

CCTVカメラを用いた水位観測精度の 向上に向けた検討

RESEARCH FOR IMPROVEMENT OF WATER LEVEL MEASUREMENT ACCURACY USING A CCTV CAMERA

坂井 建太¹・山田 真也²・渡部 康祐³・梅田 真吾⁴・配島 俊一⁵・萬矢 敦啓⁶
Kenta SAKAI, Shinya YAMADA, Kosuke WATABE, Shingo UMEDA, Shunichi HAISHIMA, Atsuhiko YOROZUYA

¹正会員 国土交通省九州地方整備局八代河川国道事務所 調査課 課長(〒866-0831八代市萩原町1丁目708-2)

²非会員 国土交通省九州地方整備局八代河川国道事務所 調査課(〒866-0831八代市萩原町1丁目708-2)

³非会員 日本工営株式会社福岡支店社会システムG 課長 (〒812-0007 福岡市博多区東比恵1-2-12)

⁴非会員 国土交通省九州地方整備局河川部河川環境課 係長 (〒812-0013福岡市博多区博多駅東2-10-7)

⁵非会員 日本工営株式会社福岡支店社会システムG 主任 (〒812-0007 福岡市博多区東比恵1-2-12)

⁶正会員 国立研究開発法人土木研究所 ICHARM (〒305-8516 つくば市南原1-6)

Recently, there were cases that the monitoring of the water surface elevation accidentally stopped since water gauges were destroyed during large flooding causing missing data without any alternates; e.g., the case of northern Kyusyu heavy rains in July 2012. Those events highlighted the serious issues of current hydrological observational system. For preparing alternative measurement system, authors investigate how to improve measurement accuracy of reading the staff gauges, and how to implement automatic reading system with using the high-quality CCTV camera, which is operationally used in Yatsushiro River Office. This study reports the results and the future tasks.

Key Words : CCTV camera, Water level measurement, image processing, Hydrological observation

1. 背景

国土交通省では、河川・砂防に関する計画立案、工事実施、施設維持管理、環境整備及び保全、洪水や渇水等の水災害への対応等を実施するための最も基本的な調査項目の一つとして水位観測を実施している。特に、洪水時には、水防活動や適切な河川管理施設の運用のために各種基準水位が定められており、正確な観測値を、確実かつリアルタイムに把握することは重要な役割でもある。

平成24年7月の九州北部豪雨では、洪水予報を行う基準水位観測所の水位計が洪水流で流出し観測不可となった事例や、水位計の異常が疑われたため復旧に向かったが、観測所周辺に浸水で近寄れず対応できなかった事例等が発生し、現行の水位観測体制に大きな課題を残した。

本検討ではその補完手法として、河川流況や周辺の浸水状況にも影響なく継続的な観測・監視が可能なCCTVカメラによる水位観測に着目した。

CCTVカメラは、河川監視用として主要な基準水位観

測所周辺にも配備されている。近年、その性能は向上し、高感度・高解像度のカメラが普及してきており、流況の詳細な把握に役立っている。また、画像処理を用いた自動計測技術も提案されていることから、CCTVカメラを用いた水位観測技術の実用化への期待が高まっている。

「河川砂防技術基準調査編」が平成26年4月に改定され、CCTVカメラを利用した水位観測は、自記式水位計の観測値の校正・補完に利用できると明記された¹⁾。しかし、その実用化にあたり、CCTVカメラ画像から水位標を目視で読み取る方法は明確に定められていない。また、実河川を対象とした自動計測技術による継続的な水位観測の実測事例は少なく^{2,3)}、観測条件や精度について十分に検証されていない。

本検討は、CCTVカメラを用いた水位観測の技術の実用化に着目し、高解像度CCTVカメラの整備が進んでいる八代河川国道事務所管内を実フィールドとして「高解像度CCTVカメラを用いた流況の記録、自動解析の結果、実用化に向け考察すべき事項」等について報告する。

