

河川の水位予測システムの河川内工事への実適用

Application of a River Water Level Prediction System to a River Work Site

板谷 知 明 新 保 裕 美
岩 前 伸 幸¹⁾ 鈴 木 一 輝

要 約

河川内工事では、出水時に作業継続の可否や避難を判断するために、水位予測技術が必要とされている。本研究では、力学系理論に基づく河川水位予測手法によって現場周辺の水位を予測するシステムを導入し、水位の流量への換算および4段階の水位・流量レベルの設定を行うことで、現場の安全管理や施工管理に使えるようにした。本システムは、現場における各種作業の実施・継続可否判断に有効に活用されている。

目 次

- I. はじめに
- II. 力学系理論に基づく河川水位予測の検証
- III. 河川水位予測システムの現場への適用

I. はじめに

河川内工事では出水時に作業継続の可否や避難を判断するために水位予測技術が必要とされている。河川の水位予測は主に物理モデルによって行われてきたが、地形データが必要であることや計算時間が長いことなどの課題があった。近年では機械学習などのデータ駆動型の水位予測手法¹⁾の実用化が進んでいる。これらは地形データが不要で、計算時間が短い、未経験の規模の洪水の予測が困難な場合が多い。

筆者らは、大河津分水路新第二床固改築I期工事を対象として、データ駆動型の水位予測手法の中でも、未経験の規模の洪水に対して安定した予測精度を持つ力学系理論に基づく河川水位予測システム²⁾を適用し、現場の安全管理や施工管理に活用できる仕組みを構築した。

II. 力学系理論に基づく河川水位予測の検証

1. 水位予測手法の概要

本手法は、河川の水位と流域の雨量が決定論的な力学系に従うと仮定し、これらの観測データから元の力学系の解の軌道を再構成し、水位の時系列予測を行う。未経験の洪水に対しても、再構成した解の軌道を参照して過去の洪水との乖離

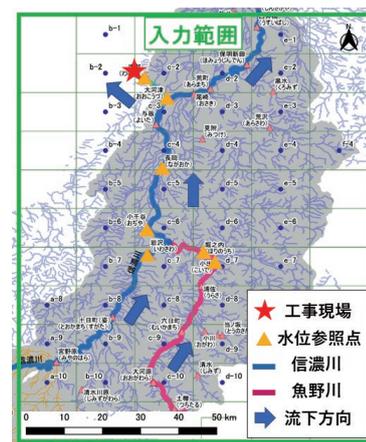


Fig.1 水位・雨量データの入力範囲
(Input Area of River Water Level and Rainfall Data)

を把握することで予測が可能である。水位観測データがない地点の水位予測はできないが、本手法によって工事地点周辺の水位観測所の水位を6時間後まで予測することができる。

2. 事前検証

現場に近い水位観測所である信濃川渡部水位観測所の水位を予測対象として、事前に精度検証を実施した。水位データは国土交通省水文水質データベースより取得し、雨量データは気象庁1kmメッシュ解析雨量を使用した。2006年1月から2015年3月までのデータでモデルを構築し、2015年4月から2019年6月までのデータで検証した。

6時間後の水位に影響を与える上流の水位および雨量の範

1) 環境本部 Environmental Engineering Division

キーワード : 河川工事, 河川水位予測, 力学系理論, 避難判断

Keywords : river work, river water level prediction, dynamical system theory, evacuation decision making

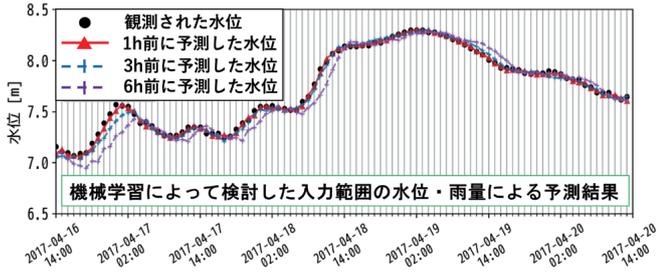


Fig.2 水位予測時系列
(Time Series of River Water Level Prediction)

