

平成 23 年 4 月 4 日

国土交通省国土技術政策総合研究所

独立行政法人建築研究所

平成 23 年東北地方太平洋沖地震による建築物被害第一次調査
白河市、須賀川市、仙台市における RC 造、S 造、非構造部材を中心とした
建築物被害調査（速報）

1. 調査目的

RC 造、S 造、非構造部材の地震動による被害の特徴を分類するために、これまでの福島県二本松市、郡山市、福島市および茨城県日立市、銚田市、笠間市の調査^{1)および2)}に加え、震度 6 強が記録された白河市、須賀川市、仙台市において建築物の振動的被害を中心に被害概要を調査する。なお、仙台市では震度 6 強が観測されたのは宮城野区であるが、応急危険度判定の結果 RC 造や S 造について危険の判定が他の区に比べて多かった青葉区と若林区も調査対象地域とした。

2. 調査者

国土交通省国土技術政策総合研究所	深井敦夫、石原直
独立行政法人建築研究所	福山洋、諏訪田晴彦、壁谷澤寿一

3. 調査日程

3 月 24 日（木）

7:20	つくば市内発
10:00	白河市役所にて情報収集の後、市役所周辺市街地の被害概要調査
12:30	須賀川市役所周辺市街地の被害概要調査
14:30	K-NET 観測点の確認
17:20	仙台市青葉区内にて学校建築物の被害概要調査
18:20	東北地方整備局にて情報収集
20:30	調査終了、仙台市内発
21:30	宿泊地（白石市内）着

3 月 25 日（金）

8:30	白石市内発
9:30	仙台市青葉区役所周辺の被害概要調査
10:00	青葉区役所街並み形成課にて情報収集
11:00	青葉区内市街地の被害概要調査
13:30	仙台駅周辺部の被害概要調査
15:30	青葉区内の集合住宅の被害概要調査

19:00 現地調査終了、仙台市出発へ移動

20:00 宿泊地（白石市内）着

3月26日（土）

8:00 白石市内発

9:00 仙台市若林区卸町の被害概要調査

11:20 若林区 大和町、宮城野区福室、扇町等の被害概要調査

14:30 K-NET 観測点の確認、調査を終了しつくばへ移動

19:00 つくば市内着、全行程終了

4. 調査結果概要

4-1. 白河市

白河市役所にて被害状況を聴取した。3月20日時点で住家の全壊は22棟、非住家の全壊は34棟であった。3月14日から応急危険度判定を実施し、「危険（赤）」の判定は155棟に上る。特に造成地で、擁壁がくずれ等の被害が大きいとのことであった。鉄筋コンクリート造（RC造）壁式構造4階建ての集合住宅A1では2棟が若干傾き、その内1棟は立ち入り禁止としているとの情報も得た。

（1）市役所周辺の被害

市役所周辺の被害状況を徒歩で調査した。この地域では建築物に設置された煙突が多く、亀裂やひび割れが生じたものがあった（写真1,2）。また土蔵も多く見られ、壁面等がくずれているものがあった（写真3,4）。周辺の住宅等には大きな被害はないようであったが、被災したため解体中のブロック塀（写真5）や倒壊したままの石塀（写真6）が確認された。また鉄骨造の渡り廊下で、仕上げのモルタル壁が剥落しているものがあった（写真7）。近くの墓地では石灯籠や石でできた柵が転倒していたが、墓石（写真8）の転倒はほとんど確認できなかった。



写真1 亀裂の入った煙突の上部を解体中



写真2 煙突の曲げひび割れ



写真3 土蔵の被害



写真4 土蔵の被害



写真5 被災したブロック塀（解体中）



写真6 石塀の倒壊



写真7 鉄骨造渡り廊下のモルタル壁の剥落



写真8 墓石（転倒はほとんど見られない）

(2) 集合住宅 A1

6棟からなる集合住宅 A1 は、応急危険度判定で a 棟が危険と判定されていた。a 棟は全体が沈み込んでおり、桁行き方向に傾きが見られた（写真 9, 10）。沈み込みの大きい妻面では 1 階のベランダが地面と接する状態となっていた（写真 11）。沈下のない別の棟で地面から 1 階ベランダ下端までの高さを測ると 77cm 程度であった。a 棟の北側を走る道路でも、歩道に著しい沈下が確認された（写真 12）。b 棟ではまだ応急危険度判定がされていないが、周辺地盤が沈み込み、張間方向に若干の傾きが生じていた（写真 13, 14）。



