

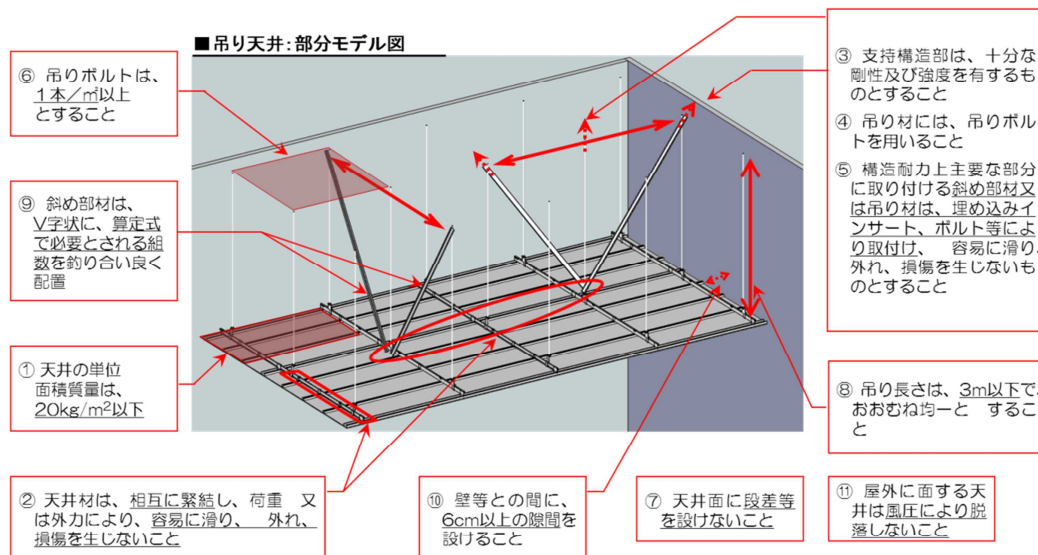
回り縁<sup>まわりぐら</sup>などでクリアランスを隠す処置をするなど、音楽室等として必要な反射音性能及び吸音性能を損なわないよう留意する必要がある。

**(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<sup>29</sup>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、吊ボルトの吊元やクリップ・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 23 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】

<sup>29</sup> 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ないと考えられ、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。

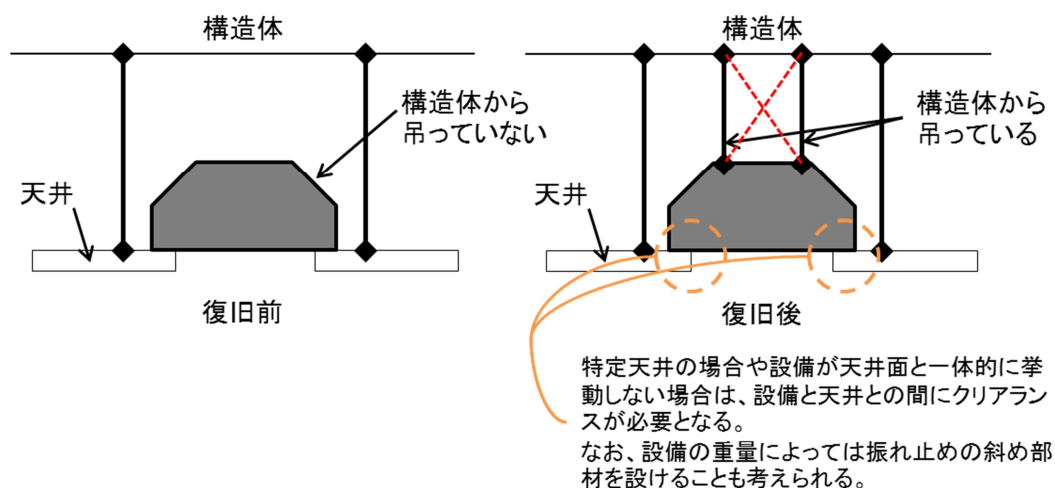


図 24 天井裏の設備の補強例

### 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等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 25 飛散防止フィルム



図 26・写真 44

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<sup>30</sup>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。

