

2016 年熊本地震による被災宅地の被害分析

橋本 隆雄¹・松下 一樹²

¹正会員 国土館大学理工学部まちづくり学系教授 (〒154-8515 東京都世田谷区世田谷4-28-1)

E-mail: thashimo@kokushikan.ac.jp

²正会員 国土交通省都市局都市安全課企画専門官 (〒100-8918 東京都千代田区霞が関 2-1-3)

E-mail: matsushita-k2jd@mlit.go.jp

2016 年熊本地震では、震度 7 が 2 回、震度 6 弱以上が 7 回発生し、熊本都市圏及び阿蘇地方を中心に 18 万棟を超える家屋被害や大規模な土砂災害をはじめ広範囲に甚大な被害をもたらした。宅地においても、熊本市、益城町、西原村、南阿蘇村、大津町等において大規模盛土造成地における滑動崩落、宅地擁壁の倒壊やはらみ・折損等の宅地被害が広範囲に数多く発生した。そこで、熊本県内の被災した市町村では国土交通省及び被災宅地危険度判定協議会に対し他の都道府県の被災宅地危険度判定士の派遣要請を依頼し、被災宅地危険度判定士による判定を実施した。

本論文では、2016 年熊本地震による被災宅地危険度判定調査結果から宅地擁壁、宅地地盤、のり面・自然斜面の被害状況について各地区及び被害項目ごとに分析を行ったものである。

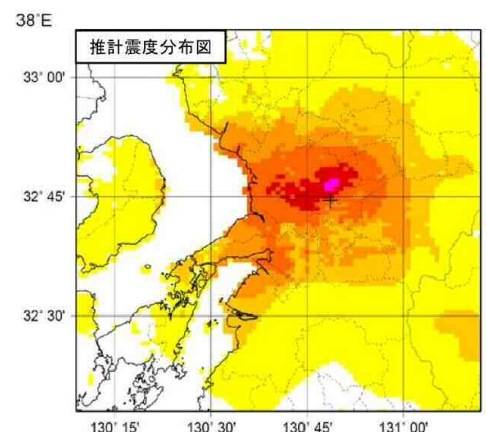
Key Words: Kumamoto earthquake, retaining wall failure, residential land damage, judgment workers

1. はじめに

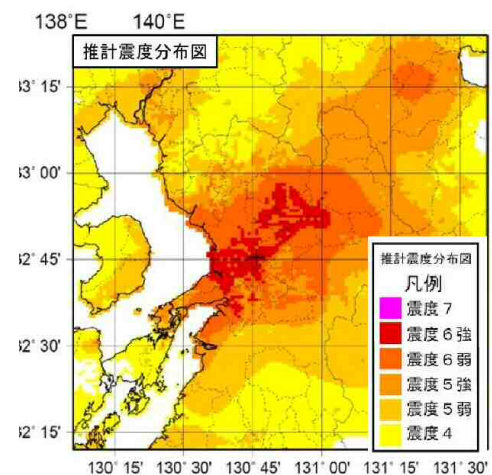
2016 年熊本地震では、図-1 に示すように 4 月 14 日 21 時 26 分に発生したマグニチュード 6.5 の前震と約 28 時間後の 4 月 16 日 1 時 25 分に発生したマグニチュード 7.3 の本震の震度 7 が 2 回、震度 6 弱以上が 7 回発生した。この熊本地震は、熊本都市圏及び阿蘇地方を中心に 18 万棟を超える家屋被害や大規模な土砂災害をはじめ広範囲に甚大な被害をもたらした。宅地においても、熊本市、益城町、西原村、南阿蘇村、大津町等において大規模盛土造成地における滑動崩落、宅地擁壁の倒壊やはらみ・折損等の広範囲に数多くの宅地被害を生じた。

そこで、熊本県内の被災した市町村では国土交通省及び被災宅地危険度判定協議会に対し他の都道府県の被災宅地危険度判定士^{2,3)}の派遣要請を依頼し、判定を実施した。被災宅地危険度判定は、地方公共団体職員が擁壁、宅地地盤、のり面・自然斜面の被害について現地計測等を行い、変状項目ごとの配点から赤（危険）、黄（要注意）、青（調査済）の 3 段階で危険度判定を行った。

本論文では、2016 年熊本地震による被災宅地危険度判定士による宅地擁壁、宅地地盤、のり面・自然斜面の被害状況判定結果を分析^{4,6)}、今回の地震被害状況とその特徴を明らかにし、今後の宅地防災対策のあり方について検証する。



(a) 前震 (4 月 14 日 21 時 26 分, M6.5)



(b) 本震 (4 月 16 日 1 時 25 分, M7.3)

図-1 熊本地震による震度分布図¹⁾

2. 被災宅地危険度判定士による宅地の調査

熊本県及び被災市町村は避難所運営、仮設住宅の準備、被災建物応急危険度判定に追われて被災宅地危険度判定を実施する余裕は無い状況だった。本省及び九州地方整備局では、熊本県との協議や鳥取県からの情報を基に被災宅地危険度判定連絡協議会と相談し、支援本部に常駐し、被災宅地危険度判定士の派遣調整だけでなく、図-2に示す広域判定計画や判定実施市町村との調整、判定結果の集計に至るまで代行した。支援本部には、図-3に示すように（独法）UR 都市機構、（公社）全国宅地擁壁技術協会にも常駐を依頼し技術的な支援を受けた。

被災宅地危険度判定は、鳥取県による先遣調査が4月17日から実施され、4月20日には熊本県が被災宅地危険度判定支援本部を設置し、全国からの応援判定士を本格的に受け入れ始めた。支援本部は、4月20日から5月8日まで熊本市役所内に設置され、5月9日以降は熊本県住宅供給公社内に設置された。判定を実施するために全国の162地方自治体から、延べ2,870人の被災宅地危険度判定士が派遣された。この全国自治体による支援は図-4に示すように5月29日まで実施された。その後、被災自治体による判定が平成29年1月11日まで継続され、最終的に延べ判定士数2,977人が表-1に示す危険

2,760件、要注意4,377件を含む合計20,022件、図-5に示す12市町村（熊本市、益城町、西原村、南阿蘇村、大津町、菊陽町、御船町、合志市、甲佐町、美里町、宇城市、山都町）で判定が実施された⁸⁾。



