

2023（令和5）年 2月 16日
国土交通省 国土技術政策総合研究所
国立研究開発法人 建築研究所
公益社団法人 空気調和・衛生工学会

2022(令和4)年3月16日23時36分頃の福島県沖を震源とする地震による 鉄筋コンクリート造等建築物および建築設備の被害調査報告

概要：2022年3月16日23時36分、福島県沖にてマグニチュード7.4、最大震度6強の地震が発生した。国土技術政策総合研究所、建築研究所及び空気調和・衛生工学会では、福島県および宮城県において鉄筋コンクリート造等建築物とそれらに設置されている設備機器を対象に、その被害の概要、過去の地震被害との相違、及び、地震後の継続使用性の実態を把握するため、現地被害調査を実施した。その結果、これまでの複数回にわたる地震被害の教訓を活かし復旧がなされている建築物がある一方で、過去の地震では被害がなかったものの、今回の地震で初めて被害が確認された建築物も散見された。これらの被害事例を報告するとともに、その被害要因について分析を行った。

1. はじめに

2022年3月16日23時36分、福島県沖にてマグニチュード7.4、最大震度6強の地震が発生した。国土技術政策総合研究所、建築研究所および空気調和・衛生工学会では、福島県および宮城県において鉄筋コンクリート造等建築物とそれらに設置されている設備機器を対象に、その被害の概要、過去の地震被害との相違、及び、地震後の継続使用性の実態を把握するため、現地被害調査を実施した。

2. 調査概要

2.1 調査日

6月の調査： 2022年 6月15日～6月17日

7月の調査： 2022年 7月20日～7月22日

2.2 調査者

6月の調査：

- ・国土交通省 国土技術政策総合研究所
向井智久
- ・国立研究開発法人 建築研究所
渡邊秀和
有木克良
- ・公益社団法人 空気調和・衛生工学会
水谷国男（東京工芸大学）
田辺恵一（新菱冷熱工業）
木村 剛（大林組）
込山治良（高砂熱学工業）
小林 光（東北大学）
小林 仁（仙台高専）
品田直也（新日本空調）
森 悠大（新日本空調）
赤井仁志（北海道大学）
川瀬貴晴（千葉大学）
林 一宏（日建設計）
大桃 元（須賀工業）
石川友樹（エヌ・ワイ・ケイ）
小野泰介（エヌ・ワイ・ケイ）

7月の調査：

- ・国土交通省 国土技術政策総合研究所
向井智久
小原 拓
- ・国立研究開発法人 建築研究所
渡邊秀和
坂下雅信
有木克良
- ・公益社団法人 空気調和・衛生工学会
水谷国男（東京工芸大学）
林 一宏（日建設計）
田辺恵一（新菱冷熱工業）
木村 剛（大林組）
品田直也（新日本空調）

森 悠大 (新日本空調)
 荒井安行 (鹿島建設)
 大桃 元 (須賀工業)
 小林 光 (東北大学)
 小林 仁 (仙台高専)
 平野廣和 (中央大学)
 石川友樹 (エヌ・ワイ・ケイ)
 小野泰介 (エヌ・ワイ・ケイ)
 坂本 智 (新日本設計)
 藤井陽平 (新日本設計)
 五上哲文 (森松工業)

2.3 調査建築物

本調査では、表 2.1 に示す 20 棟の建築物（うち、2 棟は屋外受水・配水タンク）の被害調査を実施した。なお、6 月の調査で建築物 A～建築物 I の調査を、7 月の調査で建築物 J～建築物 T の調査を行った。

表 2.1 調査建築物一覧

	所在地	階数	構造形式	用途
建築物 A	福島県郡山市	地下 1 階, 地上 3 階, 塔屋 1 階	RC 造	図書館
建築物 B	宮城県富谷市	地上 1～5 階	RC 造	研修施設
建築物 C	福島県国見町	地上 1～5 階	RC 造	病院
建築物 D	福島県福島市	地下 1 階, 地上 6 階	RC 造	市民会館
建築物 E	福島県福島市	地上 6 階	SRC 造+S 造	競馬場
建築物 F	福島県福島市	地下 1 階, 地上 4 階	RC 造	公共文化施設
建築物 G	宮城県白石市	地上 4 階	RC 造+S 造	公共文化施設
建築物 H	宮城県仙台市	地下 1 階, 地上 4 階	RC 造	公共文化施設
建築物 I	宮城県仙台市	地下 2 階, 地上 6 階	SRC 造	公共文化施設
建築物 J	福島県相馬市	地下 1 階地上 4 階	RC 造	医療施設
建築物 K	宮城県仙台市	地下 1 階地上 4 階	SRC 造	公共多目的施設
建築物 L	宮城県仙台市	地下 1 階地上 2 階	RC 造+SRC 造	博物館
構造物 M	福島県南相馬市	—	—	受水タンク
建築物 N	宮城県仙台市	地上 6 階		スタジアム
建築物 O	宮城県仙台市	地上 5 階塔屋 2 階	SRC 造+S 造	科学館
建築物 P	宮城県仙台市	地上 4 階地下 1 階	RC 造+S 造	体育館
建築物 Q	福島県須賀川市	地上 5 階地下 1 階	S 造	公共多目的施設
建築物 R	福島県福島市	地上 6 階	S 造	福祉施設
構造物 S	福島県白河市	—	—	配水タンク
建築物 T	福島県南相馬市	地上 4 階	RC 造	学校

3. 地震概要

3.1 震度分布

2022年3月16日23時36分頃、福島県沖（北緯37度41.8分，東経141度37.3分）にてマグニチュード7.4（震源の深さ57km）の地震が発生した。本報告書では、これ以降この地震を「2022年の地震」とする。2022年の地震の震度分布を図3.1に示す。最大震度は宮城県登米市米山町，南方町，迫町，蔵王町円田，福島県国見町藤田，相馬市中村，南相馬市鹿島区西町にて震度6強を記録した。2022年の地震が発生した約1年前，2021年2月13日には，福島県沖（北緯37度43.7分，東経141度41.9分）にてマグニチュード7.3の地震が発生した。本報告書では，これ以降この地震を「2021年の地震」とする。参考として，2021年の地震の震度分布を図3.2に示す。最大震度はJMA 蔵王町円田で6強を記録し，JMA 郡山市朝日では6弱，JMA 福島市松木町では5強であった。また2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の震度分布を，参考として図3.3に示す。最大震度はJMA 栗原市築館（旧）で7を記録し，JMA 郡山市朝日では6弱，JMA 福島市松木町では5強であった。

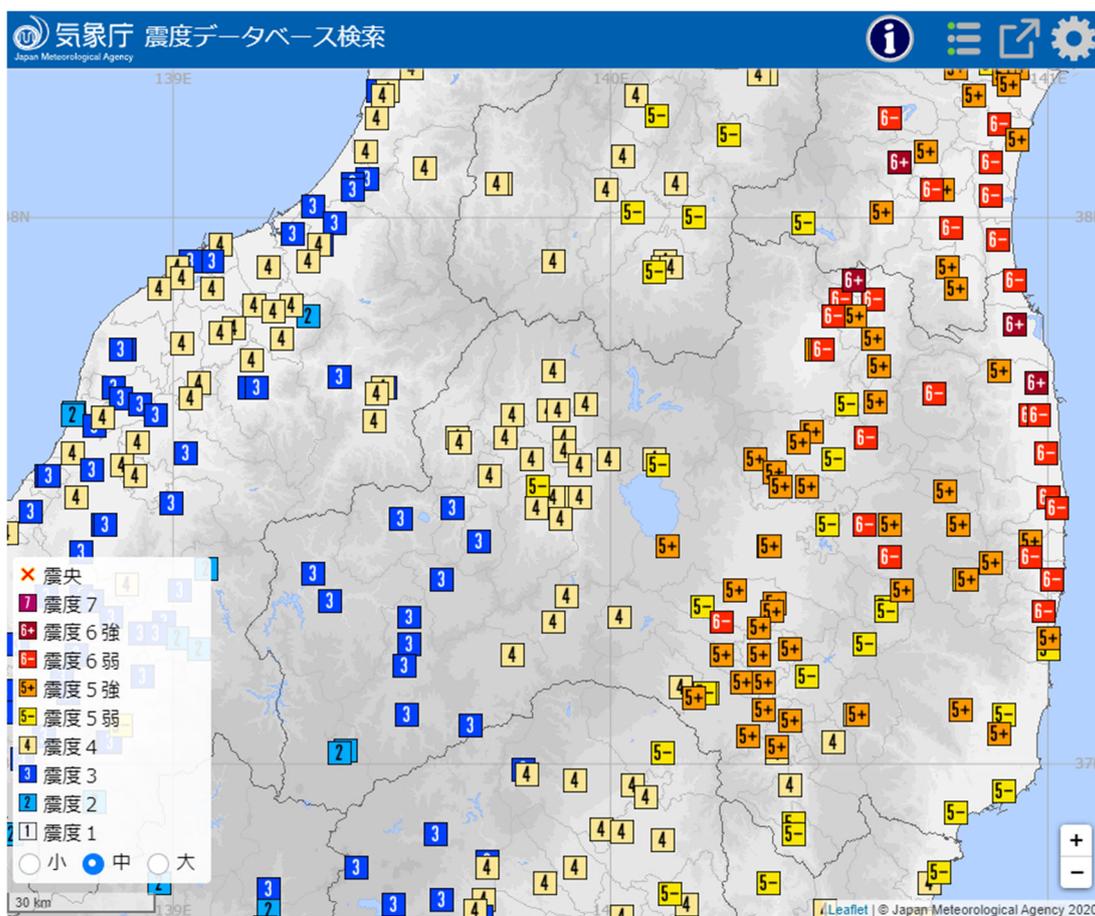
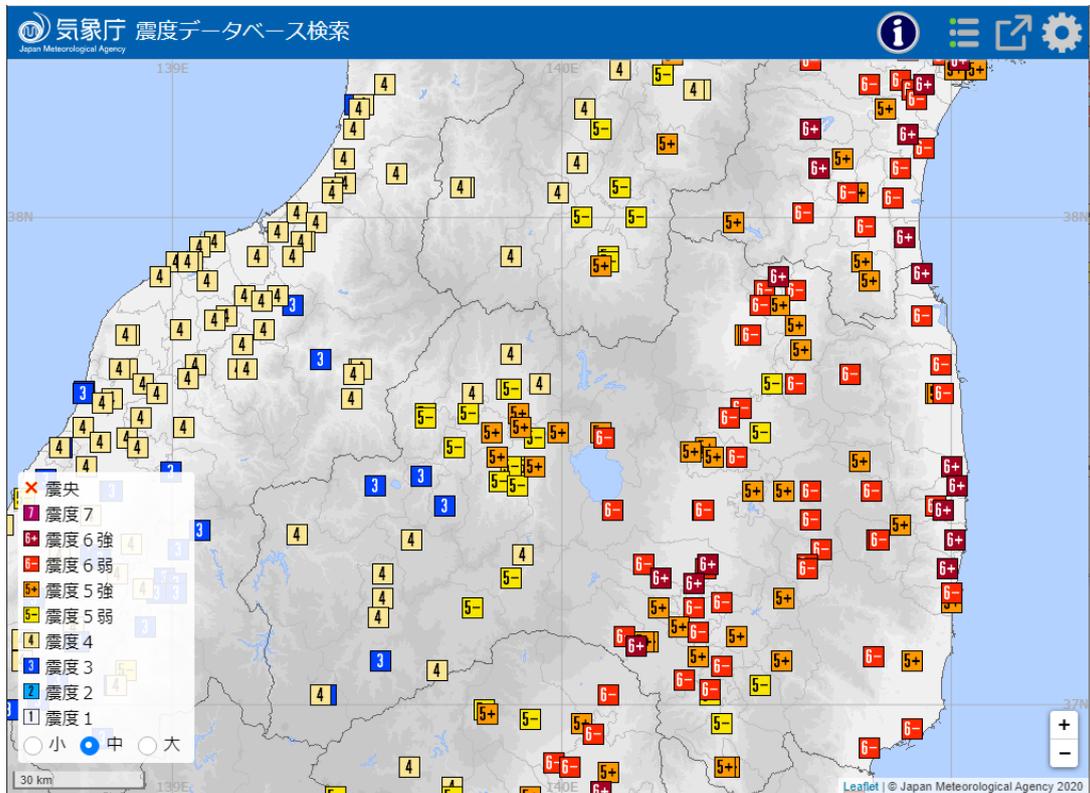
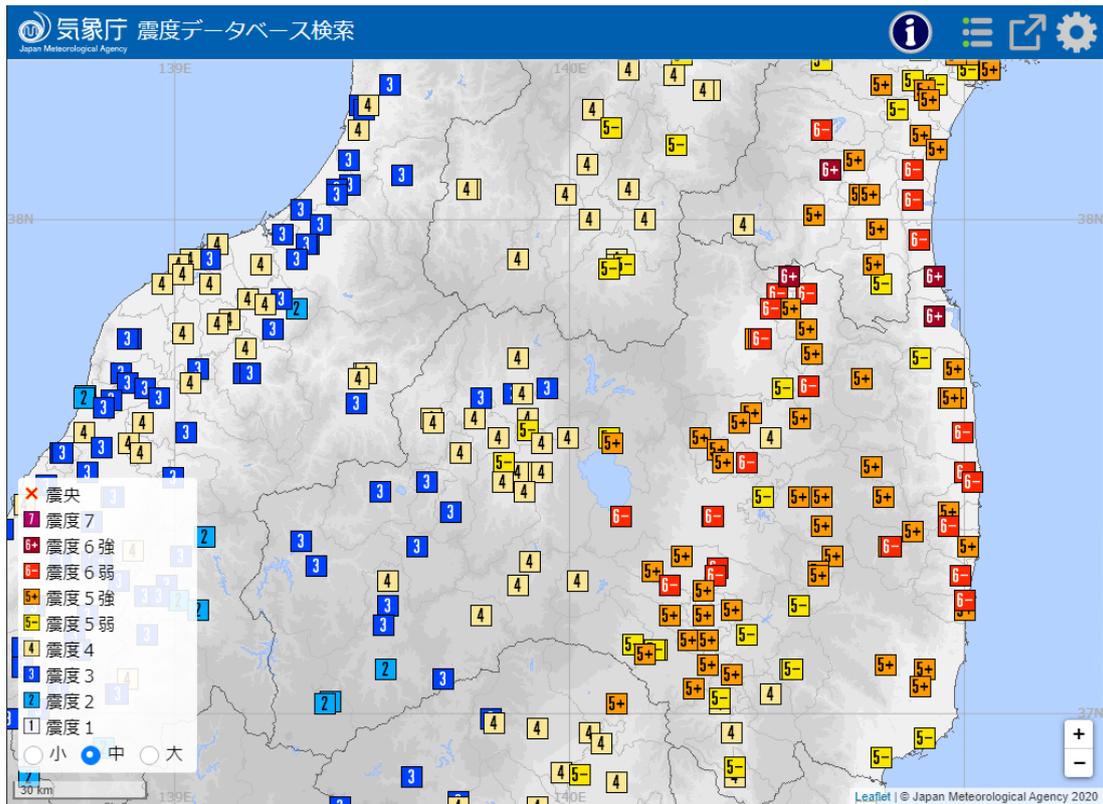


図3.1 2022年3月16日に発生した地震の震度分布¹⁾



3.2 観測地震記録

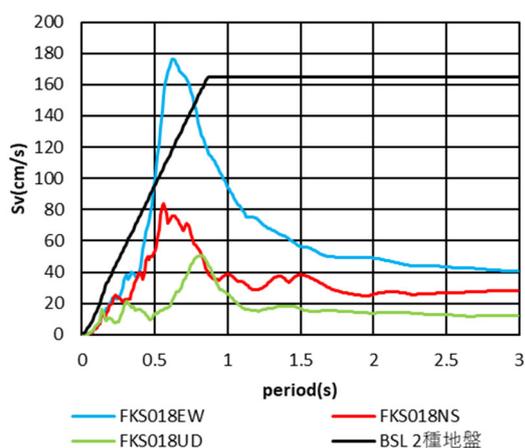
建築物近傍の観測点一覧を表 3.1 に示す。建築物から見て、近傍の震度観測点と近傍の強震観測点をそれぞれ示す。なお、震度観測点は、気象庁震度観測点（JMA 観測点）又は地方自治体の震度観測点より、強震観測点は、K-NET 又は KiK-NET²⁾ よりそれぞれ選定している。今回は、近傍の震度観測点から震度を判断した。また、いくつかの近傍の強震観測点の地震動記録を用いて、地震動の特徴についての検討を行った。

