

## 第7章 淹水分析

### 目次

第1節	概論.....	1
第2節	淹水區域調查.....	2
第3節	外水淹水分析.....	3
3.1	概論.....	3
3.2	外水淹水分析模型的選擇.....	3
3.3	外水淹水計算條件的設定.....	4
第4節	內水淹水分析.....	9
4.1	概論.....	9
4.2	內水淹水分析模型的選定.....	10
4.3	內水淹水計算條件的設定.....	10
第5節	淹水分析結果的應用.....	11
5.1	概論.....	11
5.2	淹水預測區域圖.....	11
5.3	即時淹水模擬.....	12
5.4	內水處理計畫的制定.....	12

2014年4月 版

## 第7章 淹水分析

### 第1節 概論

#### <想 法>

本章說明淹水分析所需之技術性事項。

淹水分析旨在藉由重建或預測河川氾濫水與降雨・逕流水等所產生淹水現象（淹水範圍與淹水深度・淹水流速等），來檢討災情或水患對策、避難方法、填方構造等流域內地形調控氾濫流水效果等。

過去多半將淹水現象，分類為堤防潰決與溢流所產生河川氾濫水，受地形等影響而流動・擴大之現象，以及集中在堤防內地的雨水與下水道等超過排水機能之淹水現象，前者稱為「外水淹水」，或者稱為「內水淹水」。

#### <參考資料>

「外水」、「內水」之定義，可參考「河川用語集」、國土技術政策綜合研究所下列網站及資料。

URL:<http://www.nilim.go.jp/lab/rcg/newhpyougo/>.

#### <想 法>

淹水分析旨在重現及預測河川氾濫水（外水）與降雨・逕流水（內水）所產生淹水範圍與淹水深度以及淹水流速等，包括下列項目。

- 1) 淹水區域調查
- 2) 外水淹水分析
- 3) 內水淹水分析

#### <標 準>

進行淹水分析時，標準做法是除了選定適合淹水現象特徵與檢討目的的分析模型、設定計算條件，還須以分析模型檢定與設定之計算條件，進行再現性的驗證，確認精度後再實施分析。

評估模式的校驗，須和理論得到的解釋比較，確認水收支平衡等，然後和過去相關研究及過去淹水實際紀錄做比較，驗證其重現性。

#### <建 議>

實際淹水現象，一般而言會是出現外水淹水與內水淹水、降雨逕流、下水道排水等複合現象。因此，實施淹水分析，應從掌握分析目標實際現象之本質特性的角度，建立分析模型（要素模型），並在實務上儘可能忠實地進行貼合實際現象，忠實地分析。

針對淹水在內的降雨逕流、河川內洪水流動、下水道管線內的水理現象等，近年來都有許多人開發了各種要素模型，同時因為目標指向之程式語言及利用這些程式語言的平台普及，已經夠相對容易地建構組合應用這些要素模型的整合式模型。

#### <參考資料>

比如，CommonMP可參考國土技術政策綜合研究所下列網站・資料。

URL:<http://framework.nilim.go.jp/>.

## 第2節 淹水區域調查

### <想法>

淹水區域調查旨在蒐集淹水分析模型、設定計算條件、驗證再現性等所需資料。

### <標準>

淹水區域調查標準做法是，除了洪水水理分析所使用資料（含水文資料）之外，因應檢討目標針對高程（線性地形、構造物）、土地利用、下水道・排水路設施、地下空間・流域貯水設施、淹水實際紀錄等為主地，適當設定調查項目、調查範圍、調查方法，必要時取得設施管理者協助，有效率地實施。

此外，河川洪水水理分析所使用資料，應參考第 3 章 水文分析 [第 2 節](#) 逕流分析與 [第 5 章](#) 河川洪水流動的水理分析。

### <參考資料>

洪水的水理分析可參考下列資料。

- 1) (財)國土技術研究センター：[河道計画検討の手引き](#)，山海堂，2002.

