

熊本地震における建物倒壊による道路閉塞状況に関する研究

日本大学大学院 学生会員 ○長谷川 究
 日本大学 非会員 芳賀 卓朗
 日本大学 正会員 小早川 悟
 日本工営株式会社 正会員 後岡 寿成

1. はじめに

大規模地震発生後は人命救助や消防活動に加えて、救援物資配送が行なわれる。これらの活動は主に車両によって行われるが、過去の大規模地震時には道路閉塞によってこれらの活動が妨げられた。そのような中で今後の大規模地震時を想定した道路閉塞シミュレーションに関する研究が広く行われており、事前防災や道路啓開を検討する際の重要な知見となっている。

建物倒壊を想定した道路閉塞シミュレーションも広く行われており、亀井ら¹⁾は、建物倒壊によって生じる瓦礫流出による道路閉塞シミュレーションとして、建物高さをあるパラメータで除することによって阪神・淡路大震災時の道路幅員別道路閉塞率を再現させる方法でシミュレーションを行っている。そのような方法をとる背景として、既存研究では建物倒壊による瓦礫流出と道路構造の関係について考察した研究がないことが考えられる。さらに、2000年に建築基準法が改正され、耐震基準が向上していることから、今後の大規模地震時における道路閉塞状況を再現したシミュレーションを行う際にはその手法を改めて再考する必要がある。また、2016年に発生した熊本地震では同じ建物構造でも地域によって倒壊の有無に差が発生している。岩井²⁾は地盤と建物の関係に着目し、地盤や耐震化状況と倒壊確率について考察している。しかし、建物倒壊によって発生する瓦礫流出幅と道路閉塞の関係については触れられておらず、これまでの道路閉塞シミュレーションへの応用は難しい。

本研究では熊本県益城町宮園を対象に建物倒壊による瓦礫流出状況と道路閉塞状況の関係について明らかにし、既存の建物倒壊による道路閉塞シミュレーションへの応用を検討する。

キーワード 熊本地震, 道路閉塞, 建物倒壊, GIS

2. 分析方法

建物倒壊状況と瓦礫流出および、道路閉塞状況との関係を把握するために本震直後の4月16日に撮影された国土地理院の空中写真を用いて、QGISを用いた空間的な分析を行う。はじめに、対象地域内の建物倒壊の有無を分別する。次に、倒壊した建物に対して基盤地図情報の道路縁と建築物外周線を使用して、図1に示す項目を距離計測機能で計測する。そして、瓦礫流出状況と道路閉塞状況の関係を整理し、今後の建物倒壊による道路閉塞シミュレーションへの応用を検討する。

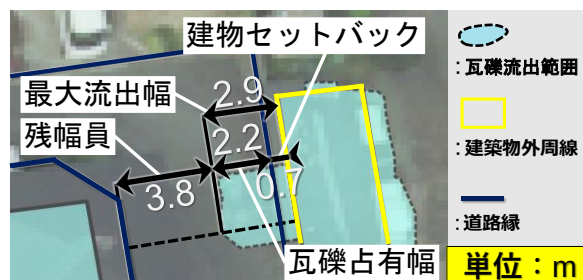


図1 計測項目

3. 分析結果

3.1 瓦礫流出状況

表1は対象建物249棟のうち、瓦礫流出が観測され、かつ隣接建物倒壊等の外部要因に影響されない建物140棟を対象に集計した、属性・階数別最大瓦礫流出幅の平均値である。木造構造を基準にみると1階建て建物では平均3.1m、2階建て建物では平均3.8mが瓦礫流出しており、階数が増えると瓦礫流出幅が増加することがわかった。RC構造についても1階建て建物では平均1.8m、2階建て建物では平均4.8mが瓦礫流出しており、木造構造同様に階数が上がると瓦礫流出幅が増加することがわかった。3階建て建物は平均1.5mが瓦礫流出しており、1階建て建物、2階建て建物より小さい値となったが、建物の被害レベルが半壊だったためである。一方で4階建て

建物は7.6mが瓦礫流出しているが、2階以上の上部構造が平行方向に崩壊しており、瓦礫が拡散しているためである。

表1 建物属性・階数別最大瓦礫流出幅

階数	全属性		木造		RC構造		その他	
	流出幅の平均値(m)	サンプル数(棟)	流出幅の平均値(m)	サンプル数(棟)	流出幅の平均値(m)	サンプル数(棟)	流出幅の平均値(m)	サンプル数(棟)
1階	2.7	67	3.1	45	1.8	3	2	19
2階	3.9	69	3.8	61	4.8	5	3.2	3
3階	3.2	3	-	-	1.5	2	-	-
4階	7.6	1	-	-	7.6	1	-	-
全建物	3.3	140	3.5	106	3.9	12	2.2	22

3. 2 瓦礫流出と道路閉塞状況の関係

図2は対象地域内の20本の道路リンクについて道路幅員別に道路閉塞状況を整理したものである。一車両の通行可否を残存道路幅員が3.1m以上あるかという基準でみると、幅員3.0~3.9mの道路リンクの57%が、幅員4.0~4.9mの道路リンクの40%が通行できなかったことがわかった。大規模地震時の道路の通行可否については道路幅員だけでなく、その沿道建物の被害状況に左右されていることが考えられる。

