

Epistula

えびすたら



独立行政法人 建築研究所
Building Research Institute
Vol.55 発行：2011.10

特集

平成23年東北地方太平洋沖地震

～ 後編 地震動による建築物被害について ～

被害調査の概要

平成23年3月11日午後2時46分に発生した「東北地方太平洋沖地震」では、マグニチュード9.0というわが国での地震観測史上最大の地震規模により、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、千葉県など東日本の太平洋沿岸の各県を中心とした広い地域の建築物が被災しました。

建築研究所では、地震発生直後より、東北地方や関東地方のほぼ全域で、被害状況の概略を把握するための一次調査を行うとともに、必要に応じて二次調査として個々の建築物の詳細な調査を実施しています(図1)。

前号では、平成23年東北地方太平洋沖地震における津波、本震の揺れの大きさについて紹介しましたが、本号では、それに引き続いて、一次調査で確認された地震動による建築物被害の概要を構造種別ごとに報告します。調査結果の詳細については、建築研究所ホームページで公表している「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震 調査研究(速報)(東日本大震災)」をご覧ください。



写真1 低層建築物の中間階における層崩壊

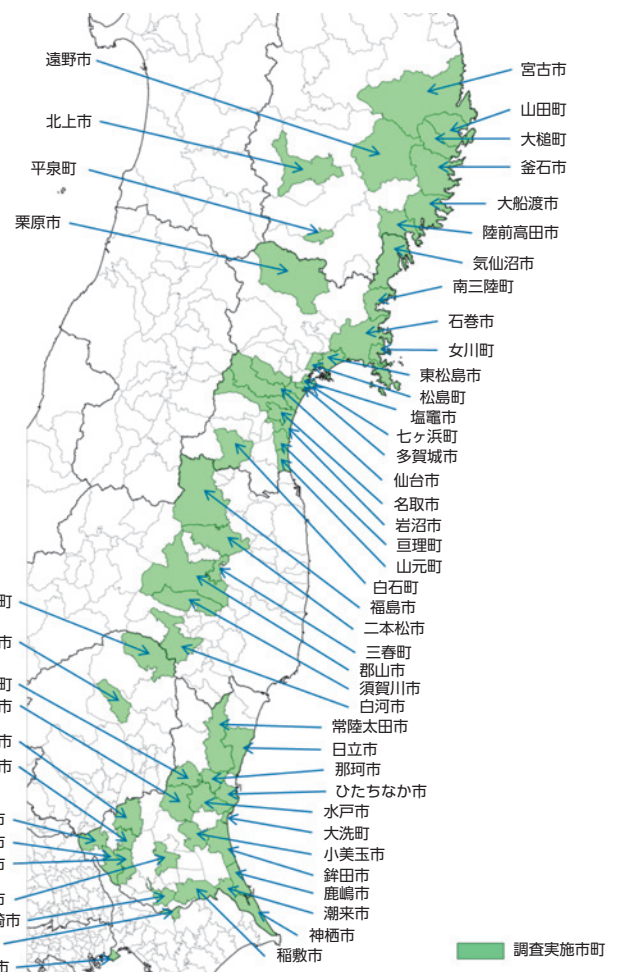


図1 調査実施市町の位置

平成23年東北地方太平洋沖地震における地震動による建築物被害について

今回の地震はわが国でこれまでに経験したことの無い大規模なものでしたが、新耐震基準（1981年6月以降の耐震設計基準）で設計された建築物の構造的な被害は少なかったと考えています。その一方で、天井などの非構造部材の落下が新耐震基準で設計された建築物でも見られたり、広範囲にわたる地盤の液状化によって非常に多くの建築物が傾斜する被害を受けたといった問題が判明しており、これらについての原因究明と対策が今後の大きな課題となっています。

木造建築物の被害

震度7を記録した宮城県栗原市をはじめ、宮城、福島、栃木、茨城の各県で、木造建築物の被害調査を実施しました。その結果、宮城県大崎市、福島県須賀川市、栃木県那須郡那須町、茨城県常陸太田市、那珂市などで多くの被害が確認されました。一方、震度7を記録した宮城県栗原市では、計測震度に比べて被害はさほど大きくありませんでした。

今回の地震で確認された被害形態は、「地震動による揺れに起因するもの」と「地盤の変状に起因するもの」の2つに大きく分けることができます。

地震動による被害の形態としては、煉瓦や瓦の脱落といった屋根瓦の被害、内外装材の被害(写真2)、建築物の傾斜、層崩壊(写真3)が挙げられます。これらの被害形態は、過去の地震で見られた被害とほぼ同様のものです。



