

2016年熊本地震における益城町の 建物被害分析

須藤 巧哉¹・山崎 文雄²・井ノ口 宗成³・堀江 啓⁴・劉 ウェン⁵

¹ 学生会員 千葉大学大学院 融合理工学府 (〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33)
E-mail:ahma4861@chiba-u.jp

² 正会員 千葉大学大学院 工学研究院 (〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33)
E-mail: fumio.yamazaki@faculty.chiba-u.jp

³ 正会員 静岡大学 情報学部 (〒432-8011 浜松市中区城北 3-5-1)
E-mail: inoguchi@inf.shizuoka.ac.jp

⁴ 非会員 インターリスク総研 総合企画部 (〒101-0063 東京都千代田区神田淡路町 2-105)
E-mail: kei.horie@ms-ad-hd.com

⁵ 正会員 千葉大学大学院 工学研究院 (〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33)
E-mail: wen.liu@chiba-u.jp

本研究では、2016年熊本地震における熊本県益城町の建物被害分析を行った。益城町による住家被害認定調査結果に基づいて、建物被害率を建物構造、建築年代、屋根形式、建物階数別に分析した。また木造建物の全壊率を兵庫県南部地震および新潟県中越沖地震における結果と比較した。結果として、木造建物の被害率は、RC造、S造、軽量S造と比較して全体的に大きく、建築年代が古くなるほど大きくなる傾向が顕著に見られた。木造建物の屋根形式別では瓦屋根の建物の被害が最も大きく、階数別では平屋の方が2階建て建物よりも被害が大きかった。また、益城町における木造建物の建築年代別の全壊率は、兵庫県南部地震の神戸市灘区や西宮市のものと同レベルであった。

Key Words: The 2016 Kumamoto earthquake, Wooden house, Damage ratio, Construction period

1. はじめに

2016年熊本地震においては、熊本県益城町では2度にわたり震度7が観測され、数多くの建物に被害が生じた¹⁾²⁾。また布田川断層帯に沿って、明瞭な地表地震断層が出現した³⁾⁴⁾。このような状況より、熊本地震に関しては、益城町を主な対象として様々な機関による建物被害調査が実施され、その分析結果が報告されている⁵⁾⁷⁾。

災害により建物に被害が生じた場合、自治体により被害認定調査⁸⁾⁹⁾が実施され、その認定結果に基づき、罹災証明書が発行される。一般的に被害認定調査は、被災者の申請を受け実施されるが、益城町においては被災者の申請を受ける前に、益城町内の全建物に対して認定調査が実施された¹⁰⁾。この調査によって建物の被災区分は、全壊、大規模半壊、半壊、一部損壊、無被害に分類され、その認定結果に基づき罹災証明書が発行された。また、益城町では罹災証明書の発行段階において、被災者の合意の下、家屋情報と家屋被害認定結果を関連付け、データの一元管理が進められた。

本研究では、上記の経緯で発行された益城町による罹

災証明発行記録に家屋情報を組み合わせることで作成されたデータを用いて、建物被害の分析を行う。この結果を近年の我が国の他の被害地震に対する自治体による被害調査結果と比較して、益城町全体の建物被害の傾向を分析する。自治体による被災度調査結果は、国や自治体の被害想定調査における建物被害関数¹¹⁾¹²⁾の元データとなっており、構造、建築年代等の観点から建物被害を分析する第一歩といえよう。

2. 使用したデータ

本研究では、益城町における罹災証明発行記録、建物被害調査認定結果および家屋課税台帳情報からなるデータ¹⁰⁾を「元データ」として使用した。元データは13,718棟分の情報からなり、個別建物の構造、建築年、屋根形式、階数等の情報が含まれている。しかしこれらのデータの中には、物置や倉庫等のデータや被害情報や建築年が不明となっているものも含まれている。そのため元データのうち、物置・倉庫・車庫等に関するデータ

(2,945 棟) , 同一物件において複数個の罹災証明発行記録がある場合, 最終的な記録以外のデータ (466 棟) , 建築面積 20m²未満のデータ (145 棟) , 地上階のないデータ (11 棟) を削除した. 本研究では, この結果残った 10,151 棟分のデータを使用する.

