

5.6 非構造部材の被害

5.6.1 調査の目的と概要

国土技術政策総合研究所及び建築研究所による能登半島地震の被害調査では、非構造部材の被害状況を確認するために、1月19日(金)～1月21日(日)に第1回、2月28日(水)～3月1日(金)に第2回、3月26日(火)～3月28日(木)に第3回の計3回、調査を行った。第1回調査は報道等で石川県・富山県都市部（金沢市・高岡市・富山市。以降本節において「都市部」という。）の公共施設等の非構造部材に被害があるとの情報のあった建築物を対象にした内観調査を、第2回調査は石川県能登地方（輪島市・七尾市・珠洲市・穴水町・能登町。以降本節において「能登地方」という。）の一般鉄骨造建築物の構造被害・非構造部材被害に関する情報のあった建築物を主対象にした外観調査を、第3回調査は能登地方において、事前の聴き取り調査等で被害情報のあった公共施設・教育施設等を有する建築物等を主対象にした内観調査を、それぞれ実施したものである。第1回、第3回調査で内観調査を行った施設は以下のとおりである。

- ・教育施設 19件（うち都市部 0件、能登地方 19件）
 ※小・中・高等学校、教育・訓練施設
- ・運動施設 10件（うち都市部 10件、能登地方 0件）
- ・音楽等用ホールを有する施設 6件（うち都市部 2件、能登地方 4件）
- ・展示用ホールを有する施設 1件（うち都市部 0件、能登地方 1件）
- ・行政庁舎 3件（うち都市部 3件、能登地方 0件）
- ・商業施設 1件（うち都市部 1件、能登地方 0件）

このうち、教育施設（19件）は複数の独立した建築物からなり、調査した建築物ごとに計上すると、

- ・校舎 13棟 ※構造的に独立する建屋は別途1棟と換算
- ・屋内運動場（2階建て以上に相当する大規模空間を有する建築物）
 22棟
- ・校舎と屋内運動場が一体の施設 1棟
- ・武道場（比較的低層で面積のある建築物）
 2棟

である。また、運動施設、音楽等用ホールを有する施設、展示用ホールを有する施設及び行政庁舎は、大規模空間と事務所部分が併設する場合があります、それぞれで非構造部材の被害に関する情報があった場合は、大規模空間の部分と事務所部分を分けてそれぞれについて調査した。

本節は、上記各調査の報告（速報）^{5.6-1), 5.6-2)}及びそれら以外の各調査の地震被害調査報告（速報）を踏まえて、非構造部材の被害調査内容について現時点で取りまとめるものである。

第1回～第3回の調査地点、調査範囲及び今回の地震（本震）による調査範囲周辺の震度分布を図5.6.1-1に示す。なお、第2回・第3回調査については、前節の鉄骨造建築物の被害調査と共同で行っている。各被害状況の説明中の建築物に関する記号は既報^{5.6-1), 5.6-2)}の表示記号に則している。

第1回：石川県・富山県都市部における建築物の非構造部材等の被害調査
 （建築物A～Q）

第2回：石川県能登地方における一般鉄骨造建築物の非構造部材の外観調査
 （WA-01～15, NA-01～08, SU-01～05, AN-01～04, NO-01～03）

第3回：石川県能登地方における公共施設、教育施設等の建築物の非構造部材の外観・内観調査
 （WA-101～111, NA-101～106, SU-101～102, AN-101～103, NO-101～102）

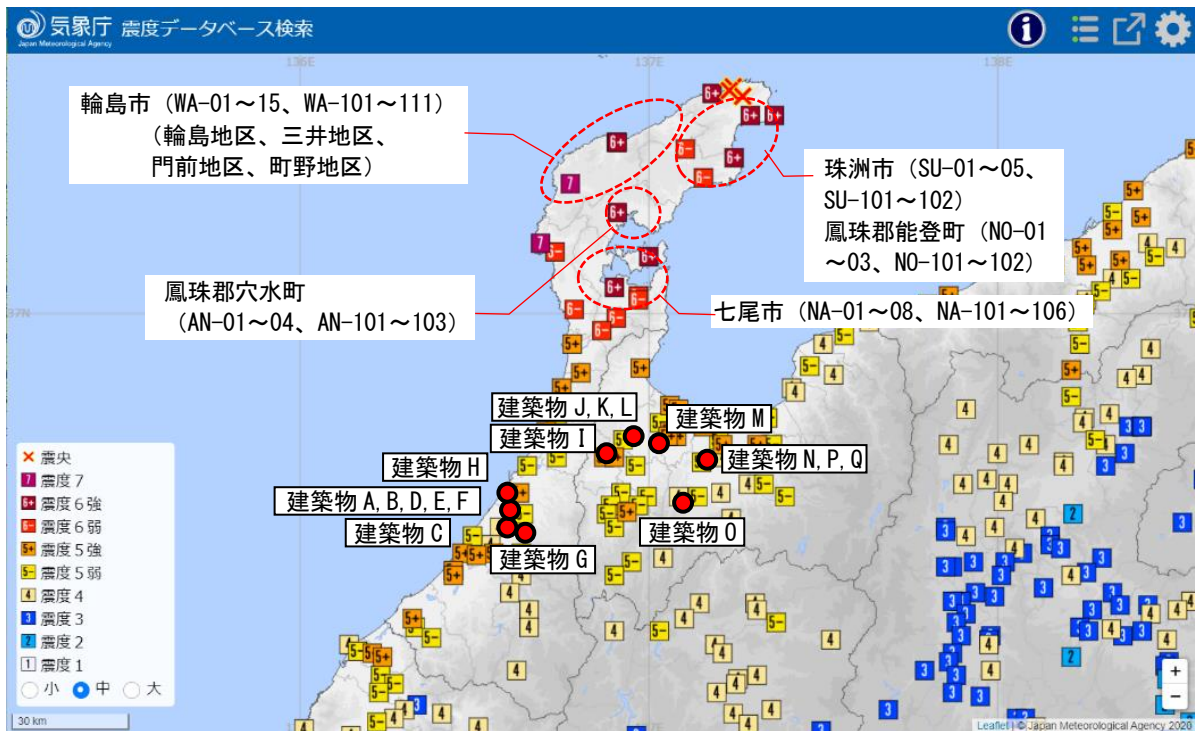


図 5.6.1-1 調査地点・調査範囲及び周辺の震度分布
(震度データベース検索 5.6-3) に加筆)

