

2022（令和4）年6月14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

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

1. 調査の目的と概要

本調査は、公的な公表資料、報道及び地震後の聞き取り調査により、非構造部材等の被害の情報を把握した大規模空間等を有する建築物を主対象に、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建築物の被害状況を把握することを目的に、国土技術政策総合研究所及び建築研究所の共同調査として実施した。7件の建築物を調査対象とし、設計図書等の閲覧、管理者等へのヒアリングや内部に入っの観察・実測等により、地震被害や建築物の情報を取得した。

2. 調査者（※所属、肩書は調査時のもの）

国土交通省 国土技術政策総合研究所

住宅研究部 住宅生産研究室 室長

脇山 善夫

建築研究部 構造基準研究室 研究官

三木 徳人

国立研究開発法人建築研究所

建築生産研究グループ 研究員

沖 佑典

3. 調査行程

2022（令和4）年3月28日（月）

10:00 調査開始

13:00 建築物A

15:30 建築物B

17:00 調査終了

2022（令和4）年3月29日（火）

8:00 調査開始

10:30 建築物C

13:00 建築物D

14:30 建築物E,F,G

16:30 調査終了

各調査対象建築物の位置概略は図 3-1 に示す通りである。



図 3-1 調査を行った建築物の位置概略、付近の地震観測地点（地理院地図を利用）

4. 地震動の概要

2022 (令和4) 年3月16日23時36分頃、福島県沖 (北緯37度42分、東経141度37分) を震源とする M7.4 (暫定値) の地震が発生した¹⁾²⁾。震源の深さは約57km (暫定値) であった。この地震により、宮城県登米市、蔵王町、福島県国見町、相馬市、南相馬市では、最大震度6強を観測した。また、調査対象の建築物がある宮城県白石市、柴田郡柴田町、仙台市太白区、宮城県利府町では、いずれも震度5強が観測されている。

図3-1に、調査対象の建築物近辺において地震動が観測されている地点の位置を示す。建築物A付近では宮城県白石市 (K-NET 白石 MYG016)、建築物B付近では岩沼市 (Kik-NET 岩沼 MYGH08)、建築物C,D付近では仙台市宮城野区 (K-NET 仙台 MYG013)、建築物E,F,G付近では宮城県利府町 (Kik-NET 利府 MYGH14) で地震動が観測されている。

図4-1にK-NET 白石 (計測震度5.4)、図4-2にKik-NET 岩沼 (計測震度4.9)、図4-3にK-NET 仙台 (計測震度5.3)、図4-4にKik-NET 利府 (計測震度5.8) の加速度時刻歴波形と、観測記録から描いた擬似速度応答スペクトル (減衰定数は5%、変位応答を基準として算出) を示す。なお、時刻歴波形についてはKik-NET 岩沼の記録は300秒程度を、それ以外の記録は120秒程度を示している。また、擬似速度応答スペクトルは3秒までの周期を示し、図中には、建築基準法に規定される設計用地震動の応答スペクトル (極めて稀に発生する地震動、第2種地盤、減衰定数は5%、地震地域係数 $Z=1.0$ 。表層地盤の増幅は平成12年建設省告示第1457号第10の方法を準用する。以下「BSL」という。) を黒の破線で、加速度 $S_a=1000, 2000\text{cm/s}^2$ と変位 $S_d=5, 10, 15\text{cm}$ をそれぞれ灰色の点線と破線で参考として示す。K-NET 白石では、全方向で1秒前後の周期の成分が大きな値となっている。Kik-NET 岩沼では、NS方向及びEW方向で1~1.5秒程度の周期の成分が大きな値となっている。K-NET 仙台では、NS方向及びEW方向で0.6秒、0.9秒及び1.5秒前後の周期の成分が大きな値となっている。Kik-NET 利府では、NS方向及びEW方向で1秒以下の短周期の成分が大きな値となっている。また、0.1秒以下の周期を除けば、Kik-NET 利府のNS方向における0.2~0.7秒程度の周期成分及びEW方向における0.2~0.4秒程度の周期成分で、BSLを上回っている。

