

地盤条件を加味した地震リスクについて

(株)秋元技術コンサルタンツ 正会員 ○阿部 和正
東北工業大学 正会員 須藤 敦史,学生会員 児玉 文

1.背景と目的

日本は、阪神淡路大震災など元来地震をはじめ自然災害が多い国であるが、近年日本各地で大規模な地震災害が発生している。2011年3月11日東北地方太平洋沖地震で被害をもたらした東日本大震災では、津波による被害も甚大であった。さらに、仙台市内の丘陵地に造成された宅地地盤の被害も甚大であった。加えて、2016年4月14日に発生した熊本地震においても、盛土造成地に多くの被害をもたらした。これらの宅地被害は、傾斜の比較的緩やかな地域に集中していた。その原因として、古い時代の造成工事による盛り土が原地盤と馴染まず地震の揺れで小規模な地滑りを起こした可能性がある。過去の災害で被害が目立った宅地は、急傾斜地だけでなく緩やかな土地でも住宅被害の危険が潜んでいる実態が明らかになった。

本研究は、2011年東北地方太平洋沖地震により大きな被害を受け、仙台市に損壊家屋解体申請された建物の土地条件の違いにより建物損壊度合が異なることに着目し、土地条件による地震動に対する崩壊確率を求め、同時に仙台地域における地震リスクを検証した。

2.地震による家屋被害

2011年3月11日発生した東北地方太平洋沖地震は、国内観測史上最大のマグニチュード9.0の地震であった。さらに、2016年4月14日に発生したマグニチュード7.3の熊本地震が発生した。マグニチュード7クラス以上の大規模地震では、盛土高さが5mを超えるような造成地で、地盤の崩壊や地すべりなど、大きな被害が発生している。東日本大震災や熊本地震では、丘陵地の造成宅地で、盛土の滑りや変形、擁壁の崩壊、地割れなどの地盤の変状により、家屋とともに上下水道やガスの埋設管も甚大な被害を受けた。被害を受けた建物のうち公費による損壊家屋解体願出は、仙台市内で、12,022棟にものぼり津波被災地区、水田地区、古くからの町並みのほか、1960年代の高度成長期に造成された

丘陵住宅地の建物が多く解体された。中でも昭和30年代後半から昭和40年代初め造成された住宅団地は、宅地造成規制法や都市計画法以前に造成され、甚大な被害を受け集団移転等も決定された。

3.地盤条件を加味した判断

3.1.土地分類による揺れやすさ

地震による地表面の揺れやすさについて、国土地理院の土地条件図をもとに評価する。地震による揺れの評価を地震防災マップ作成技術資料(内閣府 H17.3)¹⁾を準用し、地形ごとの地盤の増幅度をもとに分類別に揺れやすさの評価を、防災地理情報利活用マニュアル「土地条件図の数値データを使用した簡便な災害危険性評価手法」(国土交通省国土地理院 H19.3)²⁾を参考にして地域の地形を15種類に区分し、揺れやすさ段階を「揺れやすさ小」「揺れやすさやや小」「揺れやすさ中」「揺れやすさやや大」「揺れやすさ大」の5段階に分類し作成した(図-1)。

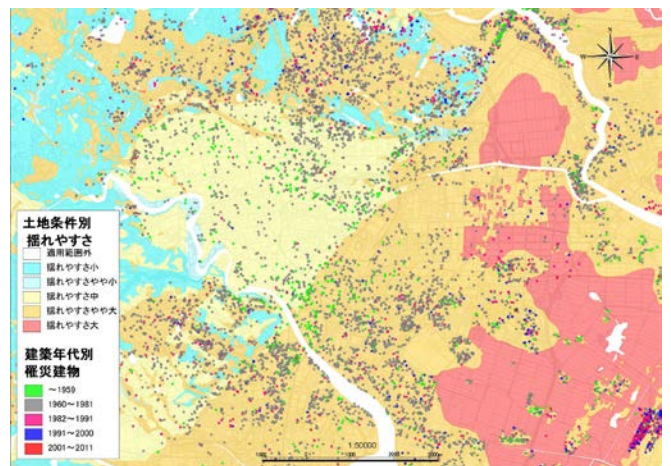


図-1 揺れやすさによる建築年代別罹災建物

3.2 土地項目別による地震被害確率の調査

平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震により、水道管路が多大な被害を受けた。そこで、平成10年11月に社団法人日本水道協会は、「地震による水道管路の被害予測³⁾」のデータを整理した。管種・管径・地位区分・震度毎の被害集計を基に、全管種×震度毎の

キーワード：地震リスク、損壊家屋、東日本大震災

連絡先：株式会社 秋元技術コンサルタンツ 〒982-0023 仙台市太白区鹿野二丁目10番14号
東北工業大学 工学部 都市マネジメント学科 〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町35-1

ヒストグラムを作成し、神戸市・芦屋市・西宮市の被害集計から地形区分によるフラジリティ曲線を図-2に示す。改変山地、段丘、谷・旧水部が脆く、沖積分野・液状化無しが堅いことがわかる。また、沖積平野・良質地盤がその中間に位置する。