5.6.2 調査結果

(1) 吊り天井の被害

吊り天井については、報道、事前の聞き取り調査等で吊り天井に関する被害情報があつた建築物を主対象に計画し内部調査を行った建築物を中心に被害を把握している。以下に、a.大規模空間の吊り天井に関する被害状況、b.その他の吊り天井の被害状況に分けて記述する。

ここで、特定天井は現行の建築基準法施行令第 39 条第 3 項に規定するものとして、①6m 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た⑤吊り天井が該当する。今回の調査では、上記①～④に該当する天井の状況を確認するとともに、これらのうち一部に該当しない天井に関しても調査を行った結果を示している。

a. 大規模空間の吊り天井に関する被害状況

現地調査した建築物の中で、前述の条件①～④に該当する教育施設の屋内運動場、自治体所管の運動施設、音楽用等ホール、展示用ホール、議場 計 45 件（都市部 16 件、能登地方 29 件）のうち、天井被害が確認されたものは 9 件であった。これらのうち、特定天井（⑤にも該当する天井）は計 7 件、吊り天井でないものは計 2 件であった。

特定天井に確認された被害の概要を写真 5.6.2.(1)-1~12 に示す。教育施設における屋内運動場、自治体所管の運動施設において、吊り天井の天井面構成部材であるグラスウール板、木毛版の数枚の落下や垂れが確認された（写真 5.6.2.(1)-1~6）。音楽用等ホールの吊り天井において、天井面のひび（写真 5.6.2.(1)-7）等が確認された。天井裏の様子を確認すると、天井面構成部材の下地材の衝突痕と思われるボードの損傷が確認され、天井面が地震により動いていたと考えられる（写真 5.6.2.(1)-8）。また、

ホールのステージ側の立ち上がり壁のボードが損傷・脱落していた（写真 5.6.2.(1)-9）。天井裏を確認すると、当該壁のボードを留め付けるために間仕切壁用の鋼製下地材が採用されており、当該鋼製下地材のスタッドがランナから外れていた（写真 5.6.2.(1)-10）ほか、客席側の天井下地材の損傷も確認された（写真 5.6.2.(1)-11,12）。このような被害が確認された特定天井は、2000 年以前に計画・着工されたものであり、過去の耐震改修履歴は確認されなかった。



写真 5.6.2.(1)-1 屋内運動場のグラスウール板の垂れ下がり
（建築物 C：金沢市、運動施設）



写真 5.6.2.(1)-2 屋内運動場の天井材垂れ下がり部分の支持状況
（建築物 C：金沢市、運動施設）



写真 5.6.2.(1)-3 屋内運動場のグラスウール板数枚の落下
（建築物 O：富山市、運動施設）



写真 5.6.2.(1)-4 屋内運動場のグラスウール板数枚の落下
（建築物 O：富山市、運動施設）



写真 5.6.2.(1)-5 屋内運動場内観（丸囲み部分が損傷箇所）
（NA-105：七尾市、教育施設）



写真 5.6.2.(1)-6 屋内運動場の天井仕上げの脱落（左の写真の丸囲み部分を下から見た様子）
（NA-105：七尾市、教育施設）

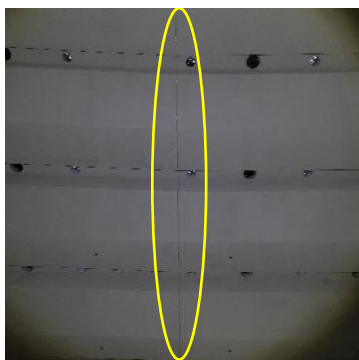


写真 5.6.2.(1)-7 天井面のひび
(WA-104: 輪島市、音楽等用ホール)



写真 5.6.2.(1)-8 野縁周辺の壁の損傷
(WA-104: 輪島市、音楽等用ホール)



写真 5.6.2.(1)-9 舞台上部の立ち上がり壁の損傷
(AN-103: 穴水町、音楽等用ホール)



写真 5.6.2.(1)-10 ステージ上立ち上がり壁においてランナから外れたスタッド
(AN-103: 穴水町、音楽等用ホール)



写真 5.6.2.(1)-11 天井下地の変形
(AN-103: 穴水町、音楽等用ホール)



写真 5.6.2.(1)-12 天井下地の衝突によると思われるボード材の損傷
(AN-103: 穴水町、音楽等用ホール)

吊り天井でない天井で被害が確認された2件は、改修した天井の被害が1件、変形した構造部材との取り合い部で天井面材が損傷したものが1件であった。

このうち、改修した天井（建築物F（金沢市）の音楽ホール）について示す。写真5.6.2.(1)-13に客席部分の内観を示す。当該客席部分の天井材（有孔ガラス繊維混入せっこうボード、厚さ約8mm）が、ステージから向かって左右の端部において、幅約10cm×最大長さ約10mにわたって破損し、落下していた（写真5.6.2.(1)-14）。管理者より、2020～2021年に天井の耐震改修が行われたとのことであった。天井の支持元を確認すると、吊り天井であった従前の工法から、吊り材を用いず、鋼製の支持構造部により天井下地材・ボードを支持する方法となっていた（写真5.6.2.(1)-15）。一方で、損傷した部分に

