

5. 建築物の被害

5. 1 建築物被害調査の概要

地震被害の初動調査として、1)当該地域の構造形式の特徴と施工方法の調査を実施し建物の耐震性を把握する、2)建物被害の特徴を被災地の地理的条件との関連で検討する、3)適切な地域を選択し建物の特性別に被害率を求めることを目的とし、これらの調査結果に基づき詳細調査の必要性の是非について提言を行う。

建築物の被害調査行程を以下に示す（図-8 参照）。

17 日（金）出国、ローマ着

18 日（土）午前：ローマ市内で地図・写真・耐震設計規準などの資料購入。午後：ローマから被災地に移動。パドヴァ大学と合流しコッピート（Coppito）の災害対策本部視察。オクレ（Ocre）の S. Angelo 修道院およびコッピート周辺建物の被害調査。

19 日（日）午前：ラクイラ旧市街教会前広場周辺建物、RC 学生寮崩壊現場の被害調査。土木グループと合流。午後：ラクイラ市街 9 月 20 日通り（Via 20 Settembre）沿い RC 中層集合住宅建物被害調査。

20 日（月）午前：イタリアの被災度判定作業視察。午後：ラクイラ旧市街教会前広場周辺建物、RC 学生寮崩壊現場の被害調査。

21 日（火）午前：ラクイラ周辺地域の建物被害調査。午後：在イタリア日本大使館訪問。

22 日（水）ローマ発、帰国

被害調査を実施した地域とラクイラ旧市街の地理関係を図-8 に示す。旧市街から東に位置するオンナ、パガニカでは組積造が多大な被害を受けている。

調査対象地域の建物の構造形式は組積造や鉄筋コンクリート造（RC）＋無補強組積造（URM）壁が大部分である。本地震での建物被害は、主に近年建築された RC+URM 壁や組積造、歴史的に重要な組積造建造物の被害も多数ある。前者は慣例として用いられる施工詳細に起因する脆弱性、後者は固有の地震に対する脆弱性から、ともに甚大な被害を受けたと考えられる。5.2 節以降では、地域ごとに被害調査結果を報告する。

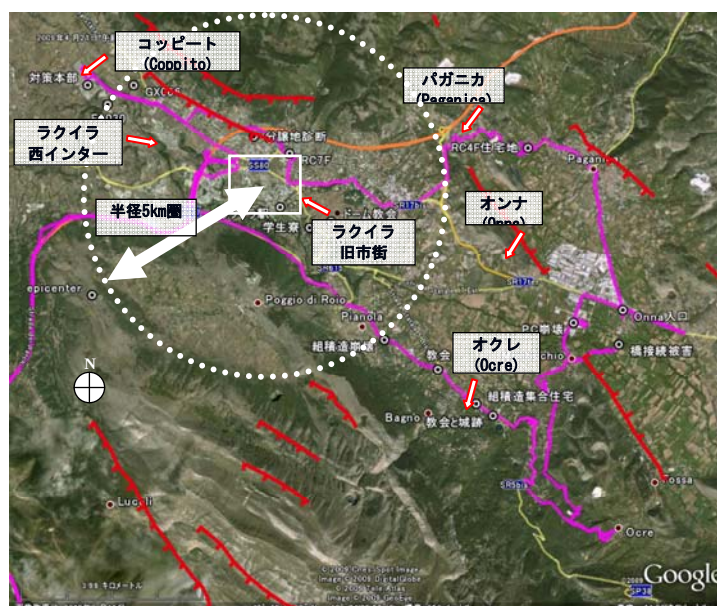


図-8 ラクイラ旧市街と調査地域

今回の地震の災害対策本部は、ラクイラ中心部から北西に 4km ほど離れたコッピートにある警察学校に設置されていた（写真-13）。被害の大きかったラクイラ中心部およびオンナ（Onna）、パガニカ（Paganica）、オクレなどは立ち入りが規制されており、消防が運転するバスで消防士と防災庁の担当者が同伴したときのみ立ち入ることができた。



