

水文観測データの高精度化・安定化のための 施設設置に関わる暗黙知・技術の体系化

SYSTEMATIZATION OF IMPLICIT AND TECHNICAL KNOWLEDGE
RELATED TO EQUIPMENT SETTING FOR HIGHLY ACCURATE AND STABLE
HYDROLOGICAL OBSERVATION

梅田 真吾¹・小澤 剛²・宮谷 綾子¹・建部 祐哉²・松下 俊樹³・中島 隆信²
Shingo UMEDA, Go OZAWA, Ayako MIYATANI, Yuya TATEBE, Toshiki MATSUSHITA and
Takanobu NAKASHIMA

¹非会員 国土交通省九州地方整備局 河川環境課 (〒812-0013 福岡市博多区博多駅東二丁目10-7)

²正会員 工修 (株)建設技術研究所 九州支社河川部 (〒810-0041 福岡市中央区大名二丁目4-12)

³正会員 (株)建設技術研究所 九州支社水工部 (〒810-0041 福岡市中央区大名二丁目4-12)

Hydrological observed data such as water level, rainfall and river discharge are important for not only river planning but flood forecasting and so on. However, there is no specific standard for equipment setting of the observation, which poses a problem to come up errors or reduce the accuracy of observation data. On the other hand, much implicit and technical knowledge to reduce errors and improve the accuracy are stored in equipment makers and local engineers who are in charge of equipment maintenance as their experiences.

In this study, the implicit and technical knowledge in local engineers were systematized to improve the accuracy and stability and finally sum up the outcome as a guideline which is expected to be spread in engineers related to hydrological observation.

Key Words : *Hydrological observation, guideline, accuracy of observation, implicit knowledge, knowledge management*

1. 序論

雨量や水位、流量等の水文観測データは、河川計画だけでなく洪水予測、気候変動に対するモニタリング等、多岐にわたって使用されている。そのため、観測データの精度および安定性（欠測がない状態）を確保することが重要である。しかし、水文観測施設の設置に関しては、既存基準類（河川砂防技術基準や水文観測）に具体的な設計項目や基準値の記載がないことから、現場（技術者）の判断（ノウハウ、経験といった暗黙知）により設置されている場合が多い。水文観測に従事する技術者が減少する中、精度を確保しつつ観測を継続して実施していくためには、現地の特性や精度低下事例等を踏まえた観測施設の設置、維持管理に関する技術の体系化が必要である。

本論文では、水文観測データの高精度化・安定化を図るため、国土交通省九州地方整備局管内（以下、九州管

内）における施設設置・維持管理に関わる現場の暗黙知を収集・精査し、形式化・体系化するとともに、広く普及を図るためガイドライン（案）としてとりまとめることを目的とした。

2. 水文観測施設設置および施設点検の現状

表-1に示す雨量、水位、流量観測に関わる施設は、設置以降被災時や故障時の都度、部分的もしくは全面的に更新されている。また、設置および更新に関する記録が観測台帳に整理されていない場合、施設設置・更新の時期やその実施内容について把握することは困難であるため、更新時の設備設置および維持管理は、現場（技術者）の暗黙知による判断で実施される場合が多い。

その結果、暗黙知による判断で成功事例（観測精度が通常より向上したケースや欠測なく安定して観測できたケース）がある一方で、失敗事例（観測精度低下や欠測

表-1 検討対象施設一覧

地上雨量・水位・水位 流量観測所共通施設	雨量計（転倒ます）、自動記録装置、計側 部固定施設、観測小屋、電源装置、標識、 柵、境界杭、ケーブル保護施設
水位・水位流量観測所 共通施設	水位計、水位標、水準基標、観測井・導水 路（フロート式）、H型鋼（リードスイッ チ式水位計、水位標）、注意喚起施設
水位流量観測所	見通し杭、浮子投下施設

