

建築設備の地震被害と対策

耐複合災害WG 第7回 話題提供

水谷 国男

(東京工芸大学 工学部建築コース 教授)

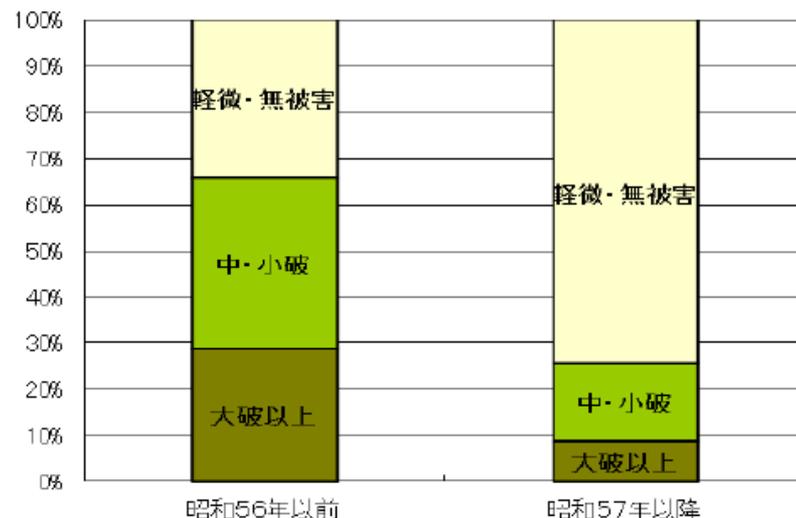
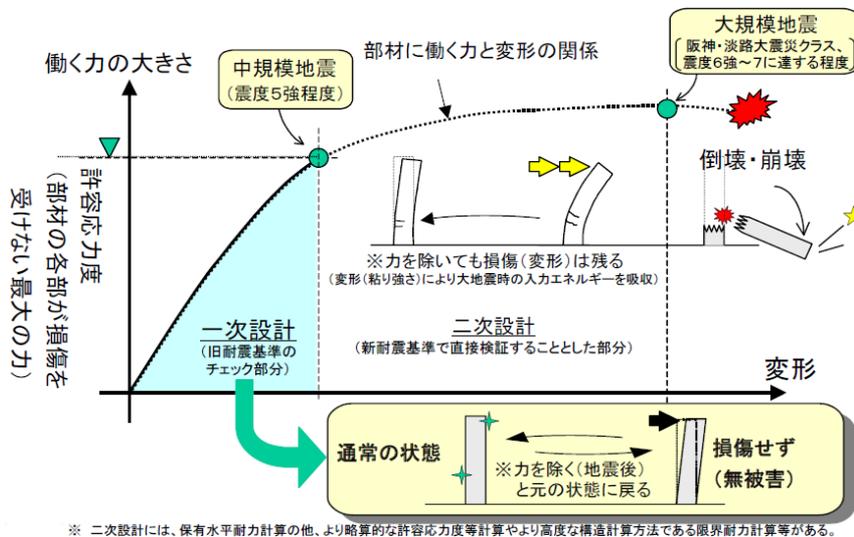
阪神淡路大震災の建物被害と新耐震基準



阪神淡路大震災で崩壊・倒壊した建物

阪神・淡路大震災記念 人と防災未来センター: 写真で学ぶ阪神淡路大震災 <http://17jan1995.jp/jp/photo/index.html>

神戸市: 阪神・淡路大震災 写真から見る震災 <https://www.city.kobe.lg.jp/a4481/bosai/disaster/earthquake01/earthquake03/index.html>



