

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 6 日現在

機関番号：56203

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K20849

研究課題名(和文)建物群破壊確率モデルの高精度化

研究課題名(英文)Improvement of Building Group Destruction Probability Model

研究代表者

柳川 竜一(YANAGAWA, Ryoichi)

香川高等専門学校・建設環境工学科・講師

研究者番号：70649095

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：東日本大震災の津波再現計算を活用した各建物に対する津波浸水深を推定した。また、津波による全壊(流出・全損)被害の可能性を定量的に推定するため必要且つ簡便に入手可能なパラメータを選定したところ、津波浸水深に加え建物構造(RC造・鉄骨造・木造)や建物密集度(周囲の建物数)、対象建物周辺の地理特性(防潮堤など構造物の有無やその距離)が建物被害に大きく関わる可能性を指摘し、3.11津波による被害経験に基づいた解析モデル(建物群破壊確率モデル)を作成した。さらに、数値モデルから得られた津波来襲・遡上の時間変化を明らかにし、指定避難場所迄の最適経路や距離の把握が可能な避難支援マップを作成・提案した。

研究成果の概要(英文)：The tsunami inundation depth of each building utilizing the numerical model of the 2011 Great East Japan Earthquake was examined. In order to quantitatively estimate the possibility of building collapse damage (outflow, total loss) due to the tsunami, the necessary and readily available parameters were selected. Along with tsunami inundation depth, the possibilities that the building structure (RC, steel frame, and wooden structure), building density (the number of buildings in the surroundings), geographical characteristics around the target building (presence of a structure such as a tidewall and its distance) were greatly related to building damage was pointed out, and the analysis model based on the experience of the 3.11 tsunami damage was developed. Furthermore, time series characteristics of tsunami propagation by the numerical model was clarified, the tsunami evacuation support map that can grasp the optimum route and its distance to the designated evacuation site was proposed.

研究分野：津波災害

キーワード：東日本大震災 津波 建物群 被害推定

1. 研究開始当初の背景

津波による陸上建物の破壊は、海岸地形や建物分布、来襲津波特性等の要因が複合的に影響を及ぼした結果だと考えられるが、申請者は主な判断指標として一般的な項目である「津波浸水深」・「建物構造」に加え、「隣接する建物との密集具合(建物密集度)」に注目しており、それら要因の組合せから建物の全壊率の可能性を示す評価手法として「建物群破壊確率モデル(図1)」を構築・提案している。岩手県地域での東日本大震災資料を基に作成された本モデルは、現地の状況を定性的に良好に再現しており、岩手県沿岸地域と同様の環境特性を有する他地域において事前の津波リスク評価に期待されるが、定量的な面での再現性に課題が残っている。

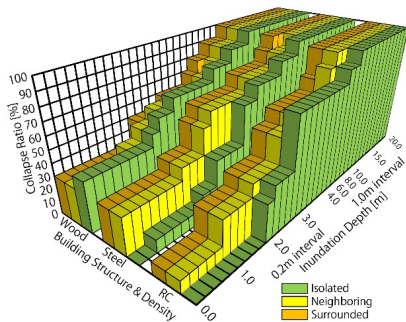


図1 建物群破壊確率モデル

2. 研究の目的

東日本大震災津波が建物群に与えた被害について、津波数値モデルおよびGISを用いた空間解析から建物の全壊可能性を数値化した「建物群破壊確率モデル」を精査・高精度化することでより定量的な指標として示すとともに、今後巨大津波災害が危惧される東海・東南海・南海地域への本手法の適用を目指す。研究期間内の研究目標として主に以下の2点を挙げた。実施項目1として最新の波源モデルを用いた津波数値モデルの構築と適用を行う。なお、数値モデルは時系列での津波来襲・陸上遡上を再現することが可能であるため、各地区での津波防災に関わる活動(例えば防災マップ作成、地区防災計画の策定)に関わる空間情報整備を検討事項に加えた。実施項目2として2011年の津波被害について再現性を向上させるとともに既存の建物群破壊確率モデルの高精度化を図った。

3. 研究の方法

実施項目1では、様々な波源モデルを適用し岩手県全域にわたる津波数値モデルの構築を行う。沖合・海岸域での津波波形の再現性を評価し、再現性が最も高い波源モデルについては陸上遡上を加えた最大解像度の津波シミュレーションを実施するとともに津波の来襲時間や津波遡上範囲の推定、浸水深推定等を行った。実施項目2では、津波数値計算から得られた各種データセットを整理する一方、GISを用いた空間解析により建物構造や建物密集度を算出し、岩手県の建物群資料を用い

て建物群破壊確率モデルを構築した。

4. 研究成果

複数の波源モデルより定性的な再現性を比較したところ、岩手県沿岸域に来襲した津波を再現するには中央防災会議の提示した波源モデルが最も再現性が高く、本検討での計算精度は、相田(1978)の評価指標であるK値は1.00、 κ 値は1.15が得られた(図2、図3)。