### <建議>

若要提升淹水分析精度，最好能驗證淹水區域與淹水深度・依時間變化等重現性。因此，建議也針對設置淹水深度計而實施的淹水深度時間變化計測、影像分析流速計測、利用衛星數據等掌握淹水區域時間變化等，來檢討、驗證資料的蒐集等，進行檢討。

### <例示>

主要調查項目的各種調查方法，舉例如下。

#### 1) 地表高程

地表高程數據方面，為了精確預測・再現氾濫水的舉動，應在所預測會淹水的整個區域範圍內，讀取其數值。若能針對地表高程，應利用都市計畫圖、國土基本圖、數值地圖50m 網格數據，以及可活用的話 LP（空載光達測量）資料，設定評估網路的地表高程。此外，道路、鐵路、二線堤等連續填土地形與這些工程所使用箱涵與下方隧道等通路，也可能明顯影響氾濫水之變動，因此須掌握連續填方地形的線形與地表高程、箱涵等的位置及各項要素（寬度、高度）。

#### 2) 土地利用

土地利用資料乃設定淹水分析與氾濫水透過率之必要資料，須使用具有高度可靠性的土地利用圖等資料。此外，若無法取得近年來土地利用相關資料時，可利用空拍照與現地調查來掌握。

#### 3) 下水道・排水路設施

下水道與排水路用來排除氾濫水與內水，特別是在內水淹水時，這些設施是否發揮機能，和淹水現象關係密切。要掌握下水道與排水路之設施特性與排水能力，須調查人孔位置及其基本尺寸、管路與側溝等各項因素・敷設位置、抽排水機各項要素・操作規則・排水目標河川等各項要素，綜合掌握整個排水系統。

#### 4) 地下空間・流域貯水設施

淹水區域內有地下空間或流域貯水設施而需掌握貯水出入這些設施狀況時，應掌握氾濫區域內地下空間等的規模、出入口等氾濫水流出流入位置，以及流出入口的各項要素。

#### 5) 淹水實際紀錄

淹水實際紀錄調查，應藉由水痕調查與訪談調查，掌握過去發生的淹水範圍及淹水深度等。另外，應一併事先整理可重現該淹水狀況發生時的地形、降雨、河川水位等數值於調查結果。

### <參考資料>

土地利用圖，可參考下列資料。

- 1) 国土交通省国土地理院：土地利用圖。
- 2) (財)日本建設情報綜合センター：[100m四方網格延床面積データ](#)。

## 第3節 外水淹水分析

### 3.1 概論

#### <想法>

外水淹水乃堤防潰堤或溢流所產生氾濫洪水受地形等相關影響而流動之現象，淹水分析主要課題是解開氾濫水的運動方程式。因此，進行分析之際，應了解析目的與目標之淹水現象特徵，以此來選定基礎方程式與離散化方法，同時設定配合淹水區域特性的計算條件。另外，實施淹水分析，應同時進行河道內的流況計算與淹水分析，交換在河道與堤內地的氾濫流量，確保其相互的整合性。

計算精度取決於空間網格尺寸精細度與計算時間間隔，但這些要素具有和計算時間互償（trade-off）的關係，因此須事先掌握符合分析目的之必要精度與能利用之計算機能力等，進行適當組合的設定。

### 3.2 外水淹水分析模型的選定

#### <標準>

選定外水淹水分析模型，標準做法如下。

#### 1) 基礎方程式

外水淹水基本上乃有運動量之氾濫水二維地流動及擴散的現象，且與淹水深度及流速向量，都是重要資訊，因此，基礎方程式的標準做法是，應用包含移流項在內的2維不定流方程式(7-3-1)。這種方程式與淺海域的高潮與海嘯分析相同，都是基礎方程式，藉由設定海面的剪應力與海底地形變化，就能應用於暴潮。

但谷底平原河川氾濫所形成一維性嚴重淹水，可使用一次元方程式，水流往窪地貯存等、不構成流速問題的淹水形態，可應用不包含移流項的線形方程式等，也可配合淹水形態應用其他基礎方程式。

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_x Q_y}{h} \right) + gh \frac{\partial(h-z)}{\partial x} + gn_x^2 \frac{\sqrt{Q_x^2 + Q_y^2}}{h^{7/3}} Q_x = 0$$

$$\frac{\partial Q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x Q_y}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_y^2}{h} \right) + gh \frac{\partial(h+z)}{\partial y} + gn_y^2 \frac{\sqrt{Q_x^2 + Q_y^2}}{h^{7/3}} Q_y = 0$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = q_{in} - q_{out}$$