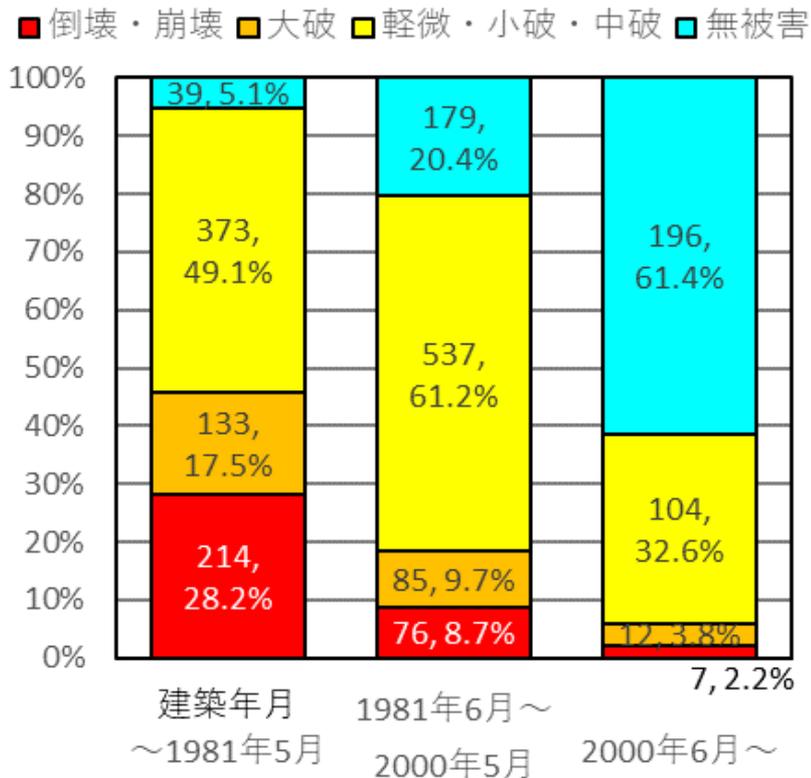
建築基準法の新耐震設計基準

建築年代別の被害状況

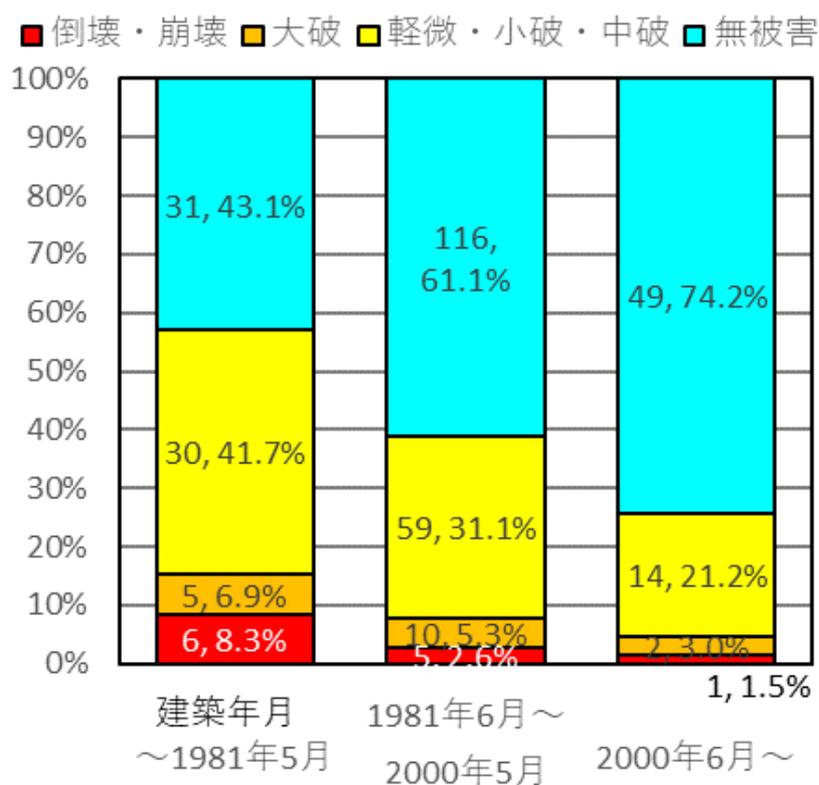
国土交通省: 住宅・建築物の耐震化について https://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku_house_fr_000043.html

熊本地震における建築時期別の建物被害状況

木造



S造+RC造



益城町の建物の建築時期別被害状況(熊本地震)※

※国土技術政策総合研究所:熊本地震における建築物被害の原因分析を行う委員会報告書, <http://www.nilim.go.jp/lab/hbg/0930/pdf/text.pdf> より作成

東日本大震災における設備被害事例

写真1-6は横浜市内のS造8階建て建物において、8階のスプリンクラー配管(50Aから25Aへの分岐部)が断裂し、多量の水が流出して大きな被害が発生した事例である。



写真1-6 横浜市内建物のスプリンクラー配管断裂事例*1)

*1) 中井、水谷、二ノ宮、金：建築設備・機器の耐震性に関する研究 その4 東北地方太平洋沖地震における設備配管断裂被害の要因に関する実験的研究、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.2325-2328、2012.9

