

第2版

水文観測の手引き(案)

H-Q曲線作成編

平成16年3月

四国地方整備局河川部

四国水文観測検討会

# はじめに

日本の気象観測は、明治8年に東京気象台（内務省地理寮）において始まり、その後、観測技術の向上も伴って水位観測・流量観測・水質観測など、今日では多種にわたり継続的な観測が行われています。四国では明治19年高知測候所で雨量観測が始められ、河川の水文観測は、大正12年に当時の内務省の管轄で渡川の好藤雨量観測所において観測が開始されました。以来、約80年間、水文観測員や職員の皆さんの不断の努力により、膨大な水文資料の蓄積ができています。

水文観測は、国土管理・危機管理などにおいて根幹をなすものであり、良質なデータを提供することが責務と考えており、長期間にわたって、精度の高い、欠測の少ない資料を整備することが必要です。

また、水文観測の委託業務化や観測機器の自動化などが進む時代背景も重なり、水文観測の重要性に即応した観測の精度を確保するための体制づくり、および観測精度の向上が求められています。

しかし、水文観測業務の実態は、ほぼ民間委託により行われ、水文観測担当者は、実務としての経験が少なく、机上の業務に終始しているのが現状であります。このため、実務経験の少ない担当者にとっては、観測精度向上のための正しい水文観測や観測器械の操作・点検などの監督・指導業務を行うことが困難となっています。

そこで、四国地方整備局では、管内の実務経験者や実務担当者からなる「四国水文観測検討会」を発足し、現場での水文観測に関わる精度向上・高度化・効率化と、技術者の技術レベルの向上、および若年あるいは経験の少ない担当者に対する技術の継承、意識の向上を目的とした技術検討を重ねてきました。

本書は、これらの検討結果を踏まえ、雨量・水位・流量観測の現場実務に関わる「水文観測の手引き（案）」・「水文観測のチェックリスト（案）」・「参考事例集」・「用語集」などを四国水文観測検討会の成果として取りまとめたものです。

本書などの作成にあたりましては、資料提供にご協力をいただくとともに、懇切丁寧にご指導くださった香川大学工学部吉野教授に、心から御礼を申し上げます。

本書が、水理・水文調査担当者の皆様の有用な手引き書として利用していただくことを願う次第です。

平成15年3月

四国地方整備局 河川部長 宇塚公一

# 目次

1.本書の位置付け<全編共通>	1
1.1.水文観測の目的の要旨	1
1.2.本書の位置付け	1
2.「水文観測の手引き(案)」の全体構成<全編共通>	2
3.水文観測に関わる基準・書籍<全編共通>	3
3.1.必ず読まなければならない基準・書籍	3
3.2.利活用すべき書籍(「四国水文検討会の成果」)	3
3.3.参考とすべき書籍	3
3.4.水文観測に関わる基準・書籍を読む順番	3
4.手引きの記述規定<全編共通>	4
5.適切なH-Q曲線作成に向けて必要となる作業内容	5
5.1.事前検討	5
5.1.1 観測所特性の確認	5
(1) 観測所位置・状況	5
(2) 河床変動	6
(3) 浮子の異常流下	7
(4) 背水影響	7
5.1.2 観測値の確認	8
(1) 観測流量表に記載する水位	8
5.2.回帰途上対応	10
5.2.1 H-Q曲線作成	10
(1) H-Q曲線作成の概略手順	10
(2) データの分割	12
(3) データの採用・不採用	13
(4) ループの取扱い	17
(5) 横断形状に応じた切り替え	18
(6) 適用範囲の設定	19
(7) データの外挿	20
(8) 曲線の表現方法	21
(9) 工事期間中の水位補正	22
5.3.回帰後作業	23
5.3.1 妥当性の検証	23
(1) 切り替え誤差の確認	23
(2) 流量0の考え方	23
(3) あり得ない流量0の確認	24
(4) 曲線式のクロスの確認	25

( 5 ) 曲線式の経年変化の確認 .....	26
( 6 ) 降雨量と流出量の不整合 .....	26
5.3.2 その他 .....	27
( 1 ) 公開時期 .....	27

## 1.本書の位置付け＜全編共通＞

### 1.1.水文観測の目的の要旨

水文観測結果は、河川事業の根幹をなす治水・利水・環境計画の根拠となる重要な基礎資料である。

長期にわたり均質で精度の高い資料の作成と管理が求められている。

### 1.2.本書の位置付け

#### 対象

主に若年あるいは経験の少ない事務所担当者（新任係長など）

#### 目的

水理・水文観測の精度向上

均質な精度を将来にわたり確保するための観測・資料整理に関する技術の向上

技術力の維持・向上（技術の継承）

#### 内容

主に観測・資料整理における問題点や注意点、あるいは課題として議論されてきたことを取りまとめている。

水文観測の精度向上に向けて重要かつ実践的な項目に関して記述している。

各事務所担当者が実践的問題に気づき、その問題を解決する上での考え方を示すことにより、各河川、各観測所の特性に合った解決策を見出してもらうことを目的とした記述内容となっている。

#### 注意点

「3.1必ず読まなければならない基準」を一度は読んでいるものとして記述している。

四国地方整備局内の全ての河川を対象とした記述であり、各河川・各観測所の個別特性に該当しない内容もある。

今後の実践結果を踏まえて適応性を吟味し、加除修正を加えていく方針としている。

#### 今後の対応

本書を、実際の観測・データ整理解析時において遵守するとともに、各河川・各観測所の特性を踏まえて、観測全般の適正な精度向上に向けて工夫されることを期待している。

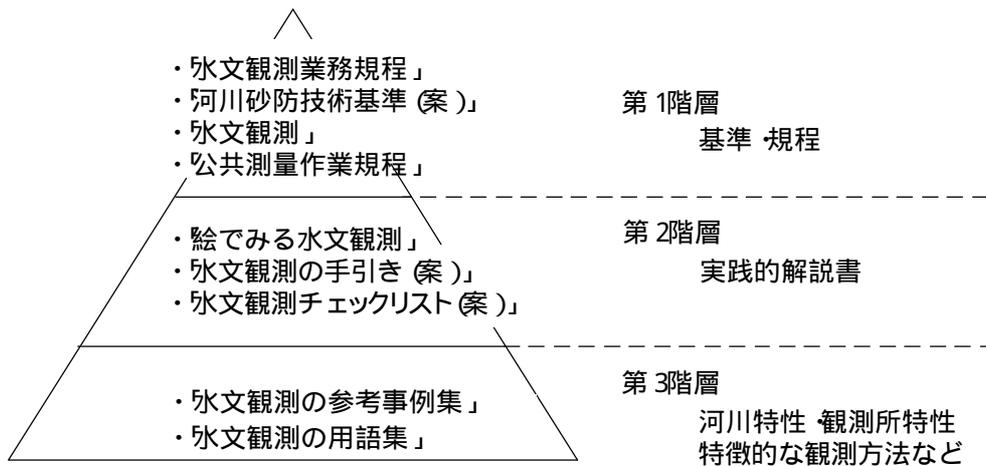


図1-1 階層イメージ図

## 2. 水文観測の手引き(案)」の全体構成<全編共通>

「水文観測の手引き(案)」は、以下に示す全8編より構成されている。

導入編 <最初にお読みください>

雨量観測編 (観測 ~ 雨量年表)

水位観測編 (観測 ~ 年表)

高水流量観測編 (観測 ~ 流量計算)

低水流量観測編 (観測 ~ 流量計算)

H-Q曲線作成編 (H-Q ~ 流量年表)

痕跡調査編 (観測 ~ 整理)

水文データ管理編 (水文観測データの管理・保存)

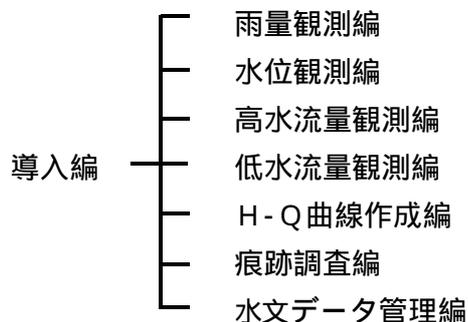


図2-1 水文観測の手引き(案)構成ツリー図

### 3.水文観測に関わる基準・書籍〈全編共通〉

#### 3.1.必ず読まなければならない基準・書籍

重要度

##### 水文観測業務規程関係集

国土交通省河川局河川環境課監修	平成14年9月
建設省河川砂防技術基準（案）同解説 調査編	
建設省河川局監修 (社)日本河川協会編	平成9年11月
水文観測 国土交通省河川局監修	平成14年9月
絵でみる水文観測 中部地方整備局	
(社)中部建設協会	平成13年9月