$Q_x, Q_y$  : x 方向與 y 方向的單位寬流量、h : 淹水深度、z : 地表高程、 $n_x, n_y$  : x 方向及 y 方向的底面粗糙度、 $q_{in}$  : 降雨、人孔的逆流等、 $q_{out}$  : 下水道・排水設施的排水等、g : 重力加速度

## 2) 離散化方法

淹水分析的離散化，標準做法應使用差分法、有限體積法、有限要素法等。特別是需反映複雜地形與家屋・構造物配置等時，應使用不規則網格的離散化方法（有限體積法、有限要素法等），或者配合地形設計成很小空間網格的差分法。

### < 參考資料 >

基礎方程式可參考下列資料。

- 1) 土木学会水理委員会：水理公式集〔2009年版〕，pp.126-133，丸善，1999.

離散化方法可參考下列資料。

- 2) 小林敏夫 編：数值流體力学ハンドブック，丸善，2003.

## 3.3 外水淹水設計條件的設定

### < 標準 >

計算條件的設定，標準做法是配合檢討目的或目標之淹水現象特徵，設定模式常數與流入條件等。

### < 事例 >

計算條件之設定方法，舉行如下。

#### 1) 流入條件

流入條件除了設定溢流和堤防潰決所形成的流入地點與流入寬度之外，也應根據河川流況條件，設定流入流量與流向。河川流況方面，可應用將河道與淹水區域流量交換納入考量的一維不定流分析，或運用準二維不定流分析進行的方法，也可使用以二維不定流分析實施和淹水區域的一體性分析的方法。前者應如下述設定 a)~d)，後者則經由一連串分析過程算出 d) 流量向量，除此之外的條件，則可依照下列說明，適當地進行設定。河川流況具體計算方法，請參照 [第5章](#) 河川的洪水水理分析。

##### a) 溢流和潰堤地點

潰堤地點方面，應配合發生可能性高的地點、危機管理重要地點等檢討目的，進行設定。

此外，設定發生可能性較高地點時，除了依據潰決的實際紀錄進行設定之外，也應從重要水防地點之中設定危險性較高地點，以及從地形特性等來看溢流・潰決危險性較高的地點（流動能力較弱、舊河川封閉地點、溢流沖蝕、舊沖積扇地面與目前沖積扇地面交差的地點等等）。另外，溢流地點應比較目標之洪水水位與堤防高，指出水位超過堤防高的地點與溢流範圍。

#### b) 潰堤寬度・溢流寬度

潰堤寬度應依據過去的實際紀錄進行設定，若無實際紀錄，可依據公式(7-3-2)的方法，進行設定。此外，溢流寬度應依據河川水位與堤頂高之關係，來設定。

$$\begin{aligned} < \text{匯流點的情況} > & B_b = 2.0 (\log_{10} B)^{3.8} + 77 \\ < \text{匯流點之外的情況} > & B_b = 1.6 (\log_{10} B)^{3.8} + 62 \end{aligned} \quad (7-3-2)$$

在此， $B_b$ ：最終潰堤寬度(m)， $B$ ：河川寬度(m)。

基本上，潰堤寬度的時間變化，應參考實際紀錄進行設定；若無數據，可使用下列的公式(7-3-3)。

$$\begin{aligned} t=0 & B_b' = 0.5B_b \\ 0 < t \leq 60 \text{ 分} & B_b' = 0.5 (1 + t/60) B_b \\ t > 60 \text{ 分} & B_b' = B_b \end{aligned} \quad (7-3-3)$$

在此， $t$ ：潰堤後經過的時間(分)， $B_b'$ ：某時刻  $t$  的潰堤寬度(m)， $B_b$ ：最終潰堤寬度(m)。

#### c) 潰堤部的底床高

堤防潰堤部的底床高 (bed height)，基本上應依據實際紀錄，若無實際紀錄值，可採用其他地點的高灘地高或背後地表高程高值。此外，可設定為潰堤後瞬間就連該部份床高都潰堤。

#### d) 流入地點的流量向量

流入地點的流量向量除了在二維不定流所形成一體性分析過程中，算出河道內洪水模型與淹水分析模型這種方法之外，也可根據河道內水位與堤內地淹水水位之關係，運用將本間公式(7-3-4)與河道平均河床坡降 ( $I$ ) 納入考量的公式(7-3-5)，然後設定流入量 ( $Q$ ) 與流向 ( $\theta$ )。