写真-13 コッピートの災害対策本部（警察学校）

被災地は、行政当局や軍の管理下に置かれており混乱した様子を見ることは全くなかった。これは、被災地の面積的規模が小さいことや、また道路の被害等により被災地が孤立したような状態がなかったことによると思われる。調査時には被災後約 2 週間が経過していたが、旧市街地地区は完全に封鎖されているため、かなりの数の市民が避難所生活をしているものと思われた（写真-14）。



写真-14 避難所内部

5. 2 ラクイラ旧市街地教会前広場付近、行政関連施設・商業施設の被害の特徴

ラクイラ旧市街の調査ルートを図-9 に示す。当該地区への立ち入りは地震被害調査および復興を統括する機関の許可が必要であり、機関所属の消防士 2 名の同行のもとに行われた。消防バスによって到着したドーム広場を拠点としてその周囲の旧市街地の被災状況を歩行調査した（写真-15）。個々の建物に近づくことはレンガや石等の落下物により危険として禁じられ、道路の中央を歩行するように消防士より強く指示された。消防士 2 名とともに通りを歩き、建物一棟当たり 5 分程度の調査であった。従って、旧市街地被害の状況と建物の特徴を概略的に把握することを目的とした。

ドーム広場（Piazza del Duomo）は東西に 120m、南北に 50m 程度の長方形であり、広場の南側中央にドーム教会が建ち、緩やかに南西方向へ下り勾配がある。地下が駐車場（写真-16）として利用されているという広場の石畳には浮きや割れが見られたが（写真-17）、広場東側



写真-15 広場から東方向



写真-16 地下駐車場入口



写真-17 石畳の損傷



写真-18 銅像から西方向



写真-19 教会堂



写真-20 崩壊したドーム



写真-21 教会の落下物



写真-22 ダボ筋による接合

の銅像が動いた形跡はなかった（写真-18）。組積造の教会や商業施設、政府建物が多く立ち並ぶ地区に、RC 造の商業施設等が一部混在するラクイラの中心街区であり、3～4 階建ての建物が多い。

広場に面する建物では、教会ドームの崩壊が見られたが（写真-19～写真-22）、その他の建物については仕上げ材の剥落程度であり、建物に近づかなければ被害の確認はできない。

ドーム広場周囲の建物は、組積造と RC 造が混在し、壁にはレンガや白色の天然石、あるいは仕上げモルタルが用いられている。レンガや天然石間の充填には、石膏のようなモルタルが使用され、触ると粉末状に崩れるものもあり、強度は極めて低いと思われる。調査は、ドーム教会前のドーム広場から Via dell'Arcivescovado へ入り、共和国広場（Piazza della Repubblica）から Via dell'Indipendenza を通ってドーム広場へ戻るルートで行った（図-9、写真-23～写真-36）。

被害としては、主に組積壁のせん断破壊や表面仕上げの剥落が生じており、上部の組積壁が面外方向へ崩壊している建物も散見された。



図-9 調査ルート



写真-23 広場の南西角



写真-24 南西角Via dell'Arcivescovado入口



写真-25 広場の南西角のRC造建物



写真-26 天然石の組積壁の破壊と仕上の剥落



写真-27 仕上モルタルが剥離しRC柱が露出



写真-28 Via dell'Arcivescovado



写真-29 Via Donadei 通りの仕上剥落



写真-30 共和国広場



写真-31 組積造 3 階部分の外壁が崩落



写真-32 崩壊した組積材と仕上の残骸



写真-33 PLAZZO DEL GOVERNO
崩壊前 (Google)



写真-34 組積造PLAZZO DEL GOVERNOの
崩壊



写真-35 組積造の 2 階部分が崩壊



写真-36 落下した外壁により車が下敷

市街地中心（ドーム広場）地区の RC 建物について、被害率を調べる目的で広場東側大通り（Corso Federico II）、および同通りより 1 本西側に位置する通り（Via Agostino）に面する建物について外観目視による被害調査を行った。調査地区に存在し調査を行った建築物は 11 棟、そのうち 10 棟が RC 建築物である（図-10）。