2. 目的

CCTVカメラを用いた水位観測の技術の実用化を目指し、実フィールドを対象に以下の項目の適用性を検討し、成果の活用と課題の具体化を図ることを目的とする。

- ・CCTVカメラを活用した目視水位観測精度の向上
- ・水位自動解析システムによる水位計測の実現
- ・本手法の基盤・汎用観測への活用と課題の整理

3. 準備

(1)検討対象箇所

検討対象箇所は、八代河川国道事務所管内において高画質(HD画質)対応CCTVカメラが整備されている水位観測所4箇所(萩原、大野、渡、人吉)と従来画質(SD画質)対応CCTVカメラが整備されている水位観測所1箇所(柳瀬)とした。

(2)水位標の設置

水位観測には、観測対象物(水位標、橋脚、堤防等)の設定が必要条件となる。本検討は水位観測の基準となる水位標を観測対象物として設定した。

また、本検討の課題の一つとして、夜間時における水位標の視認性が低下することが予め想定できたことから、その対策検討として、反射型水位標と蓄光型水位標をそれぞれ設置した。

- ・反射型水位標：表示部又は下地部が反射材で構成
- ・蓄光型水位標：表示部又は下地部が蓄光材で構成

(3)解析対象データの取得

5か所の水位観測所のCCTVカメラを用い、水位標の1cm目盛が1ピクセル以上となるように水位観測用の画角を設定し、本検討で使用する解析対象データとなるCCTVカメラ映像を取得した。

画角は、水面から概ね1mを見通せるよう設定したもの(近景)と、1cmが1ピクセル以上となる範囲内で可能な限り遠方から見たもの(遠景)の2種を基本とした。

また、天候により監視映像が大きく異なることが想定されたため、晴天時、水位が上昇し水面が著しく上下する降雨時、視認性が極度に低下する夜間時の天候条件を設定し、それぞれデータの取得を行った。平成26年6月25日から12月末までの約半年間で、水位や天候の状況を見ながら、取得可能な映像を手動で保存し、結果として①昼間晴天時、②昼間降雨時、③夜間降雨時のデータ、11映像を解析対象とした。

4. 目視による水位観測の実施

(1)SD画質とHD画質の視認性

まず、高画質(HD画質)と従来画質(SD画質)の視

認性の比較を実施した。検討結果を図-1及び以下に示す。

- ・HD画質の画角は、1920×1080pixelとなることからSD画質の画角(640×480pixel)と比較するとより広域を視認可能である。
- ・水位標を拡大した場合、HD画質は1cm目盛の境界が鮮明であるが、SD画質では不鮮明であった。

上記より、平常時の画像については、HD画質は1cm精度での読取が十分可能であることが確認できた。

(2)昼間時の目視による水位観測

昼間晴天時と昼間降雨時のデータから、目視により1cm精度の水位観測が可能な範囲は以下であることを確認した。

- ・HD画質の場合は、CCTVカメラと水位標の距離は最大約140m程度。
- ・SD画質の場合は、CCTVカメラと水位標の距離は最大約20m程度。

(3)夜間時における水位標の視認性

夜間時の課題は、日没による視認性の低下により水面及び観測対象物の確認が困難となることである。これに対し、水位標、電子増感度、照明に着目し、水位の1cm単位での精度の観測可否について確認した。

1)結果概要

結果、目視により1cm単位での精度の水位観測が可能な範囲は以下であることを確認できた(図-2)。

- ・蓄光型水位標が設置してあること。
- ・晴天時と同様、HD画質の場合は、CCTVカメラと水位標の距離は最大約140m程度。
- ・電子増感度を1cm目盛が視認可能となるように適切に設定すること(自動感度設定では不可)。

