

## II-166 屋内実験用自動流砂量計の試作

京都大学防災研究所 正員 澤井 健二

### 1. まえがき

河川あるいは実験水路において、流砂量の時間変化を詳しく計測することは、諸現象の解明に大きく貢献するものと考えられるが、それには計測を自動化することがきわめて重要である。従来、流砂量の自動計測についていくつかの試みが行なわれているが、実河川においてはもちろんのこと、実験水路においても、機能が不十分であったり、装置が丈夫かたりにあつたりして、あまり普及してゐない。そこで著者は、比較的軽便な自動流砂量計の試作を試み、屋内実験用として実用化の目的を得たので、ここに報告する。

### 2. 試作品の基本構想

当面对象とする実験水路の規模ならびに条件は、通常の屋内実験で用いられる幅50cm程度、流量0~40ℓ/s、粒径数mm程度までのものを考える。流砂量の計測断面は水路中の任意の位置に設定できるのが理想的であるが、ここでは通常よく用いられる水路下流端を対象とすることにする。この場合、流量が1ℓ/s程度以下であれば、ある時間内の流水と流砂を全量採取して計量することもさほど困難でないが、流量がそれよりも多い場合には、流水の全量を頻りに採取して計量することは困難となる。そこで、まず流砂を流水の大部分から分離させる必要がある。その代表的な方法としては、流速を軽減して流砂を沈降させる方法と、メッシュにかけて強制的に分離する方法とがあり、比較的穏やかな流水を対象とする場合には、前者の方法がしばしば用いられているが、粒子が浮遊するような場合には、後者の方法を用いるのが有効である。メッシュをあまり細かくすると目詰まりが生じ易くなるが、ここでは極力広範囲の砂を捕捉できるように、0.3mmのメッシュを用いることにした。その場合、流水を狭い範囲に集中させるよりも分散させた方が、円滑な排水が行えるが、あまり広く分散させると、流砂の秤量が困難となる。また、金網で捕捉した砂を流水の存在下で精度よく秤量することは困難であるので、静穏な場所に移動させて秤量する必要がある。

そこで、流砂の捕捉機構と計量機構とを分離させ、途中に図-1に示すような輸送機構を介在させて、計量操作を任意の位置で行えるようにした。これにより、計量部へは、約1ℓ/sの流水と流砂が送られてくるようになるが、取扱いは比較的容易となった。図-2は計量機構を示したものであり、金網製の受砂容器（容量約2ℓ）をよつ取付いたベルトを間欠的に駆動させ、図に示す各位置で停止させて、受砂→秤量→排砂→洗浄→待機を反復させる。秤量には、フルスケール5kgのロードセルを用いている。