#### 3.2.利活用すべき書籍（四国水文検討会の成果）」

水文観測の手引き（案）	四国地方整備局河川部	平成16年3月
水文観測のチェックリスト（案）		
	四国地方整備局河川部	平成16年3月
水文観測の参考事例集	四国地方整備局河川部	平成16年3月
水文観測の用語集	四国地方整備局河川部	平成16年3月

#### 3.3.参考とすべき書籍

関連する法令：気象業務法・国土調査法

##### 水理・水文観測の手引き（案）高水流量観測編

四国地方建設局 河川部河川管理課	平成11年3月
河川応用水文学 竹内俊雄 (財)河川情報センター	平成8年3月
雨量観測 建設省四国地方建設局 徳島工事事務所	昭和49年3月
水位観測 建設省四国地方建設局 徳島工事事務所	昭和49年3月
水文観測用測器の歴史と現況 竹内俊雄	昭和56年4月
レーダ水文学 吉野文雄	平成14年10月

#### 3.4.水文観測に関わる基準・書籍を読む順番

水文観測の手引き（案）導入編	平成16年3月
絵でみる水文観測	平成13年9月
平成14年度版 水文観測	平成14年9月
建設省河川砂防技術基準（案）調査編	平成9年11月
水文観測業務規程関係集	平成14年9月
水文観測の手引き（案）	平成16年3月

「雨量観測編・水位観測編・高水流量観測編・低水流量観測編・

H-Q曲線作成編・痕跡調査編・水文データ管理編」

## 4.手引きの記述規定 < 全編共通 >

枠囲みの中は、「要求事項」または「重要事項」を要約的に記述している。

枠囲みの中の先頭には、記述事項の位置付けを明確にするため、以下の三段階の区分を付記している。

- 「 必須」: 水文観測精度向上の観点から基本的なこと、または、基準ならびに経験的に精度に大きく影響すると思われること。
- 「 推奨」: 精度に大きく影響するわけではないが意識しておいた方が良く、または、現実に行うには技術面およびコスト面などを検討し、ケース毎に判断が必要なこと。
- 「 参考」: 精度的には若干の問題を含んでいるが、より多くのデータを取得しておくためなど、現実的な処置として参考となること。

「雨量観測偏」～「水文データ管理偏」の7編における文末表現には、以下のような意味がある。

強	要求事項の重要度	手引き標記文言	意味(原則)
	必須	「しなければならない。」	必ず実行してください。
	推奨(強)	「した方が良い。」	できるだけ実行してください。
	推奨(弱)	「することが望ましい。」	実行するよう努力してください。
	参考(強)	「しても良い。」	担当者の判断により実行しても問題ない。
	参考(弱)	「した例がある。」	例を参考に応用してください。
弱			

【解説】は、手引き要求事項の説明を記述している。

( )は、解説の補足として、(基本方針)・(留意事項)・(参考)・(確認事項)・(今後の課題)などテーマの内容に即した注意事項を箇条書きで記述している。重要な記述文は、網掛けを施している。

## 5.適切なH - Q曲線作成に向けて必要となる作業内容

ここでは、適切なH - Q曲線作成に向けて必要となる基本的考え方・作業内容・チェック手法について、事前検討・回帰途上対応・回帰後作業の3時点に分類して整理した。

H - Q曲線作成の基本を集約すると、つぎのとおりである。

H - Q曲線作成の基本原則は、観測データを基に素直に曲線を回帰することである（H - Q曲線は観測した結果であるため観測データ精度が高ければより正確なものとなる）。

H - Q曲線を素直に回帰するためには、まず時期（時系列）および河床変動に応じて分割し、さらに、水位幅の変化を確認し断面変化点など必要に応じて適用水位の分割を行う。

流量0回避処理などやむを得ない外挿処理手法は、その川の特性に応じてある程度の期間継続することが望ましい。新しい見解が見出されない限り変更しない方がよい（同一の手法で処理した後、その手法を評価し、不適切な場合は変更した方がよい）。

### 5.1.事前検討

#### 5.1.1 観測所特性の確認

##### （1）観測所位置・状況

必須：H - Q曲線を作成する前に、当該観測所の観測所位置および観測所近傍の状況など、観測所の特性について確認しなければならない。

#### 【解説】

当該観測所が流域（水系）の中でどのような位置にあるか（出水形態など）、また、観測所近傍の施設や設備（基準・第1見通し・第2見通し・量水標・橋脚など）の位置関係など、観測所の特性について、観測所台帳および既存資料、参考事例集を基に現地を確認しておかなければならない。

水文観測 P - 212 ~ 215, 224 ~ 226参照

絵でみる水文観測 P - 138 ~ 140参照

## (2) 河床変動

必須：H - Q 曲線を作成する前に，各観測所の河床変動状況を確認しなければならない。

### 【解説】

河床変動は，その河川および観測所特性から，出水がある程度の規模以上になると，生じていると考えられる。その状況は過去のH - Q 曲線式に現れているため，それらを確認することにより，当該観測所においてどの程度の洪水で河床変動が発生するのかを認識しておかなければならない。また，河床変動が発生したと思われる中小出水後に現地を確認し，自分の目で河床変動状況を認識しておくことが望ましい。

### (留意事項)

H - Q 曲線式作成時の河床変動の確認は，高水流量観測および低水流量観測に伴う横断測量などを基に，洪水前後の横断面図を重ね合わせるにより行わなければならない。

河床変動が起こりうる出水の流量規模を確認しておかなければならない。

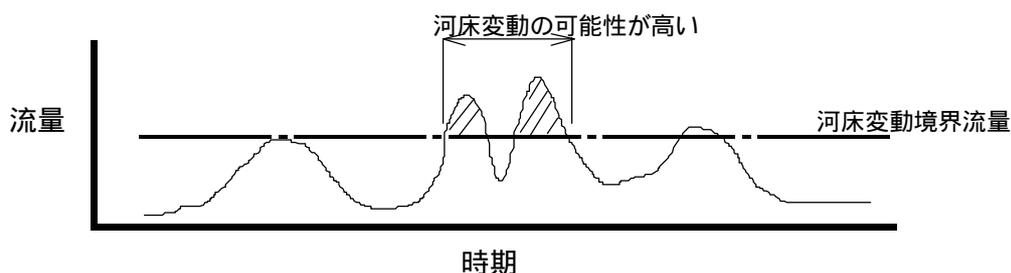


図5-1 河床変動イメージ図

参考事例集 事例番号 - 3参照

### ( 3 ) 浮子の異常流下

**必須：**浮子の異常流下の判断は，高水流量観測時において，確認すべき事項であるが，H - Q曲線作成時において不合理が生じた場合には，高水流量観測時の観測野帳などに戻り，データの信頼性を確認しなければならない。

#### 【解説】

河道湾曲や交互砂州等の観測所特性により，浮子の偏流や滞留などの異常流下が生じている場合には，的確な流量が算定されていないため，H - Q曲線作成時に不合理が生じる場合がある。洪水流量観測値を正常なデータとするか否かは，洪水流量観測業務の責任者が判断すべきであるが，H - Q曲線作成時において不合理が生じた場合には，観測野帳などに戻り確認しなければならない。

#### ( 留意事項 )

第1見通しと第2見通し断面の瀬淵が逆転することにより，投下浮子が規定の浮子と異なっていないか，浮子が偏流していないか，観測前後の観測流速と極端に異なっていないか，などを確認しなければならない。

### ( 4 ) 背水影響

**必須：**当該観測所の水位が，潮位や堰により背水影響を受けているか否かを確認しなければならない。

#### 【解説】

河口部の潮位・堰・本川または支川による背水影響を受ける観測所は，水位と流量の関係が1対1とならないため，H - Q曲線を作成できない。このため，背水影響を受けているか否かを確認しておかなければならない。

