

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・ジョイント部分で被害が出ている。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28 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タイプ³⁴／1973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³⁵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

³⁴ 本章において、屋内運動場の下部をRC架構とし上部を鉄骨架構としたものを「RSタイプ」と呼ぶ。

³⁵ 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 29 妻面の開口部（復旧後）



写真 30 妻面の開口部の屋根ブレース



写真 31 桁行面の開口部の被害



写真 32 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 タイプ／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、それにとめ付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。図面で見ると限り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 33 横連窓の大規模な脱落・損傷（南面）

写真 34 横連窓の大規模な脱落・損傷（北面）

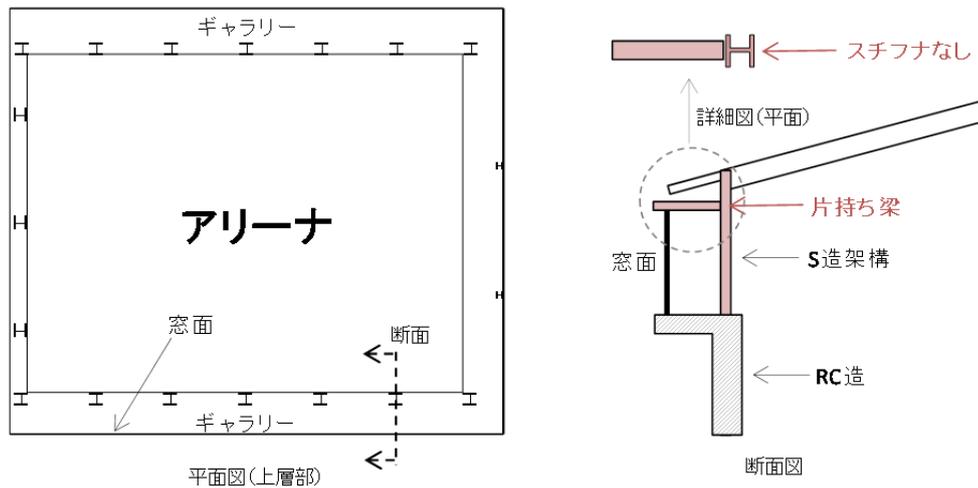


図 29 平面図及び断面図

2-3-3 外壁妻面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)

- 外壁妻面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 35 外壁妻面のラスシートの全面脱落



写真 36 取付け部の状態

2-3-4 外壁妻面の ALC パネルの脱落

(建物概要)

宮城県／小学校／屋内運動場／R タイプ³⁶／1982 年

(被害概要・原因)

- ・外壁妻面の 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ったと思われる。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 37 妻壁の ALC パネル(縦壁挿入筋構法)の脱落



写真 38 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 タイプ／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

³⁶ 本章において、RC 架構の上に鉄骨造の屋根架構を載せた屋内運動場を「R タイプ」と呼ぶ。

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 39 外装材（フレキシブルボード等）の脱落



写真 40 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 内壁妻面の大規模脱落

(建物概要)

福島県／小学校／屋内運動場／RS タイプ／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くぎで有孔ベニヤがとめ付けられていたと推察される。
- ・この内壁妻面は、構造骨組み（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。内壁妻面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、この内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、内壁妻面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41 内壁妻面(有孔ベニヤ板)の大規模脱落



写真42 木下地の状態

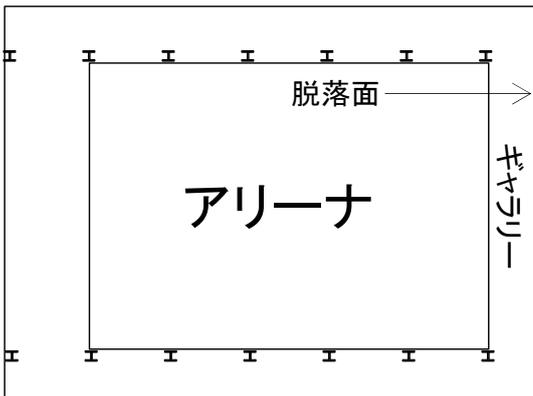


図30 平面図(上層部)



写真43 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タイプ／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がり壁の損傷を導いたものと推察される。



写真44 内壁モルタルの脱落



写真45 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タイプ／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 46 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³⁷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こさず、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³⁸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。

³⁷ 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。

³⁸ 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のものについては、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³⁹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。

³⁹ 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、建築基準法に基づく技術基準も踏まえた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⁴⁰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、

⁴⁰ 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け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。

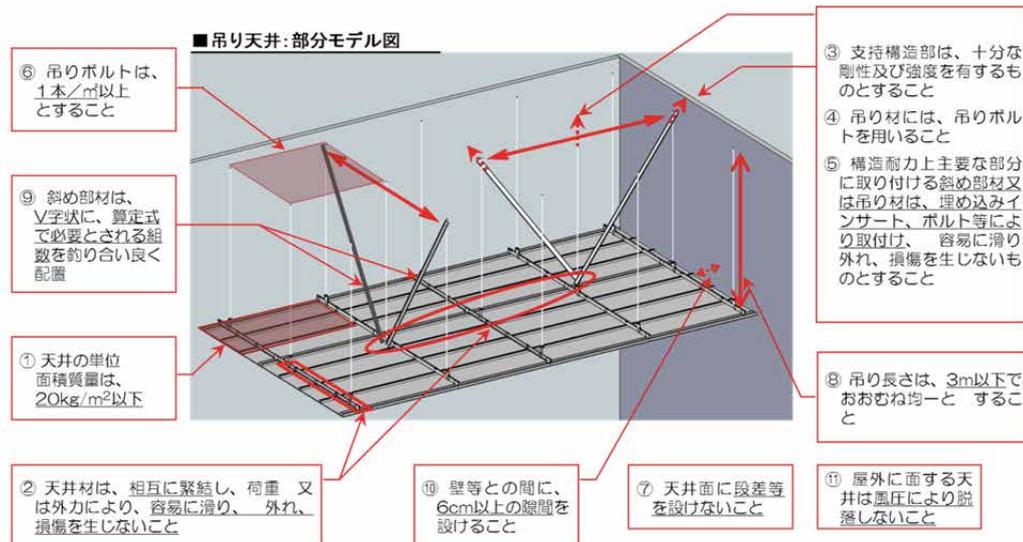
回り縁^{かど}などでクリアランスを隠す処置をするなど、音楽室等として必要な反射音性能及び吸音性能を損なわないよう留意する必要がある。

(普通教室等の天井に対する留意点)

- ・今般の震災では、システム天井を始め、普通教室等の天井の落下被害が多数発生しているが、現在のところ、特定天井に係る技術基準以外に、小規模の天井に対する対策手法は確立されていない。3-1-1 で述べたように、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るとの趣旨を踏まえ、小規模な天井についても、技術基準を参考に、脱落防止対策を講じることが有効であるが、地震発生時に机の下に避難するなど、日頃から落下等を想定した訓練の実施と併せ、児童生徒等が自ら危険を回避することができるよう指導していくなど、ソフト面の対策と組み合わせて対策を検討することが必要である。

【想定される点検手法】

- ・まずは、天井については、天井材にずれ、ひび割れ、漏水跡が見当たらないか、目視（双眼鏡を含む）により確認する。
- ・特定天井に該当する既存の大規模な天井については、「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」を参照し、目視及び設計図書等により点検⁴¹する。また、多目的教室や音楽室等、特定天井には該当しないものの比較的天井面積が大きいもの、段差や折れ曲がり有する天井の点検方法は、基本的に特定天井の場合に準ずることができるが、天井と壁際、段差や折れ曲がり部分にクリアランスが設置されていない等、簡易な目視調査からおおむね脱落対策が必要な天井と判断することができる。
- ・このほか、普通教室の天井について、天井点検口が設置されている場合は、天井下地の状況について、吊りボルトの吊り元やクリップ・ハンガー等の金物に異常がないか確認し、劣化や異常が見られる場合は改修等の対策を検討する。



* 「特定天井及び特定天井の構造耐力上安全な構造方法を定める件」(平成25年国土交通省告示第771号)

