

河川の水位予測システムの現場への適用

鹿島建設(株) 正会員 ○柴田 豊 奥村義明 荻野 剛 板谷知明 岩前伸幸 新保裕美

1. 背景・目的

近年、降雨の激甚化に伴う大規模な水害が相次いでいる。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。

河川の水位予測はこれまで物理モデルによって行われてきたが、地形データが必要、陸域からの水の流入量の評価が困難、および解析時間が長いなどの課題があった。一方、近年では機械学習などの統計的手法による水位予測手法¹⁾²⁾の実用化が進んでいる。これらは地形データが不要で、モデル構築が容易である。また、予測計算時間が短く、リアルタイムな河川水位予測に適している。

筆者らは、大河津分水路新第二床固改築Ⅰ期工事（写真-1）を対象として、統計的予測手法である力学系理論に基づく河川水位予測手法²⁾によって現場周辺の水位を予測し、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仕組みを構築した。

2. 力学系理論に基づく河川水位予測

2.1 概要

本手法では、河川の観測水位と流域の雨量が決定論的な法則に従うと仮定し、データから元の法則の特性を再構成し、水位の時系列予測を行う。これにより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。

システム運用時は、雨量予報の誤差に起因する水位予測値のばらつきを考慮した予測が可能である。

2.2 事前検証

大河津分水路新第二床固改築Ⅰ期工事現場の近傍の水位観測所である信濃川渡部水位観測所の水位の予測に本手法を適用した。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。