#### ( 留意事項 )

堰による背水影響の場合は，堰の起立期間を調査しておくことにより，背水影響がある期間とない期間に分けてH - Q曲線を作成している例がある。

## 5.1.2 観測値の確認

### (1) 観測流量表に記載する水位

必須：平成11年以降の観測流量表に記載する水位は，原則として補正処理がなされたテレメータ観測水位としなければならない（平成11年以降で現在整理が完了しているものは，移行期間として位置付けて修正しなくて良い）。

#### 【解説】

平成11年以降の水位の整理では，普通観測水位・テレメータ観測水位・自記観測水位などの水位を照合確認した後，原則として観測流量表に記載する水位（基準水位）は，補正処理がなされたテレメータ観測水位を使用しなければならない（平成11年以降で現在整理が完了しているものは，移行期間として位置付けて修正しなくて良い）。

#### (テレメータ水位とした理由)

従来は観測・整理では，低水流量観測時および高水流量観測時に量水標の読み（普通観測）と自記記録値を確認した後，双方を野帳に記載し，観測流量表には，普通観測値または自記記録値のいずれかを記載していた。低水時においては，普通観測値および自記記録値とテレメータ値の差はほとんどないが，高水時には，テレメータの伝送遅れや水位計の構造特性など様々な要因により，これが大きくなる。

水文観測のデータ整理では，テレメータを優先することが決定（若干の割り切りを含む）されている。また，正時の流量算定および後の水文資料の利用局面においても，テレメータ水位を基に流量を算定する。したがって，水位から流量を算定するH-Q曲線算定の水位データ（観測流量表の水位）は，テレメータ水位を使用すべきである。

また，テレメータ水位は，保守点検時には普通水位を確認して補正している。その補正状況を基に，水文水質DBにおけるテレメータ水位の補正を行うため，資料整理の段階では，補正をかけながら普通観測値とテレメータ観測値を極力合わせ，若干の割り切りも含め，補正後のテレメータ水位を記入するものとした。

#### (1～3月の水位補正)

現在，翌年の1～3月の資料整理は行わないため，水位補正ができない。そこで翌年の1～3月のテレメータ水位についても補正後のテレメータ水位を使用できるように，「資料整理契約対象期間を4月～翌年の3月に変更する」または「H-Q曲線作成契約対象データ期間を前年とする」などの処置に関して，事務所の委託実情を踏まえ事務所別に検討する。

### (水位平均の方法)

水位平均については、観測開始時刻のテレメータ水位と終了時刻のテレメータ水位の平均を、観測流量表に記載するものとする。

### (作業内容が複数業者にわたる場合の作業手順の例) <参考>

発注者ならびに高水・低水流量観測業者、観測所保守点検業者、水文資料整理業者などが、連携してつぎのようなことを行う。

観測者は、低水流量観測時および高水流量観測開始時に量水標の読み(普通観測値)と自記記録値を確認し、野帳に記載する。さらに、現地にて表示されているテレメータ水位またはロガー水位を確認して野帳に記載する。

観測終了後、受注者(観測者)は、野帳に記載した普通観測値および自記観測値とテレメータ値を照合し、大きい差(例:2cm以上)がないことを確認した後、テレメータ水位を観測流量表に記載する(仮値として記入しておく)。

なお、大きい差がある場合は、テレメータ水位を調整(発注者およびテレメータ保守点検業者へ連絡)し、普通観測値と同値となるようにしておく。

さらに、保守点検業者は、調整した内容を発注者および資料整理業者に連絡し、テレメータ水位の補正処理を依頼する。

資料整理業者は、補正処理を行い、その結果を流量観測業者に連絡する。

流量観測業者は、補正後のテレメータ水位の値を観測流量表に記載する。

この観測流量表を基にH-Q曲線を作成する。

## 5.2. 回帰途上対応

### 5.2.1 H - Q曲線作成

#### ( 1 ) H - Q曲線作成の概略手順

必須：H - Q曲線を作成する上では，概略手順を把握しておかなければならない。

#### 【解説】

H - Q曲線の作成は，河床変動によるデータの分割など基本的なことを理解して作成する必要がある。データの分割に関する考え方は，作成者によって微妙に変化することや，観測所特性に応じてその考え方が変化するため全てを詳述することは困難であるが，概略手順と要点について述べる。

#### ( 概略手順と要点 )

データを低水部と高水部に分割する。

低水部のデータを河床変動に応じて分割する（観測所特性により，高水部にわたって分割しなければならない場合もある）。

データの採用，不採用に関して検討する。

高水部のデータに関してループの確認をしておく（河床変動によるデータのバラツキとループは，基本的に意味が異なるため，その違いも確認しておく）。

低水部と高水部の曲線により交点ができることを確認する。

交点の位置が低水部のデータ群と高水部のデータ群の中間に位置していることを確認する（どちらかのデータ群の中に大きく入る場合は，データ分割の再検討や中間部曲線設定を検討する）。

交点の位置が横断形状と合致しているか否かを確認する（一般に確実に合致することは少ないため概ね合致していれば良いとする）。

交点が発生しない場合は，中間曲線を作成する（低水部の上端付近のデータ2～3個と，高水部の下端付近のデータ2～3個を，一つのデータ群として曲線を作成する）。

作成したH - Q曲線を基に，適用範囲（期間・水位）が，時系列および水位変動に応じて年間通して流量が連続的に計算できるか否かを確認する（高水部の適用期間の区切りは原則としてピーク水位時刻（四捨五入により時刻単位）とするが，観測所特性により流量ピーク時刻にしている例もある）。また，ピーク時刻は，ここを境に設定した前半の式に適用するものとする。

作成したH - Q曲線を基に，高水部の上端および低水部の下端が大きく外挿（最大または最小観測水位が流量観測時水位よりも大きく外側にある場合）となっていないことを確認する。

作成したH - Q曲線が最低水位をカバーしていることを確認する（最低水位をカバーしていない場合は、河床高と低水部の下端付近のデータにより曲線式を作成しても良い）＜「あり得ない流量0の確認」を参照＞。

最後にオーダーチェックとして、H - Q曲線が、分割したデータ群の中央付近で描かれていることを確認する（極端にずれている場合は、データの分割状況を再確認する）。

#### （中間領域にデータがない場合の中間部曲線作成の有無）

H - Q曲線は、原則として当該年の観測データを基に作成することとなっているが、当該年に高水流量観測がなく、低水部上端付近のデータと、回帰したH - Q曲線が大きく離れている場合は、昨年（昨年データがない場合は高水データがある年）の高水部のデータを利用して中間部曲線を作成しても良い。

改訂新版 建設省河川砂防技術基準（案）同解説 調査編 P - 52 ~ 53参照

水文観測 P - 221 ~ 235参照

参考事例集 事例番号 - 5参照

## (2) データの分割

必須：H - Q 曲線を素直に回帰するためには，まず時期（時系列）および河床変動に応じて分割し，さらに，水位方向の変化を確認し，断面変化点など必要に応じて水位方向の分割を行わなければならない。

### 【解説】

河床は，洪水増水中に洗掘され，洪水末期に水中の浮遊砂などが堆積する。一般に，大きい洪水の前後では河床が変動するため適用期間を分割すべきであり，中小出水においても河床変動が生じるとされる流量を評価，確認しながら適用期間を分割した方がよい（春季出水から秋季出水まで）。また，水位方向の変化に注目し，断面変化点など必要に応じて水位方向の分割を行った方がよい。ただし，断面変化点に固守してはいけない。

### （留意事項）

基本的には，観測データの分散状況に合わせて忠実に分割した方がよい。

中小出水により明らかに河床変動が確認できた場合は，分割した方がよい。

水位方向のデータ分割は，高水流量観測および低水流量観測データ群に分類した方がよい。

データの分割は，H - Q 図により判断しなければならない。また，H - V・H - A 図・H - B 図・H - Q 図なども参考にして判断した方がよい。

データを分割した経緯などについては，分り易く整理し，記録に残しておかなければならない。

### （グループが微妙に分かれた場合の適用期間の分割の有無）

グループの微妙な分れが河床変動によるものである場合は，基本的に適用期間を分割しなければならない。適用期間分割は，河床変動が発生した日時（中小洪水のピーク時）を目安とする。ただし，微妙な分かれにより，二つの H - Q 曲線を適用した場合でも，それぞれの流量差が小さければ，一つの式に統合してもよい。