表-2 ①島田¹⁾による研究成果の概要（問題点と対策）

(1) 周辺環境に関する課題と改善提案	
樹木の影響による観測精度低下 →移設、樹木管理、観測所台帳へ樹木の影響有無について記載する	
風（屋上壁面に沿った吹き上げ等）の影響による観測精度低下 →地上気象観測指針に基づいた設置箇所選定の順守	
パンザマスト上設置時の揺れによる観測精度低下 →パンザマストの（卓越風の）風下側に雨量計を設置しない	
(2) 観測機器に関する課題と改善提案	
凍結による観測精度低下・欠測 →設置環境に応じた機能を有する雨量計（設置環境の気温に適応可能 なもの）を選択する	
1接点出力による欠測 →出力を2出力（2接点出力）以上として並列接続を基本とする	
(3) 保守点検に関する課題と改善提案	
全国一律の点検様式がない等の理由により、点検項目が不適切な観測 所が存在 →共通点検様式（環境に影響を及ぼす周辺環境についても点検するよ うな様式）の作成	

したケース）も見られる。

このような成功事例は今後の施設設置および維持管理に時に活用でき、失敗事例は教訓として活用できるが、暗黙知のままではそれが不可能となる。そのため、これら暗黙知を体系的にとりまとめ形式知化することは、水文観測データの高精度化・安定化に資すると言える。

3. 水文観測施設設置に関する課題の整理

(1) 既往調査結果・研究成果の整理

観測施設の設置、維持管理に関する技術の体系化のため、これまでに生じた水文観測データの欠測・精度低下事例（以下、エラー事例とする）について情報収集した。事例収集は、以下に示す方法により実施した。

- ① 全国観測所総点検から見た雨量観測の課題と改善方策についてとりまとめた島田¹⁾による研究成果
- ② 九州管内で生じたエラー事例とその後の対処内容をデータベース化した「欠測・異常値発生事例データベース（H20年度～H25年度）」
- ③ H26年度水文観測品質管理等検討会資料（九州管内で生じたエラー事例に関する報告内容）
- ④ 気象台における観測所環境調査（H23年度～H26年度）

①の研究成果から得られた課題および改善方策を表-2に示す。ここでは、雨量計の周辺環境、観測機器、そして保守点検に関して課題の抽出と改善提案を行っている。これらは地域性に関係なく全国で見られる事例であり、九州管内においても共通しているものと言える。

表-3 ②データベースの主なエラー事例とその要因

雨量観測	
樹木や電柱等の障害物による雨量の観測精度低下 ⇒設置位置の選定、植生管理の不足	
計器交換、調整後の締め付けネジの緩みによる欠測 ⇒点検時の点検項目の不足	
ヒーターの故障とそれに伴う異常値検出 ⇒点検時の点検項目の不足および雷害対策の未実施	
伝送系統トラブルによる雨量観測データの欠測 ⇒観測データの保存まで考慮した伝送系統の未構築	
噴火に伴う降灰によるデータ欠測 ⇒0.5mm転倒ますの詰まり	
水位観測	
水位観測データの欠測 ⇒河道特性の変化等により現場状況が水位計の機器特性に合わなくなった。	
フロート式水位計の急激な水位変化 ⇒点検時の点検項目（清掃）の不足	
水位標・H鋼の流失・ゴミの引っ掛かりによる欠測 ⇒流水に対する安定性の不足、ゴミ対策の不備	

表-4 ③検討会で挙げられた主なエラー事例とその要因

雨量観測・水位観測共通	
バッテリーのケーブル老朽化に伴う断線による欠測 ⇒点検時の点検項目の不足	
テレメータ通信の不具合による欠測 ⇒点検時の点検項目の不足	
器械不良による観測値異常 ⇒点検時の点検項目の不足、雷害対策の未実施	
ケーブルの接続不良による観測値異常 ⇒点検時の点検項目の不足	

表-5 ④観測環境調査のチェック項目

観測環境調査のチェック項目	
雨量計の設置場所（地面、建物屋上、柱上等、観測小屋、その他） ⇒同種の設置場所では類似した問題が見られることが多い。	
周辺に高い建造物や樹木等はないか 高いネットやフェンスに近接していないか 周辺に落葉樹等詰りの要因はないか 通行車両等による水はね影響はないか 積雪時に埋没しないか 凍結防止用ヒーターの有無 ⇒設置位置および周辺環境に問題があることが多いため、それらを調査（チェック）項目として設定している。	

次に、②のデータベースでは、H20年度からH25年度の6年間で雨量観測所44件、水位観測所7件の事例が記録されている。ここで得られた観測精度低下・欠測・エラー事例とそこから考察される要因について表-3に示す。これらより、今後類似したエラー事例が生じないようにするには、施設設置時、点検時に分けて得られた知見をフィードバックすべきと言える。

