

## 第4章 流量観測

### 4・1 概説

流量は単位時間に河川のある横断面を流過する水の量である。河川の流量は流域に降った降水が地表や地中を経由して流出してきたものであり、時々刻々変化している。河川の水位は落差工やダム等の上、下流では不連続となるが、流量は上流から下流に連続した量として観測される。

水資源計画を策定するためには、長年にわたる通年の流量の変化を知る必要があるし、合理的な治水計画立案のためには、洪水時の流量の観測資料が特に必要である。

流量観測は、雨量観測や水位観測のように時間的に連続した観測を行うことは困難であるため、流量の観測資料の数は限られている。ある程度の勾配のある河川では水位と流量の間に一定の関係が認められる。そこで、観測された流量とその時点の河川水位との関係を求め、この関係を用いて時々刻々の水位をその水位に対応する流量に変換する。このため水位流量曲線の作成にあたっては、



写真4・1・1 流量観測所（利根川上流工事事務所栗橋観測所）

いろいろな水位に対応した流量の実測を行っておく必要がある。

河川の流量を測る方法としては、一般にある時点の断面積と流速を測って両者の積として流量を求める方法がとられる。流速の測定方法は、可搬式流速計による方法と浮子による方法に大別される。浮子による方法は、流速が大きい等の理由により可搬式流速計による方法が適用できない場合に用いられる。この観測方法以外に堰や限界流フリューム等のように限界水深を発生させて、水位から計算により流量を求める方法がある。流量の単位は通常 $\text{m}^3/\text{sec}$ の単位が用いられる。

#### 解 説

- ① 流量を測る方法としては、一般に河川のある地点の断面積と流速を測ってこの積を流量として知る方法が用いられる。実作業では断面をいくつかの区間に区切って各区間の流速と断面積を測り、この積の和を流量として得るものである。この場合流速の測定方法には可搬式流速計による方法と浮子による方法がある。可搬式流速計による方法は、主として回転式流速計を用いるものであり、浮子による方法とは、表面浮子・さお浮子等がある一定区間に流下させ、その区間を通過する時間を観測して流速を求めるものである。
- ② この他の観測方法として、堰や限界流フリューム等のように支配断面を発生させて、水位から計算により流量を求める方法がある。なお観測できなかった場合で何らかの理由から流量の推定を必要とする時に、水位や洪水痕跡から水面勾配を求め平均流速公式を用いて推算したり、空中写真から表面流速を求めて流量を推算することがあるが、これらは流量の観測値とはいえない。したがってこれらの方法は本書ではとりあげない。
- ③ 流量は実際の河川では常に変動しているため、観測流量値のみでは利用価値は限られてしまう。このため観測された流量とその水位の関係をあらかじめ求めておいて、この関係を用いて時々刻々の水位を時々刻々の流量に変換し、連続的に観測する方法がとられている。
- ④ 水位流量曲線式を作成する上で、観測値に空白部があると、線の屈曲点等が明確にはならない場合がある。特に水位が上昇して高水敷に水がのるあたりの観測値が不足しがちであり、充実させる必要がある。
- ⑤ 流量は河川計画の立案や洪水予報等の河川管理の基本をなす重要なものである。このため流量観測は長年にわたって継続的に実施される必要がある。

## 4・2 観測所の配置と位置選定

### 4・2・1 観測所の配置

流量観測所は水系全体からみた適正な観測網を考慮して、河川・砂防等の計画・管理上重要な地点に配置する。なお流量観測所には必ず水位観測所を併置する。

#### 解 説

- ① 適正な観測網とは、関連する上下流の観測所における観測値を関係づけることによって、任意地点における流量を実用上の精度で推算できることである。

河川には分合流があり、表流水と伏流水との間に伏没、還元もある。また洪水は波として流下し、ピーク流量には上流から下流へ向け低減がみられることもある。さらに、潮汐の振動は河道内を下流から上流へ伝播する。このため流量は河川の中で、時間的・空間的に変動する。従って、河川の計画・管理に必要な地点に流量観測所を配置するとともに、観測網としても水系全体からみて適切であるように配置しなければならない。
- ② 配置計画には、当該流域の水系全体を示す地形図を利用する。配置計画を検討する場合には、水系全体の観測網を構想しつつ、適正配置を計画する。新たに観測所が必要となった場合は、流域図等に既設の観測所を記入し、その設置目的・理由を考慮して、新規観測所の配置を計画する。配置計画にあたっては、河川縦横断面図・地質図・水文地質図等を参考にすると良い。
- ③ 具体的な配置場所としては、
  - (a) 重要支派川の分合流の前後
  - (b) 堰上流・遊水地・湖沼・貯水池の出入口等がある。扇状地の扇頂や河道の整った峡谷などは自然条件としては好ましい位置である。
- ④ 大河川との合流点の直上流で大河川の水位等の影響があるところや、感潮区間など、水位流量曲線が精度よく描けないことが予想される場所は避けた方が良い。
- ⑤ 大規模な用水により流量が分水路を流下して、流量値が河川流量の代表性を失うところでは分流前・後での観測が必要となる。
- ⑥ 流量は1回の観測値でも意味があるが、水位流量曲線を用いて、水位を流量に変換することによって流量の連続記録をとることができるので、流量観

測所には水位観測所を併置する。そのため水位流量観測所と呼んでいる。

- ⑦ 河口感潮部は先述したように流量を測るのは困難であるので避けることが望ましいが、やむを得ず観測所を配置するには、
- (a) 海から波浪・潮汐の影響
  - (b) 津波・高潮に際しては、それら諸現象の河川計画・管理への影響の調査ができるような配置。
  - (c) 河口閉塞
- に注意して、配置計画を立てる。詳細は4・8・2を参照されたい。

#### 4・2・2 観測所の位置選定

流量観測所の配置を決定した後、以下の条件に従って地形図、河川縦横断面図などを用い、机上検討をした上で、現地踏査によりつぎの条件を満足する場所を選定する。

- (1) 水位観測所が設置できる場所。
- (2) 流量観測が安定して行える場所。
- (3) 維持管理がしやすい場所。
- (4) 安全である場所。

#### 解 説

設置場所の選定には、観測責任者が現地踏査を行い、流量観測に適した場所を選定する。洪水時に流水の状況を確認することも重要である。

##### (1) 水位観測所が設置できる場所

流量観測所では水位流量曲線を求める必要があり、水位観測所を併設できる場所ではなくてはならない。

水位観測所の設置については3・2・2観測所の位置選定を参照されたい。

##### (2) 流量観測が安定して行える場所

流量観測所は、適切な水位流量関係が得られる場所に設置されなければならない。流量観測所では、低水流量観測及び高水流量観測が同一場所あるいはなるべく近い場所で行えることが望ましい。

次の条件を満足する場所を選ぶ。

- ① 河床変動が少ないところ。
- ② 流れに瀬や淵の部分がなく、みお筋が安定しているところ。堰の直上下流やダム直下流または支派川及び用水の分合流前後では流れが安定しないことが多い。このため安定した流れが得られる地点まで離す。
- ③ 対岸及び観測区間の見通しが良いところ。

浮子による流量観測所では上記の条件以外に

- ① 流れの直線区間が必要な距離以上確保できるところ。上流の弯曲部の影響による偏流がなくなるところから最大流速 (m/秒) × 20秒以上の距離 (m) をとっている場合が多い。
- ② 断面や河幅に大きな変化のないところ。
- ③ 観測区間の直上流部に橋があるか、専用の浮子投下施設を設置できる場所があるところ。
- ④ 流れを阻害する立木・構造物等がないところ。浮子の流下を阻害している場合は、除草、伐木を行い、適切な観測区間を維持する。

といった条件を満たすことが必要である。

ただし、上記の条件を満足する場所であっても次の事項に該当する場所は避けた方が望ましい。

- ① 直上・下流に急激な弯曲があるところ。このようなところでは流れがかたよりやすく測定精度が悪くなる。
- ② 横断方向に流量が極端に集中するところ。直線的な河道区間であっても砂礫堆の形成などで流れが蛇行することがある。仮に1カ所に流量が集中していると、その部分の誤差が全体の流量に対して大きな割合となり意外と大きな誤差を生ずることがある。
- ③ 高水時に本川の水位や潮位により、背水の影響を受けるところ。特に河道が複断面になっている場合、低水路一杯まで観測できたとしても高水敷に水がのり始めるとある程度の水深になるまで草木等が障害となって観測ができず、水位流量関係に空白ができることがある。このようなことを避けるため、障害物がなく、高水敷において流水がスムーズに流下している箇所を選定する。

感潮区間、内水地域における観測の場合には、水位流量関係が一義的でないから、上述したいろいろな条件を満足する場所がないこともあるので、その目的等に鑑み次善の策により選定することもやむをえない。

#### (3) 維持管理がしやすい場所

- ① 流路や河床の変動が小さい場所を選ぶこと。流路や河床の変動が大きいと水位流量関係が不安定となったり、観測が継続できなくなったりする。
- ② 自然環境保全等の観点から伐木等が困難である場合は観測所の移設、廃止についても考慮する。
- ③ その他水位観測所の設置に準ずること。

#### (4) 安全である場所

- ① 舟による観測の場合は舟の転覆等の事故が起きないように設備の設置ができること。
- ② 流量観測作業で橋梁等を利用する場合は交通事故を起こさないよう看板、

標識，フェンス，交通整理等を行えること。

- ③ 観測所への通路の整備，夜間照明，冬期の除雪など適切な安全対策を講じうること。
- ④ 転落の恐れがない場所であること。必要に応じて安全施設を設ける。

### 4・3 可搬式流速計による流量観測（流速計測法）

河川の流量は通常，流水断面積とその平均流速の積で求められる。この方法を流速計測法という。平均流速は河川の流水断面において，決められた間隔で配置された測点での流速を計測して求められる。この計測に用いられる可搬式流速計には，回転式，電磁式等のタイプがある。本節では，特に断らない限り，回転式流速計を用いた流量観測についての標準的な方法，および精密測定について述べることとする。

#### 解 説

流速計を用いた流量観測は，我が国では低水流量観測にもつばら用いられているが，観測条件によっては高水流量観測にも適用できる。流量観測の結果の数値は小数点以下二位までとする。国土調査法にもとづく流速計測法には標準的な流速測定以外に精密測定も定められている。これは，流量観測の精度を検定する等のために行われる方法である。以下本節では，特に断わらない限り，回転式流速計による流量観測について記述し，回転式流速計を単に“流速計”と記述する。

#### 4・3・1 観測方式

可搬式流速計による流量観測には，流量観測所の設置場所の状況に応じて次のような方式がとられる。

- (1) 徒渉観測
- (2) 舟による観測
- (3) 橋梁による観測
- (4) 吊籠による観測

なお，方式によって必要な施設及び器具はそれぞれ異なる。主な施設及び器材は表4・3・1のとおりである。

表4・3・1 可搬式流速計による観測に必要な施設と器材

観測方式	流量観測所に必要な施設	観測に必要な器材	
		流速測定用器材	水深測定用器材
徒渉観測	水位観測所, 断面杭, ワイヤー	流速計, ストップウォッチ, ロッド, (錘)	ロッド, (ポール)
舟による観測	水位観測所, 断面杭, ワイヤー	流速計, ストップウォッチ, 舟, ボートブーム, 錘, (ロッド)	ロッド, (ポール), レッド, 超音波測深器
橋梁による観測	水位観測所, 流量観測車, ウインチ	流速計, ストップウォッチ, 錘	レッド
吊籠による観測	水位観測所, ワイヤー, 吊籠	流速計, ストップウォッチ, 錘	レッド

## 解 説

流量観測所の状況に応じて観測方式を選定する必要がある。流速が小さく水深が浅い場所では、観測員が川を歩いて渡りながら観測する徒渉観測でも可能である。しかし、流速が速くなり水深が深くなると、舟による観測あるいは仮橋による観測が必要となる。さらに水深及び流速が大きい場合や高水流量観測では、既設の橋梁や専用の吊籠でないと観測できなくなる。

## ① 徒渉観測

(a) 水深、流速共に小さい場所のみに用いられる。出水時等は危険が多いので使用してはならない。水深は観測員のひざ程度、流速1 m/sec程度が限度であろう。流速が小さい時は水深がやや大きくても危険はないが作業がしにくい。

(b) 徒渉観測では、水深や流速が小さい時は小型プライス流速計等を用いる。流速計が足や体等による流れの乱れの影響を受けないように、体を流向に対し横向にし、流速計は体よりできるだけ離して正しく支持する。

## ② 舟による観測

(a) 低水流量観測に利用される最も普通の方法で、川を横断してワイヤーを張り、これをつたわって測定点の位置を決め観測する。流速2 m/sec程度までが限度であろう。出水時等は危険が多いので使用してはならない。

(b) 通常、観測を始める前に舟でワイヤーを張る。ゴムボートのように舟としては扱いにくいものは、ワイヤーを張る方法を別途に考えておかないと、流速が少し大きくなっただけで観測が困難になる。



写真4・3・1 徒渉観測



写真4・3・2 舟による観測

(c) 錘を付けた流速計とポートブームなどを用いて観測する。この場合流速計は舟より上流側へできるだけ離して正しく支持する。ポートブームがない場合、前あるいは横に出して流速計を支持することが多いが、ポートブームを用いて上流側で支持することが望ましい。

### ③ 既設橋梁による観測

(a) わが国の河川では橋より水面までの距離が大きいため長いワイヤーと錘が必要となる。観測にはなるべく一般の交通への支障を少なくするように配慮して、流量観測車（流量観測用ウインチを装備した自動車）等により流速計に重い錘をつけて橋の下流側で測る。

(b) 橋で観測する時には、事前に道路管理者や警察に連絡しておく。観測員の安全及び観測の迅速化を図るため、橋の入口等に流量観測を実施していることを示す標識や看板を立てておく。場合によっては、交互通行等の通行規制を実施する。



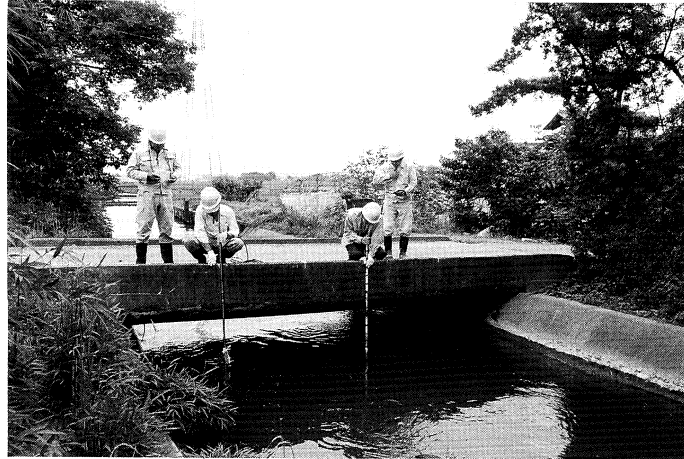


写真4・3・3 既設橋梁による観測

## ④ 吊籠による観測

- (a) 良好な観測条件が備わった地点であっても①～④の方法では流量観測が実施できない場合に用いる。河川を横断してケーブルを張り、観測員の乗る吊籠や遠隔操作の流速計を設置して流量観測を行う。
- (b) この方法は、低水観測のみならず高水観測に至るすべての条件に対し流量観測を実施できる利点をもっている。しかし、長いワイヤーで流速計を吊って観測するため、下流側へ大きく流されないように流速計に重い錘をつけられるようにする必要がある。
- (c) ケーブルと吊籠の設置にあたっては関係する諸規定に準拠する必要がある。

