

東日本大震災による

工学研究科建物の被害状況と応急危険度判定

都市・建築学専攻 教授 前田 匡 樹 (教員)

1. はじめに

2011年3月11日(金)に発生した東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)により工学研究科・青葉山キャンパスでは、多くの建物や、建物内の設備・什器に甚大な被害が生じた。地震直後から、これら被災した建物については、安全性が確認されるまでの間、立ち入り禁止の措置が取られた。筆者は、建築構造物の耐震性向上や地震被害の対策に関する研究を専門としていたため、工学研究科の依頼に基づいて、青葉山キャンパスの建物の被害調査を行い、被災した建物の使用の可否(応急危険度判定)や復旧の要否の判定を行った。

本稿では、筆者らが行った応急危険度判定の結果と、特に深刻な被害を受けた建物の被害状況を報告する。

2. 応急危険度判定

2.1 調査・判定の概要

一般的に、地震災害が発生すると、余震等に対する安全性(施設の使用、立ち入りの可否)を判断し、2次災害を防止することを目的として、応急危険度判定が行われる。

応急危険度判定では、建物の構造躯体の損傷状況や、建物からの落下・転倒危険物の有無を調査し、危険度を3段階に判定をして、図1に示すような、ステッカーを掲示する。

筆者らが行った応急危険度判定の概要を以下に示す。

- ・調査日程：1次調査 3月14日(月)～3月19日(土)以降、随時、再調査・追加調査を実施
- ・調査方法：都市・建築学専攻の構造系教員と大学院生・卒論生の3、4名のグループで、各建物の外部及び内部を調査。調査時間は、1建物あたり30分～1時間程度とした。
- ・判定方法：(財)日本建築防災協会の「応急危険度判定マニュアル」に準拠して行った。
- ・判定結果の意味：概ね以下のような判定基準とした。
 緑(調査済み)：施設の使用が可能と考えられる
 黄(要注意)：一部に危険で使用できない箇所(立ち入り禁止)がある、あるいは、2次災害に注意した上で立ち入る必要がある。
 赤(危険)：建物全体が危険であり立ち入り禁止とする必要がある

・調査実施者

東北大学大学院 工学研究科 都市・建築学専攻
 教授 前田 匡樹(世話役)、井上 範夫、植松 康
 准教授 大野 晋、佐藤 健、西脇智哉
 助教 迫田 丈志、池永昌容
 大学院生 松川 和人、包 蘇栄、三浦 耕太、
 青木 貴、幸山 寛和、藤田 政也、
 全 昌龍、櫻井 洋充、武藤 大志
 学部生 三本菅 良太、鈴木 一希、高橋 香菜子、
 渡辺 一矩、清水 善規、坂本 拓也



図1 応急危険度判定結果のステッカー

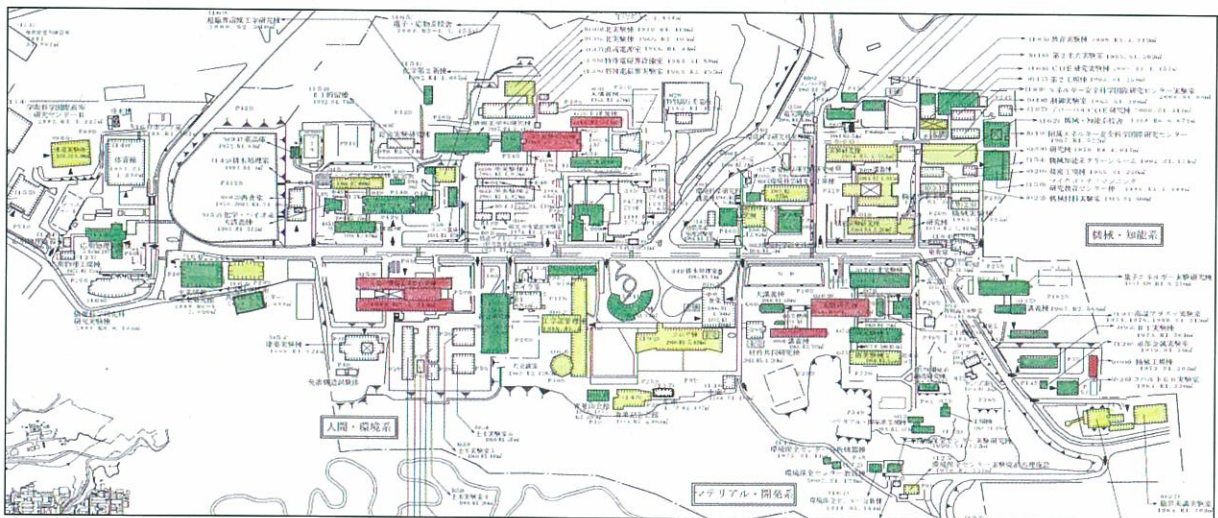


図2 青葉山キャンパスの建物配置図と応急危険度判定結果

2.2 判定結果

上記のように、地震発生の翌週3月14日(月)からの1週間で、青葉山キャンパスのほぼ全ての研究棟、講義棟、実験棟の合計83棟の応急危険度判定を実施した。図2に青葉山キャンパスの建物配置図を示し、各建物を判定結果に基づき色分けして示した。判定の結果は、図3に示すように「危険」6棟(7%)、「要注意」20棟(24%)、「調査済み」57棟(69%)の合計83棟であった。