表 3.1 建築物近傍の観測点一覧

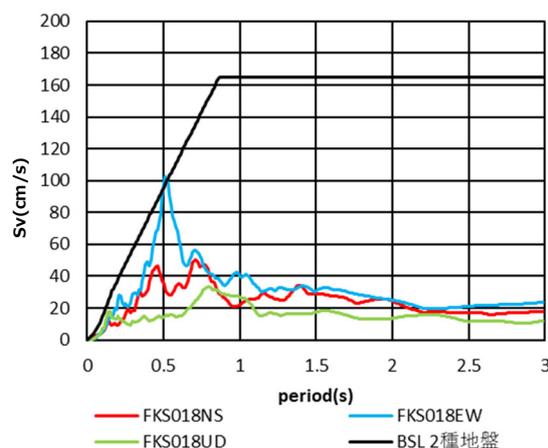
建築物名称	近傍の震度観測点 (JMAもしくは自治体)	2022年 の地震	2021年 の地震	2011東北 地方太平洋 沖地震	近傍の強震観測点 (K-NET, KiK-NET)	2022年の地震の 最大加速度(gal)	
						NS方向	EW方向
建築物A	JMA郡山市朝日	震度5強	震度6弱	震度6弱	K-NET郡山(FKS018)	256	311
建築物B	仙台泉区将監	震度5強	震度5弱	震度6弱	KiK-NET利府(MYGH14)	473	334
建築物C	国見町藤田	震度6強	震度6強	震度6強	K-NET梁川(FKS002)	573	751
建築物D	JMA福島市松木町	震度5強	震度5強	震度5強	K-NET福島(FKS003)	277	295
建築物E	福島市五老内町	震度6弱	震度6弱	震度6弱	K-NET福島(FKS003)	277	295
建築物F	JMA福島市松木町	震度5強	震度5強	震度5強	K-NET福島(FKS003)	277	295
建築物G	白石市亘理町	震度5強	震度5強	震度6弱	K-NET白石(MYG016)	259	340
建築物H	仙台青葉区雨宮	震度5弱	震度5弱	震度6弱	K-NET仙台(MYG013)	257	316
建築物I	仙台若林区遠見塚	震度5強	震度5強	震度6弱	K-NET仙台(MYG013)	257	316
建築物J	相馬市中村	震度6強	震度6強	震度6弱	K-NET相馬(FKS001)	566	728
建築物K	仙台泉区将監	震度5強	震度5弱	震度6弱	KiK-NET利府(MYGH14)	473	334
建築物L	仙台青葉区雨宮	震度5弱	震度5弱	震度6弱	K-NET仙台(MYG013)	257	316
構造物M	JMA南相馬市原町区三島町	震度6弱	震度5強	震度5強	K-NET原町(FKS005)	608	515
建築物N	利府町利府	震度5強	震度5強	震度6弱	KiK-NET利府(MYGH14)	473	334
建築物O	仙台青葉区雨宮	震度5弱	震度5弱	震度6弱	K-NET仙台(MYG013)	257	316
建築物P	仙台青葉区雨宮	震度5弱	震度5弱	震度6弱	K-NET仙台(MYG013)	257	316
建築物Q	須賀川市八幡町	震度5強	震度6弱	震度6強	K-NET須賀川(FKS017)	292	222
建築物R	JMA福島市松木町	震度5強	震度5強	震度5強	K-NET福島(FKS003)	277	295
建築物S	JMA白河市郭内	震度5弱	震度5弱	震度5強	K-NET白河(FKS016)	344	360
建築物T	JMA南相馬市原町区三島町	震度6弱	震度5強	震度5強	K-NET原町(FKS005)	608	515

今回調査した郡山市および福島市で観測された2022年の地震の地震動記録²⁾の速度応答スペクトルと2021年の地震の地震動記録²⁾をそれぞれ図3.4 (a), (b)はK-NET 郡山, (c), (d)はK-NET 福島)に示す。図中の「BSL2種地盤」は、建築基準法に規定されている極めて稀に発生する地震動(第2種地盤における値)の擬似速度応答スペクトルを示している。

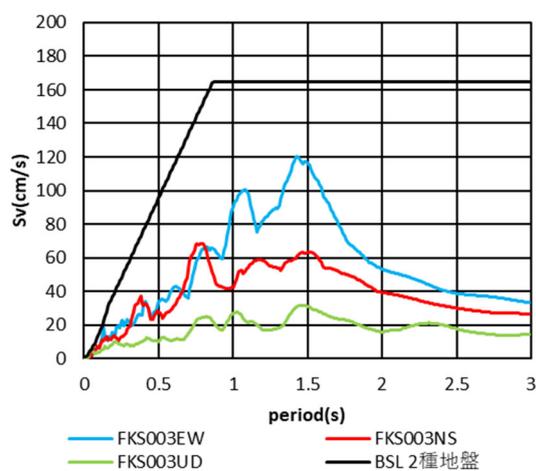
図3.4より水平動について、K-NET 郡山では今回の地震がEW成分において全周期帯で小さく、NS成分は、ほぼ同等である。いずれの水平成分においても0.5秒程度の周期帯にピークを有している。一方、K-NET 福島では両方向ともにほぼ同程度であるが、NS成分の0.8秒あたりで今回の地震が小さいことから、概して今回の地震の方が同程度以下となる。なお今回の調査建築物はいずれも建築物周期が1.0秒程度以下の中低層規模であることから、今回の両地域における調査建築物への2022年の地震による地震入力、2021年の地震によるものと比べ同程度以下であると推定される。



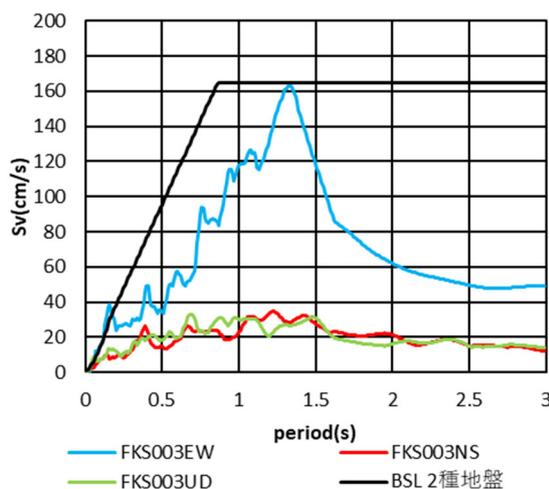
(a) K-NET 郡山 2021



(b) K-NET 郡山 2022



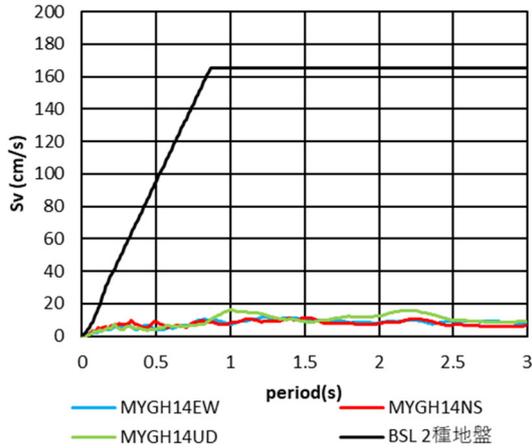
(c) K-NET 福島 2021



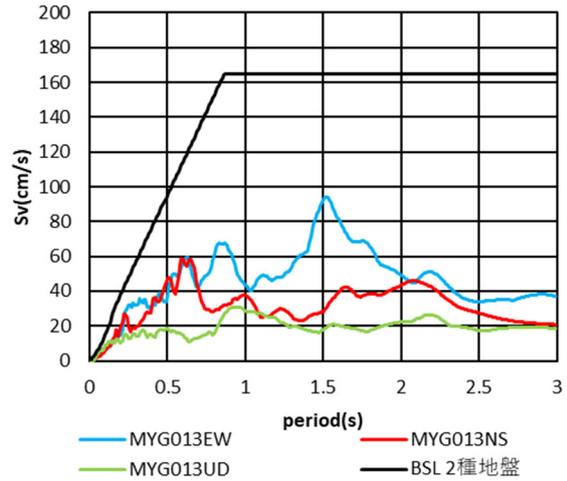
(d) K-NET 福島 2022

図3.4 観測地震動の速度応答スペクトルの比較

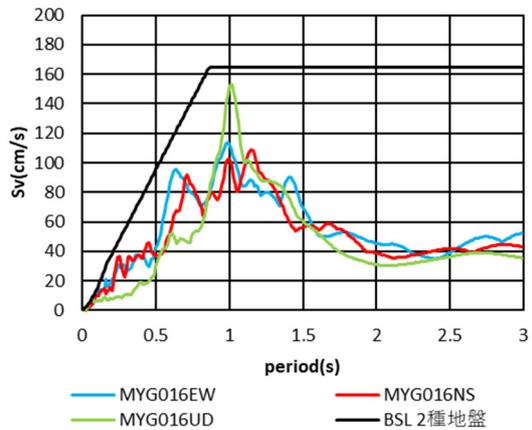
それ以外に調査したエリア内で比較的近い位置にある観測点（KiK-NET 利府，K-NET 仙台，K-NET 白石，K-NET 梁川）の速度応答スペクトルを図 3.5 に示す。縦軸の範囲は今回の調査地域における最大値にあわせて設定している。図より利府や白石において周期 1 秒未満で 160kine 程度が最大の速度応答となっている一方，梁川では比較的小さい値であることが分かる。



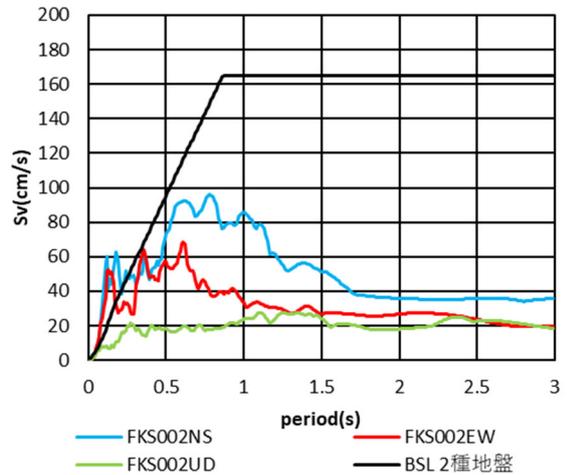
(a) KiK-NET 利府 2022



(b) K-NET 仙台 2022



(c) K-NET 白石 2022



(d) K-NET 梁川 2022

図 3.5 観測地震動の速度応答スペクトル

4. 調査結果

4.1 建築物 A

4.1.1 建築物概要

建築物 A は、1981 年竣工の地下 1 階、地上 3 階、塔屋 1 階の RC 造図書館で、いわゆる旧耐震建築物である。図 4.1.1 に建築物外観を示す。建築物 A は張り間方向 5 スパン桁行方向 12 スパンの建築物で、建築物の南側と北側部分にそれぞれ吹き抜けがある。建築物 A は、2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震によって構造被害を受けたため、2012 年 2 月にタイルの貼り替えや梁の炭素繊維補強などの応急復旧工事を実施した。その後 2014 年に耐震診断を、2015 年に耐震改修設計を、2016 年～2017 年にかけて耐震改修工事を実施した。耐震改修は、地下階の柱にシート巻き付け補強、1 階および 2 階に枠付き鉄骨ブレース補強が施されていた。

建築物 A は、2021 年の地震において構造被害を受けた。近傍の JMA 郡山市朝日の記録によると、2021 年の地震による震度は 6 弱であった。建築研究所では、被害調査および被災度区分判定を実施し、その結果 1 階の張り間方向の被害が中破であったと報告している³⁾。

2021 年 2 月の地震被害を受けて、2021 年 5 月～2022 年 8 月の期間で補修・補強工事の計画および設計が行われた。その後 2021 年 10 月～2022 年 3 月の期間で内部および外部の修復、被害のあった南側の柱と梁の補強が実施された。また、被害のあった南側張り間方向の 3 カ所の耐力壁は、損傷を受けた壁板を撤去した後に壁板をあと施工で新設された。さらに、南側張り間方向の構面に履歴型制振ブレースが新設された。これらの工事の終了間際に 2022 年の地震が発生した。近傍の JMA 郡山市朝日の記録によると、この地震による震度は 5 強であった。近傍の K-NET 郡山から計算した速度応答スペクトルは図 3.4 (b) のとおりで、0.5 秒以下の応答は 2021 年の地震とほぼ同程度の規模であることが分かる。施設管理者へのヒアリングによると、2022 年の地震により、3 階の壁にクラックや、1 階エントランスのガラスの破損、軒天井の軽微な破損、地下 1 階の設備配管の被害が見られたが概して軽微であったとのことである。また、これらの被害は補修され、地震発生から 2 ヶ月半後の 2022 年 6 月 1 日には図書館業務が全面再開されたとのことである。今回の被害調査は、この全面再開後に実施された。



図 4.1.1 建築物外観（南側）（建築物 A）

4.1.2 被害概要

建築物 A の被害の概要を図 4.1.2～図 4.1.6 に示す。

図 4.1.2 に南側正面玄関の外壁の被害を示す。2021 年の地震では、図 4.1.2(a)に示すように雑壁の被害があり仕上げタイルやコンクリート片が剥落していた。一方 2022 年の地震では、図 4.1.2(b)に示すように雑壁部分を換気口（ガラリ）に変更されていたため、雑壁部分の被害は見られなかった。図 4.1.3 に 1 階の南西単独柱の被害を示す。2021 年の地震では、図 4.1.3(a)に示すようにコンクリートが剥落し鉄筋が座屈していた。一方 2022 年の地震では、図 4.1.3(b)に示すように柱の断面補修および炭素繊維補強を施し、さらに柱間に制振ダンパーを用いた補強を実施しており、前回損傷が顕著であった柱部材に被害は見られなかった。



(a) 2021 年 3 月撮影



(b) 2022 年 6 月撮影

図 4.1.2 南側正面玄関の外壁（建築物 A）



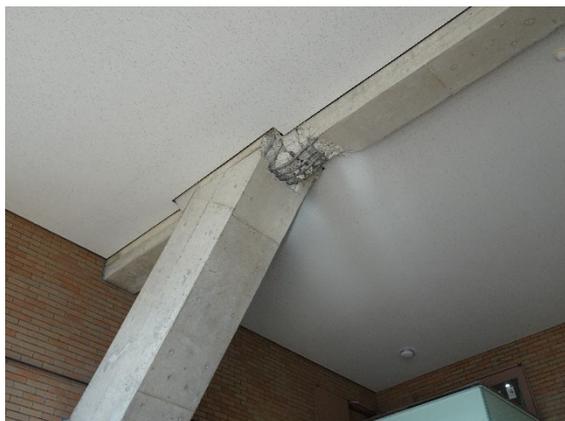
(a) 2021 年 3 月撮影



(b) 2022 年 6 月撮影

図 4.1.3 1 階の南西単独柱（建築物 A）

図 4.1.4 に室内南側吹き抜け部の 3 階梁の被害を示す。2021 年の地震では、図 4.1.4(a)に示すように主筋の座屈やコンクリートの剥落が見られた。一方 2022 年の地震では、図 4.1.4(b)に示すように梁の補修および炭素繊維補強を施しており、特段の被害は見られなかった。図 4.1.5 に 1 階のピロティ構面直上の耐力壁の被害を示す。2021 年の地震では、図 4.1.5(a)に示すように壁脚部分が水平に損傷を受けていた。一方 2022 年の地震では壁部分は補修されており、図 4.1.5(b)に示すように被害は見られなかった。

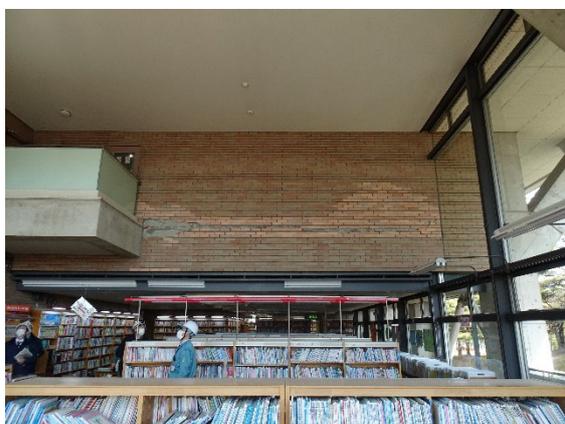


(a) 2021 年 3 月撮影³⁾



(b) 2022 年 6 月撮影

図 4.1.4 室内南側吹き抜け部の 3 階梁 (建築物 A)



(a) 2021 年 3 月撮影³⁾



(b) 2022 年 6 月撮影

図 4.1.5 ピロティ構面直上の耐力壁 (建築物 A)

図 4.1.6 に天井から吊られている設備配管の状況を示す。図 4.1.6(a)は、塔屋 1 階の設備用ダクトであり、ダクトの吊り材がブレース斜材（図中の黄色枠）により補強されていた。施設管理者へのヒアリングによると、2021 年の地震において吊り材が被害を受けたことにより、上記補強がなされ、今回の地震では被害が見られなかった。2022 年の地震では地下 1 階の設備配管の折れ曲がり（エルボー）部（図中の黄色枠）に漏水被害があったが、図 4.1.6(b)のように調査時は被害のあった配管が交換されていた。



(a)設備配管吊り具の補強（塔屋 1 階）

(b)設備配管の被害（地下 1 階）

図 4.1.6 設備配管に関する状況（建築物 A）

4.2 建築物 B

4.2.1 建築物概要

建築物 B は、1997 年竣工の研修施設で、地上 1 階の建築物 B-1、地上 3 階の建築物 B-2、地上 5 階塔屋 1 階の建築物 B-3 の 3 棟がエキスパンションジョイントで接続された RC 造建築物である。図 4.2.1 に建築物 B-3 の外観を示す。

建築物 B は東北地方太平洋沖地震では大きな構造被害を受けていないものの、外壁タイルが破損しており、調査時点において補修工事跡を確認した。また、2021 年の地震においても、外壁タイルの被害などがあつた。

近傍の仙台泉区将監の記録によると、東北地方太平洋沖地震による震度は 6 弱、2021 年の地震による震度は 5 弱、今回の 2022 年の地震による震度は 5 強であつた。近傍の強震観測点としては KiK-NET 利府があり、その速度応答スペクトルを図 3.5(a)に示すとおりである。

施設管理者へのヒアリングによると、2022 年 3 月 16 日当日、ガス・電気が停止することはなかつた。また、エレベータの破損も発生しなかつた。



図 4.2.1 建築物外観（建築物 B-3）

4.2.2 被害概要

建築物 B の被害の概要を図 4.2.2～図 4.2.4 に示す。

図 4.2.2 に、建築物 B-3 の塔屋およびその上に設置された GFRP 製の高置タンクの被害状況を示す。この高置タンクは、1996 年に施工されたものでメーカーの推奨する耐用年数 15 年を超えて使用されていた。高置タンクは東面（図 4.2.2(a)）および西面（図 4.2.2(b)）の壁がそれぞれ破壊されていた。施設管理者へのヒアリングによると、衛生器具の更新により節水ができるようになったことで、当該タンクの水位を全体の半分程度に保つ運用が実施されていた。2022 年 3 月 16 日当日、タンクが破壊されたことにより水が漏れだしたが、警報を受けて 24 時間体制で常駐していた職員が元栓を閉めたことにより、漏水は止められた。その後の 10 日間の断水中は、風呂桶にためておいた水を使用することで当面のトイレの使用を行うことができた。3 月中は施設利用が予定されていなかったため、業務に支障はなかった。その後、地上にある受水タンクの揚水ポンプを利用し、館内の給水管に直接接続して給水するための応急措置を行い、加圧給水ポンプに交換するまでの 1 ヶ月半の期間、給水を使用できるようになった。なお、この応急の工事は 1 日で実施できた。しかし、この方法では揚水ポンプを給水利用に合わせて稼働させる必要があるため、自動運転にできる加圧給水ポンプに交換する工事を実施した。土台や配管の検査などの事前準備を 2 週間程度実施し、その後 4 月の終わり頃に加圧給水ポンプを設置する工事を 2 日間程度実施した。ただし、この加圧給水ポンプはリース品のため、2022 年 9 月に加圧給水ポンプの本設を実施したとのことである。