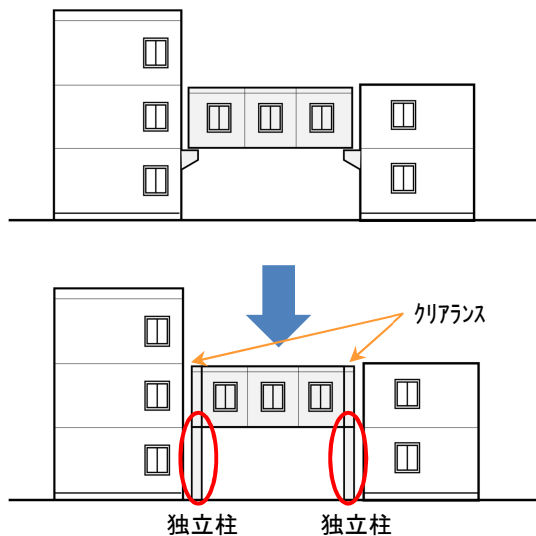


図 27 構造面での対策例 (イメージ)



写真 45 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<sup>31</sup>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

<sup>30</sup> 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

<sup>31</sup> 構造躯体の変形に対し、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。

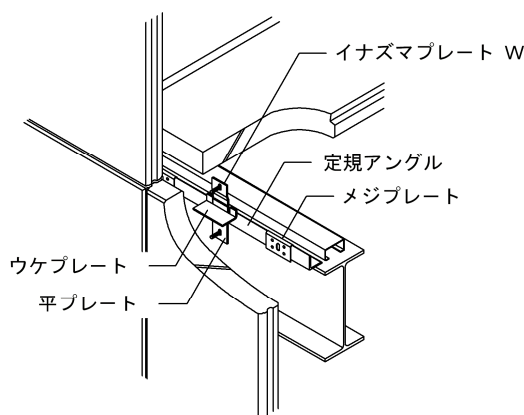


図 28 層間変位追従性が高い取付け例（ロッキング 構法）

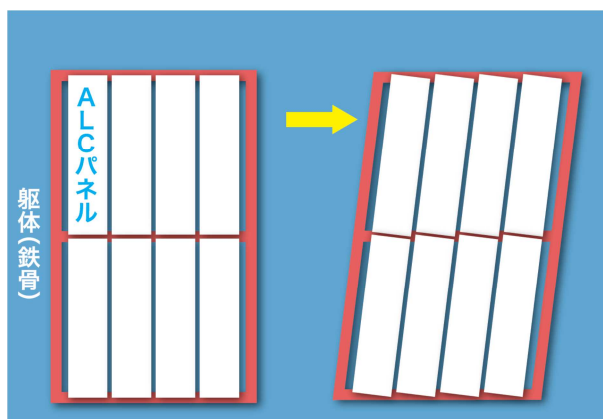


図 29 ロッキング構法の概念図

**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、配筋仕様や構造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<sup>32</sup>。

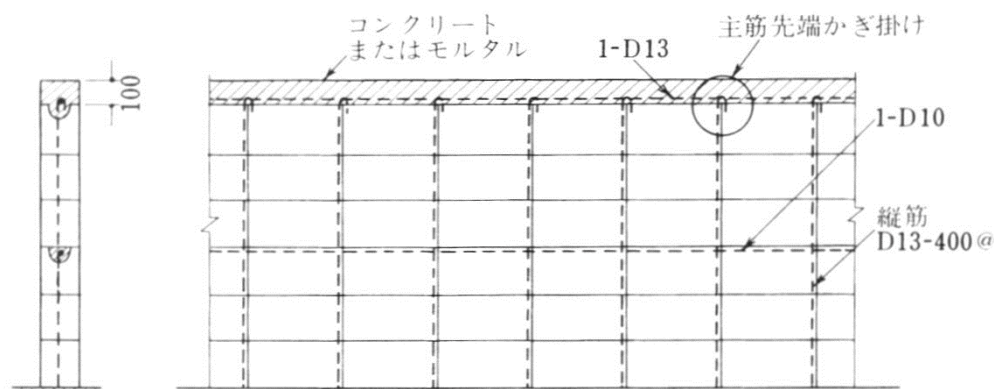


図 30 コンクリートブロック小壁等の配筋例<sup>33</sup>

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（配力筋）が必要である。鉄筋の間隔等の詳細は脚注 33 参照のこと。

<sup>32</sup> 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構造躯体へのアンカー状況について情報が無い場合は、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構造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。