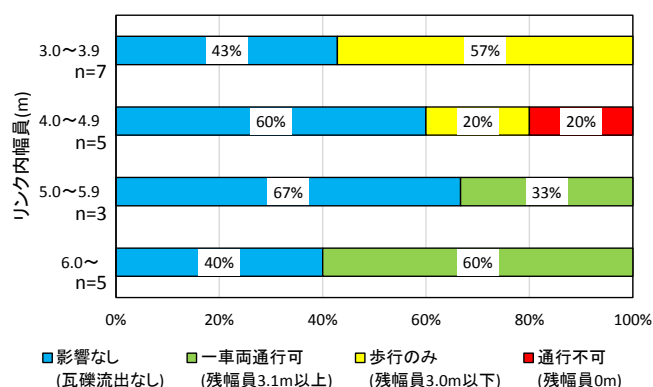


図2 道路リンク内幅員別道路閉塞率

4. 道路閉塞シミュレーションへの応用

図2の道路リンク内幅員別道路閉塞率をもとに亀井ら¹⁾が構築した建物倒壊による道路閉塞シミュレーションの再現性を明らかにし、今後の建物倒壊による道路閉塞シミュレーションへの適用可能性を分析する。はじめに、倒壊棟数にもとづき乱数を用いて倒壊建物を選定し、5パターンの建物倒壊パターンを作成する。次に建物高さをパラメータAで除した値が瓦礫流出したと仮定してバッファを発生させる。そして残幅員が3.0m以下を閉塞として道路閉塞状況を再現する。整理した結果を表2に示す。表2よりA=2のときに実測値に近い値が算出された。そこで、瓦礫流出幅が建物高さを2で除した値だけ流出した時の倒壊パターンを20パターン作成し、建物倒壊パターン毎に各道路リンクの最小残幅員を計測しそれ

の平均値を算出した。算出結果を表3に示す。表3より、16本の道路リンクで道路閉塞の有無が一致した的中率は80%となった。的中しなかった4本の道路リンクのうち3本の道路リンクは実際には閉塞していなかったが、シミュレーションでは閉塞と判定され、1本の道路リンクは実際に閉塞していたが、シミュレーションでは閉塞なしと判定された。今後は小数単位でパラメータを決定することで道路閉塞シミュレーションと実際の閉塞状況の差が少なくなると考えられる。

表2 パラメータA別の道路閉塞率

A	3~5.5m	5.6m以上	全体	道路閉塞リンク数
1	81%	44%	72%	14
2	56%	0%	42%	8
3	21%	0%	16%	3
4	9%	0%	7%	1
益城町宮園道路閉塞率	40%	0%	30%	6
総道路リンク数:20				

表3 道路閉塞シミュレーションと実測値の比較

リンク内最小幅員	[m]	3.3	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.7	4.0	4.2	4.2
建物倒壊20パターンの残幅員の平均値	[m]	3.2	1.4	1.9	1.2	2.3	1.2	2.0	1.9	3.2	3.0
実測値での最小残幅員	[m]	*	*	0.6	0.8	2.4	2.7	*	0.0	2.0	*
リンク番号		15	11	16	17	1	14	10	13	2	12
閉塞的中		○	×	○	○	○	○	×	○	×	×
リンク内最小幅員	[m]	4.5	4.9	5.0	5.0	5.4	6.0	7.2	7.4	7.7	7.9
建物数	[棟]	1	3	1	1	4	2	11	11	4	3
建物倒壊20パターンの残幅員の平均値	[m]	*	4.1	*	4.4	3.5	*	5.1	6.0	6.8	5.6
実測値での最小残幅員	[m]	*	*	*	3.6	*	*	6.2	5.8	*	3.6
リンク番号		3	6	4	18	7	5	20	8	9	19
閉塞的中		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

凡例 * : 瓦礫流出しているが道路上へは流出していない ○ : 道路閉塞 的中率: 16/20=0.8 80%

5. 結論と今後の課題

本研究では、熊本地震時の建物属性・階数別の瓦礫流出幅と道路リンク内道路幅員別閉塞率を明らかにした。また、実測値から既存の道路閉塞シミュレーションの今後の適用可能性を分析し、瓦礫流出幅が適切に設定できれば、道路閉塞状況の再現性が高くなることが示唆された。今回の対象地域の地盤はすべてローム台地だったため、地盤の違いに着目した瓦礫流出幅や道路リンク内道路幅員別閉塞率の比較分析が必要である。

参考文献

- 1) 亀井ほか：震災時の道路閉塞状況からみた文化財の危険度評価，地理情報システム学会，GIS理論と応用，No.1，Vol.17，pp.73-82，2009。
- 2) 岩井哲：平成28年熊本地震による益城町惣領地区建物被害のGISを用いた可視化と分析，日本建築学会大会学術講演便覧集(中国)，Vol.2017，2017。