図 4.2.2(c)(d)に示すように、建築物 B-3 の塔屋の南側耐力壁脚部に水平のひび割れおよびタイルの破損を確認した。



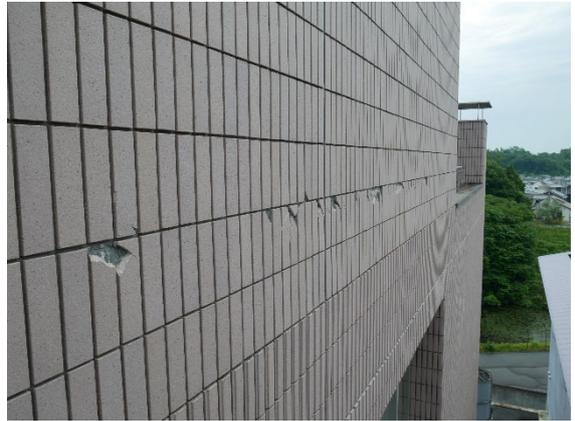
(a) 高置タンクの東面



(b) 高置タンクの西面



(c) 塔屋の南側



(d) 塔屋の南側耐力壁壁脚

図 4.2.2 建築物 B-3 の塔屋および高置タンクの被害状況

図 4.2.3 に建築物 B-2 の 1 階における被害状況を示す。図 4.2.3(a)の空調配管の被害により漏水被害が発生した。調査当時、配管は修理済みであったが、天井材には漏水被害の跡が残っていた（図 4.2.3(a)）。また、建築物 B-2 では 7 カ所のスプリンクラーの破損が発生した（図 4.2.3(b), 施設担当者提供）が、調査当時は既に修理済みであった。



(a) 空調配管の被害による天井の漏水跡



(b) スプリンクラーの破損

図 4.2.3 建築物 B-2 の 1 階の被害状況

図 4.2.4 に建築物 B-3 の被害を示す。図 4.2.4(a)に示すように、4 階および 5 階の方立壁にせん断破壊が見られる。また、1 階柱脚にも被害が見られた（図 4.2.4(b)）。これらの外壁などの被害による雨漏りなどはないことから、ひび割れ補修なく継続使用されている。今後はこれらの外壁補修がなされる予定だが、補修の計画は調査時点では未定であった。



(a) 方立壁のせん断ひび割れ



(b) 柱脚の被害

図 4.2.4 建築物 B-3 の被害

4.3 建築物 C

4.3.1 建築物概要

建築物 C は、1982 年竣工の地上 4 階 RC 造建築物 C-1、2002 年竣工の地上 5 階免震建築物 C-2、2003 年竣工の地上 1 階免震建築物 C-3 の 3 棟がエキスパンションジョイントで接続された病院建築物で、全てが新耐震建築物である。図 4.3.1 に建築物 C-1 の外観を示す。建築物周辺は田畑が広がっており、建築物の敷地ももともとは田畑であった。施設管理者へのヒアリングによると、建築物は全て杭基礎で、杭の長さは 20~30m 程度とのことである。

近傍の国見町藤田の記録によると、東北地方太平洋沖地震による震度は 6 強、2021 年の地震による震度は 6 強、今回の 2022 年の地震による震度は 6 強であった。近傍の強震観測点としては K-NET 梁川があり、その速度応答スペクトルを図 3.5(d)に示すとおりである。

施設管理者へのヒアリングによると、2022 年の地震後に、商用電源が途絶したが、自家発電によりしのぎ、3 月 17 日午前 4 時までには復電した。その間は、全ての業務に対して 2 日半対応可能な非常用自家発電設備（高圧 1500kVA、低圧 785kVA）により対応できたため、業務が停止することはなかった。エレベータは地震後 3~5 時間程度で復旧した。建築物 C では BCP マニュアルは策定していたものの、災害拠点病院に指定されていた訳ではないため、BCP マニュアルに基づいた訓練は実施していなかった。屋外に設置している受水タンクにおいて水漏れ被害が発生し、外部からの給水車等の対応によって地震後の継続使用性は確保された。また、館内では、スプリンクラー配管破損による水漏れが発生した。



図 4.3.1 建築物外観（建築物 C-1）

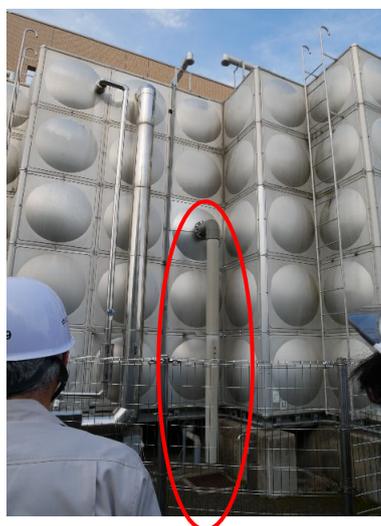
4.3.2 被害概要

建築物 C の被害の概要を図 4.3.2～図 4.3.3 に示す。

図 4.3.2 に屋外に設置されていたステンレス製の受水タンクを示す。この受水タンクはステンレス製で 2 槽に分かれている。敷地の制限により受水タンクは直方体ではなく雁行形状となっている。調査時は既に復旧済みであった。施設管理者へのヒアリングによると、この受水タンクは東北地方太平洋沖地震や、2021 年の地震でも被害を受けたが、2022 年の地震による被害が最も大きく、水漏れが発生した。2021 年の地震時と同様、受水タンクの間中部が被害を受けたとのことである。また、受水タンクのオーバーフロー管も外れたため、復旧を行った。図 4.3.2(b)の赤丸部分に、修理されたオーバーフロー管を示す。受水タンクの復旧には、地震後 1.5 日程度必要であった。復旧までの期間は、自衛隊や民間会社から給水車による提供を受け、病院機能の継続性を確保した。



(a) 北側からの写真



(b) 修理したオーバーフロー管

図 4.3.2 屋外に設置された受水タンクの被害（建築物 C）

地上4階RC造建築物C-1の被害状況を図4.3.3に示す。図4.3.3では、方立壁の上部に曲げひび割れが見られた。また、図4.3.4のように、建築物C-2（写真左側）と建築物C-3（写真右側）の間の屋上の目隠し壁を繋ぐエキスパンションジョイントがずれていた。



図 4.3.3 建築物 C-1 1階方立壁の曲げひび割れ



図 4.3.4 建築物 C-2 と建築物 C-3 の間の Exp.J のずれ

4.4 建築物 D

4.4.1 建築物概要

建築物 D は、1971 年竣工の地下 1 階地上 6 階塔屋 3 階の RC 造の市民会館である。図 4.4.1 に建築物外観および図 4.4.2 に概略平面図を示す。建築物 D は L 字形の建築物で北側 1 階および南側 2 階にホールを有する建築物である。建築物 D は、旧耐震建築物であり、耐震診断を実施し NG であったが耐震補強はなされていない。なお、東北地方太平洋沖地震によって被害を受けて補修工事がなされており、2021 年の地震によって受けた被害は使用上支障のある部位の補修がなされた状態で今回の地震が発生している。

近傍の JMA 福島市松木町の記録によると、2022 年の地震による震度は 5 強であった。近傍の強震観測点としては K-NET 福島があり、その速度応答スペクトルを図 3.4(d)に示すとおりである。

施設管理者へのヒアリングによると、2022 年 3 月 16 日当日、水道・ガス・電気などが停止することはなかった。また、エレベータは停止したが、破損はなく直ぐに復旧した。なお、応急危険度判定は実施していないが、行政の建築担当者による被害確認を早急に行っている。



図 4.4.1 建築物外観（建築物 D）

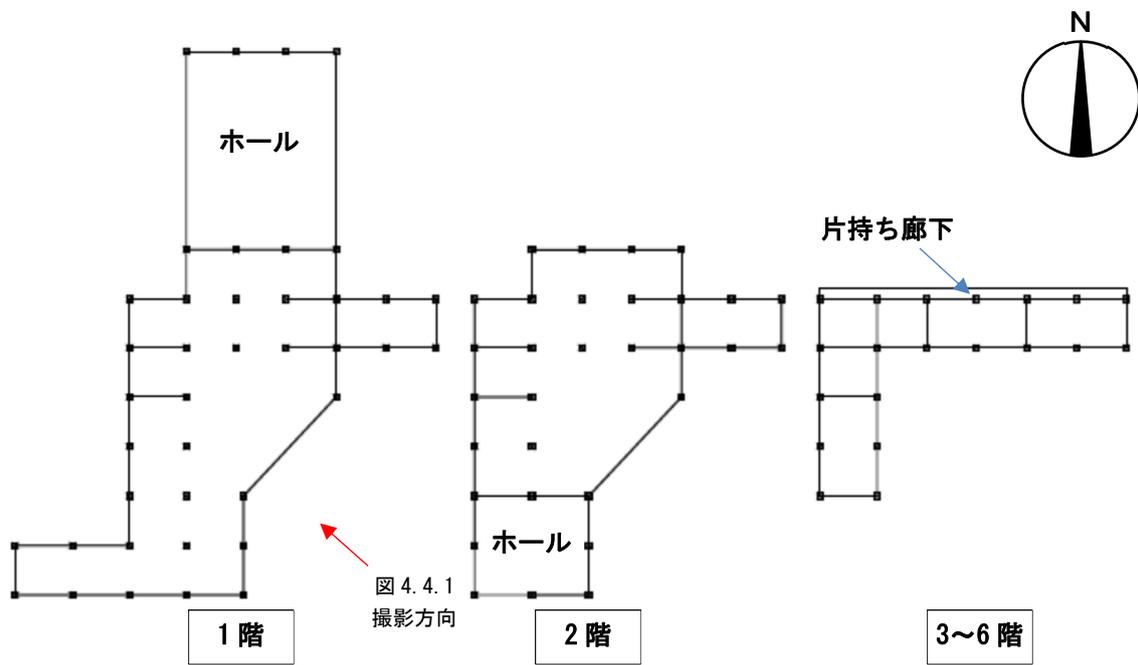


図 4.4.2 概略平面図 (建築物 D)

4.4.2 被害概要

建築物 D の建築物の被害の概要を図 4.4.3～図 4.4.7 に示す。

施設管理者へのヒアリングによると、構造躯体に生じている損傷は大きくなく、利用者への影響があるガラスの割れなどの補修を行い、4月4日に開館した。そのため閉館期間は発災後 18 日間であった。

図 4.4.3 に 1 階および 2 階の北側の桁行方向の耐震壁で確認されたせん断ひび割れを示す。1 階部分でその幅は 0.2 mm 程度であった。なお、2 階部分のひび割れは、建築物外部で離れた位置からの目視であったためひび割れ幅は計測できなかったが、1 階部分で生じているひび割れよりは幅は小さかった。

図 4.4.4 に 4 階および 6 階の南側の妻側の耐震壁のせん断ひび割れを示す。3 階や 5 階の同じ壁にもせん断ひび割れが入っていたが、ひび割れ幅は 4 階で 1.0 mm 程度、6 階で 0.4 mm 程度と比較的大きく、その他の階は 0.2 mm 程度のひび割れであった。

図 4.4.5 に建築物西側の外壁面から 4 階の短スパンの梁で確認されたせん断ひび割れを示す。その他の梁の損傷は確認できなかった。

図 4.4.6(a) に建築物の北側の 2 階部分の構面外の非構造壁のひび割れを示す。開口から伸びたひび割れ幅は 0.9 mm 程度であった。

図 4.4.6(b) に建築物北側の廊下部分の 3 階から 6 階の腰壁で確認されたひび割れを示す。大きいところでは 1.0 mm 以上の幅のひび割れであった。なお、地震後この廊下部分のサッシのクレセントが外れる被害が顕著であった。

図 4.4.7(a) (b) に建築物北側のトイレ部分の 3 階から 6 階の雑壁で確認されたせん断ひび割れを示す。4 階部分などでは前回の地震被害で損傷してタイルが落ちそうになっている箇所を応急的に補修してある状況であった。



(a) 1 階部分

(b) 2 階部分

図 4.4.3 北側の桁行方向の耐震壁のせん断ひび割れ (建築物 D)



(a) 4階部分

(b) 6階部分

図 4.4.4 南側の張り間方向の耐震壁のせん断ひび割れ (建築物 D)



(a) 4階部分

(b) 4階部分 (拡大)

図 4.4.5 西側の桁行方向の短スパン梁のせん断ひび割れ (建築物 D)



(a) 2階部分

(b) 6階部分

図 4.4.6 北側廊下の壁のひび割れ (建築物 D)



(a) 4階部分

(b) 6階部分

図 4.4.7 北側トイレの壁のせん断ひび割れ (建築物 D)

設備機器関連の被害の概要を図 4.4.8 に示す。施設管理者へのヒアリングによると、設備機器の被害としては、地下の電気室の蛍光灯の破損と 1 階トイレの漏水があったが、大きな被害はなかった。図 4.4.8(a)に屋上部分の全景を示す。屋上には目立った設備機器は設置されていなかった。図 4.4.8(b)に塔屋部分に設置されている高置タンクの脚部の基礎部分に入っていたひび割れを示す。今回の地震による損傷であるかは不明であった。図 4.4.8(c)に 1 階ホールに設置してあったスピーカーの留め付け部分を示す。地震被害ではないが、金属系あと施工アンカー(芯棒打込み式)の施工において芯棒の打込み不足が見られる箇所があった。図 4.4.8(d)に屋外にある受水タンクポンプ室の全景を示す。



(a) 屋上部分（全景）



(b) 高置タンク（塔屋内）



(c) スピーカー（1階ホール）



(d) 受水タンクポンプ室

図 4.4.8 設備機器の設置状況および被害状況（建築物 D）

4.5 建築物 E

4.5.1 建築物概要

建築物 E は、1995 年竣工の地上 6 階の SRC 造+S 造の建築物である。図 4.5.1 に建築物外観および図 4.5.2 に概略配置図を示す。建築物 E は 3 棟から構成されており、それぞれエキスパンションジョイントで構造的に分離されている。上層階に大きな吹き抜けがあり、特定天井の規模に該当する天井を有する建築物である。

建築物 E は、東北地方太平洋沖地震によって天井や壁、エキスパンションジョイント（エキスパンションジョイント部のガラス製変位吸収機構を含む）の被害が大きく、中央部の建築物の損傷が大きかった。なお、この中央部は両サイドの建築物と比較して短辺方向が短いという特徴がある建築物である。2021 年の地震においても同様の被害がエキスパンションジョイントやガラスについてみられたことから、2021 年の地震被害の教訓を活かして、エキスパンションジョイント部のガラス製変位吸収機構を別材料のものに変更した。同様に、吹き抜け天井部分のエキスパンションジョイントのカバーは可変性を富む樹脂製のものに改善されている。また、天井部分は構造躯体から鉄骨造の下地材（ブドウ棚）を組み、吊り長さを短くする改修が行われている。設備機器については「建築設備耐震設計・施工指針 2014 年版((一財)日本建築センター)」に準拠する形で 2021 年の地震後に一部補強が行われており、これにより今回の地震では、補強を行った箇所の損傷はなく、その他の部分で一部被害が見られた。なお、今回損傷した吊り天井部分は意匠上、特殊な形状をしていたが安全性を優先して、天井を設けるために構造躯体から鉄骨造の下地材（ブドウ棚）を組み、通常フラットな天井に改修されている。近傍の福島市五老内町の記録によると、今回の地震による震度は 6 弱であった。近傍の強震観測点としては K-NET 福島があり、その速度応答スペクトルを図 3.4(d)に示すとおりである。

施設管理者へのヒアリングによると、2022 年 3 月 16 日当日、水道・ガス・電気などが停止することなかった。また、エレベータは停止したが、破損はなく直ぐに復旧しており、施設としては被災後の週末（3 月 20 日）までの 4 日間閉館し、翌週から使用可能な範囲で施設利用を再開している。



図 4.5.1 建築物外観（建築物 E）

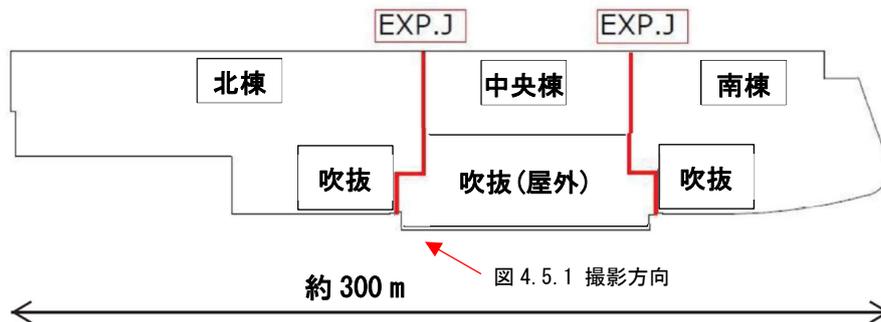


図 4.5.2 概略平面図（建築物 E, 5 階）

4.5.2 被害概要

建築物 E の被害状況および改修の状況を図 4.5.3～図 4.5.5 に示す。被害状況については、施設管理者からの情報提供によるものである。

図 4.5.3 に、北棟吹き抜け部の 2021 年の地震によるエキスパンションジョイントの被害状況および改修後の状況を示す。2021 年の地震では、吹き抜け天井部分のエキスパンションジョイントカバーの破損落下（図 4.5.3(a)）やエキスパンションジョイント部のガラス製変位吸収機構に被害が見られた（図 4.5.3(b)）。その後、吹き抜け天井部分のエキスパンションジョイントの金属カバーを樹脂系メッシュ網へ変更し、エキスパンションジョイント部のガラス製変位吸収機構を別材料のものに変更するなどの対策を実施していたため、2022 年の地震では被害はなかった（図 4.5.3(c)）。



