

日本「河川砂防技術基準 調查編 (第7章 淹水分析)」導讀

The logo for the Research and Technology Development Team (RTDT) is displayed. It features the acronym 'RTDT' in large, bold, white letters. Below it, the text '技術研究發展小組' (Research and Technology Development Team) is written in Chinese, followed by 'Research And Technology Development Team' in English. At the bottom, the tagline 'Technology · Innovation · Development' is shown. The background of the slide is a vibrant red with a grid pattern. On the right side, there is a stylized, colorful map of a river network, and at the bottom, a blue wireframe mountain range is visible.

RTDT
技術研究發展小組
Research And Technology Development Team
Technology · Innovation · Development

水土保持局技術研究發展小組

吳宜青

2017/12/12



導讀文獻介紹

優質、效率、團隊

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用



YouTube

Twitter

本文へ

文字サイズ変更

標準

拡大

音声読み上げ・ルビ振り

English

Google カスタム検索

検索

検索方法

サイトマップ

ホーム

国土交通省について

報道・広報

政策・法令・予算

オープンデータ

お問い合わせ・申請

水管理・国土保全

■ 日本国土交通省於2014年發行

http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/gijutsu/gijutsukijunn/chousa/

第7章 淹水分析，共分成5個小節

第1節 概論

第2節 淹水區域調查

第3節 外水淹水分析

第4節 內水淹水分析

第5節 淹水分析結果的應用



淹水分析之原則

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

- 淹水分析之目標：

重現或預測河川氾濫、降雨逕流產生的淹水現象，以作為預測災情及水患對策、避難方法及防災工程施作的參考依據。

- 淹水分析包含項目：

1. 淹水區域調查
2. 外水淹水分析
3. 內水淹水分析

- 淹水分析步驟：

1. 選定適合淹水現象特徵與檢討目的的分析模型
2. 分析模型檢定與設定之計算條件
3. 設定計算條件並模擬之
4. 進行驗證



淹水分析之原則

介紹與區域調查

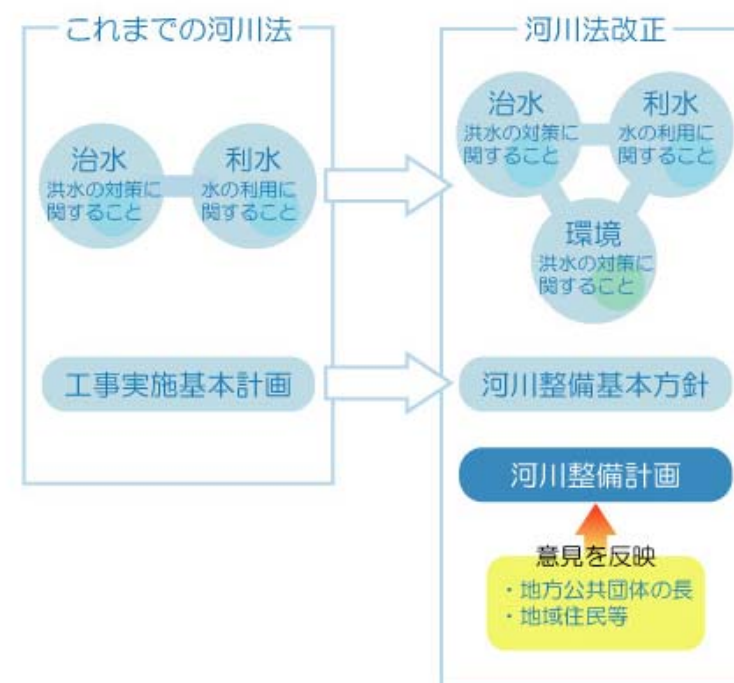
外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

● 淹水分析之目標：

重現或預測河川氾濫、降雨逕流產生的淹水現象，以作為預測災情及水患對策、避難方法及防災工程施作的參考依據。





淹水分析之原則

介紹與區域調查

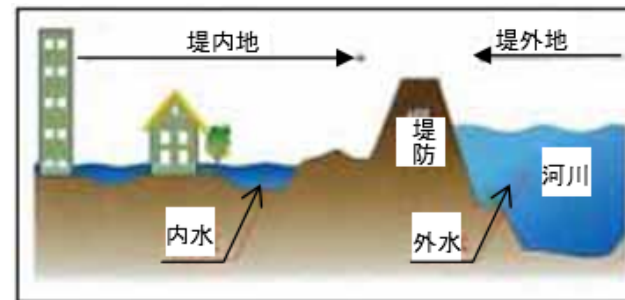
外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

● 淹水分析包含項目：

1. 淹水區域調查
2. 外水淹水分析
3. 內水淹水分析





淹水分析之原則

介紹與區域調查

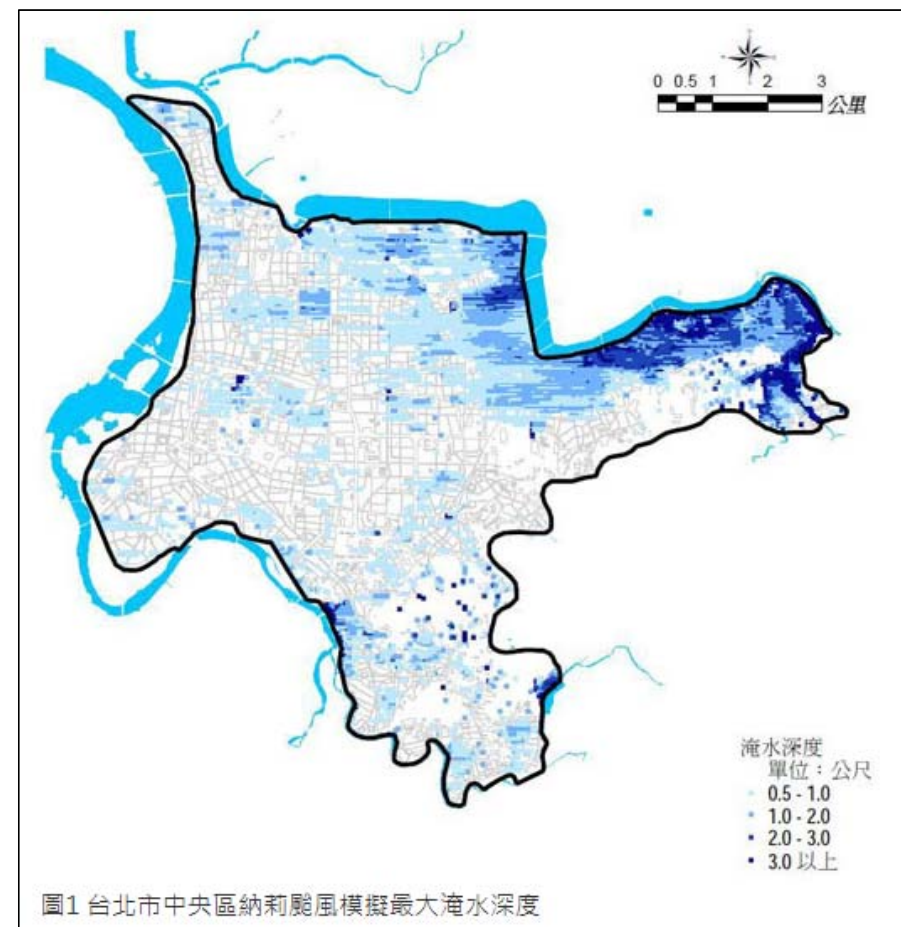
外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

