

東日本大震災の建物被害データを用いた津波被害関数に基づく建物被害特性の把握

東北大学大学院 学生会員 ○成田 裕也
東北大学災害科学国際研究所 正会員 越村 俊一

1. 序論

2011年3月11日の東日本大震災により、青森県から千葉県に至る太平洋沿岸部において甚大な建物被害をもたらした。発災後、津波被災地で数多くの現地調査が行われ、被害の実態が明らかにされてきた。近年、このような被害データから経験的に津波流況と被害程度との関係を得る津波被害関数が提案されている(越村ら, 2009)。現在は、建物の構造形式、海岸線の形状等の分類を考慮した津波被害関数も整備されている(Suppasriら, 2013)。しかし、構造形式に加えて建物階数、建築年代といったさらに詳細な分類を行った例は少ない。

本研究では、国土交通省都市局による建物被害データと津波浸水深の空間分布データを使用し、2011年東北地方太平洋沖地震津波における津波被害関数を構造形式、建物階数、建築年代別に構築することで、これらの構造的特性が建物被害へ及ぼす影響を定量的に把握することを目的とする。

2. 使用データ

本研究で使用したデータは、国土交通省都市局の現地調査によるものである。東北地方から関東地方までの6県(青森、岩手、宮城、福島、茨城、千葉)の被災地域において、100m単位での浸水深の空間分布と、260,599棟の建物被害データが得られている。建物被害程度は7段階(D1:流失, D2:全壊1, D3:全壊2, D4:大規模半壊, D5:半壊, D6:一部損壊, D7:被害無し)に分類されているが、本稿では流失率に関する津波被害関数を構築するため、流失(D1)と残存(D2-D7)に再分類している。さらに、各建物は構造形式(RC造、鉄骨造、木造、その他)、階数(1階、2階、3階以上)、建築年代といった建物特性により分類される。建築年代は、東京都(2006)を参考に、建築基準法改正のうち建築構造上重要な年(1961年:木造壁率の基準強化, 1981年:新耐震基準の導入)を境目として分類している。ただし、これらの項目が不明のデータは津波被害関数構築の際に除外している。

表-1 津波被害関数の回帰パラメータ(R^2 : 決定係数)

構造形式	階数, 建築年代	λ	ξ	R^2
RC造	1階	2.81	1.10	0.87
	2階	2.52	0.72	0.88
	3階以上	3.51	1.14	0.89
	-1980年	5.14	3.31	0.82
	1981年-	6.13	2.88	0.80
鉄骨造	1階	2.23	0.92	0.83
	2階	1.46	0.91	0.89
	3階以上	1.95	1.01	0.89
木造	1階	1.08	0.77	0.81
	2階	1.38	0.70	0.78
	3階以上	1.85	1.27	0.61
	-1960年	1.08	0.62	0.85
	1961-1980年	1.17	0.66	0.83
	1981年-	1.39	0.64	0.80

3. 津波被害関数の構築

(1) 津波被害関数とは

津波被害関数とは、建物被害程度を被害率として、浸水深、流速等の津波の流体力学的諸量との関連で表したものである。津波被害関数の導出には、まず津波浸水深の昇順に従ってデータを並べ替えた後、一定棟数の建物サンプル群を抽出し、津波浸水深の中央値と建物流失率を求める。その後、流失率と津波浸水深との関係を回帰分析により求め、対数正規分布、正規分布による式(1)、(2)で表す。これらの式において、回帰の際に決定係数が高い方を津波被害関数として採用した。

$$P(x) = \Phi \left[\frac{\ln x - \lambda}{\xi} \right] \quad (1)$$

$$P(x) = \Phi \left[\frac{x - \mu}{\sigma} \right] \quad (2)$$

ここで、 x は最大浸水深、最大流速、最大波力などの津波外力指標で、 λ (または μ)、 ξ (または σ)はそれぞれ $\ln x$ または x の平均値と標準偏差である。

