

高波浪に対して粘り強い海岸堤防の構造と安全な避難のための家屋倒壊危険範囲の推定方法に関する研究

竹下, 哲也

<http://hdl.handle.net/2324/2198528>

出版情報：九州大学, 2018, 博士（工学）, 論文博士
バージョン：
権利関係：



氏 名 : 竹下 哲也

論 文 名 : 高波浪に対して粘り強い海岸堤防の構造と安全な避難のための
家屋倒壊危険範囲の推定方法に関する研究

区 分 : 乙

論 文 内 容 の 要 旨

我が国では、2011年の東日本大震災の教訓を踏まえ、防災施設の設計規模相当の外力に対してハード対策で守る防災に加え、設計規模を超える外力に対して、ハード・ソフト対策一体となって被害の最小化を目指す減災の取組みが行われるようになった。海岸分野では、減災のためのハード対策として、設計規模を超える外力（津波・高潮・波浪）に対して堤防決壊までの時間を長くし、全壊に至る可能性を減らすことで浸水被害の軽減を目指す粘り強い海岸堤防の構造が2014年の改正海岸法に基づき整備できるようになった。津波越流に対して粘り強い海岸堤防の構造は既に実用化され、同構造は高潮越流の場合でも活用が期待される。また、ソフト対策としては、堤防決壊による浸水リスクを周知することで浸水エリア内の住民に避難（立退き避難又は浸水深以上の垂直避難）を促す取組みとして、津波浸水想定や高潮浸水想定区域の設定並びに周知の取組みがそれぞれ都道府県で進められている。

しかし、設計規模を超える波浪（以下、「高波浪」という。）については、津波、高潮と並び被害を及ぼす外力であるにも関わらず、近年大規模な波浪災害が無いこともあり、ハード・ソフトの減災対策は進んでいない。また、高波浪の場合、津波・高潮越流ほどの海水侵入が無いため、ハード減災対策に関しては、津波越流の場合と同じ粘り強い構造では過大設計となる恐れがある。ソフト減災対策に関しては、堤防決壊による浸水が無くても越波で家屋が倒壊する危険性があり、家屋内の垂直避難を行った者が越波による家屋倒壊で被害を受ける恐れがある。

本研究では、高波浪に対してハード・ソフト一体の減災体制の実現を目指し、高波浪に対する粘り強い海岸堤防の構造並びに高波浪時における家屋倒壊危険範囲の推定方法の提案を行った。

第1章では、我が国における自然・社会条件や大規模水害の危険性、大規模水害対策の現状を概観した上で、他の大規模水害の要因（津波、高潮、洪水、内水）に比べて、高波浪に関してはハード・ソフト減災対策が進んでいないことを明らかにし、本研究の目的である高波浪に対するハード・ソフト減災対策技術の確立の必要性を論じるとともに、本研究の項目と論文の構成を示した。

第2章では、高波浪による海岸堤防陸側の被災の特徴や、海岸堤防における粘り強い構造技術の現状を整理した上で、高波浪に対して粘り強い海岸堤防の構造のうち、堤防陸側について水理模型実験による構造検討を行った。具体的には、長さ127.5 m、幅0.6 m、高さ1.5 mの不規則波造波水路と縮尺1/30の堤防模型（現地換算の堤防高6 m）を用いて、8ケースの堤防陸側の構造に対し高波浪（現地換算の越波流量0.01~0.1m³/s/m、波浪継続時間12時間）を作用させる実験を行った。実験の結果、堤防陸側に損傷を与える原因は裏法尻付近の洗掘であることを確認するとともに、粘り

強い構造として、洗掘深よりも深く根入れを行う構造（矢板工，被覆工根継ぎ，段積みブロック），越波水塊を跳ね上げ洗掘深自体を浅くする構造（異形根留工）が効果的であることを確認した．以上の結果から，津波越流に対して粘り強い海岸堤防の構造に比べて小規模で，高波浪に対応できる堤防陸側の粘り強い構造を提案することができた．

第3章では，高波浪による海岸堤防海側の被災の特徴を整理した上で，高波浪に対して粘り強い海岸堤防の構造のうち，堤防海側について水理模型実験による構造検討を行った．具体的には，第2章と同じ造波水路と縮尺 1/30 の堤防模型を用いて，8 ケースの堤防海側の構造に対し高波浪（現地換算の越波流量 $0.01 \sim 0.2 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ ，波浪継続時間 12 時間）を作用させる実験を行った．実験の結果，海岸堤防の海側の損傷を受ける原因は，吸出しと表法先付近の洗掘であることを確認し，吸出しに対しては構造の隙間の止水措置で対応できることを確認した．また，洗掘に対する粘り強い構造としては，洗掘深よりも深く根入れを行う構造（矢板工，被覆工根継ぎ，段積みブロック）が効果的であることを確認したのに加え，堤防前面に養浜する方法が，バーの形成により波の作用を弱め，被覆工根継ぎや段積みブロックと同等の損傷軽減効果があることを確認した．以上の結果から，津波越流に対して粘り強い構造に比べて小規模で，高波浪に対応できる堤防海側の粘り強い構造を提案することができた．

第4章では，高波浪による家屋被災の特徴や，海岸におけるソフト減災対策の現状を整理した上で，高波浪による家屋倒壊危険範囲について，数値波動水路（CADMAS-SURF/2D）を用いて推定方法の検討を行った．具体的には，水理模型実験の波浪測定データを数値波動水路で再現した 12 ケースの不規則波を用いて，海岸堤防（現地換算の堤防高 6 m）の背後にある家屋に作用する波圧を家屋の位置を変えながら計算し，その計算結果をもとに作成した海岸堤防背後の家屋の位置に応じた作用波圧（水深係数）の図と，木造家屋の倒壊・滑動限界の図とを比較することで，家屋倒壊危険範囲を推定する方法を示した．同方法による推定結果は，2008 年の下新川海岸の高波災害における家屋被害範囲とも概ね整合し，高波浪による家屋倒壊危険範囲の推定方法としての有効性を示すことができた．

最後に，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，高波浪に対して，ハード減災対策としては堤防損傷の軽減や浸水範囲の減少等の効果を発揮する粘り強い海岸堤防の構造設計が可能となるとともに，ソフト減災対策としては，家屋倒壊危険範囲の推定により，住民が倒壊の危険性のある家屋に留まること無く，安全な場所に避難することを促すことが可能となり，もってハード・ソフト一体となった減災体制の実現に寄与するものと考えている．