表-1に構造別の建物棟数を示す. 木造が全体の約88%を占めており, 次いで軽量鉄骨造 (以下, 軽量S造) が約7%, 鉄骨造 (以下, S造) が約3%, 鉄筋コンクリート造 (以下, RC造) が約1%, コンクリートブロック造 (以下, CB造) が約0.07%となっている. また全体の約85%を1972年以降の建物が占めており, 1951年以前の建物が約7%, 1952年から1961年の建物が約2%, 1962年から1971年の建物が約6%を占めている.

表-2に屋根形式別の棟数を示す. 瓦屋根が全体の約70%を占めており, 次いでスレートが約20%, 金属が7%, その他が3%となっている. 瓦屋根の建物は年々減少する一方, 金属・スレート屋根の建物は年々増加傾向にあることがわかる. なお屋根形式におけるその他は, 主にRC造における陸屋根などから成る.

表-3に階数別の棟数を示す. 2階建ての建物が全体の約73%を占めており, 次いで平屋が約26%, 3階建てを以

上が約1%となっている. 平屋の建物は年々減少し, 2階建て建物は年々増加傾向にある.

3. 益城町における建物被害分析

益城町の建物について, 構造, 建築年代, 屋根形式, 階数別に被害を分析した.

(1) 構造別被害率

構造別被害率を図-1に示す. 全壊率は木造が最も高く, 次いでCB造, S造, 軽量S造, RC造の順に低くなっている. CB造は建物数が7棟と少ないため, 全壊の棟数は少ないが率としては高い値を示した. 建物全体の全壊率は, 約29%と非常に高くなっている.

(2) 建築年別被害率

各構造における建築年代別の被害率を図-2から図-5に示す. これらの図では耐震基準改正による影響を考慮し, 1971年と1981年を境に10年ごとに区切り分析した.

木造に関しては, 1951年以前を除いて建築年代の新しいものほど被害率が小さくなっている. とくに1981年を境に全壊率の減少割合が大きくなっており, 耐震基準改正による影響とも考えられる. 1951年以前の建物の被害率が小さくなっている点に関して, これらの建物が建てられてから65年以上という長い年月が経過しており, それだけの年月が経過しても残存する建物には, 良質のもの割合が高いためと考えられる.

非木造に関しては, S造および軽量S造の1992年から2001年を除いて, 建築年代の新しいものほど被害率が小さくなっている.

木造に関しては, 最も被害率が高く棟数も多いため, 図-6, 図-7に示すように1年ごとに区分した被害率の変化も調べた. ほぼ連続的に建築年が古くなるほど, 被害率は大きくなっており, 建物の経年劣化が被害率に影響を及ぼしていると考えられる.

(3) 屋根形式別被害率

屋根形式別の被害率を図-8および表-4に示す. 1971年以前, 1972年から1991年, 1992年から2016年の3つに区切り分析した. いずれの年代区分においても, 全壊率は瓦屋根の建物が最も大きくなっている. 1972年以降, 金属屋根とスレート屋根の建物の全壊率はほとんど変わらない.

(4) 階数別被害率

階数別の被害率を図-9および表-5に示す. 1971年以前, 1972年から1991年, 1992年から2016年の3つに区

表-1 構造別の建物棟数

	木造	RC造	S造	軽量S造	CB造	計
-1951	705	0	0	2	0	707
1952-61	226	0	0	1	0	227
1962-71	555	6	1	19	2	583
1972-81	1862	12	67	132	3	2076
1982-91	1759	22	84	159	1	2025
1992-2001	1882	31	98	226	0	2237
2002-16	1456	38	48	169	0	1711
不明	518	4	34	28	1	585
計	8963	113	332	736	7	10151