図-2 広域判定計画図⁷⁾



図-5 宅地被害の位置図

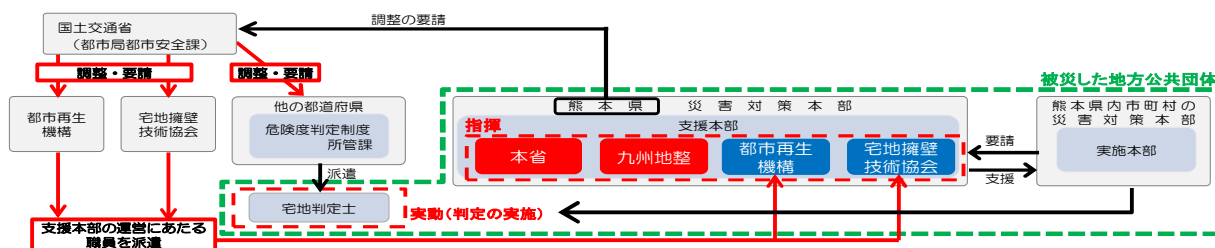


図-3 熊本地震における被災宅地危険度判定の実施体制⁷⁾

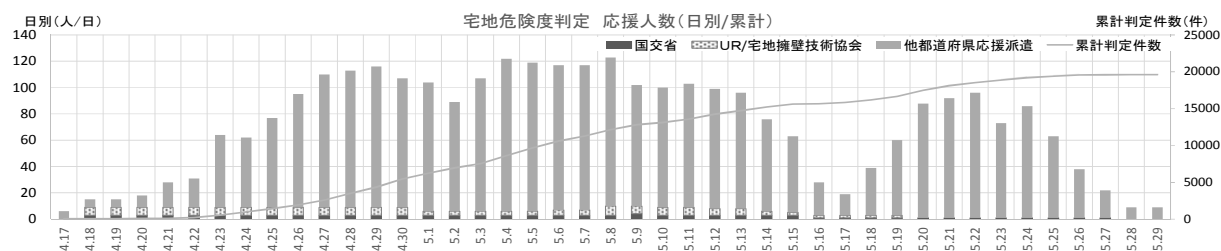


図-4 熊本県に派遣された被災宅地危険度判定士数及び判定件数⁷⁾

表-1 判定士数及び調査件数（平成29年1月11日公表値）

調査対象 (市町村)	判定士数	調査件数				その他 (判定不能)
		危険 (大)	要注意 (中)	調査済 (小)	累計	
熊本市	958	500	1,096	3,859	5,478	23
その他市町村	2,019	2,260	3,281	8,791	14,544	212
合計	2,977	2,760(13.8%)	4,377(21.9%)	12,650(63.3%)	20,022	235

注1)：その他市町村：益城町、西原村、大津町、菊陽町、御船町、合志市、甲佐町、美里町、宇城市、山都町

注2)：調査件数には簡易調査（中・大のみ）も含む。

表-2 調査票集計による大・中の調査件数（平成 29 年 3 月）

調査対象 (市町村)	擁壁		宅地地盤		のり面		合計		総合計
	詳細	簡易	詳細	簡易	詳細	簡易	詳細	簡易	
熊本市	1,062	—	236	—	65	—	1,363	349	1,712
益城町	1,722	973	266	396	84	21	2,072	1,390	3,462
西原村	410	72	55	0	74	0	539	72	611
南阿蘇村	299	49	64	21	72	6	435	76	511
大津町	142	123	7	14	12	5	161	142	303
宇城市	24	0	3	0	0	0	27	0	27
菊陽町	7	0	5	0	0	0	12	0	12
山都町	5	0	3	0	2	0	10	0	10
御船町	33	3	77	2	35	1	145	6	151
甲佐町	44	2	30	0	10	0	84	2	86
合志市	38	0	65	0	8	0	111	0	111
美里町	37	0	5	0	0	0	45	0	42
市町村合計	3,823	1,222	816	433	362	33	5,001	2,037	7,038

3. 宅地擁壁被害の状況

表-2 は、被災宅地危険度判定帳票を各市町村から入手したものの内、軽微な被害を除いた被害程度の大・中の被害を集計したものである。調査は通常の判定（詳細調査）の他に簡易判定が行われた。ただし、熊本市では簡易判定において擁壁・宅地地盤・のり面の種別がなかった。また、簡易判定では危険（大）、要注意（中）の結果しかないために宅地擁壁被害の分析を行うことができない。

そこで、宅地擁壁被害の分析は、表-3 に示すように詳細調査の調査票を用いて被害判定が危険（大）・要注意（中）のみを抽出して行った。被害箇所は、熊本市 1,062 件、益城町 1,722 件、西原村 410 件、南阿蘇村 299 件、大津町 142 件、宇城市 24 件、菊陽町 7 件、山都町 5 件、御船町 33 件、甲佐町 44 件、合志市 38 件、美里町 37 件の総数 3,823 件について集計を行った。図-6 は調査票による被災宅地件数で、図-7 は各市町村での宅地被害件数を円グラフで示したものである。宅地被害には、擁壁、宅地地盤、のり面・自然斜面を区分したものであるが、擁壁の被害が大半（約 3/4）を占めている。

写真-2 は宅地擁壁被害の状況で、空石積造擁壁（コンクリートで固めず石を積んだだけの擁壁）や、増し積み擁壁（既存擁壁の上部に空洞ブロックなどを増し積みした擁壁）など、技術基準を満たしていない擁壁の被害が多く発生した。

表-3 調査票による被災宅地擁壁件数

市町村名	被災件数	被害判定	
		大	中
熊本市	1,062	462	600
益城町	1,722	1,078	644
西原村	410	329	81
南阿蘇村	299	242	57
大津町	142	108	34
宇城市	24	7	17
菊陽町	7	2	5
山都町	5	2	3
御船町	33	11	22
甲佐町	44	29	15
合志市	38	10	28
美里町	37	28	9
合計	3,823	2,308	1,515

注）：簡易判定（1,150 件）では擁壁の区別ができないため除外した値である

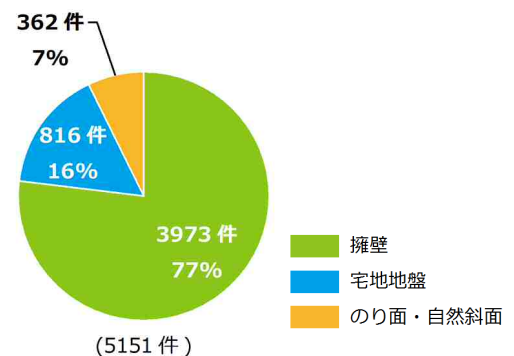


図-6 調査票による被災宅地件数(5,151 件)