写真9 a棟外観



写真10 a棟外観 (沈み込みの小さい妻面側から見る)



写真11 a棟 (沈み込みの大きい妻面)



写真12 歩道の沈下



写真13 b棟



写真14 b棟

(3) ホテルA2

移動の経路に被害の目立つホテルがあったため、調査を行った。白河市役所から西に1kmほど離れたところにある、RC造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造（SRC造））と鉄骨造の2棟からなるホテルである（写真15, 16）。ホテルとして営業はしていないが、一部の店舗は使われているように見受けられた。RC造の棟ではエントランス部で壁やSRC造の柱脚の損傷（写真17, 18）、天井の落下（写真19）等が生じていた。鉄骨造の棟では外壁仕上げの落下（写真20, 21）等が見られた。なお、SRC造の柱脚部は露出柱脚で、ベースプレートのアンカーボルトが抜け出している（写真18）。そのため、ベースプレートの断面にひずみが集中し主筋が大きく伸ばされ、軸方向の繰り返し荷重により座屈したものと考えられる。ホテルの周辺では、隣接する建築物でALCパネルの落下が見られた（写真22, 23）ほか、倒壊したブロック塀や石塀も確認された（写真24, 25）。



写真 15 RC 造（一部 SRC）の棟



写真 16 鉄骨造の棟



写真 17 壁及び SRC 柱脚の損傷



写真 18 SRC 柱脚部の損傷



写真 19 天井の落下



写真 20 外壁仕上げの落下



写真 21 落下した外壁の仕上げ



写真 22 ALC パネルの落下



写真 23 ALC パネルの落下



写真 24 ブロック塀の倒壊



写真 25 石塀の倒壊

(4) まとめ

気象庁の発表によれば、平成 23 年東北地方太平洋沖地震（2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分）による白河市の震度は市役所の西方約 2km 弱の新白河（K-NET 観測点）で震度 6 強、市役所のある八幡小路で震度 5 強であった。現地調査により、市役所周辺での土蔵等の被害、造成地の地盤の影響と考えられる集合住宅の沈下・傾斜、RC 造（一部 SRC 造）の壁及び柱脚の損傷等を確認したが、震度の大きさに比べて建築物の構造的な被害は全般的に少ない印象であった。なお、たとえ 3 階建て程度であっても高所から重量の大きい ALC パネル等の外装材が落下することは極めて危険性が高いため、外装材については非構造部材についても耐震的な配慮や落下防止（フェールセーフ）の措置を講じることが望まれる。

4-2. 須賀川市の被害概要調査 (3月24日調査分)

震度6強を観測した、須賀川市中心部の被害概要の調査を行った。震度計は須賀川市役所の構内(の独立基礎の上)に設置されている(写真26)ことから、市役所の近辺を調査地域とした。なお、須賀川市の応急危険度判定の結果「危険(赤)」と判定されたものは、RC造で25棟、鉄骨造で51棟である。

(1) 須賀川市役所

RC造4階建て、1970年竣工の建築物で、耐震補強は行なわれていない(写真27)。1階の腰壁が取り付く柱1本が大きくせん断破壊し軸方向に縮んでいる(写真28)。柱主筋は丸鋼で、外側からの見つけ面では基礎から8本立ち上がっているが、そのうち3本は柱の中央部より柱せい程度上がったところで180度フックにより定着されている。この部分を起点にせん断ひび割れが生じており(写真29)、いわゆる段落とし部に起因するせん断破壊であると思われる。また、上階の柱にも顕著なせん断ひび割れ(写真30)が確認されたほか、非構造壁も大きく損傷(写真31)している。さらに、写真28の柱のそばにある渡り廊下にも損傷が見られる(写真32)。地震により構造躯体等に大きな損傷が生じたため、現在は立ち入り禁止の措置が取られ、市役所機能は隣接する体育館に移転されていた。



写真26 震度計の設置状況



写真27 市役所外観



写真28 1階柱のせん断破壊



写真29 主筋段落とし部を



写真30 2階柱のせん断

起点としたせん断破壊の状況 ひびわれ



写真 31 非構造壁の損傷



写真 32 渡り廊下の損傷

(2) 須賀川市役所周辺の被害概要

須賀川市役所周辺の建築物を対象に、地震動による被害の概要を調査した。この地域は、須賀川市の中でも特に被害が集中しているが、昔、須賀川城の堀があった地域と一致している（写真 33）。城跡には二階堂神社が祭られている³⁾が、石碑が倒壊し、土塁が一部崩壊している（写真 34）。



