

IV.

特集：熊本地震における地震特性と建築物の被害

熊本地震の建築物等の被害

耐震改修の建物被害——RC造

黒木正幸◎◎熊本大学工学部建築学科准教授

はじめに

今回の熊本地震においても、過去の震災と同様に1981年以前の旧耐震基準で設計されたRC造建物に、倒壊を含む大きな被害が見られた。その被害形態の整理が、前出の「RC造の建物被害」のなかで行われている。本稿は、耐震改修済のRC造建物の被害に関する報告である。

これまでに出された被害調査報告において、耐震改修建物が倒壊した事例は見当たらない。これより、耐



①建物②の全景（南立面）



③地盤変状と渡り廊下の損傷

震改修は災害の軽減に大変有効であったと考えられる。ただし、継続使用に支障がでるような被害は見られている。本稿では、日本建築学会九州支部内のRC系WGにより調査¹⁾・情報収集が行われた三つの耐震改修建物（「RC造の建物被害」(113頁)表1の建物番号②③、その他1棟）の被害を示す。その後、他の研究者から報告が行われている被害について紹介する。

基礎構造の被害

写①に、建物②の全景（南立面）を示す。本建物



②外付けフレーム取付け梁のひび割れ



④建物③の全景（南立面・東立面）

は1980年建設のRC造3階建の庁舎で、桁行方向に外付けフレームによる補強が施されている。本建物は前震で震度7、本震でも震度7の揺れを受けた。その結果、既存建物と補強フレームをつなぐ梁間方向の取付け梁に、一方向のせん断ひび割れと曲げひび割れが生じた。その状況を写②に示す。また、建物の北側では2階の渡り廊下の外壁に、南側の取付け梁のそれとは異なる向きのせん断ひび割れが見られた（写③）。周辺地盤には場所によっては300mm前後の沈下と側方流動といった変状が見られ、既存建物の既製コンクリート杭の杭頭には大きな損傷が確認²⁾されている。写⑤でも、アスファルト舗装面の乱れや既存建物の沈下が確認できる。取付け梁のひび割れは、異なる基礎構造をもつ既存建物と補強フレームとの間に、地盤変状にともなって相対変位が生じたことによると考えられる。このように既存建物の上部構造に大きな被害はなく、耐震改修の効果はあったと考えられるが、基礎構造の被害により地震後の継続使用はかなわず機能が移転された。



⑤増設壁と既存柱のせん断ひび割れ（提供：蛸川利彦九州大学教授）



⑥1階柱のひび割れ状況

増設壁架構の被害

写④に、建物③の全景（南立面・東立面）を示す。用途は事務所で建設年は不明であるが、柱主筋と帯筋が丸鋼であることから、1970年代以前の建物と推定される。1階から3階まで、鉄筋コンクリート造の増設壁による補強が行われている。この他、外観により確認できる補強は、北側1階の枠付き鉄骨ブレースであった。本建物は前震で震度5強、本震で震度6強の揺れを受けた。その結果、写⑥のように増設壁と既存柱に顕著なせん断ひび割れが生じた。写⑦に最も損傷が大きかった1階柱のひび割れ状況を示し、写⑧には隣接する増設壁のひび割れ状況を示す。増設壁は既存の腰壁を残して施工され、既存部と新設部の境界で水平方向にスリップが生じたと考えられる。その高さを起点に、柱に大きなせん断ひび割れが入っていた。

本建物は、地震後も継続使用されている。写⑨に、応急補強の状況を示す。被災直後、最も損傷が大き



⑧写⑦の柱に隣接する増設壁のひび割れ



⑨鋼製支柱による応急補強（提供：蛸川利彦九州大学教授）



⑩増設袖壁による恒久補強（工事中）

かった1階柱の鉛直荷重支持能力の低下を補うため、鋼製支柱が追加された。その後、RC造袖壁の増設による恒久補強に入れ替えられた（写⑨）。次いで、ひび割れの補修が行われた。また、北側外壁構面の2階にRC造壁が追加された（写⑩）。