(a) 吹き抜け天井部分の Exp.J カバー破損

(2021 年の地震による被害、施設管理者より提供)

(b) Exp.J 部ガラス製変位吸収機構の破損

(2021 年の地震による被害、施設管理者より提供)



(c) 吹き抜け部分の Exp.J の改修後 (2022 年の地震後の状況、2022 年 6 月撮影)

図 4.5.3 2021 年の地震による Exp.J の被害および改修状況（建築物 E）

図 4.5.4(a)に、2021 年の地震による北棟通路エキスパンションジョイント部の壁・天井の被害状況を示す。また、5 階通路部では、2022 年の地震の被害に対する改修工事が 6 月の調査時に実施されており、被害前の特殊な形状をした吊り天井の復旧を行うのではなく、天井を設けるために構造躯体から鉄骨造の下地材（ブドウ棚）を組み、吊り長さの短いフラットな吊り天井に改修する工事が行われていた（図 4.5.4(b)）。

図 4.5.5 にスプリンクラー配管の破損と改修の状況を示す。2021 年の地震によるスプリンクラー配管の破損による漏水巻出し配管の接続部からの水漏れが多く発生したが、2022 年の地震では 10 か所程度で、2021 年の地震後に復旧対策を行った部分での漏水はなかった。



(a) 被害状況



(b) 天井改修工事

図 4.5.4 天井部分の被害状況および施工状況（建築物 E）



(a) 配管破断の状況

(2021 年の地震による被害、施設管理者より提供)



(b) 改修後の状況

図 4.5.5 スプリンクラー配管の破損および改修状況（建築物 E）

4.6 建築物 F

4.6.1 建築物概要

建築物 F は、2005 年竣工の地下 1 階地上 4 階の RC 造建築物である。図 4.6.1 に建築物外観を示す。建築物 F は整形な形状をしているが、隣接する免震建築物とエキスパンションジョイントで接続されている。また、屋根部分はガラスを屋根ふき材とした鉄骨造立体トラスの置き屋根となっている。

建築物 F は、東北地方太平洋沖地震や 2021 年の地震では 1 階から 4 階までのエキスパンションジョイントに被害が見られたため、その後樹脂系のものに改修したことで 2022 年の地震ではエキスパンションジョイントの被害はなかった。なお、2021 年の地震による被害のうちガラス屋根の漏水やひび割れの補修などが未実施の状態です。2022 年の地震被害を受けている。近傍の JMA 福島市松木町の記録によると、2022 年の地震による震度は 5 強であった。近傍の強震観測点としては K-NET 福島があり、その速度応答スペクトルを図 3.4(d) に示すとおりである。

施設管理者へのヒアリングによると、2022 年 3 月 16 日当日、ガス・電気などが停止することはなかった。スプリンクラー配管の破断によって地震後 2 時間程度の漏水が生じた。この漏水によりエレベータピットが冠水したことから、その復旧が完了する 5 月 10 日までの 55 日間の間、エレベータが使えない期間が発生したが、エレベータ自体の破損等はなかった。また、破断したスプリンクラー配管は 7 月中旬ごろに復旧しており、復旧まで 4 ヶ月を要した。地震発生直後 1 ヶ月の期間で臨時休館としていたが、復旧が完了し施設利用できる場所から順次施設利用を再開した。



図 4.6.1 建築物外観（建築物 F）

4.6.2 被害概要

建築物 F の被害の概要を図 4.6.2～図 4.6.4 に示す。図 4.6.2(a)に、鉄骨置き屋根（立体トラス）を鉄骨造受梁に支持させている状況を示す。留め付け部に隙間が見える。図 4.6.2(b)に、鉄骨置き屋根（立体トラス）を RC 造受梁に支持させている状況を示す。受梁部分が 2011 年の地震の際に破損したことから炭素繊維シートによる補修・補強が施されている。図 4.6.3 に、地下階の耐震壁の開口部分と設備開口の間にひび割れが散見された。図 4.6.4 に、ガラス屋根部分の漏水対策の状況を示す。漏水対策は、応急的に下階に水がいかないようにビニールシートで覆っている。



(a) 鉄骨造受梁との隙間

(b) RC 造受梁の補修状況

図 4.6.2 鉄骨置き屋根（立体トラス）の受梁の状況（建築物 F）



(a) 開口部分周辺のひび割れ

(b) 設備開口に向かったひび割れ

図 4.6.3 地下階耐震壁のひび割れ（建築物 F）



(a) 漏水対策（全景）



(b) 漏水対策（拡大）

図 4.6.4 ガラス屋根部分の漏水対策（建築物 F）

設備機器関連の被害の概要を図 4.6.5～図 4.6.6 に示す。図 4.6.5 に、4 階のテラス部分の雨水配管が断裂したため、応急的な補修を行った状況を示す。破断した配管の中にモルタル痕が確認された。図 4.6.6 に示すように、4 階に設置されている空調設備機器の加湿給水管が破断した。立ち上げ配管が長くその長さの途中で留め付けている箇所も確認できないことから、立ち上げ配管が長い状態で吊られた状況であったことが損傷の要因と推察される。



(a) 雨水配管破断箇所の応急復旧



(b) 破断部分

図 4.6.5 雨水配管の被害状況（建築物 F）



(a) 空調設備機器（全景）



(b) 加湿給水管の破断

図 4.6.6 空調設備機器の被害状況（建築物 F）

4.7 建築物 G

4.7.1 建築物概要

建築物 G は、1997 年竣工の地上 4 階の S 造＋一部 RC 造の建築物で、既報告⁴⁾の建築物 A であり、建築物概要の詳細は既報告を参考にされたい。図 4.7.1 に建築物外観を示す。建築物 G 内にあるホールは残響時間が 3.9 秒と国内有数の残響時間を誇るホールである。

建築物 G は、東北地方太平洋沖地震ではガラスが 1 枚割れる等の軽微な被害を受けたのみで、2021 年の地震においても大きな窓ガラスが 2 枚割れる程度の被害で、今回被害の出たホール天井についての損傷はなかった。

近傍の白石市互理町の記録によると、今回の地震による震度は 5 強であった。近傍の強震観測点としては K-NET 白石があり、その速度応答スペクトルを図 3.5(c)に示すとおりである。図より上下動 (UD 成分) の値が他と比べて大きいことが特徴である。

施設管理者へのヒアリングによると、建築物 G は、指定避難場所および支援物資の集積場所として位置づけられており、BCP マニュアルが策定されている。2022 年 3 月 16 日当日、水道と電気が停止したが、ガスはプロパンガスのため停止することはなかった。水道は 3 日程度で復旧し、電気は市内全域停電が 5 時間程度あった。なお、300kW の自家発電設備を 1 階に有していたが、エレベータの修繕工事中により電源を落としていたため、作動しなかった。エレベータは修繕中のため停止しており、破損等もなかった。

ホール天井の破損が大きいことから、ホールの復旧に時間を要しているが、ホール以外の部分では 6 日後の 3 月 22 日から施設利用を再開している。



図 4.7.1 建築物外観 (建築物 G)

4.7.2 被害概要

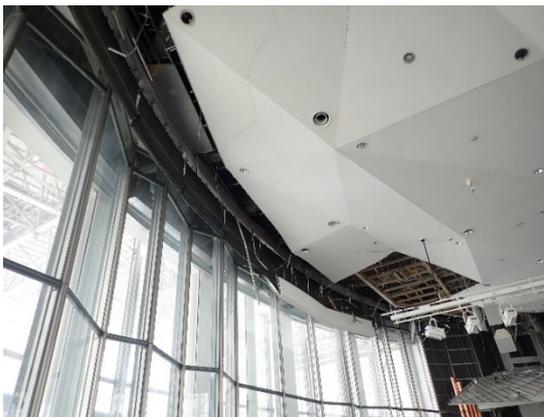
建築物 G の被害の概要を図 4.7.2～図 4.7.4 に示す。図 4.7.2 にホール天井の被災状況を示す。天井端部とそれに接する垂れ壁がともに落下しており、天井面積全体の 30%程度が崩落している状況である。なお、崩落した天井は石膏ボードが 5 枚貼りされており、音響に配慮した結果、重量の重い天井を吊る構造であった。図 4.7.3 にデッキプレート部分の天井支持材の落下の状況について示す。また、デッキプレートとの留付けに用いられた金物を示す。図 4.7.4 に天井内設備機器のメンテナンス用に設けられたキャットウォークなど構造躯体から出された鉄骨下地（ブドウ棚）から見た落下状況について示す。鉄骨下地に溶接で取り付けているが、場所によっては溶接が破断している。図 4.7.5(a)に RC 造部分との接合部分であるエキスパンションジョイントの破損状況を示す。図 4.7.5(b)に RC 造部分と庇が干渉する部分の RC の損傷状況を示す。



(a) 全景①



(b) 全景②



(c) 垂れ壁部分の崩落



(d) 落下した天井部分

図 4.7.2 ホール天井の被災状況（建築物 G）



(a) 落下の状況（全景）



(b) 取付け金物

図 4.7.3 吊り天井の被災状況の詳細（デッキプレート部分）（建築物 G）



(a) 取付け状況



(b) 溶接部の破断

図 4.7.4 吊り天井の被災状況の詳細（ブドウ棚部分）（建築物 G）



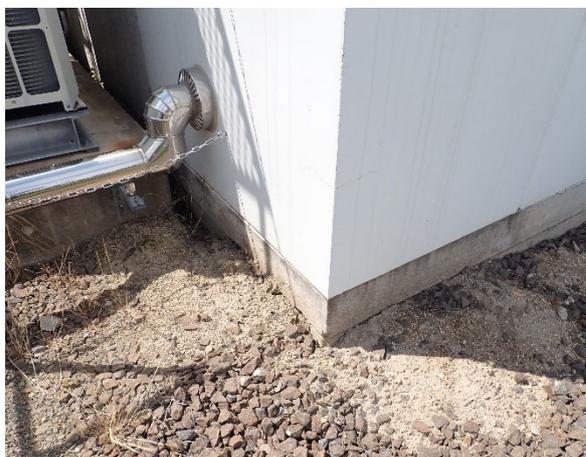
(a) Exp.J の損傷



(b) 庇との干渉部分の損傷

図 4.7.5 RC 造部分の被害（建築物 G）

設備機器関連の被害の概要を図 4.7.6 に示す。図 4.7.6 のように、建築物の周辺地盤面が下がったことによる屋外排水管の損傷が確認された。2021 年の地震でも同様の被害があったが、今回の損傷が顕著であった。



(a) 建築物周りの盛土変状



(b) 排水管の破断・補修

図 4.7.6 屋外排水管の被害状況（建築物 G）

4.8 建築物 H

4.8.1 建築物概要

建築物 H は、1991 年竣工の地上 4 階地下 1 階 RC 造建築物 H-1、2014 年竣工の地上 2 階 SRC 造 H-2 の 2 棟がエキスパンションジョイントで接続されたコンベンションセンターである。図 4.8.1 に建築物 H-1 の外観を示す。建築物周辺は市街地で城跡のある山の裾野に位置している。

近傍の仙台青葉区雨宮の記録によると、東北地方太平洋沖地震による震度は 6 弱、2021 年の地震による震度は 5 弱、2022 年の地震による震度は 5 弱であった。近傍の強震観測点としては K-NET 仙台があり、その速度応答スペクトルは図 3.5(b)に示すとおりである。

施設管理者へのヒアリングによると、H-1 棟には 625kVA の自家発電設備（2021 年更新）が設置されており、6～7 時間の停電に対応可能となっているが、2022 年の地震の際には停電は発生しなかった。建築物 H は 2015 年から指定管理者が管理しており、指定管理業務仕様書に従い、危機管理マニュアルが作成されている。2011 年、2021 年、2022 年と 3 回の地震で、天井や空調吹出口等の脱落や設備の損傷、壁面のクラック等が発生しており、その都度 2～4 か月かけて復旧工事を行っている。



図 4.8.1 建築物外観（建築物 H-1）

4.8.2 被害概要

建築物 H の 2022 年の地震被害の概要を図 4.8.2～図 4.8.5 に示す。また、特に被害が大きかった建築物 H-1 の 2 階ホールの写真を図 4.8.6 に示す。このホールでは、東北地方太平洋沖地震ならびに 2021 年の地震でも同様の被害が発生したが、2021 年の地震被害については 2021 年 6 月に復旧工事が完了していた。なお、図 4.8.7 に示す大ホールは、2021 年の地震及び 2022 年の地震による被害は、比較的軽微であった。また、H-2 棟では、配管の下がり壁貫通部のカバーの脱落や H-1 棟との間のエキスパンションジョイントのカバー脱落があったとのことであった。2022 年の地震被害復旧工事のため、部分的に使用不可となったが、5 ヶ月半後の 2022 年 9 月 1 日に全館利用可能となった。