改訂新版 建設省河川砂防技術基準（案）同解説 調査編 P - 52 ~ 53 参照

水文観測 P - 226 ~ 230 参照

### (3) データの採用・不採用

必須：データの採用・不採用は、H-Q図・H-V図・H-A図・H-B図ならびに、高水流量観測データ整理時において作成している「水位・断面積・流速時系列図」などを基に判断しなければならない。

#### 【解説】

H-Q曲線作成に使用するデータの採用・不採用については、H-Q図・H-V図・H-A図・H-B図などを確認し、疑義のあるデータについては、測線毎（浮子の場合）に流速分布や水面勾配などをチェックの上、使用・棄却の判断をしなければならない。

#### （留意事項）

データの採用・不採用は、高水流量観測において作成している「水位・断面積・流速時系列図」を再確認し、異常値が検出された場合は、観測野帳まで戻り判断しなければならない。

判断した指標・考え方を報告書に記録しておかなければならない。

改訂新版 建設省河川砂防技術基準（案）同解説 調査編 P-53～56参照

水文観測 P-221～224参照

#### （データが微妙にばらついた場合の曲線の多用の有無）

ばらついたデータの水位と計算流量の再チェックを行い、そのデータを棄却するか否かの判断を行う。棄却できない場合は、河床変動によるものか否かを判断し、河床変動による場合は曲線を多用しても良い。ただし、時系列的に隣接した曲線による流量差が小さければ、時系列的に隣接した曲線を一つの式に統合しても良い。

#### （H-B・A・V図の見方）

H-V・A・B図の傾向は、断面形状および縦断勾配により様々に変化するため、一義的に傾向を示すことは困難である。そこで、H-V・A・B図の見方の基本を、傾向が分り易い図5-2のような複断面形状をモデルにして説明する。この例を基に、任意の横断形状および河床変動における各図を確認することが望ましい。

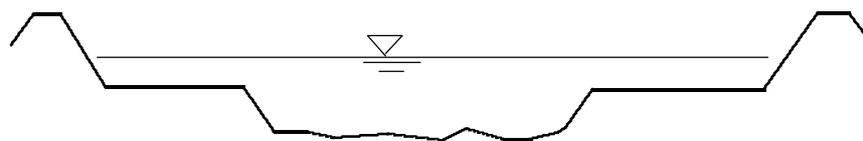


図5-2 複断面横断形状

H - V・A・B図におけるデータ群は，一般に，時系列的な河床変動および横断形状などにより低水部，中間部，高水部の水位領域で傾向が変化する場合が多い。特に，低水部では，河床変動に伴いデータがグループ化される。

< H - B図 >

図5-2のような複断面形状においては，高水敷と低水路の境界（高水敷高）付近から上部は水面幅が急激に広がるため，境界付近を境にH - B図の曲線勾配が極端に緩やかになる（水位上昇割合に対して川幅増加割合が大きい）。

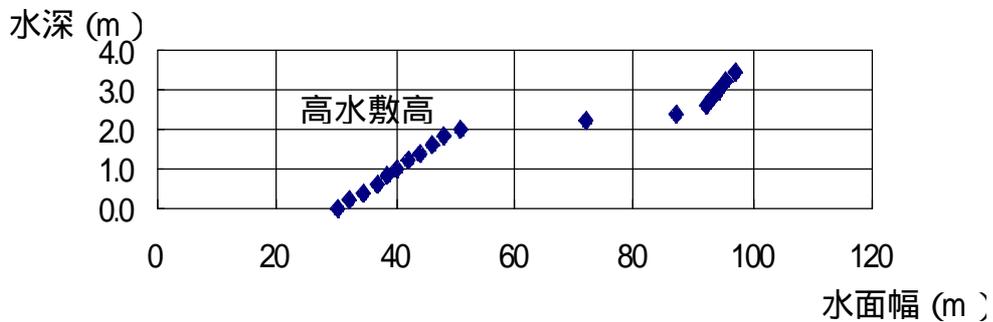


図5-3 H - B図の例

< H - A図 >

図5-2のような複断面形状においては，高水敷と低水路の境界（高水敷高）付近から上部は面積が急激に広がるため，境界付近を境にH - A図の曲線勾配が緩やかになる（水位上昇割合に対して面積増加割合が大きい）。

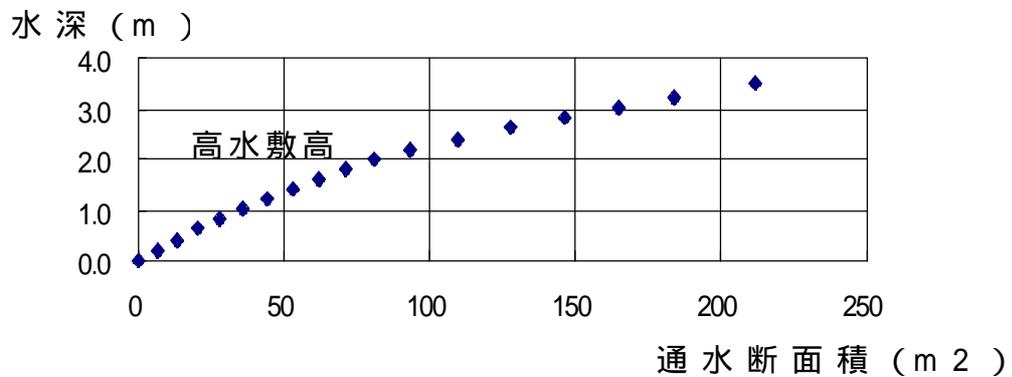


図5-4 H - A図の例

< H - V 図 >

一般に、洪水流速は、低水路で早く高水敷では遅い。特に図5-2のように明らかに高水敷と低水路の境界が分かれる場合、高水敷部において極端に流速が遅くなる。H - V 曲線図に示されている流速Vは、観測流量総和を有効全断面積で除した平均流速であるため、境界付近で急激に遅くなり流速傾向が不連続となる。H - V 曲線の勾配は、一般に低水路内水位と高水敷高以上の水位でも大きく異なることは少ない。ただし、低水路の下部では曲線勾配が緩やかになる（水位上昇割合に対して流速増加割合が大きい）。

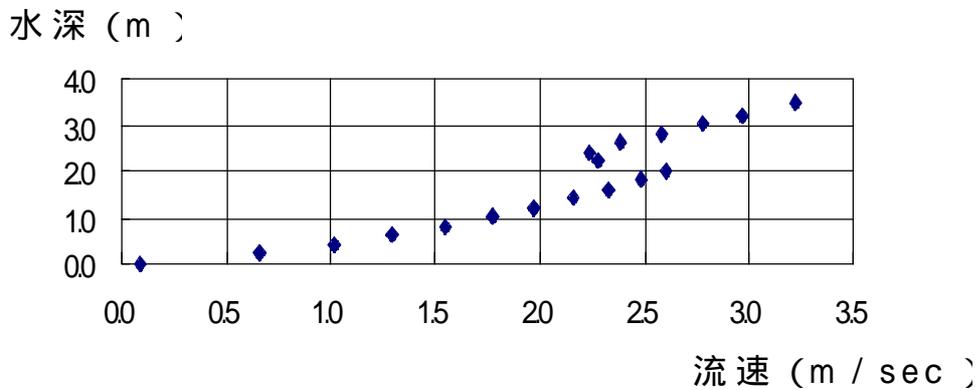


図5-5 H - V 図の例

以上のような各曲線の傾向を踏まえ、曲線の偏曲点位置（上記の例の場合は高水敷高付近）が概ね合致しているか否かを確認する。ただし、一般の河川断面は不定形であり、さらに浮子観測では観測流速に誤差を含んでいるため、偏曲点位置が合致しない場合もあることを認識しておいた方が良い。

