

学位論文の要旨

氏名	Nan Myat Soe (ナン ミヤット ソー)
学位論文題目	複合断面海浜上を伝搬する波群風波とそれによって誘起される長周期波の解析

浅海域では周期が数秒～10秒程度の風波に、周期数分の長周期波が重畳していることが観察される。この長周期波が港湾内で発生した場合には、船体が揺動することによって荷役作業に支障を生じたり、係留索の破損や船腹の破壊を招いたりする。また台風来襲時などの暴浪が海岸に打ち寄せるとき、風波は浅海域で砕波するが、長周期波は砕波せず直接汀線に打ち寄せるため、海浜侵食をもたらす主因は長周期波であることが明らかにされている。このように沿岸域の長周期波の特性を理解することは、海岸工学・港湾工学の分野で重要な課題であり、多くの研究がなされてきたが、現在なお不明な現象も数多く残されている。長周期波の発生機構として、波群風波の砕波点変動に起因する機構 (Break-point Forced Long Waves: BFLW) が有力であるとされている。通常、大きな波浪が来襲する砂浜海岸では沿岸砂州 (バー) が形成されるが、波群風波によって形成される長周期波が、海底地形とどのように干渉するかは十分に解明されていない。

本論文は、バー型海浜の海底地形を複合断面斜面でモデル化し、その上を伝搬する波群性風波とその砕波点変動によって形成される長周期波の特性を、解析的モデルと数値モデルによって検討したものである。

第1章は、本研究の波群性風波とそれによって形成される長周期波に関する既往の研究をレビューするとともに、この分野の研究の現在の到達点を明らかにした。その上で、本研究の目的が未だ明らかにされていない課題の解明にあること、すなわち本研究の位置づけを示した。章末では第2章以下の構成と概要を示した。

第2章は、本研究で議論されるいくつかの重要な概念について水理学的な説明を行い、読者に対して後続する章の議論が理解しやすいように背景知識を示した。

第3章は、不規則風浪が複合断面海浜上を伝搬するときの、浅水変形・砕波・砕波減衰・遡上をBoussinesq方程式に基づいて再現する数値解析手法を説明した。章中では入射波として波群風波を与える手法などを示した。また、数値解析結果から、波群性風波が複合断面斜面を伝搬するときの波高の空間分布やセットアップ高の特性を明らかにした。

第4章は、波群性風波によって形成される複合断面海浜上の長周期波に対する、解析解の誘導を示した。複合断面海浜を複数の構成領域に分割して、各領域の解析解を領域接合法で導出することを説明した。得られた結果から、重複波性長周期波の節・腹構造、海底地形との共振特性について議論した。

第5章では、第3章で展開した数値解析による結果と第4章で展開した解析解による結果を比較検討した。解析解を導出するためには、波群風波の砕波条件や砕波後の波高分布にいくつかの仮定を導入しており、結果がこうした仮定に制約されること、数値解析については砕波後のエネルギー減衰過程などに多くの検証されていない仮定を導入していることを指摘した。解析解は波群性風波から長周期波を求めるone-way過程であるのに対し、数値解析は波群性風波と長周期波の相方向の干渉過程を表現できることを明らかにした。両者の結果の比較検討を通じて、バー型海浜を伝搬する波群性風波と長周期波と特性が明らかにされた。海底地形や波浪諸元などの入力条件をさまざまに変化させた解析を行い、これらの諸量が波群性風波・長周期波の時空間特性にどのような変化を与えるかを議論した。

第6章では、本研究で明らかになった主要な結論をまとめるとともに、今後解明すべき課題について論述した。

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第302号	氏名	Nan Myat Soe
審査委員	主査	浅野 敏之	
	副査	安達 貴浩	柿沼 太郎
		村上 啓介	

学位論文題目 Analyses on Grouped Wind Waves and Their Associated Long Waves
 Propagating over Composite Bottom Slopes
 (複合断面海浜上を伝搬する波群風波とそれによって誘起される
 長周期波の解析)

審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は、沿岸砂州地形をモデル化した海浜上を伝搬する波群性風波とそれによって形成される長周期重力波を数値モデルと解析モデルによって検討したもので、複合断面海浜上の波群性風波と長周期波について、数値モデルと解析モデルによって体系的な計算を行い、砕波帯・波打ち帯内での風波・長周期波・海底地形の相互干渉機構を調べたものであり、以下の全6章によって構成されている。