● 淹水分析步驟：

1. 選定適合淹水現象特徵與檢討目的的分析模型
2. 分析模型檢定與設定之計算條件
3. 設定計算條件並模擬之
4. 進行驗證



資料來源：中華國內政部建築研究所 建築研究簡訊第81期



淹水分析之原則

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

● 整合型模型：

淹水模型通常為複合式洪水運動，包含降雨逕流模式、都市排水、內外水溢淹等。

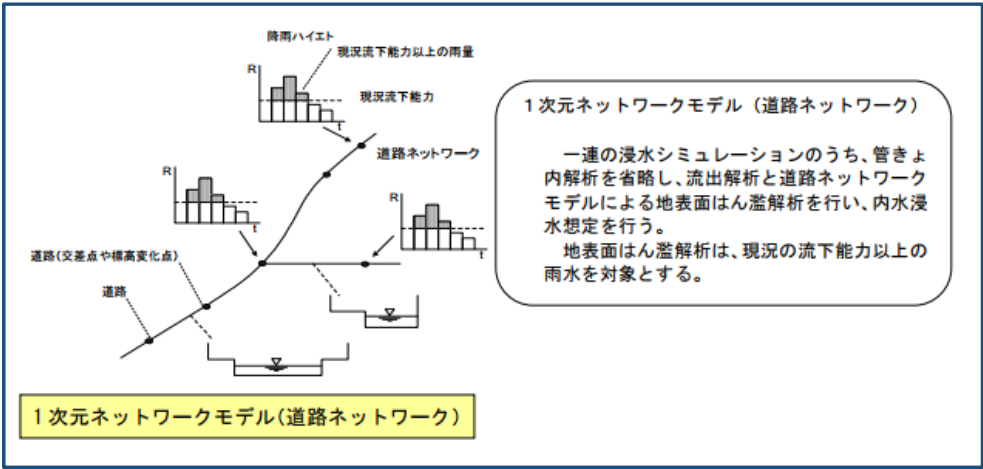
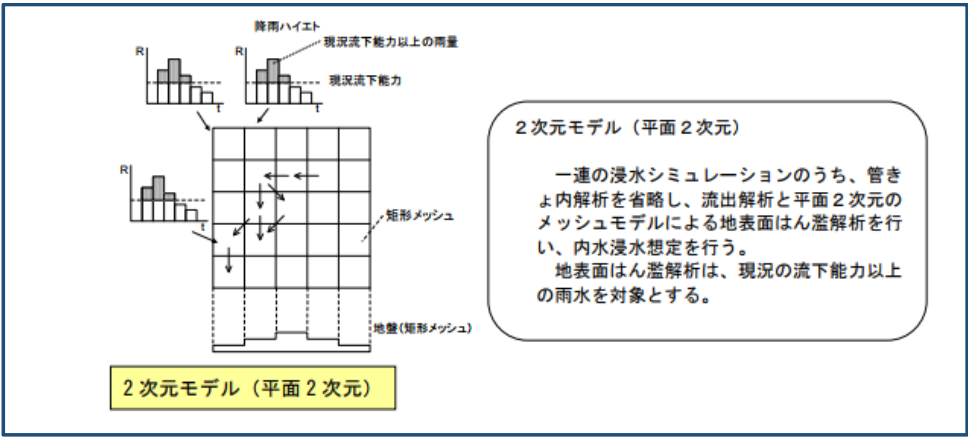


図3-3 解析プロセスの組み合わせ例：はん濫水の移動あり
(流出解析と地表面はん濫解析の組み合わせ)



資料收集及調查

介紹與區域調查

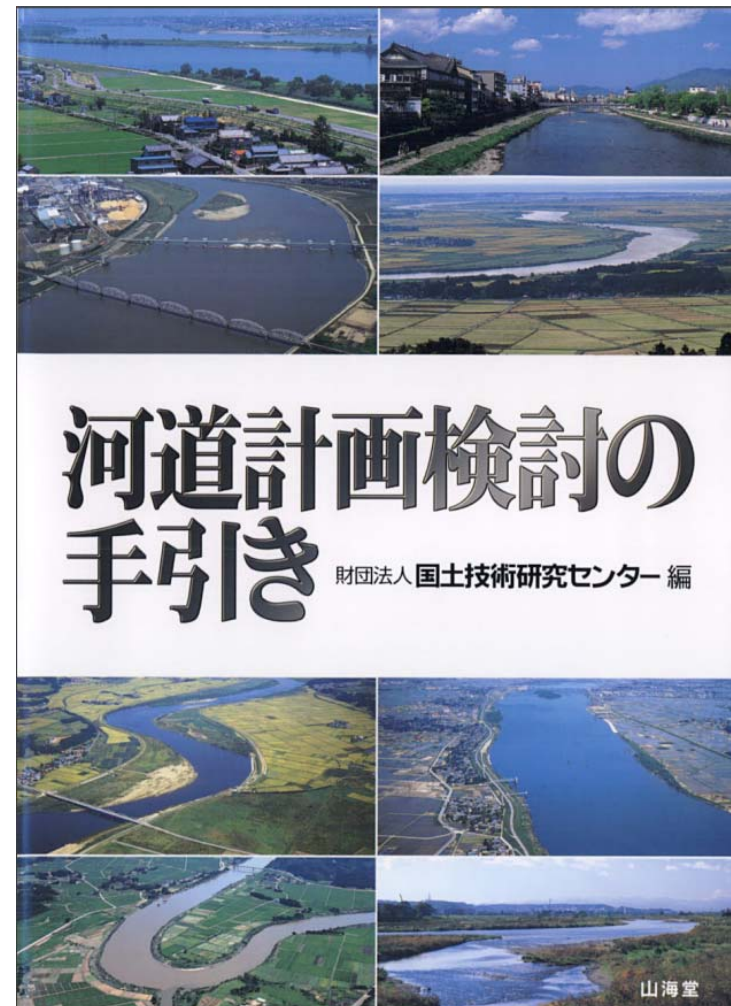
外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

