資料１－１

学校施設における非構造部材の耐震対策の推進に関する調査研究報告書
（素案）

－校舎等における非構造部材の耐震対策について－

【留意点】
・検討中の内容であり、現時点で被害の原因や対策手法等を確定させるものではない。
・今後の検討状況により、変更の可能性がある。

平成２６年　月

学校施設における非構造部材の耐震対策の推進に関する調査研究協力者会議

はじめに

○　学校施設は未来を担う子供たちが集い、いきいきと学び、生活する場であり、また、非常災害時には地域住民を受け入れ、避難生活の拠り所として重要な役割を果たす。だからこそ、学校施設は子供たちをはじめ、そこに集う人たちの安全と安心を十分に確保したものでなければならない。

○　平成 23 年３月に発生した東日本大震災は、広範囲に甚大な被害をもたらした。地震動による建物の被害は、構造体のみならず、天井材や照明器具、内・外装材の落下など非構造部材にまで及び、人命も失われた。学校施設についても多数が被災し、屋内運動場の天井材が全面的に崩落し生徒が負傷するなど人的被害が生じた例もあり、高所からの落下物を防止することの重要性に改めて気づかされた。

○　本協力者会議では、このような問題意識の下、学校施設における非構造部材の耐震対策を一層加速していくための方策等について検討を重ね、平成 24 年度は、致命的な事故が起こりやすい屋内運動場等の天井等落下防止対策を中心に検討を進め、25 年８月には「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」を策定した。さらに、本年度は、校舎等における非構造部材全体の耐震対策について検討を進めている。

○　検討に当たっては、東日本大震災における非構造部材の被害状況について全体像を把握するとともに、特に非構造部材の中でも著しい被害があったものに着目し、可能な限り、具体的な被害要因等を分析した。本報告では、これらの分析を踏まえて現時点で有効と考えられる対策手法を提案するとともに、それらの対策手法等も含め、別冊として、現行の「学校施設の非構造部材の耐震化ガイドブック」等の見直しの方向性についても提言している。

○　首都直下地震や南海トラフ巨大地震など、大地震の発生の切迫性が指摘されている中、いつ起きてもおかしくない状況に備え、構造体のみならず、非構造部材についても一層の対策の推進が求められる。文部科学省においては、速やかに耐震化ガイドブック等の見直しに着手するとともに、各学校設置者においては、本報告及び耐震化ガイドブック等を活用し、非構造部材の耐震対策の取組が一層推進されることを強く願う。

○　なお、本報告は小中学校等を中心に記載しているが、ここで示した基本的考え方や対策手法等は、類似の建物を持つ大学施設や、社会教育施設、社会体育施設等の対策を講じる上でも有効であり、各設置者においては、安全性の強化のために本報告を積極的に活用していただきたい。

目　次

Ⅰ編　学校施設における非構造部材の耐震対策の背景と必要性

第１章　近年の大規模地震による非構造部材の被害と対応

1-1　近年の大規模地震による非構造部材の被害状況

1-2　文部科学省等におけるこれまでの対応

第２章　東日本大震災における非構造部材の被害と対応

2-1　東日本大震災における非構造部材の被害状況

2-1-1　校舎における非構造部材の被害

2-1-2　屋内運動場における非構造部材の被害

2-1-3　武道場における非構造部材の被害

2-2　文部科学省等におけるこれまでの対応

第３章　東日本大震災における屋内運動場等の天井等被害調査の実施

3-1　屋内運動場の天井等被害に関する調査分析の実施

第４章　屋内運動場等の天井等落下防止対策の推進

4-1　天井脱落対策に係る技術基準の制定

4-2　「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」の作成

4-3　屋内運動場等における天井等落下防止対策の推進の要請

Ⅱ編　校舎等における非構造部材の耐震対策について

第１章　東日本大震災における校舎等の非構造部材の被害調査の実施

1-1　調査方法の概要

1-2　全数調査・分析の実施

1-3　個別調査・分析の実施

第２章　東日本大震災における被害状況

2-1　全数調査・分析の結果及び所見

2-1-1　校舎の被害

2-1-2　屋内運動場の被害

2-2　個別調査・分析結果（校舎）

2-2-1　段差・折れ曲がり天井の脱落

2-2-2　階高の高い大空間の天井の脱落

2-2-3　システム天井の脱落

2-2-4　天井裏の設備の脱落

2-2-5　横連窓の障子ごと脱落

2-2-6　渡り廊下における外壁等の脱落

2-2-7　ＡＬＣパネルの脱落
2-2-8　バルコニー先端の RC 造腰壁の傾斜
2-2-9　普通教室のコンクリートブロック間仕切り壁の全面倒壊
2-2-10　ＥＸＰ－Ｊカバーの脱落

2-3　個別調査・分析結果（屋内運動場）
2-3-1　大開口部の硬化性パテ止めされた窓ガラスの破損・脱落
2-3-2　横連窓の大規模な破損・脱落
2-3-3　外壁妻壁のラスシートの全面脱落
2-3-4　妻壁の ALC パネル（縦壁挿入筋構法）の脱落
2-3-5　フレキシブルボードの脱落
2-3-6　妻面内壁（有孔ベニア板）の大規模脱落
2-3-7　内壁ラスモルタルの脱落
2-3-8　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　学校施設の非構造部材が備えるべき性能目標
3-1-2　学校設置者による専門的な点検の実施
3-1-3　老朽改修等と併せた効率的・効果的な対策の実施
3-1-4　構造体と一体的な検討

3-2　対策手法を示すに当たっての留意点

3-3　校舎における非構造部材の耐震対策手法
3-3-1　段差・折れ曲がり天井の脱落防止対策
3-3-2　階高の高い大空間の天井の脱落防止対策
3-3-3　システム天井の脱落防止対策
3-3-4　天井裏の設備の脱落防止対策
3-3-5　横連窓の障子ごと脱落防止対策
3-3-6　渡り廊下における外壁等の脱落防止対策
3-3-7　ＡＬＣパネルの脱落防止対策
3-3-8　バルコニー先端の RC 造腰壁の傾斜防止対策
3-3-9　普通教室のコンクリートブロック間仕切り壁の全面倒壊防止対策
3-3-10　ＥＸＰ－Ｊカバーの脱落防止対策

3-4　屋内運動場における非構造部材の耐震対策手法
3-4-1　大開口部の硬化性パテ止めされた窓ガラスの破損・脱落防止対策
3-4-2　横連窓の大規模な破損・脱落防止対策
3-4-3　外壁妻壁のラスシートの全面脱落防止対策
3-4-4　妻壁の ALC パネル（縦壁挿入筋構法）の脱落防止対策
3-4-5　フレキシブルボードの脱落防止対策

3-4-6　妻面内壁（有孔ベニア板）の大規模脱落防止対策
3-4-7　内壁ラスモルタルの脱落防止対策
3-4-8　軒天井の脱落防止対策

Ⅲ編　今後の推進方策について（P）

第１章　既存施設についての対策の進め方
1-1　・・・・
1-2　・・・・

第２章　新築施設についての対策の進め方
2-1　・・・・
2-2　・・・・

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進め方
3-1　・・・・
3-2　・・・・

Ⅰ編　学校施設における非構造部材の耐震対策の背景と必要性

第１章　近年の大規模地震による非構造部材の被害と対応

1-1　近年の大規模地震による非構造部材の被害状況

・我が国は世界有数の地震国であり、過去にも大きな地震が頻発しており、倒壊、大破など建物構造上の甚大な被害とともに、天井や照明器具等の非構造部材[1]の落下や転倒などによる被害も多発している。

・近年では兵庫県南部地震（平成 7 年）をはじめ、芸予地震（平成 13 年）、新潟県中越地震（平成 16 年 10 月）、福岡県西方沖地震（平成 17 年３月）、新潟県中越沖地震（平成 19 年７月）などにおいて、非構造部材の落下などによる人身被害等が発生しており、平成 17 年に発生した宮城県沖を震源とする地震ではスポーツ施設の天井が全面的に崩落し、35 名の負傷者を出す大惨事になった。

・これらの震災では学校施設においても甚大な被害が発生しており、非構造部材の落下・転倒等の被害により、通常の学校における教育活動はもとより、地域住民の避難所としての使用に耐えない被害により、児童生徒、地域住民に大きな不安を与えた。

・非構造部材は、構造体が致命的な被害に至らない場合であっても、落下・転倒等により児童生徒に多大な障害を与えるおそれがあり、災害時の避難経路確保の観点からも、天井材の落下やガラスの飛散等に対する配慮は重要である。

平成７年１月	兵庫県南部地震	多くの構造体に被害が発生し、非構造部材も様々な被害が発生。非住宅で４万 2,000 棟超に天井被害。
		⇒「建築物の耐震改修の促進に関する法律」の制定等
13 年 3 月	芸予地震	システム天井及び在来工法による天井の天井材が脱落。
		⇒国土交通省がクリアランスの確保等について周知（技術的助言）
15 年 9 月	十勝沖地震	空港ターミナルロビー上部の在来工法による天井が大面積にわたって脱落。
		⇒国土交通省がクリアランス確保等を要請（技術的助言）
16 年 10 月	新潟県中越地震	学校施設において天井や外壁等非構造部材の脱落被害。
17 年 3 月	福岡県西方沖地震	市街地のＳＲＣ造オフィスで窓ガラスが大量に破損及び落下。（ほとんどのガラスが硬化性パテ止め）
17 年 8 月	宮城県沖地震	スポーツ施設の温水プールで天井が大面積で脱落。負傷者 35 名。
		⇒国土交通省が天井の崩落対策の徹底を要請（技術的助言）
19 年 7 月	新潟県中越沖地震	学校施設をはじめ大規模空間における天井が脱落。
20 年 6 月	岩手・宮城内陸地震	・・・・・・・・・