さらに、③において報告されたエラー事例のうち②と重複するものを除外した事例とその要因についてまとめたものを表-4に示す。ここでは主に、点検時に留意すべき知見が得られた。

最後に、④の設置環境調査結果を収集・整理し、雨量観測所の実態を整理した。本調査では、H23年度からH26年度に実施した計109か所を対象に、表-5に示すよくあるエラー事例をチェック項目として評価している。ここでは、地面、建物屋上、観測小屋上といった設置環境ご

雨量観測・水位観測共通
・ 観測小屋（局舎）の設計基準や更新期間の目安 ・ 点検時の点検項目不足を解消するための保守点検様式の統一化 ・ 雷害対策方法
雨量観測
・ 雨量計の設置箇所選定方法 ・ 観測精度に影響を及ぼす樹木の管理方法，観測所台帳の利用促進 ・ 凍結防止機能の利用方法とエラー防止方法 ・ 接点出力形式の2接点化 ・ 電源系統の適正化 ・ 精度面で優位な1mm型転倒ますの利用促進（0.5mm型との比較）
水位観測
・ 望ましい水位計機種選定のための機種ごとの測定原理，機器特性および適用性の理解 ・ （H鋼などの構造物の）流水に対する安定性の確保 ・ （H鋼などの構造物への）ゴミの引っ掛かり抑制方法

(2) 河川管理者を対象としたニーズ調査と情報収集

(3) 水文観測施設設置に関する課題の整理結果

4. 暗黙知・技術情報の収集整理

(1) 機器メーカーへのアンケートおよびヒアリングによる
情報収集

(2) 保守点検者へのアンケートおよびヒアリングによる情報収集

(3) 設計業者へのアンケートおよびヒアリングによる
情報収集

5. エラー対策検討（雨量観測施設）

(1) 雨量観測施設の設置および植生管理

- 63 -

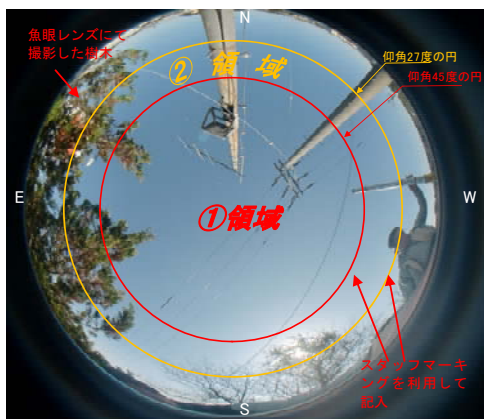


図-2 魚眼レンズ付きカメラによる撮影結果

離隔に対応して、その高さの少なくとも2倍以上（仰角27度以下）、できれば4倍以上（仰角14度以下）離れた位置に設置するよう、気象観測の手引き（H10.9）等で示されている。

このような配置の適正化のためには、魚眼レンズを用いる方法が効果的である。具体的には、図-2に示するような撮影結果から、高さの2倍以上（仰角27度以下）の円に写る樹木を伐採が望ましい対象とし、高さの等倍以上（仰角45度以下）の円に写る樹木を伐採・枝打ちを実施する基準として定量的に判断することができる。

(2) 転倒ます（1mm転倒か0.5mm転倒か）

既往研究²⁾より、降雨強度が強くなると転倒ますの転倒中にも降雨が継続するため、転倒回数の多い0.5mm転倒のものの誤差は大きくなることが報告されている。また、九州管内では噴火に伴う降灰の影響により0.5mm転倒の転倒回数が1mm転倒と比較して減った事例があった。以上を踏まえ、転倒ます型雨量計は1mm転倒のものを採用することを基本とする。

(3) 出力接点形式

よくあるエラー事例は1接点出力形式の雨量観測所で観測データが出力されず、欠測となる場合がある。2接点出力形式とした場合の電力消費量やコストの大きな増大がないことから、欠測リスク低減のため2接点出力を推奨する。なお、分岐器を使い1接点出力を2接点化することはパルス分岐器の故障により欠測したエラー事例が確認されたため、推奨しない（図-3参照）。

