

転倒マス型掃流砂計の改良と土砂沈降量計測への応用

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員 ○今清水雄一
東京理科大学理工学部土木工学科 正会員 二瓶泰雄

1. はじめに

河川の源流から沿岸域までを対象とする水系一貫土砂管理を具現化する上では、土砂輸送量モニタリングは不可欠である。光学式濁度計等を用いる浮遊砂の観測技術と比べて、掃流砂の計測技術は大掛かりで高価なものが多く、汎用性の高い掃流砂計の開発が望まれている。それに対して、二瓶・塗師¹⁾は、安価で小型な掃流砂計開発を目的として、雨量計で用いられる転倒マスを利用した河床内トラップ型簡易掃流砂計を試作し（図1 (a)）、洪水中の掃流砂観測に成功した。この測器（以下、従来測器と呼ぶ）は、掃流砂計としてのみならず、土砂沈降フラックスの時系列変化を計測可能なセディメントトラップとしても極めて有望な機器であるが、現状では、計測精度や土砂堆積容量等の問題点を抱えている。本研究では、転倒マス型掃流砂計・セディメントトラップの実用化に向けて、従来測器が有する様々な問題点を改良した転倒マス型測器（以下、本測器と呼ぶ）を試作した（図1 (b)）。本測器の機能を検証するために、キャリブレーション試験や開水路を用いた掃流砂実験、都市河川における現地観測を実施した。

2. 転倒マス型測器の改良点

本測器における改良点をまとめたものを表1に示す。ここでは、主として、①土砂堆積容量の大幅増加、②観測精度向上、③測器全体の小型化などを目的として、図1 (a) から (b) のように大幅な改良を加えている。また、①の土砂堆積容量の大幅増加を実現することにより、観測期間をメンテナンスせずに長期化できることとなる。

3. 検証用実験・観測の概要

(1) キャリブレーション試験

従来測器と本測器の基本性能を見るために、キャリブレーション試験を行う。ここでは、転倒マス型測器を水槽内に沈めて、測器上部から豊浦標準砂を一定の割合で落下させ、マスの転倒時間間隔を測定する。

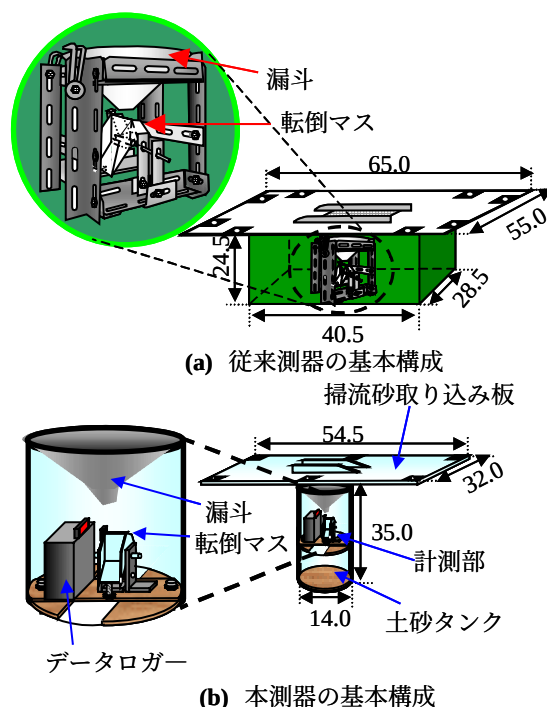


図1 転倒マス型掃流砂計の概要（単位：cm）

表1 本測器における改良点

改良の目的	改良点
①土砂堆積容量の大幅増加	・転倒マスの設置高さを高くして土砂堆積容量を大幅に増加させる。
②観測精度の向上	・転倒マスを支える軸を片側固定から両側固定にして安定化させる。 ・取り込み口の網の位置を変更し、ゴミなどがたまることを防ぐ。
③測器全体の小型化	・測器の形を円柱にして、測器全体を小型化する。
④長期観測の実現	・防水機能の高いケースにデータロガーを収納する。
⑤メンテナンス作業の効率化	・計測部の構造を簡略化し、各部位の調整を容易に行えるようにする。
⑥転倒マスの新機能	・転倒マス付近に気泡が貯まらないようにマス頂部に穴を開ける。 ・転倒したときのマスの傾きの調整を容易にする。
⑦セディメントトラップへの応用	・転倒マスの一転倒あたりの土砂量を掃流砂計の約1/10に大幅に減少させる。

キーワード：掃流砂，土砂沈降量，セディメントトラップ，転倒マス

連絡先：郵便番号 278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501（内線 4069）FAX：04-7123-9766

(2) 開水路における掃流砂実験

流水中において本測器を設置したときの測器周辺の流れや砂粒子の沈降挙動を確認するために、長さ 4.0m、幅 0.16m の矩形開水路（図2）を用いた掃流砂実験を実施した。ここでは、上流部から投入された砂が掃流砂の形態で下流方向に移動し、その掃流砂を水路底部に埋め込まれた本測器で捕える。実験条件は、流量 $0.0518\text{m}^3/\text{s}$ 、水路床勾配 1/1333 とした。

