

CCTV カメラ等を活用した水位観測の手引き (試行版)

平成 30 年 3 月

国土交通省 水管理・国土保全局

河川計画課 河川情報企画室

CCTV カメラ等を活用した水位観測の手引き（試行版） 目次

1. 総説.....	1
2. 水位の基準面の取り方.....	4
3. 水位観測の方法.....	5
4. 水位標の読み方.....	5
5. 水位観測に用いる CCTV カメラの選定と設置.....	8
6. 水位観測所が備えるべき設備.....	9
6.1 総説.....	9
6.2 CCTV カメラ等のカメラ.....	10
(1) 最低被写体照度.....	12
(2) 露出調整機能.....	14
(3) プリセット機能.....	17
(4) 旋回装置（静止精度）.....	18
6.2.2 CCTV カメラ等の画角設定.....	19
6.2.3 CCTV カメラ等の水位観測用カメラと水位標等の構造物の距離.....	21
6.2.4 カメラ設置.....	23
6.2.5 自動記録装置.....	26
(1) 録画映像等の記録.....	26
(2) 録画映像の保存・保管.....	26
6.2.6 自動データ転送装置.....	27
6.3 照明装置.....	28
6.4 水位標.....	32
6.4.1 水位標.....	32
6.4.2 水準基標.....	35
6.4.3 水位標の設置.....	36
7. 観測所台帳.....	38
8. 水位観測.....	39

8.1 CCTV カメラ等による観測	39
8.2 画像解析システム	40
8.2.1 画像解析システムの概要.....	40
8.2.2 画像解析システムの導入.....	43
9. 水位観測所の維持及び管理	44
10. 用語集	45
(1) CCD.....	45
(2) 画素（有効画素数）	45
(3) 解像度.....	45
(4) 最低被写体照度	45
(5) 単板カメラ・三板カメラ.....	45
(6) 電子感度	45
(7) 露出調整機能.....	46
(8) S/N 比.....	46
(9) オートアイリス	46
(10) 出力映像	46
(11) プリセット機能	46

1. 総説

<考え方>

水位観測において、計画規模やそれを超過する出水時に、接触型水位計の流出や超音波式水位計や電波式水位計の冠水などにより水位が欠測する場合が生じ、重要な水文観測資料である水位計測値が記録できない状況が生じている。

こうした課題に対し、空間監視用に河川周辺に設置されている CCTV カメラの多くは河川管理施設の屋上や専用ポールに設置されており、流出の可能性が低く、また、水面の状況を映像で捉えることができ、現地の流況等も把握できることから、CCTV カメラの活用が期待されている。

本手引き（試行版）は、水位計や観測機器の流出や故障等に備えた CCTV カメラ等の活用に資することを目的とし、カメラ映像（非接触型）による水位観測を実施するために必要な技術的事項を定めるものである。

なお、本手引き（試行版）で扱う水位および水位観測の定義は「河川砂防技術基準 調査編」の記述に準拠するものとする。

<解説>

水位観測の課題に対する CCTV カメラの活用に関して、平成 14 年 4 月 22 日に国土交通省河川局河川環境課長通達により CCTV カメラによる目視観測をバックアップとして整備する方針が通知された。その後の平成 24 年九州北部豪雨災害など、計画規模を上回る出水時の水位計測の欠測事例を踏まえ、平成 29 年 5 月 24 日の同河川計画課長通達により、より積極的に CCTV カメラ等の画像・映像を活用した水位観測の実施について通知がなされた。

また、平成 30 年 2 月現在、「河川砂防技術基準 調査編」（平成 26 年 4 月改定）には、CCTV カメラが主な水位計の種類の一つとして位置付けられているが、CCTV カメラ等による映像を用いた水位観測の手法などについて記載されていない。

そこで、本手引き（試行版）では CCTV カメラ等を活用して水位を計測する手法、計測を行う場合の留意点などを整理し、作成した。

- 国土交通省河川局河川環境課長通達：「今後の水文観測業務の実施方針について、国河環第 11 号、平成 14 年 4 月 22 日」

5. 技術開発を行う観測所

2) 高度化の措置

③自記水位計の二重化

観測の安定を図るべく、観測機器を二重化する。なお、二重化は記録部のみではなく、センサーの二重化をはかる。

④CCTV の設置

水位計の故障等に備え、光情報管路を利用し CCTV による目視観測をバックアップとして整備する。

- 国土交通省河川局河川計画課長通達：「水文観測（降水量、レーダ雨量、河川の水位及び流量観測）業務の実施方針、国水情第 1 号、平成 29 年 5 月 24 日」

3. 観測体制、観測環境の整備

3) 観測機器等の冗長化

今回の改正により、観測器機の流出や故障が発生した場合を想定し、細則第 2 条第一号において、水位標による目視観測に加え、画像解析からの水位観測を可能とすることとした（水位標の目視観測には、CCTV 等の画像・映像からの判読を含む）。

CCTV 等の画像・映像の活用に当たっては、既存の CCTV の活用はもとより、必要に応じ新たに設置することも検討すること。また、CCTV 等の画像・映像を水位、流速の観測に活用するためには、プリセット位置をあらかじめ設定する必要があるため、防災訓練等を通じて、出水期前に動作確認をしておくことが重要であることに留意すること。

■ 河川砂防技術基準 調査編、p.第2章第3節-3、平成26年4月

3.3 水位観測の方法

<例 示>

河川等の調査でよく使われている水位計には次のようなものがある。

表 2-3-1 主な水位計の種類

検出方式	機器名称	説明
接触型 フロート式	フロート式水位計	水面に浮かべたフロートと錘とをワイヤーで結び、そのワイヤーを滑車にかけて、回転量を記録する。設置については観測井が必要である。
	リードスイッチ式 水位計	水中に測定柱を立て、その中に磁石の付いたフロートと一定間隔に並んだリードスイッチを配置し、フロートの上下によるスイッチの ON/OFF により水位を測定する。設置のために H 鋼杭などの支柱が必要である。
接触型 圧力式	気泡式水位計	水深と水圧が比例することから、水中に開口した管から気泡を出すときに必要な圧力を測定し、機械的または電気的な変換により水位を測定する。気泡管を水中に固定するだけで設置は簡易である。気泡発生装置が必要である。
	水圧式水位計	水中に設置された圧力センサの信号を電気的に変換して水位を測定する。センサには半導体式や水晶式などの種類がある。電池で長時間作動し、データを記録するロガー付きの小型タイプのものであれば、現場に機器を取り付けるだけで、比較的簡単に水位の時間変化測定を行うことができ、簡易観測*にも用いることができる。
非接触型	超音波式水位計 電波式水位計	超音波又は電波送受波器を水面の鉛直上方に取り付け、超音波または電波が水面に当たって戻ってくるまでの時間を測定することにより、水位を測定する。非接触型であるため、流路の変動時に対処しやすい。
	CCTV カメラ	水位標または橋脚や護岸など水面輝度の違いを認識できる場所を利用して、CCTV カメラから水面位置を認識し、水位標や事前測量データと組み合わせることで水位を観測する。CCTV カメラによる水位標等を利用した水位観測は、状況によっては自記水位計による水位観測値の校正もしくは補完に利用できる。一般に継続的な観測には適していないため、簡易観測*に用いられる。

簡易観測*：精度を確保した長期的な統計資料として活用することを主目的とせず、概略的、緊急的、若しくは臨時的に、洪水時の特定の水利・水文状況等について個別具体的に設定し、それに適した簡易的な方法・センサ等で観測することを指す。本章の第1節 総論 カテゴリー2 やカテゴリー3 の観測において有効となる。重要区間等で水位を密に把握するために設置するデータ発信機能付きのアドホック型水位計による観測や、本節の 3.9 洪水痕跡水位調査での利用が考えられる最高水位計（洪水後に最高水位のみが把握できるように工夫された水位計）による観測は、その具体例である。

2. 水位の基準面の取り方

<考え方>

水位の測定表示単位は、mとし、読み取り最小単位は、1/100mとする。

水位の基準面の取り方には、主に以下の3種類がある。

- 1) 水位観測地点において、当該地点独自の基準面を設定し、そこからの水面の高さとする方法。
- 2) ある水系内の上流から下流に至る観測所間での水位の相互関係を明らかにするため、当該水系独自の基準面を設定し、そこからの水面の高さとする方法。
- 3) 東京湾平均海面（T.P.）を基準面とし、そこからの水面の高さとする方法。

上記1)の基準面の取り方は、水位観測の目的（水防活動の基準等）や河川断面・堤内地標高等の特性を考慮して最も適切な基準面（零点高）を地先ごとに定める方法である。

しかし、それだけでは、複数地点の水位を比較することができないことから、水系一貫の河川計画・管理を行う場合には、上記2)、3)のように当該水系における統一基準面を設定した上での基準面の取り方が有効となる。上記3)の基準面の取り方は、水面の標高表示といえるものであり、水系をまたがる全国統一基準面での水位となる。水系内の統一基準面をT.P.とすることが多いが、水系により独自の統一基準面を設定している例（利根川水系：Y.P.、荒川・多摩川水系：A.P.、淀川水系：O.P.等）もある。

また、水位は、河川・湖沼等における流れ、貯留量等を把握するための基本量であることから、一般には波浪の影響を受けない平均的な水面の高さを測定する必要がある。このことから、水位は、波浪の影響を受ける瞬時値ではなく、当該地点の水理特性を表す時間平均値として計測することが必要である。

<参考となる資料>

水位観測の基準面や表示の概念の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修，(独)土木研究所編著：水文観測，第3章 水位調査 3・1 概説，全日本建設技術協会，2002.

3. 水位観測の方法

<標準>

水位観測所に設置された水位標等の構造物を CCTV カメラ等で観測する非接触型水位計測技術は、水位標等の構造物を利用して、CCTV カメラ等から水面位置を認識し、水位標や事前測量データと組み合わせることで水位を観測する。

CCTV カメラ等を利用した水位観測は、状況によっては自記水位計による水位観測値の校正もしくは補完に利用できる。

なお、CCTV カメラ等による水位観測値は、自記水位計と同様、同一横断面内に設置した水位標による水位観測値と一致していることが原則であり、必要に応じて水位標による観測によって校正もしくは補完するものとする。

4. 水位標の読み方

<必須>

CCTV カメラ等による水位観測で、水位標により水位を観測する場合、水位標の（流下方向の）真ん中の目盛りと水面が交差している箇所の水位を読む。（表 1）

それ以外の構造物を基準に水位を観測する場合、構造物による堰上げの影響を受けない位置で水位計測点を設定し、その位置と水面が交差している箇所の水位を読む。

（洪水時の）波がある場合は、水位標の真中または水位計測点の最高値と最低値を読み、その平均値を観測水位とする。

<解説>

「水文観測業務規程細則」（平成 29 年 3 月 31 日改定）に、以下の通り記載されている。

（観測の方法）

第 12 条 観測の方法は、次の各号に掲げる観測の種目に応じ、それぞれ当該各号に定めるところとする。（中略）

三 河川の水位

河川に設置された自記水位計又は水位標（量水標）の観測による方法

出典：水文観測業務規程

（定義）

第 2 条 この細則において、次の各号に掲げる用語の定義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。（中略）

