

洪水中の掃流砂量計測手法の高度化と既存の推定手法との比較

高知高専 学生会員 ○石原道秀 高知高専 正会員 岡田将治

1. 序論

国土交通省総合土砂管理小委員会¹⁾では河川の土砂問題に対し、流域の源頭部から海岸までを一貫とした土砂の運動領域を「流砂系」という概念でとらえ、それに基づいた土砂管理の必要性和土砂移動のモニタリング技術の重要性を指摘している。近年、ADCP（超音波ドップラー多層流向流速計）で計測される鉛直流速分布、水深および掃流砂速度を用いた掃流砂量の推定手法の検討が行われている。萬矢・岡田ら²⁾は、ADCP(超音波ドップラー流速計)による流速と掃流砂の同時計測技術を提案し、採砂器による実測データと比較して、その手法の有効性を検証している。この中で採取した掃流砂量の値にばらつきが大きいことを課題として挙げている。そこで本研究では、採砂器の改良を行って計測精度を向上させるとともに、計測した掃流砂量の実測値に基づいて、ADCPによる掃流砂量推定手法と芦田・道上の掃流砂量式の結果の比較を行う。

2. 採砂器の改良と仁淀川洪水観測

掃流砂の計測精度を低下させる主要因として、採砂器が河床に着床している実質時間の計測方法が考えられる。一般には採砂器を水中に降下する際に吊るしたロープが緩んだ時点に着床したとして時間計測を開始しているが、採砂器が再浮上するような場合には着床時間の評価が困難となる。そこで写真-1に示すような採砂器の側面に圧力計を設置して水中に投入時の水深を1秒間隔で計測できるようにした。また、採砂器の実質の着床時間は、同地点においてADCPで計測される水深の値を目安として評価することとした。

観測は図-2に示す仁淀川の新八田地点(河口から8.2km)において、2014年8月11日と10月14日の洪水時にADCPの観測と並行して改良した採砂器による掃流砂計測を実施し、改良後の有効性の評価と既存の推定手法との比較を行った。

図-1にADCPと採砂器を用いた洪水観測のイメージを示す。仁淀川八天大橋からADCP搭載ボートは2名の作業員が、採砂器はユニック車のワイヤーに吊るして操作を行った。このとき、ワイヤーには安全対策の一環として設置された写真-2のテンションメーターにより引張力を計測するとともに、着床した際に引張力が大きく減少することを利用して従来から行われている採取時の着床開始時刻を把握した。また、掃流砂計測地点近傍においてADCPによる定点観測を行い、萬矢・岡田ら²⁾が提案する掃流砂量推定のためのデータを取得した。8月と10月に計2回実施した洪水時の流量は、およそ $1000\text{m}^3/\text{s}$ であり、代表粒径9mmの河床砂が移動する条件であったことを確認している。

3. 結果および考察

採砂器に圧力計を設置することによる有効性を評価するため、採取した全31ケースの着床時間を従来のテンションメー



写真-1 採砂器の改良点

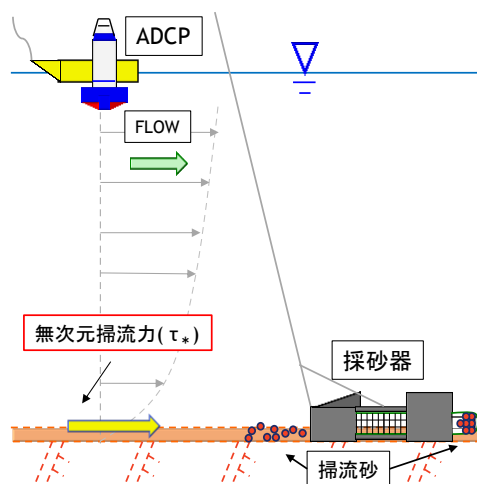


図-1 ADCPと採砂器を用いた洪水観測のイメージ



写真-2 採砂器のワイヤーに設置したテンションメーター

ターを用いた方法と圧力計を用いた方法による掃流砂量の違いの比較を行った。図-3 にケースごとのテンションメーターによる目測と圧力計による実測の掃流砂量を示す。■がテンションメーターの目測によって算出した掃流砂量、×が圧力計の実測値によって算出した掃流砂量である。全 31 ケースのデータを比較した際、両者の差が 1.5 倍以内のものが 28 ケース、2 倍程度異なるものが 2 ケース、5 倍以上異なるものが 1 ケース確認できた。