写真 33 須賀川城と今回の調査範囲⁴⁾



写真 34 須賀川城址の二階堂神社

・B1 ビル

3 階建ての RC 造建築物で、1 階柱頭の曲げひび割れ、柱脚のかぶりコンクリートの剥落、非構造壁のひび割れなどが見られた（写真 35、36）。



写真 35 建物外観



写真 36 柱脚部の損傷

・ B2 ビル

3階建ての RC 造建築物で、1階は店舗のため道路側は壁が少なく2階以上は壁が多い（写真37）。また、1階の背面側は壁が多い構造となっている。交差点側の隅柱が大きく破壊し（写真38）、軸力支持能力を失って2階以上が落階している。剛性の不連続と偏心の影響が考えられる。



写真 37 1階の層崩壊



写真 38 隅柱の崩壊

・ B3 ビル

8階建ての RC 造ホテル建築物（写真 39）。非構造壁に窓開口隅角部を結ぶせん断ひび割れが生じている（写真 40）。



写真 39 建物外観



写真 40 非構造壁のせん断ひび割れ

・ B4 ビル

10階建ての RC 造建築物で、妻面の1、2階は壁が抜けている構造である（写真 41, 42）。その連層壁の3階部分に曲げせん断ひび割れが、また桁行き方向の非構造壁にせん断ひび割れが生じている（写真 43）



写真 41 建物外観 1
(3階壁にせん断ひび割れ)



写真 42 建物外観 2



写真 43 非構造壁のせん断ひび割れ

・ B5 ビル

5階建ての RC 造建築物。外壁が損傷し、コンクリート片やタイルが落下する危険性があるため、応急危険度判定で危険と判定されている(写真 44)。また、1階ではガラスの割れも見られる。



写真 44 外壁の損傷、タイルの落下

・ B6 ビル

4階建ての RC 造建築物(写真 45)。1階の柱が中央部で大きく破壊し、主筋が座屈している。この柱の主筋は丸鋼で、基礎から立ち上がった主筋の過半が柱の中央部付近で 180 度フックにより定着されている。この段落とし部が起点となり、せん断破壊したものと考えられる(写真 46, 47)。また、2階の垂れ壁と腰壁が取り付け短柱がせん断破壊し、軸方向に縮んでいる(写真 48)。



写真 45 建物外観



写真 46 1階柱のせん断破壊



写真 47 柱段落とし部詳細



写真 48 2階の短柱のせん断破壊

・B7ビル

3階建てのRC造建築物（写真49）。腰壁、垂れ壁が取り付く1階の袖壁付き柱がせん断破壊している。また、ドア開口横の非構造壁にもせん断ひび割れが発生している（写真50）。



写真 49 建物外観



写真 50 袖壁付き短柱のせん断破壊
および非構造壁のせん断ひび割れ

・集合住宅 B8

7階建てのRC造集合住宅（写真51）。1階の玄関横の非構造壁にせん断ひび割れが、また妻側の連層壁にもせん断ひび割れが生じている（写真52）。



写真 51 建物外観

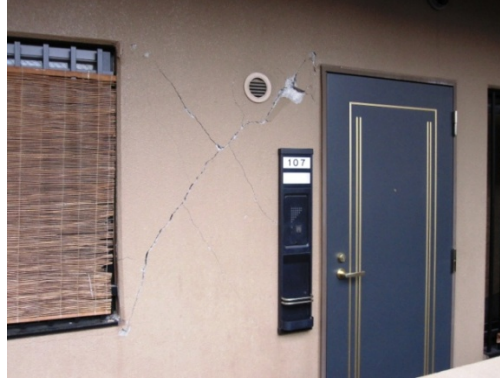


写真 52 玄関横の非構造壁のせん断ひび割れ

・B9ビル

2007年竣工の5階建てRC造建築物（写真53）。縦開口を有する階段室の連層壁に、開口隅角部を結ぶ大きなせん断ひび割れが生じている（写真54）。また、1階の袖壁脚部のコンクリートが剥落し、壁縦筋が座屈している（写真55）。2階の袖壁脚部にも損傷が見られ、そこから打ち継ぎ部に沿って水平のひび割れが生じている（写真56）。