一 観測

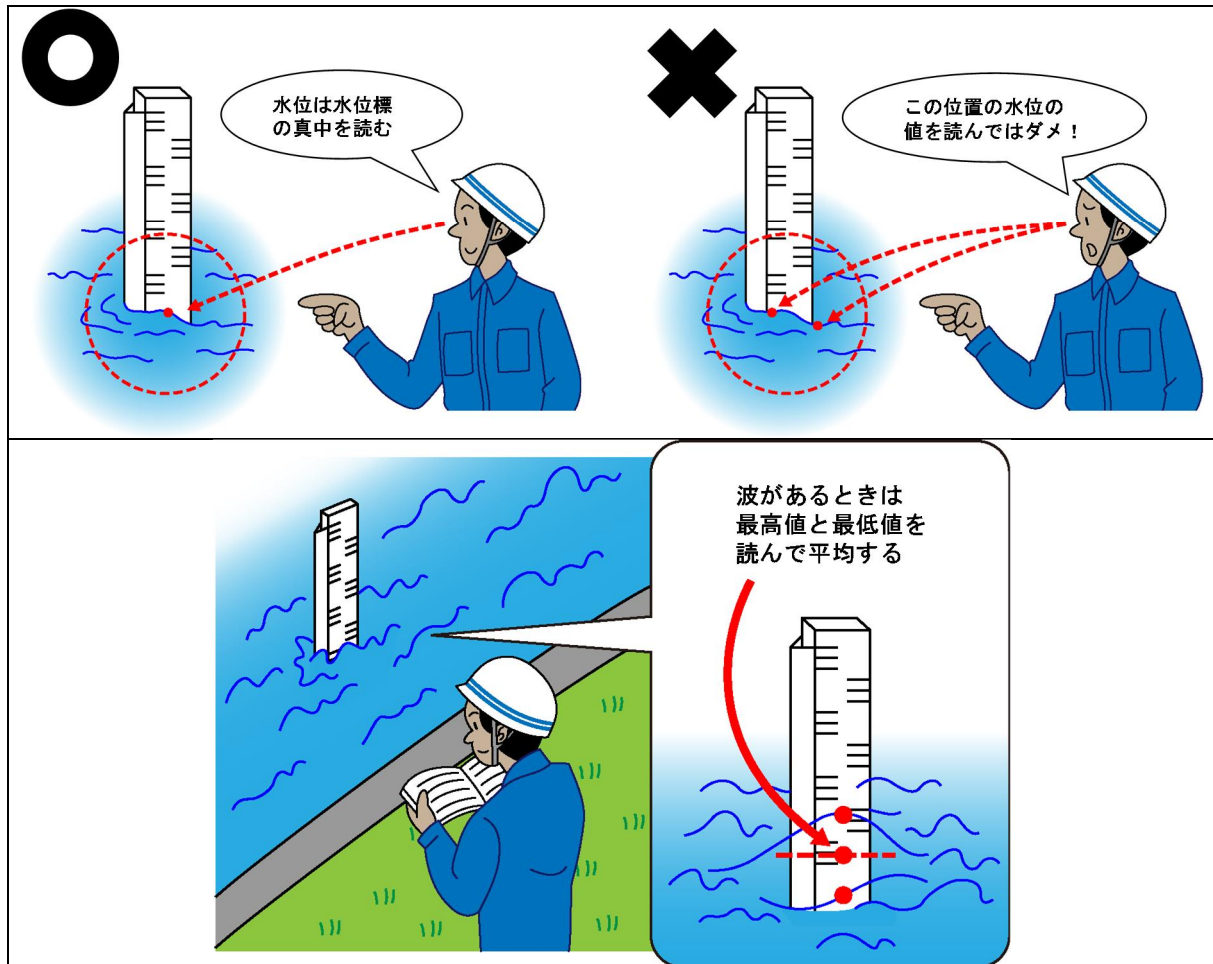
イ 水位標（量水標）観測

水位標の目視又は画像解析による観測をいう。

出典：水文観測業務規程細則


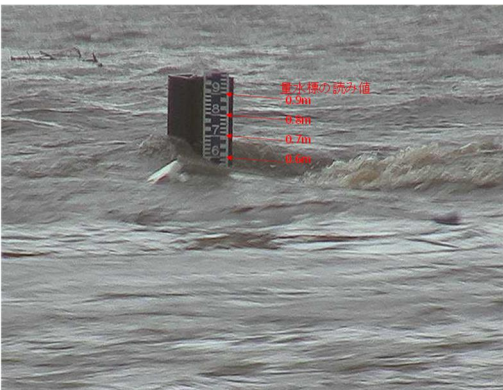
河川の水位は、自記水位計又は水位標の観測による。このうち、水位標の観測については、水位標の読み方を定義した基準等がほとんどなく、表 2 に示すように、特に洪水時の水位標の目視結果は観測員による人為的誤差が大きい。このため、水位標の読み方を定義する（表 1）。

表 1 水位標の読み方



<参考となる資料> 1) に着色

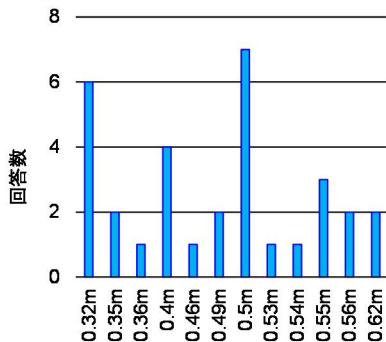
表 2 水位標の読み値に係わる事例

ケース 1 (静止画)	ケース 2 (静止画)
	

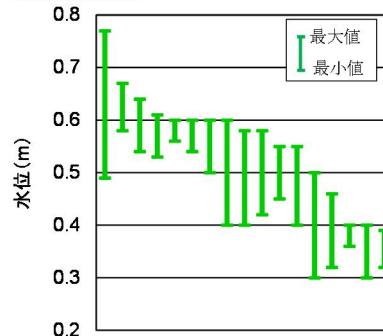
複数の流量観測業者へのアンケート結果

- ・ ケース 1 とケース 2 の動画と静止画について、複数の流量観測業者にヒアリングを実施し、水位標の読み値を聞いた結果、下図のとおりとなった。
- ・ ケース 1 では、約 30cm (静止画)、約 40cm (動画) の水位のばらつき。
- ・ ケース 2 では H 鋼による水位堰上げが少ないものの、約 7cm (静止画)、約 10cm (動画) のばらつき。

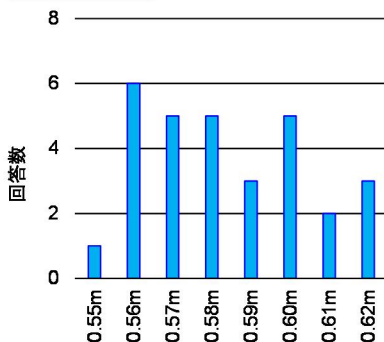
ケース1: 静止画



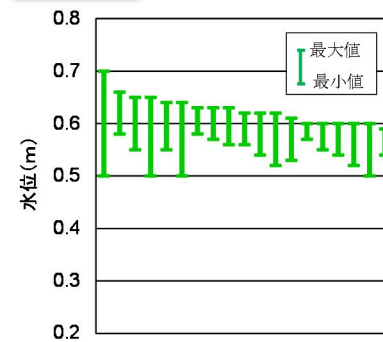
ケース1: 動画



ケース2: 静止画



ケース2: 動画



<参考となる資料>

- 1) 絵でみる水文観測、社団法人中部建設協会、p.93、平成 13 年 9 月。
- 2) 平成 27 年度 CCTV カメラを用いた水文観測高度化検討業務、九州地方整備局河川部、平成 28 年 2 月。

5. 水位観測に用いる CCTV カメラの選定と設置

< 必 須 >

水位観測に用いる CCTV カメラは、水位観測所の周辺になければならない。

既存の水位観測所がなく、新たに水位観測に用いる CCTV カメラを設置する場合には、「河川砂防技術基準 調査編 3.4 水位観測所の配置と設置～3.5 水位観測所が備えるべき設備」の記載に準拠した水位観測所が必要である。

水位観測に用いる CCTV カメラは、水位の計測下限から上限までの水位標やそれに準ずる構造物の水面の境界が視認できる位置になければならない。

< 参考となる資料 >

観測設備の配置・設置の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修, (独)土木研究所編著: 水文観測, 第3章 水位調査 3・2 観測所の配置と位置選定, 全日本建設技術協会, 2002.

6. 水位観測所が備えるべき設備

6.1 総説

<標準>

CCTV カメラ等による水位観測を実施する水位観測所は、以下の設備等を備えることを標準とする。

- 1) CCTV カメラ等のカメラ（自動記録装置を含む。必要に応じて自動データ転送装置を含む。）
- 2) 照明装置
- 3) 水位標（量水標）及び水準基標
- 4) 標識

水位観測に用いる CCTV カメラ等のカメラおよび水位標については、以下に示す水位の範囲を精度良く計測できるように設置することを標準とする。

計測下限：既往の最低水位より 1m 以上低い水位

計測上限：無堤区間の場合、計画高水位又は既往最高水位より 1m 以上高い水位。有堤区間では、堤防天端より 0.5m 以上高い水位。

河川以外に設置する場合についても、その目的に照らして計測しておくべき範囲の水位を欠測しないように設置するものとする。

目的を低水計画・管理若しくは、高水計画・管理に明確に区別して絞り込むことができる場合は、いずれかの目的に対応する水位範囲のみを観測する設備としてもよい。

カテゴリ-2 やカテゴリ-3 等で行う簡易観測の設備は、観測目的に応じ、水位標・水準基標・標識を設置しなくてもよい。

<参考となる資料>

水位観測所の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修, (独)土木研究所編著：水文観測, 第 3 章 水位調査 3・4 観測施設, 全日本建設技術協会, 2002.

6.2 CCTV カメラ等のカメラ

<標準>

水位観測に用いる CCTV カメラ等のカメラは、計測精度を確保するため HD カメラを標準とする。

<解説>

水位観測に CCTV カメラ等の画像を用いる場合、水平解像度の高い HD カメラを用いることで水位判別の分解能が高く、より精度よく水位を計測できる。

このため、水位観測に用いる CCTV カメラ等のカメラは HD カメラを標準とする。

<推奨>

水位観測には計測精度を確保するための高解像度（HD 仕様）以外にも、夜間観測などにおいて満たすことが望ましい仕様があり、機器の選定においては、表 3 に示す項目を考慮し、

<参考>に示す CCTV カメラ仕様（案）を参考に選定する事が望ましい。

<解説>

CCTV カメラ等を用いて水位観測を行う場合、カメラの水平解像度以外にも、CCTV カメラ等カメラ機器で考慮すべき項目（表 3）が計測精度に影響を及ぼす。

このため、カメラの選定では表 3 に示す項目も考慮して選定することが望ましい。

表 3 CCTV カメラ等のカメラ機器で考慮すべき項目

項目	水位観測の視認性への影響
水平解像度	水位観測の精度に影響
最低被写体照度	夜間撮影に対し照明などが無く照度が低い状態で撮影が可能かを判断する指標、低い方が優位
露出調整機能	照度が低下した場合に露出を自動調整する機能 電子感度 ON とすることで、露出時間を長くし少ない光でも映像を取得する事が可能となる機能
露光調整機能	露光調整を行う場合の照度を計測する採光エリアを指定する機能
プリセット機能	所定の画角を登録し、旋回機能を用いて水位観測用の画角に設定することが可能な機能
旋回静止精度	CCTV カメラを旋回させてプリセット画角に移動させた場合のずれの具合

CCTV カメラの仕様は、『CCTV カメラ設備 機器仕様書（案）、国土交通省、平成 27 年 3 月』をベースとしている。この仕様は、空間監視や施設監視を目的に作成されているため、必ずしも水位観測で使用する CCTV カメラの仕様として適切でない場合もある。

このため、参考として、「水位観測に適した CCTV カメラ仕様（案）」を以下に示す。これは CCTV カメラの画像を用いて水位観測を実施する際の望ましい CCTV カメラの仕様である（平成 30 年 2 月現在）。

<参 考>

水位観測に適した CCTV カメラ仕様 (案)