■写真2 外装材の脱落



■写真3 1階の層崩壊

地盤の変状による被害としては、敷地や擁壁の崩壊に伴う基礎や壁面の損傷や、建築物の傾斜・崩壊が複数確認されています。また、低湿地や水田を埋め立てた宅地などでは、大きな被害を生じている例が複数確認されたことから、軟弱な地盤が地震動を増幅した可能性が考えられます。

鉄骨造建築物の被害

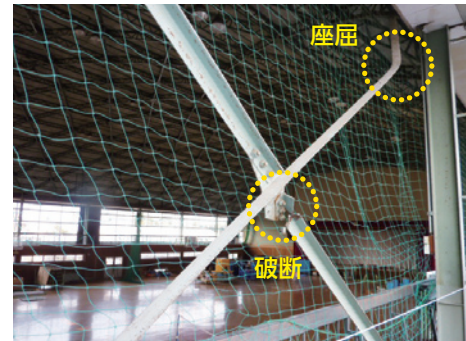
宮城、福島、茨城の各県における事務所ビル等の一般的な鉄骨造建築物の外観による被害調査と、茨城県内の震度6強～5強の地震が観測された広範囲の地域を対象に、旧耐震基準で設計された学校体育館等の被害調査を実施しました。

一般的な鉄骨造建築物の外観による被害調査では、駐車場等のブレース構造建築物において、ブレース材の座屈やその接合部分の損傷等の被害がいくつか観察されました。また、駐車場の露出柱脚でも被害が観察されました(写真4)。今回調査した範囲では、柱や梁といった主要な構造部材に破断等の重大な被害が発生した事例は確認されていません。

茨城県内の学校体育館等の被害調査では、i) 鉛直ブレース材の座屈及び破断と接合部の破断(写真5)、ii) ラチス柱の斜材の座屈(写真6)、iii) RC造柱と屋根の接続部(支承部)の損傷、iv) 屋根面水平ブレースのたわみ、座屈、破断、v) 柱脚コンクリートのひび割れ、vi) その他(床束の転倒、等)の被害、といったものが確認されました。ただし、鉛直ブレース材の破断または接合部の破断などといった構造的に大きな被害が生じた建築物の割合は、2004年新潟県中越地震の際に行われた同様の調査の結果¹⁾に比べて小さいと判断できます。



■写真4 露出柱脚の被害



■写真5 ブレース材の座屈と接合部の破断

須賀川市などでは、かつて水田や堀であったという地域で構造被害が比較的集中して見られたことから、地盤条件が被害の発生に関与している可能性が考えられます。

今回の調査で見られた構造被害は、そのほとんどが過去の地震被害においても観察されたものと同様のものでした。例えば、低層建築物の中間階における層崩壊(写真1)や、ピロティ構造(2階以上に壁を有し1階で壁が抜けた構造)の1階における層崩壊(写真



■写真6 ラチス柱の斜材の座屈 (黄点線部)

鉄筋コンクリート造建築物等の被害

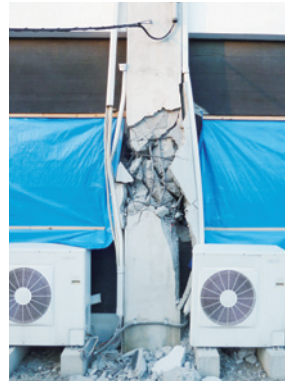
岩手、宮城、福島、茨城の各県において震度6弱以上が観測された地点の都市部を主な対象地域として、鉄筋コンクリート(RC)造や鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造建築物の被害調査を実施しました。

各地で観測された大きな震度から見れば、総じて構造被害はさほど大きくないことが分かりました。ただし、仙台市若林区や須

7)、軸力を負担できなくなるほどの柱のせん断破壊(写真8)といった重大な被害も起きていますが、被害が生じた建築物のほとんどは旧耐震基準で設計された建築物でした。一方、現行の耐震基準で設計された建築物で被害を受けたものは非常に少なかったですが、一部のSRC造建築物における柱脚ベースプレート付近での主筋の座屈や、柱梁接合部のせん断ひび割れ、コンクリート打継部の水平ひび割れなどの損傷が確認されました。