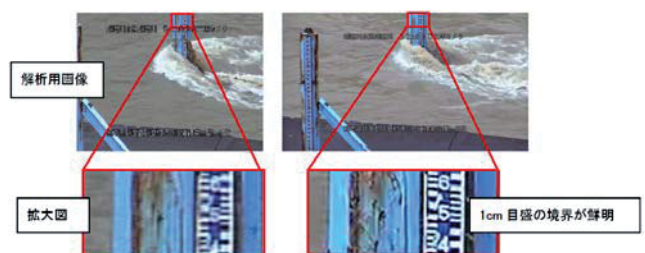


図-1 従来(SD)画質(左)とHD画質(右)の視認性
(渡水位観測所の例)

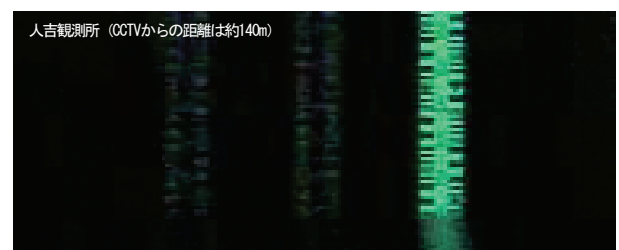


図-2 通常(左)、反射型(中)、蓄光型(右)水位標

- ・照明を使用する場合は、ハレーションに留意する。蓄光型水位標では照明は使用しない。反射型水位標の場合は、低指向性の照明を使用する方がハレーションを起こしにくい。

以下に検討の詳細を述べる。

2) 電子増感度の設定に関する検証

CCTVカメラは、夜間時における視認性低下への対応策として自動電子増感度設定機能を有しており、流況監視においては夜間時の視認性を向上させる効果がある。

しかし、この機能は、画像内の輝度等を判定し電子増感度を自動設定するため、光を反射しやすい量水標等は、光の散乱により視認できない現象（ハレーション）を起こし、観測対象物が視認できないといった問題が生じる場合がある。

そこで、自動設定の影響を排除するために、手動にて各観測所の水位標の1cm目盛が視認できる電子増感度を設定し、各観測所や照明の有無による見え方の違いについて検証した(表-1)。検証結果を以下に示す。

- ・夜間時に1cm目盛を視認可能となる電子増感度の倍率は、各箇所では異なっていた。
- ・照明が設置してある水位流量観測所では、照明点灯時において電子増感度の最小値である1倍においてもハレーションが発生する箇所があった。
- ・同一観測所においても近景と遠景によって、1cm目盛を視認できる電子増感度の倍率は変化した。

3)ハレーションに関する検証（照明と水位標）

1)の検討において、照明点灯時にハレーションが頻繁に発生する結果となった。この結果を受け、CCTVカメラによる夜間観測に適した観測施設条件を検討するため、水位標型式（蓄光式1種、反射式4種）、投光器型式（高指向性のサーチライト、低指向性のレフランプ）を用いて距離別の視認性を検証した(表-2)。

a)水位標型式による差異

- ・蓄光式水位標は、照明装置を点灯するとハレーションが発生するが、照明を点灯しない状態であれば、夜間周囲に明かりがない状態で80m、朝方であれば100mの視認ができた。
- ・反射型水位標は、反射抑制シートを貼ったものが最も視認性がよく、低指向性投光器使用の場合、ハレーションが発生せず全ての設置距離において視認可能であった。
- ・なお、水位標背景色、文字色は、背景色：赤、文字色：白の場合、視認性が良好であった。

b)投光器型式による差異

- ・高指向性投光器（サーチライト）は、50m以上距離が離れるとハレーションが発生し視認困難となる。

表-1 手動による電子増感度の設定による視認性の確認

※画角1は近景、2、3はやや遠景で水位標を見たものであり異なる画角である

観測所名	面角	照明	電子増感度倍率											
			1	2	4	6	8	10	16	32	64	128	256	
1 萩原	水位観測1	—	×	○	○	○	○	○	○	○	H	H	H	
	水位観測2	—	×	○	○	○	○	○	○	○	H	H	H	
3 濃	水位観測1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	水位観測2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
4 人吉	水位観測1	ON	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
		OFF	×	×	×	×	×	×	×	○	H	H	H	
	水位観測2	ON	H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	H	
		OFF	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
	水位観測3	ON	H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	H	
		OFF	×	×	×	×	×	×	×	○	○	H	H	
5 一武	水位観測1	—	×	×	×	○	○	○	○	○	H	H	H	
6 淋	水位観測1	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—	×	
7 柳瀬	水位観測1	ON	○	○	H	H	—	—	—	—	—	—	—	
		OFF	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	