吊ボルトの断裂による機器の落下

写真1-7は横浜市内のS造8階建て建物において、8階の大型ファンコイルの吊ボルトが断裂し、落下した事例である。

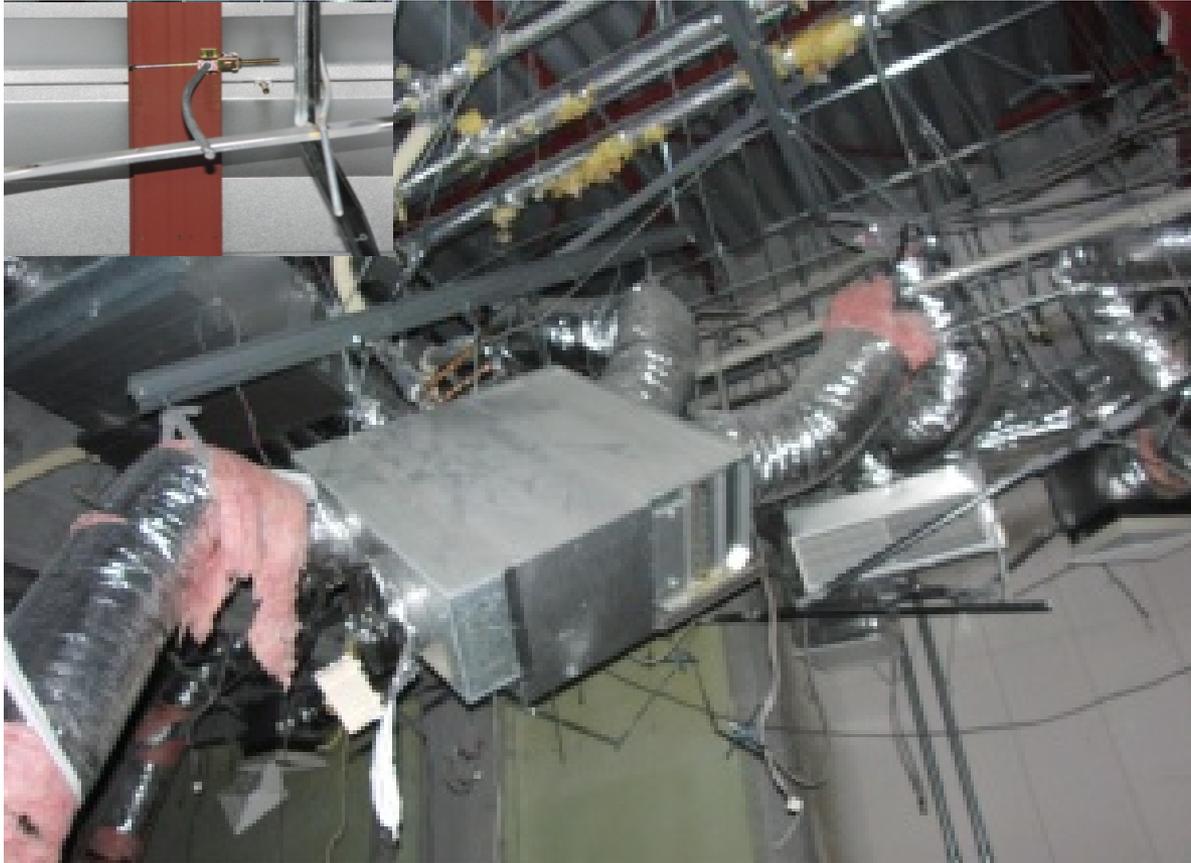


写真1-7横浜市内建物の機器吊ボルト断裂事例*1)

*1) 水谷：東日本大震災における建築設備・非構造部材の損傷事例、建築設備と配管工事、建築設備・非構造部材の耐震①、2014.12、pp.76-84

鉄骨用ハンガーの脱落

写真1-9は鉄骨造建物におけるハンガー脱落事例である。



宮城県仙台市内鉄骨造ホール*1)



茨城県ひたちなか市内プール*2)



写真1-9 ハンガー脱落事例

写真1-10は横浜市内鉄骨造建物において脱落しなかったハンガーの例を示す。



写真1-10 脱落しなかったハンガー

*1) 東日本大地震調査支援本部調査部会調査団:2011.3.11東北地方太平洋沖地震 建築設備被害に関する調査報告、2012.3

*2) 水谷:東日本大震災における建築設備・非構造部材の損傷事例、建築設備と配管工事、2014.12、pp.76-84

ケーブルラックの損傷

写真1-17はケーブルラックの損傷・落下事例である。



岩手県北上市内工場のケーブルラック落下事例*1)



宮城県大崎市内工場のケーブルラック落下事例*1)



茨城県つくば市内研究施設のケーブルラック落下事例*2)

写真1-17 ケーブルラックの損傷・落下事例*1)*2)

*1) 東日本大震災合同調査報告書編集委員会: 東日本大震災合同調査報告 建築編8 建築設備・建築環境、2015.5、pp.47-48

*2) 宇宙航空研究開発機構: 東日本大震災に係るJAXAの被害と復旧状況について、2011.4.14、http://www.jaxa.jp/about/president/presslec/201104at_j.html

屋上設置機器の損傷事例

写真1-18は屋上設置機器の損傷事例である。



仙台市内4階建て大学校舎屋上の氷蓄熱ユニット脚部破断・移動*2)



仙台市内4階建て大学校舎屋上の氷蓄熱ユニット配管架台転倒*2)



仙台市内2階建て事務所屋上の給湯機脱落と室外機脚部破損*2)



仙台市内2階建て事務所屋上のエコキュート貯湯槽(550L)の脚部破損*2)

写真1-18 屋上設置機器の損傷事例*1)

*1) 東日本大地震調査支援本部調査部会調査団:2011.3.11東北地方太平洋沖地震 建築設備被害に関する調査報告、2012.3

東日本大震災及び熊本地震における大口径配管の落下



東日本大震災

熊本地震

*水谷国男: 災害調査のこれまでと今後のありかた 地震災害 設備、2018年度日本建築学会大会 災害部門 研究協議会資料、2018.9、pp.25-30

*空気調和・衛生工学会 熊本地震災害状況調査団: 平成28年熊本地震 建築設備被害に関する調査報告、2015.9、http://www.shasej.org/topics/1612/kumamoto_report/3.taikais_report.pdf

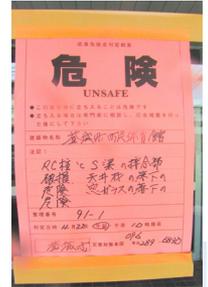
熊本地震における天井被害事例



グランメッセ熊本(1998年竣工)



益城町町民体育館(1975年竣工)



熊本市市民会館(1967年竣工2008年大規模改修)



2000年竣工S造7階建て事務所ビル7階会議室



*水谷国男:災害調査のこれまでと今後のありかた 地震災害 設備、2018年度日本建築学会大会 災害部門 研究協議会資料、2018.9、pp.25-30

*空気調和・衛生工学会 熊本地震災害状況調査団:平成28年熊本地震 建築設備被害に関する調査報告、2015.9、http://www.shasej.org/topics/1612/kumamoto_report/3.taikaiws_report.pdf