表-2 屋根形式別の建物棟数

	瓦	金属	スレート	その他	不明	計
-1951	654	7	16	30	0	707
1952-61	222	2	1	2	0	227
1962-71	535	17	19	12	0	583
1972-81	1774	86	170	46	0	2076
1982-91	1558	95	322	50	0	2025
1992-2001	1251	139	808	39	0	2237
2002-16	776	293	549	79	14	1711
不明	386	36	101	21	41	585
計	7156	675	1986	279	55	10151

表-3 階数別の建物棟数

建築年代	平屋	2階	3階以上	計
-1951	224	469	14	707
1952-61	65	158	4	227
1962-71	327	250	6	583
1972-81	853	1206	17	2076
1982-91	447	1547	31	2025
1992-2001	286	1924	27	2237
2002-16	289	1382	40	1711
不明	145	431	9	585
計	2636	7367	148	10151

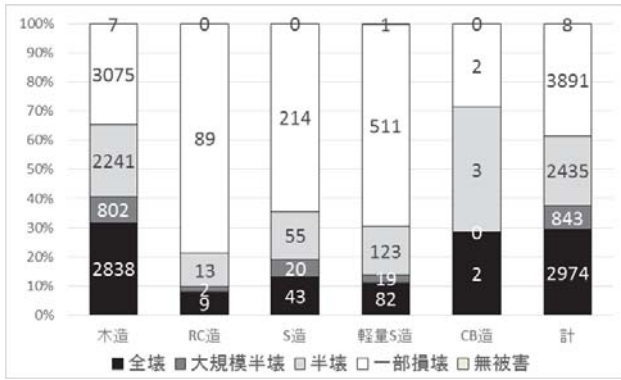


図-1 構造別被害率

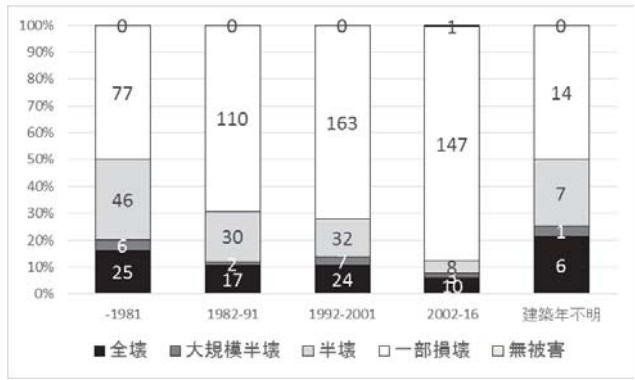


図-5 LS造の建築年代別被害率

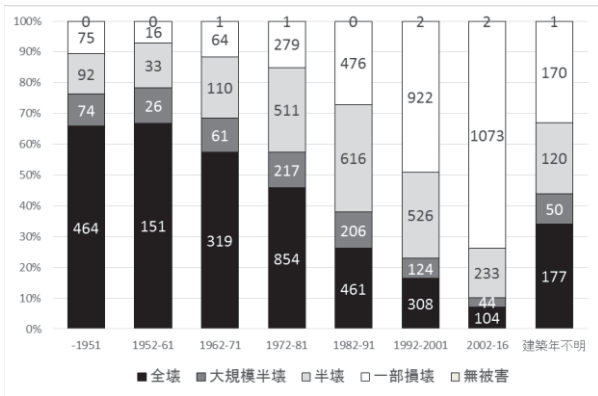


図-2 木造の建築年代別被害率

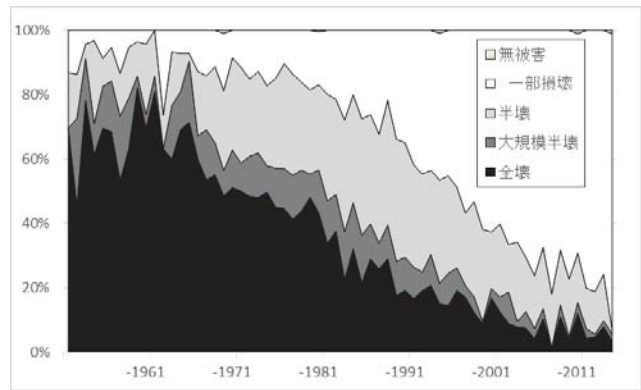


図-6 木造の1年ごとの被害率変化

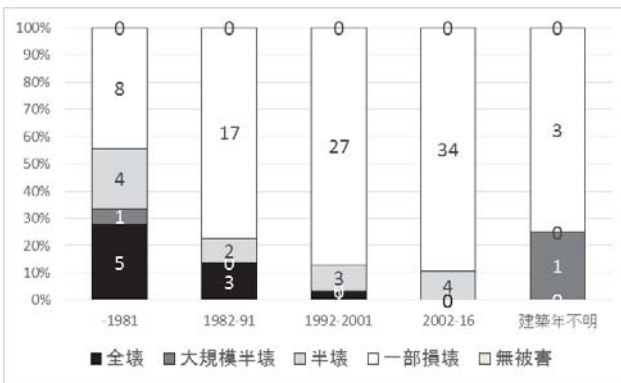


