

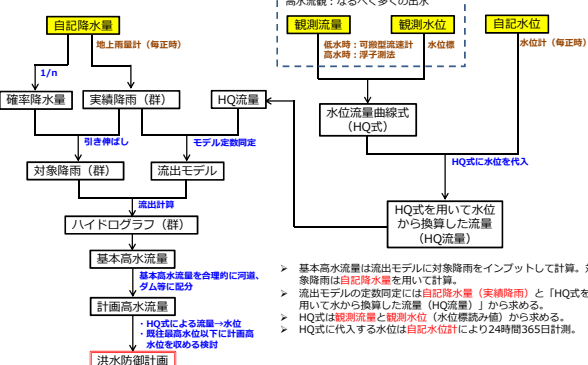
水文観測の基礎

令和元年10月

一般財団法人 河川情報センター

水位観測データの活用目的

例) 洪水防御計画の場合



降水量観測とは

降水量：ある時間内に地表に降った降水の量→時間と量(水深)で表現

- 1m²の面積に降った水の高さ(水深)(mm)で表す。
- 『水文観測データ統計処理要領』(国土交通省 水管理・国土保全局)では、以下の諸量について整理することが定められている。

時間降水量、日降水量、月降水量、年降水量、降水日数、最大日降水量、最大日降水量、最大24時間降水量、最大3時間降水量、最大時間降水量、最大60分降水量

(注意) 10分降水量について

10分降水量は、水文観測業務規程細則にて、主要な洪水及び主要な渇水等、必要に応じ整理することとなっている。

(注意) 日降水量について

日降水量は、現在は24時が一日の区切り(日界)である。

例：3日0時から24時までに50mmの雨を観測 → 3日の日降水量は50mm

平成7年12月31日までは午前9時が日界であったことに留意が必要。

例：3日午前9時から4日午前9時までに50mmの雨を観測 → 3日の日降水量は50mm(平成8年以降は暦と同じ)

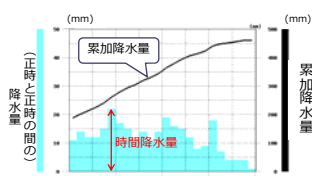
1

降水量観測とは

降水量強度：ある降水が同じ強さで60分間降り続いたとした時の合計降水量(レーダ雨量計のデータ)

例：10分間に5mmの雨を観測 → その雨の降水量強度は30mm/hr
瞬間値であり、時間降水量(積算値)とは必ずしも同等ではないことに留意が必要

ハイトグラフ：降水量と時間の関係を示したグラフ



2

雨量計

転倒マス型雨量計

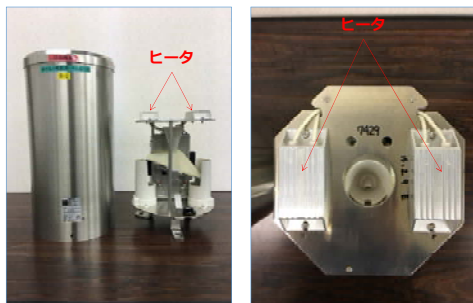
<構造>

- 内径20cmの受水口を持ち、ゴミよけの二重の金網がついている。
- 受水器の中にある水器、転倒マス、リードスイッチなどが入った雨量計。
- 転倒マス1転倒が1パルス信号として出力される。1転倒0.5mm, 1mmがある。



3

ヒーター付きのタイプもある。

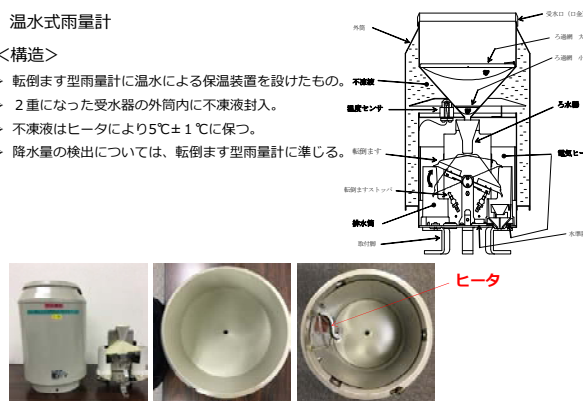


4

温水式雨量計

＜構造＞

-
- The diagram illustrates a snow measurement system. It features a snow gauge (転倒ます型雨量計) at the top, which is connected to a water container (受水器). A temperature sensor (温度センサ) is positioned within the water container. The system is designed to measure snow depth and temperature. Labels in the diagram include: 転倒ます型雨量計 (Inverted bucket type rain gauge), 温度センサ (Temperature sensor), 不凍液 (Antifreeze liquid), 水 (Water), 雨量計 (Rain gauge), and 受水器 (Water container).
- 転倒ます型雨量計に温水による保温装置を設けたもの。
 - 2重になった受水器の外筒内に不凍液封入。
 - 不凍液はヒータにより $5^{\circ}\pm 1^{\circ}$ ℃に保つ。
 - 降水量の検出については、転倒ます型雨量計に準じる。

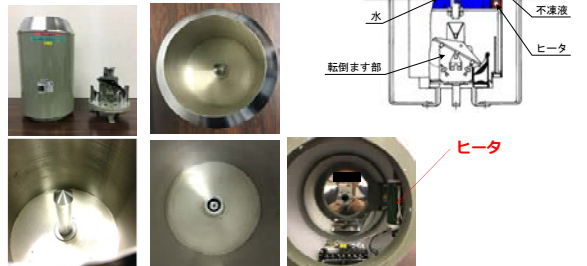


1

溢水式雨量計

＜構造＞

- 転倒ます型雨量計の二重構造の外筒に封入された不凍液（10℃に保温）により受水器内の水とオイルを温める。
- 降水量の検出については、転倒ます型雨量計に準じる。