H - B 図・H - A 図・H - V 図は、全て関連していることを認識して各図をみななければならない。

< 河床変動による H - B 図 >

楕円で囲んだ範囲は出水後のデータ群であり、出水により洗掘された。

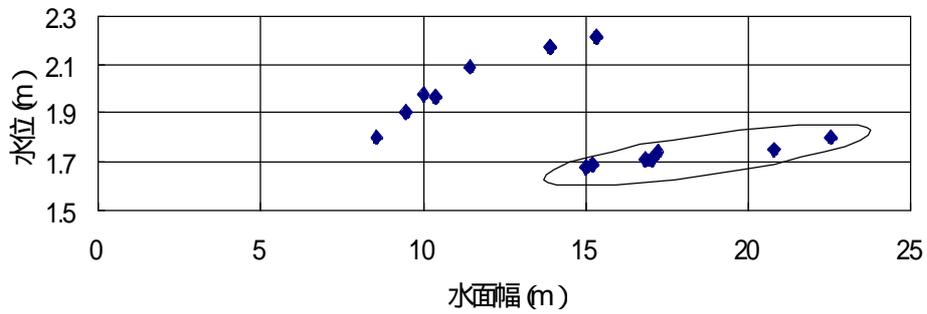


図5-6 河床変動による H - B 図の例

< 河床変動による H - A 図 >

楕円で囲んだ範囲は出水後のデータ群であり、出水により洗掘された。

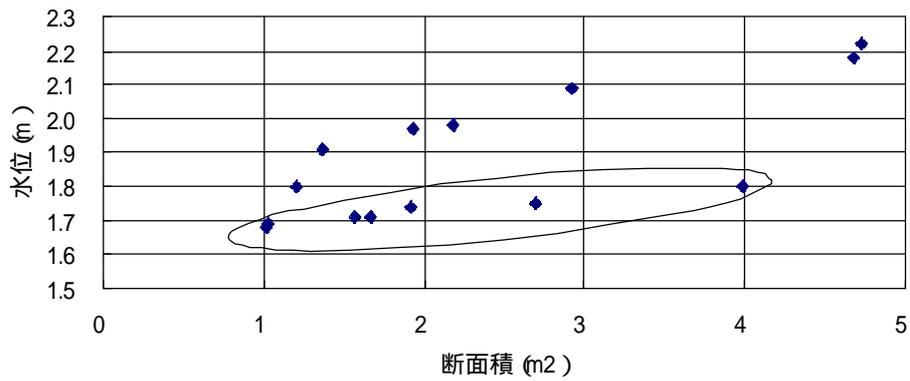


図5-7 河床変動による H - A 図の例

< 河床変動による H - V 図 >

楕円で囲んだ範囲は出水後のデータ群であり、出水により洗掘された。

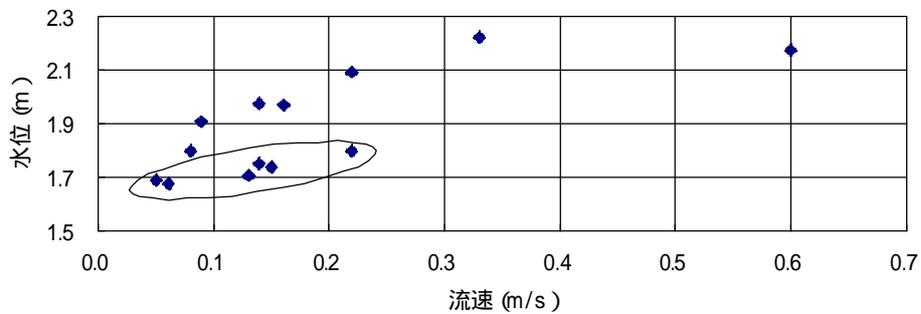


図5-8 河床変動による H - V 図の例

#### (4) ループの取扱い

必須：ループが発生する場合は、1本の曲線で回帰することを原則としなければならぬ。なお、過去のデータの重ね合せにより、ループ現象が明らかに観測所特性であると判断できるものについては、洪水上昇期と下降期で曲線を分けても良い（分割時刻はピーク水位時刻とする）。

#### 【解説】

緩流河川では、水位上昇期と下降期で、同じ水位に対応する流量が大きく異なる場合があることが知られている（いわゆる水面勾配変化に伴うループ発生）。また、急流河川においても、観測所特性としてループが発生する場合があることを認識しておいた方が良い。

水文観測におけるH-Q曲線式は、原則として統計データ（流量総ボリュームの把握、流量年表の作成など）として作成することに主眼を置いている。

#### （留意事項）

H-Q曲線の判読は、一般に水位方向（鉛直方向）をみている場合が多いが、本来は、流量方向（水平方向）に注目して、水位変化の割合に対する流量変化の割合をみた方が良い（例えば、高水部では、水位が10cm上がっただけで、流量はかなり増加する）。

緩流河川などでループが生じた場合には、水面勾配を用いて観測データを補正することができる。この補正を行うことにより、ループの幅が狭くなり1本のH-Q曲線を作成することができる。補正手法は、「河川砂防技術基準（案）調査編 P52」または、「月刊 土木技術資料 平成9年7月 建設省土木研究所 VOL.39 7 JULY 1997」に示されている。この補正手法は、河川縦断勾配が1/1000～1/2000よりも緩やかな河川に適用できることを認識しておいた方が良い。

ループが生じる観測所を把握し、後任の担当者に引継ぎができるように、当該観測所のループ特性と対策の記録を、チェックリスト・観測所台帳・参考事例集などに残しておいた方が良い。

水文観測業務規程関係集 P - 232 ~ 233参照

改訂新版 建設省河川砂防技術基準（案）同解説 調査編 P - 52 ~ 53参照

水文観測 P - 232 ~ 234参照

土木技術資料 洪水流量算出精度向上のための水位流量曲線式照査の一方法 参照

(5) 横断形状に応じた切り替え

**推奨：**複断面形状の河川においては、理論的には、横断形状の変化のある点(高水敷高付近)で、H - Q曲線が変化することが妥当であることを認識した方が良い。

**【解説】**

複断面形状の河川においては、一般的に、低水護岸天端付近にH - Q曲線の変化点(交点)がないと不合理であると考えられる。高水敷に冠水する規模の洪水について、高水流量観測が実施されていない年度は、H - Q曲線の変化点がばらつく場合がある。

**(留意事項)**

理論的には、横断形状の変化のある点(高水敷高付近)で、H - Q曲線が変化することが妥当であるが、実河川では低水流量観測データのバラツキにより、理論と一致しない場合がある。横断形状の変化によるH - Q曲線の変化点は、ある程度の範囲があることを認識した方がよい( H - A図の変化点と照合した方がよい)。

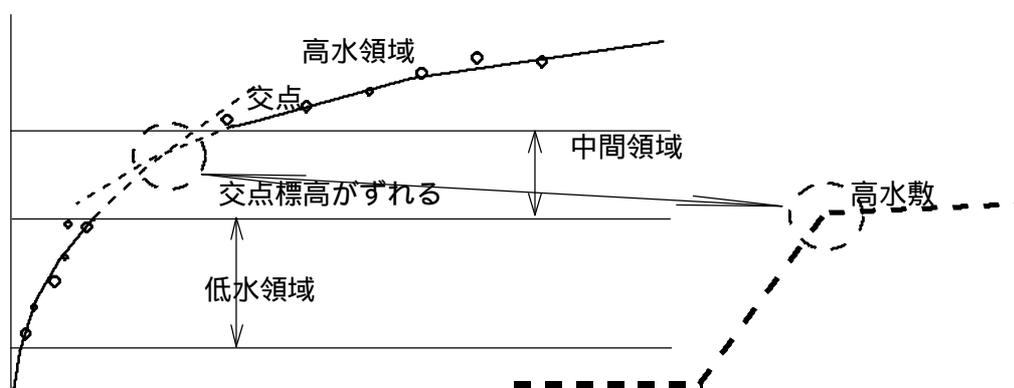


図5-9 交点と低水護岸肩との標高のズレ

交点位置が横断形状の変化点と大きく異なる場合は、流量計算・データのグルーピング・河床変動・水位変動などを再確認しなければならない。

水文観測業務規程関係集 P - 230参照

## (6) 適用範囲の設定

必須：H - Q曲線の適用範囲（期間・水位）は，時系列および水位変動に応じて，年間を通して連続性が保たれていなければならない。

### 【解説】

H - Q曲線作成では，グルーピングされたデータを基に複数の回帰曲線が描かれる。この複数の曲線は，時系列および水位変動に応じて，年間を通して連続していなければならない（重複・空白はだめ，すなわち流量の連続性を確保）。

