

# 平成28年熊本地震による宅地災害の特徴

松下一樹・須藤哲夫・小松陽一・村田英樹

## 1. はじめに

宅地擁壁（以下「擁壁」という。）の倒壊・滑動崩落（盛土緩みや盛土内地下水に起因する地滑りや崩壊、変形）といった宅地災害は、建物に先立ち復旧することが必要となる。また、地域安全の確保には道路等の公共施設復旧と共に隣接宅地の災害復旧が不可欠となる。しかし、宅地災害復旧について宅地所有者等は知見を有さないことが多い。速やかな宅地災害復旧には公共による支援が必要となる。

一方で、宅地造成等規制法（以下「宅造法」という。）において、宅地保全の努力義務は所有者等に課せられている。そのため、行政において宅地災害に関する知見の蓄積・体系化が進みにくく、宅地災害復旧に必要な技術基準や災害対応に必要となる宅地災害発生予測について、基本的な整理・分析が余りされてこなかった。そこで、平成28年熊本地震を事例として、地震による宅地災害発生の特徴を取りまとめたので報告する。

## 2. H28熊本地震で実施した宅地災害調査

H28熊本地震では12市町村で20,022件の被災宅地危険度判定を実施した（図-1，表-1）。被災宅地危険度判定は、地方公共団体職員が擁壁や宅地地盤



益城町、西原村における被災宅地危険度判定は網羅的に実施された。それ以外の市町村は住民からの要請に応じて実施するなど、選択的に判定が実施された。

図-1 平成28年熊本地震宅地災害分布図

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段階で危険度を分類するもので、被災宅地危険度判定実施要領（被災宅地危険度判定連絡協議会）に基づき実施される。本報告では被害が集中した5市町村（熊本市，益城町，西原村，南阿蘇村，大津町）での判定結果のうち、擁壁被害があった（赤・黄（簡易黄を含む））2,930件のデータ及び宅地耐震化推進事業箇所（滑動崩落対策・擁壁復旧）のデータを用いて、他の大地震と比較することでH28熊本地震の特徴を分析した。

表-1 H28熊本地震で実施した宅地判定の結果

判定件数	判定結果					その他 (判定不能等)	件数合計
	赤	黄	青				
			簡易黄	青	簡易青		
2,760	2,028	2,349	985	11,665	235	20,022	

判定対象の内訳は、擁壁（約80%）、宅地地盤（約13%）、法面・自然斜面（約7%）。また、宅地に変状等があるものの立地的に二次被害恐れがない宅地は簡易黄で分類。目視で変状なしと判断可能な宅地は簡易青で分類。その他は、倒壊家屋により宅地が視認できない等が含まれる。

## 3. H28熊本地震で発生した宅地災害の特徴

### 3.1 宅地造成時期の違いによる被害率の違い

昭和36年に宅造法が制定され、盛土高1m以上、切土高2m以上の法面における擁壁の設置・構造等の技術的基準が定められた。平成18年の改正では、地震時の盛土安定性を確保するために締固め等の技術的基準が強化された。

既往の調査から、宅造法の技術的基準に適格な造成宅地と技術的基準に則っていない造成宅地とで、地震による擁壁被害率が異なることが知られている

表-2 宅造時期の違いによる擁壁被害率の違い

地震名	市名	宅造時期		
		宅造区域指定前	宅造法技術基準適用後	
			H18以前	H18以降
昭和53年宮城沖地震 <sup>1)</sup>	仙台市	25% (家屋被災率)	0.5% (家屋被災率)	
平成7年兵庫県南部地震 <sup>2)</sup>	神戸市	1.2%~4% (擁壁被災率)	0.01%~0.2% (擁壁被災率)	
平成28年熊本地震	熊本市	3.5% (擁壁被災率) N=368箇所	0.8% (擁壁被災率) N=525箇所	0% (擁壁被災率) N=460箇所

仙台市では、S40、S51、H6に宅造区域が指定された。神戸市では、S37、S39、S49、H12に宅造区域が指定された。熊本市ではS42に宅造区域が指定された。