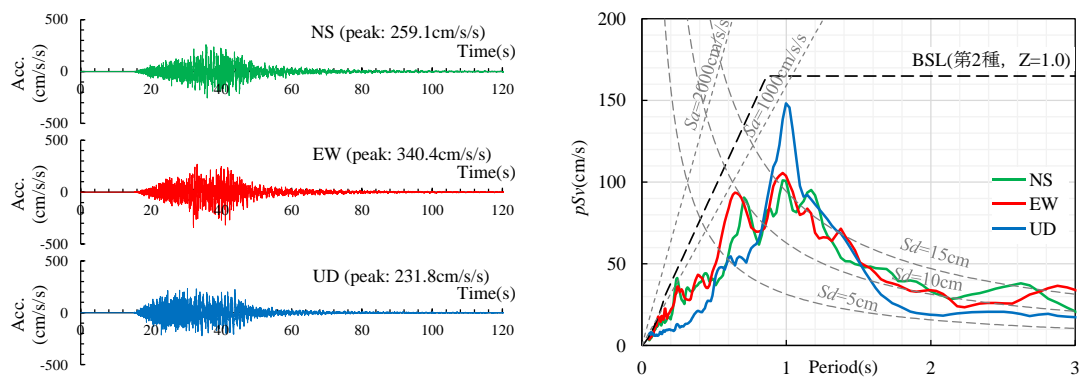


図4-1 K-NET 白石で観測された加速度時刻歴波形と擬似速度応答スペクトル (減衰定数は5%)

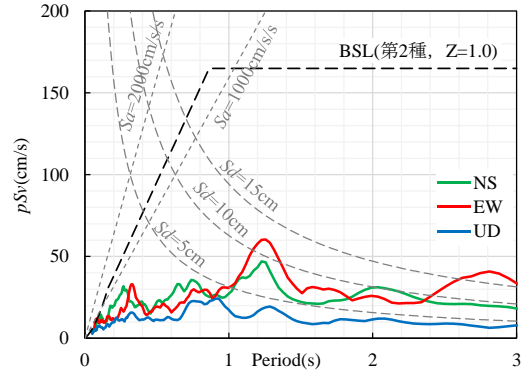
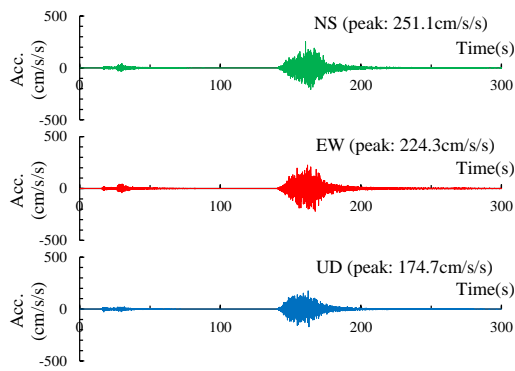


図4-2 Kik-NET 岩沼で観測された加速度時刻歴波形と擬似速度応答スペクトル（減衰定数は5%）

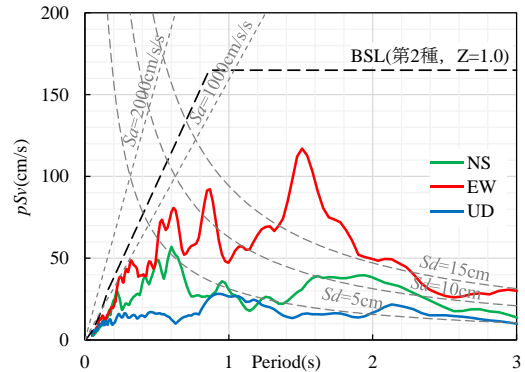
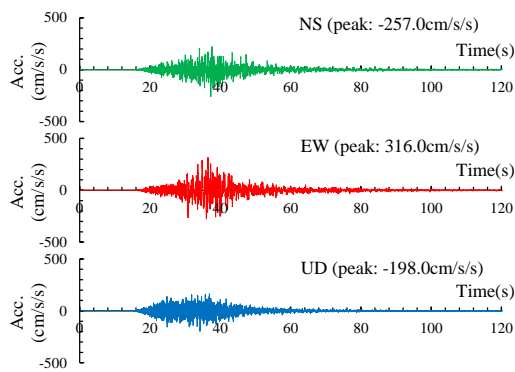


