

5.5 鉄筋コンクリート造等建築物の被害

5.5.1 調査の目的と概要

平成 28 年熊本地震による、鉄筋コンクリート造（以下、RC 造）建築物および鉄骨鉄筋コンクリート造（以下、SRC 造）建築物の被害の概要と特徴を把握するため、図 5.5-1 に示すエリアを対象として現地被害調査を実施した。

本節では、その調査結果と、今回の RC 造等建築物被害の特徴を示す。

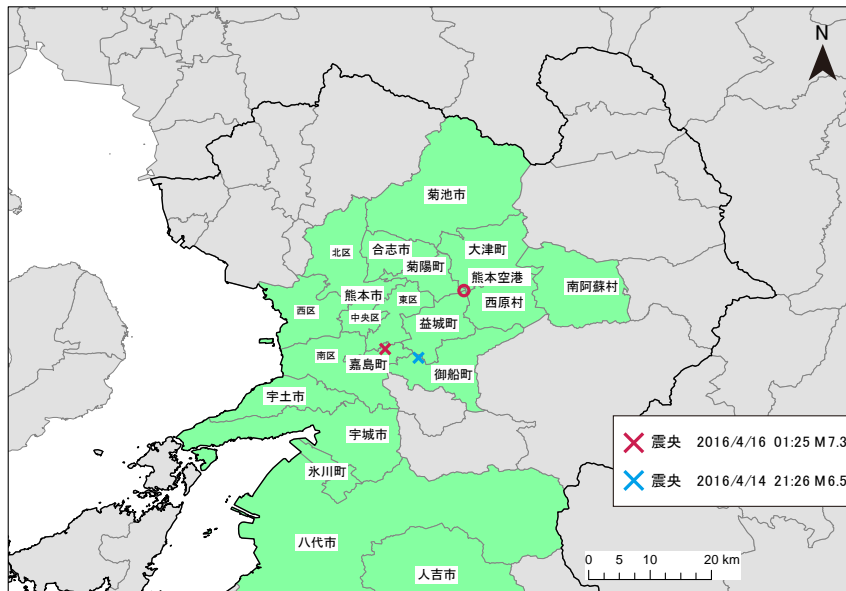


図5.5-1 調査エリア

5.5.2 調査結果

(1) 1981 年以降または耐震改修済みの被災建築物

1) 共同住宅 A（宇土市、建設年 1998 年）

本建築物は、4 階建て RC 造共同住宅である。平面形状は長方形であり、桁行方向は北西-南東方向である。



写真5.5-1 外観（南西側）

平面図を図 5.5-2 に示す。本建築物は、桁行方向 10 スパン、張間方向 1 スパンであり、桁行方向に
 対称な平面プランである。1 階には、桁行方向両端に壁厚 220mm の連層耐力壁が、階段室直下 (Y4 構
 面の北東側) に壁厚 220mm の壁柱が複数枚配置されている。それらの壁を除き、1 階は純ピロティ構
 造となっている。

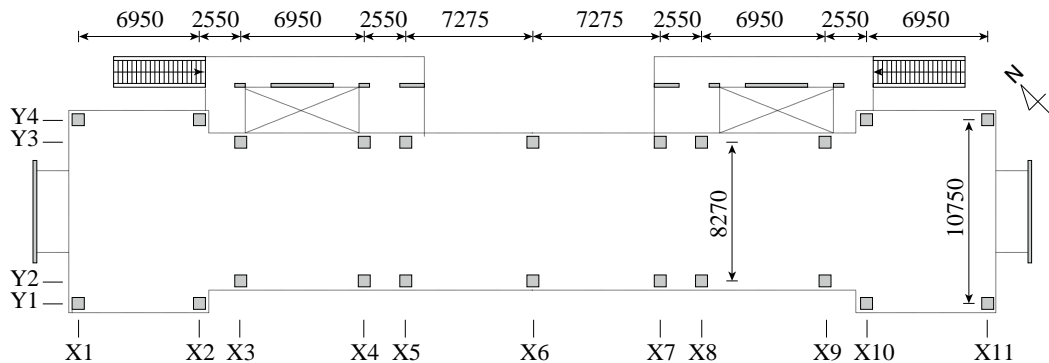


図5.5-2 1階平面図

現地で計測したところ、1 階の柱は断面が 650×650mm である。主筋には D22 が用いられ、せん断補
 強筋は D13 がおよそ 100mm ピッチで配筋されていることが確認された (写真 5.5-2)。2 階梁は梁下
 端面とスラブ下面が一致する逆梁形式となっており、スラブ下面がピロティ階の天井面となっている
 (写真 5.5-3)。柱の内法高さ 2820mm である。



写真5.5-2 1階柱頭部の拡大



写真5.5-3 1階内部からの見上げ

被災度区分判定基準^{5.5-1}に従い、部材損傷度を判定した結果を図5.5-3に示す。1階柱は、主筋の座屈が多数見られ、一部の主筋は破断していることも確認された（写真5.5-4、写真5.5-5）。このような被害は主に柱頭部で確認されたが、一部の柱では柱脚部でも同様の被害が生じている。

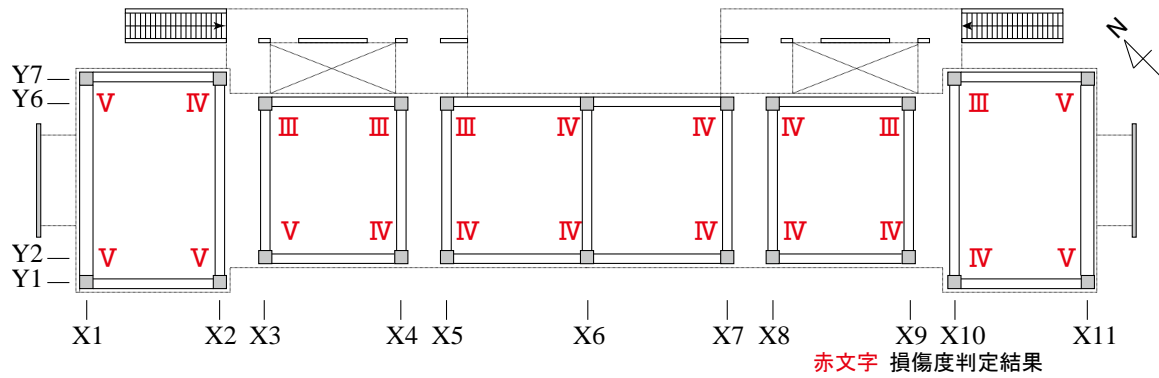


図5.5-3 部材損傷度判定結果



(a) 東側から見た柱全景



(b) 柱頭部の拡大

写真5.5-4 X11-Y1 柱（柱頭破壊、軸支持能力低下、損傷度V）



(a) 東側から見た柱全景



(b) 柱頭部の拡大

写真5.5-5 X5-Y2 柱（柱頭破壊、主筋の座屈・破断、損傷度IV）



写真5.5-6 X5-Y3 柱（曲げ降伏、損傷度Ⅲ）

部材損傷度の判定結果に従い、被災度区分判定をした結果を表 5.5-1 に示す。部材損傷度の判定結果はいずれの方向でも同一となったため、代表して NE-SW 方向（張間方向）の結果を示す。本対象建築物においては、耐震性能残存率 R=21 (%) となり、「大破」の判定となった。

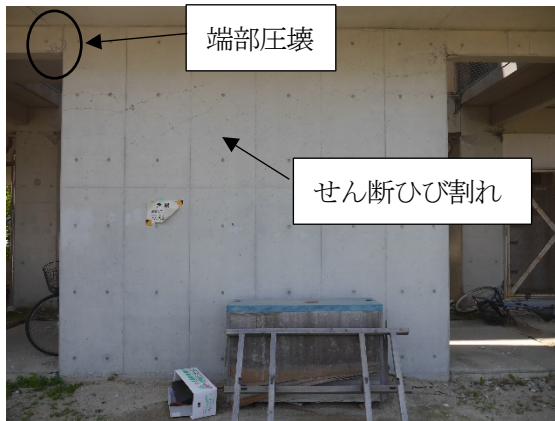
表5.5-1 被災度判定結果(NE-SW 方向)

損傷度	本数	残余性能（曲げ柱）	本数×残余性能
損傷度Ⅴ	6	0	0
損傷度Ⅳ	11	0.2	2.2
損傷度Ⅲ	5	0.5	2.5
損傷度Ⅱ	0	0.75	0
損傷度Ⅰ	0	0.95	0
		合計	4.7
		耐震性能残存率	21 % [大破]

なお、外周部の壁部材には、写真 5.5-7 に示すようにひび割れや圧潰が生じているが、柱に比べて被害程度が小さく、柱と連動して耐震要素として効いていたとは考えづらいため、本検討では、外周部の壁部材を考慮していない。また、同団地内に同時期に建設された 3 階建てないし 4 階建ての壁式 RC 造共同住宅 15 棟の外部からの調査では、構造部材に対する被害は見られない。



(a) 桁行外柱連層耐力壁（水平ひび割れ）



(b) 階段室下の壁柱（せん断ひび割れ、端部圧壊）

写真5.5-7 壁部材の損傷状況

2) 共同住宅B（熊本市中央区、建設年 2006 年）

本建築物は9階建てRC造の共同住宅である。平面形状は桁行方向4スパン、張間方向1スパンの長方形であり、1階が壁の少ないピロティ構造となっている。1階の一部の壁を除き、いずれの壁も構造スリットにより切り離されている。

1階の南側構面の4本の柱および北側構面の2本の柱で、脚部から900mmほどの高さに水平のひび割れが生じていた。そのうち、南側構面の3本の柱では、同高さ付近で全周に渡ってコンクリートが剥落していた。露出面から確認できる主筋(D29)はいずれも溶接継手で継がれていたが、溶接継手部で主筋が破断していることが確認された。破断はいずれも溶接部と母材の境目で生じている。



写真5.5-8 建築物外観



写真5.5-9 1階（ピロティ層）の被害



写真5.5-10 1階柱の水平ひび割れ



写真5.5-11 主筋破断部の拡大

3) 共同住宅C（熊本市西区、建設年1985年）

本建築物は、桁行方向4スパン、張間方向1スパンの4階建てRC造共同住宅である。平面図（および部材損傷度判定結果）を図5.5-4に示す。南西面の階段室の壁を除き、1階は純ピロティ構造となっている。1階の柱は断面が650×650mmである。主筋にはD25が用いられ、せん断補強筋はD10がおおよそ100mmピッチで配筋されている。柱の内法高さは、1階床面から梁下までが2900mm、2階床下面までが3500mmである。

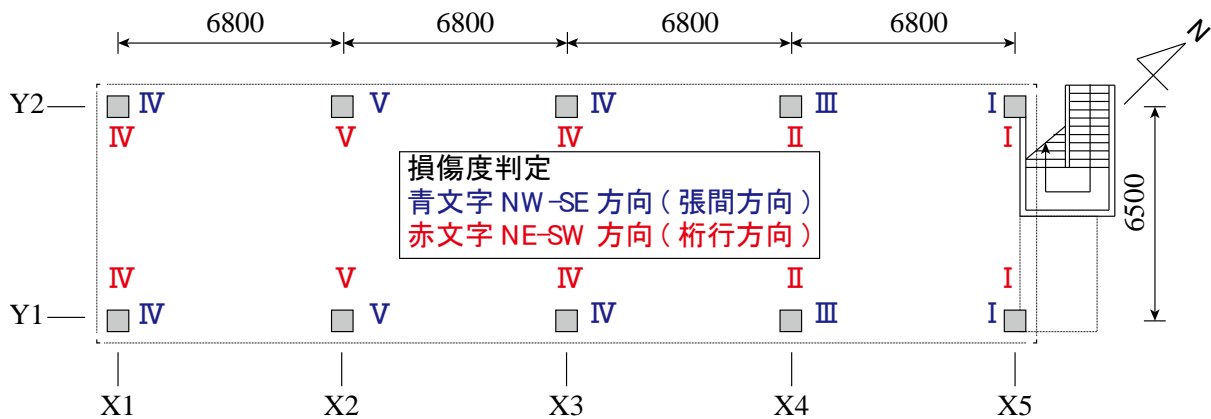


図5.5-4 1階平面図および部材損傷度判定結果

被災度区分判定基準^{5.5-1}に従い、部材損傷度を判定した結果を図5.5-4に示す。また、代表的な被害状況を写真5.5-12～写真5.5-14に示す。建築物の被害は、1階柱に集中しているため、本調査では1階の被災度区分判定を実施した。

1階柱は、北側角の階段室側から遠い構面の柱に被害が集中しており、ねじれ挙動が生じていることが推察される。X2構面柱がもっとも損傷度が高く、軸支持能力が明らかに低下していることが確認できる(写真5.5-12)。X1構面の隅柱は、柱頭部からやや接合部側に入った位置で曲げ破壊が生じている(写真5.5-13)。X3構面の柱は付着割裂破壊が生じている(写真5.5-14)。



(a) 西側から見た柱全景



(b) 柱中央部の拡大

写真5.5-12 X2-Y1 柱 (付着割裂破壊、コアコンクリートの剥落、損傷度V)



(a) 北西側から見た柱全景



(b) 柱頭部の拡大

写真5.5-13 X1-Y1 柱 (隅柱、柱頭部曲げ破壊、損傷度IV)



写真5.5-14 X3-Y1 柱 (付着割裂破壊、損傷度IV)

部材損傷度の判定結果に従い、被災度区分判定をした結果を表 5.5-2 に示す。ここでは、被害が比較的大きい NW-SE 方向 (張間方向) を対象としている。本対象建築物においては、耐震性能残存率 $R=37(\%)$ となり、「大破」の判定となった。

表5.5-2 被災度判定結果(NW-SE方向)

損傷度	本数	残余性能 (曲げ柱)	本数×残余性能
損傷度V	2	0	0
損傷度IV	4	0.2	0.8
損傷度III	2	0.5	1.0
損傷度II	0	0.75	0
損傷度I	2	0.95	1.9
		合計	3.7
		耐震性能残存率	37 % [大破]

4) 共同住宅D (熊本市東区、建設年 1992 年)

本建築物は桁行方向 5 スパン、張間方向 1 スパンの 10 階建て RC 造共同住宅であり、1 階は駐車場となっている。また、北側で 10 階建ての別棟とエキスパンションジョイントで接続されている (写真 5.5-15)。桁行方向のスパン長さは外側で 6.0m、内側で 6.4m、張間方向のスパン長さは 11.7m である (図 5.5-5)。本詳細調査では、被害の概要を把握するとともに、被害が大きい 1 階を対象とした被災度区分判定を実施した。



(a) 南側

(b) 北側 (写真の右側の建築物)

写真5.5-15 建築物の外観

現地で計測したところ、1 階柱の断面は 950mm×950mm で、主筋には D25 が用いられており、せん断補強筋は D13 がおよそ 75mm ピッチ (柱中央高さ付近) で配筋されていた。また、建築物の外周部では 2 階大梁が 1 階柱に偏心して取り付いており、柱側面と大梁側面が揃っていた。張間方向の大梁は、桁行方向の大梁と比較して、せい、幅共に短かった。張間方向の大梁の下端筋には D25 が用いられており、せん断補強筋は D10 がおよそ 200mm ピッチ (梁端部) で配筋されていた (写真 5.5-16)。

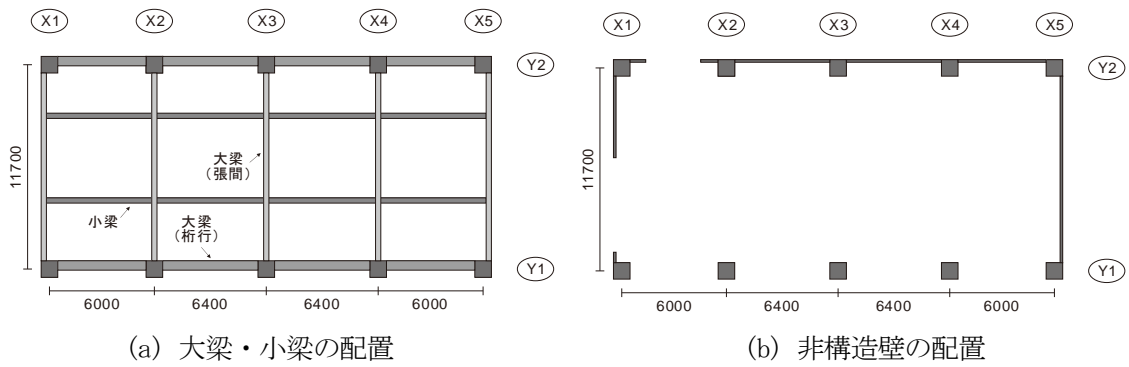


図5.5-5 1階の平面図



写真5.5-16 1階柱主筋、2階大梁（張間方向）の配筋

1階の外周部には、壁厚150mmで、柱際に沿って部分スリットが設けられているRC壁が設けられていた（写真5.5-17）。以降、完全スリットを有さない壁を非構造壁と称する。破壊した箇所を見ると、厚さ50mm程度の部分スリットが埋め込まれており、壁筋はD10がおよそ200mmピッチで配筋されていた。したがって、張間方向に関しては、2階以上には耐力壁が配置されているが、その直下の1階には耐力壁がなく、柱だけで構成される純ピロティ構造として設計された可能性がある。



写真5.5-17 柱際に設けられた非構造壁の部分スリット

被災度区分判定基準^{5.5-1}に従い、被害が最も大きい1階について、部材損傷度の判定を行った。図5.5-6中に判定した損傷度を示す。柱の損傷度と比較して、大梁や柱梁接合部の損傷度が大きい場合には、これらの損傷度を柱の損傷度に読み替えた。代表的な部材の損傷状況を写真5.5-18に示す。10本の柱のうち、3本の柱の損傷度がVとなった。1本(X4Y2)は中心高さ付近で、1本(X5Y1)は脚部で破壊し、コンクリートが剥落すると共に主筋が座屈した。また、もう1本の柱(X3Y2)では、柱自体の損傷度はIIに留まったが、張間方向の大梁の下端筋が座屈したため、損傷度をVとしている。また、隅角部の柱(X1Y1)では、大梁が偏心して取り付けいた柱梁接合部でひび割れ幅が2.0mmを超えるひび割れが確認されたため、損傷度をIVとしている。

表5.5-3に被災度区分判定の結果を示す。本建築物は1982年以降に建設されており、柱の内法高さを柱せいで除した値が3.0未満となるため、1階柱を「曲げせん断柱」に分類して、残余性能の評価を行った。桁行方向と比較し、張間方向の方が損傷度Vに分類される部材の数が多いため、耐震性能残存率はやや低く、桁行方向の耐震性能残存率はR=35(%)、張間方向の耐震性能残存率はR=31(%)となった。被災度はいずれの方向についても「大破」となった。

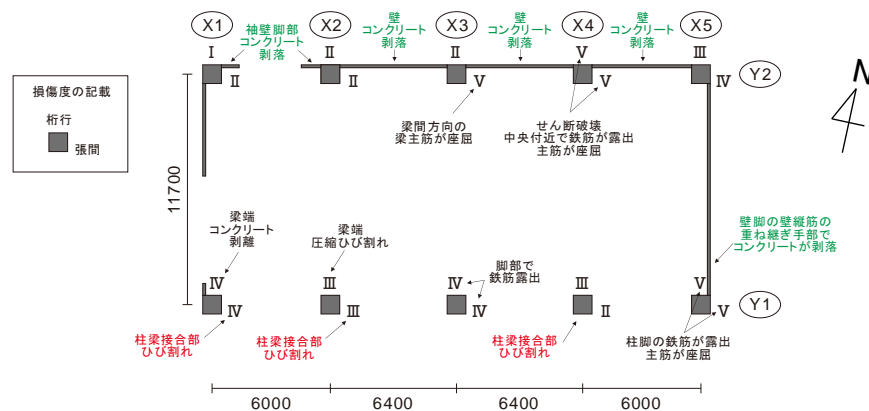


図5.5-6 被災度判定の結果

表5.5-3 被災度判定の結果

(a) 桁行方向

損傷度	本数	残余性能	本数× 残余性能
V	2	0.00	0.00
IV	3	0.10	0.30
III	2	0.40	0.80
II	2	0.70	1.40
I	1	0.95	0.95
合計	10		3.45
		耐震性能	35%
		残存率	大破