### （留意事項）

適用範囲の設定は，時系列でデータを見て，中小洪水も含めた洪水により河床が変動したか否かにより行う。河床の変動は，基準・第1見通し・第2見通しの，洪水前後の横断図を基に，標高変化および断面積変化などを確認することにより把握する。

適用範囲（期間）の分割は，水文・水質DBが時刻単位で入力できるようになったため，原則としてこれに合致（時刻単位）。

河床変動時期に合わせて期間分割を行い，H - Q図またはH - Q図から各曲線の交点を求め，これを基に適用範囲（水位）を設定しなければならない。

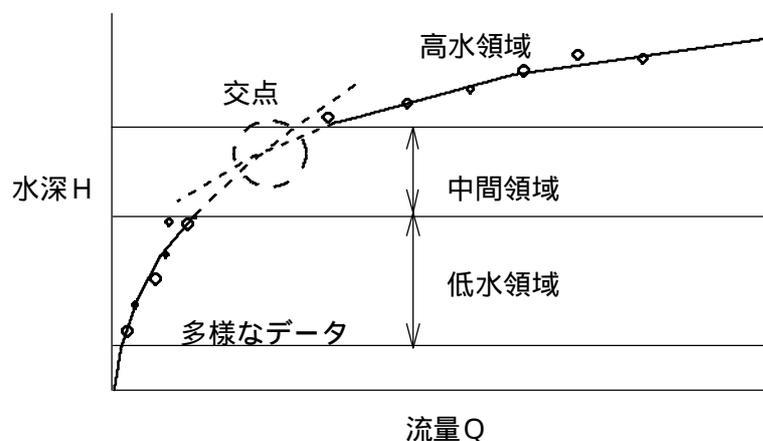


図5-10 H - Q曲線の交点

低水流量観測のみの期間分割は，河床変動に応じて分割したデータ群のピーク水位時刻としなければならない。

適用範囲（期間・水位）のチェックとして，分割したそれぞれの期間において，当該年の観測最低水位から最高水位までの水位変化に，設定した曲線式が対応できることを確認しなければならない。

適用範囲の記述では，「 $\leq$ 」（値は含む）・「 $<$ 」（値は含まない）など記号の取扱いを厳密に行わなければならない。

水文観測 P - 228 ~ 230参照

## (7) データの外挿

必須：H - Q 曲線が外挿で作成された範囲は，H - Q 曲線式から算定できる流量が妥当であるか否かを確認しなければならない（過大過小なピーク流量・あり得ない最小流量・外挿部は精度が劣ることを認識）

### 【解説】

H - Q 曲線を作成する上では，その年の最高・最低水位を捉えて流量観測することが最も重要であるが，観測が実施されていない場合は外挿となる。その場合，H - Q 曲線式から算定される流量が妥当であるか否か（過大過小なピーク流量・あり得ない最小流量）を確認しなければならない。また，外挿部は精度が劣ることを認識して使用しなければならない。

一般に，高水部の流量観測データがなく，低水および中小規模の出水の観測データのみでH - Q 曲線が作成された場合，H - Q 曲線の高水部において，水位に対する流量のバラツキが大きくなる。また，高水流量観測が実施されなかった年度は，低水流量観測データのみでH - Q 曲線を作成するため，当該年のピーク水位がH - Q 曲線式では外挿となる。

一方，低水部では，最低水位時に現地にて水が流れていることを確認しているにもかかわらず，H - Q 曲線式では流量が0になる場合がある。

### (留意事項)

#### 高水部外挿の場合

H - Q 曲線式は，当年度の観測データを基に作成することを原則としなければならない。

当年度の最高水位付近のデータが観測されておらず大きく外挿となる場合は，断面が大きく変化していない近年の高水部のデータ（原則単年度）を加え，H - Q 曲線を作成しても良い。ただし，外挿手法などの記録を残しておくこと。

防災面から，危機管理用のH - Q 曲線を作成する場合において，近年の高水部のデータが存在しないときは，水理計算（等流・不等流計算）で高水部の水位と流量を算定し，当年度のデータと合わせてH - Q 曲線を作成しても良い（外挿部は管理用であり精度が劣ることを認識し，手法など注意書きを記録しておくこと）。

#### 低水部外挿の場合

基準量水標位置における断面図を基に，流量が0になる水位を求め，曲線（直線）でH - Q式を作成した例がある。ただし，この場合も外挿手法などの記録を残しておく必要がある。

水文観測業務規程関係集 P - 230 ~ 231参照

参考事例集 事例番号 - 4参照

## ( 8 ) 曲線の表現方法

必須：H - Q 曲線図における適用範囲や外挿範囲などの表現は，下記の方法を原則としなければならない。

### 【解説】

H - Q 曲線を作成する場合，当年のデータで作成することが基本であるが，外挿部に関して過去のデータを利用する場合は，H - Q 曲線の適用範囲や外挿範囲などの表現を明確にしなければならない。適用範囲を明確にしていない場合は，誤って当年度の曲線で外挿し，高水部において実際とは大きく異なる流量を算出することがあり，それが基で大きな誤解を招くことがあるため，十分に注意しなければならない。

### ( 表現方法 )

当年度の最低水位～最高水位までを実線とし，最高水位と最低水位を表記する。  
なお，最高水位と最低水位は，代表値（優先順位：テレメータ・ロガー・自記）である。

原則として，最高水位以上と最低水位以下の曲線は，表記してはならない（特例処置として表記する場合は，破線表示または引き出し線などで明示する）。

最高水位の流量観測がされていなく，過去のデータを利用した場合は，利用した過去のデータの最高水位と当年の最高水位の間を破線で表示する。

曲線式の番号の付け方は，原則として時系列順に付与するものとする。ただし，適用水位との関わり方により，全て時系列順に付与できるとは限らない。

### < 当該年のデータのみで作成する場合 >

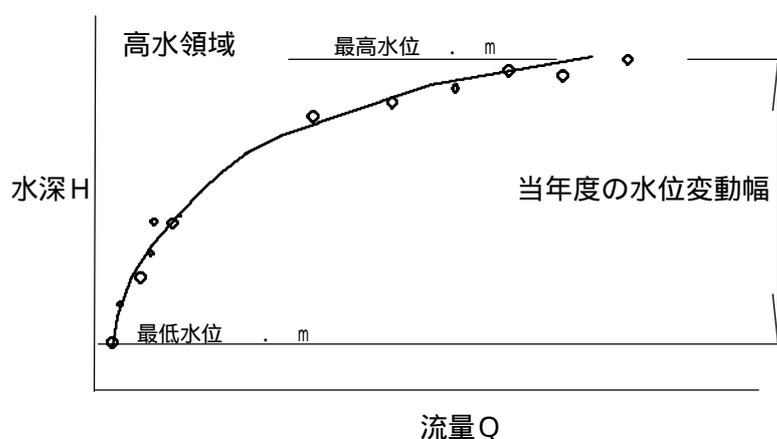


図5-11 当該年のデータのみによる曲線の表記方法

< 当該年のデータと過年のデータで作成する場合 >

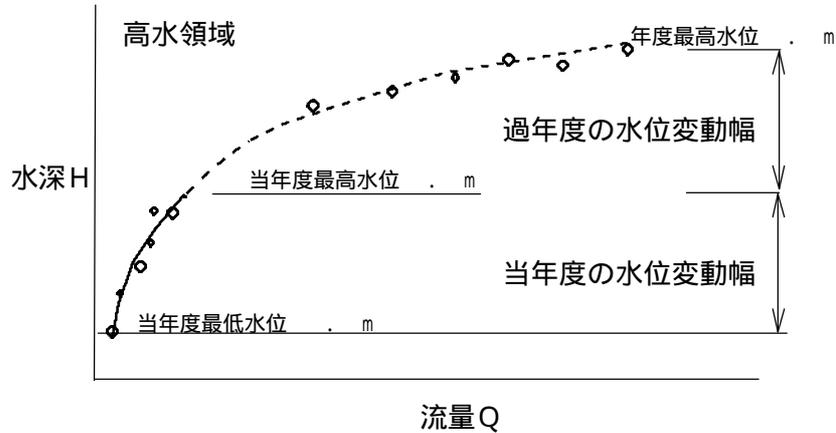


図5-12 当該年と過年のデータによる曲線の表記方法

水文観測 P - 234 ~ 235参照

( 9 ) 工事期間中の水位補正

**推奨：** 橋梁や堰などの工事に伴い，工事期間中の水位（流量）が，工事前後に比べ極端に変化する場合は，必要に応じて水位補正を行っても良い。

**【解説】**

橋梁や堰などの工事に伴い，工事期間中の水位（流量）が工事前後に比べ極端に変化する場合は，工事中（短期間）の期間・水位変動状況・零筋の変化など観測値と現地を照合し，必要に応じて水位補正を行っても良い。または，工事期間を適用期間分割し，工事期間中のH - Q曲線式を作成しても良い。