凡例 ○:視認可、×:視認不可、H:ハレーション発生、—:計測省略

表-2 投光器および水位標を用いた距離別視認性

光源	量水標	距離									
		30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m		
		視認 電子増感 度	視認 電子増感 度	視認 電子増感 度	視認 電子増感 度	視認 電子増感 度	視認 電子増感 度	視認 電子増感 度	視認 電子増感 度	視認 電子増感 度	
無し	①蓄光型量水標	○	64	○	64	○	64	○	64	△	64
	②全面反射	×	256	×	256	×	256	×	256	×	256
	③全面反射(反射抑制シート)	×	256	×	256	×	256	×	256	×	256
	④部分反射(40%)	×	256	×	256	×	256	×	256	×	256
	⑤部分反射(20%)	×	256	×	256	×	256	×	256	×	256
200w ランプ	①全面反射	○	1	○	8	△	8	○	16	△	8
	②全面反射(反射抑制シート)	○	1	○	8	△	8	○	16	△	8
	③部分反射(40%)	○	1	○	8	△	8	△	16	△	8
	④部分反射(20%)	○	1	○	8	△	8	△	16	△	8
サーチ ライト	①全面反射	○	1	○	8	△	8	H	1	H	1
	②全面反射(反射抑制シート)	○	1	○	8	H	8	H	1	H	1
	③部分反射(40%)	○	1	○	8	△	8	H	1	H	1
	④部分反射(20%)	○	1	○	8	△	8	H	1	H	1

凡例
○:目盛視認可
△:一部目盛視認不可
×:目盛視認不可
H:ハレーション発生

※部分反射に示す%は表示面に使用する反射材の割合

- ・低指向性投光器（200Wレフランプ）は、50m以上距離が離れてもハレーションは起こらないが、画像上にノイズ等が発生する。

5. 水位自動解析システムによる解析の実施

4.にて、CCTVカメラを使用した水位の目視観測の留意点を明らかにした。一方、目視による継続監視は運用に限界があり、また洪水時に水位標が流失した場合には、読取そのものが極めて困難となる問題がある。

この課題に対する解決策として、近年開発が進んでいる画像処理を用いた自動計測技術の適用を試みた。現在適用可能な3手法を採用し、取得した解析対象データに対して水位自動解析を実施し、継続監視や汎用観測への適用性を検証した。

(1)水位自動解析システムの採用

水位自動解析システムとして、現在検証可能な3手法を採用した。各手法の特徴は以下の通りである。

- ・動画パターン手法：映像の変化量で水位線を読取（水の流れ（動）と対象物（不動）の違いを検出）
- ・画像背景相関手法：画像の持つ諸変化量から読取（静止画の時間前後比較から喫水線を検出）
- ・輝度分析手法：画像の持つ輝度分布から水位を読取（静止画の輝度分布から喫水線を検出）

3.(3)にて取得した11映像に対し、①これらの3手法による解析、②目視計測による読取、③近接するテレメータ値を比較検討し、水位自動解析に求められる条件や有効性について検証した。

表-3 水位自動解析結果 (11映像)