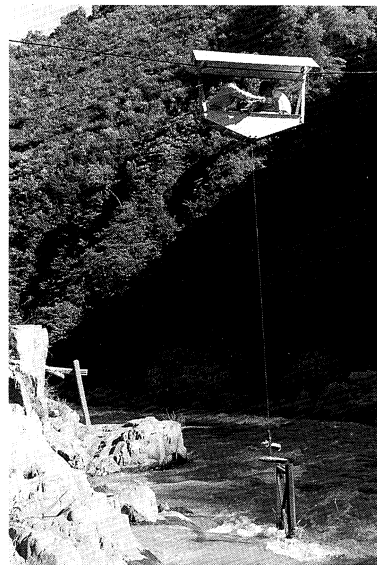


写真4・3・4 吊籠による観測

### 4・3・2 観測施設

流速計による流量観測のための観測施設は、

- (1) 水位観測所
- (2) 断面杭

が必要である。なお、観測方式により

- (3) 観測用の舟を固定するワイヤー及びその支持杭
- (4) 流量観測車
- (5) ケーブル及び観測用吊籠

等が必要である。

#### (1) 水位観測所

水位観測所は水位流量曲線を作成し、連続した流量資料を得るために不可欠である。この観測所の水位標を基準に水位流量曲線を作成するため、この水位標を基準水位標と呼ぶ。

#### 解 説

水位観測所については、第3章水位観測を参照されたい。

#### (2) 断 面 杭

断面杭は、断面観測位置を固定するとともに、流向に直角な観測断面をとるために設置する杭である。

#### 解 説

- ① 杭は両岸に堅固なものを設置する。
- ② 前回の観測位置が河床変動等で観測断面として適さなくなった場合には、分合流のない範囲で観測しやすい場所へ移って観測する。

#### (3) 観測用の舟を固定するワイヤー及びその支持杭

決まった断面位置及び測線位置に観測用の舟（ボート）を固定するワイヤーを張るために、両岸に堅固なアンカーと支持杭を設ける。

## 解 説

- ① 片側の支持杭にはワイヤーの巻取器を備える。
- ② ワイヤーは一般に3～4mm程のものを用い、ワイヤーに岸からの距離の目印あるいは測線の目印を付けておくと便利である。
- ③ ワイヤーは水面までたるまないように巻取器で緊張する。
- ④ 舟の固定は通常ワイヤーによるが、舟が下流に流される場合には、竹竿あるいは船外機等により固定する方法をとる。
- ⑤ 舟の通行に十分注意し、通行の大きな支障にならないように配慮する。一般の舟からもワイヤーを認識できるように赤布などをワイヤーにつけておく。

## (4) 流量観測車

流速が速いか、水深が深い場合には、橋梁の上から流量観測車を用いて、観測車に取付けたウインチで流速計を操作する。

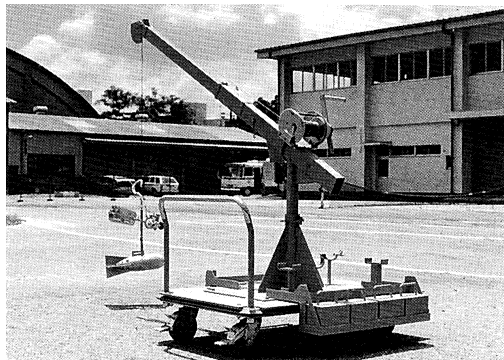


写真4・3・5 流量観測車（国土交通省利根川上流工事事務所）

## 解 説

- ① 流速計に付ける錘は流速に応じた重さのものを用いる。
- ② コードは大きな張力に耐え、かつ流水の抵抗を小さくするために、ワイヤーコード（ワイヤーの中に絶縁された導線を内蔵したもの）を用いる。
- ③ 流速計の操作にはウインチを用い、そのウインチは自動車の動力等により作動するものが良い。
- ④ 流量観測車には写真4・3・5、写真4・3・6に示すように自動車と一体となったものと小型の可搬式のものがある。

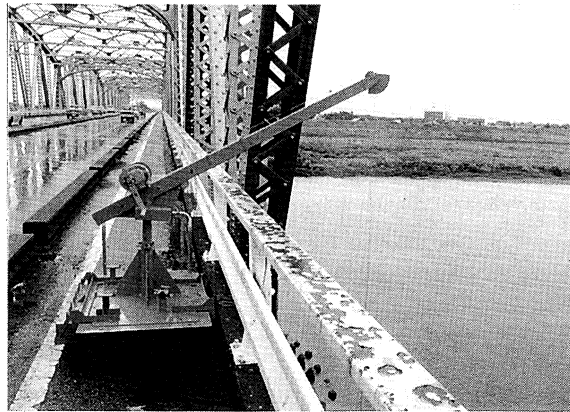


写真4・3・6 可搬型流量観測車（国土交通省中部技術事務所）

#### （5）ケーブル及び観測用吊籠

河川を横断してケーブルを張渡し、これに吊籠を設けてその中に人が乗り流速計を操作する方法、あるいは流速計を取付けて河岸より遠隔操作する方法に用いられる。

#### 解 説

- ① この方法は流量観測の設備として望ましい方法であるが、専用施設となり、設備費はかさむ。
- ② 型式としては、すべて手動式の簡易のものから、すべて動力を用いるものまである。動力は商用電源が最も操作に良いが、停電の場合に備え発電機も設置する。
- ③ 長いワイヤーで流速計を吊って観測するため、高流



写真4・3・7 吊 籠

速時に流速計が大きく下流側に流されないように流速計に重錘（30～100kg）を取り付ける。

- ④ コードはワイヤーコードを用いる。
- ⑤ 人が乗ること、重錘を用いること、強い横風等を充分考慮し、関係法規を守り、安全な施設でなければならない。
- ⑥ 主な装置として、横断方向の移動装置、流速計及び重錘を上下させるウインチ、夜間観測用の照明等がある。
- ⑦ これらの施設例を写真4・3・7に示す。

### 4・3・3 流速計

回転式流速計は、回転部の回転速度と流速とが比例するように設計されていることから、あらかじめこの関係式を検定しておき、回転速度から流速を知るものである。また、電磁流速計は、ファラデーの電磁誘導の法則を利用して磁界内を移動する電導体（河川の水）により発生する起電力から流速を求める流速計であり、国土交通省技術評価制度に基づき評価された技術である。

#### (1) 流速計の種類

可搬型流速計には、

- ① 回転軸が流れに平行回転式流速計（森式、広井式、オット式、三映式流速計等）
  - ② 回転軸が流れに垂直な回転式流速計（プライス流速計）
  - ③ 可搬型電磁流速計
- がある。

#### 解説

一般にこれらの流速計には適切な適用範囲があるから、それを大きく越えて使用してはならない。プライス流速計は、通常、0.20～2.50m/s程度の流速でかつ器深が0.10m以上の時に用いられるが、これ以上の流速でも流速計を流れに保持できれば使用可能である。プライス流速計の小型のものはより低流速の場合に用いられる（0.05～1.00m/sの流速）。

- ① 回転軸が流れに平行な回転式流速計

- (a) 流速計の回転部の羽根は、平板のものとプロペラ型のものがある。この型の流速計は流れの方向に正しく向けないと流速が正確に測れない。
- (b) 回転部がプロペラ型の場合は羽根の形が少し変わると、検定により求めた係数が比較的大幅に変わるので取扱いに注意が必要である。また、平板式のものであっても羽根の枚数が少ないものは変形の影響が大きいため注意する。
- (c) この形式の流速計には、森式、広井式、オット式、三映式、その他、がある。

#### 解 説

- ① 森式流速計……回転部はプロペラ型で2枚の羽根がついている。この流速計は専用のロッドにとりつけて用いるようになっているから、そのままでは流速が大きくなると、ロッドの抵抗が大きくて扱いにくい。紐の操作によって流速計がロッドに沿って上下するので、水深や器深の測定に便利である。
- ② 広井式流速計……正方向流速計とも呼ばれているように、流速計を正しく流向にむけないと正しい流速が測れない。この流速計は小型軽量で扱いやすいが、尾翼がついていないので流向に注意する。流速が大きくなると正しく保持することが困難になるので、低水時、小流量の観測には良いが出水時の観測には不向きである。なお回転部の羽根は平板である。
- ③ オット式流速計、三映式流速計……回転部はプロペラ型で3枚の羽根がついている。この流速計の保持方法は、ロッド、ワイヤーのいずれも使えるので、低水から高水にわたり広い範囲に使われる。
- ④ その他の流速計……上述の他にも種々の横軸型の流速計が市販されている。

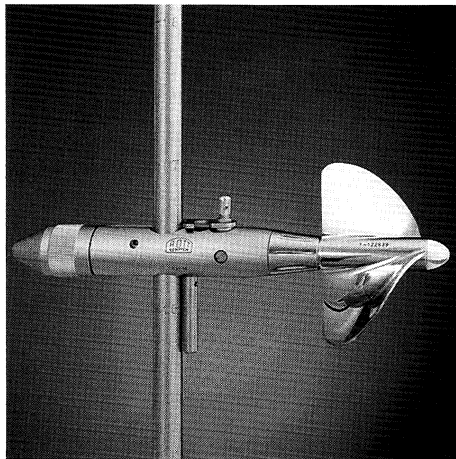


写真 4・3・8 オット式流速計

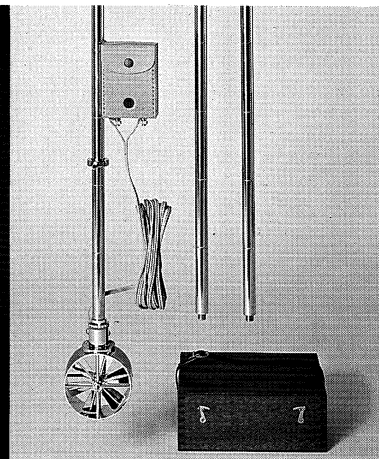


写真 4・3・9 広井式流速計

が、著名なものに主として海流の流向流速を測るのに古くより使われているエクマンメルツ流速計がある。

## ② 回転軸が流れに垂直な回転式流速計

この方式の流速計は、プライス流速計とそれを小型にして低流速でも計測できるようにした小型プライス流速計がある。

### 解 説

① プライス流速計は縦軸まわりに6個のカップがついていて、流れにより回転するもので最も広く使われている。この型の流速計はカップが多少ゆがんでも、回転数と流速との関係を示す検定式がほとんど変わらない利点があり、保持方法もロッド、ワイヤーのいずれも使えるので、低水から高水にわたり広い範囲に使われる。プライス流速計は、流れに対し水平面内に角度のずれをもっても大きな流速測定誤差を生じない特徴をもち、常に流向方向の流速を測ることができる。

② 回転数に比例して音を発生させ、その音を金属管（ロッド）を通じて耳で直接ききとる聴音式（音響式ともいう）と、電氣的にブザーをならして回転数を知らせる電音式とがある。現在では電音式が一般的に使われている。さらに流速が直ちに読み取れるように、計数器と時計を組み合わせた装置を連絡した直読式も製作されているが、この器械を用いる場合は流速計の調子の他に流速の読取装置が正常に作動しているかどうかを常に注意すること。流速の大きい場合は、流速計としての適用範囲に加えて、計数器の限度以上に使わないように注意する必要がある。

③ プライス流速計（電音式）を小型にし、森式流速計のロッドの利点を取り入れ、さらに接点部の抵抗を少なくして、水深、流速の小さい場合の観測に適するように作られた小型流速計がある。この流速計はプライス流速計の場合の器深の2分の1程度まで使え、流速はプライス流速計が20～25cm/sec以下の測定が困難であるのに比べ、5 cm/sec程度の微流速まで測定できる。

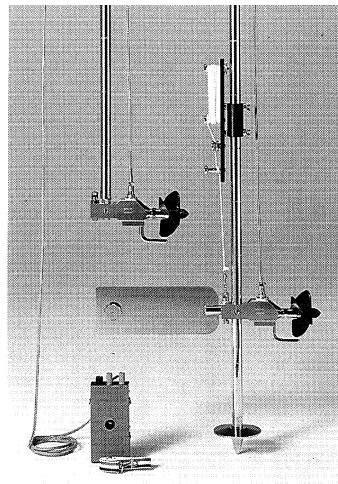


写真 4・3・10 三映式流速計

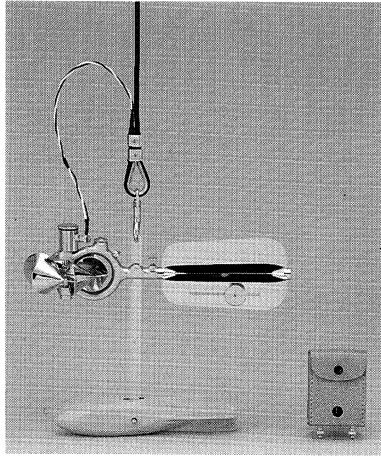


写真4・3・11 プライス流速計

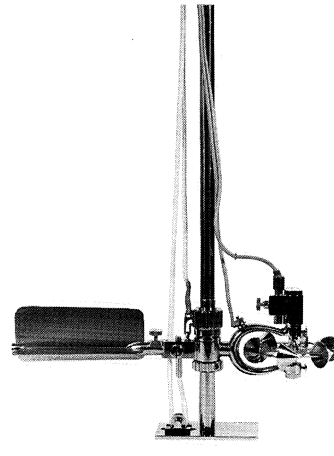


写真4・3・12 小型プライス流速計

## ③ 可搬型電磁流速計

この流速計は、電導体が磁界中を横切って運動すると、その導体の移動速度に比例する起電力が発生するというファラデーの電磁誘導の法則を利用したものであり、回転式流速計と比較して、可動部分が全く無いこと、及び、観測値を直接デジタル値として読みとるタイプ（直読）であることを特長としている。

## 解 説

- ① 河川の水は電導体であるので、磁界を横切って流れる流体に発生する電圧は、流速に比例する。従って起電力を測定することにより、流速を求めることが出来る。
- ② この流速計は、検出部、ケーブル、変換器からなっている。
  - (a) 検 出 部  
検出器には鉄心にコイルを巻いた電磁石が内蔵されており、これにより磁場を発生し、磁場の中を流体が通過して誘導された起電力を電極で検出する。
  - (b) ケーブル  
励磁及び信号検出のための電線から構成され、シールド線を使用している。
  - (c) 変 換 器  
信号増幅回路、演算回路、表示回路及び電源部等からなり、4～5kgと軽量で肩掛けベルトで装着できる。また、雨水等の進入を防ぐ構造となっ