写真 53 建物外観



写真 54 壁の縦開口隅角部を結ぶせん断ひびわれ



写真 55 1階袖壁脚部のコンクリートの剥落と壁筋の座屈



写真 56 2階袖壁脚部の損傷と打ち継ぎ部の水平ひび割れ

・B10ビル

2階建てのコンクリートブロック造建築物で、1階が層崩壊している（写真57～58）。



写真 57 建物概観外観



写真 58 崩壊部分

・鉄骨造建物の被害概要

この地域の鉄骨造建築物の被害としては、写真59, 60のような帳壁の脱落が多数見られた。



写真 59 帳壁の脱落 1



写真 60 帳壁の脱落 2

・その他

コンクリートブロック塀の倒壊（写真61）や、道路の地盤変状（写真62）が多数確認された。



写真 61 コンクリートブロック塀の倒壊



写真 62 道路の地盤変状

・ K-NET 地震計の設置確認

K-NET 須賀川の地震計は、市役所から約 500m 離れた須賀川市八幡山の斎場付近に設置されていることを確認した（写真 63）。なお、この周辺の建築物には大きな構造的被害は確認されなかった。



写真 63 K-NET 須賀川

（3）まとめ（須賀川市の被害概要）

須賀川市役所周辺の RC 造と鉄骨造建築物および非構造部材を中心に調査を行った。その結果、RC 造では柱のせん断破壊や非構造壁のせん断ひび割れが、鉄骨造では帳壁の脱落が多く見られた。須賀川市役所周辺の被害は、他の市の市街地や須賀川市の他の地域と比べて大きく、集中しているように感じられた。この地域はちょうど須賀川城の本丸を囲む堀があったところであり、比較的軟弱な地盤であることがその理由として考えられる。

4-3. 仙台市青葉区の被害概要調査（3月24日、25日調査分）

青葉区役所建設部街並み形成課にて、建築物の被害概要および個々の建築物の被害について情報収集を行った。応急危険度判定は日本建築構造技術者協会の支援を受けて実施され、3月23日までの結果は、「危険（赤）」がRC造で18棟、S造で34棟ある。そのほとんどが外装材等の落下の危険性が存在するというものであった。なお、応急危険度判定は、10階建て以下かつ30m以下のものに限って行われている。また、集合住宅の玄関回りの非構造壁の被害が多く見られるとの情報や、10F建て集合住宅の室内にある電気温水器が、内壁を突き破って飛び出し転倒した事例があるという情報も得られた。

（1）青葉区内市街地での建築物被害調査（3月25日調査分）

応急危険度の「危険（赤）」の判定を受けた建築物を中心に、区役所から仙台駅の間の中心市街地の全体的な被害の概要について調査した。

・鉄骨柱脚の破壊、ブレースの座屈

鉄骨造2階建自走式駐車場の1階で柱脚部ベースプレート下のコンクリートの破壊（写真64）およびブレース(□-100)の座屈（写真65）が見られた。



写真64 鉄骨造柱脚部の損傷



写真65 鉄骨造ブレースの座屈

・RC柱のせん断ひび割れと非構造壁のせん断ひび割れ

写真66の左側のRC造の柱は、せん断ひび割れが生じ、かぶりコンクリートが剥落してせん断補強筋が露出している。また、右側の方立て壁はせん断破壊している。



写真 66 RC 造柱および非構造壁の損傷

・外装材の脱落

8階建て建築物の上層階の ALC パネルの脱落が見られた（写真 67, 68）。他の部分にも落下の危険性が残っているらしく、建築物の周囲は立ち入りが規制されていた。



