

2016年熊本地震による建物被害調査報告

チュー チュー 又工*・貞末 和史**・荒木 秀夫**

(平成28年11月1日受付)

Reconnaissance Report on Building Damages due to the Kumamoto Earthquake in 2016

KJU KJU NWE*, Kazushi SADASUE** and Hideo ARAKI**

(Received Nov. 1, 2016)

Abstract

The 2016 Kumamoto earthquake gave a great amount of damage to buildings. The JMA seismic intensity of 7 was recorded in Mashiki-machi and Nishihara-mura. 49 peoples was killed, more than 1,800 were injured. The number of totally collapsed building structures were 8,336, and partially collapsed structures exceeded 26,000. Nine days after the occurrence of the earthquake, authors conducted a field survey of the most stricken areas, such as Udo city, Kumamoto city and Mashikimati-machi, and investigated the damage state of buildings. This paper mainly reports the damage of reinforced concrete buildings, and then discusses the details on the examples of severely damaged buildings; it describes their structural systems and major damages.

Key Words: Kumamoto Earthquake, Damage, Seismic Performance, Reinforced Concrete Building

1. はじめに

熊本県熊本地方を震源として、平成28年4月14日にマグニチュード6.5(最大震度7)、さらに、4月16日にマグニチュード7.3(最大震度7)の地震が発生した。震度7の地震が短期間に連続して発生する近年まれにみる震災となり、気象庁は14日の地震を前震、16日の地震を本震と呼ぶことにした。この地震による構造物の倒壊等によって、人的被害として死者49名、負傷者1,816名、物的被害として全壊8,336棟、半壊26,333棟、一部損壊126,289棟が報告された。

筆者らは、地震発生から9日後の4月23日に被災地へ入り、翌24日にかけて、大きな震度が報告された八代市、宇土市、熊本市および益城町を中心として、建物の被害調査を行った。本報では、2日間の行程で行った建物被害調査の結果について報告する。

2. 地震概要

4月14日21時26分頃に熊本県熊本地方を震源として、マグニチュード6.5(震源深さ10km)の地震が発生し、益城町で震度7、玉名市、西原村、宇土市、熊本市で震度6弱の大きな震度が観測された。さらに、4月16日1時25分頃に同じく熊本県熊本地方を震源として、マグニチュード7.3(震源深さ10km)の地震が発生し、益城町、西原村で震度7、南阿蘇村、菊池市、宇土市、大津町、嘉島町、宇城市、合志市、熊本市で震度6強の震度が観測された。表1に地震の概要、図1に震源位置と大きな震度が観測された地域を示す。気象庁は14日の地震を前震、16日の地震を本震とし、一連の地震活動を「平成28年(2016年)熊本地震」と呼ぶことにした。5月13日に公表された地震調査研究推進本部地震調査委員会による評価¹⁾では、4月14日のM6.5の地震は北北西-南南東方向に張

* 広島工業大学大学院工学系研究科建設工学専攻

** 広島工業大学工学部建築工学科

表1 平成28年(2016年)熊本地震の地震概要

発生日時	4月14日 21時26分頃	4月16日 1時25分頃
震源	北緯32度44.5分 東経130度48.5分	北緯32度45.2分 東経130度45.7分
震源深さ	10km	10km
マグニチュード	6.5	7.3
最大震度	7	7
人的被害	死者49名, 負傷者1,816名	
物的被害	全壊8,336棟, 半壊26,333棟	



図1 震源と周辺地

力軸を持つ横ずれ断層型で震源断層では北北東-南南西方向に延びる右横ずれ断層であると推測され、4月16日のM7.3の地震は南北方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で震源断層では北東-南西方向に延びる右横ずれ断層で正断層成分を含むものであり、共に地殻内の浅い地震であったと推定された。

震度7の地震が一つの地域で短期間に連続して発生した近年まれにみる震災となり、構造物がこのような連続する地震を受けた場合にどのような挙動を示すのか調査し、今後の建物の設計や補強に役立てる必要がある。

3. 調査行程

地震被害調査は、4月23日未明に広島市内を出発し、八代市に到着後、4月23日、24日の2日間の行程で行った。調査は、大きな震度が記録され地震直後の報道等で建物被害が報告された、宇土市、熊本市、上益城郡益城町を中心として、鉄筋コンクリート造建物の被害状況を調査することを主な目的として、図1に示される各地で目視調査を行った。以下、各地における被害状況について報告する。