ある地点の6時間後の水位に影響を与える上

キーワード： 河川工事, 水位予測, 流量予測, 力学系理論, 避難判断

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 080-8873-3920

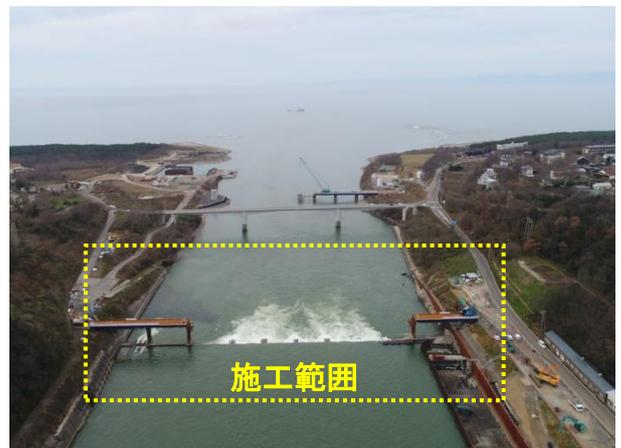


写真-1 大河津分水路新第二床固改築Ⅰ期工事

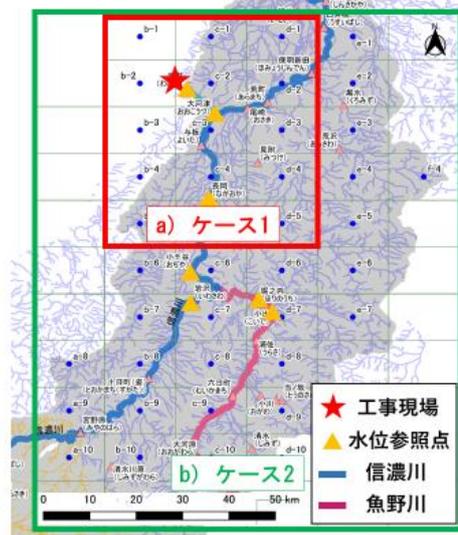


図-1 水位・雨量データの入力範囲

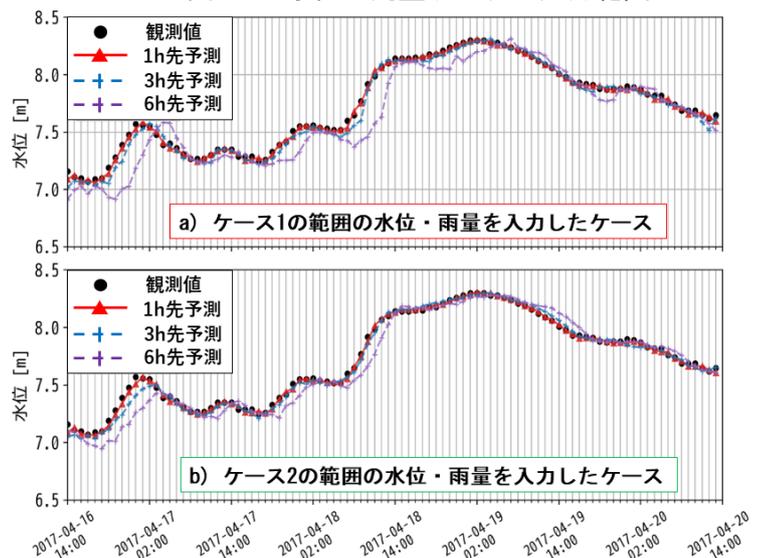


図-2 水位予測時系列

流の水位および雨量の範囲は、流速や地形などの影響を受けるため、河川によって異なる。そこで、データの入力範囲の検討を行った。ケース1では、図-1のa)の範囲のデータを入力としたところ、3時間後までの予測は良好だったが、6時間後の予測で時間遅れが生じた(図-2のa)。そこで、機械学習手法である Random Forests³⁾による解析を行い、特徴量重要度を算出したところ、ケース1の中で最も上流の水位・雨量の重要度が大きく、入力範囲が狭いことが示唆された。そこで、ケース2では入力データの範囲をより大きくした(図-1のb)ところ、時間遅れが改善した(図-2のb)。検証期間の水位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、0.22m(ケース1)から0.18m(ケース2)へと向上した。

3. 河川水位予測システムの現場への適用

3.1 システムの概要と水位・流量レベル

構築したモデルを使用した河川水位予測システムを大河津分水路新第二床固改築I期工事現場へ導入した(図-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、水位の危険度のレベルが定義されている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水位および氾濫注意水位に相当する渡部水位観測所の水位とした。

「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。

3.2 システム適用後の状況

工事現場では、本システムを2019年10月から使用している。システム運用後の出水事例における水位予測結果を図-4に示す。6時間先の水位が大きな時間遅れなく、良好に予測できた。

避難に最も時間のかかるニューマチックケーソン内作業時および台船上作業時には、約2時間の避難時間が必要である。また、6時間先までの水位・流量が予測できれば、半日先までの施工計画を立てることができる。

そのため、本システムは、河川内工事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。

謝辞

本研究では、大河津分水路新第二床固改築I期工事の発注者である国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所に協力いただいた。

参考文献

- 1) 一言ら：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)，pp.187-192，2015。
- 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」(最終閲覧日：2020年3月17日)
<https://www.weather.kke.co.jp/>
- 3) Breiman：Random Forests, Machine Learning, 45, 5-32, 2001。

レベル	水位 [m]	流量 [m ³ /s]	各レベルを超える確率 [%]						
			18:30	19:30	20:30	21:30	22:30	23:30	総合
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

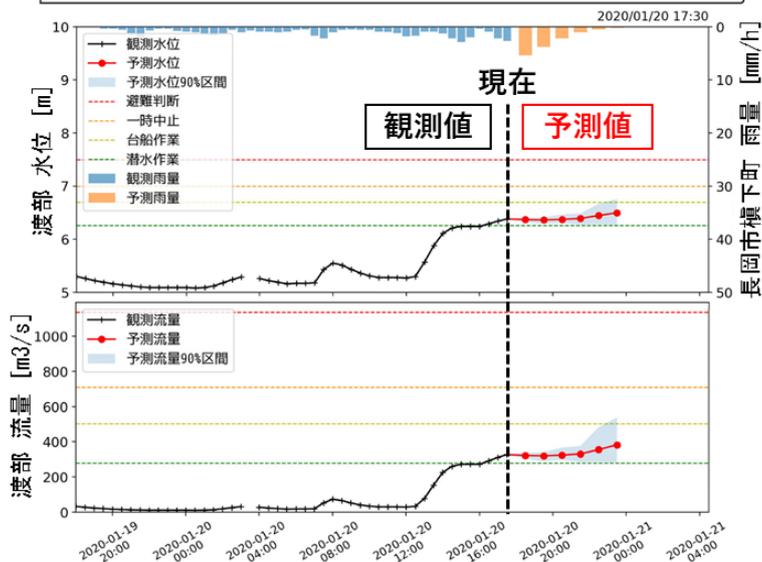


図-3 水位予測システムの画面

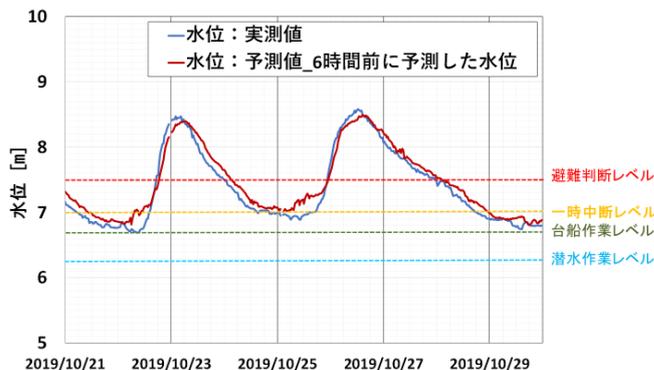


図-4 実測水位と6時間先予測水位の比較
(システム適用後)