

5.8 非構造部材・設備の被害

5.8.1 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熊本地震の被害調査では、非構造部材・設備の被害状況を確認するために、非構造部材に関する被害調査（第3次調査^{5.8-2}、第11次調査^{5.8-4}、第13次調査^{5.8-5}）、吹付けアスベスト等の地震被害に関する補足調査）、建築設備に関する被害調査（第3次調査^{5.8-2}、第5次調査^{5.8-3}）を行っている。第3次調査は報道等で非住宅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、第5次調査は給湯設備や防災設備の破損による漏水等の被害情報があった建築物を対象に、第11次調査は事前の聴き取り調査で被害情報のあったホール等を有する建築物を対象に、第13次は、熊本県と熊本市への事前ヒアリング情報に基づいて被害が大きいと考えられる学校等の体育館を対象に、内部調査をそれぞれ実施している。また、補足調査として吹付けアスベスト等について飛散防止措置のなされた建築物を対象に調査を実施している。調査建築物の所在地は熊本市、宇城市、大津町、益城町、御船町、山都町、菊陽町、高森町であり、調査行程上で建築物の外観から非構造部材・設備の被害調査を行っている。上記調査で内部調査を行った対象は、学校等体育館15件、音楽等用ホールを有する施設5件、運動施設4件、病院、商業施設、行政庁舎が各2件、学校校舎、展示用ホールを有する施設、美術館、空港旅客ターミナル、共同住宅が各1件である。本節は、上記各調査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・設備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。

5.8.2 非構造部材の被害

(1) 吊り天井の被害

吊り天井については、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、特定天井（現行の建築基準法施行令第39条第3項に規定する「特定天井」。①6m超の高さにあり②水平投影面積200㎡超で③質量2kg/㎡超である吊り天井が該当する。）と、特定天井以外の天井に分けて被害状況について記述する。

a) 特定天井の被害

特定天井の顕著な被害を確認したのは6室であり、その用途は、音楽用ホール3室、展示用ホール1室、展示室1室、剣道場1室である。以下、各室のある建築物毎に被害について記述する。

・建築物A（熊本市）

会議室棟とホール棟からなる建築物である。竣工は1967年で、構造体は鉄筋コンクリート造である。会議棟1階床とホール棟客席1階床に亀裂があり段差が生じていた。ホールで特定天井に該当する吊り天井が脱落していた（写真5.8.2-1～5.8.2-4）。前震で舞台上部の天井面が部分的に脱落し、本震でその他の部分が脱落したとのことである。天井面は、吊りボルト下に組んだアングルに鋼線で鉄網を取り付けてモルタルを塗ったもの（ラスモルタル天井）が多くを占めていた。1階客席に脱落した天井のモルタルの厚さを計測したところ約4cmであり、単位体積重量を20kN/㎡とすれば平米当たり800N（約80kgw）となって単位面積重量は相当に大きい。ラスモルタル天井以外の部分はいわゆる在来工法の天井であり、1階客席前方や2階客席部分等に脱落が生じていた。



写真 5.8.2-1 ホール



写真 5.8.2-2 1階客席へのラスモルタル天井の脱落

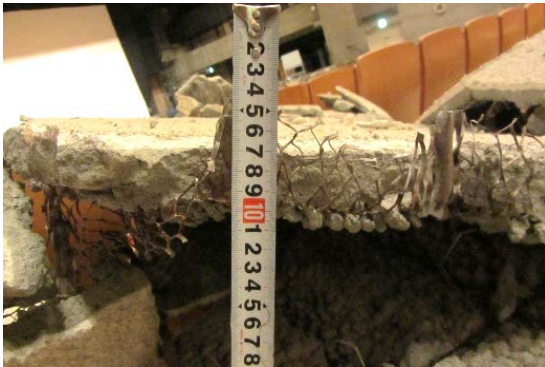


写真 5.8.2-3 ラスモルタル天井 (モルタル厚さ約 4cm)



写真 5.8.2-4 1階客席前方に落下した天井(せっこうボード(厚さ 12.5mm)+吹付)

・建築物B (熊本市)

諸室棟とホール棟からなる建築物である。竣工は1995年、構造体は鉄筋コンクリート造(屋根は鉄骨造)である。ホールの特定天井に該当する天井で脱落が生じていた(写真 5.8.2-5、5.8.2-6)。天井は在来工法による吊り天井である。ヒアリングによると、前震では粉がパラパラ降る程度であったが、本震で設備が設置されている箇所では1畳程の大きさで天井面が脱落するとともにその他の箇所でも落ちて、5月9日の朝に天井面が大きく脱落しているのが確認された、とのことである。



写真 5.8.2-5 ホール



写真 5.8.2-6 脱落した天井面

・建築物C (熊本市)

ホールと諸室が入っている建築物である。竣工は1997年、構造体は鉄筋コンクリート造(屋根は鉄骨造)である。ホールで、特定天井に該当する吊り天井が破損・脱落していた(写真 5.8.2-7、8)。天井は在来工法による吊り天井である。



写真 5.8.2-7 ホール



写真 5.8.2-8 脱落した天井

・建築物D（益城町）

展示ホール棟、諸室棟とそれらをつなぐ通路棟からなる建築物である。竣工は1998年、構造体は、展示ホール棟と諸室棟は鉄筋コンクリート造（屋根は鉄骨造）であり、通路棟は鉄骨造である。展示ホール棟と諸室棟で鉄骨屋根の支承部のベースプレート下のモルタルが損傷した。展示ホール棟は可動式間仕切りで4つの展示スペース（a～dホール）に区切ることができるようになっており、いずれも特定天井に該当する在来工法の天井が設置されている。天井面の部分的な破損・脱落が吊り物の支持部分や天井面端部で確認され、照明ボックスの脱落などによる落下物が多数確認されたが、bホールの被害程度が最も大きかった（写真5.8.2-9、5.8.2-10）。また、通路棟で、吊り天井の被害を確認した。



写真 5.8.2-9 天井（bホール）

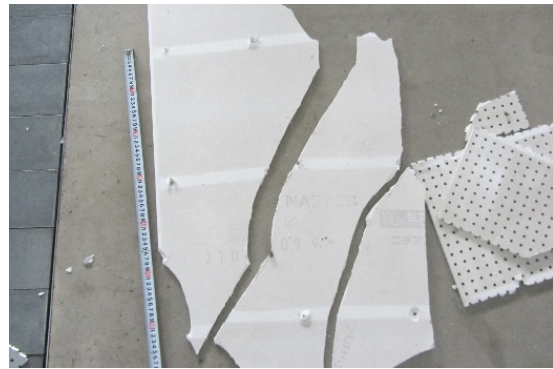


写真 5.8.2-10 脱落した天井板（野縁ピッチ約30cm、bホール）

・建築物E（熊本市）

隣接する鉄筋コンクリート造建築物2棟（1958年竣工の図書館（本館）と1967年に北側に増設された別館）に鉄骨造による増床など大幅な増改築・改修工事と用途変更を行い、1992年に1棟の美術館となった建築物である。後述する内装被害のあった展示室は、旧本館部分の最上階4階に設けられたホールを改修・用途変更したものである。展示室の諸元は設計図書や現地を確認した内容から以下の通りである。展示室の規模は張り間（東西）方向約14m、桁行（南北）方向約26m、天井の高さ約7mであり、昇降式のパネルにより展示空間を分割できる。天井の水平投影面積は総計で約300㎡であり、特定天井に該当する。パネルは、高さ7m、幅2～4mで、桁行方向には展示室を平面的にほぼ二等分する線に沿って4枚が、張り間方向には4箇所（2枚ずつ）計8枚が設けられており、既存のラチス梁（張り間方向）の上に増設された鉄骨造屋根の内部の天井裏に吊り上げて格納することができる。天井は、ぶどう棚やぶどう棚に固定された軽量形鋼から吊られた鋼製下地材による吊り天井であり、せっこうボード9mmの下張りにロックウール化粧吸音板12mmで仕上げている。天井面は、張り間方向

のパネルの格納部分に沿って設けられた4箇所の高窓を有する吹き抜け空間によって分割されており、その立ち上がり壁は鋼製下地材にせっこうボード9mmの2枚張りに塗装仕上げを施している。4階の展示室で、天井、内壁、高窓への吹き抜け部分の立ち上がり壁等、内装がほぼ全面的に損傷・脱落していたが、大きく損傷・脱落を生じたのは本震の際とのことである（写真5.8.2-11、5.8.2-12）。

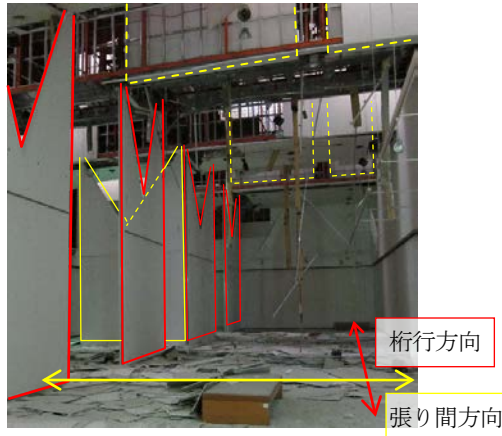


写真5.8.2-11 展示室の被害状況

※赤色：桁行方向の昇降式パネル
黄色：張り間方向の昇降式パネル

・建築物F（熊本市）

2層分吹き抜ける剣道場（写真5.8.2-13）と柔道場がそれぞれ1階と3階にある4階建ての建築物である。その他、1階には事務室、3階には第1、第2小道場があり、2階と4階は観覧席となっている。竣工は1971年、構造体は鉄筋コンクリート造（屋根は鉄骨造）である。1階の剣道場の、天井は在来工法による天井で特定天井に該当し、照明周りや壁際で損傷が見られた。屋外で軒天井の一部が損傷して欠けており、詳細が確認できていないが、吊り天井である場合は特定天井に該当する。



