

- ・斜め部材が全くなく，折れ曲がり天井であったため脱落したと考えられる。



写真 11 段差・折れ曲がり天井の脱落

2-2-3 システム天井の脱落

(建物概要)

福島県／中学校／校舎／RC 造 3 階建て／1976，1978 年／普通教室等

(被害概要・原因)

- ・ 3 階建て校舎の全ての階及び階段室のペントハウス部分で天井が脱落している。
- ・ 被害は，天井板のみの脱落，破損した T バーを含めた脱落，脱落に至らないまでも T バーに変形が生じている，などである。
- ・ 天井板の脱落は，1 階では 1～2 枚ずつ点々と，2 階では 5 枚程度まとまった一列で，3 階では 10 枚程度まとまって見られ，上階に行くほど被害の程度がひどくなっている。
- ・ 脱落箇所は壁際や梁際が多く，中央部での脱落も一部で見られる。
- ・ T バーに変形が見られ，天井板の脱落が多く生じていることから，天井と周囲の壁などとの衝突が天井板の脱落に影響を与えていることが考えられる。



写真 12 システム天井の脱落（普通教室）



写真 13 Tバーの破損・変形（廊下）

2-2-4 天井裏の設備等の脱落

(建物概要)

宮城県／小学校／校舎／RC 造 3 階建て／1985 年／理科室等

(被害概要・原因)

- ・ 3 階建て RC 造校舎における天井面の輻射暖房の設備で，アルミルーバー，反射板，

放射管の一部が脱落している。脱落した部屋は、職員室、普通教室、特別教室等である。

- 暖房設備が脱落したのは特別教室等のスパンの大きい教室で、比較的スパンの小さい普通教室では脱落していない。また、上階ほど被害が多かった。
- 部屋の内部に口の字型に輻射暖房が回っているが、その設備が脱落しており、天井板はほぼ無被害であった。口の字の内側より外側の天井の方が揺れにくいいため、間に挟まれている設備が脱落したと考えられる。
- 当該設備は古いタイプの設備で、天井に全ての荷重を負担させていることに注意が必要である。



写真 14 天井裏の暖房設備の脱落

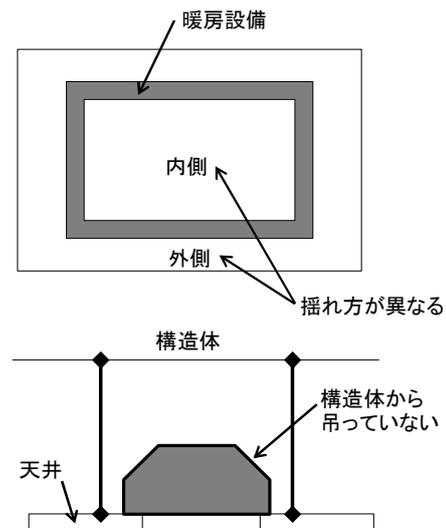


図 20 天井裏の暖房設備の状況

2-2-5 横連窓の障子ごとの脱落

(建物概要)

宮城県／小学校／校舎／RC造4階建て／1990年／音楽室

(被害概要・原因)

- 音楽室は4階の搭屋に位置し、搭屋は円形の平面形状となっており、階高が比較的高い。この音楽室の横連窓において、障子の脱落及び窓ガラスの損傷が確認された。横連窓の部分はRC造架構の外側に張り出したサッシであり、一部で下階が吹き抜けとなっている。
- 被害があった音楽室の窓は、片引き形式で、障子が1枚脱落した。窓の上下には垂れ壁と腰壁が取り付け、層間変形が集中しやすい横連窓であった。窓面がRC造架構の外側に張り出しており、架構面内における変形の制限を受けることなく大きく揺れたことが考えられる。また、一部で下階が吹き抜けのため、一般的な窓と比較して上下方向の変形も受けやすい状態にあったと考えられる。
- 地震による揺れによって当該窓に過大な変形が集中して、窓ガラスの破損等が生じたと考えられる。



写真15 横連窓の障子ごとの脱落 (4階音楽室)



写真16 校舎外観

2-2-6 渡り廊下における外壁等の脱落

(建物概要)

宮城県／中学校／校舎／RC造3階建て (校舎), S造 (渡り廊下) /1991年

(被害概要・原因)