置き基礎の移動による冷却塔の損傷

熊本地震では冷却塔関連の損傷事例が比較的多くみられた
写真2-1は冷却塔の損傷事例である。



熊本市内8階建て病院屋上冷却塔配管接続部の破損*2)

上益城郡の3階建てRC造庁舎屋上の冷却塔破損*2)



熊本市内4階建てホール屋上冷却塔接続配管損傷*2)

熊本市内ホール屋上の冷却塔接続配管からの漏水*2)

写真2-1 屋上冷却塔の損傷事例*1)

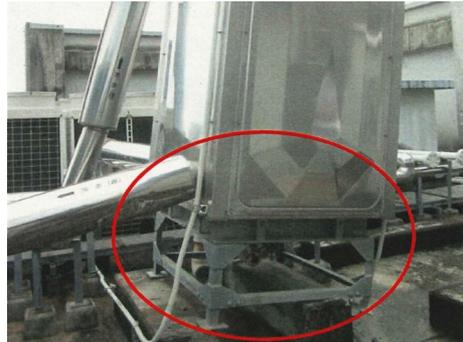
*1) 空気調和・衛生工学会 熊本地震災害状況調査団:平成28年熊本地震 建築設備被害に関する調査報告、2015.9、
http://www.shasej.org/topics/1612/kumamoto_report/3.taikaiws_report.pdf

水槽類の損傷事例

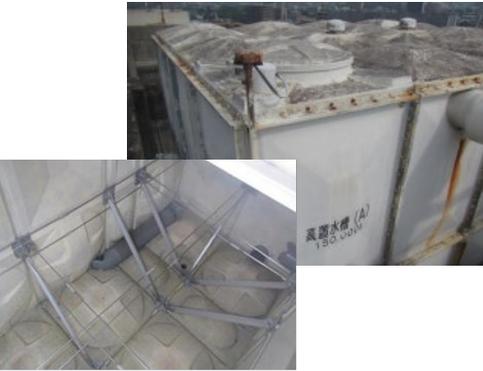
受水槽や高架水槽の損傷事例も多くみられた。
写真2-2は水槽の損傷事例である。



熊本市内病院の受水槽パネルからの漏水*1)



熊本市内大学屋上の水槽架台の破損*1)



熊本市内病院の受水槽と高架水槽内部配管の破損*1)



熊本市内ホール屋上の高置水槽の破損*1)



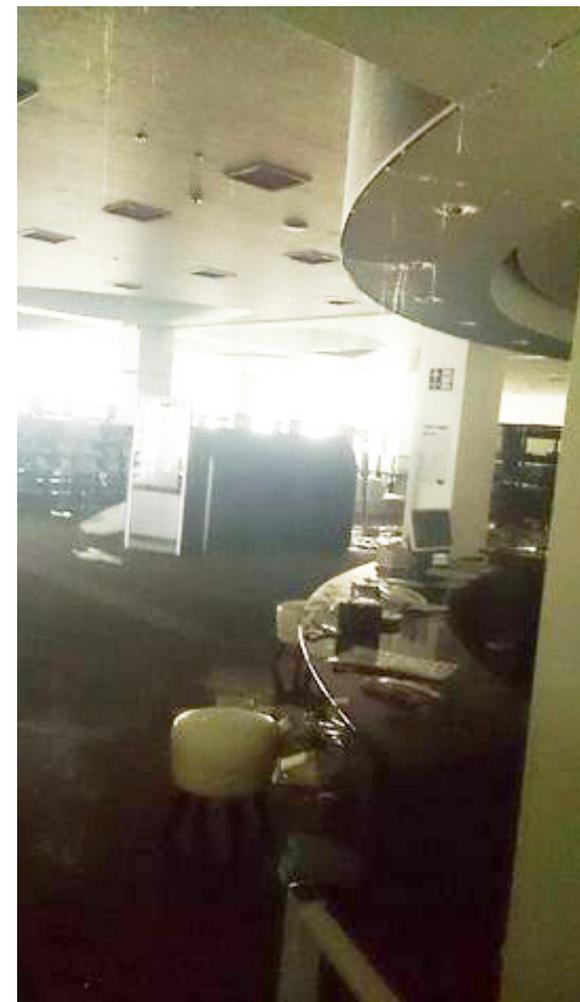
熊本市内事務所の雨水槽マンホールからの水はね*1)

写真2-2 水槽の損傷事例*1)

*1) 空気調和・衛生工学会 熊本地震災害状況調査団:平成28年熊本地震 建築設備被害に関する調査報告、2015.9、
http://www.shasej.org/topics/1612/kumamoto_report/3.taikaiws_report.pdf

SP配管断裂による漏水被害

スプリンクラー配管が断裂し、漏水被害が発生した(写真2-3)。



SP(乾式)配管断裂箇所

SP(湿式)配管断裂箇所

SP配管断裂による天井からの漏水

写真2-3 熊本市内6階建てS造図書館4階のSP配管断裂被害事例*1)

*1) 空気調和・衛生工学会 熊本地震災害状況調査団:平成28年熊本地震 建築設備被害に関する調査報告、2015.9、
http://www.shasej.org/topics/1612/kumamoto_report/3.taikaiws_report.pdf

天吊り機器・配管の落下

天吊り機器が落下した(写真2-3)。



7階会議室内の状況



落下しなかった
天吊り機器



落下しかけた
天吊り機器



落下した天吊り機器と吊ボルトの状況

写真2-4 熊本市内S造7階建て事務所ビルの7階天吊り機器落下被害事例*1)

