

CCTVカメラ画像を用いた水位計測システムの精度検証

建設統括本部 河川部 荒木 智三、情報インフラ開発室 蔵本 武明

情報システム事業本部 菊谷 英彦、鄧 朝暉、小藪 剛史、望月 優生、矢沼 伸行、関根 亮、近藤 弘章

当社開発の「CCTVカメラ水位計測システム(Dr.i-sensor¹⁾)」は、CCTVカメラ²⁾等で撮影した映像から水面境界を自動で識別し、非接触かつリアルタイムに河川水位を計測できるシステムです。「平成27年9月関東・東北豪雨」の出水映像を利用し、近傍の水位観測テレメータ値との水位差から精度を検証した結果についてご紹介します。

※本業務は、国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所からの委託で実施しました。

はじめに

近年、気候変動の影響とみられる台風の強大化や局地的豪雨が頻発しており、水害リスクから住民の生命や財産を守ることが急務とされています。

特に河川では、危険箇所と呼ばれる無堤部や弱小堤部において洪水時における危険な状況を確実に把握するために、継続的な状況監視および水位把握が必要です。現在、河川のテレメータ水位観測では10分間隔で情報配信が行われていますが、より短い時間間隔で水位変化を把握することが求められています。

当社ではCCTVカメラ画像を利用して、危険箇所近傍の状況監視とリアルタイム水位観測を同時に行うことができる「CCTVカメラ水位計測システム」(以下、本システム)の開発および精度向上に取り組んでいます。

本システムの特長

(1)画像の輝度分布を利用した水面位置検出機能

図1のようにカメラ画像内に黄色枠で囲み部(水位計測範囲)を設定し、リアルタイム映像から、この黄色枠内の標高別の平均輝度(明るさ)を算出します³⁾。

この輝度値をもとに橋脚等の構造物に接する特徴的な輝度変化が見られる位置を水面位置として認識し、座標データから水位を算出します。

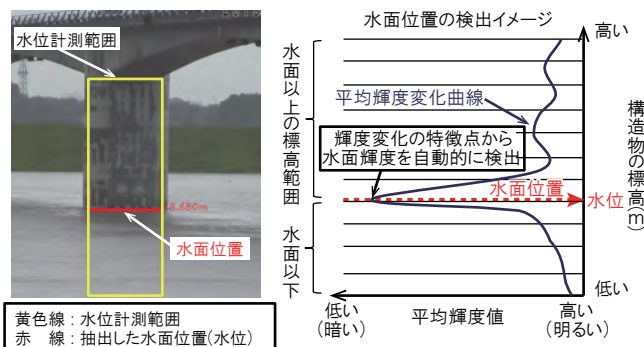


図1 画像輝度分布を利用した水位抽出の原理

(2)画面揺れを自動的に補正するマッチング機能

画像の中の特徴点(画角内の不動箇所)をあらかじめ設定し、風や振動等でカメラが揺れた場合でも自動的に

特徴点をマッチングさせることで画像の乱れ・ブレを自動補正する機能を付加しています(図2)。

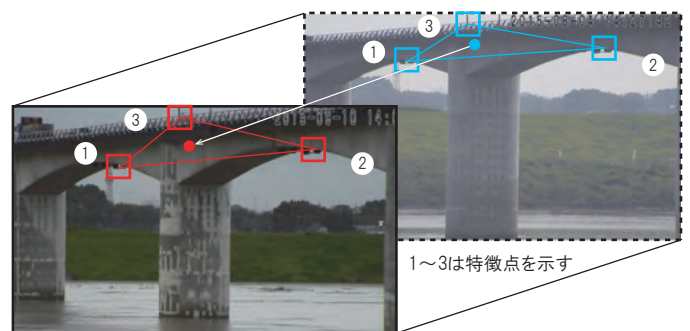


図2 自動補正によるマッチング機能のイメージ

(3)画像鮮明化処理機能

昼夜・日陰等による構造物の照度変化や降雨等によるカメラ映像の乱れが、画像解析時に誤認識や計測精度の低下の原因となります。画像に鮮明化処理を施すことで撮影環境変化による映像の乱れを改善し、誤認識や計測精度の低下を防ぐ機能を付加しています(図3)。