において天井板とその付近の壁には隙間が存在しなかった（写真 5.6.2.(1)-16）。



写真 5.6.2.(1)-13 客席部分の内観
（建築物 F：金沢市、音楽等用ホール）



写真 5.6.2.(1)-14 被害状況
（建築物 F：金沢市、音楽等用ホール）

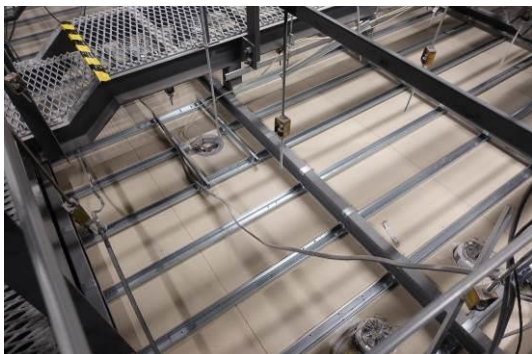


写真 5.6.2.(1)-15 天井支持部分の状況
（建築物 F：金沢市、音楽等用ホール）



写真 5.6.2.(1)-16 天井材が落下した部分
（建築物 F：金沢市、音楽等用ホール）

現地調査した建築物の中で天井の被害が確認されなかった 36 件について、現地調査により吊り天井が配置されていなかったものが計 29 件あった。そのうち、過去の改修で撤去したものが少なくとも 2 件あった（うち一例が写真 5.6.2.(1)-17）。また、被災時点で天井が存在していたもので、過去の改修で斜め部材の追加や隙間を設ける等による耐震対策が図られていた天井が 1 件（写真 5.6.2.(1)-18,19）、より剛強な支持構造部に直接支持される天井又は柔軟・軽量な天井面構成部材への換装により、特定天井の適用外とされていた天井が 2 件あった（写真 5.6.2.(1)-20）。その他、特定天井の技術基準に関する告示（平成 25 年国土交通省告示第 771 号）以前に新設された天井で過去の改修履歴が確認できなかったものが 4 件あった。

教育施設の屋内運動場や自治体所管の運動施設では天井の撤去がなされているものや、柔軟・軽量な天井面構成部材への換装がなされているものがあり、音響等の観点から天井等が必要となる音楽等用ホールも、調査した範囲では耐震対策（剛強な支持構造部に直接支持される天井への換装）が講じられる等により、今回の地震において全面的な崩落に至る被害は確認されなかった。



写真 5.6.2.(1)-17 内観 ※2007年～現在までに改修（天井の撤去）がされた例。天井被害なし
（建築物E：金沢市、運動施設）



写真 5.6.2.(1)-18 内観 ※天井被害なし
（NA-102：七尾市、音楽等用ホール）

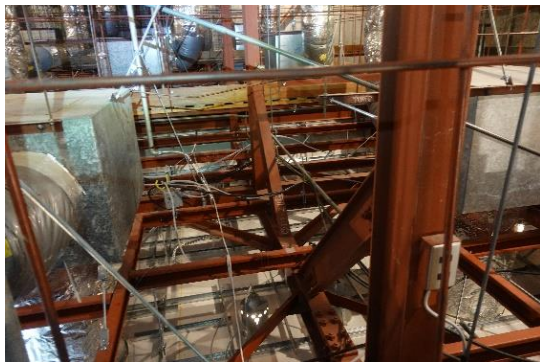


写真 5.6.2.(1)-19 天井支持元の様子
※天井被害なし
（NA-102：七尾市、音楽等用ホール）



写真 5.6.2.(1)-20 屋内運動場の膜天井内観 ※天井被害なし
（NO-102：能登町、教育施設）

b. その他の吊り天井被害

今回の地震において、事務所や教育施設の武道場（大空間を有するが比較的天井高さの低い室）等の吊り天井の被害が確認された。

被害状況としては、行政庁舎のシステム天井のパネルが脱落した例（写真 5.6.2.(1)-21）、在来工法天井において構造躯体の柱や梁に近接するなど、端部の天井材が脱落した例（写真 5.6.2.(1)-22,23）、等が確認された。構造躯体の振動に伴う柱や梁の挙動が天井端部に干渉し、天井材が脱落した例は、部分的なもの、ある程度の範囲のものが確認された。この他、天井が全面的に脱落したような例が1件確認された。

主に鉄骨造建築物の校舎において、教室間の壁と天井の取り合いが天井勝ち（(2)b.での説明参照）になっているものがあり、損傷・脱落があった内壁との取り合い部における天井の損傷が確認された（写真 5.6.2.(1)-24~26）。このような取り合い部の被害は、大規模空間を形成する屋内運動場のギャラリ一部分などでも確認されている（写真 5.6.2.(1)-27）。



写真 5.6.2.(1)-21 システム天井ボードの落下（建築物 A：金沢市、行政庁舎）

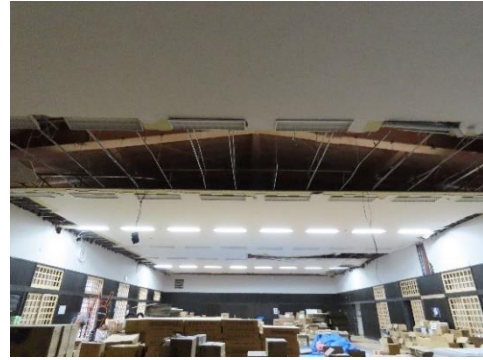


写真 5.6.2.(1)-22 武道場 天井の被害状況（WA-102：輪島市、教育施設）



写真 5.6.2.(1)-23 事務所部分 4階天井の被害（WA-104：輪島市、音楽等用ホールを有する施設）



写真 5.6.2.(1)-24 事務所部分 5階執務室天井・間仕切壁の被害（WA-104：輪島市、音楽等用ホールを有する施設）



写真 5.6.2.(1)-25 校舎3階天井・内壁の被害（WA-111：輪島市、教育施設）



写真 5.6.2.(1)-26 校舎3階教室の天井被害（WA-101：輪島市、教育施設）

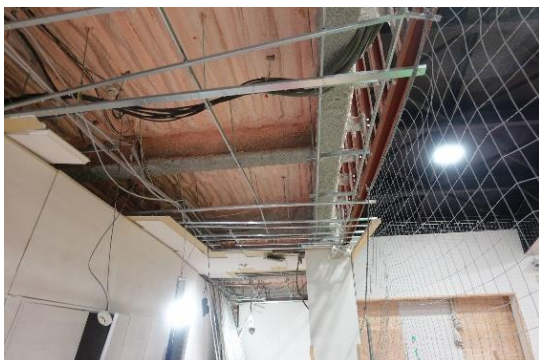


写真 5.6.2.(1)-27 屋内運動場ギャラリー上の天井、内壁の被害（WA-102：輪島市、教育施設）

(2) 内壁・内装の被害

内壁・内装について、内部調査を行った建築物を中心に被害を把握している。a. 高所に設置される内壁や高い壁高さの内壁に関する被害、b. 天井との取り合い部を有する間仕切壁の損傷・脱落、c. その他の内壁・内装の被害、のそれぞれの被害について記述する。

a. 高所に設置される間仕切壁や高い壁高さの間仕切壁の被害

主に大規模空間を有する教育施設や運動施設の屋内運動場の妻壁は、床面から屋根に至るまで非構造部材による高い壁を立てる例が見られたほか、妻壁に出入り口や舞台が併設されることにより、壁に大きな開口が生じ、特にプロセニウムアーチ上部は高所に内壁が設置されることとなる。このような高い壁や高所に設置される妻面の内壁・内装において、高所のボードの下地材からの剥離・脱落や浮き、鋼製下地材の変形に伴う面外へのはらみ出し等の被害がいくつかの教育施設の屋内運動場で確認された。

