

地方自治体における被害想定の在り方について —H28年熊本地震の被害を踏まえて—

Guideline for Manuscript and Japanese Paper Sample
of the Proceedings of Social Safety Science

○林 孝幸¹, 佐藤 遼次¹, 矢代 晴実²
Takayuki HAYASHI¹, Ryoji SATO¹ and Harumi Yashiro²

¹ 東京海上リスクコンサルティング(株) 企業財産本部

Tokio Marine & Nichito Risk Consulting Co.,Ltd., Property Risk Engineering Department

² 防衛大学校 システム工学群 建設環境工学科

National Defence Academy, Department of Civil and Environmental Engineering

In April 2016, big earthquakes occurred due to the Active faults where the Futagawa and Hinagu faults lie in Kumamoto prefecture. Huge damage caused by strong earthquake motion, especially, Mashiki town, Kumamoto city, near the faults. This is similar with the disaster of the Great Hanshin Earthquake in 1995, in terms of the occurrence near the town, the magnitude, and shallow crustal earthquake. After the Great Hanshin Earthquake, The earthquake damage assessment method was reviewed, and local government of Kumamoto prefecture was carried out the damage assessment due to the Futagawa and Hinagu faults. This study compares the actual damage and the damage by assessment, and discuss the future vision of earthquake damage assessment by local government.

Key Words : Regional Disaster Prevention Plan, Earthquake Damage Assessment, The 2016 Kumamoto Earthquake

1. はじめに

2016年4月、熊本県内において、内陸活断層（布田川一日奈久断層帯）による大地震が複数発生し、震源近傍の益城町や熊本市内等で甚大な被害が発生した。4月24日夜間に発生したM6.5の地震は前震、26日未明に発生したM7.3の地震が本震とされ、気象庁は一連の地震活動を平成28年（2016年）熊本地震（以下、熊本地震と記す）と命名した。

熊本地震の本震と平成7年（1995年）兵庫県南部地震（以下、兵庫県南部地震と記す）は、都市の近傍で発生した内陸活断層による地震であること、地震規模がM7.3であること、未明に発生したこと等、共通点がみられる。その兵庫県南部地震の発生により、政府・自治体の被害想定の見直し、現在の地震被害想定の基本となっている。政府中央防災会議においては、首都機能に大きな影響をあたえる首都直下地震や、日本周辺で最大規模の広域災害となることが予想される南海トラフ周辺で発生する大地震に対して、人的被害、建物被害、ライフライン被害、経済被害等の各種被害について定量評価がなされた。一方、地方自治体においても、各地域で発生する可能性のある大地震に対して、同様の被害項目についての定量評価が行われた。このような定量評価結果に基づいて、地域において必要とする対応力が確認され、地域防災計画が策定されている。

このような地域防災計画における地震被害想定の見方については、古くは日野¹⁾が議論している。これは兵庫県南部地震の発生以前で、地方自治体において被害想定が実施されているものの、その結果が地域防災計画へ反映されていない点について考察したものである。理由として、想定結果の信頼性が高くないこと、想定単位が多すぎる、想定項目が大雑把すぎることを挙げている。想定単位および想定項目の課題については、データの精緻化や計算機能力の向上、最近の地震災害の教訓

等から、より現実的な想定が実施され、地域防災計画への反映も実施されており、改善がなされたものと考えられる。想定結果の信頼性については、地震シナリオの妥当性、資産データの信頼性、評価手法の精度、等の多くの課題を含み、継続的な課題である。地震という自然災害が対象である以上、被害の定量評価結果は、誤差を含むものとして取り扱う必要がある。この誤差については、筆者らは、地震シナリオや地震動の評価が最も大きな影響を及ぼすと考え、例えば、戸松ら²⁾は、直下地震を対象とする場合、震源パラメータの設定のわずかな揺らぎにより被害想定結果が大きく変わることを示した。また、同様に筆者ら³⁾も、南関東のプレートの沈み込みに伴う震源が特定できない地震を対象として、地震シナリオを仮定して被害想定を行った場合の結果の不確実性について、その影響の大きさを示している。

しかしながら、熊本地震は、その存在が明らかになっている内陸の活断層で発生したもので、このような地震シナリオの設定と現実の地震で、比較的差異が少ない地震であったと考える。文科省地震調査研究推進本部（以下、地震本部と記す）は、主要活断層の長期評価として、熊本地震が発生したとされる布田川一日奈久断層帯の地震発生確率や地震規模を評価し2002年に公表していた（以降、これを第一版評価⁴⁾と記す）。その後、新たな調査研究成果に基づいて2013年2月に評価の改訂版を公開した（以降、この長期評価を第二版評価⁵⁾と記す）。第二版評価では、第一版評価から、活動区間が追加され、より多様な地震発生の可能性が示されていた。