表○：近年の大規模な地震と非構造部材の主な被害（東日本大震災を除く）

[1] 非構造部材とは、構造設計・構造計算の主な対象となる構造体（骨組み）と区分した天井材、照明器具、窓ガラス、外装材、内装材、設備機器、家具等を指す。

全面的な天井材の脱落

照明器具の脱落

ステージ前部の壁の脱落

外造材の損傷

書棚の転倒

窓ガラスの破損

写真○：学校施設における非構造部材の主な被害

1-2　文部科学省等におけるこれまでの対応

・平成 13 年に発生した芸予地震において大空間建築物の天井が落下する被害事例が報告され、国土交通省から技術的助言が示されて以降、文部科学省は、平成 14 年に日本建築学会に委託研究を実施[2]し、国立教育政策研究所文教施設研究センターにおいて耐震対策事例集を作成[3]し、非構造部材の耐震対策の必要性について周知を図ってきた。

・平成 22 年には、非構造部材の耐震点検・対策の考え方や具体的な点検方法等を示した「学校施設の非構造部材の耐震化ガイドブック」（以下「耐震化ガイドブック」という。）を作成し、平成 24 年には、耐震化ガイドブックで示した各点検項目に関する既存事例等を収集した「学校施設の非構造部材の耐震対策事例集」（以下「耐震対策事例集」と

2「学校施設の非構造部材等の耐震点検に関する調査研究」（平成 14 年 3 月　社団法人日本建築学会文教施設委員会文教施設の耐震性能等に関する調査研究小委員会）

3 「学校施設における非構造部材等の耐震対策事例集」（平成 17 年 12 月　国立教育政策研究所文教施設研究センター「学校施設の耐震化の促進に関する調査研究」研究会報告書）

いう。）を作成し、学校設置者に対し非構造部材の耐震対策の推進を働きかけてきた。

第２章　東日本大震災における非構造部材の被害と対応

2-1　東日本大震災における非構造部材の被害状況

・平成 23 年３月に発生した東日本大震災では、多くの建築物において非構造部材の落下等による被害が発生し、死亡・重症といった重大な人身被害も発生した。国土交通省の調査[4]によると、同震災における非構造部材の落下等による重大被害として、配管・空調機器等の建築設備の落下等では、配管の落下やボイラーの転倒により２件３名に被害があった。天井の落下については、天井板、鉄骨等の落下により５件６名、外壁・内壁の落下では、石膏ボード、ALC パネル、モルタル材、土蔵の土壁の落下等により６件６名、屋根ふき材の落下については、瓦の落下により２件２名の計 15 件 17 名の人身被害が確認された。

・一方、同震災では、多くの学校施設においても非構造部材の被害が発生した。学校の校舎についても多数が被災したが、特に、天井高の高い屋内運動場等の天井材が全面的に落下した事象や部分的に落下した事象など落下被害が多くみられた。これらの中には新耐震基準の施設あるいは構造体の損傷が軽微な場合でも大きな被害が生じたものがあり、天井材等の落下により生徒が負傷する人的被害や、学校施設が応急避難場所として使用できない事態も発生した。

・本協力者会議では、同会議の下に天井落下防止対策等検討ワーキンググループ（以下「ＷＧ」という。ＷＧ主査：清家剛東京大学大学院准教授）を設置し、文部科学省保管の平成 23 年度公立学校施設の災害復旧事業計画書等（以下「災害復旧資料」という。）を基に、東日本大震災における非構造部材の被害調査分析を実施した。

・以下は調査の概要であり、屋内運動場の天井等に関する調査結果の詳細は第Ⅱ編に、校舎等における非構造部材に関する調査結果の詳細は第Ⅲ編に記載する。

（調査対象）

・災害復旧資料のうち、小中学校及び高等学校の学校施設の資料を対象。
・校舎の被害については学校単位、屋内運動場及び武道場の被害については棟単位で集計。
・対象都県は青森、岩手、宮城、山形、福島、茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、新潟、山梨、長野、静岡。（第３章、第Ⅱ編の詳細調査は地域を限定）
・校舎の被害については、天井、ガラス、外壁、内壁、エキスパンションジョイント（以下「EXP-J」という。）を対象。
・屋内運動場の被害については、天井、舞台上の内壁、窓ガラス、外壁、内壁、照明器具、運動器具（バスケットゴール等）、軒天を対象。武道場（格技場、卓球場など体育館以外の運動施設を含む）についても、天井、窓ガラス、外壁、内壁、照明、軒天を対象。
・災害復旧資料が提出された学校で津波被害を受けていない学校のうち、非構造部材に何らかの被害があった校舎、屋内運動場、武道場を対象。

4　非構造部材等の落下等による重大被害の再発防止を図ることを目的に、東日本大震災及びその余震における死亡・重症被害について調査。救急による死亡・重症被害の事案について、特定行政庁の建築物情報や消防署の救助情報など関係部局の情報から被害情報を把握した（平成 25 年８月１日付け国土交通省報道発表資料）。

2-1-1　校舎における非構造部材の被害

・校舎における非構造部材の被害について図１に示す。天井の脱落被害は 150 件確認され、また一部破損は 188 件であり、338 件で何らかの被害があり、特別教室、職員室、廊下などで発生している。ガラスの割れは 236 件で見られた。外壁の被害 630 件のうち、一部脱落被害が 21 件、それ以外はクラックが生じた被害である。内壁被害は 821 件であり、その大部分がクラックの発生である。EXP-J の被害は 806 件あった。

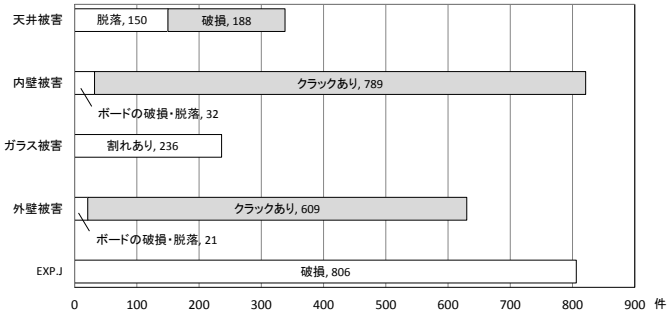


図１　校舎における非構造部材の被害

2-1-2　屋内運動場における非構造部材の被害

・屋内運動場の非構造部材の被害について図２に示す。屋内運動場全 1,553 件のうち、天井[5]の有無について確認できたものは 746 件あり、そのうち、「天井なし」が 550 件、「天井あり」が 196 件であった。天井被害は 152 件であり、「全面脱落」が 25 件、「一部脱落」が 88 件、「破損」が 39 件である。人的被害につながるおそれのある全面脱落及び一部脱落を合わせると 113 件であり、天井被害の 74.3%を占める。

・屋内運動場の舞台上の壁は脱落すると人的被害につながる危険性があり、過去の地震で脱落していることが報告されている。今回は舞台上部の壁の脱落は 14 件と比較的少なかった。

・ガラス被害は 220 件で見られ、うち可動サッシでのガラスの割れが 142 件と最も多く、障子ごと脱落した被害も 34 件で見られた。外壁の被害は 379 件と多く、そのうち脱落被害は 97 件であった。

・アリーナの照明脱落被害は 72 件で見られた。運動器具の脱落は見られなかったが、一部は破損していた。軒天については 79 件で脱落していた。

[5] 本調査における「天井」は吊り天井を指し、直天井や野地板のみの場合は「天井なし」とした。また、本調査における天井は屋内運動場のアリーナの天井のみを対象としている。