(4) 凍結防止機能（ヒーター）

ヒーターの整備がないことで凍結によるエラー事例がある一方で、ヒーターの故障とそれに伴う異常値検出の事例もある。そこでヒーターの故障原因を調査すると、多くは雷害でありその他は点検不足による故障であった。そのため、ヒーターは、凍結が生じる恐れのある地点では装備することを基本とするが、故障リスクを低減するためには夏季には電源を切る、異常発熱による故障を発見するため電気料金を確認するなど留意が必要である。

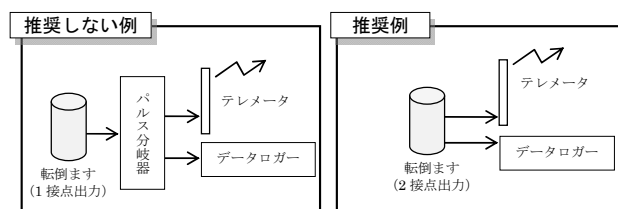


図-3 出力接点形式の推奨例（テレメータ有りの場合）

(5) 落雷対策

雷害によるエラー事例を確認したところ、ヒーター制御盤への雷サージによる過電流負荷が原因であり、この雨量計には避雷素子が装備されていないことがわかった。一方で避雷素子を標準装備している雨量計や被災後に避雷素子を装備して以降は被災していない事例が複数あること、また、避雷素子装備はほとんどコストのかからない対策であることから、雨量計には避雷素子を装備することを推奨する。

6. エラー対策検討（水位観測施設）

(1) 水位計の機種選定および留意事項

代表的な水位計機種にはフロート式、リードスイッチ式、水圧式、超音波式、電波式があり、これらにはそれぞれ特性、各設置環境への適用性に違いがある。さらに、電波式水位計は比較的新しい水位計であるため、基準類「平成14年度版水文観測」では詳細な記述がない。このような背景から、上述したエラー事例の多くは、水位計設置時に、水位計の測定原理や機器特性、適用性を評価していなかったことが要因となっている。

この実態を踏まえ、水位計設置および機種選定の際に参照することで、上述した問題が解決できるよう、水位計の測定原理や機器特性、各設置環境への適用性について一覧比較できる水位計機種別特性・適用性一覧表を作成した（表-7参照）。水位観測所の設置や更新の際に本表を参照することで、現地状況を鑑みて機種を消去法で選定することも可能となるうえ、全くデメリットのない機種を選定することが不可能である場合でもより望ましい機種を選定することが可能となる。

また、機種選定後の設置時、設置後（点検時）に留意すべき事項や欠測を防ぎより観測精度を向上するための工夫、改善方法を形式知化した。

(2) 水位計測方式別事項

a) フロート式水位計

フロート式水位計は導水口、導水路内の土砂堆積にもなうエラー事例が多い。堆積対策としては2つの導水管を設けることや、観測井内の維持管理のため、導水を遮断できるよう角落としとそれを設置するための溝を配置することを推奨する。

