

学 位 論 文 題 名

越波に関わる沿岸構造物設計法の高度化に関する研究

学位論文内容の要旨

四方を海に囲まれた我が国では、海外との貨物輸送の 99%以上が船舶により行われており、港湾は我が国の経済や暮らしを支える重要な役割を担っている。さらに、世界経済のグローバル化の進展から、港湾においては物流の効率化を図るための更なる機能の強化が求められている。また、国民の環境意識の高まりから、港湾においても自然と共生する機能が求められている。

特に、港湾において建設される防波堤および護岸は、越波などから背後の施設を防護するための極めて重要な施設であり、これまでも設計に関する様々な研究が実施されてきた。しかしながら、港湾に対する新たな要請の高まりから、以下のような課題が生じている。

- ① 近年、陸上と海上との複合一貫輸送を可能にするコンテナ船、フェリーおよび RORO 船などユニット貨物船による定期輸送が増加しており、高度な荷役や定時制が求められることから、港内静穏度推計手法の更なる高度化が課題となっている。
- ② 防波堤の背後に海藻類が光合成を十分に行うことが可能な水深の浅いマウンドを設けるなど、環境との共生を目的とした沿岸構造物の検討が進められており、水生生物の生育に大きな影響を及ぼす越波による流れ環境などの把握およびマウンドの設計法の確立が課題となっている。
- ③ 物流コストを削減すべく貨物の大量・低廉輸送を可能にする船舶の大型化により港湾の大水深化が進むとともに、空港等の建設において陸域では十分な空間の確保が困難であることからメガフロート建設の要請も高まっており、大水深海域における護岸の建設が求められることから、波浪が十分に屈折しない海域における護岸天端高の算定法の確立が課題となっている。
- ④ 寒冷地港湾の特有の問題として、越波とともに防波堤や護岸を越えた流氷により背後の施設の被災が発生しており、これを防止する越氷防止策等の構造物の建設を可能にする衝撃氷力算定法の確立が課題となっている。

これらの課題を解決するためには、既往の研究では未解明である「越波による防波堤背後の流体運動」および「来襲波の確率的な評価による越波流量」について検討する必要がある。本研究においては、数値計算及び模型実験から以下のような結果を得ることができた。

- ① 水理模型実験における流速や気泡の速度を測定する新たな画像処理技術を確立し、直立低および傾斜堤背後の越波の打ち込みに起因する流体運動のメカニズムを明らかにした。これにより、港内静穏度の数値計算における更なる精度向上が期待できる。
- ② 水理模型実験および数値計算の結果から、環境共生を目的とした防波堤背後のマウンド上において、越波により発生する流速および被覆材の安定質量の算定法を提案した。これにより、藻場の創出を図る背後マウンドの適切な設計が可能となり、環境共生を目的とした沿岸構造物の更なる普更が期待できる。また、本研究の結果は、現在、国土交通省よりエコポートモデル事業にも選定されている釧路港西港区島防波堤の設計に活用されている。
- ③ 大水深海域において多方向不規則波が護岸に來襲した場合の越波流量算定法および護岸天端高の算定法を数値計算および既往の水理模型実験結果との比較により提案した。これにより、今後の大水深海域における護岸の天端高の適切な算定が可能となった。また、本算定方法は、信頼性設計法にも対応したものであり、來襲波の確率特性を適切に考慮した設計も可能である。
- ④ 越波にともなう流氷の杭構造物への衝突に関する実規模実験により衝撃氷力の算定法を提案した。これにより、防波堤および護岸天端上における越氷防止柵などの設計が可能となり、流氷來襲港湾における越氷による港湾施設の被害の防止が期待できる。また、本算定法は信頼性設計法にも対応しており、來襲波の確率特性を適切に考慮した設計も可能である。

以上のとおり、近年の港湾への新たな要請に対応するため、越波に関する沿岸構造物の設計の高度化を図った。これにより、資源小国であり島国である我が国における港湾物流の効率化および安定化が期待できるとともに、沿岸構造物を活用して豊かな生態系を育み良好な海洋環境の形成が期待できる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 佐 伯 浩
副 査 教 授 藤 田 睦 博
副 査 教 授 長谷川 和 義
副 査 助教授 山 下 俊 彦

