

## 論文の内容の要旨

論文題目 津波減災のための粘り強い海岸堤防の提案と避難施設周辺の津波挙動の評価

氏名 加藤 史訓

本論文では、海岸堤防の設計条件を超える津波に対する減災を図るため、海岸堤防を越流する津波に対する海岸堤防の減災効果を明らかにした上で、粘り強く効果を発揮する海岸堤防の構造を示した。また、陸上に遡上した津波への対策として、遡上津波に対する二線堤や盛土の影響を明らかにした上で、津波浸水計算で得られる比エネルギーによって避難施設周辺での遡上津波のせき上げを評価する方法を提案した。

第1章では、東北地方太平洋沖地震以降における津波対策の動向を概観した上で、ハード対策の必要性と課題について論じ、本研究の項目と論文の構成を示した。津波到達までに安全な場所に避難するのが困難な地域が存在、避難に際して援護が必要な住民の存在、浸水想定区域内の資産の存在を考慮すると、ソフト対策だけでは不十分であり、海岸堤防等のハード対策によって浸水低減を図ることが必要である。しかし、海岸は防護だけのための空間ではなく、人々の生活の場であり、人が集い安らぐ憩いの場であり、海岸特有の生物が繁殖、生息する場でもあるため、最大クラスの津波が越流しない巨大な海岸堤防等を設置することは適切ではない。よって、海岸堤防は、比較的頻度が高い津波では浸水しない高さとする事で海水の侵入を防止するとともに、それを越える津波に対しては粘り強い構造で浸水低減を図るべきである。また、海岸堤防を越えて遡上する津波に対して、安全な避難場所を確保する必要がある。それらを実践する上で、津波に対する海岸堤防の浸水低減効果の評価、粘り強い海岸堤防の設計、避難施設周辺の津波挙動の評価が必要であり、本研究の検討項目とした。

第2章では、海岸保全施設の設計条件を超える津波に対する海岸堤防の浸水低減効果と粘り強い構造を論じた。浸水低減効果については、異なる地形的特徴を有する地区を対象とした津波浸水計算により効果を確認するとともに、海岸堤防海側の水位に対する天端高の比や海岸背後の低平地の奥行によって海岸堤防による背後地の浸水を低減する効果が変わることなどを明らかにした。その上で、日本における海岸堤防の設計法をその経緯も含めて整理した上で、オランダの設計法と比較し、対象とする外力やその生起確率の違いなどをふまえて、外力に対して相対的に天端高が低い日本でこそ粘り強い構造が必要であることを示した。次に、東北地方太平洋沖地震の津波による仙台平野南部および岩手県沿岸での海岸堤防の被災および堤防周辺の洗掘や地形変化について定量的な調査を行った結果、津波の越流による裏法尻での洗掘が堤防被災の引き金になっていること、破堤部付近では、押し波の越流による洗掘に加えて、引き波による洗掘が進んでいたことなどを明らかにした。また、海岸堤防の被災パターンを分類し、その中で、裏法尻の洗掘からの被災が被災延長の2/3程度を占めていることを明らかにした。そ

して、台形断面の三面張り構造を対象に、津波が越流する時の海岸堤防周辺の流況、裏法尻の洗掘、裏法被覆工の安定性に関する水理模型実験を行い、裏法尻の保護により堤体の安定性を高めることができること、大きな孔があるブロックは裏法被覆工として望ましくないこと、両端に切り欠きを設けたブロックをかみ合わせることで裏法被覆工の安定性が高まることなどを明らかにし、津波が越流しても粘り強く効果を発揮する海岸堤防の設計法を提案した。

第3章では、陸上を遡上した津波に対する二線堤および盛土の影響とともに、避難施設周辺での津波のせき上げを津波浸水計算に多用されている平面二次元モデルによって評価する方法について論じた。遡上津波の制御を目的とした二線堤等の前面で浸水深が高くなることや、対象箇所の浸水防止を目的とした盛土の面積が浸水域に対して大きいとその影響が浸水域全体に及ぶことなどを明らかにした。また、仮想建築物を配置した津波浸水計算を行い、仮想建築物海側での津波のせき上げを求めた結果、仮想建築物がない場合と比べ、同地点の最大浸水深が2倍以上となる箇所があり、またその比が、仮想建築物がない場合のフルード数とともに大きくなる傾向が認められた。その計算結果を用いて、仮想建築物海側での最大浸水深と、仮想建築物がない条件での同地点の比エネルギーの時間最大値を比較した結果、両者がほぼ一致することが確認された。東北地方太平洋沖地震による津波の痕跡高が建築物の壁面等で得られた地区について、その実測の最大浸水深と、計算で得られた比エネルギーの時間最大値を比較した結果、仮想建築物がない条件での計算で得られた比エネルギーの時間最大値が実測値を概ね包絡していた。このように、構造物周辺における遡上津波のせき上げが、平面二次元モデルを用いた津波浸水計算で求められる比エネルギーの時間最大値によって表されることが確認された。

第4章では、本研究の主要な結論を総括するとともに、今後の課題について論じた。本研究の成果によって、浸水低減効果を発揮する粘り強い海岸堤防の設計が可能になるとともに、津波の陸上遡上に対して安全な避難施設が実現することになり、津波減災が実現するものと考えられる。