図3に示したように、「危険」と判定された建物は、6棟(7%)であるが、人間・環境系、電子情報・応物系、マテリアル・開発系の実験研究棟、及び、講義棟2棟が含まれており、工学研究科5系のうちの3系の教育・研究の中心となる建物を使用不能(立ち入り禁止)となる極めて厳しい被害を受けた。

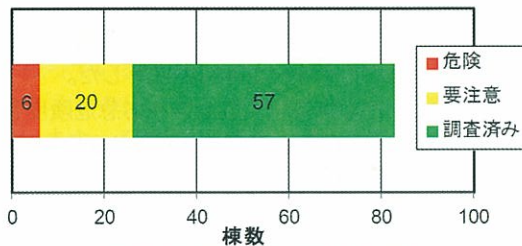


図3 応急危険度判定の結果別棟数

3. 大きな被害を受けた建物

以下では、応急危険度判定で「危険」とされた建物のうち4棟について、被害の状況を示す。

(1) 人間・環境系 実験研究棟

【建物の概要】

鉄骨鉄筋コンクリート(SRC)造9階建。1978年宮城県沖地震でも東西の外壁にひび割れが発生するなどの被害が生じたが、補修をして使用されていた。その後、2001年に耐震補強工事を実施した。全景を写真1に示す。

【主な被害状況】

写真2に示すように東西の両妻の連層耐震壁は、南北方向の地震動による曲げ変形により3階の4隅の柱に大きな変動軸力が作用したと思われる、柱脚部の損傷が激しい。柱のコンクリートが圧縮力により破壊して、内部の鉄筋・鉄骨が大きく露出し座屈・破断していた(写真3)。また、壁脚部のコンクリートにも大きなひび割れが発生した。その他の柱や壁にも斜めひび割れが見られた。

青葉山キャンパスの敷地は、周期1秒程度の地震の揺れが大きく増幅される地盤であることが知られており、9階建ての本建物や後述する電子情報・応物系1号館など高層建物に大きな被害を生じた原因と考えられる。

建物内の家具の転倒などの被害も甚大で、人的被害がなかったことは不幸中の幸いであった。2001年に耐震補強工事が実施されていたことが建物の倒壊の防止に効果があったものと思われる。

倒壊は免れたものの、建物の耐震性が大幅に低下していると考えられ、余震等により被害が進行する恐れがあるため、写真4に示すように大きく損傷した3階柱のコンクリートや壁を新設するなどの応急補強を5月に実施した。これにより、ようやく建物内に立ち入りの荷物を取り出すことができる状態になった。



写真1 人間・環境系実験研究棟の全景



写真2 建物東側の耐震壁3階部分



写真3 3階の耐震壁側柱の破壊状況



写真4 応急補強(柱脚部のコンクリートと壁を新設)

(2) 電子情報・応物系 実験研究棟(1号館)

【建物の概要】

鉄筋コンクリート(RC)造8階建。建設年は昭和41年(1966年)で、人間・環境系建物と同様に1978年宮城県沖地震を経験し、近年、耐震補強工事が実施されている。全景を写真5に示す。

【主な被害状況】

ほぼ全ての階の梁の多くにせん断ひび割れと呼ばれる斜めひび割れが生じており、せん断破壊してコンクリート片が落下している個所もある。特に建物東側の外梁は

損傷が著しく、耐力をほぼ失っていると思われる（写真6、7）。階段室を中心にRC壁にもせん断ひび割れが生じており、仕上げモルタルが階段に散乱しており、RC壁はコンクリートが圧縮破壊している個所がある。一部の柱にもせん断ひび割れが生じていたが、梁と比較すると損傷は軽微である。

写真8に示すように、EV機械室と給水タンクを格納するペントハウスは、RC造の壁および柱が完全に崩落し、崩壊直前の状態である。これにより、EVが落下し、タンク内の水が下階に放出されたとのことである。

