

3次元数値波動解析法と構造物周辺の津波流動への適用

Numerical Methods for Three Dimensional Wave Fields and their Applications to Tsunami Flows around Coastal Structures

石本 健治
Kenji ISHIMOTO

1. 目的

2011 年の東北地方太平洋沖地震では、未曾有の大津波が防波堤などの構造物に襲来し、甚大な被害をもたらした。当時の記録映像から構造物の周辺での津波の流れは、3次元的に複雑な流動となることがわかったが、現状ではこうした流動を施設設計に十分な精度で考慮できるまでに至っていない。

本論文は、構造物周辺の3次元流動の解明にあたって、水槽実験による津波流動場の計測を行うとともに、CADMAS-SURFとOpenFOAMによる数値波動解析を実施したものである。両者の詳細な比較検討から、先進的な数値解析技術がどの程度、実験で得られた複雑な流動場の特徴を再現でき、効果的・効率的な設計に実用化できるのかを明らかにすることが本研究の目的である。

2. 本論文で得られた知見

最初に、本研究で使用した3次元流動場の数値解析モデル;CADMAS-SURF/3D(以下CS/3Dと呼ぶ)と、OpenFOAM(以下OFと呼ぶ)の開発研究の歴史や最近の事例研究を紹介し、両者の数値解析手法の特徴と現時点での到達段階を明らかにした。

次いで、津波造波平面水槽内で実施した実験結果を示し、防波堤周辺の3次元流動の特性について詳細な議論を行った。

一方、CS/3DとOFを用いた数値解析では、上記の実験と同じ構造物条件と波浪条件で3次元流動場の再現を試み、それらの結果を実験結果と詳細に比較検討した。本研究では、防波堤模型に津波が衝突し、打ち上げ、越波した後、水塊が落下する一連の状況を対象としているが、こうした時間変動の激しい流れに対する両数値解析手法の実験結果に対する再現能力を評価した。

さらに、実際の港湾構造物周りの流れに対してCS/3DとOFを適用し、両手法の港湾構造物設計への実用化について議論した。ここでは、複雑な形状を有する2重パラペット護岸の断面検討や、津波越流とそれに伴う防潮堤の倒壊挙動の同時再現の検討を行った。その結果、本研究が採用した先進的な数値解析手法は、今後の港湾構造物の性能設計への実用化に十分供しうることが明らかになった。

3. 結論

本論文の成果は、構造物周辺の3次元津波流動を表現できる数値解析手法の確立に資すると同時に、その解析結果が性能設計体系に活用されることで、港湾・海岸構造物の効果的・効率的設計に貢献するものと考えられる。