

## 第2章 水文・水理觀測

### 目 次

第1節	總說.....	1
-----	---------	---

2014年4月 版

## 第2章 水文・水理觀測

### 第1節 總說

#### <概說>

本章說明進行河川・砂防相關規畫與管理，需實施降雨量、水位、流量、地下水與相關水文氣象要素之觀測，乃結果之整理與分析等所必要的技術事項。

本章所討論的水文、水理觀測可分為以下3個範疇。本章各節針對這3種範疇(含次範疇則為4種)之關係在第3)說明。

- ・範疇1：基礎與泛用的觀測
- ・範疇2：特定目的的觀測
- ・範疇3：綜合觀測

- 3.1 河川水流的綜合掌握
- 3.2 河川・流域的水循環掌握

又，調查編這些範疇區分主要出現在觀測很重要的本章，以及 第21章 海岸調查這兩章。此外，有時一個觀測所所實施的觀測橫跨好幾個範疇，因此沒必要規定一個觀測所只能實施一個範疇的觀測。

#### 1) 範疇說明

##### a) 範疇1：基礎、泛用觀測

此為泛用目的而累積之水文、水理量相關基礎資訊所進行的觀測。其特徵如下。

- ・ 降水量、水位、流量等個別水文與水理量為對象，確實掌握這些項目為第一目的。
- ・ 基本原則是確保對應該水文・水理量觀測法單獨所需之精度。
- ・ 資訊之累積，以便日後廣泛活用。
- ・ 累積統計資料用的數據作為代表性的活用，需重視長期持續實施、方法一貫、全國構成觀測網的必要性。
- ・ 一致性的精確度管理，確保精確度與可靠性能滿足一定條件的均質資訊。
- ・ 觀測法應重視可靠性・確實性・堅固性。
- ・ 觀測方法之技術改良，基本上應進行慎重的檢證，階段性的改善，逐步推動。
- ・ 許多觀測實施方法都已有相關法律與業務規程（國土調查法、氣象業務法、水文觀測業務規程等）規定。

此外，為了避免災害造成儀器缺測等不可預料之情事，特別是基礎與泛用觀測機器應擬定雙重觀測或儀器被洪水淹沒等適宜的對策。

##### b) 範疇2：特定目的觀測

為了特定目的之水文、水理量的觀測。其「特定目定」係指「要進行某一個別技術判斷」或「要取得某種個別技術資訊」等等。例如，水防活動等時，為了有效實施確實之警報或早期避難

，必須掌握特定場所之降雨量、流速、洪水水位、氾濫水位等，而測定河道內洪水流、洪水氾濫、淹水、海嘯、土石流等痕跡位置之空間分佈。其特徵如下：

- 因為目的不在於廣泛活用，基本上應配合目的實施。
- 配合個別目的採用最佳觀測方法。觀測的實施方法可機動選擇。
- 採取比較先進的觀測方法或觀測結果之利用方法。
- 觀測數據之累積方法，可因應各別目的進行之。

### c) 範疇 3：總合觀測

非對單一場所、單一種類的水文與水理量觀測，而是以一定期間、一定範圍內複數地點與複數種類的水文、水理量為對象，為瞭解整體或系統水理現象之相互關係為目的，然後以搭配綜合性或整合性觀點地實施觀測。

本章所討論之水文、水理觀測，如下 2 種次範疇。

#### ① 範疇 3.1：河川流動的綜合性掌握

主要目的乃是藉由分析觀測數據與水理相關考察，從水理系統的角度掌握一定範圍內河川

水流狀況。一般綜合觀測對象包括水位、流速、流量。其特徵如下：

- 基本上並非針對水位與流量之單一種類的水文、水理量進行觀測，而是在多處地點同時觀測對象流水特徵之多種水文、水理量，而且必須在一定時間內多時點的實施，以掌握所取得水文、水理量數據之相互關係。
- 觀測對象的水理量，乃是由觀測對象之水流及支配該水流的水理系統所決定。
- 觀測與分析結果，可利用範疇 1 等方法，進行比直接觀測更高頻度的觀測。
- 範疇 3.1 乃是從整體或雙向角度掌握觀測與水理分析。範疇 3.1 觀測之適用，大多從綜合流水特徵掌握之河川區間角度，決定其觀測內容。
- 和水位與流量之間無水理系統相互作用關係的降雨量，通常不列入範疇 3.1 觀測對象。
- 將河床變動或流砂量納入水理系統構成要素而設計觀測方法的情形也有。

範疇 3.1 的具體說明，參照本章第 7 節河川流動的綜合性掌握。

#### ② 範疇 3.2：河川・流域的水循環掌握

範疇 3.2 之觀測，基本上主要是了解從降雨、蒸發散、滲透、地下水流動、流域流至河川之降雨流出、河川之水流、河川與地下水出入等自然體系之水循環，必要時也可納入經由自來水道、工業用水道、下水道、農業用排水道而流入之人工體系之水循環，綜合掌握對象河川流域內水循環過程。對象之掌握，視必要也可納入適當時間尺度之水收支觀點。與範疇 3.1 之觀測相同，各別的水文、水理量觀測須定位在掌握水循環狀況之整體目的之中，掌握其相互之關係。因此，相對於範疇 3.1 將對象河川區間之水理系統作為設計時的基軸，範疇 3.2 則以對象河川流域水循環作為基軸。

範疇 3.2 之具體說明，參照本章第 8 節河川、流域之水循環觀測。

## 2) 水文、水理觀測各範疇的定位及相互關係

水文、水理觀測，範疇 1 的目的在於建立可供國土管理綜合參考的基礎數據資料。範疇 2 的目的在於達成特定目標。範疇 3.1 與 3.2 目的在於掌握各自對象區域內的水理系統或水循環狀況。但這些範疇如圖 2-1-1 所示，有些彼此重疊，並具有相互補足關係。比如，範疇 1 之觀測結果，可活用於範疇 2、3.1、3.2 之觀測，並且也可透過範疇 2 觀測得到之新觀測手法，改善範疇 1 的觀測法。範疇 2 結果有時似乎也可納入範疇 3.1 或 3.2 之觀察內容。此外，範疇 3.1 之觀測結果也可補足範疇 1 之有用資訊。因此，進行水文、水理觀測應有意識的了解該等觀測屬於哪種範疇，掌握不同範疇所造成的基本性格差異，注意不同範疇的相互補足關係，保持可活用於其他範疇的彈性，如此就能提高該等觀測的定位，更適宜且更有效率地進行觀測及其結果的活用。

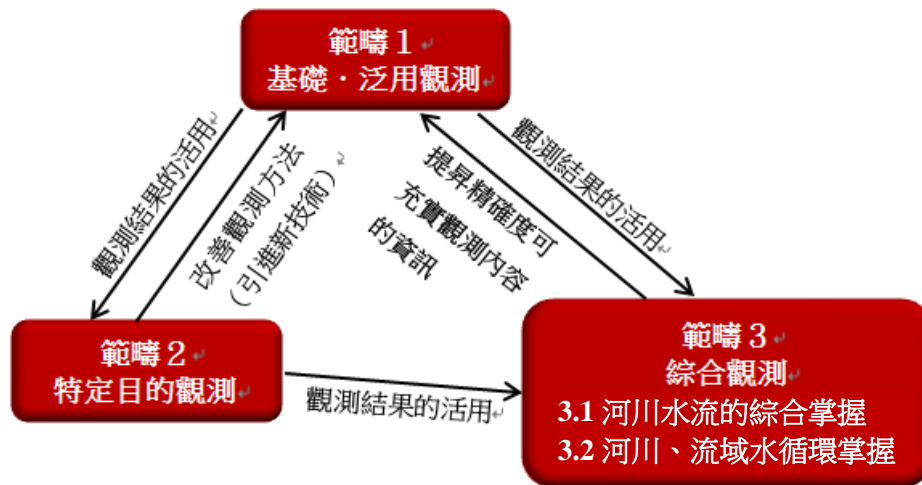


圖 2-1-1 3 種範疇之間的相互關係

## 3) 本章各節與各範疇之關係

表 2-1-1 顯示本章各節與水文、水理觀測各範疇的關係。此外，針對範疇 2 之特定目的觀測，只能配合個別目的設定觀測法，而無法事先設定目的，因此未另闢章節。

表2-1-1 水文、水理觀測各範疇與第2章各節之關係

章節	章節標題	範疇－1 【基礎・泛用觀測】	範疇－2 【特定目的觀測】	範疇－3 【綜合觀測】	
				範疇-3.1 【河川水流的綜合性掌握】	範疇-3.2 【河川・流域的水循環觀測】
第2節	降水量觀測	◎	※		※
第3節	水位觀測	◎	○、※	※	※
第4節	流量觀測	◎	※	※	※
第5節	水文資料的整理・保存與品質管理	◎	※		
第6節	地下水觀測	○	○		○、※
第7節	河川水流的綜合性掌握	□		◎	
第8節	河川・流域的水循環觀測	□			◎

（凡例）

- ◎：該節主要處理的範疇
- ：該節部分處理的範疇
- ※：該節具備該範疇能活用的觀測方法、分析法、整理法等。
- ：為充實精度昇等觀測之補充資訊。

## 第2章 水文、水理觀測 第2節 降水量觀測

### 目 次

第 2 節 降水量觀測 .....	1
2. 1 總說 .....	1
2. 2 降水量觀測方法 .....	1
2. 3 自記雨量計觀測 .....	2
2. 3. 1 地上雨量觀測所的配置 .....	2
2. 3. 2 地上雨量觀測所設置場所的選定 .....	4
2. 3. 3 地上雨量觀測所應有的設備 .....	5
2. 3. 4 觀測所登記簿 .....	6
2. 3. 5 地上降水量觀測 .....	6
2. 4 雷達雨量計觀測.....	8
2. 4. 1 雷達雨量觀測所配置及設置場所之選定 .....	8
2. 4. 2 雷達雨量觀測所應有之設備 .....	10
2. 4. 3 觀測所登記簿 .....	10
2. 4. 4 雷達雨量觀測 .....	11
2. 4. 5 雷達雨量觀測所維護與管理 .....	14
2. 5 氣象水文要素之相關觀測.....	15

## 第2章 水文、水理觀測

### 第2節 降水量觀測

#### 2.1 總說

##### <概說>

本節說明降水量與相關氣象水文要素觀測所需技術性事項。

降水指從大氣往地面降落之水。一般分為降雨與降雪。

降水量乃是某時間內抵達地表水平面（或地表水平投影面）的降水量，同時也是降水累積在平面上的假想深度。測定單位為 mm。

降水量觀測乃是河川、砂防計畫立案、推動工程、設施維護管理、環境整備與保全、洪旱水患等因應之最基本調查項目之一。

此外，近年來地球暖化帶動氣候變化所造成的洪水與旱季等影響之疑慮，為解決暖化等影響的對策，須確保長期且品質穩定的觀測數據。

本節主要處理內容乃是本章 第1節 總說 所說明 3 種範疇之中的範疇 1（參照 表 2-1-1）。

依此取得的降水量觀測值之查、數據整理、保存等，依本章 第5節 水文資料之整理、保存與品質管理辦理。

##### <相關通知等>

- 1) 國土調查法，2014 年 6 月 1 日，法律第 180 號，最終修訂：2013 年 6 月 14 日法律第 44 號。
- 2) 氣象業務法，2015 年 6 月 2 日，法律第 165 號，最終修訂：2011 年 6 月 24 日法律第 74 號。
- 3) 水文觀測業務規程，2002 年 4 月 22 日，國河環第 6 號，國土交通事務次官通達。
- 4) 水文觀測業務規程細則，2014 年 3 月 20 日，國水情第 45 號，國土交通省水・管理保全局通達。
- 5) 河川砂防技術基準計畫編，2004 年 3 月 30 日，國河情第 13 號，國土交通省河川局長通達。
- 6) 河川砂防技術基準維持管理編（河川編），2013 年 5 月 31 日，國土交通省水管理・國土保全局。
- 7) 地上氣象觀測指針，2002 年，氣象廳，氣象業務支援中心，第 7 章 降水量與積雪・降雪深度之觀測 7・2・3 觀測條件 p.53。

##### <參考資料>

本節所未規定之降水量觀測詳細要領，可參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，（獨）土木研究所編著：水文觀測，第 2 章 降水量觀測，全日本建築技術協會，2002。

#### 2.2 降水量觀測方法

##### <標準>

降水量觀測標準採用自記雨量計（配備自動記錄裝置的雨量計）之地上雨量觀測。

為準確評估面的降水量分布，採用雷達雨量計觀測時，應搭配自記雨量計觀測。

#### <例示>

未佈建降雨觀測網的離島與海上，目前有為地上雨量計觀測網不足之發展中國家等開發人造衛星搭載雷達或微波放射計，藉此觀測取得衛星雨量數據，補充雨量站網之不足。衛星雨量通常是運用複數衛星，固定時間間隔蒐集所觀測數據，統計後提供做複合產品。比如，JASA（日本太空總署）的 GSMaP 與 NASA（美國太空總署）3B42RT，都屬這種系統。運用這種系統須先了解，其所提供數據和自記雨量計所取得的地上雨量數據不同之特性。

#### <參考資料>

衛星雨量特徵及利用時相關課題，參考下列資料。

- 1) 深見和彥，小澤剛，猪俣広典：日本河川情報技術對國際的貢獻 運用衛星觀測雨量的洪水預測技術現狀與課題，河川，pp 63-68，2010。

### 2.3 自記雨量計觀測

#### <概說>

降水量觀測重點在於掌握河川流域內的降水量分布及其定量降水，有必要依本節 2.3.1 地上雨量觀測所配置所示，之適宜密度配置的地上雨量計進行觀測。

此外，從雷達雨量計掌握面狀分節雨量精確管理的觀點，地上雨量計觀測亦屬重要。

特別是，降水量觀測結果為既往河川計畫的基本資料，未來仍用來持續運作的觀測所，應優先持續進行觀測。

又，降水量觀測應依據氣象業務法實施。

#### <相關通知等>

- 1) 氣象業務法，2015 年 6 月 2 日，法律第 165 號，最終修訂：2011 年 6 月 24 日法律第 74 號。
- 2) 水文觀測業務規程，2002 年 4 月 22 日，國河環第 6 號，國土交通事務次官通達，第 3 章 觀測。
- 3) 水文觀測業務規程細則，2014 年 3 月 20 日，國水情第 45 號，國土交通省水・管理保全局通達，第 3 章 觀測之實施。

#### 2.3.1 地上雨量觀測所的配置

##### <必須>

設有自記雨量計的地上雨量觀測所，須適當配置，以建立河川規畫與管理的適當觀測網。

##### <標準>



- 1) 觀測對象區域依平均降水狀況大致相同的區域予以區分，每區域配置一處觀測所。
- 2) 但若難以劃分平均降水大致相同的區域，可大約地將觀測對象區域每 50km<sup>2</sup> 劃為一區，每區設置一處觀測所。
- 3) 為管理河川構造物、確保陡坡安全的降水量觀測，可不受上記基準限制，必要時得個別設置自記雨量觀測所。
- 4) 氣象廳之觀測數據，屬性與品質可適用於河川計畫、管理目的的降雨量觀測數據，應納入考量，進行觀測網檢討。

從「流出分析」的角度，計算單位流域平均降水量（面積雨量）之精度掌握，相當重要。為能運用雷達與密集地上雨量計，掌握該等流域面的降水量分布特性，應設置能精確掌握流域平均降水量的觀測網。若手邊無可掌握面的降水量分布特性之資料，也可針對流域面積與雨量計密度，簡易推定能掌握面積雨量之觀測精確度。如橋本（1977）的研究案例。

$$E_s = \frac{e_s}{\mu} = \frac{\sigma}{\mu} \cdot \frac{1}{\sqrt{n}} = \frac{C_v}{\sqrt{n}}$$

$E_s$  : 標準相對誤差

根據上列公式與利根川流域一次下雨連續雨量所取得的 C v 實測值，掌握雨量觀測處數與觀測誤差之關係，如圖 2-2-1。由此圖可以看出，流域面積超過 1,000km<sup>2</sup>時，以 50 km<sup>2</sup>設 1 台雨量計的密度，能將一次下雨連續雨量之面積雨量誤差壓縮在 10%左右以內。流域內降水分布相關資訊欠缺時，可大致平均配置雨量計，上列公式乃是以此為前提條件得到的結果，但這也顯示，進行支流與中小河川管理時，輔助進行雷達雨量之重要性。

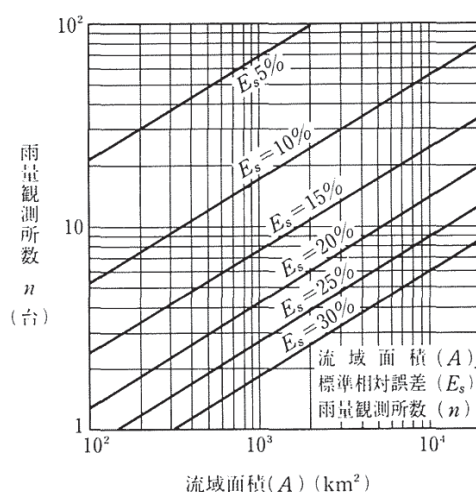


圖2-2-1 雨量觀測所數目與觀測誤差精確度之關係

出處：橋本健，佐藤一郎：面積雨量精確度與雨量觀測所數目，土木技術資料，Vol.16，No.12，pp.631-637，1974.

#### <參考資料>

自記雨量計之設置密度與面積雨量之精確度、可信度之關係，參考下列資料。

- 1) 橋本健：依標本計畫法進行面積雨量之精確度及可信度評估相關研究，土木研究所報告，No149，1977.

### 2.3.2 地上雨量觀測所設置場所的選定

#### <標準>

地上雨量計基本上應設置在能正確計測該雨量計所在地點及其周邊領域降水量的場所。  
原則上地上雨量計應符合下列條件。

- 1) 不會因為地形狹窄或地形突變等狀況導致氣流或降水出現特殊數值的地點。
- 2) 應位於大致上每邊長度超過10m以上的開闊土地，且該地點局部氣流變化小。
- 3) 豪雨時沒有淹水或崩崖之虞的場所。
- 4) 方便進行觀測與巡檢的場所。

#### <相關通知等>

- 1) 地上氣象觀測指針，2002年，氣象廳，氣象業務支援中心，第7章 降水量及積雪、降雪深度的觀測 7·2·3 觀測條件 p.53.

#### <參考資料>

本項未規定之詳細要領，參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第2章 降水量觀測 2·2·2 觀測所位置之選定，全日本建設技術協會，2002.

### 2.3.3 地上雨量觀測所應有的設備

#### (1) 雨量計

##### < 必 須 >

降水量觀測用的雨量計須依「氣象業務法」及「氣象測器檢定規則」，選擇適合的產品。  
此外，雨量計設置應注意如下事項。

- 1) 雨量計的承水口應水平設置，若該觀測所可能明顯受強風影響，承水口應設擋風板。
- 2) 可能會有凍結現象的地點，須使用具防結冰機能的雨量計（比如，溫水式雨量計、附電熱器的雨量計等）。
- 3) 觀測降雪之降水量觀測所，除了應使用溫水式雨量計或溢水式雨量計，設置時也須注意承水口保持在積雪面上。

##### < 標 準 >

雨量計承水口直徑以20cm為標準。

若設置地點受限，應在觀測房舍屋頂等處設置雨量計，比如在屋頂中央部設置雨量計等狀況時，應注意避免受局部氣流影響。

##### < 相關通知等 >

- 1) 地上氣象觀測指針，2002年，氣象廳，氣象業務支援中心，第7章降水量及積雪・降雪深度觀測 7・3以翻斗式雨量計進行觀測 pp.53-55.

##### < 參考資料 >

雨量計詳細內容可參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第2章 降水量觀測 2・3雨量觀測器械，全日本建設技術協會，2002.

#### (2) 自動記錄裝置

##### < 標 準 >

地上雨量觀測所標準做法是應設置自記紙或數據記錄器(data logger)等自記記錄裝置。

自動記錄裝置標準做法是，必須能在無人與自動狀態下確實記錄觀測資料，並且無障礙地進行定期資料收集。

#### (3) 自動數據傳送裝置

##### < 必 須 >

河川管理、設施管理上必須的自動雨量觀測所，應配備能精確地將一定時間內降水量傳送出去的自動數據傳送裝置（遠距計測儀，telemeter等）。

##### < 標 準 >

自動數據傳送裝置之標準，必須具備有10分鐘以下觀測間隔之機能。

自動數據傳送裝置之標準，應依據「電氣通訊設施設計要領（案）（通訊編）」設計。

<相關通知等>

- 1) 電氣通訊設施設計要領（案）（通訊編），2013年5月17日，國技電第10號，國土交通省大臣官房技術調查課電氣通訊室長通知。

（4）標誌

<必須>

地上雨量觀測所需設置標誌。

標誌應記載觀測所名稱、水系・河川名、設置者名稱、設置年月日、觀測所所在地、緯度・經度（世界測地系統）、標高、觀測所logo。

（5）觀測小屋

<必須>

觀測所應設置觀測小屋與柵欄。觀測小屋設置時需注意不可有影響雨量計正常觀測功能的障礙物。但若根據設備特性與四季條件判斷不需觀測小屋，也可不設置。

2.3.4 觀測所登記簿

<必須>

地上雨量觀測所設置時需製作雨量觀所登記簿與附圖。登記簿上應記載雨量觀測所之位置及設施構造等相關項目。若雨量計等有移設或交換等變更，需向氣象業務法上的相關機構報告，並立刻記錄在登記簿上。登記簿樣式應依據「水文觀測業務規程細則」。

地上雨量觀測所需設置雨量觀測所登記簿及附圖影印。但若未設置觀測小屋，不在此限。

新設、變更、廢止雨量觀測所時，應向氣象業務法上的相關機關報告。

<相關通知等>

- 1) 水文觀測業務規程，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通報，第2章觀測所的配置及設置。
- 2) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保全 局通報，第2章觀測所。

<參考資料>

標誌・觀測小屋・觀測所登記簿詳細內容，可參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第2章 降水量觀測 2・4觀測設施，全日本建設技術協會，2002。

2.3.5 地上降水量觀測

（1）觀測的實施

<必須>

實施降水量觀測，應遵循「水文觀測業務規程」及「水文觀測業務規程細則」。

#### <相關通知等>

- 1) 水文觀測業務規程，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通報，第2章 觀測所配置及設置。
- 2) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保全局通報，第2章觀測所。

#### <參考資料>

實施本項所未規定之觀測內容，詳細狀況請參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第2章降水量觀測 2・5觀測，全日本建設技術協會，2002。

### (2) 地上雨量觀測所的維護與管理

#### <必 須>

地上雨量觀測所維護與管理工作，應依據「水文觀測業務規程」第 8 章 觀測所之維護與管理、「水文觀測業務規程細則」第 8 章 觀測所之維護管理等相關規定。自動數據傳送裝置設置後，應依「電氣通訊設施點檢基準（案）」實施點檢。

此外，每個觀測所都應準備維護管理必要事項的點檢記錄簿。

#### <標 準>

觀測所點檢乃觀測所維護管理之中最重要工作。點檢基本上包含以下之綜合點檢與定期點檢。

- 1) 總合點檢每年應實施 1 次以上（汛期前等。必要時可增加次數）。內容包括針對對象設施與設備特別是器械內部之詳細點檢，並以模擬測試等方法進行綜合性之保守點檢與校正。這項點檢主要目的是確認測定部（承水部）、記錄部、器械類有無故障，藉由點檢提高觀測數據的精確度。
- 2) 定期點檢應每個月實施 1 次以上（綜合點檢的月份除外），主要實施內容是針對對象設施與設備特別是器械類之外部，實施目視點檢。這項點檢，目的在於提早發現測定部（承水部）、記錄部、器械類是否有機能障礙等異常，避免觀測數據缺測與異常值之發生。

#### <相關通知等>

- 1) 水文觀測業務規程，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通報，第8章觀測所的維持及管理。
- 2) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保全局通報，第8章 觀測所的維持管理等。
- 3) 電氣通訊設施點檢基準（案）部分修訂，2009年12月18日，國技電第26號，國土交通省大臣官房技術調查課長通知。

#### <參考資料>

本項所未規定之觀測所維持管理詳細內容，參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第2章 降水量觀測 2・6觀測所的維持管理，全日本建設技術協會，2002.

## 2.4 雷達雨量計觀測

#### <概說>

雷達雨量計很容易掌握即時性與空間網羅性等降水量時空分布，適合用來掌握面的降水量分布與面積雨量。但雷達雨量計乃是以數百 m 到數 km 左右上空雨滴為計測對象，須注意其觀測對象與地上雨量計不同。

#### <相關通知等>

- 1) 水文觀測業務規程，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通報.
- 2) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保全局通報.

#### <參考資料>

針對雷達雨量計降水量觀測之特徵以及和地上雨量計觀測值之關係・差異的相關討論，請參考下列資料。

- 1) 深見和彦：作為雷達雨量計活用前提的觀測精確度實況與今後研究課題，河川，No716，pp.40-46，2006.

### 2.4.1 雷達雨量觀測所配置及設置場所之選定

#### <標準>

C 波段雷達雨量計乃是針對半徑120km、X 波段M P 雷達雨量計，設定以半徑60km為目標的定量觀測範圍。

電達雨量計配置之標準做法是考量雷達雨量計特長，儘可能提高對象區域降水量觀測之精確度。雷達雨量計乃是活用電波的計測器械，應注意下列事項。

- 1) 配置時應避免和已設置的其他無線電訊單位之電波干涉。
- 2) 配置時應將雷達觀測距離、雷達波束衰減、屏蔽乃至於觀測高度、地面雷達雜訊等（來自大地或海面的多餘反射）等綜合納入考量。
- 3) X 波段M P 雷達雨量計，應注意降雨會造成電波明顯衰減（降雨衰減），因此須在對象區域設置複數雷達，提高觀測覆蓋率。