次に、無次元掃流力 τ_* に対する流砂量の比較を行うために従来の方法の結果を含め、比較を行った。図-4 に ADCP、芦田・道上の式(以下、AMF と記す。)、採砂器の無次元掃流力 τ_* と無次元掃流砂量 q_{B*} の関係図を示す。圧力計の無次元掃流力 τ_* は、ADCP が計測したものから推定した値を用いている。図-4 より無次元掃流力 τ_* の大きさに対応して無次元掃流砂量 q_{B*} も大きくなっていくことがわかる。目測と実測の結果を比較すると、実測結果のほうが無次元掃流力に対して無次元掃流砂量 q_{B*} のばらつきが小さくなっていることが確認できた。AMF と圧力計の結果を比較すると、両者の無次元掃流力 τ_* の値は異なるが傾向が同じであり、無次元掃流砂量 q_{B*} の大きさが同程度であることが確認できた。次に、採砂器(実測)と ADCP の結果を比較する。採砂器の無次元掃流力 τ_* は ADCP の実測により求めた同じ値を用いている。しかし、無次元掃流砂量 q_{B*} の値が平均で約 27 倍もの差が生じていることが確認できた。

4. 結論

採砂器の改良では圧力計を設置した結果、採取した全 31 ケースのデータを比較した際、両者の差が 1.5 倍以内のものが 28 ケース、2 倍程度異なるものが 2 ケース、5 倍以上異なるものが 1 ケース確認できた。また、無次元掃流力との関係では目測よりも実測データのほうが無次元掃流砂量のばらつきが小さいことがわかった。今回の洪水観測の結果、採砂器、従来の方法の AMF、ADCP の各関係は AMF に対し、圧力計の無次元掃流力 τ_* が約 2.2 倍異なっているが、無次元掃流砂量 q_{B*} の値に関しては同程度であったことが確認できた。採砂器と ADCP では、採砂器の無次元掃流力 τ_* が ADCP の実測による値と同じものを用いているのに対し、ADCP の無次元掃流砂量 q_{B*} の値が平均で約 27 倍、採砂器と比べて大きいことがわかった。

参考文献

- 1) 国土交通省総合土砂管理小委員会報告：流砂系の総合的な土砂管理に向けて、平成 10 年 7 月
- 2) Atsuhiro Yorozuya, Shoji Okada, Yuya Kanno, and Kazuhiko Fukami : Bed-load discharge measurement by ADCP in actual rivers, River Flow 2010 – Dittrich, Koll, Aberle & Geisenhainer (eds) - © 2010 Bundesanstalt für Wasserbau ISBN 978-3-939230-00-7, pp. 1687-1692, 2010.



図-2 採砂器の観測位置

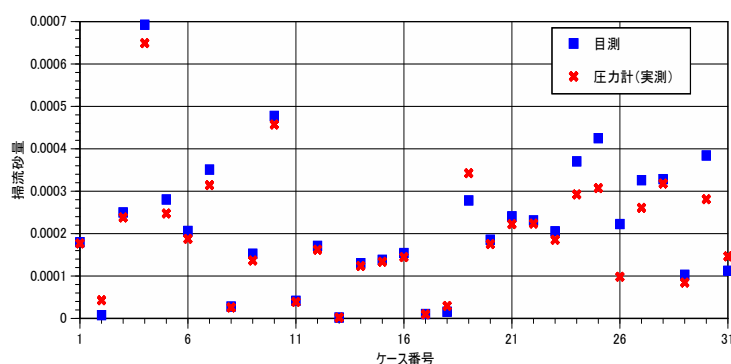


図-3 ケースごとの目測と実測(圧力計)の掃流砂量

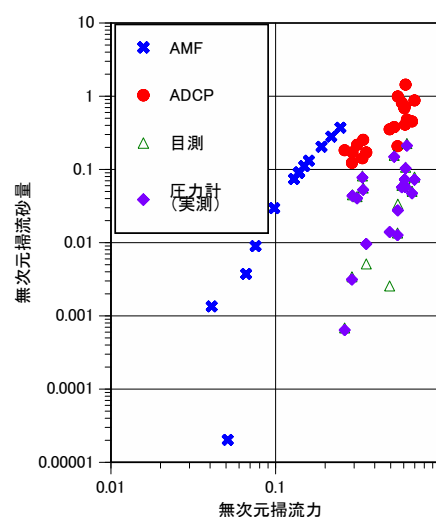


図-4 ADCP、芦田・道上の式、採砂器の無次元掃流力 τ_* と無次元掃流砂量 q_{B*} の関係図