流入量 ( $Q$ )：溢流堰的溢流量  $Q_0$ ，可由本間公式(7-3-4)算出來，栗城等則以校正本間公式的形式，進一步算出有河床坡降時的橫溢流量。此時，公式(7-3-4)的  $h_1$ 、 $h_2$  為填方地表高程水位， $h_1$  位於  $h_2$ 。

$$\begin{aligned} h_2 / h_1 < 2/3 \text{ 時, } Q_0 &= 0.35 h_1 B_b \sqrt{2gh_1} & : \text{完全溢流} \\ h_2 / h_1 \geq 2/3 \text{ 時, } Q_0 &= 0.91 h_2 B_b \sqrt{2g(h_1 - h_2)} & : \text{下潛溢流} \end{aligned} \quad (7-3-4)$$

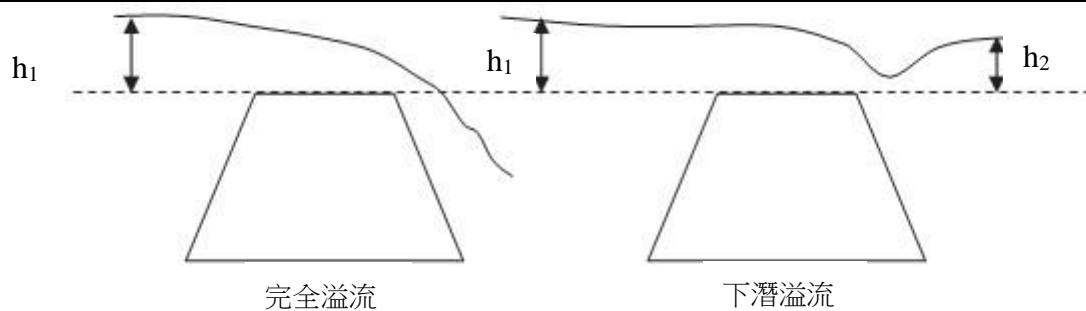


圖7-3-1 溢流與本公式各項要素的關係

堤防潰堤時的氾濫流量

$$I > 1/33600 \text{ 時, } Q = \{0.14 + 0.19 \log_{10}(1/I)\} Q_0$$

$$1/33600 \geq I \text{ 時, } Q = Q_0 \quad (7-3-5)$$

$$\text{溢流所形成的溢流量 } Q = Q_0 \quad (7-3-6)$$

橫溢流堰的溢流量方面，許多研究者根據實驗與理論，提出各種溢流量公式方案，比如，鬼束等（2007）根據考量堤防梯形斷面水路的實驗結果，提出以下公式。其中， $q$ ：單位寬溢流量， $C_M$ ：流量係數， $h$ ：堰上游河川水位， $S$ ：堰高， $T$ ：水面寬， $L$ ：堰長， $m$ ：側壁坡降， $Fr_1$ ：上游側福祿數， $g$ ：重力加速度。

$$q = \frac{2}{3} C_M \sqrt{2g(h+S)^3}, \quad C_M = 0.479 - 0.351m - 0.36Fr_1 + 0.089 \frac{L}{T} + 0.12 \frac{h}{L}$$

$$0.2 \leq Fr_1 \leq 0.8, \quad 0.45 \leq \frac{L}{T} \leq 1.74, \quad 0.125 \leq \frac{h}{L} \leq 0.905, \quad 0 \leq m \leq 0.7$$