以下に調査順に建物の写真を示す。なお、キャプションの（ ）内の番号は調査順に建物につけた番号である。

地区の性格上、建築物の全てが商業および行政関係の建物であり規模は比較的大きい。被害状況としては、倒壊、大破等の大きな損傷を受けたものはなかったが、一部の建物には、柱脚の損傷や梁接合部付近のせん断ひび割れ発生等がみられた。ただし、全般的にはブロックあるいは煉瓦とモルタル等で構成される壁の損傷やタイル、装飾物等の落下が目立った被害といえる（写真-37～写真-53）。比較的大型の建築物であること、また行政関係の建物である等の理由から、一般住宅に比べ比較的良好な施工がなされたと思われる（写真-54）。調査棟数が少ないことから被害率については言及しないが、移動中に観察した周辺の状況から判断してこの地区のRC造建築物構造体の被害率（小破以上）は大きくないと思われた。

以上より総じて、RC造の商業施設や政府関連施設は、無被害あるいはRC梁のひび割れ、RC柱頭・柱脚ひび割れ、仕上剥落、後積みURM壁の崩落などの軽微なものが主であった。一方、組積造の商業施設や住宅、教会の被害は、仕上げ材の剥落など軽微なものか、局部的な崩壊が主であり、被害部分が明確（無被害or崩壊）で、ひび割れやずれがただちに崩壊につながると考えられる。



図-10 調査建物と写真撮影位置



写真-37 鉄骨埋め込み部周辺の損傷(2)



写真-38 壁のひび割れ（2,3階境界位置）(2)



写真-39 1階部分がピロティ形式の建物(2)

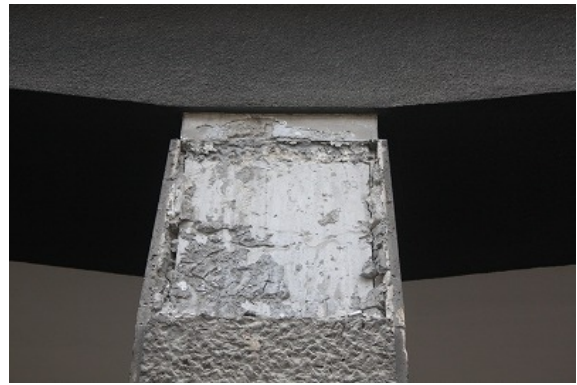


写真-40 ピロティ部柱頭の仕上げ材剥落(2)



写真-41 梁のせん断ひび割れ (2)



写真-42 調査区域内にあった組積造建物の被害(3)



写真-43 隅角部の柱の損傷と壁のひび割れ(4)



写真-44 梁のひび割れ(曲げひび割れ)(4)



写真-45 柱のせん断ひび割れ(4)



写真-46 隅角部の損傷とブロック壁の崩落(4)



写真-47 柱のふかし部の損傷と
柱脚タイルの剥落(5)



写真-48 建物側面の仕上げ部の剥落(5)



写真-49 接合部拡大：柱左右で
梁せいが異なる(5)



写真-50 不整形な平面をもつホテル
被害大(8)



写真-51 1階ピロティ柱頭－接合部の損傷(8)



写真-52 2階床梁のせん断ひび割れ(8)



写真-53 EXP.Jで繋がるホテル 損傷小(9, 10)



写真-54 行政関係の建物 損傷なし(11)

5. 3 ラクイラ市街地住宅施設の被害の特徴

ラクイラ市において倒壊した RC 建物が見られ、被害が比較的顕著であった 9 月 20 日通りの建物群（図-11）を対象に被害調査を行うことにより、建物の主な構造形式と破壊状況の特徴、被害率等を把握することとした。なお、当該地域も立ち入り規制区域内となっており、短時間であったため調査数は 7 棟に留まり被害率を把握するまでには至らなかった。以下に建物の写真を示す。なお、キャプションの（ ）内の番号は調査順に建物につけた番号である。