図 31 天井脱落対策に係る技術基準の概要【告示*第三第1項：仕様ルートの場合】

⁴¹ 天井の脱落防止対策を設計段階から検討されていない場合は、現存する設計図書に天井下地等の情報は無いと考えられ、詳細調査を要せず、原則として脱落防止対策が必要と判断できる。このため、現存する設計図書を調べて天井脱落防止への配慮があったか否かを見極めることは点検の大きなポイントである。

3-3-2 天井裏の設備等の脱落防止対策

・2-2-4の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、天井裏の設備等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】

- ・天井裏に設置された設備については、構造体に緊結するなど必要な脱落防止対策を講じる必要がある。例えば、振れ止めの斜め部材を用いて構造体に緊結する、天井埋め込み式の設備の場合はワイヤやロープ、チェーン等を用いて野縁受け等に緊結するなど、天井板が破損しても設備が脱落しないための対策が考えられる。
- ・また、天井裏に限らず、高所に設置されている設備についても、上記対策を参考に必要な脱落防止対策を講じる必要がある。

【想定される点検手法】

- ・高所に設置されている設備について、当該設備が支持材に緊結されているかを目視により確認する。天井裏に設置されている設備など、外観から確認できないものについて、点検口等から安全で簡単に目視できる場合は、緊結状況等について目視により確認する。そうでない場合は、当該設備、場合によっては隣接する天井板等を取り外して点検を行うことが考えられる。

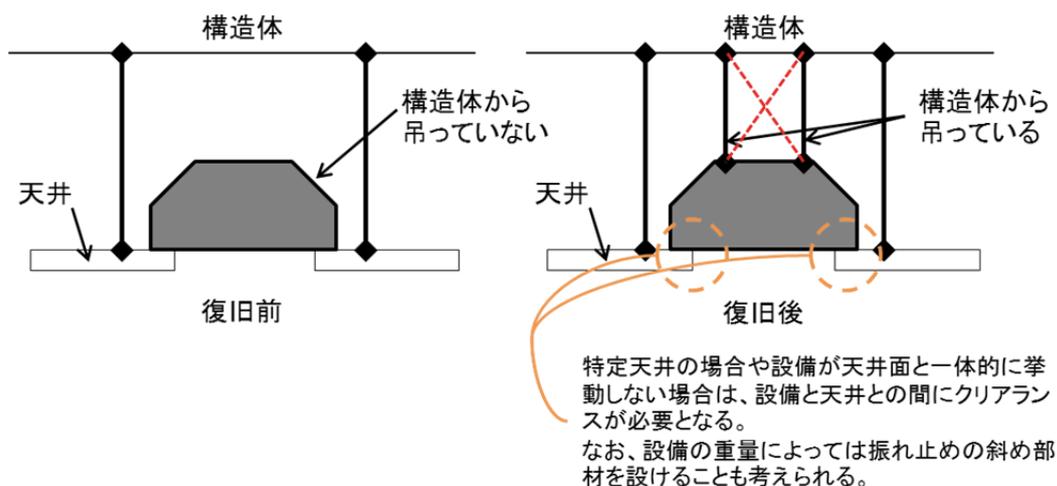


図 32 天井裏の設備の補強例

3-3-3 横連窓の障子ごとの脱落防止対策

・2-2-5の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、横連窓の障子ごと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】

(非構造部材について)

- ・ガラスに変形が生じにくいよう、十分なクリアランスを確保することが必要である。また、万一割れてもガラスが飛散しにくい合わせガラスなどに交換することも有効である。
- ・既存施設で改修が困難な場合は当面の対策として、飛散防止フィルムを貼る、ガラス等の落下の危険性がある場所の下にひさしを設ける、若しくは人が近づけな

いよう植栽を設けるなどの対策のほか、落下による危険がない場所に避難できるよう日頃から注意喚起を徹底することが望ましい。

- ・なお、飛散防止フィルムの効果が最も期待されるのは、フロートガラスや倍強度ガラスなどの種類のガラスに対し、フィルムをサッシ枠に十分に飲み込ませるように施工する場合である。飛散防止フィルムを既存の窓ガラスに後から施工する場合にはサッシ付近でトリミングが必要になるが、破損時に全体が粒上の破片となる強化ガラスにフィルムを後施工すると、フィルムを貼った部分が塊となって一体で落下する危険性がある。

(建物の構造について)

- ・ガラス窓などは構造体の構面内に収めることが望ましい。構面よりも外側に張り出すカーテンウォール等の場合は、上下方向の振動や水平方向の変形量が構面内よりも大きくなる場合も想定し、適切な変形追従性を付与する必要がある。

【想定される点検手法】

- ・大開口部に横連窓がある場合は、まず、枠材に腐食や変形等が見当たらないか、引き違い窓であれば開閉に支障はないか等、異常がないかを点検する。横連窓は回転方向にはほとんど追従性がないと考えられ、横連窓でない窓よりも地震時に被害を受ける危険性は高い。このため、目視の点検から異常が認められる場合は、対策を検討する。その上で、横連窓のサッシが追従性のあるものとなっているかを設計図書等により確認する。横連窓が構造体の構面の外に張り出しているかを確認し、外側に張り出している場合は、特に注意を要する。
- ・このほか、フラットでなく曲面を有する外壁面に横連窓が取り付け場合も注意が必要である。この場合、窓枠やガラスに変形が生じないように、設置方法に特別な配慮が必要と考えられるので、対策を検討する。

(既存施設で改修が困難な場合の対策例)



図 33 飛散防止フィルム

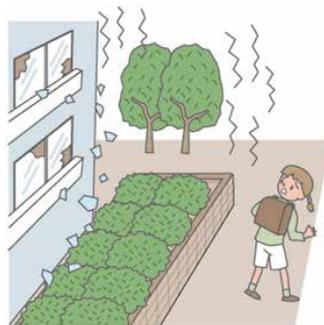


図 34 人の頭上にガラス等が落下しないための工夫（植栽の配置）の例

3-3-4 渡り廊下における外壁等の脱落防止対策

- ・2-2-6 の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、渡り廊下における外壁等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】

(非構造部材について)

- ・外壁が校舎等と接触しないよう、エキスパンション・ジョイントカバーの変位追

従量を踏まえて構造体と渡り廊下のクリアランスを適切に確保する必要がある。また、外壁は想定される変位に十分追従できる外装材を用いる必要がある。この他に、渡り廊下の下に出入口がある場合はひさしを設ける、渡り廊下の下に出入口がない場合は渡り廊下の周囲に人が近づけないよう植え込みを設けるなどの対策が望ましい。

(建物の構造について)

- ・ 渡り廊下は独立柱で自立する構造にして、校舎等とは構造的に分離することが重要である。また、RC造校舎と渡り廊下の応答挙動は大きく異なるため、十分なクリアランスを持つエキスパンション・ジョイントを設けるなど破壊を防ぐことのできるディテールとすることが重要である。

【想定される点検手法】

- ・ 渡り廊下そのものが自立した構造であるか否かを確認する。渡り廊下部分が軽量の鉄骨造の場合には、隣接するRC校舎に支持させる事例⁴²も見受けられる。このような構法を用いている場合は、支持部の破損に伴い外装材のみならず渡り廊下本体の崩落も懸念されることから抜本的な対策が必要であると判断できる。
- ・ 自立した渡り廊下である場合にも、RC校舎とのクリアランスが適切に確保されているか設計図書等により確認する。適切なクリアランスとは渡り廊下総高さの1/100以上を目途に判断する。

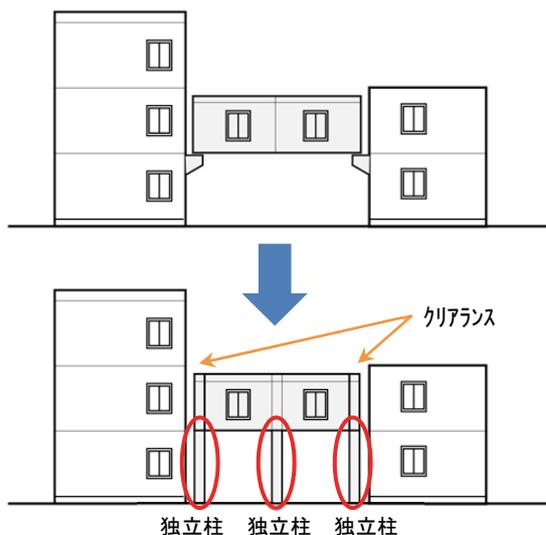


図 35 構造面での対策例 (イメージ)