写真5.8.2-12 天井裏の状況（天井脱落箇所）



写真5.8.2-13 剣道場（1階）

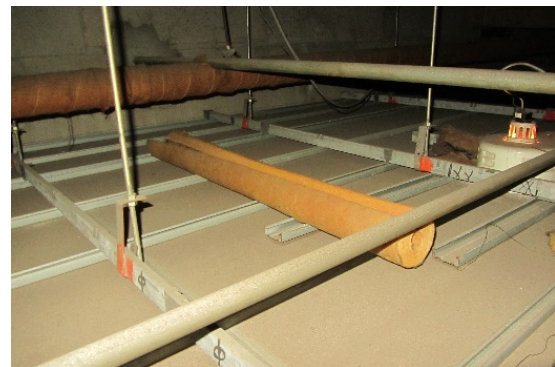


写真5.8.2-14 剣道場観覧席（2階）の天井裏

b) 特定天井以外の吊り天井の被害

確認した特定天井以外の吊り天井の顕著な被害について記述する。

・建築物G（熊本市）

昭和54年建設の学校体育館。耐震診断の結果Is値0.80で、耐震性ありと判定された体育館。架構は鉄骨造、張り間方向山形ラーメン、桁行き方向ブレース構造。屋根面水平ブレースのうち3本の片側端部が外れて垂れ下がった状態であった。当該ブレースの羽子板や接合部のガセットプレートは健全のように見え、ボルトが破断したと思われる。舞台の天井（ロックウール吸音板1枚張り。のこぎり

形状。)の一部が脱落していた(写真5.8.2-16)。



写真 5.8.2-15 内観

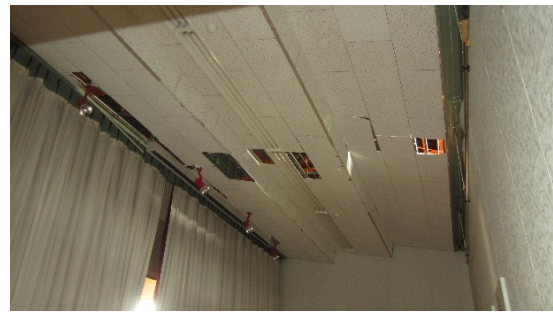


写真 5.8.2-16 舞台の天井の損傷・一部脱落

・建築物H(熊本市)

昭和60年建設の学校体育館。新耐震基準に基づき設計された。架構は鉄骨造で、張間方向山形ラーメン、桁行き方向ブレース構造で平鋼ブレース。2階の全てのブレース構面でブレース材の破断が観察された。また、1階では1箇所ブレース材の破断が観察された。それらは、ブレース孔欠損部の破断、ブレース端部の母材破断である。ブレースの接合部は、保有耐力接合で設計されていると考えられるが、ブレース材自体の降伏による明確な伸びは、目視では確認できなかった。屋根面ブレースには被害は見られなかった。山形屋根の棟部分が断面で台形状になっており、その部分について金属メッシュを用いた吊り天井が張られている(写真5.8.2-17)。この吊り天井について、バー材が壁と取り合う端部付近で変形したり、複数の吊り材が吊り元で外れたり床面まで落下したりしていた。吊り材の長さは現地での計測や脱落した吊り材の計測から、0.4m、1.9m、2.4mの3種類が確認されたが、吊り元の溶接が外れていたのは総て最も短い0.4mの吊り材であった(写真5.8.2-18)。



写真 5.8.2-17 内観



写真 5.8.2-18 吊り材(円内は溶接痕)

・建築物I(益城町)

1998年竣工の平屋建ての鉄骨造建築物(角形鋼管柱とH形鋼梁のラーメン構造)である。同建築物の諸元は設計図書や現地を確認した内容から以下の通りである。平面は、張り間方向約37m、桁行方向約57mであり、桁行方向に直線上に配置された諸室部分(張り間方向スパン約8m)を挟んだ両側に、大小2室のライフル射場(張り間方向約19m×桁行方向約53mと、同約10m×同約57m)が配置されている。張り間方向の断面は、諸室部分は陸屋根であり、ライフル射場は諸室部分側が高くなっている片流れの屋根を有しており、屋根勾配はそれぞれ約20度と約11度である。桁行方向の屋根の高さは一様である。ライフル射場の天井は鋼製下地材による吊り天井であり、下張りの厚さ約1mmの金属板の室内側に更に、L-30x30x3と断面が40mm正方の角材(木材)を介して厚さ12mmの合板を張り、板張りの仕上げとしている。吊りボルトは屋根面に直交するように母屋に金具で取り付けられており、

吊り長さは0.7～2.2mである。天井裏には断熱材が敷き詰められている。なお、高さが6mを超える天井の水平投影面積は200㎡以下であり、特定天井には該当しない。調査した範囲では、露出した柱梁接合部には構造的な被害は見られず、屋根面水平ブレースにも、たわみや破断等の構造的な被害は見られなかった。前震により、大きい方のライフル射場の天井が全面的に脱落した（写真 5.8.2-19）。クリップを含めた天井面構成部材が脱落しており（写真 5.8.2-20）、桁行方向の中程ではハンガーの開きや野縁受けの外れが比較的多く確認された。小さい方のライフル射場も、天井面の垂れ下がりが確認されるとのことで、使用禁止となっていた。



写真 5.8.2-19 天井脱落の状況



写真 5.8.2-20 脱落した天井材

・建築物F

建築物概要等については先述の通り。3階の柔道場は、照明周りや天井端部等で天井が多く損傷・脱落していた。在来工法による天井であり、高さが6mを超えないため特定天井に該当しない。



写真 5.8.2-21 柔道場（3階）

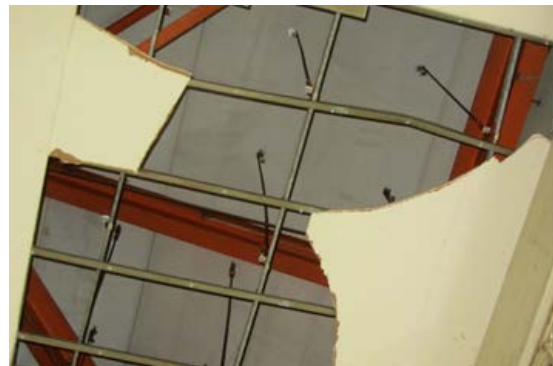


写真 5.8.2-22 柔道場の天井（吊り元はALCパネル）

・建築物J（熊本市）

8階建て（地下1階）の病棟2棟及び7階建ての管理棟1棟からなるSRC造病院建築物である。建設年は、南側病棟1979年、北側病棟1984年、管理棟2001年である。病棟は低層部分がエキスパンションジョイントで分割された南側病棟と北側病棟の2棟からなっており、内部が調査ができたのは南側病棟である。北側病棟は現行の耐震基準を満足しているが、南側病棟は満足していないと関係者から情報が得られている。当該建築物では、管理棟や南側病棟の外壁タイルの剥落、渡り廊下のガラス破損並びに南側病棟の中間階の廊下に面する雑壁のせん断破壊、柱の軽微な曲げひび割れ及び1階天井仕上げ材の脱落（写真 5.8.2-23）が確認された。



写真 5. 8. 2-23 天井仕上げ材の脱落（南側病棟）

・建築物K（御船町）

地上3階、地下1階のRC造の行政庁舎で、1974年（S49年）に竣工、2010年（H22年）に耐震補強を行っている。前震による大きな被害はなかったものの、本震により一部構造でコンクリートの剥落や鉄筋の露出、窓ガラスの破損・脱落が発生する被害を受けている。設計者による調査で構造上の安全性に関する問題は指摘されていないが、天井材が広範囲に落下し（写真 5. 8. 2-24）、窓ガラスの破損・脱落がある居室もあることから、一部機能を隣の庁舎に移して業務を継続している。



写真 5. 8. 2-24 天井材の被害

・建築物L（熊本市）

3階（一部4階）建てRC造学校校舎で1959年に建設、既に耐震補強が実施されている。校舎は2棟あり、その平面形状はほぼ同規模の長方形であり、東西方向を桁行方向として、南北に平行配置されている。その2棟の校舎に渡り廊下が設けられている。当該建築物では、1階の校舎入り口からエキスパンションジョイントで分割された階段室回りの1階スラブにひび割れと段差が見られる。またエキスパンションジョイントで分割されたエリアにまたがって設けられた天井材が落下している（写真 5. 8. 2-25）。



写真 5. 8. 2-25 天井材の落下

・外観調査で確認した吊り天井の被害

鉄骨造建築物の商業施設において、窓際、吹き抜け（写真 5. 8. 2-26）あるいは軒天（写真 5. 8. 2-27）等で吊り天井が脱落しているのが確認された。写真 5. 8. 2-27 の建築物の天井は鋼製下地材による吊り天井であり、前震で建築物内部及び軒天の天井が端部で損傷し、本震で天井が大きく損傷したとのことである。