顕著な被害があった WA-102 の屋内運動場において、妻面（舞台側とその対面側のいずれも）の内壁の広範囲な脱落が確認された（写真 5.6.2.(2)-1,2）。ボードは軽量形鋼（間仕切壁用の鋼製下地材より厚板の鋼材）の縦材にビス留めされており、当該縦材下部がガセットプレートを通じて妻面の構造躯体に支持されていた。

また、舞台横の軽量鉄骨下地とボードによる内壁において、鋼製下地材の変形に伴う面外へのはらみ出し（写真 5.6.2.(2)-3）、目地部分での仕上材の剥離や浮き（写真 5.6.2.(2)-4~6）等が確認された。

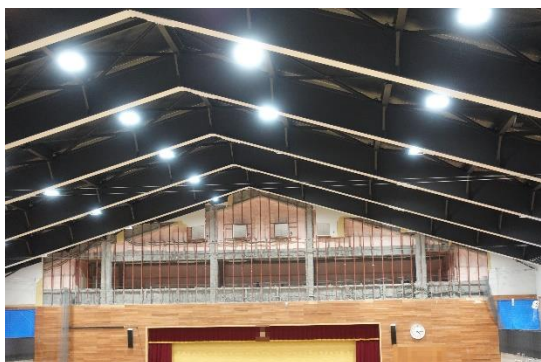


写真 5.6.2.(2)-1 屋内運動場 妻面（プロセニウムアーチ上部）の内壁の広範囲な脱落（WA-102：輪島市、教育施設）

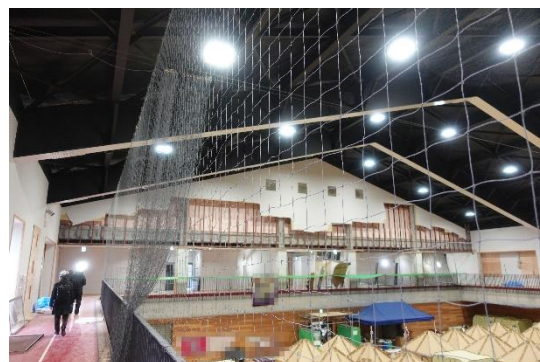


写真 5.6.2.(2)-2 屋内運動場 妻面（出入口方面）の内壁の広範囲な脱落（WA-102：輪島市、教育施設）



写真 5.6.2.(2)-3 屋内運動場 舞台横の内壁のRC造柱との接合部での外れとはらみ出し（WA-109：輪島市、教育施設）



写真 5.6.2.(2)-4 全天候型広場 内壁の被害（WA-102：輪島市、教育施設）



写真 5.6.2.(2)-5 屋内運動場 1 プロセニウムアーチの内装仕上材の損傷
(NA-106 : 七尾市、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-6 屋内運動場 プロセニウムアーチのパネル目地の浮き
(WA-103 : 輪島市、教育施設)

高い壁の被害として、NA-101（七尾市）展示室の2か所の壁（改修時の図面によると高さ9.5m）の被害が見られた（写真 5.6.2.(2)-7）。壁は、H形鋼や軽量形鋼で組んだ鉄骨下地2段に、それぞれ鋼製下地材とせっこうボードを設けたものである。当該壁のボードが1段目、2段目のいずれから部分的に脱落していたほか、2段目（上段）の鋼製下地材の全体的な曲げ変形や局所変形、壁1段目（下段）の鋼製下地材の局所的な変形等が確認された（写真 5.6.2.(2)-8,9）。

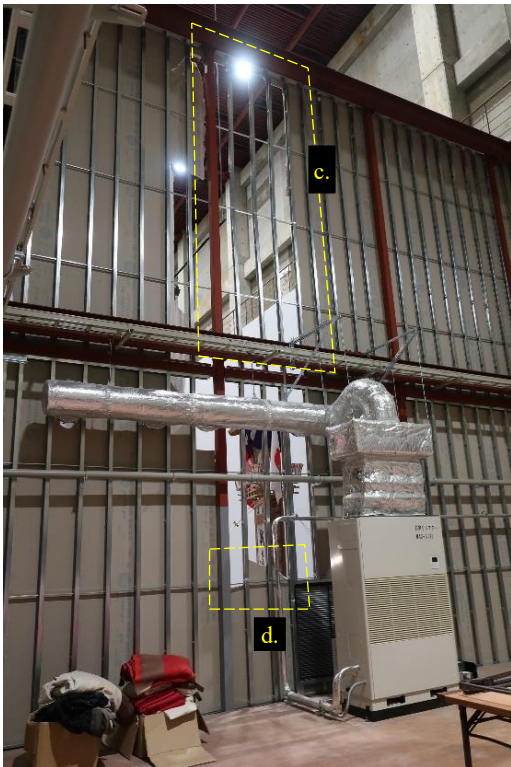


写真 5.6.2.(2)-7 展示室壁の被害（裏側より）
(NA-101 : 七尾市、展示用ホールを有する施設)

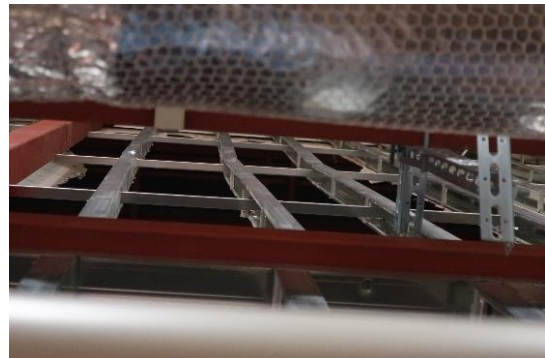


写真 5.6.2.(2)-8 展示室 壁2段目のスタッドの曲がり、局所的な変形（左写真のc.部分）
(NA-101 : 七尾市、展示用ホールを有する施設)