- ・東西方向に長い校舎2棟の間をつなぐ渡り廊下と校舎のエキスパンション・ジョイント近傍で、渡り廊下の2階外壁の押出成形セメント板が脱落しており、1階の外部天井も天井板が脱落している。2階外壁の脱落は上部の方がより大きくなっている。
- ・さらに、渡り廊下を支えているRC造校舎との定着部において、アンカーボルトの破断や変形、コンクリートの破壊、脱落が生じている。
- ・この渡り廊下は、独立柱によって自立した構造ではなく、両側のRC造の校舎に支えられている構造であり、全ての地震水平力は定着部を通じて校舎に伝達される構造として設計されたものであると推察される。しかし、渡り廊下の鉄骨梁を校舎に定着している部分が地震時に水平せん断力を伝えきれず、この部分のアンカーボルトやコンクリートに被害が生じたものと考えられる。
- ・さらに、この被害のため、渡り廊下の水平支持能力が低下して構造全体が水平移動してしまい、これに伴って外壁の過大な変形や校舎との衝突を生じ、外壁及び天井が脱落したのと考えられる。また、外壁脱落は上部の方が大きいことから考えて、渡り廊下の骨組み自体の水平剛性も不十分であった可能性が想定される。



写真17 外装材 (押出成形セメント板) の脱落

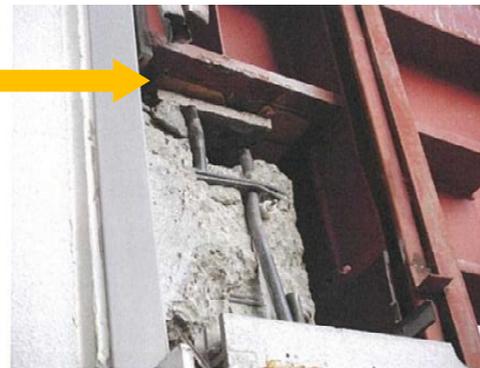


写真18 アンカーボルトの破断・変形

2-2-7 パネルの脱落

(建物概要)

宮城県／中学校／校舎／S造4階建て／1979年

(被害概要・原因)

- ・S造4階建ての校舎における西側の階段室の外壁 ALC パネルが広範囲にわたって破損している。そのうち、数枚はパネルの交換が必要な破損である。破損は目地部分を中心にパネルの欠損を伴っている。内壁のパネルも破損が見られる。
- ・破損箇所の一部は4階のペントハウスへの階段室部分であり、周囲との挙動の違いが影響した可能性もあると思われる。1979年建築の校舎で、縦壁挿入筋構法²³で ALC パネルが取り付けられていた。
- ・脱落はしていないが、重量のある ALC パネルが高所から落下した場合に児童生徒等に被害が及ぶ危険性が高いと考えられる。



写真19 外装材 (ALC パネル) の損傷



(参考) 写真20 過去の震災における脱落被害

2-2-8 バルコニー先端の RC 造腰壁の傾斜

(建物概要)

茨城県／中学校／校舎／RC造4階建て／1975年

(被害概要・原因)

- ・バルコニー先端に手すりとして設置された一体打ち RC 造の腰壁が、一部で傾斜して、隣接する腰壁との間にずれが生じている。
- ・地震時に大きな加速度が作用し、慣性力によってこの部分の腰壁が傾斜したことが推察され、その基部では縦筋が降伏している等の損傷が危惧される。腰壁には水平距離 8.5m ごとに幅 100 mm の間隔 (スリット) が設けられており、その間に繋ぎ筋はない。
- ・この事例では脱落は免れたが、地震の揺れ方によっては重量のある RC 造腰壁が高所から落下する可能性があり、重大な被害を招く恐れがある。



写真21 バルコニー先端の RC 造腰壁の傾斜

²³ ALC パネルを外壁の縦壁として取付ける構法。層間変位追従性に乏しく、2002年に廃止され、現在は耐震性のより高いロッキング構法へと全面的に変更されている。

2-2-9 教室のコンクリートブロック間仕切り壁の倒壊

(建物概要)

茨城県／中学校／校舎／RC造3階建て／1981年

(被害概要・原因)