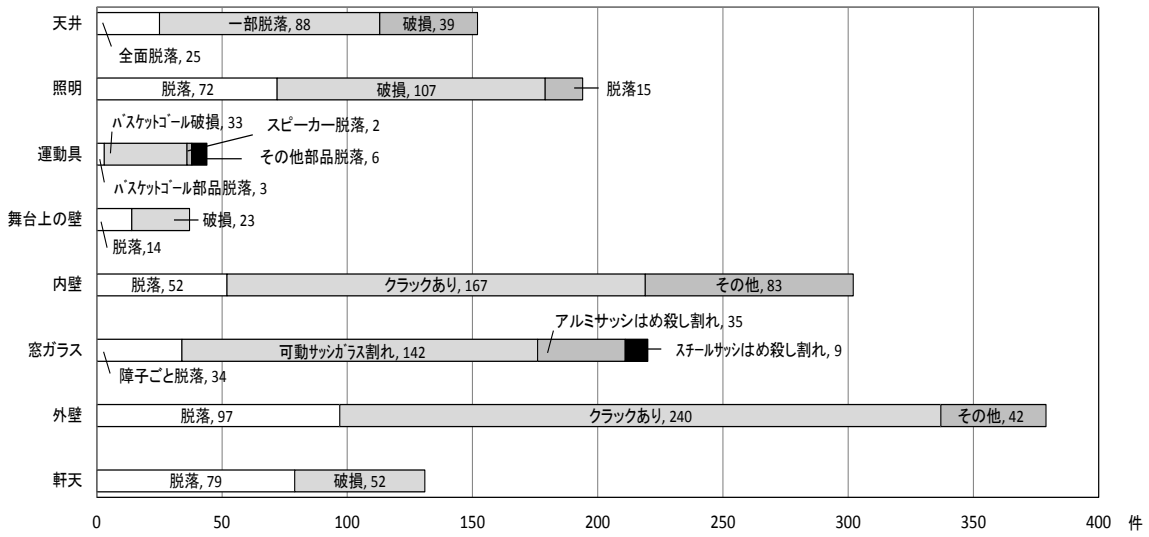


図２　屋内運動場における非構造部材の被害

2-1-3　武道場における非構造部材の被害

・武道場における非構造部材の被害を図３に示す。武道場の天井は「全面脱落」が 3 件、「一部脱落」が 36 件、「破損」が 18 件の合計 57 件の被害があった。武道場は内部を和風の仕上げにすることが多く、屋内運動場と比し、天井を設けている傾向があるが、高さが６ｍを下回るものでも脱落している。

・その他、照明が 20 件、内壁が 14 件、窓ガラスが 16 件といった被害となり、天井の被害がもっとも多いことが特徴である。

・

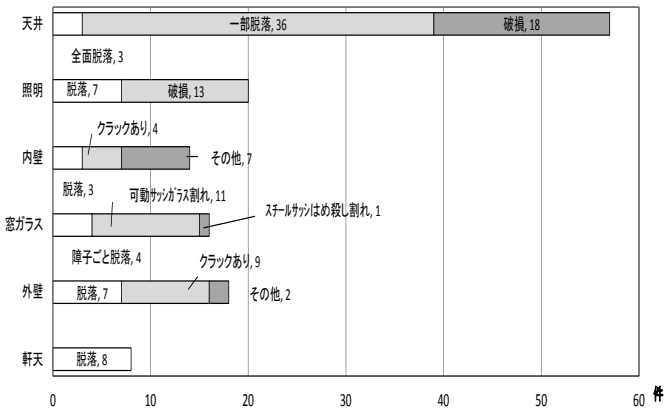


図３　武道場の非構造部材の被害

2-2　文部科学省等におけるこれまでの対応

・文部科学省では、東日本大震災の被害を踏まえて有識者会議を開催し、平成 23 年７月に「東日本大震災の被害を踏まえた学校施設の整備について」とする緊急提言を取りまとめた。その中で、構造体の耐震化だけでなく、非構造部材の耐震対策も速やかに実施する必要があること、特に、致命的な事故が起こりやすい屋内運動場の天井材、

照明器具等の落下防止対策を進める必要があること等を提言した。また、こうした提言も踏まえ、平成 24 年度には、非構造部材の耐震対策や避難所としての防災機能強化などの財政支援制度を新たに設けるなど、学校設置者における取組の推進に取り組んできた。

・さらに、学校施設における非構造部材の耐震対策を一層加速していくための方策等について検討するため、平成 24 年５月に本協力者会議を開催し、順次、検討の成果を取りまとめてきたところである。

・一方で、平成 25 年４月現在、公立小中学校における非構造部材の耐震対策実施率（人に重大な被害を与える恐れがある箇所について、耐震対策を実施しているかを調査）は 60.2%[6]と、構造体の耐震化[7]と比べ非構造部材の耐震対策の取組は遅れている状況であり、これまでの震災による被害等を教訓に、学校設置者の取組をより一層推進していくことが必要である。

---

[6] 調査対象は学校施設の非構造部材（天井材・照明器具・窓ガラス・外装材・内装材・設備機器・家具等）全体から、屋内運動場・武道場・講堂及び屋内プールの吊り天井・照明器具・バスケットゴールを除いたもの（これらについては別項目で調査）。

[7] 公立学校施設の耐震化率（平成 25 年４月現在）は、小中学校 88.9%、幼稚園○%、高等学校○%、特別支援学校○%となっており、このうち、公立小中学校については、平成 25 年度末には約○%まで進捗する見込みである。国立学校施設の耐震化率（平成 25 年５月現在）は・・・・・、私立学校施設の耐震化率は、幼稚園から高等学校の耐震化率（平成 25 年４月現在）が○%、大学等の耐震化率（平成 25 年５月現在）が○となっている。（P）

第３章　-東日本大震災における屋内運動場等の天井等被害調査の実施

3-1　屋内運動場の天井等被害に関する調査分析の実施

・WGで実施した調査結果のうち、屋内運動場の天井について、経年や構造との相関等の分析について言及。

※昨年度からの検討対象となっていたものはⅠ編、新たな検討対象はⅡ編

（窓ガラスや外装材、内装材等についてはⅡ編で言及）

⇒ＷＧで整理中

第４章　屋内運動場等の天井等落下防止対策の推進

4-1　天井脱落対策に係る技術基準の制定

・東日本大震災において、多数の建築物において天井が脱落し、かつてない規模で甚大な被害が生じたことを踏まえ、国土交通省では、地震時等における天井脱落への対策を強化することを趣旨とし、建築基準法施行令の一部を改正する政令（平成 25 年政令第 217 号）を平成 25 年７月に、同政令に基づく天井脱落対策関連告示（以下「技術基準」という。）を同年８月に公布し、同年９月には、技術基準に伴う解説書及び設計例を作成し公表した。平成 26 年４月には、天井に関する技術基準が施行され、建築物を建築する際には当該基準への適合が義務づけられることとなる。

4-2　「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」の作成

・本協力者会議では、こうした技術基準の検討を踏まえ、非構造部材の耐震対策のうち、天井高の高い屋内運動場等の天井等については、落下した場合に致命的な事故につながるおそれが大きいこと等、被害の影響度等を十分に考慮し、緊急性をもって優先的に対策を講じる必要があるという視点に立ち、昨年度より、屋内運動場等の天井等落下防止対策を中心に検討を進め、平成 24 年９月には「学校施設における天井等落下防止対策の推進に向けて」（中間まとめ）を取りまとめ、既存の屋内運動場等の天井等の総点検と落下防止対策の速やかな実施を求めるとともに、対策を推進するために国及び学校設置者等において講ずべき方策等について提言した。

・同中間まとめでは、各学校設置者が所管する学校施設の総点検及び対策の強化を円滑に推進することができるよう、天井等落下防止対策の具体的な手順等を示した手引を策定するよう求めており、本協力者会議における議論を踏まえ、平成 25 年８月、文部科学省は「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」を作成・公表した。

・同手引は、既存の屋内運動場等の吊り天井等について、点検と対策の手順や内容等をわかりやすく解説したものであり、

○対策工事の要否を迅速かつ効率的に判断するため、詳細な実地診断等を行わずとも、対策の検討に着手できるフローチャートを提示したこと、

○①天井撤去、②補強による耐震化、③撤去及び再設置、④落下防止ネット等の設置といった手法を示しつつ、確実な安全確保方策として「天井撤去を中心とした対策の検討」を促したものであること

などを特長としている。

「学校施設における天井等落下防止対策の推進に向けて」(中間まとめ)(平成24年７月)
http://www-mext-go-jp/b_menu/shingi/chousa/shisetu/025/toushin/1325217-htm

「校施設における天井等落下防止対策のための手引」（平成25年８月）
http://www-mext-go-jp/b_menu/houdou/25/08/1338394-htm

学校施設における天井等落下防止対策のための手引（概要）

平成２５年８月　文部科学省

■背景

・東日本大震災では、非構造部材で甚大な被害が生じ、学校の屋内運動場等の天井材が全面落下した事象等が多数発生。

・昨年５月以降、有識者会議※で屋内運動場等の天井等の落下防止対策を中心に検討。同年９月、全国の学校設置者に対し天井等の総点検及び対策を要請。

・国土交通省において、建築基準法施行令等を改正し、吊り天井に関する技術基準を制定（平成25年８月公布、26年４月施行）。

※「学校施設における非構造部材の耐震対策の推進に関する調査研究協力者会議」（主査：岡田恒男 日本建築防災協会理事長）

「技術基準」を踏まえ、既存の屋内運動場等の吊り天井等について、点検と対策の手順や内容等をわかりやすく解説した手引を作成。

■主な内容

第１章　屋内運動場等における天井等落下防止対策の考え方

・致命的な事故が起こりやすい屋内運動場等の天井等は緊急性をもって優先的に対策を実施。
・構造体の耐震化が図られている施設であっても天井等の落下防止対策が必要。

第２章　天井等総点検用マニュアル

☆対策工事の要否を迅速かつ効率的に判断するため、詳細な実地診断等を行わずとも対策の検討に着手できるフローチャートを提示

第１節　天井の耐震点検と対策の実施

○天井の耐震点検から対策の実施までの手順を５つのステップに分けて解説。

（天井の耐震性に関する基本項目）
・壁際のクリアランス（隙間）の有無
・天井の耐震措置に関する特記事項の有無
・斜め部材の有無
・屋根形状と天井形状の比較による吊り長さの違い