一方、熊本県の最新の地震被害想定は2013年3月に公開されている⁶⁾。この時、想定された地震シナリオの一つが「布田川一日奈久断層帯による地震（M7.9）」である。この地震シナリオの設定において参照した情報は、第一版評価であるが、地震本部による内陸活断層の長期評価にて想定した類似の地震シナリオが、現実発生し

た初めてのケースであると考えらる。

以上より、熊本地震は、地震シナリオの不確実性が少ない状態で、想定と現実の被害を比較できる。このことから、地震被害想定と妥当性を確認するとともに、今後の地震被害想定と在り方についての考察が可能となる。

そこで、本研究では、布田川―日奈久断層帯を対象として、熊本県による事前の被害想定と、実際の被害を比較し、想定と妥当性を確認する。また、この結果から、今後の地方自治体における地震被害想定と在り方について考察する。

2. 熊本地震および被害の概要

(1)地震の概要

今回の熊本地震は、内陸地殻内の浅い領域で発生した地震であり、前震の 28 時間後に、より規模の大きい本震が誘発されて発生したことが特徴的である。前震は、2016 年 4 月 14 日 21 時 25 分に発生した。前震の地震規模は M6.5（暫定値）であり、地震本部の評価⁷⁾によれば、日奈久断層帯（高野―白幡区間）の活動による地震とされている。続いて発生した本震の地震規模は M7.3（暫定値）で、地震本部の評価⁸⁾では、布田川断層帯（布田川区間）による活動と評価している。

表 1 に本震の地震諸言を示す。益城町宮園では、前震、本震ともに震度 7 を観測した。また、西原町小森は前震が震度 6 弱、本震が震度 7 であった。前震と本震の震央位置は 5km 程度しか離れていない。そのため、益城町のように両地震の震源に極めて近い地域では、それぞれの地震により強震動が発生した地域があった。また、余震活動が激しく、前震・本震以外にも最大震度 6 以上を記録する大きな余震も 4 回発生した。

なお、地震本部の第二版評価では、地震発生規模および発生確率は表 2 のように評価されていた。本震が発生したとされる布田川断層帯（布田川区間）の今後 30 年以内の地震発生確率は、ほぼ 0~0.9%で、地震規模は単独で発生する場合 M7.0 程度とされており、熊本地震本震の方が規模が大きい。また、前震の震源とみられる日奈久断層帯（高野―白幡区間）の地震発生確率は不明で、単独で発生する場合の地震規模は M6.8 程度とされており、実際の地震規模の方が小さかった。

本研究では、ある地震シナリオに対する被害想定と比較を目的としており、以降では、本震に着目することとする。

表 1 地震諸言（本震）

地震発生日時	2016 年 4 月 16 日 1 時 25 分
地震規模	Mj7.3（気象庁暫定値）
震源深さ	10km
震源位置	北緯 32.7 度 東経 130.8 度
主な観測震度	震度 7：益城町宮園、西原村小森 震度 6 強：南阿蘇村河陽、宇城市松橋町、合志市竹迫、熊本西区春日、菊池市旭志、宇城市小川町、熊本中央区大江、大津町大津、宇城市豊野町、熊本東区佐土原 等 震度 6 弱：阿蘇市一の宮町、南阿蘇村河陰、玉名市天水町、大津町引水、熊本美里町永富、山都町下馬尾、和水町江田、熊本北区植木町、天草市五和町、阿蘇市内牧 等

注：気象庁 HP より引用

表 2 地震本部による布田川―日奈久断層帯の長期評価

断層帯	区間	地震規模（M）		発生確率※1	備考
		単独発生時	同時発生時		
布田川断層帯	布田川	7.0 程度	7.5 ~ 7.8 程度	ほぼ 0~0.9%	本震 (M7.3)
	宇土	7.0 程度		不明	
	宇土半島北岸	7.2 程度以上		不明	
日奈久断層帯	高野―白旗	6.8 程度	7.7 ~ 8.0 程度	不明	前震 (M6.5)
	日奈久	7.5 程度		ほぼ 0~6%	
	八代海	7.3 程度		ほぼ 0~16%	