1) カメラ本体

- ア. 撮像素子…………… 単板CCD (または三板CCD)
- イ. 有効画素数…………… 200万画素以上
- ウ. 水平解像度…………… 850本以上
- エ. S/N比…………… 47dB以上
- オ. 最低被写体照度…………… 電子感度OFF : 0.05lx以下
電子感度ON : 0.0005lx以下
- カ. 映像出力形式…………… 30pまたは60i
- キ. 出力信号形式…………… HD-SDI

2) レンズ

- ア. ズーム比レンズ単体…………… 20倍以上
- イ. 水平画角…………… 43° ~3.5° の範囲を含むこと。
垂直画角…………… 24° ~3° の範囲を含むこと。
- ウ. ズーム機構…………… 電動制御
- エ. 明るさ…………… F1.9の明るさ以上
- オ. 露出調整機能…………… オートアイリス
- カ. フォーカス機能…………… フォーカス機能を有すること。

3) カメラケース

- ア. 材質…………… アルミニウム合金又はステンレス鋼板
- イ. 構造…………… 日本工業規格 (JIS) C0920の保護等級IPX5 (防噴流形)
- ウ. その他…………… ワイパ、デフロスタ付き
塗装 (メーカー標準塗装)
盗難防止対策を施した特殊ネジなどを使用すること。

4) 旋回装置

旋回装置については、水位観測用画角として固定された画角を対象とし、ズーム機能のみを用いて水位観測に適用する場合は不用である。

- ア. 材質…………… アルミニウム合金又はステンレス鋼板
- イ. 構造…………… JIS C0920の保護等級IPX5 (防噴流形)
- ウ. 旋回角度…………… 水平360° エンドレス
…………… 垂直+20° ~-70° 以上
- エ. 旋回速度 (プリセット時) ・最大水平速度180° /秒以上
最大垂直速度45° /秒以上
- オ. 旋回速度 (マニュアル時) ・水平・垂直3° /秒以下の設定ができること。
最大速度 (マニュアル時) までの間で、速度を段階的 (3段階以上) に設定できること。
- カ. 静止精度…………… ±0.05° 以下
- キ. その他…………… ヒータ付きの場合はON/OFF制御は自動
塗装 (メーカー標準塗装)

旋回装置と支柱又は架台等を取り付けるボルトには、盗難防止対策を施した特殊ボルトを使用する。旋回速度は基本構成における速度とする。

- 5) プリセット機能…………… レンズ、旋回装置の組合せにより10ポイント以上のプリセットが可能。プリセット毎に露光調整機能が設定できることが望ましい。

- 6) フォーカス制御機能…………… 手動/自動の制御機能を有すること。

- 7) 露光調整機能…………… スポット測光エリアの設定が可能であること
(標準仕様では定められていないが、夜間対象物の視認性が向上するため有する事が望ましい機能。)

(1) 最低被写体照度

CCTV カメラ等の画像を用いた水位観測における課題として、夜間においても水位観測ができる必要がある。

夜間時のような暗い環境においても水位標や水面高の視認ができるためには、最低被写体照度が低い CCTV カメラ等の画像が適しており、表 4 に示す推奨値を満足する機器が望ましい。

表 4 水位観測に適した最低被写体照度

最低被写体 照度最低被 写体照度	国土交通省 CCTV カメラ設備 機器仕様案				推奨値
	SD カメラ		HD カメラ		
	単板式	三板式	単板式	三板式	
電子感度 OFF	0.4lx 以下	0.009lx 以下	0.5 lx 以下	0.4 lx 以下	0.05lx 以下
電子感度 ON	0.007lx 以下	0.00007lx 以下	0.02 lx 以下	0.007 lx 以下	0.0005lx 以下

しかし、平成 30 年 2 月現在、『CCTV カメラ設備 機器仕様書 (案)、国土交通省、平成 27 年 3 月』では、以下のような状況である。

- ・ 最低被写体照度について、SD カメラに比べ HD カメラの方が高い値が標準仕様となっており、HD カメラは、表 4 に示す推奨値を満足する機器仕様とはなっていない。
- ・ 三板式 SD カメラは推奨値を満たしているが、水平解像度が低いため、解像度に課題が生じる（一般的にはカメラの更新は、SD カメラ→HD カメラと高感度化が行われている）。一方、CCTV カメラとしては推奨値を満足する HD カメラも販売されており、更新時にはカメラ機器性能を確認して CCTV カメラを選定する事が望ましい。
- ・ 一般的に単板式カメラに比べ三板式カメラは高価であり、最低被写体照度を満足できれば単板式カメラで問題ない。

表 5 電子感度の概念画像一覧

電子感度 OFF	電子感度 ON
撮影日時：平成 27 年 8 月 26 日 00:00	撮影日時：平成 27 年 11 月 10 日 00:00
	
	
	
	

表 6 電子感度 OFF の状態での視認性





夕方過ぎ（照度：0.8 lx）での、動画による見え方比較	
最低被写体照度 電子感度 OFF：0.05lx	最低被写体照度 電子感度 OFF：0.5lx
	
ノイズが少し多いが動画監視が可能	ノイズが多く量水板が見えにくい

表 7 電子感度 ON の状態での視認性

夜間（照度：0.01 lx）における電子感度 ON 最大 4 秒蓄積での静止画での見え方比較	
最低被写体照度 電子感度 ON（4 秒蓄積）：0.0005lx	最低被写体照度 電子感度 ON（4 秒蓄積）：0.02lx
	
ノイズ多いが静止画による概況確認が可能	ノイズが多く河川概況の確認も困難

(2) 露出調整機能

露出調整機能は、撮影時の照度が低くなった場合に 1 秒間に 30 枚の撮影を行っている映像を、撮影枚数を少なくし露出時間を長くすることで、少ない光でも映像を取得する機能である。

電子感度を ON とすることで露光時間を調整し、低い照度でも映像の取得が可能となる。現在の『CCTV カメラ設備 機器仕様書（案）、国土交通省、平成 27 年 3 月』では、露出調整機能としてオートアイリス（照度に応じて自動的に露光時間を長くする機能）が標準仕様として設定されている。

なお、推奨値を満足できない CCTV カメラを水位観測に用いる場合、現地環境（周辺照明の有無など）に応じて、露光調整機能、水位標の選定（「6.2.5 水位標」を参照）、照明の設置などにより夜間撮影でも視認性が確保できるように対応することが必要となる。

水位計測に用いる映像は、スポット測光エリアの設定ができることが望ましい。通常の CCTV カメラ装置の露出設定は、画面全体（平均測光）で露出を自動で調整するように設定されている。このため、周囲が暗い中で照明により水面を照らしている場合や蓄光型量水板等によるスポット的な明かりがある画像は、照度計測が画面全体の暗い部分で行われるため、その明かりが当たっている部分だけハレーションを引き起こし判読困難となる場合がある。

ハレーションによる影響の改善方法の 1 つとして、カメラの露出設定を、平均測光ではなくスポット（部分）測光に設定する方法がある。表 10、表 11 に示すように、量水板の目盛付近のみを測光するスポット測光で撮影することで、ハレーションが発生せず量水板の目盛を視認することが可能となる。

表 8 CCTV カメラの露光調整機能の有無による蓄光型量水板の見え方の違い (事例 1)

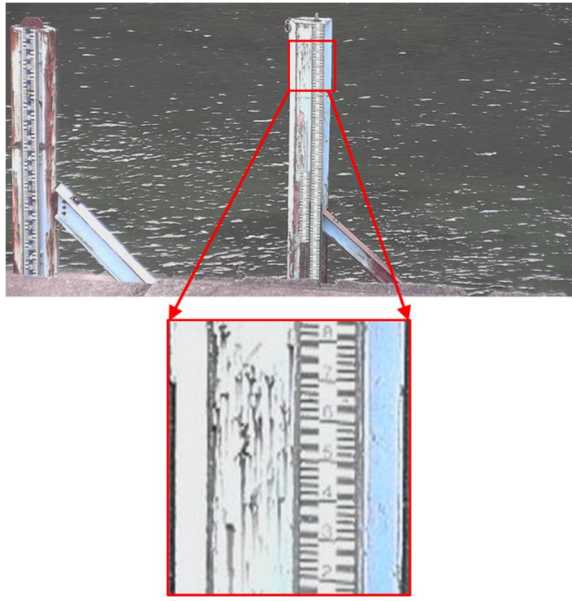
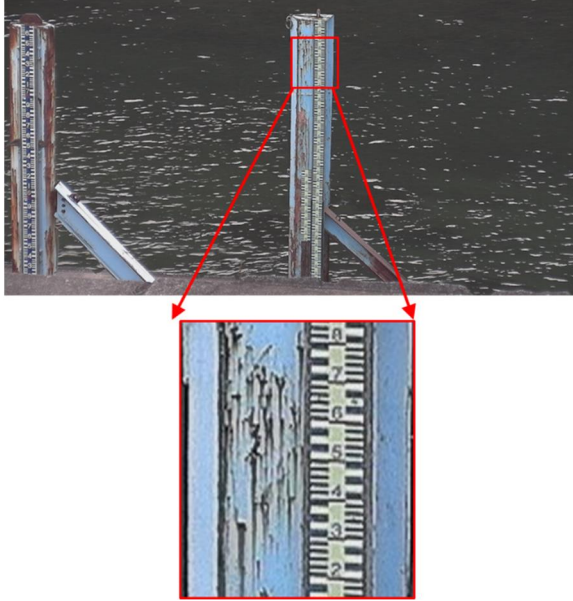
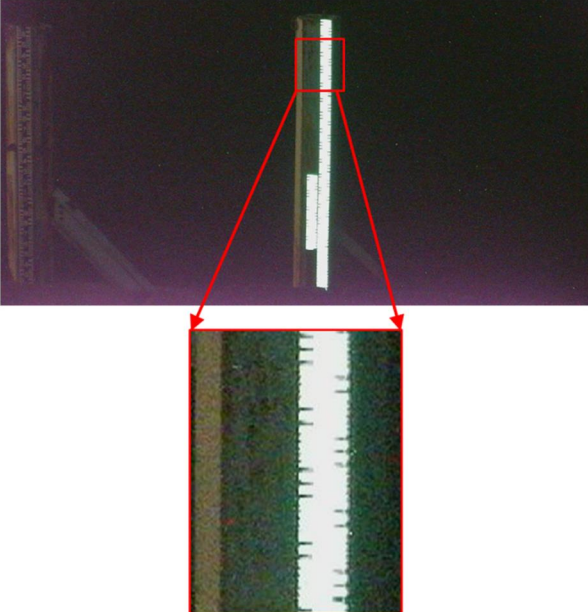
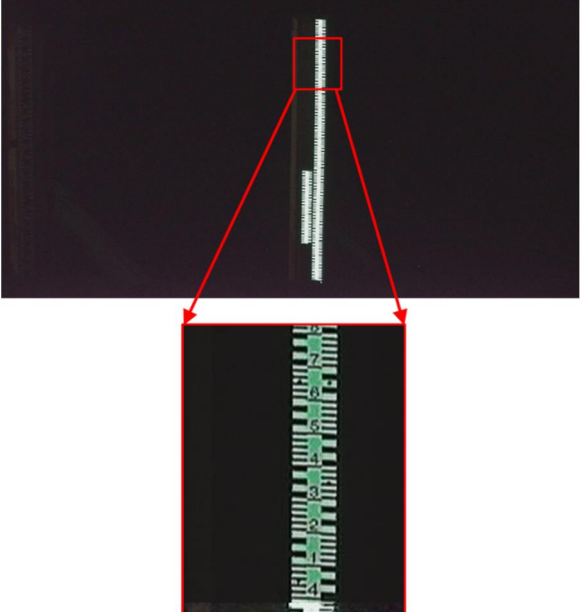
露光調整機能の確認 (昼間)	
平均測光 (スポット採光エリア指定なし)	スポット測光 (量水板エリアに設定)
	