ている。

(d) その他の構成部品目

支持棒, 安定翼, 重錘およびこれらを収納する為の収納箱がある。

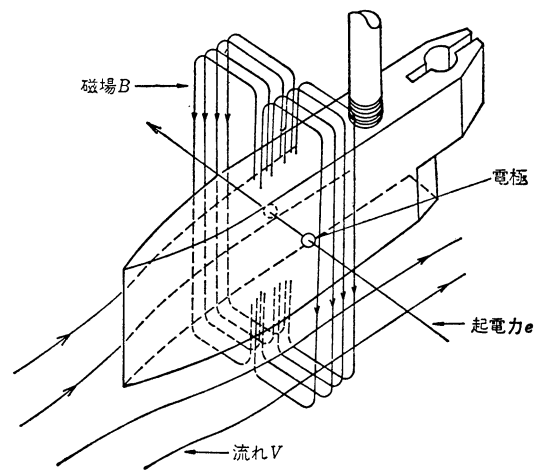


図4・3・1 可搬型電磁流速計の原理

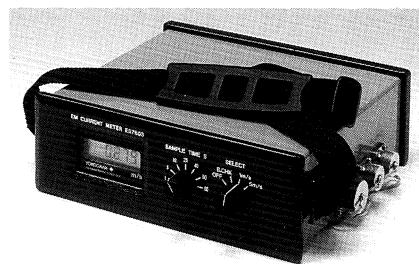
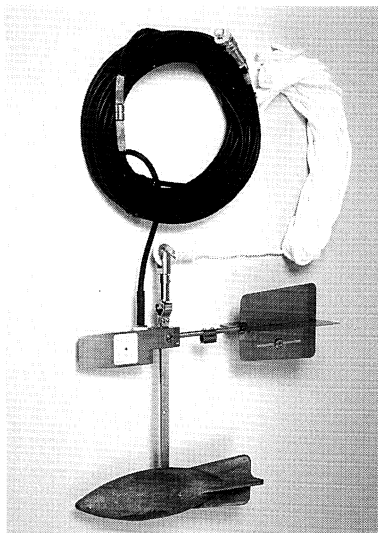


写真4・3・13 可搬型電磁流速計と変換器

## ④ 流速計の適用範囲

流速計の適用範囲は、流速計自身の器械の性能や状態と、流速計を所定の位置に安定して支持できる流速であることの2条件で決まる。通常は0.2～2.5m/sの流速の範囲に適用される。小型の流速計では0.05～2 m/sまでの計測が可能である。

## 解 説

- ① 適用範囲の下限流速は、回転式流速計においては流速計のカップ又はプロペラが十分なめらかに回転するという条件から決まる。これには、回転軸の摩擦抵抗やカップ・プロペラの形状による流水抵抗が影響する。河川の流速測定に用いられる流速計の適用範囲の下限は一般に0.2～0.3m/secである。
- ② 適用範囲の上限流速は、流速計の構造にもよるが、一般には流速計を安定して支持できる条件で決まる。ロッドで支持する広井式、森式では、上限流速は2 m/sec程度である。三映式の場合、吊り下げ式にした時の上限流速は3.5m/sec程度である。プライス式の場合、普通の錘を取付けた時の上限流速は2.5m/sec程度であるが、さらに重い錘を取付けた時には4～5 m/secまで測定可能である。可搬型電磁流速計の場合も、重い錘を取付けることにより5 m/secまで測定可能となる。いずれにしても、ゴミ等が巻付いて流速測定ができなくなることも考えておかねばならない。
- ③ 検定水路で試験した結果によると、プライス式では、通常の適用範囲は0.2～2.5m/sec程度であるが、性能の良い流速計は4 m/sec程度まで検定式の適合が良い場合が多い。従って、上限流速は、高流速中での支持条件やゴミ等の問題を避けることができれば、上記の値以上まで適用可能である。
- ④ 可搬型電磁流速計は0.2～5 m/secまで測定可能であり、その測定精度は相対誤差が5%以内であることが、水路における試験で認められている。

## ⑤ 器深の適用範囲

水面に近いところや、水深の浅い箇所の流速を測る場合、水面上に流速計の回転部が出るようになると、検定式が使えなくなる。流速計はその器種に応じた適用水深にて使用すること。

## 解 説

- ① いろいろな深さに流速計を固定して検定した結果より見れば、プライス流速計では器深（回転中心と水面との距離が）0、すなわち回転部の半分が水面上に出る場合は明らかに異なった関係を示し、流速計が完全に水中にある状態（器深10cm）では、流速計が十分水中にある状態での検定と同じ関係になり、回転部がやっと水中に入る程度の器深5 cmではやや乱れるが検定式か

ら大きく外れることはない。したがって精度の高い観測を行うためには器深を10cm以上とるのが安全であり、止むを得ない場合でも、少なくとも5cm以上の器深で測ることが必要である。

- ② なお、森式流速計では器深0cmでも検定式からほとんどはずれず、広井式流速計では5cm以上の器深が必要である。
- ③ 可搬型電磁流速計では、検出器の位置によっては、周辺の磁束分布が変形し誤差を生じる。検出器底面を河底から15cm程度以上離せば、実用上の影響が無く、また検出器上面を水面から5cm程度以上沈めれば、実用上の影響がない事が認められている。この為、実際の観測では一点法で50cm以上の水深が必要であり、2点法では1m程度の水深が必要となる。

## (2) プライス流速計の特性

各種流速計のうち、我が国で最も広く用いられているのはプライス流速計である。プライス流速計は比較的使いやすく安定して作動するが、機器の固有の性質があるので、実際に使う場合この点を十分に理解した上で使うことが大切である。

### 解 説

#### ① 接点間隔

プライス流速計には回転数を知らせるための接点がついていて、この接点の数は、1, 2, 3, 4個等の種類がある。接点が1個の場合には問題ないが、2個以上になると、これらの接点が軸のまわりに正しく等角度に配置されていないことがあり、このための誤差も生じる。従って測定に当り、接点数の倍数にあたる音数を測るようにすると良い。

#### ② カップの変形

プライス流速計の6個のカップをそれぞれ断面積にして1/6程度ずつ歪ませて測定したところ、変形前の検定式とほとんど変りなかった。このことは野外で使う場合のプライス流速計の一つの長所である。しかし、使用に当ってはカップを変形させないように注意し、もし変形させたら検定しなおすことが望ましい。

#### ③ ごみの巻つき

プライス流速計をわが国の河川で洪水用として使うことが不適当とされる理由は、河道を流れてくる草やその根等のごみが多いことである。このため、流速計自体にごみが巻きついて回転むらが発生したり、回転しなくなったりする。また、流速計を吊っているワイヤーにごみが絡んで大きく下流側へ流されたり、場合によっては、張力に耐えきれずワイヤーが切断することもある。

しかし、回転軸に糸を巻きつけた時の実験結果では、影響の少ないことが認められていることから、特に多量にごみが流れている時は浮子等の他の方

法を用いるが、多少のごみがあっても流速計を用いて測定する方が良く、観測の合間にごみを取除くようにすれば洪水時にもかなり利用できる。

#### ④ 分解清掃

普通、流速計の分解清掃をして組立て直すと、回転数と流速との関係つまり検定式が変わるように思われ、なかなか分解清掃をしない傾向がある。しかし同じ流速計を分解清掃し、注油して検定したり、油を拭きとって検定したりして比較した結果、検定式はほとんど変わらない。むしろ分解清掃をしないために回転部分にごみがたまったり、口びたりすることによって検定式が変わってくる場合も認められる。このため適宜分解清掃を行うことが望ましい。

### (3) 可搬型電磁流速計の特性

可搬型電磁流速計は、可動部分が全く無く流速を直読出来るので広く用いられているが、実際の使用に当たっては、測定精度に影響を及ぼすいくつかの要因について充分理解した上で使用することが大切である。

#### 解 説

##### ① 気 温

一般に電子回路は、温度変化により、影響を受ける、変換器等の機材を直射日光にさらすことは避けた方がよい。

##### ② 検出器の方向

河川で使用する場合、検出器を正確に流れの方向に保持する事は困難であり、ある程度の角度のずれは避けられない。このため、検出器と流れをなす角について注意すること。これによる誤差は、数%認められる。

##### ③ 流体の種類

流体の種類により電気伝導度は異なるので、検出器の流速に比例した起電力と増幅器の入力電圧との関係が決められている。検出器の電極間の流体の電気抵抗は、増幅器の入力抵抗より大きく、増幅器の入力電圧の変化は無視できる程度であり、実用上問題ないものと考えられる。

##### ④ 油 膜

検出器の電極に油膜が付着すると電極間の電気抵抗が、液体抵抗に較べて極度に大きくなり、入力電圧が大きく変化する。油膜が測定精度にかなりの影響を与えており、電極は観測中常に清浄な状態に保っておかなければならない。

##### ⑤ 電磁界等

電磁界等の影響を調べた結果、エンジンノイズ、高電圧（15万V）については影響は認められなかった。また、トランシーバーや車載無線については、トランシーバー27MHz（0.5W）から検出器ケーブルを20cm以上離し、車載無

線機（150MHz10W）から検出ケーブルを5m以上、また変換器を2m以上離せば影響は認められなかった。

⑥ 検出器へのゴミ等の付着

検出器の先端にゴミが付着した場合、流れが乱され、指示値にかなり低下が見られており、ゴミ等の付着の無いように常に注意する必要がある。

#### (4) 流速計の検定

可搬型流速計は実際の流速値が指示器の値（回転式流速計にあつては回転数から求められる流速値）とあつてゐることを確認しておくことが必要である。このため、流速計は定期的な検定を実施する。

#### 解 説

- ① 回転式流速計ではあらかじめ回転部の回転速度（1秒当りの回転数）と流速との関係を求めておく。電磁流速計の様に直読出来る流速計ではその指示値と流速の関係を求める。この関係を求めることを検定という。
- ② 回転式流速計では、流速は実測された回転速度から検定式を用いて間接的に求められる。回転式流速計の検定式はどの型のものでも1秒間の回転数と流速との関係が1次式で表わされるが、定数が個々の流速計で異つてゐる。これは製品があらゆる点で一様にはできないこと、使用に伴う経年的な老朽化等により、定数が変化するためである。したがつて、この検定式から外れることがスピントテスト等で確認された場合、再度検定しなおす。河川砂防技術基準（案）では、年1回の検定を原則としている。
- ③ プライス流速計を台の上に水平に置いて固定し、カップを手で急に回し、何秒間でカップの回転が止るかを調べる試験をスピントテストという。このテストは回転部の摩擦抵抗を総合的に表わすと考えられる。個々の流速計についてのスピントテストの値の変化は、その流速計の状態の変化を示すと考えられる。前回の値に比べて回転秒数が異なるかどうか調べる。変化が大きければ検定しなおす。良く整備されたプライス流速計では、通常1分30秒程度、小型プライス流速計は40秒程度回転する。
- ④ 回転式流速計の1秒間の回転数と流速との関係は、原点を通る直線で表わせるはずであるが、摩擦抵抗あるいは流体抵抗のため実際には原点を外れ、直線では表わしきれなくなる。そこで直線で表わされると考えられる範囲について、静水中をいろいろの速度で流速計を走らせ、1秒間の回転数と速度との関係をきめる。
- ⑤ 検定式の形は一般に次式で表わされる。

$$V = a N + b$$

（V：流速，N：毎秒回転数，a，b：定数）

bは式の上からは流速計が回転し始める流速を示すことになるが、実際の

現象にそのままあてはまるわけではなく、流速計の特性を示す一つの定数に過ぎない。

流速計検定成績書															
流速計の種類	PRICE							整理番号	4903						
製作者	SANEI							検定年月日	平成14年06月05日						
流速計番号	No. 4171							有効期限	平成15年06月04日						
上記河川水理調査等に係る観測用流速計の検定結果は、下記の通りである。															
検定式 : $V = 0.655 N + 0.012$															
適用範囲 : 0.19 m/sec から 3.17 m/sec まで															
ただし、V: 流速(m/sec)、N: 1秒間の回転数(回転/sec)															
測定番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
①検定速度(m/sec)	0.190	0.241	0.289	0.338	0.488	0.687	0.984	1.263	1.558	1.880	2.375	2.778	3.175		
②1秒間の回転数(回転/sec)	0.267	0.346	0.428	0.577	0.736	1.043	1.483	1.884	2.326	3.037	3.641	4.230	4.808		
③検定式より算定される流速(m/sec)	0.187	0.239	0.292	0.390	0.494	0.695	0.983	1.246	1.535	2.000	2.395	2.781	3.159		
④誤差(③-①)/①×100(%)	-1.6	-0.8	1.0	0.5	1.2	1.2	-0.1	-1.3	-1.5	1.0	0.8	0.1	-0.5		
検定依頼者 国土交通省 中部地方整備局 木曾川下流工事事務所 殿 独立行政法人 土木研究所 理事長															

流速計検定成績書															
流速計の種類	ES-7603							整理番号	4901						
製作者	YOKOGAWA							検定年月日	平成14年06月05日						
流速計番号	No. 0234							有効期限	平成15年06月04日						
上記河川水理調査等に係る観測用流速計の検定結果は、下記の通りである。															
適用範囲 : 0.40 m/sec から 4.00 m/sec まで															
測定番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
①検定速度(m/sec)	0.05	0.10	0.15	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.97	2.96	3.98	4.95			
②流速表示値(m/sec)	0.03	0.12	0.17	0.22	0.41	0.63	0.76	1.04	1.90	2.83	3.80	4.26			
測定誤差値(②-①)(m/sec)	-0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	-0.04	0.04	-0.07	-0.13	-0.18	-0.69			
検定依頼者 国土交通省 中部地方整備局 木曾川下流工事事務所 殿 独立行政法人 土木研究所 理事長															

図4・3・2 流速計試験成績書の例（上：回転式，下：直読式）

- ⑥ 検定式より流速を求める場合、検定範囲内で使用するよう心掛けねばならない。検定範囲外の流速条件下で使う場合には、そのまま使って良いものかどうか、またどの程度まで延長して使えるか検討する必要がある。
- ⑦ 直線性のよい流速計では、高流速方向への若干の範囲外使用は認められるが、低流速方向への範囲外使用は回転軸の摩擦抵抗等により大きな誤差を生ずるため、避けるべきである。
- ⑧ 直読式流速計、自記式流速計、電磁流速計についても定期的な検定を実施し、流速計の指示値と流速との関係が適正であることを確認した上で用いるようにする。

#### 4・3・4 器材器具

流量観測には、流速計の他に流速及び水深を測定するために種々の器材器具が必要である。

##### (1) 流速計以外の流速測定用具

流速測定には流速計以外に

- ① ストップウォッチ
- と、観測方式により異なるが
- ② 舟（ボート）
  - ③ ボートブーム
  - ④ 錘
  - ⑤ 胴長靴（徒渉観測）
  - ⑥ 救命胴衣
  - ⑦ ワイヤーとウィンチ
- 等が必要である。



写真4・3・14 舟とボートブーム

##### 解 説

- ① ストップウォッチ  
ストップウォッチは流速計の回転部がある回数だけ回転するに要した時間を計測し、回転速度を求めるために必要である。ストップウォッチは0.1秒まで計れるものを用いる。
- ② 舟（ボート）  
舟（ボート）の条件として  
(a) 観測に必要な時は何時でも使えること。

(b) 舟の定員は所要人員以上で、観測器具用のスペースがあること。

(c) 浮力は所要人員と器具の重量以上であり、十分な余裕があること。

等が必要である。普通は特別に作ると高価につくので、既製品のボートや船が使われるが、移動して何個所にも使う必要のある時はゴムボート等の折たたみ式ボートが便利である。また、観測位置への移動や流速が速い所で観測する場合には、船外機を付けると良い。観測所に常備する場合には、出水時に備えて、けい留に十分な注意が必要である。

