

3. 鉄骨造の被害状況報告

1. 調査の概要・範囲等

今回の地震に対する鉄骨造建築物の被害調査については、被災建築物をおおまかに、①小規模鉄骨造建物②学校体育館③その他、に区分して調査を行っている。

小規模な鉄骨造建物の調査については、低層の鉄骨造建物の倒壊や大破の被害があるとして情報が得られた地域である益城町の一部の区域において鉄骨造建物の調査を行った。この調査は、県道28号沿線を中心として、被害の大小に関わらず、あらかじめ鉄骨造建築物と思われる建物105棟を無作為に選定して実施したものである。

学校体育館の調査は、熊本県と熊本市からのヒアリング情報に基づいて、被害が大きいと考えられる15棟の学校等の体育館を選定して調査を行った。これらは大半が熊本市内の体育館である。文科省から委託された建築学会の体育館調査は、熊本県内を中心として、大分県でも行われ、これら2県での広範囲な市町村で調査されている。

これらの調査以外には、熊本市内や西原村等で、比較的規模の大きな建物数棟程度について、外観からの調査を行った。

2. 調査結果の概要と被害の特徴

2.1 益城町における建築学会の悉皆調査との関係

益城町で実施された建築学会の悉皆調査区域においては218棟の鉄骨造が対象となっており、国総研、建研で実施した益城町における小規模な鉄骨造建物105棟と重複する建物は75棟である。この建築学会の悉皆調査区域の鉄骨造建物における、年代ごとの大破以上と分類された建築物の被害率は、表1に示すように1981以前が約16%、1981～2000年が約14%、2000年以降は約7%であった。また、この悉皆調査における1981以降の新耐震の建物の倒壊・崩壊棟数は6棟である。

表1 年代毎の倒壊、大破の棟数及び被害率（建築学会の悉皆調査）

	S造			建築確認年等不明	計
	旧耐震	新耐震			
	-1980	1981- 2000.5	2000.6-		
総棟数	37	101	42	38	218
倒壊・大破 棟数	6	14	3	2	25
倒壊・大破率	16.2%	13.9%	7.1%	5.3%	11.5%

2.2 今回の地震で見られた被害の分類とその要因について

(1) 小規模鉄骨造建物の被害

表2に、国総研、建研で調査した105棟の建物の建設年代毎の倒壊、大破の棟数と被害率を示す。倒壊又は大破レベルの鉄骨造建築物の総数は16棟であり、倒壊1棟、大破15棟であった。全体では15%程度の被害率であるが、年代毎に見ると、1981以前が約25%、1981～2000年が約20%、2000年以降は約7%であった。これらの年代ごとの被害率は、建築学会の悉皆調査区域の鉄骨造建物の大破以上と分類された建築物の被害率とおおむね同様の傾向となっている。なお、倒壊、大破の判定は、調査者が被災度区分判定に基づいて決定したものである。

表 2 年代毎の倒壊、大破の棟数及び被害率（国総研、建研の調査）

	S造（混構造を含む。）			木造 RC造	建築確 認年等 不明	計
	旧耐震	新耐震				
	-1980	1981- 2000.5	2000.6-			
総棟数	12	45	29	9	10	105
倒壊・大破 棟数	3	9	2	0	2	16
倒壊・大破率	25.0%	20.0%	6.9%	0.0%	20.0%	15.2%

調査した益城町の倒壊、大破の被害建物は、概ね次の特徴に分類される。

- ・特徴 1) 建設年が 1980 年以前と推定されるもの又は古いタイプの部材を用いたもの
- ・特徴 2) 隣の倒壊した建築物による力の作用、宅地擁壁部分の崩壊等の当該建築物以外の周辺状況による何らかの影響があったと推定されるもの
- ・特徴 3) 溶接部等で破断が生じていたもの

倒壊又は大破した 16 棟の建築物と特徴 1), 2), 3) との対応関係は表 3 のとおりである。建物番号 01 の建物のみが倒壊で、02～16 までの 15 棟は大破の被害である。新耐震の建物は合計 11 棟であり、建物番号の右上の*印は 1981 年以降の建物である。これらの 3 つの特徴に対応する被害事例を写真 1～3 に示す。

表 3 倒壊又は大破した建築物と特徴 1), 2), 3) との対応関係

建物番号	01*	02	03	04	05*	06*	07	08	09*	10*	11*	12*	13*	14*	15*	16*
倒壊 /大破	倒壊	大破														
特徴 1)		○	○	○			○	○				○	○			
特徴 2)					○					○	○					○
特徴 3)	○	○				○	○		○	○		○		○		○

1) 倒壊した建物について

「倒壊」の 01 の建物は、1987 年建設の新耐震であり、特徴 3) に分類される。一般的には完全溶け込み溶接で施工される柱とダイアフラムの溶接で、隅肉溶接が行われており、その溶接部で破断が生じて倒壊した可能性がある。このような被害は、1995 年の兵庫県南部地震でも見られた被害形態であり、接合部の溶接施工の重要性については、その後、提言が出されている。