<p>昼間においても、空間監視用/画像処理用など監視用途と対象に応じて、プリセット視野毎にスポット測光エリアを指定することで、監視対象 (量水板の目盛等) が判読しやすくなる。</p>	

表 9 CCTV カメラの露光調整機能の有無による蓄光型量水板の見え方の違い (事例 2)

露光調整機能の確認 (夜間) 照度 0.01 lx、蓄光量水板	
平均測光 (採光エリアが広い場合)	スポット測光 (量水板エリアに設定)
	
<p>夜間も昼間と同様に、監視用途と対象に応じてプリセット視野毎にスポット測光エリアを指定することで、監視対象 (量水板の目盛等) が判読しやすい。</p>	

(3) プリセット機能

CCTV カメラ等の固定式カメラを用いて水位観測を実施する際に必要と考えられる機能である。

本機能は、平成 30 年 2 月現在、『CCTV カメラ設備 機器仕様書（案）、国土交通省、平成 27 年 3 月』では、標準仕様として設定されている。

既設の CCTV カメラはプリセット機能を持っているものの、ある画角で画像を見終わった後に予め決められたプリセット画角に戻る機能はない。このため、CCTV カメラの画角を水位観測用プリセット画角から変更し、そのままの画角で放置した場合、それ以降の水位観測ができなくなる。(図 1)

また、空間監視と水位観測を同じ CCTV カメラで行う場合、対象とする画角に応じてプリセットを行うが、電子感度の設定・露光調整機能の設定（特に、夜間撮影のための調整）がプリセット画角毎に設定できる機能があることが望ましい。電子感度の設定・露光調整機能の設定がプリセット画角毎に設定できない場合、異なる画角での撮影では不具合が生じる可能性がある。

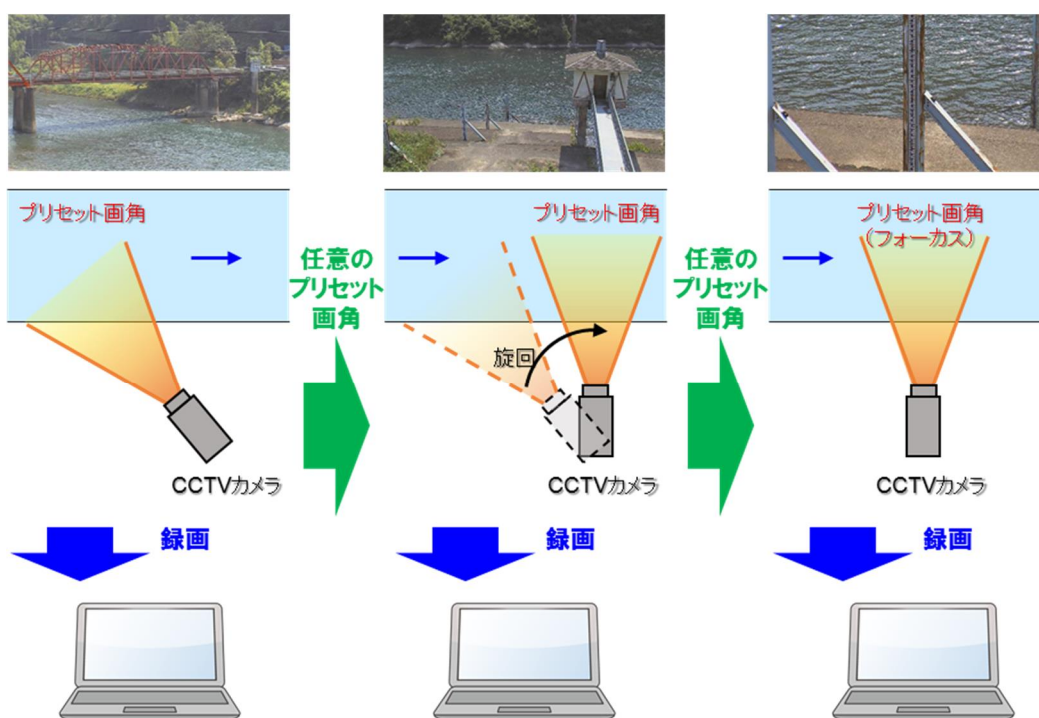


図 1 プリセット機能の概念図

(4) 旋回装置（静止精度）

旋回装置は、CCTV カメラ等のカメラを旋回させた後に水位観測用のプリセット画角に戻す装置（あるいは機能）である（図 2）。

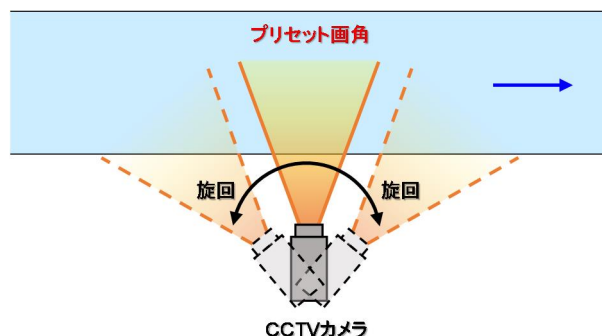


図 2 旋回装置の「静止精度」概念図

画像解析システムにより水位を計測する場合、予めプリセットされた画角で解析を実施するため、その画角からずれると、結果的に、水位観測精度も低下することになる。平成 30 年 2 月現在、『CCTV カメラ設備 機器仕様書（案）、国土交通省、平成 27 年 3 月』では静止精度 $\pm 0.5^\circ$ 以下となっているが、可能であれば静止精度 $\pm 0.05^\circ$ 以下が望ましい。

表 10 旋回装置 静止精度

旋回装置 静止精度 比較 70m 遠方・量水板	
静止精度 $\pm 0.05^\circ$	静止精度 $\pm 0.5^\circ$
<p>静止精度$\pm 0.05^\circ$</p> <p>【70m遠方・量水板 視野ズレなし】</p>	<p>静止精度$\pm 0.5^\circ$</p> <p>【70m遠方・量水板 元視野より位置ズレあり】</p>
静止精度 $\pm 0.5^\circ$ では量水板の位置で 30cm 程度視野が変化	
旋回装置 静止精度 比較 150m 遠方・橋脚	
静止精度 $\pm 0.05^\circ$	静止精度 $\pm 0.5^\circ$
<p>静止精度$\pm 0.05^\circ$</p> <p>【150m遠方・橋脚 視野ズレなし】</p>	<p>静止精度$\pm 0.5^\circ$</p> <p>【150m遠方・橋脚 元視野より位置ズレあり】</p>
静止精度 $\pm 0.5^\circ$ では対象橋脚位置で 3m 程度視野が変化	

6.2.2 CCTVカメラ等の画角設定

<必須>

CCTVカメラ等による水位観測では、水位標等の構造物の水際を視認することで水位を計測する。

このため、CCTVカメラ等の画角設定では水位標等の構造物の目盛りとその水際境界を視認できるように画角設定を行わなければならない。

CCTVカメラ等の画像を用いて水位観測をする場合、水位標等の構造物を撮影し水位観測するため、水位標目盛りの最小単位 $1/100\text{m}$ まで視認できるようにしなければならない。

<解説>

水位観測の最小単位 $1/100\text{m}$ (1cm) を満足するためには、 $1/100\text{m}$ あたり 2pixel 以上の画素数となる解像度が必要となる。

HDカメラの場合、高さ方向の解像度が 1,080pixel のため、水位観測精度を $1/100\text{m}$ (2pixel/cm) とする場合、カメラの視野範囲は高さ方向で 5.4m 以下になるように画角を設定する必要がある (図 3 と表 11)。対象とする計測水深が 5.4m 以下であれば画角は 1 つで設定可能であるが、計測対象水深がそれ以上の場合、複数の画角で設定を行う必要がある。

CCTVカメラ(HD, SD、20倍ズーム時)による水位計測距離限界(水位1cm精度)

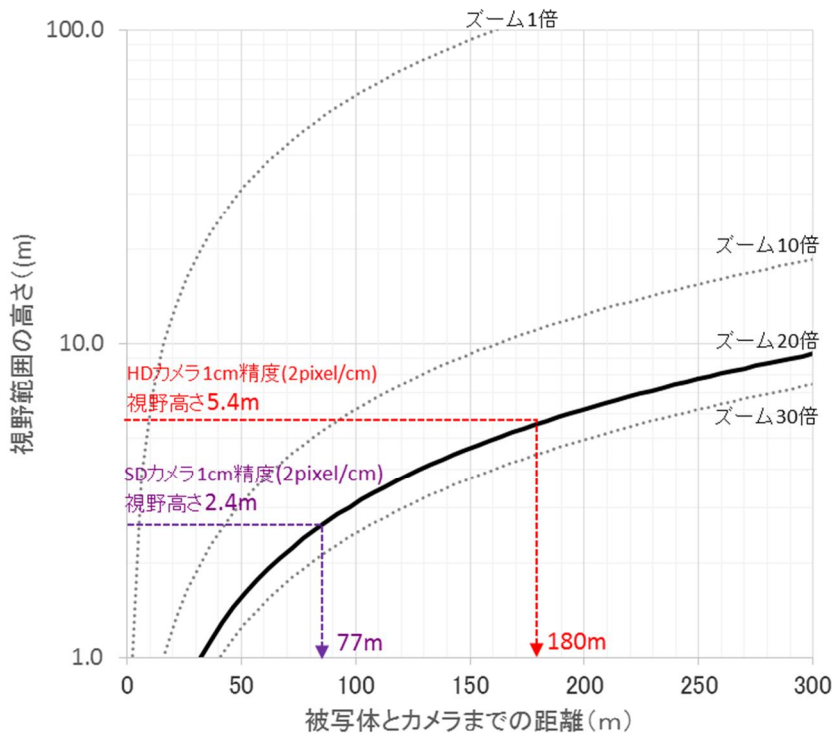


図 3 水位標—カメラ間距離と視野範囲の関係 (理想値)

対象とする水位標等の構造物は可能な限り正面からの撮影が可能な位置を選定するものとし、斜めからの撮影となる場合には、可能であれば水位標尺の向きを変えるなど、視認性を向上させる必要がある (表 12)。

表 11 HD カメラによる設定画角による視野範囲と分解能

項目	画像（既設水位標 約 100m）
<p>【望遠】</p> <p>視野範囲の高さ : 270cm</p> <p>1/100m 当たりのピクセル数 : 4pixel</p> <p>水位分解能 : 0.5cm～</p>	
<p>【標準】</p> <p>視野範囲の高さ : 2230cm</p> <p>1/100m 当たりのピクセル数 : 0.48pixel</p> <p>水位分解能 : 4.16cm～ (実映像では 10cm 程度)</p>	
<p>【広角】</p> <p>視野範囲の高さ : 6300cm</p> <p>1/100m 当たりのピクセル数 : 0.17pixel</p> <p>水位分解能 : 11.7cm～ (実映像では 50cm 程度)</p>	

表 12 複数プリセットの例

水位標全体	最下段水位標ズーム
中段水位標ズーム	最上段水位標ズーム

6.2.3 CCTV カメラ等の水位観測用カメラと水位標等の構造物の距離

<考え方>

水位観測に使用する CCTV カメラ等の画角・視野範囲とズーム倍率に応じて、カメラと水位標等の構造物の距離に限界があるため、それを考慮したカメラ及び水位標等の構造物を設置する必要がある。