③ ボートブーム

流速計を流水中に吊下げるのにボートブーム（図4・3・3）を用いると、少ない人数で能率よく、かつ精度のよい観測ができる。

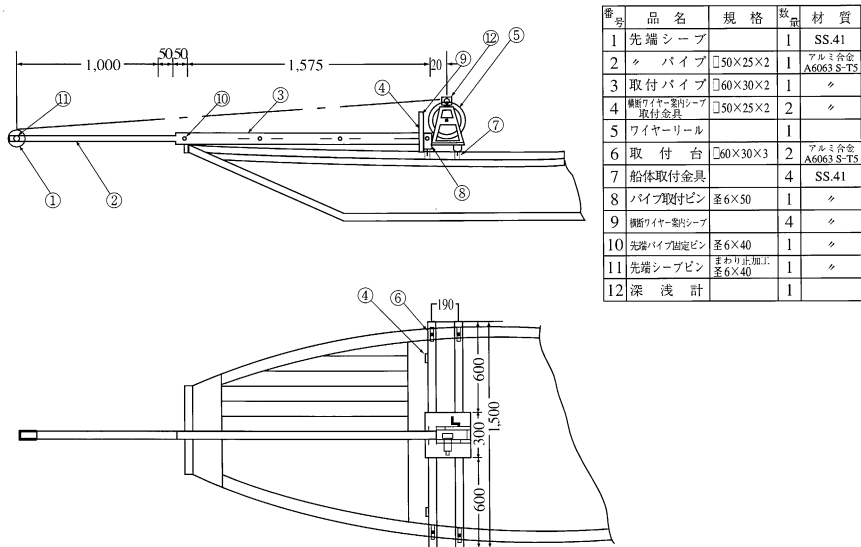


図 4・3・3 ボートブームの例

④ 錘

流速が速い場合には、流速計が下流側へ大きく流され、流速計を所定の位置に保持することが困難となる。このため、錘（ボートでは5～20kg、ウインチを利用できる場合では30～100kg）を流速計に取付けて安定を増さなくてはならない。

⑤ ワイヤーとウインチ

船による観測では横断したワイヤーを用いて船を固定して観測することがある。この時にウインチを用いてワイヤーを緊張する。



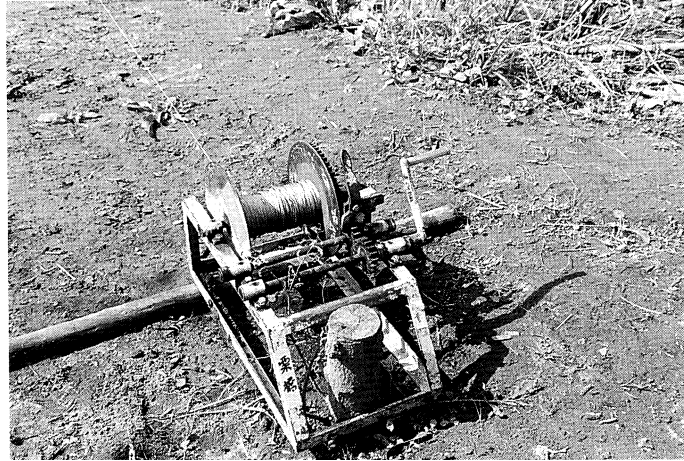


写真4・3・15 ワイヤー、ウィンチの例

## (2) 水深測定用具

水深は

- ① ポールやロッド
- ② レッド
- ③ 音響測深器

で測定される。

### 解 説

#### ① ポール、ロッド

ポール、ロッドは流水中に立てて水深を測るので、なるべく流水の抵抗が少なくて、かつ取扱いやすい断面形のものとする必要がある。普通、円形断面の棒が用いられる。水深や流速が大きくなると流水中に鉛直に立てることがむずかしいので出水時には用いない。通常便宜的に測量用のポールを使うことが多い。これは20cmごとに紅白に塗りわけてあって、cm単位では読みにくいので、流量観測用には10cmごとに線を書き入れたり、10cmごとに別の色を塗って、さらに5cmごとに線を入れると読みやすい。水深が全断面にわたって小さい場合等、さらに精度を要するときはcm単位または2cmごとに目盛をつけた棒や物差しを使う。水深が2～3m以上になるような場合には、読み誤りを起こしやすいので、紅白の代りに5色に色を塗り分けると読みやすくなる。ポール、ロッド共に河床が砂等の場合は、先端が河床にもぐり過ぎて、

正しい水深が測れないので沓（シュー）をつける。河床が岩や玉石のような場合はかえって先端部の沓より先の部分の補正を行う必要がある。

② レッド

目盛のついたワイヤーの先端に錘をつけたもので、錘が河床についた状態より、水面まで引上げたときまでの長さを測って、水深を知る方法である。

この方法は水深がどんなに大きくても測れるわけであるが、流速が大きくなると錘が下流に流されたり、ワイヤーのたるみに気がつかないと誤差を生じる。流速計につけるワイヤーコードには、錘をつけるのでこれを水深測定に兼用することもできる。

レッドやワイヤーコードには巻取器をつけると扱いやすく、これに計数器をつけて、送り出したワイヤーの長さを測ると良い。流速が大きく、ワイヤーが下流に流れる場合には、補正する必要がある。



図4・3・4  
沓（シュー）  
の付いた  
ポール

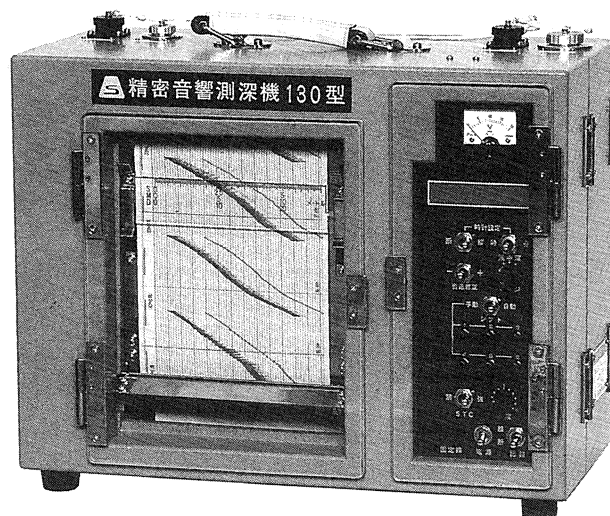


写真4・3・16 音響測深器

### ③ 音響測深器

水面に置いた発信部から音波を出し、これが流水の底から反射された音波を受信部で受けて水深を測定するもので、初めは海洋の魚群探知や海深の測定に使用された。近年次第に精度も向上し、大河川のかなり水深の大きい場合には使える程度にまで改良されてきており、河口や貯水池等で実際に使われている。

ただし、濁度の高い場合、あるいは、測定する河床の状態等で発振周波数を選ぶ必要がある。濁度が高い場合には低い周波数のものを使う。

## 4・3・5 観測方法

回転式流速計による流量観測は、あらかじめ定められた断面内の測線上での水深測定及び測点での流速測定により実施される。

### (1) 測線配置

横断方向の断面割（測線配置）は、横断方向の水面幅に対し、原則として等間隔になるように選定する。横断面の形状や流速分布により等間隔にすることが、適当でない場合には、河状等に応じて部分的に、測線間隔を密にする。

表4・3・3に定める間隔を基準とし、精密測定においては、測線間隔を表4・3・3の1/2とする。

### 解 説

- ① 流量は、断面積と流速との積で求められる。従って流量の観測精度は、断面積と流速の測定精度に左右される。これらの測定精度に直接影響を及ぼす要素の一つが水深測線と流速測線の間隔である。
- ② 測線間隔は、実験結果を基に一定の精度で観測できるように定められたものである。流速測線数については少なくとも10測線程度測ることを原則にしている。また、測線の等間隔配置を原則とするのは、流速分布が未知であり、かつ変化することによるものであり、観測実務を考へてのことである。統一した精度の観測を実施するため、少なくともこの標準値を下回らないようにする。
- ③ 測線間隔
  - (a) 表4・3・3の標準値を用いて観測を実施する場合、水面幅の各区分の境界付近では、なるべく測線間隔の小さな方（1段上位）の級を採用する。
  - (b) 水位変動によって水面幅が広くなり、測線間隔が変わる場合があるが、このような場合でも前の測線位置および間隔は変えないようにする。

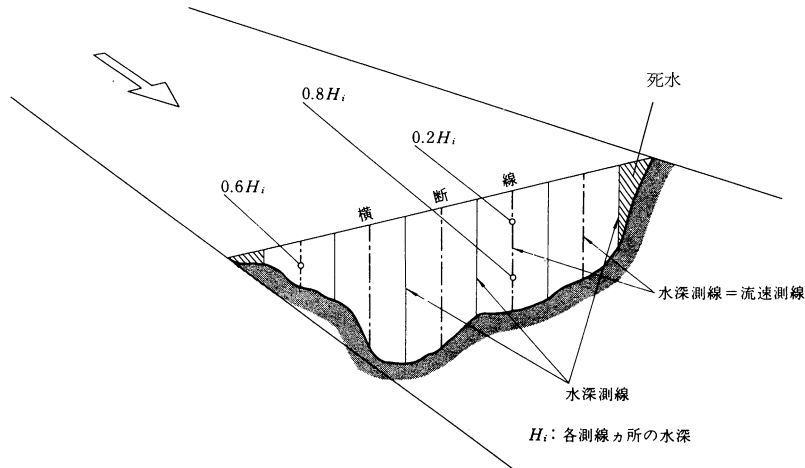


図4・3・5 水深測線と流速測線の配置

表4・3・3 測線間隔

水面幅 (m)	水深測線間隔 (m)	流速測線間隔 (m)
10以下	水面幅の10～15%	左に同じ
10～20	1	2
20～40	2	4
40～60	3	6
60～80	4	8
80～100	5	10
100～150	6	12
150～200	10	20
200以上	15	30

(c) 測線配置は原則として等間隔となるように選定すると定めたが、隣合う測線間で水深及び流速の変化が大ききところでは、その区間付近について測線間隔を1/2にし、密に測ることが望ましい。

④ 水深及び流速の測線位置

(a) 水深測線は、流速測線上及び相隣り合う流速測線の中央に設ける。ただし、河幅10m以下では、水深測線と流速測線とは共通とする。

(b) 水深測定で両岸においては死水域との境界に水深測線を設ける。

⑤ 間隔の単位

測線間隔の単位は、通常の河川では1メートル単位とすれば、測定作業に便利である。ただし、河幅10m以下では10cm単位とする。

## (2) 鉛直測線上の測点の配置

流速測定は、流速測線上の鉛直方向に水深の2割、8割の位置に選定する2点法とし、水深が浅くこれによれない場合は、水面より水深の6割の位置に選定する1点法とする。なお、精密測定の場合は、原則として20cm間隔とする。

## 解 説

- ① 流速測点の選定において、水深の2割、8割で測る2点法にするか、6割位置で測る1点法にするかの境界は、次の水深を参考に決める。

(a) ロッドにより測定する場合

$$2点法の測定必要水深 = (\text{ロッドの最下端と流速計の中心の間の距離}) \times 5$$

(b) 流速計に錘を付けて測定する場合

$$2点法の測定必要水深 = (\text{錘の最下端と流速計の中心の間の距離}) \times 5$$

- ② 精密測定は、水面と河床との間を原則として20cm間隔に分割し、その各点の流速を測定し、平均流速を求める方法である。平均流速を算出するには、各点の流速を直線で結んだ垂直流速曲線を描き、曲線内の面積を台形の面積計算法により計算し、水深で割れば良い。この時河床での流速は零とし、水面の流速は最も近い観測点の流速とする。
- ③ 鉛直測線上の測点の配置方法として、2点法で水深の2割と8割、1点法で水深の6割とするのは、精密測定で求められた平均流速と比較し、2点法では水深の2割と8割の位置の平均値、1点法では水深の6割の位置での観測値が精密測定の前平均流速に近い値を示すことから決められたものである。
- ④ 平均流速の計算方式は、次のとおりである。

$$1点法 \quad V_m = V_{0.6}$$

$$2点法 \quad V_m = 1/2 (V_{0.2} + V_{0.8})$$

## (3) 測定回数と測定時間

原則として水深測定は往復して同一横断線上を2回、流速測定は、横断線上の各測点において続いて2回行う。

流速測定では各点の1回の測定時間は少なくとも20秒以上とし、2回繰り返す。また精密法においては、1回の測定時間は少なくとも60秒以上とし、2回繰り返す。なお直読式流速計では、指針が落ち着いたときに読取る。

## 解 説

- ① 水深及び流速をそれぞれ2回測定し、著しい相違がないことを確かめる必要がある。著しい相違（10%を目安にする）があれば、直ちにもう一度測定

し直さねばならない。ただし、出水時のように水位、流速に変化の大きいときはこの限りでない。

- ② 電音式、音響式では信号音は矩形波なので、鳴り始めはとらえにくいので、鳴り終わりの瞬間をもって信号とし、時間の測定を行う。直読式流速計では、指針が落ち着かない場合には、平均値を観測する。
- ③ 測定時間の計測に誤りがないか確認するため、2つのストップウォッチを用いて、表4・3・4のように1音ずらして各ストップウォッチをおす方法もある。ただし、この方法であっても1点の観測でこの操作を2回実施する。

表4・3・4 測定時間の計測

方法	1 回目	2 回目
1つの時計で測る方法		
2つの時計で計測の確認をして測る方法	<p>A. <math>T_1 \geq 20</math>秒</p> <p>B. <math>T_1</math></p> <p>1音ずらす <math>T_1 \approx T_1</math>を確認</p>	<p>A. <math>T_2 \geq 20</math>秒</p> <p>B. <math>T_2</math></p> <p>1音ずらす <math>T_2 \approx T_2</math>を確認</p>

#### (4) 班の編成

観測に必要な人員は、作業量や観測方式により異なる。一般に観測班の編成は、下記の舟（ボート）による観測の人員構成を参考に決める。

班 長	1名
測深者・流速計支持者	1名
水深の記帳者・流速測定及びその記帳者	1名
船 頭	1名
舟の位置を固定する者	1名
その他の人員	若干名

上記の人員は標準的な場合の人員であり、作業量、河川の大きさ、観測所の状況により、役割を兼ねたり、同じ役割のために複数の人が必要となることもある。

### 解 説

#### ① 役割分担

班 長：

安全及び観測に関する事項の指揮・統轄を行う。観測終了後には、測定値、観測流量値の確認を行う。

班 員：

##### (a) 水深測定

測深者：ロッドあるいはレッドで水深を讀取る。

記帳者：水深測線の岸からの距離と測深者の読みを記入する。

##### (b) 流速測定

流速計支持者：流速計を所定の測線位置及び深さに保持する。

流速測定及び記帳者：流速測線の岸からの距離を野帳に記帳する。流速計の器深を記入し、次に決められた時間以上の間の音数を聞取り、その所要時間を測定して、各々の野帳を記入する。

##### (c) 安全確認

安全確認者：陸上において流量観測の舟および通航する他の舟の安全を観測中に確認する。

舟の取扱いは：

(a) 船 頭：舟を安全に移動させるとともに、測定中は舟の位置を流れに対し正しく保持する。船外機付の場合（免許が必要）には、その操作にも熟知した者でなければならない。