(b) 張間方向

損傷度	本数	残余性能	本数× 残余性能
V	3	0.00	0.00
IV	2	0.10	0.20
III	2	0.40	0.80
II	3	0.70	2.10
I	0	0.95	0.00
合計	10		3.10
		耐震性能	31%
		残存率	大破



(a) 柱(X4Y2)



(b) 柱(X5Y1)



(c) 張間方向大梁(X3Y2)



(d) 柱梁接合部(X1Y1)



(e) 非構造壁(X5構面)



(f) 非構造壁(Y2構面、X3-X4間)

写真5.5-18 各部材の損傷

上階の桁行方向の共用廊下側の構面でも、1階と同様に柱際に部分スリットが設けられていたが、特に2、3階では、コンクリートの剥落を伴うような袖壁、腰壁、方立壁の被害が見られた。また、柱の損傷度がVと判定され、柱や大梁が大きな損傷を受けた張間方向のX3、X4構面では、スパン中央付近で2階大梁に数センチ程度の鉛直たわみが生じていることを確認している。



写真5.5-19 2階共用廊下側の方立壁の被害

5) 庁舎 E (上益城郡益城町、建設年 1998 年)

本建築物は RC 造 2 階建ての消防庁舎であり、庁舎建築物に主訓練塔と副訓練塔が併設されている。庁舎建築物では什器の転倒、損傷等が確認されているが、空調等の設備機器の被害は軽微であった。建築物周辺では最大で 30~40cm 程度の地盤の沈下が生じている。壁が多く配置された RC 造 2 階建ての副訓練塔には前震、本震とも目立った被害は見られないが、RC 造 5 階建てで、3~5 階がセットバックし、4 本柱で構成された主訓練塔では大きな被害が見られた。

前震では、3 階柱梁接合部のコンクリートが剥落しており、内部の鉄筋の露出が見られる。また、一部の柱主筋は座屈していた (写真 5.5-21、写真 5.5-22)。3 階の柱脚や柱頭、4 階の大梁でもコンクリートの剥落が見られたが、鉄筋が露出する程ではなかった (写真 5.5-23)。本震では、当該建築物が国道側 (西方向) に大きく傾き、余震により変形がさらに増大した (写真 5.5-24、写真 5.5-25)。変形の様子から 3~4 階で部分崩壊形が形成されたと考えられ、4 階の柱梁接合部には多数のひび割れが発生していた。



写真5.5-20 前震後の主訓練塔の被災状況

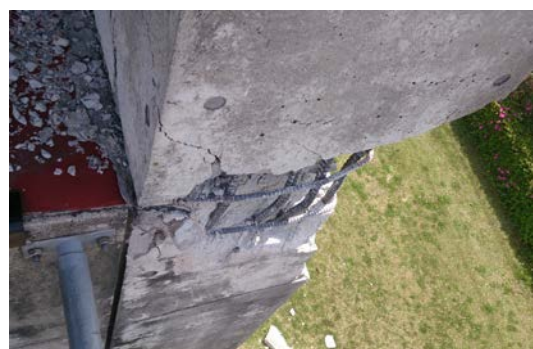


写真5.5-21 前震後の主訓練塔の
3 階柱梁接合部周辺の被災状況



写真5.5-22 前震後の主訓練塔の
3階柱脚の被災状況



写真5.5-23 前震後の主訓練塔の
4階大梁の被災状況



写真5.5-24 本震後の主訓練塔の被災状況



写真5.5-25 本震後の主訓練塔の
3階柱梁接合部周辺の被災状況

被災度区分判定基準^{5.5-1}に従い、被害が最も大きく、本震時に大きな残留変形が生じた3階の東西方向(X方向)について、部材損傷度の判定を行った。なお、当該建築物は4月19日に解体され、現地で調査することができなかつたため、前震と本震の間に撮影された被災写真を基に判定を実施した。図5.5-7に判定した柱の損傷度を示す。なお、上下の柱梁接合部や大梁の損傷が大きい場合には、これらの損傷度を柱の損傷度に置き換えた。X1Y3柱では3階柱梁接合部の破壊により、柱主筋の座屈が見られたため、損傷度をVとした。X2Y3柱では柱脚においてコンクリートの剥落は見られるものの、鉄筋の破断や座屈は確認できないため、損傷度をIVとした。X1Y1柱、X2Y1柱は、柱頭や柱に取り付く4階の大梁においてカバーコンクリートの剥落が見られたが、剥落の範囲が限定的であるため、損傷度をⅢとした。

表5.5-4に被災度区分判定の結果を示す。3階の各柱を被災度区分判定の「曲げ柱」に分類したところ、耐震性能残存率はR=30(%)となった。したがって、当該建築物の前震後の被災度は「大破」となる。

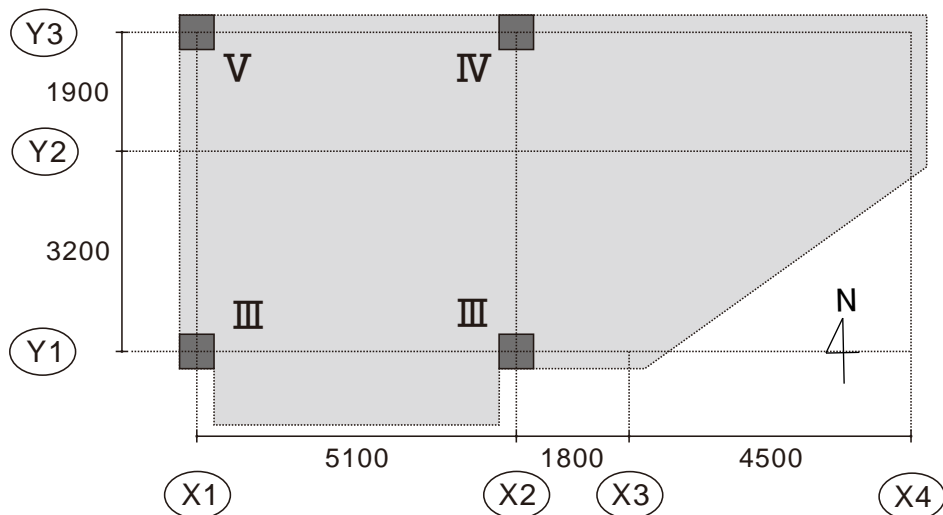


図5.5-7 前震後の部材損傷度判定結果(3階)

表5.5-4 前震後の被災度判定結果(X方向)

損傷度	本数	残余性能	本数× 残余性能
V	1	0.00	0.00
IV	1	0.20	0.20
III	2	0.50	1.00
II	0	0.75	0.00
I	0	0.95	0.00
合計	4		1.20
		耐震性能	30%
		残存率	大破

6) 共同住宅F(熊本市東区、建設年1993年)

本建築物は桁行方向4スパン、張間方向1スパンの9階建てRC造共同住宅であり、平面形状は長方形である(図5.5-8)。柱は700mm×800mmであり、柱主筋にはD25が、柱帯筋には柱脚部でD13が100mmピッチで用いられていることが確認された。また、袖壁や腰壁などの非構造壁は、端部筋にD13が、壁縦横筋にはD10がダブルで配筋されていた。壁厚は150mmである。

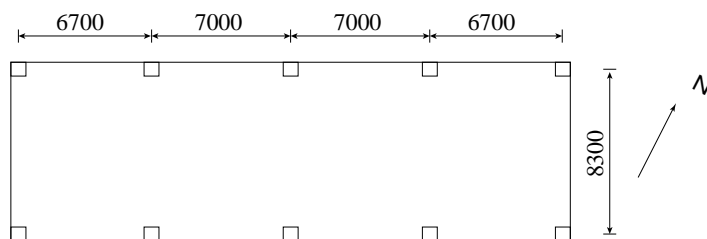


図5.5-8 1階略平面図



写真5.5-26 柱帯筋の配筋

被害は1階が最も大きく、共用廊下側の構面では、方立壁の多くがせん断破壊しており、ドアや窓枠が大きく変形していた（写真5.5-27）。また、袖壁の柱際には部分スリット（スリット深さ35mm以上）が埋め込まれており、付近に損傷が集中していた。コンクリートが剥落した箇所では、方立壁の壁筋や腰壁、垂れ壁の曲げ補強筋が座屈していた。柱に関してはカバーコンクリートが剥落した程度であり、主筋の座屈も見られなかったが、柱梁接合部にひび割れが確認された。



(a) 北側から見た全景



(b) 1階部の拡大

写真5.5-27 非構造壁の損傷

バルコニー側でも、方立壁や袖壁のせん断破壊が確認され、一部の柱では柱端部の圧潰が確認された（写真5.5-28）。方立壁や袖壁によって短スパン化した桁行方向の大梁では、せん断ひび割れや付着割裂ひび割れも確認された。また、1階のバルコニーではひび割れが開き、部分的に凹凸ができていたが、このような箇所ではバルコニー下の基礎部分（基礎梁ではない）のコンクリートが破壊していた（写真5.5-29）。



(a) 柱端部の圧壊



(b) 2階梁のひび割れ

写真5.5-28 構造部材の損傷



写真5.5-29 1階バルコニー下の基礎部分の損傷

被災度区分判定基準^{5.5-1}に従い、被害が最も大きい1階について、部材損傷度の判定を行った。共用廊下側（南東面）の部材損傷度判定結果を図5.5-9に、バルコニー側（北西面）の部材損傷度判定結果を図5.5-10に示す。正面側では、柱梁接合部の1.0mm～2.0mmのひび割れが確認されたため、接合部のひび割れを直下の柱の損傷に読み替えて判定を行った。また、バルコニー側では、柱横の開口上部の梁に、1.0～2.0mmのひび割れが確認されたため、これらのひび割れを近傍の柱の損傷に読み替えて判定を行った。

部材損傷度に基づいた被災度区分判定結果を表5.5-5に示す。判定した10本の柱のうち、5本が損傷度Ⅲ、5本が損傷度Ⅱとなり、被災度区分判定結果は耐震性能残存率 $R=55$ (%)となり、「大破」となった。

また、参考までに、非構造壁の被災度区分判定を実施したところ、判定した13枚の袖壁および8枚の方立壁の全てが損傷度Ⅳ以上と判定され、被災度区分判定結果は「大破」となった。

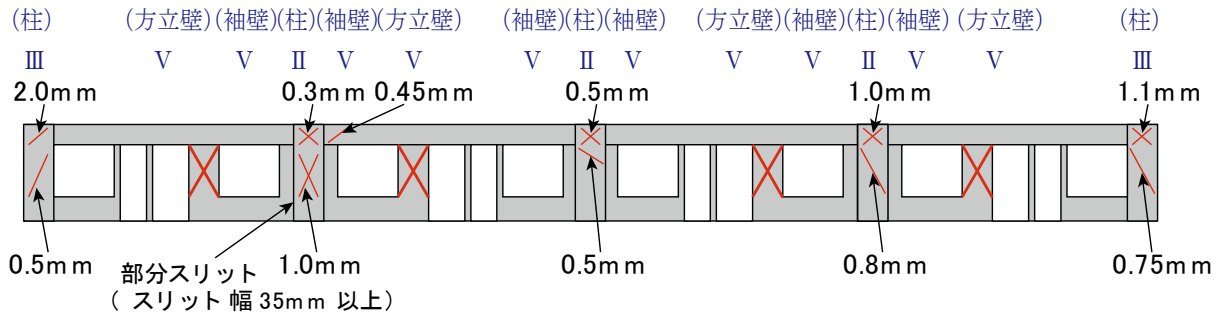


図5.5-9 共用廊下側（南東面）の部材損傷度判定結果

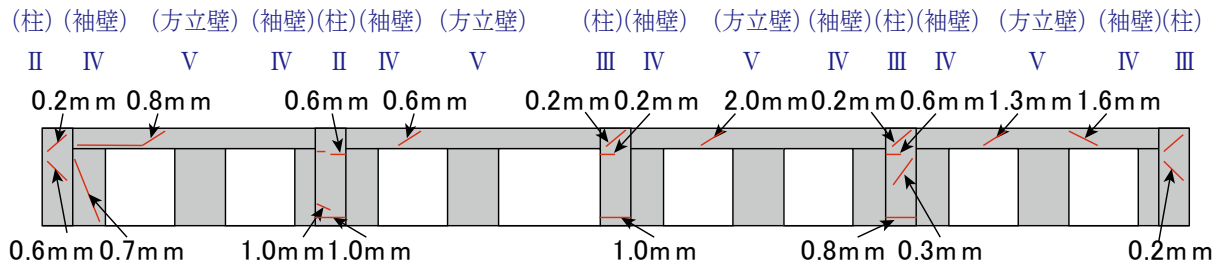


図5.5-10 バルコニー側（北西面）の部材損傷度判定結果

表5.5-5 被災度判定結果(桁行方向)

(a) 柱				(b) 非構造壁	
損傷度	本数	残余性能 (曲げせん断柱)	本数× 残余性能	損傷度	本数
V	0	0	0	V	14
IV	0	0.1	0	IV	7
III	5	0.4	2.0	III	0
II	5	0.7	3.5	II	0
I	0	0.95	0	I	0
0	0	1	0	0	0
合計	10		5.5	合計	21
		耐震性能 残存率	55% 大破		大破

7) 共同住宅 G (熊本市北区、建設年 2000 年)

本建築物は桁行方向 6 スパン、張間方向 1 スパンの RC 造の 6 階建て共同住宅で、平面形状は長方形である (写真 5.5-30)。1 階はピロティ構造となる駐車場階で、北側の桁行方向の一部に耐力壁が設けられている。



写真5.5-30 建築物南東面

被害は 2 階が最も大きく、桁行方向共用廊下側の構面では、柱、袖壁、方立壁の多くがせん断破壊しており、コンクリートの剥落、鉄筋露出、非構造壁縦筋の座屈が見られた (写真 5.5-31、写真 5.5-32)。柱がせん断破壊した原因は、柱に取付く腰壁端部の横筋は柱内に定着されていなかったものの、腰壁が柱の水平変形に抵抗したことで、柱が短スパン化 (柱幅 550~600mm 程度、柱の可撓長さ 1,000mm 程度) したためと思われる。なお、柱の主筋は D25、中間部のせん断補強筋で D13@100 であった。一方、腰壁のないバルコニー側の柱には損傷が見られなかったが、方立て壁は共用廊下側と同様のせん断破壊と袖壁のスリーブ孔位置からの鉛直方向のひび割れが見られた (写真 5.5-33、写真 5.5-34)。また、ピロティ構造である 1 階は桁行方向の柱に取付く耐力壁端部にせん断ひび割れが見られた以外は、顕著な損傷はなかった (写真 5.5-35)。



写真5.5-31 共用廊下側柱のせん断破壊



写真5.5-32 共用廊下側柱に取付く腰壁および袖壁 (袖壁横筋は柱内に未定着だが、スリットなし)



写真5.5-33 バルコニー側柱と袖壁の鉛直ひび割れ



写真5.5-34 バルコニー側方立て壁のせん断破壊



写真5.5-35 1階桁行方向耐力壁のせん断ひび割れ

最も被害が大きい2階の桁行方向について、被災度区分判定^{5.5-1}を実施した。共用廊下側およびバルコニー側の部材損傷度判定結果をそれぞれ図5.5-11および図5.5-12に示す。また、被災度区分判定結果を表5.5-6に示す。14本の柱のうち損傷度IVが4本であり、被災度は「中破」と判定された。

また、参考までに、39枚の方立壁および袖壁について、非構造壁の被災度区分判定^{5.5-1}を行ったところ、21枚の方立壁で損傷度がIVを上回り、非構造壁の被災度は「中破」と判定された。

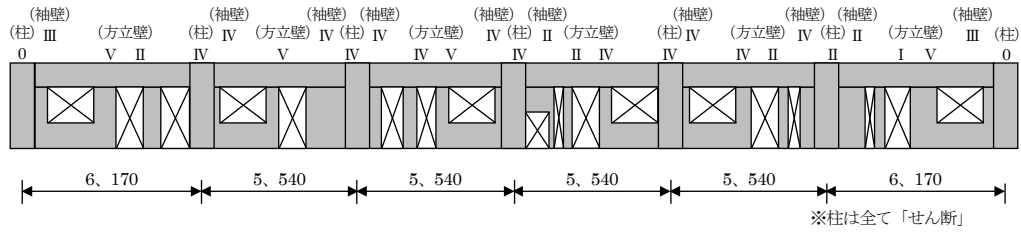


図5.5-11 部材損傷度判定結果（2階桁行方向、共用廊下側）

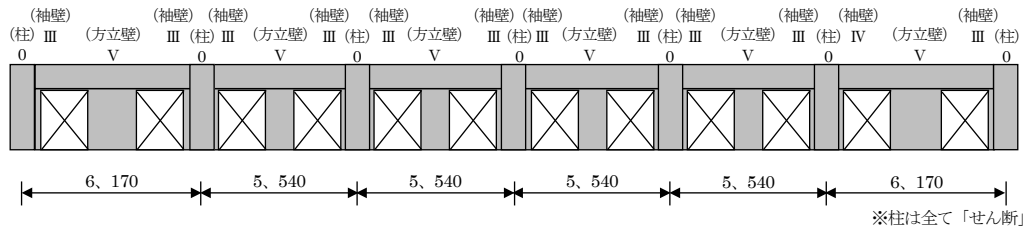


図5.5-12 部材損傷度判定結果（2階桁行方向、バルコニー側）

表5.5-6 被災度区分判定結果（2階）

(a) 柱				(b) 非構造壁	
損傷度	本数	残余性能 (せん断)	本数× 残余性能	損傷度	本数
V	0	0	0	V	10
IV	4	0	0	IV	11
III	0	0.30	0	III	12
II	1	0.60	0.60	II	5
I	0	0.95	0	I	1
0	9	1	9	0	0
合計	14		9.60	合計	39
		耐震性能 残存率	68.5% 中破		中破

8) 共同住宅H（熊本市東区、建設年1986年）

本建築物は桁行方向3スパン、張間方向1スパンのRC造の4階建て共同住宅で、平面形状は長方形である（写真5.5-36）。1階は駐車場階で、張間方向の両妻構面に耐力壁が入っているが、中構面には耐力壁が入っていないピロティ構造である。

被害は中構面1階の北側の柱2本が桁行方向にせん断破壊して、コンクリートの剥落、鉄筋露出が見られた（写真5.5-37、写真5.5-38）。柱断面・配筋は、650mm（桁行方向）×750mm（張間方向）、主筋はD29、せん断補強筋はD13@100であった。剥落部分周辺のコンクリートは、粗骨材がやや多い傾向にあり、手で触れるとモルタル部分がボロボロ崩れるなど脆弱な性状を示した。当該柱の張間方向は仕上げ材のタイルの剥落は見られるものの、せん断ひび割れ幅は0.4mm以下に収まっていた。また、その他の柱および耐力壁は無損傷あるいは0.2mm以下のひび割れであった。



写真5.5-36 建築物北面



写真5.5-37 1階柱桁行方向のせん断破壊



写真5.5-38 1階柱張間方向のせん断ひび割れ

最も被害が大きい1階について、被災度区分判定^{5.5-1}を実施した。部材損傷度判定結果を図5.5-13に、被災度区分判定結果を表5.5-7および表5.5-8に示す。桁行方向では、8本の柱のうち損傷度IVが2本であり、被災度は「中破」と判定された。一方、張間方向では、4本の柱および2枚の両側柱付き壁はいずれも損傷度がIIを下回り、被災度は「小破」と判定された。