<解説>

CCTV カメラの光学ズーム時（20 倍）を例として、水位標－カメラ間距離と視野範囲の関係（理想値）を図 4 に示す。光学 20 倍ズームは、『CCTV カメラ設備 機器仕様書（案）、国土交通省、平成 27 年 3 月』における標準仕様値となっており、同図では、光学 20 倍ズームでの値を黒線で示している。

CCTVカメラ(HD, SD、20倍ズーム時)による水位計測距離限界(水位1cm精度)

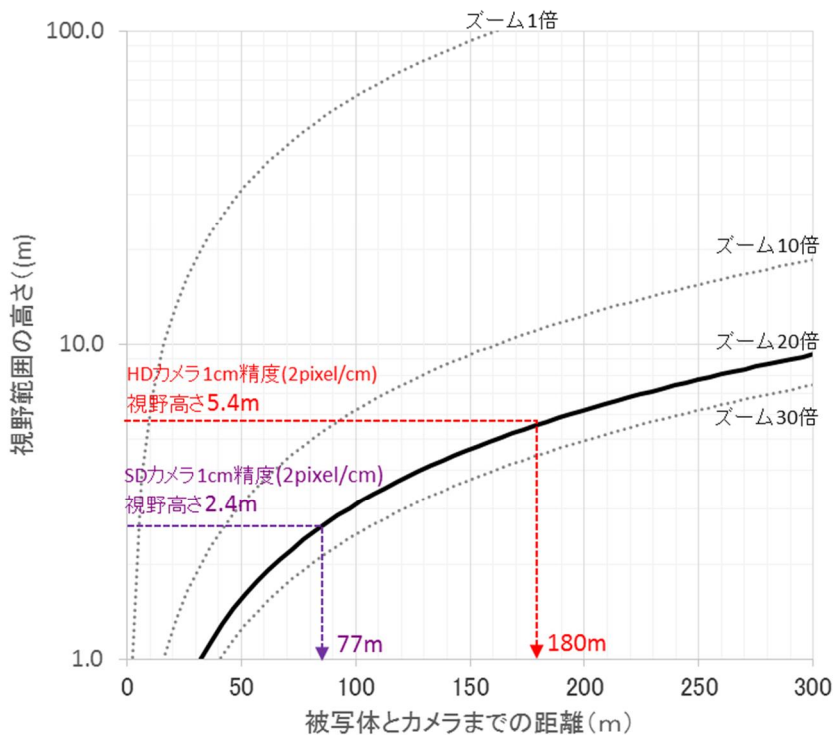


図 4 水位標－カメラ間距離と視野範囲の関係（理想値）（再掲）

■SD カメラの場合

- ・ SD カメラによる対象物距離と視野範囲の関係図で、視野範囲の高さとは CCTV カメラ画像の高さを示している（SD カメラでは高さ方向は 480pixel であり、最小単位 1/100m の計測をするためには 2.40m 以下にしなければならない）。
- ・ CCTV カメラの最大光学ズーム時（20 倍）を用いた水位観測では、最小単位 1/100m の計測をするためには、水位標とカメラの理論的な距離は 77m 以内となる。

■HD カメラの場合

- ・ HD カメラによる対象物距離と視野範囲の関係図で、視野範囲の高さとは CCTV カメラ画像の高さを示している (HD カメラでは 1,080pixel であり、最小単位 1/100m の計測をするためには、5.40m 以下にしなければならない)。
- ・ CCTV カメラの最大光学ズーム時 (20 倍) を用いた水位観測では、最小単位 1/100m の計測をするためには、水位標とカメラの理論的な距離は 180m 以内となる。

6.2.4 カメラ設置

<必須>

CCTV カメラ等の画像により水位標等の構造物を用いて水位観測を行う場合、例えば以下に示すような気象の影響を受ける。このため、気象条件を事前に想定（あるいは把握）し、カメラを設置しなければならない。

■降雨条件：

降雨による視認性低下により水位観測ができない状態や計測精度が低下する場合がある。水位の最小単位が 1/100m であるため、理論上の適切な水位標とカメラ間距離（図 4）に対し、降雨の影響により視認性は顕著に影響を受ける。このため、水位標までの距離に対し、観測不可能となる降雨条件を事前に想定（あるいは把握）しなければならない。

■風条件：

台風時などの強風時において、カメラ支柱やカメラの揺れや震動により、カメラ映像にブレが生じ、水面を正確に計測することが困難となる場合がある。カメラを設置する際は、風に対し震動を生じさせないように設置することが必要である。

■日照条件：

日照条件がカメラ映像に与える影響として、逆光による映像のハレーションが想定される。カメラを設置する際、水位標に対するカメラの方向角、季節による太陽の高度、日没時、明け方時の太陽高度がカメラ映像に与える影響を事前に想定（あるいは把握）しなければならない。その上で、ハレーションが生じにくい方角にカメラを設置することが必要である。やむを得ず、ハレーションを生じ易い方角にカメラを設置する場合は、カメラ設定のスポット測光位置を設定し、水位標にハレーションが生じない設定を行う必要がある。

また、カメラレンズ部分に汚れなどが付いた場合、一定角度で光が入った際に視認性が低下することがあり、注意が必要である。

<解説>

ある 1 観測所において、平成 27 年 8 月 5 日から平成 27 年 11 月 16 日の期間、HD カメラを設置し種々の気象条件下で CCTV カメラと対象物の距離ごとの視認性への影響について現地調査を実施した事例を以下に示す（表 13）。

観測結果（図 5）から、以下のことが分かる。

- ・ カメラから 20m 地点では、12mm/10min (=72mm/hr) の猛烈な雨でも視認性が低下するが水位標の判読が可能。
- ・ カメラから 100m 地点では、雨量 12mm/10min (=72mm/hr) の猛烈な雨の時は、視界不良により水位標が視認できない。
- ・ カメラから 300m、600m 地点では、降雨時は視界不良となりやすい。特に 10 分雨量で 3mm (=18mm/hr) 以上の降雨時には視認不良。

- ・ 以上より、カメラー水位標間の距離が長くなる程、降雨による視認性低下の影響も受けやすい。

表 13 観測条件一覧

CCTV カメラから対象物までの距離	20m、100m、300m、600m
雨量 (mm/10min)	0 (=0mm/hr)、1 (=6mm/hr)、 2 (=12mm/hr)、3 (18mm/hr) 12 (=72mm/hr)

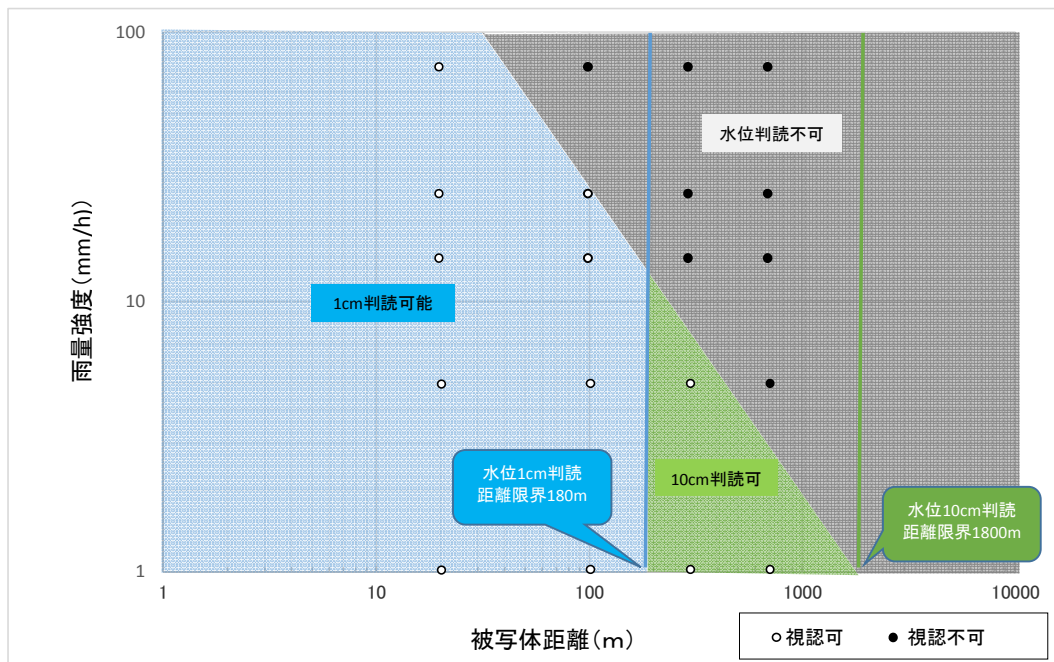


図 5 HD カメラ (20 倍ズーム時) の対象物距離と雨量強度の関係図 (参考)

表 14 HD カメラによる対象物距離と雨量ノイズによる対象物の視認性結果一覧

画像日時・雨量	カメラから対象物までの距離			
	20m (4pixel/水位標 1cm)	100m (3pixel/水位標 1cm)	300m (0.7pixel/水位標 1cm)	600m (0.2pixel/水位標 1cm)
H27/08/25 08:00 ・ 0mm/1hr				
H27/08/25 06:30 ・ 6mm/1hr				
H27/08/25 07:00 ・ 18mm/1hr				
H27/08/25 07:30 ・ 72mm/1hr				

色のセル：視界不良・水位判読不可

6.2.5 自動記録装置

(1) 録画映像等の記録

<標準>

CCTV カメラ等の画像データの記録については、下記の諸元が分かるように記録を行う。

- ・ CCTV カメラ等の観測所名
- ・ 記録開始時刻と記録時間（年月日、時刻は秒まで記載することが望ましい）

(2) 録画映像の保存・保管

<標準>

CCTV カメラ等の画像を用いて水位観測を行った場合は、必要に応じて、記録されている CCTV カメラ等の画像を保存する。

画像解析により水位を観測した場合は、その結果の照査ができるように、画像解析結果一式を保存する。

CCTV カメラ等の画像を用いた水位観測データ（表 15）を収集整理する。これら全ての資料は、事務所の水文観測担当者が関係者から資料を収集し、保存・保管する。

<解説>

保管するデータ容量が大容量となると想定されることから、DVD または専用のハードディスクなどへ保存を行う。

保存・保管するデータは、CCTV カメラ等の画像の他、対象構造物の位置、座標、観測日時、時刻などデータの解析、整理に必要なデータを一式電子データで保管する（表 15）。

表 15 水位観測に必要なデータ

No.	項目	資料	ファイル形式
1	CCTV カメラ等で撮影された映像	CCTV カメラ等の映像	mp4、mts、m2ts、avi
2	水位標と H 鋼や護岸等の構造物の座標、寸法	構造物形状から水位を換算するために必要な H 鋼や護岸等構造物の三次元座標。座標は横断測量などと同一座標系（世界測地系）	Excel、txt 等
3	CCTV カメラ等の映像の撮影時刻、撮影時間	CCTV カメラ等の映像の撮影時刻、撮影時間	特に指定なし ただし、電子データとして保存・保管

6.2.6 自動データ転送装置

< 必 須 >

リアルタイム観測が必要な水位観測所は、自動データ伝送装置（テレメータ等）を備えなければならない。

< 標 準 >

自動データ伝送装置は、10 分以下の時間間隔でデータを伝送できる機能を有するものを標準とする。

自動データ伝送装置は、「電気通信施設設計要領（案）（通信編）」に基づき設計されたものを標準とする。

< 関連通知等 >

- 1) 電気通信施設設計要領（案）（通信編），平成 25 年 5 月 17 日，国技電第 10 号，国土交通省大臣官房技術調査課電気通信室長通知。

6.3 照明装置

< 必 須 >

CCTV カメラ等の映像を用いて水位観測をする場合は、夜間でも水位標を確実に視認できる必要があるため、照明装置を設置しなければならない。

< 解 説 >

CCTV カメラ等の映像を用いて夜間等の暗い環境で水位観測を行う場合、水位標での水面を視認（あるいは観測）するのに照明を用いる必要がある。

照明の設置場所は、CCTV カメラ等のカメラに併設し水位標を直接照らす「直接照明」（写真 1）ではなく、CCTV カメラ等のカメラから離れた場所に設置し水位標あるいはその周辺空間を照らす「間接照明」が望ましい。これは、降雨時においてカメラの視線と照明器具の光軸が同じ場合、視線上の降雨に光があたりハレーションが生じ、遠方が映らなくなることを防止するためである（写真 2）。

