像の歪みを修正した(図-4)。

3Dデータに重ね合わせたオルソ画像上で亀裂幅の両端を画面から指定し、重ね合わせている3Dデータの座標を読み取り、亀裂幅を算定した。(以下「亀裂計測」という。)

この亀裂計測により得られた値と模擬亀裂の実際の寸法(以下「真値」という。)の差を真値で除したものを誤差比率と定義し、撮影条件との関係を分析した。

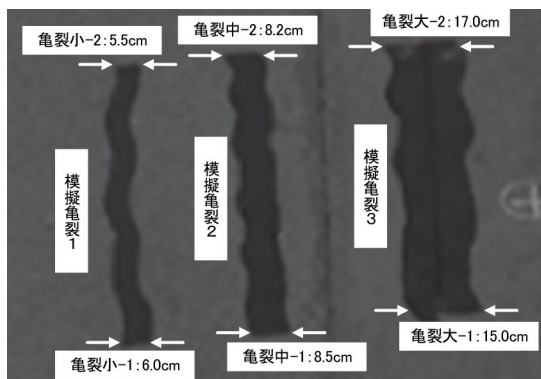


図-1 模擬亀裂

表-1 画像データの取得条件

| 対象  | ズーム | 取得状況 | CCTV画像取得条件(○が取得) |     |     |
|-----|-----|------|------------------|-----|-----|
|     |     | 時間帯  | 昼                |     | 夕~夜 |
|     |     | 撮影距離 | 10m              | 50m | 50m |
| 縦亀裂 | 標準  | ○    | ○                |     |     |
|     | 5倍  | ○    | ○                | ○   |     |
|     | 10倍 |      | ○                | ○   |     |
|     | 20倍 |      | ○                |     |     |
| 横亀裂 | 標準  | ○    |                  |     |     |
|     | 5倍  | ○    | ○                | ○   |     |
|     | 10倍 |      | ○                | ○   |     |

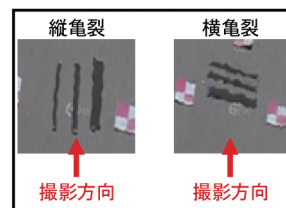


図-2 縦亀裂と横亀裂

### 3. 実験結果

亀裂計測は画像データ上で亀裂幅の両端を指定して計測することから、画像データの解像度が計測精度に影響を与えると想定した。影響を与える要因(撮影条件)として以下の4つを想定し、それぞれの撮影条件における誤差比率の傾向を分析した。

#### 3-1 亀裂幅

亀裂幅が小さいほど計測誤差が大きい。これは同一画像内にある亀裂幅は幅の大きさにより構成する画素数が異なることから、亀裂幅の違いが計測誤差に影響を与えるためである。

#### 3-2 撮影距離

撮影距離が長いほど計測誤差が大きい。これは画像データ内の亀裂幅は撮影距離が長いほど構成する画素数が少ないため、計測誤差に影響を与えるためである(図-5)。

#### 3-3 カメラ解像度

カメラ解像度が低いほど計測誤差が大きい。これはカメラ解像度により亀裂幅を構成する画素数に違いがあるため、計測誤差に影響を与えるためである。

### 3-4 亀裂の向き

横亀裂は縦亀裂よりも計測誤差が大きい。これは、CCTVカメラでの撮影時に横亀裂は幅方向に画像が圧縮された状態で画像データが作成され、その後、その画像データがオルソ画像へ変換される段階においては亀裂幅の方向へ引き延ばされる。これにより画像データ作成時とオルソ画像への変換時の2回亀裂幅の両端が画素ずれの影響を縦亀裂よりも大きく受けることによる(図-6)。

### 4. まとめ

これら4つの要因はそれぞれ誤差比率に影響を及ぼすことが分かった。ただし、それぞれの要因においてどの程度の精度で計測できるかまでは整理ができていない。

今後は路面の亀裂の計測以外の利活用のシーンとして、カメラ画像を用いた河川水位の計測(図-7)や道路縁の積雪深の計測(図-8)への応用を想定している。その他、画像計測が活用できる利用シーンを拡大していきたい。

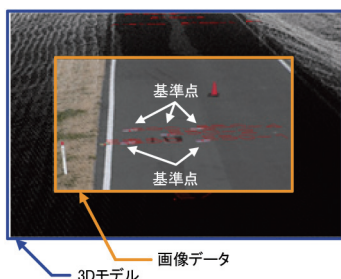


図-3 3Dデータに画像データを重ね合わせた例

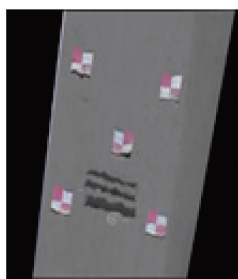


図-4 亀裂計測用オルソ画像例(横亀裂の例)

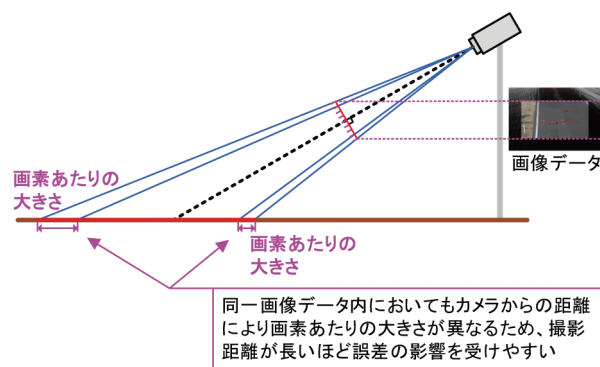


図-5 撮影位置による誤差の影響の違い

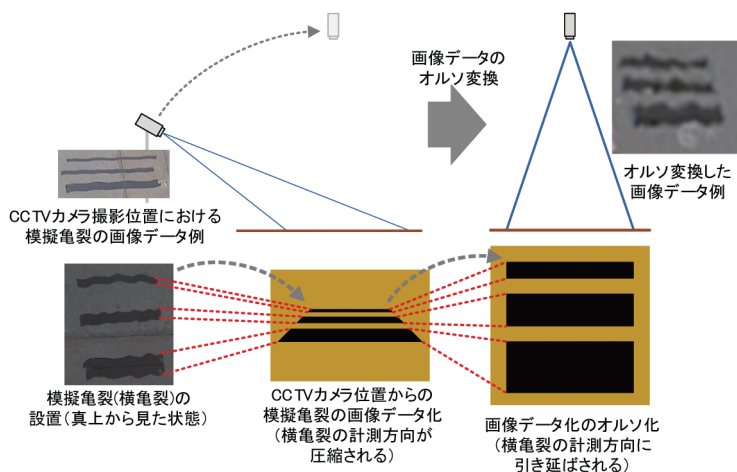


図-6 亀裂の向きにおける画素ずれの影響



図-7 水際位置を指定しての水位計測イメージ

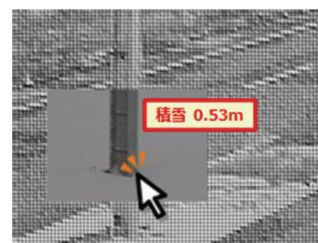


図-8 積雪深の計測イメージ