

画像データと3Dデータを活用した土木構造物の変状計測

国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター 社会資本情報基盤研究室 ○森田 健司
 同 今野 新
 同 関谷 浩孝

1. はじめに

国土交通省では道路など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。現場の様子をありのままに映し出す画像データは、災害発生時の被害規模を一次情報として把握するために広く活用されている。しかし、被害箇所に対する通行可否を判断する際、土木構造物の変状規模（例えば道路の亀裂幅）を把握するために現地で確認しなければならない。そこで、国土技術政策総合研究所ではCCTVカメラ映像から被災位置を自動で検知し、その被害規模を計測する技術の開発に取り組んでいる。この計測技術はCCTVカメラ映像から作成した静止画（以下「CCTVカメラ画像」という。）を3Dデータ上に重畳し、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。変状として道路に発生した亀裂を想定し、遠隔から把握可能な規模を明らかにするための画像計測の実験を行った。本稿では、亀裂幅の計測精度に与える要因の分析結果を報告する。

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、模擬亀裂の幅の長さを計測した。模擬亀裂は大・中・小3種類の幅のものを用意し、それぞれの亀裂幅を計測した（図-1）。

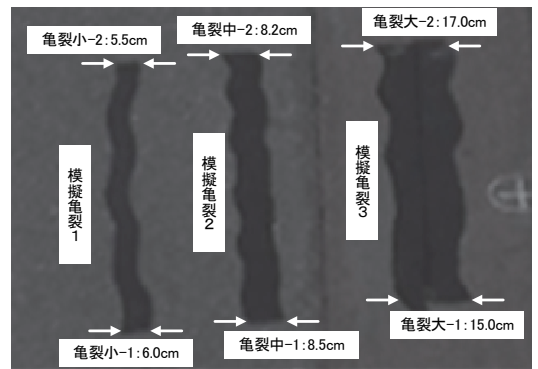


図-1 模擬亀裂

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		○	○	

2.2 画像データと3Dデータの作成

路上に模擬亀裂を設置した状態で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。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）。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。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）。画像データを重ね合わせるために模擬亀裂の設置箇所周辺の3DデータをMMSにより作成した。

2.3 亀裂幅の計測

画像データを3Dデータに重ね合わせた（図-3）。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。

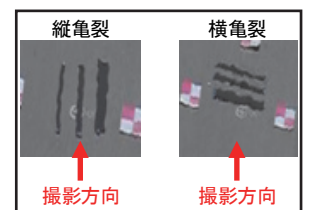


図-2 縦亀裂と横亀裂

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）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

亀裂幅が大中小のグループ別と亀裂幅全体の平均について横亀裂、縦亀裂毎にまとめた（表-2）。横亀裂の場合、亀裂小の誤差比率（59.6%）は、亀裂大の値（23.0%）の2.6倍であり、亀裂中の誤差比率（34.9%）は、亀裂大の値（23.0%）の1.5倍である。縦亀裂の場合も同様の傾向にあり、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

撮影距離別の平均について横亀裂及び縦亀裂毎にまとめた（表-3）。横亀裂の場合、撮影距離50mの誤差比率（59.4%）は撮影距離10mの値（8.9%）の6.7倍である。縦亀裂の場合も同様の傾向にあり、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ことが、計測誤差に影響を与えるためである。（図-4）

3. 3 亀裂の向き

亀裂の向き（縦亀裂と横亀裂）が誤差比率に与える影響を分析した。表-2に示したとおり、亀裂大における横亀裂の誤差比率（23.0%）は、縦亀裂の値（4.3%）の5.3倍である。撮影距離においても同様の傾向にある（表-3）。いずれの場合においても、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-5）

4. まとめ

想定した3つの要因はそれぞれ誤差比率に影響を及ぼすことを明らかにした。今回は限られた計測結果で分析しているため、今後は画像データの解像度を変えた場合等の異なる実験環境での分析を行い、それぞれの要因における誤差比率の傾向を把握し、利用可能な条件を整理する。また、通行可否の判断を行う上では亀裂幅の情報に加え、亀裂の高さ方向（段差）の情報も重要な要素となる。本稿では亀裂幅に着目して分析したが、今後は亀裂の高さ方向に関する分析も行い、災害時における道路通行可否の判断支援に活用できるようにしたい。

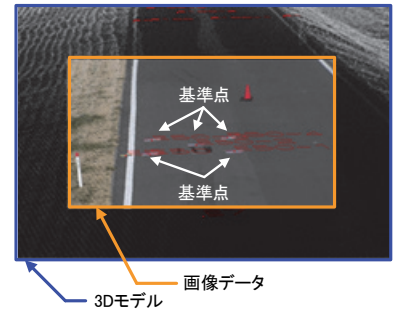


図-3 3Dデータに画像データを重ね合わせた例

表-2 亀裂幅による誤差比率の違い

亀裂幅	横亀裂	縦亀裂
亀裂小	59.6% (2.6)	13.0% (3.0)
亀裂中	34.9% (1.5)	9.2% (2.1)
亀裂大	23.0% (1.0)	4.3% (1.0)

表-3 撮影距離による誤差比率の違い

撮影距離	横亀裂	縦亀裂
10m	8.9% (1.0)	4.7% (1.0)
50m	59.4% (6.7)	12.1% (2.6)

（図-4）

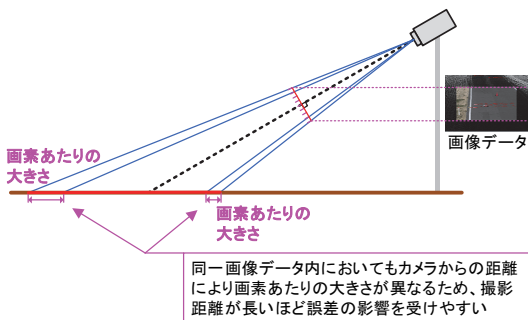


図-4 撮影位置による誤差の影響の違い

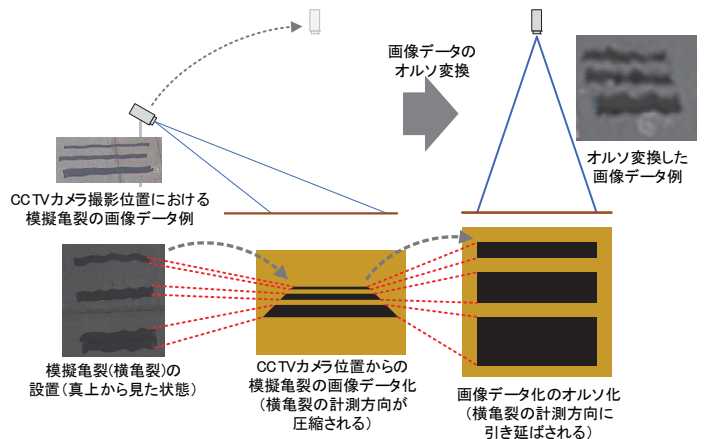


図-5 亀裂の向きにおける画素ずれの影響