写真 5. 8. 2-26 上部から内装材が脱落した吹き抜け（熊本市）



写真 5. 8. 2-27 軒天井の脱落、ガラスの破損（熊本市）

(2) ガラス開口部の被害

ガラス開口部の被害として、サッシ窓の被害と全面ガラスの被害に分けて以下に記述する。

a) サッシ窓の被害

写真 5. 8. 2-28 は宇城市の 4 階建て（地下 1 階）RC 造病院（2012 年建設）での被害事例である。一部の RC 壁にせん断ひび割れと脚部のかぶりコンクリートの剥落が見られる他は、窓ガラスの破損・落下や外壁タイルの剥落など非構造部材の損傷が中心である。調査時点において、破損した窓ガラス部分は木製パネルで応急的に養生がなされ、病院としては継続使用されていた。



写真 5.8.2-28 境界梁部分にある窓ガラスの破損・落下

写真 5.8.2-29 は (1) 吊り天井の被害で記述した建築物Dにおける被害である。d ホールで、前震で損傷した鉄骨屋根の支承部（妻壁上部）近傍にある開口部のガラスが本震で破損・脱落した。



写真 5.8.2-29 屋根支承部及びガラス（建築物D dホール）

写真 5.8.2-30 は (1) 吊り天井の被害で記述した建築物Fにおける被害である。鋼製サッシに硬化性パテでとめた窓ガラスが、1階の剣道場で計 16 枚、3階の柔道場で計 29 枚、3階の第1、第2小道場の2室で計 7 枚、破損したとのことである。また、建築物周囲の1階の外壁にある城壁を模擬したと思われる石積みが全体の3分の2程度で落石して崩れており、落ちてきた石で1階の入り口のガラス扉が損傷していた。



写真 5.8.2-30 剣道場ガラス破損

写真 5.8.2-31 は、比較的新しいと思われる鉄骨造建築物の窓サッシの損傷・外れである。



写真 5.8.2-31 窓サッシの損傷・外れ（熊本市）

第 13 次調査は学校体育館を対象に内部調査を行っており、サッシ窓について、写真 5.8.2-32～5.8.2-34 に示すような被害が確認されている。写真 5.8.2-32 は、RC 造架構でギャラリーから上部が鉄骨フレームの体育館（昭和 52 年建設/山都町）であるが、ほとんど全ての桁行き方向のブレース構面で鉛直ブレースの接合部のボルト（中ボルト）が破断して、一部の柱脚部でコンクリートの破壊が見られ、ガラス窓の損傷・脱落（5 箇所。ただし落ちかけたためはずしたものを含む。）が確認された。写真 5.8.2-33 は、鉄骨造架構の体育館（平成元年建設/宇城市）であるが、すべてのブレースで降伏及び伸びが観察され、大きくたわんでおり（それらのブレース接合部やブレース材で破断は見られなかった）、引違い窓でガラスの損傷や障子の 15 箇所での外れなどが確認された。写真 5.8.2-34 は鉄骨造架構の体育館（昭和 40 年建設、平成 21 年耐震改修/熊本市）であるが、妻面の鉛直ブレースでは丸鋼ブレースで 2 箇所、ブレースのボルト破断が、桁行き方向の鉛直ブレースでは 2 階ブレースにわずかなたわみが、屋根面ブレースでは 2 箇所ボルト破断が見られた（ボルト破断した妻面の鉛直ブレースと屋根面ブレースは、耐震改修前のものがそのまま設置されていたもの。）ものであり、妻面の窓ガラスが損傷していた。



写真 5. 8. 2-32 体育館の窓ガラスの被害

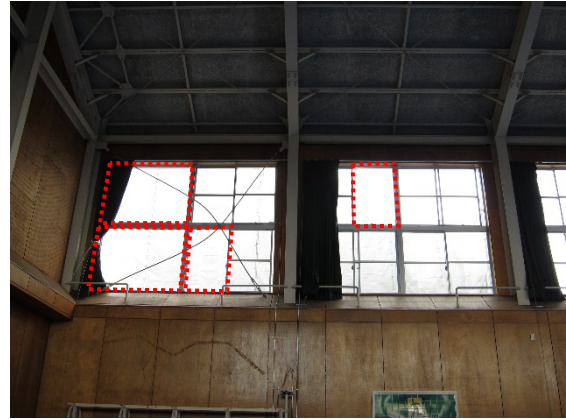


写真 5. 8. 2-33 ガラス窓の障子の脱落（赤点線
枠内が該当箇所）



写真 5. 8. 2-34 妻面の窓ガラスの損傷

b) 全面ガラスの被害

写真 5. 8. 2-35 は熊本市の店舗建築物での被害であるが、近傍で同様にガラスが配置された店舗でもガラスの破損を確認している。写真 5. 8. 2-36 は鉄骨造建築物の低層部に設けられた大判のガラスの被害である。写真 5. 8. 2-37、38 は駅舎のガラス被害である。写真 5. 8. 2-37 に示す立面の右側で、写真 5. 8. 2-38 に示すように正方形のガラスを四隅で点支持するような形式のガラスが損傷・脱落していた。写真 5. 8. 2-37 の赤枠で示した損傷・脱落箇所の左側にあるサッシに入ったガラスには顕著な被害は確認されなかった。



写真 5. 8. 2-35 店舗でのガラス破損



写真 5. 8. 2-36 大判ガラスの損傷



写真 5. 8. 2-37 駅舎のガラスの被害（全体）



写真 5. 8. 2-38 駅舎のガラスの被害（拡大）

(3) 内装の被害

内装の被害として、間仕切り壁等の被害とその他の内装の被害について以下に記述する。

a) 間仕切り壁等の被害

写真 5. 8. 2-39、5. 8. 2-40 は比較的高所の内壁の被害である。写真 5. 8. 2-39 は (1) 吊り天井の被害で記述した建築物 C における被害であり、客席工法上部の開口脇で内壁の仕上材が損傷・脱落している。写真 5. 8. 2-40 は (1) 吊り天井の被害で記述した建築物 E における被害であり、高窓への吹き抜け空間の立ち上がり壁（鋼製下地材にせっこうボード 9mm の 2 枚張りに塗装仕上げ）の内装材がほぼ全面的に損傷・脱落していたが、大きく損傷・脱落を生じたのは本震時とのことである。

写真 5. 8. 2-41 は、鉄骨造架構の体育館（昭和 44 年建設、平成 23 年耐震改修/熊本市内）であるが、鉛直ブレースの複数か所のガセットプレート及びブレース端部に塑性変形が見られた。屋根面水平ブレース（ターンバックル付き丸鋼ブレース）で 2 箇所 bolts 破断が観察され、ブレースのたわみも観察された（屋根面ブレースは、耐震改修前のブレースがそのまま設置されていたもの）。このほか、

柱脚部のコンクリートのひび割れや周辺地盤の沈下も観察され、舞台に向かって右側に位置する掃き出し窓上部の内壁（コンクリートブロックに有孔ベニアで仕上げたもの。）が損傷して傾いていた（コンクリートブロックの鉄筋の頂部は梁等への定着は確認されなかった。）。写真 5.8.2-42 は同じくブロック壁が天井裏の界壁に用いられたものであり、空港旅客ターミナル（1971 年の竣工から 2012 年までに 5 次にわたる増改築・改修工事。鉄筋コンクリート造と鉄骨造が混在。/益城町）で確認されたものである。写真 5.8.2-43 は写真 5.8.2-33 と同じ体育館で見られた被害であり、舞台の壁に損傷が見られたものである。



写真 5.8.2-39 客席後方上部の開口脇の内壁の損傷・脱落



写真 5.8.2-40 吹き抜け部の立ち上がり壁の仕上げ材の脱落



写真 5.8.2-41 損傷して傾いた内壁



写真 5.8.2-42 ブロック壁（天井裏界壁）の被害



写真 5.8.2-43 舞台壁の損傷、引き戸の外れ

b) その他の内装の被害

内部調査を行った建築物で、鉄筋コンクリート造に鉄骨屋根を載せた形式のものについて、写真 5.8.2-44～5.8.2-48 に示すように支承部のコンクリートの損傷が複数確認された。写真 5.8.2-44、45 は (1) 吊り天井の被害で記述した建築物Dにおける被害であり、写真 5.8.2-44 はホール棟、写真 5.8.2-45 は諸室棟における被害である。写真 5.8.2-46 は、鉄筋コンクリート造 4 階建て（屋根は鉄骨造）の建築物（平成 6 年竣工/熊本市）の最上階で支承部が損傷してコンクリートが割れたり脱落したりした被害である。写真 5.8.2-47 は、鉄筋コンクリート造（屋根が鉄骨造アーチトラス。）の体育館（平成 15 年建設/熊本市）であるが、屋根面の丸鋼ブレースに数カ所たわみが見られ、鉄筋コンクリート造架構と鉄骨造屋根の接合部（支承部）の被害であり、数カ所でコンクリートの側方破壊や大きなひび割れが見られた。写真 5.8.2-48 は、鉄筋コンクリート造架構（屋根が鉄骨造アーチ立体トラス。）の体育館（平成 9 年建設/熊本市）であるが、屋根のトラスで下弦材が 1 カ所落下して 5 箇所曲がっているのが観察されており、ステージ上の妻壁上部の RC 架構と下屋の屋根の支承部でコンクリートの破壊、落下が見られた（桁行き構面の支承部では被害は見られなかった。）。