- ・教室間の間仕切り壁として用いられていたコンクリートブロック壁が、全面にわたって倒壊している。コンクリートブロック壁が倒壊後も一体性を保っていることから、コンクリートブロック壁内には配筋がなされているものと推察される。
- ・一方、コンクリートブロック壁側部と周辺のRC造架構との緊結については、元々は可動式の間仕切り壁の戸当たりとしてRC造架構にとめ付けてあった木材にコンクリートブロックをはめ込んでおり、緊結されていなかったと見られる。
- ・また、コンクリートブロックをはめ込んでいる木材は、RC造架構にくぎのようなもので数箇所がとめ付けられているのみである。そのため、面外方向の振動を受けてコンクリートブロック壁の荷重に耐えきれずにとめ付け箇所が引き抜かれ、コンクリートブロック壁が倒壊したものと推察される。
- ・上記は極めてまれなケースで今回の地震被害では唯一の事例であるが、コンクリートブロック壁は、十分な配筋及び周辺の構造体との有効なつなぎあるいはアンカーがないと、振動によって部分的に落下する危険性が高い。今回の地震被害でも、RC造架構との緊結が不十分であったためにコンクリートブロックの塊が部分的に落下した事例が複数ある。(写真24, 25参照)

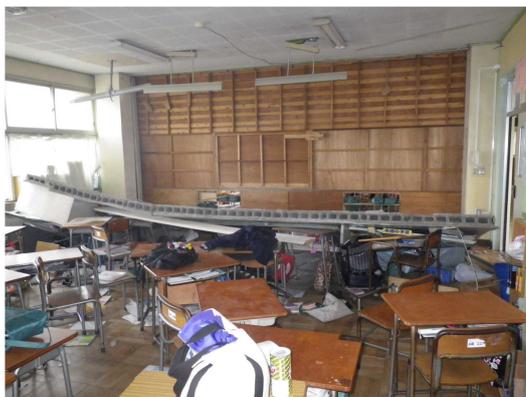


写真22 コンクリートブロック壁の全面倒壊



写真23 RC造架構との境界部分



(参考) 写真24 頂部にアンカーがなく
ブロック壁が落下した事例



(参考) 写真25 教室間のブロック壁が天井裏から落下した事例

2-2-10 エキспанション・ジョイントカバーの脱落

(建物概要)

宮城県／中学校／校舎／RC造3階建て／1974年

(被害概要・原因)

- ・東西方向に長い校舎が平行に3棟並んでおり、それらをつなぐ渡り廊下のエキспанション部で被害が出ている。図面の内容から、天井、壁、床の被害状況を含めて見ると、3階の方が2階よりも大きな被害が出ていると思われる。図面ではエキспанション・ジョイント部分の間隔は50mmとなっている。
- ・原因としては、エキспанション・ジョイントカバーの可動性が確保されていないなどのエキспанション・ジョイント部分の不具合、若しくは設計時に想定した以上の相対変位が渡り廊下と校舎の間に生じたことが考えられる。
- ・エキспанション・ジョイントの間隔は、一般的には、建物基部からの高さの1/100とする場合が多いが、当該事例では、最も高い位置のエキспанション・ジョイントは建物屋上である約10mの高さに設置されており、間隔は概算で $10\text{m}/100=0.1\text{m}=100\text{mm}$ 以上が必要となるが、図面では間隔が50mmとなっており、間隔が不十分であった可能性がある。



写真26 エキспанション・ジョイントカバーの脱落

2-3 個別調査・分析の結果（屋内運動場）

2-3-1 大開口部のはめ殺し窓の破損・脱落

(建物概要)

茨城県／高等学校／屋内運動場／RS造／1973年

(被害概要・原因)

- ・入り口側妻面及び桁行構面に設けられた大開口について、スチールサッシに硬化性パテ²⁴ではめ殺しされたフロート板ガラスが、全面にわたって破損・脱落している。一方、同じ開口部でも引き違い窓については破損がみられない。
- ・構造的には、ギャラリーから下部がRC造、上部がS造の屋内運動場である。S造部分の張間方向はラーメン構造とブレース構造の併用、桁行方向はブレース構

²⁴ 窓ガラスの固定に硬化性シーリング材を使用したもの。硬化性パテを使用した窓ガラスの場合、ガラスとサッシが硬化接着して、ガラスの移動や回転を妨げられガラスが破損する可能性が高い。