写真 67 外装材の脱落



写真 68 落下した ALC パネル

・タイルの剥落

外壁のタイルの剥落が生じた建築物が多数見られた（写真 69, 70）。



写真 69 外壁タイルの剥落

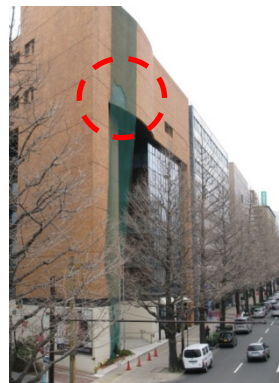


写真 70 外壁タイルの剥落

- ・ガラスの割れおよび落下

エレベータ回りのガラスの落下（写真 71）や店舗のガラスの割れ（写真 72）など、ガラスの損傷が多数見られた。



写真 71 エレベータ回りのガラスの落下



写真 72 ガラスの割れ

- ・RC 壁のかぶりの剥落

RC 造建物の鉄骨造外階段の手すりとの接続部において、手すりをアンカーした部分のかぶりコンクリートが損傷し剥落している（写真 73）。



写真 73 鉄骨造外階段手すりとの接続部の損傷

- ・屋上施設等の被害

ペントハウスが損傷し、傾斜した建物が複数見られた（写真 74）。



写真 74 ペントハウスの傾斜

- ・地盤変状

地盤変状による道路や歩道の通行への影響も多く見られた（写真 75）。



写真 75 地盤変状

(2) 仙台市青葉区内の集合住宅の建築物被害調査（3月25日調査分）

青葉区内の6棟の集合住宅について、被害の概要調査を行った。

- ・集合住宅 C1（RC造8階建て、1972年竣工、応急危険度判定結果 調査済み）

1972年に建設された8階建てのRC造板状集合住宅で、張り間方向は1スパン、桁行き方向は8スパンである（写真76）。低層階から高層階にいたるまで、玄関回りの非構造壁（方立て壁）にせん断破壊が確認された（写真77）。1階の張り間方向は、9構面のうち中央部の5構面が連続して下階壁抜けとなるピロティ構造であるが、大きな損傷はなく、桁行き方向の梁端に曲げひび割れが見られるという状況であった。



写真 76 建物外観



写真 77 非構造壁のせん断破壊

- ・集合住宅 C2（SRC造12階建て、1981年竣工）

1981年に建設された12階建てSRC造板状集合住宅である（写真78）。短スパンとなった間柱にせん断破壊が確認された（写真79）。また、タイルの剥落も多く見られた。



写真 78 建物外観



写真 79 短スパンの間柱のせん断破壊

・集合住宅 C3 (SRC 造 10 階建て、1975 年竣工、応急危険度判定結果 要注意)

1975 年に建設された口の字の平面形を有する 10 階建て SRC 造集合住宅である (写真 80)。2 階から 9 階まで玄関ドア回りの非構造壁に開口隅角部を結ぶ大きなせん断ひび割れ等の損傷が確認された (写真 81)。玄関が開かなくなり避難に支障を来したとのことであった。また、短スパン梁のせん断ひび割れも確認された (写真 82)。



写真 80 建物外観



写真 81 非構造壁のせん断ひび割れ



写真 82 短スパン梁に生じたせん断ひび割れ

・集合住宅 C4 (SRC 造 10 建ておよび 15 階建て、1986 年竣工)

1986 年に建設された、くの字形の平面を有する 10 階建てと、それに直交する板状の 15 階建ての 2 棟をエキスパンションジョイントで接続した SRC 造集合住宅である (写真 83)。低層階か

ら高層階までの多くの非構造壁にせん断破壊が確認された（写真 84）。また、エキスパンションジョイント部にも損傷が見られた（写真 85）。



写真 83 建物外観



写真 84 非構造壁のせん断破壊
(損傷部分が養生されている)



写真 85 エキスパンションジョイントの損傷

・集合住宅 C5（RC 造 8 階建て、1988 年建設、応急危険度判定結果 調査済み）

1988 年に建設された雁行型の平面形を有する 8 階建て RC 造集合住宅である（写真 86）。低層階の玄関ドア回りの非構造壁にせん断破壊が生じている（写真 87）。なお、外観調査のみのため高層階については確認できていない。



写真 86 建物外観



写真 87 非構造壁のせん断破壊

- ・集合住宅 C6（SRC 造 10 階建て、1996 年竣工、応急危険度判定結果 要注意）

1996 年に建設された 10 階建ての SRC 造板状集合住宅である（写真 88）。低層階から最上階にいたるまで玄関ドア回りの非構造壁にせん断破壊等の損傷が確認され、玄関ドアが変形しているものも見られた（写真 89）。また、低層部の一部ではバルコニー側の方立て壁にもせん断ひび割れが確認された。



写真 88 建物外観



写真 89 非構造壁のせん断破壊

（3）学校建築物の被害概要調査（3 月 24 日調査分）

下記 3 棟の学校建築物について被害の概要調査を行った。

- ・建築物 D1（SRC 造 9 階建て）

9 階建ての高層棟（SRC 造）と 2 階建ての低層棟（RC 造）で構成される建築物である（写真 90）。本建築物は、1978 年の宮城県沖地震を経験し、その後耐震補強が施されている。

高層棟では妻側の連層耐力壁が 3 階床位置で曲げ破壊しており、3 階の側柱脚部には圧壊と主筋の座屈が確認された（写真 91）。また、低層棟では、耐震壁にせん断ひび割れが確認された（写真 92）。



写真 90 建物外観



写真 91 高層棟 3F 側柱脚部の圧壊



写真 92 低層棟 1F 耐震壁のせん断ひび割れ

・建築物 D2 (8階建て RC 造)