1階床下層の層崩壊

写⑩⑫に、建物の全景（南立面）を示す。本建物



⑪北側外壁構面2階の増設壁（工事中）



⑫建物の全景（南立面）（提供：菊池健児大分大学教授）



⑬基礎柱の損傷（提供：山本伸二氏（ケイシン設計））

は1969年建設のRC造4階建の研修施設で、東寄りの2スパンに枠付き鉄骨ブレースを組み込んだ外付けRCフレームによる補強が確認できる。本建物は前震で震度6弱、本震で震度6強の揺れを受けた。その結果、外付けフレームのない西寄りの6スパンにおいて、居住空間ではない1階床下の層が層崩壊した。桁行方向の中央に近いほど、1階ベランダと地盤との距離が小さくなっており、建物が全体的にU形に変形していることがわかる。写⑬に、本建物の北立面を示す。U形の全体変形に対応する一方向のせん断ひび割れが、柱や壁に見られる。



⑭耐震補強の状況（提供：菊池健児大分大学教授）

表1 他の研究者の被害報告

建物	用途	階数	建設年	耐震改修年	最大震度	補強法	被害
学校A、A1棟 ³⁾	校舎	3	1961～1962	2011	6強	緊張ブレース付き外付けフレーム	上部構造：両側袖壁付き柱のせん断ひび割れなどで中破 基礎構造：建物沈下で中破
学校A、A2棟 ³⁾	校舎	3	1973	2011	6強	枠付き鉄骨ブレース	上部構造：袖壁付き柱のせん断ひび割れなどで中破 基礎構造：傾斜0.8%
学校B、A棟 ³⁾	校舎	3	1981	2013	7	枠付き鉄骨ブレース、構造スリット	上部構造：柱の曲げひび割れ、柱なし壁のせん断ひび割れなどで中破
庁舎K-5 ⁴⁾	庁舎	3	1974	2010	6強	枠付き鉄骨ブレース	上部構造：耐震壁の大きな損傷、非構造部材の損傷、設備の損傷 一部を除き継続使用された。

写⑭に、基礎柱（1階の床梁より下の地上露出柱）の損傷状況を示す。せん断破壊によりコンクリートが飛散し、主筋は大きく座屈している。また、周辺には柱梁と同一構面内に充填されていた空洞コンクリートブロック造壁体の破損や面外転倒が見られる。なお、このブロック造壁体は配筋やコンクリートの充填がないことから、構造耐力上の寄与は小さかったと考えられる。本建物は、地震後の継続使用はされていないと思われる。

他の研究者の被害報告

ここでは、日本建築学会2016年度大会（九州）災害部門緊急報告会資料「2016年熊本地震災害調査報告会」（2016年8月）から、耐震改修建物の被害を抽出し、表1に示す。用途が校舎の3棟は、日本建築学会の「熊本地震学校建築被災度判定WG」による調査結果の一部分に相当する。

上部構造では袖壁付き柱や耐震壁など水平剛性の高い部材にひび割れが見られ、下部構造では沈下や傾斜が見られるが、倒壊したものはない。本表は概要を記したものであり、詳細は各報告^{3),4)}を参照願いた



⑮北立面（提供：衛藤祐介氏（MCS環境計画一級建築士事務所））

い。また、参考文献2)には別の耐震改修建物の調査報告もあるので、合わせて参照されたい。

おわりに

本稿では、耐震改修建物の被害について報告した。倒壊に至った建物は見当たらないことから、耐震改修はとても有効であったと考えられる。今後は、生じた被害事例を踏まえ、よりよい設計施工が行われることを期待したい。（くろき まさゆき）

【参考文献】

- 1) 花井伸明, 吉岡智和, 黒木正幸, 姜優子, 蛸川利彦: RC建物の被害 その1 調査概要および被害概要, 2016年度日本建築学会大会(九州)災害部門緊急報告会資料 2016年熊本地震災害調査報告会, pp.24-34, 2016年8月
- 2) 国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所: 平成28年熊本地震建築物被害調査報告(速報), (<http://www.nilim.go.jp/lab/hbg/0929/houkokusokuhou.htm>)
- 3) 田尻清太郎: RC建物の被害 その2 学校建物の被害, 2016年度日本建築学会大会(九州)災害部門緊急報告会資料 2016年熊本地震災害調査報告会, pp.35-38, 2016年8月
- 4) 向井智久: RC建物の被害 その3 建研・国総研による調査結果を用いた分析, 2016年度日本建築学会大会(九州)災害部門緊急報告会資料 2016年熊本地震災害調査報告会, pp.39-46, 2016年8月