

## 高解像度降水ナウキャストを活用した都市河川監視システムの開発

東急建設(株) 正会員 ○高倉 望  
 中央大学大学院 学生会員 小山 直紀  
 中央大学理工学部 フェロー会員 山田 正

### 1. はじめに

近年、局地的豪雨による災害が社会問題となっている。中でも、人口が集中し、かつ地中への雨水の浸透能力が低下している大都市部では、局地的豪雨による被害(本論文では、“都市型水害”と呼ぶ)が人命やインフラ機能に多大な影響を与えている。

気象庁のホームページによると、日本国内における1時間降水量50 mm以上の年間発生回数は、最近10年間(2007~2016年)に対して、統計期間の最初の10年間(1976~1985年)の平均年間発生回数(173.8回)の約1.3倍に増加している。そのような局地的集中豪雨が増加する中、都市型水害に対する防災・減災技術の開発は、建設業においても“安全管理”、“品質管理”、“工程管理”を考える上で重要である。そこで、筆者らは、気象庁がリアルタイムで発信している「高解像度降水ナウキャスト」の降雨量予測データ(オープンデータ)を活用した「都市河川監視システム(以下、システムと略す)」を開発した。

本論文では、2017年5月~12月にかけて渋谷川が近接している渋谷再開発の現場で実証試験を行い、システムによる河川水位の精度の検証と今後の課題を確認したので、その結果を報告する。

### 2. システムの概要

図-1にシステムの構成を示す。本システムは、気象レーダーや地上雨量計のデータから求めた“高解像度降水ナウキャスト”の降雨強度をもとに5分毎にクラウド上で洪水解析を実施し、1時間後までの河川水位を予測する。洪水解析の手順は、入力パラメータの同定が比較的容易で計算量が少なく済む合成合理式を用いて河川流量を算出し、観測点での河川流量と河川水位の関係式(H-Q曲線と呼ぶ)から河川水位に換算する。今回用いた合成合理式は、降雨データの形状が矩形であることに着目して、矩形の降雨そのものに対する解析値を求めている点に特長がある。なお、解析解の導出方法については、渡辺、山田らが報告している「合成合理式の理論的導出<sup>1)</sup>」を参照して頂くものと本論文では割愛する。

本システムで逐次求まる河川予測水位の情報は、パソコンやモバイル機器を通して工事関係者間で共有する。河川予測水位が現場で設定した管理値を超過した場合、アラートメールによる発報や現場に設置した回転灯を点滅させて、早い段階で注意情報を提供する。

### 3. 洪水解析

#### 3-1 入力条件

図-2に本論で解析の対象とした集中豪雨(2017/8/19)の降雨強度と河川水位の経時変化図を示す。図-2の降雨強度は、東京都が観測している渋谷橋(JR 恵比寿駅付近)のデータで最大降雨強度は48 mm/hであった。河川水位のピーク値は、2.7 mであった。図-3に解析に用いた流域モデルと入力値を示す。流域モデルは、渋谷川上流域の分水嶺を境界とし、更に4つの支流の分水嶺と1つの大きな公園に分けて5分割した。図-3以外に必要なパラメータには、河川断

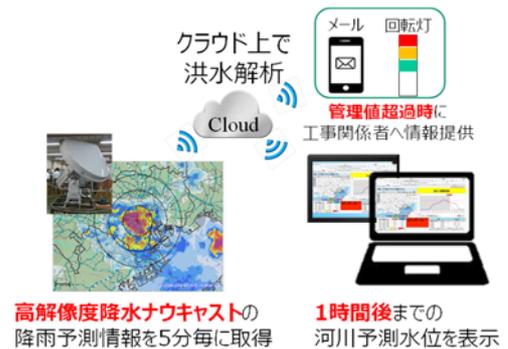


図-1 都市河川監視システムの構成図

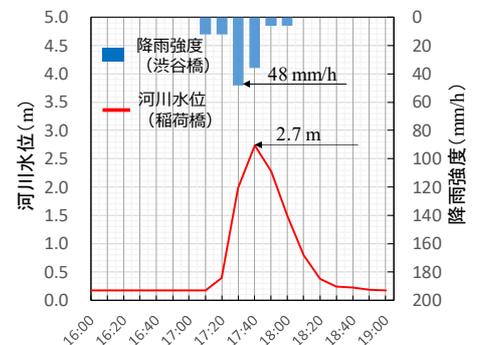


図-2 解析対象の降雨強度と河川水位

キーワード 高解像度降水ナウキャスト, 局地的集中豪雨, 都市型水害, 合成合理式, オープンデータ

連絡先 〒150-8340 東京都渋谷区渋谷1-16-14 東急建設(株) 土木事業本部 技術統括部 環境技術部 TEL 03-5466-5183

面の形状から求まる通水断面積，潤辺（流れの横断面で水に接している長さ）と粗度係数（河川の水が河床や河岸などと触れる際の抵抗量），河床勾配がある．ここで通水断面積と潤辺は当該河川の標準断面から求めた．粗度係数は， $0.015m^{-(1/3)} * s$ ，河床勾配は 1/100 とした．