(b) 舟の位置を固定する者：舟の軸先に位置し、班長の指示に従い、各測線に舟を正しく保つ。位置を間縄によって求め、舟が規定の断面よりずれないようにする。

その他の人員：

資器材の運搬、陸上からの安全確認等の現場の状況に対応する。

#### ② 班編成で留意すべき事項

(a) 班長は観測所の状況及び観測業務を熟知し、地形・気象・流水等の特徴を把握して、状況判断が適切にできる人でなければならない。

(b) 測深者及び流速計支持者は、班長に次ぐ技術・知識があり、班長を代行できる人が担当する。

(c) 大河川における観測あるいは精密測定では、観測時間を短縮するため複数班で観測することもある。

### （5）器材の準備

流速計による流量観測に必要な器材及びその他必要と思われる物品は次のとおりである。

流速計1式、ストップウォッチ、ワイヤーロープ、巻尺、間縄、ポール、ロッド、ものさし、舟（ボート）1式、錘、角度を測る道具（トランシット、ワイヤーアングルゲージ等）、鍵（水位観測所及び流量観測小屋）、時計、野帳、電卓、筆記用具、安全対策用具等。

その他整備用具としてドライバー、ペンチ、プライヤー等は必ず準備する。これらの器材を出発に先立って点検し、不良品は修理しておく。器材ではないが、水位流量曲線図、水位断面積曲線図は必ず持参する。

### 解 説

- ① 観測を始める時になって、わすれ物や器械の故障に気がつくようでは時間が無駄になるし、現場で故障を直すのは道具も少いので手間がかかる。観測の途中で故障をすると、出水の時等は流況が変化してしまい、それまでの測定値が無駄になったりするので、観測に出発する前に器械器具を点検して正常に働くことを確かめると共に、観測終了後は次の観測に備えて、点検してから片付ける。
- ② 流 速 計
  - (a) 流速計の回転部
    - スピントテストを行い、値が前回に行ったときの値と変化がないかどうかを調べる。値の変化は、その流速計の状態の変化を示すと考えられる。
    - この結果が前回の値と著しく異なる場合は使用してはならない。この場合流速計を再度検定すること。
  - (b) 流速計の接点部と電池を結ぶ電気回路
    - 回路をすべてつなぎ、錘を吊下げ、流速計を手で廻して、ブザーが回転部の回転に応じ正しく音を出すかどうかを確かめる。音が途切れたり、回転と合わないのは電気接点の接触不良である。まったくブザーがならないのは接点不良や断線が原因の大部分である。
- ③ ストップウォッチ：オーバーホールは定期的に行っているか、ぜんまいは切れていないか、正常に作動するか等を確認する。また予備のストップウォッチを準備しておく。
- ④ ワイヤー・間縄・巻尺：切れていないか、弱っていないか、のびていないか等を確認しておく。



- ⑤ ポール・ロッド：測定目盛は消えていないか、水深測定に対し余裕をもった長さがあるか確認する。
- ⑥ 舟(ボート)：浸水の危険がないか、転倒等に対して安全かどうか確認する。船外機付の場合は、予備燃料をわすれないこと。
- ⑦ 角度を測る道具：断面と流向のなす角を測定し、流速の補正を行う。
- ⑧ 鍵：観測小屋等の鍵はあるか確認しておく必要がある。雨量観測所、水位観測所など水文観測施設全部を共通の鍵として関係する全職員が常時携帯するようにすると良い。
- ⑨ 電池：長時間の保存により電池が消耗していないか確認する。また、予備電池を準備する。
- ⑩ 時計：ラジオや電話の時報等により正しい時刻に合わせる。
- ⑪ 電卓：観測後の流量計算を行うために必要である。
- ⑫ 整備用具：観測途中での器械の故障等を修理するために必ず準備する。
- ⑬ 安全対策用具：雨具、懐中電灯、救命胴衣、保安帽、命綱等は人数分備っているか等の点検を行う。

#### 4・3・6 観測の実施

##### (1) 観測の手順

回転式流速計による流量観測は次の手順で行われる。

- ① 目盛付ワイヤー、間縄、巻尺を水面に垂れないように緊張して張る。
- ② 基準水位標の水位を測定し、観測時刻とともに野帳に記入する。
- ③ 水深測定を実施する。
- ④ 流速測定を実施する。
- ⑤ 測定を終えたら、再び水位・時刻の測定を②と同様に実施する。
- ⑥ 測定後、直ちに現場で流量計算を行い、水位流量曲線図にプロットする。

過去の水位流量曲線から10%以上離れた場合、離れる原因が不明であれば再度測定する。

##### 解 説

- ① 間縄・巻尺は、その目盛によって観測する位置を測定するものである。舟の位置の固定、移動は、間縄と並行に張ったワイヤーを用いる。  
間縄等は、緊張して使用していると伸び、距離測定が不正確となる。又水面幅の大きい所では、水中に入って弓状になり、距離測定が不正確になるので、所々ワイヤーに連結し、たるみが少なくなるようにする。場合によって

は測定位置を示す目印を直接ワイヤーにつけておく。この場合、ワイヤーも延びることもあり、時々目印位置の検査を行う。

- ② 測定開始直前と測定終了直後に基準水位標の水位と時刻を測定して、平均水位を流量観測水位とし、平均時刻を流量観測時刻とする。
- ③ 流速計による流量観測は、一般に平水時や低水時に行われる場合が多く、河床変動が小さければ、観測流量値が既に作成されている水位流量曲線から大きくかけ離れることはない。流量観測の結果を照査するため、観測終了後には必ず流量計算を行う。過去の水位流量曲線からかけ離れる原因を究明する方法は5・6・6を参照されたい。
- ④ 降雨中の観測ではブザー、ストップウォッチ・野帳等をできるだけ濡らさないようにする。

## (2) 水深測定の実施

水深測定は、次の事項に従い実施する。

- ① 常に同一断面で水深測定を行う。
- ② 往復2回の水深測定を行うが、測線位置を変えてはならない。
- ③ 河床の局所的な凹凸は避ける。
- ④ ロッド、ポールは鉛直にし、側方の水深をcm単位で読む。
- ⑤ 波立っている場合には、最大値と最小値の平均値をとる。
- ⑥ 記帳者は測深者の言った読みを記入したら、記入した値を測深者に向けて読みあげ確認する。

### 解 説

- ① 流量観測を行う断面を変えると、断面形状及び流速分布が異なるため流量値が変わる場合があるので、特別の事情のない限り測定断面を変えない。止むをえず変える場合には、両断面の流速分布、断面形状、流量を精密に測定し、両者の差を確める必要がある。
- ② 往復2回の水深測定で、2回目の水深測定は一般に流速測定の際に同時に実施する。また、水深測線の位置を変えないのは、断面形状の時間的変化を調べるのに都合が良いからである。
- ③ 河床に石塊や局所的な凹みがあったりした場合にそこで水深を測ると誤差が生ずるので、測定地点の周辺を2、3点試みに測ってみて、その値に大差のないことを確かめる。また、河床が砂や泥でポールやロッドの先端がもぐり込む場合には、その先端に沓をつける。

- ④ ロッドやポールを鉛直に立てても、その前面では水位が上昇し、背面では低下するため、目を近づけて側方の水位を読みとる。
- ⑤ ロッドの周辺は一般に波だち、水面が変化しているので、暫く所定の位置に保ち最大値と最小値を読み、平均値を採用する。
- ⑥ 目盛の読み違い、書き違いの誤りをなくするために測深者と記帳者とがお互いに声を出して復誦し確認する必要がある。

### (3) 流速測定の実施

流速測定は、次の事項に従い実施する。

- ① 各流速測線は同時に水深測線でなければならない。
- ② 流速測定中は、流速計を舟あるいは人よりできる限り上流側あるいは岸側へ離し、所定の器深に正しく保持する。
- ③ 流速計の回転が流れになじんでから測定を始める。
- ④ 流れになじんだ後、ブザーの鳴り終わった瞬間にストップウォッチを押す。
- ⑤ 少なくとも20秒以上後にもう一度ブザーの鳴り終わった瞬間にストップウォッチを押す。
- ⑥ 秒数の読みは、0.1秒単位とする。
- ⑦ 測定する音数は、接点の倍数とする。
- ⑧ 測定事項を野帳に記入した後、もう一度ストップウォッチの値を確かめてから針を零にもどす。
- ⑨ 再度④～⑧の事項を同一測点で実施する。

#### 解 説

- ① 流速計を舟や人よりできる限り上流側あるいは岸側へ離すのは、舟や人による流れの乱れの影響を受けないような位置で流速を観測するためである。
- ② 流速の大きな時には、所定の器深を保つため錘を大きくする。舟による観測ではボートブームを利用すると便利である。
- ③ 流速計をロープやワイヤーで吊り下げる時、キャプタイヤコードに力がかからないように注意する。
- ④ 流速計の回転が流れになじんだかどうかは、ブザーが一様に鳴るようになったことで判断する。
- ⑤ 観測時には、流れてきた草やゴミが流速計に巻付くことがあるので、ブザーの鳴る調子に注意する。測定中にブザーの鳴る調子に異常が認められれば、



- 境)まで全部を受け持つものとする。
- (d) 最外側の測線間隔は水位変化によって一定せず、一般に他の測線間隔に比べ小さくなることが多い。
- (e) 水際の水深は、垂直な河岸または構造物に接している所ではその水深、死水域があつて断面を打切るような場所ではその境の水深、水際まで流水域であれば水際の水深を「0」としてそれぞれを採用する。

### 解 説

流量観測野帳の記入及び計算要領は次のとおりである。

#### 〔1〕 観測，計算

- ① 流速は水深測線上1本おきに測定する。ただし、水面幅10m以下では、水深測線と流速測線は共通とする。
- ② 距離(第2列)：左右岸何れかの補助杭から測った累加値とし、左右のうち使用した方に○印を付ける。
- ③ 水深(第3～5列)：往復の測定値を記入しその平均を計算する。
- ④ 器深(第6列)：水面より流速計カップの中心までの深さを記入する。2点法による場合の器深は2段書きとする。
- ⑤ 点流速(第11列)：音数(第7列)と平均時間(第10列)から回転速度を求め流速計検定式に当てはめると点流速の値が得られる。
- ⑥ 測線平均流速(第12列)：2点法には、点流速(第11列)を平均し、この欄に記入する。
- ⑦ 平均水深(第13列)：相隣る測線間について水深を平均したものを平均水深という。この行は、2つの測線にまたがっている。
- ⑧ 区分幅(第14列)：平均水深を求めた測線の幅を区分幅という。
- ⑨ 区分断面(第15列)：平均水深と区分幅を掛けたものをいう。
- ⑩ 合計(第16列)：流速測線の両側の区分断面(第15列)を加え合わせたものを記入する。
- ⑪ 流量(第17列)：断面積合計(第16列)と同じ行の測線流速(第11列あるいは第12列)とを掛けたのが流量である。
- ⑫ 第12行の計算：第12行の流速測線の支配する面積を求めるのに次の測線間の平均水深(第5列)が必要なので次頁から第13行に移記する。

## 〔2〕 記 事

- ① 観測番号：年間を通じ観測に対し一連番号をつける。
- ② 天気：観測時の天気を晴，曇，雨，雪の4種類で記入する。
- ③ 風向：観測時の風向を川上，川下，右岸，左岸の4種類で記入する。
- ④ 風力：観測時の風力を強風，弱風，無風の3種類で記入する。
- ⑤ 水位：水位流速測定前後に基準水位標の水位を読む。
- ⑥ 観測時刻：水位測定時刻を観測開始の時刻とする。流速測定が終わってからもう一度水位を読む。その水位測定時刻を以って観測終了の時刻とする。
- ⑦ 流速計型式：流速計の種類及器械番号を記入する。
- ⑧ 検定式：流速計についている検定表の式を移記する。
- ⑨ 使用方法：流速計を支えた方法によってロッド，ワイヤー，重しを○で囲む。測定法の種類によって舟，橋，徒渉を○で囲む。
- ⑩ 全流量：各測線の受持つ流量の合計を記入する。
- ⑪ 全断面積：各測線の受持つ断面積の合計を記入する。
- ⑫ 平均流速：全流量⑩を全断面積⑪で割った値を記入する。

## (5) 観測流量値の確認

現地において，流量観測結果が正しく観測され，記帳され，計算されたものであるかを確認しなければならない。確認の作業は記帳した者，計算した者以外の者が行う。

## 解 説

流速計による観測では，流量計算は現地で行う。このため計算結果の確認についても現地で行う必要がある。

- ① 記入ミス
 

水平距離，水深及び流速に関するデータが正しく記帳されているかを確認する。勘違いの記入ミスは，観測直後等の早い時期の方が発見しやすい。
- ② 計算ミス
 

現地において，短時間で計算するため単純な計算ミスを起す場合がある。慎重に計算するとともに，計算した者以外の者が必ず確認する。
- ③ 水位流量曲線による確認
 

流量計算結果を既存の水位流量曲線にプロットする。既存の水位流量曲線から10%以上離れている場合，再度観測する前に原因を究明する。

(a) 記入ミス，計算ミスがないか再度確認する。原因が明らかに記入ミス，計算ミスである場合には，修正し，既存の水位流量曲線に再度プロットし，曲線にほぼ一致するかどうか確認する。

- (b) 水位断面積曲線を用いて確認する。低水流量観測では、同一水位で流量が大きく異なる原因の多くは河床変動にある。水位断面積曲線に断面積の測定値をプロットし、プロットした点が既存の水位断面積曲線からかけ離れていれば、河床変動が原因であると推定される。この場合、再度断面積のみ測定しなおす。その結果前の測定値と同様であれば、河床変動による差であると考えられ、観測は正しかったものとして扱う。
- ④ 原因が明らかにならない場合は、再度観測を実施する。再度観測した結果もほぼ同様であれば、観測は正しかったものとして流量観測値として1回目のデータを採用する。
- ⑤ 再度観測する時の基準  
既存の水位流量曲線から10%以上離れ、その原因が不明の場合には再度観測をする。
- ⑥ 精密測定の場合  
精密測定の場合も現地で照査する。

#### 4・4 浮子による流量観測

浮子による流量観測は、浮子を投下してある区間を流下する時間を計測し、その区間の平均流速を求める方法である。

##### 解 説

- ① 高水時には洗掘や堆積による河床変動が大きく、流速の分布も水位変動等により、時々で複雑に変化している。これらの河床変動や流速の分布については未解明の要素が多い。
- ② 浮子による流量観測では、これらの観点から未解明な要素を考慮した上で観測方法の簡略化を含め、少なくとも観測方法は統一した基準を設けて実施することが必要である。
- ③ 浮子による流量観測所には、浮子が流れになじんで適切に流下するために直線区間が必要であり、助走区間と計測区間に分けられる。
- (a) 助走区間は、浮子投下位置から第1見通断面までの区間であり、この区間内で浮子と流水をなじませ、浮子が吃水を保持できるようにする。この区間長を助走距離といい、30m以上とるようにする。
- (b) 計測区間は、第1見通断面から第2見通断面までの区間で、流下時間を計測するために必要であり、この区間長を流下距離(見通線間隔)という。流下距離は、原則として50m以上とするが、目安として(最大流速(m/s)×10~15秒)m程度あればよい。従来例では50~100mのものが多い。あ

より長くとりすぎると、低流速部の計測時間が長く、全体の観測時間も長くなり、この時間内の水位変化が流量観測精度に悪影響を及ぼすことになる。特に高水敷に水が乗った場合、急激に流速が落ちるので、浮子の流下状態に注意し、適切な観測値が得られるように基準の柔軟な運用に留意する。