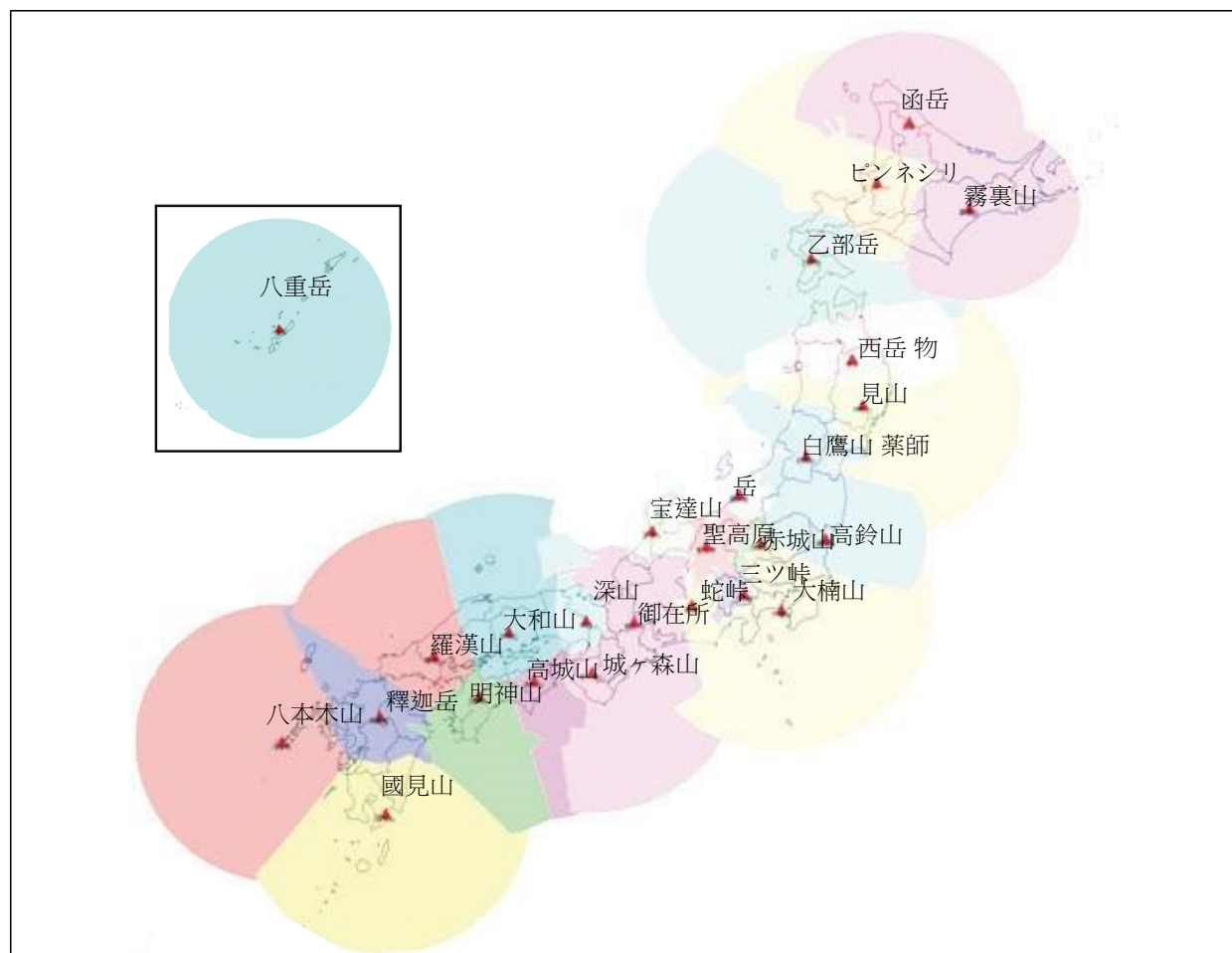


圖2-2-2 雷達雨量計（C波段雷達）配置圖（平成23年12月1日）

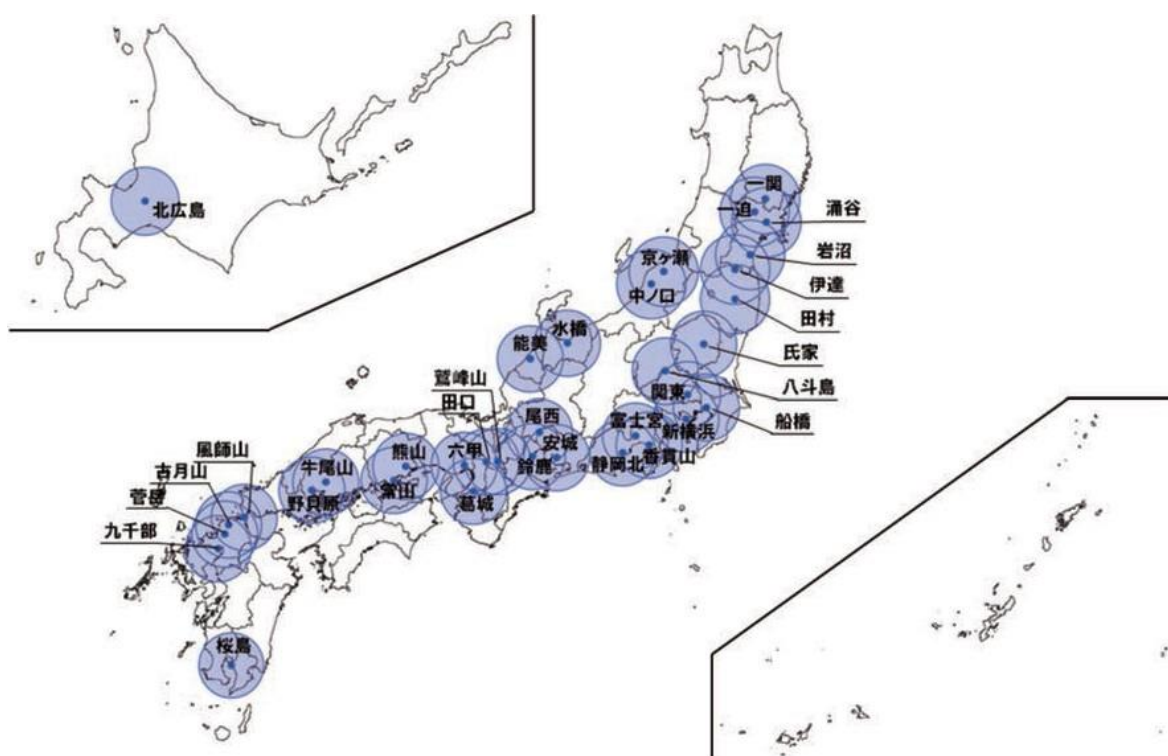


圖2-2-3 雷達雨量計（X波段MP雷達）配置圖（2013年9月13日）

## 2.4.2 雷達雨量觀測所應有之設備

### (1) 總說

#### <必須>

雷達雨量計系統配備包括天線裝置、天線控制裝置、微波發送與接收訊號裝置、訊號、數據處理、顯示裝置、數據記錄裝置、附屬裝置（雷達罩、導波管、避雷器、電源等）。

#### <相關通知等>

- 1) 電氣通訊設施設計要領（案）（情報通訊系統編），2013年5月17日，國技電第11號，國土交通省大臣官房技術調查課電氣通訊室長通知。

#### <標準>

設置雷達雨量觀測所，應防止干擾周邊無線電訊單位之電波的對策，並防止被其他無線單位混入電波、降低觀測精確度的被干擾對策。

### (2) 標誌

#### <必須>

雷達雨量觀測所應設置標誌。

標誌上應記載觀測所名稱、設置者單位名、設置年月日、觀測所所在地、緯度・經度（世界測地系）、雷達設置標高、觀測所符號。

### (3) 附帶設施

#### <必須>

雷達雨量觀測所應設置柵欄等安全設施。

## 2.4.3 觀測所登記簿

#### <必須>

雷達雨量觀測所應設置雷達雨量觀測所登記簿及附圖。

雷達雨量觀測所登記簿應記載雨量觀測所位置及設施構造等相關項目。雨量計等移設與交換等狀況時，應立即在登記簿上記載變更之內容。

登記簿之樣式需依照「水文觀測業務規程細則」。

雷達雨量觀測所應設置雷達雨量觀測所登記簿及附圖影印本。

#### <相關通知等>

- 1) 水文觀測業務規程，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通報，第2章觀測所的配置及設置。
- 2) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保全局通報，第2章觀測所。



#### 2.4.4 雷達雨量觀測

##### (1) 雷達雨量計的分類

###### <概說>

雷達雨量計根據以下幾種觀點而有不同分類。

###### 1) 使用電波（微波）的頻率

日本通常使用C波段（5GHz帶）或X波段（10GHz帶）。C波段波較長，較不受降雨影響而衰減，適合大面積區域觀測。X波段波長較短，容易受降雨影響而衰減，不適合大面積區域觀測，但降水量觀測敏感度高，且天線等尺寸小，系統整體小型化，是其優點。

###### 2) 單一偏極波或複數偏極波測定

日本使用水平或垂直偏極波單獨收發訊息的單偏極波雷達，以及以複數偏極波（水平及垂直偏極波）收發訊息的二重偏極波雷達。單偏極波雷達通常採用面對偏極波面時可擴大雨滴之後方散射斷面積的水平偏極波。二重偏極波雷達則可測定來自不同偏極波的參數以及與偏極波間有關的參數。因為能取得許多計測參數，因此被稱為MP（複參數）雷達。1990年代前半為止，日本C波段雷達雨量計都是單偏極波雷達，但2015年的現在，已經有部分C波段雷達雨量計改為二重偏極波雷達。

###### 3) 可測定之參數

###### a) 測定強度之機能

所有雷達雨量計都具備測定雨滴之後方散射所造成收訊電力值的機能。單偏極波雷達只能計測水平或垂直偏極波之收訊電力值。二重偏極波雷達能計測水平及垂直各別不同偏極波的收訊電力值。可用雷達方程式從收訊電力值算出雷達反射因子，進一步由Z-R關係式算出降水強度。

###### b) 測定位相的機能

###### ① 測定都卜勒速度的機能

測定都卜勒速度的機能指，雨滴被風吹動所形成反射波頻率會因為都卜勒效應而變化，如此就能計算發訊電波與收訊電波位相差，測出雨滴在波束方向的移動速度成份（都卜勒速度）。擁有測定都卜勒速度機能的雷達，稱為都卜勒雷達。部分C波段降雨雷達以及所有X波段MP雷達雨量計都具備測定都卜勒速度機能。都卜勒速度能顯示大氣流動（風）內涵，目前已開發出各種可藉此分析大氣流動的方法。

###### ② 測定偏極波間位相差的機能

測定偏極波間位相差的機能，主要是雨滴降落受空氣阻力得雨滴群扁平化、電波在扁平水滴群之中移動，此時水平與垂直偏極波之間會產生移動路線差異、形成位相差（偏極波間位相差），這樣的位相差能偵測到。其中，偏極波間位相差波段方向的距離微分，稱為偏極波間位相差變化率，透過實際降雨強度與變換公式，就能掌握正確對應數據。部分C波段雷達雨量計以及所有的X波段MP雷達雨量計，都具備測定偏極波間位相差機能。

###### <參考資料>

雷達雨量計觀測降水量的原理與用語詳細狀況，以及國內外最新技術開發研究狀況，可參考下列資料。

- 1) 中北英一：雷達觀測與預測降雨之最新動向，河川，No762，pp.20-27，2010。
- 2) 吉野文雄著：雷達水文學，p.175，森北出版，2002。
- 3) 深尾昌一郎，浜津亨助著：氣象與大氣雷達遙測，p.491，京都大學學術出版會，2005。

以都卜勒雷達分析大氣流動的方法，可參考下列資料。

- 4) 石原正仁編：都卜勒氣象雷達，日本氣象學會，日本氣象研究筆記，第200號，2001。

## (2) 觀測・運用模式之設定

### <必須>

觀測與運用時，應將下列事項納入考量，設定其仰角、仰角變換、天線迴轉速度等。

- 1) 將「降水量觀測的時間分解能」納入考量，設定仰角變更與天線迴轉速度。
- 2) 設定能確保廣泛觀測範圍的仰角。
- 3) 設定能盡量降低山岳等造成遮蔽率的仰角。
- 4) 設定能抑制大地或海面等地面雜波、地物反射波之仰角。
- 5) 設定低觀測高度的仰角。
- 6) 抑制複數雷達雨量計數據合成時的不連續性降水強度。

### <建議>

為了滿足上列條件，必要時應進行複數仰角觀測。一般而言，以低仰角進行觀測，精確度較高，但同時也容易因為山岳等造成遮蔽而縮小觀測範圍，因為有這樣的互償關係（trade-off），很難同時滿足上列條件。必要時得進行複數仰角觀測，算出其觀測平均值與降水強度，進行遮蔽領域之補強。

### <參考資料>

雷達雨量計觀測降水量的原理與用語詳細狀況，以及國內外最新技術開發研究狀況，參考下列資料。

- 1) 中北英一：雷達觀測與預測降雨之最新動向，河川，No762，pp.20-27，2010。
- 2) 吉野文雄著：雷達水文學，p.175，森北出版，2002。
- 3) 深尾昌一郎，浜津亨助著：氣象與大氣雷達遙測，p.491，京都大學學術出版會，2005。

## (3) 算出雷達雨量計算

### <必須>

雷達雨量計所取得數據轉換成降水強度的方法，依雷達雨量計不同種類有幾種不同的方法。不論任何方法，使用時都有固定的各種常數，因此須透過和地上降水量觀測值的比較分析，適宜地設定能代表觀測對象降水現象平均特性的常數。

#### <標準>

C波段降雨雷達雨量計是以收訊電力值所設定的雷達方程式算出反射因子 $Z$ 和降水強度 $R$ 之關係（ $Z-R$ 關係），兩者相乘之 $B\beta$ 法，初步算出降水強度為標準。

$Z-R$ 關係式的常數 $B$ 與 $\beta$ 在 $Z-R$ 關係雙對數圖之中，每個 $Z$ 層都能算出 $R$ 平均值，因此，標準做法是採取直線式傾斜最適當表現其圖形群之層別平均值法。

X波段MP雷達雨量計標準做法則加上 $Z-R$ 關係，根據偏極波間位相差變化率（ $K_{dp}$ ）與降水強度之關係（ $K_{dp}-R$ 關係），算出降水強度。

#### <參考資料>

雷達雨量計觀測降水量的原理與用語詳細狀況，以及國內外最新技術開發研究狀況，可參考下列資料。

- 1) 中北英一：雷達觀測與預測降雨之最新動向，河川，No762，pp.20-27，2010。
- 2) 吉野文雄著：雷達水文學，p.175，森北出版，2002。
- 3) 深尾昌一郎，浜津亨助著：氣象與大氣雷達遙測，p.491，京都大學學術出版會，2005。

### （4）合成雨量製作

#### <標準>

為了提供能精確掌握降水狀況的降水資訊，標準做法是根據複數雷達觀測雨量，製作合成雨量。

#### <例示>

合成雨量製作有根據全國合成表格法，以及加權平均計算法等。C波段雷達雨量計算出的個別雷達雨量均質修正之後，再根據全國合成表表格的方法，就能製作1km直交網格合成雨量圖。其中，X波段MP雷達雨量計可運用內插距離、觀測高度、與雷達的距離，將雷達雨量計算方法納入考量的加權平均法，製作250m垂直網格合成雨量圖。

### （5）觀測精確度之確保

#### <標準>

雷達雨量計取得的資訊轉換成降水強度所需的各常數妥當性，原則上須每年進行一次再確認，必要時應修訂。更新雷達雨量計，也須執行這項標準做法。

#### <建議>

$Z-R$ 關係式之中，降水粒子形態粒徑分佈等的變動，可算出常數 $B$ ； $\beta$ 變動則為降水量觀測之誤差原因。因此，只靠 $Z-R$ 關係式計算降水強度時，為了減少這種誤差，最好運用自動數據傳送裝置（遙測儀）取得的地上雨量計數據，進行修正處理。

此時雨量計雷達會計算直接觀測對象之空間平均降水量。因此，不只雷達雨量計觀測值，就連地上雨量計觀測值也可能呈現面積雨量評估值方面的不確定性（參照2.3.1地上雨量觀測所之配置<例示>），因此最好針對複數地上雨量計數據進行適度加權的修正處理。

#### <例 示>

運用地上雨量計數據進行雷達雨量修正處理時，應重視速報性精確度，以及運用各該雷達雨量觀測時所取得最新地上雨量計數據，修正線上（online）資料，然後運用與雷達雨量觀測相同時刻的地上雨量計數據，進行同步修正。

C波段雷達雨量計修正處理方面可使用動態視窗法（dynamic window），可採發出的數據線上修正上；保存用的數據可採用同步修正。

#### <參考資料>

雷達雨量計觀測降水量的原理與用語詳細狀況，以及國內外最新技術開發研究狀況，可參考下列資料。

- 1) 中北英一：雷達觀測與預測降雨最新動向，河川，No762，pp.20-27，2010。
- 2) 吉野文雄著：雷達水文學，p.175，森北出版，2002。
- 3) 深尾昌一郎，浜津亨助著：氣象與大氣雷達遙測，p.491，京都大學學術出版會，2005。

動態窗口法詳細做法，可參考下列詳細資料。

- 4) 河川情報中心：雷達雨量修正・發出訊息的系統，特開2002-350560，2002-12-4。

### 2.4.5 雷達雨量觀測所維護與管理

#### <必 須>

雷達雨量觀測所之維護與管理應根據「水文觀測業務規程」第8章 觀測所維護與管理，「水文觀測業務規程細則」第8章 觀測所維護管理等、電氣通信設施點檢基準（案）所定內容。

此外，每處觀測所都應準備用來記載點檢與維護管理所需事項的點檢記錄簿。

另外，擁有雷達雨量計系統的雷達雨量觀測所，應針對分析處理裝置等構成要素，實施個別點檢，並準備可記載維護管理所需事項的點檢記錄簿。

#### <相關通知等>

- 1) 水文觀測業務規程，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通達，第8章 觀測所之維持與管理。
- 2) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保全局通達，第8章 觀測所之維持管理等。
- 3) 電氣通信設施點檢基準（案）局部修訂，2009年12月18日，國技電第26號，國土交通省大臣官房技術調查課長通知。

## 2.5 氣象水文要素之相關觀測

### <標準>

降水量、水位與流量以外，下列相關氣象水文要素，必要之選擇觀測標準。

- 1) 降雪深、積雪量
- 2) 降水 pH 值、溶解成分等
- 3) 蒸發量、蒸發散量
- 4) 氣溫、濕度
- 5) 風向・風速
- 6) 日射量
- 7) 氣壓

### <標準>

進行相關水文要素觀測時標準做法是，為了能在無人狀況下可持續觀測，應一併設置自動記錄裝置。

標準做法是，有關觀測器械、自動記錄裝置等收納與標誌設置、觀測所登記簿・點檢記錄簿等，都應和本節2.3.3 (5) 觀測小屋及2.3.4 觀測所登記簿實施相同的內容。

此外，點檢與維護管理，標準做法與本節2.3.5 (2) 地上雨量觀測所維護與管理相同。

### <標準>

觀測方法之標準是準用「地上氣象觀測指針」。但在降雪深度、積雪量、蒸發量、蒸發散量方面，除了氣象學之嚴密觀測手法之外，也有水文學相關評估方法（比如，以水收支法推估蒸發散量之方法等），綜合判斷所能得到的最高精確度與能利用的方法，由此選出適當的評估方法。

### <推薦>

需即時監控時，最好和降水量觀測等一樣，同時設置自動數據傳送裝置。

### <相關通知等>

- 1) 地上氣象觀測指針，2002年，氣象廳、氣象業務支援中心、第7章 降水量與積雪・降雪深度之觀測 7.2.3觀測條件p.53。
- 2) 氣象觀測的操作手冊，1998年，氣象廳。

### <參考資料>

本項所未規定之相關氣象水文要素觀測方法，參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，（獨）土木研究所編著：水文觀測、第2章 降水量觀測2.7 降雪量之觀測 2.9其他水文氣項要素之觀測，全日本建設技術協會，2002。

## 第2章 水文、水理觀測 第3節 水位觀測

### 目 次

第3節	水位觀測 .....	1
3.1	總說 .....	1
3.2	水位基準面的取法 .....	1
3.3	水位觀測方法 .....	2
3.4	水位觀測所的配置與設置 .....	3
3.4.1	水位觀測所的配置 .....	3
3.4.2	水位觀測所設置地點之選定 .....	4
3.5	水位觀測所應有的設備 .....	5
3.5.1	總說 .....	5
3.5.2	自記水位計 .....	5
3.5.3	水位標 .....	7
3.5.4	水準基標 .....	8
3.5.5	標誌 .....	8
3.6	觀測所登記簿 .....	9
3.7	水位觀測 .....	9
3.7.1	自記水位計觀測 .....	9
3.7.2	水位觀測系統的二重化 .....	10
3.8	水位觀測所的維護與管理 .....	10
3.9	洪水痕跡水位調查 .....	11
3.9.1	總說 .....	11
3.9.2	洪水痕跡水位測定法 .....	11

## 第2章 水文、水理觀測

### 第3節 水位觀測

#### 3.1 總說

##### <概說>

本節訂定水位觀測所需技術性事項。

水位指某基準面到水面的高度，觀測水位的目的乃是為了掌握河川、湖沼、水庫（水壩）、滯洪池、淹水、河口與地下水等的水文與水理現象。觀測結果除了能掌握該當地點水位之外，也能換算成個別地點水深以及和其他地點相關的水位差、水面形、水面坡降，活用於第4節 流量觀測 之流量與流速。

水位觀測乃是河川・砂防相關規畫案、實施工程、設施維護管理、環境整備與保全、實施洪水與旱災等相關因應措施所需最基本調查項目之一。

本節主要內容乃是本章第1節 總說所介紹3種範疇之中的範疇1（參照表2-1-1），除非特別說明，否則本節主在討論範疇1的水位觀測。本節 3.9 鑒於實務上的重要性，也說明屬於範疇2的洪水痕跡水位調查。至於地下水觀測方面，則在本章第6節說明。

取得的水位觀測值之稽核與資料整理、保存，則參照本章 第5節 水文資料的整理・保存與品質管理。

##### <相關通知等>

- 1) 國土調查法，2014年6月1日，法律第180號，最終修訂：2013年6月14日法律第44號。
- 2) 氣象業務法，2015年6月2日，法律第165號，最終修訂：2011年6月24日法律第74號。
- 3) 水文觀測業務規程，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通達。
- 4) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保全局通達。
- 5) 河川砂防技術基準計畫編，2004年3月30日，國河情第13號，國土交通省河川局長通達。
- 6) 河川砂防技術基準維持管理編（河川編），2013年5月31日，國土交通省水管理・國土保全局。

##### <參考資料>

水位觀測詳細要領，可參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，（獨）土木研究所編著：水文觀測，第3章 水位觀測，全日本建設技術協會，2002。

#### 3.2 水位基準面的取法

##### <概說>

水位測定表示單位為m，讀取最小單位為1/100 m。

水位基準面取法主要有以下3種。

- 1) 水位觀測地點設定該地點的基準面，由此到水面的高度就是水位。

- 2) 為了解某水系從上游到下游觀測區間水位之相互關係，設定該當水系專用基準面，由此基準面到水面的高度就是水位。
- 3) 以東京灣平均海面（T.P.）為基準面，由此基準面到水面的高度，就是水位。

上述 1) 基準面的取法，必須將水位觀測目的（水防活動基準等）與河川斷面、堤內地標高等特性納入考量，針對每個不同地點訂出最適宜的基準面（零點高）。

再者，複數地點水位無法比較，若要實施整個水系一貫的河川規畫、管理，較有效做法是如上述 2)、3) 設定該水系統一基準面。上述 3) 基準面取法就是標示出水面標高，這是跨越不同水系的全國統一基準面水位。大部分是以 T.P. 作為水系內統一基準面，但有時也會在不同水系設定其專用統一基準面（利根川水系：Y.P.、荒川・多摩川水系：A.P.、淀川水系：O.P. 等）。

此外，水位是掌握河川與湖沼等水流與貯留量的基本方法，須測定平常不受波浪影響的平均水面高度。因此，水位不應是受波浪影響的瞬間值，而必須是用時間平均值概念計測該地點的水理特性。

#### <參考資料>

水位觀測的基準面與說明的詳細概念，可參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，（獨）土木研究所編著：水文觀測，第3章 水位調查3.1概說，全日本建設技術協會，2002。

### 3.3 水位觀測方法

#### <標準>

範疇 1 之水位觀測乃是運用自記水位計或水位標觀測。又，以自記水位計取得水位觀測值，基本上和設置在同一橫斷面內水位標所得到的水位觀測值一致，因此，必要時應根據水位標觀測結果實施校正或補充。



<例 示>

河川等調查常用的水位計有以下幾種。

表2-3-1 主要的水位計種類

檢測方式	機器名稱	說 明
接觸型 浮筒式	浮筒式水位計	用鐵線把浮筒與鉛錘連接起來，鐵線掛在滑車上，記錄其迴轉量。需設置觀測井。
	磁簧開關式水位計	水中立測定柱，測定柱上配置附磁石的浮筒以及一定間隔的磁簧開關，如此就能藉由浮筒上下移動帶動磁簧開關ON/OFF，測得水位。為了穩定這些儀器，須先打下H鋼樁等支柱。
接觸型 壓力式	氣泡式水位計	水深與水壓成正比，因此，若水中開口的管開始冒氣泡，需測定其必要之壓力，以機械式或電氣轉換方式測定水位。設置方法相當簡單，只需把氣泡管固定水中，裝置氣泡發生設備即可
	水壓式水位計	設置水中的壓力感測器訊號轉換成電氣訊號，就能測定水位。感測器有半導體式與水晶式等種類。電池會長時間作用，如果使用的是配備數值記錄器的小型水位計，只需現場安裝，就能簡單測定水位時間變化，並進行簡易觀測*。
非接觸型	超音波式水位計 電波式水位計	將超音波或電波收發器安裝在水面正上方，就能測定超音波或電波撞擊水面返回的時間，以此測定水位。因為是非接觸型，可更有效處理流路變動時的狀況。
	CCTV攝影機	利用可區分水位標或橋腳、護岸等水面亮度差異的地點，藉由CCTV了解水面位置，搭配水位標與事先測量的數值，進行水位觀測。以CCTV攝影機進行水位觀測，會利用水位標，有時也能運用自記水位計實施水位校正值觀測或補充。基本上這項做法不適合長期持續性觀測，因此通常運用在簡易觀測*上。

簡易觀測\*：主要目的在於不需具有精確度的長期性統計資料，而只是概略性、緊急或臨時針對洪水時的特性水理、水文狀況進行個別具體設定，此時適用簡易方法與感測器等進行觀測。簡易觀測可運用於本章第1節 總論 範疇2與範疇3之觀測。具體做法比如在重要區間設置秘集掌握水位、具有數據訊號發送機能的特殊用途水位計觀測法，以及本節3.9 洪水痕跡水位調查時可使用的最高水位計（專門用來掌握洪水之後最高水位的水位計）觀測法。

### 3.4 水位觀測所的配置與設置

#### 3.4.1 水位觀測所的配置

<必 須>

先了解屬本章第1節 總說 3種範疇之中的哪一種，然後檢討是否配置。

本節主要對象為範疇1，在建立整個水系的適宜觀測網，然後在符合範疇1觀測目的的前提下，實施水位觀測所相關規畫與管理，並決定應配置觀測所之重要的地點。

#### < 建議 >

從水系整體角度來考慮適宜觀測網的地點如下。

- 1) 重要支流川分合流點前後、堤壩・水門等之上下游
- 2) 要觀測流量的地點
- 3) 需掌握河川狹窄部、泛洪區、湖沼、水庫（水壩）、內水與河口等水理狀況的地點

又，洪水時負責水位流量曲線迴圈（loop）繪製的流量觀測所，考量將與鄰近水位觀測所水位差（水面波降）納入的水量流量曲線，以提高流量觀測精準度。此時，最好能在該觀測所的上下游地點，也設置水位觀測所。

另一方面，近年來中小河川與河川上游・支流發生水患的狀況越來越頻繁，因此有必要建立更細緻的觀測網以提高水位預測精準度，實施更確實的早期避難水防活動，強化危機管理體制。類似這樣實施範疇2之水位觀測，最好能在補充既有水位觀測所功能的地方設置簡易型水位計，實施簡易觀測。

### 3.4.2 水位觀測所設置地點之選定

#### < 標準 >

設置範疇1水位觀測所時，應將下列各項條件納入考量，以便在該地點實施所需精準度的觀測。

- 1) 水流少亂流、流心安定的場所
- 2) 流路或河床變動少的場所
- 3) 容易實施觀測所維護管理的場所
- 4) 觀測所須配備的自記水位計，以及能自動記錄並顯示數據的裝置、自動數據傳送裝置等，都須設置在洪水之際相關人員能抵達該位置，以及實施觀測作業較少危險的安全場所

#### < 建議 >

除了上述範疇1水位觀測所具體設置位置條件，最好也應注意下列事項。

- 1) 有時湖沼、水庫（水壩）甚至河川會出現水面振動現象（seiche，又稱「氣象海嘯」），降低水位觀測精準度。應先實施調查，將水位觀測所設在不會發生水面振動或振動靜止點（或稱為「節」）的地點。
- 2) 進行內水水位觀測時，應將附近地形與地物納入考量，選擇具代表性的地點。
- 3) 感潮河川感潮區間上游即使不在感潮區間內的地點，若近年來河床降低而受潮汐影響變化，在此非感潮區間實施觀測，也應特別在枯水期大潮時事先做好調查。

#### <參考資料>

觀測設備之配置與設置詳細做法，可參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，（獨）土木研究所編著：水文觀測，第3章 水位調查3.2觀測所的配置與位置選定，全日本建設技術協會，2002。

### 3.5 水位觀測所應有的設備

#### 3.5.1 總說

##### <概 說>

範疇1水位觀測所標準設備如下：

- 1) 自記水位計（含自動記錄裝置，必要時應有自動數據傳送裝置。）
- 2) 水位標（量水標）與水準基標
- 3) 標誌

河川的自動水位計與水位標設置標準是，須能如以下說明精確計測水位之範圍。

計測下限：水位標須能計測高出以往最低水位1m以上的水位。自動水位計須能計測出比以往最低水位低過0.5m水位。

計測上限：無堤防的區間，必須能計測出計畫洪水位（洪峯水位）或比過去最高水位高1m以上的水位。有堤防的區間，須比堤防頂高過0.5m的水位。

設置在河川以外的水位計，也應配合其目的設置，不遺漏地計測到事先設定範圍的水位。

若能明確區分低水計畫、管理或高水計畫、管理之目的，就應針對各該目的設置能觀測該設定水位範圍的設備。

範疇2與範疇3等實施的簡易觀測設備，依觀測目的設置，即使水位標、水位基準、標誌也無妨。

#### <參考資料>

水位觀測所設置詳細說明，可參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，（獨）土木研究所編著：水文觀測，第3章 水位調查3.4觀測設施，全日本建設技術協會，2002。

#### 3.5.2 自記水位計

##### （1）自記水位計應滿足要件

##### <必 須>

範疇1觀測所使用的自記水位計，須能記錄並輸出水位之時間平均值。但若採用只配備自記紙自動記錄裝置而不需配備自動傳送裝置的自動水位計，不在此限。

數據顯示與紀錄等功能的自動記錄裝置與自動數據傳送裝置，須設置在堅固基礎上，並須是在洪水之際也不會被淹到的高處地點。

水位最小讀取單位原則是1/100 m。要求高精準度時，可降低最小讀取單位。

#### <標準>

用來顯示與記錄數據的自動記錄裝置與自動數據傳送裝置，應盡可能設在即使發生洪水時也能抵達之場所。

此外，這些裝置標準做法是須有水位計，且該水位計須取得能滿足水位計所需性能之測試合格證明書。

## (2) 自記水位計之選定・設置

#### <標準>

選定及設置範疇1觀測所使用自記水位計基準時，應掌握水位計設置場所的水理特性與地形，配合計測目的即使在出現洪水或枯水等異常狀況，也能讓水位計穩定持續取得從最低水位到最高水位的數據，並須達到必要精準度、在該設置地點條件下維護管理、經費不超支等，據此綜合判斷，選定適宜的機種與設置位置。

#### <例示>

主要自記水位計選定的參考事項，如下。

表2-3-2 主要自記水位計比較選定時的參考事項

水位計種類	選定時的參考事項
(1) 浮筒式水位計	感應器本身無電子零件，電源異常或中斷時容易處理，過去已有長期蒐集、累積水位觀測數據的成果。但須做好設施整備工作，設置觀測井與導水路（導水管），河床變動與土砂輸送劇烈的河川，還須有防止導水路（導水管）被隔絕而遠離水流，或土砂堆積導致阻塞的因應措施。
(2) 磁簧開關式水位計	不需觀測井，利用H型鋼就能簡易完成設置。大多用在河川中下游觀測。若要確保從低水到洪水都能觀測，通常須在同一橫斷面設置複數感應器。另外，須擬定垃圾清除對策，降低流下物對感應器的不良影響。
(3) 氣泡式水位計	這是用來測量氣泡從送氣管出來時壓力的水位計。整個系統已經比早期小型化，不過海外使用這套器材的不多，設置時須注意動水壓、水溫・濁度等導致水密度變化的影響。
(4) 水壓式水位計	只要把感應器固定在水中，設置容易，但須注意動水壓的影響以及高速流水與滾石等可能沖走感應器、造成纜線破裂折斷，水溫與濁度等也可能導致水密度變化。若感應器亦屬壓差檢知型，無法顯示與大氣壓差距，就須補充氣壓的數據。
(5) 超音波式水位計、電波式水位計	不須與水面接觸就能完成計測，感應器可自由設在觀測斷面內任何位置，適合設在高流速地點或河床變動劇烈、主水流容易變動的地點。感應器本身設在空中，因此須降低風振動與設置地基振動影響。此外，使用超音波式時，應補充氣溫數據。
(6) CCTV攝影機	運用CCTV拍攝水位標與橋腳等露出水面的狀況，能計測水位，是能達到危機管理目的、蒐集更多河道管理相關資訊的水位計測方法。若主要是觀測橋腳露出水面狀況，須注意橋腳本身會導致水流受阻、水位往上抬昇現象與對水位高低的影响。

