

防波護岸の設計法の高度化に関する研究

学位論文内容の要旨

港湾・漁港における防波護岸は、防波堤や岸壁と並び港を構成する主要な構造物である。外海に面した防波護岸には、背後の埠頭や埋立地の利用者や財産を高波から守ることが主要な機能として求められる。機能面の設計においては、一般的に設計波に対する平均越波流量が指標として用いられており、標準的な護岸構造に対しては越波流量算定法が示されている。しかしながら、その手法の適用範囲は限定されており、設計実務においては多様な現地条件に対して、ある程度の仮定を設けて設計しなければならないのが現状である。また、設計の基準となる許容越波流量の設定値自体も検討の余地が残されている。また、護岸は陸域と海域の接点であり、ウォーターフロントを構成する施設として親水性や景観への配慮も必要であり、また、海域の豊かな生物環境に対しても配慮が求められている。勿論、公共施設である場合は、コスト縮減に対する社会的要請も強く、新たな技術開発が求められている。このような背景のもと、本研究は港湾・漁港における防波護岸を対象として、実務設計上未解決の問題や多様な社会的要請に対して次に挙げる課題について検討し、設計法を示す。

我が国で最も一般的な防波護岸の形式は、重力式の本体直立部の前面に消波ブロックを大量に投入する形式である消波ブロック被覆型護岸である。この形式の護岸の設計法はほぼ確立されているが、水深がある程度大きく設計波高が大きな場合には、越波量を所定の大きさ以下にすることは容易ではなく、非常に天端の高い護岸が作られる。このようなケースでは、消波ブロック量も非常に多くなりコストの縮減が求められる。その対策として消波ブロック量を減らすことが直接的に効果があるが、防波機能に与える影響については明らかにはなっていない。このため、消波ブロック量が護岸の越波流量や打ち上げ、反射率などの水理特性に与える影響について、水理模型実験により明らかにした。これにより、求められる機能とコストのバランスを考慮した設計が可能となった。さらに、提案した手法を用いて既存の親水護岸の越波に対する性能を評価しその安全性を確認した。

護岸の防波機能は平均越波流量により評価されるが、背後地の利用状況によっては1波ごとの越波量の変動性や、越波飛沫の打ち上げ状況などを考慮する必要がある。このため、建設中の親水護岸において、越波飛沫状況の観測を行った。その結果、これまでに設計の指標とされてきた平均越波流量だけでは十分ではなく、親水護岸の利用者への影響を考慮すれば越波飛沫の打ち上げ高が重要な指標であり、越波流量では $10^{-5} \text{ m}^3/\text{m/s}$ 程度以下が利用限界であることを示した。

さらに、親水護岸利用者や管理者へ高波発生の危険を知らせる高波警報装置を開発し、

現地において実証試験を行った。本装置はある一定以上の大きさの波浪が来襲すると親水護岸天端から飛沫を発生させて危険を知らせるもので、安全管理の補助装置として有効であることを明らかにした。

次に消波護岸の構造形式の選択肢の一つとして消波ブロックを本体直立部から離して沖側へ設置する二重堤形式護岸を取りあげた。本形式は、護岸の低天端化を図り、遊水部空間の水産、レジャーへの利用や海藻群落形成の場を与えるなどの可能性を持った護岸形式の一つである。本形式護岸の構造条件や波浪条件が越波流量や波力に与える影響を水理模型実験により明らかにした。また、消波部の影響を“仮想換算沖波波高”という概念を用いて表すことにより、一般的な直立堤に準じて設計可能な設計体系を示した。さらに、現地の護岸に対して本手法を用いて設計を行い、その適用性を確認した。

最後に、消波ブロックを用いない新形式の低天端型護岸として、消波型高基混成堤を取り上げた。この形式は比較的高い基礎マウンド上に小さな消波型直立部を設置する構造で、マウンド部で碎波を促進するため、低反射率と低越波量を実現できることが特徴であり、現地条件によっては従来型護岸に比べコスト的にも有利となる。この形式の堤体形状が越波流量や反射率といった水理特性に与える影響を水理模型実験により明らかにし、その設計法を確立した。また、現地において本設計法を用いて消波型高基混成堤が建設された。

以上に述べたように、本研究では港湾・漁港の防波護岸の安全性とコスト縮減といった観点から、越波飛沫の現地観測を行ってその特性を明らかにするとともに、新しい構造形式を含めた様々な護岸形式の実務的な設計法を提案し、設計者が現地の条件に応じて最適な構造形式を選択することができるようになった。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 佐 伯 浩

