

SWMMを用いた雨水浸透・貯留施設の流出抑制効果に関する研究 ～栃木県小山市大行寺・立木地区をケーススタディとして～

宇都宮大学大学院工学研究科 学生会員 ○林 天揚
宇都宮大学地域デザイン科学部 正会員 池田 裕一
宇都宮大学地域デザイン科学部 正会員 飯村 耕介

1. はじめに

平成 27 年 9 月関東・東北豪雨では、茨城県常総市における鬼怒川の堤防決壊をはじめ、各地が甚大な被害に見舞われた。その際、栃木県小山市大行寺・立木地区では、河川からの氾濫だけでなく、堤内地の降雨が雨水管により速やかに排水できずに内水氾濫も発生したと推測されている¹⁾。しかしその分析に用いた氾濫シミュレーションモデル(iRIC2dFlood)は、単に降雨や河川上流からの流れをもとに、堤内地を含む地形上の 2 次元流れのみを解析するもので、地面への浸透や雨水管の流出なども複合的に扱えるものではなかった。したがって、平成 27 年の水害を忠実に再現して地域の問題を見出し、雨水管はもちろん、雨水の浸透・貯留も考慮して、今後の水害対策を検討するためには、地域の施設状況も反映した複合的なシミュレーションが可能なモデルを適用する必要がある。

そこで本研究では、SWMM(後述)を用いて、平成 27 年に小山市で発生した水害を内外水複合モデルでシミュレーションするとともに、雨水浸透・貯留施設の配置シナリオを想定して、その効果について予測・検討を行う。

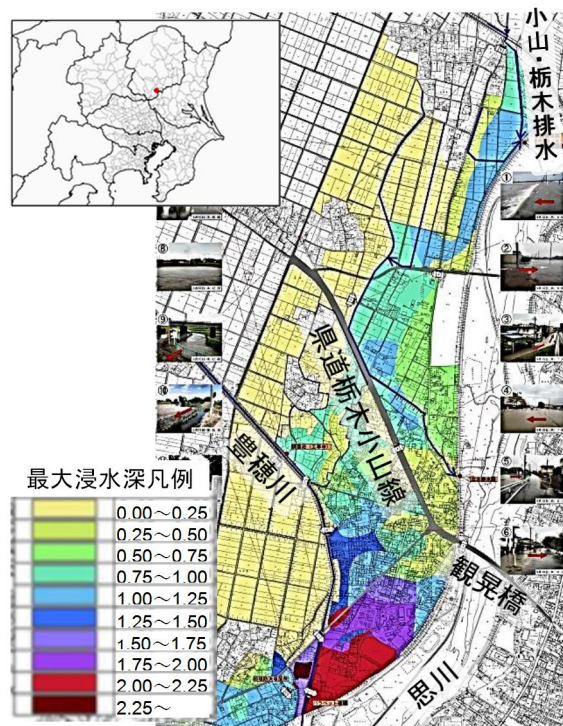


図-1 栃木県小山市 大行寺・立木地区の浸水状況

2. 対象地域の特徴と降雨の状況

図-1 は、平成 27 年 9 月関東・東北豪雨での大行寺・立木地区とその周辺の浸水状況を示したものである。この地区の東側には一級河川思川があり、南側には農業用排水路である豊穂川が思川に注いでいる。また北側には小山・栃木排水路があり、思川への合流点には樋門が設置されている。この地区の地形は全体的に北から南へ、西から東へ向けて傾斜している。特に県道栃木小山線と豊穂川に囲まれた地域は、明治中期頃は思川の旧堤防の堤外地で、旧河道や、沼地、氾濫原の樹林帯であった時期もあり、周囲に比べ地盤が低くなっている。

この地区の雨水排水は、豊穂川に頼るところが大きい。ただし、宅地から豊穂川への排水管の出口には、フラップゲートが設置されており、豊穂川の増水時に宅地に逆流しないようになっている(図-2)。