1),2)。H28熊本地震についても同様に、宅造区域指定前及び宅造法技術基準適用後（平成18年改正前、改正後）の3期間で造成時点を区分し被害率を整理した（表-2）。被害率の母数となる擁壁数は、熊本市内の擁壁を築造した年代が特定できる造成宅地において、現地踏査あるいは建築確認申請書類から調査した。擁壁被害件数は被災宅地危険度判定結果から調査した。

H28熊本地震についても過去の2地震と同様に宅造法の技術的基準を適用した造成宅地での被害率が、宅造法の技術基準に則っていない造成宅地の被害率と比べ相対的に低かった。また、平成18年以降に造成された宅地での擁壁被害は確認されなかった。平成18年の宅造法の技術的基準改訂が宅地災害の防止に寄与したと考えられるが、今後、年代ごとの造成面積や個々の造成地の諸元、造成後の経過年数等を考慮し分析する必要がある。

### 3.2 滑動崩落地区の地盤条件

平成18年宅造法改正以降、滑動崩落への備えとして地方自治体は大規模盛土造成地（盛土面積3,000m<sup>2</sup>以上あるいは盛土高5m以上）の分布図を作成している。さらに、先進的な自治体では、造成年代や地下水有無等を指標として、安定性を確認する地区数の絞込み等の対策を進めている。

熊本地震で滑動崩落が発生した45地区のうち、既に地盤調査が実施された5地区について造成年代や地盤条件を整理した（表-3）。盛土緩み部で観測されたN値は滑り面上部に多いとされるN値4～5以下が多かった。盛土の土質は現地発生土由来と思われる粘性土やシルト混じりが多く、盛土材料として最適な砂質土あるいは礫質土で盛土造成された宅地は無かった。熊本地震で発生した滑動崩落についてもN値は既往の地震で発生した滑動崩落と同様の傾向を示しているが、造成年代が比較的新しい花園台

表-3 熊本地震による滑動崩落地区の地盤条件

市町村	御船町		
	滝尾	小坂	辺田見
地区名	滝尾	小坂	辺田見
造成年代	昭和50年代	昭和50年代	昭和60年代
盛土造成タイプ	谷埋型・腹付型	腹付型	谷埋型
主な土質	礫混じり火山灰質シルト	シルト混じり砂	粘性土質礫質砂
N値(最頻値)	3	4, 6	2, 3
市町村	熊本市	宇土市	滑動崩落：盛土の緩みや盛土内地下水の影響で、盛土が地滑り、変形あるいは盛土端部・擁壁が崩壊すること
地区名	龍田	花園台	
造成年代	昭和57年	平成10年代	
盛土造成タイプ	腹付型	谷埋型・腹付型	
主な土質	礫混じり粘性土	礫混じり粘性土	
N値(最頻値)	2, 3	5, 6, 7, 8	

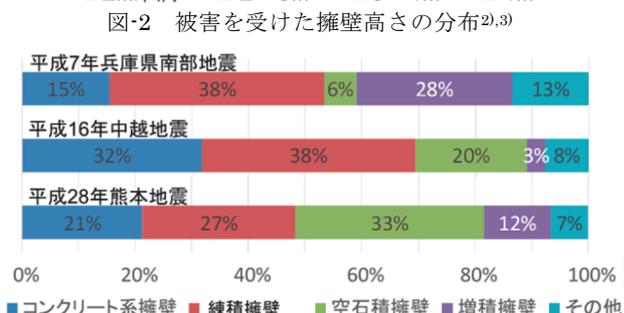
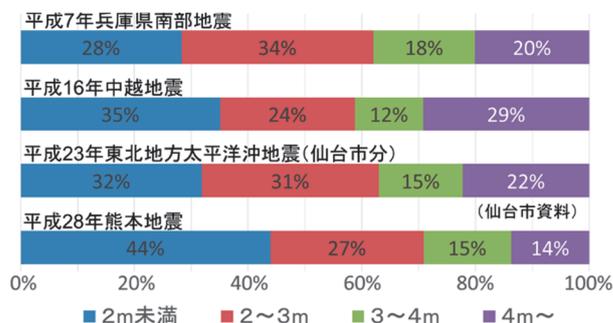
滝尾、小坂、花園台、辺田見は都計法に基づく開発許可。龍田は宅造法に基づく許可。熊本県・熊本市では都計法の基準と宅造法の基準の整合が取られたH18以前から、開発許可時の審査は宅造法の基準に準じていた。