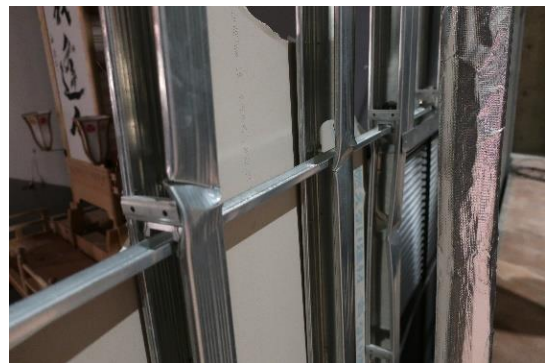


写真 5.6.2.(2)-9 展示室 壁1段目の損傷状況（左写真のd.部分）
(NA-101 : 七尾市、展示用ホールを有する施設)

b. 天井との取り合い部を有する間仕切壁の損傷・脱落

教育施設の鉄骨造建築物の校舎や事務所における各室の間仕切壁、屋内運動場のギャラリー部分の内壁で、天井との取り合い部に関わる被害が多く確認された。今回被害が確認された取り合い部は

パターン 1) 壁下地材が上下床に到達し、天井端部が壁面（又は壁下地材）に接触する（壁勝ち）

パターン 2) 天井面が一体で生まれ、壁の上端が天井面に支持されるもの（天井勝ち）で、壁下地材が天井下地材に接合される

パターン 3) 天井勝ちで、壁下地材が天井ボードに接合される

の3パターンが確認されている。

パターン 1)に関する被害として、天井の衝突に起因すると思われる天井面高さでの壁下地材の局所変形や、壁のボードの損傷・脱落が確認された（写真 5.6.2.(2)-10,11）。



写真 5.6.2.(2)-10 校舎 3階 ブレース構面手前の内壁のボード、下地材の損傷
(WA-111：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-11 屋内運動場 舞台裏の間仕切壁、天井の被害（天井面高さの位置でスタッドが変形）
(WA-102：輪島市、教育施設)

パターン 2)に関する被害として、壁下地材ごと天井から外れて壁が全面的に転倒していたもの（写真 5.6.2.(2)-12~14）や、一部の上ランナのみ天井下地材に残ったまま壁が転倒していたもの（写真 5.6.2.(2)-15）があった。同じ建築物の低層階で同様の取り合い部と考えられる間仕切壁について、取り合い部でのボードの損傷はあったが、転倒に至らないなど被害状況は比較的軽微であった。その他、壁の転倒はなかったものの、事務所における間仕切壁の面外方向に水平移動していたケース（写真 5.6.2.(2)-16,17）、面内方向に水平移動しているように見られるケース（写真 5.6.2.(2)-18,19）もあった。

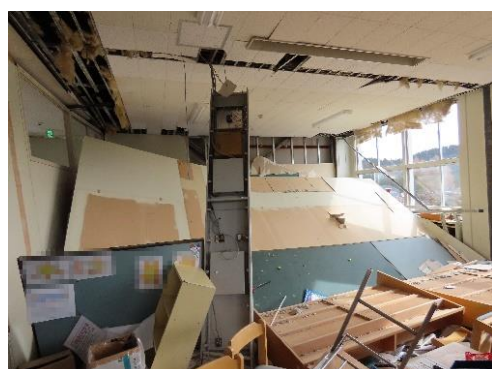


写真 5.6.2.(2)-12 校舎 3階教室間の内壁の被害
(WA-111：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-13 校舎 3階間仕切壁の被害（上ランナごと脱落して転倒）
(WA-111：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2. (2)-14 校舎 間仕切壁の転倒等
(AN-101 : 穴水町、教育施設)



写真 5.6.2. (2)-15 3階内壁の転倒被害
(一部上ランナは天井下地材に残っている) (WA-111 : 輪島市、教育施設)



写真 5.6.2. (2)-16 事務所5階執務室
ガラス窓被害、天井・間仕切壁の被害
(WA-104 : 輪島市、音楽等用ホールを有する施設)



写真 5.6.2. (2)-17 事務所5階 間仕切壁の被害 (壁が床の上を移動)
(WA-104 : 輪島市、音楽等用ホールを有する施設)



写真 5.6.2. (2)-18 校舎桁行方向の外装材の脱落 (AN-101 : 穴水町、教育施設)



写真 5.6.2. (2)-19 校舎張間方向の外壁の脱落 (AN-101 : 穴水町、教育施設)

パターン 3)に関する被害として、パターン 2)と同様に壁ボードの剥離、壁の転倒等が確認された。壁の上ランナが天井面を移動した痕跡があったもの（写真 5.6.2.(2)-20,21）や、壁からの力に対する抵抗の痕跡が天井面にないもの（写真 5.6.2.(2)-22,23）などがあった。



写真 5.6.2.(2)-20 校舎3階 教室の間仕切壁の被害
(WA-101：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-21 校舎3階 教室の間仕切壁の被害（左写真の壁上端拡大）
(WA-101：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-22 屋内運動場ギャラリー一部分の間仕切壁の傾き、天井の被害
(WA-102：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-23 屋内運動場ギャラリー一部分の被害（壁下地材が天井面ボードに支持されていた）
(WA-102：輪島市、教育施設)

c. その他の内壁・内装被害

上記以外の内壁・内装の被害として、AN-101（穴水町）校舎3階の被災室、廊下や階段室において、押出成形セメント板（ECP）による外壁の内側に接着剤で取り付けられたせっこうボードの脱落が見られた（写真 5.6.2.(2)-24,25）。



写真 5.6.2.(2)-24 校舎廊下外壁
内側の損傷
(AN-101：穴水町、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-25 校舎階段室外
壁内側の損傷
(AN-101：穴水町、教育施設)