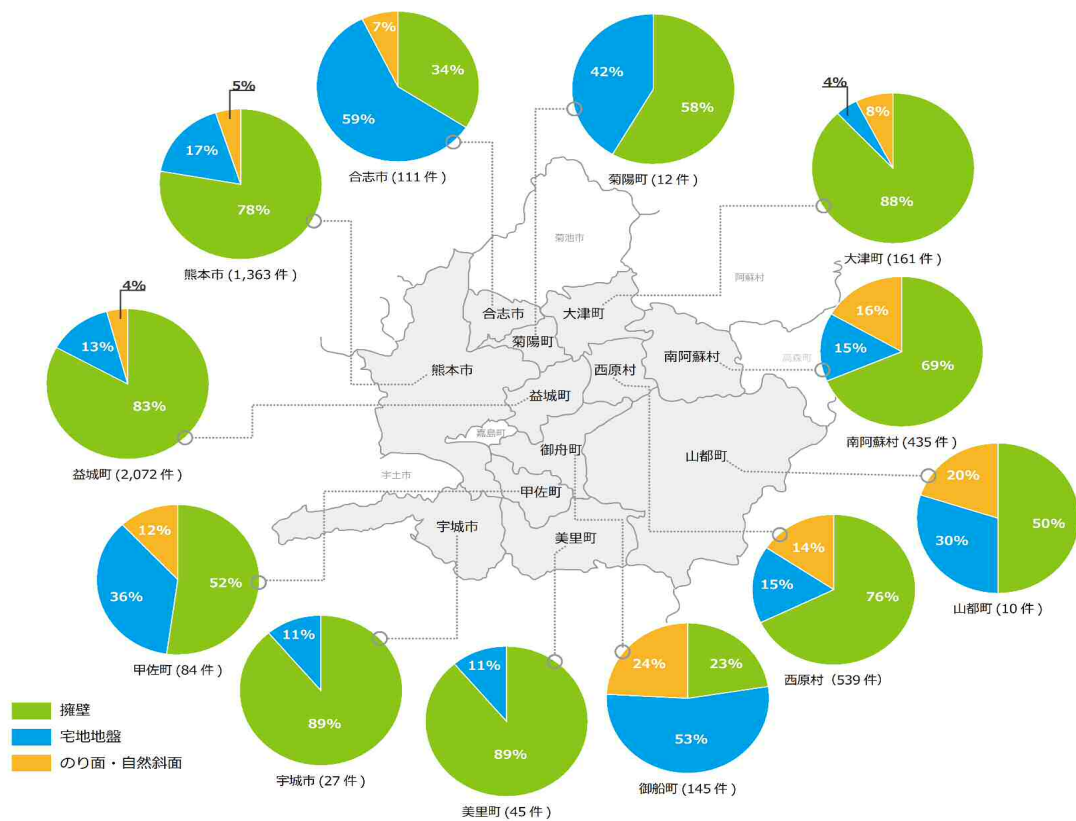


図-7 市町村毎の宅地被害状況(5,151 件)



(a)練石積擁壁の縦クラック (益城町)



(b)宅地地盤の状況 (益城町)



(c)練石積擁壁の横クラック (益城町)



(d)練石積擁壁のコーナー部の崩壊 (益城町)



(e)練石積擁壁の倒壊 (西原村)



(f)練石積擁壁の倒壊 (南阿蘇村)



(g)練石積擁壁の倒壊 (益城町)



(h)空石積擁壁の崩壊 (西原村)



(i)L型擁壁の倒壊 (南阿蘇村)

写真-2 宅地擁壁の被害状況

4. 宅地擁壁被害の分析

(1) 被災宅地擁壁の種類

被災宅地擁壁の種類は、図-8 示すように空石積造擁壁 29%、練石積造擁壁 29%、コンクリート系擁壁が 20%、増積擁壁 15%、二段擁壁 7%で、空石積造及び練石積造が約 1/3、コンクリートが約 1/5 を占めている。ただし、表-3 では詳細調査 3,823 件となっているが、被害の種類は複数の記載があるため重複した 4,043 件で分析を行っている。図-9 は、各市町村での宅地擁壁の被害件数を円グラフで示し、それぞれの擁壁の種類を区分したものである。この図から被害のほとんどが練石積造擁壁、空石積造擁壁、コンクリート系擁壁となっていることがわかる。特に西原村、大津町、南阿蘇村等の山間部では、空石積造擁壁の被害が多い。図-10 は宅地擁壁被害の種類と被害程度で、コンクリート系擁壁に対して空石積造擁壁のほとんどが危険となっている。

(2) 被災宅地擁壁の分類

図-11 は被災宅地擁壁の分類で被害程度が軽微なクラックから順に大きくなるようにまとめた結果、傾斜・倒壊 30%が多く、崩壊 22%、クラック 15%となっている。ただし、表-3 では詳細調査 3,823 件となっているが、被害の項目は複数の記載があるため重複した 5,367 件で分析を行っている。また、図-12 は被災宅地擁壁の分類と被害程度ではらみ以上の被害になると危険度大の方が多

くなっていることが明らかとなった。

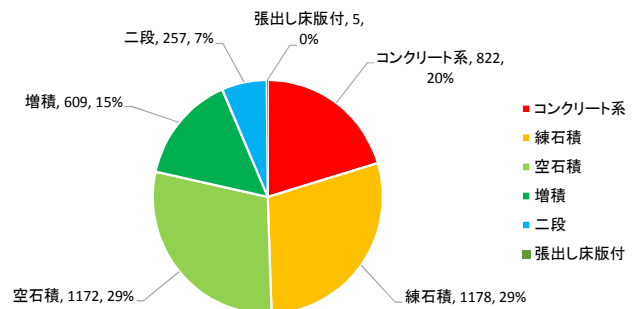


図-8 被災擁壁の種類 (総件数 4,043 件)

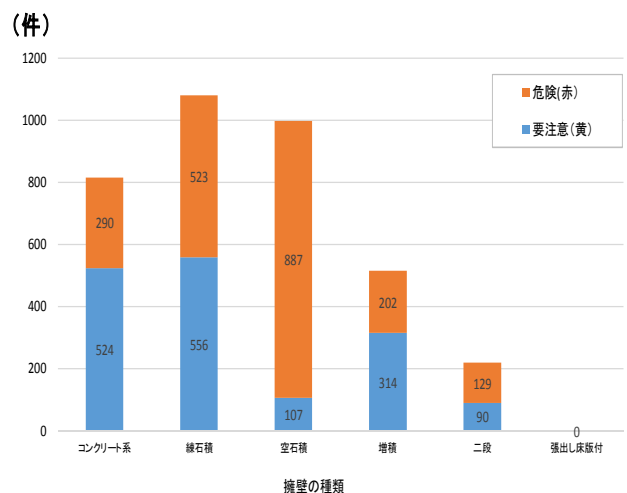


図-10 被災宅地擁壁の種類と被害程度 (総件数 4,043 件)

