

河道地形の局所的 3D モデル化による洪水解析の高精度化に関する研究

正会員 八木 一仁

1. 概要

河川維持管理の強化において、河川整備計画の策定や見直し、治水計画に沿った工事の実施、防災対策の強化等様々な取り組みが近年実施されている。河川維持管理に伴う DX 技術の応用として、三次元データを活用した ICT 施工や、仮想空間内でシミュレーションによる可視化を表現した河川 CIM 等が近代的な手法として挙げられる。本研究は、氾濫解析への DX 技術の適用として、解析用地形生成データに、局所的に高精度 3D モデルを導入することで高精度化がどの程度図れるかについて検討する。

2. 解析条件

解析対象エリアとして、図-1 に示す静岡県内の低山地帯と駿河湾に挟まれた小河川流域を選定した。当該エリアでは、平成 16 年 11 月に時間雨量 76 mm、12 時間の累加雨量 264 mm の豪雨により、図-1 中の「住宅地」エリア近傍において家屋浸水 66 戸数を記録しており、当該河川の流下能力不足が懸念されている。現地調査では河道内構造物の破損が目立ち、根固工未設置箇所は河床が洗堀されている。堤防の勾配や高さも不均一であり、一部竹林繁茂区間に関しては無堤であり標高も低い。河床洗堀状況及び竹林繁茂区間の様子を図-2 に示す。解析範囲は図-1 中の「住宅地」上流端から 1 km 程上流の約 1.1 km の河川区間であり、解析範囲の上流端から流域内の流出流量を与えた。降雨条件には、令和 4 年 9 月 23 日に、静岡県内で甚大な被害をもたらした集中豪雨時の近傍雨量観測所における観測雨量を用いた。流出量は、iRIC SRM を用いて算出した。解析対象降雨および SRM 解析結果を図-3 に示す。氾濫流解析には iRIC Nays2DFlood を用いた。地形生成用データとしては、国土地理院 5mDEM(case-1)及び後述する解析範囲内に存在する落差工を含む 0.3 km 区間に 3D モデルを適用(case-2)の 2 通りの解析を実施した。両 case の解析条件については、3D モデル以外に解析条件は同一である。3D モデル作成には Autodesk 社の RecapPro と Civil3D を用いた。iRIC Nays2DFlood における解析格子は 1.0 m とした。

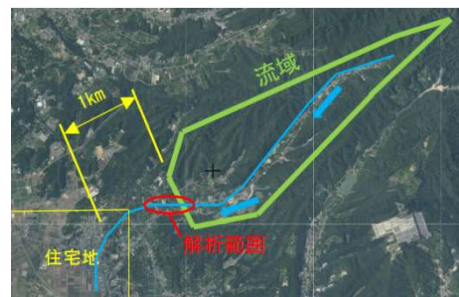


図-1 検討対象エリア及び解析範囲



図-2 河床洗堀状態(左)および側岸竹林繁茂区間の洗堀状態(右)

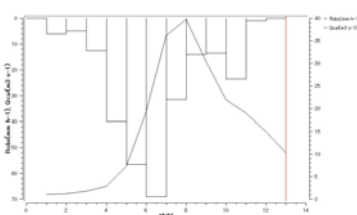


図-3 解析降雨および SRM 解析結果

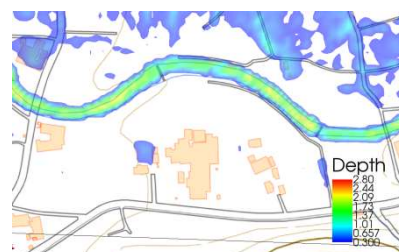


図-4 最大浸水深の解析結果(case-1)

3. 解析結果及び考察

3.1 5mDEM データに基づく解析(case-1)

地形生成用データとして 5mDEM データを用いた解析結果の最大浸水深を図-4 に示す。解析結果では河川からの近隣の住宅地や農地への浸水はみられず、設定流量を河道内で流下させることができおり、現地状況との整合性から鑑みても、5mDEM を用いた解析結果で一定精度での解析ができているこ

