

# 博士論文審査報告書

## 論 文 題 目

津波の陸上氾濫解析と避難行動予測の  
高度化に関する研究

A Study for Improvement of  
Tsunami Inundation Simulation and  
Evacuation Simulation

申 請 者

高畠	知行
Tomoyuki	TAKABATAKE

建設工学専攻 海岸工学研究

2017 年 7 月

津波による沿岸域の災害は、日本にとって大きな懸念事項である。2011年に発生した東北地方太平洋沖地震津波は、東北地方沿岸域に甚大な被害をもたらした。南海トラフ巨大地震など、今後発生しうる津波による被害を軽減するため、様々な観点から津波に関する研究開発が進められている。津波の被害を軽減するためには、津波の浸水による陸上氾濫の過程を把握することと、人々の避難行動のプロセスを予測することが重要である。一方、これまでの津波の陸上氾濫解析は護岸から遡上した津波による浸水を対象としており、海岸部の地下管路を介した溢水氾濫による浸水を解析する手法は確立されていない。同時に、既往の避難行動予測においては避難者として地域住民のみを対象としており、土地勘のない来訪者を考慮した予測手法はほとんど提案されていないのが現状である。

上記の点を踏まえ、本論文は津波の陸上氾濫と避難行動予測に関する解析技術を高度化し、「津波による管路を介した溢水氾濫」と「来訪者を含めた避難者の行動」を数値解析により評価する手法を構築することを目的としている。また、構築した数値解析手法を実在の沿岸域へ適用することで、津波による溢水氾濫が及ぼす臨海地域の危険性や、来訪者の存在による避難プロセスの変化を明らかにすることにも試みている。本論文の研究は、津波被害や対策評価を講じる上で、これまで不十分であった領域を補完する重要な意義を持っている。

審査に当たっては2017年4月3日に審査委員予定者3名による予備審査会を実施し、専攻内縦覧に付してよい旨の判定を得た。2017年4月6日から4月20日に建設工学専攻における専攻内縦覧を行い、4月20日の専攻会議で博士論文受理の申請が認められ、5月18日に開催された創造理工学研究科運営委員会にて論文が受理された。2017年6月7日に論文の公聴会を行った。公聴会には論文提出者以外に14名が出席していて、論文内容の発表の後に、質疑応答が行われた。申請者は、審査委員からの質疑に対して明確に回答を行い、研究内容に対する深い理解と関連分野に関する十分な学識・能力を有することが示された。なお、研究倫理については、博士課程後期学生として単位を取得している。

本論文は6章から構成されている。本論文の内容についての審査結果を以下に述べる。

第1章では、東北地方太平洋沖地震津波の被害を振り返るとともに、津波研究に関する現状の課題をまとめた上で、研究の目的を示している。

第2章では、津波による管路を介した溢水氾濫と来訪者を考慮した津波避難に関する既往研究を整理している。どちらもまず、それぞれに関連した研究について述べた後に、「津波による溢水氾濫」と「来訪者の津波避難」に主眼を置いた研究がほとんど行われておらず、これらを解析する手法が確立さ

れていないことを指摘している。

第3章では、津波による溢水氾濫を解析する手法について述べている。本研究では、非定常1次元管路流れモデルを基礎として、立坑接続部に生じる局所的な圧力差を水理学的な観点から正確に評価することで溢水量を算定する手法を提案している。提案した手法の妥当性は、単純管路、管路網、取・放水路を対象とした3種の水理実験との比較から検証している。検証の結果、提案した数値解析手法は、津波による溢水氾濫現象を十分な精度で評価できることを確認している。また、検証を通じて津波による溢水氾濫現象の再現には、立坑接続部に生じる局所的な圧力差を考慮することの必要性を示している。

第4章では、第3章で提案した手法を実規模の沿岸地域に適用してその説明能力を検証している。津波波形を変化させた全10ケースの解析を実施することで、津波による溢水氾濫が有する危険性を把握することを試みている。その結果、津波による溢水氾濫単独による浸水でも1m以上の浸水深に到達すること、継続時間が短い津波でも繰り返し来襲する場合には浸水深が大きくなること、防潮壁からの越流よりも数分先に津波による溢水氾濫が生じることなどを示している。最後に申請者は、これらの検討を踏まえ、津波による溢水氾濫が有する危険性は小さくなく、今後はこれを考慮していく必要があると結論付けている。

第5章では、来訪者の行動特性を考慮した避難行動解析モデルをまず提案している。同モデルは、マルチエージェントモデルに基づき構築されており、地域住民と来訪者の行動の違いに加え、群衆密度に応じた移動速度の変化や避難者ごとの避難開始時間の違いなど、様々な避難者の行動特性を考慮可能である。次に、構築したモデルを神奈川県鎌倉市の由比ガ浜地区に適用することで、来訪者の存在による避難プロセスの変化を分析している。それによれば、来訪者を考慮した場合、避難完了率の時間変化や渋滞の発生箇所、各避難施設への避難者数が大きく変化することを明らかにしている。最後に上記検討結果を踏まえ、申請者は沿岸部の観光地において津波避難計画を検討する際には、来訪者の存在を考慮する重要性を指摘している。

第6章は結論であり、本論文で得られた主要な成果を各章ごとにまとめるとともに、研究の課題についても言及している。

以上を要約すると、本論文では「津波による管路を介した溢水氾濫」と「来訪者を考慮した津波避難」を解析可能な数値解析手法を構築し、さらに構築した手法を沿岸域に適用することで、津波による溢水氾濫の危険性や来訪者の存在による避難行動の変化を明らかにしている。

これらの研究成果はこれまでの津波解析に関する研究において課題として残されてきた事項の解決を図るものであるとともに、将来の津波対策を講じる上で重要な視点を提示している。よって本論文は海岸工学、沿岸域防災の

分野に重要な貢献をするものであり、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。

2017年6月

審査員

（主査） 早稲田大学教授 工学博士（東京大学） 柴山 知也

（副査） 早稲田大学教授 工学博士（名古屋大学） 榊原 豊

（副査） 早稲田大学教授 工学博士（早稲田大学） 関根 正人