写真 5.8.2-44 屋根支承部の被害 (d ホール)



写真 5.8.2-45 屋根支承部の被害 (諸室棟)



写真 5.8.2-46 S 造屋根支承部の損傷 (脱落)



写真 5.8.2-47 支承部のコンクリートの側方破壊



写真 5.8.2-48 ステージ上の下屋の支承部コンクリートの破損、落下

写真 5.8.2-49 は (1) 吊り天井の被害で記述した建築物 C における被害であり、最後方の客席とその後ろの通路を隔てるように設置された高さ 1 m 程度のコンクリート製の壁が転倒していた。



写真 5.8.2-49 最後方の客席とその後ろの通路を隔てる壁の転倒
(写真奥の壁では傾き発生)

(4) 外装の被害

外装の被害として、湿式工法による外壁の被害と乾式工法による外壁の被害について記述する。

a) 湿式工法による外壁の被害

写真 5.8.2-50～5.8.2-52 はラスモルタル外壁やラスシートモルタル外壁など、比較的古い鉄骨造に用いられた外壁の被害である。写真 5.8.2-50 は 2 階建て鉄骨造(熊本市)の被害である。写真 5.8.2-51 は (1) 吊り天井の被害で記述した建築物 D における被害であり、舞台裏手外壁のラスモルタルの脱落(幅約 3m、厚さ約 3.5cm)が確認された。写真 5.8.2-52 は鉄骨造架構の体育館(昭和 48 年建設、平成 22 年度耐震改修/熊本市)であるが、桁行ブレースにゆるみが生じていた以外は特に被害は見受けられず、1 階の外壁のラスシートモルタル(厚さ約 3cm)が一部落下した。写真 5.8.2-53 は、商業用途と居住用途が複合する比較的新しいと思われる鉄筋コンクリート造建築物で、下地コンクリートの損傷に伴う外壁タイルの損傷・脱落が確認された。



写真 5.8.2-50 湿式工法による壁の脱落



写真 5.8.2-51 舞台裏 ラスモルタル外壁の落下



写真 5.8.2-52 入り口脇の外壁モルタルの落下



写真 5.8.2-53 外壁タイルの脱落

b) 乾式工法による外壁の被害

写真 5.8.2-54～5.8.2-58 は、ALC パネルによる外壁の被害である。写真 5.8.2-54～5.8.2-56 は ALC 縦壁挿入筋構法による外壁の被害であるが、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 5.8.2-54 は 4 階建ての鉄骨造の事務所（熊本市）における被害である。写真 5.8.2-55 は 2 階建ての鉄骨造の工場（西原村）であり、周辺でこの他にも外装材の一部が落下している工場建築物がいくつか見られたが、これらの建築物では外観からは構造的な被害は確認されなかった。写真 5.8.2-56 は 6 階建ての鉄骨造の立体駐車場（熊本市）で建築物の外側からは構造的な被害は確認されていないものの塔屋で ALC パネルが損傷・脱落しているものであり、近傍で同様の被害を確認している。写真 5.8.2-57、5.8.2-58 は ALC パネルを横づかいした外壁の被害である。写真 5.8.2-57 は平屋建ての鉄骨造であり、立ち上がった壁が下地材も含めて損傷・傾斜している。写真 5.8.2-58 は 3 階建ての鉄骨造の商業施設の外壁での被害であり、天井レベルのパネルが脱落していた。写真 5.8.2-59 は、2 つのホールと諸室が入った鉄骨鉄筋コンクリート造建築物（昭和 57 年竣工/熊本市）において、外壁の PC パネルで面外方向にずれたものが相当数（全体の 1 割程度）あった。



写真 5. 8. 2-54 乾式工法による外壁の脱落



写真 5. 8. 2-55 工場の外壁の被害



写真 5. 8. 2-56 駐車場の塔屋の被害



写真 5. 8. 2-57 外壁の損傷・傾斜

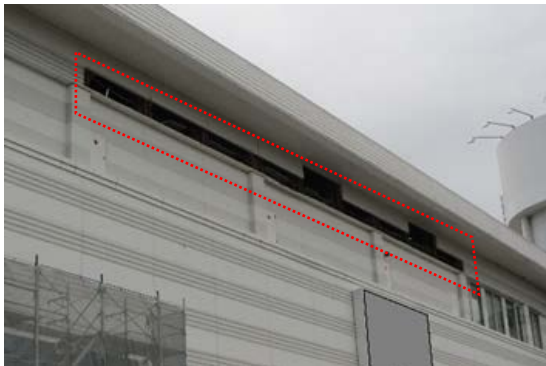


写真 5. 8. 2-58 商業施設における天井レベルでの ALC パネルの損傷

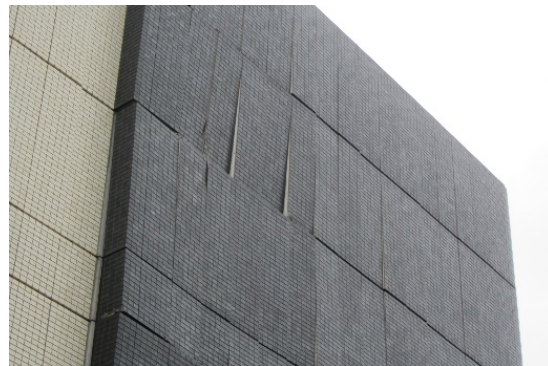


写真 5. 8. 2-59 PC パネルの面外へのずれ

(5) 防火戸等の被害

防火戸については、扉がヒンジから外れて脱落したものと（写真 5.8.2-60）、扉や戸枠の歪み、床の盛り上がりによる開閉障害が複数確認されている（写真 5.8.2-61）。また、エレベーター前に設置された折り畳み式防火戸が、揺れの影響で戸先が垂れ下がり、開閉ができないものもあった。この例では、エレベーターシャフトと室内空間を隔てていた防火戸の枠板も脱落したため、現在は仮留めをした上でエレベーターの使用が停止されていた（写真 5.8.2-62）。この他、エキスパンションジョイント近くに設置された防火戸が、枠の変形のために完全には閉鎖しない状態となっていた（写真 5.8.2-63）。揺れにより自動閉鎖したものの、付属するモーターの電源が起動せず、開放することができなくなった防火シャッターもあった（写真 5.8.2-64）。



写真 5.8.2-60 ヒンジから脱落した防火戸（益城町、RC+S 造）



写真 5.8.2-61 戸枠の歪みにより開放できなくなった防火戸（益城町、RC+S 造）



写真 5. 8. 2-62 脱落した折り畳み式防火戸（RC+S 造、大津町）



写真 5. 8. 2-63 完全には閉鎖しなくなった防火戸（SRC 造、熊本市東区）



写真 5. 8. 2-64 自動閉鎖したのち開放できなくなっていた防火シャッター（RC 造、御船町）

熊本市中央区の共同住宅では、共用廊下に面した方立て壁にせん断破壊が生じている場合、住戸の鋼製玄関扉にも開閉障害が発生している例が多く見られた（写真 5. 8. 2-65、5. 8. 2-66）。本施設は、11 階建ての鉄筋コンクリート造であり、1978 年（S53 年）に建設されている。住戸は共用の外廊下に沿って並んでおり、住戸数は 1 階に 5 戸、2 階以上は 10 戸の全 105 戸である。前震翌日の段階で、構造的な安全性は建物管理者により確認されていたが、本震が発生した後も再度安全性を確認した上で継続使用されている。施設管理者ならびに居住者によると、バールで外側から玄関扉をこじ開けたり、玄関扉を内側から蹴破ったり、ベランダから隣接住戸に避難したりした人もあったとのことであ

る。玄関扉に開閉障害が発生している場合には、火災時などにおける避難上の支障となる可能性があることから、本調査では、各住戸の玄関扉の被害について重点的に調査を行った。具体的には、共用部からの目視調査を行い、方立て壁のせん断破壊の程度^{5.8-6)}と鋼製玄関扉の開閉障害との関係を調べた。ただし、実際に玄関扉の開閉を行って障害の有無を確認することはできなかったため、開放されたままで閉鎖ができない状態になっているものを「閉鎖障害あり」、閉鎖はされているものの、ドアノブ周辺で扉と枠の間のクリアランスがなく、開閉に支障をきたしていると思われるものを「開閉障害の疑いあり」とした。また、参照したせん断破壊等級は、鉄筋コンクリート造の耐力壁の損傷程度として定義されたものであるが、ここで対象とした方立て壁は非耐力壁である。方立て壁の被害と玄関扉の開閉障害の有無の関係を整理した結果を図5.8.2-1、5.8.2-2に示す。これによると、方立て壁、玄関扉とも、中央階段より南側に被害が集中している。破壊等級がIVの住戸では、36戸中に27戸で玄関扉の開閉障害が発生しているなど、せん断破壊の程度が大きいほど、より多くの開閉障害が発生していることが確認できる。