→ 外観からの目視等により大半が点検可能

○①天井撤去、②補強による耐震化、③撤去及び再設置、④落下防止ネット等の設置という手法を示しつつ、確実な安全確保方策として**「天井撤去を中心とした対策の検討」**を要請。

○天井撤去と併せて断熱・吸音等の工夫を施したケーススタディも提示。

天井撤去後の屋根面に吹付け材を塗布し断熱性能等を確保

第２節　照明器具・バスケットゴール等の取付部分との耐震点検と対策の実施

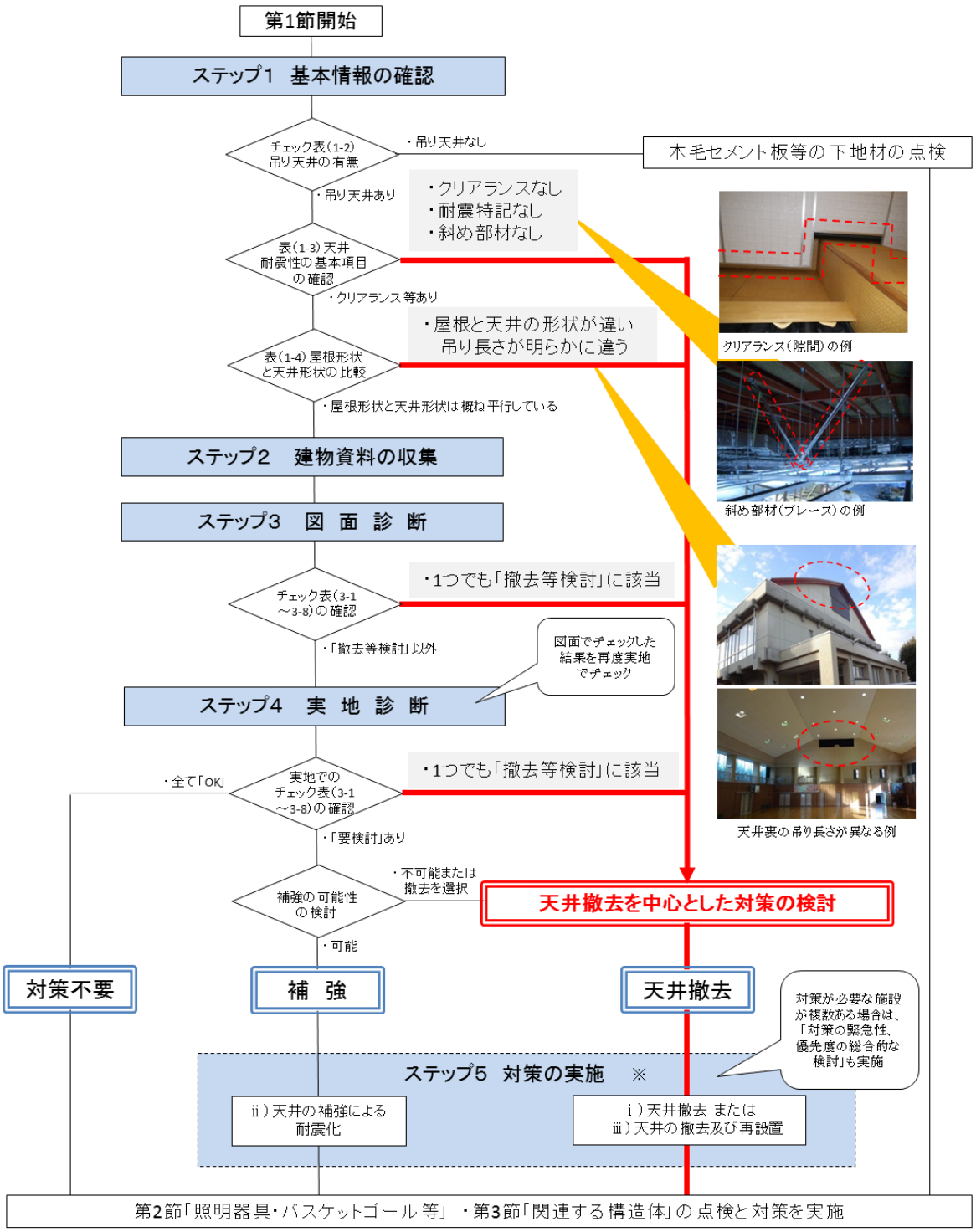
第３節　関連する構造体の耐震点検と対策の実施

・第2節、第3節の耐震点検と対策は、吊り天井の有無にかかわらず実施する。

第３章　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の活用

○二次災害防止の観点等から震災後の余震に備えた緊急点検チェックリストを提示。

図○　「学校施設における天井等落下防止対策のための手引」（概要）



図○　「天井等総点検用マニュアルの全体概要（フローチャート）」（簡略版）

4-3　屋内運動場等における天井等落下防止対策の推進の要請

・文部科学省では、技術基準及び手引を踏まえ、同年８月に、全国の学校設置者に対して、既存の屋内運動場等の天井等落下防止対策の一層の推進を図るよう要請し、公立及び国立学校施設については、平成２７年度までの対策の完了を要請したところである。なお、私立学校についても、公立及び国立学校施設の取組の状況を踏まえ、早期の対策の完了を要請している。

・また、同省では、学校設置者が行う非構造部材の耐震対策に対して財政的な支援を行うとともに、天井等落下防止対策の実証的研究を行う先導的開発事業の実施、天井等落下防止対策のための講習会の開催による天井等落下防止対策アドバイザーの養成・活用など、取組の加速化に向けた支援を実施している。

・一方、平成25年５月現在、公立小中学校施設のうち、吊り天井を有する屋内運動場等は、6,554棟（屋内運動場等の全棟数34,438棟のうち約19%を占める）あることが判明しており、これらをはじめ、全国における屋内運動場等の吊り天井等の耐震対策を一層加速し、児童生徒等の安全を速やかに確保することが必要である。

・このため、各学校設置者の天井等落下防止対策の取組が一層推進されるよう、引き続き、文部科学省において学校設置者の意識の醸成を図る取組を進めるとともに、国の財政支援制度の積極的な活用を促進することが必要である。また、現在、本協力者会議が検討している「屋内運動場等における天井等落下防止対策事例集」（仮称）についても、手引と併せて周知を図ることにより、対策の検討を促進することが必要である。

学校設置者に対する対策加速化の要請（平成25年８月７日通知）

１．屋内運動場等の天井等の総点検の実施

（天井）

○学校施設の中でも、屋内運動場、武道場、講堂、屋内プールの天井については、特定天井に加え、①高さが６ｍを超える天井、②水平投影面積が２００㎡を超える天井のいずれかに該当する天井も全て総点検を実施すること。

（照明器具、バスケットゴールなど）

○上記４施設の照明器具、バスケットゴール等は、吊り天井の有無に関わらず、総点検を実施すること。

○鉄骨屋根定着部コンクリート、水平ブレースの接合部等の点検も実施に努めること。

２．屋内運動場等の天井等の落下防止対策の実施

（天井）

○児童生徒等の安全に万全を期す観点から、天井撤去を中心とした対策を検討すること。
撤去に伴い使用に影響を及ぼすことのないよう、断熱・音響等の対策を実施すること。

○現在進行中の事業については、竣工と同時に既存不適格となることから、天井を設置しない又は軽量の天井にするなど、設計変更等を検討すること。

（照明器具、バスケットゴールなど）

○照明器具、バスケットゴール等は、総点検の結果を踏まえ、必要な落下防止対策を実施すること。

○鉄骨屋根定着部コンクリート、水平ブレースの接合部等の耐震対策について検討し実施に努めること。

３．屋内運動場等以外の施設の天井

○玄関ホール、多目的スペース、図書室、食堂等の特定天井についても速やかに点検し対策を講じること。

公立・国立学校施設における屋内運動場等の天井等落下防止対策については、平成２７年度までの速やかな完了を目指し取組を加速するよう改めて要請

図○　天井等落下防止対策の推進を要請する通知（概要）

Ⅱ編　校舎等における非構造部材の耐震対策について

第１章　東日本大震災における校舎等の非構造部材の被害調査の実施

1-1　調査方法の概要

・序編で述べたとおり、東日本大震災においては非構造部材の被害が甚大であり、様々な特長的な被害がみられたことから、これら被害事例から得られる知見を整理し、今後の対策に生かすとともに、耐震化ガイドブックや耐震対策事例集の改善・充実を図ることを目的とし、本協力者会議において、更なる被害調査・分析を進めることとした。