4. 調査各地の被害状況

4.1 宇土市(前震:最大震度6弱,本震:最大震度6強) ()宇土市庁舎

本建物は、宇土市浦田町にある1965年に竣工された5階建て鉄筋コンクリート造の市庁舎である。写真1に被害状況を示す。震度6弱と6強の2度の強震を受けており、柱の破壊によって4層が崩壊し、外周部の化粧柱が多数落下している。他の層の柱においても柱頭部の曲げ破壊や接合部のせん断破壊が見られる。また、梁の端部にも曲げせん断ひび割れが見られる。

周辺の建物には写真2に示されるような木造建物の屋根瓦のずれが散見されたが、それ以外の非木造建物には大きな損傷は見られなかった。



(a) 4層の崩壊



(b) 梁端部のひび割れ



(c) 柱端部, 接合部の破壊

写真1 宇土市庁舎



写真2 木造建物の屋根瓦のずれ

4.2 熊本市（前震：最大震度6弱，本震：最大震度6強）

（ ）熊本城

本建物は、熊本市の中心部に位置しており、震度6弱と6強の2度の強震を受けて損傷を受け、文化財建造物の被害として注目を集めた。写真3に被害状況を示す。進入禁止となった区域があるため詳細な調査は実施できないものの、鉄筋コンクリート造である天守閣の瓦は殆ど落下していることがわかる。国指定重要文化財である櫓は完全に崩壊している。また、広範囲に亘り石垣が崩れ落ち、上部の櫓や塀にも被害が及んでいる。

（ ）自動車展示場兼事務所

本建物は、熊本市南区の幹線道路沿いに立地する3階建て鉄筋コンクリート造の自動車展示場兼事務所である。ほぼ南北方向に走る国道3号線に面して建設されている。写真4に被害状況を示す。従業員からの聞き取りによると、14日の前震では大きなひび割れ等は見られず15日は通常通り営業をしており、16日の本震で倒壊したとのことであった。道路に面している側の構面は自動車の展示スペースであり、一面にガラスが配置されていることから壁がないが、それ以外の側には壁があり、偏心の影響を受けて崩壊したと考えられる。柱の主筋、せん断補強筋とも丸鋼である。接合部には補強筋は無い。かぶりコンクリート厚が少ないため主筋まで錆びている。せん断補強筋間隔が大きく1971年以前の建物と思われる。



(a) 1階の層崩壊



(b) 柱のせん断破壊

写真4 層崩壊した自動車展示場兼事務所



(a) 瓦の落下



(b) 石垣の崩壊



(c) 櫓の崩壊

写真3 熊本城

（ ）集合住宅 A

本建物は、熊本市中央区出町の県道3号線に面している7階建て鉄筋コンクリート造の集合住宅である。写真5に被害状況を示す。1階が層崩壊している。平面形状はL字形をしており、1階は駐車場とするピロティ形式の建物である。道路に面した入口付近を残して層崩壊している。南北軸の住居棟の崩壊により、東西軸の北東側の1階柱も大きく損傷している。当建物は1974年竣工で、主筋は異形鉄筋であるがせん断補強筋は丸鋼である。柱のせん断補強筋は12～13 @ 100のようであるが、梁のせん断補強筋はそれよりかなり細い。

近隣住民からの聞き取りによると、本建物の1年前に竣工された道路向かいの同系列の鉄筋コンクリート造の集合住宅（写真6）には大きな損傷は見られない。

（ ）集合住宅 B

本建物は、熊本市西区上熊本に立つ建設年不明の4階建て鉄筋コンクリート造の集合住宅である。写真7に被害状況を示す。ピロティ形式の建物であり、1層の全ての柱が破壊している。桁行き方向の片側に階段室がある偏心建物となっており、階段室のない側の通りの柱の損傷が大きいことから、ねじれによる振動を生じていると推測される。柱は柱頭が曲げせん断破壊しているものや付着破壊および



(a) 前面道路よりの全景



(b) L字形平面の入隅部

写真5 ピロティ形式集合住宅Aの層崩壊



写真6 道路向かいに建つ無被害の集合住宅

せん断破壊しているものが混在する破壊形式となっている。2階以上の上層階には雑壁を含めてひび割れ等は見られない。主筋,せん断補強筋とも異形鉄筋を使用している。せん断補強筋は100mm間隔で135度フックとなっている。ただし,かぶり厚が少ないため全体的に内部の鉄筋が錆びている。

() 病院

本建物は,熊本市中央区に立つ4階建て鉄筋コンクリート造の病院である。写真8に被害状況を示す。正面1階の耐震壁がせん断破壊している。壁筋は丸鋼である。



(a) 全景



(b) 上層部(2階)