写真 5.8.2-65 開閉障害が発生した玄関扉（RC造、熊本市中央区）



写真 5.8.2-66 方立て壁のせん断被害（等級IV）（RC造、熊本市中央区）

| 階 | | 住戸 | | | | | | | | | |
|---|----|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|----|-----|
| | | 北側階段 | | | | | 南側階段 | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 階 | 11 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | II | ○ | ○ |
| | 10 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | I | III | IV | II | I |
| | 9 | ○ | II | ○ | II | ○ | III | IV | IV | IV | II |
| | 8 | ○ | II | II | II | ○ | III | III | IV | IV | II |
| | 7 | ○ | III | III | III | I | ○ | × | × | × | ○ |
| | 6 | I | III | IV | II | I | III | IV | IV | IV | III |
| | 5 | II | III | III | IV | II | △ | △ | × | ○ | ○ |
| | 4 | II | IV | IV | IV | II | IV | III | IV | IV | III |
| | 3 | III | III | IV | IV | III | × | × | × | × | × |
| | 2 | II | II | III | III | II | IV | IV | IV | IV | IV |
| | 1 | I | I | II | II | II | × | × | × | × | × |

| 壁面のせん断破壊等級の定義 (文献 ^{5.8-6)} を参考にした) |
|---|
| I : 近寄らないと見えにくい程度のひび割れが発生 |
| II : 肉眼ではっきり見える斜め方向のひび割れが発生 |
| III : せん断ひび割れの幅が比較的大きく、複数発生するも、かぶりコンクリートの剥落はごくわずか |
| IV : せん断ひび割れの幅が拡大し、多数発生。かぶりコンクリート剥落や圧縮破壊が著しく、鉄筋が露出していることも |
| V : 鉄筋が曲がり、内部のコンクリートも崩れ落ちるなど、部材耐力がほとんど残っていない状態 |

| 玄関扉の開閉障害 |
|----------------|
| ○ : 開閉障害なし |
| △ : 開閉障害の疑いがある |
| × |

図 5.8.2-1 廊下側方立て壁のせん断破壊と玄関扉の開閉障害の状況

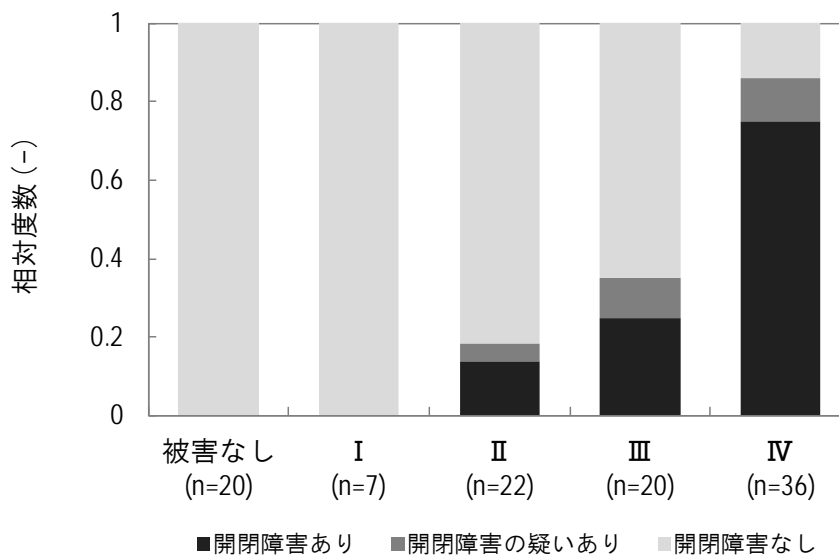


図 5.8.2-2 玄関扉の開閉障害の発生率

この他の防災設備では、線入りガラス製の防煙垂れ壁が落下し、割れたガラスが周囲に散乱した(写真 5.8-67)。また、防火区画を形成すると見られる階段室内の壁では、2枚重ね合わせたせっこうボードのうち室内側の1枚が脱落していた(写真 5.8.2-68)。電気温水器用貯湯槽の配管が揺れにより鉄骨梁に接触し、吹き付けられた耐火被覆が剥落していた(写真 5.8.2-69)。この他、空調ダクト内の防火ダンパーが自動閉鎖したため、手動で開放された例もあった。

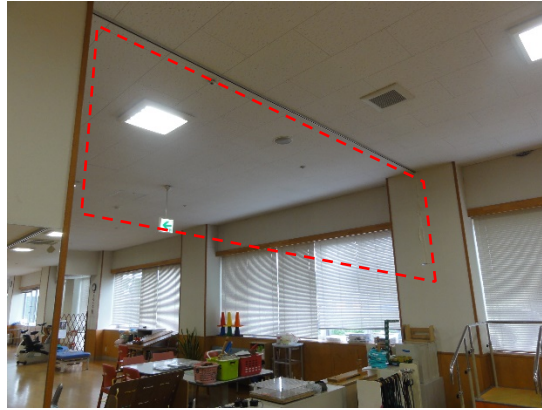


写真 5.8.2-67 防煙垂れ壁の脱落あと (赤線部) (RC+S 造、大津町)



写真 5.8.2-68 階段室内の壁の被害 (RC+S 造、大津町)



写真 5.8.2-69 耐火被覆が剥落した鉄骨梁 (RC+S 造、大津町)

(6) 吹付けアスベスト等の被害

(i) 調査概要

建築基準法では、平成 18 年の改正により、吹付けアスベスト等（吹付けアスベスト及び吹付けロックウール）について、一定規模以上の増改築の際に当該区域は原則除去、それ以外の区域でも封じ込めまたは囲い込みの措置を求めた^{注1}。封じ込めまたは囲い込みの措置を行った部分については、その状態が保持されるべく維持管理が必要である。地震による損壊等の状況を把握し、封じ込めまたは囲い込みの状態を確認するとともに、震災後の安全性の確保に向けての課題の把握を行うことが求められる。このため、吹付けアスベスト等及びそれらの封じ込めまたは囲い込み箇所の被害状況について調査を実施した。

^{注1}：平成 18 年告示第 1173 号に規定されている。封じ込め措置は“既存の吹付けアスベストはそのまま残し、吹付けアスベストへ薬剤の含浸若しくは造膜材の散布等を施すことにより、吹付けアスベストの表層部又は全層を完全に被覆又は固着・固定化して、粉じんが使用空間内へ飛散しないようにする^{5.8-7)}”ものである。囲い込み措置は“既存の吹付けアスベストはそのまま残し、吹付けアスベストが使用空間内に露出しないよう、板状材料等で完全に覆うことによって粉じんの飛散防止、損傷防止等を図る^{5.8-7)}”ものである。

(ii) 調査行程

平成 28 年 7 月 27 日（水）
午前 建築物イ
午後 建築物ロ

平成 28 年 7 月 28 日（木）
午前 建築物ハ
午後 建築物ニ
建築物ホ

(iii) 対象建築物の選定

応急危険度判定が実施された熊本県内の 18 市町村を対象に、熊本県及び熊本市より提供を受けたアスベスト台帳に基づき、吹付けアスベスト等へ封じ込め、囲い込みの対策が行われた建築物を抽出し、調査への協力の了承が得られた 2 建築物（建築物イ、建築物ロ）について対象建築物とした。

さらに、自治体のアスベスト対策に関する公表資料により“アスベスト対策済み”または“囲い込み状態”との記載が確認され、自治体による建築物の被災状況調査や報道から当該箇所の損傷が確認された 2 建築物（建築物ハ、建築物ニ）、建築物ニと同一敷地に立地し、自治体公表資料により“囲い込み状態”の記載がなされている 1 建築物（建築物ホ）を対象建築物とした。

(iv) 調査結果

調査を行った建築物のうち、2 件（建築物ニ、建築物ホ）については、断熱材等建築基準法の規制対象である吹付けアスベスト等に該当しない建材を用いたものであった。このため、吹付けアスベスト等に該当する調査対象 3 件（建築物イ、建築物ロ及び建築物ハ）について報告する。各建築物の諸元や被害状況のまとめは表 5.8.2-1 に示す。

