

旧石狩川頭首工撤去工事における出水予測警報システムの適用

大成建設(株)技術センター 正会員 ○本田 隆英, 正会員 大野 剛, 正会員 伊藤 一教
 大成建設(株)札幌支店 正会員 遠山 正恭, 正会員 米澤 利之, 正会員 宮田 康一

1. はじめに

国営かんがい排水事業「篠津中央二期地区」において 2011 年に石狩川頭首工（堤長 252.5m, 堤高 4.62m, 計画最大取水量 37,493m³）が完成し、これにともない 2014 年から 2017 年の工期で旧頭首工の撤去工事（以下、本工事）が施工されている（図 1）。本工事では出水に対する安全管理を目的に、出水予測警報システム（以下、本システム）を適用している。本稿では、本システムの必要性および概要について概説し、本工事への適用結果について報告する。



図 1 石狩川頭首工

2. 本工事における出水予測警報システムの必要性

本工事では鋼矢板二重式仮締切工により旧頭首工を撤去するが、河道内での施工のため、施工中に出水が生じると死亡災害が発生する恐れがある。本工事では出水が予測された場合には、人員・重機・資材の退避を行う。退避には 6 時間を要し、退避行動の着手までに人員の召集などの準備作業が必要となる。安全かつ確実に退避するため、できる限り事前に出水を予測することが望まれ、本システムを導入した。

3. 本システムの概要¹⁾

本システムの概要を図 2 に示す。気象庁による解析雨量・予報雨量や、国土交通省の水文・水質データベースによる現場上流の観測所水位などの各種観測データを用いて頭首工水位を予測する。予測結果は専用ウェブに 10 分ごとにアップロードされ、工事関係者はリアルタイムで予測水位や実測水位等を確認できる。また、警報発令時は、関係者の携帯電話等に警報発令メールが自動配信される。

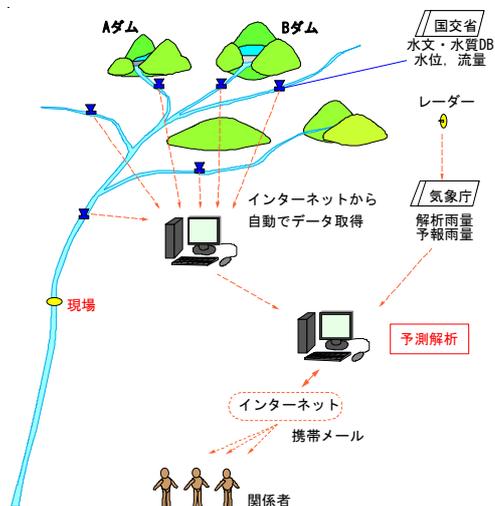


図 2 出水予測警報システムの概要

本システムの予測手法は、表 1 に示す①マクロモデル、②数値モデル、③回帰モデルの 3 種類で構成される。①マクロモデルは、現場上流の石狩川流域を対象とした 48 時間累積雨量を算出し、過去の出水イベントに基づいて設定した閾値（警戒値）を超えた場合に警報を発令する。雨量データのみによる計算負荷の小さなモデルだが、リードタイムは 21 時間と 3 種類の予測手法のうち最も大きい。②数値モデルは、分布型流出解析により頭首工位置の水位を予測するもので、3 種類の予測手法の中では高精度と位置付けられる。リードタイムは降雨パターンにもよるが 13 時間程度である。③回帰モデルは、現場上流の各観測所において過去の出水時のピーク水位と頭首工位置のピーク水位の関係から回帰式を算出し、この回帰式を用いて各観測所水位から頭首工水位を予測するものである。リードタイムは各観測所から頭首工位置までの洪水到達時間に応じて 3～11 時間である。

表 1 予測手法の種類

予測手法	グレード	リードタイム ¹⁾
①マクロモデル：流域平均の累積雨量	△	21 hr
②数値モデル：分布型流出解析	◎	13 hr
③回帰モデル：観測所水位（5ヶ所）	○	3～11 hr