土地利用については、7割以上が不浸透域であり、道路が2割、住宅・商業とその他の用地が8割である。可浸透域では、公園・グラウンド等が3割、農地・緑地が7割である。

平成 27 年の豪雨では、9 月 8 日から 11 日にかけて、台風 17、18 号等を起因とした線状降水帯による大雨が降

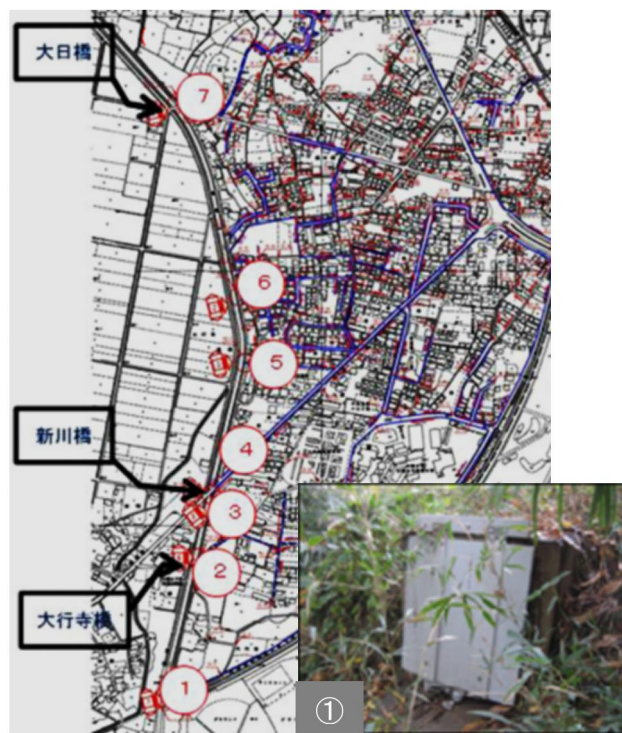


図-2 豊穂川の雨水排水口の位置とその写真例⁶⁾

キーワード 平成 27 年関東・東北豪雨, 小山市, 浸水被害, 氾濫シミュレーション, SWMM

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学 TEL028-689-6214

り続いた。小山市消防本署観測所では、9月8日の降り始めから11日0時までの総雨量は376mm、であった。また時間ピーク雨量は9日の22時から24時で55mmに達した。思川の計画対象降雨(平均3日雨量)は1/100確率で323mmであるのに対し、この豪雨での流域平均3日雨量は429mmと大きく上回った

3. SWMM の適用について

SWMM (Storm Water Management Model) は都市域における流出・水質に関する総合的なシミュレーションモデルの一つで、アメリカ環境保護局(EPA)が1971年以来開発を進めてきたフリーソフトである。降雨浸透流出モデル、地表面流出解析モデル、管内水理解析モデル、氾濫解析モデル等の複数のモデルから構成され(図-5)、雨水の浸透、流出、雨水管路と河川を一体化して計算できる。雨水の浸透・貯留に関しては、市街地開発の影響を緩和するさまざまな施設すなわち LID (Low Impact Development) コントロールモジュールを配置してのシミュレーションが可能である(図-5)。

日本の都市流域への適応性については、神田ら²⁾が主要なモデルパラメータの実用的推定法を検討しており、流域全体を適切な小流域に分割することで、良好な再現性が得られることが示されている。本研究でも神田らの方法を参考にパラメータを設定する。

4. 流出抑制施設とその配置シナリオ

本研究では、平成27年豪雨の再現シミュレーションを実施した後に、雨水浸透・貯留などの流出抑制施設を適切に配置するシナリオを検討する。これらは都市域の水害対策だけでなく、雨水の利用率を向上させ、健全な都市水循環を構築するものである³⁾。小山市ではすでに、豊穂川からの氾濫に対して、周辺農地を活用した「田んぼダム」プランを策定しているが、さらに一部の住宅にはグリーンルーフ、公園、ランド等のオープンスペースには貯留機能・浸透トレンチ、歩行者道路には透水性舗装を配置して河川や低内地への流出抑制を図る。

シミュレーションの詳細な結果は、当日報告する。

謝辞: 本研究を進めるに当たり、小山市の方々には多大なご協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 池田裕一ら:平成27年9月関東・東北豪雨での栃木県小山市における浸水被害の発生状況について, 河川技術論文集, vol.22, pp.339-344, 2016.
- 2) 神田徹ら:都市小流域への SWMM の適用における モデル・パラメータの値について, 水工学論文集, vol.45, pp.79-84, 2001.
- 3) Chih-Wei G.V.Chang: Celebrating Urban Hydrology in High Performance Landscapes, International low Impact Development Conference, Houston, Texas, 2015.