#### <參考資料>

自動水位計不同種類各有其特徵與須注意事項，請參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，（獨）土木研究所編著：水文觀測，第3章 水位調查3.3水位觀測器械，全日本建設技術協會，2002。

### (3) 自動記錄裝置

#### <必須>

水位觀測所須設置自記紙與數據記錄器等自動記錄裝置。

自動記錄裝置應設置在能收納相關器材的觀測小屋或觀測盒內，能無障礙地以無人、自動方式定期記錄確實的觀測數據，並且定期蒐集數據。

但範疇2與範疇3以簡易觀測為目的的簡易水位計，不在其限。

#### <標準>

自記水位計若採取數位顯示與記錄水位裝置，標準做法是必須能以低於1秒的時間間隔取得水位瞬間計測值，且能以10分鐘以下時間間隔顯示並記錄該水位計某一段時間內平均值（波浪等影響除外之水位觀測值）。

此外，若要以水位瞬間計測值作為水位觀測值，須設定取樣間隔（瞬時計測的時間間隔）之平均時間，此時應參照本節3.7.1自記水位計觀測說明。

### (4) 自動數據傳送裝置

#### <必須>

須進行即時觀測的水位觀測所，應建立自動數據傳送裝置（遙測儀）。

#### <標準>

自動數據傳送裝置標準做法是，須具備以低於10分鐘時間間隔傳送數據的機能。

自動數據傳送裝置設置應根據「電氣通訊設施設計要領（案）（通訊編）」。

#### <相關通知等>

- 1) 電氣通訊設施設計要領（案）（通訊編），2013年5月17日，國技電第10號，國土交通省大臣官房技術調查課電氣通訊室長通知。

### 3.5.3 水位標

#### <必須>

水位標乃是以量水板進行水位目視觀測的設備，也可用來校正或補充自記水位計的水位觀測值。

量水板最小刻度單位原則上須為1/100 m。

但若要求更高精準度，也可視必要降低最小讀取單位。

測量水位標的零點標高（零點高）須以水準基標作為基準。因此，本節 3.2 所述之各種水位表示法，應設計成能配合目的相互轉換。

水位標的零點高原則上應設在既往的最低水位之下，但仍應將和上下游相近已設置之水位標零點高的關連納入考量而決定。此外，若有河床疏浚工程等計畫，也應將該工程之影響納入考量。

水位標的設置位置必須能即使夜間或洪水時都能正確讀取刻度。

必須大範圍進行水位計測的河川，應在護岸或堤防坡面設置複數之2m左右的支柱，即使水位上升也能讀取逐漸提高的水位標。

此時，高位、低位的水位標刻度之重複超過0.5m。

水位標即使設置後至少須每年測定一次其零點高。此時水準器的讀取單位為1mm。

#### <標準>

零點高出現變化時，原則上若知道零點高的變化時間點（洪水、地震等），就從該時點補正水位觀測值；若不知該時間點，就根據前年的測定時點進行補正。補正單位為1/100 m。

### 3.5.4 水準基標

#### <必須>

水位觀測所（水位標）零點高與東京灣平均海面（T.P.）及該水系有獨自的統一基準面時，為了定義水準基標（水準標尺）與其基準面的關係，應在水位觀測點附近準用水準點地設置水準基標。不得已用距離標等代用時，須採取堅固之構造。

應藉由定期的水準測量，保持明確地標示其高度。

地盤下陷或隆起的地區，應以推定地盤無變動的水準點作為基準，進行水準測量。

#### <標準>

水準基標的測量精準度為2級水準測量。

### 3.5.5 標誌

#### <必須>

水位觀測所應設置標誌，必要時應設置觀測小屋與柵欄。

標誌上應記載觀測所名稱、水系、河川名稱、設置者名稱、設置年月日、觀測所所在地、緯度・經度、標高（水位標零點高）與河口或合流點的距離、指定水位（水防團待機水位）、警戒水位（氾濫注意水位）。

此外，必要時應記載過往最高水位、計畫洪水位、觀測所編號等參考事項。

#### <參考資料>

標誌相關詳細做法，請參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，（獨）土木研究所編著：水文觀測，第3章 水位調查，全日本建設技術協會，2002。

### 3.6 觀測所登記簿

#### <必 須>

設置水位觀測所並實施水位觀測者，應製作水位觀測所登記簿與附圖。

除了觀測所位置與設施構造等相關諸元，登記簿須記載指定水位（水防團待機水位）、警戒水位（泛濫注意水位）與計畫洪水位（泛濫危險水位），乃至於水位標位置、零點高與觀測機器的變化等，並清楚說明觀測條件之變遷。

水位觀測所須有水位觀測所登記簿與附圖影本。

其樣式須遵照「水文觀測業務規程細則」。

#### <參考資料>

觀測所登記簿相關詳細做法，請參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，（獨）土木研究所編著：水文觀測，第3章 水位調查，全日本建設技術協會，2002。

### 3.7 水位觀測

#### 3.7.1 自記水位計進行觀測

#### <標 準>

自記水位計計測水位時，為了排除波浪的影響，其計測對象必須是某一定時間內取樣的水位瞬時計測值群，然後以該一定時間內所取得觀測平均值作為水位觀測值。

#### <建 議>

自記水位計有許多種類，若採用數位顯示、記錄水位之裝置，用來計算瞬時水位觀測值採樣間隔與平均值的觀測對象時間，最好能將汛期特性納入考量，並且研究是否能採用可避開波浪等週期性的採樣間隔與平均方法。

這項評估尚未完成階段，可暫時設定瞬時水位觀測值採樣間隔為1秒，平均時間整體20秒以上。

#### <相關通知等>

- 1) 水文觀測業務規程，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通達，第3章 觀測。
- 2) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保全局通達，第3章 觀測的實施。

#### <參考資料>

以自記水位計實施觀測相關詳細做法，請參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，（獨）土木研究所編著：水文觀測，第3章 水位觀測3.5觀測，全日本建設技術協會，2002。

### 3.7.2 水位觀測系統的二重化

#### <建 議>

範疇1的觀測，具有河川計畫、管理與危機管理非常重要地位的水位觀測所，應極力避免數據缺測，並且為了持續取得具有整合性的數據，最好能採取觀測系統（感應器與記錄部）二重化。

採取感應器二重化，原則上設置在同一地點或至少是同一橫斷面內。不得已必須在縱斷方向位置有所偏移時，應掌握相互的水位關係，確認水位相關變化。

此外，自記水位計應採取不同機種為原則。

若採取主水位計與副水位計切換，應事先明定切換之基準。

#### <例 示>

觀測系統的觀測數據傳送路線，最好做到二重化（活用無線遙測器與光纖網路），降低數據缺測風險。

### 3.8 水位觀測所的維護與管理

#### <必 須>

觀測設備維護與管理工作，應遵照「水文觀測業務規程」第8章 觀測所之維護與管理、「水文觀測業務規程細則」第8章 觀測所之維護管理等規定。

此外，每項觀測設備應備有記載點檢與維護管理必要事項之點檢記錄簿。

#### <標 準>

觀測設備的點檢是觀測設備維護管理最重要工作。點檢的基本做法是，搭配實施下列綜合點檢與定期點檢。這兩類點檢主要事項標準如下。此外，這類點檢，原則上須記錄並比較以水位標取得的自記觀測值，與自記水位計取得的水位觀測值，盡量每次都校正自記水位計。

- 1) 綜合點檢每年須至少1次（汛期前等。必要時增加次數），針對各該對象設施與設備實施，特別是器械類內部的詳細點檢，包含模擬測試等點檢在內的綜合保守點檢與校正。綜合點檢主要目的是確認測定部（感應器）、記錄部、器械類有無故障，然後實施保守點檢與校正，以提升觀測數據精準度。
- 2) 定期點檢每個月應至少實施1次（實施綜合點檢的月份除外），主要是針對對象設施與設備，特別是器械類外部（含顯示值）進行判斷的點檢。定期點檢主要目的是提早發現測定部（感應器）、記錄部、器械類機能障礙等異常狀況，避免出現觀測數據缺測、出現異常值狀況。此外，進行這幾種點檢原則上必須記錄，比較水位標讀取值與自記水位計記錄值，並且每次都校正自記水位計。



#### < 相關通知等 >

- 1) 水文觀測業務規程，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通達，第8章 觀測所維持與管理。
- 2) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保全局通達，第8章 觀測所的維持管理等。

#### < 參考資料 >

水位觀測所的維持管理與點檢詳細做法，請參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，（獨）土木研究所編著：水文觀測，第3章 水位觀測3.6觀測所的維持管理，全日本建設技術協會，2002。

### 3.9 洪水痕跡水位調查

#### 3.9.1 總說

##### < 概 說 >

洪水痕跡指該當洪水發生時水往上升而在堤防坡面等附著在繁茂植生上的泥巴與垃圾等痕跡。洪水痕跡水位即為任意河道橫斷測線上可確認洪水痕跡的最高地點標高。若能取得許多河道橫斷測線上的痕跡水位，就能了解該汛期時左右沿岸最高水位詳細縱斷分布，這部分就可當作調查洪水流下的束縮段（迴水）、河道彎曲或沙洲達成左右岸之水位差、粗糙係數等洪水流動特性的基礎資料。

一般而言本調查所能取得的水位精準度，低於本節後面3.9.2所述的範疇1水位觀測。另外，洪水痕跡代表該地點最高水位，並無法由此了解洪水達到最高水位之時刻以及在那前後的水位時間變化相關資訊。洪水痕跡調查雖有如此缺點，但在縱斷方向實施密集的測定，亦能取得縱斷水位分布相關資訊。洪水時實施觀測很困難，藉由洪水痕跡調查掌握洪水流動特性，非常重要。其具體做法如範疇2所示。

此外，表2-3-1介紹的簡易觀測，可用更簡便技術與成本測定水位時間變化，因此能在縱斷方向密集實施甚至取得時間變化資訊的水位測定。因此，不妨考慮用這種水位測定方法取代洪水痕跡水位測定，或將這種水位測定方法納入選項乃至於兩種並用。

#### 3.9.2 洪水痕跡水位測定法

##### < 標 準 >

測定痕跡水位標準做法如下。

- 1) 洪峯水位發生後應盡早測定痕跡位置。也可先用打樁或做記號等方式留下標記，之後才測定。
- 2) 判定痕跡基本上根據附著在河岸、高灘地、堤防面植生的泥土。但樹木與莖比較堅硬的草本植物，有時會出現洪水流動時倒伏、汛期後重新站起來導致洪水痕跡高於實際水位位置，因此，進行痕跡判定時須注意比較不同種類植物痕跡高低。此外，洪水護岸上比較難以藉由泥巴附著狀況進行痕跡判定，因此無法取得確切痕跡水位。因此，洪水護岸區間左右兩岸都連續的河道區間，通常設置只能記錄最高水位的簡易水位計等。
- 3) 若以無泥巴的垃圾作為洪水痕跡水位，判定時應盡可能多觀察測定對象周邊的痕跡，去除其中位置較低的部分，採取高度大概一致、約在相同直線上的痕跡群。但設置護岸的堤防與坡面，垃圾有時

不會停留在最高水位位置，反而堆積在小段的平坦面上。實施上述觀測之後，類似這樣的垃圾有時也可採用作為痕跡群。但類似這樣在護岸上（特別是在小段平坦面上）取得的洪水痕跡，精準度有時會比較低，因此實施測定應事先說明這種狀況。此外，有時護岸區間左右兩岸都連續的河道，可設置只記錄最高水位的簡易水位計。

- 4) 根據以上做法可取得左右岸的洪水痕跡水位。洪水痕跡水位至少應定期橫斷測線測定，但和低水路寬度相比、定期橫斷測線間隔較大的河川，在與低水路寬度相同程度的縱斷間隔，應至少測定 1 個以上的洪水痕跡水位。

#### <建 議>

洪水痕跡水位和流量數據，容易受以粗糙係數逆算等汛期相關水理檢討結果而受影響，因此建議掌握洪水痕跡水位精準度時，先和精準度較高的水位測定值比較，才加以確認。

圖2-3-1乃是以全國河川為對象，指出洪水痕跡水位的誤差與河床坡度關係。此外，計算誤差的方式是利用事先設在已實施洪水痕跡水位測定斷面（地點）內的自記水位計與普通水位計等，將得到的水位暫定為真值，然後用下列公式算出。

$$\text{誤差} = (\text{洪水痕跡水位}) - (\text{水位計、普通水位計等所測得的水位}) \quad (2-3-1)$$

圖2-3-1顯示，河床坡度越大，測得的水位高低落差越大。此外，幾乎相同坡度的河川洪水痕跡水位誤差分布特性，大致上是以零為中心，正負同樣有高低落差等的傾向。但誤差原因尚未充分研究與了解，因此，圖2-3-1基本上只提供作參考。

因此之故，河川上下游坡度變化大、洪水痕跡高低落差大的河川，測定洪水痕跡水位最好縮短縱斷間隔，並且多地點實施。

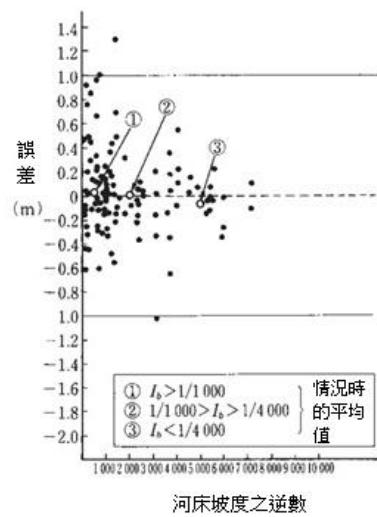


圖2-3-1 洪水痕跡所顯示之誤差與河床坡度之關係

出處：河道特性相關研究，建設省河川局治水課・土木研究所，第42屆建設省技術研究會報告，1988。

## 第2章 水文・水理觀測 第4節 流量觀測

### 目次

第4節	流量觀測.....	1
4.1	總說.....	1
4.2	流量觀測方法.....	2
4.2.1	流量觀測方法的分類.....	2
4.2.2	流量觀測方法之選定.....	4
4.3	流量觀測所的配置與設置 .....	4
4.3.1	流量觀測所的配置.....	4
4.3.2	流量觀測所設置場所之選定 .....	5
4.3.3	觀測設施應具備之設備.....	6
4.3.4	觀測所的維護與管理.....	8
4.4	觀測 .....	8
4.4.1	總說.....	8
4.4.2	觀測次數 .....	8
4.4.3	器材的管理.....	9
4.4.4	流速計的檢定.....	9
4.4.5	觀測要領之交付.....	10
4.4.6	精確度確保之留意事項.....	10
4.4.7	確保安全的注意事項.....	11
4.4.8	現地記事本記錄與保管.....	11
4.5	可攜式流速計的流速計測法 .....	12
4.5.1	總說.....	12
4.5.2	依水理條件選定流速計時的注意事項 .....	12
4.5.3	測定次數、測線與測點（標準法） .....	12
4.5.4	測定次數、測線與測點（精密法） .....	14
4.5.5	流量計算的流程順序.....	15
4.6	浮標計測流速的方法（浮標測法） .....	16
4.6.1	總說.....	16
4.6.2	附帶設施.....	17
4.6.3	流速測線.....	17
4.6.4	浮標的種類.....	18
4.6.5	浮標之流速測定.....	19
4.6.6	浮標測法之流量計算.....	20
4.7	船上搭載ADCP（超音波都普勒流向流速計）流速計測的方法 .....	20
4.7.1	總說.....	20
4.7.2	流速分布計測方法.....	21
4.7.3	流量計算.....	23
4.8	非接觸型流速計測法.....	24
4.8.1	總說.....	24
4.8.2	電波流速計的設置與附帶設施 .....	24

4. 8. 3	流量計算.....	24
4. 8. 4	維護管理.....	25
4. 9	超音波流速計測法（脈衝傳播時間差法） .....	25
4. 9. 1	總說.....	25
4. 9. 2	超音波流速計測法之流速測定 .....	25
4. 9. 3	超音波流速計測法之流量計算 .....	26
4. 9. 4	維護管理.....	27
4. 10	使用水理構造物的方法.....	27
4. 10. 1	總說.....	27
4. 10. 2	堰測法種類與注意事項.....	28
4. 10. 3	有可動閘門之堰的要件.....	28
4. 10. 4	溢流水深測定.....	28
4. 10. 5	以堰量測法之流量計算.....	28
4. 11	流量連續數值之計算.....	29
4. 11. 1	總說.....	29
4. 11. 2	水位流量曲線製作的基本要領 .....	30
4. 11. 3	水位流量曲線更新.....	31
4. 11. 4	曲線分離.....	32
4. 12	特殊場所的流量觀測 .....	32
4. 12. 1	結冰河川的注意事項.....	32
4. 12. 2	河口感潮區的注意事項 .....	33

## 第2章 水文・水理觀測

### 第4節 流量觀測

#### 4.1 總說

##### <概說>

本節說明實施河川流量觀測所需技術性事項。

河川流量指單位時間內通過河川橫斷面的水量（土砂流送量的說明，見第6章）。

流量觀測乃是為了適切進行河川規畫與管理，掌握水流從流域往河道流出過程以及河道內流動過程，以便推動河川、砂防相關計畫與工程、設施維護管理、環境整備與保全、洪水或枯水等水患因應措施之最基本調查項目之一。

流量觀測數據具體活用事例如下。

- 1) 正確掌握流域主要地點的流量時間變化，建立能精確重現實際狀況的水文流出模型與河水流動模型。
- 2) 掌握河道內水流流動狀況與河床變動趨勢，預測河床局部沖刷與堆積狀況，有效率地做好災害預防等河川管理工作。
- 3) 重新修正水權，正常流量設定之活用。
- 4) 水壩與堤防等流水控制設施之規畫，設施運用管理之活用。

本節主要檢討本章第1節總說提到3種範疇之範疇1（參照表 2-1-1），除非特別強調，否則主要是說明範疇1之流量觀測。本節提到的基準除非特別說明，基本上都是根據水文觀測業務規程，以實施定常業務觀測為前提。

此外，流量為範疇3.1、3.2的基本量、也可能列入範疇2之對象。本節內容也能作為這些範疇觀測方法檢討時參考，不必侷限於範疇1。

所取得流量觀測值的稽核與數據整理、保存，實施時應根據本章第5節水文資料之整理保存與品質管理。

##### <相關通知等>

- 1) 水文觀測業務規程，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通報。
- 2) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保全局通報。

##### <參考資料>

所取得流量觀測值的稽核與資料整理・保存，參照本章 第5節 水文資料之整理・保存與品質管理。本節所未規定流量觀測詳細要領與國際性流量觀測技術基準之關係，請參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，全日本建設技術協會，2002。
- 2) 國土交通省中部地方建設局河川部河川調整課：以圖畫呈現的水文觀測，(一社)中部區域社區發展協會，2001。
- 3) WMO：Guide to Hydrological Practice，2008。
- 4) ISO748Hydrometry—Measurement of liquid flow in open channels using current meters or floats，2007。

## 4.2 流量觀測方法

### 4.2.1 流量觀測方法的分類

#### <概說>

流量觀測方法大致有以下 3 種。

- 1) 在河川橫斷面藉由流速計測值與水位觀測等所算出的斷面積值，依（流速）×（面積）計算而得出流量的方法（流速斷面積法）。
- 2) 在堰壩等水理構造物的適當位置計測水深（若依據水位觀測結果算定），然後依據越流公式等算出流量的方法（水理構造物法）
- 3) 利用洪水痕跡水位等水位觀測結果，然後依據開水路水流的水理學見解，算出流量之間接計測法

本節主要採用上述觀測方法之中的 1) 與 2) 為對象。

3) 係依據本章第1節總說所介紹範疇 3.1（參照表 2-1-1）觀測、分析流量的方法。其作法乃依本章第7節河川流動的綜合性予以掌握。

#### <例 示>

國內外常用的流量觀測方法，主要例子如表 2-4-1。依不同方法特性，根據該觀測屬本章第1節總說所介紹 3 種範疇之中的何者，選定適合的觀測方法。

又，在此所謂固定式觀測法，乃是在一定地點以無人、自動連續觀測感應器，將該感應器固定設置在能觀測流量場所之設置型觀測。另一方面，非固定式觀測法乃是在實施觀測作業的時間，在流量觀測地點運用可攜式感測器等進行隨機觀測。日本流量觀測方法較被一般人熟知的，主要是低水時運用可攜式流速計的流速計測法，以及洪水時的浮標測法，都屬於非固定式觀測法。非固定式流量觀測法取得的流量觀測數值，基本上只限於現場實施觀測作業某日某時之值。若需取得任何日期與時間點的水文統計資料也就是連續性流量觀測數值，通常應使用固定式流量觀測法，或搭配使用水位流量曲線法。

表2-4-1 主要流量觀測方法的種類

分類			名 稱	直接 測定對象	說 明	
流速斷面積法	以感應器進行計測的流速計測法		浮標測法	水體 平均流速	在直線上設定一定區間，將浮標從該區間上游放流下來，然後上游到下游距離除以流下來的時間，即可算出流速的方法。	
			色素投入法・稀釋法等	某代表性流速	水淺而浮標無法使用時，可以投入螢光粉等色素或化學物質而測定其主要流速。	
	讓流水接觸感應器的流速計測法	可攜式流速計	迴轉式流速計測法	橫斷面內點流速分布	將迴轉的測定部投入於流動的水面下，根據其迴轉次數測定流速。有水車或螺旋槳的橫軸型（廣井式流速計等），以及將圓錐型杯的縱軸型（普萊斯流速計）兩種。	
			可攜式電磁流速計測法		電磁式流速計，可根據人工製造磁場內水流動所產生之起電壓測定流速。	
		船搭載	ADCP（超音波杜菁樂流向流速計）計測法	橫斷面內流速分布	運用超音波脈衝效果測定斷面內三維元流向與流速分布的機器。這種測定器可搭載橋上繫留船等，一面移動一面進行測定，能短時間完成大面積水面與大水深領域通過斷面內流量。此外，若固定於河床等地點，可測定該地點流速分布的時間變化。	
			水中固定		超音波流速計測法（脈衝傳播時間差法）	特定深度的平均流速
	H-ADCP 法	ADCP水平方向設置，根據超音波反射波的脈衝效果，測定橫斷方向流速分布。中小河川也可只靠單邊岸上感應器建立完整測定系統。				
	非接觸型流速計測法	可固定式觀測的連續觀測法			開水路電磁流量計測法	斷面平均流速
			杜菁樂（電波式、超音波式）	表面流速	從設在橋下等地點的感應器，以某種俯角將電波或超音波射向流水表面並根據其反射波頻率變化測定表面流速。目前只能在流速約0.5m/s以上的地方才能觀測流量。	
			影像處理型（PIV 法等）		以設在河岸的攝影機拍攝洪水時上游流下來的漂流木或垃圾、波紋，然後運用影像分析測定表面流速。有些地點能進行有效的流況分析，但容易受天候、日照等變化影響。	
	水理構造物法			堰壩測法等	水深	可測定三角堰或梯形堰自由越流時的越流水深，運用實驗等方法取得流量公式再換算成流量。
水面坡度斷面積法			非固定式觀測法	坡度斷面積法	水面坡度等	設定河川斷面粗度，然後從洪水痕跡等推算水位、水面坡度等，算出流量。

- ※ 非接觸型流速計測法一般而言乃是將感應器固定設在橋下桁架等地點，屬於固定式流量觀測法，但也可將可攜式非接觸型感應器（小型電波流速計或攝影機）臨時設在橋上等地點，採非固定式流量觀測法。
- ※ 表 2-4-1 所未記載的水位流量曲線法，乃是各種不同水位使用上述方法所蒐集的流量觀測值，做成可連續評估流量的關係式，這種觀測方法必須以前述流量觀測法（特別是非固定式觀測法）成立為前提，因此不算是流量觀測法。



- ※ 「水面坡降斷面積法」是間接計測法之中最單純的方法之1。本章第1節總說所介紹範疇3.1（參照表 2-1-1）之中最能掌握對象河川區間水理系統，取得更多流量情報的方法。操作方法參照本章第7節「河川水流之綜合掌握」。
- ※ 近年來也有人提議，不應只是將各點流速計測值區分斷面的區分流量直接加起來，而應同時將這些計測值群所應滿足的水理條件納入考量，計算其流量。
- ※ 計測方法的測定對象為表面流速時。可利用洪水時的航空測量，運用卡麥隆效果之計測原理，快照式（snapshot）地計測表面流速，能從面的角度廣泛掌握洪水流特性。

#### <參考資料>

上述各種觀測・分析方法概要，可參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，pp.376 第4章 流量觀測，全日本建設技術協會，2002.
- 2) Herschy: Hydrometry – Principles and Practices (2nd ed.) , John Wiley & Sons , p.376 , 1999.
- 3) 木下良作：以空照分析洪水流之目前做法與今後課題，土木學會論文集，No.345II-1，pp.1-19，1984.
- 4) 二瓶泰雄，木水啓：建立整合H-ADCP觀測與河川流動計算的新型河川流量模擬系統，土木學會論文集B，Vol.63 No.4，pp.295-310，2007.

### 4.2.2 流量觀測方法之選定

#### <必須>

選定流量觀測方法應考量流量觀測所之設置目的、設置條件、流量規模、必要精確度、觀測頻率等，掌握前項所列各種方法現階段之精確度、可靠性、適用範圍、勞力與成本等特性，選擇適宜方法或組合不同方法，實施流量觀測（也請參照本章 第4節 流量觀測 [4.5](#)～[4.10](#)）。

### 4.3 流量觀測所的配置與設置

#### 4.3.1 流量觀測所的配置

#### <必須>

河川規畫與管理上的重要地點，依其必要性設置用來掌握範疇1 流量觀測的流量觀測所。

#### <標準>

流量觀測所以設在能連續掌握從低水到高水流量地點為標準。

但若流量觀測所設置為低水計畫・管理或洪水計畫・管理之特殊目的時，不在此限。

#### <例示>

適合實施流量觀測的地點如下。

- 1) 管理區間最上游端附近（主流・支流）
- 2) 重要支流合流後及該支流之下游端（迴水區間除外）

- 3) 重要派川（沖積扇眾多支流）之分流前後
- 4) 洪泛地、湖沼、水庫（水壩）流出口及其下游地點
- 5) 掌握流水調控設施之上下游、伏流、回歸、適宜的取水、正常流量設定等，須掌握水收支之地點
- 6) 水面坡降或河道寬、區段等河道條件有變化地點之前後

#### 4.3.2 流量觀測所設置場所之選定

##### <標準>

觀測所應設在滿足以下 1) ~ 5) 條件的場所為標準。

- 1) 能設置水位觀測設施的場所
- 2) 以下能穩定實施流量觀測的場所
  - a) 流路與河床變動較少的場所
  - b) 流路中無淺灘與深潭，衝水部安定的場所
  - c) 對岸與觀測斷面周邊視野良好的場所
  - d) 能在同一場所或相距不遠處實施低水流量觀測與高水流量觀測的場所（觀測目的特化為低水或高水的觀測所時除外）

使用浮標測法的觀測所還須滿足以下 e) ~ h) 條件。

- e) 能確保超過測定浮標流下時間之直線區間所需距離的場所
  - f) 洪水中水平方向・垂直方向流速分布變化不大的場所
  - g) 能設置浮標投下的場所，或有橋而能安全且確實地將浮標投到必要測線之場所
  - h) 無阻礙水流之立木與構造物等的場所
- 3) 容易進行觀測所維護管理的場所
- 4) 實施觀測作業時較少危險、安全的場所
- 5) 其他
  - a) 以水位流量曲線法實施流量連續評估觀測所，應避開與大河川的合流點、堰壩等水位調控設施正上游地點，以及感潮區間等會受下游水位影響的地點。
  - b) 採用固定式觀測法（運用水理構造物的方法除外）的觀測所，一般而言須比較非固定式觀測法所取得觀測值之同時刻流量，據此校正・檢證，因此，採用固定式觀測法（運用水理構造物的方法除外）的場所，原則必須可使用校正用之觀測亦即非固定式觀測法。

##### <參考資料>

流量觀測所配置・設置詳細做法，參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4・2 觀測所配置與位置選定，全日本建設技術協會，2002.

### 4.3.3 觀測設施應具備之設備

#### (1) 總說

##### < 必 須 >

流量觀測所應有以下設備。

- 1) 水位觀測設施
- 2) 指示觀測斷面的流量觀測所橫斷線標示處
- 3) 標誌
- 4) 流量觀測所需的觀測裝置及附帶設備

##### < 必 須 >

在影響流量觀測的河川區間內，須確保手順的水流，因此，須將立木伐除、除草、除去障礙物、斷面保全等必要的維持管理工作。

採浮標測法時，上述區間範圍是從浮標投下斷面上游約50m到第2預估斷面下游50m的範圍。

#### (2) 各觀測方法注意事項

##### < 必 須 >

各觀測方法的設置，須注意以下事項。

- 1) 水位觀測設施須設置 本章 第3節 「水位觀測 [3.5](#) 水位觀測所」之應有設備。
- 2) 以浮標測法計測時，流量觀測所橫斷線標尺須設置夜間也可用照明等進行目測的目測樁。
- 3) 固定式觀測法在現地應設觀測裝置。但並非必須是恒久設置，只需觀測期間使用的臨時裝置亦可。
- 4) 使用非接觸型流速計測法，須同時設置風向風速計之配套設備。

##### < 參考資料 >

流量觀測所觀測設備詳細做法，可參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4·3 以可攜式流速計觀測流量（流速計測法） 4·4 以浮標進行流量觀測，全日本建設技術協會，2002.