夜間では、電子増感機能を用いて微弱な光を蓄光した映像を用いて水位観測を行うことが望ましい。電子増感を行う場合、映像内に光源や反射光が映る場合にハレーションが生じ視認性が低減する場合がある。照明装置や電子増感の設定により目盛りの視認性が観測所ごとに異なるため、事前にその影響を確認し、適切な設定をすることが必要である。



写真 1 直接照明の例


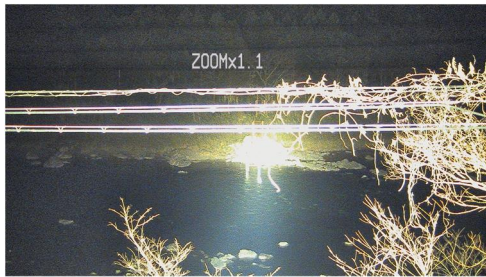
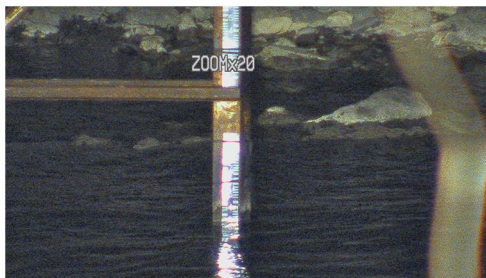

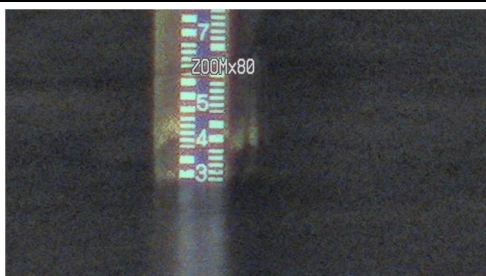
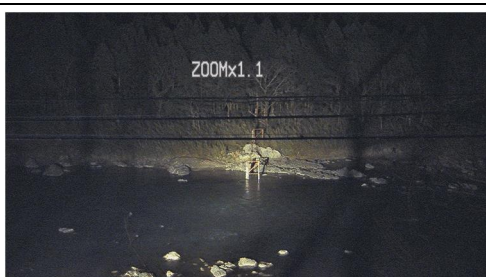


写真 2 CCTV カメラの横に設置された照明器具によるハレーションの事例

観測所周辺の街灯などは、ハレーションを起こすこともあり、CCTVカメラ等の活用を考える際には事前にその影響を確認することが必要である。表 16 に照明装置を用いた際の水位観測の事例を、図 6 にカメラ映像を用いた水位観測における照明装置設置の判断フローをそれぞれ示す。

また、照明装置以外に、夜間等の暗い環境で水位標を CCTV カメラ等の画像を用いて視認しようとする場合、蓄光型水位標を用いることも効果的である（「6.4 水位標」を参照）。

表 16 照明条件による CCTV カメラ画像の違い一覧

撮影画像	電子感度	レンズ倍率	照明有無	備考
	OFF	1.1	無	
	オート (8 秒)	1.1	無	
	OFF	20	既設照明を使用	
	オート (8 秒)	20	既設照明を使用	
	オート (1 秒)	80	仮設照明	左側より水位標へ照射 使用した照明： ハロゲン 250W×1
	オート (1 秒)	1.1	仮設照明	左側より水位標へ照射 使用した照明： ハロゲン 250W×1

撮影日時：平成 26 年 1 月 9 日 21:00～22:00

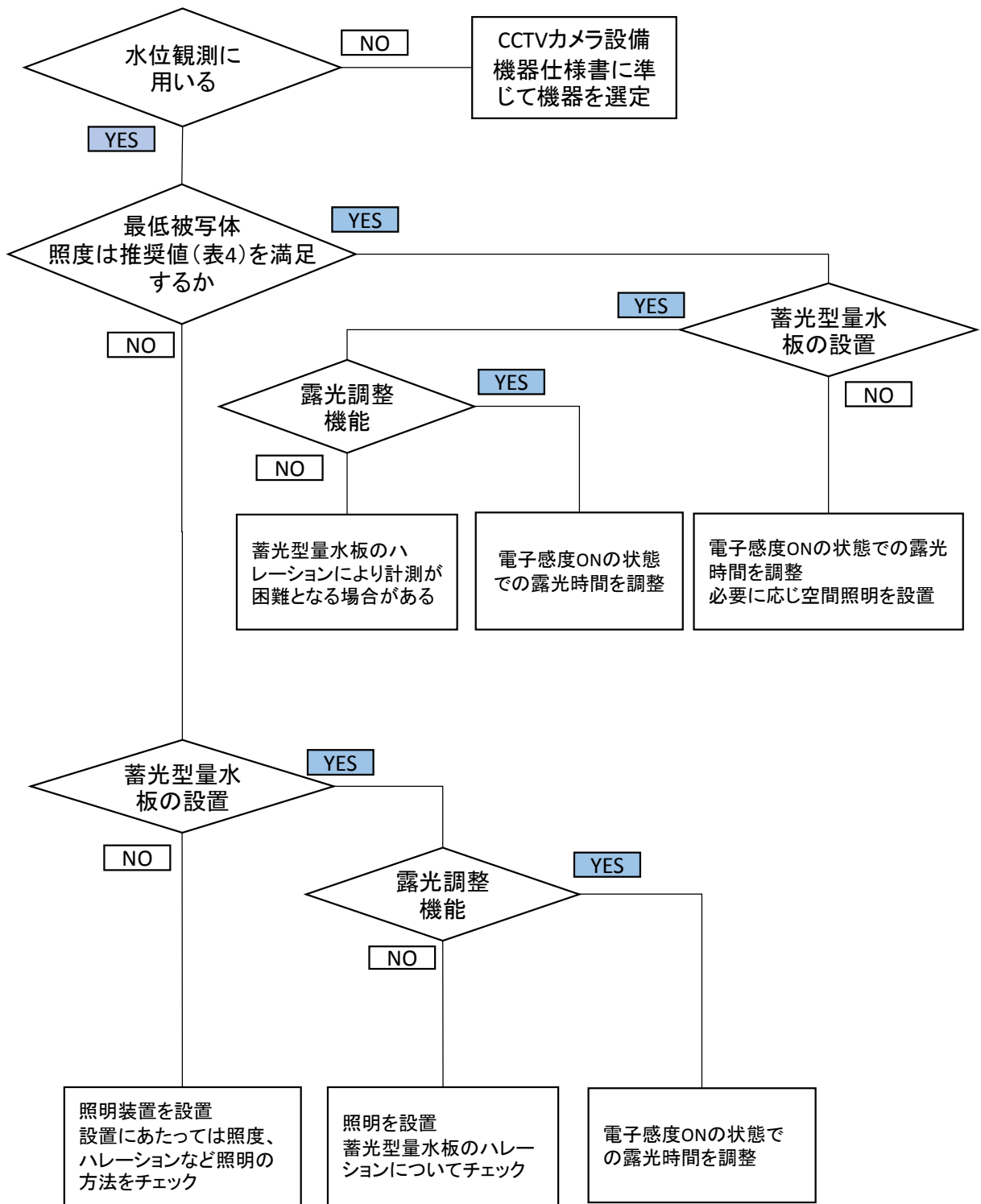


図 6 カメラ映像を用いた水位観測における照明装置設置の判断フロー

6.4 水位標

6.4.1 水位標

<推 奨>

CCTV カメラ等の画像を用いて水位観測する場合、以下に示す水位標を用いることが望ましい。

1) 種類

水位標には全反射、無反射、蓄光型などの種類がある。これらのうち、CCTV カメラ等の画像を活用した水位観測では、以下のとおりに選択することが望ましい。

- ・ 夜間観測での適用を考慮し、蓄光型量水板の設置が望ましい。また、昼間用の視認性の高い一般汎用型を合わせ設置することが望ましい。
- ・ 蓄光型量水板は、朝方まで蓄光機能が持続することが必要であり、高輝度蓄光式屋外避難標 I 種以上の蓄光材が望ましい。
- ・ 一般汎用型は、無反射型、部分反射型、全反射型がある。本手引き（試行版）では全反射型を推奨するが、どの種類を用いるかは観測所周辺の環境から判断することが望ましい。

2) 寸法

- ・ カメラ設置場所との距離、水位精度を考慮して、必要な幅、高さ、デザインを設定することが望ましい。

<解 説>

平成 30 年 2 月現在、市販されている水位標（量水板）を写真 3 と写真 4 に示す。



写真 3 市販されている一般汎用型の水位標の例



(左から、無反射型・部分反射型・全反射型)

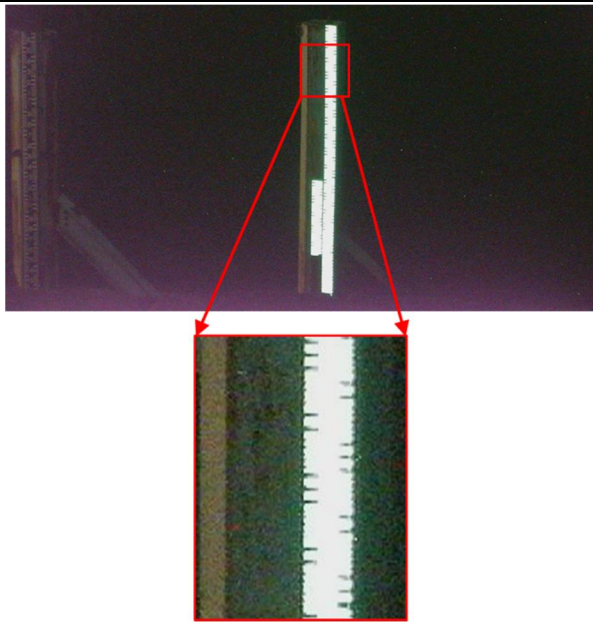
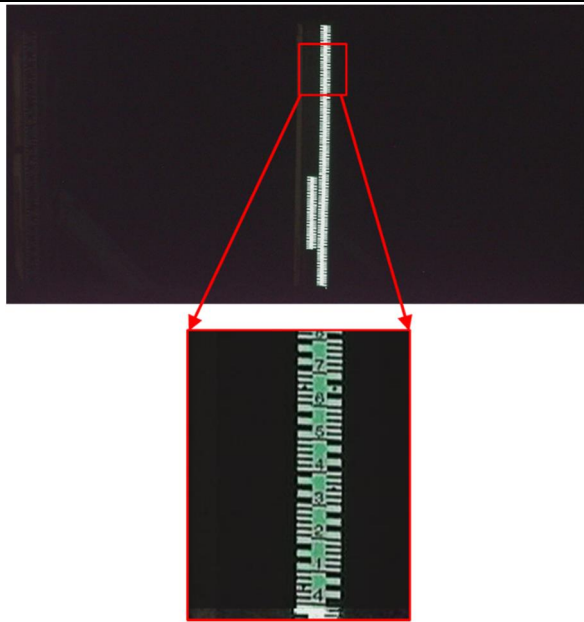
写真 4 夜間時の一般汎用型の無反射型・部分反射型・全反射型による見え方の違い