表-7 水位計機種別特性・適用性一覧表

大項目	小項目	フロート式水位計	リードスイッチ式水位計	水圧式水位計	超音波式水位計	電波式水位計
測定原理 概要図						
測定原理		ワイヤーの両端の一方にフロート、もう一方に巻（カウンタウエイト）を取り付け、そのワイヤーを滑車（プーリー）にかける。水面の上昇・下降に合わせてフロートが上下すると滑車が回転し、その回転量から水位を検出する。	水中に測定柱を立て、その中に磁石のつ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。	水中に設置された圧力センサーの信号を電気的に変換して水位を測定する。センサーには半導体式や水晶式などの種類がある。	超音波受波器を水面の鉛直上方に取付け、超音波を水面に向かって発射し、気温により超音波の速度を補正した上で、反射して戻ってくるまでの時間を測定することにより、水面－超音波受波器間の距離を計測し水位を得る。	マイクロ波受波器を水面の鉛直上方に取付け、マイクロ波を水面に向かって発射し、反射して戻ってくるまでの時間を測定することにより、水面－マイクロ波受波器間の距離を計測し水位を得る。
(物理的に)設置可能な場所		河道内	河道内	河道内	橋梁、堰、水門等の上部工、張出棒	河左
測定精度 ※1		±1cm以内	±1cm以内	水晶式: F.S. ±0.05% (※2) (10m測定の場合0.5cm) 半導体式: F.S. ±0.1% (10m測定の場合1cm)	±1cm以内	±1cm以内
測定範囲 (鉛直方向測定幅)		～100m	～5m (1本につき) (最大50m程度)	～100m	10m程度	河左
メンテナンス性		・流出土砂などによる導水管の目詰りを取り除く必要がある。	・流出土砂などによる測定柱や支持材への引っかかりを取り除く必要がある。 ・常時水面の僅かな変動に配置されており、水中でのメンテナンス作業が必要となる。	・(特に透水性の低い粘性土等の)土砂が堆積した場合は取り除く必要がある。	・送受波器に対してメンテナンス用の足場等が必要である。	河左
老朽化 (錆の進行、電子機器)		・ワイヤー、ギヤ連結部の摩耗により観測精度が低下・欠損する。	・リードスイッチ、フロート、基盤の老朽化により欠測する。	・保護管等(鉄製の場合)錆びる。 ・水位計基部、変換器の基盤(電子部品)の老朽化により欠測する。	・送受波器、変換器の基盤(電子部品)の老朽化により欠測する。 ・温度計の老朽化により温度補正が正常に機能せず精度が低下する可能性がある。 ・アーチ、取付架台、取付金具の錆び、劣化により安定性、観測箇所のズレが生じる可能性がある。	・送受波器、変換器の基盤(電子部品)の老朽化により欠測する。 ・アーチ、取付架台、取付金具の錆び、劣化により安定性、観測箇所のズレが生じる可能性がある。
電源装置		・電源は不要(記録計等で別途電力が必要な場合を除く)。	・消費電力が小さいため、太陽光発電での運用が可能である。	・消費電力が小さいため、太陽光発電での運用が可能である。	・消費電力が大きい場合、商用電源での運用となるケースが多い。	・消費電力が大きい場合、商用電源での運用となるケースが多い。
施工性		・河川に設置する際、観測井戸および低水用の導水管等の構造物の施工が必要となる。	・水路のコンクリート壁面に取付けが可能であるが、河川の場合には支持用のH鋼を打設し測定柱を取付ける必要がある。	・護岸等にセンサー保護管を固定し、その中にセンサーを滑し込んで設置する。 ・大掛かりな構造物が必要としない。	・橋梁もしくは取付用ポールを建て、腕の先端に送受波器を取付ける。風や振動による影響を考慮した構造にしなければならない。	河左
河床変動の大きい箇所		・導水口が干し上がると観測できない。 ・導水管に土砂堆積した場合は維持浸漬が必要。	・センサーが干し上がると観測できない。	・(特に透水性の低い粘性土等の)土砂が堆積した場合は取り除く必要がある。	・照射範囲が干し上がると河床高を観測する。	・照射範囲が干し上がると観測できない。
流速の早い、水の乱れの大い箇所(流速が早くても水位を遅れが少なく計測できるか)		影響なし	・H鋼への設置であれば流水による堤上げ(上流側)堤下げ(下流側)等の影響を受ける。	・管先端(基部)において堤上げ(管内水位低下)が生じ、観測水位が低くなる可能性がある。	・ピアなどの構造物付近に設置した場合の堤上げ(上流側)堤下げ(下流側)、水面の凹凸、気泡などにより観測誤差が生じる。	河左
河口域(腐食、牡蠣殻等の影響)に対して対応可能か)		・海洋生物(カキ殻等)が導水管内に付着し、フロートの作動阻害を起こす場合がある。 ・導水管が錆びる可能性がある。	・海洋生物(カキ殻等)が測定柱内部に付着し、フロートの作動阻害を起こす場合がある。 ・H鋼、測定柱が錆びる可能性がある。	・海洋生物が受圧部に侵入、付着し、作動阻害を起こす場合がある。 ・(チタン製を用いなければ)水位計基部の錆び欠測する可能性がある。 ・保護管等(鉄製の場合)錆びる。	・非接水型のため、影響はない。 ・(潮風により計測機器が錆びる可能性がある)	河左
潮汐(淡水と塩水の密度差による影響があるか)		影響なし	影響なし	・淡水と海水の密度差により最大2～3%の誤差が生じる。	・非接水型のため、密度差の影響はない。	河左
ゴミの多い箇所(ゴミの影響が水位計測上支障となるか)		導水口にゴミがつかると、河川水とフロート内水位に差が生じる可能性がある。	・H鋼への設置であればゴミの引っかかりにより水面が乱れる。 ・測定柱内部にゴミが入るとフロートの作動阻害を起こす場合がある。	・ゴミが管先端(基部)本体に付着すると、精度が低下する場合がある。	・ゴミが水面上にあると、ゴミの上面を水位として感知する可能性がある。	河左
河内内構造物と近接する箇所(堰柱、橋脚など)		堰柱、橋脚の直下流に配置すると、渦流等の影響を受ける可能性があるが、構造物等の堰柱、橋脚などからの離隔が確保されていることで、影響はなくなる。	河左	・橋脚へ設置する場合は、堤上げ堤下げ、渦流の影響を受ける可能性がある。	・(道路排水の吐口位置と水位計設置位置によっては)道路排水路からの排水を観測する可能性がある。 ・(構造物や取付け方によっては)風などによる振動の影響を受ける可能性がある。 ・橋脚に設置する場合は、橋脚の後流の影響を受ける可能性がある。	河左
外気環境(降雨、気温、湿度、風速等)		影響なし	影響なし	影響なし	・空気を媒体とするため気温、風速(風速10m/s、測定長10mで誤差0.4cm程度)の影響を受ける。	影響なし