図-3 RC造の建築年代別被害率

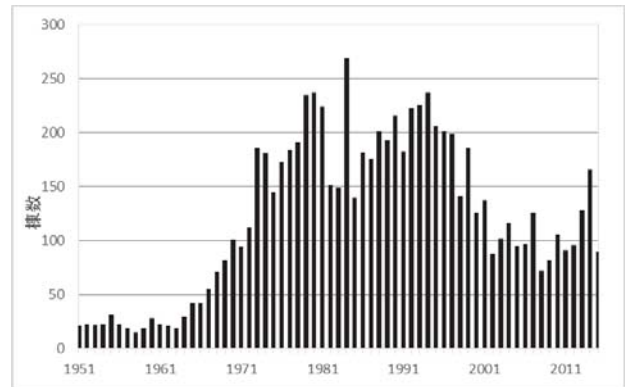


図-7 木造の1年ごとの建物棟数

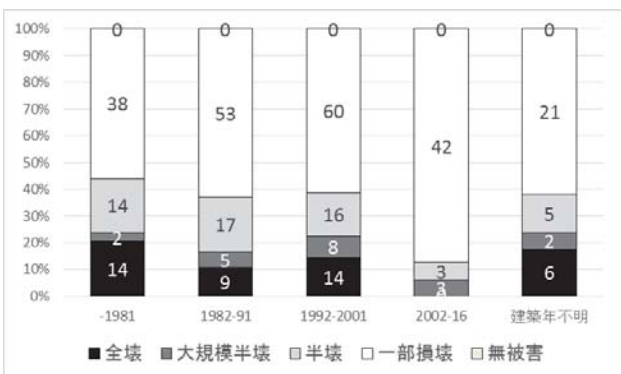


図-4 S造の建築年代別被害率

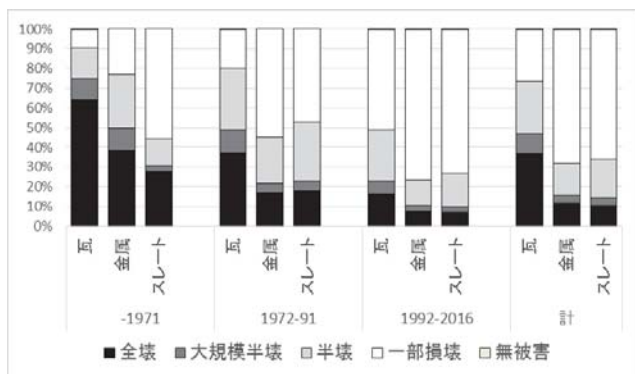


図-8 屋根形式別の被害率

表-4 屋根形状別の被害棟数

建築年代	屋根種別	全壊	大規模半壊	半壊	一部損壊	無被害	合計
-1971	瓦	904	153	220	133	1	1411
	金属	10	3	7	6	0	26
	スレート	10	1	5	20	0	36
	その他	19	5	10	10	0	44
	形式不明	0	0	0	0	0	0
1972-91	瓦	1242	397	1029	662	1	3331
	金属	31	8	43	99	0	181
	スレート	88	26	146	232	0	492
	その他	20	7	17	52	0	96
	形式不明	0	0	0	0	0	0
1992-2016	瓦	328	136	528	1033	3	2028
	金属	33	11	57	330	1	432
	スレート	94	41	228	993	1	1357
	その他	4	1	12	101	0	118
	形式不明	2	0	0	12	0	14
建築年代不明	瓦	157	46	103	79	1	386
	金属	6	2	4	24	0	36
	スレート	17	1	20	63	0	101
	その他	6	3	3	9	0	21
	形式不明	3	2	3	33	0	41
計	瓦	2631	732	1880	1907	6	7156
	金属	80	24	111	459	1	675