#### (3) 流量觀測所橫斷線

##### < 必 須 >

流量觀測所應在與流心呈直角的方向設置流量觀測所橫斷線，並設置可顯示該當橫斷線位置的橫斷線標示。

##### < 標 準 >

橫斷線數目與間隔應依不同觀測方法，採用下表2-4-2之標準做法。

表2-4-2 橫斷線數目與間隔之觀測方法

方 法	橫斷線設置處數	備 考
浮標測法	2 處	<p>浮標測法兩個點橫斷線標示處（第 1 與第 2 目視樁）之間的距離，為了降低流下時間計測的誤差，以最大流速 <math>\times 10</math> 秒<math>\sim 15</math> 秒左右的距離（估約 50m 以上）為標準。</p> <p>但即使在該直線區間內，也可能因為高灘地、植生等因素造成大規模亂流或旋渦，浮標無法正常流下，此時可縮短直線區間距離，並且為了降低流下時間計測等之誤差，相同測線投入更多浮標，以增加計測次數。</p>
上記以外	1 處	設定實施流量觀測的斷面。

#### <標 準>

流量觀測所設置的水位觀測設施，標準做法是設在流量觀測所橫斷線（設兩處時，與流心成直角的測線中任何一處的橫斷線）上面。

#### <參考資料>

流量觀測所設置橫斷線相關詳細做法，可參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4·3 以可攜式流速計進行流量觀測（流速計測法） 4·4 以浮標進行流量觀測，全日本建設技術協會，2002.

### （4）流量觀測所橫斷線的橫斷面測量

#### <必 須>

流量觀測所橫斷線須針對每條橫斷線實施橫斷面測量，做成流量觀測所橫斷圖面。

#### <標 準>

流量觀測所的橫斷圖面，是以汛期前實行橫斷面測量，作為修正之標準。

確認已有洪水等造成河床變化的情況時，應速實施橫斷面測量，加以修正。

採用水理構造物時，除非構造物變形或堆砂，否則不必重新測量、修正。可動閘門的堰壩，應經常做好閘門開度的記錄。

又，河川橫斷面深淺測量一般是使用第22章測量・計測方法。

### （5）標 誌

#### <必 須>

流量觀測所附近應立標誌說明觀測所名、水系・河川名、設置者名、設置年月日、觀測所所在

地、標高（水位標・零點高）、距離河口多遠，或位於支流時與合流點的距離，以及觀測所編號，必要時周圍應設防護柵等。

水位流量觀測所之標誌無需另外標示「水位觀測所」。

標誌須參照本章 第 3 節 水位觀測3.5.5製作。

## （6）登記簿

### < 必 須 >

設置流量觀測所之流量觀測者，須準備流量觀測所登記簿與附圖（含流量觀測所橫斷線的橫斷測量圖）。

流量觀測所登記簿須記載觀測所位置與設施構造等相關諸元。

既有的流量觀測所委辦流量觀測時，應比照辦理。

流量觀測所應備妥流量觀測所登記簿與附圖影印本。

參照本章 第3節 水位觀測3.6觀測所登記簿製作。

### < 相關通知等 >

- 1) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日修定，國水情第45號，國土交通省水・管理 保全局通報。

## 4.3.4 觀測所的維護與管理

### < 必 須 >

河川管理者實施觀測所的維護與管理，應遵照「水文觀測業務規程」第 8 章 觀測所的維護與管理、「水文觀測業務規程細則」第 8 章 觀測所的維護管理等。此外，每個觀測所都須準備用來記錄點檢與維護管理所需事項的點檢記錄簿。

### < 相關通知等 >

- 1) 水文觀測業務規程，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通報，第8章觀測所的維持與管理。
- 2) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日改定，國水情第45號，國土交通省水・管理保全局通報，第8章觀測所的維持管理等。
- 3) 河川砂防技術基準維持管理編（河川編），2013年5月改定，國土交通省水管理・國土保全局。

## 4.4 觀測

### 4.4.1 總說

#### < 概說 >

本節4.4說明實施範疇 1 流量觀測時的共通注意事項。

### 4.4.2 觀測次數

#### < 必 須 >

低水流量觀測必須針對各種不同水位多次觀測。

高水流量觀測不可只偏重做大規模的，而應連同中規模洪水部分也儘量做更多的洪水觀測。

#### <標準>

低水流量觀測每年實施 36 次以上為標準。

能連續實施流量評估的固定式觀測法，在其可觀測的流況範圍內，低水時每正時實施一次，洪水時以低於每10分鐘的間隔實施連續觀測，並應保存觀測結果。

#### <標準>

洪水流量觀測的標準作法是，不僅洪水上升期，就連洪水下降期也應實施。

在適宜的時間點儘量進行觀測，可避免需透過外插水位流量曲線推定洪水洪峰流量。

非固定式觀測法在洪峰流量觀測之外的觀測間隔，應每小時實施一次為標準，但仍應依觀測所之出水狀況、出水特性判斷之。

#### <建議>

以非固定式觀測法在急劇增減水的洪水觀測時，觀測間隔最好小於 1 時間。

#### <建議>

旱季時若水位低到不能適用（外插）前年度的水位流量曲線，最好確保觀測頻率或實施精密流量觀測，確保觀測精準度。

#### <參考資料>

觀測次數・頻率相關的判斷參照下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4.4以浮標進行流量觀測(pp.147-148) 5.6水位流量曲線，全日本建設技術協會，2002.

### 4.4.3 器材的管理

#### <必須>

流量觀測所之器材應適切管理，以便隨時發揮或保持所定之機能。

#### <參考資料>

不同觀測方法所需器材之詳細內容，參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章流量觀測，全日本建設技術協會，2002.

### 4.4.4 流速計的檢定

#### <必須>

流速計須實施檢定（係數試驗）或作用相同的精準度檢證，確認是否能維持流速計所需之精準度，在確保必要精準度的流速範圍內，進行流速計測。檢定（係數試驗）結果的有效期限，不可超過 1 年。

迴轉式流速計與電磁流速計等可攜式流速計，須在流速計檢定所(係數試驗所)檢定（係數試驗）。

此外，ADCP或電波流速計等運用脈衝效果為原理的流速計，在確認其擁有超音波與電波收發訊息性能的前提下，也可用來代替上述精準度檢證。

流速感測器所需之精準度依河川流量觀測目的而定，其中就觀測對象流速範圍而言，最少需確保在5%之內。

#### <標準>

流速計計測特性若有變化之虞，標準作法是應立刻進行檢定（係數試驗）或作用類似的精準度檢證。

### 4.4.5 觀測要領之交付

#### <必須>

流量觀測負責人須擬定觀測要領，且將該要領交付給現場流量觀測作業的觀測員。

#### <標準>

觀測要領應列舉下列事項。

- 1) 觀測之目的與意義
- 2) 觀測設施的使用方法
- 3) 觀測機器的操作方法
- 4) 觀測記錄的整理方法
- 5) 觀測時的注意事項
- 6) 臨時觀測的基準
- 7) 其他必要事項

又，5) 觀測所需注意事項之中，包括器材故障處理方法以及連絡對象、觀測異常值時應通報對象等。

此外，7) 其他必要事項包含作業的安全對策，都應列入。

### 4.4.6 精準度確保之留意事項

#### <必須>

範疇1 之主要流量觀測法，須充分掌握觀測地點的水理、水文特性，並確保斷面整體流量觀測值精準度。因此，需先充分了解各種不同流量觀測法的原理與運用實況，以及觀測地點的水理、水文現象實際狀況，觀測精準度有降低之虞時，應彈性運用基準規定，確保流量觀測值之精準度。

特別是洪水時之流量觀測，經常伴隨出現急劇的增減水，須緊急且迅速觀測，但水位急劇上升等狀況無法及時實施觀測作業，就很難確保必要的流速測線數目。此時在優先考量觀測作業所需迅速性前提下，最好優先實施能取得更多流量觀測時系列數據的流量觀測。

此外，評估有時會因為觀測地點水理、水文特性與周邊狀況變化而無法以非固定式流量觀測方法進行時，應以併設固定式流量觀測機器等方法，努力防止缺測。

#### <例 示>

流量值觀測精準度有降低之虞的例子如下。

- 1) 以可攜式流速計或浮標測法進行流量觀測，若洪水時水位變動太大，測線間隔變成太小而需更長時間才能完成測定，該期間內的水位變動可能降低流量觀測整體精確度。解決方法是，應同時多組觀測作業並行、活用橋上操作艇搭載ADCP法、或非接觸型流量計測法等方法。
- 2) 在高灘地寬闊複斷面實施浮標測法時，因為會優先等間隔之測線間隔施測，因此很難精確重現洪水主流部低水流路部之流速分布，有時就會降低斷面整體的洪水流量觀測精準度。這種情況解決方法包括，掌握過去觀測實際成果，變更測線位置，讓每個區分斷面的區分流量都幾乎等值；或在區分流量相對大的地點密集設定測線，以及活用橋上操作艇搭載ADCP法等方法。

#### 4.4.7 確保安全的注意事項

##### <必 須>

現場觀測員除了須穿著救生衣，也應考量流水從低水路滿檔附近往高灘地的急速變化狀況，事先想好水位突然急速上升等危險狀況時，可確保觀測與避退機制之正常發揮，以及觀測員現場作業安全的對策。

#### 4.4.8 現地記事本記錄與保管

##### <必 須>

現場觀測員須在記事本記載觀測次數、觀測年月日、時刻、觀測流量、觀測方法、該流量計算方法等。各種不同觀測方法事先擬定其記事本格式。

記錄現在觀測數據的記事本應確實保管。流水帳保存期限詳細做法，遵照「水文觀測業務規程細則」。

##### <相關通知等>

- 1) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保全局通報，第3章觀測的實施。

##### <參考資料>

進行流量觀測時各種注意事項以及流水帳詳細做法等觀測要領，請參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章流量觀測，全日本建設技術協會，2002。



## 4.5 以可攜式流速計的流速計測法

### 4.5.1 總說

#### <概說>

可攜式流速計的流量計測法，應配合河川水面寬度與水深，事先設定計測點計測流速，再將該流速乘以其所代表的區分斷面積，算出每個區分斷面流量，再將這些流量的全斷面加總起來算出流量。因此，每次觀測都須搭配水深測定與流速測定。

#### <參考資料>

以可攜式流速計實施流速計測法詳細操作要領，參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章流量觀測 4.3可攜式流速計實施流量觀測（流速計測法），全日本建設技術協會，2002.

### 4.5.2 依水理條件選定流速計的注意事項

#### <標準>

觀測地點在感潮河川、河口附近，或河川分合流部附近，很難避免低水位河床地形等所導致的河水迴流現象，有時也會出現逆流與側流等水流混亂狀況，或者流速方向無法和橫斷線垂直的狀況。在這類條件下實施觀測，標準作法是採用能測定水流流向與橫斷線夾角（方位角）的流速計。

此外，使用可攜式流速計必須注意，這種流速計多半有確保必要精準度的水深範圍（從表面算起的深度，及與河床的距離）限制。選定能配合在應施測測點的流速計。

### 4.5.3 測定次數、測線與測點（標準法）

#### （1）測定次數

#### <標準>

水深測定應在同一橫斷線上，去程與回程各施測一次。

測定流速，應配合上述去程或回程的水深，在與水深測定相同橫斷線的各測點施測。但若洪水期水位與流速變化太大，不在此限。

#### （2）測線

#### <標準>

水深測線與流速測線應依下表在橫斷方向所定間隔為標準設定之。

表2-4-3 水面寬度與水深測線間隔、流速測線間隔

水面寬度 (B) m	水深測線間隔 (M) m	流速測線間隔 (N) m
10以下	水面寬的 10~15%	N = M
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

**< 標準 >**

水深測線標準是在橫斷線的鉛直面之流速測線上，以及相互緊隣流速測線中央（圖 2-4-1）設置為標準。此外，兩岸和流速測線外側死水域接觸境界，各設 1 處水深測線。

**< 建議 >**

若橫斷面形狀與流速分布太複雜時，縮短測線間隔，增加測線密度地進行。

**（3）測點****< 標準 >**

流速測點採取流速測線垂直方向測定水深 20% 以及 80% 地點流速的「二點法」為標準。

此外，有時因為流速計（及鉛錘）尺寸的關係，水深較小時在 20% 水深測定，流速計感測器會浮出水面，或者 80% 水深位置時無法在必要之地點設測點，而難以實施「二點法」。因此二點法所需水深可用以下公式計算出來，因此若水深低於必要水深，基本上應在水深 60% 處實施「一點法」。

## 1) 以測桿測定時

二點法之必要水深 = (測桿最下端與流速計中心點之距離) × 5

## 2) 流速計綁鉛錘進行測定時

二點法的必要水深 = (鉛錘最下端與流速計中心之間距離) × 5

**< 參考資料 >**

上述測線與測點相關基準妥當性的驗證事例，參考下列資料。

- 1) 今村仁紀，深見和彦，天羽淳：河川低水流量觀測技術基準的再評估，土木技術資料，vol.48 No.1，pp.66-71，2006.

#### (4) 各測點的流速計測

##### < 必 須 >

流速計測須先確認流速計感測部正確保持在所定器深，才開始計測。

各測點應確保超過20秒的有效測定時間，且需至少反覆測定二次。兩者之間有明顯差異（超過10%以上）時追加一次計測，確保有二個差異較小的計測值，然後算出平均值，作為該測點流速值。

此外，「所定器深」指本節 4.5.3(3)測點所規定水深。「正確保持」指流速計方向與流速方向相同，即使鋼索傾斜，器深也能達到正確測點位置。

##### < 標 準 >

算出流量觀測值所需各測點流速，乃是與測線垂直方向的流速成分。因此，若流向明顯偏離觀測斷面垂直方向，標準作法是先同時計測偏離垂直方向的角度，然後換算成通過垂直方向的流速成分。

##### < 參考資料 >

以流速計測注意事項詳細操作要領，參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4.3可攜式流速計進行的流量觀測（流速計測法），全日本建設技術協會，2002.

#### 4.5.4 測定次數、測線與測點（精密法）

##### < 必 須 >

若流速分布不規則、混亂等水理條件不佳觀測地點，導致無法以標準法確保必要之精準度，應運用精密法測定，確保測定精準度。

特別是感潮區間或河口附近等塩水侵入的「密度成層」地點，或者低水位等狀況河床地形使流水迴入、導致流速分布不規則、混亂。在這種無法忽視的條件下進行流量觀測，須使用精密法。

以精密法實施流量觀測，和同時以其他觀測法取得的流量值差異，應分別記入記事本、觀測流量表與水位流量曲線圖。

##### < 標 準 >

以精密法測定時標準做法如下。

##### 1) 測線

水深測線與流速測線の間隔都須是標準法的1/2。

##### 2) 測點

從水面到河床的區間，等間隔劃分10處測點。

此外，水深不足 2m 時實施精密測定，測定間隔應為20cm，並須確保可能範圍內可取得足夠測點數（垂直方向測點數可低於 10 處。）。

##### 3) 各測點的流速計測

各測點應確保超過60秒的有效測定時間，且需至少反覆測定二次。兩者之間有明顯差異（超過

10%以上)時應追加一次計測，確保有二個差異較小的計測值，然後算出其平均值，作為該測點流速值。

#### <建 議>

若誤差原因推測是流速分布混亂所致，實施精密法最好在以下設定的測點進行計測。

- 1) 水深2m以上時，以20cm為測定間隔下限值，確保有10處以上測點。
- 2) 水深不足2m時，應活用小型流速計，以10處之內為目標，儘量多設測點。

#### <參考資料>

依上述說明適用精密法的例子，請參考下列資料。

- 1) 今村仁紀，深見和彦，天羽淳：河川低水流量觀測技術基準的再評估，土木技術資料，vol.48 No.1，pp.66-71，2006.

### 4.5.5 流量計算的流程順序

#### <標 準>

可攜式流速計。根據流速計測計算流量標準作法如下，

- 1) 流量觀測開始時，先測定水位。
- 2) 水深須是各水深測線來回測定二次得的平均值。
- 3) 在水深去程（或回程）進行測定時，各流速測線應配合水深值決定垂直方向測點，每個測點都測定二次流速。垂直方向平均流速值，須是同一測點各實施二次測定流速的平均值，以此算出各流速測線的流速平均值。
  - a) 採取二點法時，以各自測點的平均流速值作為平均值
  - b) 採取一點法時，以單一測點作為測點平均流速值
  - c) 採取精密法時，先畫出直線連結各測點流速的垂直方向流速分布曲線，用梯型面積計算法算出曲線內面積，再除以水深得到的值（參照圖2-4-2）。水面流速是最靠近水面測點的流速值，河床流速可視為零。
- 4) 流量觀測結束時測定水位，和開始時的水位平均，其值便是流量觀測水位。
- 5) 橫斷面之中一個流速測線垂直方向平均流速值所代表的區段斷面積，設定為可抵達與之相鄰的流速測線中央。彼此相鄰水深測線之間的區段斷面積，也可用接近梯形的方式算出來（參照圖 2-4-1）。此外，水面寬度 10m 以下時，水深測線與流速測線一致（參照表2-4-3），因此，應在相鄰二個水深（流速）測線中間點配置虛擬水深測線，根據所得到的相鄰水深測線平均水深值，算出對應於該當流速測線的區段斷面積。
- 6) 針對全測線（全區段斷面）將一個流速測線垂直方向平均流速值加上所對應區段斷面積，合計起來就是流量。
- 7) 又，若兩岸為死水域，其區段斷面積流量為零。

- 8) 所算出流量值應立刻記載在前一年最後水位流量曲線圖，確認水位流量關係是否出現變化。若有固定式流量觀測法取得的即時流量觀測值，也應加以比較。若和前一年的水位流量關係相比，發現與固定式流量觀測法取得的即時流量觀測值超過 10% 明顯差異，應究明其原因。原因不明時，應再次測定加以確認。

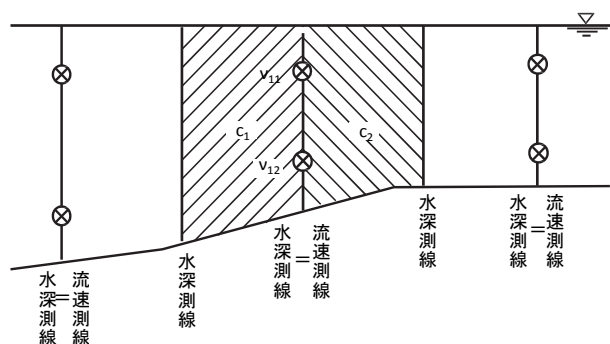


圖2-4-1 標準法（2點法）在河川橫斷面內設定測線、測點、區斷段面

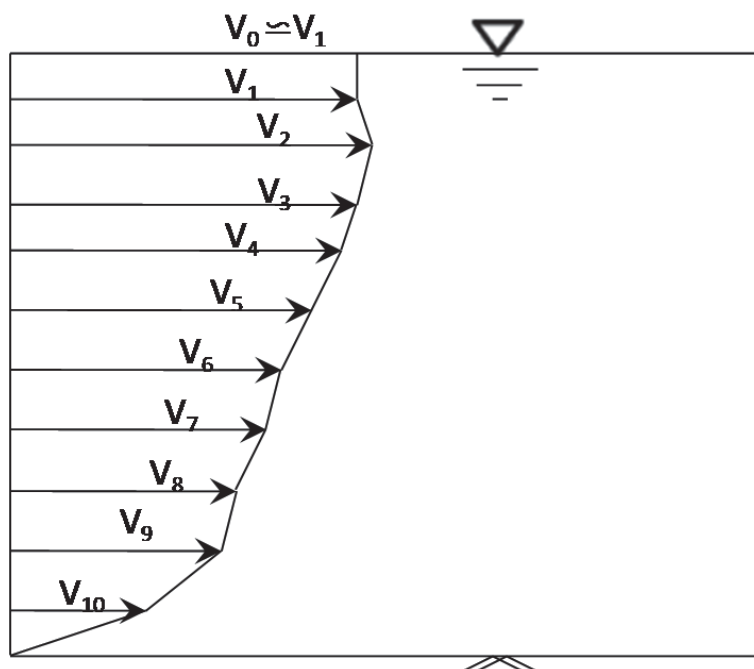


圖2-4-2 精密法所設定河川垂直斷面內各測點案例，並算出垂直方向平均流速

#### <參考資料>

計算流量的詳細做法，參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4.3以可攜式流速計觀測流量（流速計測法），全日本建設技術協會，2002.

### 4.6 浮標計測流速的方法（浮標測法）

#### 4.6.1 總說

##### <概說>

浮標測法乃是投下浮標，計測在某區間流動的時間，然後算出該區間平均流速。

日本河川多陡峭，洪水時流速快，也常夾雜垃圾與漂流木。浮標測法特長是，即便在洪水嚴苛條件下，仍能確實計測河川流速。

本項說明浮標測法標準作法，但若評估計測地點洪水時水理條件變動劇烈，或橋墩及周邊構造物可能導致水流明顯混亂（橋墩後流），此時仍須注意浮標流動狀態，才能取得適宜的觀測值。

#### <參考資料>

浮標測法詳細做法，參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4.4以浮標觀測流量，全日本建設技術協會，2002.

### 4.6.2 附帶設施

#### <必須>

以浮標測法觀測流量除了浮標之外，還必需有其他附帶設備。本節 4.3.3 觀測設施所介紹設備，也應加以參照。

#### 1) 浮標投下設施

若需利用橋梁而當地無法利用橋梁，得設置專用浮標投置設施。

#### 2) 通視樁

通視樁（橫斷線標尺）應設在第一通視橫斷面與第二通視橫斷面。此外，通視樁須是即使夜間以照明也能通視並判讀。

此外，利用橋梁作為浮標投置設施，應設置第一通視橫斷面與第二通視橫斷面，避免受橋墩後流影響。

#### 3) 水位標

水位標應設在第一通視橫斷面與第二通視橫斷面。

### 4.6.3 流速測線

#### <標準>

流速測線應在第一通視橫斷面與第二通視橫斷面之間，沿水流設置。

測線之間隔應配合第一通視橫斷面水面寬度，確保大於表 2-4-4 測線數目為標準。

表2-4-4 相對於水面寬度浮標流速測線的目標數目

水 面 寬	不足20m	不足20~100m	不足100~200m	大於200m
浮標流速測線數	5	10	15	20

浮標流速測線數目出處：水位及流量調查作業規程準則（1964 年10 月9 日總理府令第75 號）  
另一方面，若水量急劇增減須實施緊急且迅速流量觀測，標準做法是配合水面寬度，以下表 2-4-5 所列測線數目為下限，設置目標是表 2-4-4 的測線數目，確保其間有足夠的測線數目。

表2-4-5 不得已須緊急流量觀測時水面寬度與最小浮標流速測線數目的關係

水 面 幅	不足50m	50～ 不足100m	100～ 不足200m	200～ 不足400m	400～ 不足700m	大於700m
浮標流速測線數目	3	4	5	6	7	8

浮標流速測線數目的出處：水位及流量調查作業規程準則（1964年10月9日總理府令第75號）

#### <標 準>

測線配置方面，為了儘量縮小觀測誤差，標準作法是區分流量較大的地方，應密集配置。

此外，流線非和流動方向平行時，測線的浮標往下游動，即使碰觸左右，仍是以第一通視橫斷線作基準為標準。

#### <例 示>

若不知流速分布，測線具體位置之設定，可參考預估的水深分布。

#### <例 示>

為了適宜地設定測線位置，可事先調查、掌握觀測地點附近洪水流特性。其方法包括 1) 在比表 2-4-4 間隔還更密集設定的測線上，以浮標計測的方法 2) 其他能密集掌握流速分布的觀測方法，等等。

#### <相關通知等>

1) 水位與流量調查作業規程準則，1964年10月9日，總理府令第75號，總理府。

### 4.6.4 浮標的種類

#### <必 須>

浮標測法所使用浮標為桿狀浮標（棒浮標）或表面浮標，須配合水深使用。此外，為了夜間也能正確了解浮標所在位置，應使用附發光體的浮標。

浮標流動速度乃是從水面到浮標吃水深中間的平均流速，若要變換成水面到河床之間垂直方向整體平均流速，須乘以更正係數。

#### <標 準>

觀測用的浮標應配合水深，並如水位與流量調查作業規程準則之表 2-4-6 所示，使用表面浮標、0.5m 吃水浮標、1.0m 吃水浮標、2.0m 吃水浮標、4.0m 吃水浮標為標準。

表2-4-6 浮標番號與水深，吃水的適用範圍

浮標番號	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)	表面浮標	0.5	1.0	2.0	4.0

出處：水位與流量調查作業規程準則（1965年10月9日總理府令第75號）

#### <例 示>

若因為植生繁茂導致依表 2-4-6 所建議觀測浮標無法取得適宜測線，可在第一階段使用較短浮標，確保該測線觀測數據。

#### <例 示>

高灘地淹水時，除了配合水深使用適宜的浮標，也可以可攜式流速計實施高灘地觀測。此外，必要時也可用非接觸型流量計測法進行觀測。

### 4.6.5 浮標之流速測定

#### <標 準>

以浮標測定流速，標準作法如下：

- 1) 利用浮標投置設施或橋梁時，在設定好的測線位置依次投下浮標。
- 2) 各測線須根據水位與橫斷面算出水深，投入適宜吃水深的浮標。
- 3) 測定通過第一通視橫斷面之後到達第二通視橫斷面的時間  $t$ ，兩橫斷面之距離  $L$  除以  $t$ ，就是浮標流動速度  $v_o$ 。第一、第二通視橫斷面之間距離，參照本節 4.3.3(3) 流量觀測所橫斷線。此外，應製作浮標流動狀況記錄（草圖、照相、錄影等），以便事後確認浮標是否有異常流動狀況。
- 4)  $v_o$  乘以更正係數可算出每個測線深度方向平均流速  $v$ 。
- 5) 浮標的更正係數以下表值為準。

表2-4-7 浮標編號與水深、更正係數之關係

浮標番號	1	2	3	4	5
水 深 (m)	未滿0.7	0.7~1.3	1.3~2.6	2.6~5.2	5.2 以上
更 正 係 數	0.85	0.88	0.91	0.94	0.96

出處：水位與流量調查作業規程準則（1965 年10月9日總理府令第75號）

但根據4.6.4之案例，若第一段階使用短浮標，應配合水深與浮標吃水深，修正更正係數值。此時基本上應根據流速分布公式，參照浮標吃水部平均流速和全部水深平均流速的比例，設定所修正的「更正係數」。



6)流速測定開始與結束時，都須分別在第一通視橫斷面與第二通視橫斷面觀測其水位。

#### <建 議>

水深超過 10m 左右時，浮標吃水比為 0.4 以下，上表更正係數所設定的條件會呈現較大差距，因此應把流速分布公式與 ADCP 所算出流速分布實測值作為基礎，重新設定更正係數。

#### <相關通知等>

1) 水位與流量調查作業規程準則，1965年10月9日，總理府令第75號，總理府。

#### <參考資料>

浮標測法相關的基準、流速分布式・更正係數的設定根據・方法，可參考下列資料。

- 1) 江川太朗，竹內俊雄：浮標的更正係數，土木技術資料，vol.5 No.1，pp.18-21，1963.
- 2) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4.4以浮標進行流量觀測，全日本建設技術協會，2002.

### 4.6.6 浮標測法之流量計算

#### <標 準>

以浮標測法計算流量標準作法如下。

- 1) 每個橫斷面之流量計算，根據洪水前後橫斷測量結果，求得洪水前與洪水後全斷面積（洪水期間最高水位時），採用其中較大的斷面。
- 2) 上述斷面積計算之水位，為每個橫斷面，依本節 4.6.5 所定流速計測開始與結束時的水位平均值。
- 3) 一個流速測線在深度方向之平均流速所代表區段斷面，就是與相隣流速測線中央線為止的領域。
- 4) 在第一通視橫斷面與第二通視橫斷面，應針對每個流速測線算出其所對應區段斷面積，然後以兩者之算術平均作為該流速測線的區段斷面積。
- 5) 流量的計算方式是，將每個測線深度方向之平均流速與該平均流速代表的區段斷面積乘積合計。
- 6) 測定精準度的檢驗方法是，在現場迅速將所算出的流量值記入前一年的水位流量曲線圖，確認水位流量之關係，此時若有以固定式觀測法取得的洪水流量觀測數據，也可和該即時觀測數據進行比較。水位流量曲線圖的水位～流量點，以時系列予以連接，此時應確認觀測值呈逆時針曲線還是順時針曲線，並確認這些曲線是否和實際的水理狀況一致。

### 4.7 利用船隻搭載 ADCP（超音波都普勒流向流速計）流速計測的方法

#### 4.7.1 總說

##### <概說>

ADCP 是向水中發射超音波，碰到隨流水流動的細砂或浮游生物等反射造成的都普勒效果，計測河道斷面內的三維元流速分布。

ADCP 流量計測法，若採取船隻搭載、從水面計測流速分布的非固定式方法，必須有人現場操作船隻，藉由讓船隻在水面橫向移動，同時計測河川流水斷面內的流速分布與斷面積。雖然水面與河底附近局部地方無法觀測到，但比其他方法更能有效地以積分算出流量及流水內的流速分布，是其特長。

若水面波浪太大，搭載ADCP的小船搖晃過度劇烈（目測超過20度），或出現大量漂流木、垃圾，就難以安全且穩定地實施計測，須特別注意

#### <參考資料>

本節所說明的ADCP流速計測法詳細內容，請參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4・7新流量・流速的觀測法，全日本建設技術協會，2002.