図4-3 Kik-NET 仙台で観測された加速度時刻歴波形と擬似速度応答スペクトル（減衰定数は5%）

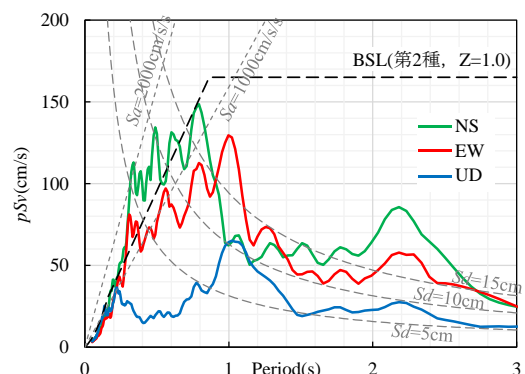
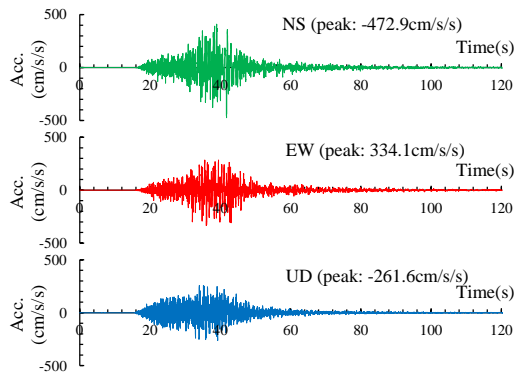


図4-4 Kik-NET 利府で観測された加速度時刻歴波形と擬似速度応答スペクトル（減衰定数は5%）

5. 調査結果

5.1 建築物A

1997(平成9)年竣工の音楽ホール及び体育館、トレーニングルーム等を有する複合文化施設である。施設全体の架構は鉄骨トラス構造であり、音楽ホール部分(鉄骨造)が梁構の中に自立する形で内包されている。(写真5-1、写真5-2、写真5-3、写真5-4)。また、音楽ホール部分上部には吊り天井やその付近の垂れ壁が、ぶどう棚等を介して音楽ホール部分の梁等に支持されている。竣工図によると、音楽ホールの天井高さは約11mである。

構造体の被害は、音楽ホール部分を含めて確認されなかった。

非構造部材の被害は、音楽ホール部分の客席側において、ガラス壁の内側、天井周縁部に配置されていた軽量鉄骨下地とボード(竣工図によると、せっこうボード21mm両面2枚張り)で構成される垂れ壁の大部分が落下しており、落下した垂れ壁の付近の吊り天井もおおむね落下していた(写真5-5、写真5-6、写真5-7、写真5-8)。落下した天井はせっこうボード5枚張りで、厚さは実測で約45mmであった(写真5-9)。落下を免れた部分の天井においても勾配変化部で隙間が生じていたほか、吊り材の屈曲が確認された(写真5-10)。中央部分の吊り天井は脱落せずにおおむね残っていた。ステージ上部の吊り天井は半分以上が脱落し、照明機器等の懸垂物やバトンに引っ掛かっている状態であった(写真5-11)。ステージの反対側に位置する投影室側の間仕切壁はボードの損傷、一部落下が確認され、落下した部分の軽量鉄骨下地の変形が見られた(写真5-12、写真5-13)。落下した天井の一部はガラス間仕切りに衝突し、ガラスが破損したとみられる(写真5-14)。

建築設備の被害は、音楽ホールの天井懐内のダクトの損傷等が確認された(写真5-15)。また、喫茶室におけるエレベータとの接続部分や配管類と喫茶室の壁が干渉し、壁が損傷したとみられる痕跡が確認された(写真5-16)。

その他、音楽ホールの階段の損傷(写真5-17)、トレーニングルームと体育館の階段室を接続するエキスパンションジョイント部材の損傷(写真5-18)、段差の発生やトレーニング機器の転倒等が発生したため、調査時点ではカバー部材を取り外し、当該室の使用を中断しているとのことであった。



写真5-1 外観



写真5-2 アトリウム内観(左側が音楽ホール)



写真5-3 トラス屋根 (下側が音楽ホール屋根)



写真5-4 音楽ホールの柱の脚部



写真5-5 音楽ホールの被災状況 (天井脱落)



写真5-6 音楽ホール内観 (投影室からの視点)