図-11 調査建物

対象建物の構造形式は、RC+URM 壁：6 棟〔建物番号(1)～(5)、(7)〕、組積造：1 棟〔建物番号(6)〕であり、どちらも構造躯体は仕上げ材である化粧モルタルあるいはパネルに覆われている（写真-55～68）。建物の主な用途は住宅であるが、1 階部分が店舗やガレージとなっているものも見受けられる。用いられている煉瓦については、小型の一般的な煉瓦と空洞煉瓦（写真-56）が見られる。また、空洞煉瓦壁は重量の軽減と断熱層のために写真-68 に見られるように中空層を設けた 2 重壁構造である。RC 躯体の主筋は丸鋼でかぶり厚が小さい（写真-57）。



写真-55 倒壊した建物(1)



写真-56 空洞煉瓦(1)



写真-57 RC 躯体に用いられている丸鋼(1)



写真-58 シュミットハンマー調査／
建物基礎部分にて(1)



写真-59 仕上げ材の剥落(2)



写真-60 短柱のせん断破壊(2)



写真-61 長辺方向の損傷状況(3)



写真-62 壁が面外方向に傾斜(3)

被害の特徴は、仕上げ材の剥落が大半の建物に見られることである。URM壁の崩落(写真-65)も見られるもののRC躯体部の損傷は少なく、躯体のコンクリートの剥落、柱のせん断破壊等はごくわずかである。中層建物においては、中間階の被害(写真-65～写真-67)が目立つ。これは上層の柱断面を小さくしていること、上層になるほど加速度が大きくなりURM面外方向に壁が崩れやすいことなどに起因すると考えられる。

同じく9月20日通りに面し、上述の建物群から500mほど離れた位置にある5階建ての古い学生寮が崩壊し、8人の犠牲者が出た。通りの裏側に増築され、階段によって3棟が連結されている(図-12)。増築された建物からは連結梁の主筋が露出し、崩壊した残骸から梁主筋は $\phi 10$ 、あばら筋は $\phi 6@250$ 、スラブ筋は $\phi 4\text{mm}$ が用いられていたことが分かった。鉄筋のかぶりは殆ど無く、壊れていない部材のコンクリート表面からあばら筋ピッチを確認することができ、主筋が露出しているものや、腐食が進行しているものも見られた(写真-69～写真-74)。



写真-63 接合部の破壊状況(3)



写真-64 壁の被害／柱は煉瓦、壁は石積(6)



写真-65 空洞煉瓦壁の崩落／柱断面が2階、4階でしぼられている(4)



写真-66 3階と4階の柱で断面変更部分／接合部の鉄筋が露出(4)



写真-67 3階、4階での被害が目立つ(5)



写真-68 空洞煉瓦壁を2重にして設置(5)



図-12 学生寮の配置(Google)



写真-69 学生寮の崩壊



写真-70 増築部分の梁鉄筋が露出



写真-71 2階梁とスラブ



写真-72 4階連結梁主筋の露出と非連結の床



写真-73 穴あきレンガとRCから成るスラブ



写真-74 寮崩壊付近のRC部材の残骸

5. 4 周辺地域の建物の被害

ラクイラ旧市街地の周辺地域を対象に車で移動しながら全体の概略的な被害状況を調査した。調査対象地区は、図-8 に示すようにコッピートの災害対策本部を起点として市街地から南、南東、東、北東、北のエリアであり南北に約 10km、東西に 5km の範囲を反時計回りに移動しながら調査した。調査エリアには村全体が大きな被害をうけたオンナ、パガニカも含まれる。全体的な傾向として、市街地の南側（急斜面）、東側（平地）のエリアでは小さな集落が点在し、かつ組積造の建物が多い（写真-75）。これに対し北側のエリア（なだらかな丘陵）、特に旧市街地に近い地区は計画的に区画整理された RC 構造の中低層の集合住宅が多い（写真-76）。