■写真7 ピロティ構造の1階における層崩壊



■写真8 柱のせん断破壊



■写真9 非構造壁のせん断破壊

なお、旧耐震基準、現行耐震基準に係わらず、主に集合住宅において、玄関周りの非構造壁やベランダ側の方立て壁がせん断破壊する事例(写真9)が多く確認されました。

今回の地震では、地震動による重大な構造被害は比較的少なかったにも関わらず、旧耐震基準で建設された市役所などの公共建築物で、使用できなくなるほどの大きな被害を受けた事例が見られました。災害時に拠点として機能すべきこれらの建築物が、その機能を失ってしまったことは、耐震改修の必要性を改めて認識させるものと言えます。

宅地地盤・基礎の被害

今回の地震では、関東地方の湾岸地域を中心として、地盤の液状化による建築物被害が発生しました。調査では、茨城・千葉県境付近の利根川流域や千葉県浦安市で、液状化に伴う噴砂や地盤変状などの広域的な被害の発生を確認しました。傾斜の大きな建築物(写真10)も見られましたが、調査した範囲では基礎部分のひび割れ、損傷等は外観上観察されませんでした。

宮城、福島、栃木の各県では、造成宅地(とくに辺縁部)を中心に、地盤の滑り出し等の変状を伴う大きな被害(写真11)が発生しました。過去の地震で被害を生じた造成地で、再び変状が発生した地域も見られました。また、大規模な被害を受けた宅地で、基礎下の地盤が崩落していた状態でも、基礎の一体性が確保されていたものもありました。

非構造部材の被害

宮城、福島、茨城の各県において調査を実施した建築物のうち、層崩壊などの重大な被害を生じていない建築物における、外装材・帳壁、開口部、その他の非構造部材の被害概要を示します。茨城県では、学校体育館と空港ターミナルビルの非構造部材の被害について詳細調査を実施しました。

外装材・帳壁に関連する被害としては、損傷したRC造壁の外壁タイルの剥落、パネル外壁等の脱落(写真12)等が多く確認されました。開口部のガラスについても、多くの建築物でガラスの破損が確認されました。内装材の破損・脱落については、体育館等のアリーナ部の内壁や舞台上部の内壁に確認されました。体育館等の天井も様々な工法のものが被害を受けており、被害の程度も端部が破損する程度の小規模なものから全面的に脱落する大規模なものまで様々でした。ロビーの天井が脱落した空港ターミナルビル(写真13)については、天井下地の配置が不均等であったり入り組んだりしているのを確認しました。

非構造部材の被害としては、比較的古い工法によるものが多く被害を受けており、比較的高所における非構造部材の破損・落下も確認されました。

おわりに

本号では、平成23年東北地方太平洋沖地震における建築物被害について報告しました。地震の規模や各地での計測震度から見れば、地震動による建築構造の被害は比較的少なかったことが判明しましたが、旧耐震基準で設計された建物に被害程度が大きいことを確認しました。今回の地震で大きな問題となった天井落下や液状化などの対策も含めて、今後も技術基準の見直しを行っていく必要があると考えています。

なお、ここに記載した内容は一次調査の結果に基づいて取りまとめたもので、必ずしも地震被害の全容を把握したものではないことを申し添えます。二次調査の結果に基づく、詳細な被害分析や被害原因の解明等につきましては、今後、ホームページや論文等で公表していく予定です。

最後に、この地震で亡くなられた方及びそのご遺族に対して深い哀悼の意を表するとともに、被災された方々に心からお見舞い申し上げます。



■写真10 液状化による傾斜



■写真11 高台の端部斜面の地すべりによる被害



■写真12 パネル外壁の脱落



■写真13 空港出発ロビーにおける天井材の脱落(黄点線が天井脱落箇所)

参考文献

- 1) 平成16年新潟県中越地震建築物被害調査、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、pp.305-353、2006.10

防火研究グループ

木材を積極的に利用した建築物に関心が集まっています。木材の利用拡大は林業の活性化や地球温暖化防止につながります。特に木造の学校では、子供たちは木の柔らかさや温かさに触れることで木の心地よさを自然に受け入れるといわれています。木造学校の建設は今後ますます活発になり、今までより大規模な木造学校実現の要望が高まることが予想されます。そのためには解決すべき課題がいくつかあります。防火研究グループでは、大規模な木造学校実現に向けて、大学や民間事業者と共同で火災安全の観点から研究を行っています。