6

＜理想的な地上雨量計設置環境＞

- 遮蔽物となるような高い樹木や建物が周辺にない。
- 地面から跳ね返った雨滴が受水口内に入らないように、雨量計周辺は短い芝地とする。
- 吹上風の影響を受けるため、建物の屋上へは設置しない。

1

<現実>



雨量計上空を樹木が遮蔽。

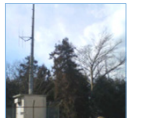


コンクリート面上に設置。



建物の屋上に設置。

＜対策例＞



周辺の樹木をこまめに伐採する。



周辺に砂利を敷き詰める。



風除け（助炭）を設置する。

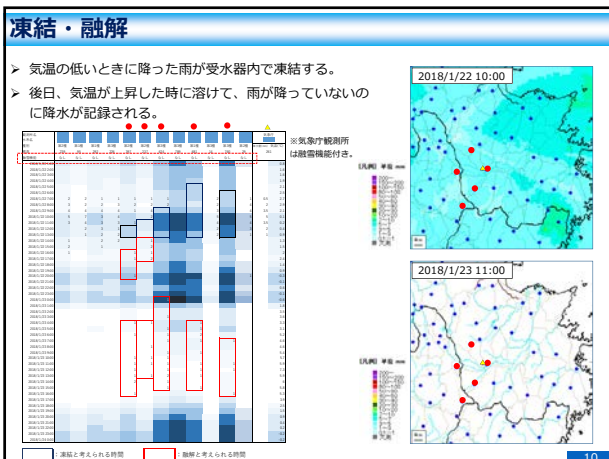
8

保守点検

- 水文観測所は、常に良好な状態で観測できるよう、定期的に点検・整備する必要がある。
(基本は月1回の定期点検、年1回の総合点検)

[illegible]

C

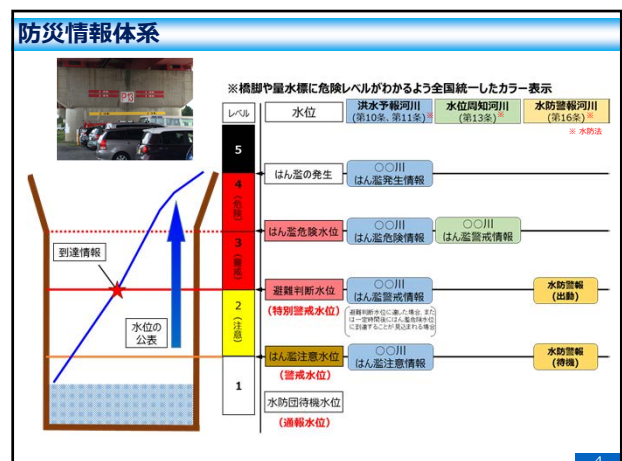
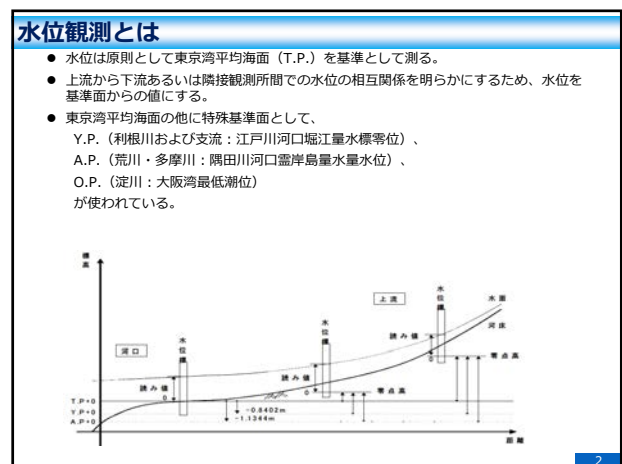
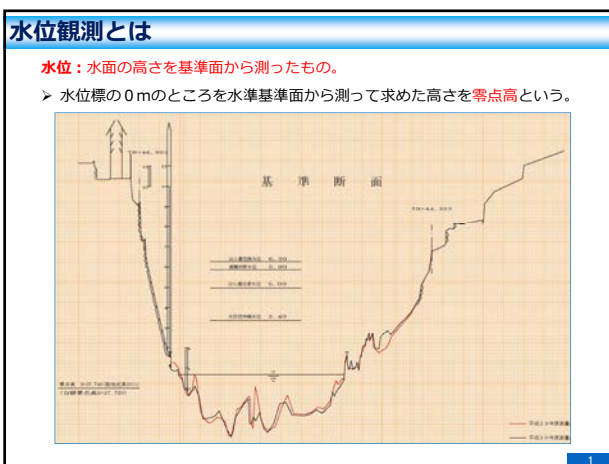