### 4.7.2 流速分布計測方法

#### (1) 基本事項

##### <標準>

洪水之際以 ADCP 實施非固定式流量觀測，標準作法是讓橋上操作艇搭載ADCP，然後從橋上曳航，進行橫斷計測。

低水時以 ADCP 實施非固定式流量觀測時，採用有人艇或無人艇（橋上操作艇或無線電遙控艇）搭載ADCP皆可。

但不論採取那種方法，觀測期間須監控上游流下的垃圾與漂流木，迅速回避這些物質，做好安全管理。

另外，以ADCP 進行流量觀測，若觀測地點出現下列水理、水文現象，應暫停觀測。

- 1) (波浪之波長遠超過船體長度時除外) 水面波高超過50cm，船隻劇搖有翻覆之虞
  - 2) 洪水時期出現大量漂流木不斷撞擊船隻危及觀測之際
- 以上兩種狀況下，有必要檢討改採浮標觀測等其他觀測方法。

#### (2) 所使用的計測儀器等

##### <標準>

主要幾種標準計測儀器如下。

- 1) ADCP
- 2) 高精度定位裝置 (RTK (Real Time Kinematic)-GPS 等)
- 3) 搭載ADCP的船隻
- 4) 遙控操作裝置 (無人艇)
- 5) 可從橋上安全操作船隻繫留的架台 (實施曳航觀測時)

#### <建 議>

- 1) 最好配合觀測所狀況，使用或併用具下列機能的計測機器。
  - a) 音響測深器（可用在高濁度或河床凹凸明顯之複雜地方）
  - b) 使用可取得VTG（行進方向對地移動的速度）資料的「RTK- GPS」或全測站
  - c) 不受磁場影響的外部羅盤（GPS 羅盤）（觀測斷面周邊鋼構造物導致磁場變化而降低流向流速向量計算能力時）
- 2) 洪水時能實施計測的小船，最好使用能適應高速水流的三體艇（trimaran），作為橋上操作艇。

#### <參考資料>

併用ADCP的計測儀器利用目的・原理・留意事項等詳細內容，參考下列資料。

- 1) 菅野裕也，萬矢敦啓，橘田隆史，井上拓也，深見和彦：併用外部指南針的ADCP觀測相關提案，河川技術論文集，vol.17，pp.35-40，2011.
- 2) 萬矢敦啓，岡田將治，橘田隆史，菅野裕也，深見和彦：高速流時實施ADCP觀測的橋上操作艇相關提案，河川技術論文集，vol.16，pp.59-64，2010.
- 3) 萬矢敦啓，菅野裕也，深見和彦：從河川實務者觀點看如何以開發ADCP流量觀測技術，河川流量觀測的新時代，第1卷，p.46，2010.

### （3）計測機器等的點檢準備

#### <必 須>

所使用計測機器等除了須檢討是否有更好的船隻固定方法與纜線配線的方法，同時計測前應充分的點檢。

計測時除了使用ADCP，必要時應配合觀測所狀況，採用相關計測機器。計測機器操作故障，可能漏失洪水時的流量觀測數據，因此，用船隻搭載觀測機器，須找到更好的機器固定與纜線配線方法，避免計測時船隻搖動導致機器脫落或纜線斷裂等。此外，觀測時所需發電機等，須在觀測前徹底點檢，特別是機器的電池與發電機燃料等，須充分備齊。

### （4）橫斷計測的範圍

#### <標 準>

橫斷計測範圍除了水岸部之外，應儘可能把河道斷面內的流速分布（含死水域）納入可計測範圍。水岸部則根據計測範圍內的流速分布數據，適宜的予以補間處理為標準。

此外，橫斷計測，愈接近水岸部的地方水深變淺，太靠近水岸則容易受波浪影響，船隻碰觸河岸或河床造成破損。在水岸（水邊）附近實施計測，須特別注意這些問題。標準作法是一邊根據即時計測數據確認水深，一邊實施計測。

#### <例 示>

在高灘地進行計測，有時會受樹木等影響或地形因素，橫斷計測過程中無法在橋上持續曳航操作艇。若因地形無法曳航，可暫時把小船從水面撤離，移到可觀測的地點，繼續橫斷計測。

### （5）橫斷計測的速度

#### <建 議>

就計測原理而言，橫斷計測速度最好慢一點比較理想，但若汛期期間出現劇烈水位變動狀況，最好在較不受流況變化影響的時段進行觀測。若要取得精確穩定觀測的數據，有時得兼取二者之做法。

進行低水流量觀測而流速遠慢於觀測艇橫斷速度時，RTK-GPS 等所取得的橫斷計測速度對流速值的影響會變大，因此在能操控計測小艇範圍內，最好儘量放慢小艇的橫斷速度。

運用橋上操作艇實施高水流量觀測，最好將橫斷計測速度設定為 1m/s 左右。

### （6）計測狀況之記錄

#### <必 須>

下列現場計測狀況都須記入記事本。

- 1) 計測年月日
- 2) 觀測開始時刻與結束時刻
- 3) 操作艇到左右岸水岸線為止的距離（數據補間處理所需距離）
- 4) 開始計測的河岸（左岸或右岸）
- 5) 其他、實施ADCP觀測時河道狀況等應明確記錄的事項（是否有淺灘等狀況）

### 4・7・3 流量計算

#### <標 準>

計算流量的標準作法應遵照下列順序。

此外，計算時應分低水路與高灘地分別計算。同時將「直接計測部」與「不能觀測區域」的補測部流量，亦分別計算出，為標準作法。

- 1) 各區段（cell，流速分布計測單位）流速乘以各區段面積，就可算出各區段流量。
- 2) 合計各區段流量，就能算出橫斷計測時每個細分區斷面的計測部流量。
- 3) 無法觀測區域的流量，也可活用直接計測部所取得垂直方向或橫斷方向之流速分布，加以補充。
- 4) 各細分區斷面的流量與無法觀測區域的全部合計值，視為全斷面流量。
- 5) 全斷面流量除以全斷面積，就可算出全斷面平均流速。

## 4.8 非接觸型流速計測法

### 4.8.1 總說

#### <概說>

非接觸型流速計乃是不必直接接觸流水就可計測河川表面流速的儀器。非接觸型流速計能在無人狀態下安全且自動連續觀測洪水時的河川流量。

以下以非接觸型流速計之中常用的都卜勒型電波流速計為主，說明通用方法。

#### <參考資料>

以非接觸型流速計實施流量觀測的操作系統詳細內容，參照下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4・7新型流量・流速觀測法，全日本建設技術協會，2002.

### 4.8.2 電波流速計的設置與附帶設施

#### <標準>

電波流速計和可攜式流速計之流速計測法或浮標測法相同，都須設定複數測線（複數區分斷面）。為了計測每個分區斷面表面流速代表值，應在橋柱架設置電波流速計。設定測線時，應根據橋上操作艇所搭載ADCP或浮標測法等所取得的現場觀測結果，事先掌握洪水時的橫斷方向流速分布，設定時儘可能讓各區分流量能均一化。必要測線數目則準用浮標測法之基準(參照 4.6.3)。

為了由橫斷方向的流速計算流量，應事先算出每個分區斷面水深與斷面積（H-A）的關係。為此，流速觀測前應先設定電波照射區域，在該區域內設定流量觀測斷面。在該流量觀測斷面上朝垂直方向，用電波流速計加以計測，同時計測同斷面上的水位與流速。此外，應流量觀測斷面的橫斷測量，應事先掌握每個分區斷面的水深與斷面積（H-A）之關係。

此外，若汛期時河床有所變化，應在洪水前與洪水後都實施流量觀測斷面的橫斷測量，反映到流量計算上。

電波流速計計測的表面流速，容易受風勢吹送流影響，因此應同時在觀測所旁邊設置風向風速計，利用該風向風速計的數據，消除吹送流的影響。

### 4.8.3 流量計算

#### <標準>

流量是由每個分區斷面平均流速乘以分區斷面積之分區斷面的流量，依全部斷面加總起來。

電波流速計的直接計測對象是河川表面水流上存在的微小振幅波，掌握電波照射範圍內波往任意方向傳播速度所造成的都卜勒效果，找出其中優勢的表面流速成分。因此，若要把電波流速計所取得的表面流速計測值轉換成與該測線對應的分區斷面之平均流速，須事先算出垂直方向與橫斷方向的流速補正係數，運用該係數算出每個分區斷面的流量。

流速補正係數是以 ADCP 觀測各種規模洪水時垂直方向與橫斷方向之流速分布相關的觀測結果算出之值。

#### <參考資料>

以電波流速計實施流量觀測的操作系統，詳細作法與應用事例參考下列資料。

- 1) 萬矢敦啓，菅野裕也，深見和彦，葭澤廣好，宮本孝行：富士川南部觀測所與流量觀測高度化的解決方案，土木技術資料，vol.52 No.3，pp.40-43，2010.
- 2) 深見和彦，今村仁紀，田代洋一，兒玉勇人，中島洋一，後藤啓介：運用都卜勒式非接觸型流速計（電波・超音波）的洪水流量連續觀測方法現場檢證～與浮標測法比較～，河川技術論文集，vol.14，pp.307-312，2008.
- 3) 土木研究所，土木研究中心，亞洲航測，小糸工業，拓和，橫河電子機器，東京建設顧問公司：使用非接觸型流速計之開水路流量觀測方法及其裝置，特開2004-219179，2004-8-5.

#### 4.8.4 維護管理

##### <必須>

電波流速計的計測斷面若要確保能反映河水流動斷面變化之下的計測精度，設置後仍需在汛期前實施橫斷測量。

##### <標準>

電波流速計之操作標準，在現場設置之前須先對流速檢定設施完成檢定，設置後應在現地確認觀測精準度。

##### <標準>

電波流速計的計測斷面出現影響H-A關係、H-V關係之變化，標準作法是比較電波流速計的計測結果和 ADCP 等的觀測結果，更新演算處理裝置內的係數（流速補正係數）。

#### 4.9 超音波流速計測法（脈衝傳播時間差法）

##### 4.9.1 總說

##### <概說>

超音波流速計測法（脈衝傳播時間差法）的做法是，把成對的超音波收發器設在斜對向的河川兩岸水中，利用超音波從上游往下游傳播所需時間與反方向由下游往上游傳播所需時間之差與超音波傳播線上平均流速成比的特性，計算流速。

#### <參考資料>

超音波流速計測法的詳細做法，參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4・6以超音波流速計實施流量觀測，全日本建設技術協會，2002.

##### 4.9.2 以超音波流速計測法之流速測定

##### <標準>

超音波流速計測定流速的標準作法，應包含以下各項。

- 1) 選定適宜的觀測位置與操作系統。
- 2) 在實施流量觀測的位置，設定與流向斜交且水平的流速測線，並在其兩端水中設置對向的

超音波收發器。同時也應設置用來計算斷面積的水位計。

- 3) 超音波收發器應設在流速測線上之堅固基樁或護岸等的水中。
- 4) 配合橫斷面的形狀、河川水理、水質特性，設置一條或數條流速測線，並選定能與之配合的超音波控制與處理系統。
- 5) 為了能穩定發揮測定與演算等功能，超音波機器設備應設在陸上房舍內。

又，觀測位置遵照本節4.3 流量觀測所配置與設置，但位置選定與系統選定相互關連，因此設定位置須注意以下事項。

- 1) 河川寬度：標準作法是即使河川寬度達到100~200m 需能正常運作，但若河川寬度更大，就有必要分割斷面實施計測。
- 2) 水深：水深太淺時，會有超音波碰觸水面或底面產生多重反射的狀況，需注意。有砂洲的地點應避免。
- 3) 流速：須注意高流速所產生的氣泡與亂流所造成超音波雜訊，以及洪水濁度上升造成超音波衰減的影響。
- 4) 流向：收發波器做V字型安裝可解決流向變化的影響，但仍須避開有明顯流況變化的地點。
- 5) 水温・塩分の垂直分布：躍層會導致超音波折射，因此有時得實施多層計測，以及斷面分割等對策。
- 6) 水温與塩分の時間變動：快速變動影響流速計測正確性時，有必要同時往上游方向與下游方向發射超音波。

#### <建 議>

若預估水温變化與塩分變化會影響流速計測正確性，最好設置水温計與塩分計，監測水温與塩分的垂直分布。

### 4・9・3 超音波流速計測法之流量計算

#### <標 準>

以複數流速測線計算流量，標準作法如下：

- 1) 流量測定的橫斷面上一條流速測線所掌控分區橫斷面積，乃是上下游流速測線的中間為止（若只有一條流速測線，即代表整個橫斷面。）。此外，該橫斷面乃是超音波收發器的方向，但應採用與流水垂直方向的橫斷面。
- 2) 設在最上段與最下段流速測線所掌控分區橫斷面的最上限與最下限，分別是水面與底面。
- 3) 平均流速乘以該流速測線所掌控分區橫斷面積，全部測線合計起來即流量。

此外，和非固定式觀測法以及ADCP計測結果比較，若明顯需使用流速補正係數，標準作法就是採用該係數。

三測線時可用數學公式加以說明，如下：

$$Q = a_1 \cdot v_1 + a_2 \cdot v_2 + a_3(H) \cdot v_3 \quad (2-4-1)$$

$Q$  : 算出來的流量  
 $v_1, v_2, v_3$  : 以超音波算出平均流速 (3測線)  
 $a_1, a_2$  : 斷面積 (固定)  
 $a_3(H)$  : 斷面積 (水位的函數)

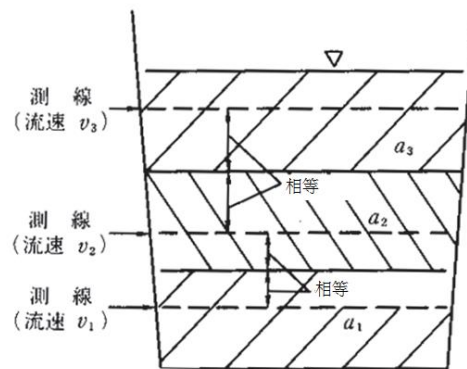


圖2-4-3 脈衝傳播時間差法的測線・區間橫斷斷面積計算方法

4) 超音波機器設備所需建立的流量觀測系統，其目標包括能測定・演算並顯示可供流量管理參考的資訊。

#### <建議>

為了發揮超音波流速計不必透過水位流量曲線就能直接算出流量，並加以顯示觀測數據的優點，最好設置遙測儀器，並引進可在辦公室與管理所即時利用的自動演算處理與顯示系統。

#### 4.9.4 維護管理

##### <必須>

應做好河道維護管理，避免超音波傳播途徑的斜橫斷面內，出現干擾超音波傳播的障礙物。

#### 4.10 使用水理構造物的方法

##### 4.10.1 總說

##### <概說>

堰壩或臨界流槽水理構造物能讓常流轉換成射流而形成控制斷面，建立水位（越流水深）與流量之間形成1對1的關係，將水位換算成流量。在較小流量的河川（小規模溪流等），常用來觀測流量。此外，水壩或水門等構造物也因束縮水流，讓水位與流量關係單純化，並透過水理實驗找到可掌握通過流量的流量換算公式。

本節主要介紹以流量觀測為目的之水理構造物，特別是最具代表性的活用堰所實施的流量計測法（堰量測法）。



#### <參考資料>

本節所未記載之使用水理構造物詳細內容，參照下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4・5以堤壩等觀測流量，全日本建設技術協會，2002.

### 4.10.2 堤壩測法的種類與注意事項

#### <概說>

水堰依堤形狀可分為3種。

- 1) 銳緣堰：精準度高。小規模河川常使用。
- 2) 溢流堰：水庫溢洪形成的溢流水舌加以計測，即時大流量也可運用。
- 3) 寬頂堰：常見於利用一般落差工的流量觀測所，但其流量係數較複雜。

#### <必須>

以堰觀測流量時，需擬定可充分解決堰上游堆砂與下游沖刷問題的對策。

此外，特別是銳緣堰容易受漂流木、垃圾等影響，導致觀測精準度明顯降低，須有相關對策。

堰量測法基本上都是測定其溢流深，但除非上游有堆砂口袋大型水庫，否則堰上游的堆砂是很大的問題。堆砂會影響堤壩測法精準度，若有堆砂問題的地點實施堰量測法，應另有排砂裝置，以確保流量計測精準度。

此外，應擬定河床保護工等措施，解決下游沖刷問題。

#### <例示>

使用一般落差工的堰量測法，低水時有時會出現溢流水深非常小的問題，有時為了提升計測精準度，得製作複式斷面。

### 4.10.3 有可動閘門之堰的要件

#### <必須>

在有可動閘門的堰設置流量觀測所，需事先同時記錄閘門開度與水位。

### 4.10.4 溢流水深測定

#### <標準>

以堰量測法觀測流量，標準作法是在靠近堰流速較小的地方設置水位觀測設施，藉此觀測越流水深。

水位觀測的做法，參照本章第3節水位觀測說明。

### 4.10.5 以堰量測法之流量計算

#### <標準>

堰量測法若採取完全溢流的矩形堰，標準做法是以下列公式算出流量。

$$Q = CBH^{3/2}$$

(2-4-2)

Q：流 量 (m<sup>3</sup>/s)  
C：堤堰的越流係數  
B：堰寬度 (m)  
H：溢流水深 (m)

越流係數方面，只要堤壩形狀與適用範圍滿足堰之相關公式（石原・井田方程式、板谷・手島方程式等）適用條件，就可直接使用這些公式。若無法滿足其適用條件，則需進行模型實驗，找出溢流水深與流量之關係式。

其他形狀的堰、不完全溢流或具有淺溢流堰與可動閘門的堰，標準作法是選擇最適合其形狀的公式，或者藉由觀測與模型實驗，找出其與水位與流量之關係。

#### <參考資料>

計算越流係數等越流公式的詳細做法，參考下列資料。

- 1) 土木學會水理委員會：水理公式集〔平成 11 年版〕，第3編 水壩・發電編，第1章堤壩與溢流堰分界，丸善，1999.

### 4.11 流量連續數值之計算

#### 4.11.1 總說

##### <概說>

觀測水位(H)與流量(Q)之關係，可使用水位流量曲線（H-Q 曲線）。因為連續觀測取得的水位觀測值可算出 365 日 24 小時連續流量，這種方法多年來被廣泛應用於計算連續性流量。

在此，水位和流量為 1 對 1 之條件，是能量坡降（或河床坡降）不受水面坡降變化影響的情況。某種程度以上之河床坡度且水位變動和緩時，水位與流量大概是 1 對 1。但若該流量觀測地點之河道區間出現河床堆積與粗糙度（特別是樹木群繁茂）在縱斷方向突然改變，導致河床坡降會明顯影響水文歷線之水面坡降變化時，則不在此限。在此要說明的是，流量觀測所應滿足本節 4.3.2 所列條件，並以本節 4.3.3(1)說明流量觀測所應實施的維護管理為前提，廣泛地說明水位與水量大致 1 對 1 的條件。因此，該流量觀測所檢測是否具有河床堆積及粗糙度的縱斷方向突然改變特性，對於確認能否以水位與流量幾乎 1 對 1 關係為前提而處理資料而言，非常重要。

本節主要說明運用這項原理所算出的水位流量曲線，進一步算出連續性流量數據的方法。

此外，應用本節 4.8~4.10 所述的固定式流量觀測方法，不管水面坡降是否變化，仍可在某範圍河川流量內算出流量的連續數據。

##### <必須>

本節所使用的流量觀測資料，須是已完成後述第2章水文・水理觀測第5節「水文資料整理・保存與品質管理」5.3「稽核」5.3.2「異常值補正」等現地補正的觀測資料。

#### <建議>

緩流河川因為無法去除下游側潮汐或合流、堰操作等導致迴水而造成水面坡度變化的影響，因此也就無法只用水位這樣的一價函數來表現水位流量曲線。在這樣的地點最好不要使用水位流量曲線法。即使不是緩流河川，如上述，河床堆積以及粗糙度（特別是樹木群繁茂狀況）之縱斷方向改變，最好重新檢討是否採用水位流量曲線法。

在這類地點實施流量連續評估，最好活用即使在此等水理條件下也能利用的固定式流量觀測方法。

適用固定式觀測方法且未必得製作水位流量曲線的流量觀測所，最好也能實施本章第5節「水文資料的整理、保存與品質管理」、5.3「稽核」5.3.2「異常值稽核」、(2)「流量異常值補正（流量的現場稽核）及製作水位流量曲線」，並且最好一併實施5.3.3「標準稽核」、(3)「其他地方所記載的水位流量關係稽核」。

#### <例示>

在河川合流點附近流量觀測所根據附近流量觀測所數據算出水收支而實施連續評估的例子也有。

#### <參考資料>

水位流量曲線法的詳細做法，可參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第5章 觀測記錄的整理與保存 5.6水位流量曲線，全日本建設技術協會，2002.

### 4.11.2 水位流量曲線製作的基本要領

#### <標準>

製作水位流量曲線公式的標準作法是，在以水位為縱軸、流量為橫軸的座標上，畫出水位與流量值的圖，然後以最小二乘法算出關係式。

水位流量曲線公式標準作法是使用二次方程式。二次式之曲線方程式的水位為 $H(m)$ ，流量為 $Q(m^3/s)$ ，如下：

$$Q = a(H + b)^2 \quad (2-4-3)$$

a, b：觀測斷面，製作對象在該期間、水位範圍所決定的定數

以水位流量曲線計算流量時，標準作法是在該期間流量觀測值範圍內計算流量，而不使用超過該期間流量觀測範圍的外插區域曲線公式。

此外，求算水位流量曲線公式的常數，是以低水位部分之流量值不可為負數為標準。

縱斷坡度平緩的河川，洪水時（特別是洪水歷線劇烈變化、非常態效果變大的洪水時）水位流量曲線容易受水面坡降變化等影響，沒辦法形成單純的一次函數，有時會形成逆時鐘迴圈之時系列變化。即便不是緩流河川，也可能因為縱斷方向河床堆積之急速改變而出現相同的特性。標準作法是檢討是否將附近水位觀測所之水位差（水面坡度）納入考量。

此時運用表2-4-1所述水面坡降斷面積法之原理。

#### <建 議>

即使從水位與水面坡降求得流量，仍但無法滿足必要之精準度。其原因可能是該河川區間水流，原本就擁有即使使用水面坡降斷面積法也無法適度重現的水理特性。解決方法並非形式上地找出與流量有關的高水流量組合，而應透過本章第1節總論範疇3.1的觀測（其內容在本章第7節「河川流動的綜合性掌握」，有相關說明），針對該區間水流進行綜合性掌握，清楚了解支配該地點水流的水理系統，個別找到能算出流量的合理方法。

#### <建 議>

自記水位計記錄取得的該地點最高水位、最低水位，會因為沒有實施現場流量觀測，或者為了完成前1年H-Q公式為基礎的洪水預測等日常河川管理工作，也不得不跨越其流量觀測範圍地在左下方（枯水）與右上方（洪水），外插水位流量曲線。此時不可只延長觀測範圍的水位流量曲線，最好活用曼寧公式等，採用有參酌斷面特性的水理學流量曲線。

#### <例 示>

若水位流量曲線公式無法以二次方程式確保其精準度，也可使用非2次方冪次的 $n$ 次方程式。此時未知常數會變成3個，特別是 $n$ 的界定值，應注意不可採取超過在一般開水路斷面形狀，根據曼寧方程式設定超過1~3範圍的不合理值。

#### <參考資料>

水面坡度所造成的水位流量曲線補正以及製作使用曼寧方程式的水位流量曲線、 $n$ 次式之中 $n$ 所取得的範圍，等等詳細內容，參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第5章 觀測記錄的整理與保存 5.6.4水位流量曲線式的選定，全日本建設技術協會，2002.
- 2) ISO 1100-2 Hydrometry - Determination of the stage-discharge relationship，2012.

#### 4.11.3 水位流量曲線更新

#### <標 準>

水位流量曲線通常以一水文年為有效期間，在此有效間內製作曲線公式。若洪水造成河床變動等狀況，導致水位流量關係產生變化，應將該變化時間切割出來，更新曲線公式。

製作水位流量曲線標準作法是，從一個水位流量曲線的有效期間往另一個不同水位流量曲線有效期間移動的境界（有效期間為一水文年時，即年界），應避免水位所對應算出流量值極不連續的情況。

#### 4.11.4 曲線分離

##### <標準>

複式斷面等複雜斷面形狀的河川，多半無法用一條曲線公式完全說明從低水到洪水的狀況。標準做法是，分割成能回歸一條曲線公式的水位群，算出每個水位群的水位流量曲線公式(曲線分離)。

這些曲線分離，應避免在分離而被界定的各水位流量曲線彼此境界周邊的日間或水位出現流量不連續的情形。

##### <建議>

水位流量曲線的製作，需注意以下事項。

- 1) 高水部份曲線分離的水位，參照斷面形狀(或 H-A 關係) 的變曲點等設定，
- 2) 高水流量觀測過程中，將一連串觀測值順時間連結，區別水面坡降等影響所導致水深與流量關係之迴路效果是 H-Q 關係的變動或是觀測誤差，並進行水位流量曲線的檢討。

#### 4.12 特殊地點的流量觀測

##### <概說>

流量觀測方法相關事項，基本上記述無結冰且從上游往下游全斷面經常為順流狀態地點的流量觀測方法。寒冷地點結冰時的流量觀測，以及河口感潮區等未必能確保全在平順流動狀態的地點實施流量觀測時，應特別注意。

##### 4.12.1 結冰河川的注意事項

##### <概說>

結冰河川流量觀測得面對嚴苛氣象條件，流水被結冰覆蓋，觀察就很困難，因此，本節 4.5 以下說明的觀測方法若要運用在結冰河川上，須比非結冰河川流量觀測時，更注意觀測機材與觀測方法等是否適當。

##### <參考資料>

結冰河川實施流量觀測時的注意事項詳細內容，以及河川結冰時評估連續流量的新方法研究開發成果，結冰河川感潮區實施流量觀測事例，以及海外相關檢討事例，可參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4.8在特殊地點實施流量觀測，全日本建設技術協會，2002。
- 2) 吉川泰弘，水工學論文集，早川博，平川康幸；河川結冰時會影響流量觀測的主要原因以及新的流量推定方法，水工學論文集，第54卷，pp.1075-1080,2010。
- 3) 吉川泰弘，平川康幸；結冰河川感潮區流量觀測方法相關檢討—常呂川河口觀測所結冰與冰融化水流恢復時的流量觀測，北海道開發局技術研究發表會，第54回 技18，2010。
- 4) ISO 9196 Hydrometry-Flow measurement under ice conditions, 1992。

#### <標準>

結冰河川流量觀測，標準作法應注意以下事項。

- 1) 應留意降雪、降雨、暴風、氣溫等天候變化，擬定觀測計畫。
- 2) 實施冰上作業，應事先確認冰板厚度，特別是水岸部分冰板很不穩定，需特別注意冰上作業的安全對策。
- 3) 流速計防凍對策方面，應避免讓流速計暴露在空氣中。若已結凍應使用固態燃料等，融解流速計上的結冰。
- 4) 去除水位標上的結冰，需注意避免損傷水位標刻度板。
- 5) 結冰時冰板與冰晶會導致流積改變，若流速分布太複雜或流量呈現不均勻狀況，應比標準更密集地設置測線。
- 6) 若要在各測線以水深測定的方式精確掌握結冰下方斷面的流積、積雪面積、冰板面積及冰晶面積，也應測定以下事項。
  - a) 冰板(結冰)上面積雪厚度
  - b) 冰板厚度
  - c) 冰板下滯留的冰晶厚度
  - d) 從形成實質流積的河床到流水上面為止的厚度

#### 4.12.2 河口感潮區的注意事項

##### <概說>

河口感潮區低水時調查，原則上使用本節4.5 以下詳述的流量觀測方法。水位與流量會受潮汐影響不斷變動，若是以可攜式流速計計測流速，需特別注意。此外，如本節4.11 所述，不可使用只靠水位從頭到尾連續評估流量的水位流量曲線法。此外，在流動複雜的河口感潮區，應判斷哪種流動相關的水理量需持續觀測、判斷這項觀測與流量關係為何、掌握觀測目的與該區間之流動特徵以擬定觀測內容。

##### <參考資料>

河口感潮區實施流量觀測注意事項的詳細內容，請參考以下資料

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第4章 流量觀測 4.8 在特殊地點實施流量觀測 4.8.2 在河口感潮區實施流量觀測，全日本建設技術協會，2002
- 2) ISO 2425 Hydrometry-Measurement of liquid flow in open channels under tidal conditions, 2010.