	スレート	209	69	399	1308	1	1986
	その他	49	16	42	172	0	279
	形式不明	5	2	3	45	0	55

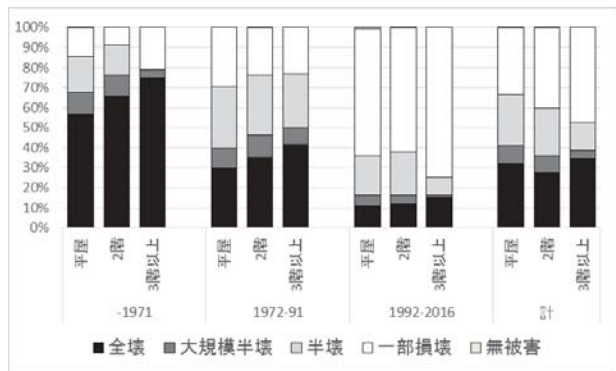


図-9 全建物の階数別の被害率

表-5 全建物の階数別の被害率

建築年代	建物階数	全壊	大規模半壊	半壊	一部損壊	無被害	計
-1971	平屋	351	69	108	87	1	616
	2階	574	92	134	77	0	877
	3階以上	18	1	0	5	0	24
1972-91	平屋	390	124	403	383	0	1300
	2階	971	310	819	652	1	2753
	3階以上	20	4	13	11	0	48
1992-2016	平屋	63	32	112	365	3	575
	2階	388	156	707	2053	2	3306
	3階以上	10	1	6	50	0	67
建築年代不明	平屋	42	13	39	31	0	145
	2階	145	40	93	152	1	431
	3階以上	2	1	1	5	0	9
計	平屋	846	238	662	886	4	2636
	2階	2078	598	1753	2934	4	7367
	3階以上	50	7	20	71	0	148

切り分析した。どの年代区分においても、平屋の全壊率が最も小さくなる結果となった。しかし全体の平均全壊率は、新築年の割合の高い2階建てが最も小さい値となった。

(3) 他の地震との木造建物の被害率比較

図-10に1995年兵庫県南部地震による神戸市灘区における構造別被害率¹¹⁾を示す。図-1に示した益城町における構造別被害率と比較すると、21年の時間差があるが、全壊率は非常に似た傾向を示していることが分かる。なお灘区における半壊は、益城町における大規模半壊と半