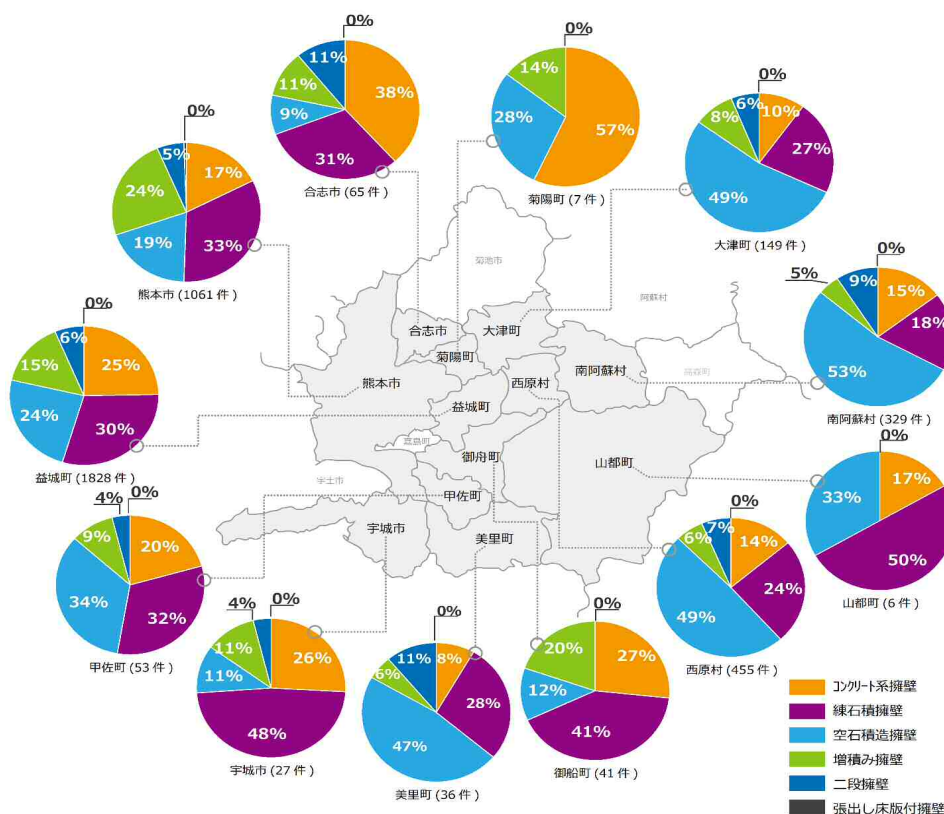


図-9 市町村毎の宅地擁壁被害状況 (総件数 4,043 件)

(3) 被災宅地擁壁の高さ別分類

被災宅地擁壁の高さは、図-13 に示すように全体的に3m以下の擁壁 79%が被害を受けており、図-14 に示すように高さ 1m を超えると危険度大のものも多くなっている。ただし、表-3 では詳細調査 3,823 件となっているが、調査票に高さの記載がないものがあるため正確性を増すために高さの記載がある 3,042 件で分析を行っている。3m以下の擁壁の被害は、図-15 に示すようにコンクリート系擁壁で 63%、空石積造擁壁で 67%を占めている。図-16 は宅地擁壁の高さと建物や道路への影響範囲の有無を示すが、高さに関わらず擁壁の被害が隣接する建物や道路に影響があることが分かる。

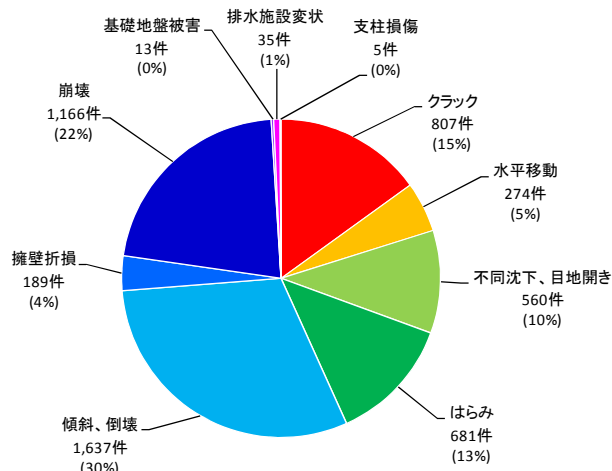


図-11 被災宅地擁壁の分類 (総件数 5,367 件)

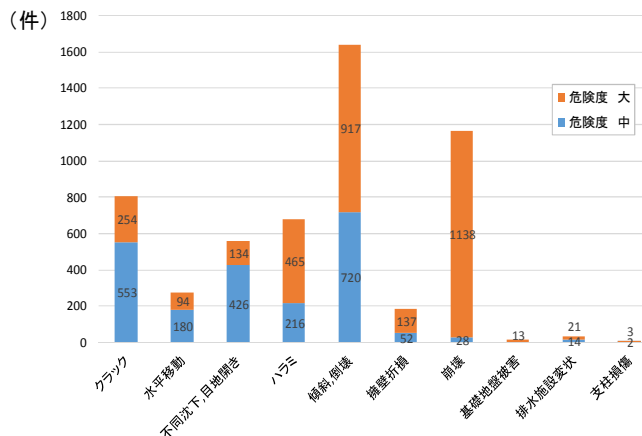


図-12 被災宅地擁壁分類と被害程度 (総件数 5,367 件)

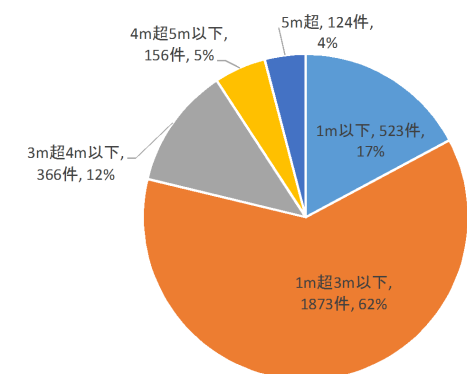


図-13 被災宅地擁壁の高さ (総件数 3,042 件)