#### <標準>

河口感潮區低水時流量觀測，應注意以下事項。

- 1) 充分掌握潮汐等對象區間的流動特性，擬定觀測計畫。
- 2) 河口感潮區之水位與流速變動狀況，需確保觀測同時性，迅速實施計測作業。
- 3) 順流與逆流交替前後的時間帶，流水內的流速分布比較複雜，實施流速計測應適宜地掌握具有代表性的流速值。以可攜式流速計計測流速，通常是使用能測定流向的流速計，必要時也可利用精密法等在各個測點實施流速計測。

<建 議>

流況時時刻刻不斷變動，最好採用固定式觀測法，引進能連續觀測流速與流量的方法。

<例 示>

適用可攜式流速計的流速計測法時，對代表性潮汐條件時以精密法掌握流速分布，應事先調查能掌握某個深度的該測線平均流速，以減輕使用一般方法得增加流速測點數目的問題。

## 第2章 水文、水理觀測 第5節 水文資料的整理、保存與品質管理

### 目 次

第5 節 水文資料的整理・保存與品質管理 .....	1
5.1 總說 .....	1
5.2 資料整理 .....	1
5.3 稽核 .....	2
5.3.1 總說 .....	2
5.3.2 異常值補正.....	3
5.3.3 標準稽核.....	9
5.3.4 高階稽核 .....	10
5.4 保存 .....	13

2014年04月 版



## 第2章 水文、水理觀測

### 第5節 水文資料的整理・保存與品質管理

#### 5.1 總說

##### 〈概說〉

本節在確認範疇1觀測所得水文資料的整理・保存與品質管理之內容予以規定。第2節 降水量觀測、第3節 水位觀測、第4節 流量觀測等方法取得的範疇1相關水文觀測數據，不僅品質要保證長期穩定，且須依所規定樣式資料庫存化，隨時得以參照，以有效活用這些基礎資料(水文資料)。

##### 〈必須〉

所取得的水文觀測資料須根據下列水文觀測業務規程與同細則所規定手續・作業分擔，充分稽核，管理其品質。

此外，完成稽核的水文觀測資料，應依據水文觀測業務規程及同細則所規定手續・樣式進行整理與保存，並使水文資料資料庫存化。此時須特別注意水文資料是否確實保存，以及是否能更有效率完成水文資料的參照・利用・公開等作業。

##### 〈必須〉

現地之觀測作業到水文觀測資料整理・稽核・保存等一連串的作業非常龐雜，為了讓這些水文作業能順利進行，須事先由相關單位(地方整備局、河川辦公室)擬定作業分工要領。

##### 〈相關通知等〉

- 1) 水文觀測業務規程，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通達。
- 2) 水文觀測業務規程細則，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水，管理保全局通達。
- 3) 水文觀測資料品質稽核要領，2002年4月22日，國河環第10號，國土交通省河川局河川環境課長通知。
- 4) 水文觀測資料統計處理要領，2002年7月24日，國河環第39號，國土交通省河川環境課長通知。

##### 〈參考資料〉

水文資料的整理・保存・品質管理詳細做法，參考以下資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著；水文觀測，第五章 觀測記錄的整理與保存，全日本建設技術協會，2002。

#### 5.2 資料整理

##### 〈必須〉

整理水文觀測資料須依據水文觀測業務規程及同細則所規定手續・樣式。

## 5.3 稽核

### 5.3.1 總說

#### 〈必須〉

水文觀測資料稽核主要是找出觀測資料異常值，確認或修正正常值、暫估值與缺測狀況，以及評估或修正水位觀測數據流量換算方法妥當性，為確保水文資料品質之重要過程。

水文觀測負責人，應在品質管理的目標之下，設置相關組織等以確保稽核之體制，並須遵照下列所示階段實施稽核，確保品質。

稽核結果若發現錯誤，應依規定手續進行修正。

#### 〈標準〉

水文觀測資料之稽核一般有如下3個階段。

#### 1) 異常值補正(就流量資料稱為「現場稽核」)

負責設置觀測機器、回收計測值的辦公室等，隨時整理觀測機器點檢報告與數據回收結果，進行異常值檢出與修正。

#### 2) 標準稽核

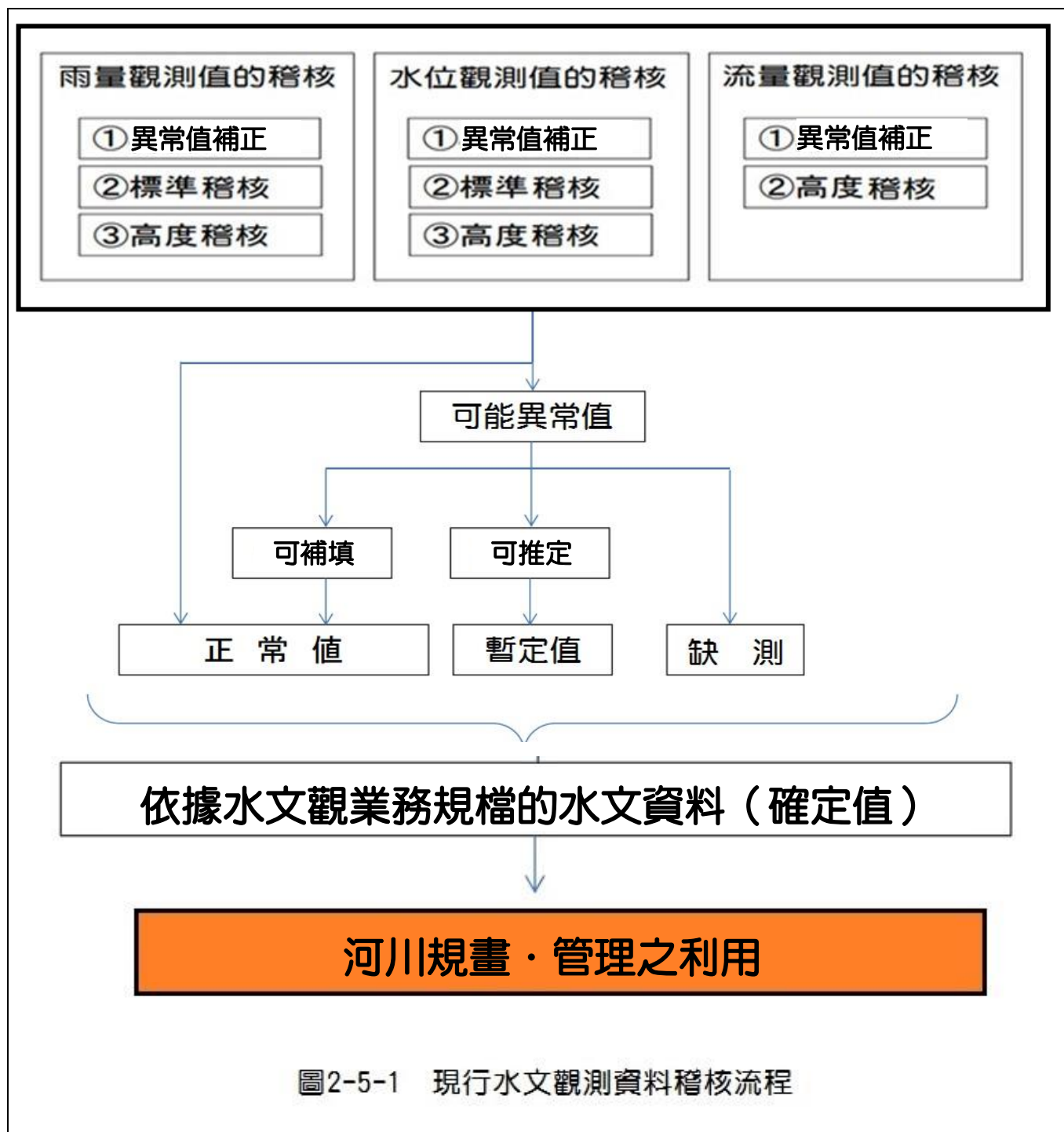
負責設置觀測機器、回收計測值的辦公室等，針對稽核對象之該水文觀測所，運用水文觀測數據加以稽核，找出異常值補正所無法檢查到的異常值，加以修正。

#### 3) 高度稽核

高度稽核原則上由地方整備局等可統整大範圍水文觀測資料的機構，針對該水文觀測所觀測數據，運用周邊附近複數水文觀測所的觀測數據實施稽核。高度稽核目標是具體地將水文資料活用在河川規劃與管理工作上，在此目標下確認水文資料(雨量・水位・流量)彼此之間沒有太大矛盾，並能掌握河川流域整體降雨乃至於河水逕流量增減現象等，以確認整體資料之高度可靠性。

上述各項稽核作業之分擔及實施，應事先規定。

此外，流量觀測數據稽核，等同於現地稽查對異常值補正，可找出流量觀測錯誤部分，重新取得正確數據。運用水位流量曲線等取得連續流量資料階段可實施的流量觀測數據稽核，等同於高度稽核。



### 5.3.2 異常值補正

#### 〈標準〉

異常值補正標準做法應在接到觀測儀器點檢報告、電子記錄器記錄內容與自動記錄值回收結果整理報告之後，定期實施。

此外，應監控遙測送之水文觀測數據，確認即時異常值時，實施異常值補正為標準做法。

#### (1) 雨量異常值補正

##### 〈必須〉

根據觀測機器點檢結果，確認受水器或傾斗變形、垃圾堆積、自動紀錄裝置內時鐘不準確等狀況，應針對各機械與觀測值異常部分實施觀測值補正。

#### 〈相關通知等〉

- 1) 水文觀測資料品質稽核入門(草案)，2004年09月17日，國土交通省河川局河川環境課課長輔佐事務聯絡人。

### (2) 水位異常值補正

#### 〈必須〉

經由觀測機器點檢結果，確認出現水位計動作錯誤等感應器異常、水位標讀取值或感測器值落差、地盤下陷導致零點高程變化、自動紀錄裝置內藏時鐘不準確、傳送路線(遙測傳輸)異常等狀況，應針對各機械與觀測值異常的部分實施水位觀測值補正。

#### 〈關連通知等〉

- 1) 水文觀測資料品質稽核入門(案)，2004 年 09 月 17 日，國土交通省河川局河川環境課課長輔佐事務連絡人。

### (3) 流量異常值補正(流量的現場稽核)及畫出水位流量曲線

#### 〈必須〉

現場觀測取得的各個流量觀測值，應依據水位、水深流速分布等計測值算出。因此是否有錯誤或異常，或計算流量過程是否有誤，每次完成觀測都得儘速實施異常值補正(以下流量部分稱為“現場稽核”)，確保提升觀測品質。

#### 〈必須〉

經由流量現場稽核確認現場觀測時間點有誤，或觀測值異常等狀況時，應現地針對該觀測值實施重測。但若已排除觀測方法錯誤，只有各別流量觀測時間點錯誤或異常，就不需刪除全部觀測值，而應和重新測定取得的數據一同記入觀測記事本，加以保存。

針對觀測值是否為異常值，應留待之後和斷面重測量結果、低水・洪水流量觀測結果，以及水位流量曲線制成過程等一比較，再作綜合判斷。

#### 〈標準〉

流量現場稽核應在現場完成流量觀測作業後(實施洪水流量觀測可作業期間或作業結束後)馬上實施。

#### ① 準備

#### 〈標準〉

流量現場稽核應先蒐集下列資料(影本亦可)，作為稽核作業參考資料。

觀測流量表、流量觀測記事本、流量計算書、斷面計算書、橫斷面圖

水位流量(H-Q) 相關資料、水位斷面積(H-A) 相關資料、以及水位流速(H-V)相關資料

## ② 稽核方法

### 〈必須〉

流量現場稽核需運用下列4種稽核圖。

- (1) 「橫斷面~流速・流量圖」
- (2) 「觀測水位流量圖(H-Q或 $H-\sqrt{Q}$ 圖)」
- (3) H-A圖
- (4) H-V圖

在該等稽核圖上畫出觀測值的圖，確認是否有明顯偏差，以及確認是否不同於之前觀測所製作的稽核圖，然後參照觀測時間點水理水文條件，迅速綜合判斷是否有觀測錯誤或異常。

藉由本稽核作業發現，無法確定該時間點水理水文條件的影響為何，並確認有可能是流量觀測錯誤、異常所導致的觀測值錯誤，應立刻針對可能有誤之觀測值重新測定。

### 〈標準〉

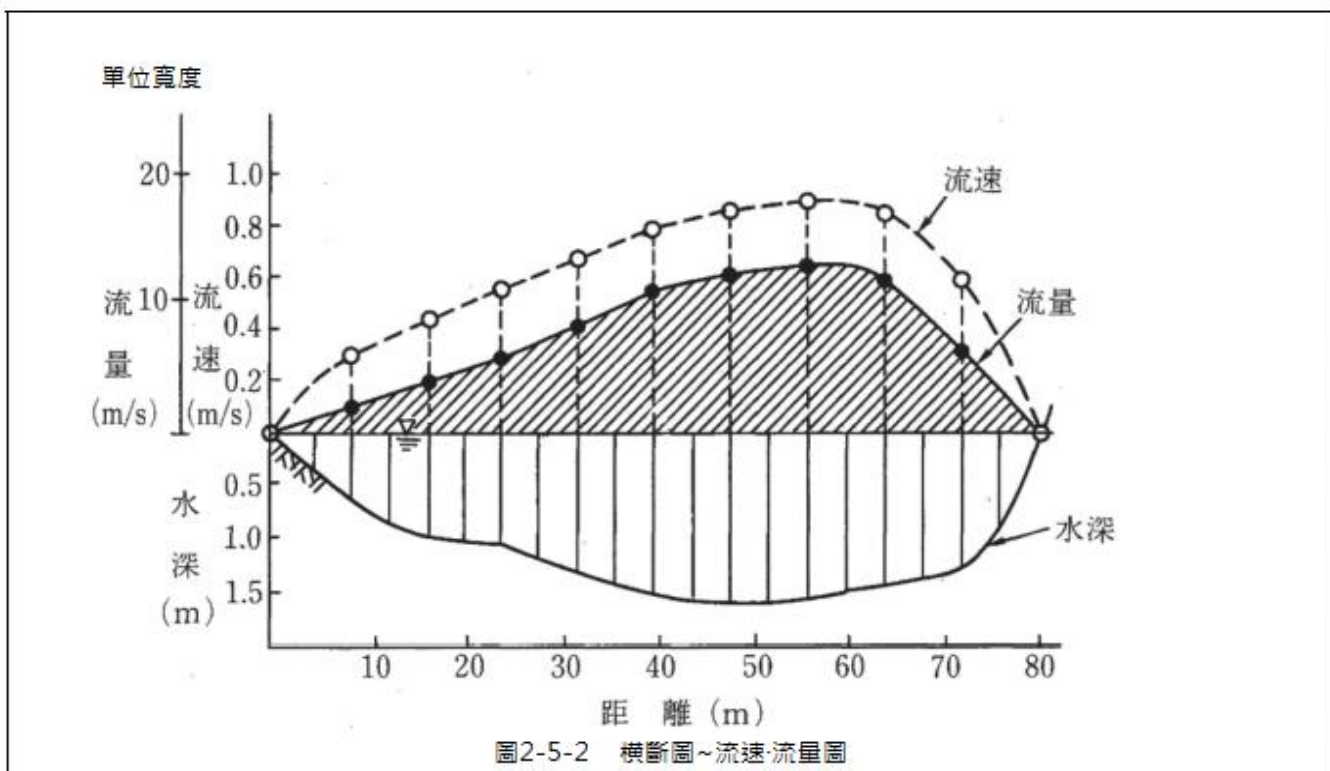
固定式流量觀測方法之流量觀測值，應在主要洪水發生後立刻實施現場稽核作業為標準。

- 1) 影響流量計算的河床變動等狀況，已明顯且影響本章第4節4.3.3流量觀測所橫斷線所定觀測橫斷面橫斷測量結果時，應儘速修改流速補正係數，更新斷面積資訊，以確保・提升即時連續流量觀測值品質。

## ③ 「橫斷面~流速・流量圖」稽查圖之製作

### 〈必須〉

為了確認流速計測時有無錯誤或異常，每次流量觀測作業都須在畫有最新橫斷測量成果的橫斷圖上半部之縱軸，畫出流量觀測作業取得的各測線流速值(測定值與測線平均流速值)，將這些點連成線(參照圖2-5-2)。若水深分布與流速分布關係有不自然之處，可能為該測線觀測異常所致。



#### ④ 「觀測水位流量圖(H-Q圖或H- $\sqrt{Q}$ 圖)」稽核圖之製作

##### 〈必須〉

為了確認流量觀測或流量計算過程是否有誤或異常，應將觀測水位與計算流量載入前一年的水位流量曲線圖(若尚未製作水位流量曲線圖，可使用前一年依據水位流量關係所繪製之圖)(圖2-5-3)。

實施高水流量觀測，應進一步依時間前後順序將一連串事件畫出的觀測值群點，用線連接起來。然後用 $\sqrt{Q}$  (2次式時使用。圖2-5-4)或 $Q^{1/n}$  (n次式時)取代Q作為橫軸繪圖。

水位流量圖上重新畫出的流量觀測值，若和過去水位流量圖有明顯偏離，有可能是當地河床變動或下游水位條件等水理條件變化，或觀測計算流量過程異常所致。

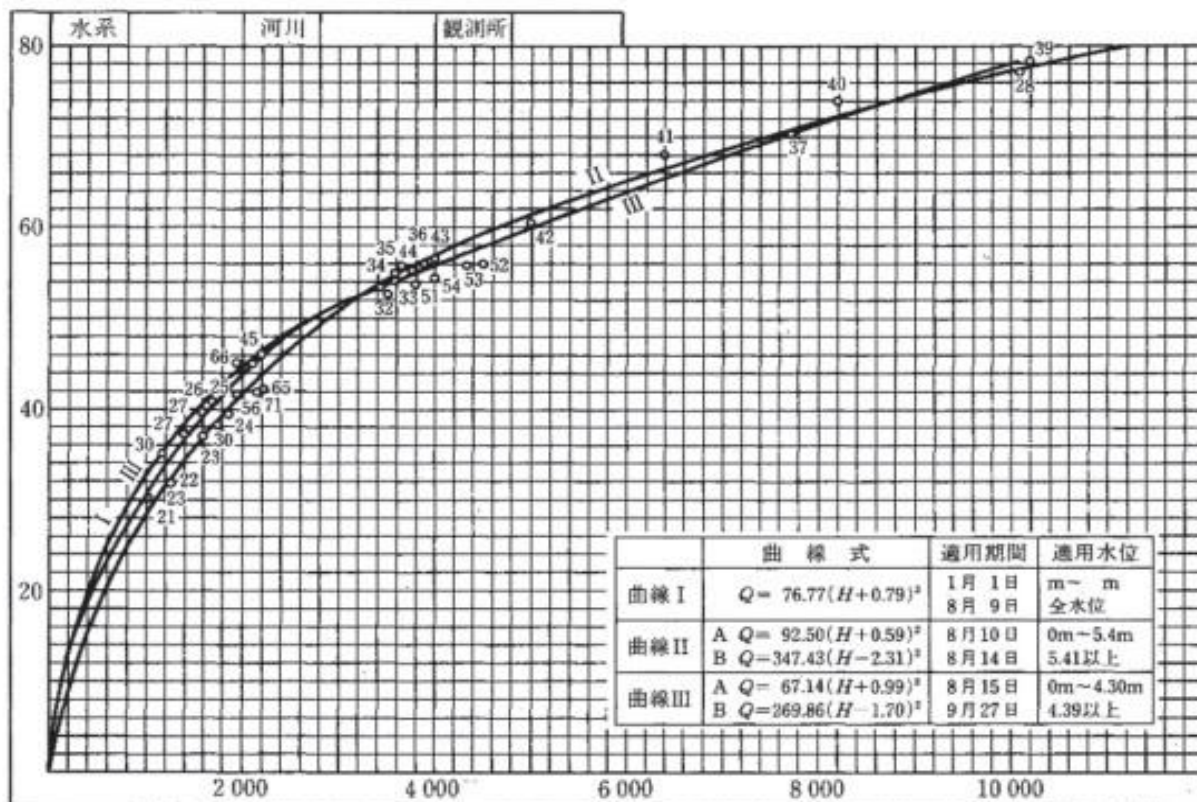


図2-5-3 観測水位流量図 (H-Q図)

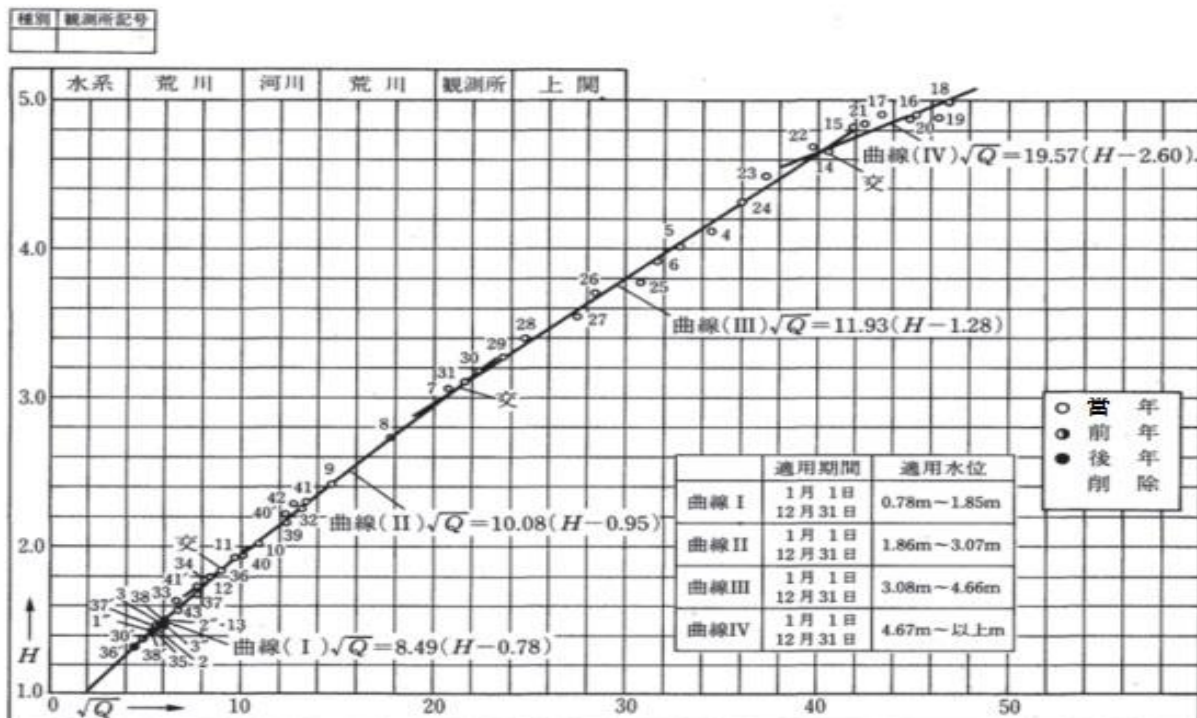


図2-5-4 観測水位流量図 (H- $\sqrt{Q}$  図)



## ⑤ H-A圖、H-V圖稽核圖之製作

〈必須〉

為確認流量觀測或流量計算過程是否有錯誤或異常，應對最近橫斷測量結果製作的H-A圖(水位濕周面積關係圖)，以及最近流量觀測作成的H-V圖(水位流速關係圖)，以現地水位或水深觀測結果所算出之斷面積或現地流速觀測結果劃上該圖。

圖面描繪的新流量觀測值，若發現和過去觀測值描點有很大不同，可能是河床變動或下游水位條件等水理條件變化所致，但也可能是觀測或流速・濕周斷面積計算過程異常所導致。

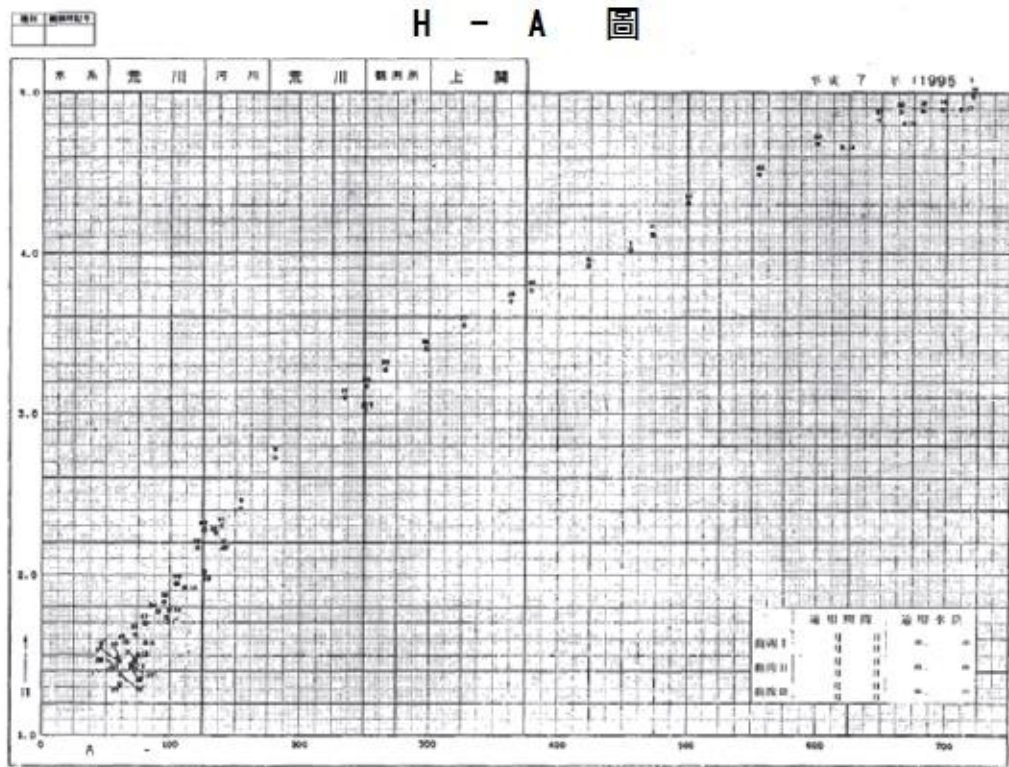


圖2-5-5 水位斷面積關係圖（H-A圖）之例

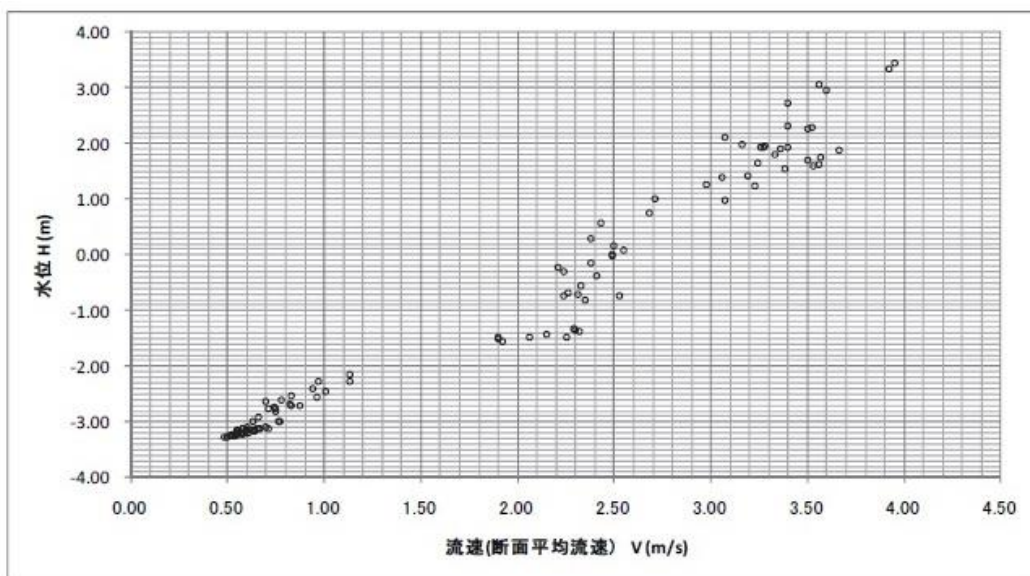


圖2-5-6 水位流速關係圖（H-V圖）之例



#### 〈建議〉

此外，在H-V圖之中V不只是以代表全斷面的平均流速來繪製，也須能對每條側線(每各區分斷面)的平均流速繪製。在活用這樣的圖，就能具體定位哪條側線(區分斷面)水理條件有變化或觀測與計算異常。

#### 〈參考資料〉

除此之外，確認影響水位流量曲線精確度原因的方法，參考下列資料。

- 3) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第5章 觀測紀錄的整理與保存 5.6 水位流量曲線，全日本建設技術協會，2002。

### 5.3.3 標準稽核

#### 〈標準〉

標準稽核指負責設置觀測機器・回收計測值等事務所，以各該水文觀測所水文觀測數據資料為對象實施的稽核。標準做法是依據「水文觀測數據品質稽核要領」，找出異常值補正所無法發現的異常值，加以修正。

標準稽核判定為正常值的觀測值，以及完成修正的觀測值，依「水文觀測業務規程」第14條，各事務所主要向地方整備局長報告作為水文觀測數據資料。

#### 〈相關通知等〉

- 1) 水文觀測數據品質稽核要領，2002年04月22日，國河環第10號，國土交通省河川局河川環境課課長通知。

#### (1) 雨量的標準稽核

#### 〈必須〉

有關雨量是否觀測到以下的極端值，必須加以稽核。

- 1) 各雨量觀測所應訂定時間雨量上限值，找出超過該上限值的時間雨量記錄。
- 2) 各雨量觀測所訂應求出每個月最大時雨量平均與標準偏差，找出統計上極端大的時雨量記錄。
- 3) 各雨量觀測所應訂定日雨量上限值，找出超過該上限值的日雨量記錄。
- 4) 各雨量觀測所應求出每個月最大日雨量平均與標準偏差，找出統計上極端大的日雨量記錄。

依上述抽樣選出的極端大觀測值，應判別是正常值還是異常值。若是異常值，應判斷是否有缺測，以及是否該用暫定值填補。其相關判斷基準與方法，可參考以下之相關通知。

#### 〈相關通知等〉

- 1) 水文觀測數據品質稽核要領，2002年04月22日，國河環第10號，國土交通省河川局河川環境課課長通知。
- 2) 水文觀測數據品質稽核入門(草案)，2004年09月17日，國土交通省河川局河川環境課課長助理聯絡。

## (2) 水位的標準稽核

### 〈必須〉

水位是否觀測到如下極端值，應加以稽核。

- 1) 各水位觀測設備應事先設定該觀測所的觀測值上下限值，以找出超過該上下限值的水位記錄
- 2) 各水位觀測設備應事先設定每小時水位變動量之上下限值，以找出超過該上下限值的水位變動記錄。
- 3) 各水位觀測設備應事先設定相同水位持續時間之上限值，找出超過該上限值的相同水位持續時間記錄。