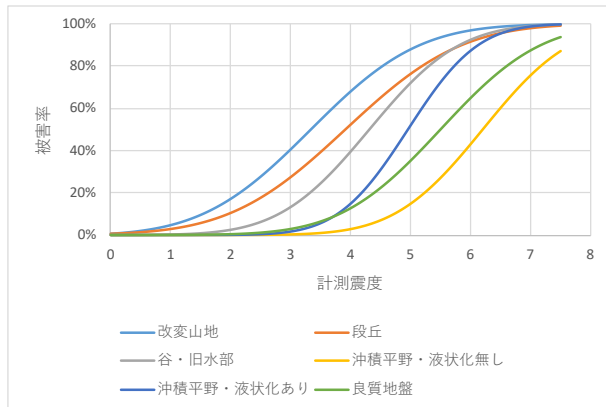


図-2 地形区分によるフラジリティ曲線

4.地震リスク(PML)評価

PMLとは、「Probable Maximum Loss(予想最大損失)」の頭文字をとったもので、非常にまれな大きな被害の大きさを意味するものである。PMLには、利用目的に応じてさまざまな定義が存在するが、ここでは「対象施設あるいは施設群に対して最大の損失をもたらす再現期間475年相当の地震動が発生した時の物的損失額の再調達価格に対する割合」としている。この再現期間475年は、建物の耐用年数50年間に10%の確率で発生する地震に対して、建物の復旧費用の再建築費用に対する割合を数値化したものである。PMLは式(1)より求められる⁴⁾。

$$PML(\%) = \frac{\text{最大予想損失額}}{\text{再調達価格}} \times 100 \quad (1)$$

PMLと被害の関係を表-1、軟弱地盤における地震PMLを図-3に示す。仙台市の場合、地盤種別(軟弱, 良質, 中間)におけるそれぞれのPML値は55.7%, 24.1%, 44.3%となり、良好地盤では、中である結果が得られたが、軟弱地盤では地震危険度が高く、軟弱地盤での生活はリスクを覚悟しておかなければならない。リスクカーブは、縦軸に年間の地震発生確率、横軸に地震発生による予想損失額をとっており、大地震ほど発生確率が低く、多額の損失をもたらすことを表す。

5.まとめ

東北地方太平洋沖地震およびそれに伴う余震による宅地崩壊や建物解体願出された建物損壊割合を、建築年

表-1 PMLと被害の関係

PML数値	危険度	被害の程度
0~10%	極めて低い	軽微
10~20%	低い	局部的被害
20~30%	中	半壊
30~60%	高い	大規模破壊
60%~	非常に高い	倒壊

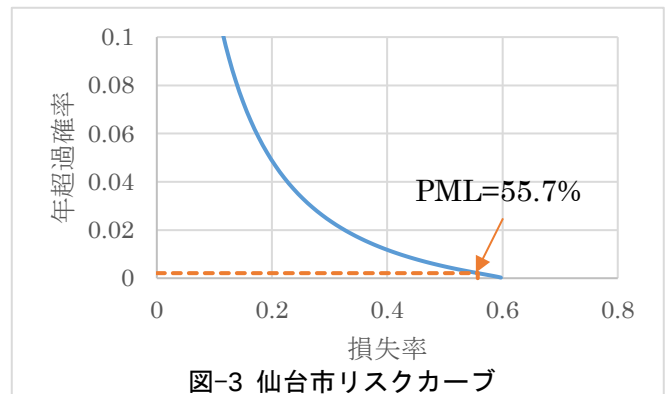


図-3 仙台市リスクカーブ

代や宅地地盤特性から考察し、地震リスクが宅地評価にも影響することが得られた。建物や地盤被害は、新耐震基準以前の建物、宅地造成規制法や都市計画法が施行される以前の住宅地で被害が多かった。さらに仙台地域では、海溝型地震のほか活断層による直下型地震も危惧されており、軟弱地盤や時期の古い造成地では、地盤崩壊のリスクが高くなる。このことにより、不動産市場において地盤の揺れやすさや地盤種別は、地震リスクを定量的に評価する指標として重要な情報である。地盤の揺れやすさや地盤構造の違いによる土地評価方法の改正、さらに住宅購入者が宅地の地形や地盤性状を認識・把握して、適切な地盤改良等の対策を行うことにより、地域全体の防災能力の向上に繋がると考える。

参考資料

- 1) 内閣府（防災担当）地震防災マップ作成技術資料.2005.3
<http://www.city.noshiro.akita.jp/upload/download/99601download.pdf>
- 2) 国土交通省国土地理院.自治体担当者のための防災地理情報利活用マニュアル（案）ー土地条件図の数値データを使用した簡便な災害危険性評価手法ー.2007.3
<http://www1.gsi.go.jp/geowww/landcondition/manual.pdf>
- 3) 社団法人 日本水道協会:地震による水道管路の被害予測.1998.11.
- 4) 社団法人日本建築学.Excelで学ぶ地震リスク評価.2011.8.25