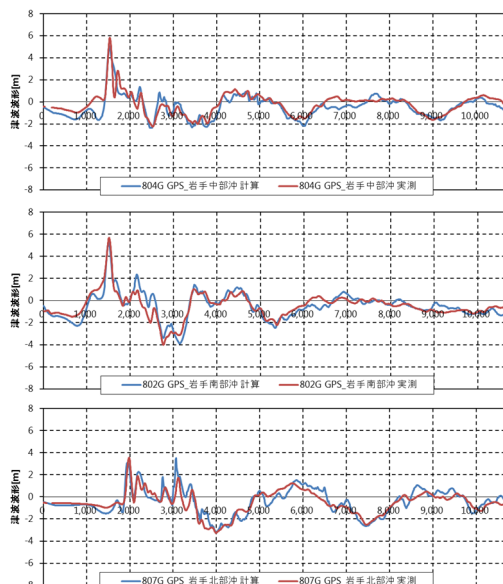


図2 岩手県沖合での津波波形

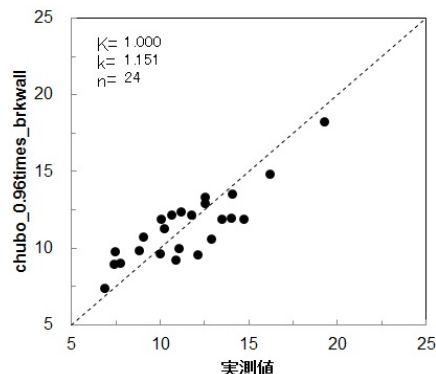


図3 精度検証(大槌町のみ)

岩手県南部に位置し、東日本大震災では津波の被害が甚大であった大槌町を対象に詳細な分析を行った。船越湾(町北部地域)と大槌湾(町南部地域)内の各集落における時系列での浸水状況として、浪板では地震発生から36分後、吉里吉里が同37分後に浸水面積が最大となったと推定された。臨海部低平地では、安渡・港町が同31分後、赤浜が同34分後、須賀町が同36分後に既設防潮堤を津波が越流し、住宅地への浸水が始まった。大槌・小鎧川沿いに位置する住宅地での浸水は、桜木町が同41分後、大ヶ口が同43分後であったと推定された(図4)。

津波遡上高から推定された各建物の浸水深は、既往結果よりも全体的に大きくなっており、今回の見直しに伴い大ヶ口や桜木町の建物の多くは4m未満、海岸線に面している港

町・赤浜・吉里吉里では10mを上回る建物も多く存在したことになる。大槌町内で浸水した建物は6,949棟あり、最頻水深帯は、RC造が8-9m帯、鉄骨造が7-9m帯、木造で3-4m帯であったことが明らかとなった(図5)。



図4 大槌町での津波到達時間

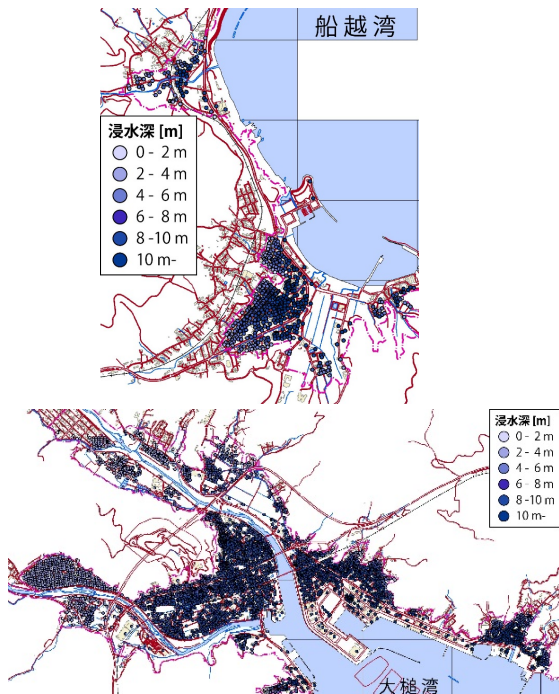


図5 大槌町内建物の推定津波浸水深

東日本大震災クラスの地震津波が発生した場合、現在計画中的の防潮堤は津波を十分に防御する事は不可能なため、地域住民の自主避難が不可欠となる。そこで、数値シミュレーションから得られた津波の到達時間や陸上浸