建築学会の悉皆調査区域の鉄骨造建物で、新耐震以降で倒壊した建物が、上記以外に 5 棟あった。これらの建物では、隣接建物の倒壊、柱梁接合部の適切でないと考えられる接合方法等、が影響したと考えられ、これらが倒壊の原因になった可能性がある。

2) 大破の建物について

「大破」の 02～16 建物のうち、新耐震は 10 棟である。10 棟のうち 2 棟は特徴 1) に分類され、日の字柱が用いられている建物であり、現在一般的に用いられている角形鋼管柱と H 形鋼梁の接合部に比べれば、塑性変形性能が劣っていると考えられる。また、4 棟は特徴 2) であり、隣接建物や地盤崩壊の影響、6 棟は特徴 3) に分類され、必ずしも適切でないと思われる溶接方法や接合方法

が原因で大破に至ったと考えられる。

(2) 学校体育館の被害

15 棟の体育館の調査を行った。15 棟のうち、新耐震は 5 棟、耐震改修済みが 8 棟、耐震診断の結果、補強不要と判断されたものが 2 棟であった。被害部位ごとの特徴は、以下のようにまとめられる。

① 鉛直ブレースの被害：耐震改修により取り替えられた平鋼ブレースで、軸部の明瞭な降伏が観察されない状態で、ボルト孔欠損部での破断の被害が見られた。一方で、新耐震の建物の丸鋼ターンバックル付きブレースで、ブレースの大きなたわみ、変形、伸びが観察されたが接合部等で破断していなかった。

② 屋根面水平ブレースの被害：ボルト等の破断の被害が数棟で観察されたが、これらの中には 20 か所以上でボルト破断が観察されたものもあった。これらのブレースは、耐震改修以前のブレースがそのまま残されていたものであった。(ゾーニングにより検討を行うことで、屋根面ブレースの検討が不要になっている可能性もある)

③ 屋根トラスの被害：RC 架構に立体トラスの屋根が接続された 2 棟の体育館で、立体トラスを構成する部材のたわみ、破断、座屈、落下等の被害が見られた。このようなトラス部材の落下は、2011 年東北地方太平洋沖地震では見られなかったものである。

④ 屋根定着部の被害：RC 架構とトラスの屋根の接続部（定着部）で、コンクリートの側方破壊とコンクリート片の落下、ひび割れが見られた。これらの被害は、2011 年東北地方太平洋沖地震でも見られたものである。

(3) その他の被害

国総研、建研の調査や学会の調査では、熊本市内で数棟程度の構造的な被害が報告されている。それらをまとめると次のとおりである。

- ・比較的規模の大きな立体駐車場のブレースの座屈
- ・事務所ビルの梁端部の破断
- ・工場の引張ブレース破断 など

これらはいずれも、益城町で見られたような建物の倒壊やその危険があるような大きな被害ではない。また、西原村の工業団地内では工場建物の外装材などに剥落の被害があったが、構造体の被害は目視では観察されなかった。

2.3 被害結果のまとめ

益城町で小規模な鉄骨造建物の調査を行い、それらを 3 つの特徴に分類した。新耐震の建物については、建築学会の悉皆調査を含めて 6 棟の建物が倒壊したが、これらは、隣接建物の影響、適切でないと考えられる溶接接合部、等が影響したと考えられるものであり、現状で、これら以外には、現行の耐震基準に適合する建物で、倒壊・崩壊等の被害は見られない。

体育館の被害については、屋根面でのトラス部材やブレースで被害が見られ、屋根面の地震時の応力の計算方法や耐震診断における屋根面ブレースの扱いに注意が必要と考えられ、今後、被害との関係を明らかにする必要がある。



建築物 02 (1971 年) 大破



建築物 04 (1976 年) 大破

写真 1 特徴 1) の事例



建築物 05 (1993 年) 大破



建築物 10、11 (2006 年) 大破

写真 2 特徴 2) の事例



建築物 01 (1987 年) 倒壊



建築物 09 (1995 年) 大破



写真 3 特徴 3) の事例

3. 今後の検討事項

(1) 第3回までの検討見込み

体育館で観察されたブレースの被害については、その原因を明らかにするとともに、今後の対応策については、既往の研究などについて調査、分析を行い、それらに基づいて取りまとめる。

(2) 中・長期的な検討課題

体育館については、継続使用性の観点から、どのような設計を行うべきか、既往の研究の調査を行うとともに、可能であれば解析的な検討を行うことも必要と考えられる。

前震と本震の2回の地震による鉄骨造建物の地震応答に及ぼす影響について解析的な検討を行っているので、それらの検討を引き続き行う。