学 位 論 文 題 名

越波に関わる沿岸構造物設計法の高度化に関する研究

四方を海に囲まれた我が国では、海外との貨物輸送の 99%以上が船舶により行われており、港湾は我が国の経済や暮らしを支える重要な役割を担っている。さらに、世界経済のグローバル化の進展から、港湾においては物流の効率化を図るための更なる機能の強化が求められている。また、国民の環境意識の高まりから、港湾においても自然と共生する機能も求められている。

特に、港湾において建設される防波堤および護岸は、越波などから背後の施設を防護するための極めて重要な施設であり、これまでも設計に関する様々な研究が実施されてきた。しかしながら、港湾に対する新たな要請の高まりから、以下のような課題が生じている。

- ① 近年、陸上と海上との複合一貫輸送を可能にするコンテナ船、フェリーおよび RORO 船などユニット貨物船による定期輸送が増加しており、高度な荷役や定時制が求められることから、港内静穏度推計手法の更なる高度化が課題となっている。
- ② 防波堤の背後に海藻類が光合成を十分に行うことが可能な水深の浅いマウンドを設けるなど、環境との共生を目的とした沿岸構造物の検討が進められており、水生生物の生育に大きな影響を及ぼす越波による流れ環境などの把握およびマウンドの設計法の確立が課題となっている。
- ③ 物流コストを削減すべく貨物の大量・低廉輸送を可能にする船舶の大型化により港湾の大水深化が進むとともに、空港等の建設において陸域では十分な空間の確保が困難であることからメガフロート建設の要請も高まっており、大水深海域における護岸の建設が求められることから、波浪が十分に屈折しない海域における護岸天端高の算定法の確立が課題となっている。
- ④ 寒冷地港湾の特有の問題として、越波とともに防波堤や護岸を越えた流氷により背後の施設の被災が発生しており、これを防止する越氷防止柵等の構造物の建設を可能にする衝撃氷力算定法の確立が課題となっている。

これらの課題を解決するために、本研究では既往の研究では未解明である「越波による防波堤背後の流体運動」および「来襲波の確率的な評価による越波流量」について、数値計算及び模型実験により、越波に関わる沿岸構造物設計法の高度化に向けて、以下のような結果を得た。

- ① 水理模型実験における流速や気泡の速度を測定する新たな画像処理技術を確立し、直立堤および傾斜堤背後の越波の打ち込みに起因する流体運動のメカニズムを明らかにした。これにより、港内静穏度の数値計算における精度向上に寄与している。
- ② 水理模型実験および数値計算の結果から、環境共生を目的とした防波堤背後のマウンド上において、越波により発生する流速および被覆材の安定質量の算定法を提案した。これにより、藻場の創出を図る背後マウンドの適切な設計が可能となり、環境共生を目的とした沿岸構造物の更なる普及が期待できる。また、本研究の結果は、現在、国土交通省よりエコポートモデル事業にも選定されている釧路港西港区島防波堤の設計に活用された。
- ③ 大水深海域において多方向不規則波が護岸に来襲した場合の越波流量算定法および護岸天端高の算定法を数値計算および既往の水理模型実験結果との比較により提案した。これにより、今後の大水深海域における護岸の天端高の適切な算定を可能とした。また、本算定方法は、信頼性設計法にも対応したものであり、来襲波の確率特性を適切に考慮した設計も可能とした。
- ④ 越波にともなう流水の杭構造物への衝突に関する実規模実験により衝撃水力の算定法を提案した。これにより、防波堤および護岸天端上における越氷防止柵などの設計が可能となり、流水来襲港湾における越氷による港湾施設の被害の防止が期待できる。また、本算定法は信頼性設計法にも対応しており、来襲波の確率特性を適切に考慮した設計も可能としている。

これを要するに、著者は、越波に関わる沿岸構造物設計法の高度化を目的としたもので、港湾工学、沿岸流体力学に寄与するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。