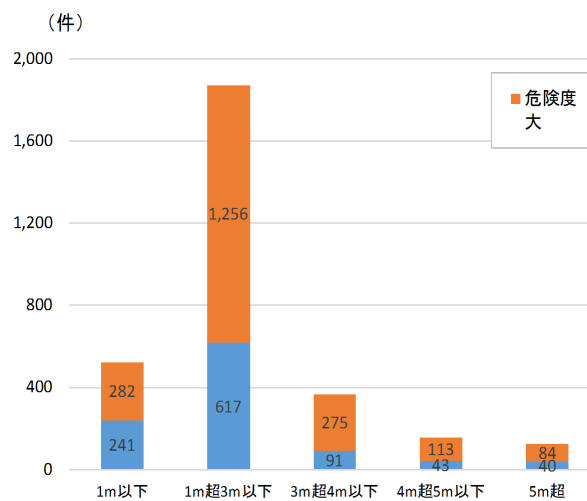


図-14 被災宅地擁壁の高さと危険度

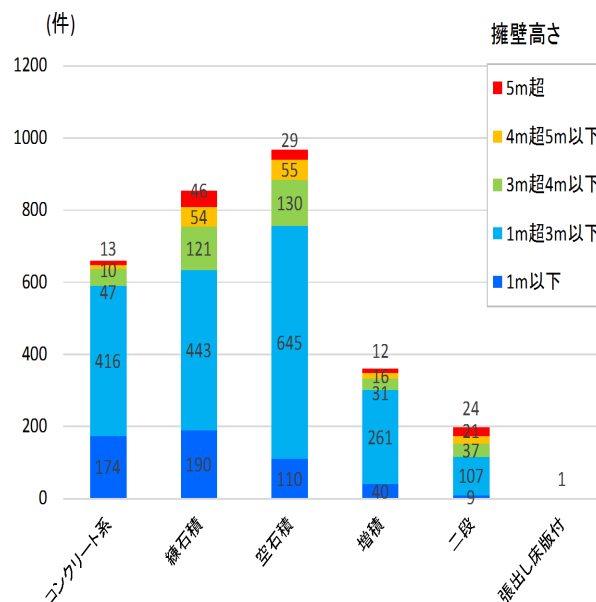


図-15 宅地擁壁の種類毎の高さ別分類

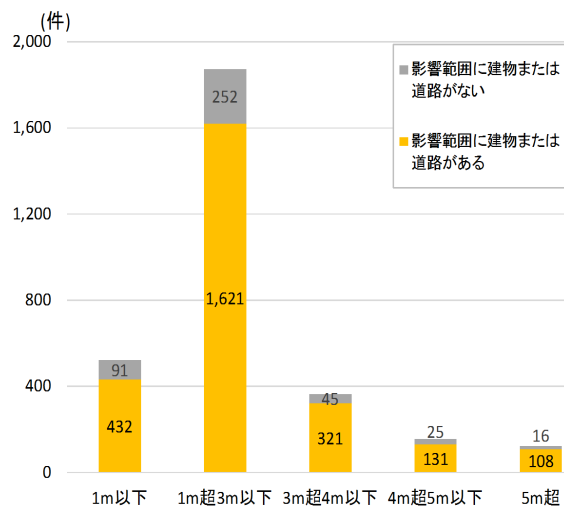


図-16 宅地擁壁の高さと影響範囲

4. 宅地地盤被害の分析

宅地地盤の被害状況は、各地区によって異なっている。そこで、宅地地盤の被害分析は熊本市 452 件、益城町 435 件、西原村 104 件、南阿蘇村 90 件、御船町 39 件、甲佐町 15 件、大津町 14 件、菊陽町 12 件、美里町 5 件、宇城町 4 件、山都町 2 件、合志町 2 件の 12 市町村の危険 245 件と要注意 1046 件の合計 1291 件のデータを基に集計をした。

各市町村の宅地地盤の被害割合は、図-7 に示すように合志町 59%、御船町 53%、菊陽町 42%、甲佐町 36% と多いことが分かった。図-17 は被災宅地地盤の分類で被害程度が軽微なクラックから順に大きくなるように 1291 件を対象として被害件数を円グラフで示したものである。その集計結果は、クラック(幅)による被害が 41%(532 件)と非常に多く、沈下(沈下量・規模)が 22%(281 件)、段差(段差量)が 18%(234 件)、陥没(深さ)が 14%(180 件)となっている。

図-18 は被災宅地地盤分類と被害程度で 1,291 件を対象として被害件数を棒グラフで示したもので、滑段差・隆起は危険が多くなっている。

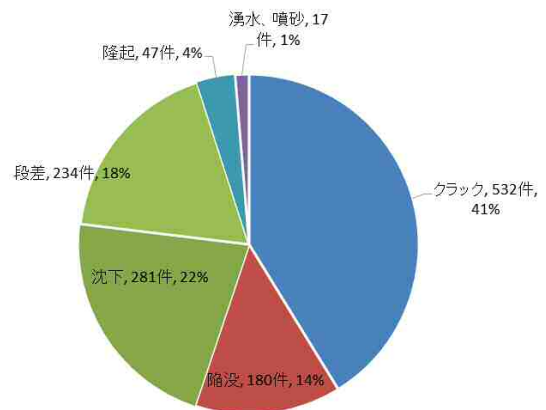


図-17 被災宅地地盤の分類 (総件数 1,291 件)

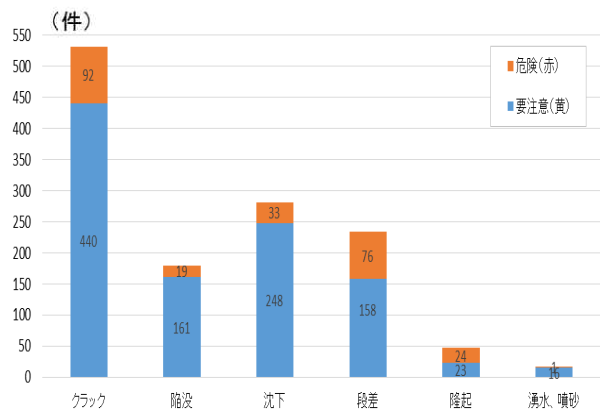


図-18 被災宅地地盤分類と被害程度 (総件数 1,291 件)

5. のり面・自然斜面の被害分析

のり面・自然斜面の被害分析は熊本市 81 件、益城町 144 件、西原村 121 件、南阿蘇村 122 件、大津町 22 件、山都町 6 件、御船町 9 件、甲佐町 9 件、合志町 5 件、美里町 9 件の 10 市町村の危険 348 件と要注意 222 件の合計 570 件のデータを基に集計をした。宇城町と菊陽町については擁壁被害と宅地地盤被害だけで、のり面・自然斜面の被害がないため、計上していない。

各市町村ののり面・自然斜面の被害割合は、図-6 に示すように御船町 24%、山都町 20%、南阿蘇村 16%、西原村町 20% と多いことが分かった。

図-19 は被災のり面・自然斜面の分類で 570 件を対象として被害件数を円グラフで示したものである。その集計結果は、滑落による被害が 61%(345 件)が非常に多く、崩壊による被害が 27%(154 件)、クラック 5%(27 件)を占め、ハラミが 4%(24 件)、法面保護工の変状(植生工は除く) 2%(14 件)、ガリー浸食 1%(4 件)となっている。

図-20 は被災のり面・自然斜面分類と被害程度で 570 件を対象として被害件数を棒グラフで示したもので、滑落・崩壊は危険が多くなっている。

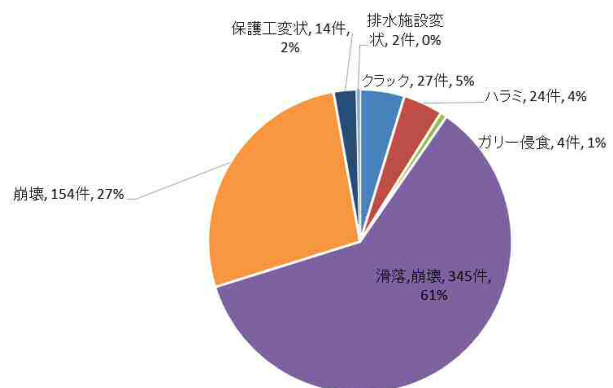


図-19 被災のり面・自然斜面の分類 (総件数 570 件)