(3) 外壁の被害

外壁の被害として、a. ALC パネルによる外壁、b. ECP による外壁、c. その他の外壁の被害について記述する。

a. ALC パネルによる外壁の被害

写真 5.6.2.(3)-1~4 は地上 3 階建ての輪島市の小学校校舎における被害である。鉄骨造建築物であり、L 字状に平面を構成している。ALC パネルなどの脱落や転倒を生じて、校舎内外に飛散していた。写真 5.6.2.(3)-1,2 は ALC 縦壁挿入筋構法による外壁の被害である。同構法は、比較的古い鉄骨造建築物で多く用いられており、現在の新築では使われない。写真 5.6.2.(3)-3, 4 は同建物の鉄骨屋外階段付近の外壁の被害である。大部分が落下を免れていたが、3 階壁上部が外れた状態で屋外階段に寄りかかっており、支持金物や ALC パネルの一部は落下して校舎外に飛散していた。落下した ALC パネルを確認したところ、ALC 縦壁ロックンク構法の金物を使って ALC パネルが取り付けられていた。また、ALC パネルが取り付けられたアングル材ごと支持元から分離していた。



写真 5.6.2.(3)-1 校舎 3 階の ALC パネルによる外壁の脱落
(WA-111：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(3)-2 左写真の外壁から落下した ALC パネル
(WA-111：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(3)-3 校舎の鉄骨屋外階段付近の ALC パネルによる外壁の被害
(WA-111：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(3)-4 鉄骨屋外階段付近の落下した ALC パネル
(WA-111：輪島市、教育施設)

写真 5.6.2.(3)-5, 6 は別の小学校の ALC 縦壁挿入筋構法による外壁の被害である。3 階の ALC パネルが脱落していた。写真 5.6.2.(3)-7 は輪島市の商業施設の外壁の被害である。エントランス上部にある ALC 縦壁挿入筋工法による外壁において、ALC パネルが複数枚脱落していた。同パネルの下部は軽量形鋼で支持されており、同形鋼に突きつけるように設けられている鋼製下地材による軒天井の天井板が、同形鋼に接する箇所で損傷・脱落していた。写真 5.6.2.(3)-8 は七尾市の旅館の ALC パネルを横づかいした外壁の被害である。出隅部分の 7 階の外壁の ALC パネルが脱落しており、鉄骨構造部分が露出していた。



写真 5.6.2.(3)-5 校舎 3 階の ALC パネルによる外壁の脱落
(WA-101：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(3)-6 左写真の外壁から落下した ALC パネル
(WA-101：輪島市教育施設)



写真 5.6.2.(3)-7 ALC パネルによる外壁の脱落 (WA-14：輪島市、商業施設)



写真 5.6.2.(3)-8 ALC パネルによる外壁の脱落 (NA-07：七尾市、宿泊施設)

b. ECP による外壁の被害

写真 5.6.2.(3)-9～11 は穴水町の教育・訓練施設の校舎の ECP による外壁の被害である。最上階の 3 階を中心に、各方向の壁面で窓サッシや多数の押出成形セメント板が脱落していた。脱落した部材や 3 階の被災室について確認したところ、押出成形セメント板は 2 箇所ないし 4 箇所アンクル材による下地にボルト接合されており、窓サッシは同じ下地に鉄筋棒とモルタルを用いて接合されていた。アンクル材による下地は、梁の下フランジや床から組まれていた。また、張間方向の外壁で押出成形セメント板が脱落していた箇所は、内部の間仕切壁に押し出される形で被害を生じているように見られた。写真 5.6.2.(3)-12～14 は輪島市の 2 階建ての遊技施設の ECP による外壁の被害である。構造躯体の損傷は見られなかったが、横張りの押出成形セメント板が袖壁や南側及び西側の外壁において多

数脱落していた。



写真 5.6.2.(3)-9 校舎の ECP による外壁の脱落
(AN-101 : 穴水町、教育施設)



写真 5.6.2.(3)-10 校舎張間方向の ECP による外壁の脱落 (AN-101 : 穴水町、教育施設。写真 5.6.2(2)-19 を再掲)



写真 5.6.2.(3)-11 校舎の張間方向の外壁の内観見上げ
(AN-101 : 穴水町、教育施設)



写真 5.6.2.(3)-12 ECP による外壁の被害
(WA-15 : 輪島市、遊技施設)

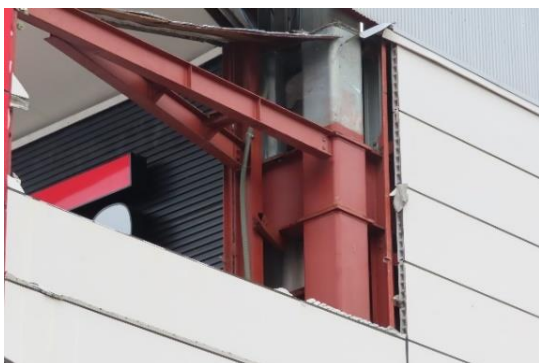


写真 5.6.2.(3)-13 ECP による外壁の被害
(WA-15 : 輪島市、遊技施設)



写真 5.6.2.(3)-14 脱落した ECP
(WA-15 : 輪島市、遊技施設)

c. その他の外壁の被害

写真 5.6.2.(3)-15～18 は比較的古い鉄骨造の外壁の被害である。写真 5.6.2.(3)-15, 16 はラスシートモルタルによると思われる外壁の被害である。写真 5.6.2.(3)-17, 18 は ALC パネルによる外壁 (3 階)、コンクリートブロック壁による外壁 (1,2 階) の被害である。写真 5.6.2.(3)-19 は平鋼ブレースが湾曲して変形したことが原因と思われる外壁の被害である。



写真 5.6.2.(3)-15 湿式構法による外壁の脱落 (AN-01: 穴水町、店舗兼事務所。写真 5.5-108 を再掲)



写真 5.6.2.(3)-16 左写真の施設から脱落した外壁 (AN-01: 穴水町、店舗兼事務所。写真 5.5-112 を再掲)



写真 5.6.2.(3)-17 ALCパネル、コンクリートブロック壁の脱落・転倒 (NA-04: 七尾市、事務所)



写真 5.6.2.(3)-18 コンクリートブロック壁の脱落・転倒 (NA-04: 七尾市、事務所)



写真 5.6.2.(3)-19 平鋼ブレースの変形とそれによる外壁の被害 (WA-03: 輪島市、店舗兼住宅。写真 5.5-45 を再掲)