● 淹水分析使用資料：

1. 水文資料
2. 地表高程 (DEM、DSM)
3. 土地利用 (摩擦粗糙度、土壤透水率)
4. 流域各項儲水設施及管線
5. 淹水實際紀錄 (水痕調查、訪談記錄)





資料收集及調查

介紹與區域調查

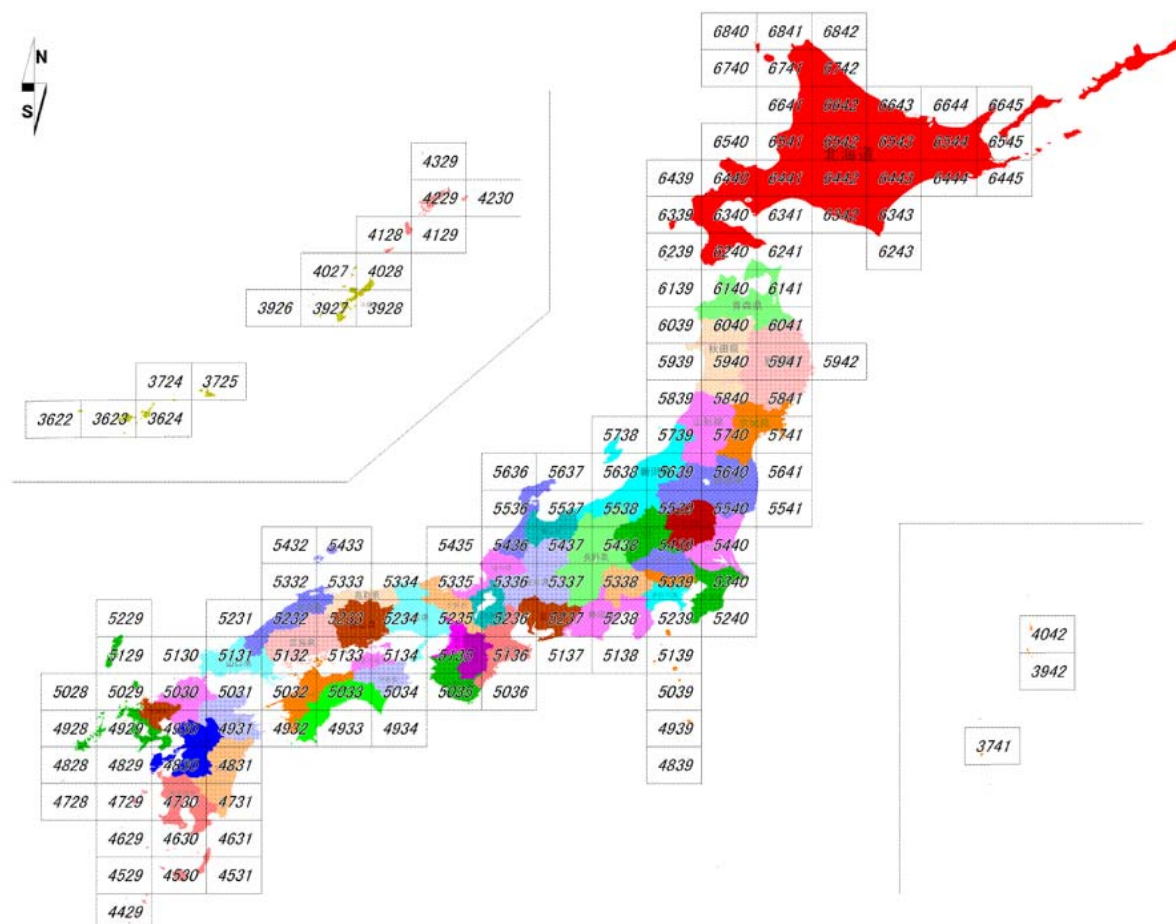
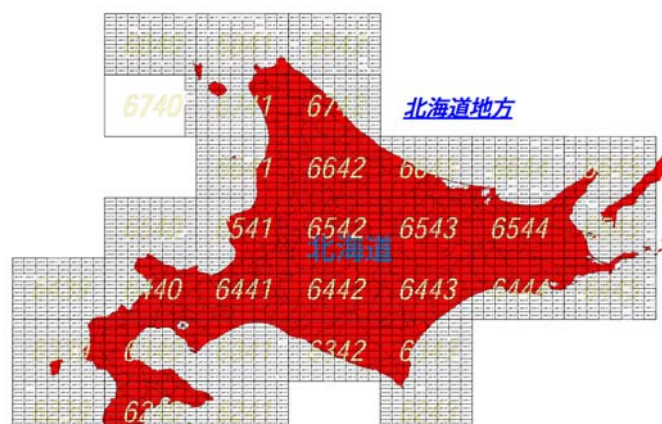
外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

● 淹水分析使用資料：

1. 水文資料
2. 地表高程 (DEM、DSM)
3. 土地利用 (摩擦粗糙度、土壤透水率)
4. 流域各項儲水設施及管線
5. 淹水實際紀錄 (水痕調查、訪談記錄)