1) 出水の発生に対し、何時間前までに予測結果が示されるかを表す

キーワード 石狩川, 頭首工, 出水予測, 分布型流出解析

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター 土木技術研究所 TEL045-814-7234

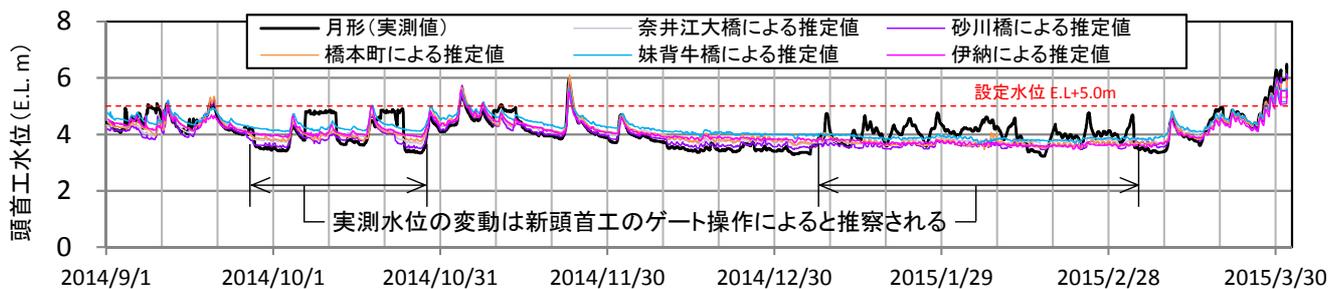


図3 回帰モデルの本工事への適用結果

本システムは3種類の予測手法を併用することでリードタイムと精度を補完するとともにロバスト性を確保しており、予測の信頼性を総合的に向上させたものとなっている。

4. 回帰モデルの適用結果

本システムは、新頭首工建設時にも適用されており、河川水位が仮締切工天端近くまで上昇した出水を事前に予測し、工事現場における資機材の退避判断を支援した実績がある¹⁾。このたび本システムを本工事に適用するにあたり、新頭首工の完成以降の出水を考慮し、2005年1月から2014年8月のうち34ケースの出水イベントを対象に出水予測モデルのパラメタの見直しを行った。

特に、③回帰モデルについては、3ヶ所の観測所（伊納、妹背牛橋、橋本町）による頭首工位置の予測水位が平常時で過大に算出されていたため、2013年4月から2014年3月の1年間の平常時の観測水位データを用いてモデルを改良した。

ここでは、③回帰モデルによる本工事への適用結果を図3に示す。2014年10月および2015年1、2月は予測水位にない短期変動が実測水位に生じているが、これは新頭首工のゲート操作のためと推察される。同期間を除けば、回帰モデルによる水位は全体的に実測水位を良好に予測していることが分かる。本工事の着工から仮締切高 E.L.+7.5m を超える出水は発生していないが、危険水位を E.L.+5.0m と仮定して回帰モデルの正答率（E.L.+5.0m 以上の実測水位に対し E.L.+5.0m を超えると予測した割合）を算出したものが図4である。回帰モデルに用いる観測所が頭首工に近づく（下流側に向かう）につれ正答率は向上し、最高で84%である。正答率は危険水位の超過の有無（○×判定）によるため、実測水位 E.L.+5.1m に対して予測水位が E.L.+4.9m であっても、ここでは誤答となる。しかし、ここで誤答と判断された予測結果も、警報に準ずる情報としては有意義である。そこで、仮に予測水位に余裕幅として0.2mを加算してみれば、図4に示すように90%近い正答率が得られている。この予測水位への余裕幅の考慮は、保守的あるいは予備警報的な運用の選択肢になり得ると考えられる。ただし、本工事での適用では予測水位に余裕幅を考慮しておらず、本システムでは①マクロモデルや②数値モデルによる予測結果を併用することで予測精度をさらに向上させており、その予測結果はリアルタイムで関係者に情報提供され、施工管理における退避判断に活用される。

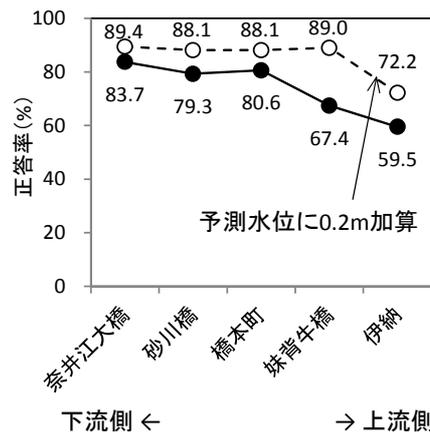


図4 設定水位 E.L.+5.0m に対する回帰モデルの正答率

5. おわりに

旧石狩川撤去工事において仮締切工の越水管理を目的とした出水予測警報システムを2014年9月から適用し、ここでは主に回帰モデルによる適用結果を示した。今後はさらなる予測精度向上に向けた検討を進め、出水に対する工事の安全管理への寄与を目指す。

参考文献

1) 石野ら (2011) : 河川仮締め切り工の越水管理を目的とした石狩川流域におけるリアルタイムレーダ雨量データ等を用いた出水予測警報システムの開発と現地検証, 河川技術論文集, 第17巻, pp.425-430.