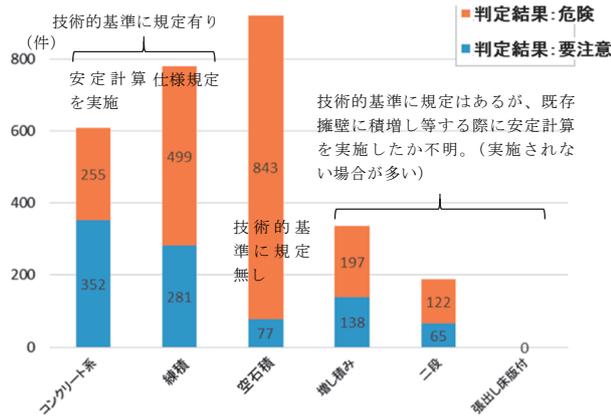
では他の地区と比較して若干N値が高かった。滑動崩落発生おそれのある地区を絞り込む指標を検討していくために、調査地区数を増やすことが重要と考えられる。

### 3.3 H28熊本地震による擁壁被害の特徴

H28熊本地震による擁壁被害について、高さ、擁壁種別に着目し、平成7年以降で震度7を記録した地震と被災宅地危険度判定結果の比較を行った。被災宅地危険度判定要領上で擁壁高区分は1～3mの一区分となっている。そのため、熊本市内分について記録写真を判読し1mごとに区分し直した結果を利用して比較した。また、H28熊本地震で危険、要注意と判定された擁壁被害件数を、擁壁種別、被害形態に着目して整理・分析した。なお、宅地災害は、被害が無かった宅地を含めたデータ蓄積等が十分にされてきていない。やむを得ず、本報告は他の地震との比較を優先し、被害を受けた擁壁に着目して整理・分析した。しかし、本来であれば調査地域内の全擁壁数等を把握し、被害有無に着目した比較分析も必要と考えられる。

図-2に被害を受けた擁壁高さの分布を示した。H28熊本地震では、過去の地震と共通して2m以下の擁壁被害割合が多かった。4m以上の擁壁は過去の地震と比較して少なく、相対的に低い擁壁高で被害が多かった。図-3に被害を受けた擁壁種別の違いを示した。H28熊本地震では、空石積擁壁が占める割合が多く、増積擁壁と合わせて45%を占めていた。過去の地震と比較して相対的に技術的基準に則っていない擁壁の被害が多かった可能性が疑われた。





被災宅地危険度判定では、擁壁壁体の厚さや鉄筋有無を調査し、技術的基準に適合か不適合か判断することをしていない。そのため、コンクリート系擁壁、練積擁壁にも技術的基準に則らない不適合な擁壁が含まれている。

図-4 擁壁種別ごとの判定危険度

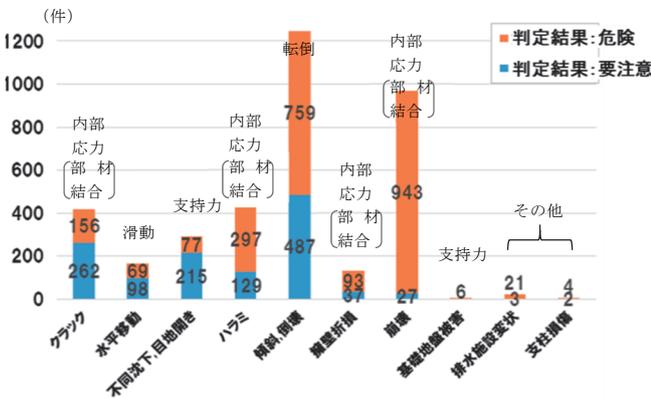


図-5 被害形態ごとの判定危険度

また、宅造法では盛土高1m以下、切土高2m以下、建築基準法では擁壁高2m以下で擁壁の構造を確認しない。宅地防災のあり方を検討する上で、これらの基準の適用有無に係る被災状況や影響等について、実態の把握と分析が課題と考えられる。

