

階層分割型数値計算フレームワークを用いた 波源から地上構造物までの実地形津波解析



研究目的

2011年3月11日の東日本大震災によって引き起こされた津波により、東日本は甚大な被害にみまわれた。構造物への被害は、水圧によるだけでなく、浮遊する瓦礫が構造物にぶつかり構造物に被害を及ぼすケースが多くあった。我々は、津波による構造物への被害を検討する際には、津波の遡上計算を行うだけでは不十分と考えており、浮遊物の衝突を含んだ構造解析が必要であると考えている。

本研究では、津波が地上構造物へ及ぼす影響を解析するためのマルチフィジックス解析を3つに分けて行う。第1の解析は、震源で発生する波源から沿岸部までの津波伝播計算である。この解析は、数百キロ四方の広範囲な解析が必要となるため、粘性浅水波方程式を有限要素法で解くことにする。第2の解析は、沿岸部に押し寄せた津波が地上へ遡上し浮遊物を運搬する計算である。この解析は、遡上計算と浮遊物の取り扱いが容易な粒子法を用いて計算を行う。粒子法は、解析領域に比例する粒子数を必要とするため、数km四方程度の中規模な範囲の解析しか行うことができない。第3の解析は、構造物が受ける水圧と浮遊物の衝突による構造解析である。この解析は、複数材料の弾塑性非線形解析であるため、有限要素法を用いて計算を行う。

我々は、津波が地上構造物へ及ぼす影響を解析するために、それぞれの解析ステージで適した解析手法を用いる。これらの異なる3つの解析手法を効率的に組み合わせるために、我々は「階層分割型数値計算フレームワーク」を開発し、そのフレームワークを用いて、それぞれの解析ステージにおいて高性能で高精度な解析を実現する。

東日本大震災を模擬した石巻の実地形津波解析

第1解析ステージ
波源から沿岸部までの津波伝播計算。粘性浅水波方程式を有限要素法を用いて解く。

第2解析ステージ
沿岸部に押し寄せた津波が地上へ遡上し浮遊物を運搬する計算。粒子法を用いて解く。

解析領域 4.0km×3.5km
粒子直径 1m

第3解析ステージ
構造物が受ける水圧と浮遊物の衝突する計算。構造解析を有限要素法を用いて解く。

解析領域 400m×550m
粒子直径 50cm メッシュサイズ2m