表5.8.2-1 被害状況一覧

| No. | 名称 | 用途 (所有) | 建設年 | 構造 | 台帳・自治体公表 資料で確認された アスベスト対策 | アスベスト 対策年 | アスベスト含有建 材・部位 | 封じ込め ・囲い込みの措置 | 室名 | アスベスト含 有率分析結果 | 損傷等の状況 | 備考 |
|-----|------|--------------|-------|--|---------------------------------|----------------------|--|---------------------------|----------------------|--------------------------------|---|--|
| 1 | 建築物イ | 商業施設 (民間) | 1977年 | S造2階 建て | 囲い込み | 2015年 (台帳記 載) | アスベスト含有吹付 けロックウール・界 床裏 | 吊り天井 (囲い込 み) ※2 | 1階店舗 | - | 吊り天井の天井板の一部 落下、破損 吹付けロックウールは概 ね付着、天井板上に少量 落下 | 外壁材 (スレ ート板) 破損・脱 落 屋外の総繊維数 濃度測定結果か ら通常の一般大 気環境とほぼ変 わらないことが 確認された。 |
| | | | | | | | アスベスト含有吹付 けロックウール※1・ 屋根折板裏 | 吊り天井 (囲い込 み) ※2 | 1階バック ヤード | - | 吊り天井の天井板の一部 落下 | |
| | | | | | | | アスベスト含有吹付 けロックウール※1・ 屋根折板裏 | 吊り天井 (囲い込 み) ※2 | 2階店舗 | (参考) クリ ソタイル、 0.1wt%未満※3 | 吊り天井崩落、吹付け ロックウールほぼ崩落 (吹付けロックウールの 落下は地震の影響かどう か不明) | |
| 2 | 建築物ロ | 商業施設 (民間) | 1971年 | RC造3階 建て | 封じ込め | 2007年 (掲示によ る) | 吹付けアスベスト封 じ込め処理・天井及 び壁 | 封じ込め | 1階倉庫 (旧ボイ ラー室) | - | 異常はみられない (地震 以外の原因と推定される 損傷有り) | |
| | | | | | | | 吹付けアスベスト封 じ込め処理・階段上 げ裏 | 封じ込め | 階段室 | - | 異常はみられない (地震 以外の原因と推定される 損傷有り) | |
| 3 | 建築物ハ | 運動施設 (公共) | 1973年 | RC造2階 建て | アスベスト対策 | 2006年 (記録によ る) | 吹付けアスベスト封 じ込め処理・天井、 吹付けアスベスト・ 天井RCスラブ上部空 間 (点検口を介して 隣接) 屋根折板裏 | 封じ込め、RCスラ ブ (囲い込み) ※2 | 2階ギャラ リー | - | 封じ込め措置が一部はく 離し落下、天井RCスラ ブ上に吹付けアスベ スト塊が一部落下 | 屋外及びアリー ナ室内の空気質 測定結果からは アスベストの飛 散は確認されな かった。 |
| | | | | | | | | | 2階倉庫1 | - | 一部損傷 (地震による影 響外) | |
| | | | | | | | | | 2階倉庫2 | - | 一部損傷 (地震による影 響外) | |
| | | | | | | | 吹付けアスベスト・ 屋根折板裏、吊り天 井設置 (囲い込み) | 吊り天井 (囲い込 み) ※2 | アリーナ | - | 吊り天井落下 (最大20cm 程度下がっており、崩落 はしていない)、床面に 吹付けアスベスト塊が落 下、吊り天井裏に吹付け アスベスト塊が一部落下 | |
| | | | | 吹付けアスベスト※ 1・屋根折板裏、吊り 天井設置 (囲い込 み) | 吊り天井 (囲い込 み) ※2 | ステージ | クロシドライ ト、26wt% | 天井板落下、床面に吹付 けアスベスト塊が落下 | | | | |

※1: 本調査で試料採取及び分析を実施した建材

※2: 囲い込みに該当するか否かは資料等から判断できなかったため、類似の囲い込みの事例と同様である場合は囲い込みと表記した。

※3: 吹付けロックウールは2階の落下したアスベストを採取し、JIS A 1481-3に規定された分析方法に基づきアスベスト含有率の分析を行った。狭い範囲において採取を行った試料であったため参考値とする。偏光顕微鏡によりアスベスト繊維 (クリソタイル) が確認されていること、管理者による2015年時点での調査でクリソタイル3.6wt%の含有であったという報告が確認されたことから本報告ではアスベスト含有であるとして取り扱う。

・建築物イ（囲い込み）

建築物イは1977年に竣工した鉄骨造2階建ての商業施設で、最大震度7^{5.8-8)}の地点に位置する。現地での調査により1階と2階の界床裏面及び折板屋根裏面にアスベスト含有吹付けロックウールが確認された^{注2}。アスベストの種類のうちアモサイト（茶石綿）は飛散性が高い^{5.8-9)}が、建築物イで使用されていたアスベスト含有吹付けロックウール中のクリソタイル（白石綿）は相対的に飛散性が高くないアスベストである。それぞれアスベスト含有吹付けロックウール下部に吊り天井を設置する囲い込みの措置が行われていた。

1階天井は、一部の天井板（せっこうボード）において主として設備類の周辺で破損及び落下が見られた（写真5.8.2-70、5.8.2-71）。界床裏面のアスベスト含有吹付けロックウールは全般的には付着しているものの（写真5.8.2-72）、天井内部では落下した綿状物質が部分的に確認された（写真5.8.2-73）。これらの落下の地震との関係は不明である。床上では目視ではアスベスト含有吹付けロックウールの落下は確認できなかったものの、落下していない天井板の上面にアスベスト含有吹付けロックウールが存在している状況から、天井板落下に伴いアスベスト含有吹付けロックウールが床上にも落下した恐れがある。

2階天井は吊り天井が崩落し、床上に天井板（化粧せっこうボード）及び野縁、天井板に敷設されていたグラスウールが落下し（写真5.8.2-74）、さらにその上にアスベスト含有吹付けロックウールが落下していた（写真5.8.2-75）。これらの天井からの落下物の下には2階店舗に設置されていた什器及び商品がある。折板屋根裏には一部にアスベスト含有吹付けロックウールが残存していたが、大部分が落下していた（写真5.8.2-76）。経年により付着力が低下していたと推測されるが、落下の直接の原因が地震によるものか、経年によりはく離し天井内部に落下していたものが地震により天井板とともに落下したものであるかは確認できなかった。

また、2階の外壁材の一部が落下し、1階と2階の界床に施工されたアスベスト含有吹付けロックウールが外部からも視認できる状態となっていた。この部分についてはアスベストの外部空間への飛散が懸念される状況にあるものの、環境省により周辺大気中の総繊維数濃度が確認され、“通常的一般大気環境とほぼ変わらない”ことが報告されている^{5.8-10)}。

^{注2}：吹付けロックウールは2階の落下したアスベストを採取し、JIS A 1481-3に規定された分析方法に基づきアスベスト含有率の分析を行った。狭い範囲において採取を行った試料であったため参考値とする。偏光顕微鏡によりアスベスト繊維（クリソタイル）が確認されていること、管理者による2015年時点での調査でクリソタイル3.6wt%の含有であったという報告が確認されたことから本報告ではアスベスト含有であるとして取り扱う。1階と2階の界床裏面、折板屋根裏面の吹付けロックウールは同一の建材であると仮定し記述している。



写真 5.8.2-70 1階天井板落下箇所



写真 5.8.2-71 1階天井板破損箇所



写真 5.8.2-72 界床裏



写真 5.8.2-73 1階吊り天井内部



写真 5.8.2-74 2階天井崩落状況



写真 5.8.2-75 2階床上落下物



写真 5.8.2-76 折板屋根裏

・建築物口（封じ込め）

建築物口は 1971 年に竣工した鉄筋コンクリート造 2 階建ての商業施設で、最大震度 5 強^{5.8-8)}の地点に位置する。現地での調査により 1 階旧ボイラー室（現在は使用していない、煙突等が撤去されて

いるがボイラーは残地)の天井、壁(写真5.8.2-77)及び階段室内部(1階から塔屋)の階段裏面(写真5.8.2-79)にて吹付けアスベスト^{注3}に封じ込め措置を行った箇所が確認された。いずれも対策箇所近傍に封じ込め措置を実施した旨の掲示(写真5.8.2-78、5.8.2-80)がなされていた。掲示によると、2007年に封じ込め措置がなされている。

外観目視により状態の確認を行ったところ、ひび割れ、浮き、はく離等の異常は見られなかった。

^{注3}：本調査では建築物口の吹付けアスベストと推定される建材の資料採取及びアスベスト含有率分析は行っていない。封じ込め措置が実施されていることから、封じ込め措置の実施時にアスベスト含有が確認されたと判断し、本報告では吹付けアスベストと表記する。



写真 5.8.2-77 1階旧ボイラー室内壁

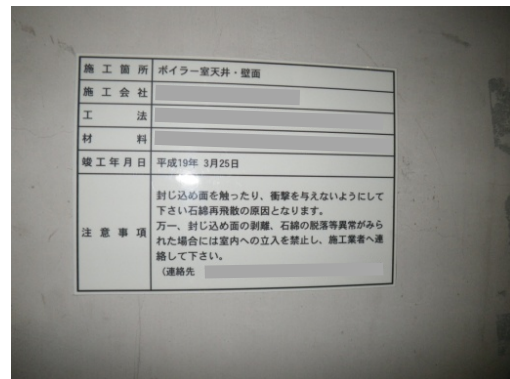


写真 5.8.2-78 1階旧ボイラー室前の掲示



写真 5.8.2-79 階段裏面

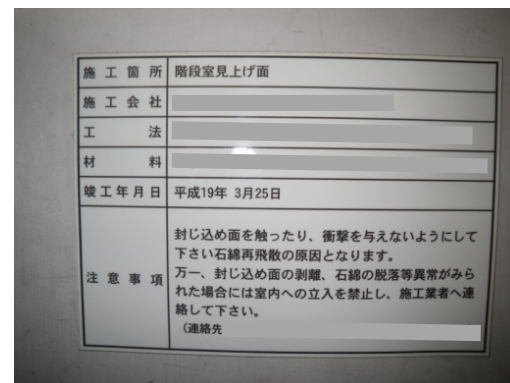


写真 5.8.2-80 階段室内の掲示

・建築物ハ(封じ込め、囲い込み)

建築物ハは1973年に竣工した鉄筋コンクリート造(アリーナ部分を除き2階建て)の運動施設で、最大震度6弱^{5.8-8)}の地点に位置する。現地での調査により2階のギャラリー及び倉庫として使用されている室の天井のRCスラブ裏面及び梁において、吹付けアスベスト^{注4}に封じ込め措置がなされていることが確認された(写真5.8.2-81、5.8.2-82)。管理者の保管する資料からは、封じ込め措置は2006年に施工されたものであることが確認された。また、屋根折板裏に吹付けアスベストが確認された^{注4}(写真5.8.2-84)。屋根折板裏の吹付けアスベストは下部にRCスラブまたは吊り天井があり、これらによって屋内空間からは視認できない状況であった。