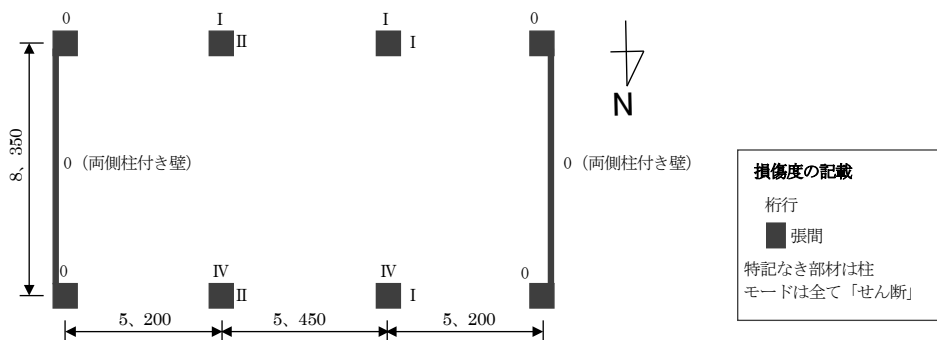


図5.5-13 部材損傷度判定結果 (1階)

表5.5-7 被災度区分判定結果（1階桁行方向）

損傷度	本数	残余性能 (せん断)	本数× 残余性能
V	0	0	0
IV	2	0	0
III	0	0.30	0
II	0	0.60	0
I	2	0.95	1.90
0	4	1	4.00
合計	8		5.90
		耐震性能 残存率	73.7% 中破

表5.5-8 被災度区分判定結果（1階張間方向）

損傷度	本数	残余性能 (柱・ せん断)	本数	残余性能 (両側柱 付き壁)	本数× 残余性能
V	0	0	0	0	0
IV	0	0	0	0	0
III	0	0.30	0	1.8	0
II	2	0.60	0	3.6	1.20
I	2	0.95	0	5.7	1.90
0	0	1	2	6	12
合計	4		2		15.10
				耐震性能 残存率	94.3% 小破

9) 共同住宅 I（熊本市中央区、建設年 2001 年）

本建築物は桁行方向 3 スパン、張間方向 1 スパンの 9 階建て RC 造共同住宅で、平面形状は長方形、上階が一部セットバックしている。1 階がピロティ構造の駐車場階である（写真 5.5-39）。2 階以上は立ち入りができなかったため、1 階の駐車場部分でのみ調査を行った。



写真5.5-39 建築物北面

被害の特徴は、張間方向中構面における2階大梁端部でのせん断破壊である(写真5.5-40)。当該大梁(梁せい750mm×梁幅600mm)の柱際から800mm離れた位置の直交方向には、桁行方向大梁に平行して梁が取り付けられているが、この梁が当該大梁の地震時の変形を拘束したことで短スパン化し、大梁端部でせん断破壊が生じたものと推定される。また、張間方向両妻構面の大梁には、中構面にあるような梁は取り付けしていないものの、その端部にはせん断ひび割れが生じていた(写真5.5-41)。なお、張間方向の大梁では、このせん断破壊によってたわみが生じているため、その対策として仮設の支保工が設けられていた(写真5.5-42)。

なお、1階柱には損傷は確認されず、2本の柱の張間方向に袖壁が取り付けられているが、その袖壁に軽微なひび割れが見られた程度である(写真5.5-43)。2階以上での被害としては、方立て壁のせん断ひび割れなどが1階部分から確認された(写真5.5-44)。



写真5.5-40 張間方向中構面2階大梁端部のせん断ひび割れ



写真5.5-41 張間方向妻構面2階大梁端部のせん断ひび割れ



写真5.5-42 支保工による張間方向大梁のたわみ対策



写真5.5-43 1階柱の張間方向に取付く袖壁



写真5.5-44 方立て壁のせん断ひび割れ

最も被害が大きい1階について、被災度区分判定^{5.5-1}を実施した。部材損傷度判定結果を図5.5-14に、被災度区分判定結果を表5.5-9および表5.5-10に示す。桁行方向では、いずれの柱も無損傷であり、被災度は「無被害」と判定された。一方、張間方向では、8本の柱はいずれも梁支配型で損傷度Ⅰが2本、Ⅱが3本、Ⅲが2本、Ⅴが1本あり、被災度は「中破」と判定された。

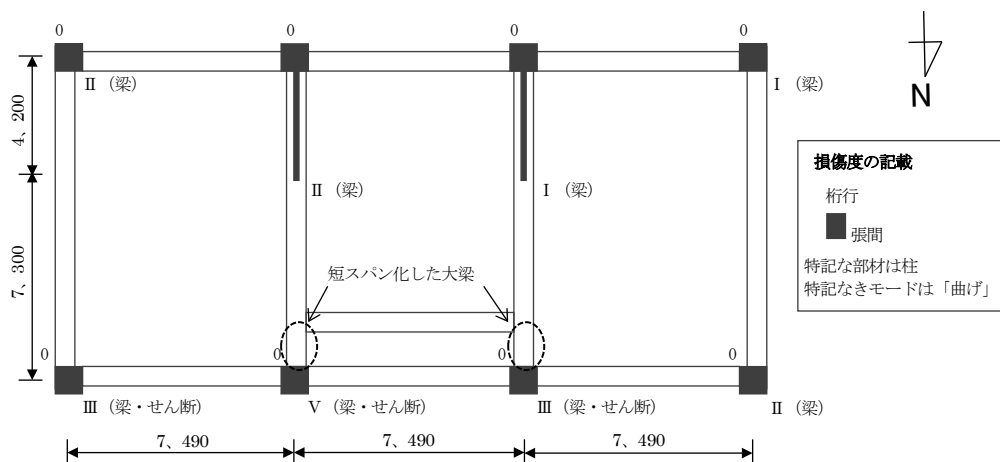


図5.5-14 部材損傷度判定結果（1階）

表5.5-9 被災度区分判定結果（1階桁行方向）

損傷度	本数	残余性能	本数× 残余性能
V	0		0
IV	0		0
III	0		0
II	0		0
I	0		0
0	8	1	8
合計	8		8
		耐震性能 残存率	100% 無被害

表5.5-10 被災度区分判定結果（1階張間方向）

損傷度	本数	残余性能 (梁・ せん断)	本数	残余性能 (梁・ 曲げ)	本数× 残余性能
V	1	0	0	0	0
IV	0	0.10	0	0.20	0
III	2	0.40	0	0.50	0.80
II	0	0.70	3	0.75	2.25
I	0	0.95	2	0.95	1.90
0	0	1	0	1	0
合計	3		5		4.95
				耐震性能 残存率	61.8% 中破

10) 共同住宅 J (熊本市東区、建設年 1992 年)

本建築物は桁行方向 3 スパン、張間方向 2 スパンの RC 造の 6 階建て共同住宅で、平面形状は長方形である。1 階はピロティ構造となる駐車場階で、桁行方向構面外に壁が配置されている(写真 5.5-45)。

1 階の構造被害としては、柱頭の大梁が取り付けられない非拘束領域におけるコンクリートの剥落、鉄筋露出、また、柱脚コンクリートのひび割れ、剥落が一部で見られた(写真 5.5-46、写真 5.5-47、写真 5.5-48、写真 5.5-49)。全ての柱および梁端に幅 0.2~0.6mm 程度、一部で幅 1mm 超のひび割れがあるほか、垂れ壁端部が損傷し、コンクリート剥落、鉄筋露出が見られた。また、桁行方向構面外の非構造壁は、せん断ひび割れが全面的に見られた。本建築物の南東側は、擁壁が設けられた崖地があり、1 階土間スラブにひび割れが見られたが、柱の傾斜は確認されなかった。



写真5.5-45 1階（駐車場）



写真5.5-46 1階柱頭のコンクリート剥落
と鉄筋露出



写真5.5-47 1階柱脚のせん断ひび割れ



写真5.5-48 垂れ壁端部のコンクリート剥
落、鉄筋露出



写真5.5-49 桁行方向構面外の非構造壁
のせん断ひび割れ

最も被害が大きい1階について、被災度区分判定^{5.5-1}を実施した。部材損傷度判定結果を図5.5-15に、被災度区分判定結果を表5.5-11および表5.5-12に示す。桁行方向では、12本の柱のうち損傷度Ⅲが1本、損傷度Ⅳが3本あり、被災度は「中破」と判定された。張間方向では、12本の柱のうち損傷度Ⅳが2本あり、被災度は同じく「中破」と判定された。

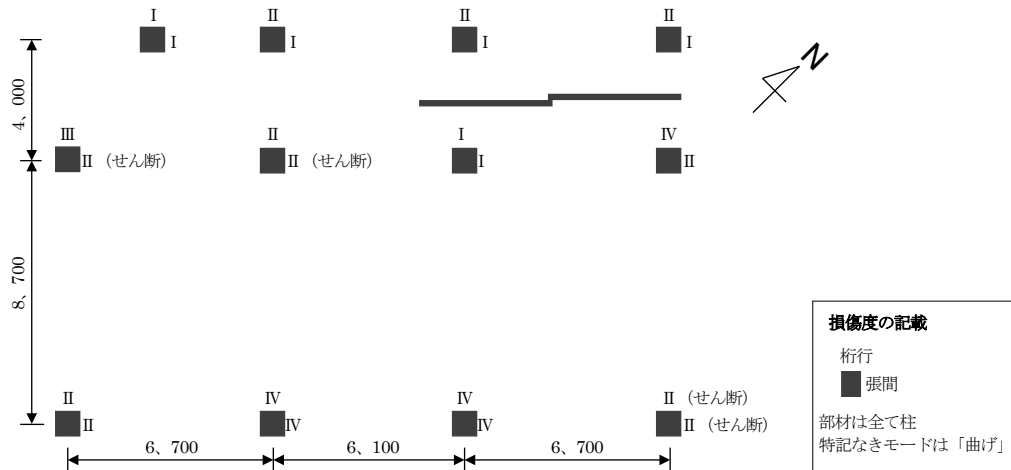


図5.5-15 部材損傷度判定結果（1階）

表5.5-11 被災度区分判定結果（1階桁行方向）

損傷度	本数	残余性能 (せん断)	本数	残余性能 (曲げ)	本数× 残余性能
V	0	0	0	0	0
IV	0	0	3	0.20	0.60
III	0	0.30	1	0.50	0.50
II	1	0.60	5	0.75	4.35
I	0	0.95	2	0.95	1.90
0	0	1	0	1	0
合計	1		11		7.35
				耐震性能 残存率	61.2% 中破

表5.5-12 被災度区分判定結果（1階張間方向）

損傷度	本数	残余性能 (せん断)	本数	残余性能 (曲げ)	本数× 残余性能
V	0	0	0	0	0
IV	0	0	2	0.20	0.40
III	0	0.30	0	0.50	0
II	3	0.60	2	0.75	3.30
I	0	0.95	5	0.95	4.75
0	0	1	0	1	0
合計	3		9		8.45
				耐震性能 残存率	70.4% 中破

11) 共同住宅 K (熊本市西区、建設年 1991 年)

本建築物は平面雁行と上階の一部にセットバックがある不整形な形状の SRC 造の 11 階建ての共同住宅で、桁行き方向が南北軸の住棟である (写真 5.5-50)。1 階は駐車場階で一部に耐力壁が取り付けられているがほぼ純ピロティ構造である (写真 5.5-51)。



写真5.5-50 建築物北面



写真5.5-51 1階 (駐車場)

1 階の構造被害としては、一部の柱、梁にかぶりコンクリートの剥落が見られたが、多くは 0.2mm 以下の曲げひび割れやせん断ひび割れであった。また、桁行方向の一部の柱には非構造壁が取り付けられ、部分スリットと思われる構造目地が設けられていたが、スリット深さが 20~30mm で十分な絶縁効果を発揮できず壁にせん断破壊が生じていた。このほか、当該壁の柱への振れ止め筋 (D13@400~500mm) が抵抗したことによるものと思われる柱のかぶりコンクリートの剥落が見られた (写真 5.5-52、写真 5.5-53)。

また、2 階以上の住宅階では、方立て壁や袖壁のせん断破壊並びに袖壁端位置における梁下端のコンクリートのひび割れや剥落が見られたが、柱には大きな損傷は確認できなかった (写真 5.5-54、写真 5.5-55)。2 階以上の一部住戸には、持出し長さ 2.5m 程度の片持ち梁と頭繋ぎの梁によって支持されている出部屋がある。片持ち梁先端周辺でコンクリートのひび割れが見られたが、その片持ち梁が支持している非構造壁の回転変形を頭繋ぎの梁が拘束したことによって生じたものと推定される。(写真 5.5-56、写真 5.5-57)。



写真5.5-52 スリット深さ 20~30 mm程度
の非構造壁が取付く1階柱のコンクリー
トの剥落



写真5.5-53 1階桁行方向の非構造壁の
せん断破壊



写真5.5-54 1階柱のひび割れ



写真5.5-55 梁端部のかぶりコンクリー
トの剥落



写真5.5-56 出部屋を支持する片持ち梁先
端周辺のひび割れ



写真5.5-57 2階方立て壁のせん断破壊

最も被害が大きい1階で、被災度区分判定^{5.5-1}を実施した。部材損傷度判定結果を図5.5-16に、桁行方向および張間方向の被災度区分判定結果をそれぞれ表5.5-13、表5.5-14に示す。桁行方向では、判定した19本の柱のうち、損傷度IVの柱が3本であり、被災度は「小破」と判定された。また、張間方向では、判定した16本の柱のうち、梁支配型で損傷度IIIが1本、損傷度IVが2本であり、被災度は「小破」と判定された。

なお、応急危険度判定の結果は「危険」であり、建築物エントランスには、内部への立入り禁止テープが貼られていたが、一部居住者は生活を継続している様子が確認された。

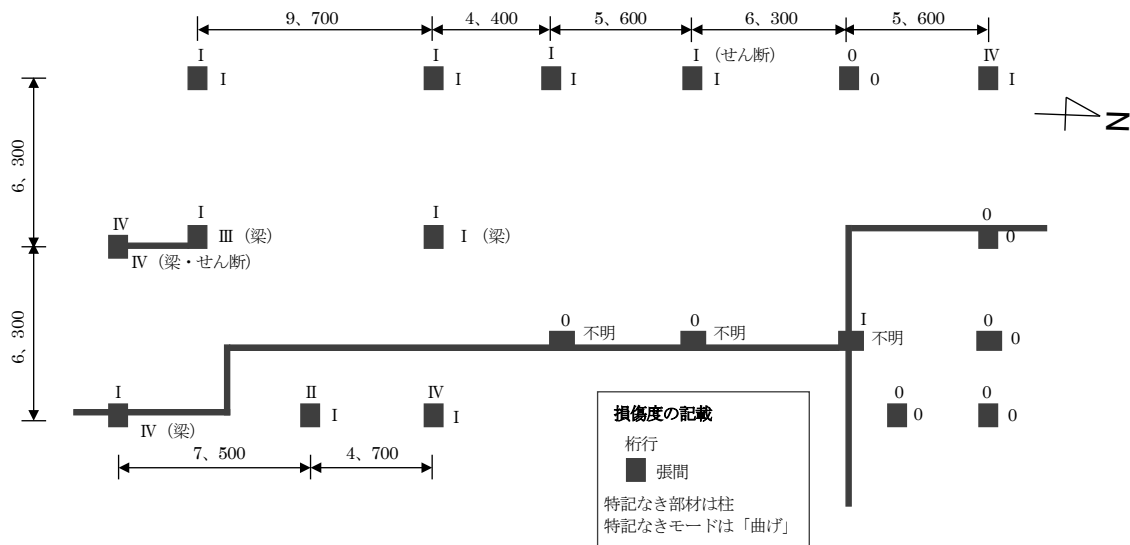


図5.5-16 部材損傷度判定結果（1階）

表5.5-13 被災度区分判定結果（1階桁行方向）

損傷度	本数	残余性能 (せん断)	本数	残余性能 (曲げ)	本数× 残余性能
V	0	0	0	0	0
IV	0	0	3	0.20	0.60
III	0	0.30	0	0.50	0
II	0	0.60	1	0.75	0.75
I	1	0.95	7	0.95	7.60
0	0	1	7	1	7.00
合計	1		18		15.95
				耐震性能 残存率	83.9% 小破

表5.5-14 被災度区分判定結果（1階張間方向）

損傷度	本数	残余性能 (曲げ)	本数	残余性能 (梁・ せん断)	本数	残余性能 (梁・ 曲げ)	本数× 残余性能
V	0	0	0	0	0	0	0
IV	0	0.20	1	0.10	1	0.20	0.30
III	0	0.50	0	0.40	1	0.50	0.50
II	0	0.75	0	0.70	0	0.75	0
I	7	0.95	0	0.95	1	0.95	7.60
0	5	1	0	1	0	1	5
合計	12		1		3		13.40
						耐震性能 残存率	83.7% 小破

12) 共同住宅L（熊本市中央区、建設年1990年）

本建築物は、10階建てSRC造共同住宅である。桁行方向は8スパン、張間方向は最大3スパンで、平面形状はL字形である（写真5.5-58、写真5.5-59）。調査時点において、当該建築物は継続使用されている様子であった。本調査では、被害の概要を把握するとともに、被害が大きい5階の共用廊下側の構面の一部を対象とした被災度区分判定を実施した。



写真5.5-58 外観（東側）



写真5.5-59 建築物（北西側）

桁行方向のバルコニー側の構面では、1～8階に渡って方立壁がせん断破壊していたが、袖壁の破壊は確認されなかった（写真 5.5-60）。また、当該方立て壁は高さ方向に不規則に配置されており、壁のアスペクト比は1から2程度となっている。一方で、バルコニーが設けられた張間方向の外側の構面では、方立壁を含めて、目立った損傷は確認できなかった。



写真5.5-60 桁行き方向バルコニー側の方立て壁のせん断破壊

桁行方向の共用廊下側の構面でも、1～10階の全ての階において、方立壁のせん断破壊が生じており、コンクリートの剥落や鉄筋の露出が見られた（写真 5.5-61）。また、せん断破壊には至らないものの、多くの袖壁でせん断ひび割れが発生していた。現地で実測した方立壁の厚みは180mmで、D10の壁筋がおよそ150mmピッチで配筋されていた。

構造的な被害としては、各階の柱や梁、柱梁接合部で、曲げひび割れやせん断ひび割れが見られたが、ひび割れ幅は0.2mm以下のものが大部分を占めていた（写真 5.5-62）。また、1階駐輪場内の桁行方向の大梁の端部でもせん断ひび割れが見られた（写真 5.5-63）。

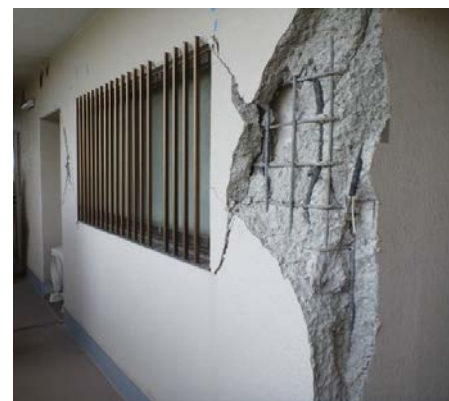


写真5.5-61 桁行き方向の共用廊下側の構面における被害



写真5.5-62 ドア開口上の大梁のひび割れ



写真5.5-63 1階駐輪場内の桁行方向の大梁のせん断ひび割れ

被災度区分判定基準^{5.5-1}に従い、被害が最も大きい5階について、桁行方向の共用廊下側のおよそ5スパンについて、部材損傷度の判定を行った(図5.5-17)。

構造部材に関しては、柱に生じたせん断ひび割れの幅はいずれも0.2mm以下であった。大梁の端部では曲げひび割れが、柱梁接合部にはせん断ひび割れが発生したが、いずれもひび割れ幅は0.2mm以下であった(図5.5-18)。ただ、大梁に関しては、写真5.5-62に示すように、方立壁と袖壁に挟まれたドア開口上部の位置において、幅1mmのせん断ひび割れが生じていたため、この大梁と隣接する柱の損傷度を評価する際に、大梁の損傷度を柱の損傷度に読み替えた。