図-4に擁壁種別ごとの判定危険度を、図-5に被害形態ごとの判定危険度を示した。宅造法において、コンクリート系擁壁の構造計算による確認項目は、転倒・滑動・支持力、内部応力が示されている。練積擁壁については仕様と共に、部材をコンクリートで結合し一体の擁壁とする規定が示されている。擁壁種別に着目すると、判定結果が危険の割合は宅造法に規定のある擁壁、規定の無い擁壁の順に大きくなった。規定のある擁壁では、構造計算を実施する擁壁、仕様規定の擁壁の順に危険の割合が大きくなった。被災形態について確認項目及び規定との対応を整理すると、内部応力あるいは部材結合、転倒、支持力、滑動の順で危険に分類された件数が多く、仕様規定擁壁や規定に則らない擁壁被害の多さと整合していた。

なお、技術的助言となるが、平成10年に国土交通省から耐震設計の基本的な考え方が示されている。また、プレキャスト擁壁では、平成18年宅造法改正を契機として、地震時安定性を確認した製品が販売されつつある。宅地擁壁には設計時の地震時安定性の考え方が異なる擁壁が混在している。今後、実態把握と共に地震時安定性の評価や耐震補強方法の検討が必要と考えられる。

#### 4. 宅地災害に対する行政対応必要性の判断

##### 4.1 行政対応目安としての震度

地震発生後に行政が被害調査や公共施設点検を実施する目安として震度がある。しかし、宅地災害については、それらに対するの統一的な震度の目安はない。そこで、行政対応目安となる震度を検討することとした。ただし、宅地所有者等の要請に関わらず行政が宅地災害を調査し、被害範囲・規模等が確定された事例がほとんど無い。そのため、被災宅地危険度判定が実施された地震の最大震度、公共事業が実施された市町村の最大震度を整理・分析した(表-4)。

被災宅地危険度判定は震度6弱で実施された事例があり、震度6強以上で実施事例が増えていた。滑動崩落対策は震度5強を観測した市町村で実施された事例があり、震度6弱以上を観測した市町村での実施事例が多かった。一方で、熊本地震の事例で比

表-4 宅地災害に対する行政対応と最大震度の関係

震度階級	被災宅地危険度判定実施地震数 <sup>※1</sup>	熊本地震		
		東日本大震災 滑動崩落実施市町村数 <sup>※2</sup>	滑動崩落実施市町村数 <sup>※2</sup>	擁壁復旧実施市町村数 <sup>※3</sup>
4	0	0	0	0
5弱	0	0	0	1
5強	0	3	0	1
6弱	1	15	2	4
6強	4	4	2	3
7	4	0	2	2

※1：国土交通省に報告のあった被災宅地危険度判定は、H7兵庫県南部、H12鳥取県西部、H16新潟県中越、H17福岡県西方沖、H19新潟県中越沖、H20岩手宮城内陸、H23東北地方太平洋沖、H28熊本、H28鳥取県中部

※2：滑動崩落対策採択要件：盛土面積3,000m<sup>2</sup>以上・盛土上家屋10戸以上、あるいは盛土高5m以上・盛土上家屋5戸以上

※3：擁壁復旧採択要件：盛土高2m以上・盛土上家屋2戸以上。



写真-1 滑動崩落被害  
平成28年5月29日、御船町



写真-2 被害拡大状況  
平成28年6月23日、御船町

較すると、小規模な宅地災害となる擁壁復旧は震度6弱以上を観測した市町村での実施が多かったが、震度5弱で実施する市町村が有り、滑動崩落よりも実施する市町村数が多かった。