壊を合わせたものに相当する。

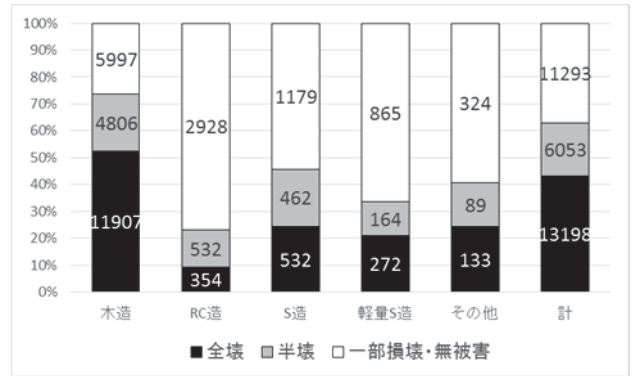


図-10 神戸市灘区における構造別被害率¹¹⁾

2017年熊本地震における益城町の木造建物の全壊率を兵庫県南部地震における神戸市灘区、西宮市¹⁴⁾、2007年新潟県中越沖地震における柏崎市¹⁵⁾の結果と比較したものを図-11および表-6に示す。

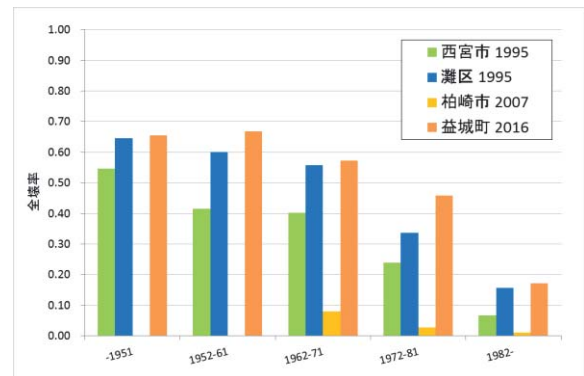


図-11 近年の3地震における木造の全壊率比較

表-6 近年の3地震における木造建物全壊率

全壊率	西宮市 1995	灘区 1995	柏崎市 2007	益城町 2016
-1951	0.55	0.64		0.66
1952-61	0.41	0.60		0.67
1962-71	0.40	0.56	0.08	0.57
1972-81	0.24	0.34	0.03	0.46
1982-	0.07	0.16	0.01	0.17

いずれの建築年代においても、益城町と灘区の木造全壊率はオーダー的に近似しており、西宮市はそれよりもやや低い。これは西宮市の全壊率は、北部に地震動の小さい地域も含まれていることから、同じ地震における灘区よりも全壊率が小さくなっていると考えられる。熊本地震の地震断層のごく近傍の益城町において、兵庫県南部地震から21年後にも関わらず、同建築年代の木造建物全壊率が近似したものとなっていることは興味深い。ただし、兵庫県南部地震の時点では、各自治体の建物被害調査法は統一されておらず¹⁶⁾、全壊の判定が甘かったという見方も指摘されている¹⁷⁾。柏崎市に関しては、地

震動強さは他の地震に匹敵するレベルであったにも関わらず、全壊率は非常に小さい。この事実に関しては、兵庫県南部地震前後に発生した地震の多く（1993年釧路沖地震、2000年鳥取県西部地震、2004年新潟県中越地震、2007年新潟県中越沖地震、2008年岩手・宮城内陸地震など）でも同様のことが指摘されている。1つの要因としては、木造建物の地域差が挙げられている。これらの地震の多くは、北海道、東北、北陸、山陰などの寒冷地であり、地盤凍上や雪荷重に対応するため、木造建物は壁が厚く、構造的に強いことが考えられる。また、とくに北海道や東北では、瓦屋根が少なく軽い屋根が多いことも、原因として挙げられている。一方、相対的に木造被害率の高くなった阪神地域や熊本地方では、台風に備えた重い屋根の割合が高いことも原因として指摘されている。

4. まとめ

2016年熊本地震における熊本県益城町の建物被害に関して、自治体による住家被害認定調査結果をもとに作成されたデータを用いて分析した。益城町の建物被害においては、建物の構造種別が被害率に大きく影響を及ぼしており、いずれの構造においても建築年代が古くなるほど全壊率は大きくなる傾向にあった。とくに木造に関しては、耐震基準の改正に応じた年代区分に対応し、全壊率が減少する様子が確認できた。また、屋根形式による被害の傾向として、瓦屋根の建物は他の形式のものと比較して、高い全壊率を示した。金属屋根とスレート屋根の木造建物は、被害率はほとんど差が見られなかった。建物階数別では、平屋の方が2階建ての建物よりも被害率が高かった。また、益城町における木造建物の全壊率は、兵庫県南部地震における神戸市灘区に近似した全壊率を示した。

