

2-2 個別調査・分析の結果（校舎）

- ・本調査は、東日本大震災における被害を踏まえ、個別の被害事例について調査・分析を行うことを通じ、推定される被害原因から具体的な対策手法を検討するために行うものであり、個別の学校の被害に対する原因を特定するためのものではない。
- ・そのため、地方公共団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調査・分析を行い、第3章で示す想定される対策手法を検討したものである。
- ・なお、より詳細な情報を得るために必要に応じて現地調査を行い、その結果を踏まえて調査・分析及び対策手法の提案を行っている。

2-2-1 階高の高い大空間の天井の脱落

（建物概要）

栃木県／中学校／校舎／RC 造 2 階建て／1990 年／多目的室

（被害概要・原因）

- ・1.5 層分の階高を持つ大空間の多目的室の天井が下地材ごと脱落している。当該室の屋根は他の校舎から突出した形になっている。天井の仕様は石膏ボード下地にロックウール吸音板仕上げの在来天井である。屋根形状は緩やかなアーチ状になっている一方で、天井形状は平天井（段差あり）であり、吊り長さが均一ではない。天井面が段差部分で破損したり、壁際で野縁が曲がっていたりしていることから、地震時の天井面の衝突により破損・脱落したものと思われる。



写真 10 階高の高い大空間の天井の脱落

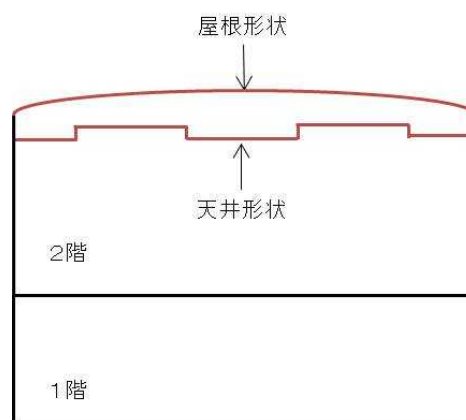


図 19 断面図

2-2-2 折れ曲がり天井の脱落

（建物概要）

宮城県／小学校／校舎／RC 造 2 階建て／1985 年／音楽室

（被害概要・原因）

- ・2 階建て RC 造校舎の 2 階音楽室の折れ曲がり天井が脱落している。天井の仕様は石膏ボード 9mm 捨て張りの上に化粧ロックウール吸音板 19mm である。天井裏には斜め部材などが全くない。天井を取り付けているコンクリートスラブが約 1/30 の勾配を有しており、折れ曲がり方向と直交する方向に吊りボルトの長さが若干違っている。
- ・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と考えられる。



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。
- ・部屋の内部にロ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。ロ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

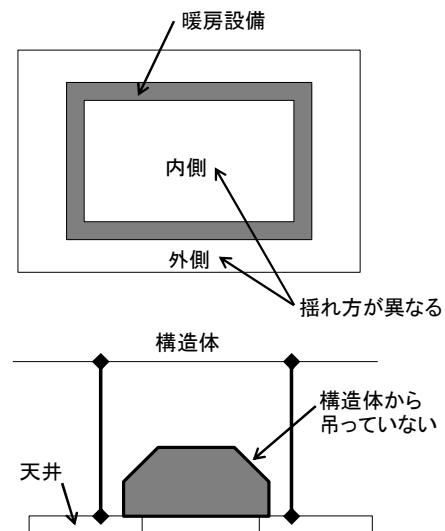


図 20 天井裏の暖房設備の状況

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 階の塔屋に位置し、塔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、渡り廊下の鉄骨梁が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

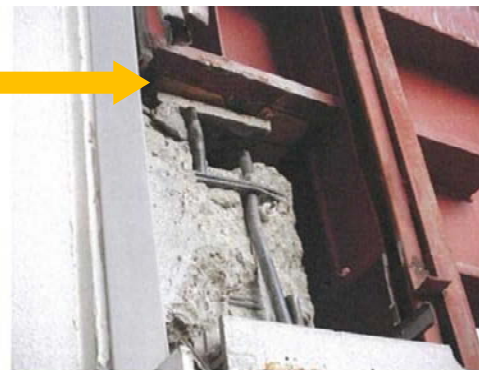


写真 18 アンカーボルトの破断・変形

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、他の部分との挙動の違いが破損部に影響した可能性もあると思われる。1979 年建築の校舎であり、縦壁挿入筋構法で 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 100mm 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

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 造架構に留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 造架構に釘のようなもので数箇所が留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留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。
- ・ 上記は極めて稀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がり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