

5.7 非構造部材

5.7.1 はじめに

東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）による非構造部材の被害調査は、各地域における建築物の地震動による被害の概要調査と、茨城県内の学校体育館を中心とした地震動による建築物等の被害概要調査、に伴って実施した。前者は、事務所建築物について外部から目視調査ができる非構造部材を主対象とした調査であり、外壁、ガラス、窓等の被害について調査を行った。後者は、学校体育館について外部からの目視調査および内部に入つての内観調査を行ったものであり、外壁、ガラス、窓等の外部から目視調査を行える非構造部材に加えて、天井、内壁等の内部の非構造部材についての調査も行った。

国土技術政策総合研究所及び建築研究所による調査の速報^{5.7-1)}では、宮城県、福島県、茨城県の3県において概要調査を実施した建築物の内、層崩壊などの被害を生じていない建築物を主な対象として、各種の非構造部材の被害概要について、個別の事例に基づいて記述している。本節では非構造部材の地震被害について更に分析を行うために、事例数のまとまっている学校体育館について、天井とガラスを対象として分析を行うものである。なお、学校体育館を中心とした被害調査とその分析結果については本報告書の5.3に記載されているので参照されたい。

以下で報告する天井落下に関しては、国土交通本省住宅局と連携して、平成23年度建築基準整備促進事業において「41. 地震被害を踏まえた非構造部材の基準の整備に資する検討」という課題を設け、大空間建築物における天井落下対策に関する検討を進めている段階であるため、ここでは被害調査の概要を紹介するにとどめている。

5.7.2 天井の被害

被害を受けた体育館の天井として、木下地天井、在来工法による天井、システム天井、あるいは、波板の鋼板を天井とするものなど様々なものが使用されているのを確認している。被害の程度も、端部が破損する程度のものから全面的に脱落するものまで様々な程度のものを確認した。「体育館」の中には格技場なども含まれており、整理・検討を行うにあたり「屋内運動場」で天井の設置されているものを対象に、設計基準（1981年以前の旧耐震基準（以下、旧耐震基準）によるものか、1981年以後のいわゆる現行耐震基準（以下、現行耐震基準）によるものか）、天井種類（木下地天井、在来工法による天井、システム天井）によって分類し、構造体の被災状況と合わせて被害について分析を行った。

調査を行った屋内運動場について整理すると、表5.7-1のようになる。木下地天井は旧耐震基準体育館に、システム天井は現行耐震基準体育館にそれぞれ設置されており、在来工法による天井はどちらにも設置されている。

表 5.7-1 調査対象の屋内運動場の設計基準ごとの天井仕様の分類

天井種類 設計基準	木下地天井	在来工法による天井	システム天井
旧耐震基準	3(3)	13(9)	0
現行耐震基準	0	7(4)	11(11)

※（ ）内は被害報告のあったものの棟数

(1) 木下地天井の被害

木下地天井3件の被害は、天井板・下地ともに全面的に脱落したものが1件（写真5.7-1）、天井の端部で損傷したものが2件である。5.3で構造骨組に関する被災度区分が判定V_sと判定されたものが2棟あるが、その内の1件が写真5.7-1の事例であり、ギャラリーにある張間方向のラチス柱14本の内6本で柱を構成する斜材の座屈が確認されるなど、構造体に大きな損傷を生じている。構造骨組が被災度区分でV_sと判定されたもう一方の事例は、桁行ブレースについて交差部および端部でのボルト破断、ブレースの座屈などが見られたものの、天井端部が破損する程度に留まっている。



写真 5.7-1 木下地天井の脱落被害



写真 5.7-2 在来工法による天井の脱落被害

(2) 在来工法による天井の被害

屋内運動場に設置された天井の地震被害について、表5.7-2は旧耐震基準のもの、表5.7-3は現行耐震基準のものについてそれぞれ整理した。いずれにおいても、構造骨組の被災度区分と天井の間に明確な関係性は確認されない。天井板と下地がともに脱落した比較的程度の大きな被害事例（写真5.7-2）においては、屋根ブレースの破断が確認されている。

表 5.7-2 旧耐震基準屋内運動場における在来工法による天井の被害

天井被害程度 構造躯体 の被災度区分	天井板・ 下地落下	天井端部 等損傷	その他 被害	被害なし
Ⅱs				1
Ⅰs	1	2	1	2
○s		3	2	1

表 5.7-3 現行耐震基準屋内運動場における在来工法による天井の被害

天井被害程度 構造骨組 の被災度区分	天井板・ 下地落下	天井端部 等損傷	その他 被害	被害なし
Ⅱs		1		
Ⅰs				
○s		2	1	3

(3) システム天井の被害

システム天井は被害の有無に関わらず、現行耐震基準の屋内運動場で使用されているのが確認された。表 5.7-4 を見ると、構造骨組の被災度区分が大きくなるに従って天井の被害程度が大きくなる傾向にある。天井板と下地が脱落した2棟はいずれも、妻壁と屋根接続部でのボルト抜け出しやコンクリート剥落が確認されている（写真 5.7-3）。また、屋根支承部のコンクリート剥落が確認されているものはシステム天井を設置した屋内運動場では他に2棟あり、いずれにおいても、グラスウールが多数脱落しており（写真 5.7-4）、屋根支承部の損傷程度がシステム天井の被害の程度に影響を与えていることが考えられる。