写真5-7 音楽ホール天井端部付近の損傷状況



写真5-8 落下せず一部残った垂れ壁



写真5-9 脱落した天井板
(せっこうボード5枚張り)



写真5-10 天井の勾配変化部付近を支持していた吊り材の屈曲、天井面の離間



写真5-11 ステージ上部の天井の損傷状況



写真5-12 投影室側の壁の損傷状況



写真5-13 投影室側の壁の損傷状況



写真5-14 脱落した天井が衝突し損傷したとみられるガラス壁



写真5-15 ダクトの外れ



写真5-16 エレベータの支持部分と喫茶室の取り合い部分の損傷



写真5-17 内部階段の損傷



写真5-18 損傷したためカバー部材を取り外したエキスパンションジョイント部分

5.2 建築物B

1999（平成11）年竣工の屋内プールであり、架構は、鉄筋コンクリート造、屋根は鉄骨造トラスとなっている（写真5-19、写真5-20、写真5-21）。屋内プールの天井面はアーチ状となっており、新築当時の図面から天井の最高点の高さは約14mである。

構造体の被害は、確認されなかった。

非構造部材の被害は、プール内装ボードの一部分の落下が確認された（写真5-22）。落下した内装ボードは有孔けい酸カルシウム板（厚さ約6mm）1枚張りであった。内装ボードは軽量鋼材を下地材としており、溝形鋼で構成される部分を介して鉄骨柱等に支持されている（写真5-23、写真5-24）。管理者によると、同じ箇所の内装ボードが前年の地震（2021（令和3）年2月13日福島県沖を震源とする地震）でも落下しており、その後復旧したとのことである。天井裏のキャットウォークから当該内装ボードの下地材を観察すると、トラス梁の架構に鉄骨部材等を介して上部が支持されており、錆が発生していた。

天井部分は今回の地震による損傷は確認されなかったが、経年劣化による天井面の隙間の発生が確認された（写真5-25）。管理者によると、今回の地震以前に観客席側の天井の一部が脱落したことがあり、2000（平成12）年頃にその部分を復旧しているとのことである（写真5-26）。

その他、建築設備の被害は、天井懐内のダクトの損傷等が2箇所確認された（写真5-27）。



写真5-19 外観



写真5-20 内観



写真5-21 鉄筋コンクリート造柱と鉄骨造屋根の接合部の状況

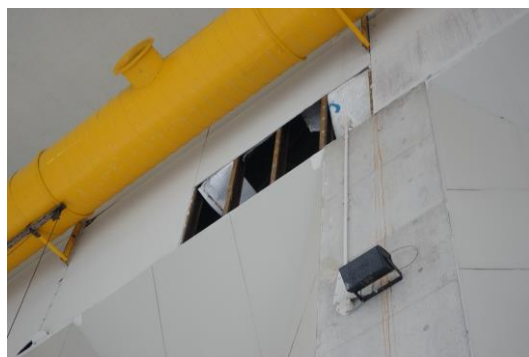


写真5-22 内装ボードの落下箇所



写真 5-23 内装ボード落下箇所における下地材上部周辺の状況 (丸が落下箇所)

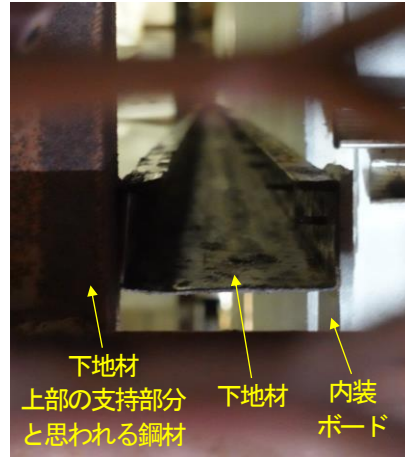


写真 5-24 内装ボードの下地材上部の支持状況



写真 5-25 経年劣化による天井面の隙間



写真 5-26 復旧の形跡を確認した天井部分



写真 5-27 ダクトの損傷

5.3 建築物C

1984 (昭和 59) 年竣工の体育館であり、架構は鉄筋コンクリート造、屋根は鉄骨造トラスである (写真 5-28、写真 5-29)。新築当時の図面及び実測から、アリーナの天井高さは約 15m である。