※1 製品によっては標記の精度を確保していないものもあるため。
「3.2.1(1)計測精度」に示される計測精度(1cm)を確保したものを採用すること。

※2 標記の値は一般的に河川管理用に使用されている製品の観測精度であり、製品によって異なる。

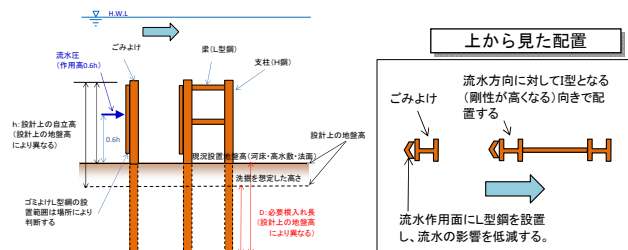


図-4 水位標の流水に対する安定確保のための仕様



図-5 波・ゴミ除け構造護岸(左)と波除けブレード(右)

b) リードスイッチ式水位計

リードスイッチ式水位計はH鋼へのゴミの引っ掛かりとそれに伴う欠測や水面形の乱れ、H鋼の流失、倒伏等のエラー事例が多く見られた。ゴミ対策としては、これらについては図-4に示す配置・設計を推奨する。これにより、流水作用面にL型鋼を設置したH鋼を水位計の5m程度上流側にゴミ除けとして配置することで水位計本体への影響を抑制させることができる。また、鳥居型(門型)構造を基本とし、流水方向に対してI型となる向きで(剛性が高くなるよう)配置することで、流水に対する安定性を確保することができる。

c) 水圧式水位計

水圧式水位計は動水圧の影響やゴミの引っ掛かりにより、計測誤差が生じる事例が見られ、さらに水衝部では保護管の流失・破損の事例もあるため、流水の作用を

極力抑える構造にする必要がある。そのためには護岸形状を波除け・ゴミ除け構造(図-5)としたうえで保護管を配置するほか、上流側に波除けブレード(図-5)の設置等が効果的である。水衝部では保護管の支持間隔は電気通信設備工事共通仕様書等で定める間隔よりも短く(例えば1m未満)するほか、固定にはプラグでは強度不足のためアンカーボルトの使用を推奨する。

d) 超音波式・電波式水位計

超音波式・電波式水位計に関するエラー事例は設置方法に関するものが多い。これらの測定範囲は最低水位より50cm以上低いところから、堤防天端から50cm以上高いところまでとする必要がある⁴⁾。また、図-6のとおり、計測範囲内には河床や護岸などの張り出し部がないよう、以下の機器特性を踏まえて設置することを推奨する。

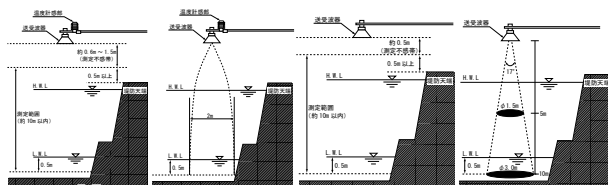


図-6 超音波式（左図2つ）電波式（右図2つ）の設置位置図

- 鉛直方向測定幅は約10m
- 超音波式は送受波器から約0.6～1.5m（製品により異なる），電波式は約0.5m以内が測定不感帯
- 超音波式は受送信器中心線から直径約2m，電波式は受送信器中心線から（照射角度17度の場合）5m下で直径1.5m，10m下で直径3m位階の範囲が計測範囲