このペントハウスは、崩落する危険があるため、崩落した柱と壁のコンクリートを新設する応急補強が行われた。

(3) 電子情報・応物系 北講義棟

【建物の概要】

RC造2階建て講義棟。建設年は昭和41年（1966年）。耐震補強は未実施であった。全景を写真9に示す。

【主な被害状況】

3月11日の本震により、1階の柱の多くにせん断ひび割れが発生し、特に東側の柱2本は、写真10左のように、コンクリートが大きく剥落していた。この時点では、大きな損傷がある柱は2本程度であったが、4月7日の余震により、被害が著しく進行した。写真10左の柱は、同右のようにひび割れが大きく開き、崩壊直前の状態となり、1階の大半の柱にも、大きなせん断ひび割れが発生して、建物全体が崩壊する危険が高くなった。

4月7日の余震に、被害の進行を防止するための応急措置や応急補強が間に合わなかったことは残念ではあるが、大震災直後の大混乱の中で、対応ができなかったこ



写真5 電子情報・応物系実験研究棟の全景



写真6 東側の壁をつなぐ梁のせん断破壊



写真7 建物内の中廊下部の梁のせん断破壊



写真8 ペントハウスのRC壁の破壊

とはやむを得ないと思われる。

なお、南側に建つほぼ同様の構造形式の南講義棟には、深刻な被害は生じなかった。

(4) マテリアル・開発系 実験研究棟（A棟）

【建物の概要】

RC造6階建て。竣工年は昭和43年（1968年）。3階までは耐震補強工事が完了しており、順次、上階を補強する予定であったとのことである。全景を写真11に示す。

【主な被害状況】

1～6階にかけて、桁行・梁間両方向のRC壁に最大で幅1～2mm程度のせん断ひび割れが見られた（写真12）。1階エントランスホールの梁間方向のRC壁では、コンクリート圧壊により鉄筋が露出していた。また、各階の梁（配管のための開口あり）には、開口部分にせん断ひび割れが見られた。特に桁行方向階段室脇の短スパン梁の開口部周辺の損傷（せん断ひび割れ）が顕著であった。柱については、2階実験室内の柱に幅1mm程度のせん断ひび割れが見られたが、壁や梁に比べて柱の損傷は少なかった。

柱の損傷は比較的小さいが、梁や壁にはひび割れなどの損傷が建物全体に多数みられ、建物の耐震性が低下していると考えられる。

建物の倒壊は免れたものの、建物が使用できなくなるとともに、実験機器や設備などが転倒・落下で損壊する被害を受け、研究を継続することが困難となる研究室が多数生じた（電子情報・応物系、人間・環境系も同様）。

4. 復旧・復興に向けて

ここまで述べてきたように、東日本大震災では青葉山キャンパスの施設に甚大な被害が発生し、研究・教育活動は1カ月以上中断した。応急危険度判定の後、「危険」と判定された建物は使用禁止となった。「要注意」の建物については、筆者らが危険箇所を特定し復旧工事のアド

バイスを行い、9月の時点では概ね補修工事が完了して、建物の全面的な使用が可能となった。「危険」の研究棟・講義棟5棟については、未だ使用できず、研究・教育活動には支障が残る状態である。今後、これらの建物は数年かけて改築される方向となっているが、この度の教訓を活かした災害に強い工学部キャンパスの再生に向けて、計画が進められている。



写真9 北講義棟の全景



写真11 マテリアル・開発系実験研究棟の全景



写真10 北講義棟の1階柱の破壊状況
(左は3月11日の本震後、右は4月7日の余震後)



写真12 壁のせん断ひび割れ

震災対応と安全管理

工学研究科健康安全管理室

3月11日14時46分、春休み中のキャンパスを東北地方太平洋沖地震が襲いました。大きな揺れはいったん収まったかと思われましたが、再び揺れ始め、約3分間もの長い時間揺れ続けました。

宮城県沖地震の発生確率が今後30年以内に99%と予想されていたこともあり、工学研究科では大規模地震発生に備え様々な準備を行ってまいりました。主な対策を挙げますと、全教職員に「災害対応危機管理マニュアル」を配布して大規模地震発生時の行動等を明確にし、年1回総合防災訓練を実施して避難行動等を確認し、さらに負傷者発生に備えて応急手当の訓練やAED講習会を継続的に開催してまいりました。また、災害時連絡用に「工学研究科

災害時連絡用ホームページ」を設置し、震度6弱以上の大規模地震発生の際は同ページを利用した安否連絡を行うこととしていました。備蓄品では、無線機、ヘルメット、懐中電灯、ラジオ、毛布、食料、AED、多人数用救急箱、担架、救助セットなどを準備し、緊急地震速報の整備も進めてまいりました。職場巡視でも地震対策を推進し、各研究室に対して化学薬品、高圧ガスボンベ等の落下・転倒防止対策等をお願いしてまいりました。

3月11日(金)の地震発生の際は、建物被害が発生し、キャンパス内が全て停電となりましたが、事前対策が功を奏して、重傷者や火災は発生せず、目立った混乱もなく整然と避難が行われました。地震発生後すぐにキャンパス内の中