資料收集及調查

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

● 淹水分析使用資料：

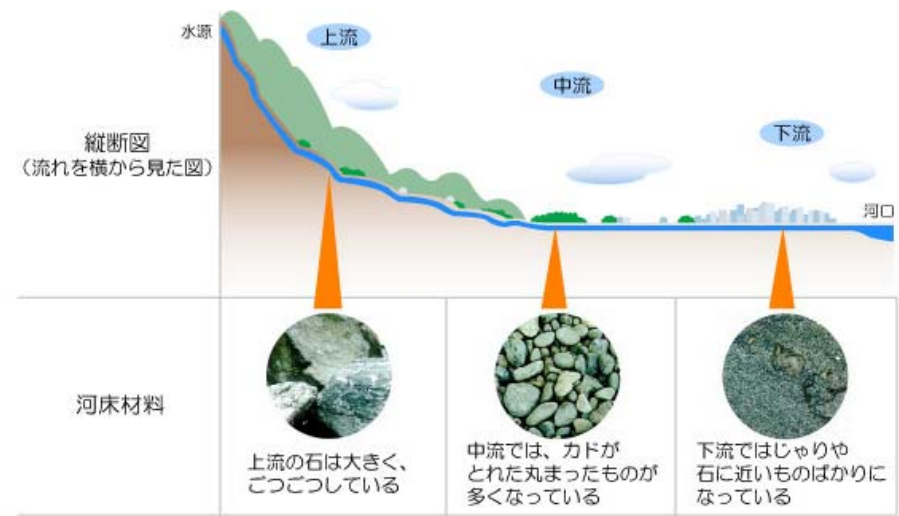
1. 水文資料
2. 地表高程 (DEM、DSM)
3. 土地利用 (摩擦粗糙度、土壤透水率)
4. 流域各項儲水設施及管線
5. 淹水實際紀錄 (水痕調查、訪談記錄)



資料來源：国土交通省国土地理院－土地利用図.

河床材料 (かしょうざいりょう)

河床材料は、川底に堆積した土砂のことをいいます。
川の上流では、大きくごつごつした石があり、中流では小さい玉石、下流では砂やシルト・粘土などの細かい土砂が堆積しています。





淹水成因

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

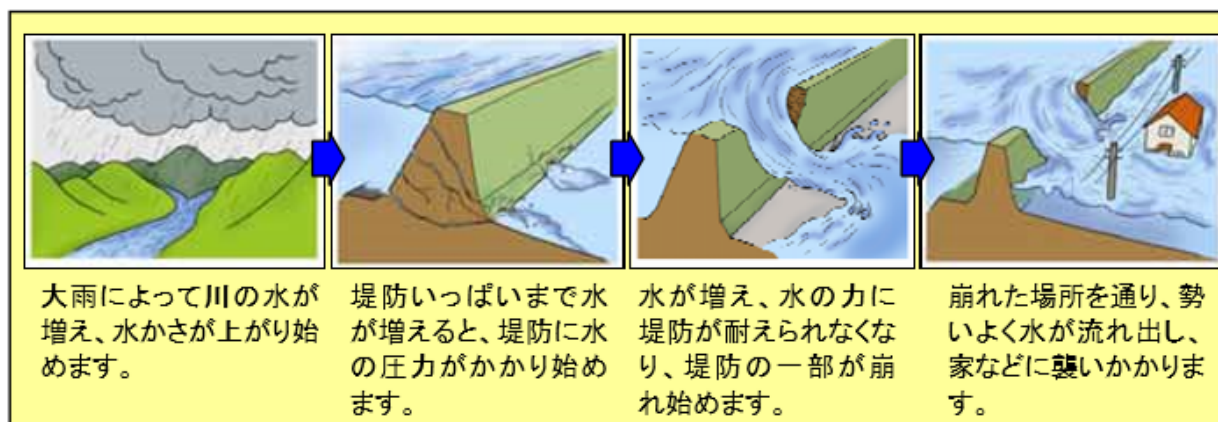
分析結果的應用

- 外水淹水成因：

堤防潰壩或溢流產生洪水氾濫的現象。

- 淹水分析主要目標-解運動方程式：

1. 了解目的及目標淹水現象特徵。
2. 選定基礎方程式與離散化方式，並設定配合淹水區域特性的計算條件。
3. 同時進行河道內流況分析與淹水分析，以交換河道與堤內地流量，確保整合性。
4. 計算的精度取決於空間網格尺寸的精細度及計算時間的間隔。



基礎理論

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

● 基礎方程式：

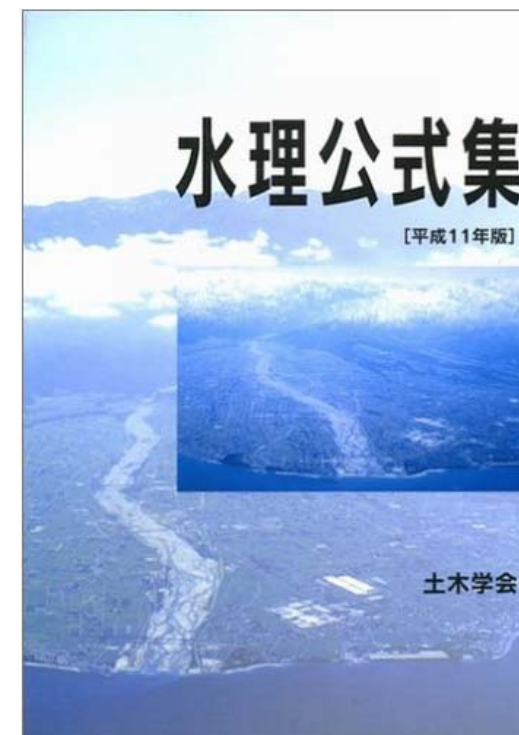
外水淹水模型具有二維、流動擴散的現象，淹水深度及流速向量都是關注的焦點，運用具有對流方程式 (Advection equation) 在內之基礎方程式甚至可以運用於暴潮及海嘯分析。

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

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

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

Q_x, Q_y ：x 方向與 y 方向的單位寬流量、 h ：淹水深度、 z ：地盤高、 n_x, n_y ：x 方向及 y 方向的底面粗糙度、 q_{in} ：降雨、人孔的入流等、 q_{out} ：下水道・排水路的排水等、 g ：重力加速度