流向( $\theta$ )：栗城等提出參考(7-3-7)、(7-3-8)依據河床坡降來設定流向之方法。

$$I > 1/1580 \text{ 時, } \theta = 48^\circ - 15 \log_{10}(1/I)$$

$$1/1580 \geq I \text{ 時, } \theta = 0^\circ \quad (7-3-7)$$

溢流所形成的溢流量與流向

$$I > 1/12000 \text{ 時, } \theta = 155^\circ - 38 \log_{10}(1/I)$$

$$1/12000 \geq I \text{ 時, } \theta = 0^\circ \quad (7-3-8)$$

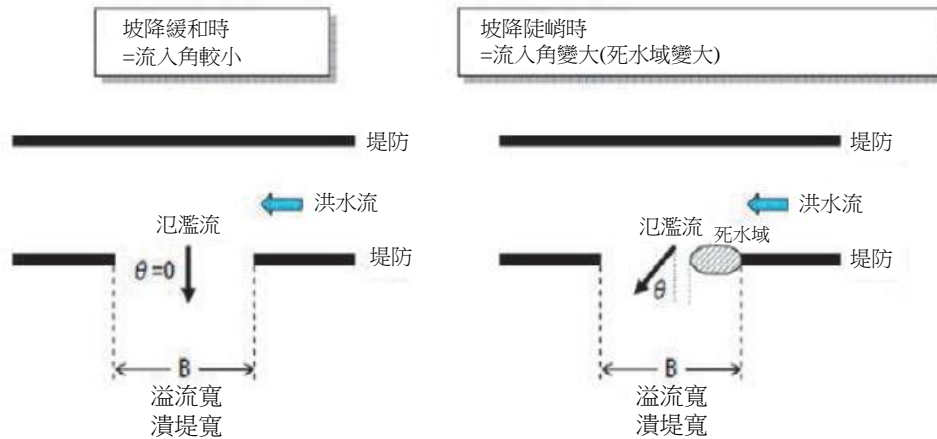


圖7-3-2 河床坡降與溢流量、流向的關係

## 2) 糙度係數·滲透係數

就像避難路線淹水狀況那樣，若要詳細分析較狹窄範圍內的淹水現象，除了配合地表性質狀況設定粗糙係數之外，也必須把家屋與建物當做淹水區域內的邊界條件處理。另一方面，掌握大範圍淹水現象，除了將家屋佔有率換算成糙度或用透過率加以呈現之外，也可簡略化地用合成糙度代表計算格子內不同的土地利用。家屋佔有率的租度與合成糙度方面，可參考公式(7-3-9)。

另外，配合土地利用的粗糙係數，應先掌握模式特性，然後設定。

$$n_0^2 = \frac{n_1^2 A_1 + n_2^2 A_2 + n_3^2 A_3}{A_1 + A_2 + A_3} \cdot n^2 = n_0^2 + 0.02 \left( \frac{\theta}{100 - \theta} \right) h^{4/3} \quad (7-3-9)$$

$n_0$ ：合成糙度， $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 、 $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ ：網各內的占有面積及其區域之糙度

$n$ ：將建物占有率納入考量的合成糙度， $\theta$ ：建築物占有率(%)

## 3) 連續填方地形條件

道路與鐵道、副堤等連續性填方地形也可能明顯影響氾濫洪水變動，因此，針對這類地形，應視為邊界條件而反映到公式計算之中。該地點水深未超過填方地表高程的範圍內，視為不透過邊界，超過地表高程時，根據公式(7-3-4)，應該就會產生溢流。此外，道路填方等有設計箱涵等通路時，氾濫水流可能由箱涵流出，因此應將這部份反映到邊界條件之中。箱涵等的流出量計算方法，可使用公式(7-3-10)。在此， $Q$ ：流量( $m^3/s$ )、 $B$ ：水門·箱涵寬(m)、 $H$ ：水門·箱涵高(m)、 $h_1$ ：高水位(m)、 $h_2$ ：低水位(m)、 $g$ ：重力加速度。

$$\begin{aligned}
 h_2 \geq H & \quad Q = 0.75BH\sqrt{2g(h_1 - h_2)} & \text{：下潛逕流} \\
 h_2 < H \quad h_1/H \geq 3/2 & \quad Q = 0.51BH\sqrt{2gh_1} & \text{：中間逕流} \\
 h_1/H < 3/2 & \quad Q = 0.79Bh_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)} & \text{：自由逕流}
 \end{aligned} \quad (7-3-10)$$