※1：今後 30 年以内の地震発生確率（2016/1/1 時点）⁹⁾

(2)地震被害の概要

熊本地震について、総務省消防庁の報告等を参照して人的被害・建物被害の概要を纏める。被害数は、現時点（2016 年 5 月 4 日）でも、日々更新されており、最終的な結果ではないことに留意する必要があるが、既に地震発生から二週間以上が経過し、今後大きく数値が変わらないものと考えらる。また、熊本県内の被害は、全県合計の 9 割以上を占めており、以降は熊本県内のみの被害を記載する。

現時点での熊本県内の人的被害は、死者 66 名、重症者 337 名、軽傷者 1,181 名である。また、住家被害は、全壊 2,452 棟、3,241 棟、一部破損 17,128 棟となっている。また、地震後の火災の発生は 16 件である。これらの被害は前震、本震のいずれの被害によるものかは明確ではない。4 月 16 日の午後より雨が降り始め、土砂災害の危険性があつたため、熊本市、八代市、宇土市等で避難勧告が発令された。そのため、避難所への避難数は、4 月 17 日の朝の時点が最大となり 183,882 名となったが、現時点では 19,509 名と約 1 割程度に減少した。

交通は九州自動車道、国道等多くの箇所て損傷し通行止めとなった。電力は、一部の地域で停電も発生したが、九州電力によれば 4 月 20 日には、ほぼ解消した。上下水道は断水し、現時点でも復旧していない。通信は、通信事業者が、不通エリアに移動通信局等を設置する等の対策を実施し数日で復旧している。都市ガスは、熊本市に供給する西部ガスによれば、家屋倒壊等により供給が不可能な家屋以外は、4 月 30 日に復旧した。

また、震源に近い山間部では、土砂災害が各地で発生した。土砂災害は、道路の損傷や閉塞、家屋の損傷や埋没等の被害を発生させた。

3. 熊本県の地震被害想定と実被害との比較

(1)地震シナリオの比較

熊本県の地震被害想定（以下、熊本県想定と記す）は、2011 年に発生した東日本大震災以降から始まり、二年度に渡って調査が実施され、2013 年 3 月に公開された。地震本部の長期評価および中央防災会議の検討を参照し、地震シナリオとして 5 つの内陸活断層と南海トラフの巨大地震が採用され被害想定が実施されている。5 つのシ

ナリオの内、最も被害の大きい地震は「布田川-日奈久断層帯（中部・南西部連動型）」である。これらは、第一版評価に基づいて震源が設定されていたため、布田川断層帯の布田川区間は認識されているが、第二版評価で追加された宇土区間・宇土半島北岸区間は、考慮されていない。

一方、実施に発生した本震の断層は、余震記録等から、評価されていた布田川区間を北側・南側に延長されたものと評価されており⁸⁾、この南側の断層を評価していた第二版評価の方がより現実的な評価であったといえる。もし、第二版評価に従えば、熊本市中心部により断層が近く、強震動の発生が想定される宇土区間との連動による強震動についてより現実的に評価されていたと考えられる。なお、熊本県想定は、第二版評価と同時期に公開されたため、第二版評価の内容が「参考」として追加されているものの、これらの情報に基づく被害想定は「今後、実施していく」と記述されている。

また、熊本県想定では、断層の全区間が連動した際の、最大の地震規模を M7.9 と設定していた。被害想定結果が保守的に想定されていることから、これを否定するものではないが、第二版評価では、様々な区間の連動の可能性も指摘されており、短期間において複数の地震が発生することも可能性の一つとして検討する余地があったのではないかと考える。

地震動は、熊本県想定は、全区間連動の最大規模を M7.9 とし、複数の震源パラメータを設定し波形合成法により評価しているため、熊本地震（本震）と比較して全体的により大きい評価となっている。

表3 地震シナリオの比較

項目	熊本県想定	熊本地震
対象地震	布田川-日奈久断層帯（中部・南西部連動）	本震：布田川断層帯（布田川区間） 前震：日奈久断層帯（高野一白幡区間）
地震規模	M7.9	本震：M7.3 前震：M6.5