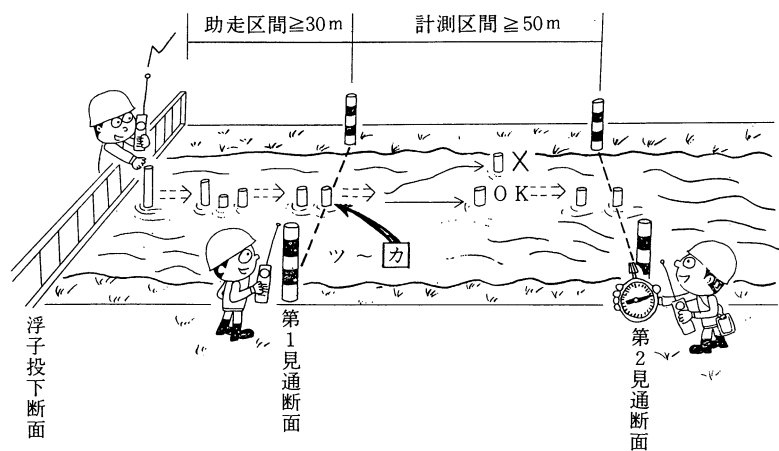


図 4・4・1 浮子による流量観測概念図

#### 4・4・1 観測方式

浮子による流量観測は浮子を投下する方式により

- (1) 橋梁を利用する方法
- (2) 専用の浮子投下施設による方法

に分類される。

##### 解 説

###### ① 橋梁を利用する方法

最も一般的に用いられる方法であり、流量観測に適した条件と、既設の橋梁があれば流量観測所を設置できる。既設の橋梁であっても河道を斜に横断する橋は、浮子の投下測線間隔や助走距離の不均一さ等の問題があるので、斜度が大きい場合は避けた方がよい。



橋脚の下流は渦を巻くので橋脚の近くには投下しないこと。

② 専用の浮子投下施設による方法

河道の横断方向にケーブルを張って、遠隔操作の浮子投下器に浮子を付け、あるいは吊籠に人が乗り、測線位置から1本ずつ浮子を投下する方法である。

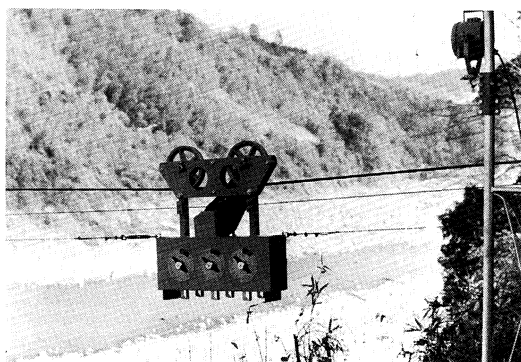


写真4・4・1 専用浮子投下施設による方法

#### 4・4・2 観測施設

流量観測施設は、

- (1) 浮子投下施設
- (2) 見通杭
- (3) 水位標
- (4) 観測小屋

よりなる。観測所の配置例を図4・4・2に示す。

##### (1) 浮子投下施設

浮子投下施設として、一般に橋を利用する。橋が利用できない所では、専用の浮子投下施設を設ける。

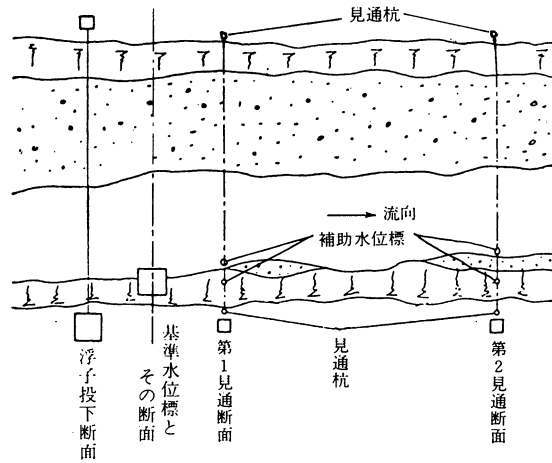


図4・4・2 観測施設配置例

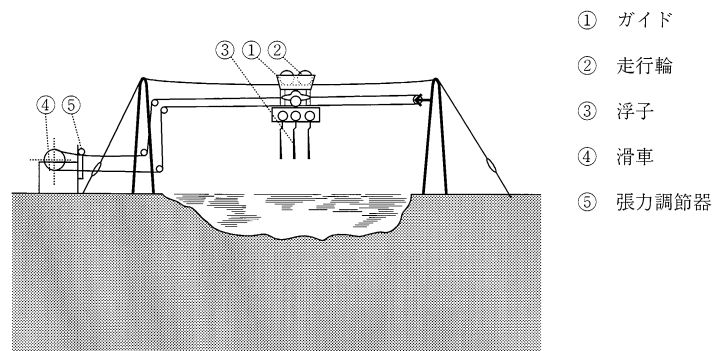


図4・4・3 専用浮子投下施設

解 説

- ① 浮子投下に橋を利用する方法は、浮子投下が容易であること、浮子の流下状況を観察しやすいこと等の利点があるが、橋の下流が観測所選定の条件を満たしていなければならないという制約がある。
- ② 専用浮子投下施設

図4・4・3に示す施設で、山間部や河幅が比較的狭い所で、観測所選定条件を満たし、橋を利用できない所で採用される。この方法は、橋を利用する

方法に比べ、観測時間が長くなること、および労力を多く必要とすること等が欠点とみられてきたが、浮子を数本連続的に投下できる機器の開発、手動のウインチを動力に切替えること等の改善が行われた結果、これらの欠点が軽減され、河幅が300mに及ぶ地点でも利用が可能となった。

浮子投下器には、岸からの距離を機械にセットしておき、自動的にその距離で浮子を投下するものと、人が岸からの距離を確認して投下させるものがある。動力としては手動式と電動式があるが、長時間観測することを考えると電動式の方が望ましい。その場合、商用電源の停電に備え、発電機を必ず用意しておく。

吊籠を利用する場合、流速計で観測することが困難になった時に、浮子による観測に切変えて行う。これらの方法は専用施設となるため、設備費は高くつく。また、観測中の安全対策に十分配慮することが必要である。

## (2) 見通杭

見通杭は、第1見通断面、第2見通断面それぞれの両岸に設けられる杭で、対岸からよく識別できるものでなければならない。

### 解 説

- ① 見通杭は、仮設のものではなく堅固なものにする。また、対岸からよく識別できる大きさで、かつ、赤白の横縞模様等にペンキを塗る。
- ② 夜間又は霧が発生して見通杭が見えにくくなった場合には燈火を取付ける。

## (3) 水位標

水位標は基準水位標と補助水位標がある。基準水位標は、流量観測所に併設される水位観測所の水位標である。補助水位標は、第1、第2見通断面に設置される水位標である。

### 解 説

- ① 基準水位標  
基準水位標は、自記水位計の値をこの水位標の読み合わせる役割と同時に、流量観測時における水位を読み、水位流量曲線を作成するための基準の水位とするので、必ず設置されていなければならない。
- ② 補助水位標  
第1、第2見通断面には補助水位標を設け、流量計算に用いる流量断面積は補助水位標の値からもとめる。
- ③ 水位標は、堤防天端より50cm以上、無堤部では既往最高水位又は計画堤防

高より1～2m以上高い水位まで測定できるように設置する。

- ④ 水位標の目盛の形式は基準・補助の双方ともに同じ形式のものを用いる。
- ⑤ 水位標の零点は基準・補助の双方共通とする。

#### (4) 流量観測小屋

流量観測小屋は、浮子等の資器材置場、観測員の休憩、待機等に使用されるもので、観測所毎に設置する。自動車の利用により、資器材等の運搬が容易であれば省くことができる。

##### 解 説

- ① 浮子による流量観測は、時間的に余裕がない場合があるので、あらかじめ小屋に必要な器材（浮子等）を備蓄しておくのが望ましい。
- ② 小屋があると集合場所が特定でき、観測作業打合せ、情報交換、迅速な資料整理等ができるので都合が良い。
- ③ 浮子による観測を行う場合は、一般に雨降りのことが多く、作業も長時間に及ぶので、観測の合間の休憩、食事等のため小屋が設置されていることが必要である。観測小屋が設置されていない観測所では休憩等の適切な場所を用意しておくこと。
- ④ 小屋は、資器材の備蓄、観測員の休憩、資料整理等ができるよう十分な広さをとり、照明設備を配置するのが望ましい。
- ⑤ 小屋は、観測所に近く、かつ、安全な場所に設置する。

#### 4・4・3 観測所の整備

観測施設及び観測に必要な区域は、観測に支障とならないように常に整備しておかなければならない。

##### 解 説

- ① 河川内において、浮子の流下に支障とならないように浮子の投下位置より第2見通断面の下流までの樹林、草をできる限り伐採、除草しておく。
- ② 観測員相互の見通しに支障となる河岸の樹木、草をできる限り伐採、除草しておく。
- ③ 観測員の安全を図るために必要な施設を整備しておく。例えば、水位標のある地点の斜面には、階段を設けるのが望ましい。
- ④ 浮子投下の予定位置に目印を付けておく。
- ⑤ 専用浮子投下施設は、前もって試運転、浮子投下位置を示す距離の目盛の

調整等の整備を行っておく。

#### 4・4・4 器材器具

器材としては、浮子、夜間用浮子のための発光体、合図連絡用具及びストップウォッチが必要である。浮子の通過確認のためトランシットを用いることもある。

##### (1) 浮子

浮子には表面浮子と棒浮子（竿浮子ともいう）がある。

##### 解説

- ① 表面浮子は、板状で水面に浮かせて流す浮子をいう。
- ② 棒浮子は、吃水部分の長さで、0.5m、1.0m、2.0m、4mの4種類とする。かつて竹竿を用いて製作されたが、現在は紙製のものが市販されている。
- ③ 紙製の長い棒浮子は通常でも折れやすいが、降雨等で濡れるとさらに折れやすくなるので、紙製の棒浮子の取扱いに注意するとともに、投入直前まで濡れないようにする。
- ④ 市販の棒浮子が不足した場合は、竹で棒浮子を作る。竹製の棒浮子は簡単にできる。以下作り方を述べる。

- (a) 青竹（径5～10cm）を所定の吃水の長さ  
と水面上の長さ（40～50cm）を加えた長さ  
に余裕をとって切り、最下端の節を除く節  
に穴をあける。水槽で所定の吃水となるよう竹の中に砂又は石を入れる。
- (b) 棒浮子の安定性が悪いようであれば竹の中に一部砂を残したうえで、砂を入れたビニール袋を、棒浮子の下方に取付ける。再度水槽で吃水調整を行う。吃水の調整が終わったら棒浮子の上端の開口部はビニールシート等で蓋をする。

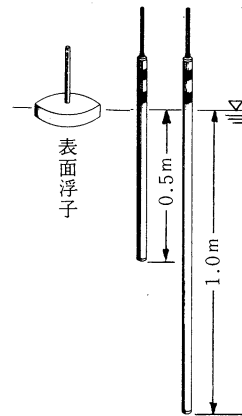


図4・4・4 浮子の種類

〔この他に2.0m浮子  
及び4.0m浮子がある。〕

##### (2) 夜間用浮子のための発光体

夜間の観測においては、浮子の流下位置を確認するため、浮子に発光体を付ける。発光体には、化学発光方式、カーバイド方式、豆電球方式および布に白灯油

等を浸して火をつける方式がある。

### 解 説

#### ① 化学発光（ケミカルライト）方式

この発光体は透明チューブを折り曲げて、内蔵されるガラス管を割ることにより、外液と内液が混合し、発光するもので、この発光は無発熱の化学反応による。

発光体を浮子に取付け流下させるが、流下中の浮子の確認はカーバイド方式には劣る。この方式の発光体にも有効期限があり、液体が変質しないように、冷蔵庫等で確実に保管しておかねばならない。使用に先立ち発光可能かどうかを抜取検査する。

#### ② カーバイド方式

この発光体は、安全蓋を取り、水に浸すとガスが発生し自然発火するように作られており、この発光体を浮子に取付け流下させる。長い棒浮子に用いる場合には、点火させた後に取付ける方が確実である。一旦水没しても水面上に出れば再び発火する。この方式の発光体はそれ自身で表面浮子としても利用できる。

有効期限が過ぎると、水に浸しても点火しない場合がある。このため使用に先立ち、点火可能かどうかを抜取検査により調べ、点火しないものが多いければ、同時に購入したものは破棄するのが望ましい。使用に際して、火災防止に努めなければならない。

#### ③ 豆電球方式

この方式は、従来から用いられてきた最も簡単な発光体である。安価な豆電球、ソケット、乾電池により構成される。豆電球だけでは光が弱くて見えにくい。主に中小河川に用いられる。

#### ④ 布に白灯油を浸して火をつける方式

この方式は近年あまり用いられなくなったが、他の発光体の代用として緊急の場合には有効である。使用に際して、火災防止に努めなければならない。

### (3) 合図連絡用具

合図連絡用具は、浮子員、第1見通員、第2見通員の相互の合図連絡に用いるものであり、一般にトランシーバー、手旗、夜間には懐中電燈が用いられる。

### 解 説

- ① トランシーバーの場合、班長以下全員が同一波長のトランシーバーを使用すれば、相互の連絡は円滑である。浮子が第1見通断面を通過する際に合図を決めておく。夜間時には、トランシーバーと同時に懐中電燈を携帯すると、

作業位置の確認が容易になる。

- ② 手旗や懐中電灯の場合には、これらの動かし方によって連絡内容、たとえば“浮子の投下準備完了”あるいは“第1見通浮子通過”等を前もって決めておけば容易に連絡がとり合える。

#### (4) ストップウォッチ

ストップウォッチは浮子の流下時間を計測するために用いる。

##### 解 説

ストップウォッチは0.1秒単位のものを使用する。浮子観測は降雨中のことが多いため、ストップウォッチが故障しやすいので、使用前に検査する。また、必ず予備のストップウォッチを携行する。できれば防水式のものを用いるのが望ましい。

#### (5) トランシット

見通断面において、浮子の通過確認を行う時に、トランシットを用いる場合がある。

##### 解 説

大河川においては河幅が広いので、対岸の見通杭、対岸付近を流下する浮子を確認することが困難な場合がある。トランシットは望遠鏡の役割とともに、見通線上にトランシットを設置し、トランシットの十字線の縦線と見通杭を合わせておけば、十字線の縦線が見通杭と同じ役割を果たすため、浮子の通過確認には、好都合である。しかし、視野が狭いため、かなりの速度で流下する浮子を見逃さないように注意する。

### 4・4・5 観測方法

観測には原則として棒浮子を使用し、予め決められた二断面間を浮子が流れるのに要した時間を測定して浮子の流下速度を求め、これに係数を乗じて区分断面図の平均流速を決定する。

#### (1) 測線配置

横断方向の断面割り（測線配置）は、既往最高水位又は計画水位の水面幅において、なるべく等間隔になるように選定する。等間隔の断面割りが不相当と認め

られる場合は河状に応じて選定する。

ただし、水位の変動に伴い測線の位置又は数が不相当となった場合は、その変動に応じて適宜変更する。

### 解 説

- ① 河川砂防技術基準（案）では、測線配置について表4・4・1に定める測線数を標準としている。測線数は観測の事例をみて決めたものであるから、流速、水位、流量の変動が激しく観測精度が低下することが考えられる場合（水文環境から）、及び作業継続が危険な場合のみ、緊急やむをえない場合の測線数を用いる。ただし、緊急やむをえない場合においても観測班を増やす等により、できる限り短時間に標準法で観測を行うよう心掛ける。表において、特に小河川の場合には、浮子が流心に寄ったり、岸に寄ったりする恐れがあるので断面数を少なくしてある。このような傾向のない河川については、測線数を増やした方が良い。しかし、大河川では、測線数増加による長時間の観測とならないよう配慮する。