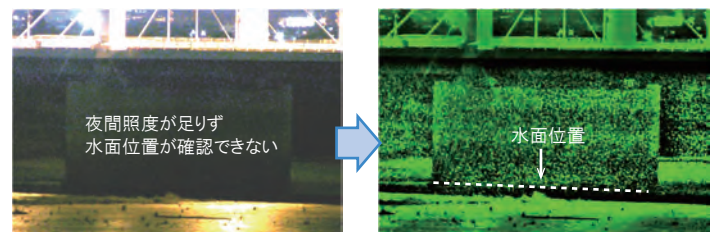


図3 画像鮮明化事例(左:オリジナル画像、右:鮮明化した画像)

利根川上流管内への導入および精度検証結果

利根川本川4地点、渡良瀬遊水地周辺6地点に設置されているカメラから水位計測が実施できるよう、2016年3月に本システムの導入・設定を行いました(図4)。

本システムの観測精度の検証を「平成27年9月関東・東北豪雨」の出水映像を用いて行いました。この出水映像では、対象の10地点のうち8地点で解析可能な画像を得られ、対象時間の全取得画像枚数に占める解析可能な画像枚数の割合は87~100%でした。残り2地点はカメラ画角が移動されたため解析ができませんでした。

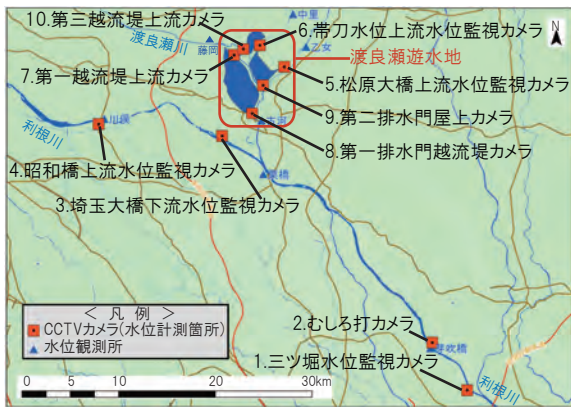


図4 計測対象カメラの配置状況図

(1)橋脚を対象構造物とした水位計測

「昭和橋上流水位監視カメラ」では、洪水ピーク時の2015年9月9日20時から翌日4時までの8時間の映像より水位計測を行いました(図5)。



図5 画像例(昭和橋)

10秒ごとの画像から1分間の平均値を算出し、近傍水位観測所の「川俣」(カメラ設置地点から下流0.3km)のテレメータ水位との水位差を検証した結果、テレメータ水位との差平均は3.3cmであり、最大の水位差は8.3cmでした(図6)。

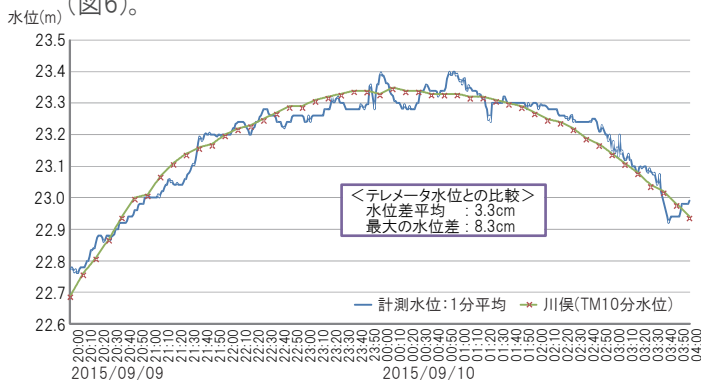


図6 昭和橋上流水位監視カメラ水位解析ハイドログラフ

(2)越流堤法面を対象構造物とした水位計測

「第三越流堤上流カメラ」では、減水時2015年9月11日2時30分から同日8時30分までの6時間の映像より水位計測を行いました(図7)。



図7 画像例(第三越流堤)

