

流砂量観測における不具合データの判別方法に関する検討

国土技術政策総合研究所 桜井亘, 内田太郎, 田中健貴, 井内拓馬
株式会社 コルバック ○吉村暢也, 鶴田謙次

1. はじめに

現在、流砂水文観測が全国の直轄砂防事務所管内を中心に実施されており、平成26年度末で92箇所（ハイドロフォンによる観測：63箇所、濁度計のみの観測：26箇所）でデータが得られている。このデータは、その流域の土砂移動の実態を示すもので砂防事業等への活用が期待されている。しかし、観測の実施においては、流砂外力が生じるなど観測環境として厳しいことと、比較的新しい観測項目で維持管理等の経験が少ないことから、不具合発生が多い状況となっているようである。

本報告は、観測データを基にした不具合データの判別方法について検討を行い、検討した判別方法を使用して全国の流砂観測所の不具合データ発生状況の整理したものである。なお、検討結果を基に不具合データを判別して除去するプログラムを開発しており、今後の観測精度の向上が期待できるものと考えている。

2. 不具合データの特徴と判別方法

流砂水文観測での標準的な計測装置は、水位計、濁度計、ハイドロフォン（音響式掃流砂計）の組み合わせとなっている。この計測装置の特性からデータの不具合の判定方法について検討した。ここで、検討の対象とした計測装置の機種は現地でよく使用されているものとした。また、不具合判別に使用するデータは、出水時のデータではなく、流砂の生じていない平時のデータから判別することとした。このときの平時のデータは、観測期間中の下位25%のデータを使用した（観測データを小さい順に並べて小さい方から25%の順位のデータを使用した。観測期間は1ヶ月間とした）。

なお、以下に判別のための閾値等を示しているが、これは全国データをもとに検討したおよその値であるので、実際使用する場合は使用する機種や現地条件をもとに設定されたい。また、計測装置の全ての不具合を対象としたものではなく、収集した観測データから判別可能と思われるものを対象とした。

2.1 水位計

砂防領域での水位観測では、平時において水位が常に低いことが多く、水位0mでゼロ出力なのか、断線や故障が原因でゼロ出力となっているのか区別できず、故障を見逃してしまうことが多々ある。このことから、流砂水文観測で採用している水位計は、水位0mの時に出力値を持たせることにより水位0mと断線や故障を区別できるようにしている。

- ・形式 : 圧力式水位計
- ・出力 : 電圧出力で0.4V~2V（水位0m=0.4V, 水位10m=2V）。記録装置には0V~5Vになるようにスケーリングして記録している。記録装置は標準で-5.5~5.5Vまで記録可能。
- ・不具合データの判別方法

- ①記録値-1V以下 : 断線または故障
- ②記録値 5V以上 : 故障

水位0mの時は0.4V出力で記録装置には0Vを記録。一方、断線や故障の場合は出力がゼロとなり記録装置には-1.25Vが記録されるようになっているので、-1V以下の場合に断線か故障の可能性と判別できる。また、凍結や故障の場合に水位計の計測上限値以上となることがあるので5V以上は不具合の可能性と判別することとした。

2.2 濁度計

使用している濁度計は、前方の約20cmの範囲の流水の濁りを検出しているが、砂防領域では流砂の影響で障害物や埋没が生じて不具合データとなることが多い。また、流水がない場合には太陽光の影響を受けるようである。

- ・形式 : 後方散乱方式濁度計（4000度計）
- ・出力 : 電圧出力で0~5V
- ・不具合データの判別方法

- ①記録値-0.01V以下 : 断線または故障
- ②記録値 0.1V以上 : 障害物, 埋没, 太陽光の影響等

濁度計はマイナス出力をしないので、記録値がマイナスの場合は、断線や電氣的な故障の可能性はある。ただし、リーク電流の影響で若干マイナスとなる場合があるので記録値-0.01V以下を不具合データと考える。また、流砂が生

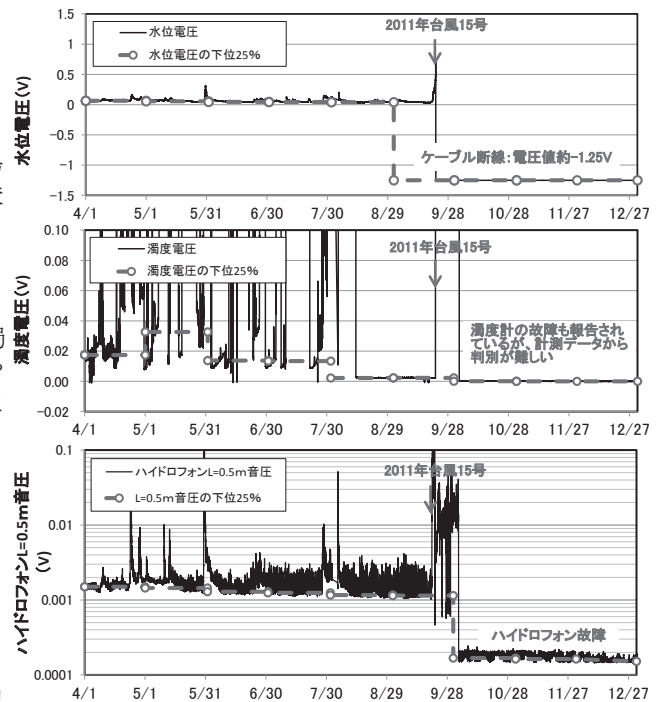


図-1 データの不具合を判別した例

じない平時において濁度を計測する場合は、障害物や埋没または太陽光の影響と考えられるので、記録値 0.1V 以上（濁度で約 100 度以上）となる場合は不具合データの可能性ありと判別することとした。

