

# 審査の結果の要旨

氏名 DERUN Asur Baris

港内における数十秒から数分に至る長周期の波動は、船舶の係留策の破損による係留事故の発生を始めとして、様々な問題を引き起こす外力であるために、これに関する知見を蓄積し、定量的評価に結びつけることは、適切な港形の設計を行う上で重要である。しかし、長周期波の発生に関しては主に波浪の非線形干渉によるものであると考えられることもあって、理論的な解明が遅れているのが現状である。また、港内における長周期波の増幅については、単純な港形に対しては理論的な解明がなされているものの、実際の港湾に見られるような複雑な港形に対して指針となるような知見が得られていない。本論文で主題としているのは、港内のような閉鎖性の水域における長周期波の増幅の問題であり、より適切な港湾の設計に資する知見を得ることを目的としている。

第1章は序論であり、海岸工学の内容と位置付け、その中での波動の取り扱いを概観した上で、港湾における長周期波振動の重要性について述べるとともに、その理論を簡単に紹介している。その上で、本論文の構成を述べている。

第2章では港内の長周期振動に関する既往の研究を年代を追って紹介している。まず、長周期波の増幅に関する初期の研究で、ハーバーパラドックスと呼ばれる理論解析での欠陥を紹介した上で、その後の理論的解析の展開を紹介し、任意の港形に対する長周期波振動の線形解析法に至ったことを述べている。さらに、底面摩擦の影響や非線形干渉波による長周期波振動に関する研究を紹介するとともに、実験や現地観測による研究成果についても紹介し、長周期波振動に関する研究の現状をとりまとめた。

第3章では長周期波に関する基礎的実験とその理論解析について述べている。まず、平面水槽内に設けられた斜面上での幅の狭い港湾模型を対象として、単一方向不規則波および多方向不規則波を作用させた場合の港内の応答をスペクトル解析した。その結果、長周期波側では進行波と重複波の中間的な性質を有すること、および短周期波側では進行波的な性質を有するという結果が得られた。さらに、斜面上における長周期波の諸理論を紹介するとともに、実験を行った結果との比較によって、共振周波数に関して斜面上の線形および非線形長波理論による予測値とよく一致することを示した。

第4章では本研究で用いる数値モデルを説明している。非線形緩勾配方程式の基礎理論を紹介した上で、その差分式や境界条件・初期条件を説明している。第5章では数値モデルにおいて重要となる吸収性の境界条件について詳細な検討を行っている。その結果、境界からの反射にともなう波高の非一様性が、吸収層に用いるパラメータに大きく依存するという結果となり、その上でパラメータの適切な値を決定することができた。これを用いて、不規則波浪の非線形干渉によって生じる長周期波が幅の狭い港湾において共振する様子が再現された。このモデルにより、当初の目的である、短周期波の非線形干渉によって生じる長周期波が港湾において増幅される現象が解析できるようになった。

第6章では共振状態における長周期波の増幅率に対する港湾形状の影響について調べている。まず、本研究で開発した数値モデルの妥当性を一様水深上の線形波について、既往の理論に基づく計算結果と比較して検証した。その上で、I型に加え、L型、F型、T型、Y型の港湾形状に対する共振曲線を求めた。その結果、港湾形状が複雑になるほど、第1共振周波数での増幅率が減少することが明らかにされた。そして、より高周波数成分は底面摩擦や側面摩擦などにより減衰しやすいことを考慮すると、複雑な港湾形状にすることが、長周期波の増幅率の抑制に効果的であると結論づけた。

第7章では以上を取りまとめ、結論と今後の課題を述べている。

以上のごとく、本論文は港湾内を始めとする閉鎖性水域における長周期波振動に関して、その基礎理論の妥当性を論ずるとともに、この現象を解析するための数値モデルを開発し、それを用いて種々の港湾形状の共振特性を計算することによって、長周期波振動を抑制するための港湾形状について検討を行ったものである。この研究成果は長周期波の発生予測に有効な手段を与え、港湾形状の決定において有用な知見を提供するものである。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。