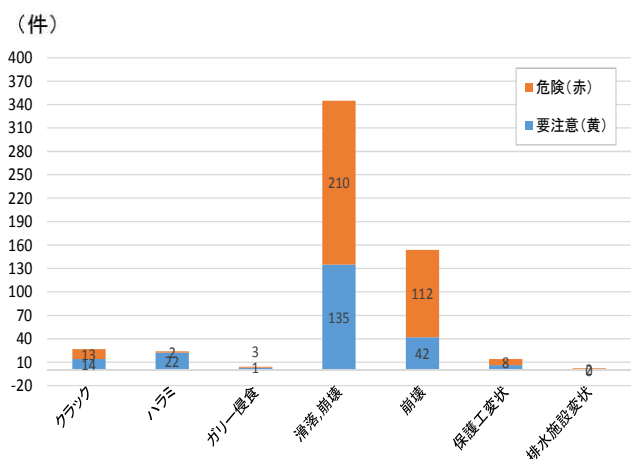


図-20 被災のり面分類と被害程度 (総件数 570 件)

6. 熊本地震と他の地震との比較

(1) 宅地擁壁の被害の比較

熊本地震による被災宅地擁壁の種類は、図-8 の総件数 4,043 件の比率を詳細調査 3,823 件と簡易調査 1,222 件を合わせた 5,045 件に適用した。図-21 は熊本地震の宅地擁壁とこれまでの兵庫県南部地震 1,085 件、新潟県中越地震 561 件、東北地方太平洋沖地震 6,699 件の大地震による被災宅地擁壁種類の比較したものである。熊本地震による被災宅地擁壁は、空石積擁壁が 29% (約 1/3) を占め、非常に弱い構造であることが分かる。表-4 及び図-22 は中地震を含めた比較で、被災宅地擁壁種類で空

石積擁壁が一番多いのは熊本地震しかない。この理由としては、熊本城をはじめとした石文化が根付いていることやこれまで大きな地震を経験してこなかったことが考えられる。

一方、熊本地震による被災宅地擁壁の分類は、詳細調査 3,823 件の時に被害が重複して図-11 の総件数 5,367 件となったことから、 $(5,367/3,823) \times 5,045$ 件に図-11 の比率を適用した。表-5 及び図-23 は中地震を含めた比較で、熊本地震について傾斜・倒壊及び崩壊の被害が非常に多くなっている。この理由としては、地震動が大きかったことと空石積擁壁が非常に多いことが考えられる。

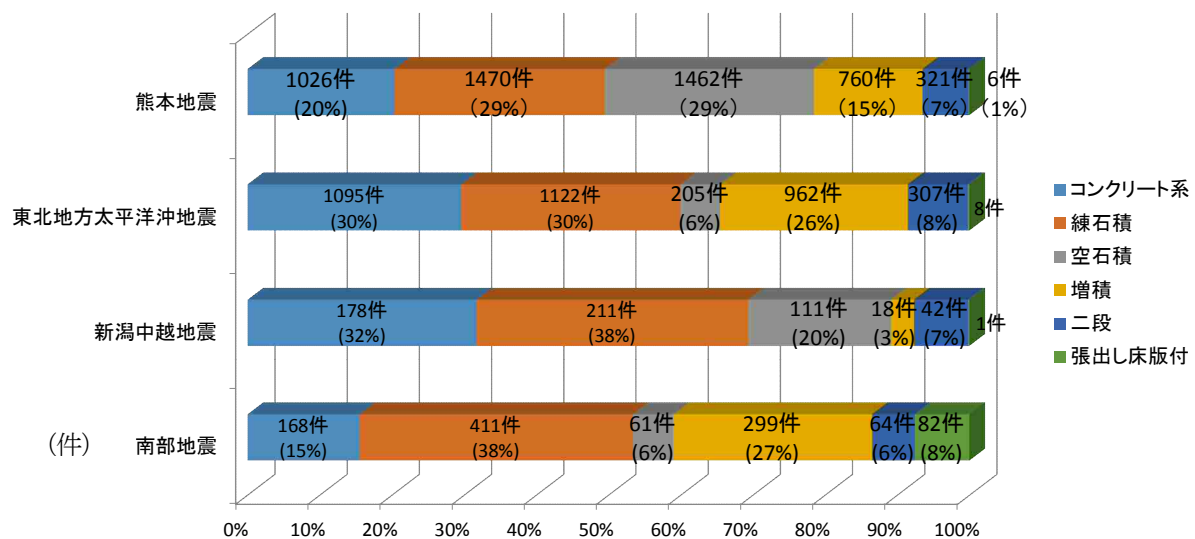
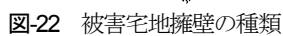


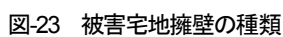
図-21 大地震による被災宅地擁壁種類の比較

表-4 被害宅地擁壁の種類別件数

地震	擁壁	コンクリート系	練石積造	空石積造	増積み	二段	張り出し床版付	合計
新潟中越沖		279 (49%)	122 (21%)	48 (8%)	80 (14%)	47 (8%)	0 (0%)	576
新潟中越		178 (32%)	211 (38%)	111 (20%)	18 (3%)	42 (7%)	1 (0%)	561
兵庫県南部		168 (15%)	411 (37%)	61 (6%)	299 (28%)	64 (6%)	82 (8%)	1,085
長野県北部		32 (19%)	70 (42%)	51 (30%)	12 (7%)	3 (2%)	0 (0%)	168
東北地方太平洋沖		1,095 (30%)	1,122 (30%)	205 (6%)	962 (26%)	307 (8%)	8 (0%)	3,699
熊本		822 (22%)	1,178 (28%)	1,172 (32%)	609 (12%)	257 (6%)	5 (0%)	4,043
熊本 (補正值)		1,026	1,470	1,462	760	321	6	5,045



変状 地震	クラック	水平 移動	不同沈 下・目地 の開き	はらみ ・変形	傾斜 ・倒壊	擁壁の折 損	崩壊	基礎及び 基礎地盤 の被害	円弧 すべり	排水 施設の変 状	床版支柱 座屈	合計
新潟県中 越沖	190 (24%)	59 (8%)	108 (14%)	71 (9%)	282 (36%)	34 (4%)	23 (3%)	4 (1%)	0 (0%)	8 (1%)	0 (0%)	779
新潟県中 越	128 (22%)	54 (9%)	96 (16%)	77 (13%)	152 (27%)	31 (5%)	33 (6%)	8 (1%)	0 (0%)	7 (1%)	0 (0%)	586
兵庫県南 部	785 (64%)	0 (0%)	46 (4%)	85 (7%)	59 (5%)	2 (0%)	96 (8%)	0 (0%)	133 (11%)	0 (0%)	12 (1%)	1,218
長野県北 部	50 (32%)	13 (8%)	1 (1%)	21 (14%)	23 (15%)	5 (3%)	4 (2%)	34 (22%)	1 (1%)	1 (1%)	1 (1%)	154
東北地方 太平洋沖	1576 (35%)	468 (10%)	761 (17%)	521 (12%)	681 (15%)	182 (4%)	208 (5%)	42 (1%)	0 (0%)	30 (1%)	0 (0%)	4,539
熊本	1065 (15%)	362 (5%)	739 (10%)	899 (13%)	2,160 (30%)	249 (4%)	1,539 (22%)	17 (0%)	0 (0%)	46 (1%)	7 (0%)	5,045
熊本 (補正值)	1065	362	739	899	2,160	249	1,539	17	0	46	7	7,083