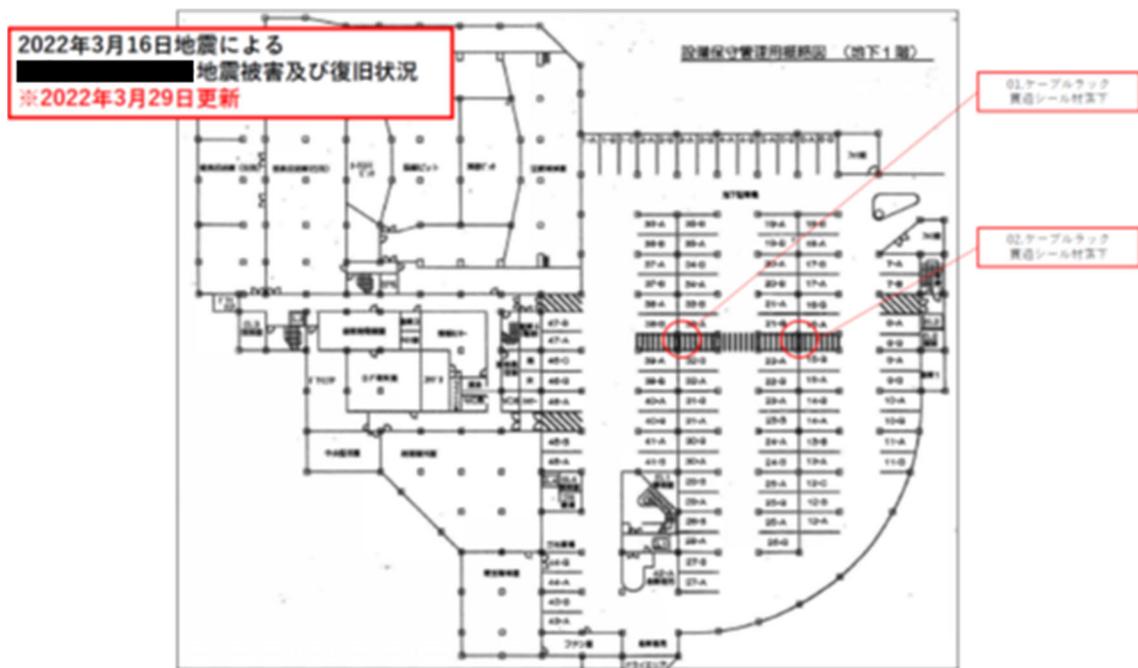


図 4.8.2 建築物 H-1 地下 1 階被害概要

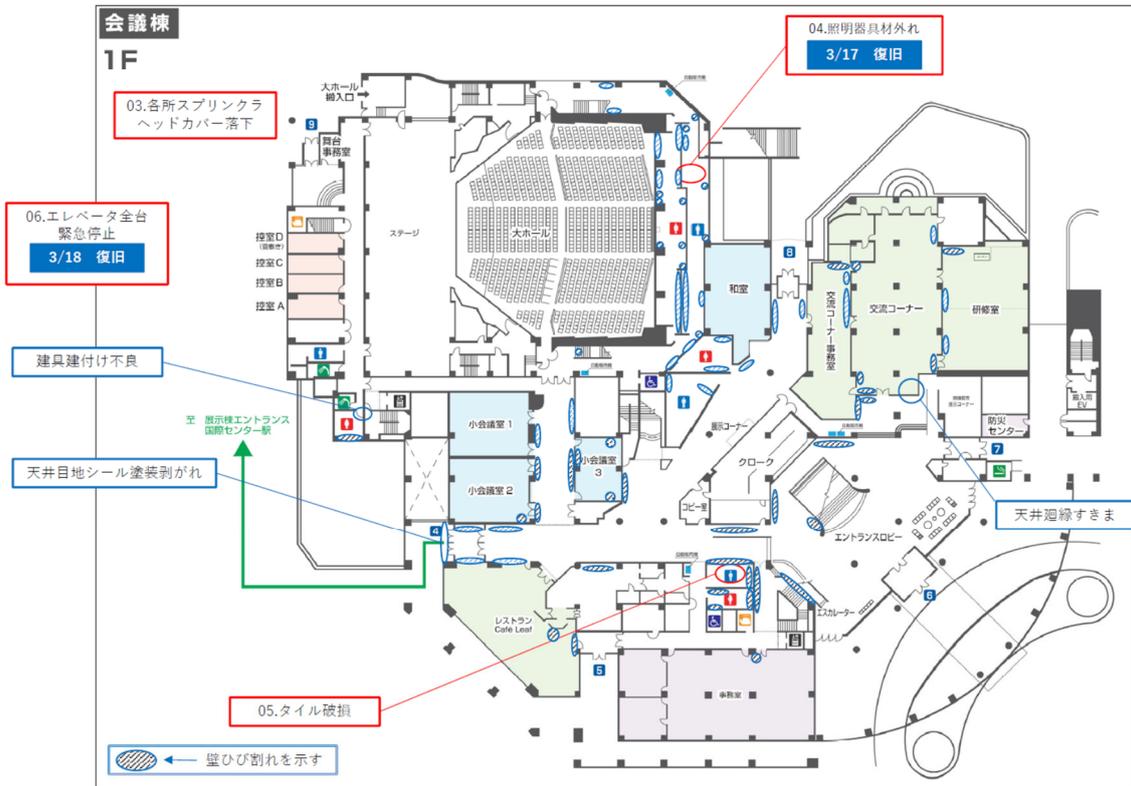


図 4.8.3 建築物 H-1 1階被害概要

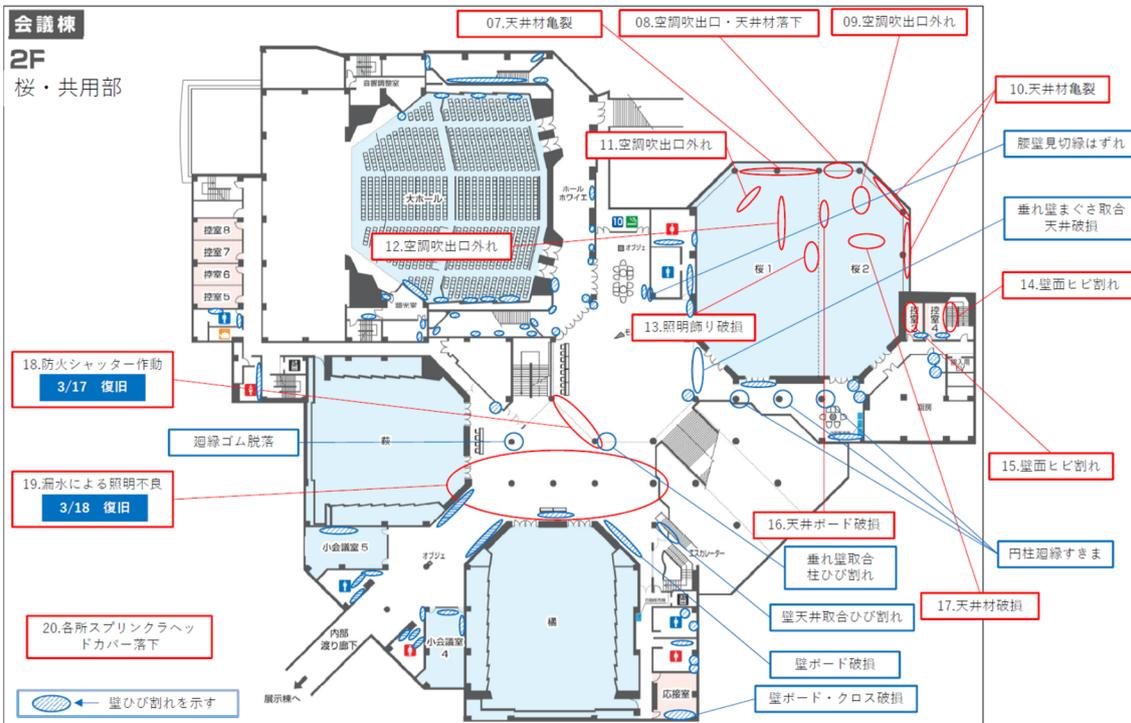


図 4.8.4 建築物 H-1 2階被害概要

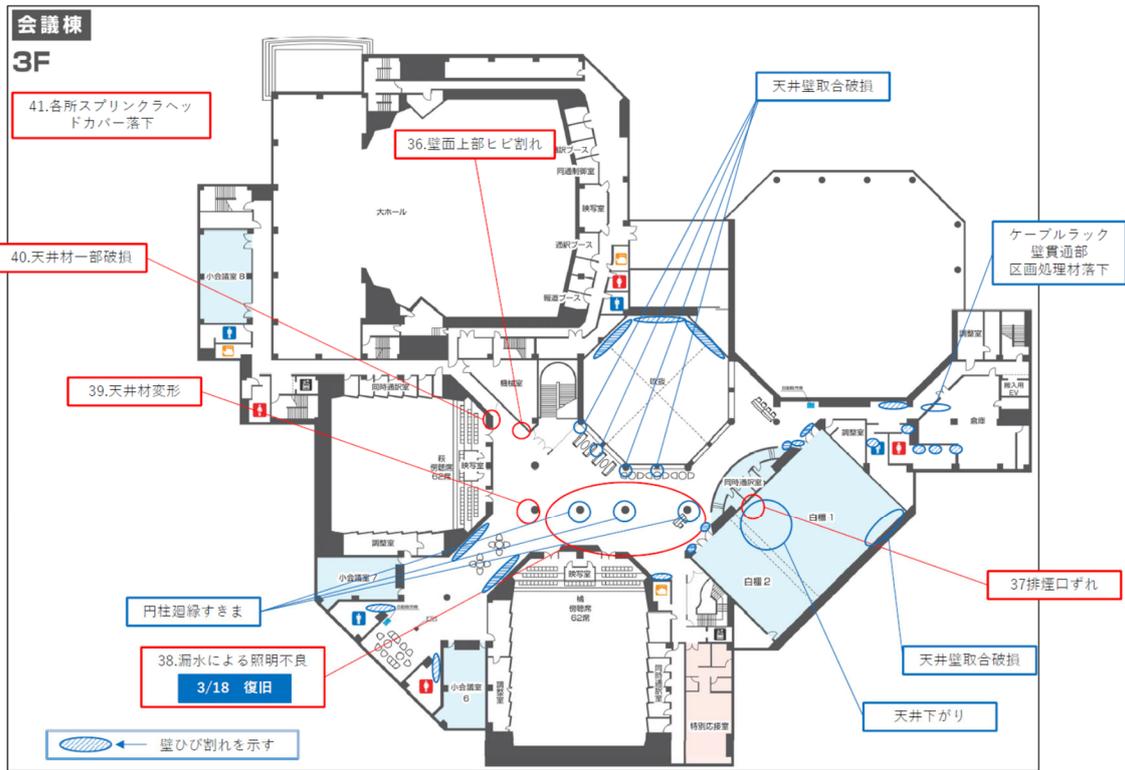


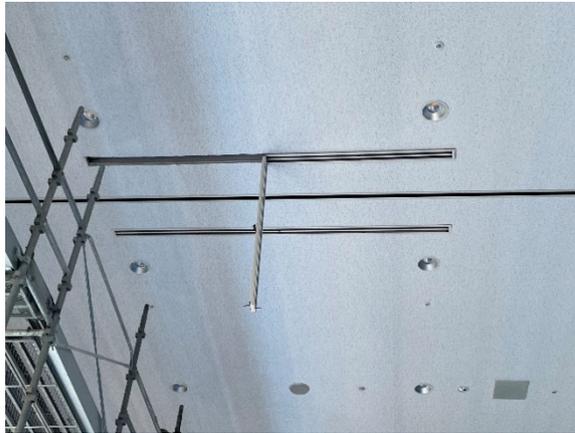
図 4.8.5 建築物 H-1 3階被害概要



(a) ホール内観



(b) 窓付近の天井吹出口落下



(c) 天井吹出口外れ



(d) 可動間仕切りレール部の破損

図 4.8.6 建築物 H-1 2 階ホールの被害写真



(a) 大ホール内観



(b) 大ホール天井内

図 4.8.7 建築物 H-1 大ホールの写真（被害軽微）

4.9 建築物 I

4.9.1 建築物概要

建築物 I は、1999 年 3 月竣工の地上 6 階地下 2 階 SRC 造の公共施設で、多目的ホールと展示ホール、図書館等が併設されている。図 4.9.1 に建築物 I の外観を示す。建築物周辺は市街地である。

近傍の仙台若林区遠見塚の記録によると、東北地方太平洋沖地震による震度は 6 弱、2021 年の地震による震度は 5 強、2022 年の地震による震度は 5 強であった。近傍の強震観測点としては K-NET 仙台があり、その速度応答スペクトルを図 3.5(b)に示すとおりである。

施設管理者へのヒアリングによると、建築物 I には 1250kVA の自家発電設備が設置されており、1 日程度の停電に対応可能となっているが、2022 年の地震の際には停電は発生しなかった。建築物 I は指定管理者が管理しており、BCP マニュアルは作成していない。東北地方太平洋沖地震では、図 4.9.2 に示す通り、多目的ホールの天井が大きく脱落・落下し、空調吹出口等の脱落や設備の損傷等が発生していた。



図 4.9.1 建築物外観（建築物 I）



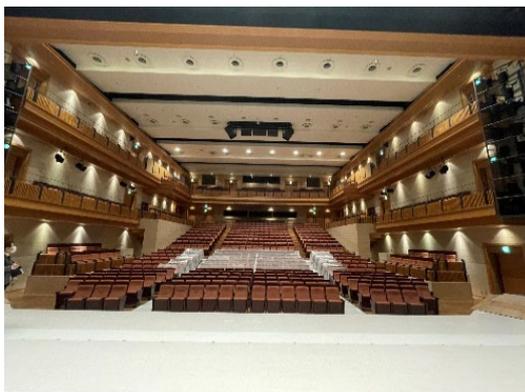
図 4.9.2 東北地方太平洋沖地震時の多目的ホール（建築物 I）

4.9.2 被害概要

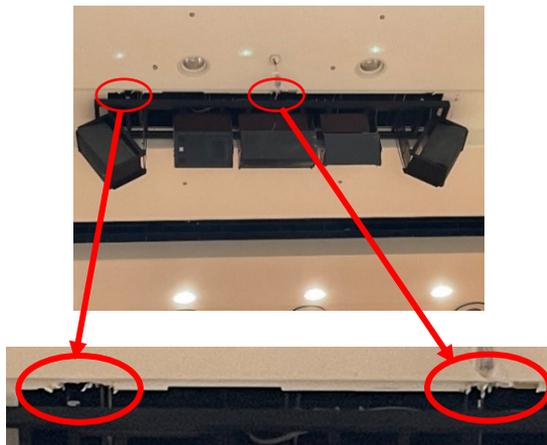
2022年の地震による多目的ホールの被害の写真を図4.9.3に示す。2022年の地震では、天井の脱落はスピーカーの周辺だけで、比較的軽微であった。しかし、天井内のダクトの振れ止め用の全ねじボルトの鉄骨への接続クランプが多数脱落し、吊ボルトが断裂しているものもあった。これらの脱落や断裂は、2021年の地震でも発生し、2022年の地震でさらに数が増加した可能性がある。また、ホール系統の空調機械室内では、図4.9.4(c)(d)に示すように、空調機ダクトとチャンバーとの接続部が外れ、空気が漏れている箇所も見られた。

スプリンクラー配管は、図4.9.4に示すように、巻き出しフレキ配管が周囲の配管や鉄骨などと接触する部分に保護用の養生材が巻かれており、今回の地震で配管が損傷して漏水することはなかったが、スプリンクラーヘッドが天井に衝突して、天井材が損傷している場所が確認された。

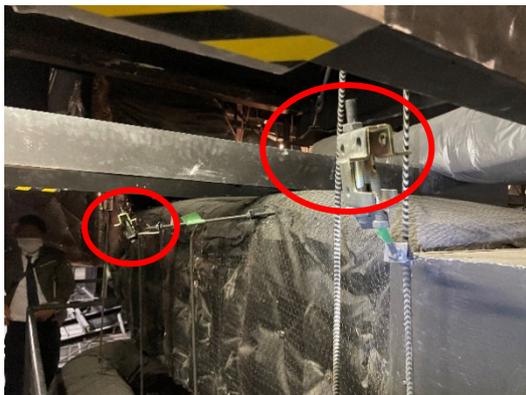
2022年の地震被害復旧のため、多目的ホールは2022年7月31日まで閉館となった。



(a) 多目的ホール内観



(b) スピーカー周辺の天井損傷

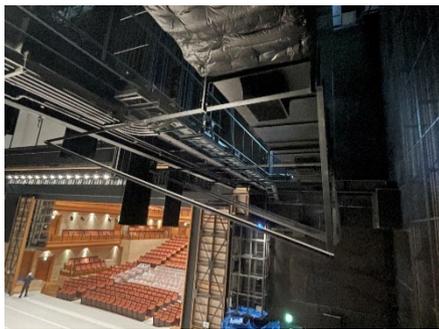


(c)ダクト振れ止めクランプの脱落(1)

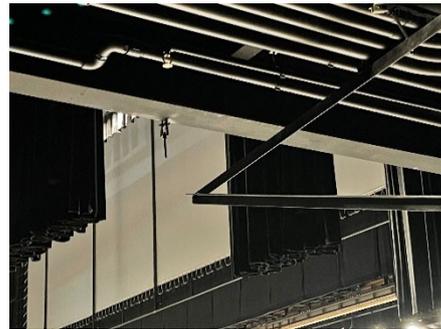


(d)ダクト振れ止めクランプの脱落(2)

図4.9.3 多目的ホールの被害写真（建築物I）



(a)ダクト支持材吊りボルトの断裂



(b)ダクト支持材吊りボルト断裂 (拡大)



(c)チャンバー接続ダクトの外れ



(d)チャンバー接続ダクトの外れ (拡大)

図 4.9.4 多目的ホールの被害写真 (建築物 I)



(a)スプリンクラー巻き出し配管



(b)スプリンクラーヘッド付近の天井損傷

図 4.9.5 多目的ホールのスプリンクラー配管写真 (建築物 I)

4.10 建築物 J

4.10.1 建築物概要

建築物 J は、1 号棟～3 号棟までの 3 棟の建築物がそれぞれエキスパンションジョイントによって繋がった医療施設である。1 号棟は 2015 年 2 月竣工、2 号棟は 1974 年竣工、3 号棟は 1992 年竣工の地下 1 階、地上 4 階の RC 造建築物である。図 4.10.1 に建築物外観を示す。2 号棟のみ鋼製ブレースによる耐震補強が施されている。

近傍の JMA 相馬市中村の記録によると、2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震による震度は 6 弱、2021 年の地震による震度は 6 強、2022 年の地震による震度は 6 強であった。

担当者へのヒアリングによると、東北地方太平洋沖地震では、停電が発生したため自家発電機に切り替え電源供給を行った。この地震後に、停電中でも最低限の機能を 3 日間維持できるように自家発電装置を更新した。東北地方太平洋沖地震の後に建築された 1 号棟では、地震時の水漏れ被害を防止するために手術室の天井には給排水配管を設置しないよう設計を行った。



図 4.10.1 建築物外観（北側）（建築物 J）

4.10.2 2021 年の地震による被害

2021 年の地震による被害の概要を以下に示す。図 4.10.2 に示すように、2 号棟の屋上に設置された冷温水発生装置の冷却塔 2 基のうちの 1 基に被害が見られた。冷却塔の充填剤の脱落、冷却塔架台脚部の破損、水漏れなどが見られた。



(a) 冷却塔の充填材の脱落

(b) 冷却塔架台脚部の被害

図 4.10.2 冷温水発生装置の冷却塔の被害 (建築物担当者による提供写真) (建築物 J)

4.10.3 2022 年の地震による被害

2022 年の地震による被害の概要を図 4.10.3～図 4.10.8 に示す。

図 4.10.3 に示すように、3 号棟の屋上に設置された GFRP 製の高置タンクに被害が見られた。タンクの側面中央部のパネルが破損し、2 槽式タンクの片側が破損したことで、貯水能力が 22t から 11t に半減した。本地震において高置タンクに被害が見られたものの、ある程度の貯水能力が残っていたことから、受水タンクから揚水ポンプを利用して高置タンクに送り、そのまま施設内へ給水することができた。この高置タンクは設置から 30 年以上が経過しているために損傷したパネルの代替部品がないため、調査時には撤去されていた。代わりに、調査時には図 4.10.3(c)のように仮設のタンクが設置されていた。担当者へのヒアリングによると、今後本設のタンクを設置する予定とのことである。冷却塔へ補給水を送る受水タンク付きポンプユニットにおいては、図 4.10.3(d)に示すような製品内部の構成材料(上部受水タンクを支持する架台)の損傷が発生した。また、タンクの被害の他にも給水配管が損傷したため、地震後に止水テープなどで応急措置を行った。2022 年の地震発生後、水道の供給は 3 月 24 日の午前 9 時まで停止した。それまでは、自衛隊などによる敷地内の受水タンクへの給水支援活動(7 日間で 280t)によって、病院の給水機能を維持した。なお、受水タンクは 2015 年に新しく設置されたもので、東北地方太平洋沖地震の被害を参考に、給水車がアクセスしやすい位置に設置した。院内では医療機器の転倒も発生、断水により透析システムが稼働できず、患者受け入れ困難となり、他病院での振替透析を依頼し対応した。



(a) 被害状況 (建築物担当者による提供写真)



(b) 破損したパネル



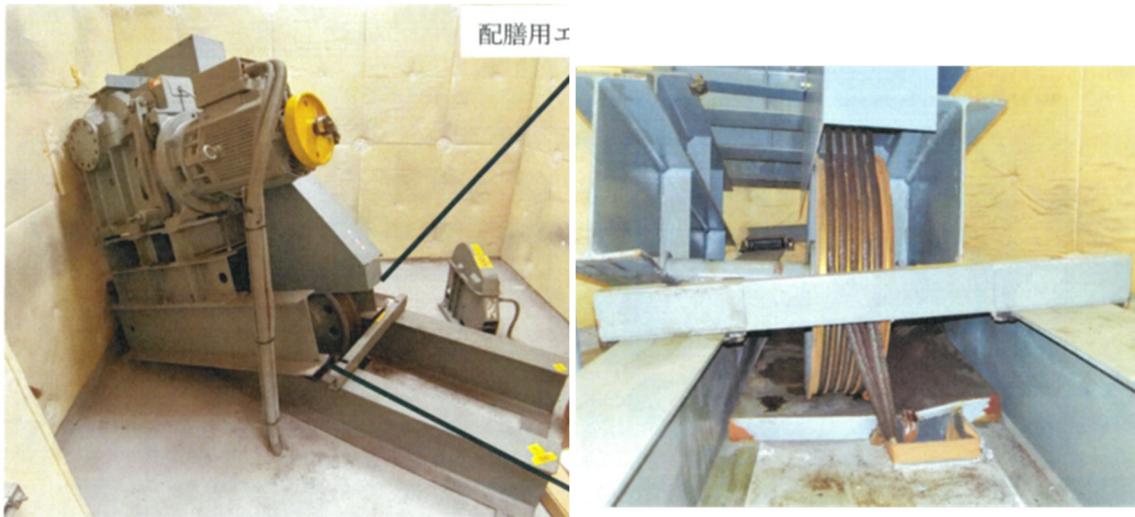
(c) 仮設タンクの設置状況



(d) 受水タンク付給水ポンプユニットの
損傷

図 4.10.3 GFRP 製の高置タンクの被害 (建築物 J)