基礎理論

介紹與區域調查

外水淹水分析

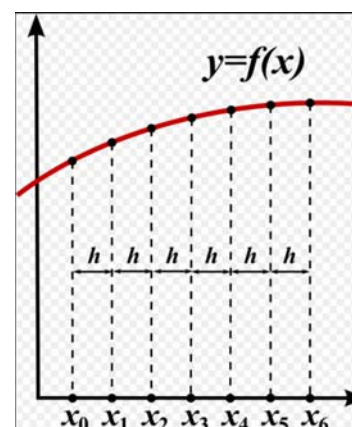
內水淹水分析

分析結果的應用

● 離散化方式：

為了反映複雜流況或地形，通常會使用差分法、有限體積法、有限元素法來模擬不規則網格。

1. 差分法，是一種微分方程數值方法，是通過有限差分來近似導數，從而尋求微分方程的近似解。
2. 有限體積法（Finite Volume Method），控制方程式在離散的控制體積上求解。
3. 有限元素法，是一種用於求解微分方程組或積分方程組數值解的數值技術。





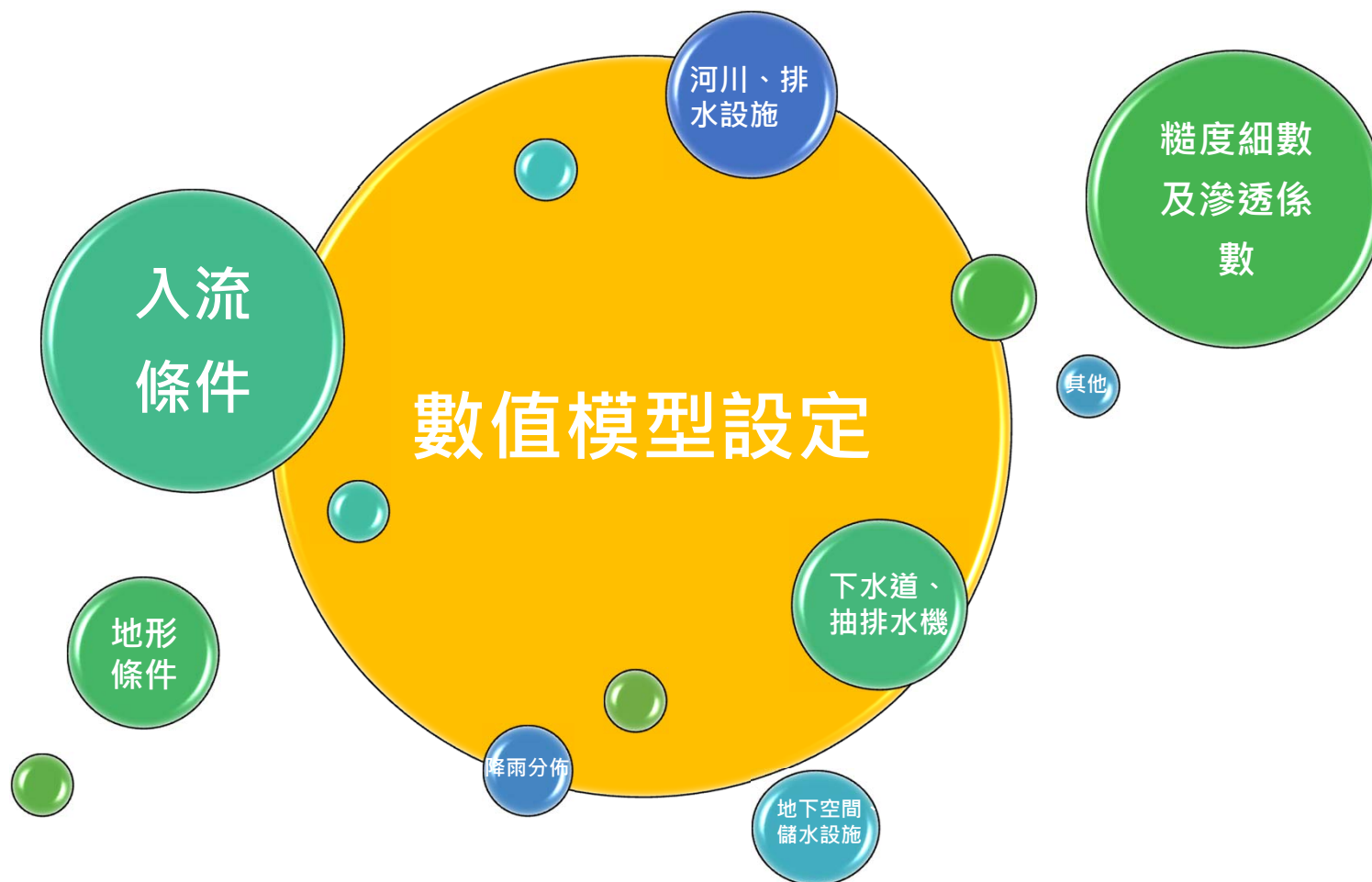
數值模型設定方法

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用





入流條件

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

潰堤或溢流處設定

發生地點

潰堤、溢流寬度

潰堤底床高

發生處之流量
流向

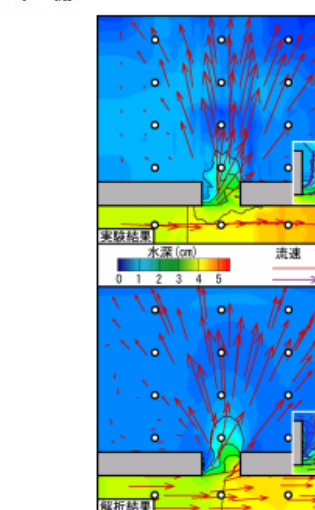
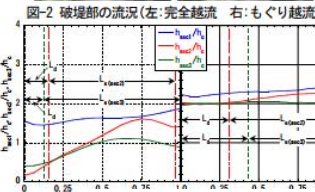
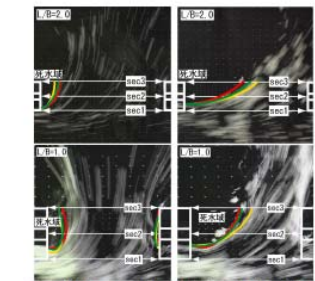
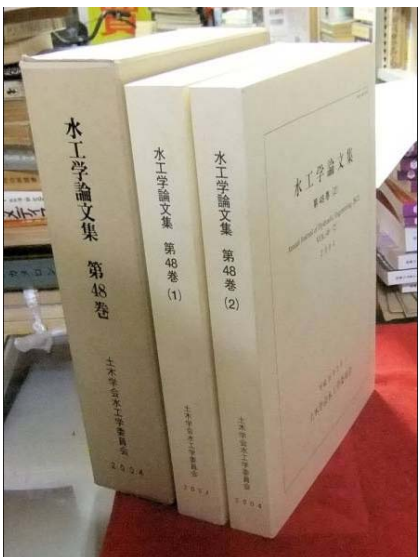