(2) 宅地地盤被害の比較

熊本地震による被災宅地地盤の種類は、図-19 の総件数（湧水・噴砂を除く）1,274 件の比率を詳細調査 816 件と簡易調査 433 件を合わせた 1,249 件に適用した。

熊本地震による被災宅地擁壁の分類は、詳細調査 816 件の時に被害が重複して図-11 の総件数 1291 件となったことから、 $(1274/816) \times 1249$ 件の補正を行った。表-6 及び図-24 は大地震の兵庫県南部地震、新潟県中越地震、中地震の新潟中越沖地震、岩手・宮城内陸地震、長野県北部地震を含めた比較である。東日本大震災のデータはないので入っていない。熊本地震では、陥没 14%、沈下 22%、段差 18%、隆起 4%とこれまでの地震と比較すると割合・量ともに被害が非常に大きいことが分かる。

(3) のり面・自然斜面被害の比較

熊本地震による被災宅地地盤の種類は、図-8 の総件数 570 件の比率を詳細調査 362 件と簡易調査 33 件を合わせた 395 件に適用した。

熊本地震による被災宅地擁壁の分類は、詳細調査 362 件の時に被害が重複して図-19 の総件数 570 件となったことから、 $(570/362) \times 395$ 件の補正を行った。表-7 及び図-25 は大地震の兵庫県南部地震、新潟県中越地震、中地震の新潟中越沖地震、岩手・宮城内陸地震、長野県北部地震を含めた比較である。東日本大震災のデータはないので入っていない。熊本地震では、滑落・崩壊 61%、落石 27%とこれまでの地震と比較すると割合・量ともに被害が非常に大きいことが分かる。

表-6 被害宅地地盤の変状項目の分類別件数

変状 地震	クラック	陥没	沈下	段差	隆起	合計
新潟県中越沖	208 (52%)	37 (9%)	72 (18%)	67 (17%)	17 (4%)	401
新潟県中越	245 (47%)	67 (13%)	125 (24%)	71 (14%)	17 (3%)	525
兵庫県南部	172 (52%)	27 (8%)	119 (36%)	8 (2%)	4 (1%)	330
長野県北部	90 (55%)	16 (10%)	28 (17%)	23 (14%)	6 (4%)	163
岩手・宮城内陸	92 (75%)	6 (5%)	10 (8%)	14 (11%)	1 (1%)	123
熊本	532 (42%)	180 (14%)	281 (22%)	234 (18%)	47 (4%)	1,274
熊本（補正值）	819	273	429	351	78	1,950

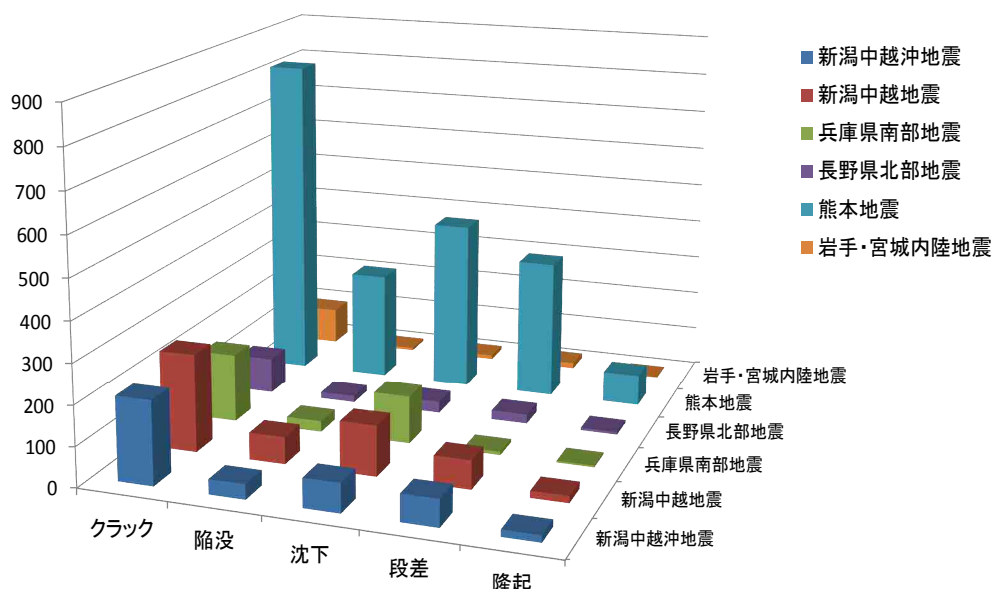


図-24 被害宅地地盤の種類

表-7 被害宅地法面の変状項目の分類別件数

変状 地震	クラック	はらみ・盤ぶ くれ	ガリー・侵食	滑落・崩壊	落石	法面保護工変 状	排水施設の変 状	地すべり	計
新潟県中 越沖	62 (26%)	29 (12%)	0 (0%)	127 (54%)	0 (0%)	14 (6%)	2 (1%)	0 (0%)	234
新潟県中 越	72 (24%)	29 (10%)	5 (2%)	182 (61%)	0 (0%)	3 (1%)	6 (2%)	0 (0%)	297
兵庫県南 部	47 (52%)	0 (0%)	0 (0%)	31 (34%)	7 (8%)	0 (0%)	0 (0%)	5 (6%)	90
長野県北 部	25 (54%)	8 (17%)	0 (0%)	12 (26%)	0 (0%)	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	46
岩手・宮 城内陸	20 (42%)	7 (15%)	1 (2%)	19 (40%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (2%)	0 (0%)	48
熊本	27 (5%)	24 (4%)	4 (1%)	345 (61%)	154 (27%)	14 (2%)	2 (0%)	0 (0%)	570
熊本 (補正值)	29	26	5	377	168	15	2	0	622