(c) 1階の柱の破損

写真7 ピロティ形式集合住宅の損傷B



(a) 全景



(b) 耐震壁のせん断ひび割れ

写真8 病院

() 集合住宅C

本建物は,熊本市中央区内坪井町に立つ1979年竣工の鉄筋コンクリート造6階建ての集合住宅である。写真9に被害状況を示す。下層部の雑壁にせん断ひび割れが発生している。また,一部の柱にせん断ひび割れが見られる。桁行き方向では入口ドア回りの雑壁に斜めひび割れが見られる。

() 集合住宅D

本建物は,熊本市南区十禅寺に立つ1997年竣工の鉄筋コンクリート造10階建てピロティ形式の集合住宅である。写真10に被害状況を示す。低層階雑壁にせん断ひび割れを生じている。5階以下の層の入り口扉は開閉が難しいとのことであった。2階のベランダ側方立壁のせん断ひび割れ幅は2cm以上あり,壁筋の破断が目視できる。



(a) 全景



(b) 雑壁のせん断ひび割れ



(c) ドア回りひび割れ

写真9 雑壁にひび割れを生じた集合住宅C



(a) 全景



(b) 雑壁のせん断ひび割れ



(c) 雑壁のせん断ひび割れ

写真10 ピロティ形式の集合住宅D

() 宿泊施設

本建物は、熊本市中央区内坪井町に立つ6階建ての宿泊施設である。写真11に被害状況を示す。方立壁のせん断



写真11 方立壁のせん断ひび割れ



(a) 外付けフレームによる耐震補強



(b) 渡り廊下の損傷

写真12 益城町役場

ひび割れが見られる。柱と思われる個所にはひび割れは見られない。

4.3 上益城郡益城町(前震:最大震度7 本震:最大震度7)
() 益城町役場

本建物は、3階建て鉄筋コンクリート造の庁舎である。写真12に被害状況を示す。役場の本館は外付けフレームで補強されている。目視では既存部分にひび割れやガラスの破損などの損傷は見られないが既存部分との接合(直交)梁にひび割れが見られる。また、外付けフレーム基礎梁にもひび割れが見られた。議会棟と接続する渡り廊下には、

せん断びわれが見られた。渡り廊下はRC柱で支持されているが柱頭部も損傷を受けている。

() その他の木造および鉄骨造建物

益城町は14日と16日で震度7の強震動を2度受け、さらに、大きな余震を幾度も受けていることから、中心部で甚大な被害を生じている。日本建築学会九州支部熊本地震災害調査委員会が設けられ、中心部市街地の悉皆調査が行なわれており、文献²⁾に詳細な報告がされている。

木造建物に関しては、他の地域で散見されたような屋根瓦のずれに留まらず、写真13に示されるような大破に至る崩壊が多数見られている。

鉄骨造建物に関しては、写真14に示されるような角形鋼管柱とH形鋼梁のラーメン構造の損傷が見られた。1階の柱梁接合部における梁端下フランジの溶接部が破断を生じている。写真15は鉄骨造商店の破壊である。

なお、この地域では写真16に示されるような地盤変状が随所で確認されている。



写真15 鉄骨造建物の被害



写真16 地盤変状

5. 被害状況のまとめと今後の問題点

本報告は、著者らが地震発生9日後に被災地に入り、2日間に渡って建物の被害状況を調査した結果をまとめたものである。日程上、調査できたのは限られた個所に過ぎないが、鉄筋コンクリート造建物の被害状況の特徴を挙げると、以下のようにまとめられる。

- 1) 近年発生した地震被害と同様に、旧耐震基準のもとで設計された建物に大きな被害を生じているものがある。
- 2) ピロティ形式の鉄筋コンクリート造建物の倒壊・崩壊が見られた。
- 3) 14日に発生した地震に対しては倒壊・崩壊に至らなかったものの、16日に発生した地震時に倒壊・崩壊した建物があった。
- 4) 構造躯体には大きな損傷はないものの、雑壁に多数のひび割れを生じている建物が散見された。

参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：平成28年(2016年)熊本地震*の評価，http://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2016/2016_kumamoto_3.pdf，2016.5
- 2) 日本建築学会災害委員会：2016年熊本地震の災害調査報告会，日本建築学会大会PD資料，2016.8

謝 辞

本調査の実施にあたり、地震災害直後の忙しいなか、被災地の住民の皆様には丁寧に被害状況を説明して頂きました。被災地の関係各位に心より御礼申し上げます。なお、本調査は平成28年度科学研究費助成事業(基盤研究(B)課題番号：16H04458，代表研究者：広島工業大学教授・荒木秀夫)による助成を受けました。ここに記して謝意を表します。



(a) 傾斜した住宅



(b) 崩壊した住宅



(c) 崩壊した住宅

写真13 木造建物の被害



(a) 全景



(b) 梁下フランジの破断

写真14 鉄骨造建物の被害