但， $h_1/h_2 \geq 3/2$ 時，換成 $h_2 = 2/3h_1$ 。



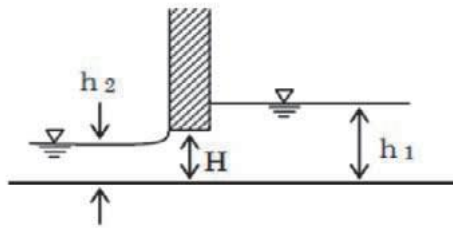


圖7-3-3 水門的逕流型態與各項要素

#### 4) 下水道·抽排水機

較小規模氾濫或洪峯流量後淹水區域縮小時，可能會對下水道以及與其連結之抽排水設施，有較大影響。

下水道管線規格方面，多功能性規格也已普及，能配合管路大小與水道網之現地條件而和氾濫計算連接起來，但下水道數值的蒐集反映到模型以及計算時間的相關成本，未必能有意義地提升計算結果之精度，因此應配合檢討目的適度地簡略化。

此外，提到抽排水機有時受到排水目的地河川之水位高低影響其排水能力變化、以及因操作規則所帶來的排水限制之外，也會有供電系統或操作室發生淹水、燃料用罄等狀況造成停止運轉等狀況，因此須掌握設施特性與操作規則，設定且符合現實狀況情境，並反映到模式之計算條件上。

#### 5) 河川·排水設施等

模擬範圍內主要河川，除了依據不定流計算模型等清楚地將其排水機能模式化之外，難以清楚模式化的大多數小河川·排水設施等的集水區域，因為無法正確呈現堤內排水狀況，因此若計算結果出現實際現象不太可能出現的長期間持續淹水狀況，就應透過設置假像排水設施，使氾濫洪水透過適當的主要河川，直接排入海中。

#### 6) 地下空間·儲水設施

淹水區域內若有儲水設施等，應掌握設施地板高度與儲水量等設施特性，將儲水效果反映到淹水分析上。同樣的，若有流入地下空間情況，其流入規模可能會對地表淹水狀況產生明顯影響，必要時應將流入地下空間的水量等，反映到計算上。

#### 7) 降雨分布

實施外水淹水分析時，由於氾濫水流規模大於計算目標區域的降雨量，因此多半會略掉計算目標區域的降雨。

但檢討相關避難方法等時，應掌握氾濫流匯集之前的內水淹水狀況，以及避難途中的降雨狀況，評估避難路線的安全性等，因此須配合分析之目的，評估目標區域的降雨分布納入考量。此時的雷達雨量計數值，應實施精度確認與校正，再適當地應用。

#### 8) 其他

淹水現象除了上述項目之外，也可能受到水防活動與抽排水機變動狀況等各種因素影響，因此應配合檢討之目的，篩選出應考量之重要因素，然後做各相關之操作準則，透過情境設定並反映到計算上。

## <相關通知等>

- 1) 土木學會水理委員會：水理公式集 [平成11年版]，pp.125-132，丸善，1999。

## <參考資料>

流入條件的設定，糙度係數、線性填方地形的計算條件設定方法，可參考下列資料。

- 1) 栗城稔，末次忠司，海野仁，田中義人，小林裕昭：[氾濫シミュレーション・マニュアル\(案\)－シミュレーションの手引き及び新モデルの検証－](#)，土木研究所資料，第 3400 号，1996。

溢流・氾濫時的流量・流向設定方法，可參考下列資料。

- 2) 栗城稔，末次忠司，海野仁，田中義人，小林裕昭：[氾濫シミュレーション・マニュアル\(案\)－シミュレーションの手引き及び新モデルの検証－](#)，土木研究所資料，第 3400 号，1996。
- 3) 栗城稔，末次忠司，小林裕明，田中義人：橫越流特性を考慮した破堤氾濫流公式の検討，土木技術資料，38-11，pp.56-61，1996。
- 4) 鬼束幸樹，秋山嘉一郎，井田千尋，保賀円：台形断面水路に設置された橫越流式及び流量係數，応用力学論文集，Vol10，2007。

透過係數的設定方法，可參考下列資料。

- 5) 榊山勉，阿部宣行，鹿島遼一：ポーラスモデルによる透過性構造物周辺の非線形波動解析，海岸工学論文集，第 37 卷，pp.554-558，1990。

下水道、抽排水機計算條件設定，可參考下列資料。

- 6) (財)下水道新技術推進機構：[流出解析モデル利用活用マニュアル\(雨水対策における流出解析モデルの運用手引き\)](#)，(財)下水道新技術推進機構，2006。
- 7) 国土技術政策総合研究所水害研究室：[都市域氾濫解析モデル\(NILIM2.0\)](#)，2008。