被害程度としては、南側の急斜面のエリアでは耐震性に極めて劣ると思われる古い組積造建物の被害が散見されるが、被害率としてはそれほど高くない（写真-77～写真-82）。これに対し、東側に位置する平野部ではオンナ、パガニカに代表されるように、高い倒壊率を示す大きな被害を受けた地域が存在する。ただし、同村に隣接場所でもほとんど被害のない建物が多く存在することから、この地域で地震動が比較的大きかったとしても、それが壊滅的な被害を生じさせた理由の全てではないと思われる。一方北側エリアでは多くの多層（2～6 層程度）RC 造建物が被害を受けている（写真-95～写真-102）。



写真-75 市街地からみて南側エリア



写真-76 市街地からみて北側エリア

被害の特徴は、レンガ、ブロックを中心とした非構造壁の損傷および柱梁接合部付近の仕上モルタルの剥落が多いことである。カバーコンクリートの剥落箇所の鉄筋はほぼ例外なく発錆している。接合部以外の箇所でも鉄筋が表面に現れている箇所が少なからずみられ、施工の精度の悪さも相まって全般にかぶり厚が十分にとられていないことが推測できる。市

街地の倒壊建物の基礎部を対象に、参考までにシュミットハンマーによる打撃テストを行ったが、推定強度が 15N/mm^2 を下回るような結果がでており、これらの状況からも、多くの建物で「鉄筋の早期発錆」の確率の高さが予見される。1～3 日目の調査でも同じことがいえるが、鉄筋のかぶり厚不足、その結果として付着耐力の不足、さらには発錆と発錆によるかぶりコンクリートの損傷が RC 建物の損傷の大きな原因の一つと考えられる。

(a) オクレまでの道



写真-77 余震による組積造教会の破損



写真-78 RC住宅の組積壁せん断破壊と仕上剥落



写真-79 組積造の外壁2階部分の崩落



写真-80 バルコニーの石が割れている



写真-81 封鎖されたオクレの街区



写真-82 城壁のような連結された住宅

(b) オンナまでの道



写真-83 オンナへ渡る橋の接続道路の崩落



写真-84 橋桁



写真-85 建設中のPC造工場の被害



写真-86 線路と川の狭間にあるオンナの封鎖地区



写真-87 組積造の崩壊



写真-88 崩壊した組積造（写真-87）に隣接する建物

オンナは北東から南西方向に流れるアテルノ川（Aterno）の北側に位置する比較的小さな集落である。アテルノ川（写真-83、写真-84）はオンナ周辺で天井川になっており、堆積地盤上の集落であることが推察される。集落内の詳細調査はできなかったが、土を目地に用いた自然石の組積造建物に大きな被害が出ているようであった（写真-86、写真-87）。ただし、隣接する比較的新しい建物には殆ど被害が無いものもある（写真-88）。近隣のPC造工場建築の被害は建設中の1棟のみであり、周辺に複数ある同様の工場建築には外壁・床版が脱落する

などの被害は見られなかった（写真-85）。

(c) パガニカまでの道



写真-89 教会の組積壁の崩落



写真-90 教会前建物の円筒組積壁のひび割れ



写真-91 4階建てRC住宅



写真-92 隅柱の柱頭接合部にせん断ひび割れ

(d) テンペラ（Tempera）までの道

パガニカおよびテンペラはラクイラ市街地から北東に位置する集落で、無補強組積造の被害に加えて、オクレやオンナではあまり見られなかった RC 住宅の被害も徐々に見られるようになった（写真-89～写真-94）。RC 住宅では、隅柱の柱頭に曲げひび割れ、接合部にせん断ひび割れが生じ、かぶりの薄さから付着ひび割れも散見された。2 階の組積壁において隅角部が欠損あるいは化粧モルタルの剥落が多かったように思われる（写真-93）。



写真-93 石積+土目地壁の崩壊



写真-94 隅柱の柱頭接合部にせん断ひび割れと付着ひび割れ

(e) ラクイラ旧市街の北側地区



写真-95 中間階の組積壁の崩落が目立つ



写真-96 低層RC造住宅



写真-97 柱頭部のひび割れ（非常に細いせん断補強筋）



写真-98 低層RC造の崩壊



写真-99 4階建てRC造集合住宅



写真-100 柱頭部の接合部にひび割れ



写真-101 4階建てRC住宅／接合部にひび割れ



写真-102 柱脚部のせん断ひび割れ

(f) コッピート周辺

コッピート周辺には断層直交方向に7つの強震計が直線状に設置されている（図-13）。強震計FA030は災害対策本部より500mほど南東の小高い丘の頂上に（写真-103）、強震計GX066は災害対策本部より西に1kmほどの畑に（写真-104）、強震計S05はGX066から100mほど離れて設置されていた。