図-9 全体的な流況の比較(左:完全越流 右:もぐり越流)
(上:実験結果 下:解析結果)





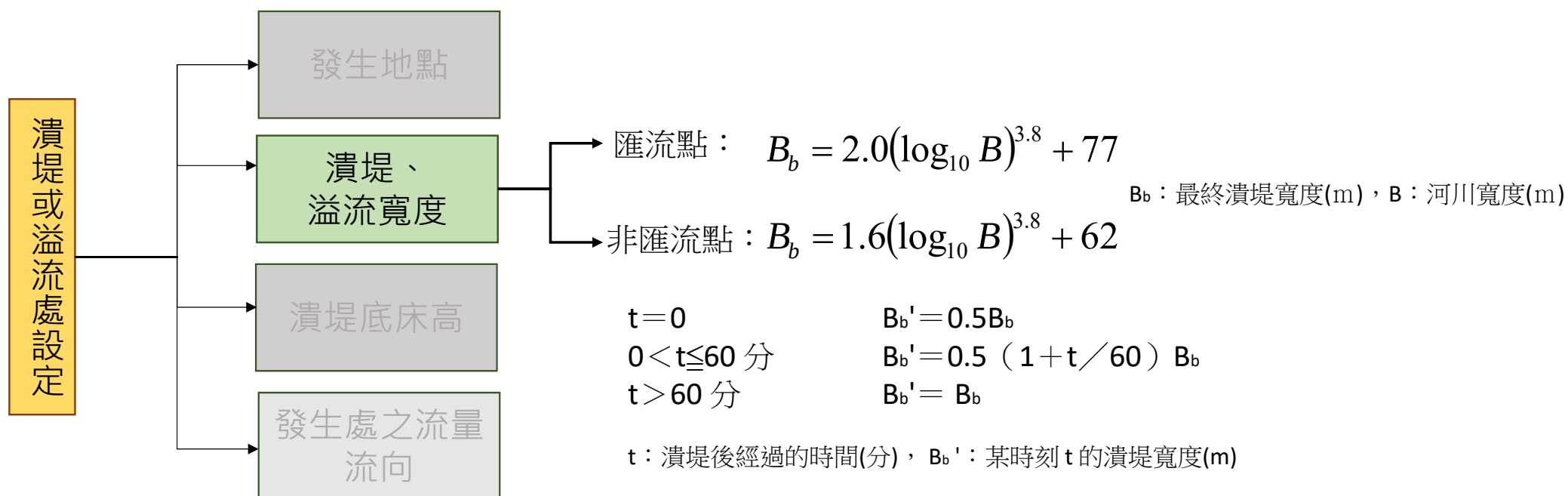
入流條件

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用





入流條件

優質、效率、團隊

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

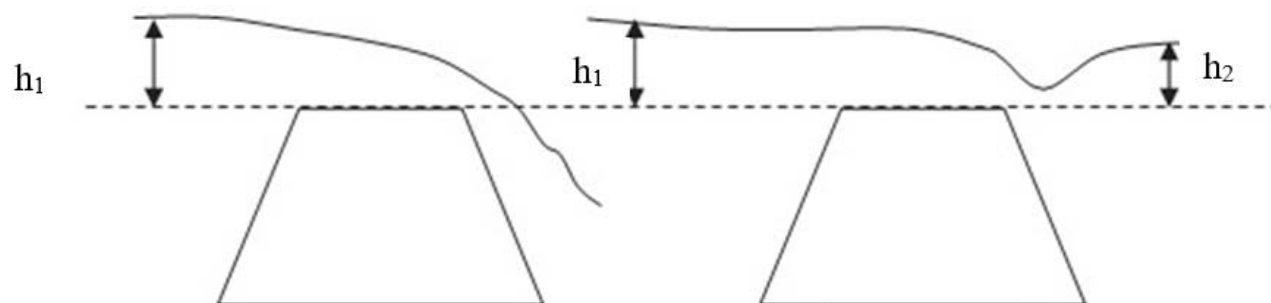
潰堤或溢流處設定

發生地點

潰堤、溢流寬度

潰堤底床高

發生處之流量
流向



本間公式

完全溢流

$$\frac{h_2}{h_1} < \frac{2}{3} \Rightarrow Q_0 = 0.35h_1B_b\sqrt{2gh_1}$$

下潛溢流

$$\frac{h_2}{h_1} \geq \frac{2}{3} \Rightarrow Q_0 = 0.91h_2B_b\sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