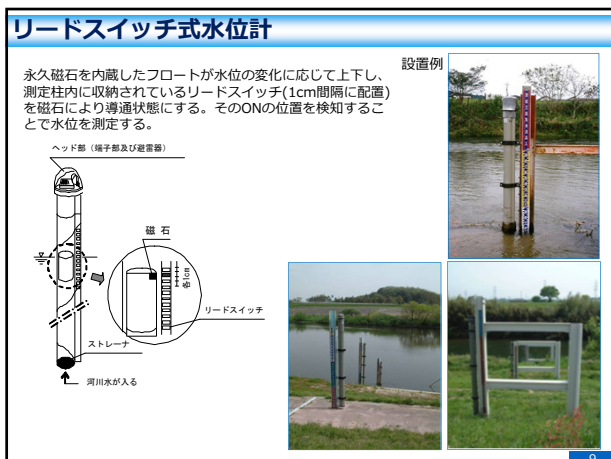
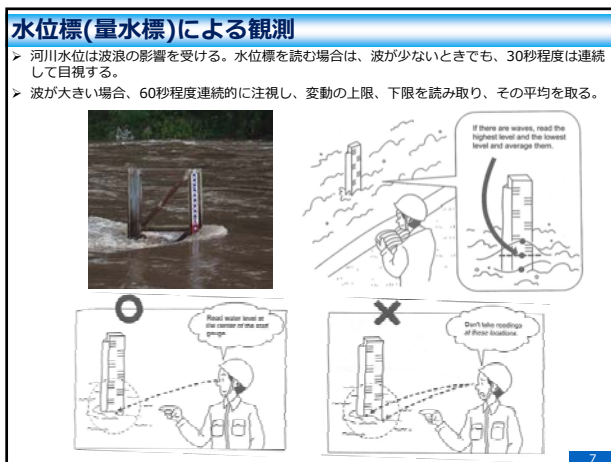
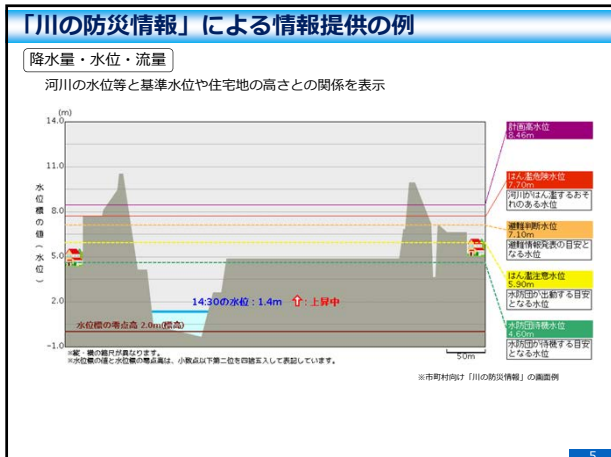
第25回 河川情報取扱技術研修

水文観測の基礎 水位観測

令和元年10月

一般財団法人 河川情報センター

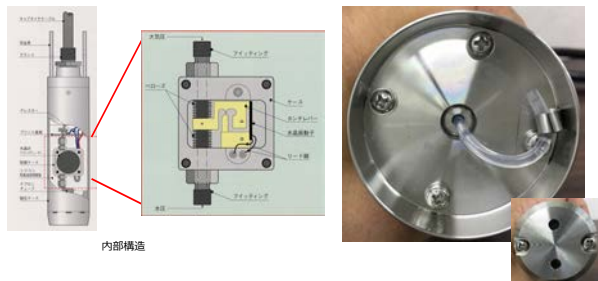




圧力式水位計（水晶式水位計）

水晶振動子に水圧（ペロースを介して）を印加すると共振周波数が変化する。その周波数信号から水位に変換する。

この形状のものは、水圧と同時に大気圧を別のペロースで機械的または電気的に計測して差し引くので水圧変化のみの計測が可能である。



内部構造

11

圧力式水位計

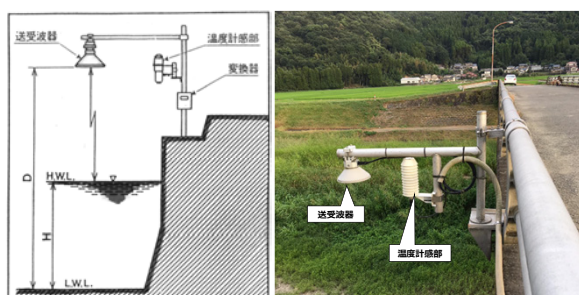
設置例



12

超音波式水位計

- 送受波器から発射した超音波が水面で反射して戻ってくるまでの時間から水位を計測する。



※ 空気中の超音波の速度は温度により変化するため温度補正が必要となる。

13

電波水位計

- 送受波器から発射したマイクロ波が水面で反射して戻ってくるまでの時間から水位を計測する。
- 超音波水位計と異なり、温度の影響を受けないため、温度補正の必要がない。



14

自記水位計による観測

<標準>

自記水位計により計測した水位は、波浪の影響を除去するために、ある一定時間にサンプリングされた水位瞬時計測値群を対象として、その一定時間で平均した値を水位観測値として記録するものとする。

<標準>

自記水位計のうち、デジタルに水位を表示・記録する装置の場合、瞬時の水位観測値のサンプリング間隔や平均値を算定するための観測対象時間は、出水特性を考慮した上で波浪等の周期性を排除できるサンプリング間隔・平均手法を検討することが望ましい。

ただし、その検討が行われていない段階では、瞬時の水位観測値のサンプリング間隔を1秒、平均時間を全体で20秒以上、と設定してよい。

『国土交通省 河川砂防技術基準 調査編』より抜粋

15

水位計機種別比較表

	フロート位置検出方式		水圧検出方式		非接触方式		備 考
	水研62型	リードスイッチ式	半導体式	水晶式	超音波式	電波式	
精度	○	○	○	◎ (注1)	△ (注2)	○	設置目的などにより選定
耐振性	○	○	○	○	○	○	
流れの変化への対応	×	△	○	○	△ (注3)	△ (注3)	設置前に河況状況を把握
操作性	○	○	○	○	○	○	
維持管理	△	△	○	○	○	○	
施工性	×	△	○	○	△	△	
流れの阻害	×	△	○	○	◎ (注4)	◎ (注4)	
経済性	×	△ (注5)	○	○	○	○	測定範囲に左右される
増殖土砂への対応	×	×	△	○	○	○	メンテナンスである程度回避
景観	×	△	○	○	△	△	
測定範囲	○	△	○	◎	△	△	

注1:測定精度は、FS0.02%以内で他の水位計と一桁違う精度。

注2:超音波式は、気温や風等の影響を受ける。

注3:橋梁等の河川を横断する構造物上に設置されている場合は、対応可能。

注4:水面上からの計測の為、全く流れの阻害にはならない。

注5:既設の量水標（H型鋼）や構造物がなければ、新たにH型鋼を打設する必要がある。

16

保守点検

- ▶ 水文観測所は、常に良好な状態で観測できるよう、定期的に点検・整備する必要がある。
(基本は月1回の定期点検、年1回の総合点検)

