

# 熊本地震において地表地震断層が直撃した被災建物の3次元レーザー測量

15T0263W 小川 浩平  
指導教員：関口 徹

## 1. はじめに

2016年熊本地震では熊本県内において斜面崩壊や住宅倒壊など甚大な被害を受けた。東海大学阿蘇キャンパスでは地震断層によるものと考えられる地表の亀裂が建物をまたぐように現れ、鉄筋コンクリート造建物が甚大な被害を受けた。このような地表地震断層が直撃した被害例は世界的に見ても稀なものである。

そこで本研究では、沈下、傾斜や変形などの建物の被害状況を把握するため、3次元レーザースキャナーを用いて被災した建物をレーザー測量し、被災後の建物の3次元的な形状を求める目的とする。また得られた3次元データをもとに地表地震断層と被災した建物の損傷部位の関係について、そして3次元データと構造図を比較することで被災した建物にどのような変形が生じたかを考察する。

## 2. 調査対象

図1に東海大学阿蘇キャンパスの立地を示す。東海大学阿蘇キャンパスは標高約420m、阿蘇カルデラの西端に位置する。被災した建物（1号館）は新耐震設計以前（1981年）の1973年に建てられており、鉄筋コンクリート造3階建で杭基礎構造である<sup>1)</sup>。1号館は3つの翼を持つブーメランのような平面形状をしており、各翼部は近年になって耐震補強が実施されている。

## 3. 3次元レーザースキャナー

本研究では FARO Laser Scanner Focus3D X130 (Focus3D) を用いてレーザー測量を行った。Focus3Dは高速、高分解能、高精度、3Dカラースキャナが可能な精密測定機器であり、回転するミラーの中心に赤

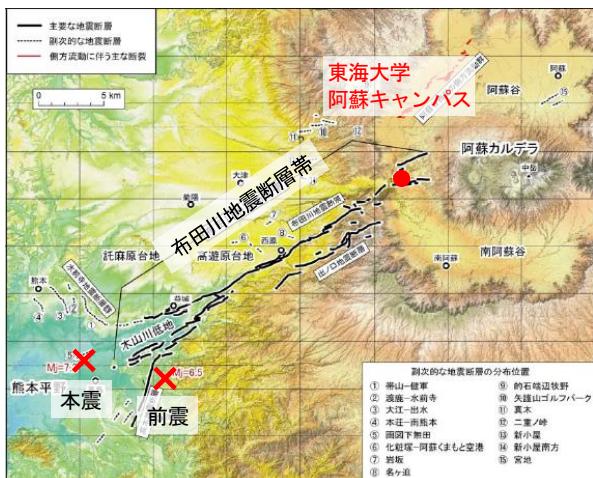


図1 東海大学阿蘇キャンパス立地

外線レーザー光線を放射し、周囲のオブジェクトから散乱光がスキャナーに戻ることで対象物をレーザー測量している。垂直方向は300°、水平方向は360°の範囲がレーザー測量可能であり、距離、垂直角度、水平角度によりデカルト座標(x,y,z)が得られる。

レーザー測量時には対象物との距離に応じて分解能の設定を変更し、10m先の対象物を1.5mm、3mm間隔でレーザー測量する設定を併用する。

## 4. 現地調査

平成28年11月6日から3日間現地調査を行った。1号館外周をすべてスキャンするため9か所の異なる方向からレーザー測量を行った。このとき異なる方向からレーザー測量したデータをつなげて合成するために、基準として3個以上の白球が重なるよう1号館外周に測量位置にあわせて移動しながら設置した。

## 5. 3次元現況立体図

現地調査で得られた9か所からの3次元データを合成ソフトSCENEで合成し、3次元現況立体図を作成した。図2に1号館の3次元現況立体図、図3に1



図2 1号館現況立体図

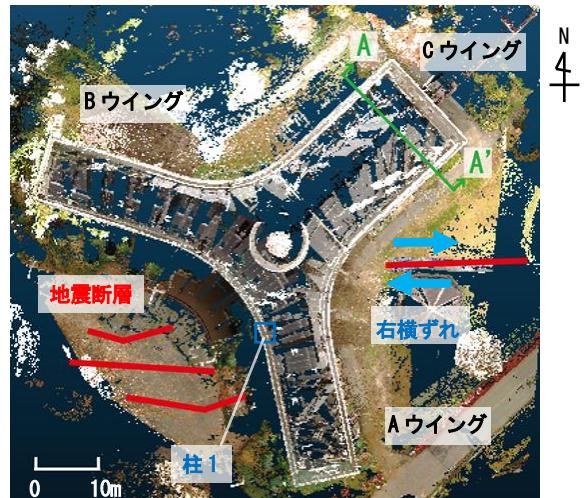


図3 1号館平面図

号館の平面図を示す。赤線は地表地震断層を表し、右横ずれ断層である。1号館南側をA ウイング、西側をB ウイング、東側をC ウイングと呼ぶ。

## 6. 各階の沈下量および平面的な変形量

図4に図3のC ウイングのA-A'断面を示す。赤線は平面を切り出す際の各階の梁レベルである。GL レベルからレーザー測量しているため、死角部のデータは得られないが、各階のベランダ庇裏は見えている状態である。そのため各階のベランダ庇裏の高さを用いて高さ分布を作成した。