*1) 空気調和・衛生工学会 熊本地震災害状況調査団:平成28年熊本地震 建築設備被害に関する調査報告、2015.9、
http://www.shasej.org/topics/1612/kumamoto_report/3.taikaiws_report.pdf

2022年3月福島県沖を震源とする地震による建築設備の被害調査

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

2022年 6月15日～6月17日、7月20日～7月22日

2.2 調査者

向井智久、小原 拓(国土交通省 国土技術政策総合研究所)

渡邊秀和、坂下雅信、有木克良(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

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、森悠大(新日本空調)荒井安行(鹿島建設)

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)

平野廣和(中央大学)石川友樹、小野泰介(エヌ・ワイ・ケイ)五上哲文(森松工業)

坂本 智、藤井陽平(新日本設計)

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

2022年3月福島県沖を震源とする地震による建築設備の被害調査

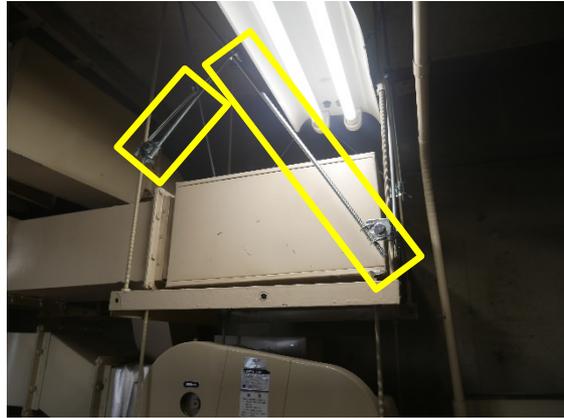
表 2.1 調査建築物一覧

	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

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物A

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間		
建築物A	1981	2011.3東北地方太平洋沖地震		大破	11ヵ月	応急復旧	2016-2017耐震改修工事实施
		2021.2福島県沖地震	6弱	中破	12ヵ月	修復・補強	補修・補強工事の計画・設計期間を含む
		2022.3福島県沖地震	5強	軽微	2.5ヵ月	非構造・設備被害	



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。

写真は塔屋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、図のように調査時は被害のあった配管が交換されていた。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物B

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間	
建築物B	1997	2011.3東北地方太平洋沖地震	6弱	軽微		外壁タイル破損
		2021.2福島県沖地震	5弱			
		2022.3福島県沖地震	5強	軽微	1.5ヵ月	高置タンク破壊



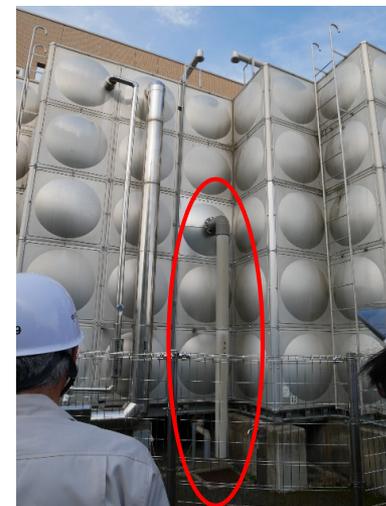
建築物Bは、上部構造の被害は軽微であったものの、塔屋の上に設置されたGFRP製の高置タンクが破壊されたことにより地震後10日後に応急復旧するまでは、上水の使用ができなくなった。

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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物C

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間	
建築物C	1982	2011.3東北地方太平洋沖地震	6強			
		2021.2福島県沖地震	6強			SUSパネル受水槽に被害あり
		2022.3福島県沖地震	6強		1.5日	受水槽漏水・スプリンクラー配管破損



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。

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。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物D

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間	
建築物D	1971	2011.3東北地方太平洋沖地震				
		2021.2福島県沖地震				
		2022.3福島県沖地震	5強	軽微	18日	ガラスの割れ・壁のひび割れ・トイレの漏水



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。

写真中央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。

写真右は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。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物E

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間		
建築物E	1995	2011.3東北地方太平洋沖地震				ガラス破損	
		2021.2福島県沖地震				エキスパンションジョイント・ガラス破損、天井落下	耐震改修
		2022.3福島県沖地震	6弱	軽微	3ヵ月	天井落下・スプリンクラー配管破断	4日後に部分的に再開



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。

写真中央・右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。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物F

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間		
建築物F	2005	2011.3東北地方太平洋沖地震				エキスパンションジョイントに被害	
		2021.2福島県沖地震				屋根の漏水	
		2022.3福島県沖地震	5強	軽微	4ヵ月	スプリンクラー配管破断、2時間漏水	1か月後に部分的に利用再開



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ーピットが冠水したことから、エレベーター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。