校正本間公式

若考慮河道平均底床坡降：

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

$I \leq 1/33600$ 時， $Q = Q_0$

溢流所形成的溢流量 $Q = Q_0$



入流條件

優質、效率、團隊

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

潰堤或溢流處設定

發生地點

潰堤、溢流寬度

潰堤底床高

發生處之流量
流向

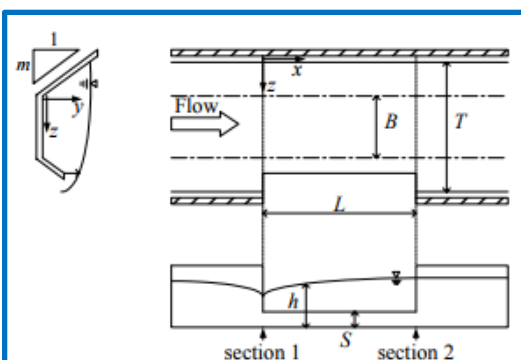
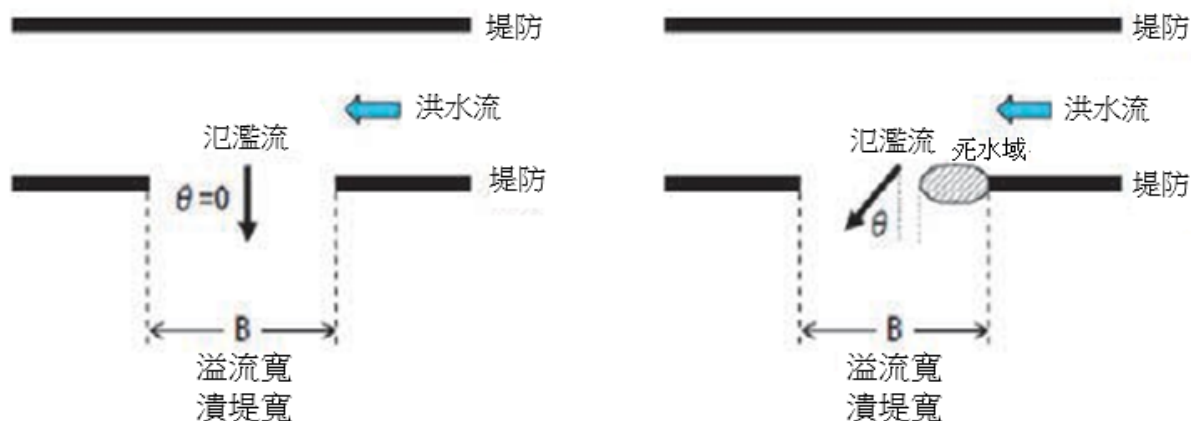


圖-1 台形断面に設置された横越流堰の概要

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

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

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

$$1/1580 \geq I \text{ 時, } \theta = 0^\circ$$



糙度係數及滲透係數

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

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

n_0 ：合成粗度， 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粗度
 n ：將建物占有率納入考量的合成粗度， θ ：建築物占有率（%）

表-3.2-1 土地利用条件に応じた粗度係数の目安

土地利用	粗度係数 $m^{-1/3} \cdot s$
農地	0.02~0.060
林地	0.03~0.060
水域	0.025
空地・緑地	0.025~0.05
道路	0.015~0.047

類別代碼	類別名稱	R	G	B	色燒
04	水利利用土地	151	219	242	
0401	河適	190	232	255	
040101	河川	164	215	245	
040102	減河	16	215	245	
040103	運河	110	199	250	
0402	堤防	156	156	156	
040200	堤防	156	156	156	
0403	溝渠	166	205	213	
040300	溝渠	166	205	213	
0404	水庫	70	212	206	
040400	水庫	70	212	206	
0405	湖泊	121	238	233	
040500	湖泊	121	238	233	
0406	蓄水池	158	215	194	
040600	蓄水池	158	215	194	
0407	水道沙洲灘地	214	136	0	
040700	水道沙洲灘地	214	136	0	
0408	水利構造物	53	95	96	
040801	水閘門	87	103	124	
040802	抽水站	112	143	161	
040803	水庫堰壩	90	133	158	
040804	地下取水井	36	120	168	
040805	其他水利設施	92	126	145	
0409	防汛道路	204	204	204	
040900	防汛道路	204	204	204	
0410	海面	158	202	255	
041000	海面	158	202	255	



資料來源：內政部國土測繪局



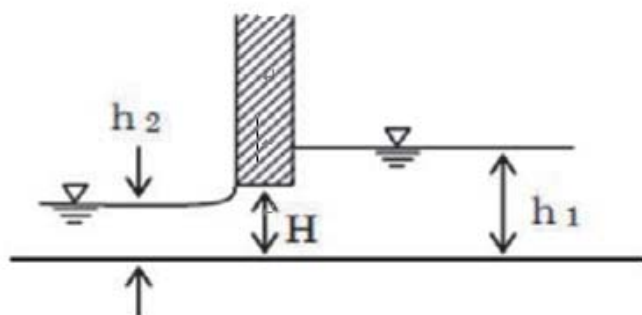
介紹與區域調查

外水淹水分析

内水淹水分析

分析結果的應用

● 連續填方地形條件：



$$h_2 \geq H \quad Q = 0.75BH\sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

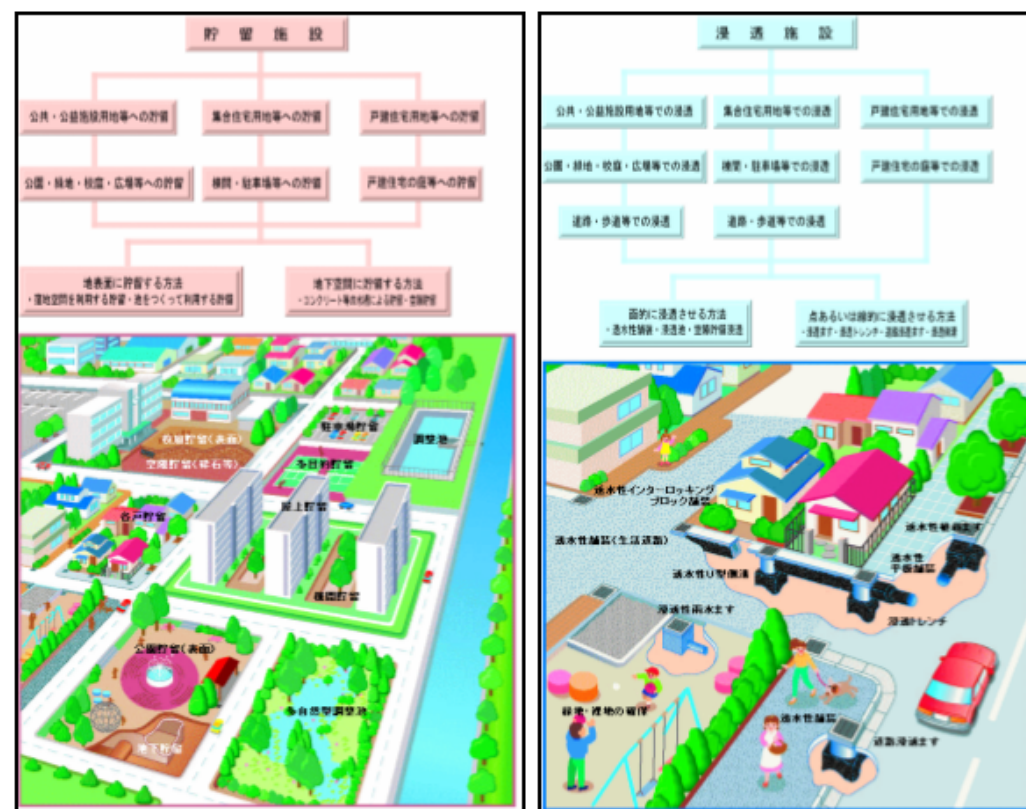
$$h_2 < H \quad h_1 / H \geq 3/2 \quad Q = 0.51BH\sqrt{2gh_1}$$

$$h_1/H < 3/2 \quad Q = 0.79Bh_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