写真 47 地震被害への復旧対策の例

3-3-5 ALC パネルの脱落防止対策

- ・ 2-2-7 の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、ALC パネル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】

- ・ 外壁に ALC パネルを用いている場合で、縦壁挿入筋構法により設置されている場合は、ロッキング構法⁴³など層間変位追従性が高い構法への改修を行うことが必要

⁴² RC 校舎の柱に設けたコーベルに渡り廊下の梁端を載せアンカーボルトで緊結させる事例など

⁴³ 構造体の変形に対し、パネルが 1 枚ごとに微小回転して追従する機構。パネル内部に設置されたアンカーと取付け金物により躯体に取付ける。

である。その際、変形追従できるよう適切に接合部及び目地を設計することが重要である。また、金属サイディングなど、ALC パネルより軽量で脱落可能性の少ない仕上げ材に交換することも有効である。

【想定される点検手法】

- ・外壁については、まず、パネルにひび割れ等が見当たらないかを目視（双眼鏡を含む）や触診により確認する。その上で、外壁に ALC パネルが用いられている場合、層間変位追従性の低い縦壁挿入筋構法により設置されていないかどうかを設計図書等により確認する。

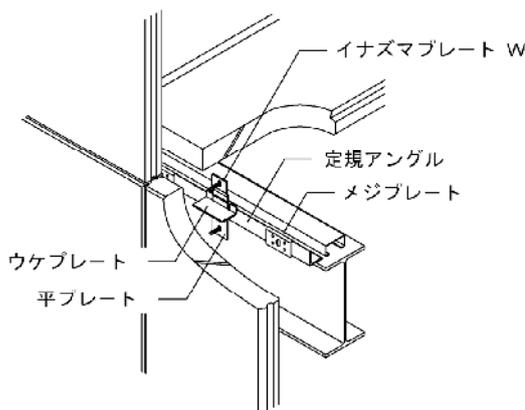


図 36 層間変位追従性が高い取付け例（ロッキング 構法）

モルタルなどを用いずに、ALC パネル内部に設置されたアンカーと取付け金物によって躯体に取り付ける。

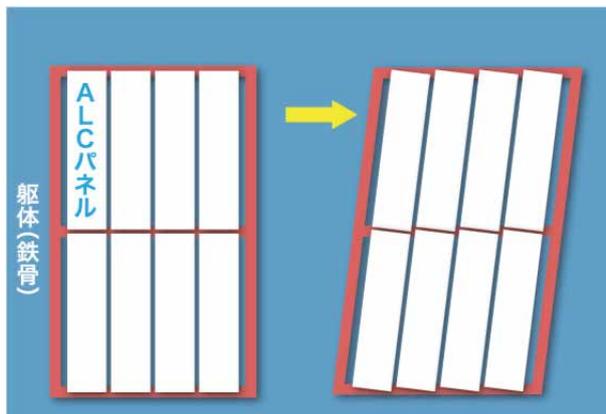


図 37 ロッキング構法の概念図

地震時の躯体の層間変形に対し、ALC パネルが 1 枚ごとに微小回転して面内方向に追従する。

3-3-6 バルコニー先端の RC 造腰壁の傾斜防止対策

- ・2-2-8 の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、バルコニー先端の RC 造腰壁の傾斜防止対策として、以下の手法が想定される。

【想定される対策手法】

- ・腰壁が傾斜等しないよう必要な配筋を行い、面外方向に対しても十分な曲げ強度を有する腰壁を設置することが必要である。そのためには、適切な地震力の設定が重要である。
- ・また、既存の腰壁の場合、設計図書の確認等から十分な曲げ強度を有していないと考えられる場合は、撤去後、鋼製の手すりに変更するなどの対策が有効である。その際、手すりはバルコニーの RC 部分にアンカーボルト等で緊結する。

【想定される点検手法】

- ・バルコニー先端の RC 造腰壁については、まず、大きな亀裂、かぶりコンクリートの剝離、欠損、鉄筋さびの溶け出し等の劣化が生じていないか目視により点検する。著しい経年劣化が生じている、又は、健全な施工がなされていないと判断される場合は、設計図書から配筋仕様等を確認する。
- ・これらの目視及び図面調査から、大地震に対して十分な面外曲げ強度を有するか検討し、劣化部の補修のみで安全性を確保することが可能か、又は既存 RC 手すり壁を撤去して鋼製手すり等に改修する必要があるかを判断する。

3-3-7 コンクリートブロック間仕切り壁の落下防止対策

・2-2-9の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、コンクリートブロック間仕切り壁の落下防止対策として、以下の手法が想定される。

【想定される対策手法】

- ・コンクリートブロック壁は、鉄筋によりコンクリートブロックを相互に緊結するとともに、周囲を構造体等に適切に緊結することが必要である。
- ・既存のコンクリートブロック壁の場合は、コンクリートブロックの相互の緊結状況及び構造体等への緊結状況を設計図書等から確認し、所定の地震力に対して倒壊を防止できるものであることを確認する。コンクリートブロック壁の緊結状況が不十分な場合、若しくは緊結状況の確認が困難な場合は、撤去し、乾式壁に改修するなどの対策が有効である。
- ・とりわけ、普通教室の間仕切り壁がコンクリートブロック造であることが判明した場合は、速やかに安全性を確認し、所要の対策を講じる必要がある。

【想定される点検手法】

- ・内壁については、まず、欠損、ひび割れ等が見当たらないかを目視により確認する。その上で、調査対象施設のコンクリートブロック間仕切り壁の使用状況について設計図書等で確認し、コンクリートブロックの間仕切り壁が使用されている場合、配筋仕様や躯体へのアンカーの状況について設計図書により確認する。教室の間仕切り壁にコンクリートブロックが使用されている場合は、特に注意を要する⁴⁴。

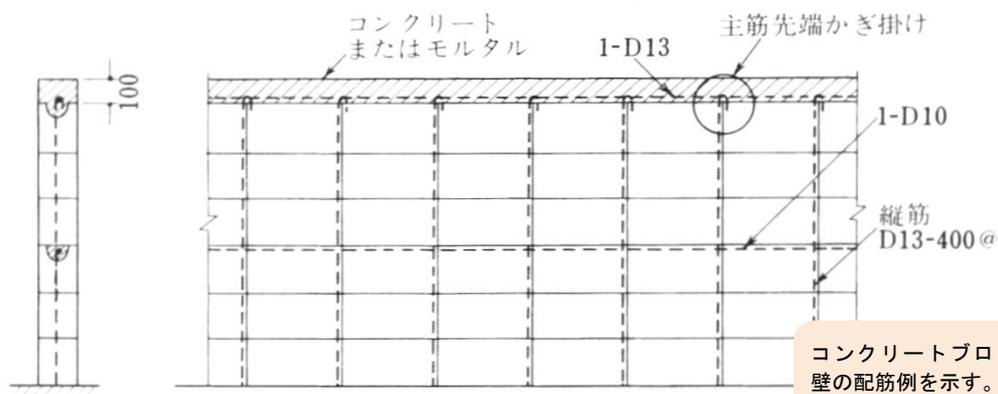


図 38 コンクリートブロック小壁等の配筋例⁴⁵

コンクリートブロック小壁の配筋例を示す。図のように縦筋（主筋）と横筋（配筋）が必要である。鉄筋の間隔等の詳細は脚注の参考資料を参照のこと。

⁴⁴ 教室間の隔て壁にコンクリートブロックが使用され、設計図書に配筋仕様や躯体へのアンカー状況について情報がない場合は、現地調査により確認することが考えられる。壁体内の配筋については、鉄筋探査器を用いるなど非破壊による検査も考えられる。一方、コンクリートブロック壁頂部の躯体へのアンカー状況については、非破壊での検査は難しく、壁頂部のはつり確認を行うことが望ましい。当面の間、改修工事の予定がなくコンクリートブロックを存置する場合は、図面の情報、又は現地調査結果に基づき、コンクリートブロック壁面外方向の慣性力(所定の地震力)に対して十分な配筋、アンカー仕様であることを確認する。