水範囲を加味し、合理的な徒歩避難に資する新たな防災マップ作成に取り組んだ。安渡・吉里吉里地区は徒歩避難が原則となっているため、通行可能な道路網をGIS上で整備するとともに、複合災害として津波浸水に加え土砂災害が発生した場合での避難行動中における被災リスクや最短経路を容易に認識できるよう配慮した。両地区には指定避難場所が12カ所存在したが、ほぼ利用実態がない場所や地域住民のみが認識していた未指定避難場所が存在しており、東日本大震災の時は、指定避難場所へは41.1%、幼稚園や特別養護老人ホームなどの未指定避難場所へは9.7%、路上や高台・戸建て住宅等へは23.2%の住民が避難していた。また、地震発生後、4.3%の住民が津波浸水地域外から浸水地域内へ移動したり、22.0%の住民が地震発生から津波到達時まで浸水範囲内にとどまったことが明らかとなり、地域住民の甘い判断の見直しや避難場所の周知徹底、ルート選定や距離の最適化を図ることでより多くの住民が津波災害を回避できる可能性を示唆した。それら情報をもとに作成した避難支援マップ(図6)は、任意の場所から最寄避難場所への最短経路の抽出及び可視化から避難完了までにかかる距離を把握でき、移動時間の推定も可能となった。そして、最寄避難場所への移動距離が長い地域については、近隣施設を指定避難場所として認定するといった新たな避難場所指定のきっかけとなる提案を行っており、津波数値モデルの高精度化はこれら活動の一端に寄与した。

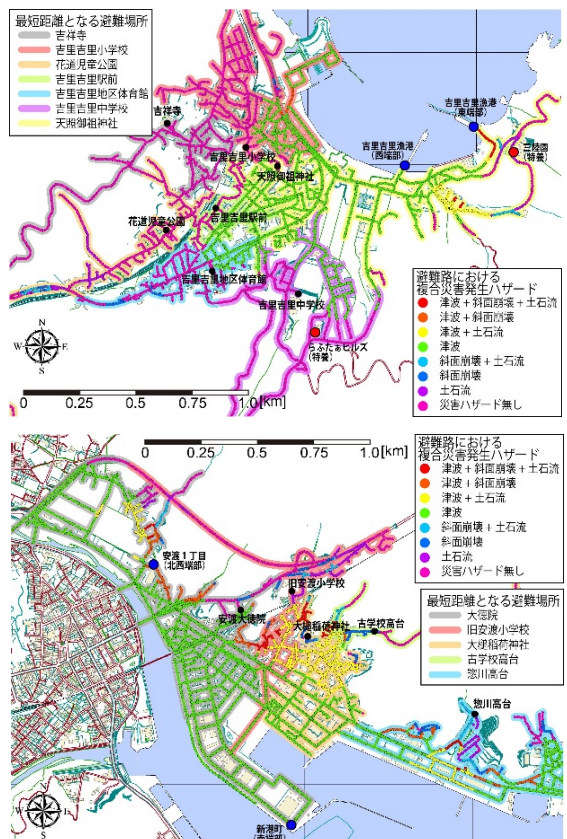


図6 大槌町における避難支援マップ

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計4件)

- ① Ryoichi Yanagawa, Shuzo Koshino, Tsunami Inundation Area and Run-up Height in the Iwate Coastal Region Following the Great East Japan Earthquake as Estimated from Aerial Photographs and Digital Elevation Data, Natural Hazards, Volume.82, Issue 3, 2016, pp.2051-2073., DOI:10.1007/s11069-016-2285-1.
- ② 柳川竜一、岩間俊二、岩手県大槌町沿岸地域における東日本大震災津波の建物被害分析、第35回日本自然災害学会学術講演会、2016、pp115-116.
- ③ 柳川竜一、既往最大・最悪想定での複合災害発生時における高台避難を想定した避難支援マップの作成プロセスについて、第25回地理情報システム学会学術研究発表大会、C-2-1、2016、4p.
- ④ 柳川竜一、岩間俊二、麦倉哲、岩手県大槌町臨海地域における複合災害発生を考慮した避難支援マップの作成、土木学会論文集 B2 (海岸工学)、Vol.72, No.2, 2016、I_1579-I_1584.

[学会発表] (計3件)

- ① 第35回自然災害学会学術講演会(自然災害学会主催)、柳川竜一、岩間俊二、岩手県大槌町沿岸地域における東日本大震災津波の建物被害分析、静岡県静岡市、2016年9月
- ② 第25回学術研究発表大会(地理情報システム学会主催)、柳川竜一、既往最大・最悪想定での複合災害発生時における高台避難を想定した避難支援マップの作成プロセスについて、東京都、2016年10月
- ③ 第63回海岸工学講演会(土木学会主催)、柳川竜一、岩間俊二、麦倉哲、岩手県大槌町臨海地域における複合災害発生を考慮した避難支援マップの作成、大阪府大阪市、2016年11月

6. 研究組織

(1) 研究代表者

柳川 竜一 (YANAGAWA, Ryoichi)

香川高等専門学校建設環境工学科・准教授

研究者番号：70649095