観測所	条件	平均水位 (cm)				
		水位計	目視	自動解析システム		
				動画パターン	画像背景相関	輝度分析
萩原 [200cm] ※1 [水位計種類] 主: リードスイッチ式 副: 電波式	昼間晴天	86	85	83	85	82
	昼間降雨	81	79	(77) ※2	79	78
	夜間降雨	71	71	71	71	63
大野 [650cm] ※1 [水位計種類] 主: 水晶水圧式 副: 水晶水圧式	昼間晴天	—	—	—	—	—
	昼間降雨	321	目視不可	318	315	336
	夜間降雨	—	—	—	—	—
渡 [500cm] ※1 [水位計種類] 主: 水晶水圧式 副: 水晶水圧式	昼間晴天	128	目視不可	121	123	111
	昼間降雨	244	目視不可	293	285	264
	夜間降雨	—	—	—	—	—
人吉 [200cm] ※1 [水位計種類] 主: 水晶水圧式 副: 水晶水圧式	昼間晴天	-73	-71	-70	-72	-72
	昼間降雨	-76	-74	-75	-73	-76
	夜間降雨	-70	-68	-74	-67	-76
柳瀬 [500cm] ※1 [水位計種類] 主: 水晶水圧式 副: フロート式	昼間晴天	200	200	208	205	197
	昼間降雨	399	目視不可	414	389	409
	夜間降雨	—	—	—	—	—

※1: 観測所の [] 内数字は各観測所の水防団待機水位を示した。

※2: () は出力したが出力値にブレが多かった映像

(2)水位自動解析の結果と考察

解析結果を表-3に示す。結果から、以下の傾向と特徴が抽出された。

- いずれのデータに対しても、水位自動計測は1cm単位での解析結果の出力が可能(全観測)。
- 水位標の流失や水没等、目視で読取ができない場合でも、解析結果の出力が可能(大野、渡、柳瀬)。
- 昼間晴天時は、テレメータ値、目視判読結果との誤差が0cm～3cm程度と比較的近い出力結果を示すが、風によるブレで出力不良が発生することがあった。
- 昼間降雨時、水位が高くなる時、水位計の観測値と大きな差を示すことがあることを確認。
- 夜間降雨時において、一部8cmの誤差を示す。生じた誤差に対し、発生原因、条件等を考察した。

1) CCTVカメラのブレによる検知誤差 (萩原昼間降雨)

萩原観測所の昼間降雨時の映像は、風によるブレが著しい映像であった(当時同地域の風速は8～12m/s程度)。結果から、手法によっては風ブレによる計測値の影響を強く受けていることが分かった(図-3)。以下考察する。

- 水面上下変動と風の影響による揺れを画像で確認(図-4)。
- 動画パターン方式では、水面の上下変動は検知できるものの、画角全体の揺れによって、動画内の流れをグループ化できず出力値が乱れたと考えられる。

屋外に設置されたCCTVカメラは、風などの影響でブレが生じることがある。画像処理を行う際には、これらのブレの影響を考慮した計測方法を設定しておくことが重要であることが分かった。本課題に対する解決策として、画角内の揺れの少ない部分を解析対象範囲としたり、評定点補正をかけるなどの対応が想定される。

2)夜間時の検知誤差 (萩原及び人吉観測所 夜間降雨)

夜間の自動解析の結果では、輝度分析手法が、他の手法より低い水位を出力した(図-5.緑点線部)。これは、

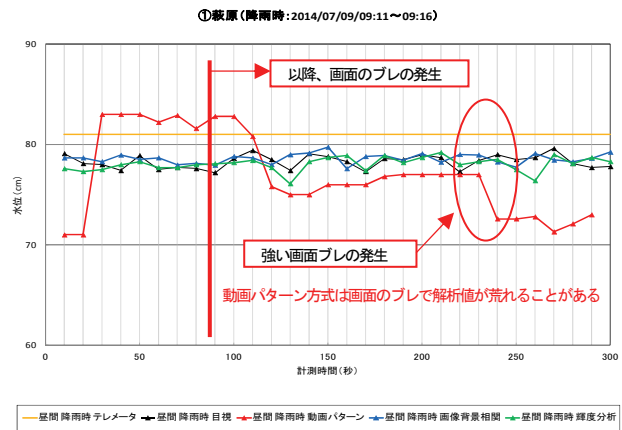


図-3 萩原観測所 昼間降雨時 結果



図-4 ブレのある映像 (萩原観測所 昼間降雨)