項目	内容	備考										
観測所名称	〇〇川 〇〇地点											
観測項目	水位、流量、水温、流速											
観測時期	〇〇年〇〇月〇〇日											
観測者	〇〇〇											
観測結果	<table border="1"> <tr> <th>項目</th><th>値</th></tr> <tr> <td>水位</td><td>〇.〇〇m</td></tr> <tr> <td>流量</td><td>〇.〇〇m³/s</td></tr> <tr> <td>水温</td><td>〇.〇〇℃</td></tr> <tr> <td>流速</td><td>〇.〇〇m/s</td></tr> </table>	項目	値	水位	〇.〇〇m	流量	〇.〇〇m³/s	水温	〇.〇〇℃	流速	〇.〇〇m/s	
項目	値											
水位	〇.〇〇m											
流量	〇.〇〇m³/s											
水温	〇.〇〇℃											
流速	〇.〇〇m/s											
点検結果	<table border="1"> <tr> <th>項目</th><th>結果</th></tr> <tr> <td>観測機器</td><td>正常</td></tr> <tr> <td>観測環境</td><td>良好</td></tr> <tr> <td>観測データ</td><td>正確</td></tr> </table>	項目	結果	観測機器	正常	観測環境	良好	観測データ	正確			
項目	結果											
観測機器	正常											
観測環境	良好											
観測データ	正確											
備考	〇〇〇											

17

水位計の二重化

＜標準＞

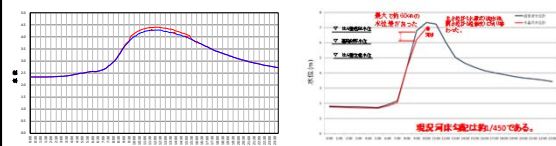
カテゴリー1の観測において、河川計画・管理、危機管理上重要な観測所においては、データの欠測を極力防止し、整合性のあるデータを極力継続して取得するため、必要に応じて観測システム（センサ及び記録部）の二重化を図ることが望ましい。

センサの二重化を図る場合には、設置地点は、同一地点、少なくとも同一横断面内を原則とする。やむを得ず、縦断方向に位置がずれる場合には、相互の水位関係を把握し、水位の相関を確認しておくこととする。

また、自記水位計の機種は異機種を原則とする。

なお、主水位計と副水位計の切り替えを行う場合には、切り替えの基準を明確にしておくこととする。

『国土交通省 河川砂防技術基準 調査編』より抜粋



- 主・副水位計は同一断面内に設定。
- 主水位計は水晶式、副水位計はリードスイッチ式。
- 主・副水位計は縦断方向に約120m離れている。
- 主水位計は水晶式、副水位計は超音波式。

18

第25回 河川情報取扱技術研修

水文観測の基礎 流量観測・HQ曲線の作成

令和元年10月

一般財団法人 河川情報センター
審議役 栗城 稔

流量とは

流量：ある断面を1秒間に通過する水の量



流量計測法の種類

名称	測定対象	手法
色線投入法	表面流速	トレーサー
電流流速計測法	表面流速	非接触型
画像処理流速計測法	表面流速	非接触型
回転式流速計測法（ブレイズ式等）	点流速	接触型
可搬式電磁流速計法	点流速	接触型
浮子測法	平均流速	接触型
超音波流速計測法	水平面内平均流速	接触型
流速プロファイラー（ADCP）測法	断面内流速分布	接触型
開水路電磁流速計測法	平均流速	接触型
堰測法	流量	水理構造物法

水位と流量の観測

- 流量観測は時間的に連続した観測を行うことが困難である（流量観測は測量）。



- 観測された流量とその時点の河川水位との関係を求め、この関係式を用いてその時刻の水位に対応する流量に変換する。

- 流量観測では、「流量」と「水位」を同時に観測する。

流量観測の種類

観測方式

- 可搬式流速計による流量観測
- 浮子による流量観測

河川の流量規模

- こう水流量以外の流量観測（低水流量観測）
- こう水流量観測（高水流量観測）

主な河川流量観測方法と測定機器

①回転式流速計……機械式回転軸の回転翼を回転させ、接点パルス
を（点流速）

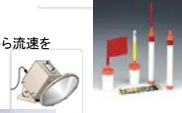
出力する流速計
a.スクリーン式
b.バケット式
c.フロベリ式



②電磁式流速計……電磁誘導の原理を用いた流速計
（点流速）
ファラデーの電磁誘導の法則を利用し、磁場内
の流れて発生する起電力から流速を求める
 $e=Blv$ (B:磁束密度、l:電極間距離、V:流速)



③浮子測法……直線上の一定区間を浮子の流下時間から流速を
（平均流速）求める



④電波式流速計……ドップラー効果の原理を用いた流速計
（表面流速）



⑤超音波流速計……時間差を用いた流速計
（水平面内平均流速）



⑥流速プロファイラー(ADCP)流速計……超音波ドップラー多層流向流速
計

流量観測の回数

・低水流量観測

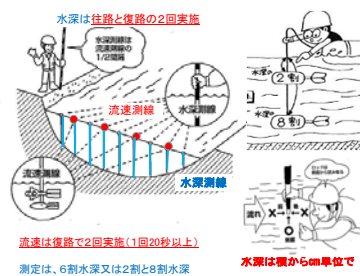
原則として、年36回以上観測する。

・高水流量観測

- ①観測は原則として毎時観測とする。
- ②観測は出水中の全期間（水位の上昇時～
最高水位時～減水時）にわたって実施する。
- ③水位流量曲線上で観測値が不足する水位
付近はつとめて観測するようにする。

低水流観（測定は、水深は往・復の2回、流速は復路で2回）

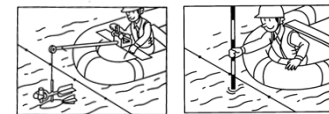
■ 測定時間は1回20秒以上。秒数は1/10秒とする。
（精密法は、1回の測定時間は60秒以上）