⁴⁵ 日本建築学会「壁式構造関係設計規準集・同解説（メーゾンリー編）」2006年より

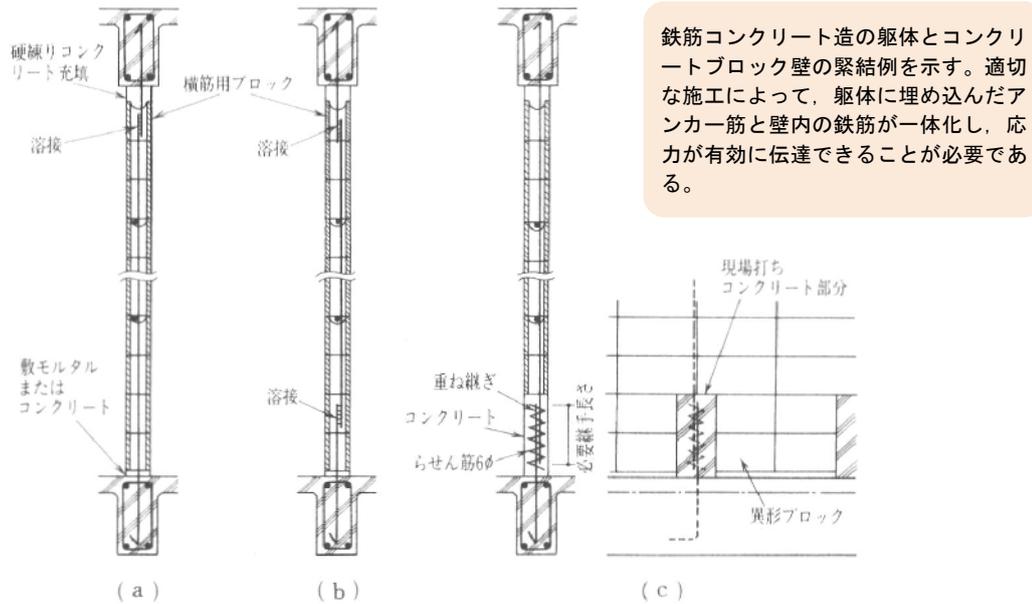


図 39 鉄筋コンクリート造躯体とブロック壁の緊結例（後積みの場合）⁴⁶

3-3-8 エクスパンション・ジョイントカバーの脱落防止対策

・2-2-10 の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、エクスパンション・ジョイントカバー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】

- ・エクスパンション・ジョイントのカバーが脱落等しないよう、変形に対応できるカバーを用いるなどの対策を講じることが必要である。
- ・また、構造体が衝突した衝撃で非構造部材が脱落等しないよう、エクスパンション・ジョイントの間隔を適切に設ける必要がある。一般的には当該高さの 1/100 以上の寸法で設けるが、地震の規模や建物性状によっては衝突する可能性があることをあらかじめ想定し注意をすることが重要である。
- ・エクスパンション・ジョイントが追従できる変位を踏まえて建物相互のクリアランスを確保する必要があるが、不足している場合は建物の改築時期等を捉えて対策することが考えられる。

【想定される点検手法】

- ・エクスパンション・ジョイントについては、まず、カバーの外れ等がないかを目視により確認する。その上で、エクスパンション・ジョイントの間隔について設計図書等で確認することが考えられる。明らかに間隔が不十分な場合は注意を要する。このほか、目視によりエクスパンション・ジョイント周囲の環境⁴⁷を点検する。

⁴⁶ 日本建築学会「壁式構造関係設計規準集・同解説（メーソズンリー編）」2006年より

⁴⁷ 植栽や防球ネット等がエクスパンション・ジョイントの周囲に設置されていて、エクスパンションカバーや周囲の仕上げ材の落下に伴って人身被害が想定されない場合は対策の必要性が低い。一方、昇降口等に面して設置されたエクスパンション・ジョイントについては対策の検討を要する。後者の場合でも、設計図書等でスライド可能なエクスパンションカバーであることを確認できればこの限りでない。

3-4 既存の屋内運動場における非構造部材の耐震対策手法

3-4-1 大開口部のはめ殺し窓の破損・脱落防止対策

- ・2-3-1 の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、大開口部のはめ殺し窓の破損・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】

(非構造部材について)

- ・窓ガラスの取付けに硬化性パテを使用しているはめ殺し窓は、ガラスが拘束され、地震の揺れによりガラスが破損する可能性が高いことから、必要となるクリアランスを確保した上で弾性シーリング材を用いてガラスをとめ付けることが必要である。既存のスチール製サッシのはめ殺し窓は必ずしもエッジクリアランスが十分ではない場合があるため、硬化性シーリングを用いている既存のはめ殺し窓そのものを撤去し、アルミ製サッシなど、地震時の変形に対して追従性の十分な窓にサッシごと改修することも有効である。
- ・既存施設で改修が困難な場合は当面の対策として、飛散防止フィルムを貼る、ガラス等の落下の危険性がある場所の下にひさしを設ける、若しくは人が近づけないよう植栽を設けるなどの対策のほか、落下による危害がない場所に避難できるよう日頃から注意喚起を徹底することが望ましい。
- ・飛散防止フィルムを用いる場合は3-3-3と同様の留意が必要である。

(建物の構造について)

- ・地震時における壁面の変形を抑えることが必要であり、建物の剛性が低く変形しやすい場合には、軸組ブレースを増設するなどの対策が有効である。また、1981年以前に建てられた屋内運動場で耐震診断あるいは耐震補強が行われていないものについては、耐震化する必要がある。耐震診断の結果、補強の必要なしとなった屋内運動場の場合であっても、古いブレースは接合部で破断しやすいものが多く、大地震時に破断し大きな変形が生じる可能性があるため、接合部ごと新しいブレースに交換することが望ましい。このほか、構造骨組みと離れた位置に窓がついた壁がある場合には、屋根面や軒の剛性を考慮して非構造部材に生じる変形を計算し、追従可能な変形量に収まっていることを確認するか、軒に屋根面ブレースを増設して変形を抑制することも考えられる。

【想定される点検手法】

- ・はめ殺し窓がある場合は、目視・触診によりガラスの留め構法を確認し、硬化性シーリングが使用されている場合は対策を検討するとともに、スチール枠に腐食や変形等の異常がないか点検する。
- ・また、大開口部のはめ殺し窓については、適切なエッジクリアランスが確保されているか確認することが望ましい⁴⁸。

⁴⁸ エッジクリアランスは外観調査から確認することはできず、施工図等が現存しないと判別できない。図面等の情報がない場合は、最も簡易な検査法として室内側のシールを一部切除して確認することも考えられるが、サッシメーカー等に相談し実施する必要がある。

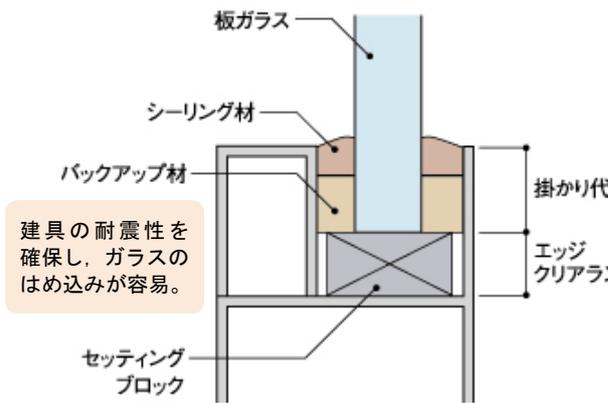


図40 弾性シーリング材構法

建具の耐震性を確保し、ガラスのはめ込みが容易。

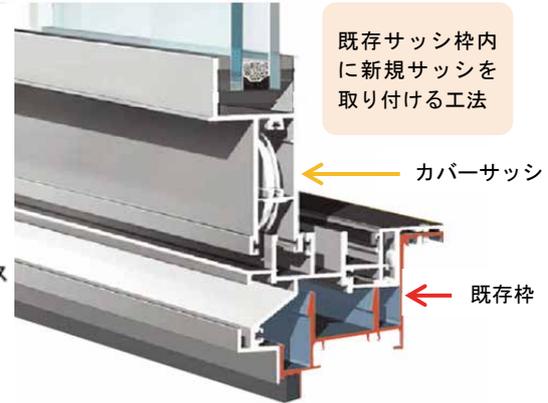


図41 サッシカバー工法（模式図）

3-4-2 横連窓の破損・脱落防止対策

・2-3-2の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、横連窓の破損・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】

