

学位論文の要旨

氏名

Mahmood Reza Akbarpour Jannat
(マームード レザ アクバルプル ジャナット)

学位論文題目

砕波帯・波打帯における長周期重力波の水理動力学

本論文は、波群性風波とそれによって形成される長周期重力波を統合的に計算し、砕波帯・波打帯内での風波と長周期重力波の発生・発達・減衰特性ならびに両者の作用下における底質移動外力の特性を検討したものである。長周期波の発生については砕波点の時空間変動を励起機構とするモデルに基づいて理論的な検討を行った。

第1章は、海岸侵食や海浜変形の問題を解決するにあたっては、沿岸域で発生・発達する長周期重力波の特性を理解することが不可欠であることを指摘し、この課題についての従来の研究を簡単に要約するとともに、本研究の目的と解明方法を示した。

第2章では、本論文の基礎となる沿岸域の水理動力学を説明し、そこでの波動や流れを記述する理論や力学的概念を示すことによって、本論文の読者に対して以下の章で展開する理論や考察の理解が容易となるよう、基礎的知見を整理して示した。

第3章では、長周期重力波を励起する波群性風波の伝搬ならびに砕波変形について、その支配方程式と数値解析方法を示し、発生する長周期重力波との関係を説明した。

第4章は、海底地形を単純な一様勾配斜面と仮定した時の、波群性風波の砕波点の変動に伴う長周期重力波の発生と伝搬に関する解析的考察を展開した。発生した長周期波は、汀線に向かって伝搬し、汀線で反射した後重複波を形成するが、海底地形ならびに風波の入力パラメータを系統的に変化させ、斜面上で形成される長周期重力波の特性の変化について詳細に検討した。

第5章は、現地の海岸で一般的に形成される沿岸砂州の存在を理論に取り入れ、勾配の異なる複合勾配斜面で海底地形をモデル化した時の、波群性風波の砕波点変動によって生じる長周期重力波の特性について解析的な検討を行った。汀線と沿岸砂州頂点で囲まれる海底地形によって、発生した長周期波と地形との共振現象が生じる。この共振現象によって、入射する長周期波の波高を増加させた時にも、汀線での長周期波高は必ずしも単調に増加せず、波群性風波の特性に関して共振が起こる場合には、小さな入射長周期波高でも汀線で大きな打ち上げ高になることを明らかにした。

第6章では、第4章と第5章で得られた波群性風波と長周期重力波の作用下での底質移動特性を Shields パラメーターの変化を通して考察した。第4章で得られた一様勾配斜面上の波群性風波と長周期重力波の解を用いて、両者の作用下での底質移動特性を考察した。波群性風波と、それと同じ平均波高を持つ正弦波列の2つの波動条件の下で、底質移動外力を比較したところ、前者は長周期波の形成によって汀線付近できわめて大きな底質移動能力を持つことがわかった。波浪や地形パラメーターを系統的に変化させ、波群性風波と長周期波による底質移動外力の特性を明確にした。また、沿岸砂州を考慮した複合勾配斜面上でも同様な考察を行ったところ、長周期波の共振状態では大きな底質移動能力を持つことが明らかになった。

最後に第7章では、本研究の考察内容を総括するとともに得られた主要な結論を整理して示した。さらに、本研究の将来的な発展のために、今後解明が求められる課題を提示した。

論文審査の要旨

報告番号	理工研 第 250 号	氏名	Mahmood Reza Akbarpour Jannat
審査委員	主査	浅野 敏之	
	副査	佐藤 道郎	安達 貴浩

学位論文題目

Hydrodynamics of Infragravity Waves in Surf and Swash Zones
(砕波帯・波打帯における長周期重力波の水理動力学)

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、波群性風波によって形成される長周期重力波を統合的に計算し、砕波帯・波打帯内での長周期重力波の発生・発達・共振特性を調べたものであり、全文7章によって構成されている。

第1章は、海岸侵食や海浜変形の問題解決にあたって、長周期重力波の重要性を指摘し、この課題についての従来の研究を要約するとともに、本研究の目的と手法を的確に説明している。