<sup>33</sup> 日本建築学会「壁式構造関係設計規準集・同解説（メーソンリー編）」2006年より

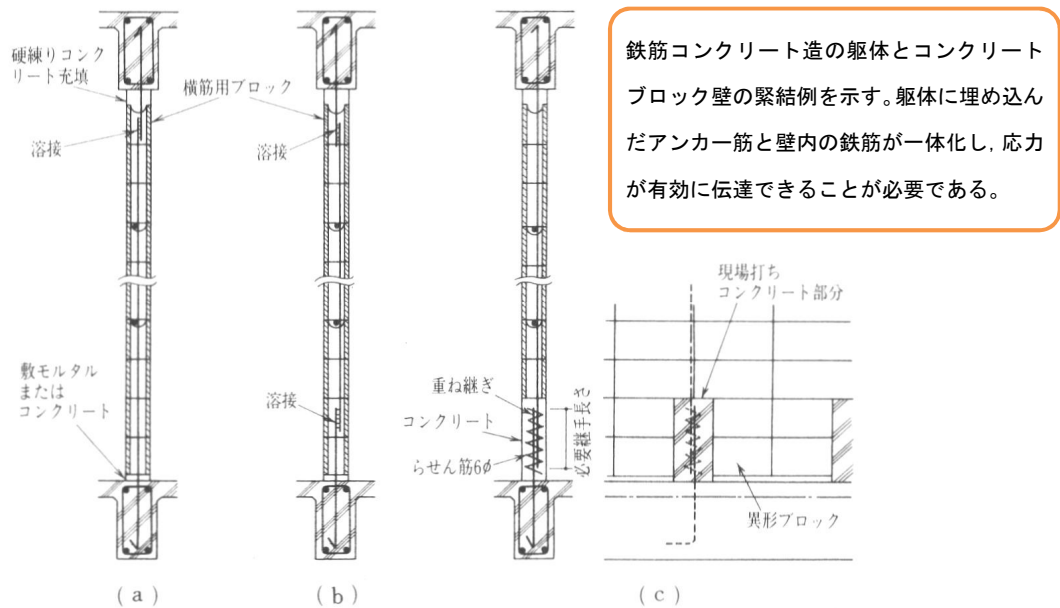


図 31 鉄筋コンクリート造躯体とブロック壁の緊結例（後積みの場合）<sup>34</sup>

### 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<sup>35</sup>を点検する。

<sup>34</sup> 日本建築学会「壁式構造関係設計規準集・同解説（メーソンリー編）」2006年より

<sup>35</sup> 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と同様に留意する必要がある。

##### (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<sup>36</sup>。

<sup>36</sup> 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リング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。



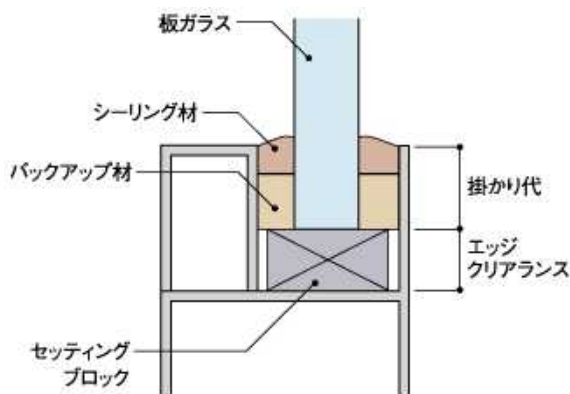


図 32 弾性シーリング材構法

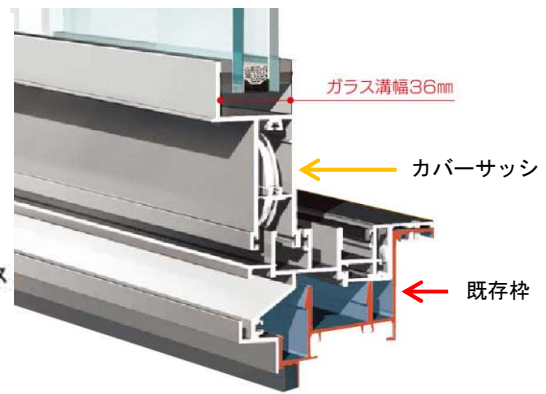


図 33 サッシカバー工法 (模式図)

### 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に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 と同様に留意する必要がある。

##### (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<sup>37</sup>。



写真 46 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)