造である。両方向ともブレースが破断して S 造部分に大きな層間変形角が生じ、窓ガラスが破損、脱落したと考えられる。

- ・アリーナの屋根架構については、耐震診断において荷重伝達性能が不足していると判定されている。地震時に大きな力を受けた屋根架構が変形したことで、スパン中央付近で屋根架構と床の変位差が大きくなり、外壁に面外変形が生じた可能性がある。
- ・被害が生じた窓ガラスのある妻面は軸組から屋根構面を外側に持ち出して支持している状態である。持ち出されている部分については屋根面ブレースの数が少ないため、面内剛性が低いと思われる。
- ・地震の際に生じた面内変形及び慣性力に対して、硬化性パテ止めによりサッシ枠に拘束された窓ガラスが追従できずに破損・脱落したと考えられる。また、同じはめ殺し窓でも最下段の箇所ではガラスは割れておらず、上部のはめ殺し窓に変形が集中した可能性が考えられる。



写真27 妻面の開口部（復旧後）



写真28 妻面の開口部の屋根ブレース



写真29 桁行面の開口部の被害

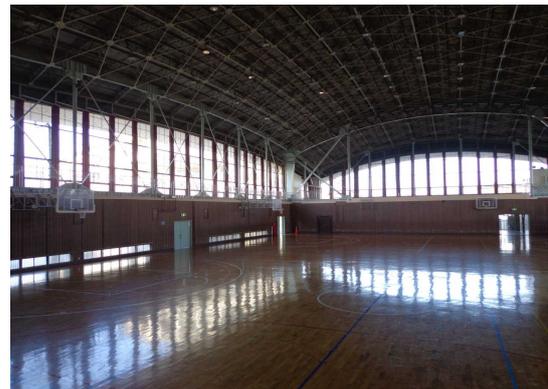


写真30 張間方向・桁行方向のブレース（復旧後）

2-3-2 横連窓の大規模な破損・脱落

(建物概要)

茨城県／小学校／屋内運動場／RS造／1987年

(被害概要・原因)

- ・屋内運動場2階の大開口部において横連窓状のサッシが外れるなどして、桁行方向南北面のガラスが全面的に割れている。構造体から外側に張り出した2階の廊下部分に横連窓が取り付けられており、ガラスがサッシ枠ごと大規模に脱落して

いる。特に北側では全面的に面外方向に外れている。窓の上部の取付け部分は、構造体とは別の角形鋼管を設置して、それに止めつけているように見受けられる。

- 構造的には、ギャラリーから下部が RC 造、上部が S 造の屋内運動場である。S 造部分には H 形断面柱が用いられているが、弱軸方向に軸組筋交いが設けられておらず、S 造部分が全体的に変形しやすい状態であったと推察される。
- S 造部分の桁面（南面、北面）と妻面（東面）は、材長 1.5m 程度の剛性の小さな片持ち梁を軸組から持ち出し、その先に横連窓が取り付けられている。図面で見ると軸組柱と片持ち梁の接合部にはスチフナが設けられていない。端部も含め片持ち梁の剛性が不足しており、窓面の位置で上下方向の大きな振動が生じたと思われる。



写真 31 横連窓の大規模な脱落・損傷（南面）



写真 32 横連窓の大規模な脱落・損傷（北面）

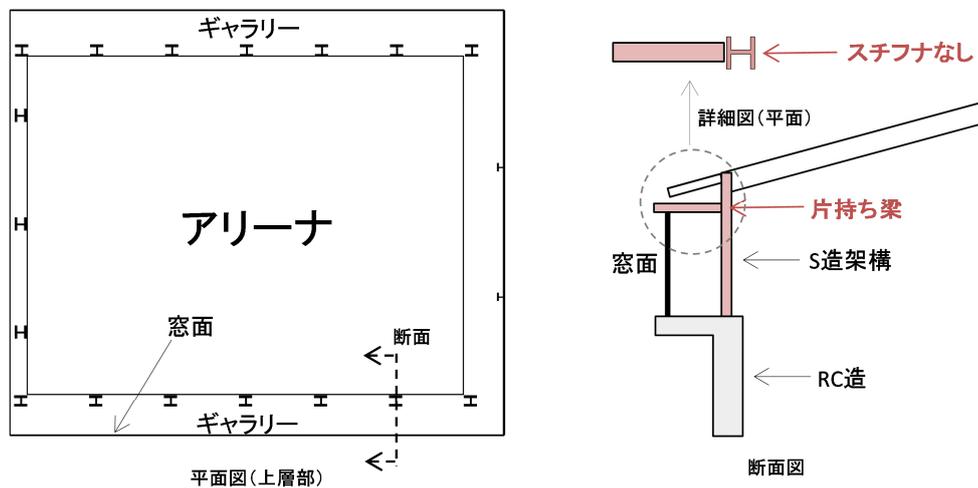


図 21 平面図及び断面図

2-3-3 外壁妻壁のラスシートの全面脱落

(建物概要)