キーワード DX 技術, 3D モデル, 5mDEM, 河川 CIM

連絡先 〒436-0077 静岡県掛川市駅前五-12 ポレスター掛川ステーションレジデンス 902

八木一仁 TEL090-9029-7289

とが見てとれる。しかしながら、現地調査で確認された落差工(図-5(左))の影響については解析結果からは確認できない。

3.2 局所的 3D モデルを用いた解析(case-2)

落差工を含む 0.3 km 区間で 3D モデル(図-5(右))を生成した。3D モデル生成には点群密度 16 点/㎡以上で標高データが取得されている静岡県点群データを活用し、3D モデルは現地状況を高精細に再現するものであるが、そこから得られる地形データは、最終的にあくまで iRIC の解析格子である 1.0 m 格子の標高データとして反映されるものであり、3D モデルの形状再現精度がそのまま iRIC Nays2DFlood の解析に反映されるものではない。そこで、この 3D モデルの適用が、iRIC 解析上どの程度解析精度を向上させるかについて検証することとした。解析結果として得られた最大浸水深を図-6に示す。

3.3 考察

case1 及び case2 の解析結果を比較した。両 case とも浸水深と流速では降雨開始から 7 時間後が最大値となる。しかし、流水形状や水位上昇時間等に変化が見られ、case1 での水位上昇では、丸みを帯びた歪みのある幅で地形形状と相違した流水形状が最大値まで規則的的平均的に上昇していた。case2 では、降水から 5 時間に至るまで現地洗堀と同じ位置で線状に流水が表現された。最大値までの 2 時間で降雨量増加に伴う水位上昇が見られ、下流落差工の下流域で最大浸水深が確認できた。両者の差が大きく表れた下流側の落差工付近の最大流速で比較すると、case1 (図-7) で 4.9 m/s、case2 (図-8) で 6.0 m/s と、3D モデルを導入した方が、1 m/s 程度大きな流速となっており、上流側落差工付近でも同様に 6 m/s 程度の最大流速であることを考慮すると、3D モデルの導入により高精度化が図れた可能性があるもの

と考えられる。これは、河川構造物の 3D モデル化においては、点群データの各点の標高値のバラつきを 3D モデル化の過程で一面の高さに整合し、生成地形を現地形状に類似させることが可能であることに起因しているものと考えられる。上記より、流出流量が解析領域上流端から河道に流入し、流速と水位が増した状態で下流落差工を超え、下流域の河床の洗堀を起こした状況が良好に再現できたものと思われる。

4. まとめ

iRIC Nays2DFlood による氾濫解析に、河道構造物の再現に局所的に 3D モデルを適用することで解析精度を向上させ得ることが確認できた。しかしながら、3D モデルの生成条件としての元となる点群データの依存度や種々のモデル生成作業の影響評価については今後の課題であり、また氾濫解析の格子サイズと 3D モデルの精度の差異が精度向上に及ぼす影響等についても今後検証する必要があることが確認できた。

本研究で得られた主要な結論をいかに示す。

- 1) iRIC Nays2DFlood の解析に、解析領域内に存在する 2 ヶ所の落差工を対象として局所的に 3D モデルを導入し解析を実施したところ、下流側落差工付近の流況において、両者に大きく差異が見られた。
- 2) 地形生成条件として、5mDEM のみを用いた場合より、局所的に 3D モデルを適用した場合の方が、現地調査との整合性から、解析を高精度化できている可能性が高いことが確認できた。



図-5 落差工(左)及び落差工の 3D モデル(右)



図-6 最大浸水深の解析結果(case-2)

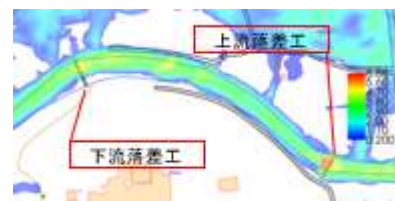


図-7 最大流速の解析結果(case-1)



図-8 最大流速の解析結果(case-2)