・調査分析の進め方は、以下のとおりである。

■全数調査・分析

被害の程度や特徴等の把握、構造被害との関係等の把握を目的とし、ある程度事例数が多くデータ分析が可能なものについて災害復旧資料に基づき被害状況を整理・分析

■個別調査・分析

具体的な対策手法の検討を目的とし、被害程度が著しい事例を個々に収集し、詳細な図面・写真等により分析。必要に応じ、現地調査を実施

・なお、調査・分析については、設計図書や被害写真等から読み取れる範囲において検討したものであり、推測している部分も含まれる。

<table>
<tr><th colspan="3">被害状況の概要</th><th>全数調査・分析</th><th>個別調査・分析</th></tr>
<tr><td rowspan="5">校舎</td><td>天井</td><td>脱落 150 件
破損 188 件</td><td>脱落 150 件の全数を調査・分析
構造被害との相関についても分析</td><td>段差・折れ曲がり天井の脱落事例
大空間天井の脱落事例
システム天井の脱落事例　　等</td></tr>
<tr><td>窓ガラス</td><td>割れ 236 件</td><td rowspan="2">－　全数調査・分析までは実施せず</td><td>大開口部のはめ殺し窓の破損事例
横連窓の障子ごと脱落事例</td></tr>
<tr><td>外壁</td><td>破損・脱落 21 件
クラック 609 件</td><td>ALC パネルの損傷事例
コンクリートの腰壁の傾斜事例</td></tr>
<tr><td>内壁</td><td>破損・脱落 32 件
クラック 789 件</td><td>コンクリートブロック壁脱落 12 件を調査・分析</td><td>構造体に緊結されていないコンクリートブロック壁の脱落事例</td></tr>
<tr><td>EXPJ</td><td>破損 806 件</td><td>－　全数調査・分析までは実施せず</td><td>EXPJ カバーの脱落事例</td></tr>
<tr><td rowspan="7">屋内運動場</td><td>天井</td><td>全面脱落 25 件
一部脱落 88 件
破損 39 件</td><td>構造被害との相関を分析（第Ⅰ編）</td><td rowspan="3">－　昨年度、手引の検討の際に対策手法等を検討済み</td></tr>
<tr><td>照明</td><td>脱落 72 件
脱落 15 件
破損 107 件</td><td rowspan="2">－　全数調査・分析までは実施せず</td></tr>
<tr><td>運動器具</td><td>脱落 11 件
破損 33 件</td></tr>
<tr><td>窓ガラス</td><td>障子ごと脱落 34 件
割れ 142 件
はめ殺し 44 件</td><td>障子ごと脱落 34 件中、25 件を調査・分析
※詳細に調査可能な資料があるもの等を調査</td><td>大開口部のはめ殺し窓の破損事例
横連窓のサッシ枠の外れ事例　等</td></tr>
<tr><td>外壁</td><td>脱落 97 件
クラック等 282 件</td><td>脱落 97 件中、外壁モルタル脱落 28 件を調査・分析※詳細に調査可能な資料があるもの等を調査</td><td>ラスモルタルの脱落事例
ALC パネルの脱落事例　　等</td></tr>
<tr><td>内壁</td><td>脱落 66 件
クラック等 273 件</td><td>脱落 66 件中、内壁妻面脱落 30 件を調査・分析※詳細に調査可能な資料があるもの等を調査</td><td>内壁ボードの脱落事例
内壁モルタルの脱落事例</td></tr>
<tr><td>軒天井</td><td>脱落 79 件
破損 52 件</td><td>－　全数調査・分析までは実施せず</td><td>軒天ボードの脱落事例</td></tr>
</table>

※武道場は屋内運動場により傾向を把握できると判断し調査を省略

表○　調査・分析の全体像

1-2　全数調査・分析の実施

・序編で述べた被害調査を母数とし、校舎と屋内運動場とを別にして入力し、傾向の分析を試みた。なお、武道場は屋内運動場により傾向を把握できると判断し追加調査を省略した。

・各被害事例の調査・分析の内容については、被害事例ごとに母数が異なることから、それぞれ調査目的や調査内容が異なっている。母数が多い被害事例は、非構造部材の被害の傾向や構造体の被害との相関等を調査・分析している。母数が少ない被害事例は、非構造部材の被害の状況のみを調査し、その範囲における被害の傾向を分析している。

・校舎の天井被害については、非構造部材に何らかの被害があった校舎のうち、天井の脱落被害のあった 150 件全てを調査した。

・校舎の天井以外の被害については、被害程度が著しい事例（被害件数が多い又は被害が発生した場合に児童生徒に及ぶ危険性が高い事例で、特に注意喚起を要する被害と思われる事例）に限定して調査することとし、コンクリートブロック壁の脱落被害 12 件を調査した。

・屋内運動場の天井被害については、非構造部材に何らかの被害があった屋内運動場のうち、無被害の事例も含め天井が設置されていた 196 件全てを調査した。

・屋内運動場の天井以外の被害については、非構造部材に何らかの被害があった屋内運動場のうち、窓ガラスの被害のあった 218 件、外壁の脱落があった 97 件、内壁の脱落があった 66 件全てを調査した。

・また、別途、校舎と同様に被害程度が著しい事例に限定して、窓ガラスでの障子ごとの脱落被害 25 件、外壁モルタルの脱落被害 28 件、内壁妻面の脱落被害 30 件を調査した。

<table>
<tr><td rowspan="4">校舎</td><td rowspan="2">天井</td><td>【天井脱落 150 件全てを調査】</td></tr>
<tr><td>（目　　的）被害の相関を分析
（調査内容）天井の形状、形式、仕様、被害等を調査。構造被害等を調査</td></tr>
<tr><td rowspan="2">天井以外</td><td>【コンクリートブロック壁の被害 12 件を調査】</td></tr>
<tr><td>（目　　的）被害の状況を分析
（調査内容）建築年、被害の発生した室、コンクリートブロックの緊結状況等を調査</td></tr>
<tr><td rowspan="5">屋内運動場</td><td rowspan="2">天井
（Ⅰ編）</td><td>【天井が設置されていた 196 件全てを調査（無被害※の事例も含め調査）】</td></tr>
<tr><td>（目　　的）被害の相関を分析
（調査内容）天井の被害程度を調査。構造被害等を調査</td></tr>
<tr><td rowspan="3">天井以外</td><td>【ガラスの被害 218 件、外壁の脱落 97 件、内壁の脱落 66 件全てを調査】</td></tr>
<tr><td>（目　　的）被害の相関を分析
（調査内容）天井の被害程度を調査。構造被害等を調査</td></tr>
<tr><td>【障子ごと脱落 25 件、外壁モルタルの脱落 28 件、内壁妻面の脱落 30 件を調査】
（目　　的）被害の状況を分析
（調査内容）建築年、被害規模等を調査</td></tr>
</table>

※天井が設置されていて震動被害がなかった屋内運動場の全てが含まれるものではない

表○　全数調査・分析の全体像

1-3　個別調査・分析の実施

・具体的な対策手法の検討を目的とし、東日本大震災における学校施設の被害事例の中から、全数調査結果や具体的な被害事例を確認した結果、非構造部材の被害程度が著

しい事例（被害件数が多い又は被害が発生した場合に児童生徒に及ぶ危険性が高い事例で、特に注意喚起を要する被害と判断した事例）について、設計図書や被害写真等の詳細な資料を基に、被害の原因等を一定程度分析した上で、想定される対策手法等の検討を行った。また、必要に応じ、現地調査を実施し、被害要因等について情報を収集した上で再度分析を行った。

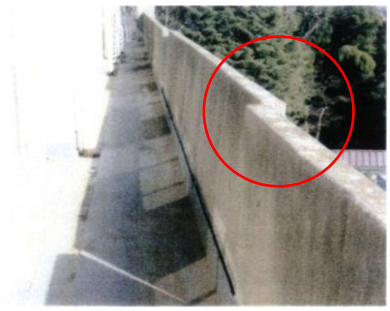
・調査・分析を行った被害事例は 34 件で、概要は以下の通りである。その中から被害事例として重複するもの、資料の制約上十分に調査・分析ができなかったものを除き、本報告書では 18 件について被害原因及び想定される対策手法等を掲載している。

報告書掲載事例		被害部位		被害概要	被害写真
○	1	校舎	天井	音楽室における折れ曲がり天井の脱落 ・所在地：宮城県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1985 年 ・室　名：音楽室	
	2	校舎	天井	音楽室における折れ曲がり天井の脱落 ・所在地：茨城県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1981 年 ・室　名：音楽室	
○	3	校舎	天井	階高の高い大空間の天井の脱落 ・所在地：栃木県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1990 年 ・室　名：多目的室	
	4	校舎	天井	階高の高い大空間の天井の脱落 ・所在地：宮城県 ・構　造：S 造 ・建築年：1994 年 ・室　名：遊戯室	

表○　個別調査・分析の調査事例一覧

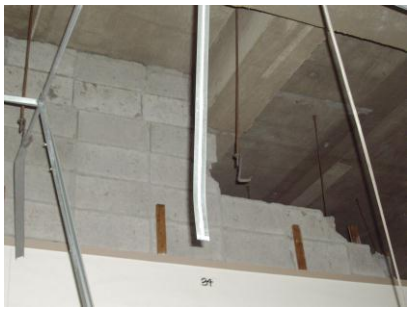
	5	校舎	天井	大空間の天井の脱落 ・所在地：福島県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1964～66 年 ・室　名：視聴覚室	
○	6	校舎	天井	システム天井の脱落 ・所在地：福島県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1976、78 年 ・室　名：普通教室等	
	7	校舎	天井	システム天井の脱落 ・所在地：福島県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1982 年 ・室　名：廊下	
	8	校舎	天井	廊下の在来天井の脱落 ・所在地：福島県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1988 年 ・室　名：廊下	
	9	校舎	天井	普通教室の在来天井の脱落 ・所在地：福島県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1985 年 ・室　名：普通教室	
	10	校舎	天井	特別教室の在来天井の脱落 ・所在地：宮城県 ・構　造：S 造 ・建築年：1979 年 ・室　名：美術室	

