

令和 3 年 1 月 2 2 日

1. 報告者

氏名（フリガナ）	千田 優（チダ ユウ）
生年月日（年齢）	平成 2 年 7 月 3 1 日（3 0 歳）
所属機関名	港湾空港技術研究所

※年齢は令和 3 年 3 月 11 日現在

2. 研究内容

研究テーマ	津波漂流物に関する数値計算モデルの開発・高度化
研究分野	津波／土木
研究概要（要約）	<p>東北地方太平洋沖地震津波では、津波の水流そのものによる被害だけでなく、船舶の衝突により陸上構造物に破壊が生じたり、陸上における可燃物の集積により大規模な市街地火災が生じたりする等、漂流物によって被害が発生あるいは増大する事例が多数確認された。将来発生が懸念される津波に対して有効な対策を講じるためには、様々な漂流物被害を定量的に評価する手法の構築が必要である。我々の研究グループは、津波火災を予測するための数値計算モデルの開発や木造がれきの漂流挙動を再現するための漂流物モデルの高度化を実施した。</p>
研究の背景	<p>伝播・浸水といった津波の挙動とそれに伴い発生する漂流物の挙動を評価するためには、数値計算モデルを活用した手法が適切であると考えられる。しかしながら、観測データ、計測データが不足しているため、漂流物モデルの検証が難しく、様々な検証を可能にする市街地模型実験によるベンチマークデータが求められていた。さらに、東北津波では津波火災という新たなテーマに対する研究発展の重要性も増した。</p>

具体的内容

我々の研究グループでは、「津波火災の影響を評価可能な数値モデルの構築」、「ベンチマークデータの取得と数値モデルの検証」に取り組んできた。

津波火災は、宮城県気仙沼湾で発生したような湾上火災と岩手県山田町等で発生した陸上火災の二種類に大別することができる。湾上火災は、海上に流出した大量の油と木造家屋から流出したがれきが混ざることにより、油が気化しやすくなり海上においても着火・延焼しやすくなって発生したと考えられている。この現象を表現するために、油の漂流を油拡散シミュレータ OIL-PARI、がれきの漂流を津波漂流物シミュレータ STOC-DM（共に港湾空港技術研究所が開発した数値モデル）で計算することで油とがれきの混合状態を解析した。さらに火災の発生・延焼を計算する火災モデルを開発することで、津波の発生から火災の鎮火までの一連の現象を解析する津波火災シミュレータを開発した。現地適用計算を行い、津波により海上で火災が拡大する現象を計算可能であることを示したが、火災の発生条件等種々の仮定に対する妥当性については今後の課題である。

陸上火災では、高密度で集積したがれきに着火することで延焼が拡大したと考えられている。したがって、がれきの発生・漂流・漂着といった一連の過程を予測する必要がある。そこで津波シミュレータ STOC を用いて建物破壊過程を考慮した津波浸水計算（一般に建物の影響は粗度として考慮されることが多い）と破壊した建物を対象とした漂流物計算を実施した。また、計算結果を航空写真から推定したがれきの平面分布やがれきの海上流出率と比較することにより、モデルの精度検証を試みた。さらに、漂流物と流体の相互作用を考慮した数値モデルも開発し、現地適用計算を行った。その結果、建物の破壊過程を考慮することにより浸水範囲が実測に近づき、がれきが高密度に集積する範囲を再現できることが分かった（図-1）。

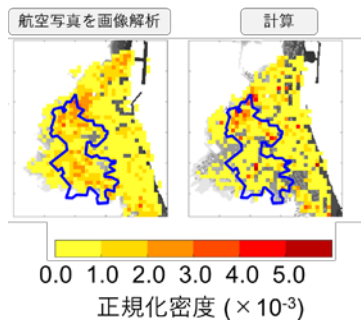


図-1 がれきの計算例

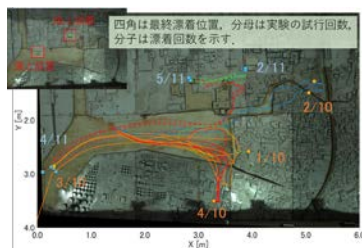


図-2 水槽実験の結果

これまでの漂流物実験は、基本的な漂流特性を把握するために単純な地形模型を用いたものがほとんどであり、モデルの検証もそれらの実験データを用いて行われてきた。しかしながら、実際の津波は陸上の建物群や地形の影響を受けるため漂流物挙動も複雑に変化する。したがって、既往の数値モデルの実域への適用性については疑問が残る。そこで、港湾域と市街地を含めた沿岸模型を用いた水槽実験を実施し、複雑な流れ場における漂流挙動特性を把握するとともに、ベンチマークデータの取得を行った（図-2）。現在、これらのデータを使用したモデル検証を進めているところである。

期待される効果

津波漂流物は、構造物への衝突といった直接的な被害だけでなく、道路や航路の長期間（数日から数週間）の閉塞といった二次的な被害を発生させ、被災後の迅速な救助、物資の緊急輸送の障害となってしまふ。これらの被害を軽減するためには、津波の水流そのものによる被害だけでなく、複合的な漂流物被害を含めたより信頼性のある被害予測が要求される。

信頼性のある被害予測は適切で効率的な津波対策、漂流物対策に繋がる。例えば、背後地や海上へ漂流物が流出するのを防ぐための捕捉工の設置、流出した場合の迅速な漂流物位置や閉塞箇所の特定制と漂流物の除去、漂流物の衝突や火災に対しても安全に使用できる避難施設の設置等が漂流物対策として挙げられるが、これらの対策を考える際には、数値計算モデルを活用して捕捉工の最適な配置、漂流物の漂流位置の時空間的な分布、陸上構造物に作用する漂流物の衝突力（主に衝突速度と衝突確率）等を把握することが必要となる。これらの対策は、港湾だけでなくその背後地も含めた地域全体における「津波災害に強い街づくり」に貢献するものである。

我々の研究グループで進めている漂流物に関する数値計算モデルの開発や高度化が津波対策や漂流物対策を講じるためのツールとして貢献し、将来世界中で発生が懸念される巨大津波に対するリスクを低減することに繋がると信じている。

補足資料

（上記内容を補足する自身の論文等を記載）

・千田優，福井信気，森信人，安田誠宏，山本剛士，漂流物と流れ場の時空間計測データを用いた複雑流れ場における津波漂流物挙動の解析，土木学会論文集 B2(海岸工学)，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，76 巻，2 号，p. I_313-I_318. 2020.

・千田優，高川智博，津波による建物の非破壊漂流・断片化漂流ががれきの分布特性に与える影響に関する数値的な検討，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 75, No. 2, pp. I_445-450, 2019.

・富田孝史，千田優，震災漂流物の漂流推定手法と津波火災の発生推定手法の開発，土木学会論文集 B2(海岸工学)，Vol. 72, No. 2, 2016

・科研費若手研究(B)，研究代表者，津波流動・がれき挙動双方向結合モデルと火災モデル開発による津波火災モデルの高度化，平成 29 年度～平成 31 年度（令和元年度）