構造体の被害は、確認されなかった。

非構造部材の被害は、アリーナの天井において、グラスウール板が多数ずれていた (写真 5-30)。また、客席上部の在来工法天井の一部が脱落していた (写真 5-31。北側 2m×8m、南側 2m×2m 程度) ほか、1 階器具倉庫の天井板が 1 枚分脱落していた (写真 5-32)。管理者によると、2011 (平成 23) 年東

北地方太平洋沖地震でも同様の天井被害があったとのことである。また、アリーナ部分とは別室の食堂と廊下間のガラス間仕切りの破損が見られた（写真5-33）。

その他、客席上部の天井脱落箇所において、天井裏でスプリンクラー配管の破損により漏水していたとのことである。



写真5-28 外観

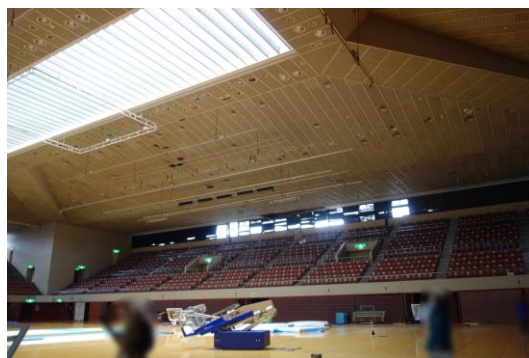


写真5-29 アリーナ部分内観

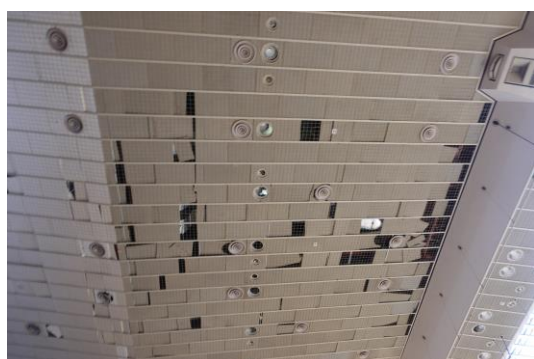


写真5-30 天井面のグラスウール板のずれ



写真5-31 客席部分の天井の脱落

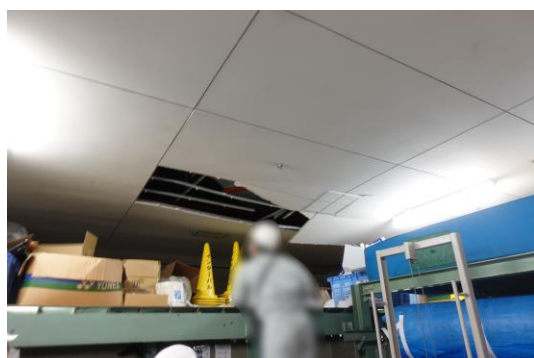


写真5-32 器具倉庫の天井脱落



写真5-33 間仕切りのガラスの破損

5.4 建築物D

1972（昭和47）年に竣工した体育館である。架構は鉄筋コンクリート造、屋根は鉄骨造トラスである（写真5-34、写真5-35）。なお、管理者によると、2008（平成20）年に耐震改修が行われていたとのことである。

構造体の被害は、確認されなかった。管理者によると、前年の地震（2021（令和3）年2月13日福島県沖を震源とする地震）では、屋根支承部付近のコンクリートの一部剥落が生じたとのことである。

桁行方向に位置する舞台裏の外壁（ラスシートモルタル）が上部から剥がれていた（写真5-36、写真5-37）。管理者によると、剥がれた部材が2m以上離れた隣地に落下したとのことである。なお、両妻面の外壁は、2011（平成23）年東北地方太平洋沖地震の時に脱落して、鋼板製の外壁に改修したとのことである。