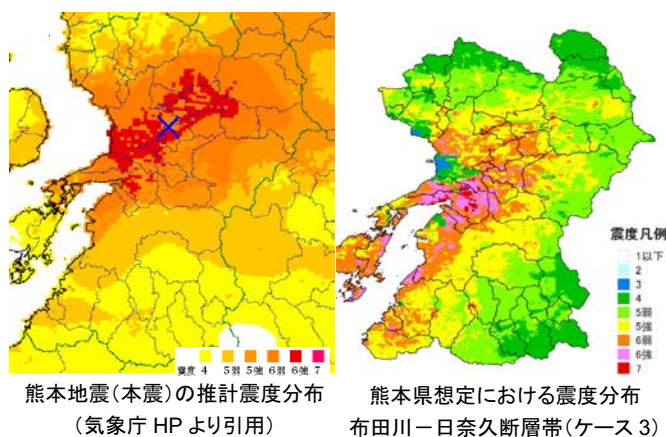


図1 地震動の比較

(2) 熊本県の地震被害想定における被害量の想定項目

評価項目は、建物被害、人的被害、ライフライン被害、交通・輸送施設被害、生活支障等、災害廃棄物、その他被害である。項目の詳細を表4に示す。これらについて、地震および津波、または、両者に対して設定されている。今後の復旧・復興を検討する際の経済的被害が考慮され

ていないものの、今回の地震被害に対して十分な項目が設定されていると考える。

表5に、主な項目について熊本県想定と本震の被害を比較して示す。本震被害は、内閣府、県、事業者の発表に基づく。また、熊本県想定にて未評価の項目及び、熊本地震の被害の未集計項目は「－」と記した。なお、季節等の時間に関する条件については最大のものを示した。

建物被害及び人的被害は、熊本県想定がより大きな地震規模を設定しており、広範囲により大きな強震動となる評価になっているため、想定の方がより大きな結果となっている。また、ここには記載しないが地域別の内訳についても、想定の方がより大きい。なお、想定においては一部破損の評価がなされていない。一部破損の世帯は一時的に避難する場合もあり、後述の避難者数との乖離につながった可能性もある。

ライフライン被害としては、全体的に過小評価となっている。熊本県想定では、道路交通被害は、橋梁・高架による被害を実施している。実際の災害では土砂災害により多く道路閉塞が発生しているため、過小評価となっている可能性がある。また、上水道の想定は、二日後までの評価しか示されていない。また、他の項目においても時系列的な評価がなされていない。実際の被害では現時点においても断水地域があり、時系列の評価は必須であろう。

避難者数は、前述の通り、本震後に大雨の危険があり避難勧告が出されたことから、想定を上回る避難者となった。実際の地震規模が小さかったことも含めると、想定は過小であった可能性がある。

表4 地震被害想定項目（熊本県想定）

分類	評価項目	対象
建物被害	液状化	地
	揺れ	地
	急傾斜崩壊	地
	津波	津
	地震火災	地
人的被害	揺れ	地
	急傾斜崩壊	地
	津波	津
	地震火災	地
ライフライン被害	上水道	地・津
	下水道	地・津
	電力施設	地・津
	電話・通信施設	地・津
	ガス（都市ガス）	地・津
	ガス（LPガス）	地
	家庭ごみ・粗大ごみ発生量	地
交通・輸送施設被害	道路（高速道路・一般道）	地・津
	鉄道	地・津
	空港	地
	漁港・港湾	地
生活支障等	避難生活者	地・津
	帰宅困難者	地
災害廃棄物	災害廃棄物（瓦礫）の発生	地・津
その他	災害時要援護者の被災	地・津
	危険物・コンビナート施設被害	地・津
	避難施設被害	地・津

注：「地」は地震動、「津」は津波を表す。

表 5 熊本県内の被害と熊本県被害想定との比較

分類	評価項目	熊本県想定	熊本地震（本震）
条件	発生時	冬・午後6時 冬・午前5時	春・午前1時25分
	風速	11m/sec	1.3m/sec※ ¹
建物被害	全壊	28,000 棟	2,452 棟
	半壊	82,300 棟	3,241 棟
	一部破損	—	17,128 棟
	火災	全焼：120棟	16件
人的被害	死者	960人	66人
	重傷者	4,700人	337人
	軽傷者	22,700人	1,181人
ライフライン被害	交通施設 (橋梁・高架)	大被害50箇所 中小被害110箇所	約3,500箇所との 報道あり
	鉄道被害	新幹線： 中小被害30箇所 上記以外： 大被害10箇所 中小被害10箇所	新幹線： ・脱線あり ・運転再開13日 後 上記外： ・現時点でも一 部運転再開に見 通し立たず
	上水道 (断水 人口)	直 後 2日 後 789,800人 断水率51.3% 488,300人 断水率31.7%	断水：約445,000 戸以上
	下水道	28,200人 被害率2.4%	—
	電力	停電件数61,500棟 停電率5.9%	停電：約167,000 戸(4/14 22:00)
	電話・通信 施設	不通率0.5%	—
	都市ガス 供給停止	25,100戸	約105,000戸
	LPガス	供給停止1,800戸	—
	避難生活者	156,000人	183,882人 (4/17 11:30)
	疎開者	84,000人	—
生活 支障 者	帰宅困難者	90,700人	—