(3) 現地観測

掃流砂・土砂沈降量観測を目的として、本測器を千葉県大堀川の駒木橋において 2005 年 9 月末から断続的に設置している。観測では、本測器とともに自記式水位計（Diver, Eijkelkamp 社製）を設置した。

4. 結果

(1) 計測精度の検討（マス転倒時間）

キャリブレーション試験により得られた転倒マスの累積転倒回数と一回の転倒にかかった時間を転倒時間の平均値で除したものの関係を図3に示す。これより、従来測器では転倒時間が平均値の 0.61～1.56 倍と大きく変化するのに対して、本測器では 0.92～1.03 倍となっている。このように、本測器ではマスの転倒時間が安定しており、転倒マスの観測精度が大幅に向上していることが検証された。

(2) 土砂堆積容量

次に、本測器において土砂堆積容量を大幅に増加したことを実証するために、現地観測や開水路実験中に堆積した土砂総体積及び総転倒回数を表2に示す。ここで、従来測器に関しては現地観測結果¹⁾を、また、本測器に関しては開水路実験の結果を、それぞれ示す。これより、本測器を用いた開水路実験結果は、従来測器と比べて、総転倒回数で約 26 倍、砂体積で約 5 倍となっている。これより、本測器において計測し得る土砂体積が大幅に増加していることが分かる。

(3) セディメントトラップとしての本測器の適用

セディメントトラップとして本測器を用いた観測結果の一例として、洪水時における水位と土砂沈降フラックスの時間変化を図4に示す。これを見ると、水位変化に対応して、土砂沈降フラックスも大きく増減しており、河川洪水時の土砂沈降フラックスの時系列データを取得できていることが分かる。このような本測器により、時間分解能が悪い既製品のセディメントトラップとは異なり、高時間分解能で土砂沈降量の計測を実現できることが実証された。

5. まとめと今後の課題

従来の転倒マス型掃流砂計に対して、土砂堆積部分の大容量化等を目的とした様々な改良を行い、本測器の有効性をキャリブレーション試験や開水路実験、現地観測において実証した、また、本測器がセディメントトラップとしても有用であることが示された。今後の課題は、掃流砂取り込み口や漏斗に土砂等が詰まらないようにすることや 1 ヶ月以上の長期連続観測を実現することである。

参考文献：

1) 二瓶・塗師：河川技術論文集，Vol.11，pp.327-332，2005。

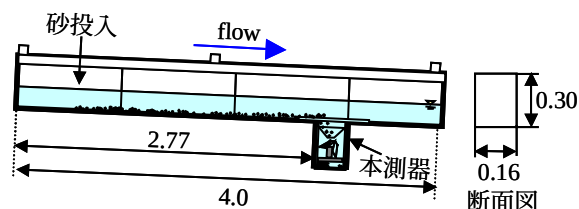


図2 実験水路の概要（単位：m）

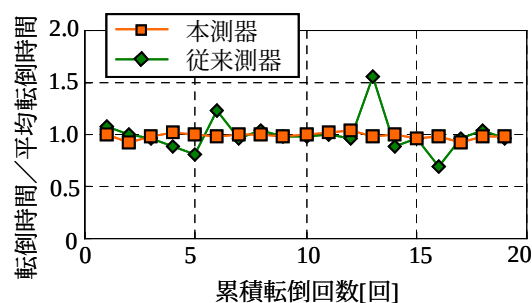


図3 キャリブレーション試験における転倒時間

表2 従来測器と本測器の土砂堆積量の比較

	観測期間	砂体積[cm ³]	総転倒回数[回]
従来測器	04/11/09～16	161	30
本測器	開水路実験	819	790

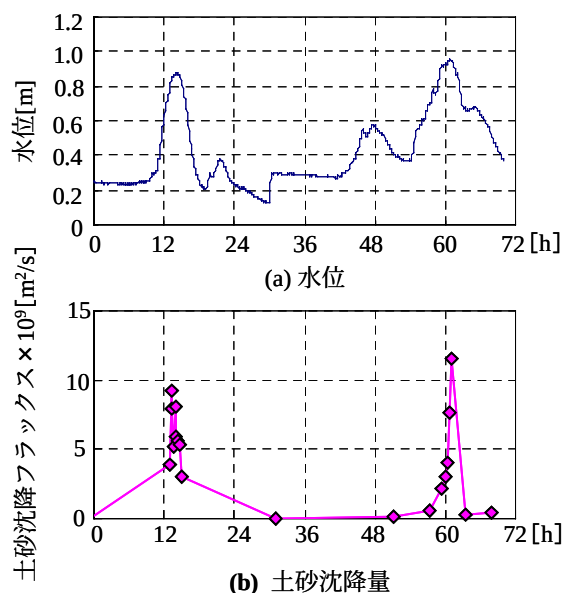


図4 土砂沈降フラックスの観測結果
(2005 年 10 月 15 日～18 日)

掃流砂取り込み口や漏斗に土砂等が詰まらないよう