写真5-34 外観



写真5-35 内観



写真5-36 損傷部位



写真5-37 ラスシートモルタルの脱落

5.5 建築物E

2000（平成12）年に竣工したスタジアムである。架構は鉄骨鉄筋コンクリート造、一部鉄筋コンクリート造であり、屋根は鉄骨造である（写真5-38、写真5-39）。

構造体の被害は、鉄筋コンクリート造の観客席の床が大きくたわんでいることを確認した（写真5-40）。

非構造部材の被害は、コンクリートブロック外壁、横長のスリット状のガラスの破損、等を確認した（写真5-41、写真5-42）。

その他、管理者による地震後の点検により、スプリンクラー枝管の破損や、設備の傾き等も確認されたとのことである。



写真5-38 外観



写真5-39 内観

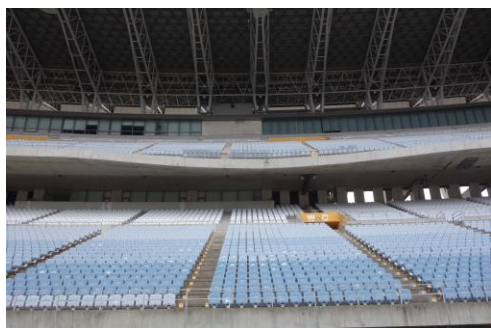


写真5-40 鉄筋コンクリート造の床のたわみ

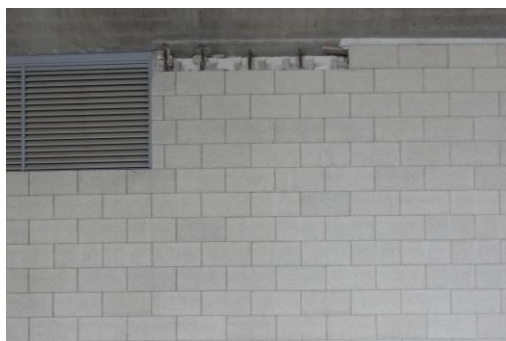


写真5-41 コンクリートブロック壁の一部落下



写真5-42 ガラス窓の破損

5.6 建築物F

1997（平成9）年に竣工した体育館であり、メインアリーナ棟とサブアリーナ棟がある。架構は、下部は鉄筋コンクリート造、上部は鉄骨造である（写真5-43、写真5-44）。

構造体の被害は、鉄骨柱部材と鉄筋コンクリート部材の接合部において、コンクリートのひび割れが確認された（写真5-45、写真5-46）。

非構造部材の被害は、メインアリーナの入り口においてガラス扉（写真5-47）の脱落が確認された。ガラスの破損はみられなかった。

その他、建築設備の被害は、サブアリーナのダクトの一部が脱落していた。調査時点では撤去されていた（写真5-48）。

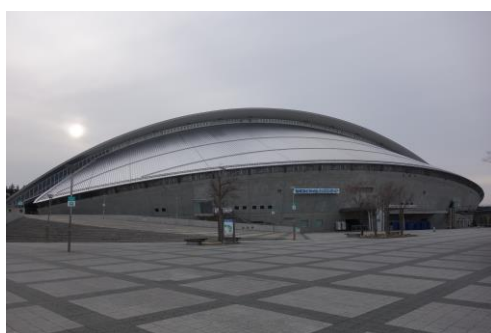


写真5-43 外観

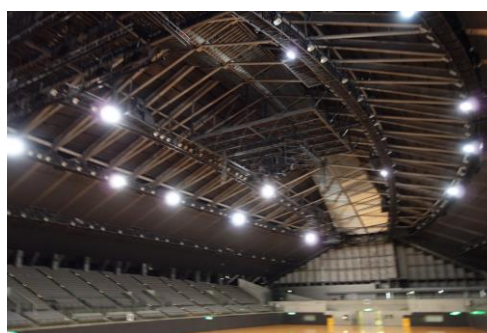


写真5-44 メインアリーナ内観



写真5-45 鉄骨柱部材



写真5-46 鉄骨柱部材と鉄筋コンクリート部材の接合部のコンクリートのひび割れ



写真5-47 メインアリーナ入口ガラス扉のはずれた箇所（被害箇所はシートにより養生済み）

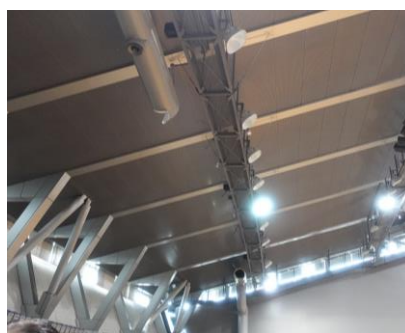


写真5-48 サブアリーナのダクトの脱落

5.7 建築物G

1995（平成7）年に竣工した屋内プールである（写真5-49）。架構は鉄筋コンクリート造、屋根は鉄骨造立体トラスである（写真5-50、写真5-51）。屋内プール上部の一部及び客席部分には天井が設けられており、新築当時の図面より、プールサイドから天井面の最高高さは約27mである。