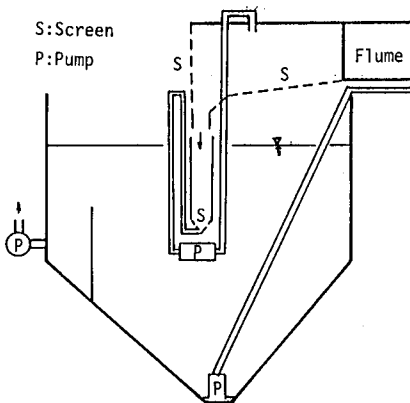


図-1 流砂の捕捉・輸送機構

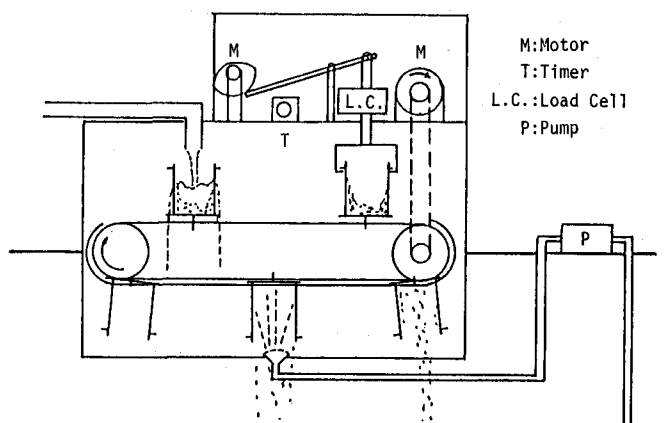


図-2 自動反復計量機構

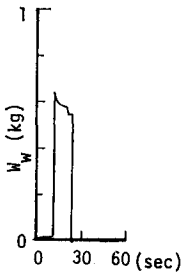


図-3 ロードセルの出力例

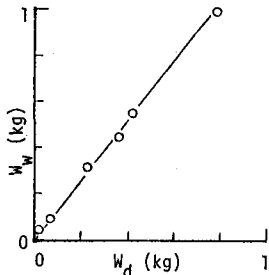


図-4 荷重校正曲線

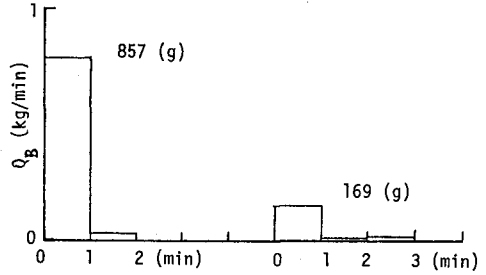


図-5 流砂量計の時間応答

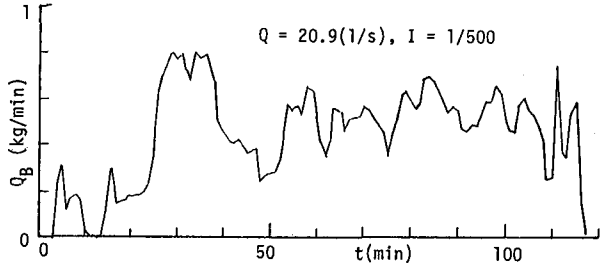
### 3. 性能の検討

秤量は完全な乾燥状態または浸水状態で行うのが精度がよいが、前者は実時間の反復が難しく、後者は装置が大がかりになるので、ここでは、受砂後不完全な水切り状態で湿潤重量を測定している。図-3は、平均粒径0.8mmの平均的土砂に対する、ロードセルの出力例を示したものである。出力が急激に立上った後、漸減しているのは、ロードセルを持ち上げて秤量している最中にも排水が進行しているからであろう。しかしながら、読み取りまでの排水時間を一定にすることにより、乾燥重量との関係を一定に保つことができる。図-4によれば、排出湿潤重量 $W_w$ は乾燥重量 $W_d$ の1.25倍±25gの範囲に保たれている。

次に、本装置では、捕捉された流砂が計量部に到達するまでにある程度の時間遅れが伴う。図-5は水路下端で瞬間的に土砂を投入した後、受砂容器を1分間隔で移動させて秤量したもので、最初の1分間でほぼ全量の土砂が輸送されていることがわかる。

図-6は、実際に水路を運転して、2時間にわたって1分間おきに流砂量を計測したものであり、流砂量の時間変化が克明に捉えられている。

図-6 流砂量の時間変動計測例



### 4. 試作品の問題点と改善策

本装置における絶対秤量精度は約20gであるため、相対精度を10%以上にするには、200g程度以上の土砂をまとめて秤量する必要があり、したがって流砂量が極端に少ない場合には、その時間変化を精度よく検出することはできない。一方、流砂量が極端に多い場合には、サンプリング間隔を短くしなければ、受砂容器が溢れる恐れがあり、現在、流砂量に応じて自動的にサンプリング間隔を変えようとするよう、検討中である。

また、本装置では、40l/sまでの流量条件下に適用できることを企図したが、実際には30l/s程度の流量で水路下端の排水網が目詰まりを生じて、計測不能となるとともに、セキ上げが水路部にも波及して、現象自体に影響を及ぼすことが時々生じた。これを防ぐには、排水面積を増すか、金網に回転や振動を与えるか、ワイパーのようなもので粘着物を取除くことが必要である。しかし、排水面積が大き過ぎると、流量が小さい時に排水過剰となり、金網の上に砂が滞留してしまふので、流量に応じて排水面積を変化させる必要がある。本装置では現在のところそれが自動にならなっており、流量の変化範囲が大きい場合には完全に自動計測に至っていない。

最後に、本装置のように水路下端で検出される流砂量は、堰の設置による局所的な影響を受けやすいものであり、水路途中における流砂量とは単に位相がずれるだけでなく、変動特性そのものが異なる可能性があるため、これを克服するには、測定法の根本的な変更が必要となる。