

水環境シミュレーションのための可視化に関する研究

中央大学 学生員 ○ 奥野 恭平
中央大学 正会員 檜山 和男
五洋建設(株) 正会員 古牧 大樹

1. はじめに

近年、計算機の性能の向上により、津波遡上や洪水氾濫といった水環境における自然災害の予測に数値シミュレーションが数多く行われるようになってきている。これらの計算結果はコンピュータグラフィックス(CG)を用いて可視化¹⁾する事で現象の理解と把握が行われる。また、可視化手法も多様化してきており、技術者にとって、物理量を可視化するサイエンティフィック・ビジュアライゼーション²⁾は有効であるが、一般の住民等には実際の現象をイメージしやすいフォトリアリスティック・ビジュアライゼーションの方がより効果的となる。

そこで、本論文では、フォトリアリスティック・ビジュアライゼーションに着目し、水環境シミュレーションの可視化を高品質に行うための可視化手法を提案する。具体的には、地形・構造物のモデリング及び水流表現の高品質化、流れの効果音の実装を行う。例として、宮城県泉仙沼市沿岸地域における津波シミュレーションを取り上げた。

2. 地形・構造物のモデリング

数値シミュレーションを正確かつ迅速に行うためには、プリプロセスである計算領域のモデリングが重要であり、対象地域に対して自動メッシュ生成ソフトにより、構造格子または非構造格子を作成して解析を行う。しかし、解析用に用いられた構造格子は実際の地形や構造物形状と一致しないため、そのデータをそのまま可視化に用いると、現実感に欠けたものとなる。(図-2)

本論文では、図-1 に示すフローチャートに従い、可視化のための構造物の形状修正を行った。なお、本論文では、構造格子の場合(解析にはCADMAS-SURF³⁾を用いた)の例を示す。

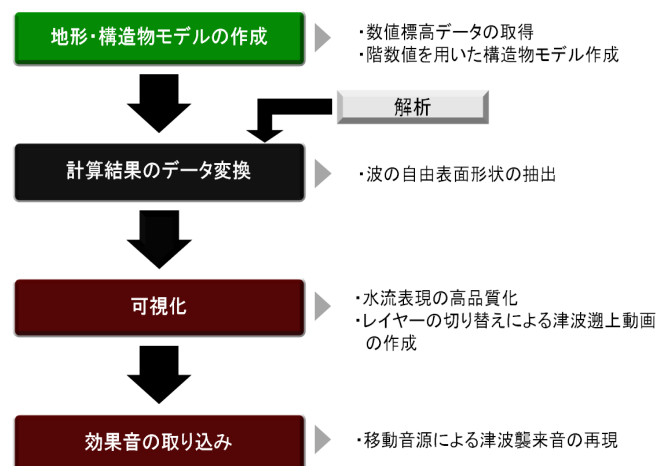


図-1 作業手順

(1) 地形モデルの作成

基盤地図情報サービスより、3次元数値標高データを取得する。本論文では、5m メッシュの標高データを用い、対象領域を格子分割したものを地形モデルとして扱う。

(2) 構造物モデルの作成

高さ情報には格子点に対して航空写真を重ね合わせて入力した構造物の階数値(1~4)を使用する。(図-3)

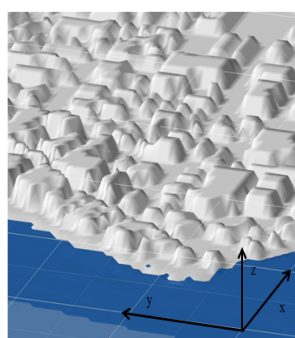


図-2 解析メッシュの可視化



図-3 階数値データ

まず、階数値が与えられている各節点を中心に計算格子(5m × 5m)の正方形の角となる4つの点を新節点として生成する。さらに、新節点の座標値を基に構造物の上面、側面、底面のポリゴンを形成するDXFデータフォーマットへ変換する。(図-4)

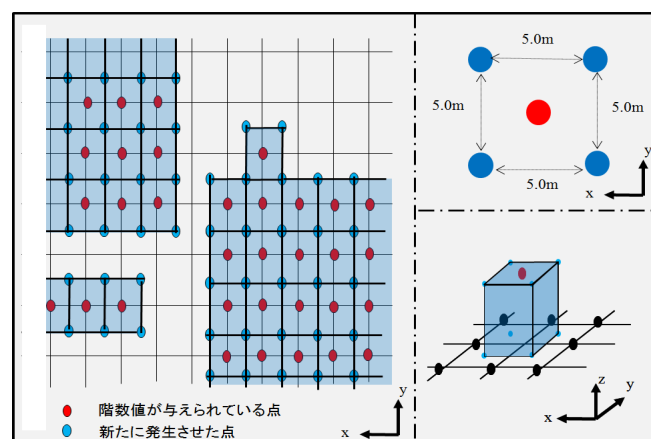


図-4 構造物の形状修正

構造物の上面を形成する節点の場合は、発生源となる節点のz座標値と同値とし、底面を形成する場合は、発生源となる節点の地上高さと同値とした。これにより、直方体の構造物モデルが形成される。(図-5)

KeyWords: 水環境シミュレーション, 都市モデリング, 可視化

連絡先: 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 E-mail: d30420@educ.kc.chuo-u.ac.jp