また、図 4.10.4 に示すように、配膳用のエレベータの巻揚機が架台から外れ使用することができなくなった。発災から約 1 ヶ月後に復旧した。



(a) 巻揚機および架台の損傷

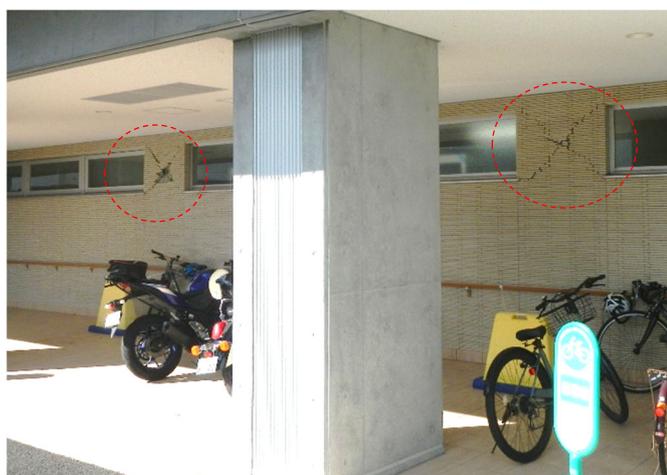
(b) ワイヤー巻き取り部分

図 4.10.4 配膳用エレベータの被害 (建築物担当者による提供写真) (建築物 J)

この他の被害として、1号棟の階段室横の方立壁の被害(図 4.10.5 (a))や非構造壁のせん断ひび割れ(図 4.10.5 (b)), 耐力壁のせん断ひび割れなどの被害が見られた。また、病室の窓ガラスが破損したため、復旧まで使用することができなかった。さらに、1号棟～3号棟の複数箇所に給排水管の被害により水漏れが発生した。そのため、一度給排水管のバルブを閉め、順次水漏れ箇所を特定しながら配管を応急措置して、復旧を行った。また、窓枠の下腰壁上部のモルタルに水平ひび割れが発生した。このひび割れから雨水が侵入したが、調査時点では補修工事は実施していなかった。また、この地震で電気の供給は3日間停止したが、当日は自家発電装置により、翌日からは外部の電源車より電源供給を行った。



(a) 階段室横の方立壁



(b) 非構造壁のせん断ひび割れ

図 4.10.5 1号棟の被害 (建築物 J)

4.11 建築物 K

4.11.1 建築物概要

建築物 K は、1987 年竣工のホールなどを有する公共多目的施設で、地上 3 階、地下 2 階の SRC 造建築物（地下階は RC 造）である。図 4.11.1 に建築物の外観を示す。調査時、建築物の老朽化に伴う大規模改修を実施していた。建築物 K は、大ホールと小ホールという二つの大空間を有するホールがある。担当者へのヒアリングによると、この大規模改修は 2022 年 4 月 1 日から 2 年間実施する予定である。

近傍の仙台泉区将監の記録によると、東北地方太平洋沖地震による震度は 6 弱、2021 年の地震による震度は 5 弱、2022 年の地震による震度は 5 強であった。

担当者へのヒアリングによると、2021 年の地震や 2022 年の地震では、水道・電気が停止することはなかった。両地震において、ガス、エレベータは停止したが、ガスは数時間で、エレベータは翌日に復旧した。一方で、東北地方太平洋沖地震では水道・電気・ガスが停止し、水道は地震発生 5 日後に、電気は地震発生 2 日後に、ガスは地震発生 1 ヶ月後にそれぞれ復旧した。建築物 K は 2007 年より災害ボランティアセンターの設置場所に指定されている。また、東北地方太平洋沖地震での仙台市での被害状況を受け、帰宅困難者の一時避難所に指定されている。しかし、2021 年の地震や 2022 年の地震では実際にこれらの用途で使用されることはなかった。BCP マニュアルは 2021 年に策定された。

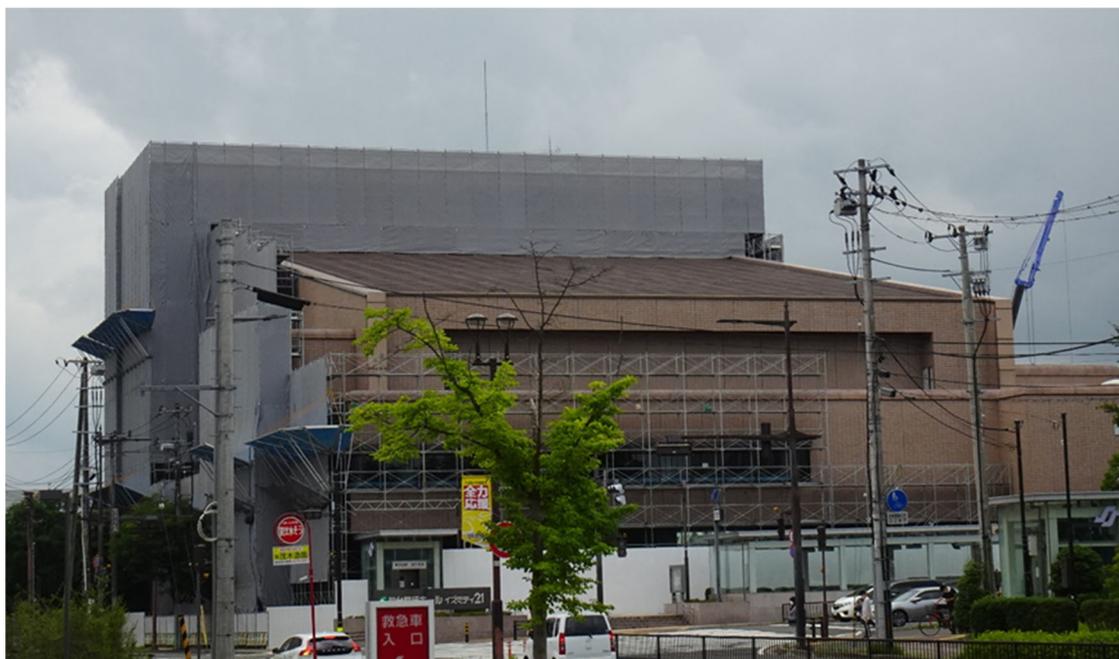


図 4.11.1 建築物外観（建築物 K）

4.11.2 東北地方太平洋沖地震による被害

担当者へのヒアリングにより、東北地方太平洋沖地震による被害の概要を以下に示す。

図 4.11.2(a) (b)に示すように、建築物の大ホールでは天井の落下による被害が見られた。落下した天井パネルは、天井全体の 1/3 程度の領域であった。また、大ホール内の音響室など 4 カ所でスプリンクラーのヘッドが破損し水漏れが発生した。その際に音響機器などが水漏れにより使用不可能となった。また、空調機や排煙機のダクトの落下や吊りボルト外れが見られた。そのほか、小ホールでも天井材の落下は確認されたが小規模なものであった。また小ホールでも、空調機や排煙機のダクトの落下や吊りボルト外れが見られた。

2011 年 3 月 11 日の発災後、当建築物は臨時休館となった。その後復旧工事を経て、2011 年 9 月 1 日から大ホールと小ホールを除いた部分について部分開館、2011 年 12 月 10 日に全面開館となった。



(a) 大ホールの客席後方からの写真

(b) 大ホールの客席に落下した天井パネル

図 4.11.2 2011 年の地震による大ホールの被害 (建築物担当者による提供写真) (建築物 K)

4.11.3 2021 年の地震による被害

2021 年の地震による被害の概要を以下に示す。

図 4.11.3 に地下の機械室給水管の漏水状況を示す。この漏水は、経年による給水管の劣化があった箇所が地震をきっかけにして漏水したと考えられる。被害確認後漏水箇所を特定し、配管補修テープで応急補修した。その後通常の休館日に修繕を行った。そのため、この地震による被害が原因で休館することはなく、継続的に建築物を使用した。



図 4.11.3 地下機械室給水管の漏水状況 (建築物担当者による提供写真) (建築物 K)

4.11.4 2022 年の地震による被害

2022 年の地震による被害の概要を以下に示す。

図 4.11.4(a)に大ホールで落下した天井材を示す。図に示すように大ホールの天井被害は小規模なものであった。小ホールについても同様に一部の天井材の落下は見られたものの小規模なものであった。大ホールおよび小ホールは、2011 年に実施した地震後の復旧工事にて、図 4.11.4(b)のような斜材による補強を実施しており、これらの補強を施した部分の天井材の落下は見られなかった。

2022 年 4 月 1 日から大規模改修工事を予定していたことから、2022 年 3 月 16 日の発災後、当建築物の大ホール及び小ホールは 3 月 31 日まで臨時休館となった。この大規模改修工事では、大ホールおよび小ホールの天井を特定天井に対応するための工事を実施する予定である。



(a) 落下した天井材 (建築物担当者による提供写真)



(b) 補強された天井裏の斜材

図 4.11.4 大ホールの天井 (建築物 K)

4.12 建築物 L

4.12.1 建築物概要

建築物 L は、1986 年竣工の地下 1 階地上 2 階の RC 造（一部 SRC 造）建築物である。図 4.12.1 に建築物外観を示す。建築物 L は成形な形状をしているが、エントランス部分には吹き抜けが有り、展示室は広い空間となっている。

建築物 L は、東北地方太平洋沖地震において、エントランス部分やホールの天井仕上材の破損や石壁の割れなどの被害を受けた。また、応急危険度判定を受け、直ぐに応急措置を行って対応している。なお、設備機器の大きな被害はなくガスは止まったが、これは市内全域の問題であった。

2021 年の地震でも同様にエントランス部分やホールの天井仕上材の破損や石壁の割れなどの被害を受けた。また、展示室内の壁ケースのガラスが割れるなどの被害やスプリンクラーヘッドの破損があったため漏水が発生して補修している。

今回の地震被害では、過去に被害を受けたことのある天井材や石壁などの軽微な損傷に加え、展示室の大きな壁付け展示ケースが傾く被害が見られた。近傍の青葉区雨宮の記録によると、今回の地震による震度は 5 弱であった。

担当者へのヒアリングによると、2022 年 3 月 16 日当日、水道・ガス・電気などが停止することはなかったが、荷物用のエレベータは再起動するための部品交換のため 2 日間停止が必要になった。

なお、この施設は、長寿命化のための大規模改修工事が行われており、その工事に合わせて今回の被害箇所も修繕が予定されている。



図 4.12.1 建築物外観（建築物 L）

4.12.2 被害概要

建築物の被害の概要を図 4.12.2～図 4.12.3 に示す。

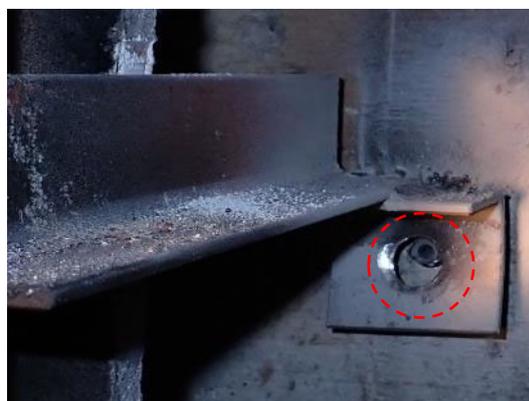
図 4.12.2 に、展示ケースの破損状況を示す。展示ケースは RC 壁に金属系あと施工アンカーと L 型アンクルを用いて溶接留めしている。L 型アンクルの溶接破断や芯棒打込み式金属系アンカーの破断が見られた。図 4.12.3 に仕上げ材の破損状況を示す。開口隅角部の石張り仕上げが割れている。



(a) 展示ケース全景



(b) 取り付け部分の溶接破断



(c) 金属系アンカー(芯棒打込み)の破断

図 4.12.2 展示ケースの破損 (建築物 L)



(a) 石張り仕上げの割れ（全景）



(b) 石張り仕上げの割れ（拡大）

図 4.12.3 仕上材の破損（建築物 L）

4.13 構造物 M

4.13.1 構造物概要

構造物 M は、2016 年竣工の地上 3 階および 4 階の RC 造の共同住宅棟のためのポンプ室付受水タンクであり、0.6G 仕様の断熱材付きの受水タンクである。図 4.13.1 に外観を示す。

構造物 M は、2021 年の地震においても今回と同様にパネル接合部分の溶接破断が発生し、漏水を起こしたため補修を行っている。

近傍の JMA 南相馬市原町区三島町の記録によると、2022 年の地震による震度は 6 弱であった。

担当者へのヒアリングによると、2022 年 3 月 16 日の翌日に職員の点検で漏水を確認した。また、基礎、ポンプ、配管等の被害はなかったことから使用上の問題はないと判断され、地震後も継続使用されていた。なお、水を供給している共同住宅棟のエレベータは止まったが翌日には復旧しており、その他の被害はなかった。



図 4.4.1 受水タンク外観（構造物 D）

4.13.2 被害概要

構造物 M の被害の概要を図 4.13.2 に示す。ポンプ室付受水タンクの受水タンク部分の SUS パネルの接合部分の溶接破断により、漏水を起こした。当該受水タンクは、2021 年の地震でも同様の被害が出ており、補修を行っているが、再度破損した状況である。SUS パネル同士の溶接部分が入り組んだ箇所の溶接であり、溶接が難しい場所であると考えられる。



(a) SUS パネル外側（全景）



(b) SUS パネル外側（接合部）



(c) SUS パネル接合部の補修状況

図 4.13.2 受水タンクの被災状況（構造物 M）

4.14 建築物 N

4.14.1 建築物概要

建築物 N は、2000 年竣工の地上 6 階建て建築物であり、第一次調査にて 5F 床のたわみの被害を確認している。躯体の構造形式は SRC 造および RC 造であり屋根部は S 造である。近傍の利府町利府の記録によると、2022 年の地震における震度は 5 強であり、2021 年の地震においても震度 5 強を観測した。図 4.14.1 に建築物の外観を示す。

建築物 N では 2022 年の地震において、RC 造大梁および小梁の損傷によって、これらが支持していた 5F 観客席の床が大きく撓む被害が確認された。この被害は 2021 年の地震や東北地方太平洋沖地震では見られなかったものである。その他、ガラス窓の破損や壁のひび割れや壁脚部のコンクリートの剥落といった被害が発生している。設備機器に関しては、スプリンクラー配管の損傷や空調ダクトの吊り金具が外れるなどの被害が発生しており、空調ダクトの被害は同じ敷地内に位置する別の建築物でも同様の被害が見られたとの報告があった。

2021 年の地震による被害では、ガラス窓の破損や大屋根を支えている柱のコンクリートのひび割れの被害が確認されている。

なお、調査を実施した時点では、復旧に向けた検討が進められているが、全館の利用は休止されている状態であった。



図 4.14.1 建築物外観（建築物 N）

4.14.2 被害概要

被害の概要を図 4.14.2～図 4.14.3 に示す。図 4.14.2(a), (b)に示すように、5F 観客席の突出部が約 50m の長さにわたって撓んでおり、観客席 3 列分が脱落していた。図 4.5.2(c)に示すように、PCa 段床が脱落した箇所の RC 造大梁がせん断破壊していた。図 4.5.2(d)に示すように、RC 造大梁の間に位置する RC 造小梁が曲げ破壊し、端部が抜け出していた。



(a) 5F 席突出部のたわみ

(b) 5F 席突出部床の脱落



(c) 大梁のせん断破壊

(d) 小梁の端部抜け出し破壊

図 4.14.2 5F 席突出部及び梁の構造被害 (建築物 N)

図 4.14.3(a), (b)に示すように、撓みが確認できた 5F 観客席の床下面および側面にはひび割れが発生していた。図 4.14.3(c)に示すように、撓みが生じた突出部前方の手すり周辺のコンクリート部に曲げひび割れが生じていた。図 4.14.3(d)に示すように、5F 席ほとんどの列において床と固定されていない階段が所定の位置からずれていた。図 4.14.3(e)に示すように、柱と非構造壁の接続部の目地近傍におけるコンクリートが剥落していた。図 4.14.3(f)に示すように、壁脚部のコンクリートの圧壊が生じていた。



(a) 撓んだ床下部分のひび割れ



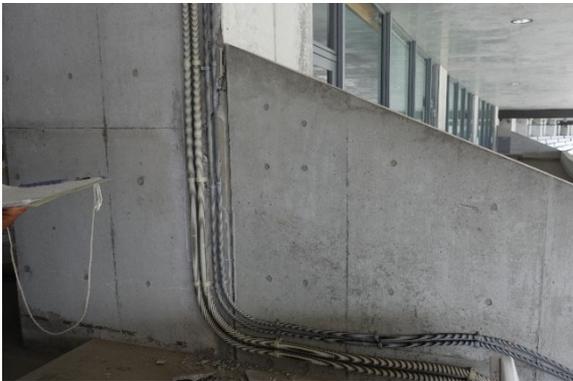
(b) 撓んだ床側面の水平ひび割れ



(c) 手すり周辺コンクリートのひび割れ



(d) 階段のずれ



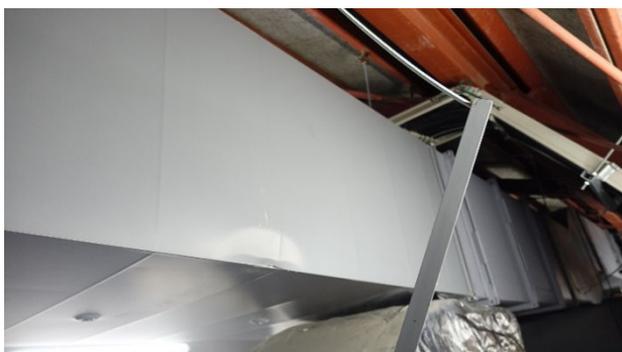
(e) 柱と梁の接続部コンクリートの損傷



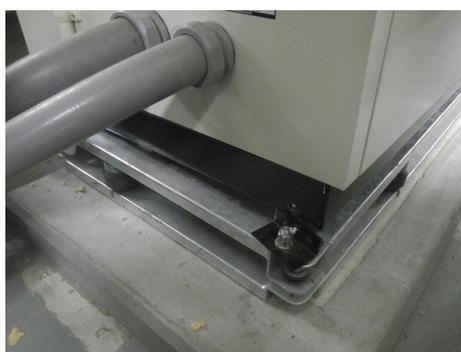
(f) 壁脚部の圧壊

図 4.14.3 構造被害 (建築物 N)