依上述抽樣選出的極端觀測值，應判別是正常值還是異常值。若是異常值，應判斷是否有缺測，以及是否該用暫定值填補。其相關判斷基準與方法，參考以下相關通知。

### 〈相關通知等〉

- 1) 水文觀測數據品質稽核要領，2002 年 04 月 22 日，國河環第 10 號，國土交通省河川局河川環境課課長通知。
- 2) 水文觀測數據品質稽核入門(案)，2004 年 09 月 17 日，國土交通省河川局河川環境課課長助理聯絡。

## (3) 其他

### 〈建議〉

就流量觀測數據，設置觀測儀器並執行計測值回收等工作的事務所等單位使用該等水文資料，應對水位流量曲線公式的水理水文學妥當性加以稽核，確保、提升觀測品質。

具體而言，須以水位流量曲線所根據的水文觀測數據或流量計算過程等是否妥當(含現場稽核認定可能異常數據事後處理的最終判定是否妥當)，以及水位流量曲線公式的更新・分離・選定・製作過程妥否當加以確認。此時加上5.3.2(3)所介紹圖群，活用年間橫斷面圖或水位流量曲線~橫斷面圖。藉此完成水位流量曲線製作過程的整體稽核，若發現採用不適切的計測值或計算值，乃至於製作過程有不當之處，應適度重做，完成水位流量曲線補正，確保流量計算值的精確。

### 〈參考資料〉

改善水位流量曲線精確度做法的詳細內容，參考下列資料。

- 1) 國土交通省監修，(獨)土木研究所編著：水文觀測，第 5 章 觀測紀錄的整理與保存 5.6 水位流量曲線，全日本建設技術協會，2002。

## 5.3.4 高階稽核

### 〈標準〉

高階稽核原則是地方整備局等彙整該區域提供水文觀測資料的單位，針對該當水文觀測所取得的觀測數據，運用附近周邊複數水文觀測所的觀測數據資料加以稽核。

高階稽核是根據水文觀測數據品質稽核要領，對完成標準稽核仍未能檢出之異常值，並加以檢出、修正。

### (1) 雨量的高階稽核

#### 〈必須〉

雨量應以下列觀點對是否有異常觀測值加以稽核。

- 1) 鄰近地區雨量相關數值(日雨量)
- 2) 鄰近地區雨量相關數值(總雨量)

總雨量期間指「一個月」。

詳細做法參考下列相關通知內容。

#### 〈相關通知等〉

- 1) 水文觀測數據品質稽核要領，2002 年 04 月 22 日，國河環第 10 號，國土交通省河川局河川環境課課長通知。
- 2) 水文觀測數據品質稽核入門(案)，2004 年 09 月 17 日，國土交通省河川局河川環境課課長助理聯絡。

### (2) 水位的高階稽核

#### 〈必須〉

水位應以下列觀點對是否有異常觀測值加以稽核。

- 1) 水位上下游相關狀況  
確認上下游兩個地點的水位觀測設備是否有將時差等問題納入考量。
- 2) 水位急劇增減  
確認與上游區雨量之關係，以及水位是否有異常增減狀況。
- 3) 洪峰水位的發生順序  
比較上下游水位，確認洪峰水位是否有按照妥當之順序產生。  
詳細做法參考下列相關通知。

#### 〈相關通知等〉

- 1) 水文觀測數據品質稽核要領，2002 年 04 月 22 日，國河環第 10 號，國土交通省河川局河川環境課課長通知。
- 2) 水文觀測數據品質稽核入門(案)，2004 年 09 月 17 日，國土交通省河川局河川環境課課長助理聯絡。

### (3) 流量的高階稽核

#### 〈標準〉

流量應以下列觀點對是否有異常觀測值加以稽核。

- 1) 洪峰流量的發生順序  
比較上下游流量，確認洪峰流量是否有按照妥當之順序產生。
- 2) 水位流量曲線的妥當性  
判定水位流量曲線是否具備水理水文學之妥當性。

詳細做法參考下列相關通知。

#### 〈相關通知等〉

- 1) 水文觀測數據品質稽核要領，2002 年 04 月 22 日，國河環第 10 號，國土交通省河川局河川環境課課長通知。
- 2) 水文觀測數據品質稽核入門(草案)，2004 年 09 月 17 日，國土交通省河川局河川環境課課長助理聯絡。

#### 〈建議〉

高階稽核應從河川規畫與管理的角度，針對所取得水文資料，在水文資料(雨量・水位・流量)無矛盾的前提下，精準掌握河川流域整體降雨乃至於雨水流出現象，對水文資料相互比較稽核，確認所取得資料足以成為高度可靠資料。

#### 〈例示〉

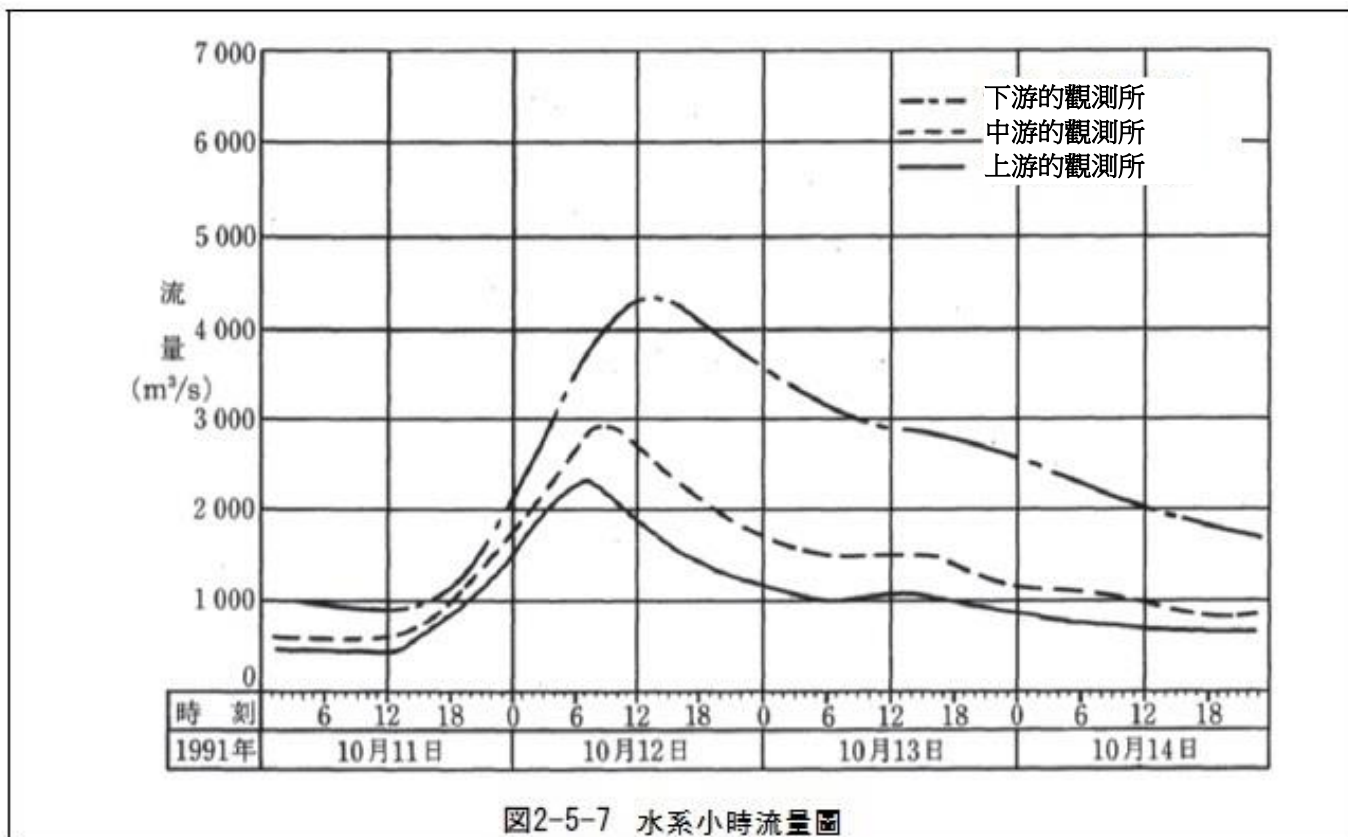
水文資料相互比較之稽核，參考下列稽核項目。

- 1) 降雨・雨水流出水文歷線之時系列相關狀況
- 2) 短時間降雨強度與逕流洪峰流量的關係
- 3) 降雨(流域平均累計雨量)與逕流量總量(累計逕流量)之關係
- 4) 相同河川上下游複數流量觀測所的年間總流量、比流量之比較
- 5) 根據水收支分析或逕流量分析之稽核

#### 〈例示〉

下例乃水系時間流量圖(圖2-5-7)、為流量高階稽核之一例。

同一圖表上畫出水系上游~中游~下游複數流量觀測所的洪水流量水文歷線，相互比較、對照各流量觀測所的流量水文歷線，了解洪峰流量發生順序，以及整體觀點下的水文歷線形狀・變化與總流量等水收支數據是否有不合理之處，並點檢各流量觀測所算出流量所形成的水位流量曲線優劣，以及是否有不完整之處。



#### 5.4 保存

##### 〈必須〉

完成觀測與稽核的水文資料，應根據水文觀測業務規程與該細則所制定格式進行整理與保存。

##### 〈相關通知等〉

- 1) 水文觀測業務規程，2002年04月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通報，地4章觀測成果的整理，報告，保存與公佈
- 2) 水文觀測業務規程細則，2014年03月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保存局通報，第4章觀測成果。

## 第2章 水文・水理觀測 第6節 地下水觀測

### 目 次

第6節	地下水觀測.....	1
6.1	總說.....	1
6.2	地下水調查的目的.....	2
6.3	預備調查項目.....	3
6.3.1	預備調查項目.....	3
6.3.2	地形・土地利用調查.....	4
6.3.3	地下水利用實況調查.....	4
6.3.4	水文調查.....	4
6.4	基本調查項目.....	5
6.4.1	地下水位調查.....	5
6.4.2	地質調查.....	6
6.4.3	地下水水質調查.....	6
6.4.4	地下水流動調查.....	7
6.4.5	地下水涵養量調查.....	7
6.4.6	地層下陷量調查.....	8

2014年4月 版

## 第2章 水文・水理觀測

### 第6節 地下水觀測

#### 6.1 總說

##### <概說>

本節在訂定地下水相關調查所需基礎事項與現場調查之標準作法。

##### <必須>

地下水調查須先充分掌握對象地域的特性，有系統、有率效地實施，以達到所預期的目的。

##### <相關通知等>

- 1) [水文觀測業務規程](#)，2002年4月22日，國河環第6號，國土交通事務次官通報。
- 2) [水文觀測業務規程細則](#)，2014年3月20日，國水情第45號，國土交通省水・管理保全局通報。

##### <參考資料>

實施地下水調查有如下法規與圖書類。地層下陷對策之一的地下水抽水相關規範與法律如下。

- 1) [工業用水法](#)，1956年6月11日，法律第146號，最終修訂：2000年5月31日法律 第91號。
- 2) [建築物用地下水取用管制相關法律](#)，1962年5月1日，法律第100號，最終修訂：2000年5月31日法律第91號。

地下水污染、土壤污染相關有害物質基準值的法律項目如下。 3) [環境基本法](#)，1993年11月19日，法律第91號，最終修訂：2012年6月27日法律第47號。

- 4) [土壤污染對策法](#)，2002年 5月29日，法律第53號，最終修訂：2011年 6月24日法律第74號。

上述法律規範之外，日本還有其他有關地下水管制的規範，如下。

- 5) [防止地層下陷等對策綱要](#)。

[濃尾平原防止地層下陷等對策綱要](#)，1985年4月26日，最終修訂：1995年9月5日。

[筑後・佐賀平原防止地層下陷等對策綱要](#)，1985年4月26日，最終修訂：1995年9月5日。

[關東平野北部防止地層下陷等對策綱要](#)，1991年11月29日。

- 6) 調查對象區域的地方自治體所制定條例・綱要等(地下水取用適正化相關條例，地下水保全條例等)。

詳細調查方法，可參考下列資料。

- 7) 建設省河川局監修，(財)國土開發技術研究中心編輯：地下水調查與觀測指針（草案），山海堂，1993。

<例 示>

實施地下水調查的一般順序如下。

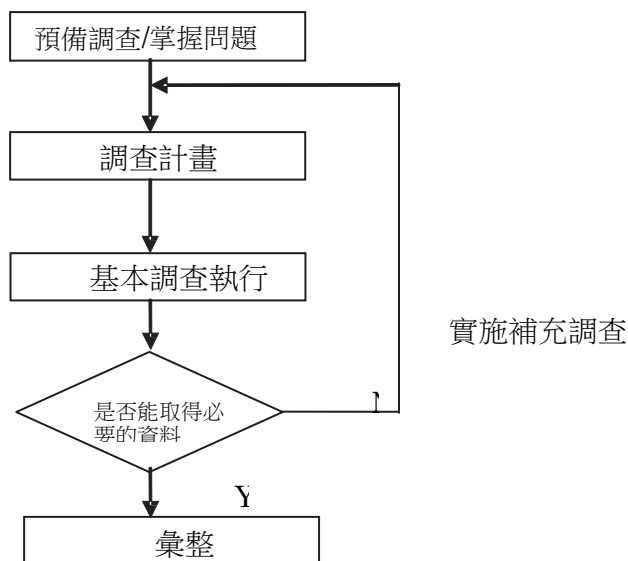


圖2-6-1 地下水調查的順序  
(根據「地下水調查與觀測指針(草案)」修正)

## 6.2 地下水調查的目的

<概說>

過去多數實施的地下水調查，主要有以下幾種內容。

### 1) 地下水賦存量之掌握

地下水賦存量的掌握主要是評估地下水資源的量與質，及掌握能開發的量。特別是為了永續利用地下水、不造成地下水枯竭，須掌握地下水適宜取用量，擬定並執行地下水保全與利用相關計畫。

### 2) 河川水與地下水關係之掌握

掌握河川水與地下水之關係，主要目的是了解兩者間定量的相互關係，了解河川某區間、地下空間或河川流域的水收支狀況。此外，正常流量之設定，須先對地下水的影響詳加檢討。

### 3) 地層下陷實際狀況之掌握

掌握地層下陷實際狀況，主要是為了找出地層下陷原因，擬定能正確預測下陷量、防止地層下陷的對策。

### 4) 地下水污染狀況之掌握

掌握地下水污染實際狀況，目的是確認污染原因，擬定適宜的污染防止對策以及污染地下水之淨化方法等。

### 5) 地下開挖工程相關影響之評估

設置阻水構造物等，其規模大又長時，可能會阻斷大部份之地下水流動，土地使得上游地下水位提高、下游地下水位降低之地下水阻碍情事，應予以防止。



#### 6) 河川堤防及周邊基礎地盤地下水狀況之掌握

為堤防安全性評估、致災原因了解與提出對策工程之目的，實施之。

#### 7) 斜坡地下水狀況之掌握

為確認地滑與斜面崩塌的原因，提出適宜對策工法及預測方法之目的，實施之。

#### 8) 水壩周邊地下水調查

為了解水壩基礎地盤及水庫周邊地質截留水能力與滲透破壞抵抗性等水理地質構造之目的，實施之。

因應各種地下水調查目的，從預備調查項目(6.3)、基本調查項目(6.4)選出必要之項目予以實施。事業之環境影響評估，也須視必要實施地下水調查。

此外，「6)河川堤防及周邊基礎地盤地下水狀況之掌握」與「8)水壩周邊地下水調查」，應參考第15章 土質地質調查，「7)斜面地下水狀況之掌握」，參考第18章 地滑調查 與 第19章 陡地調查。

### 6.3 預備調查項目

#### 6.3.1 預備調查項目

##### <概說>

預備調查目的在於有效率地遂行「基本調查」而實施，包括蒐集・整理調查地區周邊地形地質、土地利用・植生、氣象・水文、地下水利用實際狀況等資訊，有利於基本調查有效率的進行。

##### <標準>

「基本調查」之前應先完成預備調查。預備調查大致分為資料調查與現地預備調查兩種。資料調查所蒐集・整理的資料包括(1)地形圖・地形分類圖、(2)地質圖・表層地質圖・水文地質圖、(3)周邊地層資訊(地質柱狀圖)、(4)土壤圖、(5)空照、(6)衛星影像、(7)土地利用、(8)氣象・水文、(9)地下水及其利用狀況、(10)地下水不足、(11)地下水水質狀況等。此外，現地預備調查的目的乃是在確認、審視、補充資料調查之成果。

##### <參考資料>

預備調查詳細做法，參考下列資料。

- 1) 建設省河川局監修 (財)國土開發技術研究中心編輯：[地下水調查與觀測指針\(草案\)](#)，pp.59-72，山海堂，1993.
- 2) 地下水手冊編輯委員會：地下水手冊，pp.223-387，建設產業調查會，1998.

### 6.3.2 地形・土地利用調查

#### <概說>

地形・土地利用調查的目的在於，從地形推定地下水流動系統或地下水湧出狀況，同時從土地利用實際狀況掌握水的利用與地表水滲透與涵養狀況，了解地下水與地表水之關係。

#### <標準>

地下水面和地形關係密接，這項調查應利用現有資料、空照、現地調查等資料進行之。

#### <參考資料>

地形・土地利用調查詳細做法，參考下列資料。

- 1) 建設省河川局監修，(財)國土開發技術研究中心編輯：[地下水調查與觀測指針\(草案\)](#)，pp.73-84，山海堂，1993.
- 2) 地下水手冊編輯委員會：地下水手冊，pp.223-387，建設產業調查會，1998.

### 6.3.3 地下水利用實況調查

#### <概說>

地下水利用實況調查在於掌握地下水利用設施之分布、規模、取水量實際狀況，檢討地下水賦存量或流動、水收支、地下水開發・保全對策，以達利用之目的。

#### <標準>

地下水可用水井的抽水設施以及自然流出形成的湧水池等加以利用，都會利用到地下水。對象區域的地下水賦存・流動狀況會受地下水利用影響，因此，為了地下水之適正管理，需掌握對象區域的取水位置分布與地下水取水量。地下水利用實況調查標準以現有資料調查、問卷調查、訪問調查等作法為標準。

依條例規定有義務進行地下水利用管制的自治體，應針對地下水利用實況完成資料調查報告，資料調查可依此掌握地下水利用現況。

#### <參考資料>

- 1) 建設省河川局監修，(財)國土開發技術研究中心編輯：[地下水調查與觀測指針\(草案\)](#)，pp.85-93，山海堂，1993.

### 6.3.4 水文調查

#### <概說>

水文調查目的在掌握水循環量所需資料，必要時可就水文氣象、表流水・伏流水流量、蒸發散量、土壤水份量、滲透量等項目實施之。

#### <標準>

地下水與河川水、湖沼等地表水以及存在於不飽和帶的土壤水，具有相互關係，因此，

若要掌握水循環的量，不只需了解地下水的量，也需掌握降水量、蒸發散量、地表水流量、土壤水分等水文要素。水文調查以水文氣象調查、地表水流量調查、蒸發散量調查、土壤水分調查等為標準。

#### <參考資料>

調查方法詳細內容可參考下列資料。

- 1) 建設省河川局監修，(財)國土開發技術研究中心編輯：[地下水調查與觀測指針\(草案\)](#)，pp.95-119，山海堂，1993。

## 6.4 基本調查項目

### 6.4.1 地下水位調查

#### <概說>

地下水位調查乃是地下水調查的基礎，須掌握地下水位空間分布與經時變化，以了解地下水的賦存量或流動系統。

#### (1) 觀測所與觀測井

##### <必須>

地下水位觀測所的設置地點，須考量觀測對象之地下水域特性，並能達成所預期的目的。

##### <概說>

地下水流動系統的範圍或地質條件依調查對象區域而有不同，且不同調查目的，其所掌握的地下水現象內容或精準度，也有很大差異。因此，選定地下水位調查相關觀測所地點，需將這些不同條件差異納入考量，以決定適宜的觀測所數目與地點。

#### (2) 同步觀測與長期觀測

##### <概說>

地下水位調查大致可分為同步觀測與長期觀測兩種，其調查方法各有不同。

同步觀測通常是為了掌握地下水流動系統的水力梯度（水力坡降），所配置觀測所彼此距離愈近愈好，而且主要運用可攜式水位測定器，短期間同步實施水位觀測，以掌握該地區地下水體的賦存狀況或地下水流動狀況。可對特定區域之地下之收支掌握、建設工程之地下水影響預測、地下水污染路徑追蹤等不同目的實施之。

長期觀測原則上是在專用的觀測井，運用自記水位計實施一年以上的觀測。觀測結果可整理成地下水位變動曲線等，其結果可提供對建設工程之影響調查、地層下陷調查等各種地下水變動因素分析等參考。

#### (3) 地下水位等高線圖、地下水位變動圖之製作

##### <標準>

觀測數據除了提供地下水分析用途之外，標準做法是必要時應加入預備調查項目(6.3)地形・土地利用或水文調查等數據，製作地下水位等高線圖或地下水位變動圖等，作為變動原因分析之利用。

#### <參考資料>

地下水位調查相關詳細做法，參考下列資料。

- 1) 建設省河川局監修，(財)國土開發技術研究中心編輯：[地下水調查與觀測指針\(草案\)](#)，pp.121-138，山海堂，1993.
- 2) 地下水手冊編輯委員會：地下水手冊，pp.223-387，建設產業調查會，1998.

### 6.4.2 地質調查

#### <概說>

地質調查目的在於掌握地層的空間分布及其水理特性，了解地下水賦存狀況與流動狀況等。

遙測的目標在於實施大範圍水文地質構造調查或水資源調查及土地利用狀況變化之掌握等。

物理探勘則是利用地盤的物理特性，掌握其地質狀況。

鑽探可直接確認水理地質構造或地質。

現地透水試驗在於掌握原位置地層的滲透係數。

抽水試驗（含水層試驗）係為地下水調查時算出含水層的水理常數（滲透係數、貯存係數）或抽水井的性能（適宜抽水量）。

土質試驗在於掌握含水層的物理性值（滲透性等）。

實施地質調查應根據[第15章](#)土質地質調查。

#### <必須>

地質調查配合現地狀況，從現地踏查、遙測、物理探勘、鑽探、現場滲透試驗、抽水試驗（含水層試驗）與土質試驗之中，選擇適合的調查項目實施之。

### 6.4.3 地下水水質調查

#### <概說>

地下水水質調查可分為對特定污染源的地下水污染狀況調查、長期水質變化調查、地下水流動及水質調查等分類。

實施地下水水質調查，根據[第12章](#)水質・底質調查之方法。

#### <標準>

地下水水質調查標準做法是，必須符合水質類型的分類與基準，依調查目的選定之必要項目，配合試驗目的採取的基準實施之。

地下水水質調查之中的地下水污染狀況調查，通常藉由預備調查與現地踏查，掌握地形・土地利用與地下水利用實況。標準做法是根據可能造成地下水污染的土地利用及可活用的現有水井位置等資訊，擬定詳細地下水污染狀況調查計畫並予以實施。

若需實施含水層調查，應利用既有資料或必要時實施的地質調查結果，充分掌握水理地質構造。此外，為了水質調查而新開挖的水井，應避免因為開挖而讓未污染的含水層遭受污染。

#### <參考資料>

地下水污染與土壤污染關係密切，因此，實施地下水污染調查，可參考下列資料。

- 1) 土木研究所編輯：建設工程遭遇地盤污染的處理技術手冊（暫定版），鹿島出版會，2004.
- 2) [建設工程處理天然含重金屬等岩石與土壤技術手冊（暫定版）](#)，2010年3月，國土交通省，建設工程處理天然含重金屬等土砂技術手冊檢討委員會。

### 6.4.4 地下水流動調查

#### <概說>

地下水流動調查視地下水流動為水循環一環、空間體積持續延申的系統，目的在於了解地下水流動實況。實施地下水流動系統調查，很難只靠直接計測，因此，通常會實施直接計測，配合使用地下水流動方程式的分析方法。

#### <必須>

地下水流動為涵養－流動－流出的一種流動系統，具有三次元空間延續特性。因此，調查地下水流動須把地下水視為流動系統規模，同時將其他現場條件納入考量，以適宜的方法進行調查。

#### <標準>

了解對象區域三次元地下水流動系統實況主要有以下三種方法，(1)利用包括私人水井在內的現有水井與壓力計群，直接測定地下水潛在分布、(2) 利用數據模擬的方法，從境界值問題的角度解開地下水流動方程式，得出地下水潛在分布、(3)追蹤同位素，水温・水質，推定地下水流動狀況。不過，進行大範圍分析時，經常很難取得分析所必要的充分基礎數據，不容易只靠一種方法就掌握大面積地下水流動實況，因此，基本上大都採取(1)搭配(2)的方法，有時也運用(3)，以及併用多種方法交叉驗證，較能精確掌握地下水流動系統實況。

#### <參考資料>

地下水潛能概念、滲透水量法則（達西定律）、地下水流動系統概念及地下水流動調查方法詳細內容，可參考下列資料。

- 1) 建設省河川局監修，(財)國土開發技術研究中心編輯：[地下水調查與觀測指針\(草案\)](#)，pp.215-238，山海堂，1993.

### 6.4.5 地下水涵養量調查

#### <概說>

地下水涵養量調查主要是為了掌握地下水涵養機制與涵養量實施調查必須先掌握氣象條件與地盤條件。

#### <標準>

調查地下水涵養量標準做法是，根據水收支並配合調查對象區域的規模、目的、現場條件等，

視必要採用測定土壤流動法、蒸滲儀（滲水計，lysimeter）調查法、土壤水追蹤等方法。這些調查方法都比較費時，因此應事先充分調查該對象區域已有的調查結果與研究案例。

#### <參考資料>

進行這方面的調查可參考下列資料。

- 1) 建設省河川局監修，(財)國土開發技術研究中心編輯：[地下水調查與觀測指針\(案\)](#)，pp.239-245，山海堂，1993.

### 6.4.6 地層下陷量調查

#### <概說>

地層下陷量調查主要是為了掌握地層下陷區域及地層可能下陷區域的下陷地層動向。調查地層下陷量主要有兩種方法，一種是調查地下水抽水等為主因的大範圍地層下陷，另一為新設或擴建堤防所導致之地層下陷。在此之地層下陷，指地下水抽水等為主因的大範圍地層下陷。

另外，新設或擴建堤防所導致之地層下陷，參考[第15章](#)土質地質調查。

#### <標準>

原則上地下水抽水為主因的大範圍地層下陷，須先實施資料調查。此外，須進行現場調查時，標準做法是針對下陷觀測井或一級水準測量進行觀測。

#### (1) 下陷觀測井之觀測

##### <標準>

地層下陷觀測井原則上設在一等水準測線附近或當地具有代表性的地點。觀測時必須先擬定具有有效與經濟的配置計畫，具備能達成所期目的的構造與性能。

觀測時原則上以自記記錄計連續實施，觀測值須進行必要的補正，整理成累計下陷量為標準。

#### (2) 測量之觀測

##### <標準>

水準點位於下陷區域或評估可能下陷區域及其周邊的調查區域，原則上以 1km 網格密度設置，並將下陷狀況、土質・地質、土地利用狀況等地區特性納入考量，增減配置水準點。實施觀測前應先擬定有效與經濟的觀測計畫，並採取能達到預期精確度的儀器與方法。

測量結果應進行必要的補正與計算，以標高方式整理之。

#### <參考資料>

地層下陷量調查的詳細做法，請參考下列資料。

- 1) [全國地層下陷地域概況](#)，環境省.
- 2) [地層下陷監視指導方針](#)，2005年6月29日，環水土發第050629007號，環境省環境管理局水環境部長通告.

- 3) 各自治體依據2)所擬定的指導方針.
- 4) [全國地層環境情報指南](#)，2011年度版，環境省.
- 5) 大西博文，山田俊哉，江橋英治，大野順通，脇坂安彦，佐々木靖人，三木博史，小橋秀俊，近藤升，其他 5 人：道路環境影響評價的技術方法（其他 3），土木研究所資料，第 3744 號，10. 地盤，2000.