宮城県／中学校／屋内運動場／SRC 造／1980 年

(被害概要・原因)

- 妻壁のラスシートが全面脱落している。取付け部がさびているため、その部分で

脱落した可能性がある。老朽化により危険性は高まるが、健全な状態でもラスシートは比較的変形追従性が低い。妻壁内側の内壁（ベニヤ）も大規模に脱落しているため、壁全体の変形追従性が乏しかったと推察される。

- ・SRC造のため建物全体の変形は小さかったものと推察される。下地の鉄骨にも大きく変形した痕跡は見受けられない。



写真 32 外壁妻壁のラスシートの全面脱落



写真 33 取付け部の状態

2-3-4 妻壁の ALC パネルの脱落

(建物概要)

宮城県／小学校／屋内運動場／RC造／1982年

(被害概要・原因)

- ・屋内運動場の妻壁の ALC パネルが 2 階部分で一部脱落している。留め付け構法は縦壁挿入筋構法であるため層間変位に追従できなかつたと思われる。2 階張り出し部分の外壁のため、二次部材に取り付けられていることも原因の可能性もある。



写真 34 妻壁の ALC パネル(縦壁挿入筋構法)の脱落

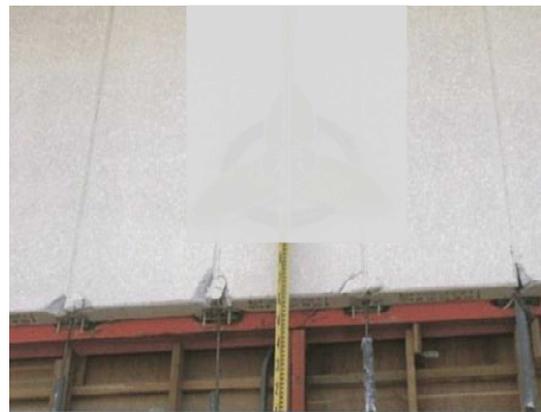


写真 35 取付け部の状態

2-3-5 外装材（フレキシブルボード等）の脱落

(建物概要)

茨城県／高等学校／屋内運動場／RS造／1973年

(被害概要・原因)

- ・桁行構面について外装材（フレキシブルボード等）が破損・脱落した。地震の際に生じた面内変形及び慣性力に対して、鋼製下地材にねじ止めされた外装材が追従できずに破損・脱落したと考えられる。

- ・構造的には、ギャラリーから下部が RC 造，上部が S 造の屋内運動場である。S 造部分の張間方向はラーメン構造とブレース構造の併用，桁行方向はブレース構造である。両方向ともブレースが破断して S 造部分に大きな層間変形角が生じ，外装材が脱落した。
- ・アリーナの屋根架構については，耐震診断において荷重伝達性能が不足していると判定されている。地震時に大きな力を受けた屋根架構が変形したことで，スパン中央付近で屋根架構と床の変位差が大きくなり，外壁に面外変形が生じた可能性がある。
- ・被害が生じた外壁のある桁行構面は，構造体のブレース架構から屋根面の部分によって片持ちで外側に持ち出され支持されているような状態である。持ち出されている部分については屋根面ブレースの数が少ないため，面内剛性は低いと思われる。



写真 36 外装材（フレキシブルボード等）の脱落



写真 37 桁行方向の開口部の屋根ブレース
※全景写真は 2-3-1 参照

2-3-6 妻面内壁の大規模脱落

（建物概要）

福島県／小学校／屋内運動場／RS 造／1976 年

（被害概要・原因）

- ・アーチ形屋根を有し，桁行方向はブレース構造，張間方向は H 形鋼ラーメン構造（下層部は RC 造）の屋内運動場であると見受けられる。アリーナ南側妻面上部の内壁（有孔ベニヤ板）が大規模に破損，脱落している。被害写真から木下地に釘で有孔ベニヤが留め付けられていたと推察される。
- ・この妻面壁は，構造骨組（張間方向ラーメン）から外側に張り出した 1 m 幅のギャラリーの外側に設置されている。妻面壁と張間方向ラーメンとを接続している構造部材は少なく，この妻面壁は自立壁に近い状態にあると考えられる。このような構造形式のため，妻壁上部が面外方向及び面内方向に大きく変形し，内壁の破損・脱落に至ったものと思われる。