副 査 教 授 藤 田 陸 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

防波護岸の設計法の高度化に関する研究

港湾・漁港における防波護岸は、防波堤や岸壁と並び港を構成する主要な構造物である。外海に面した防波護岸には、背後の埠頭や埋立地の利用者や財産を高波から守ることが主要な機能として求められる。機能面の設計においては、一般的に設計波に対する平均越波流量が指標として用いられており、標準的な護岸構造に対しては越波流量算定法が示されている。しかしながら、その手法の適用範囲は限定されており、設計実務においては多様な現地条件に対して、ある程度の仮定を設けて設計しなければならないのが現状である。また、設計の基準となる許容越波流量の設定値自体も検討の余地が残されている。また、護岸は陸域と海域の接点であり、ウォーターフロントを構成する施設として親水性や景観への配慮も必要であり、また、海域の豊かな生物環境に対しても配慮が求められている。勿論、公共施設である場合は、コスト縮減に対する社会的要請も強く、新たな技術開発が求められている。このような背景のもと、本研究は港湾・漁港における防波護岸を対象として、実務設計上未解決の問題や多様な社会的要請に対して次に挙げる課題について検討し、設計法の高度化をはかったものである。

我が国で最も一般的な防波護岸の形式は、重力式の本体直立部の前面に消波ブロックを大量に投入する形式である消波ブロック被覆型護岸である。この形式の護岸の設計法はほぼ確立されているが、水深がある程度大きく設計波高が大きな場合には、越波量を所定の大きさ以下にすることは容易ではなく、非常に天端の高い護岸が作られる。このようなケースでは、消波ブロック量も非常に多くなりコストの縮減が求められる。その対策として消波ブロック量を減らすことが直接的に効果があるが、防波機能に与える影響については明らかにはない。このため、消波ブロック量が護岸の越波流量や打ち上げ、反射率などの水理特性に与える影響について、水理模型実験により明らかにした。これにより、求められる機能とコストのバランスを考慮した設計が可能となった。さらに、提案した手法を用いて既存の親水護岸の越波に対する性能を評価しその安全性を確認した。

護岸の防波機能は平均越波流量により評価されるが、背後地の利用状況によっては1波ごとの越波量の変動性や、越波飛沫の打ち上げ状況などを考慮する必要がある。このため、

建設中の親水護岸において、越波飛沫状況の観測を行った。その結果、これまでに設計の指標とされてきた平均越波流量だけでは十分ではなく、親水護岸の利両者への影響を考慮すれば越波飛沫の打ち上げ高が重要な指標であり、越波流量では $10^{-5} \text{ m}^3/\text{m/s}$ 程度以下が利用限界であることを示した。

さらに、親水護岸利用者や管理者へ高波発生危険を知らせる高波警報装置を開発し、現地において実証試験を行った。本装置はある一定以上の大きさの波浪が来襲すると親水護岸天端から飛沫を発生させて危険を知らせるもので、安全管理の補助装置として有効であることを明らかにした。

次に消波護岸の構造形式の選択肢の一つとして消波ブロックを本体直立部から離して沖側へ設置する二重堤形式護岸を取りあげた。本形式は、護岸の低天端化を図り、遊水部空間の水産、レジャーへの利用や海藻群落形成の場を与えるなどの可能性を持った護岸形式の一つである。本形式護岸の構造条件や波浪条件が越波流量や波力に与える影響を水理模型実験により明らかにした。また、消波部の影響を“仮想換算沖波波高”という概念を用いて表すことにより、一般的な直立堤に準じて設計可能な設計体系を示した。さらに、現地の護岸に対して本手法を用いて設計を行い、その適用性を確認した。

最後に、消波ブロックを用いない新形式の低天端型護岸として、消波型高基混成堤を取り上げた。この形式は比較的高い基礎マウンド上に小さな消波型直立部を設置する構造で、マウンド部で碎波を促進するため、低反射率と低越波量を実現できることが特徴であり、現地条件によっては従来型護岸に比べコスト的にも有利となる。この形式の堤体形状が越波流量や反射率といった水理特性に与える影響を水理模型実験により明らかにし、その設計法を確立した。また、現地において本設計法を用いて消波型高基混成堤が建設された。

これを要するに、著者は、港湾・漁港の防波護岸の安全性とコスト縮減といった観点から、越波飛沫の現地観測を行ってその特性を明らかにするとともに、新しい構造形式を含めた様々な護岸形式の実務的な設計法を提案したもので、海岸工学及び港湾工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。