矩形の平面形状を有する 8 階建て RC 造建築物であり、妻側は並列する 2 つの連層耐力壁を境界梁で接合する構造形式である (写真 93)。この、境界梁には中央部に近接して 2 つの開口が設けられているが (写真 94)、その境界梁に低層階から高層階までせん断破壊もしくは付着割裂破壊が生じている (写真 95)。



写真 93 建物外観

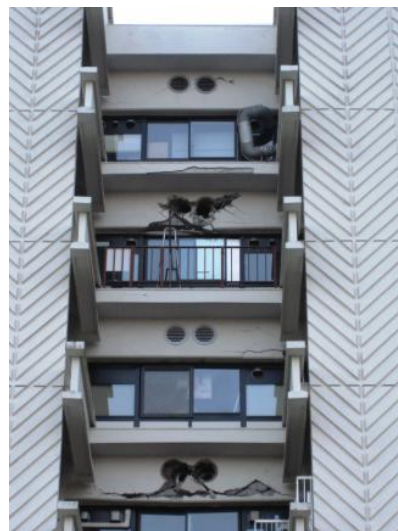


写真 94 開口付き境界梁の損傷



写真 95 開口付き境界梁の付着割裂破壊 (上階) とせん断破壊 (下階)

・建築物 D3 (2階建て RC 造)

矩形の平面形状を有する 2 階建て RC 造建物である (写真 96)。1 階の柱にせん断破壊が確認された (写真 97)。



写真 96 建物外観



写真 97 1F 柱のせん断破壊

(3) まとめ (仙台市青葉区の被害概要)

仙台市青葉区の市街地において、応急危険度判定で「危険 (赤)」と判定された建築物とその周辺の建築物を対象に被害の概要調査を行った。「危険 (赤)」の判定の多くは外装材の落下危険に起因するもので、構造躯体の損傷はほとんど見られなかった。周辺の建築物においては、ALC パネルの脱落、タイルの剥落、RC 非構造部材のひび割れ、地盤変状などは多数確認された。青葉区は震度 6 弱であるが、構造部材の被害は全体的に少なく、震度に対して被害の程度は大きくはないように感じられた。

しかしながら、一部の建築物には、柱の圧壊や梁のせん断破壊などの重大な損傷が構造部材に生じており、また、複数の集合住宅では玄関回りの非構造壁に大きな損傷が生じている。

4-4. 仙台市若林区・宮城野区における建築物の被害概要調査（3月26日調査分）

若林区では3月23日までに828棟の応急危険度判定が行われ、「危険（赤）」と判定された建物はRC造39棟（調査数401）、S造80棟（調査数243）と非木造建物の被害が他地区に比べ高かった。そこで、本調査では若林区を中心とした被害概要の調査を行った。

（1）仙台市若林区・宮城野区におけるRC造建物の被害概要

（a）若林区

・E1ビル（RC造3階建て、応急危険度判定結果 要注意）

L字型平面を有する3階建て事務所ビル（セットバックがあり一部2階建て）であり（写真98）、3階建て部分1階の内法長さの短い垂壁・腰壁付き短柱および非構造壁がせん断破壊していた（写真99）。1階端部隅柱は袖壁付き柱となっており、曲げせん断ひび割れのみ確認された。また、1階部分のガラス窓およびガラスブロックが破損していた。



写真98 建物外観



写真99 腰壁付き短柱のせん断破壊

・E2ビル（RC造3階建て（階段部分のみPH）、応急危険度判定結果 危険）

矩形平面を有する事務所ビルであり（写真100）、桁行方向の1階3本の垂壁・腰壁付き短柱がせん断破壊し、軸変形（主筋座屈・帯筋破断）している（写真101）。損傷の少ない梁間構面は有開口耐力壁となっており、これらの柱は建物の捩れ応答性状により大きな損傷を受けたと考えられる。また、壁主筋およびせん断補強筋ともに丸鋼を使用していた。



写真100 建物外観



写真101 腰壁付き短柱の軸崩壊

・E3ビル（RC造3F建て、応急危険度判定結果 危険）

矩形平面を有する事務所ビルであり（写真102）、桁行方向1階4本の腰壁付き短柱のうち袖壁が取り付く1本がせん断破壊している（写真103）。その他の腰壁付き柱には曲げおよび曲げせん断ひび割れが見られた。