（非構造部材について）

- ・面内変形に対しては十分なクリアランスを確保するなど、地震時における構造体や支持部の変位を十分に検討して設計を行う必要がある。
- ・既存施設で改修が困難な場合は当面の対策として、飛散防止フィルムを貼る、ガラス等の落下の危険性がある場所の下にひさしを設ける、若しくは人が近づけないよう植栽を設けるなどの対策のほか、落下による危害がない場所に避難できるよう日頃から注意喚起を徹底することが望ましい。
- ・飛散防止フィルムを用いる場合は3-3-3と同様の留意が必要である。

（建物の構造について）

- ・地震時における壁面の変形を抑えることが必要であり、建物の剛性が低く変形しやすい場合には、軸組ブレースを増設するなどの対策が有効である。また、1981年以前に建てられた屋内運動場で耐震診断あるいは耐震補強が行われていないものについては、耐震化する必要がある。耐震診断の結果、補強の必要なしとなった屋内運動場の場合であっても、古いブレースは接合部で破断しやすいものが多く、大地震時に破断し大きな変形が生じる可能性があるため、接合部ごと新しいブレースに交換することが望ましい。さらに、構造体から小梁を持ち出して開口部を設ける場合には、構造体と小梁の部分の剛性を十分に確保し、地震時に開口部に生じる変形が追従可能な変形量に収まるようにする必要がある。計算で変形を求めにくい場合には、大梁を延長して持ち出すとともに、軒に屋根面ブレースを設置して変形を抑制することも考えられる。

【想定される点検手法】

- ・大開口部に横連窓がある場合は、地震の揺れによる構造体の変形に対して当該窓のサッシが追従性のあるものとなっているか等を設計図書等により確認する。また、横連窓が構造体の構面の外に張り出しているかを確認し、30 cm以上外側に張り出している場合は注意を要するものとして対策の要否を検討し、50 cm以上外側に張り出している場合には、大梁の成の半分程度以下の小さな断面の片持ち梁が

用いられていないか、片持ち梁の接合部にスチフナが入っているかを確認した上で、不備が見られる場合は対策が必要であると判断する⁴⁹。



写真 48 カバー工法により既存枠に新設枠を設置し復旧した事例
(枠上部にはずれ防止用のフラットバーも設置)

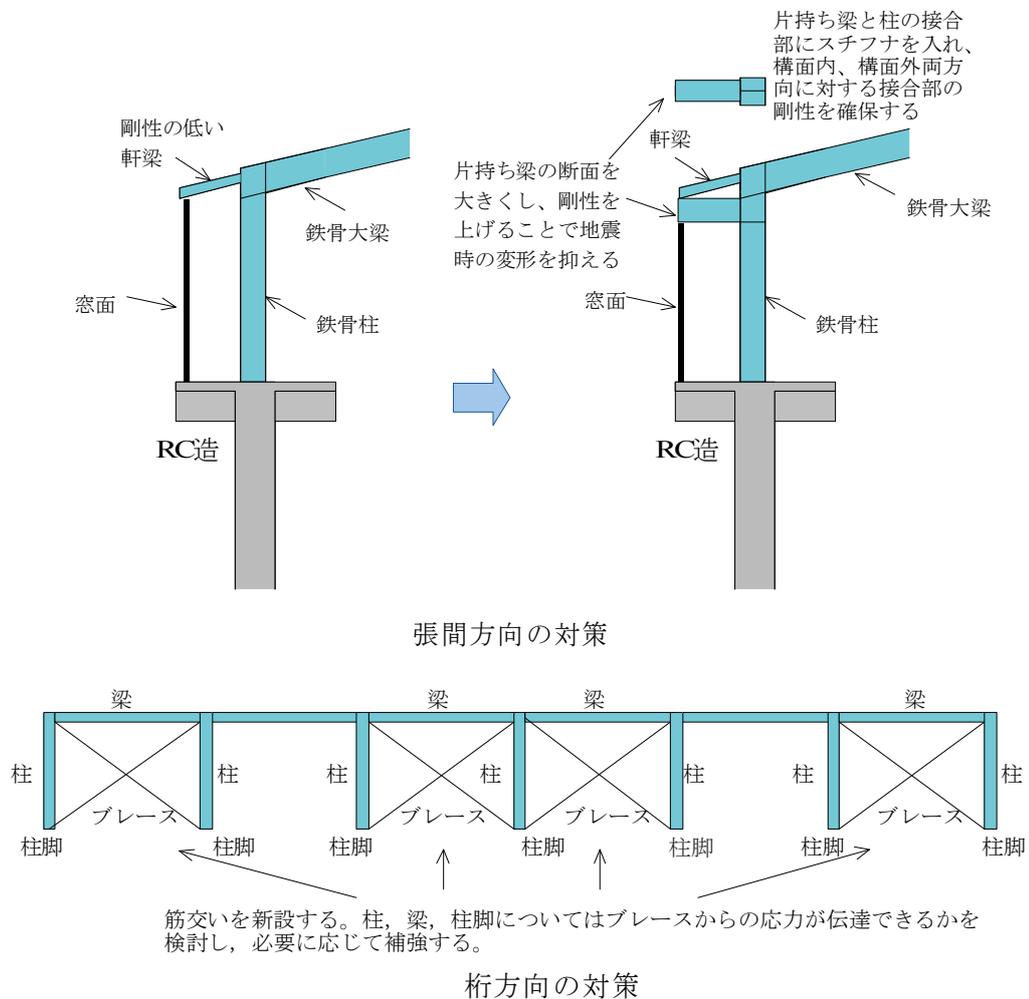


図 42 片持ち構造の屋内運動場等に対する構造面の対策

⁴⁹ このような片持ち形式の横連窓を再設置する場合には、構造体の耐震診断結果も確認することが望ましい。横連窓のような追従性に乏しい非構造部材がある場合は、仮に構造体は目標耐震性能を満足していてもブレース材の降伏を前提とした評価(大きな靱性能を見込んだ評価)としているものは注意が必要で、再設置と併せて軸組ブレースの追加配置が望ましい。この上で適切なエッジクリアランスを設定するなど設計上の配慮が必要であると考えられる。

3-4-3 外壁妻面のラスシート等の脱落防止対策

- ・2-3-3の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、外壁妻面のラスシート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】

- ・ラスシート、ラスモルタル（以下「ラスシート等」という。）は比較的変形追従性が乏しく、かつ重量があるため、高所に用い続けることは避けるべきである。既存施設の外壁がラスシート等の場合は、必要な点検を実施し、耐震性が不十分な場合若しくは耐震性の確認が困難な場合は既存のラスシート等を撤去し、ラスシート等より軽いサイディング等の外装材を、メーカーの推奨する乾式工法の仕様など、変形追従性の確保できる設置方法により再設置することが必要である。
- ・特に、開口部が少ない妻壁において、大面積が脱落する可能性があることに注意が必要である。

【想定される点検手法】

- ・外壁については、まず、外壁面に剝落、欠損、ひび割れ等が見当たらないかを目視（双眼鏡を含む）や打診等により確認する。その上で、外壁にラスシート等の変形追従性の低い湿式の壁が用いられているかどうかを目視又は設計図書等により確認する。ラスシート等は劣化が生じている場合、下地（メタルラス）にも腐食が及んでいる可能性があり、脱落する危険性が高まることから、老朽化した施設で目視により劣化が認められる場合は特に注意を要する⁵⁰。



写真 49 外壁のラスシートを金属系サイディングパネルに改修した事例

3-4-4 外壁妻面の ALC パネルの脱落防止対策

- ・2-3-4の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、外壁妻面の ALC パネル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】

- ・外壁に ALC パネルを用いている場合で、縦壁挿入筋構法により設置されている場合は、ロッキング構法など層間変位追従性が高い構法への改修を行うことが必要である。その際、変形追従できるように適切に接合部及び目地を設計することが重要である。また、金属サイディングなど、より軽量で脱落可能性の少ない仕上げ