## 第2章 水文・水理觀測 第7節 河川流動的綜合掌握

### 目 次

第7節 河川流動的綜合掌握.....	1
7・1 總說 .....	1
7・2 水流綜合掌握的實施舉例.....	2

2014年4月 版



## 第2章 水文・水理觀測

### 第7節 河川流動的綜合掌握

#### 7.1 總說

##### <概說>

本節主要說明本章 [第1節](#) 所介紹範疇 3.1 的觀測方法。

所謂「水流的綜合性掌握」主要是以個別觀測水位、流量所能掌握之局部洪水流動狀況，透過相關觀測與分析以取得全區必要之資訊或見聞。

以下分階段說明其要領。

#### 1) 以力學之理解對水理系統的彈性未知數予以設定

以下用最單純的水流阻抗法則加以說明。又，實際可運用必要水準的（看情況有時得使用更高度的）水流基礎方程式。

$$q = \frac{1}{n} (H - z)^{\frac{5}{3}} \cdot \sqrt{\frac{H_1 - H_2}{\Delta x}} \quad (2-7-1)$$

在此， $q$ ：單位寬度流量， $H$ ：水位， $z$ ：河床高度， $n$ ：曼寧粗糙係數， $H_1$ ：地點 1（上游側）水位， $H_2$ ：地點 2（下游側）水位， $\Delta x$ ：地點 1、2 之間的縱斷距離。

a) 上式之中已知河床高  $z$ 、粗糙係數  $n$ ，若能觀測到某時刻的水位（ $H$ ， $H_1$ ， $H_2$ ），就可得到流量  $q$ 。這是本章 第4節 流量觀測 表 2-4-1 所示的水面坡降斷面積法原理。

b) 已知河床高  $z$ ，若能觀測到某時刻的水位（ $H$ ， $H_1$ ， $H_2$ ）與流量  $q$ ，就能得到粗糙係數  $n$ 。這便是第 5 章 河川洪水流水理分析 第 5 節 參數設定 5.2 之中粗糙係數逆算（同定）法的原理。

c) 既知粗糙係數  $n$ ，若能觀測到某時刻水位（ $H$ ， $H_1$ ， $H_2$ ）與流量  $q$ ，就能取得河床高  $z$  之相關資訊。

d) 如此配合水理系統分析與觀測項目，就能針對目的與狀況，彈性地設定想要取得的水理量。

#### 2) 以水理量掌握觀測精確度差異的策略

觀測精確度依水理量而有差異，一般而言，水位（水深）的測定精確度會高於流量觀測精確度。因此，除了在已知  $z$  與  $n$  條件下提高流量直接觀測精確度之外，也可用精確度相對高的水位測定結果，或使用上述 1) a) 的方法算出流量。另外，客觀上畢竟不易測定洪水期間河床高，除了努力直接測定，也可在已知  $q$  與  $n$  的條件下，根據水位測定結果利用上述 1) c) 方法，取得河床高資訊。總之，未必只能靠直接觀測取得水理量，亦即只要與水理系統連結，也能在相對高精確度下完成測定，並且經由較容易設定的水理量，取得最終想要了解的水理量。這類方法也應積極採用。

#### 3) 反覆實施水位的縱斷方向多點觀測

若能在縱斷方向以細小間距實施水位同步觀測，把公式(2-7-1)置換成對河川縱斷方向的水流運動方程式，就能取得未知水理量縱斷分布資訊。比如，若已了解粗糙係數（更一般性的阻抗特性）縱斷變化，就能由河道狀況（河道形狀或樹木群等）界定其原因，以取得有益於河道狀況管理的個別具體資訊。此外，相對於非穩定流動，反覆實施這樣

的觀測並導入非穩定流動的基礎方程式，可同時取得流量縱斷分布與其時間變化，及粗糙係數或河床高度時空間變化有關的資訊。由此得到的資訊，對河道內洪水流量往下游傳播特性等較之直接觀測流量取得更高精確度資訊。這樣的觀測也可運用在（自然）分流地點與滯洪區等河川區間，取得詳細且高精確度的分流特性與洪水流量縱斷方向變化等資訊。類似這樣的方法，可視為一種同化方法的使用與定位，就綜合掌握河川水流而言，不僅能充實水位觀測數據，也可取得更多資訊。此等特性，可視為必要而積極加以活用。

#### 4) 河床變動與流砂量相關資訊掌握之展開

累積至上述 3) 為前提，水流計算加上河床變動計算（[第 6 章](#)「河床變動、河床材料變化及土砂流送分析」所述）之組合，可將實測值的水理量計算方法運用到流砂量方面，取得洪水期間流砂量相關資訊，這部分第 16 章「綜合土砂管理的調查 第 2 節 調查的基本組合方法」[2.3.6\(1\)4](#) 有所說明。又第 4 章「河道特性調查」第 6 節「土砂輸送特性」[6.5](#) 對土砂輸送特性定位的掌握方法加以說明。類似這樣觀測與分析的組合，在洪水期間產生有意義之河床變動的河川區間（譬如砂床河口附近、分合流地點等），特別具有意義。如此，視必要在「水理系統」導入流砂與河床變動系統，能取得更多資訊，更廣泛的了解。

在「綜合掌握河川流動」過程中，能具體表現水理系統的水流相關模式（視須要納入流砂與河床變動）層次，與實測對象之水理量種類、量、質之平衡與適合性，也很重要。這種模式有各種不同層次，除非能達到平衡與適合性，否則應配合目的與狀況，選擇具有彈性的實施方法。

以上說明的「綜合掌握河川水流」不僅有效反映實務上針對河川水流（必要時也納入流砂與河床變動）系統之相關理解與技術發展，而且在面對需大量處理的水理量時，能從綜合性與戰略角度，找出更合理的觀測方法基本架構，並且注意與範疇 1、2 之觀測互補（參照圖 2-1-1）。在必要狀況下，試圖積極辦理，甚為重要。

## 7.2 水流綜合掌握的實施案例

### <例 示>

#### 1) 水位多點連續觀測與非穩定流分析掌握洪水傳播特性

利用簡易自記式水位計觀測水位縱斷分布的時間變化，將水位觀測結果當作邊界條件的非穩定準二次元流動分析或非穩定平面流動分析。持續優先使之與觀測精確度相對高的水位縱斷分布一致化，並且避免和基準點流量觀測結果過度乖離，使其變化特性能重現下設定粗糙係數。如此，就能掌握最大流量流動方向之變化，或基準點洪水流量之時間變化（水文歷線）等洪水傳播特性。

#### 2) 流速觀測與抵抗法則公式之粗糙係數的時間與空間變化特性

運用空照與錄影等影像分析，測定洪水流的平面流速分布，將流速與水位觀測結果以抵抗法則公式（配合所取得的精確度，也可使用一次元或平面流分析）逆算得出粗糙係數。以掌握該地點之地被（植生）等的抵抗特性。

### 3) 山地河川支流合流的洪水傳播特性之掌握

運用設在主流的複數水位觀測所數據，對支流合流點或主流上下游端等隣近水位觀測所之水位關係式，設定流量邊界條件採用與本節7.11a)同樣之一次元非穩定流分析。根據以上結果，掌握基準點洪水流量時間變化（水文歷線）等的洪水傳播特性。此外，這種方法用來當作河川橫流入量的邊界條件，也能活用支流的合流量、分流路的分流量、洪泛區的流入量，以及破堤點的氾濫流量。

### 4) 以洪水流與河床變動整體分析掌握洪水期間的河床變動

運用多點設置的水位計記錄洪水期間水面縱斷形狀時間變化的同時，也可測定流量水文歷線與洪水前後的河床高度，運用洪水期間幾乎固定的粗糙係數與樹木群透過係數，可同時解洪水流與河床變動的兩種基礎方程式，讓流量、水面縱斷形與洪水後河床高度一致地算出洪水期間的河床高度。根據以上結果，可掌握流量高峰時的河床高度，以及洪水期間最大冲刷深度等洪水期間河床變動。

#### <參考資料>

可參考以下資料。

- 1) 土木學會水理委員會：水理公式集〔平成 11 年版〕，第 2 編 河川 第 2 章 洪水流的分析 p.117，丸善，1999.
- 2) 福岡捷二，渡邊明英，原俊彦，秋山正人：運用水面形時間變化與非定常二次元分析的洪水流量水文歷線與貯蓄量高精確度推算，土木學會論文集，No.761 II -67，pp.45-56，2004.
- 3) 福岡捷二，佐藤宏明，出口桂輔：[洪水流非穩定準二次元分析法研究](#)，土木學會論文集B，Vol.65 No.2，pp. 95-105，2009.
- 4) 内田龍彦，福岡捷二，工藤美紀男：河川上游區域的主流・支流流量水文歷線的合理推定法，河川技術論文集，第15卷，pp.309-314，2009.
- 5) 福岡捷二，永井慎也，佐藤宏明：包含河川合流部的主流・支流流量水文歷線貯蓄量評估—以利根川・渡良瀬川 2001年 9 月洪水為例—，水工學論文集，第 49 卷，pp.625-630，2005.
- 6) 福岡捷二，渡邊明英，田端幸輔，風間聡，牛腸宏：含[利根川・江戸川分派點在內區間流量水文歷線與粗糙係數・樹木群透過係數的評估](#)，水工學論文集，第50卷，pp.1165-1170，2006.
- 7) 福岡捷二，昆敏之，岡村誠司：[鶴見川多目的疏洪道的洪水調節效果評估—將河道水面形狀時間變化納入考量的非穩定二次元分析法之適用—](#)，土木學會論文集，pp.238-248，2007.
- 8) 安倍友則，福岡捷二，塚本洋祐：建構破堤導致氾濫的水文歷線計算法與適用於河川的方法研究，土木學會論文集B，第65卷 No.3，pp.166-178，2009.
- 9) 岡村誠司，岡部和憲，福岡捷二：運用洪水流縱斷水面形變化與準三次流分析法的石狩川河口部洪水期間河床變動分析，河川技術論文集，第16卷，pp.125-130，2010.
- 10) 岡村誠司，福岡捷二，竹本隆之：利根川河口部河床形狀與洪水期間的河床變動，水工學論文集，第 54 卷，pp.751-756，2010.

- 11) 鈴木健太，島元尚徳，久保世紀，福岡捷二：筑後川感潮區洪水期間的河床變動分析，水工學論文集，第55卷，pp.877-882，2011.
- 12) 福岡捷二：河道設計的基本原理－水面形狀時系列觀測值與洪水流－搭配土砂流分析的河道水理系統及其分析，河川技術論文集，第17卷，pp.83-88，2011.

## 第2章 水文、水理觀測 第8節 河川・流域的水循環觀測

### 目 次

第 8 節	河川・流域的水循環觀測 .....	1
8. 1	總說 .....	1
8. 2	從確保健全水循環系之觀點看流域水循環之觀測 .....	1
8. 3	氣候變化之氣象與水文數據變化之檢知與掌握 .....	4
8. 3. 1	監測之檢知與掌握 .....	4
8. 3. 2	氣候預測模式預測結果之檢知與掌握 .....	6

2014年4月 版

## 第2章 水文、水理觀測

### 第8節 河川・流域的水循環觀測

#### 8.1 總說

##### <概說>

水乃地球上有限資源，並是孕育生命、生活與產業所不可或缺的基本要素。水由海與河川等水面、植物或濕潤地面蒸發進入大氣，然後由雲經降水形成地表水。其中部分以冰雪或土壤水的形態存在，其餘則成為河川水或地下水，沿河川流域流動，再度經由海洋等管道回到大氣，構成一連串所謂的「水循環系（水循環系統）」。這樣的水循環系具備涵括大陸甚至整個地球規模的大循環，但對於河川管理者而言，須注意掌握的乃是河川流域內的水循環系（流域水循環）。河川水與地下水乃是這種水循環的一部分，也是民眾日常利用的部分。就河川與水資源計畫或管理而言，不只須掌握水的「庫存量」，還得了解水循環過程。此外，現代社會的農業用水、都市用水、發電用水等取水或下水道、農業排水等排水之人為水循環系，也常對河川流域水循環系造成重大影響，這部分也須有所掌握。此外，流域內各別的水循環過程之中，上游區域貯存間歇性降雨然後緩慢流動下來，為水資源重要要素，但同時也可能因為過度使用地下水，導致地層下陷等治水、利水、環境面之問題，造成自然社會層面的不良影響，而這樣的正面與負面因素不只關係密切而且會彼此連動。

掌握水循環系不可能只靠實施範疇1的既有觀測網就能達成目標，必要時也應配合範疇2與範疇3.2的追加觀測，然後以這些觀測值的分析結果（水收支分析與水循環模擬等）進行推定。因此，決定追加觀測何等對象（滲透能、地下水位等），以及在何處觀測場所、何時觀測時期等，須依既有觀測網及所採的分析方法決定之。

本節以掌握河川與流域水循環的典型事例，說明出確保健全水循環系須實施的調查，以及進行氣候變化調查所需之觀測，並配合其目的說明其相關注意事項。

#### 8.2 從確保健全水循環系之觀點看流域水循環觀測

##### <概說>

1960年代後半開始日本加速都市化，大量人口湧進都市、產業集中、都市區域不斷擴大、產業結構改變的同時，農村與淺山地區人口老化、減少等，近年來更因為極端氣候等氣候變化，出現河川常態流量減少、湧水枯竭、各種排水造成水質污染、不透水土地面積擴大導致都市型水患等問題，越來越嚴重。

這些問題都起因於保水與散水機能不彰，地表水與地下水連續性受阻礙等，越來越多問題狀況得盡速將流域整體納入考量範圍，健全水循環系。

在此情況下，健全之水循環系亦即在以「就流域為中心之相關水流過程，人類社會經營與環境保全之水機能的實現，在適當的平衡下，同時得以確保」為目標之保全對策擬定，實施之。擬定這些規畫之際，最好讓水循環系相關體（居民、NPO、企業、中央政府與地方自治體相關單位）參與。流域水循環之掌握須先建立民眾、團體與有關單位所共同擁有之共識。

流域水循環系主要有兩種，一種是由降水、蒸發散、滲透、地下水流動與河川流動等基本過程所形成的自然水循環系，以及經由上水道、工業用水道、下水道、農業用排水路等流動的人工水循環系。掌握過去到現在的變化實況、經緯與未來動向，即可大致了解對象河川區域內所存在相關水循環過程及其相互關

連性（圖2-8-1）。比如，若著眼於健全自然的水循環系，就必須先掌握都市化等流域改變之前該流域所具備的保水與散水機能，為擬定相關計畫措施的重要基礎資訊。

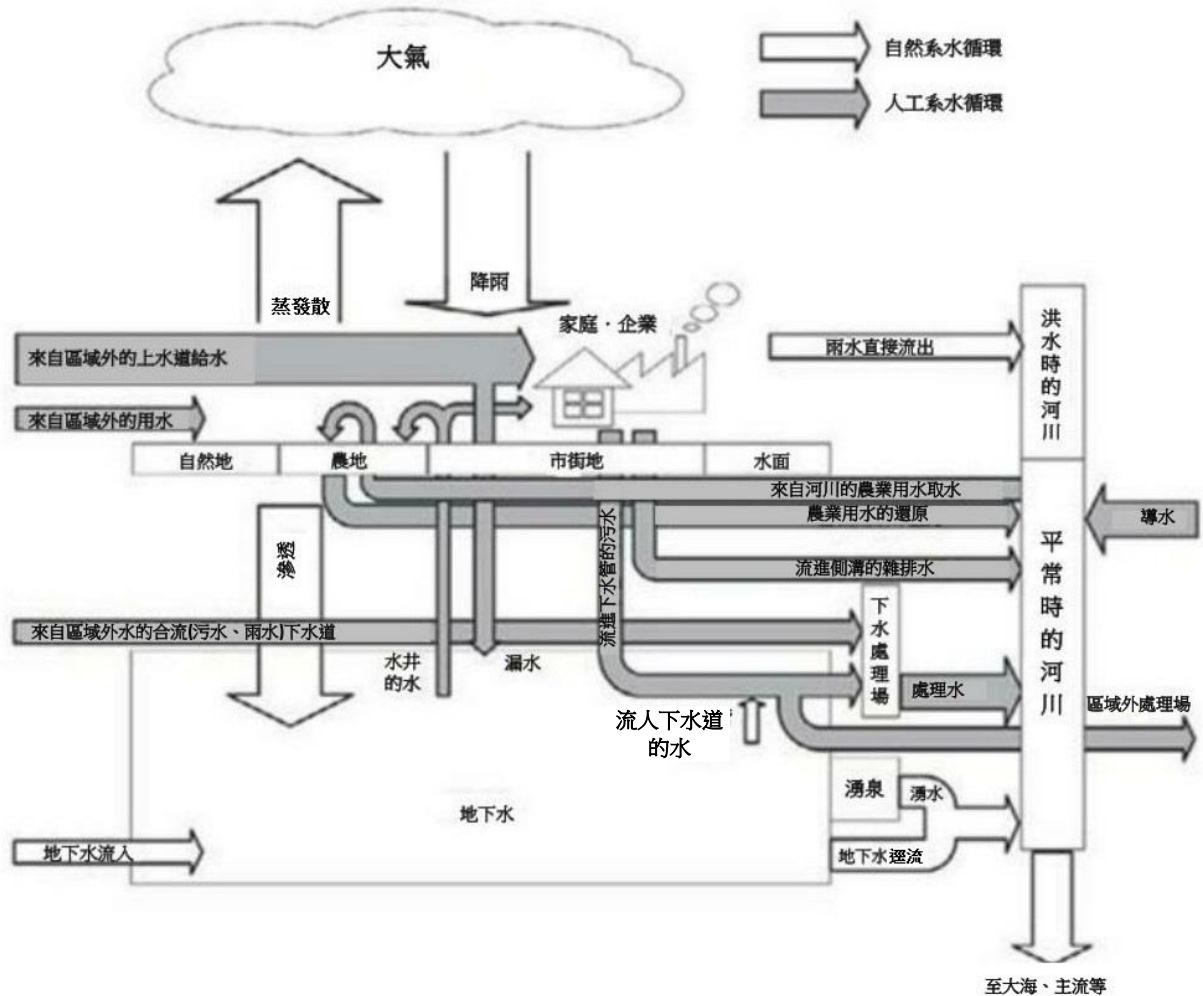


圖2-8-1 構成流域水循環系的水循環要素之分類例

出處：建構健全水循環系相關部會聯絡會議：

建構健全水循環系計畫，2003。

#### <標準>

在流域規模之保水或散水機能等難以掌握，可綜合且客觀掌握相關自然與人工水循環系之既有氣象水文觀測、土壤等資料以年間水收支法，或水循環模擬（參照第3章 第2節 流出分析），進行綜合分析。

#### <建議>

若必須採用雨水滲透設施更精確地設定流域平均滲透強度時，可進行現地滲透試驗（範疇2：特定目的觀測），根據所得到的結果設定平均滲透強度。



### < 案 例 >

對於對象河川流域內為顯示相關水循環過程或其相互關連性為目的，以年間水收支法或水循環模擬分析結果，如圖2-8-2所示，用圖示說明各構成要素定量性年間水收支關係。這種水收支關係圖可顯示過去到現在乃至於未來的變化狀況，可有效掌握健全水循環系課題。

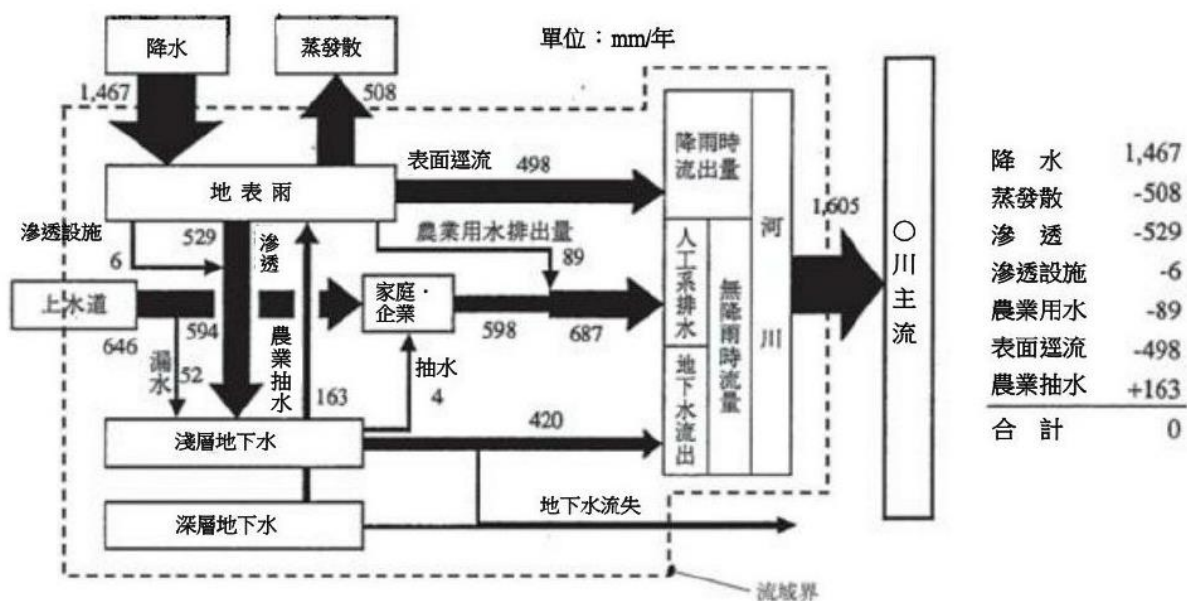


圖2-8-2 流域水循環系構成要素間相互關係的年間水收支圖例

出處：建構健全水循環系相關部會聯絡會議：

建構健全水循環系計畫，2003。

### < 相關通知等 >

- 1) 特定都市河川浸水被害對策法，2003年6月11日，法律第77號，最終修訂：2011年8月30日法律第105號。
- 2) 建構健全水循環系計畫，2013年10月，建構健全水循環系相關部會聯絡會議。

### < 參考資料 >

特別對都市區域健全水循環系的具體技術內容，例如為雨水貯存滲透設施的詳細調查方法、滲透或其效果（平均滲透強度）之簡便概算法，以及都市區域流域水循環系的模擬方法，可參考下列資料。

- 1) （社）雨水貯存滲透技術協會：增補修訂雨水滲透設施技術指針（案）調查・計畫編，2006。
- 2) 促進雨水滲透設施相關手冊（案）～預估滲透能力降低而實施的效果掌握與維持管理概念，2010年4月，國土交通省都市・地域整備局下水道部，同河川局治水課。
- 3) 「都市小流域雨水滲透與逕流機制的定量說明」研究會：都市區域水循環系的定量化方法：促進水環境系的再生，（社）雨水貯存滲透技術協會，2000。



### 8.3 氣候變化之氣象與水文數據變化之檢知與掌握

#### <概說>

氣候變化比如數年反覆出現一次的聖嬰與反聖嬰現象，北極震盪現象等各種自然原因；同時熱島效應與地球暖化等人為因素，也有很大影響。特別是地球暖化具有不可逆性，影響非常嚴重，會帶給全球人類社會與經濟方面巨大影響為重要之課題。而沿海區域或洪水氾濫區域、陡坡地、海平面上昇、豪雨頻率增加、颱風激烈化等，造成水災、土砂災害、高潮災害等發生頻率提高、災害加劇，甚至降雨變動幅度擴大，導致乾旱頻生，得憂慮。

聯合國氣候變遷跨國小組（IPCC）第4次評估報告書指出，各國推動的地球暖化緩和措施效果有限，未來數世紀地球氣溫仍可能持續上昇，因此，除了抑制地球暖化，如何因應地球暖化的各種影響，同樣重要。另外，地球暖化之緩和對策，面對社會條件變化之不確定性，外力變化預測值也有很變動空間。氣候變化預測具有不確定性，在此情況下檢討相關對策首先得確認如何有效、精確掌握觀測數據、累積知識，並須擬定各種對策，適度調整。

掌握氣候變化之氣象與水文資料變化之檢知與掌握，可用方法有各種監測方法，以及利用氣候預測模式的預測結果等方法。

#### <參考資料>

- 1) 聯合國氣候變遷研究小組（IPCC）第4次評估報告書綜合報告，2007年，UNEP，WMO。
- 2) 洪水相關氣候變化對策檢討方針【日本語版】，2010年，國土交通省河川局。

#### 8.3.1 監測之檢知與掌握

##### (1) 監控氣象與水文數據

#### <標準>

監控是以觀測值運用為原則，針對所要掌握對象的氣象與水文項目，包括氣溫、降水量、降雪量・積雪量、河川流量、潮位、蒸發散量等項目，依流域特性或觀測狀況適當加以選擇為原則

此等項目監測時，以範疇1之觀測數據能長期維持一定高品質為標準。這些觀測以及用來確保其觀測品質的數據稽核方法，本章第2節～第5節有詳細說明，應遵照該基準實施觀測與稽核。

#### <例示>

積雪與融雪變化之監測，可使用水庫管理用觀測等範疇2特定目的觀測分類中之積雪深、密度觀測或衛星遙測所製作的積雪區域變化圖等。若未能取得高精確度的觀測值，可根據地面氣溫觀測值與現在氣候條件下的大氣循環模型（以下稱為GCM）輸出值，運用第3章 水文分析 第2節 2.3.4 積雪・融雪量推定方法計算，得出暫定觀測值，然後和未來氣候條件下的計算結果做比較，推估算未來積雪與融雪變化狀況，預測長期影響。

## （2）監測檢討地點之選定

### <標準>

監測檢討地點之選定應將下列項目納入考量。

- 1) 為了檢知分析之有無變化，應選定具有極端長期間且高品質數據資料的觀測所作為檢討對象。
- 2) 選擇人為影響越少越好的觀測所。

比如，就河川流量而言，選定位於上游的觀測所，因為取排水、流況調節、土地利用・植被變化等人為影響降低，就更能從觀測資料了解氣候變化影響。

## （3）監測氣象與水文數據分析

### <標準>

監測氣象與水文數據分析時，通常包含以下項目。

- 1) 時序列之趨勢（經年變化）
- 2) 出現超過某閾值的次數

實施1)、2)的檢討，應確保足夠統計樣本數目，確認具有統計學意義。此外，實施統計學分析，應遵照第3章 水文分析第1節 水文統計分析 之基準。

### <例示>

年最大流量等極端值經年變化分析時，應列舉能更有效掌握具統計學意義關連性的方法。

若只拿單一觀測點所的年最大流量記錄作為分析對象，即便地球暖化可能提高年最大流量，但事實上年最大流量變動非常小，觀測年數少可能無法得到有意義統計數據。為了避免這種狀況，最好以複數觀測點，增加觀測樣本數目，並且分割觀測期間，分析該期間內發生一定流量以上的有幾年，或分析年最大流量順位等。

即使分析年最大流量等極端值之外的統計值，也應配合其特性採取最有效方法，才能掌握統計學有意義的經年變化狀況。

此外，短期間的統計分析資料可靠性有其極限，可針對該分析結果實施定量性評估。

### <相關通知等>

- 1) 洪水相關氣候變化對策檢討方針【日本語版】，2010年，國土交通省河川局。

### <參考資料>

檢討特定河川流域受氣候變遷影響狀況，可參考下列資料。

- 1) 四國地方氣候變遷報告2010，2011年9月，國土交通省四國地方整備局，p.42。
- 2) 國土交通省國土技術政策綜合研究所氣候變遷適應研究本部：氣候變遷對策相關研究（中間報告），國土技術政策綜合研究所資料，第749號，2013。

### 8.3.2 氣候預測模式預測結果之檢知與掌握

#### <概說>

氣候預測是運用物理法則公式化的氣候預測模式，基於空氣中溫室氣體與氣膠濃度今後會變化之境地進行數據模擬。氣候預測模式的預測結果有很大的不精確性，利用時須特別注意。特別是暴雨及乾旱等極端現象，現況重現機率低，分析時須了解，其結果可能有很大的不精確性。

若要利用這些氣候預測模式預測的結果，須留意是否有新的氣候預測模式以及暖化預測方法。此外，不可只運用單一氣候預測模式的預測結果，而應使用複數、不同氣候預測模式的預測結果，或者使用同一氣候預測模式，改變條件而算出複數預測結果，但應了解預測結果可能有相當大的不確定性。

針對未來降雨狀況預測，重點是先掌握氣候變動趨勢，了解地球暖化相關氣候變動預測很難精準，或留意溫室氣體排出量之動向。

#### <例示>

##### 1) 氣候預測模式

氣候預測模式是以計算大氣大循環模型（GCM）預測全球氣候。目前氣候預測模式的空間解析能力，即使日本氣象研究所開發的最精密模式（氣象研究所MRI-AGCM3.2S），也只能分析20km平方的面積。

根據GCM粗略空間解析能力顯示的預測結果，可在考量地形與土地利用等地區特性情況下，可採降尺分析較小空間解析能力之預測結果。降尺度預測結果一般可公開的有日本附近領域、5km平方解析能力之氣象廳區域氣候預測模式（RCM5）。進行河川流域規模預測須有更精細空間解析能力，因此也會運用這些氣候預測模式，預測河川流域之影響。

氣候預測模式的預測結果方面，重現目前氣候（尚未受地球暖化影響的氣候）時會有系統誤差（偏差）。為了降低這種誤差的影響，通常會根據目前氣候重現結果與觀測值差異，實施系統誤差分析，再根據其結果校正未來氣候預測值（誤差校正）。

以河川流域大雨為對象預測將來氣候，有時得從目前氣候的流域平均降雨發生頻率算出系統誤差，根據過去資料算出現在氣候狀態下流域平均降雨頻率，以之推求系統誤差，此時採用之觀測資料，就是範疇1之資料。

##### 2) 暖化相關情境

溫室氣體排放量之預測，對未來社會面、經濟面之側面預測是必要的，以社會可能的典型模式，以之設定情境。聯合國政府間氣候變遷專門委員會（IPCC）2007年第四次報告書「溫室氣體排放情境特別報告」，整理出SRES情境，非常多過去實施的氣候變遷預測採用之。考量未來人類社會經濟變化，擬定包括A1（高成長型社會情境）、A2（多元社會情境）、B1（持續發展型社會情境）、B2（地域共存型地域情境）等情境。A情境主要是希望達成石化能源平衡，細分有3種，也就是A1FI（重視化學能源）、A1T（重視非石化能源）、A1B（重視各種不同能源平衡）。這些眾多預測實驗之中，主要以B1、A1B、A2等為主，特別A1B使用最多。

IPCC第5次評估報告書第1作業小組報告書，乃是用來取代SRES情境的氣候變化新情境，運用RCP（代表性濃度經路）情境預測結果。RCP情境可處理4種溫室效應氣體濃度問題，分別是RCP8.5、RCP6.0、RCP4.5、RCP2.6。運用複數模式而比較2100年和產業革命前全球平均氣溫上昇狀況，上昇最多的RCP8.5情境顯示，全球平均氣溫可能已提高2.6℃～4.8℃。

<相關通知等>

- 1) 洪水相關氣候變化對策檢討方針【日本語版】，2010年，國土交通省河川局。
- 2) 聯合國政府間氣候變化專門委員會（IPCC）第五次評估報告書第一工作組報告，2013年，UNEP，WMO。

編譯：水土保持局技術研究發展小組

Research and Technology Development Team, SWCB, COA

December 2017

本文件之翻譯及轉載，均符合日本著作權法相關規定。