図 4.14.4(a)に示すように、ダクトの吊り金具のボルトが破損し、吊り金具が脱落していた。図 4.14.4(b)に示すように、パッケージ型空調機に付属する取付ボルトが破断、取付け用鋼材の上に機器本体が乗り上げる形になっていた。これは、鉛直方向の揺れが大きかったことによるものと推察される。図 4.14.4(c)に示すように、傾斜天井のH鋼フランジに対し、脱落防止目的で設けられていた補強金具に歪みが生じ脱落していた。通常想定される水平方向以外の応力が生じたことにより変形が発生、脱落した可能性がある。図 4.14.4(d)に示すように、リップ溝形鋼に対し、リップ部を喰える形状の金具が変形、脱落していた。



(a) ダクトの吊り金具の脱落



(b) 取付ボルトの破断



(c) H形鋼用補強金具の脱落



(d) リップ溝形鋼用支持金具の脱落

図 4.14.4 設備機器に関する被害 (建築物 N)

4.15 建築物 O

4.15.1 建築物概要

建築物 O は、1990 年竣工の地上 5 階塔屋 2 階建ての SRC 造および一部 S 造建築物である。近傍の仙台青葉区雨宮の記録によると、2022 年の地震における震度は 5 弱であり、2021 年の地震においても震度 5 弱を観測した。図 4.15.1 に建築物の外観を示す。平面形状は長方形であり、長辺方向が南北方向に位置している。構造的被害は特段無く、停電や断水の被害も無かった。

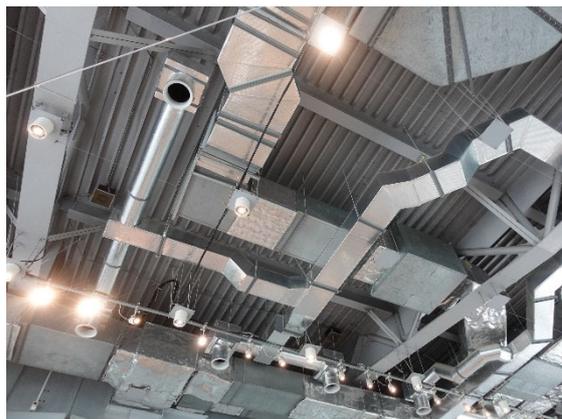
建築物 O は 2022 年の地震において塔屋内の加湿配管が破損し水漏れが発生したため、地震発生日の翌日は終日全館休館となった。加湿配管の修理は地震発生日の翌日に行われ、翌々日には開館している。2021 年の地震でも、今回の地震とは漏水箇所は異なっていたものの、加湿系統や膨張タンク系統において同様の被害が発生したが、今回の地震では破損箇所の特定および止水に要した時間が短縮されている。不具合のあった空調機の停止期間は 3 日間程度であった。また、エントランスホールにおいて、ダクト支持金具の天井側のボルトが一か所落下する被害が発生したが、調査時点では修復済みであった。東北地方太平洋沖地震ではダクトが傾いたり、外れたりする被害が発生していた。



図 4.15.1 建築物外観（建築物 O）

4.15.2 被害概要

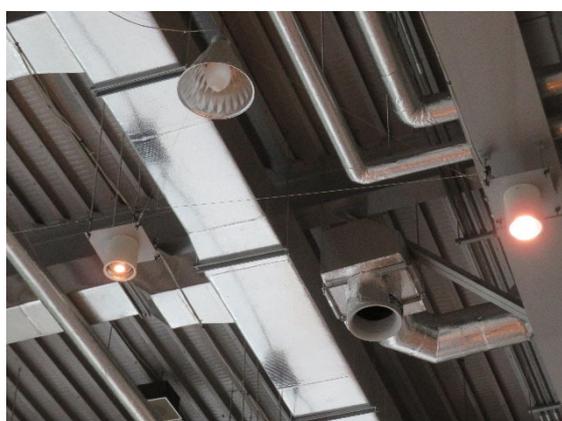
被害の概要を図 4.15.2 に示す。図 4.15.2(a)に示すように、ダクトを吊っているボルトが天井側から一か所落下した。すでに修復済みである。図 4.15.2(b)に示すように、加湿配管のバルブ下部が断裂した。配管には腐食が目立っていたとの報告があった。地震発生日の翌日には修繕作業を行い修復が完了している。図 4.15.2(c)に示すように、照明器具の振れ止めとして、照明器具にワイヤの設置を施している。



(a) ダクト吊りボルトの落下 (修繕済み)



(b) 加湿配管の断裂 (修繕済み)



(c) 照明器具落下防止ワイヤの設置

図 4.15.2 設備関係の被害 (建築物 O)

4.16 建築物 P

4.16.1. 建築物概要

建築物 P は、1998 年竣工の地上 4 階地下 1 階建ての RC 造および一部 S 造建築物である。近傍の仙台青葉区雨宮の記録によると、2022 年の地震における近傍の震度は 5 弱であり、2021 年の地震においても震度 5 弱を観測した。図 4.16.1 に建築物の外観を示す。平面形状は大小の長方形が組み合わさった形状をしており、建築物 P にはエキスパンションジョイントが用いられている。建築物 P の長辺方向が東西方向に位置している。

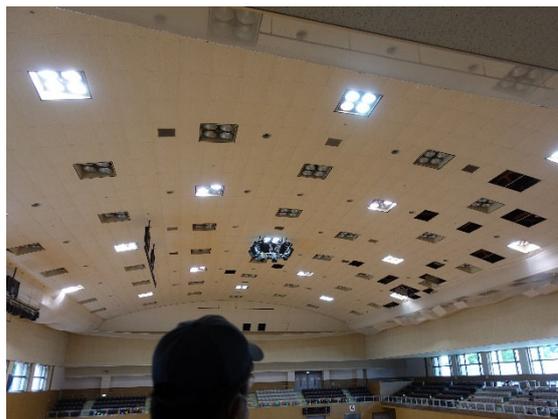
建築物 P は 2022 年の地震において競技場の天井被害が確認され、グラスウールボードの落下が見られた。調査時は、天井ボードの落下防止用の水平ネットを設置することで対応していた。また、天井の点検口や排気口周辺のボードの欠損が見られ、一部点検口および排気口が外れていた。これらの被害は今回の地震が初めてではなく、過去の地震被害でも確認されている。停電や断水は無く、水漏れも見られなかったため、安全確認後、天井被害のあった一部のスペースを除いて、地震の翌々日から使用が再開されている。なお、2021 年の地震では、2F 剣道場天井裏のスプリンクラー配管が破損し、水漏れが発生した。修復までに 2 か月程度時間を要したが、ほとんどは担当業者との日程調整に要しており作業自体の日数は 2～3 日程度であった。



図 4.16.1 建築物外観（建築物 P）

4.16.2 被害概要

被害の概要を図 4.16.2 に示す。図 4.16.2(a)～(d)に示すように、曲面形状の天井からグラスウールボードが落下していた。特に、競技場の平側の端部近辺の天井ボードが落下しており、調査時は落下防止用の水平ネットを設置している状況であった。落下した天井ボード 1 枚の寸法は約 1m×1.5m の平面で厚みが 35mm 程度であった。図 4.16.2(e)に示すように、点検口周辺の天井ボードが破損したため、修繕を実施し張り替えた。



(a) 天井の概要



(b) 天井ボードの落下防止ネット



(c) グラスウールボードの外形



(d) グラスウールボードの断面



(e) 点検口周辺のボード張替え後の状況

図 4.16.2 天井，設備関係の被害（建築物 P）

4.17 建築物 Q

4.17.1 建築物概要

建築物 Q は、2018 年竣工の地下 1 階地上 5 階の S 造建築物である。図 4.17.1 に建築物外観を示す。建築物 Q は、階ごとに平面形状が異なっており、外形のセットバックや内部に吹き抜けが見られるが、いずれの階も長辺方向が東西方向とほぼ一致している。

建築物 Q は、2021 年の地震において、天井や壁といった内装材の破損等に加え、設備系統の配管（ドレン管 11 カ所、空調加湿給水管 7 カ所）の破損による水漏れ、図書の落下等が確認されたため、地震翌日から 8 日間の全館休館を行っている。2022 年の地震でも、2021 年の地震と同様に、内装材の破損や図書の落下等が確認されたが、2021 年の地震では被害のなかった 4 階天井内のスプリンクラー配管が破損した。また、その他の被害として、防火扉との接触によるスプリンクラーヘッドの損傷、空調設備の漏水等が確認されている。

近傍の須賀川市八幡町の記録によると、2021 年の地震による震度は 6 弱、2022 年の地震による震度は 5 強である。

担当者へのヒアリングによると、2022 年 3 月 16 日当日、ガス・電気などが停止することはなかった。また、エレベータは地震翌日には復旧し、破損等もなかった。当日はスプリンクラー配管の破損によって、約 50 分間漏水が生じ、吹き抜け部等を介して 4 階から地下階まで水漏れ被害が生じたが、当該箇所の応急措置は地震翌日には完了した。また、図書の棚戻し、水漏れ箇所等の復旧措置、各種点検等の安全確認のため、3 月 29 日まで全館休館とし、乾燥に時間を要する一部のエリアは 5 月 1 日から利用を再開した。復旧に使用する部材の納入の関係で諸室の一つは、8 月 1 日から利用が再開されている。



図 4.17.1 建築物外観（建築物 Q）

4.17.2 被害概要

設備機器関連の被害の概要を図 4.17.2～図 4.17.4 に示す。図 4.17.2 に示すように、4 階天

井内のスプリンクラー配管が破損したことで漏水した。巻き出し配管が固定されている天井内の乾式ボード壁貫通部と鋼管チーズ分岐後の巻き出しフレキ配管との間で変位が生じ、フレキ部分でその変位を吸収できずに損傷したものと考えられる。復旧時には、図中に示すように、損傷の原因となった壁貫通部付近のフレキ管を鋼管に交換している。

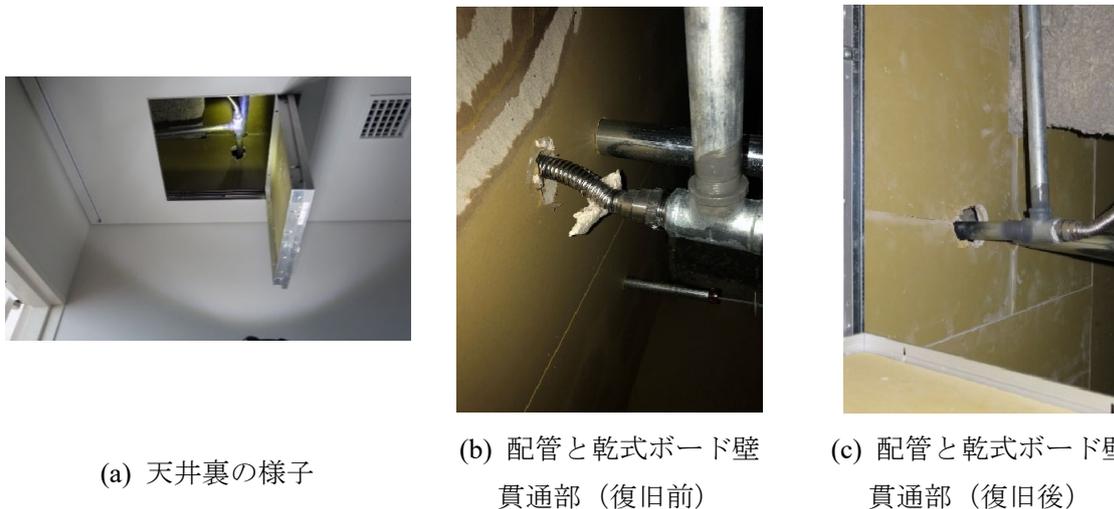


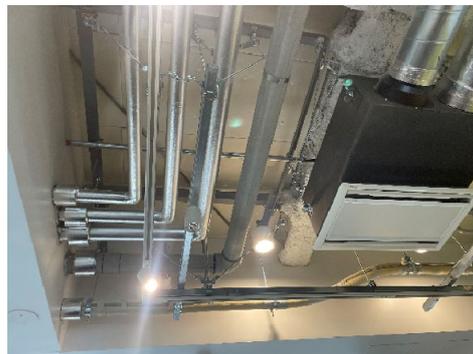
図 4.17.2 スプリンクラー配管の破損箇所（建築物 Q）

図 4.17.3 に示すように、地震時の揺れにより、5 階天井の配管と仕上げ材との間に残留変位が残ったり、5 階天井のスプリンクラー配管が鉄骨梁の防火被覆と接触し、防火被覆の剥

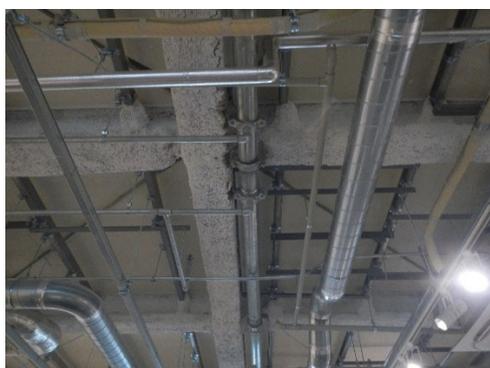
離が生じている。



(a) スプリンクラー配管の移動



(b) 各種配管の移動



(c) スプリンクラー配管と防火被覆の接触



(d) スプリンクラー配管と防火被覆の接触

図 4.17.3 配管の地震時の揺れによる影響 (建築物 Q)

図 4.17.4 に示すように、地震時の揺れにより、4 階の折りたたみ式防火扉が予期せぬ形で開いたことで、天井のスプリンクラーヘッドが破損したが、この場所での水漏れはなかった。



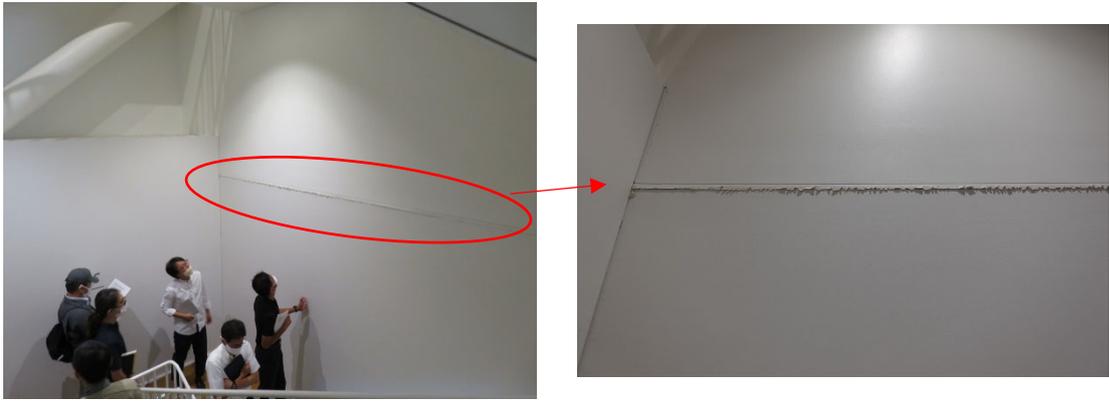
(a) SP ヘッドと防火扉の位置関係



(b) SP ヘッドの損傷

図 4.17.4 スプリンクラー (SP) ヘッドと防火扉の接触 (建築物 Q)

建築物 Q の被害の概要を図 4.17.5 に示す。図 4.17.5 に示すように、地震時の変形により、階段室内の内装材間に亀裂が生じている。



(a) 被害箇所

(b) 内装材間の亀裂

図 4.17.5 階段室における内装材の被害（建築物 Q）

4.18 建築物 R

4.18.1 建築物概要

建築物 R は、1998 年竣工の地上 6 階建ての S 造建築物（一部、CFT 造）であり、隣接する 10 階建ての立体駐車場とエキスパンションジョイントで接続されている。図 4.18.1 に建築物外観を示す。いずれの階も長辺方向が南北方向とほぼ一致している。ここでは、4 階の交流施設の被害状況を中心に報告する。

建築物 R は、2021 年の地震において、エスカレータ周辺の床スラブの破損（1～5 階）、エキスパンションジョイント周辺の被害（R 階）、FRP 製の高置タンクのひび割れによる漏水（仮設でタンクを作って水を抜き止水することで復旧が図られている）、天井や壁といった内装材の破損等が確認されている。2022 年の地震でも、2021 年の地震と同様に、エスカレータ周辺の床スラブの破損（2, 3 階）、エキスパンションジョイント周辺の被害（5～R 階）、内装材の破損等が確認されているが、設備機器関係の被害として、空調設備の天井からの脱落（4 階）や防火扉の脱落（3 階）が確認されている。また、1 階では給水管の破損、5 階では洗濯機の転倒による漏水が確認されている。

近傍の JMA 福島県松木町の記録によると、2021 年の地震による震度は 5 強、2022 年の地震による震度も 5 強である。

担当者へのヒアリングによると、2022 年 3 月 16 日当日、ガス・電気などが停止することはなかった。また、エレベータの復旧まで 2, 3 日を要したが、破損等はなかった。4 階の施設は、3 月 17 日は安全点検のため休館となったが、3 月 18 日には使用が再開された。空調設備の天井からの脱落や棚の転倒が生じた一部屋については、他の箇所の復旧が優先されたため、再開に約 1 か月を要している。