意外かもしれませんが、木であっても断面の大きい柱やはり、板厚のある壁や床は、火災ですぐに壊れることはありません。火にさらされても表面に炭化層が形成され、これが断熱効果を発揮し、木材内部の温度はすぐには上昇しません。この特徴は大規模木造学校の設計にも活かすことができます。共同研究では、木材を利用した柱、はり、壁、床などの部材を、火災を再現した耐久炉に入れて加熱し性能を確かめました。その結果、適切な防火対策を行った木材の部材は、火災が1時間以上継続した場合でも、火災に耐えられることが明らかになりました。

現状では防火基準により木造建築の規模が厳しく制限されています。上記の部材を組み合わせて大規模木造学校をつくった場合に、火災で建物全体が一気に倒壊したり、周囲へ延焼したりする危険性が無いことを確認しなければなりません。そのため、今年度は実大建物を利用した火災実験を行い、大規模木造学校の安全性を確かめる予定です。



木造の学校



炉内で加熱中のはり試験体

Q&Aコーナー

Q： 建築研究所の出版物の閲覧や転載について教えてください。

A： 建築研究所では、研究成果等の概要や成果をとりまとめた報告書を建築研究資料等として出版し、公表しています。これらの出版物は、建築研究所ホームページにて紹介しており、概ね平成19年度以降に刊行した建築研究資料等については、全文を電子データ化(pdf)していますので、全文の閲覧及びダウンロードが可能となっています。

なお、建築研究所の著作物内の記事や資料・写真などを転載、利用するには、原則として建築研究所の許諾を事前に得ていただくことが必要になります。

建築研究所の出版物のご紹介及び転載等の手続きについては、以下のURLをご参照下さい。

URL：<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/index.html>

●Q&Aコーナーは、読者の方から頂いたご質問にお答えするコーナーです。ご質問は、epistula@kenken.go.jp までお知らせ下さい。

編集後記

私が建築研究所に異動してきたのは本年4月で、3月11日の地震発生時には、震源から遠く離れた大学の研究室で実験の最中でした。その時は大きな揺れを感じることもなく、夕方に実験を終わらせてからインターネットで状況を確認したところ、入ってくる情報は限定的ながらも「これは只事ではない」と直感したのをはっきり覚えています。あれから約半年が経過し、地震発生直後の混乱した状態から、復興に

向けた動きが少しずつ見えてきた感もありますが、被災地の方々のご苦労はまだ続いています。このような大変な状況下にもかかわらず、被災地の方々には私達の現地調査活動に多大なるご協力を頂きました。この場を借りて御礼申し上げます。私達の調査・研究活動が、復興の一助となるよう、そして、今後起こりうる大地震への備えとなるよう、使命感を持って全力で努力していきたいと思っております。(M. T.)

平成23年度の公共サービス改革対象事業について～国土技術政策総合研究所等の施設管理・運營業務民間競争のご紹介～

公共サービスの改革に関する法律(平成18年法律第51号)に基づいて、透明かつ公正な競争の下で民間事業者の創意と工夫を適切に反映させ、より良質かつ低廉な公共サービスの実現を目指して当所初の民間競争入札を実施するものです。

対象業務は、国土技術政策総合研究所(旭地区・立原地区)、(独)土木研究所(つくば)、(独)建築研究所の4施設に関する建物・設備等保全業務、警備業務及び清掃業務とし、一括して発注するものです。実施期間は、平成24年4月1日から平成28年3月31日までです。

なお、スケジュールとして、実施要項を公表後にパブリックコメントを実施したのち、平成23年11月上旬～11月中旬に官報公示を行い、各種手続きを経て平成24年2月に落札事業者の決定、4月2日に契約締結を予定しております。

出版のご案内

建築研究資料 第132号

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査研究(速報)(東日本大震災)

建築研究資料 第133号

防犯まちづくりのための調査の手引き<実践編>2地区でのケーススタディを踏まえて

建築研究資料 第134号

防犯まちづくりデザインガイド～計画・設計からマネジメントまで



「江戸菊」 Photo M.Kato

Epistula

えびすどら

第55号 平成23年10月発行
編集：えびすどら編集委員会
発行：独立行政法人 建築研究所

〒305-0802 茨城県つくば市立原1
Tel. 029-864-2151 Fax. 029-879-0627

●えびすどらに関するご意見、ご感想は
epistula@kenken.go.jp までお願いいたします。
また、バックナンバーは、ホームページでご覧いただけます。
(<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/epistula.html>)