表 4・4・1 測線配置

(a) 水面幅と浮子流速測線間隔の標準

水 面 幅	20m未満	20～100m	100～200m	200m以上
浮子流速測線数	5	10	15	20

(b) 緊急やむをえない場合

水 面 幅	50m 以下	50 ～100m	100 ～200m	200 ～400m	400 ～800m	800m 以上
浮子流速測線数	3	4	5	6	7	8

② 測線配置における注意事項を下記に示す。

- (a) 全断面の平均流速を直接測定することはできないから断面を幾つかに区分して、各々の区分断面の中央を流速測線とする。この流速測線は浮子が流下する位置であり、浮子投下断面では、浮子の投下位置となる。
- (b) 断面割りは、各区分断面のうけもつ流量が等しいようにするのが望ましい。しかし、水位が変化しても区分断面の受持つ流量が等しくなるようにするには、浮子投下位置を常に変えなければならない。浮子投下位置を常に変えることは、流量算出に誤りが発生しやすいので、等間隔で断面割りを行うこととした。
- (c) 等間隔の断面割りが不相当と認められる場合とは、断面形状が単純でな



く測が片側にかたよっていたり、広い高水敷があったりして流れが部分的に集中している場合である。又、等間隔の断面割りをしたために、浮子投下位置が橋脚の直下流又は近傍となったときは、浮子が測線を流れないので等間隔の断面割りは不適當である。

- (d) 断面割りを等間隔にするのが不適當なときに、一般に浅い部分は粗に、深い部分を密に区分するが、余り密な区分にすると浮子がほぼ同一部分を流れることがある。又、川岸近くではスムーズに流れないこともあるので、流れの状況を把握し経験に基づいて臨機応変に決めることになる。
- (e) 高い水位に適した断面割りが低い水位のとき不適當と認められる場合は変更する。断面割りの変更の手順はあらかじめ確定しておく。
- (f) 高水敷に冠水した場合には、適切な浮子等、または流速計を用いて高水敷上の流量観測を行う。また、必要に応じて非接触型流速計による観測を行う。

## (2) 班の編成

観測班の編成は、下記の構成を参考として決める。

班 長	1 名
浮子員	1 ～ 3 名
見通員	2 名
水位員	1 名
その他	若干名

なお、夜間観測の場合は、若干人員を増す必要がある。

## 解 説

- ① 業務の分担は次のとおりである。
  - (a) 班 長：観測及び安全に関する事項の指揮統括を行う。浮子の投下の判断・指示、および採用する浮子の判断を行い、この旨を班員に徹底させる。測定値、観測流量値の確認を行う。
  - (b) 浮子員：浮子の投下を行うとともに、浮子の種類、吃水、及び投下時刻を野帳に記入する。投下後は浮子の流下中の経路状況を見通員に伝えるとともに野帳に記入する。
  - (c) 見通員：
    - 第1見通員は、第1見通断面での浮子通過の合図と、第1見通断面の補助水位標の水位を測定し野帳に記入する。
    - 第2見通員は、第1見通断面線での浮子通過の合図を受け、第2見通断

面まで浮子が流下するに要した流下時間及び第2見通断面の補助水位標の水位を測定し、野帳に記入する。

- (d) 水位員：水位観測所の基準水位標の水位を測定し、野帳に記入する。水位員は、班長あるいは基準水位標が第1見通又は第2見通に接近している場合には見通員が兼ねることがある。
- (e) その他：観測所の状況に応じて、浮子運搬、浮子照明の取付け、安全管理、その他連絡等を行う。
- ② 班編成で留意すべきことは次のとおりである。
  - (a) 班長は観測所及び観測業務を熟知し、地形、気象、洪水等の特徴を把握して全体の状況判断を適切にできる人とする。
  - (b) 浮子員は、班長に次ぐ技術や知識があり、習熟した人が担当する。その他、夜間に発光体を浮子に取付けたり、器材の運搬や連絡等のため観測の状況に応じて増員する。又、観測が長時間に及ぶことが予想されるときは、交替要員を待機させておかなければならない。

### (3) 器材の準備

浮子観測に必要な資器材及びその他必要と思われる物品は次のとおりである。

浮子（夜間用浮子含む）、浮子表、ストップウォッチ、時計、鍵、照明器具、野帳、筆記具、合図連絡用具、トランシット、ラジオ、非常食、雨具、カメラ、巻尺（間縄）等。

#### 解 説

- ① 浮 子
 

浮子は、想定観測回数に必要な浮子（夜間用浮子を含む）の2倍程度の数量を持っていく。浮子は観測中に折れたり、夜間用の浮子では発光しないこともあるので、必要数量の2倍を用意すること。
- ② ストップウォッチ
 

出水期前の点検のみでなく、出水期間中にも時々点検する。予備のストップウォッチを備えておく。
- ③ 鍵
 

水位観測所、流量観測用小屋の鍵はあるか確認する。雨量観測所、水位観測所など水文観測施設全部を共通の鍵として関係する全職員が常時携帯するようにすると良い。
- ④ 照明器具
 

照明器具は、見通杭用、観測員用、合図用、交通安全用等のものである。
- ⑤ 合図連絡用具

合図連絡用具として、トランシーバ、手旗、④の懐中電灯、等を用意する。

⑥ 野 帳

流量観測野帳（浮子）を使用すると便利である。降雨時には野帳が濡れて記入しにくいいため、樹脂製の用紙が用いられる場合がある。

⑦ ラ ジ オ

時報による時刻の確認および気象、洪水の情報収集に必要である。

⑧ 非 常 食

長時間の観測に備えて非常食を用意する。

⑨ カ メ ラ

観測状況、洪水状況を記録しておくために必要である。フィルム等の予備もわすれないこと。

(4) 浮子の選定

- ① 浮子は水深に応じて、表4・4・2の浮子を使用する。この時、浮子表（図4・4・5）を用いると浮子の選定に便利である。
- ② 所定の浮子の使用が不適当な場合には、1段低い番号の浮子を使用する。
- ③ 浮子表は、観測に先だって断面測量結果を用いて作成しておく。

解 説

- ① 水深に応じて使用する浮子を規定したのは

(a) なるべく平均流速に近い速度で流下するような長さのもので測っておく。

(b) 浮子が規定されていると将来更正係数が解明された時、データの修正が容易であること。

等の理由による。

- ② 所定の浮子の使用が不適当な場合とは水中に水草が生えていたり、障害物が河床にある場合等である。

表4・4・2 浮子の選定基準

浮子番号	1	2	3	4	5
水深(m)	0.7以下	0.7~1.3	1.3~2.6	2.6~5.2	5.2以上
浮子の吃水(m)	表面浮子	0.50	1.00	2.00	4.00

- ③ 浮子表は、浮子投下位置で水深と所定の浮子との関係を表わしたものである。観測時にこの表がないと誤って別の浮子を使用することがあるため、出水直前の横断面図から予め作成しておく。

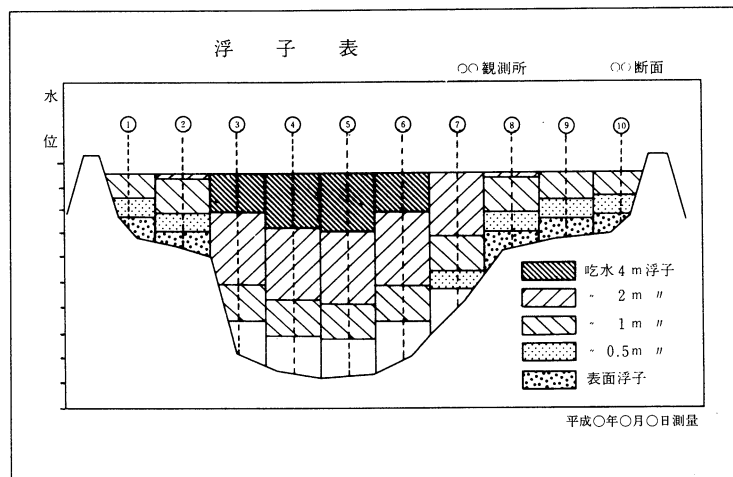


図4・4・5 浮子表

#### 4・4・6 観測の実施

##### (1) 観測の手順

観測の手順を、図4・4・6に示す。観測に必要以上の時間をかけることは、全体の精度を低下させることになるので、観測を手速く実施する。

- ① 水位測定：基準水位標において水位を測定する。その水位と浮子表から、各測線における浮子の番号（吃水）を決める。
- ② 浮子の配置：水深に応じた浮子を浮子投下位置に配置する。
- ③ 水位測定：班員が所定の位置についてから、合図により同時に基準水位標、第1、第2見通断面にある補助水位標の水位を測定する。
- ④ 浮子投下：鉛直に水中に入るように、また、上下振動を少なくするように浮子を投下する。投下の順序は、基準水位標側の投下位置から行う。

- ⑤ 浮子の第1見通断面通過確認：浮子が見通断面を通過する瞬間を確認した場合は、見通員は、確認の合図を行い、流下時間の測定を開始する。浮子が見通線を通過することが確認できなかつたときは、その旨を合図し、直ちに同じ投下位置で再び浮子投下を行う。
- ⑥ 浮子の流下状況：浮子が滞留したり、流下経路が想定した経路から著しく離れて流れた場合は、再度浮子投下を行う。
- ⑦ 浮子の第2見通断面通過確認：浮子が見通断面を通過する瞬間を確認した場合は、確認の合図と浮子の流下時間の測定を終わり、次の流速測線の測定に移る。浮子の通過確認ができなかつたときは、その旨を合図し、直ちに同じ投下位置で浮子を再投下する。
- ⑧ 水位測定：最後の測線の流速測定が終わったとき、③と同様に基準水位標、第1、第2見通断面の補助水位標の水位を合図により同時に測定する。

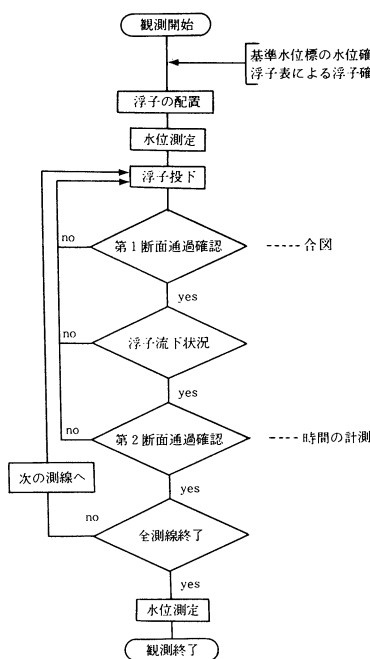


図4・4・6 浮子による観測の手順

## 解 説

- ① 最初の水位測定は、各測線で投下する浮子を決めるためにも必要である。水位流量関係から流量を求める場合に用いる水位は、基準断面水位標によって補正された自記水位計の値である。基準断面と見通断面の位置が離れている場合、第1見通断面又は第2見通断面のみの水位標水位を測定し、その水位と観測流量値の関係から水位流量曲線式を作成すると、自記水位計の水位から水位流量曲線式によって算出された流量に誤差が生ずる。そのため、流量観測時は必ず基準水位標も計測し、水位流量曲線作成は、基準水位標と

観測流量の関係に基づくこととする。

基準断面と観測断面とが離れていると水位流量曲線の精度が低下する要因となるので、基準断面と観測断面とは近接（共通）して設けるべきものである。

- ② 浮子の配置の時には、予備の浮子も配置しておく。浮子の見通断面通過確認ができなかった場合以外にも、長い吃水の浮子が折れたり、夜間用浮子が点火しないことが多いので予備の浮子を配置する。
- ③ 第1、第2見通断面の補助水位標の水位測定は、断面積と水面勾配を求めするための測定である。基準水位標の水位測定は、水位と流量の関係を定式化するのに必要な測定である。
- ④ 浮子は鉛直に投下するが、短時間（助走区間内）で所定の吃水を保持させるため、浮子投下の際には水中での上下振動を少なくするように、浮子をできる限り水面に近づけて注意深く投下する。
- ⑤ 浮子が見通断面を通過するとき、波で見えなくなったり、浮子によっては一時的に発光が消えて、確認できないことがある。このような場合、班長の判断により再投下を行う。前の浮子を捨てることを班員に指示確認する。
- ⑥ 流下状況は、班長、浮子員はもちろんのこと見通員もよく観察していなければならない。気付いたことがあれば、野帳に記入しておくが良い。後に観測値の照査に役立つ。又、各測線毎に水位に応じて浮子が流下するに要する時間を経験的あるいは既往資料から目安をつけておくとう便利である。およその所要時間を知っていることは浮子が順調に流下しているかどうかの判断に役立ち、有効な浮子と無効な浮子との判別に役立つ。
- ⑦ 水位、流量は観測時間内においても、時々刻々変化している。特に洪水の上昇時は流量変化が大きい。観測時間は流量観測精度にも影響を及ぼす要因であり、一連の流速測定はなるべく短時間で完了することが望ましい。
- ⑧ 第1見通員、第2見通員が共に浮子の通過確認合図を行い、ストップウォッチをもって流下時間を計測する方法もある。この方法によれば、計測時間の読違い等の発見ができ、全体の精度向上につながる。

## (2) 流速測定の実施

高水時は流速、流量、水位は時間をおって変動していく。水位上昇期の水位と流速の関係は下降期の水位と流速との関係と異なる。また、流速、流量、水位のピークは同時に生じない。このような高水時のH-Q曲線式作成には高水の立ち上がりから減水後まで観測する必要がある。

また、中規模程度の洪水観測の実施を含め、適切なH-Q曲線が作成できるよ

う、年間10回程度の洪水をカバーできるよう観測を行う。

- ① 観測は原則として毎時観測とする。ただし、水位変化の大きい時は毎正時にこだわらず、水位変化に応じて観測を実施し、水位変化の少ない時には観測回数を減らしてもよい。小河川のピーク付近では毎正時観測でも不十分な場合があり、小河川でのピーク時付近はさらに細かく観測すべきである。
- ② 観測は水位の上昇時から最高水位時、減水時と出水中の全期間にわたって実施する。特に、勾配の緩い河川では、水位上昇時と下降時で同じ水位に対応する流量が大きく異なり、水位－流量関係の経時変化がいわゆるループを描くので、水位上昇時もしくは下降時のみのデータではこれを見落とす恐れがあるので注意が必要である。上昇時の観測回数は減水時より多く観測する。最高水位付近の観測を逸さないようにし、最高水位付近の観測は、水位変化が少くとも観測回数を多くする。
- ③ 水位流量曲線上で観測値が不足しているあたりの水位については、つとめて流量を観測するようにする。特に、流速計を用いて低水観測を行うには危険な状態で、浮子による高水観測までには至らないいわゆる「中水」で観測値が少ない傾向にあるが、このあたりは水位流量曲線の屈曲点となることが多く、精度を高める上で観測を充実させる必要がある。

#### 解 説

- ① 毎時観測とは、ほぼ1時間の時間間隔で観測することである。観測開始を正時又は正時を観測時間の中央にするとかして観測することが多い。
- ② 観測は、出水時の全期間にわたって観測するのが望ましいが、出水状況によっては労力、浮子の数量からみて無理な場合がある。このようなときは、水位の上昇時、最高水位付近の観測回数を多くし、減水中又は水位変化の少ないときに、少なくして対応する。最高水位付近の流量は、資料として重要であるので観測を逸することのないよう特に留意しなければならない。又、最高水位付近の水位変化が少くとも流量の変化が大きいことがあるので密に観測することが望まれる。
- ③ 観測開始の時期の遅れや、観測員の疲労、資材不足等で流量データの欠ける時期が特定の水位の範囲で生じている傾向がある。既往資料を調べて、観測回数が不足している水位付近の流量資料が得られるよう十分配慮して観測