河川與淹水區域整體的分析，可參考下列資料。

- 8) 重枝未玲，秋山壽一郎，梅木雄大，伊藤雄亮：破堤氾濫流の橫越流特性と河道・氾濫域包括解析の適用性の検討，水工学論文集，第 54 卷，CD-ROM，2010。
- 9) 辻本哲郎，北村忠紀，岸本雅彦：砂質堤防の破堤口拡大過程のシミュレーションと破堤水理，河川技術論文集，Vol8，pp.31-36，2002。

## 第4節 內水淹水分析

### 4.1 概論

#### <想 法>

內水淹水乃降雨與逕流所形成流入量高於排水量而產生之相對靜態淹水現象，主要課題在於流入量與排水量的設定。因此一般做法是，搭配組合運用逕流分析模型、下水道模型與河川內洪水模型等，把淹水相關現象都當作分析目標。

此外，內水淹水主要有①排水目標河川（以下稱為「外水河川」）水位高於內水的原本河川（以下稱為「內水河川」），排水不良所致的淹水，以及②豪雨所帶來降雨及逕流量遠超過下水道設施等排水機能等所導致的淹水。河川事業目標主要是前者①，但進行這兩種內水淹水分析時流入量與流出量的設定方法雖有差異，現象產生機制卻相同，因此以下仍一併進行整體性的說明。

#### <參考資料>

內水現象的一般性解說，可參考下列資料。

- 1) [內水ハザードマップ作成の手引き\(案\)](#)，平成 21 年 3 月，国土交通省都市・地域整備局下水道部。

### 4.2 內水淹水分析模型的選定

#### <標準>

內水淹水分析的分析模型選定，標準做法如下。

#### 1) 基礎方程式

內水淹水分析若不涉及淹水區域內流速與水面坡降等問題，標準做法是不考量運動方程式，而以水池模式進行分析。

如公式(7-4-1)所示，若把淹水現象視為一個淹水區域，則可使用 1 池模式，或用多數的水池代表淹水區域，某種程度可仔細呈現淹水狀況的模型，稱為多池模式。

$$\frac{\partial V(h)}{\partial t} = Q_{in} - Q_{out} \quad (7-4-1)$$

V：淹水量（以淹水深度的函數來表示）， $Q_{in}$ ：流域逕流水、降雨、水路氾濫水等， $Q_{out}$ ：往下水道・排水設施的逕流量

另外，若需計算淹水區域內的流速與流速向量，應導入運動方程式，此時標準是使用本章 [第3節](#) 外水淹水分析方法。

#### 2) 離散化方法

使用水池模式時，離散化方法不會有特別的問題。導入運動方程式時，標準做法是實施本章 [第3節](#) 外水淹水分析。

#### <參考資料>

內水分析的基礎方程式，可參考下列資料。

- 1) 建設省河川局治水課監修，(財)国土開發技術研究センター編集：[內水処理計画策定の手引き](#)，山海堂，1993。

### 4.3 內水淹水的計算條件設定

#### <標準>

設定內水淹水的計算條件，標準做法應配合檢討目的與分析模型，設定適當的模型常數與流入條件。

#### <事例>

計算條件之設定方法，舉例如下。

#### 1) 水池模式之中的淹水區域各項要素（H-V-A曲線）

水池模式之中的淹水區域的各項要素之中，須先適當描繪淹水水位與淹水量與淹水面積之關係式。H-V-A曲線的製作方法，應依據地形圖與測量成果等畫出等高線，並整理H（淹水水位）與V（淹水量）、A（淹水面積）之關係。

此外，若導入運動方程式而非水池模式時，需參照外水淹水計算條件之設定(3.3)。

## 2) 流入條件・流出條件

計算內水淹水時，一般需先給予公式(7-4-1)右邊的人流量與流出量，搭配淹水分析模式與逕流模式、河道模式、下水道模式等的使用，整體地設定流入條件與流出條件與淹水分析。流出模型與河道模型的計算條件的設定，可參照第3章 水文分析 第2節 逕流分析、第5章 河川洪水流的水理分析。

特別是都市區域淹水分析之中，作為重要的下水道模式，會將雨水等流入（或流出）地點的人孔，與搭配產生流動現象的管路、抽排水機，並進行模式化，開發能處理複雜管路網的模式，並加以利用。

### <參考資料>

設定池模型相關計算條件，可參考下列資料。

- 1) 建設省河川局治水課監修，(財)国土開發技術研究センター編集：[内水処理計画策定の手引き](#)，山海堂，1993.