写真 102 建物外観



写真 103 袖壁付き短柱のせん断破壊

・E4ビル（S造3階建て、エキスパンションジョイントによりRC造3F建て建築物と接続、応急危険度判定結果 危険）

S造3階建ての事務所ビルであり（写真104）、外装材（ALCパネル）が損傷し、脱落の危険性が生じている（写真105）。エキスパンションジョイント部分にも損傷が見られた。隣接するRC造建築物では隅柱柱脚のかぶりコンクリートの剥落、非構造壁のせん断ひび割れが確認された。



写真 104 建物外観



写真 105 外装材（ALCパネル）の損傷

・E5ビル（RC造2階建て、1975年頃竣工、応急危険度判定結果 危険）

矩形平面を有する事務所ビルであり（写真106）、梁間方向3本の長柱のうち建物内部の中央柱のみがせん断破壊し、軸変形が生じ主筋が座屈している（写真107）。中央柱に接続する梁部材には大きな梁せいやハンチが確認された。柱主筋およびせん断補強筋は丸鋼であった。なお、本建築物は1978年宮城県沖地震の際には、特段の損傷はなかったとのことである。



写真 106 建物外観



写真 107 長柱のせん断破壊

・ E6 ビル (RC 造 2 階建て、応急危険度判定結果 危険)

矩形平面を有する事務所ビルであり、1 階が完全層崩壊している (写真 108)。また、2 階柱もせん断破壊して軸変形が生じ、主筋の座屈や帯筋の破断が確認された (写真 109)。柱主筋は異形鋼棒であり、せん断補強筋は丸鋼であった。桁行方向の壁が面外方向に転倒している。



写真 108 建物外観



写真 109 腰壁付き短柱の軸崩壊

・ E7 ビル (RC 造 2 階建て、応急危険度判定結果 危険)

矩形平面を有する事務所ビルであり (写真 110)、1 階の袖壁付き短柱がせん断破壊していた (写真 111)。また、1 階の別の袖壁付き短柱では袖壁と柱部分に隙間が見られ、柱頭で曲げ破壊が生じている (写真 112)。柱主筋およびせん断補強筋ともに丸鋼であった。



写真 110 建物外観



写真 111 せん断破壊



写真 112 曲げ破壊

- ・ E8ビル (RC造3階建て、1974年竣工、応急危険度判定 危険)

矩形平面を有する事務所ビルであり、中間階(2階)において部分層崩壊が生じ、建物が傾斜している(写真113)。写真113の左側の妻壁には2階にだけ開口があることから、そこに変形が集中し、垂れ壁・腰壁が取り付け短柱となった柱がせん断破壊したものと考えられる(写真114)。また2階層崩壊の影響と思われるが、3階の長柱にもせん断破壊が確認された(写真115)。1階の柱梁に損傷は見られず、片側袖壁および非構造壁にせん断ひび割れが見られた。なお、柱主筋は異形鋼棒であり、せん断補強筋は丸鋼であった。



写真 113 建物外観



写真 114 2階柱の破壊



写真 115 3階柱の破壊

(b) 宮城野区

- ・ E9ビル (RC14階建て、集合住宅2棟、1975年竣工、応急危険度判定結果 要注意)

矩形平面の集合住宅2棟がエキスパンションジョイントを介してL字型に隣接する集合住宅であり(写真116)、うち1棟は建物が沈下し全体傾斜している。構造物の傾斜角度は約 $1/70(\text{rad})$ である(写真117)。また、2棟とも全層にわたって非構造壁にせん断ひび割れが生じている(写真118)。一部では、ベランダ側の方立て壁にも損傷が生じている(写真119)。柱主筋、せん断補強筋ともに異形棒鋼である。非構造壁の縦横筋は丸鋼であるが、一部の非構造壁内には異形棒鋼を用いた斜め開口補強筋が確認された。本建物は1978年の宮城県沖地震により、傾斜していない建物棟の1階から6階部分にかけて非構造壁にせん断ひび割れが生じた。被災後に損傷した非構造壁をはつり、新たにコンクリートを打ち直し、壁の厚さを少し増す補修が施されている。



写真 116 建物外観



写真 117 屋上床の傾斜 (パラペットの天端が遠方建築物の床の水平ラインから傾いている)



写真 118 玄関回りの非構造壁の損傷



写真 119 ベランダ側方立て壁の損傷

・ E10 ビル (RC 造 3 階建て、1985 年竣工)

矩形平面の RC 造建築物 2 棟がエキスパンションジョイントを介して接続する事務所ビルである (写真 120)。このうち 1 棟の桁行端部が沈下しており、エキスパンションジョイントに衝突の痕跡、周辺コンクリートにひび割れが生じている (写真 121)。また、エキスパンションジョイント近傍で窓ガラスに損傷が見られた (写真 120)。