※1：熊本気象台（4/16 1:00AM）気象庁 HP より

4. 被害想定との在り方に関する考察

3 章では熊本県想定と熊本地震（本震）の被害を比較した。この比較を通して、筆者らの考察を以下に纏める。

(1) 被害想定との定常化・迅速化

熊本県では、1997 年に被害想定を公表した後、改めて 2013 年に最新の想定を実施した。他の地方自治体も、兵庫県南部地震と東北地方太平洋沖地震の発生以降に二回程度実施しているのが一般的である。また、2013 年の熊本県想定は、第二版評価を反映していなかった。一方で、被害想定の基本となる人口や建物の耐震化率は日々変化している。また、地震本部も、より現実的な評価を実施するための、活断層等の最新の評価を更新している。よって、被害想定は、最新の情報をより迅速に反映し、定常的に実施すべきと考える。

地方自治体における被害想定は、有識者による委員会

を設置して議論されることが多い。地震シナリオの設定は結果に大きな影響を及ぼすことから、地震動評価に多くの議論が必要なことは否定しないが、続いて検討すべき被害量の把握や波及的な被害の可能性について十分な議論が実施されていないのではないかと考える。もし、地震シナリオに対する建物被害、人的被害、ライフライン被害等の基本的な評価項目を、自治体における毎年の定常的な評価業務とすれば、地震シナリオの変更や追加的な被害項目の評価もより円滑に実施できる可能性があると考えられる。なお、被害想定業務を定常化・迅速化するためには、被害想定システムの導入や、その資産データの即時作成が効果的と考える。資産データは、地方自治体の住民や建築物の管理等の基幹業務と連動することも期待される。

(2) 効果的な想定項目及び手法の設定

建物の全半壊や人的被害の評価は、十分であると考えられる。しかし、建物の一部破損は、応急危険度判定により危険、要注意と判断され、住民が避難する可能性がある。そのため、避難生活者が過小に見積もられる可能性もあり、今後、この評価が必要ではないかと考える。ライフラインの評価では、全般的に過小評価であり評価手法の見直しが期待される。また、時系列的な評価が示されていない。例えば、電力被害は、電柱の破損数から停電件数を算出しているが、実災害においては、より複雑な事象により停電となる場合が多く、このような工学的手法によらず、過去の災害での実例や震度等から、定性的に設定してしまうことも一つの考え方である。以上、想定項目について綿密な抽出と手法設定が必要と考える。

(3) 波及的被害の想定

東日本大震災の教訓の一つとして、波及的な被害の可能性が指摘されている。熊本地震においても、本震の誘発や、災害直後の大雨等複合災害的な要素があった。そのため、避難者数も想定以上に大きくなっている。今後は、基本的な被害想定に加えて、波及的な被害の想定も重視し、より効果的な防災計画を策定する必要がある。

5. おわりに

本論文では、2016 年 4 月に発生した熊本地震の実被害と、事前に熊本県が実施していた地震被害想定による被害量との比較を実施し、その妥当性を検証した。また、将来的な地震被害想定との在り方を議論した。

参考文献：

- 1) 日野宗門：被害想定に関する考察－課題と提言－，地域安全学会論文報告集，pp.205-214, 1992-05
- 2) 戸松誠，岡田成幸：都市直下地震を考慮した被害想定・地域防災計画のあり方 札幌市を例にして，地域安全学会論文報告集，pp.363-370, 1996.11.
- 3) 林孝幸，矢代晴実：防災対策における首都直下地震のシナリオ選定に関する一考察，第 14 回日本地震工学シンポジウム，2014.12.
- 4) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：布田川・日奈久断層帯の評価，2002.5.
- 5) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：布田川・日奈久断層帯の評価（一部改訂），2013.2.
- 6) 熊本県：熊本県 地震・津波被害想定調査結果の概要について，2013.3.
- 7) 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，2016.4.25
- 8) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：平成 28 年 4 月 16 日熊本県熊本地方の地震の評価，2016.4.17
- 9) 地震調査研究推進本部：今までに公表した活断層及び海溝型地震の長期評価結果一覧，2016.1.13