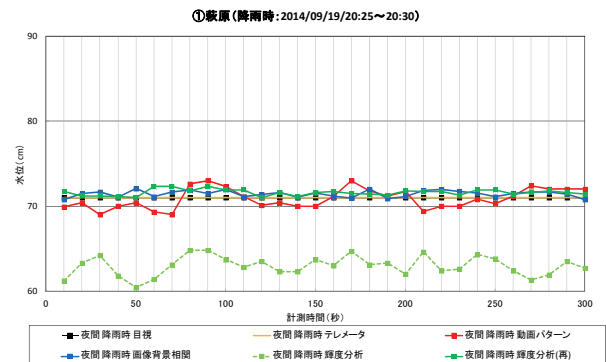


図-5 萩原観測所 夜間降雨時 結果

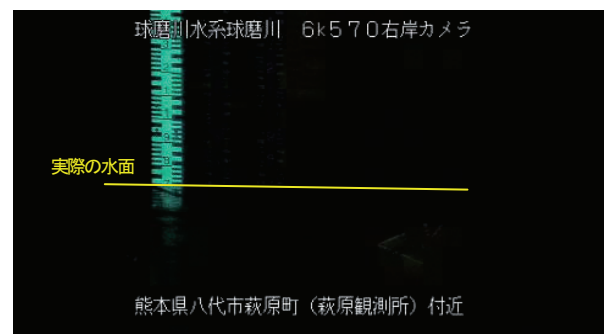


図-6 萩原観測所 夜間降雨時 各水位標の見え方

蓄光型水位標の喫水線をうまくとらえることができず、水面下の水位標目盛りや水面の反射の発光部を検出したためだと考えられる(図-6)。

この課題に対する解決策として、視認できる全反射型、

非反射型の水位標等他の解析対象物を用いることにより、水面捕捉精度が向上することを確認した（図-5.緑実線部）。

監視対象箇所には、複数種類の水位標を設置し、現地の天候や明るさ等の条件に応じて読取対象を変更することが有効であった。

3)降雨時の検知誤差（渡観測所 昼間降雨）

テレメータ値や目視結果との乖離が大きかった渡における降雨時の水位自動解析結果の条件・要因について検討した。図-7、図-8に結果及び映像を、以下に影響する要因について考察した。

- ・洪水により下部の水位標が外れたため、目視観測はできず、自動解析とテレメータ水位の結果である。
- ・降雨によって流速が増加し水面が水位標(H鋼)と接触する箇所で局所的な堰上げが発生していた。
- ・本検討の水位観測方法では、水位標の中心地点の水位を観測するため、局所的な堰上げの影響を含んだ水位を観測する結果となった。

画像処理による水位観測は、計測時の設定点における最高水位線を抽出するため、局所的な堰上げの影響を直接的に回避することは困難である。そのため、以下のような対応を講じることが必要である。

- ① 堰上げの影響の少ない対象物の選定（護岸等を利用した計測）
- ② 対象物への堰上げの影響の軽減対策（上流部側への堰上げ防止構造物の設置等）
- ③ 流速の増加に伴い増大する局所的な堰上げの影響に対する補正計算と補完

特に、上記で得た課題と対策は、河川砂防技術基準で規定する、目視観測でも同じ課題を包含していると考えられる。渡観測所の映像の様な流況を目視観測する場合、目視者の経験・判断に負うところが大きい。今後これらの解決策について検討を進める必要がある。

4)カメラ画像解析により得られた河川水位の変化の考察

本研究におけるカメラ画像解析による河川水位は、取得した映像を1秒間隔で解析し、10秒平均で出力した結果で評価を行っている。画像データはリアルタイム・任意設定で処理活用ができることから、図-9に示すように、解析から得た値を1秒値や10秒平均値と比較することも可能である。また、映像から観測所周辺の状況把握（波浪・支障物等）ができるため、実際の波高を含む最高水位を確認することができる。

