

## II-PS 5 移動床水理実験におけるラボラトリーオートメーションの試み（3）

### －高速高機能流速計検定装置－

|           |     |       |
|-----------|-----|-------|
| 京都大学防災研究所 | 正会員 | 澤井健二  |
| 京都大学防災研究所 | 正会員 | 藤田裕一郎 |
| 京都大学防災研究所 |     | 藤木繁男  |
| 京都大学防災研究所 |     | 藤原清司  |

#### 1. まえがき

流速計の検定には、プローブを静水中で一定速度で牽引し、牽引速度と出力信号の関係を調べるが多い。この場合、いくつかの問題点があるが、そのうちのいくつかは検定台車の駆動装置の改良によって解決されることが期待される。本研究は、比較的小さなスペースで、きわめて低速から3 m/secの高速まで、自由な速度で駆動できる検定台車を導入し、市販の小型電磁流速計の検定を行い、その適用範囲を明確にしようとしたものである。

#### 2. 流速計検定台車および水槽の問題点

静水中で流速計プローブを牽引する場合、牽引長が短ければ検定可能時間が短くなること、水槽の構造によっては、プローブを動かすことによって水槽全体に循環流が発生し、静水中での牽引でなくなること、高周波で台車の走行を制御することが難しく、流速計の時間応答性能を調べにくいことなど、牽引装置上の問題点があるとともに、たとえば平均流速や比較的低周波の流速変動を測定しようとする場合でも、乱れ特性によって流速計の出力が異なる可能性があること、一様流場とせん断流場とでは流速計の出力特性が異なる可能性があることなど、流れ場そのものに起因する問題がある。

これらの問題点のうち、後者のものは静水中を牽引する方式をとる以上避け難いものであるが、前者の中で牽引速度に起因するものに関しては、台車の駆動装置の高機能化によって解決できる可能性がある。また、消波板の設置など、水槽の構造を工夫することにより、循環流や反射をある程度軽減できる可能性がある。

#### 3. 高速高機能流速計検定台車

現地観測用流速計の検定を考えれば、検定台車の走行速度範囲と走行距離はなるべく大きくすることが望まれるが、スペースおよび経費の制約から、本研究においては水槽の規模は、幅1 m、深さ1 m、長さ12 mが限度であり、走行距離は約10 mに限定せざるを得なかった。その場合、限られたスペースで、高速走行を実現するには、まず、台車の急加減速を可能にする必要がある。摩擦による駆動方式では、加速度に限界があり、10 m程度の走行区間では、2 m/sec程度以上の速度を出すことは難しい。そこで、傾斜を利用する方式やカタパルト方式、バネや圧搾空気を利用する方式など、種々の方式を検討したが、最終的には、ワイヤによる牽引方式を採用することにした。

動力源はA Cサーボモータで、その回転をギヤによって水槽左右両側のプーリーに伝達し、さらにワイヤによって台車に伝達している。その際プーリーの回転によってワイヤが絡まないよう、プーリーに螺旋溝を切り、また、急加減速に対応できるよう、水槽中間点付近に衝撃吸収用のバネを挿入している。

サーボモータには、ロータリーエンコーダが付属しており、刻々の台車位置や速度がデジタル表示されるとともに、速度はアナログ電圧としても出力できるようになっている。台車の走行速度時系列は、予め、キー設定器からマニュアル操作でデジタル入力できるとともに、アナログ電圧を入力することによって、実時間で制御することも可能である。

さらに安全装置として、レール両端近傍にリミットスイッチが取り付けられているほか、レールの左右両側に光電スイッチを設けて、障害物を検知しており、計測者や障害物がレールに接近すると、台車は自動的に停止する。

#### 4. 小型電磁流速計の検定

電磁流速計は、流水中に多少の異物があっても破壊しにくく、現地計測用の流速計として、広く用いられている。しかしながら、周囲の物質の電磁気特性の影響を受けやすく、その適用には注意を要することがしばしば指摘されている。本研究では、特に水面の影響に着目して、電磁流速計の適用範囲を明確にすることを試みた。

用いたプローブはL字型に曲がった直径5mm(センサー部の直近では4.2mm)の鋼製パイプの先端に直径9mm、長さ32mmの円柱型センサー部のついたものであり、設置法としては、センサーの先端部を鉛直下方に向けて水平面内の流速成分を検出するのが標準的であるが、ここでは、電極の一つが真上に来る状態でセンサー部を水平横断方向に設置して、水平主流速度成分と鉛直速度成分を検出することにした。これは、実験室における水深の小さな流れや、水深が大きくても水面近傍の流速計測に電磁流速計を適用したいと考えたからである。

仕様書によれば、この電磁流速計は、0-2m/secの範囲内で、2%の精度で流速に比例した電圧出力が得られることになっているが、これはセンサー部が十分大きな水塊の中央部にあって水面その他の境界の影響を受けない場合におけるものである。ところが我々の実験では、境界の影響を受ける領域で流速測定を行うことも多く、そのためには、境界の影響を受けた条件下での検定を行っておく必要がある。

そこで、水槽内の水深を約80cmに保ち、先述の検定台車の中央部に電磁流速計のプローブを取り付け、センサーの設置深さを変化させながら台車の牽引速度と流速計の出力電圧との関係を系統的に調べた。なお、流速計アンプの時定数は、0.1secにセットし、出力電圧は約10HzのサンプリングレートでA/D変換し、加減速部でのデータを除去した上で平均値を求めた。

プローブの設置深さが12cmの場合には、牽引速度が4.5cm/secから2.5m/secの範囲ではほぼ線形性が保たれたが、それを超えると出力電圧はあまり変化しなくなった。これは、この流速計の測定範囲が $\pm 2$  m/secとになっていることから当然の結果である。この深さではプローブのまわりに顕著な水面変化は生じなかった。

プローブの設置深さを5cmにすると、牽引速度が1.5m/sec以下では、12cmの場合とほぼ同じ関係が得られたが、それを超えると線形性が崩れる。プローブ深さが2cmの場合には、1.2m/secで、また、1cmの場合には1.1m/secで、0.5cmの場合には1.0m/secで同様のずれが生じた。このようにセンサーが水面に近づくと、比較的小さな速度で線形性が崩れるようになっているが、これは、水面の存在によってセンサー周辺の電磁特性が変化するとともに、センサーの牽引によって、局所的に水位が変化し、極端な場合にはセンサーが空中に露出するためである。センサーの上面をちょうど水面に一致させた場合には、牽引速度が遅くても、出力電圧がかなり低くなった。

#### 5. あとがき

以上のように、0-3m/secの範囲で任意の時間波形で牽引できる台車装置を用いて電磁流速計の検定を行い、水面近傍での応答特性を明確にすることができた。この検定結果を用いることにより、今後、より信頼のできる流速計測が行えるものと考えられる。今後さらに電磁流速計に及ぼす壁面の影響や空間分解能、時間応答特性についても解明していきたいと考えている。

なお、本研究は、平成2・3年度文部省特定研究費「移動床水理現象の自動計測制御並びにデータ処理に関する研究」(研究代表者:京都大学防災研究所今本博健教授)の補助を得て行われたものである。記して謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 藤田裕一郎・澤井健二: 移動床水理実験におけるラボラトリーオートメーションの試み、水工学論文集、第34巻、1990、pp. 701-706.
- 2) 澤井健二: 移動床水理実験におけるラボラトリーオートメーションの試み(2) - 曲線に沿う自動河床計測 -、土木学会第46回年次学術講演会講演概要集、第2部、1991、pp. 12-13.