

論文の要約

報告番号	甲 第 1162 号	氏名	五十嵐 善哉
学位論文題目	レベル2津波に対する多重防御構造物の減災機構の解明と定量的評価		
<p>論文の要約</p> <p>背景と課題：東北地方太平洋沖地震津波による壊滅的被害を受けて、最大規模の津波に対する減災対策として多重防御が推進されるようになった。ただし、多重防御構造を津波が越流する際に生じる流況は複雑であり、減災に有効な構造が確立されていない。</p> <p>目的：様々な多重防御構造に対して、津波越流時に生じる流況と減災効果の関係を明確にすることを目的とし、水理模型実験および理論式の提案を行った。その後、異なる多重防御構造に対して定量的な比較を行うため、数値解析手法の改良とその検証を行った。</p> <p>水理実験：二線堤構造、堤防と杭群、海岸林と堤防、河川沿いの樹林帯と堀の構造について、その減災効果を欠点も含めて詳細に把握するため水理模型実験を実施した。二線堤構造は、越流時に4つの流況が発生し、跳水が生じる流況と第2堤防により流れが斜方投射される流況はエネルギー減衰効果が高いが、堤防法尻の洗堀抑制も考慮すると堤防間に跳水が生じる流況が推奨される。特に越流初期など、防潮堤天端で限界水深が現れずに津波が越流する場合、より小さな越流水深で堤防間の跳水が生じなくなり、流体力も大きくなるため計画の際に考慮が必要である。堤防と杭群の構造では、10種類の流況が発生した。二線堤構造と同様に、跳水が生じる場合と、流れが斜方投射される流況ではエネルギー減衰効果は高い。それに加え、杭群の上部と内部を通過する流れの流速差に起因する渦の生成もエネルギーを減衰させた。また、特に杭群が疎で流れ方向に1列の場合、杭通過時にその背後に定在波を発生させ、局所的にエネルギー減衰効果を大きく低下させるため危険である。樹林帯と堤防の構造については、わずか2列の樹林帯でも、樹林帯と堤防の複合的な反射によって堤防越流量が1-2割程度減少する。また、堤防高に対して汀線付近での波高が1より小さい場合は、樹木転倒が生じても同様の効果が確認された。ただし、堤防の海側法面上に薄い樹林帯が存在する場合、流れの方向をわずかに鉛直上向きに変化させるため、越流量がわずかに増加させる場合がある。河川沿いの樹林帯と堀は、その背後では津波のエネルギーや流体力を減少させるものの、樹林帯が密で、河川に対して平行ではなく角度を有する場合、対岸側の水深が15-35%増加する場合がある。堀は跳水により水位を上昇させ、対岸側までその影響を及ぼすという欠点と、エネルギーを減衰させる利点を併せ持つ。</p> <p>理論式：二線堤構造、堤防と杭群の構造は特に流況が複雑なため、理想流況の発生条件について理論式を構築した。二線堤については、防潮堤天端上の越流水深とフルード数を既知とし、第2堤防の高さや表法面の勾配、堤防間隔が変化した際に堤防間で跳水が生じるかを判定するため、第2堤防天端までを6断面に区切り、オイラー的に水深と流速を解いた。特に堤防法尻では未知数の外力を解くことで非静水圧を考慮し、実験と整合性の高い結果が得られた。堤防と杭群については、杭群の抗力による流体力減少効果と、杭群の水没度と列数が定在波の発生に影響するため、それら2つの影響をそれぞれ評価する2つの無次元変数を提案した。これにより、水理実験の推奨流況が判定可能であることを示した。</p> <p>数値解析：特に堤防越流は氾濫域や背後の家屋被害に大きく影響するため精度が求められる。一方で、津波のような非定常な流れを安定して解析することが求められる。堤防越流時には天端や法尻付近で非静水圧が生じるため、時間微分の項を除いて非静水圧を無視しないことにより、堤防越流時の堤防付近の水位や越流量が精度よく解析された。非定常流についても、水理実験との比較から、精度よく、安定した解析ができることを示した。</p> <p>まとめ：本論では、東日本大震災以降の新しい津波対策である多重防御構造について、水理実験により現象を解明した。また、理想流況の発生について理論式を提案することで、どの構造変数が流況や減災効果に大きく影響するかを明確にした。最後に、計算負荷は小さいままに、精度や安定性が改良された数値解析手法を開発し、異なる多重防御構造について定量的な比較を示した。</p>			