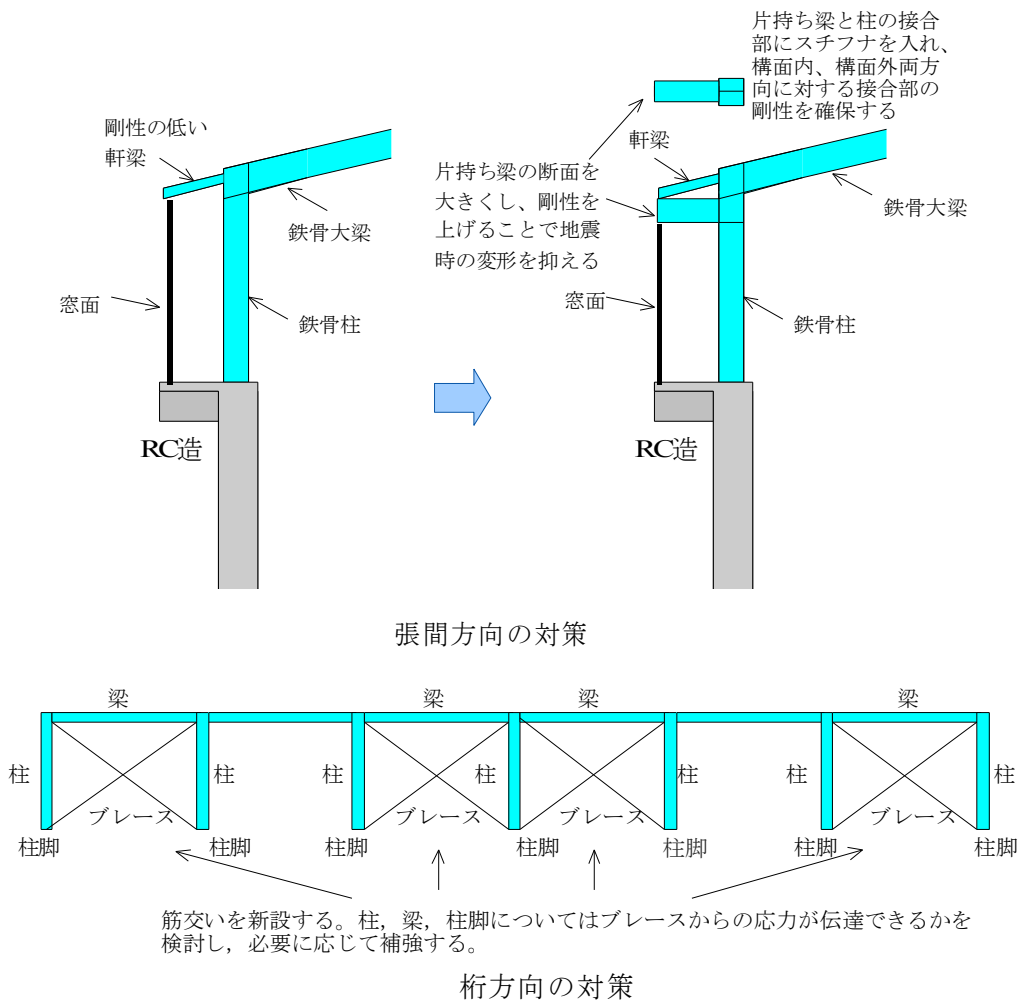


図 34 片持ち構造の屋内運動場等に対する構造面の対策

<sup>37</sup> 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る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 外壁妻壁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、外壁妻壁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<sup>38</sup>。

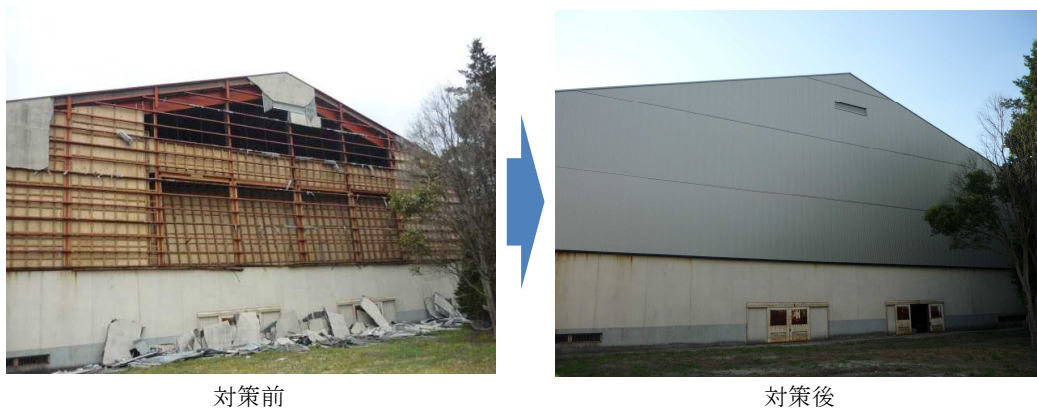


写真 47 外壁のラスシートを金属系サイディングパネルに改修した事例

### 3-4-4 妻壁の 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、妻壁の 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

<sup>38</sup> 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。