⁵⁰ 屋内運動場では構造体が鉄骨造の大スパンで揺れやすい特徴があることに対して、外壁が変形追従性に乏しいラスモルタル等の湿式構法が採用されているケースが多い。このため、調査点検から構造が鉄骨造で外壁がラスモルタルの組み合わせであることが確認された場合は、ラスモルタルに劣化が見受けられない場合でも、地震時に落下の危険性が残ることから、建物改修時に変形追従性のある乾式構法の外装材に造り替える等の対策が望まれる。

材に交換することも考えられる。

- ・特に、開口部が少ない外壁妻面において、大面積で脱落する危険性があることに注意が必要である。

【想定される点検手法】

- ・外壁については、まず、パネルにひび割れ等が見当たらないかを目視（双眼鏡を含む）や触診により確認する。劣化が生じている場合は、地震時により危険性が高いことに加え、地震発生時でなくともパネル自体の破損や破片の落下が危惧されるため対策が必要と判断する。
- ・外壁に ALC パネルが用いられている場合、層間変位追従性の低い縦壁挿入筋構法により設置されていないかどうかを設計図書等により確認し、縦壁挿入筋構法によることが判明した場合は対策を検討する。

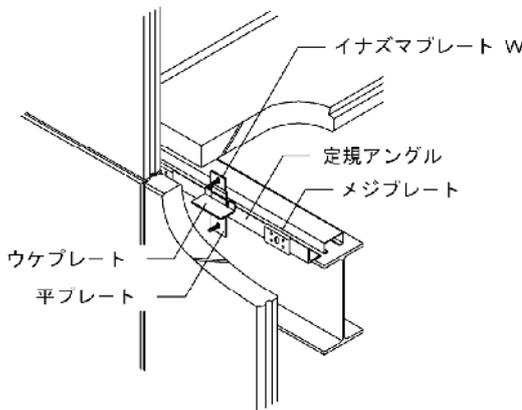


図 43 層間変位追従性が高い取付け例（ロッキング 構法）

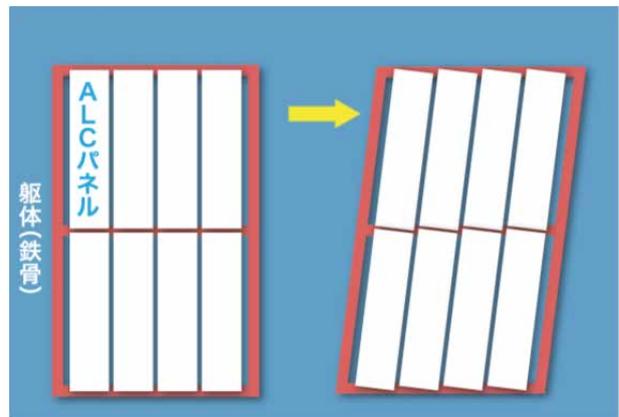


図 44 ロッキング構法の概念図

モルタルなどを用いずに、ALC パネル内部に設置されたアンカーと取付け金物によって躯体に取り付ける。

地震時の躯体の層間変形に対し、ALC パネルが 1 枚ごとに微小回転して面内方向に追従する。

3-4-5 外装材（フレキシブルボード等）の脱落防止対策

- ・2-3-5 の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、外装材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】

（非構造部材について）

- ・フレキシブルボード等の外装材を面内変形により追従できるよう設計することが必要である。既存施設の場合は外壁の改修が考えられるが、改修することが困難な場合は、外壁の周囲に人が近づけないよう立入禁止にする、ネット等により落下を防止するなどの対策を講じることが望ましい。

（建物の構造について）

- ・地震時における壁面の変形を抑えることが必要であり、建物の剛性が低く変形しやすい場合には、軸組ブレースを増設するなどの対策が有効である。また、1981 年以前に建てられた屋内運動場で耐震診断あるいは耐震補強が行われていないものについては、耐震化する必要がある。耐震診断の結果、補強の必要なしとなった屋内運動場の場合であっても、古いブレースは接合部で破断しやすいものが多く、大地震時に破断し大きな変形が生じる可能性があるため、接合部ごと新しいブレースに交換することが望ましい。このほか、構造骨組みと離れた位置に窓が

ついた壁がある場合には、屋根面や軒の剛性を考慮して非構造部材に生じる変形を計算し、追従可能な変形量に収まっていることを確認することも考えられる。

【想定される点検手法】

- ・フレキシブルボード等の外装材については、まず、ボードにひび割れ等が見当たらないかを目視（双眼鏡を含む）や触診により確認する。その上で、変形追従性の確保された部材や取付け方法であるかを設計図書等で確認する。

3-4-6 内壁妻面の脱落防止対策

- ・2-3-6の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、内壁妻面の大規模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】

(非構造部材について)

- ・面内方向の変形に対して、変形追従性の確保された部材を用いることが必要である。また、面外方向の慣性力に対して、部材の接合部の強度を確保し脱落を防止することも重要である。

(建物の構造について)

- ・地震時における妻面の変形を抑えるため、構造体の耐震性を確保することに加えて、内壁妻面と構造体とを接続して一体化し、妻面が独立して変形することのないようにすることが有効である。その際、妻面の質量に応じた地震力が屋根面を通じて伝達されるため、屋根面ブレースの剛性及び強度を確保することも併せて検討すべきと考えられる。
- ・また、内壁妻面が大面積であり、構造体と妻面との接続箇所数を十分に確保できない場合には、妻面自体に剛強な柱や梁を設けることによって、妻面自体の剛性を向上させることも考えられる。

【想定される点検手法】

- ・内壁妻面については、ボード等のはらみ、緩み、漏水跡等がないかを目視（双眼鏡を含む）や触診により確認し、目視調査から異常が認められた場合は対策を検討する。また、変形追従性の確保された部材であるかを設計図書等で確認する。

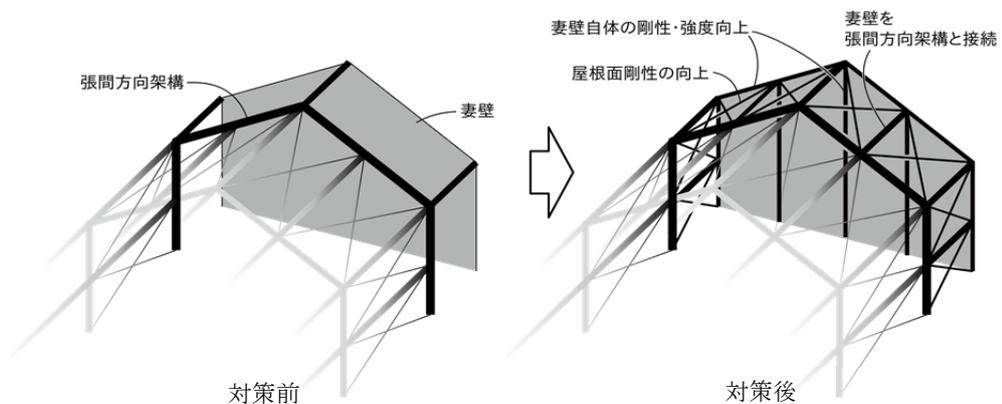


図 45 妻面内壁の脱落防止対策（構造面の対策）

3-4-7 内壁のモルタル・ラスシート等の脱落防止対策

- ・2-3-7の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、内壁のモルタル・ラスシート等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】

(非構造部材について)

- ・高所のモルタル仕上げの壁は、地震時の脱落により大きな被害となる可能性があるため、注意が必要である。モルタルに浮き等がある場合は、アンカーピン等による補強や必要に応じてモルタルの撤去等内装材の改修を行うことが必要である。
- ・ラスシート等は比較的変形追従性が乏しく、かつ重量があるため、高所に用い続けることは避けるべきである。既存施設の内壁がラスシート等の場合は、必要な点検を実施し、耐震性が不十分な場合、若しくは耐震性の確認が困難な場合は既存のラスシート等を撤去するとともに、必要に応じ、ラスシート等より軽いサイディングやボード等の内装材を変形追従性の確保できる設置方法により再設置することが必要である。

(建物の構造について)

- ・材料に関わらず、構造体が貫通する非構造部材には損傷・脱落の被害がしばしば観察される。構造体が非構造部材を貫通しない設計とするか、やむを得ず貫通する場合は、脱落の危険性がある部材を使用しないこと、若しくは構造体の変形に追従可能な仕様にする、また非構造部材と接触・貫通する構造部材の変形をなるべく小さく抑えることが有効である。
- ・また、屋根面剛性が不足する場合には、対策としては屋根面筋かいの増強が有効である。