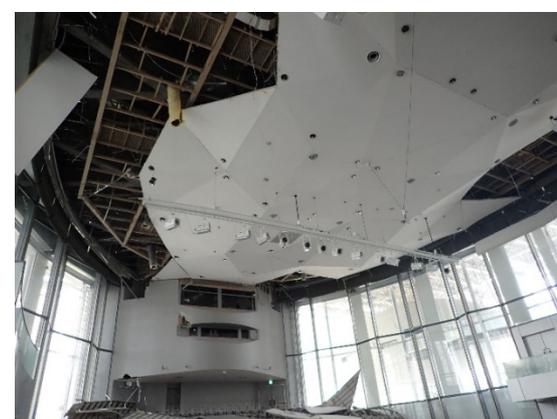
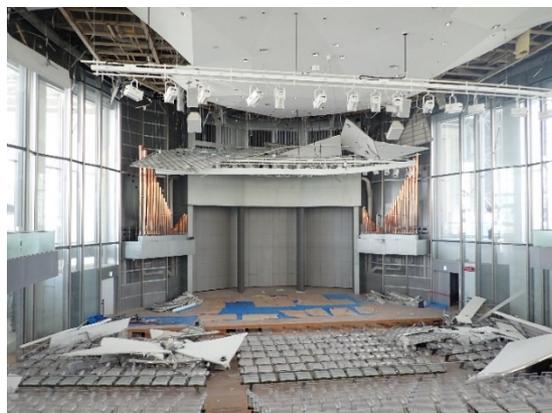
写真中央左は4階のテラス部分の雨水配管が断裂したため、応急的な補修を行った状況を示す。破断した配管の中にモルタル痕が確認された。

写真中央右は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。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物G

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間	
建築物G	1997	2011.3東北地方太平洋沖地震		軽微		ガラス破損
		2021.2福島県沖地震				
		2022.3福島県沖地震	5強		1年以上	ホール天井30%落下

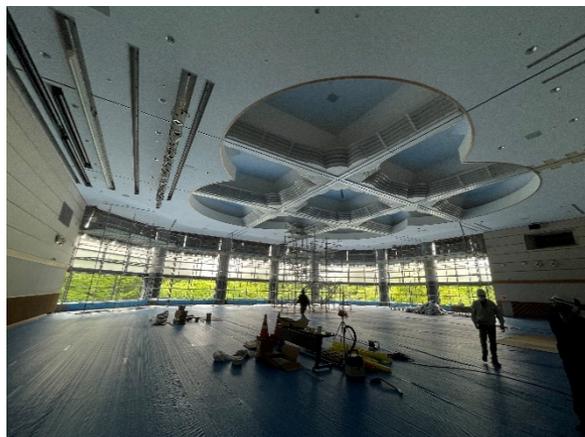


建築物Gでは、ホールの天井面積全体の30%程度が破損し崩落する被害が見られた。また、建築部の周辺地盤面が下がったことによる屋外排水管の損傷が確認された。ホール天井の破損が大きいことから、ホールの復旧に時間を要しているが、ホール以外の部分では6日後から施設利用を再開している。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物H

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間	
建築物H	1991	2011.3東北地方太平洋沖地震	6弱		2-4か月	天井脱落・設備損傷・壁面クラック
		2021.2福島県沖地震	5弱	軽微	4ヵ月	天井脱落・設備損傷・壁面クラック
		2022.3福島県沖地震	5弱	軽微	5.5ヵ月	可動間仕切り損傷・天井脱落・設備損傷・壁面クラック



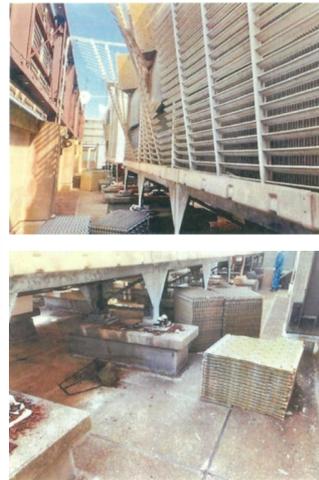
建築物Hでは、2階ホール内の天井に設置された空調吹出口や、可動間仕切りレールの損傷が確認された。このホールでは、東北地方太平洋沖地震ならびに2021年の地震でも同様の被害が発生したが、2021年の地震被害については2021年6月に復旧工事が完了していた。

なお、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、部分的に長期間使用不可となったが、2022年9月1日に全館利用可能となった。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物J

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間		
建築物 J	1974	2011.3東北地方太平洋沖地震	6弱				
		2021.2福島県沖地震	6強			冷却塔損傷	
		2022.3福島県沖地震	6強	軽微	4ヵ月以上	FRP高置タンクのパネル破損・給水管漏水	透析患者は他の病院へ振り替え。7日間自衛隊等から給水車派遣後仮設タンク設置で対応



建築物Jでは、2021年2月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3月の地震では同じ屋上に設置されたFRP製の高置タンクに被害が見られた。それぞれの被害により、当該設備が一時的に使用できなくなった。