表 17 市販されている水位標の事例（平成 30 年 2 月現在）

タイプ	写真	特徴	備考
一般汎用型 (カラータイプ)		夜間・緊急時・高水時でも瞬時に水位を読み取れるよう、誰でも識別できるよう考案された量水板。カラーコンサルタントの研究と河川状況から、白・黄・赤・緑・橙の 5 色としている。	反射型は照明によりハレーションが発生する可能性有
一般汎用型		<ul style="list-style-type: none"> 一般目盛・中電式目盛・AKK 式目盛の 3 種類 一般的に使用されているのは断面が平らな I 型 反射なし・部分反射・全面反射 	
一般汎用型		<ul style="list-style-type: none"> 構造物や H 鋼にあらかじめ下板を取付けておき、PM 式水位標を固定 標準品の幅 130mm 反射タイプ 	
蓄光型		高輝度蓄光顔料を使用することにより、日没後の災害時など暗い場所での水位標の位置確認および水位の目視に威力を発揮	NETIS 登録製品
蓄光型		蓄光式水位標は、「量水板」自体が発光することにより、暗闇での迅速な「水位標の位置の特定」「水位の読取」を行うことができる。	
再帰反射型		洪水の危険性が一目で分かるよう、危険度を色分けした量水板。再帰反射性の素材を使用しており、ライトを向ければ光源に向かって反射するため、夜間の雨天時でも水位を確認できる。	

蓄光型量水板設置時の留意事例を示す（表 18）。蓄光型量水板を使用する場合、夜間時に水位標の採光が強すぎて水位標の目盛りが判読できなくなる場合がある。このため、カメラで測光範囲をスポット的に設定できることが望ましい。

表 18 蓄光型量水板設置時の留意事例

蓄光型量水板の見え方の注意（夜間 照度 0.01 lx）	
平均測光（採光エリアが広い場合）	スポット測光（量水板エリアに設定）
	
<p>夜間において、目視による監視では蓄光型量水板は視認性が高いが、CCTVカメラ等の画像を用いる場合は、測光範囲を量水板の範囲にスポット的に設定できないとハレーションが生じ視認性が低下する可能性がある。</p>	

6.4.2 水準基標

< 必 須 >

水準基標（水準拠標）は、水位観測所（水位標）の零点高と東京湾平均海面（T.P.）及び当該水系における独自の統一基準面がある場合にはその基準面との関係を定義するために、水位観測の近くに水準点に準じて必ず設置するものとする。やむを得ず距離標等で代用する場合は堅固な構造としなければならない。

定期的な水準測量により、その標高を常に明らかにしておかなければならない。

地盤沈下・隆起のある地域では、地盤変動していないと推定される水準点を基準として水準測量しなければならない。

< 標 準 >

水準基標の測量精度は、2級水準測量とする。

6.4.3 水位標の設置

<推 奨>

水位標は以下のような場所に設置することが望ましい。

- 1) 堰上げや波打ちの影響をできるだけ受けない場所に設置する。
低水路内の H 鋼などに設置されている水位標を水位観測に用いる際は、堰上げ防止のため H 鋼に整水板やゴミ除けを併設することが望ましい (表 19 左図)。
- 2) 水位標として、流水部に H 鋼を用いて量水板が設置されている場合は、H 鋼により水位堰上げなどが生じるため、門型など堰上げが生じ難い型式を用いることが望ましい (表 19 右図)。
- 3) 設置が可能であれば、護岸など堰上げが生じない箇所に設置することが望ましい (表 20)。
- 4) 水位標の目盛りを映像上で視認できるようにするため、水位標とカメラが正対するよう、水位標の設置に留意する。

<解 説>

表 2 のように水位標を H 鋼に設置している水位観測所が多い。この場合、特に洪水時は H 鋼による堰上げの影響を受けやすい。

堰上げ防止のため H 鋼に整水板を併設することが望ましい (表 19)。あるいは、水位標は可能な限り堰上げなどの影響がほとんどない護岸などに設置することで、水位標から正確な水位を読むことができる (表 20)。

表 19 水位標の設置

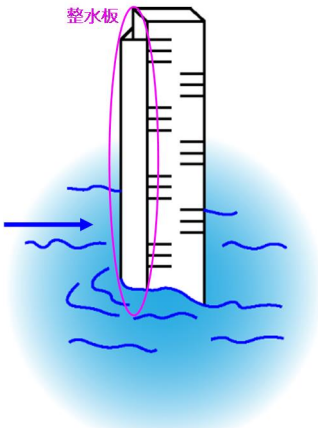

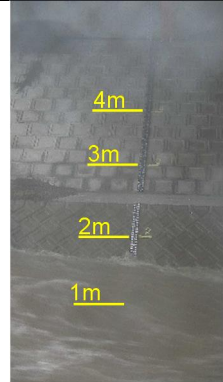
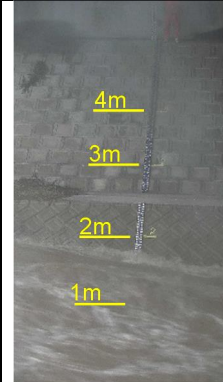
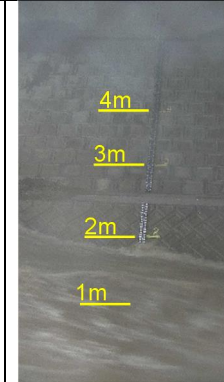
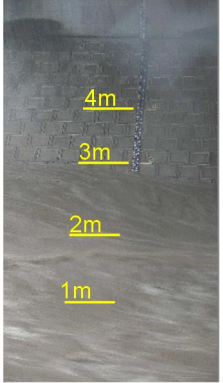
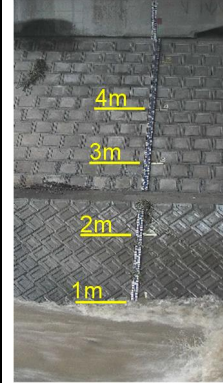
水位標の設置：H 鋼に設置する場合	水位標の設置：水位標設置の H 鋼上流のゴミ除け事例
	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 堰上げ防止のため H 鋼に整水板を併設することが望ましい。 ・ あるいは、流木等が水位標を設置している H 鋼に引っかからないように、水位標を設置している H 鋼の上流にゴミ除けを設置するとよりよい。 	

表 20 水位標の設置

水位標の設置：護岸に設置した場合				
10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
				
15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
				
<ul style="list-style-type: none"> ・ 護岸に設置された水位標を撮影した CCTV カメラ映像の事例。 ・ 護岸に水位標を設置することで、水位の堰上げを最小限に抑えることができる。 				

<参考となる資料>

- 1) 絵でみる水文観測、社団法人中部建設協会、p.93、平成 13 年 9 月。
- 2) 平成 27 年度 CCTV カメラを用いた水文観測高度化検討業務、九州地方整備局河川部、平成 28 年 2 月。

7. 観測所台帳

<推 奨>

水位観測に用いる CCTV カメラについては、電気通信施設台帳のほかに、必要に応じて水位観測所台帳へ観測機器として記載することが望ましい。

<参考となる資料>

観測所台帳に関する詳細な内容については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修, (独)土木研究所編著: 水文観測, 第 3 章 水位調査, 全日本建設技術協会, 2002.

8. 水位観測

8.1 CCTVカメラ等による観測

<標準>

CCTVカメラ等の画像により計測した水位は、波浪の影響を排除するために、ある一定時間にサンプリングされた水位瞬時計測値群を対象として、その一定時間で平均した値を水位観測値として記録することを標準とする。

なお、自記水位計による水位観測でサンプリング時間を1秒とし、平均せず瞬間値を記録している観測所では出水特性を考慮した上で波浪等の周期性を排除できるサンプリング間隔・平均手法を検討することを標準とする。

<解説>

CCTVカメラ等の画像により計測した水位のサンプリング間隔・サンプリング時間・平均手法(図7)については、継続性の観点から、これまでの自記水位計(あるいは水位標の読み値)と同様の方法を標準とする。

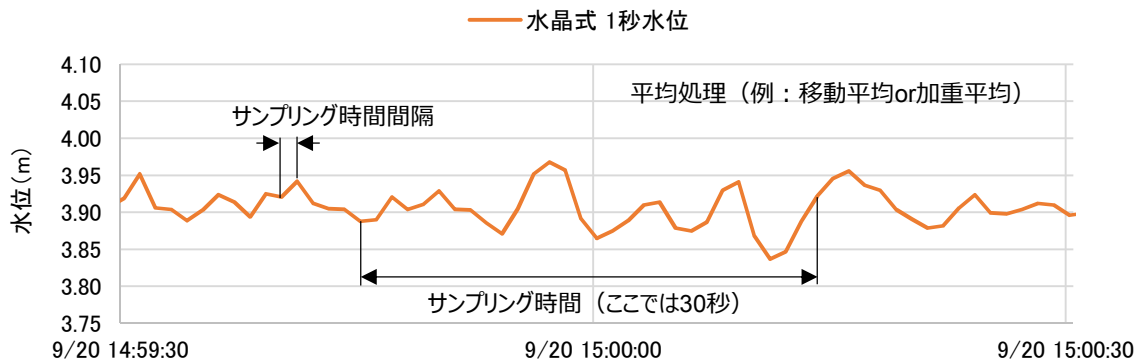


図7 サンプリング水位の概念図

一方、自記水位計による水位観測でサンプリング時間を1秒とし平均せず瞬間値を記録する方法では、波浪の影響を排除できない。このため、このような水位観測値を記録している既存の水位観測所(あるいは水位・流量観測所)ではサンプリング時間間隔・サンプリング時間・平均手法を検討する必要がある。

<推奨>

CCTVカメラ等の画像による水位観測のうち、デジタルに水位を表示・記録する装置の場合、瞬時の水位観測値のサンプリング間隔や平均値を算定するための観測対象時間は、出水特性を考慮した上で波浪等の周期性を排除できるサンプリング間隔・平均手法を検討することが望ましい。

ただし、その検討が行われていない段階では、瞬時の水位観測値のサンプリング間隔を1秒、平均時間を全体で20秒以上、と設定してもよい。

<関連通知等>

- 1) 水文観測業務規程、平成 14 年 4 月 22 日、国河環第 6 号、国土交通事務次官通達、第 3 章 観測.
- 2) 水文観測業務規程細則、平成 26 年 3 月 20 日、国水情第 45 号、国土交通省水・管理保全局通達、第 3 章 観測の実施.

<参考となる資料>

自記水位計による観測に関わる詳細な内容については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修、(独)土木研究所編著：水文観測、第 3 章 水位観測 3・5 観測、全日本建設技術協会、2002.