行政による宅地災害支援の観点からは、震度5弱程度から宅地災害の発生を警戒する必要があり、震度6弱程度から広域的な宅地災害の発生を警戒する必要がある可能性が考えられた。ただし、これは過去の行政対応事例と最大震度との対応関係から得られたものであり災害発生有無とは直接的に関係しない。また、H28熊本地震において、地震後の降雨により滑動崩落が拡大した事例があった（写真-1, 写真-2）。地震や降雨による経時的な宅地の危険度変化等に対する調査・分析のあり方について、より詳細に検討していく必要があると考えられる。

4.2 宅地と建築物の耐震性の違い

宅地災害が発生することで建築物が被災する可能性があるため、バランスのとれた耐震性確保を目指すことが望ましい。しかし、宅地災害が発生しても建築物被害が無ければ生活再建支援の対象とならないなど、一般の関心は建築物の耐震性に向いている。そこで、西原村を事例として、被災建築物応急危険度判定結果と被災宅地危険度判定結果を地図上で重ね合わせ、判定結果の対応関係から耐震性の違いを表-5 被災宅地と被災建築物の危険度の重複関係

N:1,868件		被災建築物応急危険度判定				
		危険度				
		大	中	無	計	
危険度判定 被災宅地	大	赤	30	7	4	41
	中	黄	12	6	4	22
		青	14	13	11	38
	無	計	56	26	19	100

(四捨五入の関係で合計が合わない。数値は(%))

比較分析した(表-5)。建築物と宅地の双方に被害があった割合は55%であり過半を占めた。建築物の危険度に着目すると、建築物の危険度が下がるとともに、宅地で被災有りと判定された割合が少なく

なっていた。建築物のみの被災が占める割合は27%で、建築物の被災が無かった割合は19%を占めていた。しかし、この中には宅地災害が発生した事例が8%含まれていた。生活再建支援制度は建築物被害があることを基本に制度設計されているが、耐震性の違いから、宅地災害のみ発生する事例が一定数存在することに留意する必要があると考えられる。

5. まとめ

宅地造成等規制法の技術的基準は地震による宅地災害を減らすことに寄与しており、熊本地震による宅地災害の特徴としては、宅造法の技術基準に則らない擁壁や耐震性評価ができない仕様規定の擁壁が多く被害を受けたことが挙げられた。行政が宅地災害調査の実施や宅地所有者等への復旧支援を検討する目安としては、おおむね震度5弱以上が考えられる。また、生活再建支援制度の対象とならない建物の被災を伴わない宅地のみ被災が一定数存在することを示した。

本報告は被災宅地危険度判定のデータを用いた単純な比較分析に留まっている。今後、被災メカニズムの特定や地震動データを用いた被害予測、仕様規定擁壁の耐震性の評価等について、検討を進めていきたい。

謝辞

資料の提供・調査にご協力頂きました熊本市をはじめとした被災自治体に感謝します。

参考文献

- 1) 宮城県：78'宮城県沖地震災害の教訓—実態と課題—、pp.406、1980
- 2) 沖村孝、二木幹夫、岡本敦、南部光広：兵庫県南部地震による擁壁被害の特徴と原因、土木学会論文集、No.637(VI-45)、pp.63~77、1999
- 3) 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、地震工学論文集、Vol.28、p.133、2005

松下一樹



国土交通省都市局都市安全課企画専門官  
Kazuki MATSUSHITA

須藤哲夫



国土交通省国土技術政策総合研究所企画部基準研究官  
Tetsuo SUTOU

小松陽一



熊本県土木部建築住宅局建築課主幹  
Yoichi KOMATSU

村田英樹



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所社会資本マネジメント研究センター建設経済研究室長、現 鹿児島県土木部参事兼建築課長  
Hideki MURATA