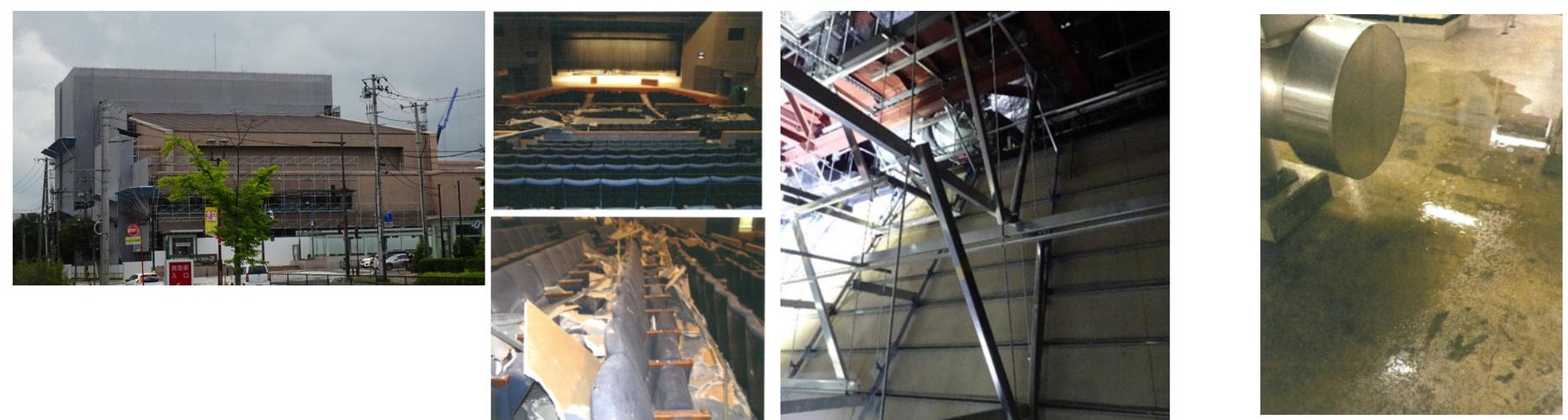
この高置タンクは設置から30年以上が経過しているために損傷したパネルの代替部品がないため、調査時には撤去されていた。代わりに仮設のタンクが設置されていた。

冷却塔へ補給水を送る受水槽付きポンプユニットの架台にの損傷が発生した。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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物K

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間		
建築物 K	1987	2011.3東北地方太平洋沖地震	6弱		9ヵ月	大ホール天井落下・スプリンクラー配管破損	大ホール・小ホール以外は6か月後に再開
		2021.2福島県沖地震	5弱			給水管漏水。休館日に修繕。	
		2022.3福島県沖地震	5強		改修工事中	天井材の一部脱落	大規模改修（特定天井に対応）実施



建築物Kは2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震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。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。

2022年3月の地震による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、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。

写真右に2022年3月の地震による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。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物L

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間		
建築物L	1986	2011.3東北地方太平洋沖地震				天井仕上げ材の破損・石壁の割れ	
		2021.2福島県沖地震				天井仕上げ材の破損・石壁の割れ・スプリンクラーヘッドの破損・漏水	
		2022.3福島県沖地震	5弱		改修工事中	展示ケースの損傷	大規模改修工事に合わせて被害箇所を修繕



建築物Lでは、2022年3月の地震において、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。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

構造物M

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間	
構造物M	2016	2021.2福島県沖地震				SUS製受水パネルタンク溶接部の破断による漏水
		2022.3福島県沖地震	6弱		継続使用	SUS製受水パネルタンク溶接部の破断による漏水



構造物Mはステンレス製の受水タンクであり、2021年2月の地震においてSUS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3月の地震でも、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。

当該受水タンクは、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パネル同士の溶接部分は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。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物N

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間	
建築物N	2000	2021.2福島県沖地震	5強			コンクリート柱のひび割れ
		2022.3福島県沖地震	5強	中～大破	復旧検討中	RC造大梁および小梁の損傷 スプリンクラー配管損傷。ダクト吊り金具脱落



建築物Eは、2022年3月の地震において、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。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物〇

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間	
建築物〇	1990	2011.3東北地方太平洋沖地震				ダクトの脱落・傾斜など
		2021.2福島県沖地震	5弱			加湿系統・膨張タンク系統配管から漏水
		2022.3福島県沖地震	5弱		2日	加湿系統配管から漏水。ダクト支持金具の脱落



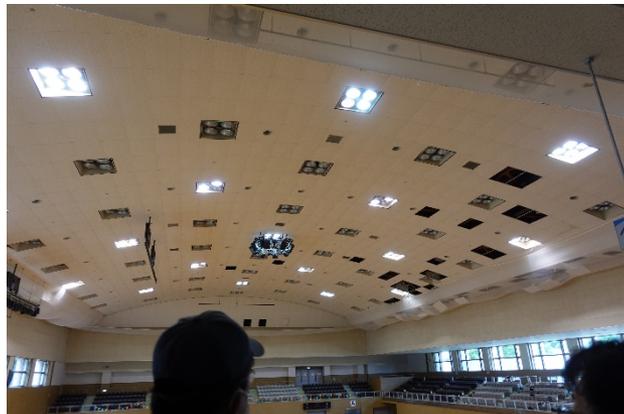
建築物〇は、2021年2月の地震および2022年3月の地震において、塔屋内の加湿配管が破損し、水漏れが発生した。写真中央左の加湿配管のバルブ下部が断裂した。配管には腐食が目立っていたとの報告があった。地震発生日の翌日には修繕作業を行い修復が完了している。

また、写真中央右の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。すでに修復済みである。写真右の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。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物P

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間		
建築物P	1998	2021.2福島県沖地震	5弱		2ヵ月	スプリンクラー配管破損・漏水	作業日数は2-3日程度
		2022.3福島県沖地震	5弱		10日	天井ボード落下	落下防止用ネットを設置。天井被害部を除き2日後に再開

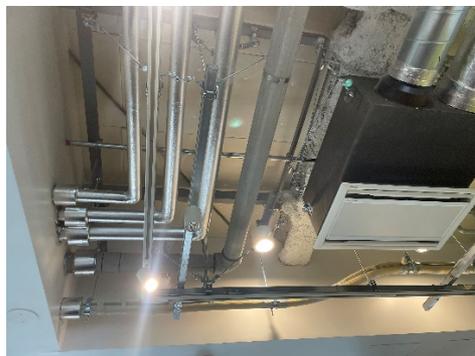


建築物Pは、2021年2月の地震では、2F剣道場天井裏のスプリンクラー配管が破損し、水漏れが発生した。2022年3月の地震では、天井のグラスウールボードの落下、天井の点検口や排気口周辺のボードの欠損等が見られた。