測点番号	水深 (m)	流速 (m/s)	時間 (sec)	備考
	往	復	往	復
1	0.05	0.05	20.5	20.5
2	2.00	2.00	20.0	20.0
3	1.0	2.00	20.5	20.5
4	1.5	2.10	21.0	21.0
5	2.0	1.85	18.5	18.5
6	2.5	1.85	18.5	18.5
7	3.0	2.10	21.0	21.0
8	3.5	2.10	21.0	21.0
9	4.0	1.80	18.0	18.0
10	4.5	1.70	17.0	17.0
11	5.0	1.65	16.5	16.5
12	5.5	1.60	16.0	16.0
13	6.0	1.55	15.5	15.5

可搬式流速計による流量観測

流速と横断面（水深）を測る。



流速を測る

水深を測る

「絵でみる水文観測」中部地方建設局より



徒渉で行う



橋を使う

検定について

原則として、流速計は1年に1回の検定を行う。

$$V = \alpha N + \beta \quad (V: \text{流速} \quad N: \text{毎秒回転数} \quad \alpha, \beta: \text{定数})$$

河川流量測定

流速計試験成績書

流速計の種類

試験番号

流速計の番号

試験年月日

試験地点

平成 年 月 日

平成 年 月 日

上記流速計の検定成績は、下記のとおりである。

$$V = 0.257 N + 0.007$$

適用範囲: 0.000 m/s から 1.500 m/s まで

ただし、1%未満 (0.01%)、0.01未満 (0.01%) の範囲は、適用しない。

測定番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
① 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
② 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
③ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
④ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑤ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑥ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑦ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑧ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑨ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑩ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑪ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑫ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑬ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑭ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑮ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑯ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑰ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑱ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑲ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
⑳ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉑ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉒ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉓ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉔ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉕ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉖ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉗ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉘ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉙ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉚ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉛ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉜ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉝ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉞ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㉟ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊱ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊲ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊳ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊴ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊵ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊶ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊷ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊸ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊹ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊺ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊻ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊼ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊽ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊾ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
㊿ 流速計の種類 (m/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

適用範囲: 流速計以下に示す全流速計の範囲、適用しない範囲は、適用しない。

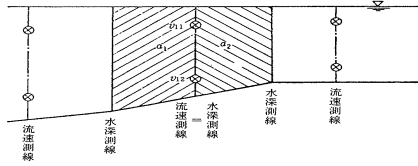
試験所名称

東京都立中央防災センター 電報 03-5497-1011

〒100-0001 東京都千代田区千代田

流速計試験所 所長

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、その原因が不明であれば再度測定する。



$$\text{区分断面流量 } Q_i = (v_1 + v_2) \cdot (a_1 + a_2) / 2$$

測線配置の設定

水面幅に応じて、下の表により水深測線と流速測線の間隔および位置を設定する。

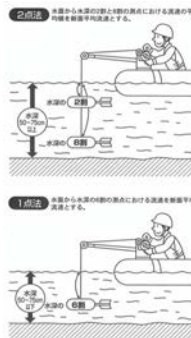
測線間隔

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

「河川砂防技術基準 調査編」より

流速の鉛直方向の測点

- 流速測線では2点法（水深の2割、8割の位置）で、可搬式流速計を水中に保持して流速を測る。それを算術平均してその測線上の流速とする。
- 水深が浅ければ水面からの1点法（6割の位置）で測る。



「絵でみる水文観測」中部地方建設局より

・流速測定は各測点で続けて2回行う。水深測量は往復2回行う（測線位置が変わらないように留意）。

・流速計の機種により適用流速範囲があるので、それを大きく超えて使用しない。

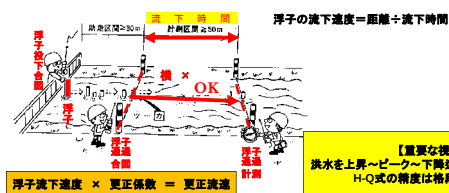
・ワイヤーを張る場合、目印を付けるなど、プレジャーボート等の安全対策を講じる。

野帳(例)														
測線番号	測線距離(m)	水深(m)	流速計	時間(sec)	流速(m/sec)	流速(m/sec)	流速(m/sec)	流速(m/sec)	流速(m/sec)	流速(m/sec)	流速(m/sec)	流速(m/sec)	流速(m/sec)	流速(m/sec)
1	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	5	2.00	2.00	2.00	0.40	2.4	2.0	2.0	2.0	1.16	1.03	1.00	1.00	1.00
3	10	2.00	2.00	2.00	0.40	2.4	2.0	2.0	2.0	1.16	1.03	1.00	1.00	1.00
4	15	2.15	2.10	2.12	0.42	3.4	2.1	2.1	2.1	1.13	0.88	1.00	1.00	1.00
5	20	1.85	1.85	1.85	0.38	3.8	2.0	2.0	2.0	1.29	1.01	1.00	1.00	1.00
6	25	1.85	1.90	1.88	0.38	3.8	2.0	2.0	2.0	1.29	1.01	1.00	1.00	1.00
7	30	2.10	2.10	2.10	0.42	3.4	2.0	2.0	2.0	1.16	0.77	1.00	1.00	1.00
8	35	2.10	2.10	2.10	0.42	3.4	2.0	2.0	2.0	1.16	0.77	1.00	1.00	1.00
9	40	1.80	1.80	1.80	0.34	3.0	2.0	2.0	2.0	1.00	0.88	1.00	1.00	1.00
10	45	1.70	1.70	1.70	0.36	2.2	2.0	2.0	2.0	0.75	0.88	1.00	1.00	1.00
11	50	1.65	1.65	1.65	0.28	3.3	2.0	2.0	2.0	1.11	0.92	1.00	1.00	1.00
12	55	1.40	1.45	1.42	0.28	3.3	2.0	2.0	2.0	1.11	0.92	1.00	1.00	1.00
13	60	1.45	1.40	1.42	0.28	3.3	2.0	2.0	2.0	1.11	0.92	1.00	1.00	1.00