下水道分析，可參考下列資料。

- 2) (財)下水道新技術推進機構：[流出解析モデル利用活用マニュアル（雨水対策における流出解析モデルの運用手引き）](#)，(財)下水道新技術推進機構，2003.
- 3) 国土技術政策総合研究所水害研究室：[都市域氾濫解析モデル（NILIM2.0）](#)，2008.

## 第5節 淹水分析結果的應用

### 5.1 概論

#### <想 法>

運用淹水分析結果時，重點在於配合目的找出好的呈現方法等，適度加工，以提高應用效果。

### 5.2 淹水潛勢區域圖

#### <事 例>

淹水潛勢區域指防洪相關計畫基本要素之中，降雨造成該河川氾濫時預估會淹水的區域，從不同顏色表示預估的淹水區域及淹水深度的地圖，稱作為淹水潛勢區域圖。

淹水潛勢區域圖須考量各種危險性，設定複數的堤防潰堤地點與溢流地點，進行淹水分析，以包含分析而得的淹水範圍及淹水深度最大值之區域，及淹水深度等資訊來表示。

市町村長應依據淹水潛勢區域圖製作防止人命傷亡的洪水防災地圖，提供居民河堤潰堤、溢流等造成之淹水資訊與避難相關資訊，廣泛公布相關資訊給居民。

洪水防災地圖能讓居民在平常時，能深入了解自己所居住區域的淹水歷史、淹水可能性，並做好為防範水患而準備之緊急備用品，採取能配合當地水患危險度的土地利用與建築格式，洪水災害時並應依據洪水防災地圖所提供資訊，以及氣象預報、市町村所發佈避難資訊，採取精確踏實的避難行動。

#### <參考資料>

製作淹水預估區域圖的方法，可參考下列資料。

- 1) [浸水想定区域図作成マニュアル（改訂版）](#)，，平成 26 年 3 月，国土交通省水管理・国土保全局河川環境課水防企画室，国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター水害研究室。

製作洪水防災地圖，可參考下列資料。

- 2) [洪水ハザードマップ作成の手引き（改定版）](#)，平成 25 年 3 月，国土交通省水管理・国土保全局河川環境課水防企画室。

### 5.3 即時淹水模擬

#### <事 例>

當堤防潰堤等原因造成淹水發生時，預測其接下來淹水區域擴大狀況等，以提供避難誘導、危機管理對策參考，稱為即時淹水模擬。

若淹水區域廣大或地形坡降和緩等原因，使得淹水到達人口與資產密集地區需一定程度以上時間，就能藉由預測淹水可能到達區域及開始淹水的時刻，將淹水到達時間有效運用為進行避難之前置時間（lead time）。

#### <參考資料>

即時淹水預測模擬做法，可參考下列資料。

- 1) [リアルタイム浸水予測シミュレーションの手引き\(案\)](#)，平成 19 年，国土交通省河川局。

### 5.4 內水處理計畫的制定

#### <事 例>

有效應用內水淹水的分析應用事例，為制定治水事業之中的內水處理計畫。內水河川的水位上升，視內外水河川水文規模與波形及這些因素的相對關係而定，並且，內水處理計畫則是考慮當內水河川水位上升成為內水淹水直接原因時所應採取的對策。其對策方法包括在匯流點設置水門等，考慮將外水位與內水位的洪峰時間差，來進行水門操作，讓外水位之上升低於內水位，或者若難以用上述方法仍難以避免內水水位上升，則可設置抽水馬達設施來進行內水排水，以降低內水水位。

因此，制定內水處理計畫，應適當地連結內外水河川水理條件和堤內的淹水分析模型，建立能以必要精度再現該內水現象、到達對策效果之分析模型。

#### <參考資料>

內水處理計畫的制定，可參考下列資料。

- 1) 建設省河川局治水課監修，(財)国土開発技術研究センター編集：[内水処理計画策定の手引き](#)，山海堂，1993。

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。