### 3-2 解析結果

図-4 に解析結果の一例を示す．図-4 の上段に高解像度降水ナウキャスト(実況値)と XRAIN(国土交通省が運用する高性能レーダー雨量計ネットワーク)から取得された降雨強度を比較して示す．ここで，XRAIN の降雨強度は，当該流域において地上雨量データを概ね再現できていることを確認している(図-5 参照)．図の下段は，河川水位の洪水解析結果と観測値を比較して示す．河川水位の解析値は，流達時間に，雨が降り始めてから河川水位のピークが早く発生するモデル(“早達モデル”と呼ぶ)と比較的遅く発生するモデル(“遅達モデル”と呼ぶ)の2種類を設定し，解析値に幅を持たせた．

図-4 から，河川ピーク水位は解析値が観測値より 1.4 m~2.3 m 高く，安全側に得られた．また，観測値の河川水位上昇時刻(17:10)での解析値が 3.5 m~4.5 m と既上昇している．この要因として，現場の上流側に築造している越流堰(高さ:約 1.5 m:図-3 の●)の効果や雨強度ピーク前の高解像度降水ナウキャストが XRAIN と比較して強い(図-4 上段の□部分)ことが考えられる．河川ピーク時刻は，解析値が観測値より 15 分早く算出されている．この結果も越流堰の効果が考えられる．

図-6 に，2017/5/8~10/22 の期間中に現場の河川水位が 1 m 以上上昇した事例に対し，解析値と観測値における河川ピークの水位差と時間差を整理した．図-6 から河川ピークの水位差は，解析値が観測値より遅達モデルの一部を除いて高く安全側である．水位差の幅は，早達モデルで 0.2 m~2.0 m，遅達モデルで-0.2 m~1.6 m とばらつきがある．ここで，台風時のデータ(白抜き)の水位差が少ない．これは，河川水が台風などの長雨により越流堰を超過した状況で強い雨水が降った場合，システムに組み込んだ解析モデルに近づくため，水位差の幅が少なくなったものと考えられる．河川ピークは，概ね解析値が観測値より約 15 分早く算定された．なお，僅かであるが解析値が観測値よりも遅いケースが確認されたが，越流堰を解析モデルに考慮することで改善できると判断している．

### 4. おわりに

近年，増加している局所的集中豪雨などによる都市型水害は，工事の安全管理，品質確保，工程遅延などに多大な影響を与えることが懸念されている．そのため，都市型水害の発生を早い段階で予測することで，作業員や重機および資機材などの退避に余裕が生じ，工事中の減災に繋げることができる．そこで，気象庁が発信する「高解像度降水ナウキャスト」の降雨量予測データ(オープンデータ)を活用して，都市河川の洪水予測を試みた．その結果，解析値と観測値にばらつきがあるものの，越流堰などの影響を洪水解析に反映すれば解析値の精度向上が期待できた．今後は，本システムに越流堰をモデル化したプログラムを組み込み，解析値の精度を検証する．

### 参考文献

1) 渡邊暁人,山田正,他 2 名;合成合理式の理論的導出,水工学論文集,Vol.56,2012.



図-3 解析に用いた流域モデルと入力情報

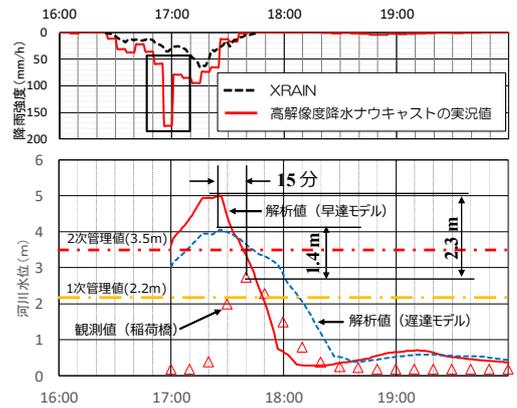


図-4 洪水解析結果

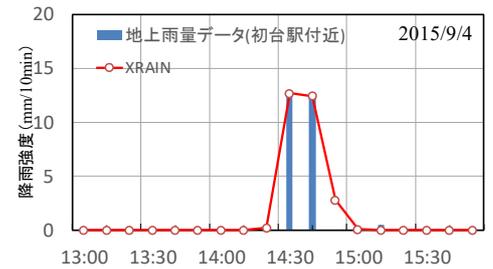


図-5 XRAIN と地上雨量データの比較

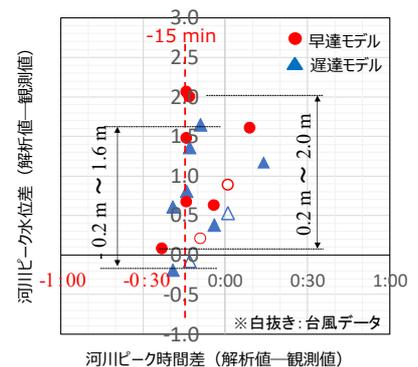


図-6 解析値と観測値の比較