浮子による流量観測

・浮子を橋などから投下し、計測区間を通過する時間をストップウォッチ等で測る。

・その区間の距離を浮子通過時間で割り、浮子の流下速度を算出する。



【重要な視点】
洪水を上昇～ピーク～下降の連続観測できれば、H-Q式の精度は格段に向上する

浮子観測と測線数の標準

(a) 水面幅と浮子流速測線間隔の標準

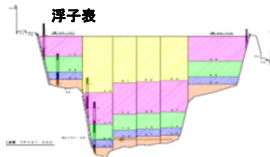
水面幅	20m 未満	20m～100m	100m～200m	200m 以上
測線数	5本	10	15	20

横断方向の流速分布は一樣ではない。

(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
測線數	3本	4	5	6	7	8

流観の基本はa観測、bは危険など止むを得ない場合のみ



流速は区分断面に区分して
各々測る。

水面幅に応じて、浮子で流速を測る測線数を決定する。

浮子による流観の手順

- ①水位測定:基準水位標において水位を測定する。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:合図により同時に基準量水標、第1、第2見通断面水位標の水位を測定する。
- ④浮子投下:鉛直に水中に、また、上下振動を少なくするように浮子を投下する。

- ⑤浮子の第1見通断面通過確認:浮子が第1見通断面を通過すると同時に見通員は合図を行い、流下時間の測定を開始する。
- 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:浮子が第2見通断面を通過した場合は、確認の合図と浮子の流下時間の測定を行う。
- ⑧水位測定:最後の測線の流速測定が終わったとき、基準水位標、第1、第2見通断面水位標の水位を同時に測定する。

高水流量観測の浮子と更生係数



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
更生係数	0.85	0.88	0.91	0.94	0.96

$$\text{浮子流下速度} \times \text{更正係数} = \text{更正流速}$$

■流量観測野帳(例)

[illegible]

種別 観測所記号 ■流量計算書(浮子) 流量計算書(浮子)

水系名	河川名	観測所名	測点番号	注				
観測回数	第 1 回		年間番号	日				
観測月	始日	23時 00分	天気	風向	風力			
観測日	平成28年 08月22日	終日	23時 55分	曇り	右岸	微風		
水位(基準)	全水深 (m)	電測水面高 (m)	平均水面高 (m)	全断面積 (㎡)	水面幅 (m)	平均流速 (m/sec)	流下距離 (m)	
	2.74	1879.68	20	352.96	1299.48	1 / 5000	1.45 100.00	
水位	基準水位 (m)	第1水位 (m)	第2水位 (m)	水位 (m)	断面 (m)	距離 (m)	水面幅 (m)	
	2.64	2.24	2.21					
始日	2.83	2.37	2.36					
終日	2.74	2.21	2.29					
平均	2.74	2.31	2.29		0.02	100.00	1 / 5000	
測点番号	浮上りの種類 種別	浮上り時間 観測	浮上り水深 (m)	浮上り流速 (m/sec)	更正流速 (m/sec)	区分別断面(流水係)	区分流量 (m³/sec)	区分流速 (m/sec)
1	観測	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	観測	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	観測	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	25.41	12.71 0.60
4	観測	0.0	0.00	0.00	7.71	24.76	16.24	0.60
5	観測	0.0	0.00	0.00	0.00	17.06	0.00	8.53 0.60
6	観測	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	3.53	1.77 0.60

- ①流量計算書の時刻は流量観測の始めの時刻と終わりの時刻を平均して観測時刻とする。
- ②基準水位、第1断面水位、第2断面水位も始めの水位と終わりの水位を平均して観測水位を決める。
- ③現地で観測した測線ごとの流下時間から流下速度を求める。
- ④浮子のきつ水ごとの更正係数をかけて更正速度を求める。
- ⑤区分断面積は第1断面と第2断面の区分断面積と平均して求める。それぞれの断面積は、横断測量成果と断面ごとの水位から求める。
- ⑥更正流速と平均区分断面積をかけて区分流量を求める。

$$Q = \Sigma(\text{更正係数} a_i \times \text{浮子流下速度} V_i \times \text{区分断面積} A_i)$$

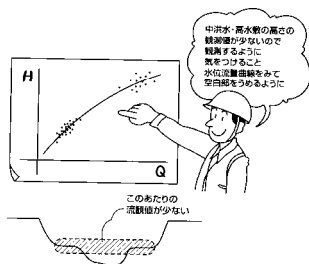
■断面測定

浮子による流量観測の場合、高水時に川に入れないので高水前・後に別途断面測量を行う。
断面測量は、基準断面・第1断面・第2断面で行う。



「絵でみる水文観測」中部地方建設局より

観測計画の留意点



「絵でみる水文観測」中部地方建設局より

- ・観測は極力水位上昇期から下降期までまんべんなく行う。
- ・前年の観測で空白となっている水位(特に中小洪水)は極力観測する。

安全管理

写真：関東地方整備局 利根川上流河川事務所



安全講習会



安全ミーティング、渡橋の点検



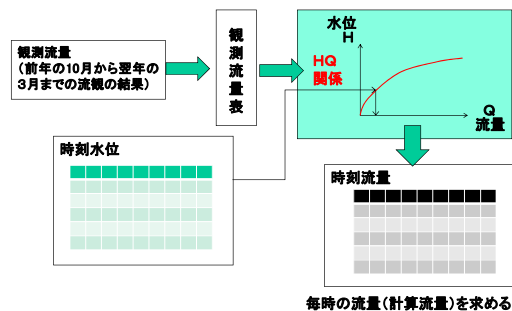
観測員の配置



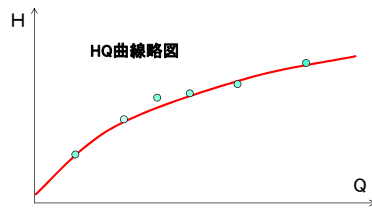
作業看板の設置

水位流量曲線の作成

観測流量から計算流量へ



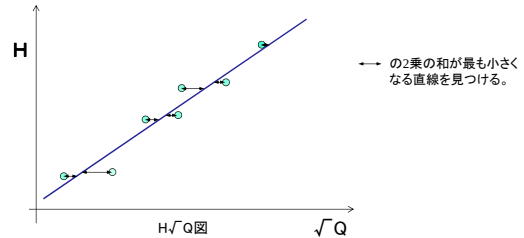
水位流量曲線式(HQ式)