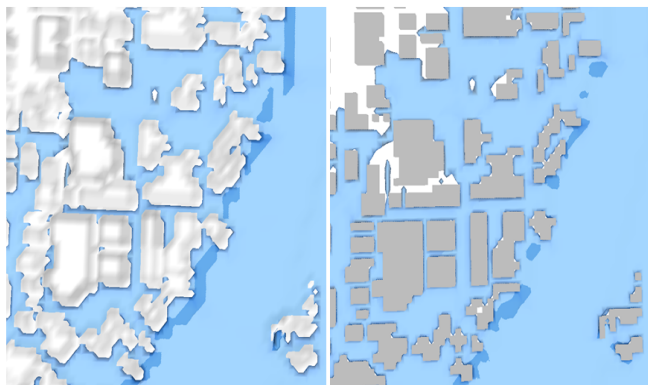


図-5 修正前(左)と修正後(右)の構造物

3. 計算結果の可視化

本例題では VOF 法に基づく手法により津波シミュレーションを行った。なお、可視化にはフォトリアリスティックビジュアライゼーションソフト (Lumion⁴⁾) を使用した。

(1) 波の自由表面形状の作成

計算結果から得られた各節点の VOF 値 (0.5 の値が自由表面) を基にした等値面によって波の自由表面のみのサーフェスを抽出し、それを三角形の表面メッシュとしてデータ化する事で DXF ファイルへの変換を行う。これにより、様々な汎用可視化ソフトウェアへの適用が可能となる。

(2) 津波遡上の動画作成

作成した地形・構造物モデル、及び、波の自由表面の DXF ファイルを可視化ソフトウェアに読み込み、津波遡上の動画を作成する。本例題では、地形・構造物モデルを各ステップにおける共通のレイヤーとし、波の自由表面の DXF ファイルを各ステップで別のレイヤーに分類する。(図-6) これらのレイヤーの表示を連続的に切り替えてレンダリングする事により、津波が遡上する様子を再現した。(図-7)

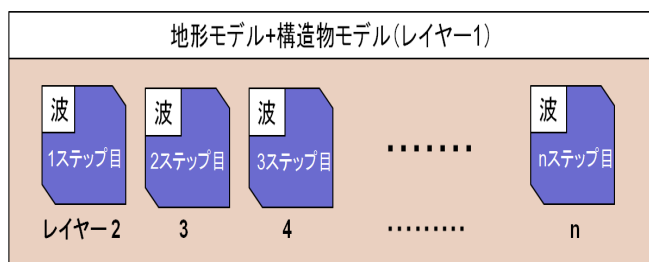


図-6 DXF ファイルをレイヤー別に読込

また、ポリゴンの傾斜角度によって水流の方向が変化する CG 効果をテクスチャとして付け、水面の凹凸指数と気泡量の効果を加える事で可視化映像の高品質化を行い、より現実に近い水の表現を可能とした。(図-8)

(3) 津波襲来音の取り込み

本研究では、可視化映像の臨場感をより高めるために、移動立体音源を用いて津波襲来音の取り込みを行う。音源の移動経路は、解析結果から得た各ステップにおける水際的位置を基に設定した。

4. おわりに

本論文では、水環境におけるシミュレーションの可視化を高品質に行うための手法を提案した。例として宮城県気仙沼市沿岸地域における津波シミュレーションを取り上げ、以下の結論を得た。

- 航空写真と階数値データから、可視化に用いる地形・構造物モデルを高品質に作成する手法を提案した。
- 流れの現象に応じた CG による水流表現および移動音源に基づく津波襲来音を実装することで、フォトリアリスティックかつ、臨場感のある 3D 空間の再現が可能となった。

今後の課題として、さらなる可視化の高品質化と VR 装置を用いた津波襲来音の可聴化システムの導入が挙げられる。

参考文献

- 1) 宮地英生・荒木文明・鈴木喜雄, 可視化入門, 丸善出版, 2013
- 2) 例えば, <http://www.cybernet.co.jp/avs/>
- 3) <http://www.cedit.or.jp/program/cadmas.html>
- 4) <http://lumion3d.com/>

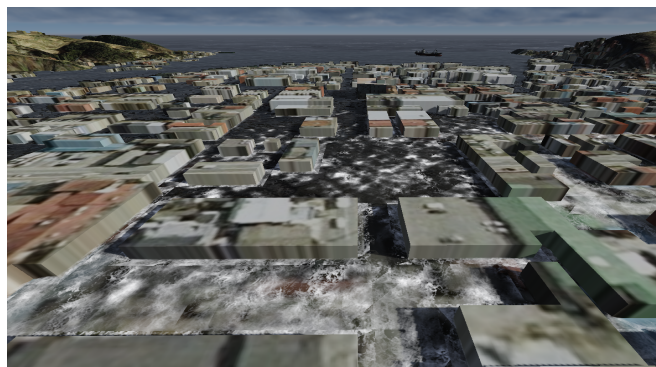


図-7 津波遡上の様子

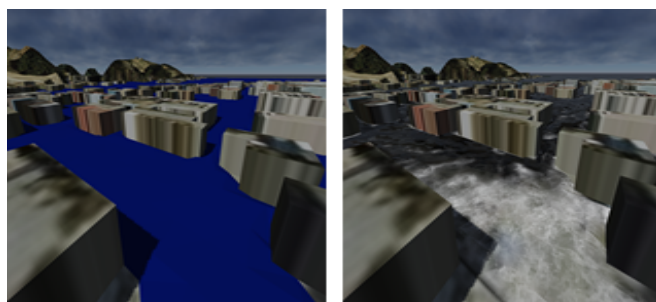


図-8 水流表現の CG を付けない場合(左)と付けた場合(右)