**( 留意事項 )**

橋梁・堰など工事期間中の状況写真を撮影しておいた方が良い。

橋梁・堰など工事期間中およびその前後の水位変動グラフを作成した方が良い。

工事期間中に微小な水位変動が確認された場合は，工事期間前後の水位との関係から，その水位を補正しても良い。

著しい水位変動が確認された場合は，工事期間中の現地流量状況を確認の上，その流量が，年総量に大きく影響しない場合は欠測としても良い。

### 5.3. 回帰後作業

#### 5.3.1 妥当性の検証

##### (1) 切り替え誤差の確認

**推奨：**年切り替え誤差率は、一般に5%程度を目標にした方が良い。

##### 【解説】

H - Q曲線は、年次で作成するため、年の切り替わり部（当年12月31日24時と翌年1月1日0時）においては、同水位に対する流量が異なる。こうした適用式の違いによる年切り替え誤差率は、一般に5%程度を目標にした方が良い（四国地方整備局管内では、経験的に5%としている場合が多いが、あくまで目安であり、目安が確保できないからといって、特別な方法でH - Q曲線を加工してはいけない）。

##### （留意事項）

現在、この誤差率に関する明確な基準は示されていない。常時流量が少なく、頻繁に河床が変化する河川では、この目標誤差率5%を越える場合もある（流量が非常に少ない河川では10%を超えている場合もある）。

##### (2) 流量0の考え方

**必須：**現地にて微小の水が流れていて、流速が計測できても、計算最終結果が流量0となる場合は、観測流量を0としなければならない。

##### 【解説】

最低水位時に流量観測を行い、流量計算結果が流量0となっても、当該観測所は通年流量があるという観念から、流量0はあり得ないと議論する場合がある。このようなときは、現地状況と流量計算過程を再確認した方が良い。

##### （留意事項）

計算過程における有効桁数は小数第2位である。また、流速・断面積など計算パラメータは、全て小数点第3位を四捨五入し第2位に丸めて計算しているため、流量計算結果が0.004m<sup>3</sup>/secの場合は0となる。

野帳、時刻水位月表などの記入方法は、つぎのようにしなければならない。

計算過程で0の場合	「0」
観測流速が0の場合	「0」
観測できなかった場合（欠測）	「-」または「欠測」

水文観測業務規程関係集 P - 229参照

(3) あり得ない流量0の確認

推奨：最低水位時に、現地にて水が流れていることを確認している場合は、H - Q曲線式による流量0が発生しないようにした方が良い。

【解説】

現地にて、最低水位時に流速（流量）を確認しているのであれば、流量0が生じないようにした方が良い。

（留意事項）

流量0が生じるような河川では、流量規模が小さいため、低水位付近の流量が年流量状況（豊平低渇流量）に大きく影響する。したがって、低水、渇水位付近の精度を向上させることが望ましい。

上流での取水量などが影響し、流量が0になる場合があるため、上流の取水状況を確認した方が良い。

水が確実に流れていることを現地にて確認した場合は、最低水位時に流量が0にならないようにH - Q曲線式を追加設定しても良い。

追加設定方法は、基準位置の断面図を基に、低水部曲線式の適用最低水位から流量が0になる水深（河床など）に向けて、少ない点数で曲線または直線により結んだ例がある。

H - Q曲線を追加した根拠、経緯・手法などは、報告書に記録しておかなければならない。

の処理は、技術的には好ましい処理とは言い難いが、ダム管理・低水計画・低水流量解析などの実務的観点から、便法として採用することに留意しておかなければならない。

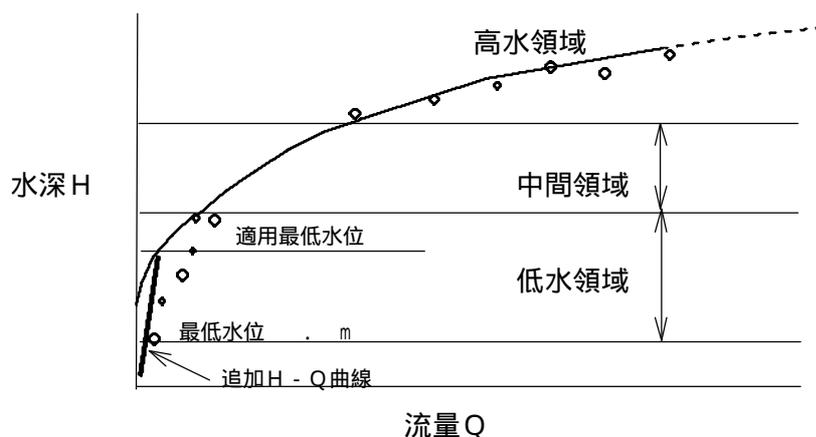


図5-13 追加H - Q曲線の設定

#### (4) 曲線式のクросの確認

必須：H - Q曲線の中高水部におけるクrossは、理論的にあり得ないため、再検討しなければならない。ただし、低水部はクrossが発生しても良い。

#### 【解説】

H - Q曲線は、一般に、水位変動の観点から高水部・低水部・中間部の3つに分割される。河道形状・河床変動に伴い、観測データのグループ化も変化することから複数のH - Q曲線が描かれる。このとき、中高水部でH - Q曲線がクrossする場合があるが、理論的にあり得ないため、グルーピングを再検討した方が良い。

なお、H - Q曲線がクrossすることは、洪水後水位基準点において大きな堆積が発生した場合や、河岸の上下で変動傾向が反対になることを意味している。

#### (留意事項)

複断面形状の河道で低水護岸が設置されている場合、高水敷高付近から平均河床高付近（H - Q曲線では中間部）は河道断面が大きく変化しないため、H - Q曲線の勾配は、洪水前後で大きな変化がないと考えられる。このことから、中高水部におけるクrossは理論的にあり得ない。

中間部においてH - Q曲線がクrossする場合は、回帰データ（流量と水位）とグルーピングを再チェックしなければならない。再チェックの後もクrossが生じる場合は、高水部の下端付近の数点と、低水部の上端付近の数点を使用してH - Q曲線式を設定した例がある。

低水部では、河床変動が頻繁に生じ、水位の変動傾向が大きく異なる場合があるため、クrossが発生しても良い。

クrossが発生する場合は、横断面図とH - Q曲線の重ね合せ図（水位流量曲線～横断面図）を作成することにより確認しても良い。

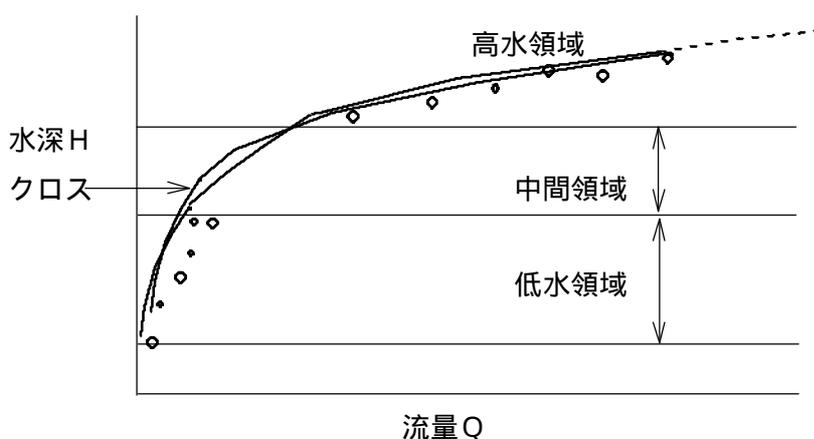


図5-14 H - Q曲線のクross

## (5) 曲線式の経年変化の確認

必須：当該年のH - Q曲線が、過去のH - Q曲線と著しく異なる傾向を示す場合は、理論的に説明できなければならない。

### 【解説】

当該年のH - Q曲線の間中部以上について、当該年の洪水規模に相当する年度のH - Q曲線と重ね合わせるにより傾向を確認した方が良い(中部より上のみ確認)。

### (留意事項)

低水部では、「データのグルーピング」および「適用範囲の設定」で述べた河床変動に伴うH - Q曲線の変化により、傾向が変化する場合もある。ただし、高水部の大きな変化については、その理由を再確認した方が良い。