8.2 画像解析システム

8.2.1 画像解析システムの概要

<考え方>

画像解析を用いた水位観測システムは、CCTV カメラ等の監視画像を用いて画像処理により水面を識別し、事前に標定された指標を用いて水位を測定するシステムである。

解析では、①CCTV カメラ等の撮影画角に対し 3 次元座標が分かっている標定点等を用いて画角から水位を算出するための位置（標高）情報を抽出、②CCTV カメラ等の画像から水面と構造物との水際境界線を抽出、③①で求めた位置（標高）情報と②の水際境界線から水位を測定する。

ここでは、①の機能のみでバーチャルな水位標を画面上に表示し、目視による水位観測を補助するシステムも同様な画像解析システムとして取り扱う。

表 21 CCTV カメラ等を用いた水位観測技術 (1/2)

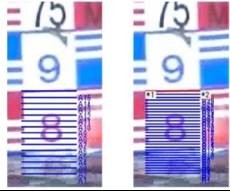

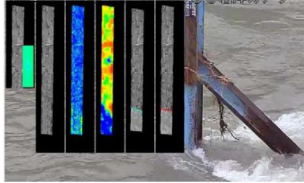
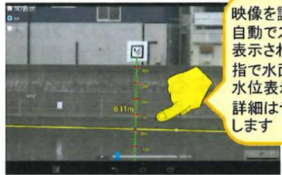
方式	動画パターンによる流れ検出方式	輝度変化検出方式	画像背景相関方式	AR マーカーによる水位検出
概要	<p>画像から流れを抽出してグループ化した物と水位標や構造物の境界を水面と判断し、水位を測定する</p> 	<p>標高毎の輝度情報から輝度変化曲線を作成し、その変化の特徴点から水面を検出する。</p> 	<p>CCTV カメラ (HD) で撮影した量水板の HD 映像を水位計測装置、現場側で水位計測画像処理を行う。</p> 	<p>AR マーカーを現地に設置し、マーカーを 1 単位として画素から水際線までの距離を推定し、水位を求める。</p> 
必要 fps	推奨 15 フレーム/秒以上	静止画でも可	静止画でも可	静止画でも可
処理方法	<ul style="list-style-type: none"> ①ブロック化 ②動画パターン処理 ③ブロック追跡 ④水位判定処理 	<ul style="list-style-type: none"> ①標高毎平均値処理 ②標高・輝度情報変化曲線 ③輝度変化点→水面検出 	<ul style="list-style-type: none"> ①量水板モデル定義 ②画像取り込み ③幾何変換 ④濃淡変換 ⑤相関計算 ⑥水面判定・水位算出 	<ul style="list-style-type: none"> ①マーカー検出 ②メタデータ (設置場所等) を読出 ③画面上で重ねて表示 ④水面判定、水位検出
主な調整項目	<ul style="list-style-type: none"> ・水位検出範囲 (位置、レベル) ・流れの検出感度 ・流れの保持時間 	<ul style="list-style-type: none"> ・水位検出範囲 (位置、幅) ・ノイズ処理 	<ul style="list-style-type: none"> ・水位検出範囲 (位置、幅、パターン) ・喫水線検出範囲 ・検出感度 	<ul style="list-style-type: none"> ・AR マーカーの設置 ・喫水線検出範囲 ・検出感度
検証結果概要	電子増感の増加によって発生するノイズ、動画のフレームレートの低下が計測に影響する。	<ul style="list-style-type: none"> ・水位標の水面への反射、透過により水面を正確に捉えられない場合あり ・変動域での水面と類似した模様出現で水位計測が不安定になりやすい 	<ul style="list-style-type: none"> ・洪水時など、検知対象範囲が少ないことにより、画像マッチングの質が水位の解析結果に影響する。 ・夜間時に計測に影響する可能性がある。 	<p>今後の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・悪環境での計測精度の確認 ・マーカーの大きさや確度等の確認 ・環境に配慮したマーカーの検討

表 21 CCTV カメラ等を用いた水位観測技術 (2/2)

方式	喫水線検出手法	水面変動検出手法	領域検出手法	輝度解析方式
概要	<p>現場 CCTV カメラ (SD 画質 (NTSC)) の蓄積映像からエッジ切り出しにより喫水線候補を複数抽出し、水面判定などから適切な喫水線を選択し水位計測</p> 	<p>現場 CCTV カメラの映像の蓄積映像から水流領域を判定し、水流領域の上端のエッジを水位線として計測</p>  <p>フローを水色で描画</p>	<p>現場 CCTV カメラの映像の蓄積映像から風などによる揺れ補正処理後に、動き検知によって水面部分を判定し、水面の領域とそれ以外の背景領域との境界を喫水線として検出</p> 	<p>近赤外光と構造物あるいは反射板を用い、輝度の変化から水面を検知し、水位を算出</p> 
必要 fps	未定義	30fps	未定義	静止画でも可
処理方法	<ol style="list-style-type: none"> ①喫水線抽出 ②喫水線絞込み ③水面判定 ④最終的喫水線の決定 	<ol style="list-style-type: none"> ①映像中の動き情報(フロー)算出 ②水流と異なるフローの削除 ③水流領域の判定 ④水流領域の上端付近のエッジ抽出 ⑤水位線を描画 	<ol style="list-style-type: none"> ①測定領域 (ROI) の設定 ②補正処理 ③水面候補検出 ④喫水線検出 	資料未収集
主な調整項目	<ul style="list-style-type: none"> ・水位検出範囲 (位置、幅) ・喫水線検出範囲 	—	<ul style="list-style-type: none"> ・水位検出範囲 (位置、幅) ・喫水線検出範囲 	水位検出範囲 (位置、幅)
検証結果概要	夜間映像等の照度不足や波浪の影響により誤差が生じる。	画像のコントラストが低い場合やノイズの影響で精度が低下する。	測定領域内の構造物や、夜間の白波を誤検知しやすい。	検証中

<参考となる資料>

- 1) 二階堂義則・新村卓也・早福隆介、CCTV 画像を活用した水位観測、水循環：貯留と浸透、雨水貯留浸透技術協会 105、8-14、2017.

8.2.2 画像解析システムの導入

<考え方>

CCTV カメラ等の画像を用いた水位観測において、画像解析システムを導入する場合、下記に留意する。

- ・ 画像解析システムを活用して水位を測定する対象の CCTV カメラ等の仕様について精査し、視認性、適用性などを事前に評価する
- ・ 対象 CCTV カメラ等の撮影画角での水位標、対象構造物の視認性について、昼間、夜間において確認を行い、必要に応じて CCTV カメラ等の感度、フレームレートなどを適切に設定する
- ・ 水位の上昇により計測する対象が異なる場合は、複数のプリセットを用いて、画角毎に CCTV カメラ等の視認性を確認し、CCTV カメラ等の感度、フレームレートなどを適切に設定する
- ・ 画像解析システム導入後は、昼間、夜間などを通じ、種々の環境条件下での計測を行い、計測不能、異常値の発生が少なくなるまで、様々な環境への適用性を高めることが必要であり、仕様書などにおいて記述することが望ましい

9. 水位観測所の維持及び管理

< 必 須 >

観測設備の維持及び管理の実施に際しては、「水文観測業務規程」第 8 章 観測所の維持及び管理、「水文観測業務規程細則」の第 8 章 観測所の維持管理等 の定めに従わなければならない。

また、観測設備ごとに点検や維持管理上必要な事項を記入した点検記録簿を備えなければならない。

< 標 準 >

観測設備の点検は、観測設備の維持管理において最も重要である。点検は、以下に示す総合点検及び定期点検を組み合わせることを基本とする。それぞれにおいて点検すべき主要な事項は以下を標準とする。なお、これらの点検においては、水位標による水位観測値と自記水位計による水位観測値を必ず記録・比較し、自記水位計の校正をその都度図ることを原則とする。

- 1) 総合点検は、年 1 回以上（出水期前等。必要に応じて回数を増やす。）とし、対象とする施設・設備において特に器械類の内部に対して詳細点検を実施し、擬似テスト等による点検を含めた総合的な保守及び校正を行う。この点検は、測定部（センサ）、記録部、器械類の故障の有無を確認し、観測データの精度向上が図られるよう保守及び校正を行うことを主たる目的とする。
- 2) 定期点検は、月 1 回以上（総合点検を除いた月）とし、対象とする施設・設備において特に器械類の外部（表示値を含む）から判断できる点検を中心に行う。この点検は、測定部（センサ）、記録部、器械類の機能障害等の異常を早期に発見し、観測データの欠測や異常値を生じさせないことを主たる目的とする。

< 関連通知等 >

- 1) 水文観測業務規程，平成 14 年 4 月 22 日，国河環第 6 号，国土交通事務次官通達，第 8 章 観測所の及び管理.
- 2) 水文観測業務規程細則，平成 26 年 3 月 20 日，国水情第 45 号，国土交通省水・管理保全局通達，第 8 章 観測所の維持管理等.

< 参考となる資料 >

水位観測所の維持管理・点検の詳細については、下記の資料が参考となる。

- 1) 国土交通省監修，(独)土木研究所編著：水文観測，第 3 章 水位調査 3・6 観測所の維持管理，全日本建設技術協会，2002.

10. 用語集

本手引き（試行版）に用いる CCTV カメラ等関連の用語を下記に示す。

(1) CCD

光学的な像を電氣的な信号に変換する撮像素子で、電荷結合素子 (Charge Coupled Device) という。半導体を用いた揮発性の記憶媒体で、アナログ・デジタル両方の信号を記憶することができる。構造は感光素子であるフォトダイオードが縦横に規則的に配列されている撮像素子である。

(2) 画素（有効画素数）

CCD 上に並んでいて、光を電気に変えるミクロンサイズの光電素子のこと。

撮像素子表面の画素のうち、実際の撮像素子自体に組み込まれている画素の数を「総画素数」という。しかしコンピュータのディスプレイの縦横比に合わせるため、実際の撮影には周辺部がカットされる。このカットされる部分を除いた実際に利用できる部分の画素数を「有効画素数」という。

(3) 解像度

映像をどれだけきめ細かく表示・記録できるかを示す数値で、画面内に引くことのできる線の本数で表記する。水平方向のきめの細かさを水平解像度、垂直方向を垂直解像度という。

SD カメラでは、鉛直・水平：640×480、HD カメラでは、1040×780 となっている。

(4) 最低被写体照度

被写体照度の最低限度を表す。この値が低いカメラほど感度が高く、少ない光で映像を取得することができる。

(5) 単板カメラ・三板カメラ

カメラの CCD 方式のひとつで、光の三原色である赤・緑・青 (RGB) それぞれに独立した 3 つの CCD を利用する場合、三板式カメラと呼ばれ、色解像度が高い。単板式は 1 枚の CCD で映像を取得するため、比較的安価である。

(6) 電子感度

CCD カメラの映像信号をフレーム、あるいはフィールド単位で画像メモリー上に加算する、あるいは CCD への蓄積時間を長くして高感度化を行う機能のこと。少ない光を加算することで少ない光でも映像を取得することが可能である。

動きのある対象物を撮影する場合は映像がぶれる。

(7) 露出調整機能

映像を取得する場合のレンズの絞り、電子感度を調整する場合の採光を行う CCD 上の位置を調整する機能。画面全体の光を測光する場合、暗いところがあると映らなかったり、明るいところがハレーションを生じるようになる。

一般的に国土交通省の空間監視用の CCTV カメラでは空の明るさで河川部が暗くならないように、画角の下半分を対象に測光を行う場合が多い。

(8) S/N 比

CCD に蓄えた電気信号のうち、光以外の要因で発生した本来不要な電気信号の占める割合のこと。通常 S/N 比は常用対数（10 を底にした対数）で表現される。ただし、単位にはデシベル（dB）を使うので、常用対数の 10 倍の数値になる。

(9) オートアイリス

レンズの絞りを被写体の明るさに対応して入光量を自動的に調整する機能。

入光量を適切に調整することで、映像が真っ白になったり真っ黒になったりし、映像を見ることができなくなることを防止する機能。

(10) 出力映像

テレビやビデオの 1 回の走査で得られる映像を 1 とする単位で、NTSC は 2:1 インタレース方式を利用しているため、2 フィールドを重ねて表示し 1 フレーム（完成した 1 映像）となる。

1 秒あたりのフィールドが 60、フレーム数が 30 となる。30p は 1 秒間に 30 フレームの出力映像であり、1 フレームが 2 枚のフィールドで構成されている。

(11) プリセット機能

旋回式の CCTV カメラに対し、撮影画角、ズーム比などを複数設定することが可能な機能。国交省仕様では最低 10 画角の設定が標準仕様として定められている。