【想定される点検手法】

- ・内壁については、まず、剥落、欠損、ひび割れ等が見当たらないかを目視（双眼鏡）や打診等により確認し、劣化が認められた場合は対策を検討する。その上で、内壁にラスシート等の変形追従性の低い湿式の壁が用いられているかどうかを目視又は設計図書等により確認する⁵¹。
- ・外壁と同様、ラスシート等は劣化により脱落する危険性が高まることから、老朽化した施設に用いられている場合は特に注意を要する。



写真 50 既存のモルタル下がり壁を下地から撤去した事例

⁵¹ このほか、内壁と構造梁とが取り合う部分について目視確認することが考えられる。被害調査からも明らかのように、構造梁と内壁との接する部分が隙間(クリアランス)なく仕上げが施されていると地震時に取り合い部周囲から崩落する危険性が高い。このように壁仕上げ材を鉄骨梁が貫通するような納まりである場合は対策を検討する。

3-4-8 軒天井の脱落防止対策

- ・2-3-8の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、軒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】

- ・軒天井が吊り天井の場合で、特定天井に該当するものについては、建築基準法に基づく技術基準に適合するように対策を講じることが望ましい。また、軒天井がモルタルで浮き等がある場合は適切な改修が必要である。
- ・上記対策が困難な場合は、出入口など人が通行する部分にひさしを設置する、軒天井直下に植栽を設け人が通行しないよう工夫するなどの対策のほか、落下による危害がない場所に避難できるよう日頃から注意喚起を徹底することが望ましい。

【想定される点検手法】

- ・軒天井については、まず、天井材にずれ、ひび割れ、漏水跡が見当たらないか、目視（双眼鏡を含む）により確認し、異常が認められた場合は対策を検討する。
- ・軒天井が特定天井に該当する場合は、斜め部材の配置状況や壁際のクリアランスの有無等について目視及び設計図書等により確認する。また、軒天井がモルタルの場合は、剝離・剝落、浮き等がないかを目視（双眼鏡を含む）や打診等により確認する。



写真 51 軒天井の漏水跡の例

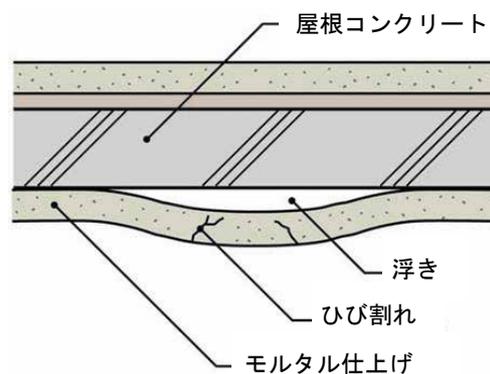


図 46 モルタルの浮き

III編 今後の推進方策について

- ・本編では、前編第3章で示した対策手法を始め、今後、非構造部材の耐震対策を一層推進していくために必要となる方策について、既存施設に関する推進方策を中心に整理する。国は、本報告に示した推進方策を着実に実行するとともに、各学校設置者等においても、これらの方策を踏まえた主体的な取組を期待する。

第1章 既存施設に関する推進方策

1-1 国における推進方策

1-1-1 優先度の明確化と対策の促進

- ・今般の被害調査等において著しい被害が露見したもので、より落下の危険性が高く緊急性が高いものについては、優先的に対策を実施することが求められる。このため、文部科学省においては、非構造部材のうち、i) より緊急性をもって優先的に対策を講じるべきものと、ii) 大規模改修や長寿命化改修等の機会を捉えて計画的に進めるものとを区分し、対策の促進を図ることが必要である。この際、近時に大規模改修や長寿命化改修等が計画されている場合は、i) の非構造部材の耐震対策を含めて実施することが、予算の効率的な執行の観点等からも有効である。
- ・上記i) の非構造部材とは、落下時により大きな被害が想定され⁵²、かつ、児童生徒等が日常的に立ち入る場所に設けられているもの⁵³で、それ自体の耐震対策が実施されていないもの⁵⁴と考えられ、例えば、以下のようなものが該当すると考えられる。
 - 【i) の非構造部材の例】
 - ・校舎にある特定天井で脱落防止対策がなされていないもの
 - ・屋内運動場等の大開口部ではめ殺し窓に硬化性パテが使用されたもの
 - ・片持ち構造⁵⁵となっている屋内運動場等の横連窓で層間変位追従性の低いもの
 - ・ラスシート等層間変位追従性の低い外壁⁵⁶で劣化したもの
- ・また、上記ii) の非構造部材とは、点検の結果、耐震性が確保されていないと判断された非構造部材のうち、i) の非構造部材を除いたものであって、大規模な工事を伴うものとして、将来的な改修等の機会と併せて実施することが効果的なものと考えられる。
- ・多種多様な非構造部材がある中で、どの施設の非構造部材から対策を実施するか個別具体的な判断は各学校設置者が行うものであるが、i) については優先的に耐震対策を講ずべき事業と位置づけ、実態把握を図ることなどにより、対策の促進を図ることが考えられる。また、ii) については、大規模改修や長寿命化改修等の主要内容として明示することなどにより、対策の促進を図ることが考えられる。

⁵² 質量が大きいものが、高い位置から大面積で落下する危険性を有している場合などを指す。

⁵³ 人が立ち入らないような対策が設けられている場合は対象から除く。

⁵⁴ 適切な対策がなされておらず、地震時に落下・転倒する危険性があるなど、地震に対する安全性が確認できない場合を指す。点検の結果、部材にずれ、ひび割れ等の不具合が確認されている場合も含む。

⁵⁵ 窓面のある外壁が構造体の柱から外側に離れて設置された構造形式。

⁵⁶ ここでは、ラスシート、ラスモルタルのほか、ALCパネル、フレキシブルボード等の外装材などで層間変位追従性の低いものを含む。

1-1-2 耐震対策推進に係る予算の確保と積極的な活用の促進

- ・文部科学省においては、天井等落下防止対策を始め、学校施設における非構造部材の耐震点検が速やかに実施され、必要な対策が着実に実施されるよう、学校設置者の意識の醸成を図るとともに、耐震対策推進に必要となる予算を確保し、積極的な活用の促進を図ることが必要である。あわせて、関係省庁との連携の下、各種財政支援制度の周知・普及を図ることが必要である。

1-1-3 非構造部材の耐震化ガイドブック等の改訂

- ・文部科学省においては、非構造部材の耐震化ガイドブック及び耐震対策事例集について、別冊で示した視点を踏まえて見直すとともに、より学校設置者及び学校が取り組む上で有益となる情報を盛り込んだ内容に充実することが必要である。その際、1-1-1で示した優先的に対策を講ずべき非構造部材についても併せて検討し、より詳細な点検・対策手法等について示すことが必要である。

1-1-4 技術的な情報提供機能の充実

- ・本協力者会議において、平成25年度末を目途に「屋内運動場等の天井等落下防止対策事例集」を取りまとめる予定だが、作成時点で十分な対策事例がなく、今後、多様な手法により対策が進むことが想定される。文部科学省においては、各学校設置者の対策の検討に資するよう、引き続き、国土交通省や関係機関等とも連携しつつ、天井等落下防止対策に係る先導的開発事業で得られた知見等を整理するとともに、屋内運動場や武道場のみならず、校舎等についても天井等落下防止対策に係る事例を収集し普及することにより、的確な技術的支援・助言に努めることが必要である。
- ・また、文部科学省に設置されている「相談窓口」⁵⁷の一層の周知を図るとともに、文部科学省が養成した“天井等落下防止対策アドバイザー”⁵⁸の積極的な活用を促進することにより、学校設置者等からの技術的な相談に的確に応じていくことが必要である。
- ・さらに、25年度に独立行政法人防災科学技術研究所において実施された大規模空間における天井等の振動実験⁵⁹の結果等も活用しつつ、学校設置者に対し、天井の耐震対策の重要性を視覚的にわかりやすくアピールし意識の醸成を図るなど、関係機関と連携しながら対策の促進を図ることが必要である。