水文観測上、河川水位は10分を最小単位として出力しているが、観測値として出力される10分値（テレメータ値等）は、波浪等の影響を除いた水位の観測値を出力するため、一定時間内で平均した値を記録することもある。

記録蓄積されたカメラ映像と解析結果を同時にかつ詳細に確認できる本技術は、河川水位の実態把握や、波高を含む最高水位の確認、波浪・支障物が水位観測に及ぼ

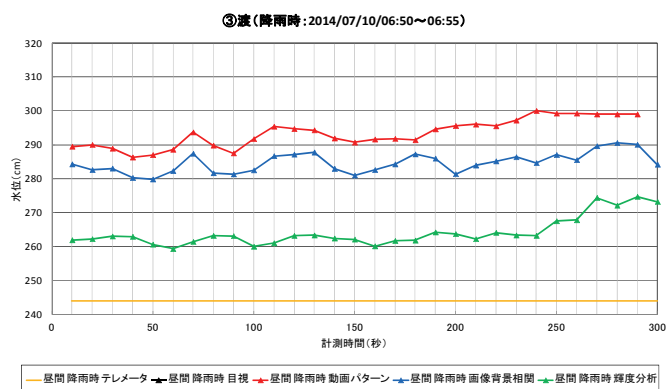


図-7 渡観測所 昼間降雨時 結果



図-8 水位標(H鋼) 全面堰上げ映像（渡観測所）

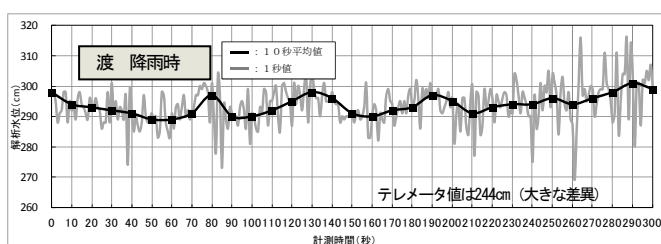
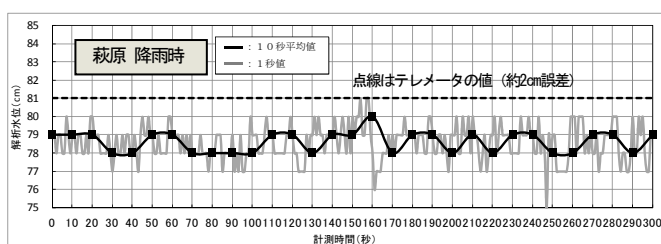


図-9 取得画像解析結果の平均間隔の変化比較

す影響の議論等への有効な基礎資料となりうると考える。引き続き、これらの特徴についても検討の深度化を深める必要がある。

6. 水位自動解析システムの実用化に向けた検討

実用化、汎用観測への採用に向けた、評価事項、課題及び留意事項を以下にまとめた。

1)運用に関する事項

既設カメラを解析に活用する場合、流況監視画角(広範囲)から、水位監視画角(水位標等の対象)への切替えを行う必要がある。現在のCCTVカメラ仕様⁴⁾では、定期的な自動制御の機能は有していない。そのため、水位の自動解析の実現には①カメラ画角の自動制御・保存機能などの整備や②専用カメラの設置が求められる。

2)精度に関する事項

低水時の画像処理による水位計測は、目視観測やテレメータ水位と比較し、0cm～8cm程度の水位差が生じたものの、10cm精度に収まっていた。一方で、降雨時、水位上昇時は、5. で述べたとおり様々な課題が明らかとなった。この解決に向け、画像処理技術のさらなる開発・改善と、対象物や対象物に接する水位について、引き続き条件確認と検証を行っていくことが必要である。

7. 結論

CCTVカメラを利用した水位自動解析の実現に向け、解析手法や観測精度及び諸条件について検討・検証を行い、実用化に資する評価ポイントと、精度の確保に向けた多くの課題や留意点を明らかにすることができた。以下に結果概要を示す。