強震計FA030に隣接するレストランおよびその近隣の建設中の住宅（写真-105）には被害が見られなかった。一方、丘下りコッピートの集落でもやや古い建物が多い地域では、被害を受けた無補強組積造建築がある地区の封鎖（写真-106）および落下物対策のための歩道封鎖が見られた。



図-13 調査した強震計の設置位置



写真-103 強震計 FA030



写真-104 強震計 GX066



写真-105 強震計FA030そばの建設中の住宅



写真-106 地区封鎖

5. 5 イタリアの被災度判定

(a) 住宅の被災度判定

ラクイラ市の中心から北西方向の Via Amiternum の北側に入った宅地造成地に建つ 1980 年～83 年建設の RC 建物 5 棟の被災度判定を行った (DCP 2006、日本建築防災協会 2001) (図-14)。



図-14 調査対象

本調査地域は原則として立ち入り禁止となっていたが、被災度判定シートにおいて住民への聞き取り項目があるため、住民立会いのもと判定作業が行われていた (写真-107)。余震も続いている中、多くの住民で混乱している様子 (写真-108) は危険な印象を受けた。また、イタリアの被災度判定は住民への聞き取り調査など日本の応急危険度判定より手間がかかる印象である。また、判定結果がすぐに住民に通知されるわけではなく、復興に向け何ができ



写真-107 混乱した様子



写真-108 住民への聞き

るのかを判断する材料が住民に提供されていないもどかしさを感じた。

調査建物は桁行方向 3 スパン (4.0m, 3.5m, 3.5m, 4.0m の 15.0m)、梁間方向 2 スパン (4.8m, 4.8m の 9.6m)、地上 3 階、地下 1 階を基本とし、平均的な階高は約 3.3m、床面積は 130~170m²、屋根は切妻の瓦葺き、柱梁は RC 造、壁は間に断熱材を挿入した空洞煉瓦ブロック構造であった (写真-109、写真-110)。以下に被害の特徴を示す。

- (1) 柱頂部で打ち継ぐ施工方法が取られており (写真-111、写真-112)、柱梁の部材耐力発揮前に柱梁接合部の鉄筋定着不足などにより接合部が破壊し、1 階が層崩壊している (写真-113、写真-114)。
- (2) コンクリートが振動打ちされていないことによりジャンカがみられる (写真-115)。
- (3) かぶり厚が小さく、鉄筋が腐食している (写真-116)。
- (4) 後積み施工煉瓦ブロック壁が骨組で拘束されず面外方向に崩落・転倒している (写真-117、写真-118)。
- (5) 煉瓦ブロック壁の面内破壊 (せん断) がみられる (写真-119)。
- (6) 盛土の崩落がみられる (写真-120)。
- (7) 本調査地域そばの Via Amiternum 南側に建つ RC 建物には、顕著な損傷がみられなかった (写真-121、写真-122)。



写真-109 平均的なRC建物



写真-110 壁の構造



写真-111 柱頭の破壊状況



写真-112 柱梁接合部の破壊状況



写真-113 層崩壊の様子 1



写真-114 層崩壊の様子 2



写真-115 ジャンカ



写真-116 鉄筋腐食の様子



写真-117 煉瓦ブロック壁の面外崩壊



写真-118 煉瓦ブロック (12.5cm×25cm)



写真-119 開口部間のせん断ひび割れ



写真-120 盛土崩壊の様子



写真-121 南側街区の様子 1



写真-122 南側街区の様子 2

(b) 修道院および教会堂の被災度判定

オクレにあるサン・アンジェロ修道院および教会堂の被災度判定を行った（写真-123）。修道院部分については大邸宅用被災度判定シートを、教会堂部分については教会用被災度判定シートを使用した。