表○　個別調査・分析の調査事例一覧

○	12	校舎	天井	天井裏の設備の脱落 ・所在地：宮城県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1985 年 ・室　名：理科室等	
	13	校舎	窓ガラス	はめ殺し窓の破損 ・所在地：宮城県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1975 年	
○	14	校舎	窓ガラス	横連窓の障子ごと脱落 ・所在地：宮城県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1990 年 ・室　名：音楽室	
○	15	校舎	外壁	渡り廊下における外壁等の脱落 ・所在地：宮城県 ・構　造：RC 造（校舎）、 S 造（渡り廊下） ・建築年：1991 年	
○	16	校舎	外壁	ALC パネルの損傷 ・所在地：宮城県 ・構　造：S 造 ・建築年：1979 年	
○	17	校舎	外壁	バルコニー先端の RC 造腰壁の傾斜 ・所在地：茨城県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1975 年	

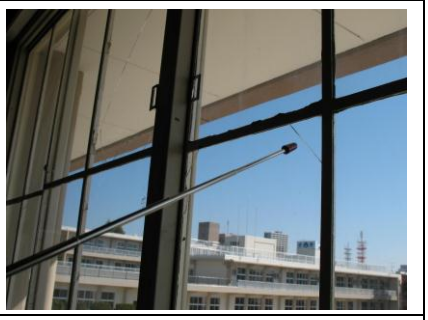
※No11 は欠番

表○　個別調査・分析の調査事例一覧

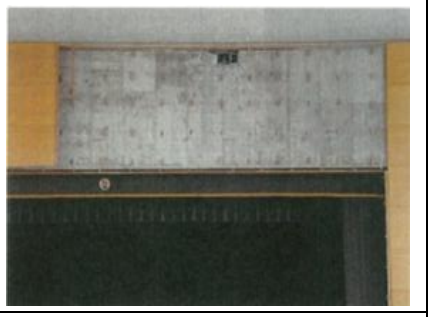
○	18	校舎	内壁	普通教室のコンクリートブロック間仕切り壁の全面倒壊 ・所在地：茨城県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1981 年	
	19	校舎	内壁	トイレのコンクリートブロック間仕切り壁の一部脱落 ・所在地：栃木県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1974 年	
○	20	校舎	EXPJ	エキスパンションジョイントカバーの脱落 ・所在地：宮城県 ・構　造：RC 造 ・建築年：1974 年	
○	22	屋内運動場	窓ガラス	大開口部の硬化性パテ止めされた窓ガラスの破損・脱落 ・所在地：茨城県 ・構　造：RS 造 ・建築年：1973 年	
	23	屋内運動場	窓ガラス	大開口部の硬化性パテ止めされた窓ガラスの破損・脱落 ・所在地：茨城県 ・構　造：R 造 ・建築年：1975 年	
○	24	屋内運動場	窓ガラス	横連窓の大規模な破損・脱落 ・所在地：茨城県 ・構　造：RS 造 ・建築年：1987 年	

※No21 は欠番

表○　個別調査・分析の調査事例一覧

	25	屋内運動場	窓ガラス	横連窓の大規模な破損・脱落 ・所在地：福島県 ・構　造：R 造（P） ・建築年：1988 年	
	26	屋内運動場	窓ガラス	硬化性パテを使用した窓ガラスの破損 ・所在地：福島県 ・構　造：R 造 ・建築年：1961 年	
○	27	屋内運動場	外壁	外壁妻壁のラスシートの全面脱落 ・所在地：宮城県 ・構　造：SRC 造 ・建築年：1980 年	
○	28	屋内運動場	外壁	妻壁の ALC パネル（縦壁挿入筋構法）の脱落 ・所在地：宮城県 ・構　造：R 造（P） ・建築年：1982 年	
○	29	屋内運動場	外壁	フレキシブルボードの脱落 ・所在地：茨城県 ・構　造：RS 造 ・建築年：1973 年	
○	30	屋内運動場	内壁	妻面内壁(有孔ベニヤ板)の大規模脱落 ・所在地：福島県 ・構　造：RS 造 ・建築年：1976 年	

表○　個別調査・分析の調査事例一覧

	31	屋内運動場	内壁	内壁ボードの脱落 ・所在地：宮城県 ・構　造：R 造 ・建築年：1999 年	
	32	屋内運動場	内壁	内壁ボードの脱落 ・所在地：宮城県 ・構　造：R 造 ・建築年：1999 年	
○	33	屋内運動場	内壁	内壁ラスモルタルの脱落 ・所在地：福島県 ・構　造：R 造 ・建築年：1961 年	
	34	屋内運動場	軒天井	軒天井の脱落 ・所在地：宮城県 ・構　造：R 造 ・建築年：1999 年	
○	35	屋内運動場	軒天井	軒天井の脱落 ・所在地：福島県 ・構　造：R 造（P） ・建築年：1988 年	
	36	屋内運動場	軒天井	軒天井の脱落 ・所在地：茨城県 ・構　造：RS 造 ・建築年：1973 年	

表○　個別調査・分析の調査事例一覧

第２章　被害調査結果

2-1　全数調査・分析の結果及び所見

・被害程度が著しい事例として、校舎のコンクリートブロック壁の被害 12 件、屋内運動場のガラス窓での障子ごと脱落 25 件、外壁モルタルの脱落 28 件、内壁妻面の脱落 30 件については、注意喚起や対策が必要な対象建築物の傾向を明らかにするため、データ分析を用いて建築物の耐震性の有無や経年の状況等と被害状況の相関を調査・分析している。

2-1-1　校舎の被害

a）天井　⇒ＷＧ整理中

b）天井以外

校舎のコンクリートブロック壁の被害【精査中】

（調査結果）

・コンクリートブロック壁の脱落被害 12 件のうち、新耐震基準（耐震補強済みを含む。以下同じ。）は３件（25%）、旧耐震基準は９件（75%）であった。また、建築後 25 年以上経過している老朽施設[8]、非老朽施設の別については、全て老朽施設であった。

・被害の発生した場所は、教室等が５件（約 42%）、便所等が７件（約 58%）であった。また、脱落被害 12 件のうち 10 件（約 83%）が天井裏のコンクリートブロックが脱落した被害であった。

・被害の状況については、脱落被害 12 件のうちコンクリートブロック壁と周囲との緊結がなかったものは 10 件（約 83%）であった。なお、周囲と緊結されていたものは３件（緊結の有り、無しの両方の被害を含む事例（２件）はダブルカウントしている。以下同じ。）、緊結状況が不明なものは１件であった。

（調査結果に対する所見）

・コンクリートブロック壁の脱落被害 12 件のうち、全てが老朽施設であったことから、建築後 25 年以上経過した建物のコンクリートブロック壁は注意が必要である。

・被害の発生した場所については、教室等が約 42%となっており便所等比較すると低くなっているが、室の用途を鑑みると１日の大半の時間を過ごす教室等に一層の注意が必要であると考えられる。

・被害の状況については、脱落被害 12 件のうちコンクリートブロック壁と周囲との緊結がなかったものが 10 件（約 83%）であったことから、コンクリートブロック壁と周囲を鉄筋等で緊結する必要があるが、周囲との緊結があったにもかかわらず脱落したものも３件あったことから、配筋の間隔等に配慮し適切に緊結する必要がある。

・これらの被害傾向に加え、コンクリートブロック壁については、天井裏からコンクリートブロックの固まりが天井を突き抜けて落下する危険性を有しており、今後一層の注意喚起を行うとともに、脱落を防止するため耐震対策を講じる必要がある。

---

[8] 文部科学省が開催した有識者会議の報告「学校施設の老朽化対策について～学校施設における長寿命化の推進」（平成 25 年３月 学校施設の在り方に関する調査研究協力者会議）において、築年数が 25 年以上の施設を「老朽施設」としている。

2-1-2　屋内運動場の被害【精査中】

a）天井（第Ⅰ編）

b）天井以外

⇒窓ガラスの被害のあった 218 件、外壁の脱落があった 97 件、
内壁の脱落があった 66 件についてはＷＧ整理中。今後掲載予定。

①屋内運動場の窓ガラスでの障子ごとの脱落被害

（調査結果）

・障子ごとの脱落被害 25 件のうち、新耐震基準は 13 件（52%）、旧耐震基準は 12 件（48%）であった。また、非老朽施設は８件（32%）、老朽施設は 17 件（68%）であった。

・被害の発生した面（桁行/張間）については、桁行面が 21 件（84%）であった。そのうち被害のあった開口部の幅が 10m 以上のものは 17 件（約 81%）であり、また 17 件全てについて、被害のあった開口部の面が構造体の柱がら水平方向に外側に離れており、その距離は約 0.5m～1.5m であった。

（調査結果に対する所見）

・桁行面で開口部の幅が 10m 以上の箇所での被害が 17 件であり、建物の特徴上、桁行面の大開口を有する屋内運動場が母数としても多いと考えられるが、被害の状況も顕著であった。

・また、被害のあった開口部の幅が 10m 以上のもの 17 件全てについて、被害のあった開口部の面が構造体の柱がら水平方向に外側に離れており、同様の形式の建物は注意が必要であると考えられる。