表 5.7-4 現行耐震基準屋内運動場におけるシステム天井の被害

構造骨組 の被災度区分	天井被害程度	天井板・ 下地落下	天井板 落下	その他 被害
Ⅱs		2		
Ⅰs			2	
Ⅲs			6	1



写真 5.7-3 天井板・下地材が脱落した被害

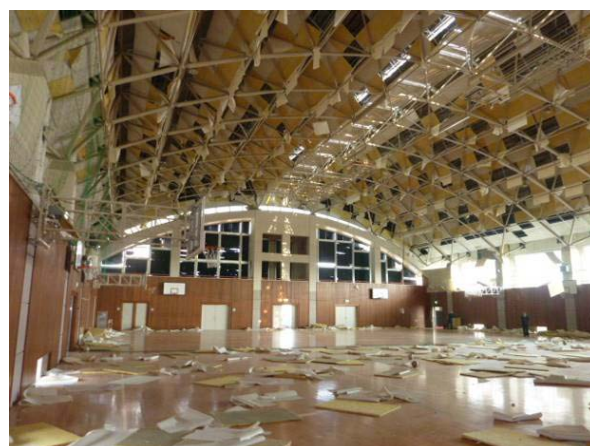


写真 5.7-4 天井板のみ全面的に脱落した被害

以上、天井種類毎に、構造体被害の程度と天井被害の程度について検討した。システム天井の被害については構造骨組の被災度区分に従って天井被害の程度が大きくなるという傾向が確認されたものの、木下地天井や在来工法による天井については明確な関係性は確認できなかった。また、いずれの天井種類においても、天井の被害程度が大きい場合に、構造体や、天井の吊り元である屋根の水平ブレースあるいは支承部に目立った損傷が確認された。

5.7.3 ガラスの被害

本項では、屋内運動場におけるガラス被害について、耐震基準（旧耐震基準によるものか現行耐震基準によるものか）によって分類し、被害程度について整理・検討する。ガラス被害は地震後に早急に復旧されることが多く、現地ヒアリング等により被害枚数等の情報を追加する場合もある。このためここではガラスの被害程度を枚数で区分するにあたり、被害が4枚以上の場合もしくはヒアリング等

で“多数”と確認されたものを1つの区分とし、被害が3枚以下の場合もしくはヒアリング等で“数枚”と確認されたものをもう1つの区分とした。

東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）によるガラスの被害程度について、表 5.7-5 は旧耐震基準のもの、表 5.7-6 は現行耐震基準のものについてそれぞれ整理した。いずれも構造骨組の被災度区分が大きくなるほどガラス被害の程度が大きくなる、という傾向は確認されない。旧耐震基準屋内運動場を見ると、構造骨組の被災度区分がOs であるものでも8棟中3棟で多数のガラス被害を生じている。現行耐震基準の屋内運動場については、構造骨組の被災度区分がOs のものについて、ガラス被害なしの割合が顕著に大きいことが分かる。ガラスの破損を生じているものが3棟あるが、被害状況が確認できた2棟は両方とも網入りガラスが破損していた。

表 5.7-5 旧耐震基準屋内運動場のガラス被害

ガラス破損枚数 構造骨組 の被災度区分	多数 (4枚以上)	数枚 (3枚以内)	なし
Vs	2(1)		2
Ⅱs		1	
I s	10(4)	4	5
O s	3(1)	1	4(1)

※()内は硬化性パテどめガラスのある棟数

表 5.7-6 現行耐震基準屋内運動場のガラス被害

ガラス破損枚数 構造骨組 の被災度区分	多数 (4枚以上)	数枚 (3枚以内)	なし
Vs			
Ⅱs	2		3
I s		1	3
O s	1	2	15

ガラスのとめ付け方法による被害程度の違いを確認する。旧耐震基準の全32棟では、ガラスを硬化性パテどめとしたものは7棟あり、その内の6棟、割合にして8割強で多数のガラス破損を生じている。残りの25棟については9棟、割合にして4割弱で多数のガラス破損を生じており、グレイジングガasketを用いたガラスの方が被害は小さくなることが分かる。一方で現行耐震基準では、多数のガラスの破損を生じたものは全27棟の内3棟の1割強であり、被害は更に少なくなっていることが確認される。

5.7.4 まとめ

速報で既にまとめた内容と合わせて、東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）による非構造部材の被害について以下のようにまとめる。

- ・外装材・帳壁については、損傷したRC造壁の外壁タイルの剥落、ラスモルタル外壁の脱落、挿入筋構法によるALCパネル外壁の脱落等が多く確認された。
- ・開口部のガラスについては、硬化性パテどめしたはめ殺し窓のみならず、グレイジングガasketを用いたガラス、ガラススクリーン工法のガラスの被害も確認された。屋内運動場について耐震基準により被害の傾向を見たところ、旧耐震基準によるものの方が現行耐震基準によるものよりも被害程度が大きくなる傾向にあることが確認された。
- ・体育館等で被害を受けた天井は、木下地天井、在来工法による天井、システム天井、波板の鋼板を天井とするものなど様々で、損傷程度は、端部が破損する程度のものから全面的に脱落するものまで確認された。屋内運動場について、システム天井について構造骨組の被災度区分に従って天井の被害程度が大きくなる傾向が見られた。また、構造体や、天井の吊り元である屋根の水平ブレース

あるいは支承部に目立った損傷が確認された場合に、いずれの天井でも被害程度が大きくなる傾向が見られた。

- ・内装材については、体育館等のアリーナ部の内壁や舞台上部の内壁の破損・脱落が確認された。
- ・非構造部材の被害では、比較的古い構法によるものが多く被害を受けているのが確認された。また、比較的高所に設置された非構造部材の破損・落下も確認された。

参考文献

- 5.7-1) 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震調査研究（速報）、国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人建築研究所、平成 23 年 5 月
- 5.7-2) 震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針、(財)日本建築防災協会、2002 年 8 月