図5に各階のベランダ庇裏の高さ分布を示す。この高さ分布は、山側にあり比較的被害の少ないC ウイングの東側角を各階で基準とした相対変位である。C ウイングは大きな上下変動は見られないが、A ウイング、B ウイングとともに先端に向かって大きく傾斜し、A ウイングは最大28cm、B ウイングは最大46cm 基準より傾斜していることがわかった。

図6は図4で示した3F 梁レベルの平面と構造図を重ね合わせたものである。B ウイング、C ウイングは変形が見られないが、A ウイングは図6(b)に示すよう、構造図とずれが生じている。先端ほどその差は大きく東側で43cm、西側で42cm になった。2F、RF も3F と同様の結果であった。このようにA ウイングのみ変形しており、これは地表地震断層による影響と考えられる。図3で示す地表地震断層の延長上に位置すると考えられている柱1はねじれたように破壊されており、A ウイングはこの柱を起点にして時計回りに回転していると考えられる。

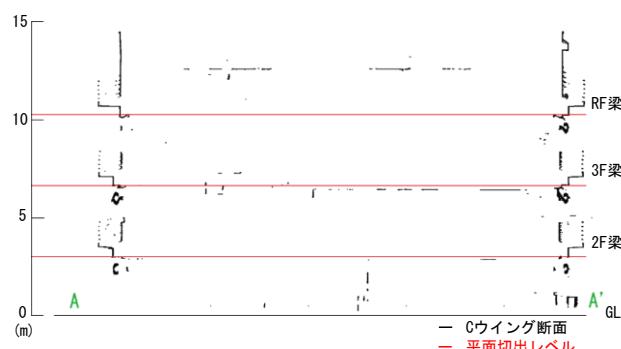


図4 C ウイング断面図

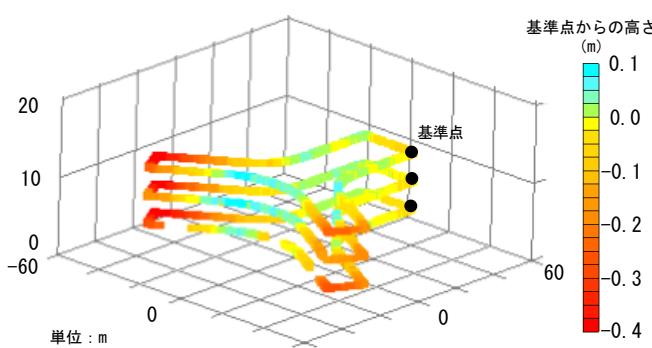


図5 各階ベランダ庇裏の高さ分布

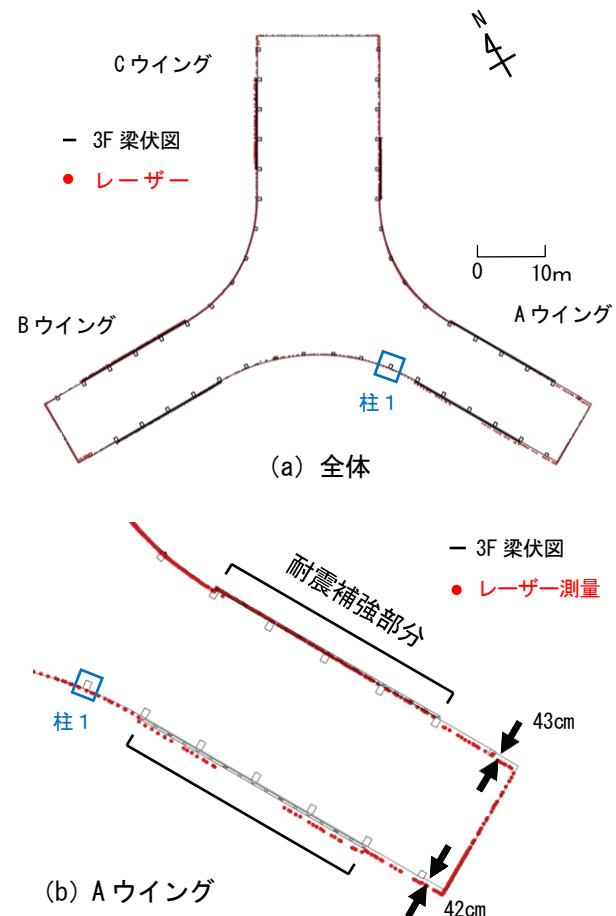


図6 3F 梁位置でのレーザー測量結果と構造図の比較

## 7. まとめ

本研究では、3次元レーザースキャナーを用いて地表地震断層が直撃した被災建物の3次元現況立体図を作成した。またその3次元データをもとに各階のベランダ庇裏の高さ分布を作成し、各階の梁レベルと構造図を比較した。

その結果、A ウイング、B ウイングとともに先端に向かって大きく傾斜していることがわかった。そして各階の梁レベルと構造図の比較により、地表地震断層の延長上に位置すると考えられている柱1を起点にして時計回りに回転するような変形が起きていることがわかった。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、電力中央研究所金澤健司博士には現地調査、データ解析においてご指導を賜りました。厚く感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 東海大学阿蘇校舎地盤調査委員会：東海大学阿蘇校舎地盤調査報告書，2016.8
- 2) 地震本部：平成28年熊本地震を踏まえた総合的な活断層調査
- 3) 杉山、渡辺ら：建築学会大会梗概集 2016年熊本地震による東海大学阿蘇キャンパスの被害 その1、その2, 2016
- 4) 気象庁：災害時地震報告, 2016.12
- 5) FARO LASER SCANNER FOCUS<sup>3D</sup>X130 取扱い説明書