

| | |
|----------|--|
| 氏名 | ひら やま かつ や 平 山 克 也 |
| 学位(専攻分野) | 博 士 (工 学) |
| 学位記番号 | 論 工 博 第 3690 号 |
| 学位授与の日付 | 平 成 14 年 11 月 25 日 |
| 学位授与の要件 | 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当 |
| 学位論文題目 | 非線形不規則波浪を用いた数値計算と模型実験の港湾設計への活用に関する研究 |
| 論文調査委員 | (主 査) 教 授 高 山 知 司 教 授 井 上 和 也 教 授 酒 井 哲 郎 |

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、港湾設計や海岸保全などの実務において多用されている波浪変形計算法と水理模型実験の高精度化を目的として、修正ブシネスク方程式を用いた新たな波浪変形計算モデルの構築とその適用性を調べるとともに、実際の海の波と同じ性質を持つ多方向不規則波を効果的に造波する手法や多方向不規則波による水理模型実験の有用性を明らかにしたものであり、8章からなっている。

第1章は序論であり、設計波や港内静穏度などの算定に必要な波浪変形計算法として用いている現行の算定法では、回折と屈折が同時に起きるような複雑な海底地形における波浪現象や浅海域における波形を大きく変化させる波の非線形性が考慮されていないなどの計算精度上の問題がある。そのため、これらの現象が考慮できるブシネスク方程式を用いた計算が行われるようになってきているが、まだ実用に供するほどになっていない現状について述べている。また、実際の海の波と同じ性質を持つ波を造波する造波機の開発の歴史を述べ、このような造波機を用いた実験手法の確立の必要性を明らかにしている。

第2章では、従来の波浪変形計算法が微小振幅波理論を基礎にして組み立てられており、屈折系の波浪変形を主体にするエネルギー方程式法や回折と反射を考慮した高山法、それらを組み合わせた計算法があり、これらの計算法の適用限界を示した。また、現象が複雑で、数値計算では十分解明できないと見込まれるときに水理模型実験が用いられるが、実験における多方向不規則波の造波理論と有効造波領域の改良システムについて述べている。

第3章では、屈折と回折が同時に計算でき、波の非線形性も考慮できるブシネスク方程式の理論について述べるとともに、水面波形に対する非線形性と分散性の記述精度の影響について調べている、ブシネスク方程式を用いて計算するときに重要となる境界条件の設定法について検討を行い、透過境界や部分反射境界の設定法を提案している。これらの検討に基づいて実務に供する新たな計算法を提案している。

第4章では、ブシネスクモデルの差分法における打ち切り誤差を抑制する手法や高次エネルギー減衰項を用いてスポンジ層内の消波効率を改良する方法について検討している。また、ブシネスクモデルで用いた碎波モデルの問題点を考察する一方、新たな碎波モデル開発の必要性や反射波の位相を考慮した任意反射境界の設定法を新たに提案するとともに、その適用性について検討している。

第5章では、実際の海の波と同じ性質を持つ多方向不規則波を実験室内で造波する方法について述べるとともに、最近の波浪観測によってその存在が明らかになってきている二方向波浪や暴風時において時間的に波浪諸元が変化する非定常波浪をL型配置の不規則波造波装置で造波する方法を示している。ブシネスクモデルを用いた数値シミュレーションでこのような波浪状況を再現する手法を提案するとともに、その再現精度を検討し、数値水槽の可能性について検討している。

第6章では、珊瑚礁に面する人工海浜を対象にした模型実験を実施し、模型上に現れた波浪変形をブシネスクモデルによって再現したときの精度について検討している。また、港内の海底地形が複雑な港湾を対象にして模型実験を実施し、従来の港内波浪計算法と新たに開発したブシネスクモデルの両方で港内波高を計算し、模型実験結果と比較して、それぞれの計

算法の算定精度を明らかにしている。造波装置では発生が困難な長周期波が港内波高に与える影響についてブシネスクモデルで検討している。

第7章は本論文で得られた成果を取りまとめている。また、第8章ではあとがきとして、波浪変形計算や水理模型実験の今後の発展の方向を示唆している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、波浪変形を精度よく算定する方法としてブシネスクモデルによる数値シミュレーションと水理模型実験を取り上げ、数値計算手法の改良を行い、計算精度の向上を図るとともに、多方向不規則波を発生する造波装置を改良し、水理模型実験の再現性を向上させることを目標に研究した成果についてまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 設計波や港内静穏度などの算定に用いている既存の計算法では、回折と屈折が共存するような複雑な地形には適用できなく、模型実験に頼らざるを得ない現状にあることを示した。そして、波浪変形計算では複雑な地形や波の非線形性に対応可能なモデルとしてブシネスクモデルがあることを示すとともに、模型実験では実際の海の波に近い多方向不規則波を造波することの必要性を明らかにした。
2. ブシネスクモデルは複雑な地形や非線形波浪も考慮できるので有用な計算方法ではあるが、長波近似のために水深が深い場所では分散特性が精度よく表せないことや部分反射境界の条件設定、さらには計算時間が長いことなどが実用化への制約条件となっていた。そこで、実務への適用を図るために、分散関係補正項の導入や部分反射境界の設定法の客観化を図り、実務に適用できる新たなブシネスクモデルを提案した。
3. 新たに提案したブシネスクモデルの適用性を波の回折に関する理論計算値や球面浅瀬による波の屈折変形実験のような基本的な波浪変形との比較を行い、実用上十分な精度を有することを明らかにした。
4. 実際の海の波と同じ性質を持つ多方向不規則波を実験室内に再現する場合に、有効造波領域をできるだけ大きくすることが必要となる。そこで、L型配置の造波装置を開発し、その有用性を明らかにした。さらに、非定常波浪の造波方法を新たに提案した。
5. 実際の海岸や港湾を対象にした水理模型実験に多方向不規則波を適用する実験手法を示すとともに、新たに提案したブシネスクモデルの適用性を実験値との比較で実証した。

以上要するに本論文は、実際の港湾の設計に十分な精度で活用できる波浪変形の数値計算法を新たに提案するとともに、実際の海の波と同じ性質を持つ多方向不規則波を実験水槽内に再現し、精度の高い実験を行う手法を提案したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成14年10月15日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。