## 解 説

- ① 野帳に必要な事項が記入されていないと観測資料が十分活用されないことがあるので統一した野帳を使う。
- ② 野帳の記入は、分担に基づき測定後直ちに記入する。測定前に記入できる事項（観測所名、観測年月日、観測回数、記帳者氏名等）は前もって記入する。記入事項として定められていることを各班員が勝手に省略してはならない。さらに気付いた事があれば野帳に記入しておく。
- ③ 班長は毎回観測終了後、直ちに班員を集めて誤測の有無、数値を確かめて自分の野帳に正確に転写する。特に浮子の流下時間に注意して、誤測していないかどうかを確認する。
- ④ 記入要領と注意事項

## (a) 記入要領

天 気：観測時の天気を晴，曇，雨，雪の4種類で記入する。

風 向：観測時の風向を川上，川下，右岸，左岸の4種類で記入する。

風 力：観測時の風力を強風，弱風，無風の3種類で記入する。

観測時刻：

	開 始	終 了
浮子員	最初の浮子を投下した時刻	最後の浮子を投下した時刻
見通員	最初の浮子の通過を認めた時刻	最後の浮子の通過を認めた時刻
水位員	最初の浮子通過に先だち水位を読んだ時刻	最後の浮子の通過後水位を読んだ時刻

測線番号：浮子投下位置の番号で、あらかじめ定められている。

浮子番号：使用する浮子をみて浮子の吃水の長さに応じて定められている浮子番号を記入する。

表4・4・4 浮子の選定

浮子番号	1	2	3	4	5
水深(m)	0.7以下	0.7～1.3	1.3～2.6	2.6～5.2	5.2以上
浮子の吃水(m)	表面浮子	0.50	1.00	2.00	4.00

投下時刻：浮子を投下した時刻を記入する。

通過時刻：浮子が第二見通断面を通過した時刻を記入する。

流下時間：浮子が2断面間を流下するに要した時間を記入する。

流下状況：浮子の流下状況が正常ならば「異常なし」と記入する。正常でない流れ方の場合、その状況を記入する。又、浮子を見失ったとき、夜間用の浮子が発光しなかったとき等についても必ず記入する。

(b) 注意事項

数字等の訂正：記入した数字等の訂正は消ゴムを使用せず2本の線で消し、その傍に訂正した数字等を記入する。

記入事項の確認：班長は、毎回の浮子観測直後に測定値、浮子番号の対応等を調べ、誤測の有無を確認し、誤りがあれば今後と同じ誤りをしないように全員に指導しなければならない。

摘要：観測時の流れの状況（高水敷上の流れ、ゴミの流下状況等）や浮子流下状況等の特に気づいた事項について記入する。（後日、役立つことがある。）

(4) 注意事項

- ① 何時でも観測できるよう班の編成、器具の整備をしておくと共に常に気象状況に注意し、高水観測の時機を逸しないようにする。
- ② 観測中は班員の安全、健康状態に特に注意しなければならない。
- ③ 観測中から観測データの保管に十分注意して、観測終了後はすべての野帳を取りまとめて保管する。

解 説

- ① 高水観測は、観測準備から観測開始までの時間が短いので観測時機を逸することがある。同じ規模の出水が何度もあるわけではないので何時でも観測できるよう態勢を整えておかなければならない。
- ② 高水観測は、夜間が多くなることもあり、観測条件が悪いときに行うので観測員の安全には特に注意が必要である。浮子投下は橋を利用すること、堤防が兼用道路となっていることが多いこと等のため交通事故防止にも十分配慮する必要がある。
- ③ 野帳は出水毎に別冊とする。様式を印刷した樹脂製の野帳を用いる場合は風で飛び紛失しないよう台板に固定して使用し、観測終了後は所定の箱に収納する。データ整理が終了した場合、野帳は全て保管する。後日これらのデータは、観測値の照査資料として役立つ。

#### 4・4・7 断面測定

浮子による流量観測では、流速測定と同時に水深測定を実施することは困難であるため、出水後なるべく早い時期に横断測量を行って断面積を求める。

##### (1) 横断測量の時期と測点間隔

- ① 横断測量は、第1、第2見通断面及び基準水位標の断面に対し出水前と出水後に必ず実施する。
- ② 横断測量の測点間隔は、勾配の変化点ごとに、計画高水位又は既往最高水位における水面幅に応じて表4・4・5の数値を超えないものとする。

表4・4・5 横断測量の測点間隔

川幅		100m以下	100m以上
間隔	陸地	5 m以下	10m以下
	水中	5 m以下	5 m以下

##### 解 説

- ① 第1、第2見通の横断面は、流量計算に用いられる。基準水位標地点の横断面は、投下する浮子の選定や水位と流量の関係を知るのに使われる。
- ② 出水前の横断測量は、出水期前に毎年定期的実施する。出水後の横断測量の成果は、次の出水前の横断面として用いる。出水時に高水流量観測ができなかった場合でも出水により河床が変化しているのが普通であるので、出水後は必ず横断測量を行う。
- ③ 横断測量では陸地部分でも変化点を見落すことがあり、各測点の錯誤や誤差が全体に大きく影響する。断面を比較し変化を調べる場合は同じ間隔で測られている方がよい。
- ④ 水中部分は目で見えないので陸地部分より断面測定の精度が低いと考えられることから、測定間隔を小さくすることにより補うこととした。
- ⑤ 横断測量の測点間隔は、国土交通省公共測量作業規程における河川測量に準じて行うこととし、陸地部は10m以内、水中部はワイヤーロープを張って測量するときの5mを基準とした。ただし、河床の変化が激しいところではその中間でも測定する。

## (2) 横断測量の実施

- ① 陸地部分の横断測量は、兩岸の基準杭（又は補助杭）と水面の両端とを夫々往復測量とし、勾配の変化点毎に表4・4・5の間隔を超えない間隔で実施する。

距離の読みは、cm単位、基準杭間の距離測量の許容誤差は、 $1/500$ とする。高低の読みは、mm単位、往復測量の許容誤差は、 $2 + 5\sqrt{5/100}$  cm、ただしSは観測距離（m単位）、とする。

- ② 水中部分の深淺測量は、規定の間隔を超えない範囲で等間隔に測定する。測量の前後には必ず観測時刻と水位とを測っておく。

深淺測量は往復測量し、その精度は距離精度を $1/300$ 、高低精度を $\pm 15$ cmとする。

### 解 説

- ① 往復測量するのは、誤差を求め、測量結果を検討するためである。このため水際杭を設置する。又、基準、補助杭、水際の標高を水準基標により明らかにすることが必要である。
- ② 基準杭間、基準杭と水際杭間の正しい距離は、電磁波測距儀等で求めておく。許容誤差は河川の定期横断測量の規程に準じて定めた。横断測量の距離の読みはcm単位で行う。
- ③ 水中部分の深淺測量は、水面を基準として水深を測定する。深淺測量の前後に水位を観測し、時刻を記録する。深淺測量では、測量前後の水位差で補正を行う。
- ④ 深淺測量の精度は公共測量作業規定に準じて決められている。往復測量の差が15cm以内にあることを確認する。
- ⑤ 深淺測量に音響測深機を使うときは、本書に規定する水準を確保するように行う。特に音響測深機では水質による音速の変化が影響するのでその較正を公共測量の規程に準拠して確実に実施すること。

## (3) 横断測量の注意事項

- ① 距離は基準杭を基点として測り、測点の位置は基準杭よりの距離で表す。
- ② 測量の結果、距離及高低の誤差が許容限度を超えた場合は、再び測量を行う。

- ③ 深淺測量は、できるだけ水位の変動の少ない時を選ぶ。
- ④ 横断測量は、次の出水に備えてなるべく早い時期に実施する。

#### 解 説

- ① 距離は、基準杭を基点として測量すると、断面の比較に都合がよい。水際杭を基点として測量する場合は、基準杭と水際杭との関係をその都度確認し明確にしておく。
- ② 測点の位置は、その前の測点との距離で表すと測点を誤ってとぼしたりした時誤りを発見しにくいから、基点よりの距離で表すのがよい。
- ③ 移点の際の誤差は、累積され、影響がその点だけにとどまらないから特に注意する。
- ④ 標尺は、移点のときに転石や凸部に立てるが、地形の高さを測るときは転石等の凸部を外す。
- ⑤ 測量終了後、直ちに誤差が許容範囲内にあるかどうかを確かめ、限度を超えた時は測量をしない。
- ⑥ 深淺測量は、水面を基準として水深を測るから水位変動の少ない方がよい。もし止むを得ず水位変動があったとき測った場合は水位変化が時間に比例したと仮定し、水深を補正する。
- ⑦ 出水後の測量は、次の出水があると測量の機会を失うから、多少の水位変動があってもなるべく速やかに行うようにする。

#### 4・4・8 流量計算

流量計算には観測した流速データ以外に、断面積を算出する必要がある。断面積は、各見通断面の横断測量結果から求める。

##### (1) 断面積の計算

- ① 流量計算に用いる断面は、高水前後の横断測量の結果から求められる高水前及び高水後の全断面積を比較して、いずれか大きい方の断面を用いる。
- ② 各区分断面の平均断面積は第一及び第二断面において夫々区分される断面の相対応する断面積の平均とする。
- ③ 各対応する区分断面の面積を計算する場合の水位は各回の観測の始めと終わりの水位の平均をとり、区分断面は台形としてその面積を計算し、全断面積はそれらの和をとる。

## 解 説

- ① 高水中、上昇時には河床が洗掘され、減水時には次第に堆積しているものと推定される。これらの関係が明らかでない現在、高水流量中特に大切な最大流量付近についても真の断面積は測れないが、測られた横断面では、高水前後いずれか大きい方がより近いものであろうと推察し、このような計算法とした。
- ② 第1及び第2見通断面において断面割りによって分割された各断面を夫々区分断面という。第1及び第2見通断面において各対応する区分断面の面積の平均をもって、区分断面の面積とする。
- ③ 高水中は河床の洗掘、堆積が大きく、高水前後の横断面積とかなり異なることが予想されること、観測時間が短ければその間の水位を直線的な変化と見なしても、そのための誤差は比較的小さいものと思われるし、流速分布が極端にかたよっていない限り、平均の水位を使うための誤差も、現状では知りたいその他の誤差に比べて小さいものと思われるので、上述のような簡易な方法を採用した。

## (2) 浮子の更正係数

- ① 浮子の流下により測定された流速に更正係数を乗じた値を、平均流速を示す更正流速とする。
- ② 更正係数は表4・4・6の数値とする。
- ③ 表4・4・6以外の浮子を使用した場合には、安芸公式による更正係数等の妥当な係数を用いるものとする。

表4・4・6 浮子の更正係数

浮子番号	1	2	3	4	5
水深(m)	0.7以下	0.7～1.3	1.3～2.6	2.6～5.2	5.2以上
吃水(m)	表面浮子	0.5	1.0	2.0	4.0
更正係数	0.85	0.88	0.91	0.94	0.96

## 解 説

- ① 高水中の流速分布については未だ充分知られていないが、一般に水深方向の流速の分布は表面近くが速く、河床付近は遅いと考えられている。この考

え方によれば、浮子はその吃水している水の流れと同じ速さで動いてもその測線の平均流速を表わし得ない。故に平均流速に近い値を求めるために補正を必要とする。そこで浮子の流下により求めた流速に更正係数を乗じることにより平均流速に近い値を求める。

- ② 浮子の更正係数は種々な条件で決まるものであり、且つ、その条件の中には現状では観測や解析が不可能に近いものがある。従って本書では将来の研究によってこれらの事情の明らかになるまで、一応簡易なものとして更正係数を定め、流量に余り大きな影響を及ぼさぬ範囲で実用性を増すこととした。
- ③ 浮子の更正係数に関しては古くからいろいろ研究が行われているが、何れも使用上問題なしとしない。これは流速の鉛直分布曲線の想定が困難であることや実験水路と実際河川との流れの比較が困難である等の理由に基づくものである。
- ④ この他竿浮子の吃水深が同じであっても水位の変動により、吃水比は異なること、高水中の水深は測定が難しいこと、流下距離間の水深は一樣でないと思われること等、問題点は枚挙にいとまがない。
- ⑤ このように更正係数にはいろいろな問題があるが、浮子についての在来の研究の中では最も理論的で実験値もある安芸公式から求めた更正係数を根拠とし、これを実際にあわせて簡単な扱い易いものとした。なお、この更正係数の基準は、浮子の種類を少なくし、浮子の吃水の端数がないように考慮され、浮子の吃水と水深の比（水深吃水比）が、0.4～0.8の範囲において適用できるように設定されている。
- ⑥ 安芸は、日本で用いられる竹浮子について補正係数 $\alpha$ を次式のように求めている。

$$\alpha = \frac{C}{C + \frac{20}{3} - 20a + 40ggn - 20m^2}$$

ただし、C：Chezyの流速係数

a：水深をhとして、水面から最大流速の点までの深さをahと表す係数

m：水面から浮子の速さと流水の速さとの一致する点までの深さをmhと表す係数

鉛直方向の速度分布を2次曲線と仮定し、浮子の吃水深nhを用いてmを求めて消去すると、

$$a = 0 \text{ の場合 } \quad a = C / (C + \frac{20}{3} - \frac{20}{3}n^2)$$

$$a = 0.1 \text{ の場合 } \quad a = C / (C + \frac{14}{3} + 2n - \frac{20}{3}n^2)$$

$$a = 0.2 \text{ の場合 } \quad a = C / (C + \frac{8}{3} + 4n - \frac{20}{3}n^2)$$

$$a = 0.3 \text{ の場合 } a = C / (C + \frac{2}{3} + 6n - \frac{20}{3}n^2)$$

一般に  $C = 40$  としており、 $a = 0.2$  とすると、

$a = 40 / (40 + 8/3 + 4n - 20n^2/3)$  となるので、吃水比  $n$  により更正係数  $\alpha$  が求められる。

⑦ フランシスの式は更正係数として古くから用いられているもので、

$$\alpha = [1 - 0.116(\sqrt{D_1} - 0.1)]$$

と表される。ここで、

$$D_1 = \frac{H - l}{H}$$

$H$  : 水深

$l$  : 吃水深

吃水比  $n$  を用いて書き改めると、

$$\alpha = [1 - 0.116(\sqrt{1 - n} - 0.1)]$$

となり、結果は安芸の式で  $C = 40$ 、 $a = 0.2$  としたのとほぼ一致する。

### (3) 流量計算

流量計算は、細則に定められた様式 3-14 の流量計算書を用いる。流量計算において野帳からの転記ミスあるいは断面計算の誤り等のないように十分注意して行う。

#### 解 説

- ① 流量計算書（浮子）は、上半分が観測時の状況について、下左半分が観測時の生データ、下右半分が流速計算あるいは断面計算結果等を記入する欄である。
- ② 流量計算を行うに当り、横断測量結果と比較して、各測線から投下した浮子が適切であったかを確認する。河床変動の結果、浮子の選択が不適切であることが推察されることもある。このような場合には、今後の流量観測にそなえて、班長は班員に新しい浮子表を作成する等の適切な指導を行う。