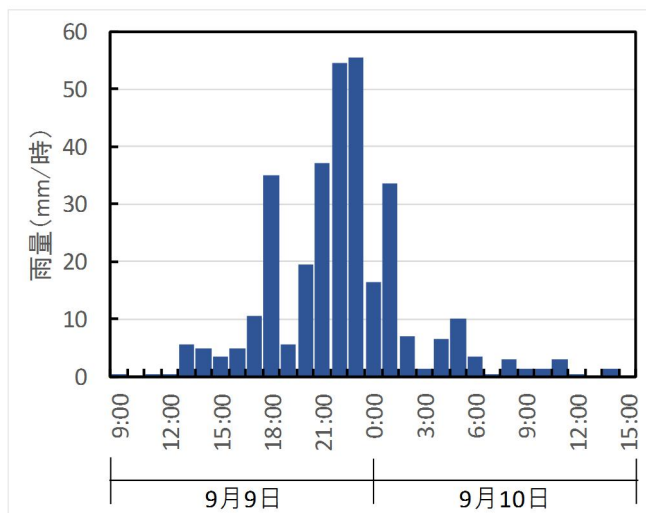


図-3 小山消防本署観測所での時間雨量

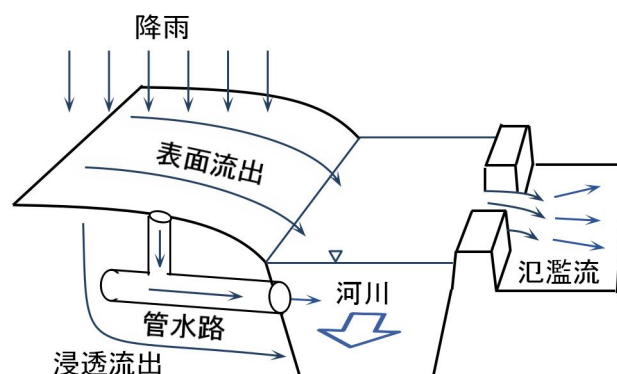


図-4 SWMM のモデル構成

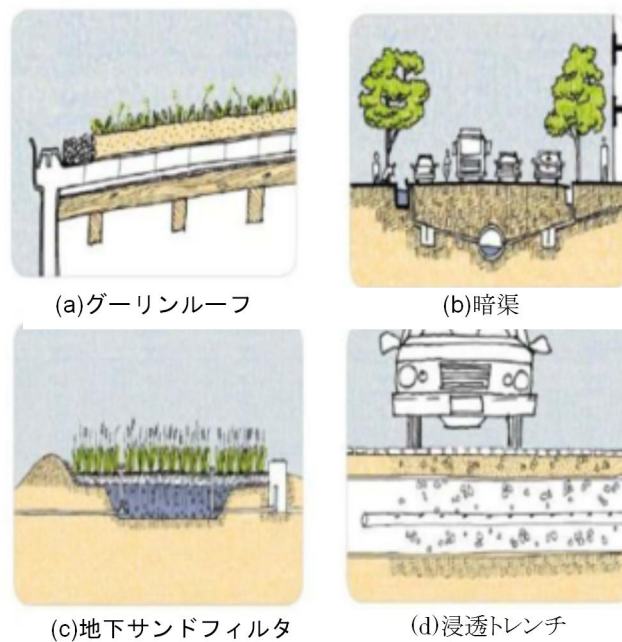


図-5 LID コントロールの例