・これらの被害傾向から、屋内運動場における桁行面の大開口部の窓については、より一層の注意喚起を行うとともに、障子の脱落防止やガラスの飛散防止対策を講じる必要がある。

②屋内運動場の外壁モルタルの脱落被害

（調査結果）

・屋内運動場の外壁脱落被害 97 件のうちモルタル脱落被害は 28 件（約 29%）であった。新耐震基準、旧耐震基準の別では、新耐震基準が４件（約 14%）、旧耐震基準が 24 件（約 86%）であった。また、28 件全てが老朽施設であった。

・被害規模については、概ね 10 ㎡以上の脱落被害（以下「面的脱落」という。）が 20 件（約 71%）、概ね６ｍ以上の高所からの脱落被害（以下「高所脱落」という。）が 20 件（約 71%）であった。

・被害の発生した面については、28 件のうち張間面が 24 件（約 86%）であった。

（調査結果に対する所見）

・屋内運動場の外壁脱落被害 97 件のうちモルタル脱落被害は 28 件（約 29%）であり、被害割合は約３割であるが、被害規模については、面的脱落が 20 件（約 71%）、高所脱落が 20 件（約 71%）と重大事故につながるおそれのある被害事例が多い。

・また、脱落被害のあった 28 件全てが老朽建物であり、そのうち張間面の被害が 24 件（約 86%）であった。建物の特徴上、張間面は開口部が少なく壁になっている屋内運動場が母数としても多いと考えられるが、被害の状況も顕著であり、建築後 25 年以上経過している建物の外壁ラスモルタルについては注意喚起が必要であ

る。

・これらの被害傾向から、屋内運動場における外壁妻面のモルタル壁については、より一層の注意喚起を行うとともに、脱落防止対策を講じる必要がある。

③屋内運動場の内壁妻面の脱落被害

（調査結果）

・屋内運動場の内壁脱落被害 66 件のうち、妻面の被害で脱落面積が広い被害、又は高所からの脱落等危険性の高い被害は 30 件[9]（約 45%）であった。新耐震基準、旧耐震基準の別では、新耐震基準が 18 件（60%）、旧耐震基準が 12 件（40%）であった。また、老朽施設は 20 件（約 67%）、非老朽施設は 10 件（約 33%）であった。

・被害規模については、面的脱落が８件（約 27%）、高所脱落が 24 件（80%）であった。また高所脱落 24 件のうち天井や梁との取り合い部の脱落被害は 13 件（約 54%）であった。

・面的脱落８件のうち、新耐震基準が６件（75%）、旧耐震基準が２件（25%）、また非老朽施設が３件（37.5%）、老朽施設が５件（62.5%）であった。

・高所脱落 24 件のうち、新耐震基準が 16 件（約 67%）、旧耐震基準が８件（約 33%）、また非老朽施設が９件（37.5%）、老朽施設が 15 件（62.5%）であった。

・天井や梁との取り合い部の脱落 13 件のうち、新耐震基準が８件（約 62%）、旧耐震基準が５件（約 38%）、また非老朽建物が３件（約 23%）、老朽建物が 10 件（約 77%）であった。

・脱落した材料はボード類が 27 件（90%）、モルタル類が３件（10%）であった。なお、モルタル類が脱落した建物は全て老朽建物であった。

（調査結果に対する所見）

・屋内運動場の内壁脱落被害 66 件のうち妻面の脱落被害は 30 件（約 45%）であり、被害割合が約半数であることから注意すべき被害であると考えられる。

・重大事故になりやすいと考えられる面的脱落及び高所脱落については、面的脱落が８件（約 27%）、高所脱落が 24 件（80%）となっている。

・面的脱落については、内壁妻面の脱落被害のうち約３割の発生率で高所脱落と比較すると発生率が低いが、面的脱落が発生した場合には多くの児童生徒等が被害に巻き込まれる危険性がある。

・高所脱落については、内壁妻面の脱落被害のうち８割と発生率が高く、またそのうちの約半数が天井は梁の取り合い部から脱落しており、重大事故につながる危険性がある。

・これらの被害傾向から、屋内運動場の内壁妻面については、より一層の注意喚起を行うとともに、大規模な脱落の防止及び天井や梁等の取り合い部における脱落を含めた高所からの脱落を防止するため、耐震対策を講じる必要がある。

[9] 66 件中の内数は 29 件であるが、29 件のうち１件が２棟含んでいるため、30 件として整理している。

2-2　個別調査・分析結果（校舎）

・東日本大震災における被害を踏まえ、具体的な対策手法を検討するために個別の被害事例について調査・分析を行うものであり、個別の学校の被害に対する原因を特定するための調査・分析ではない。

・そのため、原因の特定に至るまでの調査・分析を必ずしも必要とするものではなく、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・分析を行うとともに、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。

a）天井

2-2-1　段差・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階の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９㎜捨て張りの上に化粧ロックウール吸音 19 ㎜である。天井裏には斜め材などが全くない。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。

2-2-2　階高の高い大空間の天井の脱落

（建物概要）

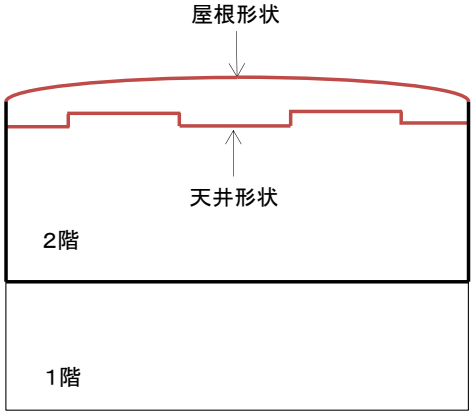
栃木県／中学校／校舎／RC 造２階建て／1990 年／多目的室

（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○　階高の高い大空間の天井の脱落



図○　断面図

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、78 年／普通教室等

（被害概要・原因）

・３階建て校舎の１階から３階までのすべての階で天井板の脱落が見られる。１階では１～２枚ずつ点々と板のみ脱落している。２階では５枚程度まとまった一列の脱落箇所が見られ、３階では 10 枚程度まとまった脱落箇所が見られる。また階段室最上階のペントハウス部分の天井も脱落している。

・脱落箇所は主に壁際や梁際が多いが、一部中央部での脱落もある。脱落箇所では天井板のみ脱落、または破損した T バーごと脱落している。脱落していない箇所でも大部分で T バーに歪み・変形が見られる。

・被害状況から、上階に行くほど脱落は大規模であることに加え、１階部分でも脱落が数か所みられることが特徴である。

・壁際、梁際で脱落が多く生じており、T バーに変形が見られることから、天井と壁との衝突が脱落原因の一つであると考えられる。

2-2-4　天井裏の設備の脱落【P】

b）窓ガラス）

2-2-5　横連窓の障子ごと脱落【P】

c）外壁

2-2-6　渡り廊下における外壁等の脱落【P】

2-2-7　ＡＬＣパネルの脱落【P】

2-2-8　バルコニー先端の RC 造腰壁の傾斜【P】

d）内壁

2-2-9　普通教室のコンクリートブロック間仕切り壁の全面倒壊

（建物概要）

茨城県／中学校／校舎／RC 造３階建て／1981 年

（被害概要・）

・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成されているものと推察される。一方、周辺の RC 造架構（枠材）との境界部分には、抜けた鉄筋等が見られず、容易にコンクリートブロック壁が分離していることから、コンクリートブロック壁と周辺の RC 造架構の間には繋ぎ筋がなく、そのため、面外方向の振動を受けて倒壊したものと推察される。

写真○　コンクリートブロック壁の前面倒壊

写真○　RC 造架構との境界部分

e）ＥＸＰ－Ｊ

2-2-10　ＥＸＰ－Ｊカバーの脱落【P】

2-3　個別調査・分析結果（屋内運動場）

a）窓ガラス

2-3-1　大開口部の硬化性パテ止めされた窓ガラスの破損・脱落【P】

2-3-2　横連窓の大規模な破損・脱落

（建物概要）

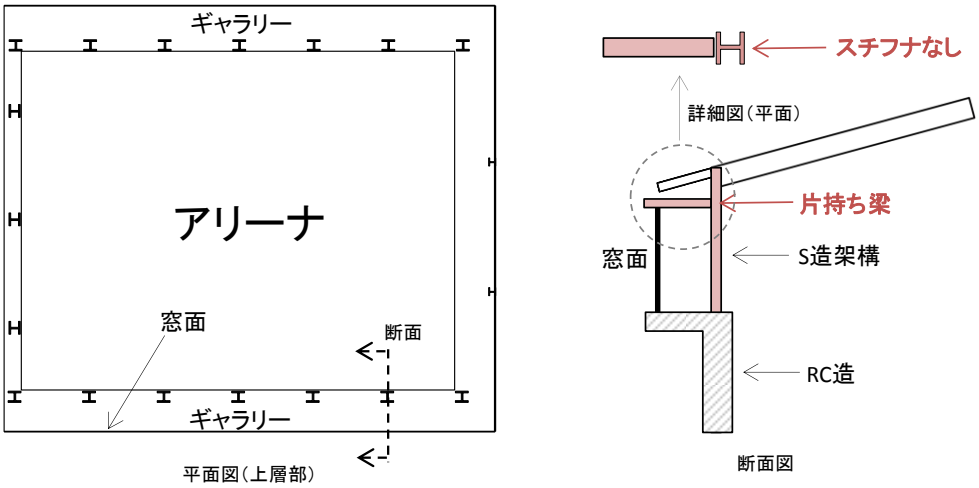
茨城県／小学校／屋内運動場／RS 造／1987 年

（被害概要・原因）

・屋内運動場２階の大開口部の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離している。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 程度の小梁を軸組から片持ち梁で持ち出し、その先に横連窓が取り付けられている。図面で見る限り軸組柱と小梁の接合部にはスチフナが設けられていない。小梁の端部剛性が不足しており、窓面の位置で大きな振動が生じたと思われる。