表5.5-15に被災度区分判定の結果を示す。新耐震以降に建設された建築物であるため、SRC造の残余性能は、曲げ柱・充腹形で算定した。また、6本の柱のうち、4本の損傷度がⅠ、2本の損傷度がⅡ(大梁のせん断ひび割れの損傷を読み替えたもの)と判定され、当該箇所の耐震性能残存率はR=88(%)、被災度は「小破」の判定となった。

方立壁、袖壁に関しては、2015年改訂版の被災度区分判定基準^{5.5-1}で新たに追加された非構造壁の被災度区分判定を別々に実施した。2015年改訂版では、近年の地震被害において、基礎構造や上部構造での被災度が小さい場合でも、非構造壁の損傷により建築物の継続使用が困難となる場合が確認されているため、復旧の要否の判定を明確にするために、従来行われている上部構造の耐震安全性を評価する手法とは別に判定する手法が示された。調査した非構造壁のうち、損傷度Ⅳ以上と判定された非構造壁の割合に応じて、「小破(一部ある場合)」、「中破(半数以上ある場合)」、「大破(ほぼ全数ある場合)」に分類される。ただし、非構造壁の被災度と、建築物の性能や修復経費等の因子との関係は現時点で明確ではなく、今後の課題として示されているため、本稿では参考値として扱うものとする。

方立壁は今回調査した8枚全ての損傷度がⅢを上回り、被災度を評価する際の基準となるⅣ以上の損傷度となったものが全体の88%を占めたため、非構造壁の被災度は「大破」と判定された。一方、袖壁に関しては、今回調査した5枚全ての損傷度がⅢ以下と判定されたため、非構造壁の被災度は「無被害」となった。

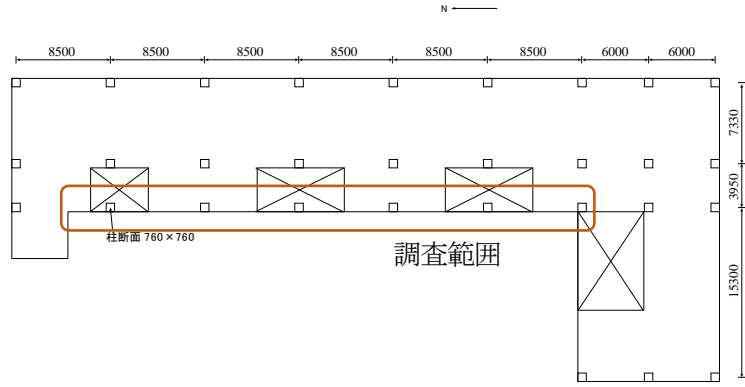


図5.5-17 5階略平面図

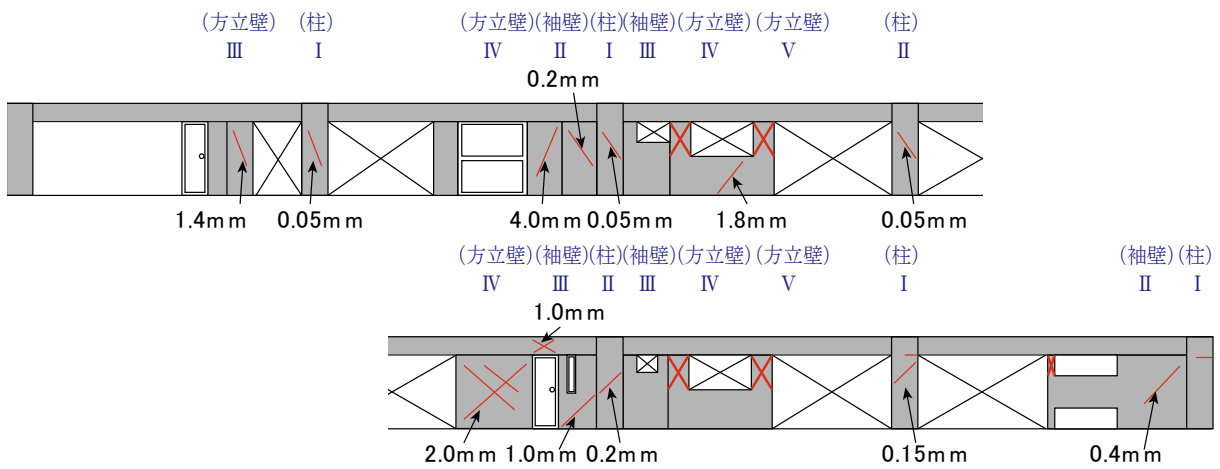


図5.5-18 部材損傷度判定結果(5階)

表5.5-15 被災度判定結果 (桁行方向)

(a) 柱、梁、接合部

損傷度	本数	残余性能	本数× 残余性能
V	0	0.00	0.00
IV	0	0.20	0.00
III	0	0.50	0.00
II	2	0.75	1.50
I	4	0.95	3.80
合計	6		5.30
		耐震性能	88%
		残存率	小破

(b) 方立壁

損傷度	本数
V	2
IV	4
III	1
II	0
I	0
合計	7

(c) 袖壁

損傷度	本数
V	0
IV	0
III	3
II	2
I	0
合計	5

13) 共同住宅 M (熊本市中央区、建設年 1986 年)

本建築物は桁行方向 6 スパン、張間方向 1 スパンの 11 階建て SRC 造の共同住宅であり、8 階から上階がセットバックしている (写真 5.5-64)。また、北西側で 4 階建ての別棟とエキスパンションジョイントで接続されている。本詳細調査では、被害の概要を把握するとともに、被害が大きい 4 階の共用廊下側の構面の一部を対象とした被災度区分判定を実施した。



(a) 北西側

(b) 北側

写真5.5-64 建築物の外観

北側の桁行方向の共用廊下側の構面では、方立壁が多く配置されており、1～8 階において方立壁にせん断ひび割れが発生していた (写真 5.5-65)。一部の方立壁では、コンクリートが剥落し、鉄筋が露出していた。現地で計測した壁厚は 150mm であった。一方、南側の桁行方向のバルコニー側の構面では、袖壁が多く配置されていたため、共用廊下側の構面と比較すると損傷が小さかった。また、張間方向の妻壁でも、複数層に渡って、開口に挟まれた部分でせん断ひび割れが発生していた (写真 5.5-66)。



写真5.5-65 桁行方向の共用廊下側の構面における方立壁の被害



写真5.5-66 張間方向の妻壁の被害

被災度区分判定基準^{5.5-1}に従い、被害が最も大きい4階について、桁行方向の共用廊下側のおよそ5スパンについて、部材損傷度の判定を行った。図5.5-19中に各部材の名称(C:柱、W:方立壁、袖壁)と判定した損傷度を示す。構造部材に関しては、柱に生じたせん断ひび割れの幅はいずれも0.2mm以下であり、大梁、柱梁接合部の目立った損傷は確認できなかった。また、窓開口に隣接し、腰壁による短スパン化により、アスペクト比が1.4程度となった方立壁では、損傷度がⅢ～Ⅴと判定されたが、その他の方立壁や袖壁では、損傷度がⅠ～Ⅲに留まっていた。

表5.5-16に被災度区分判定の結果を示す。新耐震以降に建設された建築物であるため、SRC造の残余性能は、曲げ柱・充腹形で算定した。また、5本全ての柱の損傷度がⅠと判定され、当該箇所の耐震性能残存率はR=95(%)、被災度は「軽微」の判定となった。

また、参考までに、方立壁、袖壁に関しては、非構造壁の被災度区分判定を別々に実施した。方立壁は今回調査した9枚のうち、3枚の損傷度がⅣを上回ったため、非構造壁の被災度は「小破」と判定された。また、袖壁に関しては、今回調査した2枚の損傷度がいずれもⅢ以下と判定されたため、非構造壁の被災度は「該当なし」となった。

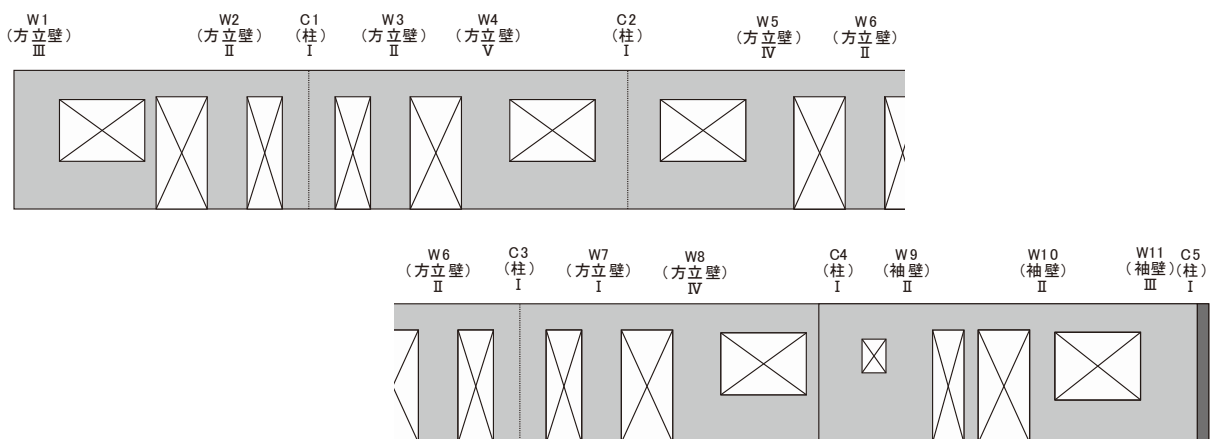


図5.5-19 被災度判定の結果（桁行方向）

表5.5-16 被災度判定の結果（桁行方向）

(a) 柱				(b) 方立壁		(c) 袖壁	
損傷度	本数	残余性能	本数×残余性能	損傷度	本数	損傷度	本数
V	0	0.00	0.00	V	1	V	0
IV	0	0.20	0.00	IV	2	IV	0
III	0	0.50	0.00	III	1	III	1
II	0	0.75	0.00	II	4	II	1
I	5	0.95	4.75	I	1	I	0
合計	5		4.75	合計	9	合計	2
		耐震性能	95%				
		残存率	軽微				

14) 共同住宅 N（熊本市西区、建設年 1982 年）

本建築物は坪井川沿いに建設された SRC 造（一部 RC 造）共同住宅であり、平面的にはおおよそ T 字形であるが、構造的には 3 棟（14 階建て 1 棟、11 階建て 2 棟）が折れ曲がり部に設けられたエキスパンションジョイントによって接続されている（写真 5.5-67）。

主な被害は、方立て壁のせん断破壊（写真 5.5-68）、FRP 受水槽の破損（写真 5.5-69）、エキスパンションジョイント部の損傷・脱落（写真 5.5-70）などである。調査時点においても受水槽の破損は修復されておらず各住戸に水は供給不能になっており、生活を継続している 10 世帯の住民は、ポリタンクを使用して水を運搬していた。

最も方立て壁の損傷が大きかった住棟は、坪井川と平行するほぼ南北軸の 14 階建てで、桁行方向 6 スパン、張間方向 1 スパンである。3～14 階が桁行き方向に方立て壁がある住宅階で、4～10 階にかけてコンクリートの剥落や鉄筋の露出が見られた。

当該住棟の 1、2 階はピロティ構造の駐車場階であるが、桁行方向の構面外の一部の非構造壁脚部にコンクリートの剥落や鉄筋露出が見られた他は、張間方向には袖壁や RC ブレースが配置されており、構造的な被害としては、一部の柱、袖壁端部、梁端部に 0.3mm 以下の曲げひび割れやせん断ひび割れが見られた程度であった。

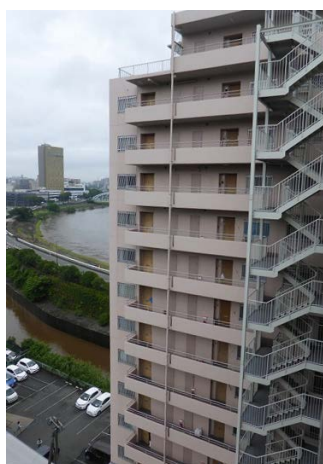


写真5.5-67 14 階建て建築物西面



写真5.5-68 方立て壁のせん断破壊



写真5.5-69 FRP 受水槽の破損



写真5.5-70 エキスパンションジョイント部の損傷・脱落



写真5.5-71 駐車場階（1階）全景



写真5.5-72 駐車場の桁行方向非構造壁の損傷

桁行方向で最も被害が大きい6階の共用廊下側にて、被災度区分判定^{5.5-1}を実施した。部材損傷度を判定した結果を図5.5-20に、被災度区分判定結果を表5.5-17に示す。7本の柱全てが損傷度0となり、最も被害が大きい6階の共用廊下側でも、構造部材の被災度は「無被害」と判定された。

また、参考までに、12枚の方立壁について、非構造壁の被災度区分判定^{5.5-1}を行ったところ、9枚の方立壁で損傷度がIVを上回った。当該部分の方立壁の被災度は「大破」と判定された。

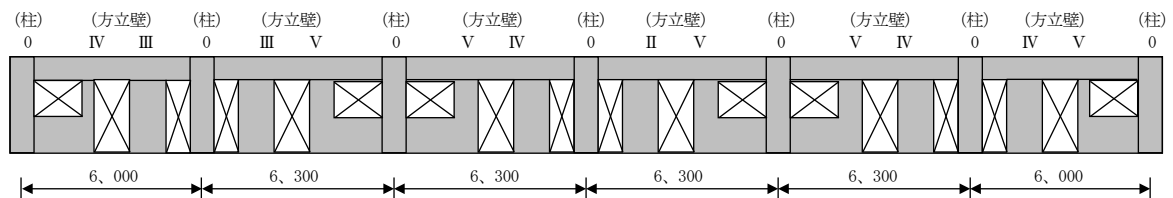


図5.5-20 部材損傷度判定結果（桁行方向6階共用廊下側）

表5. 5-17 被災度区分判定結果

(a) 柱				(b) 非構造壁	
損傷度	本数	残余性能	本数× 残余性能	損傷度	本数
V	0		0	V	5
IV	0		0	IV	4
III	0		0	III	2
II	0		0	II	1
I	0		0	I	0
0	7	1	7	0	0
合計	7		7	合計	12
		耐震性能 残存率	100% 無被害		大破

15) 共同住宅0（熊本市中央区、建設年 1987 年）

本建築物は白川から約 100m 程度離れた場所に建設された SRC 造の 11 階建て共同住宅であり、構造的には南側と北側にある 2 棟がエキスパンションジョイントによって接続されている（写真 5. 5-73、写真 5. 5-74）。



写真5. 5-73 南側建築物の北面とエキスパンションジョイント部



写真5. 5-74 隣接建築物から撮影した外観

主な被害は、南側にある住棟の張間方向が南面（白川側）に傾斜していることと、エキスパンションジョイント部の損傷・脱落である。一部の階の方立て壁および戸境壁に軽微なせん断ひび割れが見られた以外は、柱、梁に構造的な損傷は見られなかった。また、北側の住棟はほぼ無被害である。

周辺の状況は、表層のアスファルト路盤に若干の凹凸が見られたが、建築物外周と地盤面には明らかな高低差や段差などは生じておらず、建築物もしくは地盤が沈下していることを示す事象は確認できなかった（写真 5. 5-75）。本建築物の 1 階柱が傾斜する方向に近接して設けられているコンクリートブロック壁には、その頂部から組積体の破壊を伴うせん断ひび割れが生じていた（写真 5. 5-76）。なお、周辺にある建築物で、沈下や傾斜が生じているとの情報は確認されていない。

写真 5. 5-78 に示すように、柱側面に曲尺を当て、下げ振りを用いて南側住棟 1 階南側の柱 2 本および 11 階南側の柱 1 本で傾斜を測定した結果、1 階南側の柱では張間方向に 1/100、11 階南側の柱で

は張間方向に 1.5/100 の傾斜が確認された (図 5.5-21、図 5.5-22)。なお、いずれも桁行方向側への傾斜は確認されなかった。基礎構造の沈下・傾斜による被災度区分判定^{5.5-1}によれば、1.5/100 の傾斜は「大破」に該当する。しかし、傾斜を測定した柱の仕上げ面には若干の不陸があり、本測定方法による精度は必ずしも十分ではないので、判定結果は参考扱いとする。

一方、エキスパンションジョイント部で、共用廊下スラブの 2 棟間の躯体離隔距離を測定した結果、11 階が 400mm、8 階が 300mm、5 階が 215mm、2 階が 115mm であった。これは、地震の発生前にはエキスパンションジョイント部の離隔距離が各階でほぼ同一であったと仮定すれば、階高 3m 弱で一方の建築物に 1/100 の傾斜が生じた場合の離隔距離とほぼ等しい結果となる。なお、エキスパンションジョイント部の離隔距離については、居住者が地震後継続的に計測をしているとのことであったが、傾斜の進行は確認されていないようである。また、1 階のエキスパンションジョイント部の 2 棟の床面に高低差は生じていなかった。

住戸内部の状況を確認したところ、1 階の和室の襖が大きく折れ曲がっていた。また、11 階の部屋のドアが傾斜方向に自動的に開くことを確認しており、居住者の体感としても傾斜があることが明らかに感じられ、気分が悪くなっている住民もいるとのヒアリング結果を得ている。



写真5.5-75 表層アスファルト路盤の凹凸



写真5.5-76 柱の傾斜方向 (写真矢印) にあるコンクリートブロックの破壊とせん断ひび割れ



写真5.5-77 エキスパンションジョイント部の損傷・脱落



写真5.5-78 下げ振りによる柱の傾斜測定

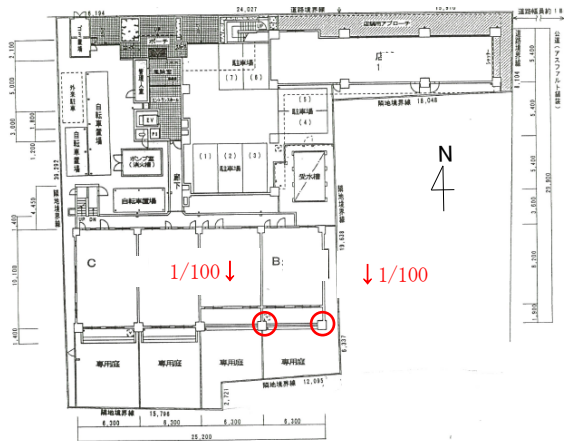


図5.5-21 傾斜の測定位置・傾斜角(1階)



図5.5-22 傾斜の測定位置・傾斜角(11階)

16) 共同住宅P(熊本市東区、建設年1996年)

本建築物は桁行方向8スパン、張間方向1スパンのRC造の10階建て共同住宅である(写真5.5-79)。平面形状は長方形で、共用廊下側の1階には住棟本体と構造的に接続した下屋がエントランスホールとして使用されている。本敷地は、ほぼ東西方向に走る県道28号線の南側に位置し、住棟はやや西側に角度が振れた南北軸配置となっている。県道28号線の南側は緩やかな斜面地で、南側にかけて地盤面が下がるため、建築物外周部は敷地北側の地盤面高さに合わせて南側にかけて盛り土を行い、敷地内の地盤面の高さをほぼ一定にしていると思われる。敷地南側とその周辺地盤では、おおよそ1.5~2m程度の高低差がある。



写真5.5-79 建築物東面

1階エントランスホールと住棟本体をつなぐ小梁は、住棟側端部の下端から上端にかけて幅30mm程度の亀裂が生じていた。また、小梁周辺のスラブの下端にも、小梁端部位置から桁行方向大梁に沿って2.5mほどの長さで最大幅50mmほどの亀裂が生じていた(写真5.5-80、写真5.5-81、写真5.5-82)。

1階駐輪場土間スラブは、スラブ端部とスラブ中央では300mm程度の高低差が生じ、亀甲状の亀裂が見られた(写真5.5-83)。なお、土間スラブは無筋コンクリートである。1階住戸のフローリング床は、スラブ端部とスラブ中央では120mm程度の高低差が生じていた。木間仕切り壁は軸方向の圧縮側の変形によって損壊していた(写真5.5-84)。なお、桁行方向構面内に玄関ドアがあるが、その開閉

