

太平洋沿岸におけるうねりに関する研究

松藤, 絵理子

<https://hdl.handle.net/2324/4110496>

出版情報 : Kyushu University, 2020, 博士 (工学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :



氏 名 : 松藤 絵理子

論文名 : 太平洋沿岸におけるうねりに関する研究

区 分 : 甲

論文内容の要旨

近年、台風 0612 号による久慈港や台風 1326 号による鹿島港の被災等、波高は設計波高より低いものの周期が長いうねりによって港湾施設が被災する事例が相次いでいる。従来の港湾構造物の設計波は、風波とうねりを区別せずに抽出した極大値資料を用いて算定されていたため、相対的に波高が高い風波が極大値資料を占めることになり、結果的に設計波は風波相当となるが多かった。このため、従来の設計波で設計された港湾構造物では、うねりの波力に対する強度が不足していたことが被災の一因として考えられる。このような背景から、2018 年に改訂された「港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成 30 年改訂版）」では、設計に用いる波浪としてうねりに関する記述が新たに追加された。

港湾構造物に被害を与えるだけでなく、うねりは港湾・海岸における活動にも大きな影響を与える。うねりは、発生域が現場から遠く離れており、現場では風が弱く風波が低い場合でも突然高いうねりが来襲することがある防災上のリスクが高い現象である。また、うねりは波高が低い場合でも、船舶の固有振動によっては船舶の係留や荷役に影響を及ぼす。海岸で越波を発生させ沿岸道路に被害を与えることもある。このため、精度の高いうねりの予測情報が重要となる。

このように、沿岸防災、港湾設計や管理、港湾工事の安全管理や効率化の面から、うねりの出現特性の把握やうねりの推算の高精度化が重要な課題となっている。

そこで本研究では、特にうねりの出現頻度が高い我が国の太平洋沿岸を対象とし、観測データや波浪推算結果の解析を通して太平洋沿岸に到達するうねりの特性を把握するとともに、うねりの推算精度向上と情報利活用に資する知見を得ることを目的とした。

第 1 章では、本研究の背景を概説し、研究方針と論文の構成を示した。

第 2 章では、観測データと波浪推算結果の両面から、太平洋沿岸のうねりの出現特性の把握を試みた。従来、波浪の統計解析に用いられている有義波等の代表波では、多峰性を持つ波浪の特性を十分に表現できない。そこで本研究では、観測値および推算値の方向スペクトルを **partitioning** により特性が異なる複数の波浪に分割し、個々の波浪諸元（以下、成分波浪と呼ぶ）を算出して波浪特性の解析に用いた。

2017 年 1 年間の NOWPHAS 観測値解析の結果、東北から北関東にかけての太平洋側では多峰性の波浪が出現しやすく、北東～南東の波向の多様な性質のうねりが到達していることが明らかになった。同期間の波浪推算結果からは、減衰距離が短いうねりは東～南東の波向の発生頻度が高く、減衰距離が長いうねりは東北東～北東の波向の波が卓越していることがわかった。これは、減衰距離が短いうねりは台風や南岸低気圧の通過に伴い発生することが多く、長いうねりはアリューシャン近海等北太平洋の北部で発達した低気圧によるものが多いことによるものと考えられる。

第3章では、発生源の推定が難しい遠方からのうねりに着目し、Wave system tracking を用いて発生源を解析し本手法の有用性を示した。

解析の結果、貿易風帯や南太平洋から波高は低いものの周期が長いうねりが伝搬していることがわかった。このような Wave system tracking を用いたうねりの発生域の特定や伝搬過程の解析は、①波浪推算の効率的で適切な領域設定、②特定された発生域や伝搬ルートを監視することによるうねり到達の予測、③発生・伝搬の各過程の解析による推算精度向上のための検討等に有用であると考えられ、今後の活用が期待される。

第4章では、うねりの波浪推算における課題について整理し推算精度向上に向けた検討を行った。鹿島港特有の周期の長いうねりは、犬吠埼沖の浅瀬の影響によるものであることが波浪推算により明らかになり、うねりの推算における波浪変形の重要性が再認識された。また、波浪推算の条件のうち、非線形相互作用の項と方向分割数を変えて波浪推算を行い、観測値と推算値の成分波浪を用いて比較検証した。その結果、非線形相互作用を高度化するとうねりの過大評価が若干改善されることがわかった。方向分割数を増やし解像度を高くした場合は、推算精度は改善されなかったが、浅海域での屈折率が変わることにより収束域の位置や収束の強さが変わることで、それは波浪推算の空間解像度にも依存することがわかった。

第5章では、港湾におけるうねりの情報利活用に向けて、設計波算定と波浪予測の現状と課題を整理し解決に向けた考察を行った。

設計波算定については、うねりの設計波の算定手順を整理し、設定上の留意点を取りまとめた。鹿島港の設定例を参考に、①年最大のうねりを発生させる対象擾乱の適切な選定、②うねりの波浪推算に適した波浪モデルと計算条件の設定や補正方法、③周期の評価方法、④算定したうねりの設計波の適用、⑤うねりと風波を区別する波形勾配の閾値の影響について留意点を論じた。さらに、この方法の課題を挙げ、より安全側の設定をするために方向スペクトルや成分波浪を活用する改善案を示した。

うねりの予測に関しては、既存のうねり予測システムを紹介し、港湾管理者向けのうねり予測情報のあり方について論じた。

第6章では、本研究の主な内容を総括するとともに、今後の展望について論じた。

現状ではうねりの推算精度は十分とはいえず、うねりが海洋構造物の設計や海洋での活動に与える影響の重要性を勘案すると、さらなる精度の向上が求められる。本研究では、波浪推算の精度向上に資する幾つかの知見を示すとともに、Wave system tracking や partitioning を活用した検討等、今後の検討の一つの方向性を示すことができたと考える。