

底質移動海岸における沿岸構造物の

高度化設計に関する研究

学位論文内容の要旨

21 世紀を迎え、今後とも国民が豊かな生活を享受していくためには、我が国の経済社会の活力を確保するとともに、国際化や自然災害、地球環境問題などの課題に対する迅速かつ適切な対応が必要となっている。このような背景を踏まえ、海域の底質が砂やシルト・粘土である底質移動海岸において、その利用や保全等に関わり設置される港湾・漁港構造物や海岸保全施設といった沿岸構造物について考えてみると、上記の課題に対応していくため、次の 4 つの役割が従前にも増して課せられるようになっていくと認識される。

- (1) 港湾や漁港の航路や泊地の埋没の防止、または抑制を行うことで、船舶航行の安全確保や輸移出入に関わる円滑な貨物の積み卸し、水産物の水揚げを可能とし、港湾や漁港に関わる産業活動の活力を確保する。
- (2) 港湾や漁港の航路や泊地の埋没を防止、または抑制を低廉なコストで行うことで、港湾や漁港の適切な管理運営を実現する。
- (3) 海岸侵食を防ぎ、または抑制することで、国土を保全するとともに津波、高潮等による被害の減災を実現する。
- (4) 周辺の海域環境を保全し、または海域環境と共生する沿岸構造物を配置することで、豊かな市民生活や漁業活動の活性化を実現する。

本研究は、底質移動海岸に設置される沿岸構造物が上記の役割を担っていくため、沿岸構造物の配置および構造の面から、その高度化方策について検討したものである。

本研究では、まず砂浜海岸に港湾・漁港構造物を配置する際に、漂砂に伴う航路・泊地埋没を最小限に抑制しうる適切な配置を検討するための海底地形変化予測法について取り上げる。防波堤や岸壁等の構造物の設計や港内静穏度解析については、その解析手法が一定程度確立し、設計等を担当する現場担当技術者自ら検討を行える環境が整っているのに対して、航路埋没予測といった海底地形変化の定量的評価に関わる検討については、使用するパーソナルコンピュータの容量等の制約からほとんど行われていないのが現状である。このため計算容量を縮小し、計算時間を短縮する簡便な海底地形変化モデルを開発し、現地調査や水理模型実験によるデータを用いて、その予測法の有用性について検討を行った。

次にシルテーションの発生する海岸において港湾・漁港構造物を配置する際に、航路・泊地埋没を最小限に抑制しうる適切な配置を検討するための海底地形変化予測法を取り上げる。シルト・粘

土の細粒底質が海域全般に堆積する内湾や内海におけるシルテーション対策に関する研究はこれまでも行われてきているが、細砂を主成分とする底質が分布する海域で、航路・泊地にシルト・粘土が卓越して堆積するような現象に関する研究はほとんど行われていない。このため、現地調査を実施し、このような現象が発生するメカニズムを解明するとともに、航路・泊地におけるシルト・粘土の堆積現象を再現する海底地形変化モデルを開発し、その有用性について検討した。

次に砂浜海岸の防護機能に加えて、水生生物の生息環境の創造を目指す新しい形式の人工リーフとともに、一般的な人工リーフの設計法の高度化について取り上げる。これまで海岸の保全にあたっては防護機能が重視されてきたが、近年、防護、環境、利用の各機能の調和する保全対策が求められている。この要請を実現する沿岸構造物として、一般的な人工リーフの堤端部天端を高くした構造を有する複合型人工リーフの水理特性について、現地調査、水理模型実験および数値計算により検討した。また、一般的な人工リーフに関するこれまでの設計法を補完し、より高度な設計を行うため、既存の研究において未解明であった波浪制御特性や緩い海底勾配上に設置した場合の水理特性について検討した。

上記の検討の結果、第一に砂浜海岸における港湾・漁港の航路・泊地の漂砂に伴う海底地形変化を計算する数値モデルとして、底層流が鉛直方向に一様分布すると仮定した海浜流モデルと底質の浮遊モデルを組み合わせた一層流モデルを開発し、多層流モデルに比べて計算容量の縮小と計算時間の短縮を可能としながら、航路・泊地の海底地形変化が再現・予測できることを明らかにした。

第二に細砂を主成分とする底質が分布する海域で、航路・泊地にシルト・粘土の細粒底質が卓越して堆積する現象は、周辺河川から供給される懸濁粒子の凝集と底質粒径によるふるい分け効果によることを明らかにした。また、細粒底質と細砂の混合粒径底質を取り扱う海底地形変化モデルを開発し、一波浪の時系列等を外力とすることで、SS 濃度の鉛直分布や波浪に伴う航路等の海底地形変化が再現できることを明らかにした。

第三に複合型人工リーフの設置により一般的な人工リーフよりも明瞭な一對の循環流が形成されやすいこと、人工リーフ周辺の波高分布や流況分布の数値計算が可能であること、実海域において水産協調効果等が発揮されていることを明らかにした。また堤体幅 20～80m の一般的な人工リーフについて、反射波、伝達波、リーフ上の波高変化等の諸特性を明らかにするとともに、天端水深と入射波高の比に対する波高伝達率の増加率を考慮することで、天端水深や天端幅についてこれまでの設計法よりも合理的な設計が行えること、入射波の波峰が人工リーフ通過後に分裂しても、従来からの算定式を用いた伝達波に対する打ち上げ高さの計算結果が設計打ち上げ高さとして適用可能であること、人工リーフを設計する際に換算沖波の波形勾配が 0.02 より小さくなる波浪条件に対しては海底勾配の影響を考慮すべきであることなどを明らかにした。