写真 38 妻面内壁(有孔ペニヤ板)の大規模脱落



写真 39 木下地の状態

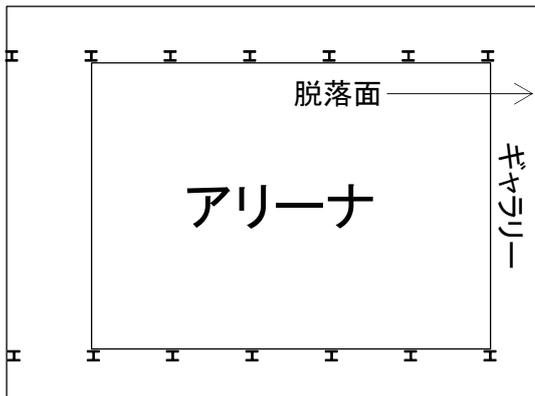


図 22 平面図(上層部)



写真 40 妻面の構造

2-3-7 内壁モルタルの脱落

(建物概要)

福島県／小学校／屋内運動場／R造／1961年

(被害概要・原因)

- ・トラス梁が内壁を貫通している部分で、この内壁部分のモルタルが破損、脱落している。ラス網やラスシートはなく、木下地の上に防水シートを張り、その上にモルタルを施工している。脱落部分は防水シートごと脱落している。
- ・屋根面筋交いの破断、緩みが観察されることから、屋根面筋交いの降伏・破断により屋根面剛性が失われて鉄骨トラス梁が面内で変形し、これにより接触していた下り壁の損傷を導いたものと推察される。



写真 41 内壁モルタルの脱落



写真 42 脱落したモルタル

2-3-8 軒天井の脱落

(建物概要)

福島県／中学校／屋内運動場／R造／1988年

(被害概要・原因)

- ・屋内運動場の軒天井が部分的に数箇所脱落している。妻側で脱落した軒天井は、きりづま切妻屋根による勾配がついており、ケイ酸カルシウム板の天井が脱落した。建物隅部において脱落した軒天井は形状が平天井であり、他の箇所の軒天井よりも張り出しが大きい箇所である。軽鉄下地の一部破損を伴って脱落している。



写真 43 軒天井の脱落

第3章 非構造部材の耐震対策手法の検討

3-1 非構造部材の耐震対策に係る基本的な考え方

3-1-1 学校施設が備えるべき性能目標

- ・従前より学校施設の耐震性能については、地震時の児童生徒等の安全確保、被災直後の地域の避難所としての機能など、学校施設の特性を考慮し、設計用地震力や構造耐震指標を割増しする²⁵など、積極的に耐震性の向上を推進してきたが、現在の技術水準において、大地震（震度6強から7に達する程度）に対して非構造部材が破損・脱落しないことを確実に保証することは困難である。
- ・さらに、非構造部材は多種多様で、被害が発生した際に人身に及ぼす危険性や対策手法等は部材ごとに異なり、部材によっては対策手法が十分に確立されていないものもある。
- ・しかしながら、上記の学校の特性を踏まえると、危険性の高い非構造部材から可能な限りでき得る対策を講じていくべきであり、学校施設が備えるべき性能としては、まずは、中地震（震度5強程度）で損傷せず、大地震に対しても重度の損傷や大規模な落下等による人身被害を起さず、児童生徒等の安全を確保することができるレベルを求めていく必要がある。その上で、地域の避難所としての利用、地震後の教育活動の速やかな回復といった視点も踏まえ、更なる対策の強化を検討することも必要と考えられる。