7. 水文観測施設設置ガイドライン（案）の作成

これまで生じたエラー事例を踏まえ、前項までに示したような観測データの高精度化・安定化に関わる知見をガイドラインとして体系化した。さらに、以下に示す観測所台帳の記載例、点検項目様式と記載例を作成し、合わせて水文観測施設設置ガイドライン（案）としてとりまとめた。

(1) 観測所台帳の記載例の作成

水文観測業務規程により、観測所台帳は指定された様式に整理するよう定められている。しかし、台帳が整理されていない場合、観測機器被災時の復旧に時間を要した事例や、ケーブル類の敷設状況の記載がないため誤って切断した事例等がある。

そこで観測所台帳を作成・更新しやすくするため、九州管内の観測所台帳を全河川分収集し、記載に工夫が見られる好事例等を抽出し、台帳の記載例を作成した。

(2) 定期・総合点検時の点検項目様式の記載例の作成

観測所ごとに点検や維持管理に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ことが河川砂防技術基準に定められている。しかし、既往研究¹⁾にもあったとおり、統一された点検項目がないため点検項目が不適切な観測所が存在しているのが実態である。

そこで九州管内の全保守点検簿を収集し、既往の基準類や参考資料³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾に記載された点検項目を整理するとともに、エラー事例を踏まえて点検項目化すべきものを抽出・統合し点検項目様式と記載例を作成した。

8. 結論

本論文により得られた知見を以下にまとめて示す。

- ・ 雨量観測に関しては雨量計の設置位置と点検方法に

関するエラー事例が多かった。そのため、設置位置の適正化のための項目と失敗事例を整理しガイドライン（案）としてとりまとめた。

- ・ 水位観測に関しては水位計機種選定の不備に関する事例が多かった。そのため、機種選定の際により適切な機種を選定できるよう、各機種の測定原理・機器特性・適用性一覧（表）を作成した。
- ・ 観測所台帳の整理促進を図るため、台帳への記載に工夫が見られる好事例を収集し、観測所台帳の記載例としてとりまとめた。
- ・ 保守点検項目の不足を補えるよう、点検項目様式と記載例を作成した。
- ・ 今後は、作成したガイドライン（案）を利用していく中で、現場や地域に見合わない事項、新たな工夫事例・失敗事例および新技術の開発が生じる可能性がある。それら意見・情報を収集した上で、再度、吟味・精査しガイドライン（案）を更新していくことが望まれる。
- ・ 作成したガイドライン（案）は九州管内の情報を元に作成したものである。そのため、その他地域において利用する場合は、必ずしも本ガイドラインで記載した事項が最適、推奨されるものとならない可能性がある。そのような場合は、その地域の特性に応じて適用・不適用を判断することが望ましい。

謝辞：本論文の観測精度・安定性向上策の情報については、多くの企業にご協力いただきました。特に、(株)池田計器製作所、(株)大田計器製作所、(株)小笠原計器製作所、(株)協和計器、(株)高崎総合コンサルタント、(株)拓和、日鉄鉱山コンサルタント(株)、横河電子機器(株)（50音順）の方々には貴重な情報を提供頂きました。また、雨量観測に関する事項は福岡管区気象台藤原観測技術指導官に助言頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 島田健一，山下秀基，江内谷義信，宗形浩，福浦悟史：観測所総点検から見た雨量観測の課題と改善方策について，平成18年度河川情報シンポジウム講演集，pp6-1-10，2006
- 2) 気象庁：転倒ます型雨量計の器差，測器技術資料 第4308号，昭和43年2月29日
- 3) 平成14年度版 水文観測 社団法人 全日本建設技術協会
- 4) 河川砂防技術基準 調査編 平成26年4月 国土交通省 水管理・国土保全局
- 5) 国土交通省 河川砂防技術基準 維持管理編
- 6) 絵でみる水文観測，(一社)中部地域づくり協会，2001
- 7) 電気通信施設点検基準(案)(2/3) 個別点検 平成26年12月

(2016. 4. 4受付)