(2) 津波被害関数の構築

本稿では、流失率に関する津波被害関数を、構造形式ごとに階数別、建築年代別に構築した。本研究で得られた津波被害関数の回帰式パラメータを表-1に示す。

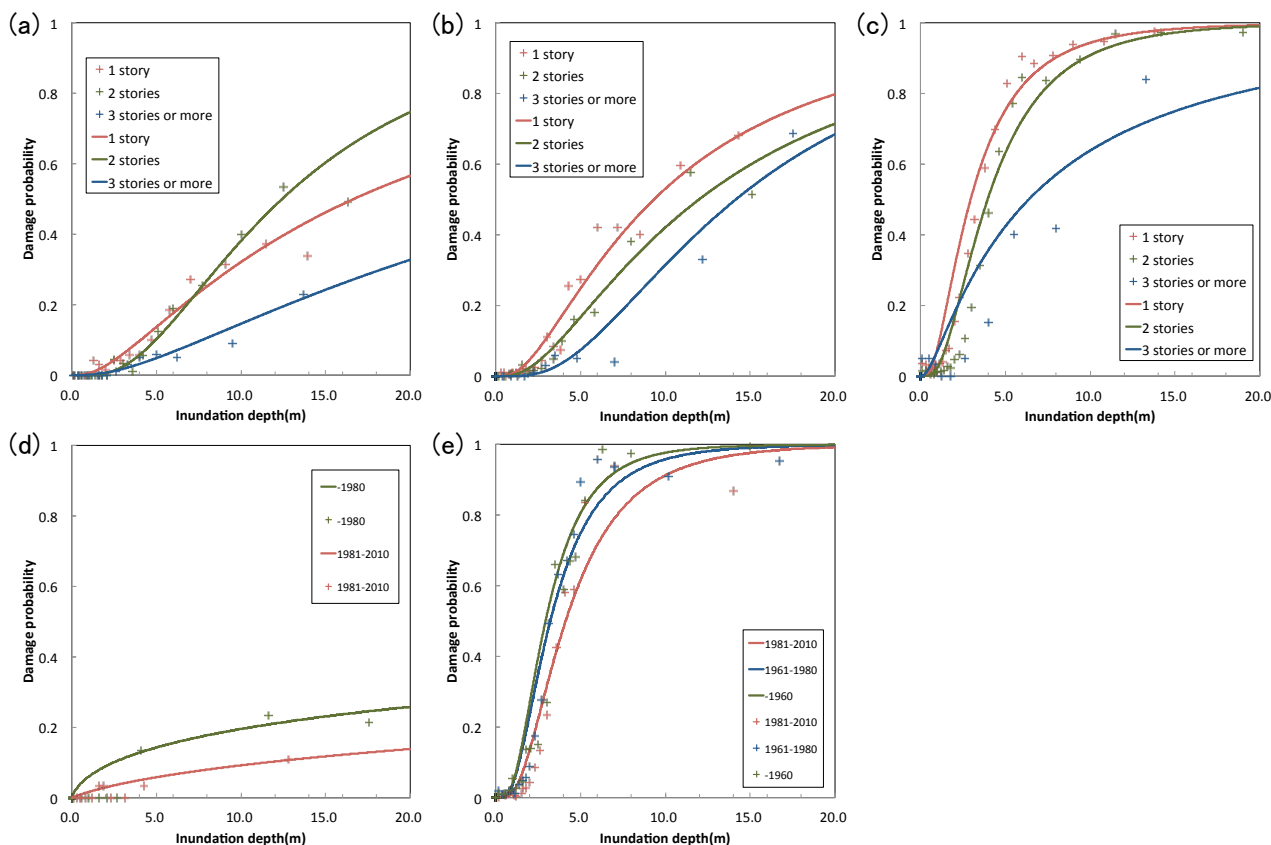


図-1 津波被害関数:(a)RC造-階数別, (b)鉄骨造-階数別, (c)木造-階数別, (d)RC造-建築年代別, (e)木造-建築年代別

図-1(a), (b), (c)は,それぞれRC造, 鉄骨造, 木造の建物の階数別被害関数を表す. 階数が1階の一般的建物のほぼ全体が浸水する浸水深3.0mでは, 木造建物の流失率が約50%であるのに対して, 鉄骨造とRC造の建物の流失率はそれぞれ約10%, 5%である. また, 階数が2階の一般的建物のほぼ全体が浸水する浸水深6.0mでは, 木造, 鉄骨造, RC造の建物の流失率はそれぞれ約15%, 20%, 70%である. さらに, 3階以上の建物は1階, 2階の建物に比べ, 流失率が大きく下がっている.

図-1(d), (e)は,それぞれRC造, 木造の建物の建築年代別被害関数を表す. ここで, 鉄骨造の建物の建築年代別被害関数については, 流失建物の数がそれほど多くなかったため, 本研究では取り扱わないこととする. 図-1(d), (e)より, RC造, 木造建物ともに建築年代が古いほど被害が発生し始める浸水深が小さく, 流失率が低くなっている. また, 1981年以降の木造建物は浸水深が8.0mで80%以上の流失率となっているのに対して, RC建物は1980年以前でも流失率は約20%と非常に流失しにくいことが分かる.

4. 結論

本研究では, 国土交通省都市局調査結果に基づく浸水深データ, 建物被害データを用いて, 2011年東北地方太平洋

洋沖地震津波における津波被害関数を構造形式, 階数, 建築年代という建物の構造的特性を考慮して構築した. その結果, 構造形式, 階数, 建築年代の建物流失率への影響が定量的に示された. この結果は, 今後の津波の被害想定における指標の1つとして有効であると考えられる. しかし, 津波被害関数はこれらの特性を持つ建物の分布の仕方等により, 地域によって異なる特徴を持つ. 今後は, 市町村別に津波被害関数を構築し, それらの比較により各地域の脆弱性の特徴を明らかにする必要がある.

参考文献

- 国土交通省都市局(2011): 東日本大震災からの津波被災市街地復興手法検討調査のとりまとめについて, オンライン, www.mlit.go.jp/toshi/toshi-hukkou-arkaibu.html, 2014年1月20日参照
- 越村俊一, 行谷佑一, 柳澤英明(2009): 津波被害関数の構築, 土木学会論文集B, Vol.65, No.4, 320-331
- Suppasri, A., E. Mas, I. Charvet, R. Gunasekera, K. Imai, Y. Fukutani, Y. Abe and F. Imamura(2013), Building damage characteristics based on surveyed data and fragility curves of the 2011 Great East Japan tsunami, Natural Hazards, 66 (2), 319-341
- 東京都(2006): 首都直下地震による東京の被害想定報告書, オンライン, www.bousai.metro.tokyo.jp/japanese/knowledge/material_h.html, 2014年1月24日参照