10秒ごとの画像から1分間の平均値を算出し、近傍水位観測所の「藤岡」(カメラ設置地点から上流2.3km)のテレメータ水位と比較しました。藤岡観測所との距離が離れているため水位を直接比較することはできませんが、ほぼ同様の減水傾向を示しました(図8)。

ただし、映像の状態(映像の不受信、自然条件による画質低下等)により解析精度に影響が生じた時間帯や、越流堤法面に痕跡やゴミ等が残った状態となり、水面を

実際よりも上部の位置で捉えた時間帯も発生しました。

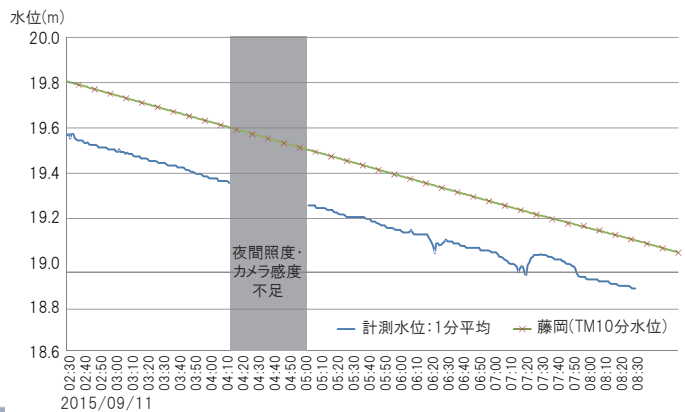


図8 第三越流堤上流カメラ水位解析ハイドログラフ

本システムの導入と検証の成果

(1)短い時間間隔でのリアルタイム水位計測

CCTVカメラ映像は、その瞬間の映像をリアルタイムに映し出し、河川状況がどのような状態であるかを確認するのに最適なツールです。本システムでは、橋脚や堤防法面等の構造物を利用して、観測所水位と数センチ程度の水位差を保持し、10秒間隔の短い時間間隔で瞬時に計測可能であることが確認されました。

(2)過去の蓄積映像をもとにした水位計測

これまで河川事務所においてCCTVカメラ映像の録画・蓄積が継続的に行われていましたが、主な用途は記録映像としての利用でした。本システムでは、これらの録画・蓄積された過去映像を活用し、カメラが設置された地先の水位を計測できることが確認されました。

(3)Webブラウザを利用した状況確認

職員が各自のPC(Webブラウザ)により水位計測データを表示可能となる仕組みを構築し、リアルタイムで水位と現地状況を同時に確認できるようになりました(図9)。

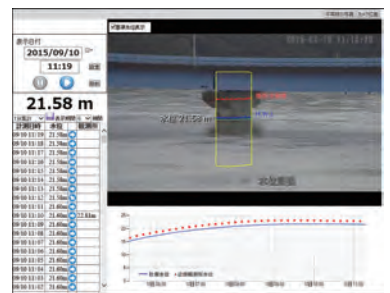


図9 Webブラウザによるシステム表示例

おわりに

今回の検証により本システムの有効性が確認されました。今後は危険箇所の確実な水位観測および高度な河川管理支援の一役を担うツールとなるよう、さらなる精度向上を図ってまいります。

〔謝辞〕

本システム精度検証に際しては、国土交通省関東地方整備局利根川上流河川事務所よりご指導およびご助言をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

〔注〕

- 1)Dr.i-sensor:登録商標 第5098284号
- 2)CCTV: Closed Circuit Television(閉回路テレビ)の略
- ここでは国土交通省により河川管理用に設置されている監視カメラを指す
- 3)輝度分布を用いた画像解析技術:特許 第3907200号