ギャラリー天井においては一部で封じ込め状態の吹付けアスベストに欠損がみられるとともに、床上で封じ込め剤及び吹付けアスベストの塊が確認された(写真5.8.2-83)。吹付けアスベスト塊は地震により落下したものであるかは不明だが、地震発生前には利用者の往来していた床上に存置されていたことから、落下後あまり時間が経っていないことが推測され、地震による落下である場合も考え

られる。付近の天井では漏水痕が確認され、吹付けアスベストの下地への付着力が低下していたことが伺われる。2階の倉庫として使用されている2室においては封じ込め措置のなされた天井においてひび割れ、はく離等の異常は確認できなかった。

アリーナについては、屋根折板裏の吹付けアスベストは大規模なはく離は見られなかったものの、吊り天井及びRCスラブ上で落下した吹付けアスベスト塊が確認された(写真5.8.2-85)。この落下の原因が経年劣化、地震のいずれであるかは確認できなかった。アリーナ上部の吊り天井は天井面が最大20cm程度下がっており、天井面の四辺で天井板の割れ、はがれが発生し、壁面との間に隙間が生じていた(写真5.8.2-86)。このため、アリーナ床面で天井裏からの落下とみられる吹付けアスベスト塊が確認された(写真5.8.2-87)。また、アリーナ上部壁面の壁材が落下し、2階ギャラリー天井(RCスラブ)裏の空間が一部開放状態となっていた(写真5.8.2-88)。アリーナ併設のステージ上部の天井は格子状の吊り天井であり、竣工当時は格子部分に市松状に板状材料が張られた状態だったが、2006年の改修工事で空いている箇所を新たに板状材料でふさぐ措置がなされたとのことである。改修工事の際に設置された板状材料は吊り天井の部材と緊結されておらず、4月16日の本震により落下した(写真5.8.2-89)。ステージ床面では板状材料及び多数の吹付けアスベスト塊の落下が確認された(写真5.8.2-90、5.8.2-91)。

管理者によると、2年前に外壁改修が実施され、外壁面の改修、開口部のシールの打ち替えがなされたとのこと、外壁の脱落等は無く、開口部ガラス1枚に割れが見られた(落下無し)のみであり(写真5.8.2-92)、地震に起因する内外空間の遮断が損なわれるような破損は確認できなかった。また、地震後、管理者により屋内外の空気質の測定が実施され、空気中のアスベストは定量下限未満であることが確認されたとのことであった。

注4:吹付けアスベストは折板屋根裏面から落下したと推定されるステージ床上の落綿を試料採取し、JIS A 1481-3に規定された分析方法に基づきアスベスト含有率の分析を行った結果、クロシドライトを26wt%含有することが確認された。折板屋根裏及び2階天井(RCスラブ)裏の吹付けアスベストが同一の建材であると仮定し記述している。



写真 5. 8. 2-81 2階ギャラリー天井(RC スラブ裏)



写真 5. 8. 2-82 2階ギャラリー天井 (RC スラブ裏)



写真 5. 8. 2-83 2階ギャラリー床面落下物

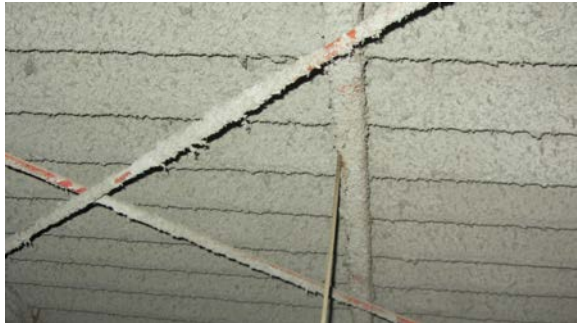


写真 5. 8. 2-84 屋根折板裏



写真 5. 8. 2-85 アリーナ上部吊り天井裏落下物



写真 5. 8. 2-86 アリーナ上部吊り天井裏



写真 5. 8. 2-87 アリーナ床上落下物



写真 5. 8. 2-88 アリーナ壁面破損状況



写真 5. 8. 2-89 ステージ天井板



写真 5. 8. 2-90 ステージ床上落下物



写真 5. 8. 2-91 ステージ床上落下物



写真 5. 8. 2-92 開口部ガラス破損箇所

5.8.3 建築設備の被害

(1) 電気設備の被害

受変電設備に関して、空港旅客ターミナル（1971年竣工：益城町）では、電気室内に複数設置されていた変圧器のうち1基が転倒する被害が発生した。転倒した変圧器では、あと施工アンカーが使用されていた。なお、施設管理者によると、本震の際には、短時間の停電が発生したものの、非常用電源は問題なく作動したとのことであった。行政庁舎（1974年竣工：御船町）では、本震後に漏電のためブレーカーが作動し、4月27日の応急復旧工事までの間、館内の一部で電気が使用できなくなる被害が発生した。また、共同住宅（1996年竣工：熊本市東区）では、7階建ての屋上に設置されている受変電設備において、外装パネルの一部損傷が確認された（写真5.8.3-1）。

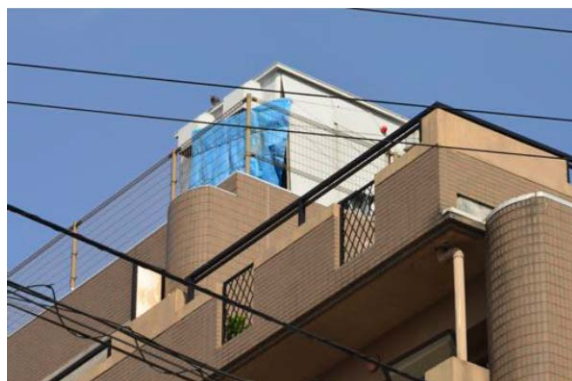


写真 5.8.3-1 屋上設置の受変電設備の被害

照明設備に関して、展示場（1998年竣工：益城町）では、ホール天井に設置されている照明器具が脱落し、脱落防止ワイヤーにより宙吊り状態となっており、一部の照明器具カバーが落下する被害が生じた。また、会館（1994年竣工：熊本市中央区）では、ホール天井に設置された照明器具が落下する被害が発生した（写真5.8.3-2、5.8.3-3）。



(a) 展示場ホールの天井



(b) 落下した照明カバー

写真 5.8.3-2 展示場での照明設備被害



写真 5.8.3-3 会館での照明設備落下

(2) 給排水・衛生設備の被害

受水槽、高置水槽に関して、FRP 製の水槽の天板が破損する被害が複数確認（写真 5.8.3-4）されたほか、水槽内部のオーバーフロー管の破損（写真 5.8.3-5）や、水槽パネルのフランジ接合部での破損被害（写真 5.8.3-6）が確認された。



(a) 空港旅客ターミナルにおける被害



(b) 病院 A（1979 年竣工：熊本市東区）での被害

写真 5.8.3-4 FRP 製水槽の天板損傷被害



写真 5.8.3-5 病院 A における水槽内部のオーバーフロー管損傷傷

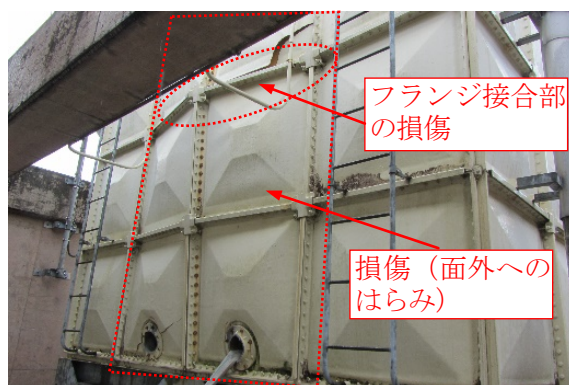


写真 5.8.3-6 劇場（1982 年竣工：熊本市中央区）水槽パネルのフランジ接合部の損傷

また、地下に埋設された給水管が破損し漏水被害が各所で確認された。(写真 5.8.3-7)



(a) 商業施設（熊本市東区）付近での被害



(b) 学校（1979年竣工：熊本市中央区）での破損箇所付近の様子

写真 5.8.3-7 地下埋設の給水管被害

給湯設備に関して、病院 B（1981年竣工：大津町）において、屋上設置の貯湯槽据え付け部のアンカーが損傷（写真 5.8.3-8）したほか、7階機械室内に設置された貯湯槽の基礎が崩れ、給湯配管が外れたことによる漏水が発生した（写真 5.8.3-9、5.8.3-10）。この漏水被害により、下層階に大量のお湯が流れ出し 4月 27日時点において居室が使用不能となる被害が生じた。



写真 5.8.3-8 屋上貯湯槽アンカー接合部の損傷



写真 5.8.3-9 機械室内貯湯槽の基礎部の損傷



写真 5.8.3-10 機械室内貯湯槽の配管の損傷

(3) 空調・換気設備の被害

屋上設置のFRP製冷却塔に関して、本体と冷却水配管との接合部の破断する被害がみられた（写真 5.8.3-11(a)、12(a)）。冷却水配管の置き基礎の移動（写真 5.8.3-11(b)）や、冷却塔基礎部の傾斜（5.8.3-12(b)）により、冷却塔本体と配管の変位に差が生じ、破断部に力が加わったことが原因と考えられる。