に不具合は生じていなかった。

また、上階の住戸から1階スラブ下に設けられていた排水管が1階スラブ下で損壊したため、1階住戸内で排水管を横引きして外部配管と接続させる応急処置が施されていた。上記以外には顕著な構造被害は見られず、柱の傾斜も確認されなかった。

本建築物は杭基礎であるが、建築物とその外周地盤面には300mm程度の段差が地震によって生じていた。また周辺地盤は地割れや凹凸などの地盤変状が広く確認された（写真5.5-85、写真5.5-86、写真5.5-87）。

被害程度の大きい1階住戸の一部については使用されていなかったが、それ以外の住戸については使用されている様子であった。



写真5.5-80 1階エントランスホールの外観



写真5.5-81 1階エントランスホール内部と住棟本体（左側）をつなぐ梁端の大きな残留ひび割れ



写真5.5-82 1階エントランスホールと住棟本体をつなぐ小梁およびその周辺スラブに生じた曲げひび割れ



写真5.5-83 1階駐輪場土間スラブの上方向への残留変形と大きなひび割れ



写真5.5-84 1階住戸木間仕切り壁の損壊

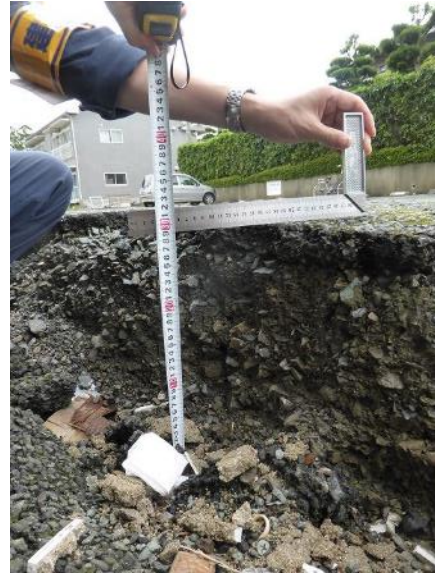


写真5.5-85 建築物と外周地盤の段差



写真5.5-86 建築物と外周地盤の段差



写真5.5-87 周辺地盤の地割れ

17) 共同住宅Q (熊本市東区、建設年 1983 年)

本建築物は桁行方向がラーメン構造で9スパン、張間方向が連層耐力壁構造で1スパンのRC造の5階建て共同住宅で、平面形状は長方形である(写真5.5-88)。基礎形式は支持杭で、杭種はAC杭、杭径500φ、杭長は39m程度である。



(a) 建築物北東面



(b) 建築物南面

写真5.5-88 建築物外観

被害は、北側への建築物の傾斜である。柱側面に曲尺を当て、下げ振りを用いて1階の柱5本および3階の柱7本で傾斜を測定した結果、張間方向北側に向けて1.5/100前後の傾斜が確認された（図5.5-23、図5.5-24）。また、桁行方向においても向きは一定ではないが、0～1/100程度の傾斜が確認された。両方向の傾斜の合成値で最大は1.8/100程度である。基礎構造の沈下・傾斜による被災度区分判定^{5.5-1}によれば、1.8/100の傾斜は「大破」に該当する。しかし、傾斜を測定した柱の仕上げ面には若干の不陸があり、本測定方法による精度は必ずしも十分ではないので、判定結果は参考扱いとする。

なお、周辺地盤は若干の沈下が見られ、階段室へと接続されている土間スラブ端部のコンクリート製ブロックが押し出されている状態が確認された。

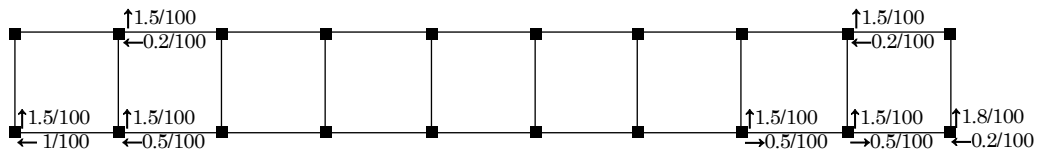


図5.5-23 3階の概略平面図と柱の傾斜角

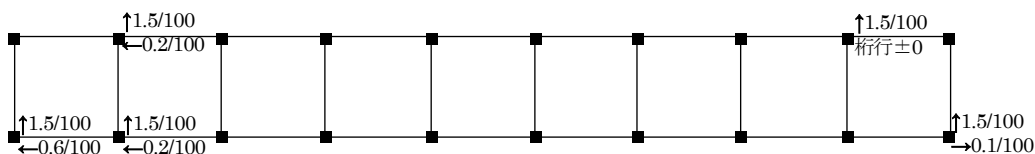


図5.5-24 1階の概略平面図と柱の傾斜角

18) 共同住宅 R (熊本市東区、建設年 1984 年)

本建築物は桁行方向がラーメン構造で9スパン、張間方向が連層耐力壁構造で1スパンのRC造の5階建て共同住宅で、平面形状は長方形である。基礎形式は支持杭で、杭種はPHC杭、杭径500φ、杭長は39m程度である。



(a) 建築物東面



(b) 建築物南面

写真5.5-89 建築物外観

被害は、北側への建築物の傾斜である。柱側面に曲尺を当て、下げ振りを用いて1階の柱2本および2階の柱4本で傾斜を測定した結果、張間方向北側に向けて2.5/100前後の傾斜が確認された（図

5.5-25、図 5.5-26)。桁行方向の傾斜は極めて小さい。両方向の傾斜の合成値で最大は 2.7/100 程度である。基礎構造の沈下・傾斜による被災度区分判定^{5.5-1}によれば、2.7/100 の傾斜は「大破」に該当する。しかし、傾斜を測定した柱の仕上げ面には若干の不陸があり、本測定方法による精度は必ずしも十分ではないので、判定結果は参考扱いとする。

なお、周辺地盤は若干の沈下が見られ、階段室へと接続されている土間スラブ端部のコンクリート製ブロックが押し出されている状態が確認された。

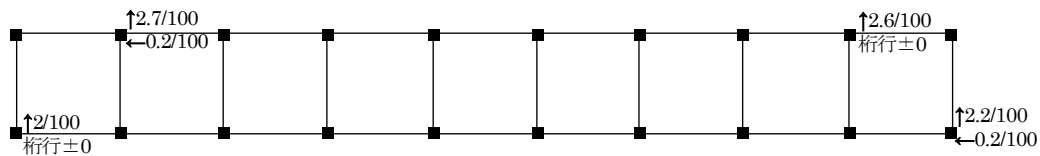


図5.5-25 2階の概略平面図と柱の傾斜角

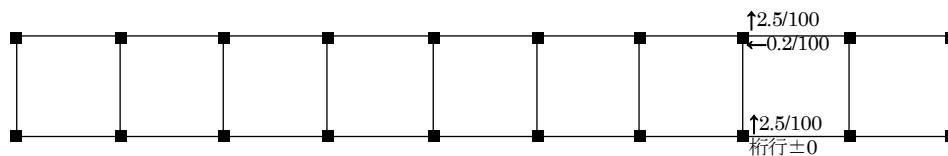


図5.5-26 1階の概略平面図と柱の傾斜角

19) 共同住宅 S (熊本市東区、建設年 1984 年)

本建築物は桁行方向がラーメン構造で 9 スパン、張間方向が連層耐力壁構造で 1 スパンの RC 造の 5 階建て共同住宅で、平面形状は長方形である。基礎形式は支持杭で、杭種は PHC 杭、杭径 500 φ、杭長は 39m 程度である。



(a) 建築物東面 (b) 建築物北面 方立て壁のせん断ひび割れ

写真5.5-90 建築物外観

被害は、南側への建築物の傾斜である。柱側面に曲尺を当て、下げ振りを用いて 1 階の柱 4 本および 2 階の柱 4 本で傾斜を測定した結果、張間方向北側に向けて 1.2/100~2.3/100 程度の傾斜が確認された (図 5.5-27、図 5.5-28)。傾斜は東から西側に向けて大きくなる傾向にあった。また、桁行方向においても東側に、0~1/100 程度の傾斜が確認された。北側桁行方向の方立て壁の一部には、せん断

ひび割れが見られた。両方向の傾斜の合成値で最大は2.5/100程度である。基礎構造の沈下・傾斜による被災度区分判定^{5.5-1}によれば、2.5/100の傾斜は「大破」に該当する。しかし、傾斜を測定した柱の仕上げ面には若干の不陸があり、本測定方法による精度は必ずしも十分ではないので、判定結果は参考扱いとする。

なお、周辺地盤は若干の沈下が見られ、階段室へと接続されている土間スラブ端部のコンクリート製ブロックが押し出されている状態が確認された。

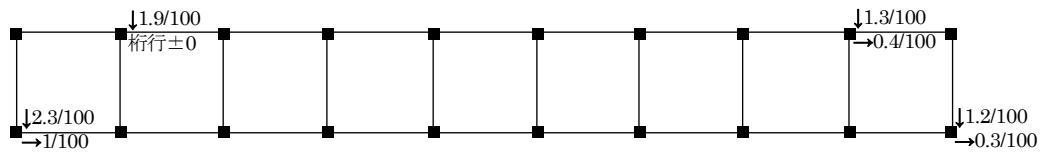


図5.5-27 2階の概略平面図と柱の傾斜角

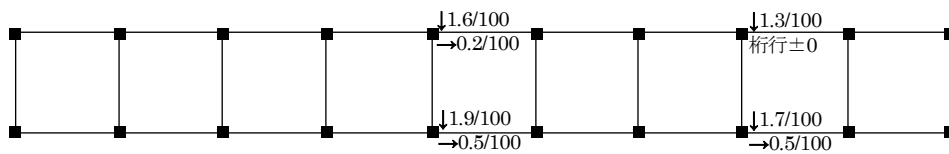


図5.5-28 1階の概略平面図と柱の傾斜角

20) 共同住宅 T (熊本市東区、建設年 1985 年)

本建築物は壁式 RC 造の 5 階建て共同住宅で、平面形状は 2 階段室型の長方形である (写真 5.5-91)。



写真5.5-91 建築物北面

被害は、建築物外周部の地盤の亀裂(写真 5.5-92、写真 5.5-94)と基礎立上り部の損傷(写真 5.5-93)である。建築物外周部の地盤の亀裂は、南面および北面の桁行方向の基礎立上り部に接する範囲に沿って顕著であり、最大で 0.6m 程度の幅の亀裂が見られた。しかし、東面および西面の張間方向の基礎立上り部周辺には同様の地盤変状は見られなかった。

建築物の被害としては、西面の基礎立上り部の換気口周辺にコンクリートのひび割れおよび剥落が見られたほかは、塩化ビニル製の雨水管に位置のずれや継手部での損傷があった程度で、上部構造としての被害は傾斜も含めて外観からは確認できなかった。



写真5.5-92 建築部外周部の地盤の亀裂



写真5.5-93 基礎立上り部の損傷



写真5.5-94 建築部外周部の地盤の亀裂



21) 共同住宅U（熊本市中央区、建設年1998年）
本建築物は、13階建てのRC造共同住宅である。建築物平面はL字型の形状をしている。1階はピロティ構造となっていたが、張間方向に耐力壁が配されており、目立った損傷は確認されなかった。2階より上階では、開口部周辺の方立壁が損傷していることが確認された（写真5.5-95）。



写真5.5-95 建築物外観



写真5.5-96 非構造壁の損傷

22) 共同住宅V（熊本市中東区、建設年1991年）

本建築物は11階建てSRC造（一部RC造）の共同住宅である（写真5.5-97、写真5.5-98）。桁行方向の共用廊下側、バルコニー側のいずれの方立壁でもせん断破壊が生じているが、特に共用廊下側の損傷が激しい（写真5.5-99、写真5.5-100）。また、張間方向の一部の方立壁にもせん断ひび割れが発生していた。



写真5.5-97 建築物北西側



写真5.5-98 建築物南東側



写真5.5-99 共用廊下側の方立壁の損傷



写真5.5-100 バルコニー側の方立壁の損傷

23) 共同住宅 W (熊本市中央区、建設年 1998 年)

本建築物は、13 階建て SRC 造共同住宅である。平面形状は L 字形であり、2 棟の建築物が渡り廊下部分に設けられたエキスパンションジョイントを介して接続されている。

当該建築物では、エキスパンションジョイント部及びその周辺のコンクリートの破壊が見られる。エキスパンションジョイントで分割された 2 棟の建築物が地震時に衝突したものと推察される。



写真5.5-101 外観 (北側)



写真5.5-102 エキスパンションジョイント部の破壊

24) 共同住宅 X (熊本市東区、建設年 2003 年)

本建築物は、20 階建て SRC 造共同住宅である。当該建築物の平面形状はおおよそ長方形である。本建築物と隣接する 10 階建て中層住棟は、渡り廊下部分に設けられたエキスパンションジョイントを介して接続されているが、11 階以上の当該部分には RC 造手摺壁がある。当該建築物ではその手摺壁にせん断破壊 (写真 5.5-103) が生じている。調査時点において、当該建築物は継続使用されていた。

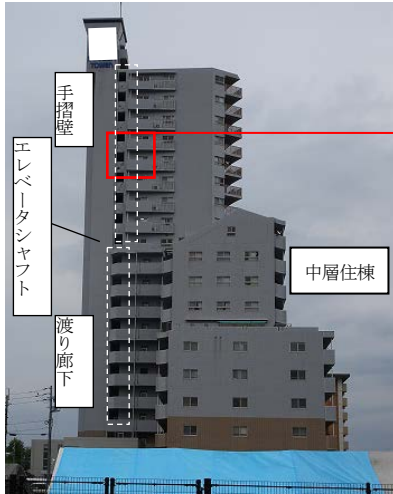


写真5.5-103 外観（西側）



写真5.5-104 廊下手摺壁のせん断破壊

25) 病院 Y (熊本市東区、建設年 1979 年 (南側病棟)、1984 年 (北側病棟)、2001 年 (管理棟))
 本建築物は、8 階建て (地下 1 階) の病棟 2 棟及び 7 階建ての管理棟 1 棟からなる SRC 造病院建築物である (写真 5.5-105)。病棟は低層部分がエキスパンションジョイントで分割された南側病棟と北側病棟の 2 棟からなっており、内部調査ができたのは南側病棟である。北側病棟は現行の耐震基準を満足しているが、南側病棟は満足していないと関係者から情報が得られている。

当該建築物では、管理棟や南側病棟の外壁タイルの剥落 (写真 5.5-106)、渡り廊下のガラス破損並びに南側病棟の中間階の廊下に面する非構造壁のせん断破壊 (写真 5.5-107)、柱の軽微な曲げひび割れ及び 1 階天井仕上げ材の脱落 (写真 5.5-108) が確認された。その他、南側病棟の病床ベッド等内容物の移動・散乱によって病院機能が喪失したことから、入院患者を移動したとのことである。調査時点において、当該建築物は 1 階のロータリーエリアで外来患者への対応がなされていた。



写真5.5-105 外観
 (写真奥から北側病棟、南側病棟、管理棟)



写真5.5-106 外壁タイルの剥落
 (管理棟南側)

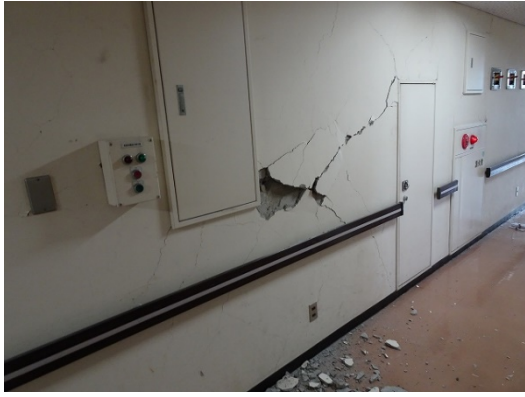


写真5.5-107 中間階の非構造壁のせん断破壊（南側病棟）



写真5.5-108 天井仕上げ材の脱落（南側病棟）

26) 病院 Z (宇城市、建設年 2012 年)

本建築物は、4階建て（地下1階）RC造病院である。当該建築物では、一部の耐力壁にせん断ひび割れと脚部のかぶりコンクリートの剥落（写真5.5-110、写真5.5-111）が見られる他は、窓ガラスの破損（写真5.5-112）・落下や外壁タイルの剥落など非構造部材の損傷が中心である。調査時点において、破損した窓ガラス部分は木製パネルで応急的に養生がなされ、病院としては継続使用されていた。



写真5.5-109 外観（西側）



写真5.5-110 耐力壁脚部の損傷



写真5.5-111 耐力壁のせん断ひび割れ

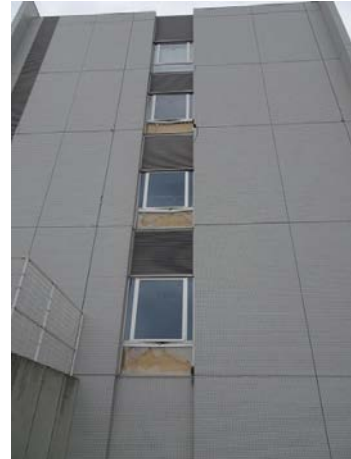


写真5.5-112 境界梁部分にある窓ガラスの破損・落下

27) 庁舎 AA (阿蘇郡西原村、建設年 1987 年)

本建築物は、RC 造 2 階建て建築物が渡り廊下でつながる構造となっている (写真 5.5-113)。建築物脇に地震計が設置されており、4 月 16 日の地震で震度 7 を記録している。外壁面に軽微なせん断ひび割れが生じているが、全体的に構造部材の被害は少ない (写真 5.5-115)。増設された鉄骨造のエレベータ棟は本庁舎とエキスパンションジョイントで接続されているが、エキスパンションジョイント部が破損している (写真 5.5-116)。設備被害としては、会議室や居室の天井部の換気口が破損し、一部落下している。



写真5.5-113 外観



写真5.5-114 地震計

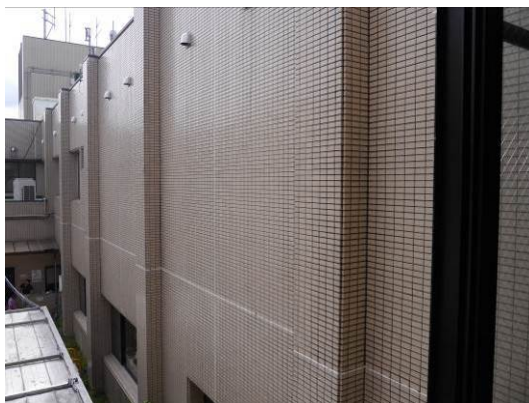


写真5.5-115 壁面のせん断ひび割れ



写真5.5-116 エキスパンションジョイントの破損

28) 庁舎 AB (上益城郡御船町、建設年 1982 年)

本建築物は、3 階建て RC 造庁舎である (写真 5.5-117)。建築物に構造的な被害は発生していないことが確認されている。議会場の一部で天井が落下した。隣接する体育館やカルチャーセンターでは、天井被害が報告されたが、応急復旧をし、避難所として使用している。

設備被害としては、発災直後に停電したため、自家発電に切り替わったが、冷却水が機能せず自家発電の維持が困難となった。その後、4 月 26 日ごろに、九州電力の発電車が設置され電力が確保された。



写真5.5-117 外観



写真5.5-118 隣接する体育館

29) 庁舎 AC (上益城郡嘉島町、建設年 1997 年)

本建築物は、3 階建ての RC 造庁舎である (写真 5.5-119)。エントランス屋上や 3 階渡り廊下の鉄骨梁を支える RC 造コーベルが損傷を受け、コンクリート片が落下したため、一時、建築物の使用を制限していた (写真 5.5-120、写真 5.5-121)。現在、損傷を受けた箇所の補強工事を行っている。その他の部材に目立った被害は生じていない。