(4) ガラス開口部の被害

a. 様々なガラス開口部の被害

板ガラスを枠にはめ込む形になるサッシ窓については、従来から見られるような被害が殆どであった。引き違いサッシでのガラスの割れ（写真 5.6.2(4)-1）、サッシ窓の可動部である障子がサッシ枠から脱落する被害（写真 5.6.2(4)-2）、その他、ガラスをはめ込むサッシ自体が支持部分から外れていて、はめ込まれているガラスにも被害を生じているものも見られた（写真 5.6.2(4)-3）。

サッシによらない板ガラスによる開口部の被害としては、DPG（Dot Point Glazing）構法による被害が複数見られており、後述する高層部でのガラス被害のみならず、低層部分での被害も確認された（写真 5.6.2(4)-4）。また、大判のガラススクリーンについても被害を確認した（写真 5.6.2(4)-5）。

その他、板ガラス以外に、ガラスブロックについての被害も確認された（DPG 構法のガラスの破損）。



写真 5.6.2(4)-1 屋内運動場 引き違い窓のガラスの破損
(AN-102：穴水町、教育施設)



写真 5.6.2(4)-2 屋内運動場のガラスの破損・脱落、障子の脱落
(AN-101：穴水町、教育・訓練施設)



写真 5.6.2(4)-3 サッシの外れやガラスの破損
(WA-15：輪島市、遊技施設)



写真 5.6.2(4)-4 DPG 構法のガラスの破損
(建築物 P：富山市、商業施設（屋外空間）)



写真 5.6.2(4)-5 ガラススクリーンの被害
(WA-08：輪島市、葬儀場)



写真 5.6.2(4)-6 ガラスブロックの被害
(建築物 H：金沢市、運動施設)

b. ガラス開口部の被害と構造体

写真 5.6.2(4)-7, 8 は、震度 7 を記録した自治体にある教育施設において確認されたガラス被害である。地上階の鉄筋コンクリート造の床について部分的な隆起や亀裂などの損傷が確認されており、ガラス開口部についても、サッシの歪みやガラスの破損が確認されており、構造体の損傷の影響を直接的に受けた被害と言える。

写真 5.6.2(4)-9, 10 は、震度 5 弱を観測した自治体にある公共施設における DPG 構法のガラス被害である。最上階より上に突出した吹き抜け部分があり、同部分において、DPG 構法により取り付けられていた複層のガラスが破損、脱落していた。同突出部は直角三角柱を横に倒したような形であり、向かい合っている長形状の面についてガラスの顕著な損傷が確認されたが、それらと直交する直角三角形状の面については被害は確認されておらず、また、同建築物の低層部に同じく DPG 構法で取り付けられた単板の面ガラスには被害が確認されていない。同じ建築物の中にあっても、ガラスに作用する外力の違いや用いるガラスの種類等によって被害に差が生じたことが想定される。



写真 5.6.2(4)-7 校舎玄関サッシの歪み
(WA-106：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2(4)-8 校舎 1 階教室のサッシの歪み
(WA-106：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2(4)-9 外観(丸は外壁被害のあった三角形部分) (建築物 N: 富山市、行政庁舎)



写真 5.6.2(4)-10 ガラスの被害状況 (外観) (建築物 N: 富山市、行政庁舎)

c. 他部材の衝突によるガラス開口部の被害

写真 5.6.2(4)-11 は、座屈したブレースが衝突して生じたとみられるガラスの被害である。隣接するガラスは、障子が外れているものもあるが、いずれも無被害であり、座屈した山形鋼ブレースが当該ガラス面に接触して損傷させたものと思われる。

写真 5.6.2(4)-12 は、屋内運動場の窓ガラスの被害である。隣接する校舎から脱落、飛散した外装材が損傷部分で確認されており、それらの部材が衝突して被害が生じたと思われる。



写真 5.6.2(4)-11 山形鋼ブレースの座屈 (SU-04: 珠洲市、事務所)

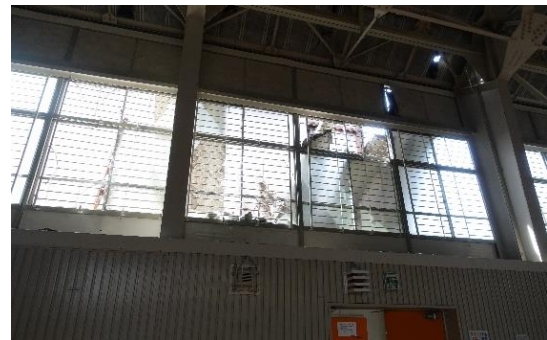


写真 5.6.2(4)-12 屋内運動場のガラス被害 (WA-111: 輪島市、教育施設)

今回の地震で見られたガラスの被害は、多くは、過去の地震で見られたような被害であった。DPG 構法によるガラスの被害は過去の地震においても確認されていたが、震度が比較的小さい地域で、周辺に構造体や非構造部材の被害の確認が少ない中で生じているものが複数あり、構造体から作用する外力による影響も想定される。今後の地震により破損、脱落が想定され、落下による人身への影響が甚大となるものが想定されるものについては、ガラスの脱落防止を含めた対策の検討や、脱落を生じない部材への交換等も選択肢に入れて地震対策を検討する必要がある。

(5) その他の被害

その他の調査で確認された被害について記述する。

a. エキスパンションジョイント (Exp. J) 近傍の被害

写真 5.6.2.(5)-1～3 は、Exp.J の被害である。写真 5.6.2.(5)-1 は、金沢市の庁舎の Exp.J 近傍 (3 階の
スラブ部分) の外装材の被害である。写真 5.6.2.(5)-2, 3 はいずれも Exp.J 近傍の内装材の被害である。

b. エレベーターの被害

写真 5.6.2.(5)-4, 5 は、富山市の公共施設 (地上 7 階、地下 2 階) のエレベーターの被害である。扉
のガラスのひび割れと、エレベーターかごのガラス天井のひび割れが生じていた。同建築物では、最
上階より上に突出した吹き抜け部分において、DPG 構法により取り付けられていたガラスが破損、脱
落していた。吹き抜け部分からの落下物の衝突が、エレベーターのガラスの被害の原因と考えられる。

c. 防火戸の被害

写真 5.6.2.(5)-6 は、輪島市の中学校における防火戸の被害である。同建築物において、構造体の被
害は見られなかった。防火戸の他に、3 階の中庭に向く窓ガラスの破損 (調査時点では全て修復済み)、
屋上の空調設備の破損、階段と廊下の接続部における破損等が見られた。