(a) 破断箇所の様子



(b) 配管置き基礎の移動

写真 5.8.3-11 病院 A における冷却塔の冷水配管の破断



(a) 破断箇所の様子



(b) 基礎部分から傾斜した冷却塔

写真 5.8.3-12 行政庁舎（1974年竣工：御船町）における冷却塔の冷水配管の破断



(a) 空港旅客ターミナルにおける
アネモスタットの脱落



(b) 美術館（1992年改修/用途変更：熊本市中央区）
における天井落下に伴う吹出し部の落下

写真 5.8.3-13 空調吹出し部の脱落

屋内側の空調吹き出し部に関して、天井設置のアネモスタットの脱落被害や、天井脱落に伴う吹き出し部の落下被害（写真 5.8.3-13）が確認された。

（4）昇降機設備の被害

昇降機設備に関して、空港旅客ターミナルでは、床との接続部が破損したために使用を停止しているエスカレーターが複数確認された。また、エレベーターシャフトと建物とをつなぐ部分で段差が生じたために、使用を停止しているエレベーターがあった（いずれも 4/26 時点での状況）。



写真 5.8.3-14 エスカレーター接続部での被害

また、病院施設 A は、5 基のエレベーターで被害が発生し、使用できない状態となった。建物管理者によると、被害の内訳は、つり合いおもりの脱落が 2 基、綱車のワイヤーの外れが 1 基、機械室内の巻き上げ機の破損が 2 基とのことであった。

（5）防災設備の被害

空港旅客ターミナルでは、待合スペースの天井板が落下しており、これによりスプリンクラー設備が誤作動を起こして、水損被害が発生している。施設管理者によると、このスプリンクラー配管には変位吸収型の継手を使用されていなかったとされる。

天井板の振動に追従できず抜け出たり、ゆがんだりしたスプリンクラーヘッドや煙感知器は各所で確認された（写真 5.8.3-15、写真 5.8.3-16）。



(a) 病院Aでの被害例



(b) 病院Bでの被害例

写真 5.8.3-15 スプリンクラーヘッドの抜け



写真 5.8.3-16 病院Bにおける煙感知器の歪み

屋上に設置された避雷針の支持部が破損し、転倒している例が見られた (写真 5.8.3-17)。



写真 5.8.3-17 病院Aにおける支持部の破損により転倒した避雷針

なお、ここに挙げた防災設備は、被害の発生状況が目視により確認しやすいものに限定されている。このため、例えば、自動火災報知設備、屋内消火栓設備、機械排煙設備などの防災設備は、被害発生の確認ができていないものもあるものと考えられる。

5.8.4 まとめ

非構造部材・設備の被害について、以下、それぞれまとめる。

(1) 非構造部材の被害について

非構造部材の被害について、部位毎に被害状況についてまとめる。

吊り天井に関しては、特定天井に該当する被害を6棟6室で確認したが、いずれも特定天井に関する技術基準制定以前のものであり、野縁等を用いたいわゆる在来工法によるものが多く、また、単位面積重量の大きなラスモルタル天井の被害も見られた。特定天井以外で被害のあった天井は、いわゆる在来工法による天井やシステム天井も見られ、一般的な室や廊下以外だけでなく、特定天井の要件に対して、天井高さはあるが面積が基準値に満たないもの、面積はあるが全体的に天井高さが基準値に満たないもの、面積はあるが天井高さが部分的に基準値に満たないもの、などが見られた。

ガラス開口部に関しては、サッシ窓では以前から被害が確認されている硬化性パテどめのガラス窓だけでなく、弾性シーリングのガラス窓についても、はめころし窓のガラス破損、引違い窓のガラス破損や障子脱落、窓サッシの損傷・外れ、など、様々な形態の被害が確認された。また、全面ガラスの開口部では、以前から地震被害が確認されている店舗前面に用いられる大判ガラスの損傷や、過去の地震や今回の地震で被害報告があまり見られない板ガラスを点支持する構法のガラスの損傷・脱落が確認された。

内装に関しては、比較的高所の仕上材の損傷・脱落、ブロックを用いた壁の損傷・傾斜、鉄骨屋根支承部のコンクリートの損傷・脱落、自立したコンクリート壁の傾斜・転倒などが確認された。

外装に関しては、比較的古い鉄骨造に用いられた湿式工法や乾式構法の外壁の被害や、鉄筋コンクリート造建築物の地下コンクリートの損傷に伴う外壁タイルの損傷・脱落、横づかいしたALCパネル外壁での壁の傾斜や天井面レベルでのパネルの脱落、PCパネルの損傷、などが確認された。

吹付けアスベスト等に関しては、封じ込め、囲い込み措置のなされた建築物を対象に調査を行った。封じ込め措置のなされた2棟のうち1棟においてははく離、落下がみられたが地震との関係は不明である。はく離、落下がみられた棟における空気質測定の結果からは、アスベスト繊維の飛散は確認できなかった。囲い込み措置のなされた2棟は、いずれも屋根折板裏に吹付けアスベスト等が施工され、その下部に吊り天井（一部RCスラブ）が設置された事例であり、吊り天井の破損または落下により、囲い込まれた吹付けアスベスト等が露出した状態となっていた。なお、破損、落下がみられた棟の外部空間における空気質測定の結果として、通常の一般大気環境と変わらないとの報告がなされたことを確認した。

防火戸等に関しては、防火戸の脱落や開閉障害、防火シャッターの動作障害、共同住宅の鋼製玄関扉の隣接する非構造壁の損傷に伴う開閉障害、防煙垂れ壁の脱落、防火区画を形成すると見られる階段室の壁の内装材の脱落、隣接する配管の接触による耐火被覆の脱落、空調ダクト内の防火ダンパーの自動閉鎖、などが確認された。

(2) 建築設備の被害について

建築設備の被害に関して、熊本市とその近隣にある11の建築物について調査を行った。以下に、設備ごとの被害状況をまとめる。

電気設備に関しては、受変電設備における変圧器の転倒被害（旧耐震の建築物）や外装パネルの損傷被害（新耐震の建築物）が確認された。また照明設備の脱落被害が各所で確認された（旧耐震・新耐震の建築物）。

給排水・衛生設備については、FRP 製の水槽の天板パネルの損傷（旧耐震の建築物）や、側壁パネルのフランジ接合部での損傷（新耐震の建築物）、地中埋設された給水管の破損が確認された。給湯設備においては、機器据え付け部の損傷により給湯配管が外れ、下層階にまでおよんだ漏水被害が確認された（旧耐震の建築物）。

空調・換気設備については、屋上設置の冷却塔において、冷却塔本体と配管との接合部で破断し、漏水する被害が確認された（旧耐震の建築物）。また、天井設置の空調吹き出し口の脱落が複数確認された（旧耐震・新耐震の建築物）。

昇降機設備に関しては、エスカレーターと床との接合部における損傷や、エレベーターでのつり合いおもりの脱落等の被害が確認された（旧耐震の建築物）。

防災設備に関しては、スプリンクラーヘッドや煙感知器が天井の変異に追従できず、抜け出たり、ゆがんだりする被害が各所で確認された（旧耐震・新耐震の建築物）。

参考文献

- 5.8-1) 平成 28 年(2016 年)熊本地震による建築物等被害第 2 次調査報告（速報）（木造住宅及び鉄筋コンクリート造等建築物を中心とした調査）、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、平成 28 年 5 月
- 5.8-2) 平成 28 年（2016 年）熊本地震による建築物等被害第 3 次調査報告（速報）（鉄骨造建築物並びに非構造部材及び設備を中心とした調査）、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、平成 28 年 5 月
- 5.8-3) 平成 28 年（2016 年）熊本地震による建築物等被害第 5 次調査報告（速報）（火災被害ならびに建築設備被害に関する調査）、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、平成 28 年 5 月
- 5.8-4) 平成 28 年（2016 年）熊本地震による建築物等被害第 11 次調査報告（ホール等の特定天井を中心とした非構造部材の被害調査速報）、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、平成 28 年 5 月
- 5.8-5) 平成 28 年（2016 年）熊本地震による建築物等被害第 13 次調査報告（学校体育館の被害調査速報）、平成 28 年 8 月
- 5.8-6) 日本建築防災協会：震災建築物等の被災度判定基準および復旧技術指針（鉄筋コンクリート造編）、1991
- 5.8-7) 改訂 既存建築物の吹付けアスベスト粉じん飛散防止処理技術指針・同解説 2006、2006 年 9 月、(財)日本建築センター
- 5.8-8) 気象庁：震度データベース検索（URL：<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/>）による 2016 年 4 月 20 日の最大震度
- 5.8-9) 平成 21 年度建築基準整備促進補助金事業「保温材、断熱材、スレート等のアスベスト含有建材の劣化等に伴う飛散性に関する調査」報告書、平成 22 年 3 月、清水建設(株)、榑大林組、鹿島建設(株)、大成建設(株)、榑竹中工務店、(財)日本建築センター
- 5.8-10) 平成 28 年熊本地震の被災地におけるアスベスト大気濃度調査の結果について、平成 28 年 7 月 29 日、環境省、URL：<http://www.env.go.jp/press/102806.html>