HQ関係は、手で包絡線を描くことによっても得られるが、主観を排除するためと、換算を容易にするために、曲線式とする。水位流量曲線式は普通 $Q=a(H+b)^2$ の形が使われる。ここで、a、bは流量観測によって決まる定数。通常、水位Hを縦軸に流量Qを横軸にとる。

水位流量曲線式の作り方

水位流量曲線式は最小自乗法により求める。最小自乗法とは、プロットされた全ての点からのズレの2乗和が最も小さくなる回帰線を求める方法である。QはHの2次式なので、 $\sqrt{Q}$ とHの関係は1次式となることを利用し、直線回帰式を求める。ただし、Hと $\sqrt{Q}$ の軸が逆転していることに留意すること。



水位流量曲線式の作り方

最小自乗法の正規式により、まず、以下の a' と b' を求める。[] は各観測値の和を表す。

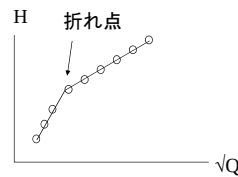
$$a' = \frac{N \{ H \sqrt{Q} \} - [H] \cdot [\sqrt{Q}]}{N \{ H^2 \} - [H]^2}$$

$$b' = \frac{[H^2] \cdot [\sqrt{Q}] - [H] \{ H \cdot \sqrt{Q} \}}{N \cdot [H^2] - [H]^2}$$

$$Q = a'^2 (H + b' / a')^2$$

として、HQ式が求まる。

HQ曲線の適用（適用水位）



- 縦軸にHを、横軸に $\sqrt{Q}$ をプロットして全体のプロットが一直線になれば適用する水位を分けなくてもいいが、もしH - $\sqrt{Q}$ のプロットが折れるようなら、上部（中・高水部）と下部（低水部）との2本に分ける。

・HQ曲線は、原則として外挿はできない。流量観測の最高水位が6mなら、適用は6mまでとしておく。

水位流量曲線の作成(実習)

観測流量表

観測所記号				観測流量表						
				(平成 年)						
水所名	河川名	水位(基準)	流量	流速	流速	水面幅	断面積	水面勾配	平均流速	$\sqrt{Q}$
番号	月	日	時	(m)	(m^3/sec)	(m/sec)	(m^2)	($1/m$)	(m/sec)	
1				8.18	3434.70					
2				9.58	5124.40					
3				4.74	765.50					
4				5.94	1216.00					
5				6.90	2284.20					
6				3.82	388.80					
7				2.68	46.80					
8				2.97	65.50					
9				2.42	24.40					
10				2.22	13.10					
11				2.33	19.40					
12				2.18	12.50					
13				2.47	27.60					
14				2.53	33.90					
15				3.49	225.50					

今回の水位流量曲線作成の注意点

- 今回、用いる流量観測は仮の値であり実測値では無い。
- 年間番号7～14は低水観測のデータ
- 年間番号1～6、15は高水観測のデータ
- 低水用と高水用の2本の水位流量曲線を作成する。
- 低水用の水位流量曲線を曲線（Ⅰ）とする。
- 高水用の水位流量曲線を曲線（Ⅱ）とする。

曲線（Ⅰ）の計算 水位流量曲線計算書（その1）

水位流量曲線計算書（その1）

平成 年（西暦 年）

曲線（Ⅰ）自 月 日 至 月 日

種別	観測所記号

$$Q = a^2 \left(H \pm b/a \right)^2$$

$$Q = 45.85 \left(H + -1.68 \right)^2$$

水所名			河川名			観測所名			読み	
年 番 号	H	H ²		Q		√Q		H√Q		
7	2.68	7.1824		46.8		6.84		18.9812		
8	2.87	8.2369		65.5		8.09		23.2189		
9	2.42	5.8564		24.4		4.94		11.9548		
10	2.22	4.9284		19.1		4.37		9.6984		
11	2.38	5.6288		19.4		4.4		10.252		
12	2.18	4.7524		12.5		3.54		7.7172		
13	2.47	6.1009		27.6		5.25		12.9875		
14	2.58	6.6564		39.9		6.32		16.2748		

曲線（Ⅰ）の計算 水位流量曲線計算書（その1）

水所名	河川名		観測所名		読み	
年 番 号	H	H ²	Q	√Q	H√Q	
7	2.88	7.1024	46.8	6.84	18.9812	
8	2.87	8.2369	65.5	8.09	23.2189	
9	2.42	5.8564	24.4	4.94	11.9548	
10	2.22	4.9284	19.1	4.37	9.6984	
11	2.38	5.6644	19.4	4.4	10.552	
12	2.18	4.7524	12.5	3.54	7.7172	
13	2.47	6.1009	27.6	5.25	12.9675	
14	2.58	6.6564	39.9	6.32	16.248	