写真5.5-119 外観



写真5.5-120 エントランス屋根上の鉄骨梁を支える RC 造コーベルの損傷



写真5.5-121 エントランス屋根上の鉄骨梁を支える RC 造コーベルの損傷

30) 庁舎 AD (熊本市西区、建設年 2012 年)

本建築物は、3 階建て RC 造庁舎である。南北に並ぶ 2 棟の庁舎がエキスパンションジョイントで接続されており、調査は主として北側の庁舎を対象として行った。

当該建築物では、外周部分の床に周辺地盤の変状によるものと推察されるひび割れが生じている写真 5.5-123、写真 5.5-124)。また 2 棟をつなぐ 1 階廊下に設置された自動扉が開閉障害を起こしていた。構造体には目立った被害は見られない。調査時点において、当該建築物は庁舎として機能していた。



写真5.5-122 外観 (北側)



写真5.5-123 エントランス部分の床ひび割れ



写真5.5-124 南側外構のひび割れ



写真5.5-125 建築物に接する地盤のひび割れ

31) 庁舎 AE (熊本市東区、建設年 2012 年)

本建築物は、3 階建て SRC 造庁舎である (写真 5.5-126)。平面形状は長方形で、桁行方向が東西方向である。

当該建築物では、1 階から 2 階にかかる階段底面にひび割れ及び被りコンクリートの剥落 (写真 5.5-127) が確認された。また構造体に目立った被害はなかったが、1 階の非構造壁脚部のかぶりコンクリートが一部剥落 (写真 5.5-128) し、内部の鉄筋が見える状態となっていた。調査時点において、当該建築物は庁舎として機能していた。



写真5.5-126 外観（南側）



写真5.5-127 階段底面に見られたひび割れ



写真5.5-128 外壁端部のひび割れ



32) 庁舎 AF（氷川町、建設年 1986 年）
本建築物は 2 階建て RC 造庁舎である。敷地内には地震計が設置されていた。建築物の被害としては、非構造壁の一部に軽微なひび割れが確認された。また、渡り廊下が接続される部分のエキスパンションジョイントの保護カバーに変形が確認された。



写真5.5-129 地震計の設置状況



写真5.5-130 非構造壁のひび割れ

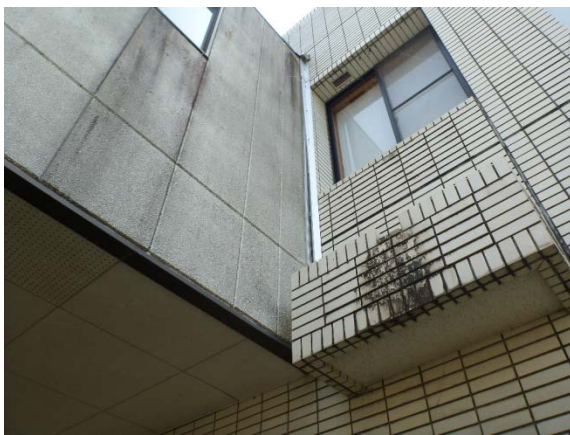


写真5.5-131 エキスパンションジョイント保護カバーの変形（外側）



写真5.5-132 エキスパンションジョイント保護カバーの変形（内側）

33) 庁舎 AG (阿蘇郡南阿蘇村、建設年 1983 年)

本建築物は2階建てRC造である。構造躯体の大部分は仕上材が施されており、仕上材の剥離や脱落を伴うような損傷は確認されなかったが、一部の内装仕上材が施されていない腰壁付き柱に曲げひび割れが確認された。構造躯体以外の被害としては、エントランス部分の窓ガラスの損傷、天井材の脱落が確認された。また調査に入った時点で当該庁舎は機能していた。同じ敷地内の建築物の脇に地震計が設置されていた。



写真5.5-133 建築物西側

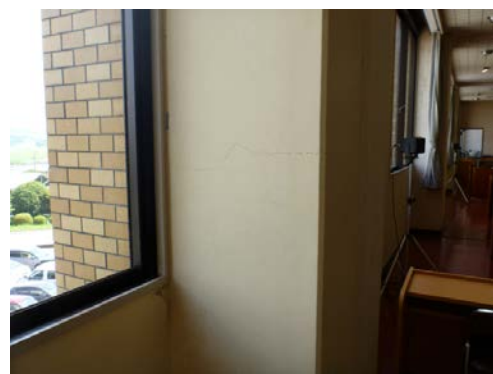


写真5.5-134 腰壁付き柱の曲げひび割れ



写真5.5-135 天井材の脱落



写真5.5-136 地震計設置状況

34) 公共施設 AH (上益城郡益城町、建設年 1990 年)

本建築物は2階建てSRC造である。敷地南面は急斜面があり、擁壁が損傷し地盤が沈下しているため、建築物が傾斜している。なお、気象庁の地震計は、当該建築物の1階床上に設置されていた。



写真5.5-137 建築物正面



写真5.5-138 建築物北側



写真5.5-139 建築物北東面の地盤沈下



写真5.5-140 建築物内の地震計

35) 庁舎 AI (宇城市松橋町、建設年 1994 年)

本建築物は、RC造3階建て庁舎建築物である。構造部材には大きな被害は見られないが、建築物周辺の地盤が20~30cm沈下しており、配管の漏水が起こった。また、2007年に建設されたRC造3階建ての新館との接続部分(エキスパンションジョイント)周辺で目地部分やカバーに損傷が発生してい

る。建築物内部では、一部の天井材や防煙ガラスの落下、天井の衝突による照明器具の変形等が確認されている。外装や内装に使われているタイルは被災前の調査で浮きがあることが確認されており、1F エントランス内の丸柱では余震で脚部のタイルが脱落している。天井材やタイルに関しては、被災後に落下の恐れがあるものを取り除く作業が行われている。



写真5.5-141 外観



写真5.5-142 建築物周辺の地盤変状

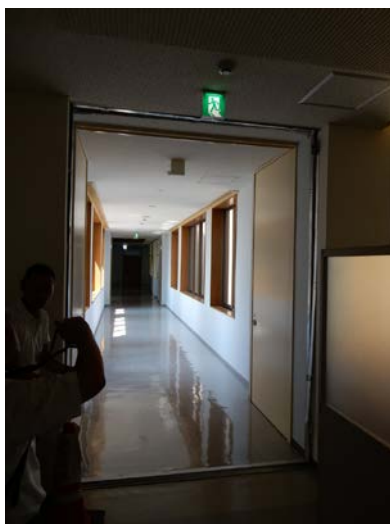


写真5.5-143 エキスパンションジョイント
のカバー等の損傷

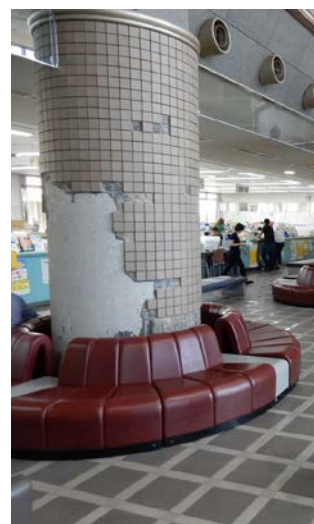


写真5.5-144 1F エントランス内の丸柱
のタイルの剥落

36) 庁舎 AJ (宇城市小川町、建設年 1998 年)

本建築物は SRC 造 4 階建てであり、図書館、文化ホールを有する複合施設として設計、施工された。隣接する RC 造 2 階建て旧庁舎 (写真 5.5-167) の老朽化が進んでいたため、2014 年に同建築物の一部を改修し、庁舎機能が移転された。建築物周辺では若干の地盤変状が見られたが、庁舎の執務室では目立った被害は確認されておらず、被災後も継続使用がなされた。文化ホールでは天井からの落下物や、上階の舞台裏の RC 造壁でせん断ひび割れが確認されたため、一時、立ち入り禁止の措置が取られた。旧庁舎に関しても、今回の震災による大きな損傷は見られないとのことである。



写真5.5-145 新庁舎の入り口周辺の様子



写真5.5-146 外観（旧庁舎）

37) 庁舎 AK（宇城市豊野町、建設年 2007 年）

本建築物は RC 造 2 階建ての庁舎である。1 階に設置していた金庫（写真 5.5-148）の転倒があったものの、構造、非構造、設備の被害や建築物周辺の地盤変状は確認できない。



写真5.5-147 外観



写真5.5-148 転倒した金庫

38) 学校 AL（阿蘇郡南阿蘇村、建設年不明）

本建築物は RC 造 4 階建ての隣接した 2 棟の校舎であり、建設時期は異なるものの、いずれも新耐震建築で、ルート 1 で設計されているとのことである。建築物自体の被害は小さいものの、地盤変状による傾斜とエキスパンションジョイントの被害が報告されている。



写真5.5-149 建築物外観

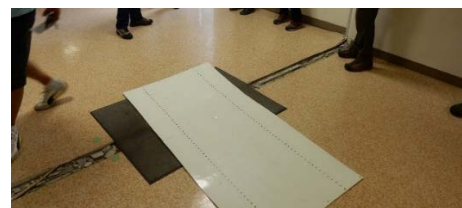


写真5.5-150 建築物周辺の地盤変状とエキスパンションジョイントの被害

39) 学校 AM (阿蘇郡南阿蘇村、建設年 2013 年)

本建築物は 3 階建て RC 造の学校校舎である。運動場には自衛隊の車両が駐車していた。

外観調査の結果、建築物被害としては、非構造壁のせん断ひび割れ、エキスパンションジョイントの損傷がある程度で大きな被害は確認されなかった。



写真5.5-151 建築物外観



写真5.5-152 建築物北東側

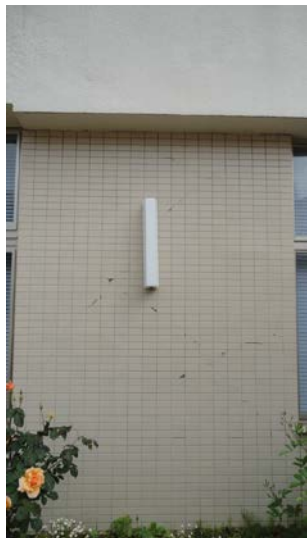


写真5.5-153 非構造壁のひび割れ



写真5.5-154 エキスパンションジョイントの損傷

40) 共同住宅 AN (熊本市中央区、建設年 2008 年)

本建築物は、15 階建て RC 造共同住宅であり、地下に免震層がある。平面は、3×3 スパンの正方形である。地下の免震層には、積層ゴムアイソレータが 0 基 (柱直下に 16 基、そのほか小型のものが 4 基)、鉛ダンパーが 8 基 (四隅に 2 基ずつ)、U 型ダンパーが 8 基 (四隅に 2 基ずつ) 設置されている。

これらの取付け基部であるコンクリートに大きな損傷が確認されている。詳細は、5.7.2 (9) を参照されたい。

41) 共同住宅 A0 (熊本市中央区、建設年 1998 年)

本建築物は、14 階建て RC 造共同住宅である。1 階と 2 階の間に免震層が設けられている中間階免震であるが、階段棟は 1 階床面下に免震層が設けられている。当該建築物では、1 階階段部の RC 造壁のせん断破壊が確認されている。詳細は、5.7.2 (7) を参照されたい。

42) 庁舎 AP (上益城郡益城町、建設年 1980 年、耐震改修年不明)

本建築物は、3 階建ての RC 造庁舎であり、外付けフレームによる耐震改修がなされている (写真 5.5-155)。庁舎は 2 棟あり、渡り廊下で接続されている。敷地内に設置された地震計では、4 月 14 日の地震、4 月 16 日の地震ともに、震度 7 を記録している。



写真5.5-155 建築物外観

建研・国総研による熊本地震第一次調査^{5.5-2, 5.5-3}では、4 月 14 日の地震では構造躯体の損傷は確認されず、周辺地盤の亀裂や移動などが見られたこと、4 月 16 日の地震で、エレベータ棟の損傷、地盤変状の悪化が確認され、渡り廊下部分の壁部材が大きく損傷し、また柱梁接合部の破壊 (写真 5.5-156、写真 5.5-157) を確認している。

外付け架構と既存架構をつなぐ短スパンの梁部材にわずかなせん断ひび割れを確認している。建築物内部の被害は廊下についてはほとんど見られなかった (写真 5.5-158) ものの、電算室内の什器や窓ガラスの破損 (写真 5.5-159) が確認されている。また庁舎棟の南側の既製コンクリート杭の杭頭部が大きく損傷 (写真 5.5-160) していることを確認した。1 階西側の床上に気象庁の地震計は設置されていた (8 月中旬時点)。

庁舎棟の北側に議会棟があり、2 階で渡り廊下が接続されている。議会棟 2 階の議場の天井が全体的に崩落 (写真 5.5-161) していた。天井パネルは 2 枚貼りで施工されていた。また屋外に設置されていた設備機器が破損 (写真 5.5-162) していた。5 月 10 日時点では、東側に設けられていたエレベータ棟は既に撤去されていた (写真 5.5-163)。



写真5.5-156 渡り廊下被害



写真5.5-157 渡り廊下被害柱梁接合部被害



写真5.5-158 庁舎棟廊下



写真5.5-159 庁舎棟電算室



写真5.5-160 庁舎棟南西側コンクリート杭



写真5.5-161 議会棟議場の崩落した天井



写真5.5-162 破損した設備機器



写真5.5-163 外観 (5月10日時点)

43) 庁舎 AQ (菊池郡菊陽町、建設年 1977 年、耐震改修 2011 年)

本建築物は、一部 3 階建ての RC 造庁舎 (写真 5.5-164) であり、外付けフレームによる耐震改修 (写真 5.5-165) が行われている。外観調査の結果、建築物南西側 2 階のガラスの破損が確認された (5 月初旬の調査時点)。

室内の調査は 8 月中旬に実施した。西側 3 階の議場は一部の天井材が脱落したため応急措置 (写真 5.5-166、写真 5.5-167) がなされていた。天井材は石膏ボード 1 枚貼りであった。また円形の照明を覆うプラスチックの板材が脱落していた。3 階の廊下部分にある非構造壁のひび割れ損傷やトイレ内のタイルの剝落が確認された (写真 5.5-168)。また同 3 階の室内に設置されたキャビネットの天端部分の天井材に損傷 (写真 5.5-169) が確認された。2 階部分においては、破損したガラスは既に新しく

更新されていた。また執務室内の天井材の脱落の脱落（写真 5.5-170）が確認された。防災垂壁は 2 階及び 1 階で脱落、1 階防火戸（写真 5.5-171）が開閉できない状態であったが調査時点では既に応急措置がなされていた。

自治体ネット地震計は敷地内に設置されている。



写真5.5-164 建築物外観



写真5.5-165 外付けフレーム側面



写真5.5-166 斜めに配置された天井材脱落
に対する応急措置

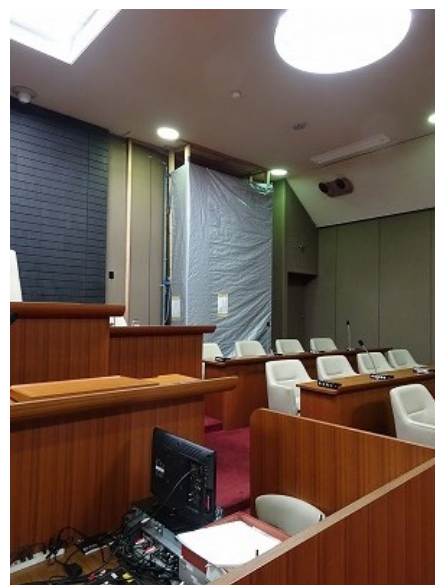


写真5.5-167 端部の天井材の脱落に対す
る応急措置



写真5.5-168 非構造壁の損傷



写真5.5-169 什器天端の天井材の被害



写真5.5-170 2階天井の脱落



写真5.5-171 応急措置された防火戸

44) 庁舎 AR (上益城郡御船町、建設年 1968 年、耐震改修 2010 年)

本建築物は、RC 造 3 階建てであり、2010 年に枠付き鉄骨ブレースによる耐震改修が施されている (写真 5.5-172)。1998 年に実施された耐震診断では、桁行方向は I_s 値が 0.30~0.35、張間方向は 0.54~1.04 となり、桁行方向は全層が、張間方向は 1、2 階が基準値を満たさない結果となっている。耐震改修に当たっては、強度・靱性型の枠付き鉄骨ブレース補強が採用され、 I_s 値は 0.8 前後まで改善されている。

建築物内の耐力壁に大きな損傷が生じており、外装材やコンクリートが剥落している (写真 5.5-173)。また、張間方向における外周柱と建築物外壁構面との間の梁にせん断ひび割れが発生しており、特に建築物北側において戸境壁 (耐力壁) が設けられた部分の短スパン梁のひび割れが顕著である (写真 5.5-174)。被害の程度は、3 階と 1 階が大きい。

設備被害としては、天井部が大きく脱落している箇所が多数ある。また、窓サッシが変形し、開閉ができなくなった窓や、ガラスが破損・脱落した窓が多数ある (写真 5.5-175)。設備被害の詳細は、建研・国総研の熊本地震第 5 次調査^{5.5-4}で報告されている。被害は大きいものの、3 階の一部の部署を除き、大半の部署で建築物内の業務を継続している。



写真5.5-172 外観



写真5.5-173 耐力壁のせん断ひび割れ



写真5.5-174 短スパン梁のせん断ひび割れ



写真5.5-175 窓ガラスの破損

45) 庁舎 AS (宇城市松橋町、建設年 1972 年、耐震改修 2011 年)

本建築物は RC 造 3 階建ての庁舎建築物であり、隣接する敷地に鉄骨造の会議棟の増築が行われている (写真 5.5-176、写真 5.5-177)。増築の際、3 階建てのエレベータホールも設置されている。2011 年に耐震改修が行われ、桁行方向に外付け骨組が、張間方向にブレースが増設されている。建築物周辺の地盤には 10cm 程度の沈下が起こっており、給水管の漏水や鉄骨階段基部のコンクリートの損傷の原因となっている (写真 5.5-178)。建築物の内部では、RC 造壁のひび割れが確認されているものの、主要部材には大きな損傷は確認されておらず、地震後も建築物が継続使用されているが、外周部にある 3 階手すりの一部が損傷を受けて宙づりの状態となったため、地震後に撤去が行われている (写真 5.5-179)。また、本建築物と会議棟を接続するエキスパンションジョイント周辺のカバーや天井材の一部が脱落しており (写真 5.5-180)、会議棟 2 階の会議室では、天井材の落下や間仕切り壁の転倒があり (写真 5.5-181)、一部の部屋が使用禁止となっていた。



写真5.5-176 外観



写真5.5-177 会議棟の外観



写真5.5-178 建築物周辺の地盤変状



写真5.5-179 3F 外周部の手すりの撤去

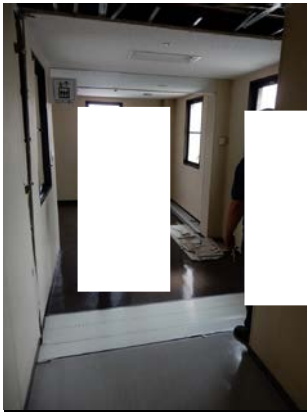


写真5.5-180 エキスパンションジョイント
周辺の損傷



写真5.5-181 間仕切り壁の転倒

46) 郵便局 AT (熊本市中央区、建設年不明、耐震改修年不明)

本建築物は、川沿いに建設された RC 造 3 階建ての郵便局である (写真 5.5-182)。北側構面には鉄骨ブレースによる耐震改修、東側構面には増設耐力壁による耐震改修がなされている (写真 5.5-183)。増設耐力壁を設置した東側構面にて、増設耐力壁のひび割れおよび側柱のせん断破壊、独立柱の顕著なせん断ひび割れが確認されている。



写真5.5-182 建築物外観 (西側)



写真5.5-183 建築物外観 (東側)

47) 学校 AU (阿蘇郡南阿蘇村、建設年 1973 年、耐震改修年不明)

