

# 2016年熊本地震における2時期の航空レーザーデータ比較による建物被害の把握

13T0280W 田代 諒太  
指導教員：山崎 文雄, 劉 ウェン

## 1. はじめに

大規模な地震が発生した際、有効な対策を取るためには迅速な被害状況の把握が重要である。しかし災害発生直後には被災地への立ち入りが困難であったり、被害が広範囲に及んでいたりする場合が多く、直接被害状況を把握することは難しい。そこで航空機リモートセンシングは被害状況を把握するのに有効な手段だと考えられる。対象地域を素早く撮影できる機動性・即時性があり、高い雲があってもその下を飛べるという利点がある。しかし空中写真では対象物の上面のみしか映っていないため、例えば建物のある階層が潰れていても屋根の見た目に変化が少ない場合は、その被害を把握することは困難な場合が多い。そこで本研究では、実際に航空機搭載型のレーザースキャナシステムによって取得されたデータを用いて建物の3次元形状を取得することで、地震による建物倒壊を把握することを目的とする。

## 2. 航空機搭載型レーザースキャナシステム

航空機搭載のスキャン式レーザ測距装置を用いて計測対象物の三次元形状データを求めるものである。平面情報の計測を得意とし、主に地表面情報の計測に用いられている。地上基準点に設置したGPS及び航空機に搭載したGPSと、慣性計測装置(IMU)を用いて航空機の位置と姿勢を測定し、航空機から掃射したレーザによる測距結果を統合して地表面の形状をデジタルデータにて測定する<sup>1)</sup>。

## 3. 2016年熊本地震と対象地域

2016年4月14日21時26分頃、熊本県熊本地方の深さ約11kmでマグニチュード6.4の地震が発生した。この地震により、熊本県益城町で最大震度7を観測し大きな被害をもたらした。さらに、28時間後の16日01時25分ごろ深さ約12kmでM7.1の地震が発生した。今回の地震では、観測史上初めて短期間に同じ地域で震度7の地震が2回記録された。益城町での建物被害は、地震全体での倒壊被害の半分以上を占めており、建物被害が集中していることが分かる。本研究では、建物被害判読を行うにあたって、対象地域を益城町中心部(木山・宮園地区)に設定した(図-1)。この範囲は、2016年7月3日、4日の2日間にかけて筆者も現地調査を行っている。実際に建物被害を確認しており、益城町の中でもとくに被害が集中していた地域で



図-1 建物被害の抽出対象地域

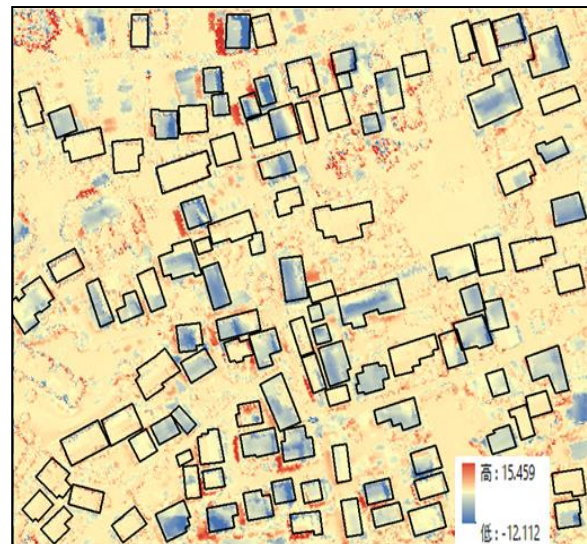


図-2 レーザーデータ差分値と建物輪郭  
あった。

## 4. 使用データと建物輪郭

レーザデータはアジア航測株式会社から提供されたものを使用した。使用機器はLP計測機器がALS50II(Leica Geosystems社製)で航空機は、固定翼セスナ208型(セスナ社製)である。撮影日時は、4月15日と23日の2時期である。レーザデータの高さ(DSM)差分値は、地震による地盤の水平移動と鉛直移動が修正されたものを使用した<sup>2)</sup>。国土地理院の建物輪郭では、建物のない場所に輪郭があったり、建物と輪郭がずれているものが見受けられたので、自ら建物輪郭を作成した。建物輪郭は、2016年4月15日にアジア航測株式会社が撮影した解像度0.16m/pixelのオルソ航空写真を用いて作成した。対象範囲における2時期のDSM差分値と建物輪郭を図-2に示す。

## 5. 建物被害の把握

山田ら<sup>3)</sup>は、14日に発生した前震によって倒壊した建物を抽出している。それによると前震で倒壊している建物は対象範囲で10棟である。レーザーデータから本震で倒壊した建物を確認するために、2時期のレーザーデータの高さの差分値を用いて、建物輪郭内でのそれぞれの高さの平均値を算出した。その結果を図-3に示す。この結果と民間業者が現地調査を行った結果をもとに作成した倒壊分析マップ<sup>4)</sup>を比較した。倒壊分析マップは、全壊、半壊、外観上被害無、未調査の4つに分類されている。その未調査を除く被害別で建物の高さ差分の平均値を算出した。それぞれ図-4、図-5、図-6に示す。全壊建物となっているのに高さが高くなっている建物が見受けられる。外観上被害無となっている建物でも平均で0.6m沈下しているものや高くなっている建物がある。ここで、全壊が一致した建物とDSM差分で被害なしと判読されたがマップで全壊となっていた建物の例について、現地調査の写真と、2時期のDSMをそれぞれ輪郭ごとにプロットした。図-7は、全壊が一致した建物であり、潰れていたり傾いている建物は高さに変化があり、精度よく抽出することができた。図-8は全壊が検出されなかった建物である。DSM差分では大きな変化がなく、全壊とは判読していなかった。