3-1-2 学校設置者による専門的な点検の実施

- ・非構造部材の耐震点検には、学校設置者による専門的な点検と学校教職員による日常的な点検とがあるが、落下等した場合に人に重大な危害を与える恐れがある非構造部材については、より専門的・技術的な見地から安全性を判断していく必要があることから、学校設置者が責任をもって点検する必要がある。
- ・非構造部材の耐震性は、当該部材の劣化・損傷等と密接に関連することから、建築基準法に基づく定期点検の機会を活用してその性能を確認することが有効であるが、部材によっては、危険性を適切に把握するために破壊試験等特別な調査点検が必要となるものもあることから、必要に応じ、専門家に依頼して点検することが必要である。
- ・また、非構造部材は劣化等により落下等しやすい状態になっている場合もあることから、日常的に非構造部材の劣化等を点検することも重要である。学校施設を日常的に使用する学校の教職員が学校保健安全法に基づく安全点検²⁶を実施し、施設・設備の異常の有無を学校設置者に報告することにより、改善につなげていくことが有効である。

²⁵ 文部科学省では、「文教施設の耐震性能等に関する調査研究」(平成8年 日本建築学会建築委員会耐震性能小委員会)において示された留意点に基づき、設計時の保有水平耐力について、大規模な地震において僅かに塑性化する範囲に収め、大きな補修を要しない設計レベルとして設計用地震力を1.25倍に割り増すとともに、構造耐震指標(Is値)は0.7以上を考慮することを求めている。

²⁶ 学校保健安全法第27条で、学校は、当該学校の施設・設備の安全点検等を定めた安全計画を策定し実施しなければならないとされ、同法施行規則第28条で、安全点検は、毎学期1回以上、児童生徒等が通常使用する施設・設備の異常の有無について系統的に実施しなければならないとされている。文部科学省が策定した「学校防災マニュアル(地震・津波災害)作成の手引き」(平成24年3月)では、非構造部材の耐震点検について、学校の安全点検に組み込むことが有効であるとし、教職員の点検項目の例を示している。学校教職員は、建築の専門的な知識は有しないものの、施設を日常的に使用している者として、施設・設備の不具合を見つけ危険箇所を察知できる立場から、耐震化ガイドブック等を活用して、目視等により判断が可能な点検を実施することが効果的であるとされている。(詳細は耐震化ガイドブックを参照)

3-1-3 老朽改修等と併せた効率的・効果的な対策の実施

- ・地震発生時の被害を最小限に軽減できるよう、想定される危険の芽をできる限り摘み取ることが大切であり、非構造部材の耐震点検の結果、危険性があることが判明したものについては、速やかに対策を実施する必要がある。
- ・一方、学校施設の多く²⁷は築年数が25年以上を経過した老朽施設となっており、部材の経年劣化により、外壁・窓などの落下や、鉄筋の腐食・コンクリートの劣化による強度の低下等、安全性に問題が生じてくることから、早急な対策が求められる。
- ・非構造部材の耐震対策には多額の費用を伴う場合があるほか、経年劣化により耐震性能が低下したものを施設の老朽化対策という側面で行うものもある。このため、今後、非構造部材の耐震対策を推進するに当たっては、耐震点検の結果も十分に踏まえつつ、大規模な修繕工事、長寿命化のための改修工事の機会を捉えて計画的に対策を進めることがより効率的・効果的である。
- ・一方、屋内運動場等の天井等と同様、大規模に脱落・破損した場合の危険性が高く、致命的な被害につながるおそれの大きいものについては、より緊急性をもって優先的に対策を講じる必要がある。

3-1-4 構造体との一体的な検討

- ・非構造部材の被害を抑えるためには、前提となる構造体が健全である必要がある。今回の地震被害においても建物が倒壊までしていなくても、構造体が大破することにより非構造部材の落下等を伴った事例や、構造体の被害がなくても建物の変形が生じたことにより、非構造部材の脱落被害等を誘発したものがある。非構造部材の対策を検討するに当たっては、非構造部材を支える構造体も含め、一体的に検討していくことが必要であり、構造体の耐震性や非構造部材が取り付けられた位置に発生する変形等との関係も考慮した上で、非構造部材の耐震対策を施す必要がある。