写真 5.6.2.(5)-1 Exp.J 近傍の外装材
の剥離および落下
(建築物 A : 金沢市、行政庁舎)

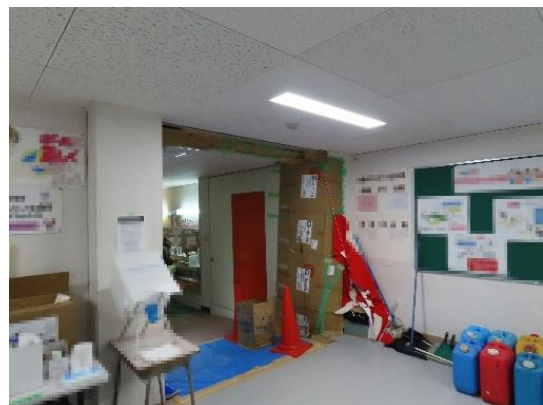


写真 5.6.2.(5)-2 Exp.J 近傍の内装材の被害
(WA-103 : 輪島市、教育施設)



写真 5.6.2. (5)-3 屋内運動場と校舎との間の Exp.J 近傍の内装材の被害
(WA-105 : 輪島市、教育施設)



写真 5.6.2. (5)-4 エレベーターの扉のガラスの被害
(建築物 N : 富山市、行政庁舎)



写真 5.6.2. (5)-5 エレベーターかごの天井ガラスの被害
(建築物 N : 富山市、行政庁舎)



写真 5.6.2. (5)-6 防火扉の外れ、転倒
※右の扉は通行のために移動してある
(WA-102 : 輪島市、教育施設)

5.6.3 まとめ

令和6年能登半島地震により被災した建築物の非構造部材の被害のうち、(1) 吊り天井、(2) 内壁・内装、(3) 外壁、(4) ガラス開口部、(5) その他 の被害の状況を調査した。以下にそれぞれの調査結果のまとめを示す。

(1) 吊り天井

- ・大規模空間の場合について、現地調査した中で特定天井の規模条件（高さ 6m 超かつ面積 200 m² 超）に該当する 45 件の天井のうち、被害が確認されたものは 9 件であった。このうち、吊り天井（特定天井）は 7 件、吊り天井でないものは 2 件であった。被害の内容として、天井板の損傷、垂れ下がりや落下、立ち上がり箇所の上上げ板の損傷・脱落、鋼製下地材の外れ等が確認された。吊り天井でない天井の被害として、改修により支持構造部に天井面構成部材を直接支持させる措置を講じ特定天井の適用外となった天井における被害、構造体との取り付け部における天井面材の損傷が確認された。
- ・天井の被害が確認されなかった 36 件のうち、吊り天井が配置されていなかったものが 29 件（過去の改修で撤去されていた 2 件を含む）、斜め部材の追加等により耐震対策した天井が 1 件、過去の改修により特定天井の適用外となった天井が 2 件、改修履歴が確認できなかったものが 4 件であった。
- ・その他の吊り天井の被害状況として、事務所や教育施設の武道場等におけるボード、パネルの部分的な脱落が確認された。また、主に鉄骨造建築物の校舎、事務所、屋内運動場ギャラリー部分において、教室間の壁と天井の取り合いが天井勝ちになっているものがあり、内壁の脱落に伴う当該取り付け部における天井の損傷が確認された。

(2) 内壁・内装

- ・高所の壁や高い壁高さの間仕切壁の被害として、主に大規模空間を有する教育施設や運動施設の屋内運動場の妻壁、特にプロセニウムアーチ周辺等の内壁・内装において、高所のボードの下地材からの剥離・脱落や浮き、鋼製下地材の変形に伴う面外へのはらみ出し等が確認された。
- ・天井との取り付け部を有する間仕切壁の被害として、教育施設の鉄骨造建築物の校舎や事務所における各室の間仕切壁、屋内運動場のギャラリー部分の内壁で、天井との取り付け部に関わる被害が多く確認された。壁勝ちの取り付け部における天井面高さでの壁下地材の局所変形や壁のボードの損傷・脱落、天井勝ち取り付け部における壁が全面的な転倒や移動、壁ボードの剥離等が確認された。
- ・その他の内壁・内装被害として、ECP による外壁の内側に取り付けられたせっこうボードの脱落が見られた。

(3) 外壁

- ・外壁に関して、構法別に被害状況を確認した。ALC パネルによる外壁の被害としては、これまでの地震と同じく、ALC 縦壁挿入筋構法による外壁の被害が多く確認された。そのほかに、ECP による外壁の被害、湿式構法による外壁の被害などが確認された。

(4) ガラス開口部

- ・開口部における様々な被害、構造体の被害とガラスの被害、他部材の衝突による被害について記述した。今回の地震で見られたガラスの被害の多くは、過去の地震で見られたような面ガラスの破損や窓サッシの脱落被害であった。孔を開けたガラスを点支持で支持構造部と連結する DPG 構法によるガラスの被害については、震度が比較的小さい地域で、周辺に構造体や非構造部材の被

害の確認が少ない中で生じているものが複数確認された。地震時の構造体の揺れにより面ガラスに生じた応答が設計時の想定を超えたことが要因と考えられ、構造体から作用する外力による影響を踏まえて、地震被害の発生について検討することが必要と考えられる。今後の地震により破損、脱落が想定され、落下による人身への影響が甚大となることが想定されるものについては、ガラスの脱落防止を含めた対策の検討や、脱落を生じない部材への交換等も選択肢に入れて地震対策を検討する必要がある。

(5) その他

- ・その他非構造部材の被害として、Exp.J 近傍、エレベーター、防火戸の被害が確認された。

参考文献

- 5.6-1) 建築研究所：2024(令和6年)能登半島地震による石川県・富山県都市部における建築物の非構造部材等の被害調査報告（速報）；
https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2023/R6_3_13_1_noto.pdf
- 5.6-2) 国土技術政策総合研究所，建築研究所：2024(令和6年)能登半島地震による石川県能登地方における鉄骨造建築物及び建築物の非構造部材の被害調査報告（速報）；
https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2024/R6_6_14_1_noto.pdf
- 5.6-3) 震度データベース検索（2024年4月5日閲覧）；
<https://www.data.jma.go.jp/eqdb/data/shindo/index.html#20240101161022>