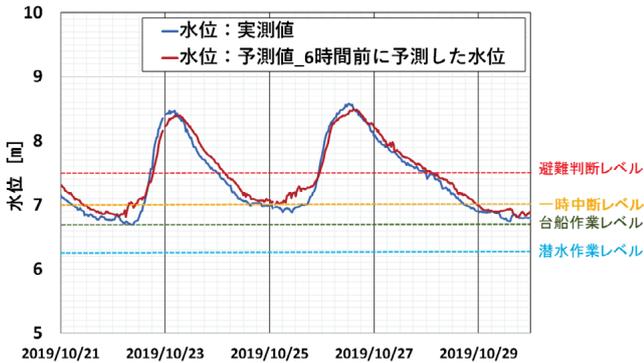


Fig.4 実測水位と予測水位の比較 (システム適用後)
(Comparison of Observation and Prediction after Application)

図は、河川によって異なる。そのため、機械学習手法であるランダムフォレストによってデータの入力範囲の検討を行い、影響が大きかった Fig.1 の範囲の水位・雨量を入力とするモデルを構築したところ、6時間後まで精度良く予測ができた (Fig.2)。水位 8.0m を超える 10 の洪水イベントに対する 6 時間後の予測値の二乗平均平方根誤差も 0.18m と小さく、実適用に十分な精度が確認された。

Ⅲ. 河川水位予測システムの現場への適用

構築したモデルを使用した河川水位予測システムを 2019 年 10 月から現場へ導入した (Fig.3)。出水時の避難判断に加えて、河川の流速の影響を受ける作業の実施・継続可否の判断に使用するため、水位流量曲線を用いて水位と流量を換算し、次の 4 段階の水位・流量レベルを設定した。

「作業を一時中止するレベル」および「避難判断レベル」は、上流の水位観測所である大河津水位観測所の水防団待機

レベル	水位 [m]	流量 [m ³ /s]	各レベルを超える確率 [%]						総合
			18:30	19:30	20:30	21:30	22:30	23:30	
避難判断	7.5	1140	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
一時中止	7.0	710	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
台船作業	6.7	500	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	9.0	9.0
潜水作業	6.26	280	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

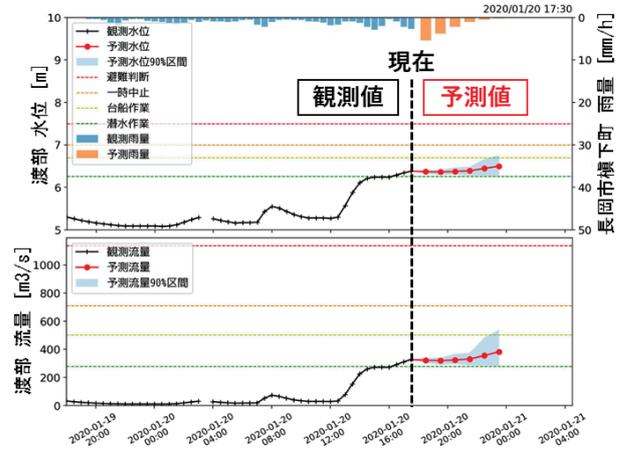


Fig.3 河川水位予測システムの画面
(User Interface of River Water Level Prediction System)

水位および氾濫注意水位に相当する水位とした。「潜水作業が可能なレベル」および「台船作業が可能なレベル」は、それぞれの作業限界となる流速 (0.5m/s および 1.0m/s) を河川形状をもとに換算した流量とした。

システム適用後の出水事例 (Fig.4) においても、6時間先の水位が良好に予測できており、本システムは、河川内工事現場における避難判断および各種作業の実施・継続可否判断に有効に活用されている。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所にご協力頂いた。ここに記して、感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 一言正之ら; 深層学習を用いた河川水位予測手法の開発, 土木学会論文集 B1 (水工学), 72(4), 2015, pp.187-192.
- 2) 株式会社構造計画研究所; リアルタイム洪水予測システム RiverCast, <https://www.weather.kke.co.jp/>

Application of a River Water Level Prediction System to a River Work Site

Tomoaki Itaya, Yumi Shimbo, Nobuyuki Iwamae¹⁾ and Kazuki Suzuki

It is important to predict river water level in order to make an evacuation decision during river works. In this study, a river water level prediction system using dynamical system theory was applied to a river work site. The system was customized to show the probability of exceeding four working limit levels, and is now being used effectively for construction management of the river work site.