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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物Q

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間	
建築物Q	2018	2021.2福島県沖地震	6弱		8日	8日間は全館休館
		2022.3福島県沖地震	5強		2ヵ月	14日後に水損乾燥部分を除き再開。2023年1月～3月に順次部分的復旧工事。

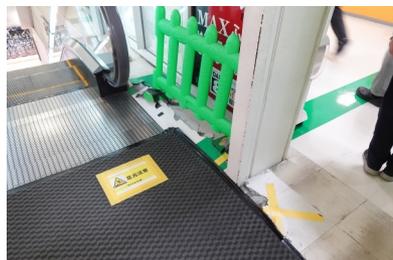


建築物Qは、2021年2月の地震では、天井や壁といった内装材の破損等に加え、設備系統の配管の破損による水漏れ、図書の落下等が発生した。2022年3月の地震では、内装材の破損や図書の落下等に加え、スプリンクラー配管の破損による水漏れや防火扉との接触によるスプリンクラーヘッドの損傷等が見られた。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物R

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間	
建築物R	1998	2021.2福島県沖地震	5強			FRP高置タンクのひび割れによる漏水。内装材の破損
		2022.3福島県沖地震	5強		1ヵ月	天吊り空調機の落下。給水管の破損・漏水 空調機の脱落等が生じた1室以外は3日で再開

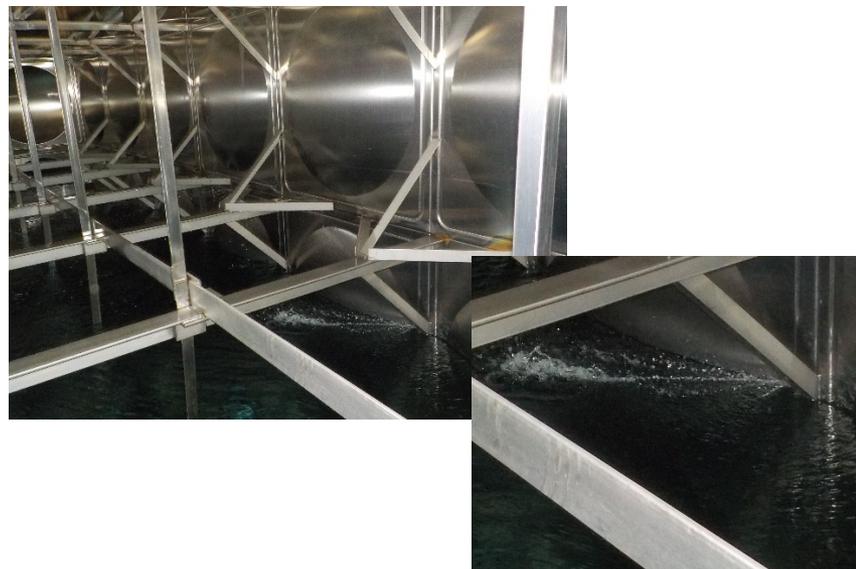


建築物Rは、2021年2月の地震において、エスカレータ周辺の床スラブの破損、Exp.J周辺の被害、天井や壁といった内装材の破損等が発生した。2022年3月の地震においても同様の被害が生じ、空調設備や防火扉の脱落、給水管の破損等が見られた。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物S

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間		
構造物 S	1995	2021.2福島県沖地震				SUSパネル配水タンク溶接部の断裂による漏水	漏水箇所を補修
		2022.3福島県沖地震	5強		3週間	SUSパネル配水タンク溶接部の断裂による漏水	中仕切りからの漏水は補修困難。別の場所に新設の予定があるため補修せずに継続使用



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。当該受水タンクは、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。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

建築物T

	竣工年		震度	構造被害	復旧期間		
建築物T	1965	2022.3福島県沖地震	6弱		3週間	SUSパネル配水タンク溶接部の断裂による漏水	断水中は別棟のトイレ・水栓を利用



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。

2022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https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2022/earthquake_off_fukushima_RC_01.pdf

復旧期間 レベル		T0 (復旧不要)	T1 3日以内	T2 3週間以内	T3 3ヶ月以内	T4 3ヶ月以上
構造 骨組		無被害	無被害	軽微な被害 弾性範囲で被害 が収まる程度	小破	中破・大破 残留変形が残り 補強が必要
非 構 造 部 材	生産 エリア	無被害	無被害	軽微な被害 壁・天井の要補 修	小破 壁・天井の要補 修	中破・大破 残留変形が残り 補強が必要
	非生産 エリア	無被害	軽微な被害	小破	中破	大破
設備機器 什器備品		無被害 生産装置の点検 不要	無被害 生産装置の点検 後再稼働	軽微な被害 生産装置の軽微 な補修	小破 生産装置の要修 理・交換・調整	中破 特殊な生産装置 が損傷・要交換

震災後における建築物の迅速な機能回復に向けて、建築研究所H18講習会テキスト
<https://www.kenken.go.jp/japanese/research/lecture/h18/text/07.pdf>より作成

ご清聴ありがとうございました。