第2章では、沿岸域の水理動力学を説明し、そこでの波動や流れを記述する理論や力学的概念を示し、続く第3章では、長周期重力波を励起する波群性風波の伝搬ならびに砕波変形について、その支配方程式と数値解析方法を示している。これらは以下の章での議論展開上の前提となるもので、要領よくまとめられている。

第4章では、海底地形を単純な一様勾配斜面と仮定した時の、波群性風波の砕波点の変動に伴う長周期重力波の発生と伝搬に関する解析的考察を行っている。海底地形ならびに風波の入力パラメータを系統的に変化させた時の長周期重力波の解析的・数値的結果が示されている。

第5章では、現地の海岸で一般的に形成される沿岸砂州の存在を理論に取り入れ、勾配の異なる複合勾配斜面で海底地形をモデル化した時の、発生する長周期重力波の特性について解析的な考察を行っている。汀線と沿岸砂州頂点で囲まれる海底地形と、発生した長周期波の間の共振現象に着目した議論は、現実の海浜で生起している長周期重力波の発達機構を理解する上で大きな価値があると考えられる。

第6章では、第4章と第5章で得られた波群性風波と長周期重力波の作用下での底質移動特性を Shields パラメータの変化を通して考察した。波群性風波と、同じ平均波高を持つ正弦波列の2つの波動条件下で底質移動外力を比較したところ、前者は長周期波の形成によって汀線付近できわめて大きな底質移動能力を持つことがわかった。波群性風波と長周期波による底質移動外力の特性を、波浪や地形パラメータを入力条件として明示したことは、実際の海浜変形予測にも活用が可能で、今後の発展性が期待される。

第7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風波の砕波点の変動による長周期重力波の発生特性、斜面上の変形特性、沿岸砂州地形との共振現象、底質移動外力としての特性などを明らかにした。沿岸域動力学における長周期重力波の重要性を示したことは、今後の海岸工学に対して貴重な知見を与えるものである。

よって本審査委員会は、学位（博士）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 250 号	氏 名	Mahmood Reza Akbarpour Jannat
審査委員	主 査	浅野 敏之	
	副 査	佐藤 道郎	安達 貴浩

主査および副査を含む約30名の出席者のもとで、平成19年2月2日16時から約1時間半にわたって、学位申請者Mahmood Reza Akbarpour Jannatに対して、学位申請論文についての説明を行わせ、その内容および関連事項について質疑応答を行った。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。

(質疑) Infragravity wave が海岸侵食の支配的な外力であることを主張しているが、これが唯一の支配的外力なのか。

(回答) 急勾配の海岸では、来襲する風波に波群性があっても砕波点の変動幅が広くないの
でInfragravity wave (長周期重力波) が発達しない。また風波については、砕波してあまり減衰しないうちに海岸に来襲するので、その場合は風波が支配的外力となる。しかし、遠浅の海岸では、風波の砕波する変動幅が大きくなるため、長周期重力波が十分に発達し支配外力となる。一方、風波は沖方で砕波し、汀線に到達する前に減衰してしまう。本研究ではこうした緩勾配斜面上の波浪場を対象としている。

(質疑) 本解析では、沖から波群性風波が来襲し、Infragravity wave (長周期重力波) が生成し伝搬とともに変形するモデルとなっているが、1ケース計算するのにコンピュータの計算時間はどの程度になるか。

(回答) 波群性風波の伝搬計算はやや複雑であるが、計算時間は1分程度である。これによって生起する長周期重力波は解析解で与えられており、わずか数秒で計算は終了する。

(質疑) 本論文で示した解析解・数値解の妥当性を確認するために、現地波浪データや実験データとの比較・検証は行っているか。

(回答) いくつかの現地波浪データを取り寄せ、計算結果の妥当性を比較検討しようとしたが、現地の波群性風波は本研究でモデル化したような理想的な形で生起していない。また多点での同時観測データが必要であるが、現実には一部の波高形信号にノイズが含まれ、良いデータを見いだすことが出来なかった。しかし、計算結果の妥当性を保証する考察は今後もやる必要があると考えている。

以上のように、質疑に対して明確かつ的確な回答がなされた。この結果から3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。