構造体の被害は、確認されなかった。

非構造部材の被害は、飛び込みプール上部の在来工法天井が部分的に脱落し、プール脇と客席に飛散していた（写真5-52、写真5-53、写真5-54、写真5-55）。また、客席上部の天井の一部が若干下がっていることを確認した（写真5-56）。



写真5-49 外観

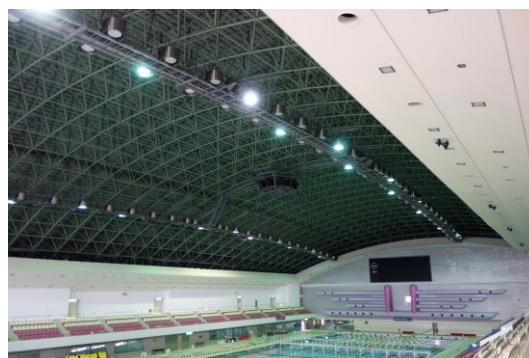


写真5-50 内観



写真5-51 鉄筋コンクリート造柱と鉄骨造屋根の接合部の状況



写真5-52 飛び込みプール上部の天井の脱落



写真 5-53 飛び込みプール付近への天井材の飛散状況

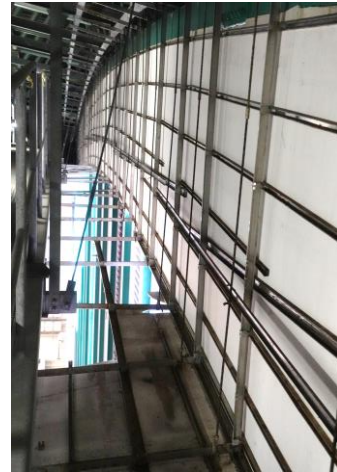


写真 5-54 脱落箇所付近の天井懐の様子



写真 5-55 脱落箇所付近の天井下地材の発錆状況



写真 5-56 客席部分の天井のたわみ、ずれ

6. まとめ

今回の地震による建築物の被害調査は、体育館3件、屋内プール2件、複合文化施設及びスタジアムそれぞれ1件について現地調査を実施した。現地調査により確認した被害の概要を以下にまとめる。

構造体は、鉄骨柱部材と鉄筋コンクリート部材の接合部におけるコンクリートのひび割れ及びスタジアムにおける鉄筋コンクリート造の床のたわみが確認された。

非構造部材は、特定天井³⁾に該当する吊り天井の損傷・脱落、高所の内外壁の損傷・ボードの脱落などが確認された。なお、損傷・脱落が生じた吊り天井については、いずれも特定天井に関する平成25年国土交通省告示第771号（2014（平成26）年4月施行）以前のものである。被害の中には、過去の地震被害でも同様の損傷を生じているものもあったとのことである。

その他、建築設備の被害は、天井懐のスプリンクラーの配管やダクトの損傷が確認された。

おわりに

今回の地震で被災された方々に心からお見舞いを申し上げますとともに、一刻も早い復興を祈念いたします。本調査を実施するにあたり、各自治体並びに被災建築物の調査についてご対応を頂きました、関

係団体の皆様には大変お世話になりました。また、本稿では、国立研究開発法人防災科学技術研究所が公開している K-NET、Kik-NET の観測記録を利用させて頂きました。ここに深謝申し上げます。

注：

- 1) 令和4年3月16日23時36分頃の福島県沖の地震について（第2報）（2022年5月26日閲覧）
<https://www.jma.go.jp/jma/press/2203/24b/202203241400.html>
- 2) 気象庁 震度データベース検索（2022年5月26日閲覧）
<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html#20220316233632>
- 3) 建築基準法施行令第39条第3項に規定する「特定天井」。①6 m超の高さにあり②水平投影面積200 m²超で③質量 2kg/m²超であり④居室廊下その他の人が日常立ち入る場所に設けられる吊り天井が該当する。