写真○　横連窓の大規模な脱落・損傷（南面）

写真○　横連窓の大規模な脱落・損傷（北面）



図○　平面図及び断面図

b）外壁

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。取付部が錆びているため、その部分で脱

落した可能性がある。経年すると老朽化による危険性が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。２階妻壁が１階より若干張り出していることも影響した可能性がある。

・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。

写真〇　外壁妻壁のラスシートの全面脱落

写真〇　取付部の状態

2-3-4　妻壁の ALC パネル（縦壁挿入筋構法）の脱落【P】

2-3-5　フレキシブルボードの脱落【P】

c）内壁

2-3-6　妻面内壁(有孔ベニヤ板)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）

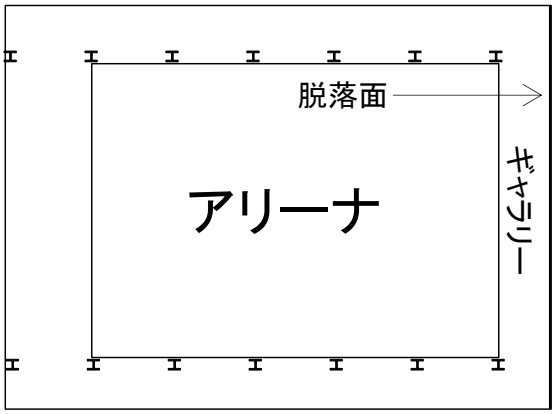
・アーチ形屋根を有し、桁行方向はブレース構造、張間方向は H 形鋼ラーメン構造（下層部は RC 造）の屋内運動場であると見受けられる。アリーナ南側妻面上部の内壁(有孔ベニヤ板)が大規模に破損、脱落している。被害写真から木下地に釘で有孔ベニアが留められていたと推察される。

・この妻面壁は、構造骨組(張間方向ラーメン)から外側に片持ちで張り出した１m 幅のギャラリーの外側に設置されている。この妻壁を支える骨組の断面は小さく、張間方向の剛性は小さいものと考えられる。また張間方向の構造骨組に接続する部材が少なく桁行方向についても剛性が小さい可能性がある。

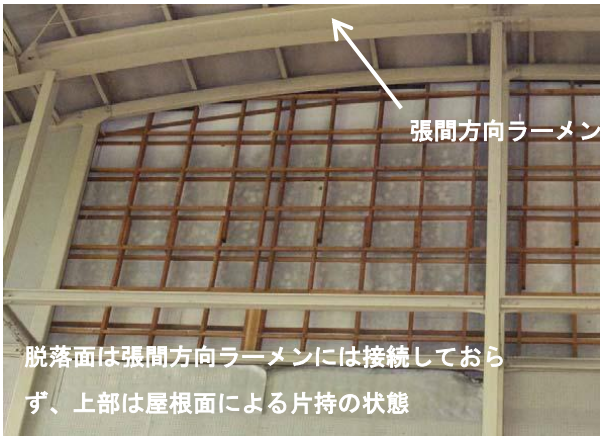
・このような構造形式のため、妻壁上部が面内方向および面外方向に大きく変形し、これに伴って内壁の破損・脱落に至ったものと思われる。

写真○　妻面内壁(有孔ベニヤ板)の大規模脱落

写真○　木下地の状態



図○　平面図（上層部）



2-3-7　内壁ラスモルタルの脱落【P】

d）軒天井

2-3-8　軒天井の脱落【P】

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すなど、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出来う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的被害を起こさず、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。**【要検討】**

3-1-2　学校設置者による専門的な点検の実施

・非構造部材に関する耐震点検のうち、人に重大な危害を与える恐れがあるものについては、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、学校の教職員による点検に任せるのではなく、学校設置者が責任をもって点検する必要がある。その前提に立った上で、学校施設を日常的に使用する観点から、学校の教職員が学校保健安全法に基づく安全点検を実施し、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。

・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。

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、あらかじめ想定される危険の芽を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。

・非構造部材の耐震対策には多額の費用を伴う場合があり、非構造部材によっては経年による劣化等の影響を受け耐震性能が低下しているものもあり、老朽化した施設の改善という側面で対策を施すものもある。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、致命的な事故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対策手法ではなく、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とともに、調査対象とした被害事例以外にも多様な被害が出ており、あくまでここで示す手法は、取り上げた被害事例を調査・分析した結果に対する提案の一つである。

・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、示された対策手法については以下の点に留意する必要がある。

＊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すで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。

3-3　校舎における非構造部材の耐震対策手法

a）天井

3-3-1～3　天井の脱落防止対策

・2-3-1 から 2-3-3 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、普通教室等のシステム天井の脱落防止対策として、以下の手法が想定される。

・特定天井（天井高６ｍ超かつ水平投影面積 200 ㎡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、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」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６ｍ超若しくは水平投影面積 200 ㎡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、斜め部材の設置およ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、上記対策を講じるに当たり、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、回り縁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。

（普通教室等のシステム天井に対する留意点）

・今般の震災では、普通教室等のシステム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出来うる対策を講じていくべきであるとの趣旨を踏まえると、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。

大空間の天井の写真・図等を挿入

折れ曲がり天井の写真・図等を挿入

システム天井の写真・図等を挿入

（参考）システム天井の被害傾向

被害の多かった部分等の紹介（対策を取る上での参考に）

3-3-4　天井裏の設備の脱落防止対策【P】

b）窓ガラス）

3-3-5　横連窓の障子ごと脱落防止対策【P】

c）外壁

3-3-6　渡り廊下における外壁等の脱落防止対策【P】

3-3-7　ＡＬＣパネルの脱落防止対策【P】

3-3-8　バルコニー先端の RC 造腰壁の傾斜防止対策【P】

d）内壁

3-3-9　コンクリートブロック間仕切り壁の落下防止対策

・2-3-9 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。

・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。
・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考えられる。
・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。

写真・図等を挿入

e）ＥＸＰ－Ｊ

3-3-10　ＥＸＰ－Ｊカバーの脱落防止対策【P】

3-4　屋内運動場における非構造部材の耐震対策手法

a）窓ガラス

3-4-1　大開口部の硬化性パテ止めされた窓ガラスの破損・脱落防止対策【P】

3-4-2　横連窓の大規模な破損・脱落防止対策

・2-4-2 の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、大開口部の硬化性パテ止めされた窓ガラスの破損・脱落防止対策として、以下の手法が想定される。

（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層間変異追従性の高い設計を行う必要がある。一方で面外変形に対しては構造体の対策も必要であると考えられる。既存施設で改修が困難な場合は飛散防止フィルムを貼るなどの対策が考えられる。

（建物の構造について）

・建物全体の剛性が不十分な場合は、S 造部分に軸組筋かいを設けるなど構造体全体の変形を抑制する必要がある。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は、構造体と小梁の部分の剛性を十分に確保し、開口部に生じる変形を抑制する必要がある。

写真・図等を挿入

b）外壁

3-4-3　外壁妻壁のラスシートの全面脱落防止対策

・2-4-3 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全面脱落防止対策として、以下の手法が想定される。

・ラスシート、ラスモルタル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の場合は、必要に応じて、撤去の上、変形追従性が比較的高い軽量のボードなどへ交換することも考えられる。

写真・図等を挿入

3-4-4　妻壁の ALC パネル（縦壁挿入筋構法）の脱落防止対策【P】

3-4-5　フレキシブルボードの脱落防止対策【P】

c）内壁

3-4-6　妻面内壁(有孔ベニヤ板)の大規模脱落防止対策

・2-4-6 の被害事例を調査・分析した結果を踏まえ、妻面内壁(有孔ベニヤ板)の大規模脱落防止対策として、以下の手法が想定される。

(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。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。

(建物の構造について)

・妻面は構造体に緊結するか、若しくは妻面に水平力を負担させる構造にするかして、妻面の面内、面外の剛性を確保し水平変形を低減する必要がある。

・隣接する張間方向ラーメンに妻面を緊結する場合には、妻面からの地震が緊結したラーメン架構に伝達されることになるが、屋根面剛性が低い場合にはこのラー

メン架構の応力が過度に大きくなってしまう可能性があるため、これを避けるため屋根面の剛性を高めることもあわせて検討することが必要である。

写真・図等を挿入

3-4-7　内壁のラスモルタルの脱落防止対策【P】

d）軒天井

3-4-8　軒天井の脱落防止対策【P】

第Ⅲ編　今後の推進方策について（P）

第１章　既存施設についての対策の進め方

1-1　・・・・

1-2　・・・・

第２章　新築施設についての対策の進め方

2-1　・・・・

2-2　・・・・

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進め方

3-1　・・・・

3-2　・・・・