-138

熊本地震前後の空中写真から作成した DSM の差分による倒壊建物の抽出

東洋大学	正会員	○政春	尋志
東洋大学	正会員	久保寺	貴彦
東洋大学	非会員	佐藤	佑樹

1. はじめに

大地震に際しては迅速な被害状況の把握が極めて重 要である.このため空中写真撮影等各種観測が行われ ている.しかし,写真画像から例えば倒壊建物を判読 する作業は人力に頼らざるを得ないのが現状である. 地震前の空中写真画像との直接的な比較により自動的 に変化部分を抽出することは写真間の色調の相違等も あり,かなり困難である.これに対し,写真測量によ り高密度な数値表層モデル(Digital Surface Model; DSM)を作成して3次元モデル同士を比較すれば,倒 壊建物は高さの変化により抽出できると考えられる.

近年,写真画像から高密度な3次元点群データを自動的に生成するSfM(Structure from Motion)技術によるソフトウェアが発展しており,これを用いて震災前後のDSMを作成して差分データの変化部を分析した.

2. 対象地域と使用空中写真

対象地域は2016年熊本地震で大きな被害を受けた益 城町の中心部とした.地震後の空中写真は国土地理院 が2016年4月29日に撮影したものである.地震前の 空中写真としては、この地域の地震前の写真の中では 最新のものであった2008年の国土地理院撮影空中写真 を使用した.表-1に使用した写真の諸元を示す.

	2016年震災後	2008 年	
写直名称	平成28年熊本地震	熊本地区	
	熊本断層地区	CKU-2008-2	
撮影日	2016年4月29日	2008年10月2日	
航空カメラ	UltraCamX	RC30	
焦点距離(mm)	100.50	153.66	
撮像素子寸法/スキ	0.0072	0.020	
ャンピッチ (mm)	0.0072	0.020	
撮影高度(m)	約 1390	約 1560	
地上画素寸法 (mm)	約 100	約 199	
使用枚数	94	6	
標定方法	GCP	外部標定要素	

表-1 使用し	た空中	「写真の	諸元
---------	-----	------	----

3. データ処理

DSM の作成には PhotoScan Professional 1.2.6 を使用し, DSM の差分作成・表示には ArcGIS 10.4.1 を使用した.

3.1 震災後空中写真

の GCP を処理範囲に含めるように処理対象の写真を増 やした.よって,震災後の写真は地震による地殻変動 を反映した地震後の測量座標値によって標定されてい る.標定後の基準点残差は0.10 m であった. 3.1 震災前 2008 年空中写真 2008 年空中写真はデジタル画像として提供されてい るが,元々アナログフィルムカメラにより撮影された フィルムをスキャナーによりデジタル化した画像であ る.デジタルカメラで撮影された画像はその内部定位 がどの写真でも共通であるが,スキャナーで読み取っ

震災後の写真については、地震後現地に入り道路の

白線等写真上で明瞭に確認できる位置をネットワーク

型 RTK 法 GNSS で測量した地上基準点 (GCP) のデー

タを使用して標定した.ただ,解析対象地域内部には

GCP がほぼ南北方向に 2 地区(一つの地区は近い位置

で GCP を 3~4 点計測している.) しかないため,北東

に離れた西原に設置した GCP も使用することとし、こ

た画像は個々の写真ごとに位置がずれうるので、SfM ソフトウェアでの解析前に前処理が必要である.

写真の四隅にある指標の画像座標(ラインピクセル 番号)を読み取って,最小二乗法により中心の画像座 標を各写真について算出した.この中心点から上下左 右に5100 画素をそれぞれ加えた範囲を切り出して処理 対象画像とした.処理対象画像は 10201×10201 画素, フィルム上の実寸では 204.02 mm 四方の範囲で,画像 周辺の黒い枠は含まないようにしている.

この写真については同時調整空中三角測量による高 精度の外部標定要素のデータが与えられているので, これにより写真の標定を行った.この外部標定要素は, これをそのまま用いて 1/2500 の地形図が作成できる精 度を有している.

先述の GCP はこの写真上でも確認できるが, GCP の 座標値は地震後のデータであり地殻変動の影響を受け ている.このため 2008 年の写真の標定には GCP を使用 せず,純粋に地震前の座標に基づいて行うこととした.

なお,外部標定要素には撮影時の*X*,*Y*,Z座標と各軸の回りの回転角の 6 つの要素が各写真に与えられているが,*X*,*Y*,Z座標のデータのみを用いた.標定残差は

キーワード: 3D モデル,空中写真,SfM,DSM,震災,変化抽出
連絡先 : 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学都市環境デザイン学科 E-mail masaharu@toyo.jp

-275-



図-2 部分拡大(凡例は図-1と同じ)

0.001 m であった.

4. 結果

2016年から 2008年の DSM の値を減算した結果を図 -1と図-2に示す.DSMの解像度は0.40mである.また, 図-2 と同じ範囲のオルソ画像(解像度 0.10 m)を図-3 に示した. 図の外枠に付した数値は平面直角座標系 2 系の座標値である.図-2と図-3の比較から倒壊建物で は 3~5 m の低下となっていることがわかった. 写真間 には8年の時間差があるので、建物の新築や樹木の繁 茂あるいは伐採など地震以外の変化もこの図には見ら れるが、建物が倒壊している箇所をある程度正しく特 定することは可能であると考えられる.

2008年写真上に写っている GCP から求めたこの地点 の変動量は体育館付近の GCP の平均値で ΔX=0.643 m, ΔY=0.993 m, ΔZ=-1.387 m だった. これは近傍の三角点 において国土地理院が求めた変動と、方向は調和的で あるが、精度について精査が必要と考える.

高さ変化から倒壊建物を抽出する方法の定量的な精 度の評価は今後の課題である.

謝辞

本研究で用いた震災後の空中写真は、熊本県等が実 施する復旧の支援のため,国土地理院から提供いただ いたものである.記して感謝申し上げる