今後の課題としては、益城町における推定地震動分布と重ね合わせることで、構造・建築年代別の建物被害関数の構築が挙げられる。これは現状の地震被害想定が兵庫県南部地震の経験式に基づいた被害関数を使用していることより、重要な課題と考えられる。しかし、益城町のみでは、非木造建物の数が充分とはいえないこと、また地震動強度の範囲が狭いことが考えられる。したがって、熊本市など他の自治体における同様の被害データの収集・分析が望まれる。

参考文献

- 1) 内閣府：熊本県熊本地方を震源とする地震に係る被害状況等について。
<http://www.bousai.go.jp/updates/h280414jishin/>
- 2) 気象庁：平成28年（2016年）熊本地震の関連情報。
http://www.jma.go.jp/jma/menu/h28_kumamoto_jishin_menu.html
- 3) 国土地理院：平成28年熊本地震に関する情報。
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H27-kumamoto-earthquake-index.html>
- 4) 産業技術総合研究所地質調査総合センター：平成28年（2016年）熊本地震及び関連情報。
<https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/kumamoto2016/index.html>
- 5) 国土技術政策総合研究所：平成28年(2016年)熊本地震建築物被害調査報告（速報）。
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0929.htm>
- 6) 杉野未奈, 山室涼平, 小林素直, 村瀬詩織, 大村早紀, 林康裕：2016年熊本地震における益城町の建物被害の分析, 日本地震工学会論文集, Vol.16, No. 10, pp.69-85, 2016.
- 7) Yamada, M., Ohmura, J., and Goto, H.: Wooden building damage analysis in Mashiki town for the 2016 Kumamoto earthquakes on April 14 and 16, Earthquake Spectra, Preprint, 2017.
- 8) 内閣府：災害に係る住家の被害認定基準運用指針,
<http://www.bousai.go.jp/taisaku/pdf/shishinall.pdf>
- 9) Urakawa G, Hayashi H, Tamura T, Inoguchi M, Horie K, Higashida M, Hamamoto R: Building comprehensive disaster victim support system, Journal of Disaster Research, 5(6), 687-696, 2010.
- 10) 益城町：平成28年熊本地震益城町における対応の検証結果報告,
http://www.town.mashiki.lg.jp/common/Upload-FileDsp.aspx?c_id=76&id=1217&sub_id=1&flid=4657
- 11) 村尾修, 山崎文雄：自治体の被害調査結果に基づく兵庫県南部地震の建物被害関数, 日本建築学会構造系論文集, 第527号, 189-196, 2000.
- 12) 山口直也, 山崎文雄：西宮市の被災度調査結果に基づく建物被害関数の構築：地域安全学会論文集, No. 2, pp. 129-138, 2000.
- 13) 内閣府：首都直下地震の被害想定項目及び手法の概要。
http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/pdf/syuto_wg_butsuri.pdf
- 14) 山口直也, 山崎文雄：詳細な建物情報を含む被災度調査結果に基づく西宮市の地震動分布の再推定, 土木学会論文集, No. 640/I-50, pp. 203-214, 2000.
- 15) 長尾拓真, 山崎文雄：2007年新潟県中越沖地震における柏崎市の建物被害分析, 地域安全学会論文集, No. 15, pp.249-254, 2011.
- 16) 村尾修, 山崎文雄：兵庫県南部地震における建物被害の自治体による調査法の比較検討, 日本建築学会計画系論文集, No. 515, pp. 187-194, 1999.
- 17) 村尾修, 山崎文雄：震災復興都市づくり特別委員調査データに構造・建築年を付加した兵庫県南部地震の建物被害関数, 日本建築学会構造系論文集, 第555号, 185-192, 2002.