修道院では、壁（写真-124）、床（写真-125）、バルコニー（写真-126）、ヴォールトにひび割れ（写真-127）、アーチにずれ（写真-128）、が見られた。教会堂では、ヴォールト（写真-129）、アーチ、ファサード（写真-130）にひび割れが見られた。継続使用には補修・補強工事が必要なものの、被災度は軽微との判定であった。



写真-123 教会堂と修道院



写真-124 壁のひび割れ



写真-125 床のひび割れ



写真-126 バルコニーのひび割れ



写真-127 ヴォールトのひび割れ



写真-128 アーチのずれ



写真-129 ヴォールトのひび割れ



写真-130 ファサードのひび割れ

5. 6 まとめ

鉄筋コンクリート造建築は、1～3 層程度が主流で、一部商業施設・共同住宅で 6～7 層もある。基本的に、RC 骨組架構＋URM（無補強煉瓦・ブロック）壁で、被災を受けた建物に使用されている鉄筋は丸鋼が多く、かぶり厚が小さく（10mm ないものも）、発錆が多数みられた。また、せん断補強筋が少なく（ $\phi 6$ 程度が 250mm ピッチ）、主筋定着が不十分（施工精度が悪いことも原因）である。そのため、仕上りの剥落を含めればかなりの建物が被害を受けている。倒壊した建物はあるが、大破、中破の建物は少ない。URM 壁が崩落していても骨組の損傷は小さい場合と、URM 壁に僅かなひび割れだけで接合部破壊の場合がみられた。

組積造建築は、2～3 層が主流で、壁辺が石積、その間に石や煉瓦の屑を入れたものが多く、目地は土（消石灰モルタルやセメントモルタルの使用例は少ない）、2 階・3 階の床、屋根は木造である。そのため、仕上りの剥落を含めればかなりの建物が被害を受けている。目地に消石灰やセメントが使用されていないと思われるオンナの建物はほぼ全壊している。

コンクリートはジャンカも頻繁に見られ、いくつかの調査建物についてシュミットハンマー試験から推定されたコンクリート強度は 15N/mm^2 以下と低い値だった。建物の性能向上にはコンクリートの品質確保が必要となる。

ほとんどの建物では、梁の主筋が柱梁接合部内で適切に定着されていなかった。端部接合部で鉄筋の端部が折り曲げられておらず、その他の接合部でも継ぎ手長さが不十分であった。こうした配筋は接合部からの鉄筋の抜け出し、カバーコンクリートの剥落の原因となり、柱と梁が剛な接合部を形成しなくなる。結果、柱、梁がその強度、変形限界に達する前に接合部で崩壊する。こうした被害は梁筋を柱のコアコンクリート内に挿入し、十分な継ぎ手長さ、定着長さを確保することで回避できる。また、脆性破断した鉄筋もしばしば見られた。変形性能に優れる建物を実現するためには品質のよい鉄筋が不可欠である。

補強筋の径が細過ぎたり（6mm や 8mm）、柱の中央部で 25cm 以上の間隔で配筋されている建物が頻繁に見られた。密な補強筋間隔を確保し、コアコンクリートを十分に拘束することで、高い靱性能、軸力保持性能を実現することが可能となる。

多くの建物で URM 壁の被害が見られた。損傷を受けた壁から落下する組積体は人命を脅かす場合もある。非構造壁のこうした損傷は適切な施工詳細により回避することができる。構造部材の低い水平剛性や変形性能は多くの建物の崩壊の原因となる。過去の地震被害からも明らかなように、RC 耐震壁や補強組積造壁は建物の耐震性能の向上に有効である。これらは非構造部材の被害軽減にも有効であろう。

柱梁接合部には一般に横補強筋が配されていない。いくつかの建物では接合部のコンクリートが剥落し、座屈した鉄筋が露出していた。適切に拘束された柱梁接合部は地震時の安全性に不可欠な項目のひとつである。