## 6. まとめ

本研究では、2016年4月14～16日に発生した一連の熊本地震について、2時期のレーザーデータの高さの差分値と倒壊分析マップを比較することによって建物被害の把握を行った。レーザーデータの高さの変化により、建物倒壊を確認することができた。しかし、建物が倒壊していても高さに変化のない場合はレーザーデータで抽出することは難しい。複雑な屋根の形状をしている建物はレーザーの当たる位置によって誤差が生じるものと考えられる。建物の輪郭に依存してしまうので、正確な建物輪郭データを用いるとより精度が期待できると考えられる。

### 参考文献

- 1) 日本測量学会：航空レーザ測量による計測理論—『デジタル写真測量の理論と実践』2004。
- 2) L. Moya, F. Yamazaki, W. Liu, T. Chiba, Calculation of coseismic displacement from Lidar data in the 2016 Kumamoto, Japan, earthquake, Nat. Hazards Earth Syst. Sci. Discuss., doi:10.5194/nhess-2016-315, 2016.
- 3) 山田真澄, Jim Mori, 坂上啓, 林田拓己, 山田雅行, 羽田浩二, 藤野義範, 深津宗祐, 西原栄子, 大内徹, 藤井章男. 2016年熊本地震における益城町での被害メカニズムの解明：その1建物被害調査, 日本地震学会秋季大会, 名古屋, 2016.
- 4) 株式会社インテグラル：平成28年熊本地震倒壊マップ [https://mypage.homeskun.jp/contents/eq/kumamoto/kiyama\\_miyazono.html](https://mypage.homeskun.jp/contents/eq/kumamoto/kiyama_miyazono.html)

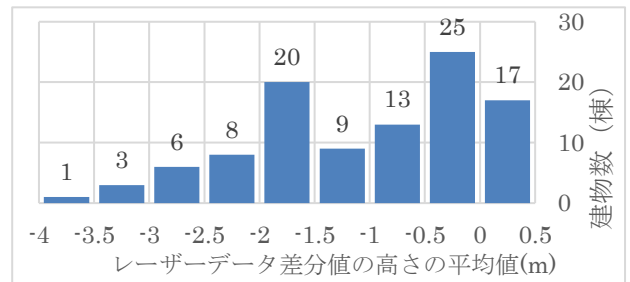


図-3 レーザーデータ差分値の高さの平均値の分布

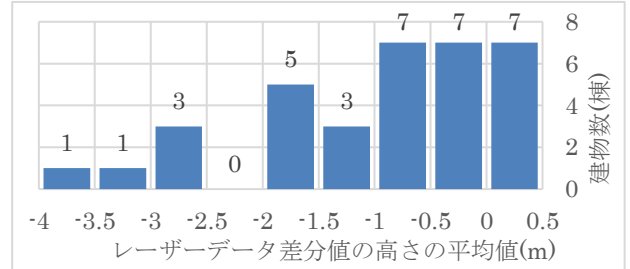


図-4 全壊建物の高さ差分の平均値

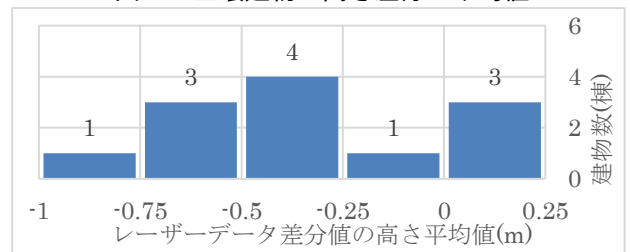


図-5 半壊建物の高さ差分の平均値

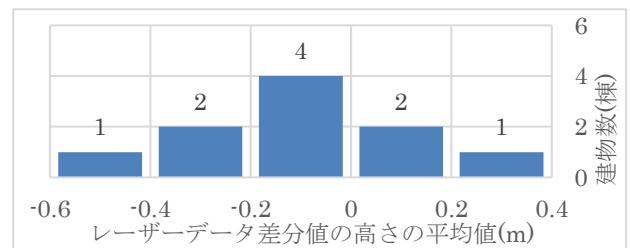


図-6 外観上被害無の建物の高さ差分の平均値

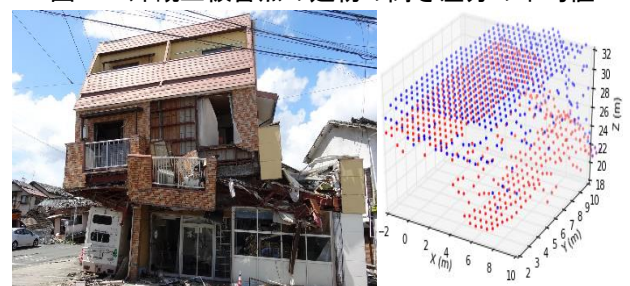


図-7 全壊が一致した建物

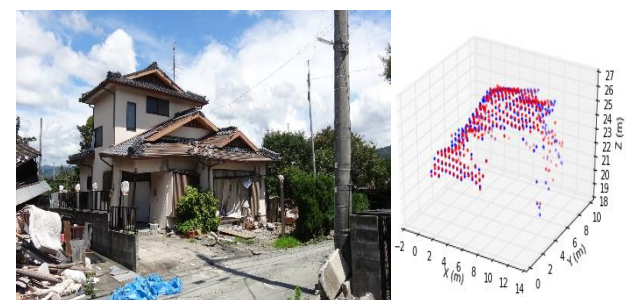


図-8 全壊が検出されなかった建物