本建築物は RC 造 3 階建ての校舎であり、枠付き鉄骨ブレースによる耐震改修が施されているが、今回の地震で建築物周辺の地盤変状が多く確認されている (写真 5.5-184)。いずれの構面でも、鉄骨

ブレースによる耐震改修が行われていない中央付近のスパンにおいて、連層に渡って、大梁の破壊が起こっていた（写真 5.5-185）。また、南西構面の正面入り口に近い位置の 1 本の柱がせん断破壊していた（写真 5.5-186）。この柱には鉄骨ブレースによる耐震改修は行われておらず、腰壁によって短柱化していた。室内側の床スラブを見ると、せん断破壊した柱の近傍から部屋の奥の方に床スラブが盛り上がっている箇所があり、地盤変状の影響で破壊した可能性がある（写真 5.5-187）。正面入口内のロビーでは、柱のカバーコンクリートの剥落や大梁の破壊が見られ、地盤変状の影響によって床のタイルが割れていた。また、柱も一部鉛直方向に沈下したと思われる損傷も確認した。なお、建築物の左右と中央で建築物の沈下量を計測したところ、左右は 15cm、30cm の沈下があったが、建築物の中央部分は殆ど沈下がなかったとのことである。

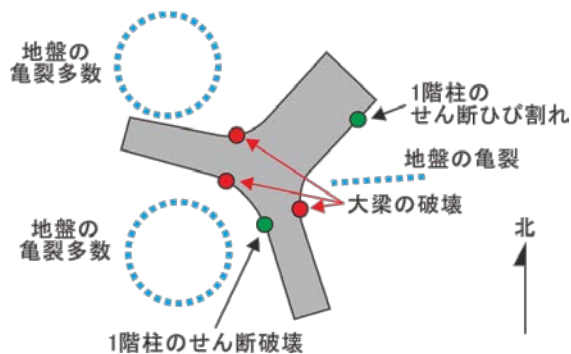


図5.5-29 配置図



写真5.5-184 建築物北西側における地盤変状



写真5.5-185 大梁の破壊



写真5.5-186 柱のせん断破壊



写真5.5-187 せん断破壊した柱の室内側の様子

48) 学校 AV (阿蘇郡南阿蘇村、建設年不明、耐震改修年不明)

本建築物は RC 造の躯体と S 造の屋根からなる体育館である。RC 造の柱の外側にはバットレスが設けられている。鉄骨屋根には耐震改修により、水平ブレースが設置されている（写真 5.5-189）。また、

RC柱と鉄骨屋根の接続部分は、片側の構面がピン、もう片方の構面がローラーとなっており、接合部の損傷の軽減に寄与した可能性がある。部材の幅や配筋から非構造壁と思われる桁行方向の部材がせん断破壊していた（写真5.5-190）。また、建築物に隣接する煙突の作業用の梯子が建築物の屋根部分に近いところで大きく変形しており、建築物（の屋根部分）と煙突の両者もしくはいずれかが地震時に大きく変形した可能性がある（写真5.5-191）。



写真5.5-188 外観



写真5.5-189 鉄骨屋根（白色の部材が耐震改修による水平ブレース）



写真5.5-190 非構造壁のせん断破壊



写真5.5-191 隣接する煙突の梯子の変形

(2) 1981年以前の被災建築物

1) 庁舎AW（宇土市、建設年1965年）

本建築物は、5階建てのRC造庁舎である。平面形状は五角形の庁舎棟と長方形のコア棟（階段室、エレベーター、トイレ）から構成（図5.5-30）される。前者は主としてラーメン架構（上階ほど柱の断面が小さい）、後者は連層耐力壁架構である。

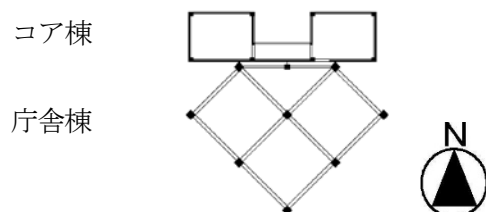


図5.5-30 基準階の概略伏図

2003年に実施された耐震診断では、 I_s 値は0.20～0.43となり、3階が最も低い I_s 値となっている。庁舎棟とコア棟が45度に傾く複雑な平面形状をしており、スラブで接続されていること、コア棟に耐力壁が集中していることから、平面的なバランスを示すSD指標が0.62という低い数値となっている。また、柱断面が小さく、配筋量も少ないことが指摘され、耐震改修が必要であることが指摘されている。

当該建築物の庁舎棟は、4、5階の内柱及び十字形柱梁接合部の大破により局部崩壊している。また当該柱に接続されている梁も大破し、庁舎棟2階柱脚部に損傷（写真5.5-192）が確認された。さらにコア棟の北構面の2階壁脚部で曲げ圧縮破壊（写真5.5-195）を起し、一部は鉄筋座屈が生じている。庁舎棟とコア棟とは厚さ110mmの床スラブで接続されているが、その接続部には大きなひび割れが発生しており、それらの一体性がどの程度確保されているかは不明である。

なお8月中旬の調査において、外壁面の飾り壁および2階庭園部分の解体作業が実施され、外壁面の剛節架構の被害（写真5.5-199～写真5.5-204）が明らかになった。南東南西いずれの4階柱梁接合部が大きく損傷しており、特に南西側4階中央柱両端部の被害が激しい（写真5.5-201）。また東側の4階梁に大きなせん断ひび割れ（写真5.5-204）が確認された。



写真5.5-192 外観（南西側）



写真5.5-193 外観（南東側）



写真5.5-194 西側4階柱-5階梁接合部



写真5.5-195 4階柱-5階梁接合部



写真5.5-196 5階柱頭部の破壊



写真5.5-197 南側2階柱脚部の破壊



写真5.5-198 北東側2階脚部

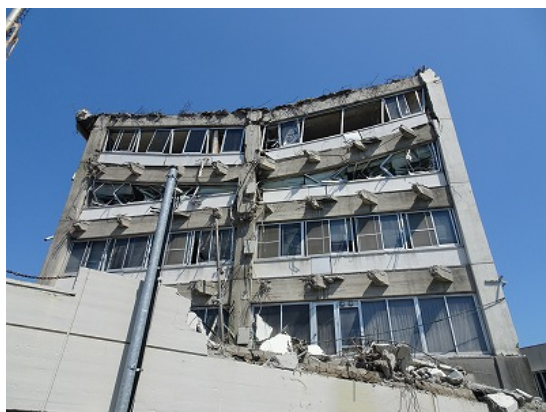


写真5.5-199 一部解体後の外観（南西側）



写真5.5-200 一部解体後の外観（南東側）



写真5.5-201 4、5階十字形柱梁接合部の損傷（南西側）



写真5.5-202 4階十字形柱梁接合部の損傷（南東側）



写真5.5-203 一部解体後の外観（東側）

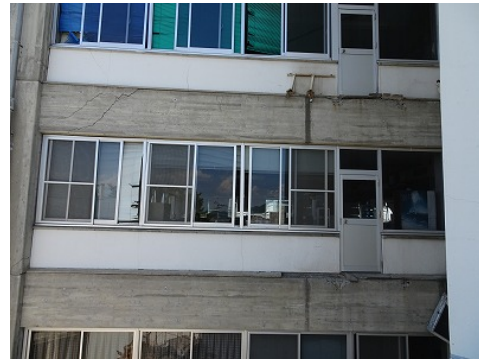


写真5.5-204 4階梁のせん断ひび割れ（東側）

2) 共同住宅兼店舗 AX（熊本市西区、建設年 1974 年）

本建築物は、7階建てRC造共同住宅兼店舗である。県道303号線に面しており平面形状はL字形であるが、エキスパンションジョイントによる分割は見られない。用途は、1階が店舗、2階以上が住宅である。

当該建築物は、南北軸の住棟が層崩壊（写真 5.5-205、写真 5.5-206）しており、それに伴って東西軸の北東側の1階柱も大きく損傷（写真 5.5-207）している。南北住棟の1階部分は主として駐車場として利用されており、その階に耐力壁がないことが層崩壊の原因と考えられる。なお、当該建築物の東側の裏手には墓地が広がっており、半数以上の墓石が南北方向に転倒していた。



写真5.5-205 外観（南西側、県道側、東西軸住棟）



写真5.5-206 L字型平面形状の入り隅部



写真5.5-207 東西軸住棟の北側



写真5.5-208 南北軸住棟の西側柱

3) 診療所 AY (熊本市中央区、建設年不明)

本建築物は、3階建て RC 造診療所である。平面形状は長方形で、白川沿いに建設されている。

当該建築物は、1 層が完全に崩壊している。南東構面には壁が少ない (写真 5.5-209) 一方、北構面には開口壁が多い (写真 5.5-210) ことから、ねじれ振動を伴って東西方向に大きく変形したものと考えられる。1 階の柱は全て破壊されて軸方向に大きく縮んでいるが、南構面の柱の軸方向の変形がより大きい (写真 5.5-211、写真 5.5-212)。なお、主筋は異形鉄筋であるが、せん断補強筋は丸鋼で、その間隔はおおよそ 200mm-300mm 程度である。よって建設年は建築基準法施行令の柱のせん断補強筋の間隔の規定が改正された 1971 年以前と推測される。



写真5.5-209 外観 (南東側)



写真5.5-210 外観 (北西側)



写真5.5-211 破壊した南側の1階柱



写真5.5-212 破壊した北側の1階柱

4) 店舗AZ（熊本市中央区、建設年不明）

本建築物は、3階建てRC造店舗で、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。平面形状は長方形であり、桁行方向は南北方向である。主要道路に面している側の構面には室内にある商品を展示するために一面にガラスが配置されていることから耐力壁はないが、それ以外の立面には比較的耐力壁が配置されている。

当該建築物は、1層が崩壊（写真5.5-213）している。北構面に壁部材が配置（写真5.5-214）されているが、南構面の柱が完全に軸方向に変形している。よって、ねじれ変形を伴って、壁のない柱部材の変形が大きくなり破壊に至ったものと推察される。なお、柱の主筋及びせん断補強筋ともに丸鋼である。ちなみに、本建築物同様に一面ガラスが配置された隣接する店舗では、それらのガラスが破損（写真5.5-216）しているが、構造的な損傷は見られていない。これ以外にも近傍の一面ガラスが配置された店舗でガラスの破損を確認している。



写真5.5-213 外観（西側）



写真5.5-214 外観（北側）



写真5.5-215 柱の軸崩壊、鉄筋座屈



写真5.5-216 隣接店舗はガラス破損のみ

5) 店舗 BA (熊本市東区、建設年不明)

本建築物は、3階建て RC 造店舗である。平面形状は長方形で、桁行方向は東西方向である。またエキスパンションジョイントによって東側と西側とに分離されている。

当該建築物では、エキスパンションジョイントで分割された西側の RC 造建築物が西側へ層崩壊 (写真 5.5-217、写真 5.5-218) している。エキスパンションジョイント部 (写真 5.5-220) 近くに配置された柱頭部が大きく変形し、鉄筋がむき出し (写真 5.5-221) になっている。



写真5.5-217 外観 (北東面)



写真5.5-218 外観 (北西面)



写真5.5-219 外観 (南西面)





写真5.5-220 エキスパンションジョイント部（南面）



写真5.5-221 柱頭部の破壊（南面）

6) 共同住宅兼店舗 BB（熊本市東区、建設年 1971 年）

本建築物は、6階建て RC 造共同住宅兼店舗である。平面形状はほぼ長方形であり、桁行方向は東西方向である。

当該建築物では、南側外観を見ると向かって左手（西側）の損傷が激しい（写真 5.5-222）。西側からみると 2 階部分で局所的に崩壊している（写真 5.5-224）。桁行方向の梁端部は曲げ破壊が生じ、また局部崩壊した部分に近い柱及び方立壁にせん断破壊を生じている。また北東側の店舗の 2 階以上にバルコニーがあり、その端部にひび割れ（写真 5.5-223）が発生している。これはバルコニーの一端が住宅側にも固定されていることから、前述の住宅の局所的な崩壊に伴ってバルコニーも強制的に変形したためと思われる。



写真5.5-222 外観（南側）



写真5.5-223 外観（北東側）
バルコニー端部のひび割れ

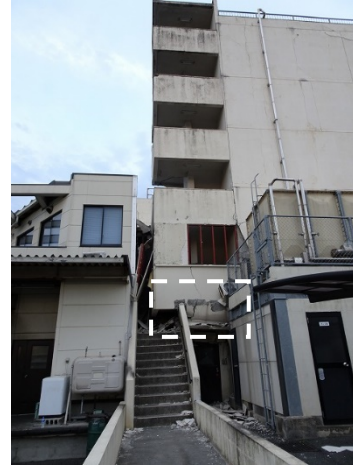


写真5.5-224 外観（西側）
2階部分の局部的崩壊

7) 寺社 BC（上益城郡益城町、建設年不明）

本建築物は RC 造の寺社である。現地で柱の配筋状況を確認したところ、主筋に丸鋼が用いられており、建設年代は古く、旧耐震の建築物であると推定できる。



写真5.5-225 外観



写真5.5-226 柱頭部の配筋

8) 事務所 BD（熊本市西区、建設年不明）

本建築物は 3 階建ての RC 造事務所である。建築物の 1 階ピロティ部分に被害が集中し、層崩壊している（写真 5.5-227）。上階でも、柱にせん断ひび割れが生じていることが確認された（写真 5.5-228）。隣接する RC 造 4 階建て建築物（写真 5.5-227、左奥の建築物）の 1 階部分もピロティ構造となっており、その柱にはせん断ひび割れが生じている（写真 5.5-229）。



写真5.5-227 外観



写真5.5-228 2階柱のせん断ひび割れ



写真5.5-229 隣接建築物のピロティ柱のせん断ひび割れ

9) 共同住宅兼店舗BE（熊本市東区、建設年1977年）

本建築物は、5階建てのRC造で、1階が商業施設、2～5階が共同住宅である。平面形状は長方形である。当該建築物は、1階部分に被害が集中し、層崩壊している（写真5.5-230）。1階柱主筋はD25であり、帯筋はφ9（丸鋼）が200mmピッチ（写真5.5-231）で配されていた。

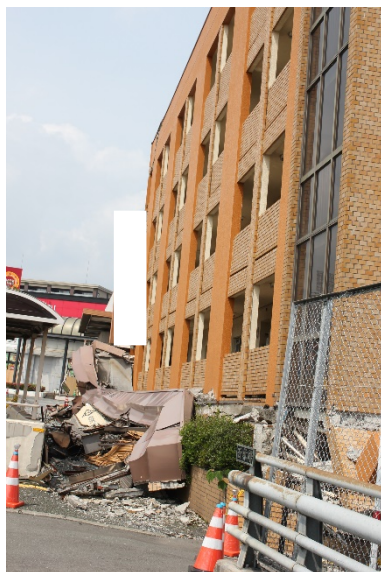


写真5.5-230 1階の層崩壊



写真5.5-231 層崩壊した1階柱

10) 住宅 BF（上益城郡益城町、建設年不明）

本建築物は3階建てのRC造住宅である。現地で柱の配筋状況を確認したところ、主筋に丸鋼が用いられており、建設年代は古く、旧耐震の建築物であると推定できる。



写真5.5-232 外観



写真5.5-233 1階柱の配筋

11) 共同住宅 BG（熊本市中央区、建設年1979年）

本建築物は、11階建てSRC造共同住宅である。平面形状は、くの字形であるが、折れ曲がり部にエキスパンションジョイントが設けられ、構造的には2棟に分割されている。1棟は桁行方向が南北方向で、もう1棟は北東方向に建設されている。耐震診断の結果は $0.3 \times Z \leq I_s < 0.6 \times Z$ (Z : 地域係数=0.9)であり、耐震改修が必要であるものの未了である。

当該建築物では、非構造壁の損傷が見られた。具体的には桁行方向の共用廊下側の方立て壁のせん断破壊（写真5.5-235、写真5.5-236）である。一方で、バルコニー側の袖壁の損傷は小さい（写真5.5-237）。エキスパンションジョイント部及びその周辺のホールのガラスが破損している。2階以上に連層の壁があり1階はその壁がない柱（以下「下階壁抜け柱」）を有する構造であるが、当該柱に被害は見られない。

なお、本建築物は建研・国総研の熊本地震第5次調査^{5.5-4}にて、共用廊下側の方立壁の損傷および

玄関扉の開閉障害の発生状況について調査されており、方立壁の損傷が大きいほど玄関扉の開閉障害が多く発生していることが報告されている。



写真5.5-234 外観（西側）



写真5.5-235 桁行き方向外廊下側玄関脇の方立て壁のせん断破壊

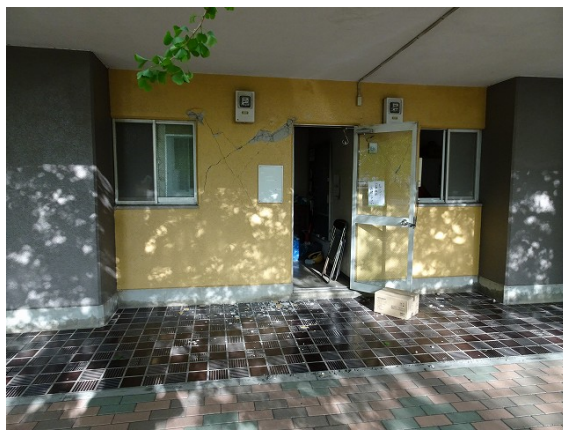


写真5.5-236 桁行方向1階の方立て壁のせん断破壊



写真5.5-237 バルコニー側の袖壁の損傷

12) 共同住宅兼店舗BH（熊本市西区、建設年1973年）

本建築物は、7階建てRC造共同住宅兼店舗である。共同住宅AZと同じ県道に面しており、平面形状もほぼ同様のL字形である。1階部分は店舗及び駐車場で利用され、共同住宅AXと同様に下階壁抜け柱を有する構造であるが、店舗側に多少の耐力壁がある。

当該建築物で確認された被害の特徴は、1階柱のせん断ひび割れ（写真5.5-240）であり、層崩壊している共同住宅AXとは異なる損傷性状である。なお隣接する共同住宅（写真5.5-241）も1階部分の壁がない下階壁抜け柱を有する構造であったが、損傷は軽微であった。

調査時点において、当該建築物は継続使用されている様子であった。



写真5.5-238 外観（南西側）



写真5.5-239 外観（北西側）



写真5.5-240 1階柱のせん断ひび割れ

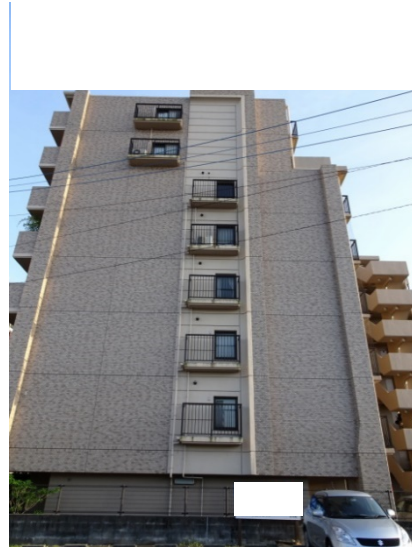


写真5.5-241 隣接する共同住宅

13) 共同住宅兼店舗BI（熊本市西区、建設年1977年）

本建築物は、8階建てRC造共同住宅兼店舗である。共同住宅AXと同じ県道に面しており、平面形状もほぼ同様のL字形である。1階部分は店舗（西側）及び駐車場（東側、写真5.5-243）で利用されているが、店舗側と駐車場側に耐力壁がある。

当該建築物では、2階張間方向妻構面の耐力壁にせん断ひび割れ（写真5.5-244）が、2階の梁にもせん断ひび割れ（写真5.5-245）が生じている。1階の耐力壁が隣接する共同住宅AXに比べて比較的多く配置されていることから、層崩壊を免れたものと推察される。