第1章では、海岸工学・港湾工学上の諸問題の解決にあたって本研究課題の重要性を指摘するとともに、本研究に関連する波群性風波と長周期波に関する既往の研究を的確に要約している。

第2章では、本研究で議論されるいくつかの重要な概念について水理学的な説明を行い、読者に対して後続する章の議論が理解しやすいように背景知識を要領よく説明している。

第3章では、不規則風浪が複合断面海浜上を伝搬するときの、浅水変形・砕波・砕波減衰・遡上の各過程をシミュレートする数値解析手法について詳細な説明を行っている。基礎式として用いたBoussinesq方程式、造波境界、反射波吸収境界の取扱い等、数値解析上の要点を適切に説明している。

第4章では、波群性風波によって形成される複合断面海浜上の長周期波の解析解の誘導を示している。複合断面海浜を複数の構成領域に分割して、各領域の解析解の領域接合法による導出を明示している。

第5章では、第3章で展開した数値解析による結果と第4章で展開した解析解による結果の比較検討を行っている。まず、解析解と数値解のそれぞれの長所と、制約や問題点を指摘している。いくつかの設定条件下における結果の考察を通じて、解析解は波群性風波から長周期波を求めるone-way過程であるのに対し、数値解析は波群性風波と長周期波の相方向の干渉過程を表現できるという結論を示している。さらに両者の結果の比較検討を通じて、バー型海浜を伝搬する波群性風波と長周期波の相互干渉機構、共振現象を通じた海底地形と長周期波の相互干渉機構を議論し、いくつかの重要な結果を得ている。

第6章では、本研究で得られた主要な結論をまとめるとともに、本研究の将来的な発展のために今後解明すべき課題が提示されている。

以上、本論文はこれまで十分に理解されていなかった波群性風波と長周期波の相互干渉機構、長周期波と沿岸砂州地形との共振現象などを明らかにした。複合断面海浜上の風波・長周期波の変形特性に関する本研究の成果は、海岸工学上の貴重な知見を与え、この分野の研究の将来的な発展に資するものと考えられる。

よって本審査委員会は、博士（工学）の学位論文として合格と判定した。

最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第302号	氏名	Nan Myat Soe
審査委員	主査	浅野 敏之	
	副査	安達 貴浩	柿沼 太郎
		村上 啓介	
<p>平成21年2月9日15時から主査および副査を含む約35名の出席者のもとで、学位申請者Nan Myat Soeに対して約1時間の学位申請論文の発表を行わせた。その後、約30分間にわたって、主査ならびに副査は申請者に対して学位申請論文の内容および関連事項について質疑を行った。最終試験に相当する質疑応答の主要なものは以下のとおりである。</p> <p>[質問] 風波の砕波の判定と砕波後の減衰過程についてはどのようなモデルを用いたか。 [回答] 砕波は水位変動の時間波形の立ち上がりが閾値を越えることで判定し、砕波後は渦動粘性によって減衰するよう設定したが、その基礎にあるのは多くの実験的研究で妥当性が確認されている surface rollerモデルであり、モデルの信頼性は十分と考える。</p> <p>[質問] 反射吸収境界はどのように設定したか。 [回答] スポンジレイヤーで設定した。予備計算で反射波の状況を調べる計算を行い、消波性能が十分であることを確認しておいた。</p> <p>[質問] バーを越えた波の分裂はどのようなメカニズムにより生じるか。基礎方程式は強非線形性を表現できるのか、弱非線形性に限定されるのか。 [回答] Kirbyが提案したBoussinesq方程式に基づく基礎式は、γを1と設定することで強非線形性が表現できるとしているが、同時に分散項が考慮される形になっている。今回の計算の波の分裂はこの分散項によって生じるものと考えられる。</p> <p>[質問] CFL条件は安定性のための必要条件であって十分条件でない。Δxを小さくして適切な計算結果が出ることを確認したか。 [回答] 数値粘性の悪影響を回避するためΔxを十分小さくする必要があることは承知している。今回の計算は全体としては十分な精度を持っているが、汀線近くで分裂した波については1波長分を5個程度の格子で表現しているため、波形の再現精度が十分でない。今回の計算ではこうした箇所まで高精度を求めることは計算時間の関係でできなかったが、今後の課題としたい。</p> <p>以上のように、質疑に対して申請者はほぼ正確で、かつ適切な回答を行った。この結果から4名の審査委員は申請者が大学院博士後期課程修了者としての学力と見識を備えていると判断し、博士(工学)の学位を与えるに足る資格を持つものと認めた。</p>			