学位論文審査の要旨

主査	教授	山下	俊彦
副査	教授	高橋	正宏
副査	教授	泉	典洋
副査	准教授	渡部	靖憲

学位論文題名

底質移動海岸における沿岸構造物の 高度化設計に関する研究

近年、海域の底質が砂やシルト・粘土である底質移動海岸において、その利用や保全等に関わり設置される港湾・漁港構造物や海岸保全施設といった沿岸構造物を建設・管理する上で、以下の点が重要となっている。

- (1) 港湾や漁港の航路や泊地の埋没の防止、または抑制を行うことで、船舶航行の安全確保や輸出入に関わる円滑な貨物の積み卸し、水産物の水揚げを可能とし、港湾や漁港に関わる産業活動の活力を確保する。
- (2) 港湾や漁港の航路や泊地の埋没を防止、または抑制を低廉なコストで行うことで、港湾や漁港の適切な管理運営を実現する。
- (3) 海岸侵食を防ぎ、または抑制することで、国土を保全するとともに津波、高潮等による被害の減災を実現する。
- (4) 周辺の海域環境を保全し、または海域環境と共生する沿岸構造物を配置することで、豊かな市民生活や漁業活動の活性化を実現する。

本研究は、底質移動海岸に設置される沿岸構造物が上記の役割を担っていくため、沿岸構造物の配置および構造の面から、その高度化方策について検討したものである。本研究では、まず砂浜海岸に港湾・漁港構造物を配置する際に、漂砂に伴う航路・泊地埋没を最小限に抑制しうる適切な配置を検討するための海底地形変化予測法について開発した。防波堤等の構造物の設計や港内静穏度解析については、その解析手法が確立しているが、航路埋没予測といった海底地形変化の定量的評価に関わる検討については、碎波による底質砂の巻き上げ等現象解明が困難なため十分でないのが現状である。このため底質が砂の場合には、砂移動が底面近くで集中的に発生する現象に着目し、現地調査や水理模型実験によるデータを用いて、海底地形変化モデルを開発した。

海底地形変化数値モデルとして、底層流が鉛直方向に一様分布すると仮定した海浜流モデルと底質の浮遊モデルを組み合わせた一層流モデルを開発し、多層流モデルに比べて計算容量の縮小と計算時間の短縮を可能としながら、航路・泊地の海底地形変化が再現・予測できることを明らかにした。

次にシルテーションの発生する海岸における海底地形変化予測法の開発を行った。シルト・粘土の細粒底質が海域全域に堆積する内湾や内海におけるシルテーション対策に関する研究はこれまでも行われてきているが、細砂を主成分とする底質が分布する海域で、航路・泊地にシルト・粘土が卓越して堆積するような現象に関する研究はほとんど行われていない。このため、現地調査を実施し、このような現象が発生するメカニズムを解明し、航路・泊地におけるシルト・粘土の堆積現象を再現できる海底地形変化モデルを開発した。

航路・泊地にシルト・粘土の細粒底質が卓越して堆積する現象は、周辺河川から供給される懸濁粒子の凝集と底質のふり分け効果によることを明らかにした。また、細粒底質と細砂の混合粒径底質を取り扱う海底地形変化モデルを開発し、一波浪の時系列等を外力とすることで、SS濃度の鉛直分布や波浪に伴う航路等の海底地形変化が再現できることを明らかにした。

次に砂浜海岸の防護機能に加えて、水生生物の生息環境の創造を目指す新しい形式の人工リーフとともに、一般的な人工リーフの設計法の高度化について検討した。これまで海岸の保全にあたっては防護機能が重視されてきたが、近年、防護、環境、利用の各機能の調和する保全対策が求められている。この要請を実現する沿岸構造物として、一般的な人工リーフの堤端部天端を高くした構造を有する複合型人工リーフの水理特性について、現地調査、水理模型実験および数値計算により検討した。また、一般的な人工リーフに関するこれまでの設計法を補完し、より高度な設計を行うため、既存の研究において未解明であった波浪制御特性や緩い海底勾配上に設置した場合の水理特性について検討した。

複合型人工リーフの設置により一般的な人工リーフよりも明瞭な一對の循環流が形成されやすいこと、人工リーフ周辺の波高分布や流況分布の数値計算が可能であること、実海域において水産協調効果等が発揮されていることを明らかにした。また堤体幅 20~80m の一般的な人工リーフについて、反射波、伝達波、リーフ上の波高変化等の諸特性を明らかにするとともに、天端水深と入射波高の比に対する波高伝達率の増加率を考慮することで、天端水深、天端幅、海底勾配の影響についてこれまでの設計法よりも合理的な設計が行えることを明らかにした。

これを要するに、著者は、港湾周辺の海底地形変化予測法の開発を行うとともに、防護機能に加えて水産協調効果のある複合型人工リーフの設計法を確立したもので、海岸工学、水産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があるものと認める。