Hの合計		H ² の合計		Qの合計		√Qの合計		H√Qの合計	
計	19.70	48.892		249.20		42.5		107.202	

曲線（Ⅰ）の計算 水位流量曲線計算書（その2）

$$n[H\sqrt{Q}] = 8 \times 107.202 = 857.818$$

$$[H][\sqrt{Q}] = 19.70 \times 42.5000 = 837.2500$$

$$n[H^2] = 8 \times 48.892 = 391.0976$$

$$[H]^2 = 19.70^2 = 388.0900$$

$$[H^2][\sqrt{Q}] = 48.892 \times 42.5000 = 2077.7060$$

$$[H][H\sqrt{Q}] = 19.70 \times 107.202 = 2111.8794$$

曲線（Ⅰ）の計算 水位流量曲線計算書（その2）

$$a = \frac{n[H\sqrt{Q}] - [H][\sqrt{Q}]}{n[H^2] - [H]^2} = \frac{857.818 - 837.2500}{391.0976 - 388.0900} = \frac{20.5680}{3.0076} = 6.7715$$

$$b = \frac{[H^2][\sqrt{Q}] - [H][H\sqrt{Q}]}{n[H^2] - [H]^2} = \frac{2077.7060 - 2111.8794}{391.0976 - 388.0900} = \frac{-34.1734}{3.0076} = -11.3623$$

$$a^2 = 6.7715^2 = 45.854 \approx 45.85$$

$$b/a = -11.3623 / 6.7715 = -1.6780 \approx -1.68$$

$$Q = a^2 \left(H \pm b/a \right)^2 = 45.85 \left(H + -1.68 \right)^2$$

曲線（Ⅰ）の計算

観測流量表および水位流量計算書により
曲線（Ⅰ）式は、

$$Q = 45.85 (H - 1.68)^2$$

となる。

※高水用の曲線（Ⅱ）も同様に水位流量曲線計算書を用いて計算する。

交点(曲線分離点)の計算

交点計算書

曲線 (I)	曲線 (II)
$Q = 45.85 \times (H - 1.88)^2$	$Q = 87.52 \times (H - 1.91)^2$
$\sqrt{Q} = 6.7713 \times (H - 1.88)$	$\sqrt{Q} = 9.3552 \times (H - 1.91)$

※各曲線(I)と(II)を $\sqrt{Q}$ 式に換算する。

※ $\sqrt{Q}$ 式の交点を算出する。

$$6.7713 \times (H - 1.88) = 9.3552 \times (H - 1.91)$$

$$6.7713H - 11.3757 = 9.3552H - 17.8855$$

$$2.5839H = 6.4827$$

$$H = 2.5127$$

$$\therefore H = 2.51m$$

適用水位の設定

- 交点計算により、曲線(I)と曲線(II)の適用水位は、水位2.51mで分離することがわかる。

	適用水位
曲線(I)	2.18m～2.51m
曲線(II)	2.52m～9.58m

※適用水位の下限值と上限値は、観測流量表水位の最低値と最高値から。

曲線式のとりまとめ 水位流量曲線計算書(その3)

水位流量曲線計算書(その3)

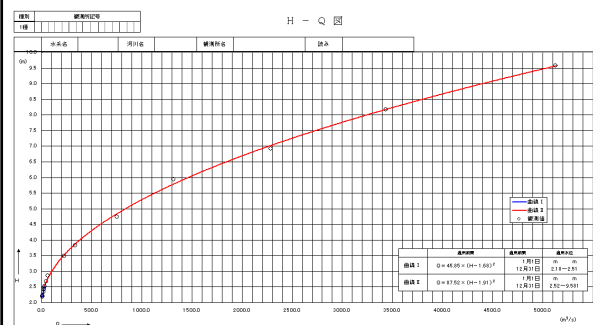
平成 年 (西暦 年)

種別	観測所記号

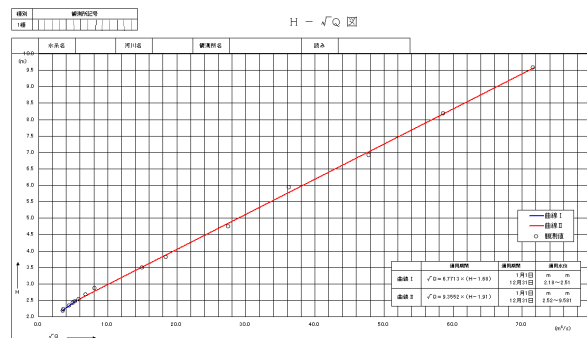
適用期間	式番号	式形	適用水位
1月1日1時～12月31日24時	I	$Q = 45.85 \times (H - 1.88)^2$	2.18m～2.51m
1月1日1時～12月31日24時	II	$Q = 87.52 \times (H - 1.91)^2$	2.52m～9.58m

※各曲線式に対応する、適用期間と適用水位をとりまとめる。

水位流量曲線の作成(HQ図)



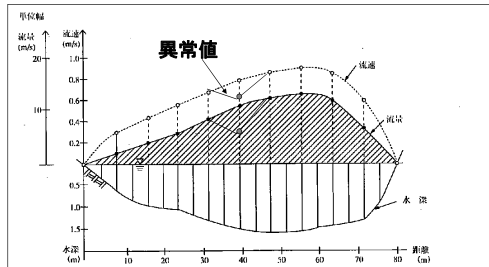
水位流量曲線の作成(H $\sqrt{Q}$ 図)



精度管理方法

横断面～流速・流量図による検証

一般に、水深の深い測線では流速は大きく、水深の浅い測線では流速は小さい。
そこで、横断面～流速・流量図で、流速、流量が妥当か検討することができる。



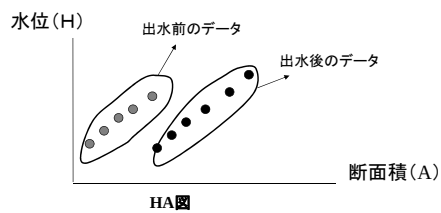
H-A図による河床変動の確認

水位と流量の関係は、一般に出水により河床変動を生じた時期を境として変化する。

このため、水位流量曲線は、河床変動が生じた時期を境にして、それぞれの期間毎に作成されなければならない。



河床変動の有無を横断面図で確認するために、HA図を作り、出水前と出水後のデータが2本のグループに分かれていないか調べる。



出水を境にHAの分布が2本に分かれていたならば、河床変動が起きているため、出水前後で水位流量曲線の適用期間の分離が行われているか確認する。