1-1-5 天井落下防止対策に係る判定・審査の機会の充実

- ・平成26年4月より技術基準が施行され、新たに建築される特定天井については、特定行政庁等による建築確認が必要となるが、既存建築物の天井の補強や再設置等の改修をする場合、技術基準への適合状況を判定・審査する機会が十分でない。一方、既存建築物の耐震診断等については、診断結果や耐震改修計画の妥当性を判断するために耐震判定委員会の仕組みが設けられている。

⁵⁷ 文部科学省に設置された学校施設の耐震化推進に関する相談窓口。学校設置者等からの技術的な相談に対し、建築構造の専門家が助言するもので、平成24年9月に建築構法の専門家も加え、非構造部材に関する相談窓口を充実。

⁵⁸ 文部科学省が開催する講習会を受講した一級建築士で、天井等落下防止対策を中心として、学校施設の耐震化等に関して、専門的・技術的な助言等を行う者。

⁵⁹ 平成26年、独立行政法人防災科学技術研究所において、大規模空間における天井等の脱落被害のメカニズムの解明と対策工法の開発・検証等を目指し、体育館を模擬した大規模空間を有する試験体の振動実験が実施された。

- ・天井の安全性を確保することは構造体の耐震化と同様に重要な課題であることから、文部科学省においては、学校設置者が天井の補強や再設置等（天井撤去を除く）を検討するに当たって、必要に応じ、技術基準への適合状況等を確認し助言を受けられるよう、関係機関等との連携を強化していくことが必要である。

1-1-6 応急危険度判定に係る環境整備の促進

- ・大規模な地震が発生した際、児童生徒等の安全確保を早急に図るとともに、被災学校施設が、それ以降も教育活動や避難所としての使用に適するか点検し、余震による二次被害が発生しないかなど、その危険度を判定することが重要である。現在、学校施設を含め、被災した建築物の余震による倒壊の危険性及び落下物の危険性等を応急的に判定する仕組みが設けられており、こうした仕組みの活用が求められる。
- ・文部科学省においては、平成25年8月にまとめた手引において、吊り天井のある屋内運動場等の緊急点検に資するため、「震災後の余震に備えた屋内運動場等の天井等の緊急点検チェックリスト」を示したところであるが、引き続き、関係機関との連携の下、災害発生時に、避難所となる学校施設の応急危険度判定が円滑に実施され、迅速な避難者受入れ施設の確保に資するよう、関係団体等に対し積極的な協力を働きかけるなど環境整備を促進していくことが必要である。

1-1-7 地震災害に対する防災教育の推進

- ・地震発生時において、非構造部材の落下・転倒等による児童生徒等の人身被害を防ぐためには、施設面での速やかな対策の実施に加え、各学校において児童生徒等がそれらの被害から身を守る行動を取れるように訓練することが、より人身被害の軽減につながる。このため、文部科学省においては、児童生徒等の主体的な行動を促す避難訓練等が実施されるよう、「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、文部科学省）や「『生きる力』を育む防災教育の展開」（平成25年3月、文部科学省）等について、引き続き、学校関係者が参加する会議等で周知徹底を図るとともに、より効果的な取組が進められるよう「学校施設の防災力強化プロジェクト」等の活用により先進事例を収集し、各種会議等の機会を通じ、広く学校に普及啓発を図っていく必要がある。また、地震災害に関する基礎的・基本的事項を系統的に理解し、思考力、判断力を高め、防災について適切な意思決定ができるようにするための学習を促進していくことも重要である。

1-2 学校設置者等における推進方策

1-2-1 優先度の検討と対策の実施

- ・各学校設置者においては、本報告及び個々の施設の実態等を十分に踏まえ、1-1-1で示した優先的に対策を講じるべき非構造部材については速やかに対策を講じる必要がある。また、大規模改修や長寿命化改修等を検討する際には、建物の耐久性や性能の向上に加え、施設の安全性を確保する観点から、非構造部材の耐震対策も併せて実施することが必要である。

1-2-2 耐震対策推進に係る予算の確保と積極的な活用

- ・各学校設置者においては、非構造部材の危険性や耐震対策の必要性を十分に認識した上で、所管する学校施設の非構造部材の耐震点検・対策を一層推進していくために必要な予算を確保するとともに、国の各種財政支援制度を積極的に活用し、計画的・効率的に対策を推進していくことが必要である。とりわけ、屋内運動場等の天井等落下防止対策については、構造体の耐震化と同様、早期完了を目指し取組の加速化を図ることが必要である。

1-2-3 技術的な情報提供機能の積極的な活用

- ・各学校設置者においては、国が示す各種事例集等の対策事例を参考にするとともに、学校設置者に技術職員がいない場合や、学校施設の危険度や対策の優先度の判断等が難しい場合などは、必要に応じ、文部科学省に設置されている「相談窓口」や“天井等落下防止対策アドバイザー”を積極的に活用する等により、技術的な視点を補いつつ、取組の加速化を図ることが必要である。

1-2-4 震災後の余震に備えた緊急点検のための体制整備

- ・各学校設置者においては、児童生徒等の安全確保及び二次災害防止の観点から、あらかじめ建築担当部局や設計実務者等の専門家との連携について協議し、被災時の緊急点検実施者を明確にしておくなど、被災学校施設の応急危険度判定が迅速かつ的確に実施されるよう体制整備を図っていく必要がある。

1-2-5 地震災害に対する防災教育の推進

- ・地震発生時において、非構造部材の落下・転倒等による児童生徒等の人身被害を防ぐため、各学校においては、児童生徒等がそれらの被害から身を守る行動を取れるよう、日常の施設・設備の安全点検とあわせ、上からも落ちてこない、横からも倒れてこない、ものが移動してこないなど、落下・転倒等による危害がない場所への避難を検討した上で、日頃から落下等を想定した訓練の実施、児童生徒等が自ら危険を回避することができるよう指導していくことが必要である。

(参考資料)

- ・「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、文部科学省)
- ・「『生きる力』を育む防災教育の展開」(平成25年3月、文部科学省)
- ・「地震による落下物や転倒物から子どもたちを守るために～学校施設の非構造部材の耐震化ガイドブック～」(平成22年3月、文部科学省)

第2章 新築等施設に関する推進方策

2-1 国における推進方策

- ・本報告で示した対策は、既存施設を中心に記載しているものの、非構造部材への影響を考慮した構造形式の検討や、耐震性能を考慮した非構造部材の設置など、新たに学校施設を計画・設計(増築等を含む)する際にも考慮すべき内容である。
- ・文部科学省においては、学校施設の計画・設計上の留意事項を示した「学校施設整備

指針」を学校種ごとに策定し学校設置者に示しており、同指針における非構造部材の耐震対策に係る規定の内容について、本報告も踏まえ、一層の充実を図る必要がある。

2-2 学校設置者における推進方策

- ・学校設置者においては、新築・増築等により学校施設を計画・設計する際には、各種建築法令等を適切に遵守するとともに、現行の学校施設整備指針や本報告で示した対策手法も参考に、落下危険性のある非構造部材を高所に設けないこと等も含め、非構造部材の耐震性を考慮した検討を行うことが必要である。

第3章 地震以外の災害を含めた非構造部材の安全対策の推進方策

3-1 国における推進方策

- ・首都直下地震や南海トラフ巨大地震など、大規模な地震による甚大な被害の発生が指摘されている中、本協力者会議では、それら地震による落下物や転倒物から児童生徒等の安全を確保することを念頭に、非構造部材の耐震対策の推進方策について調査研究を行ってきた。一方で、近年、地震被害以外にも、竜巻等突風や台風、津波、雪など様々な異常な現象や経年劣化により、非構造部材も含めた甚大な被害が発生しており、学校施設整備を進めていく上では、様々な災害等を想定しながら総合的な安全対策について検討していくことが求められる。
- ・文部科学省においては、各学校設置者における総合的な検討の参考となるよう、非構造部材における総合的な安全対策の考え方や留意点等について、わかりやすく整理し示していくことが必要である。

3-2 学校設置者における推進方策

- ・各地域や学校の立地状況等により想定されるリスクは異なり、個々の状況に応じた対応が必要となるが、学校設置者においては、個々の状況を踏まえつつ、大規模改修や長寿命化改修等の機会を捉え、必要となる総合的な安全対策を講じることが望ましい。