写真 120 建物外観 (写真右端で隣棟と接続)



写真 121 エキスパンションジョイントの被害

・ E11 ビル (RC 造 3 階建て、2005 年竣工)

RC 造建築物 2 棟を繋ぐ渡り廊下部分であり、両端部がエキスパンションジョイントで建築物と切り離されているため、柱 4 本で構成される架構である。その 2 階にはせいの大きな梁と無開口の壁があることから、ピロティ構造のような特徴を有している (写真 122)。各柱には、柱頭柱脚で曲げ破壊が生じている (写真 123)。桁行方向の梁せいが直交方向の梁せいより大きく、柱頭のコンクリート破壊領域が桁行方向梁の下面より高い位置まで進展している (写真 123)。柱主筋およびせん断補強筋は異形鋼棒であった。



写真 122 建物外観



写真 123 柱頭での曲げ破壊

(2) 仙台市若林区・宮城野区における非構造部材の被害概要

・外装材の被害

ALC パネル等の外装材の落下等の被害が多数見られた (写真 124～130)



写真 124 外装材の被害 1



写真 125 外装材の被害 2



写真 126 外装材の被害 3



写真 127 外装材の被害 4



写真 128 外装材の被害 5



写真 129 外装材の被害 6



写真 130 外装材の被害 7

・残留変形

1階に残留変形が見られる建築物があった（写真 131）。



写真 131 建物の残留変形が生じた建築物

・ブロック塀

写真 132 は RC 造建築物の倒壊等の被害が生じている地域にあるブロック塀だが、無被害のものもあった。



写真 132 無被害のブロック塀

- ・ガラス等の被害

ガラスブロックや窓ガラスの割れが多数見られた（写真 133, 134）。



写真 133 ガラスブロックの破損



写真 134 窓ガラスの破損

- ・天井の落下

ガソリンスタンドで天井全面が落下したものがあつた（写真 135）。照明は屋根面ではなく天井下地に設置されていたようである。類似の天井・照明で被害がない例を写真 136 に示す。



写真 135 天井が全面落下したガソリンスタンド



写真 136 無被害の類似天井

- ・軒天の被害

エキスパンションジョイント部分の変形に追従できず脱落したと考えられる軒天の被害が見られた（写真 137）。



写真 137 軒天の落下

(3) K-NET 仙台 観測点

K-NET 仙台の地震計は、仙台市宮城野消防署の駐車場内に設置されている（写真 138）。周辺には段差や斜面はなく、地震計は平坦な場所にあるが、駐車場や地震計周辺には亀裂が見られ、液状化による噴砂の跡のようなものがあった（写真 139）。一部の建物では仕上げの軽微な損傷があったが、周辺の大多数の建物には特に被害は見られなかった（写真 140）。



写真 138 K-NET 仙台観測点



写真 139 地盤の変状の跡



写真 140 K-NET 仙台周辺の建物

(4) まとめ（仙台市若林区・宮城野区の被害概要）

仙台市若林区・宮城野区の非木造（RC 造、鉄骨造）の建築物および非構造部材を中心に調査した結果、若林地区卸町周辺では低層 RC 造建築物に構造的な被害が見られ、特に垂壁・腰壁付き短柱のせん断破壊に起因する被害が多かった。また、鉄骨造建築物の外装材被害も顕著であった。今回甚大な被害を受けた建築物には、1978 年の宮城県沖地震以前に建設されたものが多く含まれていた。また、本地域での建物被害は仙台市街中心地（青葉区）より大きい。この地域は、以前は田んぼであったことが確認されたが、このような地盤条件の違いも被害の程度に影響する一つの要因と推測される。一方、宮城野区でも構造物の傾斜を伴う被害が見られたほか、K-NET 周辺での液状化現象など地盤性状に起因する地震被害が見られた。

【参考文献】

- 1) <http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/20110311/20110311saigai-003.pdf>
- 2) <http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/20110311/20110311saigai-002.pdf>
- 3) http://www.geocities.jp/link_castle/cas_fuku.html
- 4) http://castle.slowstandard.com/photos/main_pic/sukagawa-ezudai.jpg

【問い合わせ先：国総研基準認証システム研究室長 深井、電話 029-864-4387】

【問い合わせ先：建築研究所構造研究グループ上席研究員 福山、電話 029-864-6647】