図 4.18.1 建築物外観（建築物 R）

4.18.2 被害概要

建築物 R の被害の概要を図 4.18.2～図 4.18.3 に示す。図 4.18.2(a), (b)に示すように、屋内側のエキスパンションジョイントでは、床面に生じた段差にマットを敷き、壁面および天井面の破損箇所には伸縮する素材で恒久措置を施している。図 4.18.2(c), (d)に示すように、屋外の駐車場では、車路にエキスパンションジョイントにカバーが設けられているが、地震時に隣接する建物間で水平方向に加え、鉛直方向のずれが生じたため、カバーの交換が必要となった。図 4.18.3(a) に示すように、防火区画を形成する界壁に、ボードの脱落が見られた。図 4.18.3(b) に示すように、非構造壁（天井勝ちのボード壁部）において、什器の転倒によるものと思われる損傷が生じた。



(a) 屋内の様子（復旧後）



(b) 屋内における Exp.J の復旧



(c) 駐車場の様子（復旧前）



(d) 駐車場の様子（復旧後）

図 4.18.2 Exp.J 周辺の被害（建築物 R）



(a) 防火区画界壁の被害



(b) 非構造壁（天井勝ち）の損傷

図 4.18.3 非構造壁の被害（建築物 R）

図 4.18.4 に示すように、エスカレータ周辺の床スラブが地震時の揺れによって損傷を受け、ひび割れや表面の剥離が生じている。



図 4.18.4 エスカレータ周辺の床スラブの被害（3階）（建築物 R）

設備機器関連の被害の概要を図 4.18.5～図 4.18.7 に示す。図 4.18.5 に示すように、4 階天井裏に設置していた空調設備機器が脱落している。

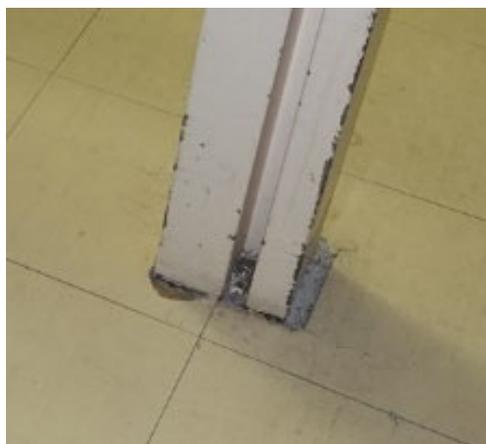


図 4.18.5 空調設備機器の脱落（建築物 R）

図 4.18.6 に示すように、3 階において、防火扉の外枠に変形が生じており、脚部において内側に残留変形が残っている。防火扉が開いた状態で外枠の変形が生じたことで、防火扉の脱落が生じたものと推測される。今回の 2022 年の地震では、これ以外の箇所でも、地震後にドアが開閉しにくくなった箇所が散見されている。



(a) 外枠の変形



(b) 脚部の移動



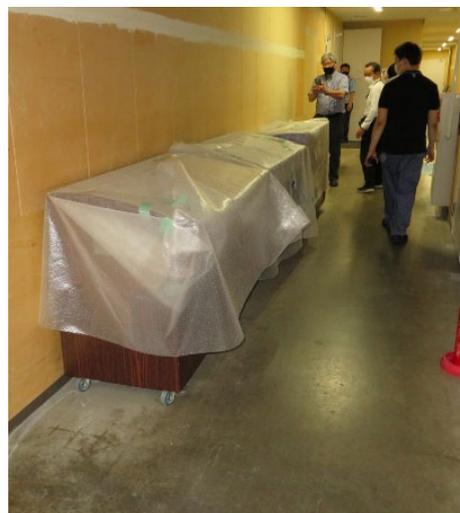
(c) 脱落した防火扉

図 4.18.6 防火扉の脱落（3 階）（建築物 R）

図4.18.7に示すように,4階において,地震時の揺れによって什器が壁面に衝突したため,内装材の修復が行われている。



(a) 修復中の内装材



(b) 地震時に壁面に衝突した什器

図 4.9.7 什器の衝突による内装材の破損 (建築物 R)

4.19 構造物 S

4.19.1 構造物概要

構造物 S は、1995 年竣工の水道給水用配水タンクであり、容量 1000m³、2 槽式 SUS 溶接型のタンクである。図 4.19.1 に外観を示す。近傍の JMA 白河市郭内の記録によると、2022 年の地震による震度は 5 弱であった。

構造物 S は、東北地方太平洋沖地震および 2021 年の地震においても今回と同様にパネル接合部分の溶接破断が発生し、漏水を起こしたため補修を行っている。

担当者へのヒアリングによると、2022 年 3 月 16 日の翌日に職員の点検で SUS 継ぎ目からの漏水を確認した。漏水がすくなかったため地震後も継続使用しながら、1 槽を 3 月 28 日に、もう 1 槽は地震発生約 3 週間後の 4 月 7 日に漏水箇所を修繕して復旧した。この際、2 槽式の片側の水を抜いて内部を確認したところ、中仕切りからも漏水していることを確認した。中仕切りからの漏水は補修困難であったが、3 年後に別の場所に新設する予定があることから補修せずに継続使用している。



図 4.19.1 配水タンク外観（構造物 S）

4.19.2 被害概要

構造物 S の被害の概要を図 4.19.2 に示す。図 4.19.2 に示すように、配水タンクの SUS パネルの接合部分の溶接破断により、漏水を起こした。当該配水タンクは、前回地震でも同様の被害が出ており、補修を行っているが、再度破損した状況である。SUS パネル同士の溶接は内側からのみ行われており、また、内部補強材の溶接部との剛性の違いにより、応力集中し破断したと考えられる。



(a) SUS パネル外側（漏水部）



(b) SUS パネル下部（漏水箇所不明）



(c) SUS パネル内部中仕切りからの漏水状況



図 4.19.2 配水タンクの被災状況（構造物 S）（建築物担当者による提供写真）

4.20 建築物 T

4.20.1 建築物概要

建築物 T は、1965 年に竣工し、1986 年に大規模改造工事、2006 年に耐震改修工事が行われた、地上 3 階の RC 造の教育施設であり、屋上に設置された SUS 溶接パネル型の高置タンクである。図 4.20.1 に建物外観を、図 4.20.2 に屋上高置タンクを示す。近傍の JMA 南相馬市原町区三島町の記録によると、2022 年の地震による震度は 6 弱であった。

建築物 T は、東北地方太平洋沖地震および 2021 年の地震では被害がなかったが、2022 年の地震においてパネル接合部分の溶接破断が発生し、漏水を起こした。

担当者へのヒアリングによると、2022 年 3 月 16 日の翌日に職員の点検で漏水を確認した。漏水した高置タンクは使用できなくなったため、ここからの給水系統は断水となったが、隣接する別棟では給水可能だったため、別棟のトイレ・水栓を使用した。この漏水した高置タンクは地震発生の約 3 週間後に修理し、復旧した。



図 4.20.1 建築物外観（建築物 T）



図 4.20.2 屋上高置タンク（建築物 T）

4.20.2 被害概要

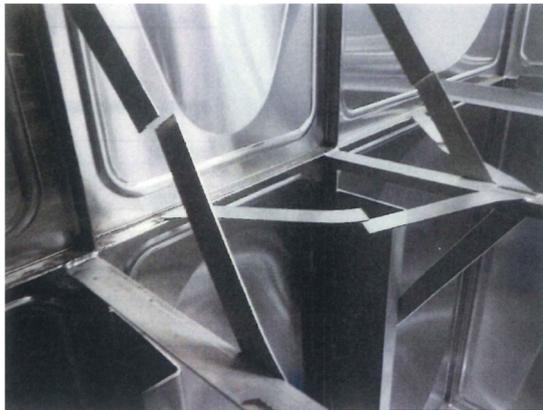
建築物 T の被害の概要を図 4.20.3 に示す。図 4.20.3 に示すように高置タンクの SUS パネルの接合部分の溶接破断により、漏水を起こした。また、内部ステー材の断裂や下部タンク止め溶接部からの漏水も見られた。漏水原因について、メーカーヒアリングでは、地震による揺れの影響でタンク全体が揺れたことにより各所に繰返し応力がかかり、変形や亀裂が生じたとのこと。漏水箇所の溶接補修と湾曲したステー材 17 本の取り替え、タンク止め金具部の亀裂補修後当て板取付けにより、補修を行い使用を再開している。



(a) SUS パネル外側 (漏水部)



(b) SUS パネル外側 (漏水部)



(c) 内部ステー材の破断



(d) 下部タンク止め溶接部からの漏水

図 4.20.3 高置タンクの被災状況 (建築物 T) (建築物担当者による提供写真)

5. まとめ

2022年の地震によって被害を受けた20棟の建築物（うち、2棟は屋外受水・配水タンク）について、建築物の被害やそれらに設置されている設備機器を対象に現地被害調査を実施した。その結果、建築物の構造躯体自体には被害がないものの、設備機器の被害により地震後に継続使用できない例（建築物B, C, E, F, G, H, I, J, O, P, Q, R, T, 構造物M, S）が多く見られた。また、2022年の地震被害だけでなく、過去の地震被害（東北地方太平洋沖地震や2021年の地震）についても調査を行った結果、過去の地震被害との関係を下記のように整理できた。

- ▶ 建築物A, 建築物E, 建築物Kは、過去の地震被害の教訓を活かした復旧により、2022年の地震では軽微な被害となった。
- ▶ 一方で、建築物Cの受水タンク, 建築物D, 建築物H, 建築物I, 構造物M, 建築物O, 建築物P, 建築物Q, 建築物R, 構造物Sは、過去の地震被害とほぼ同様の被害が見られた。
- ▶ また、建築物Bの高置タンク, 建築物G, 建築物Jの高置タンク, 建築物Lの展示ケース, 建築物N, 建築物Tの高置タンクでは、過去の地震では被害がなかったものの、2022年の地震で初めて被害が確認された。

また、調査を行った建築物について被害の概要と地震後の継続使用に関する状況をそれぞれ以下のようにまとめる。

- ▶ 建築物Aは、震度6弱を記録した2021年の地震において構造被害を受け中破³⁾と判定され、その後補修及び補強を施した建築物である。震度5強を記録した今回の地震では、3階の壁にクラックや、1階エントランスのガラスの破損、軒天井の軽微な破損、地下1階の設備配管の被害が見られたが、いずれも軽微な被害であった。地震発生から2ヶ月半後の2022年6月1日に図書館業務が全面再開された。
- ▶ 建築物Bは、上部構造の被害は軽微であったものの、塔屋の上に設置されたGFRP製の高置タンクが破壊されたことにより地震後10日後に応急復旧するまでは、上水の使用ができなくなった。
- ▶ 建築物Cでは、屋外に設置されたステンレス製の受水タンクにおいて水漏れ被害が発生し、復旧には1.5日程度必要であった。復旧までの期間は、自衛隊や民間会社から給水車による提供を受け、病院機能の継続性を確保した。
- ▶ 建築物Dは、旧耐震建築物であり、耐震診断を実施しNGであったが耐震補強はなされていない。構造躯体に生じている損傷は大きくなく、利用者への影響があるガラスの割れなどの補修を行い、閉館期間は18日間であった。
- ▶ 建築物Eは、2021年の地震で被害を受けたエキスパンションジョイント、ガラス、天井、

スプリンクラー配管などに対して耐震改修を実施した建築物である。今回の地震では、改修を実施した部分について被害が生じなかったものの、改修を実施しなかったスプリンクラー配管の破損が見られた。施設の閉館期間は、4日間であった。

- ▶ 建築物 F では、スプリンクラー配管の破断によって2時間程度の漏水が生じ、利用再開まで1ヶ月を要した。また、その影響でエレベータピットが冠水したことから、エレベータが使えない期間が発生したが、破損等はなかった。地震発生直後1ヶ月の期間で臨時休館としていたが、復旧が完了し施設利用できる場所から順次施設利用を再開した。
- ▶ 建築物 G では、ホールの天井面積全体の30%程度が破損し崩落する被害が見られた。また、建築部の周辺地盤面が下がったことによる屋外排水管の損傷が確認された。ホール天井の破損が大きいことから、ホールの復旧に時間を要しているが、ホール以外の部分では6日後から施設利用を再開している。
- ▶ 建築物 H では、2階ホール内の天井に設置された空調吹出口や、可動間仕切りレールの損傷が確認された。この被害により、部分的に使用不可となったが、5ヶ月半後の2022年9月1日に全館利用可能となった。
- ▶ 建築物 I では、多目的ホールにおいて天井の脱落、天井内のダクトの振れ止め用クランプの脱落、ダクト吊ボルトの断裂が見られた。また、空調機械室では空調機ダクトとチャンバーとの接続部の断裂が確認された。この被害により、多目的ホールは2022年7月31日まで閉館（閉館期間：4ヶ月半）となった。
- ▶ 建築物 J では、2021年の地震において屋上に設置された冷温水発生装置の冷却塔に被害が見られ、また2022年の地震では同じ屋上に設置されたGFRP製の高置タンクに被害が見られた。2022年の地震では、水道の供給は3月24日の午前9時まで停止した。それまでは自衛隊などによる敷地内の受水タンクへの給水支援活動によって、病院の給水機能を維持した。
- ▶ 建築物 K では、東北地方太平洋沖地震による被害において、大ホールでは天井の落下による被害が見られた。その後の復旧工事では、天井材に斜材を入れる補強を行った。2022年の地震では、補強を行った箇所の被害はなかったものの、補強をしていなかった箇所においてわずかに天井材の落下が見られた。2022年4月1日から大規模改修工事を予定していたことから、2022年3月16日の発災後、当建築物の大ホール及び小ホールは3月31日まで臨時休館となった。
- ▶ 建築物 L では、2022年の地震において、金属製アンカーとL型アングルを用いて設置されていた展示ケースが、L型アングルの溶接破断や芯棒打込み式金属系アンカーの破断によって、大きく傾く被害が見られた。建築物 L は2022年の地震の発生時に大規模改修工事中により閉館中であった。
- ▶ 構造物 M はステンレス製の受水タンクであり、2021年の地震においてパネル接合部分の溶接破断が発生し、漏水被害が見られた。その後補修したが、2022年の地震でも、同様にパネル接合部分の溶接破断が発生し、漏水被害が見られた。しかし、基礎、ポンプ、

配管等の被害はなかったことから使用上の問題はないと判断され、地震後も継続使用されていた。

- ▶ 建築物 N は、2022 年の地震において、RC 造大梁および小梁の損傷によって、観客席の床が大きく撓む被害が発生した。また、スプリンクラー配管の損傷や空調ダクトの吊り金具が外れる被害も確認された。調査を実施した時点では、復旧に向けた検討が進められているが、全館の利用は休止されている状態であった。
- ▶ 建築物 O は、2021 年の地震および 2022 年の地震において、塔屋内の加湿配管が破損し、水漏れが発生した。2022 年の地震では、ダクト支持金具の天井側のボルトが一か所落下する被害が見られた。この被害により、地震発生日の翌日に加湿配管の修理のために終日全館休館となったが、地震発生日の翌々日には開館した。
- ▶ 建築物 P は、2021 年の地震では、2F 剣道場天井裏のスプリンクラー配管が破損し、水漏れが発生した。2022 年の地震では、天井のグラスウールボードの落下、天井の点検口や排気口周辺のボードの欠損等が見られた。2022 年の地震では停電や断水は無く、水漏れも見られなかったため、安全確認後、天井被害のあった一部のスペースを除いて、地震の翌々日から使用が再開されている。
- ▶ 建築物 Q は、2021 年の地震では、天井や壁といった内装材の破損等に加え、設備系統の配管の破損による水漏れ、図書の落下等が発生した。2022 年の地震では、内装材の破損や図書の落下等に加え、スプリンクラー配管の破損による水漏れや防火扉との接触によるスプリンクラーヘッドの損傷等が見られた。漏水箇所の応急措置は地震翌日には完了した。図書の棚戻し、水漏れ箇所等の復旧措置、各種点検等の安全確認やのため、3 月 29 日までの間全館休館とし、乾燥に時間を要する一部のエリアは 5 月 1 日から利用を再開した。復旧に使用する部材の納入の関係で諸室の一つは、8 月 1 日から利用が再開されている。
- ▶ 建築物 R は、2021 年の地震において、エスカレータ周辺の床スラブの破損、エキスパンションジョイント周辺の被害、天井や壁といった内装材の破損等が発生した。2022 年の地震においても同様の被害が生じ、空調設備や防火扉の脱落、給水管の破損等が見られた。4 階の施設は、3 月 17 日は安全点検のため休館となったが、3 月 18 日には使用が再開された。空調設備の天井からの脱落や棚の転倒が生じた一部屋については、他の箇所の復旧が優先されたため、再開に約 1 か月を要している。
- ▶ 構造物 S は、配水タンクの SUS パネルの接合部分の溶接破断により、漏水を起こした。漏水がすくなかったため地震後も継続使用しながら、地震発生の約 3 週間後に復旧した。当該配水タンクは、2021 年の地震でも同様の被害が出ており、補修を行っているが、再度破損した。
- ▶ 建築物 T は、高置タンクの SUS パネルの接合部分の溶接破断により、漏水を起こした。また、内部ステー材の断裂や下部タンク止め溶接部からの漏水も見られた。高置タンクは地震発生の約 3 週間後に修理し、復旧した。

謝辞

本報告書では、防災科学技術研究所の K-NET での強震記録を使用させていただきました。また現地調査に関して、福島県並びに宮城県の皆様より情報をご提供いただきました。今回の被害調査において、ご協力いただきました多くの関係者の皆様方に感謝申し上げます。最後に、本地震で亡くなられた方およびそのご遺族に対し深く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。

参考文献：

- 1) 気象庁：震度データベース検索，<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html>
(2022年7月閲覧)
- 2) 防災科研：K-NET，KiK-NET 観測記録，<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/> (2022年7月閲覧)
- 3) 建築研究所，日本建築防災協会：令和3年(2021年)福島県沖を震源とする地震による鉄筋コンクリート造等建築物の被害調査報告，2021.7
(https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2021/RC_earthquake_off_fukushima.pdf)
- 4) 国土技術政策総合研究所，建築研究所：2022(令和4)年3月16日23時36分頃の福島県沖を震源とする地震による大規模空間等を有する建築物の被害調査報告，2022.6
(https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima.pdf)