3-2 対策手法を示すに当たっての留意点

- ・「3-1 非構造部材の耐震対策に係る基本的な考え方」を踏まえた上で、今後の非構造部材の耐震対策に生かすため、今般、非構造部材の個別被害・調査を行った事例について、設計図書や被害写真等から読み取れる範囲において、想定される対策手法を併せて検討し提示することとした。
- ・ここで示す対策手法は、調査・分析を行った個別の学校の被害事例のみに対するものではなく、既存の学校施設において、同様の被害を防止するための具体的な対策手法として示すものである。また、ここで示す手法は、取り上げた被害事例を調査・分析した結果を踏まえた提案の一つである。
- ・なお、本報告は非構造部材における耐震対策を明らかにすることを主たる目的としているが、個別被害・調査において、非構造部材の被害の要因として構造体の特性が関連すると推定されるものについては、構造面での対策についても併記することとした。
- ・また、ここで示す対策手法については以下の点に留意する必要がある。

²⁷ 公立小中学校施設は、昭和40年代後半から50年代にかけての児童生徒数の急増期に一斉に整備されているものが多く、非木造施設約1億5千万㎡のうち築年数が25年以上の施設は約1億1千万㎡となっており、全体の約7割を占めている。このうち改修が必要な老朽施設は約1億㎡となっており、築年数が25年以上の施設の約9割を占め、改修済みの施設は約1千万㎡に留まっている。

- *自治体から提出のあった設計図書や被害写真等の限られた資料から想定される対策手法を検討したものであり、網羅的に示すものではないこと。また、ここで示した対策手法は唯一の方法として示したものではないこと。
 - *対策手法として提示したものの中には、耐震化ガイドブック等において既に示されているものを再整理したものもあること。
 - *調査対象とした被害に対しては、必ずしも対策手法が確立されていないものもあり、今後の技術開発等によるものもあるという前提の下で、現時点で有効と考えられる手法を検討し示したものであること。
- ・さらに、既存施設を対象とし、耐震対策の必要性を判断する上で必要となる耐震点検について、想定される点検手法を併記することとした。ここでは点検手法の考え方を示すにとどまり、詳細な点検の手順・方法等については引き続き検討が必要である。

3-3 既存の校舎における非構造部材の耐震対策手法

3-3-1 天井の脱落防止対策

- ・2-2-1 から 2-2-3 の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、大空間の天井、段差・折れ曲がりのある天井、普通教室等の天井の脱落防止対策として、以下の手法が想定される。

【想定される対策手法】

(階高の高い大空間の天井に対する留意点)

- ・特定天井（天井高 6 m 超かつ水平投影面積 200 m²超等の条件に該当する天井。以下同じ。）に該当する既存の大規模な天井については、脱落・破損した場合の危険性が高いことから、対策を講じることが必要である。その際、安全面での課題や、天井により確保している断熱・音響・空調等の各種環境条件を勘案し、天井の必要性を検討した上で、天井の撤去や軽量の天井の再設置も含めて有効な対策を施すことが必要である。これらの天井の対策に当たっては、「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」等²⁸が参考となる。
- ・また、特定天井に該当しない天井についても同基準は参考とすることができるものであり、このうち、例えば、多目的教室など児童生徒等が日常的に利用する空間で、天井高 6 m 超、若しくは水平投影面積 200 m²超の天井については、天井に作用する衝撃や震動による破損・脱落、折れ曲がり部等への力の集中による破損・脱落等への対策として、天井の脱落による影響を勘案しながら、天井材相互の緊結、斜め部材の設置及びクリアランスの確保等の対策を行うことが望ましい。

(段差・折れ曲がり天井に対する留意点)

- ・段差・折れ曲がりの天井を有する音楽室等の対策に当たっては、段差・折れ曲がり部分に局所的な力が作用し損傷する危険性が高まることから、例えば、段差・折れ曲がりのない平天井に改修する、あるいは技術基準の考え方に沿って、天井同士が緩衝しないよう適切なクリアランスを設けるなどの対策が考えられるが、

²⁸ 本報告書 p.15 参照。手引では、天井の対策手法として、天井撤去、補強による耐震化、撤去及び再設置、落下防止ネット等の設置を示し、各々の特長や留意点を示している。既存天井の仕様や取付状況によっては、補強による改修工事が実質的に困難な場合もあり、より確実な安全確保方策として、撤去を中心とした対策の検討を促している。また、同手引を踏まえて本協力者会議において現在検討中の「屋内運動場等の天井等落下防止対策事例集」も参考となる。このほか、天井の補強や再設置等を検討する場合は、建築基準法に基づく技術基準の解説や設計例を十分に踏まえること。