2.3 ハイドロフォン

ハイドロフォンは、流砂の生じていない平時において計測されるのは流水音のみであるので、流水音から不具合を判別することとした。また、センサー管変形時の音響特性の変化を利用した方法も使用する。

- ・形式 : ハイドロフォン（音響式掃流砂計）
- ・出力 : -5V~5V の音響波形（標準で 100kHz のサンプリング周波数）
- ・不具合データの判別方法
 - ①記録値 平均音圧 0.0005V 以下 : 断線, 埋没, 故障
 - ②記録値 平均音圧 0.02V 以上 : センサー管の変形

ハイドロフォンは、流砂が生じていなくても流水音を記録しており、その流水音は平均音圧でおよそ 0.0005V 以上のように、それ以下となる場合は、流水音を検出できない状態で断線や埋没、故障などの可能性がある。ただし、平時より流水の無い箇所はこの判別方法は利用できない。また、ハイドロフォンのセンサー管が変形すると、既往文献³⁾によると音が大きくなることが報告されており、既往のデータを見るとおよそ平時の平均音圧が 0.02V 以上の場合に不具合データとなっているケースが多いようである。

図-1 は、実際の観測データをもとに不具合データを判別した例である。この判別した例は、東北地方の観測箇所 2011 年の台風 15 号が原因で水位計と濁度計の配管とケーブルが断線されるとともにハイドロフォンの故障が報告されたものである。判別結果を見ると濁度計以外はデータから不具合データを判別できているようである。

3. 不具合データの発生状況

全国の観測データを基に、検討した不具合データの判別方法を使用して、発生状況を整理した結果を表-1 に示す。この表の不具合データの内訳①と②の番号は、前章で示した不具合データの判別方法の番号である。またハイドロフォンについて、1 観測所で左右の 2 箇所を計測している場合は 2 基として集計した。

整理した表-1 によると、水位計については不具合データの発生が比較的少なく 7% であった。これは、水位観測は維持管理等の経験が豊富にあるためと思われる。

濁度計については、不具合データの発生率が 52% でおよそ半数の箇所では不具合が生じた実績がある。内訳としては、②障害物、埋没、太陽光の影響等が大半を占めているようで、早期に見つけて障害物等を取り除けば、継続した観測が可能となるものと思われる。

ハイドロフォンについても約半数の箇所では不具合データを経験しており、内訳は①断線、埋没、故障となっており、埋没ならば早期に復旧が可能であるが、断線故障の場合はセンサー管の交換が必要となる。また、不具合データが生じた時期を整理すると図-2 に示すようになった。この図は、ハイドロフォン設置から不具合データが生じた日時までの経過月を整理したものである。この図が示すように、設置してから約 12ヶ月以内で不具合が多く（全体の約 60%）が発生しているようである。これは設置してから最初の大きな出水で不具合データとなった可能性が高いと推測される。

4. おわりに

今回検討した方法は、全ての不具合データを網羅することはできないが主なものには対応しているものと考えている。また、観測データのみで判別しているため自動化が容易で不具合発生時の早急な対応が可能となり、その結果、継続して安定した観測につながり、観測データを利用した分析等の検討も進展するものと期待している。そのためにも、今後とも不具合データの除去に関する検討をさらに進める方針である。

参考文献

- 1) 岡本ら：山地河道における流砂水文観測の手引き(案)，国総研資料 第 686 号，平成 24 年 4 月
- 2) 蒲原ら：山地河道の流砂水文観測における濁度計観測実施マニュアル，国総研資料 第 792 号，平成 26 年 3 月
- 3) 吉村ら：ハイドロフォンの破損が流砂観測に及ぼす影響，平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集，Pa-35
- 4) 岡本ら：山地河道における濁度計を用いた流砂観測の課題と対応，平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集，R1-11
- 5) 内田ら：ハイドロフォンによる観測に基づく山地流域の掃流砂の流出特性，H27 砂防学会研究発表会，R1-10

表-1 不具合データの発生状況

	水位計	濁度計	ハイドロフォン		
			L=0.5m	L=2.0m	
全基数、A	87	86	68	68	
不具合データの 内訳	①	5	1	25	29
	②	1	38	6	5
	①と②の両方	0	5	2	2
	不明	0	1	0	0
	合計、B	6	45	33	36
不具合の発生率 B/A	7%	52%	49%	53%	

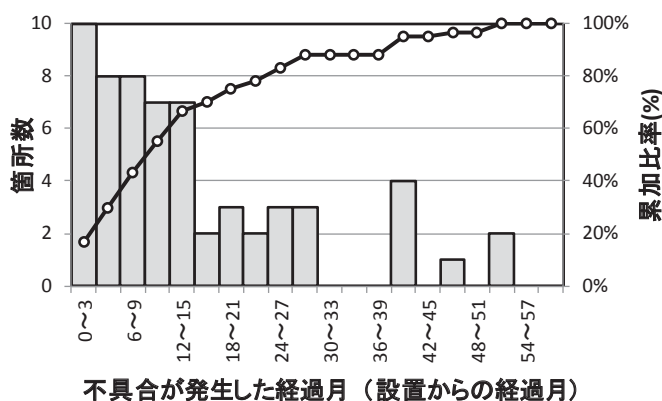


図-2 ハイドロフォンの不具合が発生した経過月