調査時点において、当該建築物の1階店舗は継続使用されていた。



写真5.5-242 外観（北側）



写真5.5-243 外観（東側）



写真5.5-244 張間方向2階の耐力壁と思われる耐力壁のせん断ひび割れ



写真5.5-245 桁行方向の梁端のせん断ひび割れ

14) 共同住宅兼店舗BJ（熊本市中央区、建設年不明）

本建築物は7階建てRC造で、1、2階が商業施設、3～7階が共同住宅であり、国道3号線に面した位置に建築されている。3～7階の共同住宅の平面はコ形形状であり、1、2階から部分的にセットバックしている。当該建築物は1階の一部が駐車場となっており、壁量が少ない1階の耐力壁にせん断ひび割れが見られる。1、2階では、階段室横の柱が損傷を受け、コンクリートの剥落が生じており、非構造壁のせん断ひび割れや外装パネルの剥落も確認できる。また、3～7階でもバルコニーや窓横の方立壁において、せん断ひび割れが見られる。



写真5.5-246 建築物北側



写真5.5-247 建築物南側



写真5.5-248 1階耐力壁のせん断ひび割れ



写真5.5-249 2階階段室の柱の損傷

15) 共同住宅 BK (熊本市中央区、建設年 1974 年)

本建築物は、10階建て（地下1階）RC造共同住宅である。平面形状はおおよそ長方形で、桁行方向は南北方向である。当該建築物では、5階の張間方向南側妻構面の1スパン内にある袖壁付き柱部材が、大きくせん断破壊（写真 5.5-251）している。また上記と同じ張間方向南側妻構面にある地下階につながる斜路に面した耐力壁に、せん断ひび割れ（写真 5.5-252）が生じている。なお、本建築物の周辺の地盤も変状し当該建築物床位置と地盤の間に段差（写真 5.5-253）が発生している。



写真5.5-250 外観（南西側）



写真5.5-251 5階張間方向南側妻構面の袖壁付き柱せん断破壊



写真5.5-252 1階張間方向の耐力壁のせん断ひび割れ



写真5.5-253 地盤変状による建築物と地盤面の段差

16) 店舗 BL (熊本市東区、建設年 1976 年)

本建築物は、4 階建て RC 造店舗兼事務所である。平面形状は長方形で桁行方向は東西方向である。桁行構面の南側はラーメン構造であるが、北側は耐力壁付きのラーメン構造である。一方、張間方向は下階壁抜け柱を有する構造である。

当該建築物は、南東部にある 2 本の 1 階柱頭部がいずれも大破 (写真 5.5-254) している。また北東側の 1 階柱に付着割裂ひび割れ及び 2 階梁端部に破壊 (写真 5.5-257) が生じている。南東側にある 1 階柱頭部が大破した理由として、当該部分が下階壁抜けになっていること、及び北構面に耐力壁が配置されたことでねじれ挙動により大きく変形したためであると思われる。また 1 階の南西部に元の位置から移動したと思われる自動販売機があり、その脚部はコンクリートブロックに固定されていたが、そのブロックそのものが移動していた。

なお 9 月の時点で当該建築物は取り壊されている。



写真5.5-254 外観 (南東側) と大破した 2 本の柱



写真5.5-255 耐力壁のせん断ひび割れ (東側)



写真5.5-256 1 階柱の大破 (南東側)



写真5.5-257 1 階柱 (北東側) の主筋付着割裂ひび割れと 2 階梁端部の破壊

17) 病院 BM (上益城郡益城町、建設年不明)

本建築物は、4階建てRC造病院である。本病院は増築が行われたと見られ、既存部と増築部はエキスパンションジョイントによって接続されている。

当該建築物では、敷地周辺の地盤は大きく地割れ、沈下や隆起、液状化の噴砂現象の痕跡(写真5.5-259、写真5.5-260)が確認され、コンクリートブロック塀は倒壊(写真5.5-261)していた。また、敷地南西側の一部において斜面崩壊が確認された。構造部材についてはほとんど損傷が見られない。なお、東側に近接する木造家屋は半壊していたが、西側に近接する店舗は大きな損傷は見られない。

調査時点において、当該建築物は継続使用されていなかった。



写真5.5-258 外観(西側)



写真5.5-259 地盤の亀裂



写真5.5-260 地盤の亀裂と液状化噴砂現象の痕跡



写真5.5-261 コンクリートブロック塀の倒壊

18) 診療所 BN (上益城郡益城町、建設年不明)

本建築物は3階建てのRC造診療所である。正面側の2階張り出し部を支える柱がせん断破壊していることが確認された(写真5.5-262)。これらの柱以外の柱には目立った損傷は確認されない。



正面入り口部



正面入り口部の拡大

写真5.5-262 正面入り口部 柱のせん断破壊

19) 庁舎 B0 (大津町、建設年 1969 年)

本建築物は 1969 年に建設された RC 造 4 階建て庁舎と、1996 年に増築された S 造 4 階建て庁舎がエキスパンションジョイントで接続されている。RC 造建築物に関しては、2006 年に耐震診断が実施されており、 I_s 値は桁行方向で 0.19~0.85、張間方向で 0.18~0.60 となり、両方向とも耐力壁の少ない 2 階で最も低い I_s 値となっている。

正面側から裏手に掛けて地盤面が傾斜しており、正面側では建築物 2 階部分が入口となっている。2 階部分では、玄関両側の柱のせん断破壊、玄関反対側の柱のせん断ひび割れ、エキスパンションジョイントに隣接する耐力壁の脚部曲げ圧縮破壊、その他耐力壁、非構造壁のせん断ひび割れが見られた(写真 5.5-264、写真 5.5-265)。S 造建築物に関しては、構造的な被害は特に見られなかったものの、階段室の化粧パネルの落下等、非構造壁部材の損傷が大きかった。また、室内を横切る形でエキスパンションジョイントが設置されていたため、地震時の変形により、エキスパンションジョイントの周辺の天井材が広範囲に渡って落下していた(写真 5.5-266)。

被災後は、建築物の使用禁止措置が取られ、隣接する 2006 年に建設された電算棟に対策本部を設置した。その後、南側の敷地に仮庁舎を建設し、庁舎機能を仮庁舎にすべて移転した。



写真5.5-263 外観



写真5.5-264 2階柱のせん断破壊



写真5.5-265 2階耐力壁の曲げ圧縮破壊



写真5.5-266 天井材の落下被害

20) 庁舎 BP (八代市、建設年 1972 年)

本建築物は RC 造地下 1 階、地上 5 階建ての庁舎建築物である。5 階建ての庁舎棟と 2 階建ての議会棟が、それぞれの矩形平面の角の部分で重なるような平面計画となっているが、接続部分にはエキスパンションジョイントは用いられていない。1、2 階と比べ、3～5 階では、柱の断面が明らかに小さい。2009 年に耐震診断が実施されており、庁舎棟の I_s 値は張間方向の 3 階が最も小さい ($I_s=0.18$)。また、議会棟の I_s 値は桁行方向の 1 階が最も小さい ($I_s=0.29$)。

前震時に 3～5 階で柱や壁にひび割れが確認されたため、2～5 階への市民の立ち入りを禁止した。本震後には、柱や壁のひび割れの進展が見られ、階段室周りの耐力壁の仕上げモルタルが剥落するなどさらに被害が拡大したことから、事前に実施されていた耐震診断の結果も踏まえ、全館の立ち入りを禁止し、周辺の支所に庁舎機能が移転されている。



写真5.5-267 外観



写真5.5-268 柱のせん断ひび割れ



写真5.5-269 RC 造壁のせん断ひび割れ



写真5.5-270 仕上げモルタルの剥落

21) 庁舎 BQ (人吉市麓町、建設年 1962 年)

本建築物は RC 造 3 階建ての庁舎建築物である。2010 年に耐震診断が実施されており、 I_s 値は桁行方向で 0.41~0.75、張間方向で 0.28~0.82 であった。いずれの方向でも 1 階の値が最も小さい。建築物の被害は 1 階が最も大きく、柱や耐力壁、非構造壁において、新規のひび割れの発生や既存のひび割れの進展が見られた (写真 5.5-272)。また、張間方向では、4 スパンのうち、外側の 2 スパンの柱間の芯々距離が 9.15m と長くなっているが、今回の地震では、同構面の各階の大梁のスパン中央付近で、曲げひび割れが多数発生している (写真 5.5-273)。また、建築物外側では、元々経年劣化が進んでいたと思われる大梁下端やパラペットのコンクリート片が落下している (写真 5.5-274)。建築物の損傷状況と耐震診断の結果を踏まえ、5 月 6 日に同建築物への立ち入りを禁止し、周辺施設に庁舎機能の移転を行っている。



写真5.5-271 外観



写真5.5-272 開口隅角部におけるひび割れ



写真5.5-273 大梁のスパン中央付近のひび割れ



写真5.5-274 大梁下端のコンクリートの剥落

22) 庁舎 BR (阿蘇郡南阿蘇村、建設年 昭和 51 年)

本建築物は 2 階建て RC 造の庁舎である。構造躯体にはほとんど被害は確認されなかった。構造躯体以外の被害としては、正面玄関自動ドアのレールの変形、天井材の脱落が確認された。建築物敷地内に地震計が設置されていた。



写真5.5-275 建築物西側



写真5.5-276 天井材の脱落



写真5.5-277 自動ドアレールの変形



写真5.5-278 地震計設置状況

23) 庁舎 BS (熊本市東区東町、建設年 1978 年)

本建築物は RC 造 9 階建ての消防庁舎であり、3～9 階が訓練塔となっている。建築物周辺で地盤沈下が起こっており、地中に埋まった給水管が漏水した。庁舎建築物内の 1、2 階では耐力壁、非構造壁、床スラブにひび割れが見られる (写真 5.5-280)。訓練塔の西側の構面には訓練用のバルコニーが各階に設けられており、他の構面と比べて開口が多く、開口横の非構造壁の損傷が目立った (写真 5.5-281)。訓練塔は現在、使用禁止となっている。また、3 階では庁舎建築物の屋上階の RC 造のパラペットが訓練塔と接続する箇所 で損傷していた (写真 5.5-282)。



写真5.5-279 外観



写真5.5-280 耐力壁のせん断ひび割れ



写真5.5-281 訓練塔の非構造壁のひび割れ



写真5.5-282 3階パラペットの損傷

24) 学校 BT (熊本市中央区、建設年 1959 年)

本建築物は、3階（一部4階）建て RC 造学校校舎で、既に耐震改修が実施されている。校舎は2棟あり、その平面形状はほぼ同規模の長方形であり、東西方向を桁行方向として、南北に平行配置されている。その2棟の校舎に渡り廊下が設けられている。

当該建築物では、1階の校舎入り口からエキスパンションジョイントで分割された階段室回りの1階スラブにひび割れと段差（写真 5.5-284）が見られる。またエキスパンションジョイントで分割されたエリアにまたがって設けられた天井材が落下（写真 5.5-285）している。これらのことは、地盤の変状によって基礎構造で支えられていない上部構造物の一部が沈下したことで、それに追従できなかった部位で損傷が発生したものと推察される。

2階以上の渡り廊下の端部のエキスパンションジョイント部においても破壊（写真 5.5-286）が発生し、一部サッシの開閉が困難な状況であった。その他、廊下に部分的に水溜まりがあること、校舎敷地に入る車道下の地盤が崩れていることを確認した。



写真5.5-283 外観



写真5.5-284 1階スラブのひび割れと段差



写真5.5-285 天井材の落下



写真5.5-286 エキスパンションジョイント部の破壊

25) 学校 BU (熊本市中央区、建設年 1974 年)

本建築物は、4階建てRC造学校校舎で、既に耐震改修が実施されている。建築物外部から目視による調査を実施した。当該校舎は校門側から全3棟平行に配置されており、調査を行った中央に配置された校舎の平面形状は長方形で、渡り廊下が設けられている。

調査した校舎では、非構造壁のせん断破壊(写真 5.5-289)、基礎構造部分のひび割れ(写真 5.5-290)、エキスパンションジョイント部の破壊(写真 5.5-291)が生じている。



写真5.5-287 校舎外観 (校門側)



写真5.5-288 校舎外観 (奥2棟)



写真5.5-289 非構造壁のせん断破壊

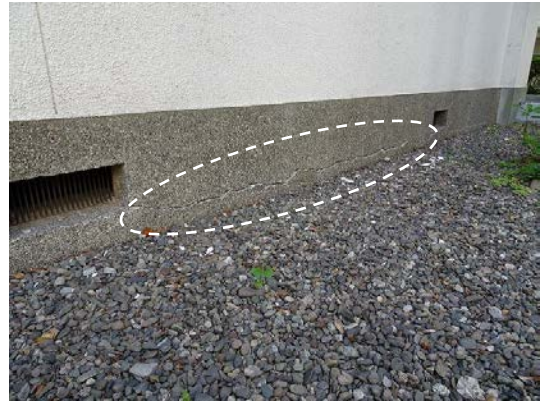


写真5.5-290 基礎部分のひび割れ



写真5.5-291 渡り廊下エクspansionジョイント部の破壊



26) 学校 BV (熊本市中央区、建設年 1979 年)

本建築物は、2 階建て RC 造学校校舎であり、その平面形状は凸形である。室内で傾斜が生じており、室内の西側が高く、東側が低い状態であった。その他、校舎敷地及び周辺道路の地盤まで広く変状が発生 (写真 5.5-293～写真 5.5-295) し、コンクリートブロック塀が倒壊している。

4 月 17 日時点において、当該建築物は継続使用されていなかった。



写真5.5-292 校舎外観



写真5.5-293 傾斜校舎の外構周辺部



写真5. 5-294 校舎と外構の段差



写真5. 5-295 周辺道路の地盤沈下

27) 学校 BW (熊本市中央区、建設年不明)

本建築物は3階建てのRC造校舎である。被害としては、階段室の中間階の壁や廊下側の方立壁にせん断ひび割れが多数発生している。



写真5. 5-296 建築物外観



写真5. 5-297 方立壁の被害



写真5. 5-298 階段室の被害



28) 店舗 BX (熊本市中央区、建設年不明)

本建築物は4階建てRC造で1階が店舗となっている。産業通りに面した南東側の構面で1階隅柱の材軸方向に沿ったひび割れと、2階中柱のコンクリートの剥落が見られるが、北東側の構面では目立った損傷は見られなかった。建設年は不明であるが、主筋、せん断補強筋に丸鋼が用いられている

ことから、新耐震以前の建築物と考えられる。



写真5.5-299 建築物西側



写真5.5-300 建築物南側



写真5.5-301 1階柱のせん断ひび割れ



写真5.5-302 2階柱のコンクリートの剥落

29) 学習施設 BY (熊本市中央区、建設年不明)

本建築物は4階建てRC造の学習教育施設である。28号線に面した傾斜地に建設されており、建築物のすぐ北西に白川が通っている。南東側の構面に対して壁量が少ない北西面で、1、2、3階の中柱でコンクリートの剥落が見られた。1階柱は腰壁によって短柱化しており、せん断破壊により、内部の鉄筋が露出している。同柱のせいは650mm、主筋径は $\phi 22$ で一辺に4本が配筋されている。また、せん断補強筋は $\phi 10$ でせん断補強筋の間隔は約200mmである。建設年は不明であるが、主筋、せん断補強筋に丸鋼が用いられていることから、新耐震以前の建築物と考えられる。



写真5.5-303 建築物西側



写真5.5-304 建築物北東側



写真5.5-305 建築物北西面における各階柱の損傷



写真5.5-306 1階柱のせん断破壊

(3) その他の被災建築物

1) 事務所 BZ (熊本市中心区、建設年不明)

本建築物は4階建てRC造の事務所ビルである。当該建築物は28号線近くに建設されており、建築物のすぐ北西に白川が通っている。平面は3×3スパンで、1階がピロティ構造となっており、駐車スペースが設けられている。通りに面した北西側の構面では、1階の2本の中柱がせん断破壊している。裏側の南東側の構面でも、1階の2本の中柱が同様にせん断破壊している。北東側と南西側の構面には、1～4階に連層耐力壁が設けられており、これらの連層耐力壁には目立った損傷は見られなかった。



写真5.5-307 建築物北西側



写真5.5-308 建築物南東側



写真5.5-309 建築物北西構面における1階柱のせん断破壊



写真5.5-310 建築物南東構面における1階柱のせん断破壊

5.5.3 まとめ

本節では、平成 28 年熊本地震における鉄骨鉄筋コンクリート造建築物を含む鉄筋コンクリート造等建築物の被害の概要と特徴について報告した。

- 1) 1981 年以降に設計された建築物において、下階壁抜け構造（ピロティ構造）部の柱が曲げ・せん断・軸応力により損傷し、大破と判定された事例が確認された（共同住宅 A、共同住宅 C、共同住宅 D）。このような被害は兵庫県南部地震でも確認されているものであるが、今後、建築物の設計情報等から被害要因の詳細分析を行う必要がある。
- 2) 1981 年以降に設計された建築物において、部分崩壊形となる純ラーメン架構の中間層に過大な残留変形が生じた（庁舎 E）。さらに、柱梁接合部の損傷も確認されていることから、過大な残留変形が生じた要因の詳細分析を行う必要がある。
- 3) 1981 年以降に設計された建築物において、杭基礎部の被害に起因すると考えられる建築物の傾斜が確認された（共同住宅 O、共同住宅 Q、共同住宅 R、共同住宅 S）。このような被害は東北地方太平洋沖地震でも確認されている。今後、基礎部での被害状況の把握と、被害要因の詳細な分析を行う必要がある。
- 4) 1981 年以降に設計された建築物において、構造部材、非構造壁やエキスパンションジョイントおよびその周辺部の損傷により、地震後の継続使用性が阻害される事例が確認された。今後、庁舎をはじめとする被災建築物の管理者等に対してヒアリングを実施し、部位の損傷と地震後の継続使用との関係性について詳細に分析する必要がある。
- 5) 免震建築物のダンパー取付け部に接続されたスラブやコンクリート部が大きく損傷した事例が確認された（共同住宅 AN、共同住宅 A0）。
- 6) 耐震改修された建築物において、建築物の損傷が大きい事例が確認された（庁舎 AR、郵便局 AT、学校 AU）。また、上部構造物の損傷は小さいものの、基礎構造の被害などにより継続使用性が阻害された事例も確認された（庁舎 AP）。東日本大震災においても耐震改修された RC 造建築物の構造部材の被害が確認されているが、同じ被害パターンであるかは今後検証が必要である。
- 7) 1981 年以前に設計された建築物において、柱や柱梁接合部の大きな損傷により、建築物が倒壊または部分崩壊した事例が確認された（庁舎 AW、共同住宅兼店舗 AX、診療所 AY、店舗 AZ、店舗 BA、共同住宅兼店舗 BB、寺社 BC、事務所 BD、共同住宅兼店舗 BE、住宅 BF）。
- 8) 上記で確認された被災建築物の周辺でほとんど被害の見られない多くの建築物が確認されている。それらの建築物の被害が少なかった要因についての分析を行うことが求められる。

参考文献

- 5.5-1. 日本建築防災協会：震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針、2016.3
- 5.5-2. 平成28年(2016年)熊本地震による建築物等被害第一次調査報告(その1 4月15日(本震前)調査結果速報)、国立研究開発法人建築研究所 HP(http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2016/01kumamoto_1.pdf)、国土交通省 国土技術政策総合研究所 HP(<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h28/20160415kumamotokentiku.pdf>)
- 5.5-3. 平成28年(2016年)熊本地震による建築物等被害第一次調査報告(その2 4月16日(本震後)調査結果速報)、国立研究開発法人建築研究所 HP(<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2016/02kumamoto.pdf>)、国土交通省 国土技術政策総合研究所 HP(<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h28/20160416kumamotokentiku2.pdf>)
- 5.5-4. 平成28年(2016年)熊本地震による建築物等被害第五次調査報告(速報)(火災被害ならびに建築設備被害に関する調査)、国立研究開発法人建築研究所 HP(<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2016/05-kumamoto.pdf>)、国土交通省 国土技術政策総合研究所 HP(<http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/h28/20160426kumamotokentiku7.pdf>)