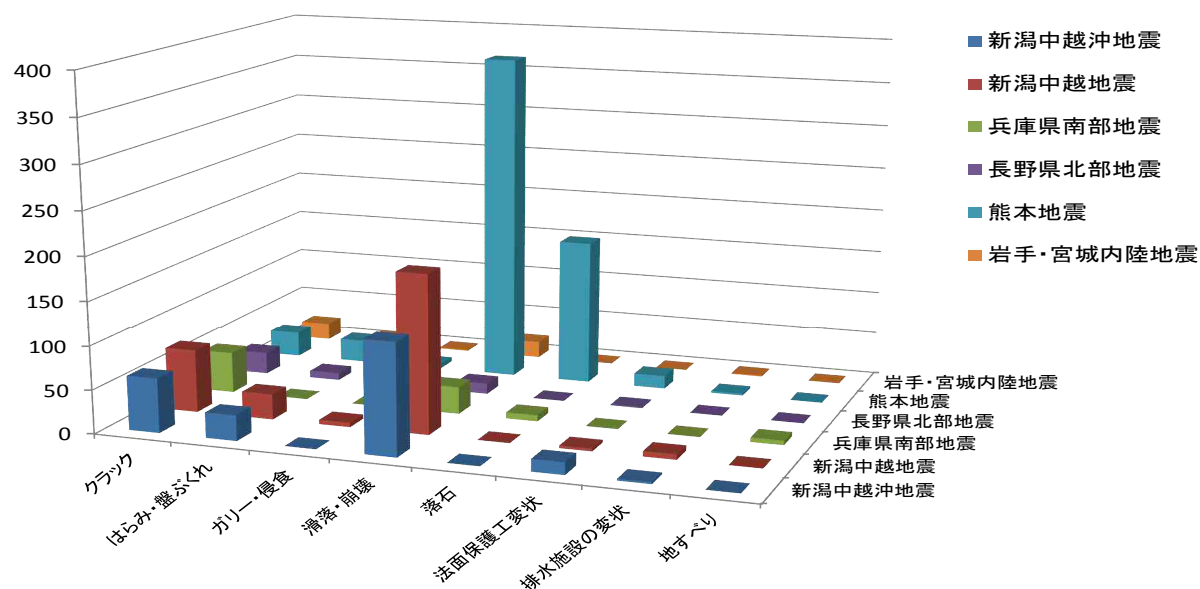


図-25 被害宅地法面の種類

7. まとめ

(1) 被災宅地判定結果

判定結果の分析は、各市町村における宅地被害状況を擁壁、宅地地盤、のり面・自然斜面の被害項目ごとに行った。その結果、立ち入り禁止に相当する「危険」と判定されたのは、全体の 13.8% の 2,760 件、十分な注意を必要とする「要注意」が 21.9% の 4,377 件だった。

(2) 宅地擁壁の被害分析

詳細調査等から被害の傾向を分析した結果は、以下の通りである。

a) 被災宅地擁壁の種類

被災宅地擁壁の種類は、空石積造擁壁 29%、練石積造擁壁 29%、コンクリート系擁壁が 20%、増積擁壁 15%、二段擁壁 7%で、空石積造が約 1/3、練石積造

及びコンクリートが約 1/4 を占めている。

b) 被災宅地擁壁の高さ

被災宅地擁壁の高さは、全体的に 3m以下の擁壁 79%が被害を受けており、高さ 1mを超えると危険度大のものも多くなっている。

c) 被災宅地擁壁の分類

被災宅地擁壁の分類は、傾斜・倒壊及び崩壊の被害が非常に多くなっている。この理由としては、地震動が大きかったことと空石積擁壁が非常に多いことが考えられる。

(3) 宅地地盤の被害分析

宅地地盤の被害は合志町 59%、御船町 53%、菊陽町 42%、甲佐町 36%と多いことが分かった。被災宅地地盤の分類では、クラック(幅)による被害が 41%(532 件)と非常に多く、沈下(沈下量・規模)が 22%(281 件)、段差

(段差量)が 18%(234 件), 陥没(深さ)が 14%(180 件)となっている。

(4) のり面・自然斜面の被害分析

のり面・自然斜面の被害は御船町 24%, 山都町 20%, 南阿蘇村 16%, 西原村町 20%と多いことが分かった。

被災のり面・自然斜面の分類は, 570 件でその集計結果は, 滑落による被害が 61%(345 件) が非常に多く, 崩落による被害が 27%(154 件), クラック 5%(27 件)を占め, ハラミが 4%(24 件), 法面保護工の変状(植生工は除く) 2%(14 件), ガリー浸食 1%(4 件)となっている。

(5) 熊本地震と他の大地震との比較

a) 宅地擁壁被害

熊本地震による被災宅地擁壁の種類は, 空石積擁壁が 29% (約 1/3) を占め, これまでの地震と比較すると一番多く非常に弱い構造であることが分かる。この理由としては, 熊本城をはじめとした石文化が根付いていることやこれまで大きな地震を経験してこなかったことが考えられる。

一方, 熊本地震による被災宅地擁壁の分類は, 傾斜・倒壊及び崩壊の被害が非常に多くなっている。この理由としては, 地震動が大きかったことと空石積擁壁が非常に多いことが考えられる。

b) 宅地地盤被害

熊本地震の宅地地盤被害では, 陥没 14%, 沈下 22%, 段差 18%, 隆起 4%とこれまでの地震と比較すると割合・量ともに被害が非常に大きいことが分かる。

c) のり面・自然斜面被害

熊本地震ののり面・自然斜面被害では, 滑落・崩壊 61%, 落石 27%とこれまでの地震と比較すると割合・量ともに被害が非常に大きいことが分かる。

謝辞: 資料の提供・調査にご協力頂きました被災自治体に感謝します

参考文献

- 1) 気象庁地震調査研究推進本部地震調査委員会: 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震の評価, http://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2016/2016_kumamoto_3.pdf, 2016.5.
- 2) 被災宅地危険度判定連絡協議会: 被災宅地危険度判定士危険度判定ファイル「被災宅地の調査・危険度判定マニュアル」, 2014.3.
- 3) 被災宅地危険度判定連絡協議会: 擁壁・のり面等被害状況調査・危険度判定票作成の手引き, 2014.3.
- 4) 橋本隆雄, 宮島昌克: 2004 年新潟県中越地震における宅地被害分析と今後の宅地対策, 土木学会地震工学論文集, Vol.28, No.133, CD-ROM, 2005.8.
- 5) 橋本隆雄, 宮島昌克: 2007 年新潟県中越沖地震における宅地被害分析と今後の宅地対策土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.65(2009)No.1P837-849, 2009.4.
- 6) 橋本隆雄: 2014 年長野県北部地震による宅地被害分析, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), 2016.5
- 7) 松下一樹: 被災宅地危険度判定による宅地災害把握について, 建築防災, pp.9~13, 2016.1.
- 8) 松下一樹・須藤哲夫・小松陽一・村田英樹: 平成 28 年熊本地震による宅地災害の特徴, 土木技術資料, Vol. 59, NO.7, pp.20~23, 2017.1.

THE RESIDENTIAL LAND DAMAGE ANALYSIS BY THE 2016 KUMAMOTO EARTHQUAKE

Takao HASHIMOTO, Kazuki MATUSHITA

Many of the residential land were damaged by the 2016 Kumamoto earthquake for 2 degrees. Large scale embankment slopes and retaining walls collapsed in the residential land of Kumamoto City, Mashiki Town, Nishihara Village, Minamiaso Village. Therefore, local government suffered from the 2016 Kumamoto earthquake asked Ministry of Land, Infrastructure and Transport for Post-earthquake safety assessment. Approximately 1,000 Post-earthquake safety assessment carried out an investigation into approximately 20,000 residential land by the end of May from April 17.

In this paper, we analyzed the damage situation of retaining wall, ground and slope for each district and damaged items from the result of risk assessment survey by the 2016 Kumamoto earthquake, and performed a comparison with the past other earthquake damages.