水文観測業務規程関係集 P - 234参照

参考事例集 事例番号 - 1参照

参考事例集 事例番号 - 2参照

## (6) 降雨量と流出量の不整合

必須：一つの洪水期間中において、降雨総量と高水流量観測による流量総量を比較する場合は、お互いに誤差を含んでいることを認識しておかなければならない。

### 【解説】

現在の雨量観測は、地点雨量を観測しており、それを面的雨量に展開するティーン分割には誤差が含まれる。また、同様に、高水流量観測およびH - Q曲線も誤差を含んでいる。したがって、一つの洪水期間中における総流量が、降雨総量より大きくなる場合もあることを認識しておいた方が良い。

### (留意事項)

雨量総量と流量総量の差があまりにも大きい場合は、雨量観測野帳から雨量月表整理までの過程と、高水流量観測野帳からH - Q曲線作成までの過程を再チェックした方が良い。

現在のところ雨量観測、流量観測、どちらに原因があるか分からない。したがって、費用対効果も鑑みながら、それぞれの観測精度を向上することが望ましい。

改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案)同解説 調査編 P - 56参照

水文観測 P - 240参照

### 5.3.2 その他

#### (1) 公開時期

**推奨：**H - Q曲線の公開は、観測終了後、約1年程度の期間がかかっているが、様々な情報公開が求められる中、早期に行われることが望ましい。

#### 【解説】

H - Q曲線の公開は、各事務所からH - Q曲線(案)が提出され、整備局協議を行い、一部修正した後に整備局として確定する。しかし、流量年表の原稿が完成するまでに、再度H - Q曲線を変更する場合もある。したがって、最終確定する時期は、流量年表が製本された当該年の年末あたりになる。公開時期を早めるため、H - Q曲線の回帰はできるだけ早急に行った方が良い。

流量年表などのデータ公表については、雨量年表・水質年表と同様に、水文観測業務規定関係集P172、別表1に年表の作成およびデータの公表時期が明示されている。

#### (留意事項)

5月末までにH - Q曲線回帰結果を基に整備局河川管理課と協議した方が良い。

6月末までに整備局との協議を完了し一次確定した方が良い。

整備局河川管理課は、7月末までにH - Q曲線および雨量・水位年表などを本省に送付した方が良い。

流量年表が公表された時点で最終確定したものとする。

流量年表で公表される観測所のH - Q曲線は、事務所が最終確認(水文・水質DBで確定フラグを設定したとき)した時点で公表となることから、十分確認しなければならない(局審査後確定フラグを設定すること)。

表 5-1 公開までのスケジュールのイメージ

時 点	当 年 度			次 年 度								
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
H - Q曲線作成		■	■	■								
事務所確認				■	■							
第1回局協議					■							
H - Q曲線修正						■						
第2回局協議(一次確定)							■					
本省へ送付								■				
確定値公開										■		
流量年表公開(最終確定)											■	
流量年表製本											■	■

水文観測業務規程関係集 P - 172参照

# おわりに

水文観測業務は、観測技術や観測所のメンテナンスなど現場実務が密接に関係します。観測機器の操作・正しい観測方法・観測結果のチェックなどの観測技術がとても重要です。しかし、現実には治水利水計画策定のための解析などに重点が置かれ、水文観測業務自体が軽視・形骸化してきた感があります。水文観測は重要なデータの収集であり、その精度、品質の程度により計画の信頼性が大きく左右されることから、整備局の水文担当職員は、現場経験を踏まえた基本的な知識が要求されています。

そうした職場環境を実感した多くの若手職員から、川づくりの源となる水文観測を勉強しようとの提案があり、この水文観測マニュアル（手引き・チェックリスト・参考事例集など）づくりは始まりました。

整備局の水文観測に関する知識や経験が豊富な職員や、水文観測に対する問題意識を持った職員の中からメンバーを募り、平成13年2月に「四国水文観測検討会」の準備会を開催し、同年4月に、正式に「四国水文観測検討会」を発足しました。

ここでは、現場で河川・ダムの水文観測の実務を担当している係長を中心とする「全体会議」と、水文観測マニュアルを具体的に検討する「WG作業部会」とに分けて検討を進めました。

まず最初に、全体会議で水文観測の問題点や現場での体験・勉強したことを議論し、整理し書き出して問題意識の共有化を図りました。その後、作業部会を中心に問題点に対する対処法を検討し、基準・専門図書と比べて管内の水文観測で応用し現場で実践でき、しかも後輩に教えられる現場体験マニュアル案をつくること为我们の使命と考え取り組みました。

結果、マニュアルとして、間口が広く、項目・チェック内容などが多くなった感はありますが、今後、事務所の業務発注や業務成果の受け取り時の運用を通じて、改善していきたいと考えています。

本書を通じて、皆様が水文観測精度に対する問題意識を共有していただくとともに、創意と工夫を持って問題に対処し、技術者としての階段を一步、昇っていただく契機となれば幸いです。

平成15年3月 四国水文観測検討会

## 【改訂履歴】

試行版：平成14年3月

水文観測マニュアル<試行版>（手引き・チェックリスト・参考事例集など）は、事務所からの課題提出をもとに、水文観測の知識・経験が豊富で問題意識を持っていたWG委員が中心となり作成したものです。

第1版：平成15年3月

<第1版>は、<試行版>の使用結果（平成14年4月～9月）に基づく、アンケート・聞き取り調査を踏まえて、「WG作業部会」で議論し、とりまとめたものです。主な改訂内容は、要求事項の要約化と優先順位付け、解説内容の充実・整理、洪水予報実務部門の技術変化の取り込みなどです。

第2版：平成16年3月

<第2版>は、<試行版>の継続使用結果（平成14年10月～平成15年3月）と新たに作成した<第1版>の使用結果（平成15年4月～9月）に基づく、アンケート・聞き取り調査を踏まえて、「WG作業部会」で議論し、とりまとめたものです。主な改訂内容は、第1版では保留事項であったものの追加ならびに新たな観測（痕跡調査など）実績を踏まえた実務部門からの意見の取り込みなどです。

総括指導：香川大学工学部 安全システム建設工学科 教授 吉野文雄

四国水文観測検討会 作業部会委員（監修）

四国水文観測検討会 作業部会委員（監修）

事務所	課名	役職名	氏名	平成13年度	平成14年度	平成15年度
河川部	防災対策官		松尾裕治			-
	防災対策官		則 勢	-	-	
	河川計画課	課長補佐	嘉田 功			
		課長補佐	松田邦泰	-	-	
		建設専門官	林 重延		-	-
		建設専門官	岡本和宣	-		-
		係長	赤澤善樹			-
		係長	野本粹浩	-	-	
		係長	米田和外	-	-	
		係長	福田 浩			
	河川管理課	課長補佐	夕部真一	-		-
		係長	森 和夫			-
		係長	山下正浩	-	-	
	電気通信課	係員	真鍋孝久		-	-
		係員	松木 稔	-		-
		係員	石川 洋	-	-	
徳島事務所	副所長		亀山 忠	-		
	河川環境課	係長	和泉雅春			-
	工務第一課	係長	和泉雅春	-	-	
那賀川事務所	工務課	係長	野本粹浩			-
高知事務所	調査課	係長	白川豪人	-		
中村事務所	副所長		亀山 忠		-	-
	調査第一課	係長	久藤勝明	-	-	
大洲事務所	副所長		松尾裕治	-	-	
松山事務所	調査第一課	係長	松山芳士	-		
山地砂防事務所	建設監督官		森 和夫	-	-	
四国技術事務所	技術課	係長	米田和外			-
		係長	松坂幸二	-	-	
会員計				11	14	16

第 2 版 水文観測の手引き（案） H Q 曲線作成編

---

平成14年3月 試行版発行

平成15年3月 第 1 版発行

平成16年3月 第 2 版発行

四国地方整備局河川部

四国水文観測検討会

---