1)CCTVカメラを使用した目視観測精度の向上

- ・CCTVカメラ設備機器仕様書⁴⁾で推奨するHD画質のカメラ適用により、目視観測においても高い精度の確保が期待できることを確認した。
- ・1cm精度の読取が確保できるCCTVカメラと水位標間の距離はHD画質で140m、SD画質で20mとなった。
- ・夜間時対応として蓄光型水位標の設置が有効である。
- ・電子増感度は、ハレーションが発生しないように適切に設定することが望ましい。
- ・投光器を使用する場合は、指向性の低いランプと反射型水位標、蓄光型水位標の併用が有効。

2)画像処理による水位自動解析システムの実現に向けて

- ・3種類(動画パターン法、背景画像相関法、輝度分析法)の手法にて水位自動解析を実施、各システムとも1cm単位での水位観測値の出力を確認した。
- ・観測対象物を正確に測量・設定しておくことで、水位標の流失時にも画像処理による計測が可能。
- ・風による影響や夜間の水面検出が困難な場合などの悪条件には、補正技術や複数種類の対象物を設定することでの対応が考えられる。
- ・水位堰上げが生じる対象物の水位観測には、堰上げの影響を抑える、または堰上げの影響を補正する技術の適用が必要。
- ・画像処理技術の性能向上だけでなく、解析対象物の

適切な設定や現行のカメラ性能の機能向上(画角の自動制御等)も併せて行っていくことが望ましい。

8. 今後の課題

1)観測対象時間の長期化

今回はCCTVカメラの通常監視業務への配慮、画像抽出作業の煩雑性等から、解析対象データを5分間としてデータを取得し、分析を行ったが、精度の乖離に対する検証には引き続き多くのデータの収集と解析が必要である。長期自動計測の検証、高水時の水位計測の検証等を行っていくことが必要となる。

2)H鋼等による水位堰上げ時への対応

堰上げの影響により解析結果とテレメータ値の乖離が確認でき、流速や流量と堰上げ高さの相関や、対象物の選定方法の具体策など、解決策を検討する必要がある。

今後は、流量観測業務時に、追加の調査項目として、水位の画像処理が可能な画角を録画しておき、堰上げ高さの補正方法の検討・検証を実施等の検討が必要である。

3)最高水位の比較検討

現在の水位観測は10分値を最小単位としているが、昨今の豪雨災害等を勘案すると、急激な水位変動や水位変動の詳細把握への対応も求められることが想定される。画像処理技術は、画像から最大水位や平均水位等の細かい計測も比較的簡易に対応可能であり、水位以外の河川の流況等多くの情報を併せてえることができる。継続観測による検証を行い、適用性を高めることが重要である。

4)基盤・汎用観測への活用

現在の水位観測は水位計の二重化を行い運用しているが、2つの計測値に異常・水位差が生じる場合や、九州北部豪雨時の教訓を考慮すると、画像処理による水位計測の実用化は大きく期待される。

本検討の結果を生かし、さらに検討、検証を行い、適用性を高め、CCTVカメラを用いた水位自動解析システムの実用化によって、継続的な水位観測・水文観測の精度・バックアップ機能の向上、防災業務への支援、洪水流の実態把握など多くの場面で活用できると考えている。

参考文献

- 1) 国土交通省: 河川砂防技術基準 調査編, H26.4.
- 2) STIVによる劣悪な撮影条件での河川洪水流計測, 藤田一朗, 安藤敬済, 堤志帆, 岡部健士, 水工学論文集 第53巻 pp.1003-1008, H21.2
- 3) ステレオ画像を利用した自由水面の水位分布計測法の開発, 椿涼太, 藤田一朗, 水工学論文集 第48巻 pp.523-528, H15.2
- 4) 国土交通省: CCTVカメラ設備機器仕様書(案), H26.3

(2015. 4. 3受付)