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

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

● 地下空間、儲水設施：





淹水成因

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

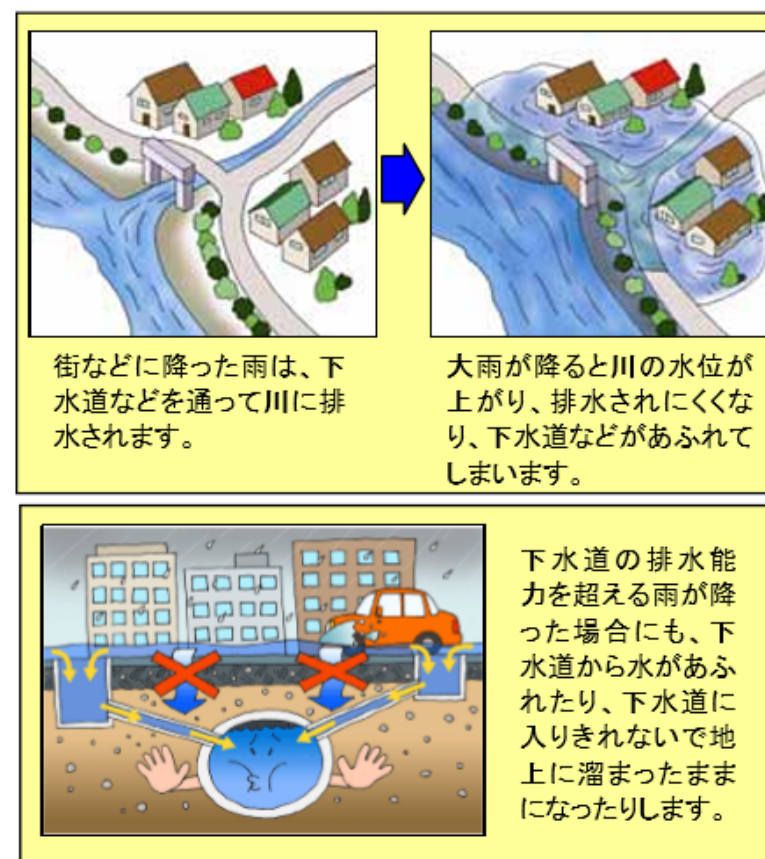
分析結果的應用

● 內水淹水產生機制：

降雨或降雨逕流形成入流量高於排水量之相對靜態淹水現象。

● 淹水分析主要目標-設定入流量與排水量：

1. 了解目的及目標淹水現象特徵。
2. 搭配組合運用逕流分析模型，下水道模型及河川內洪水模型同時設定計算條件。
3. 內水淹水產生機制相同，卻有兩種不同淹水方式。
 - a) 排水目標河川之水位高於內水河川
 - b) 降雨及逕流量遠超過排水設施能容納的量



基礎理論

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

● 基礎方程式：

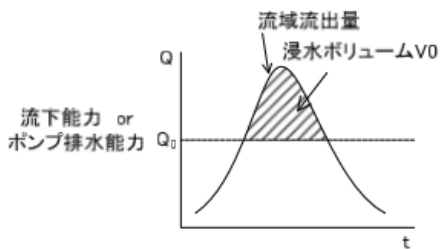
在不涉及淹水區域內流速及水面坡降問題，標準做法是利用水筒模型進行分析。

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

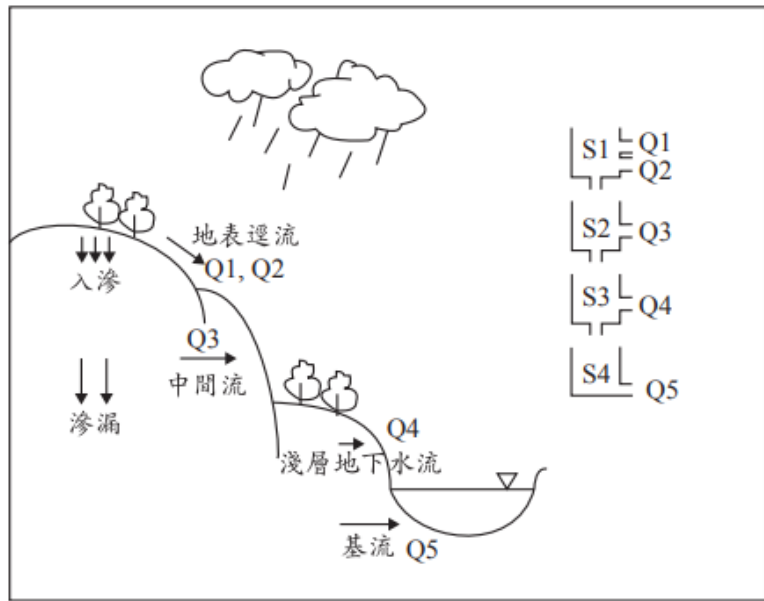
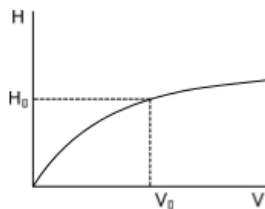
V ：淹水量（以淹水深度的函數表示）， Q_{in} ：流域逕流水、降雨、水路氾濫水等， Q_{out} ：往下水道・排水路的逕流量

● 數值模型設定需求：

流出ハイドロによる浸水量の算定



地盤高H-Vによる浸水位の設定





綜合結語

優質、效率、團隊

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

分析結果的應用

1. 由淹水分析可以得到淹水潛勢區域圖，其中包含不同洪峰流量對應之淹水範圍及最大淹水深度。
2. 建議進行淹水分析時，可多設定不同潰堤點及溢流點加以比較。

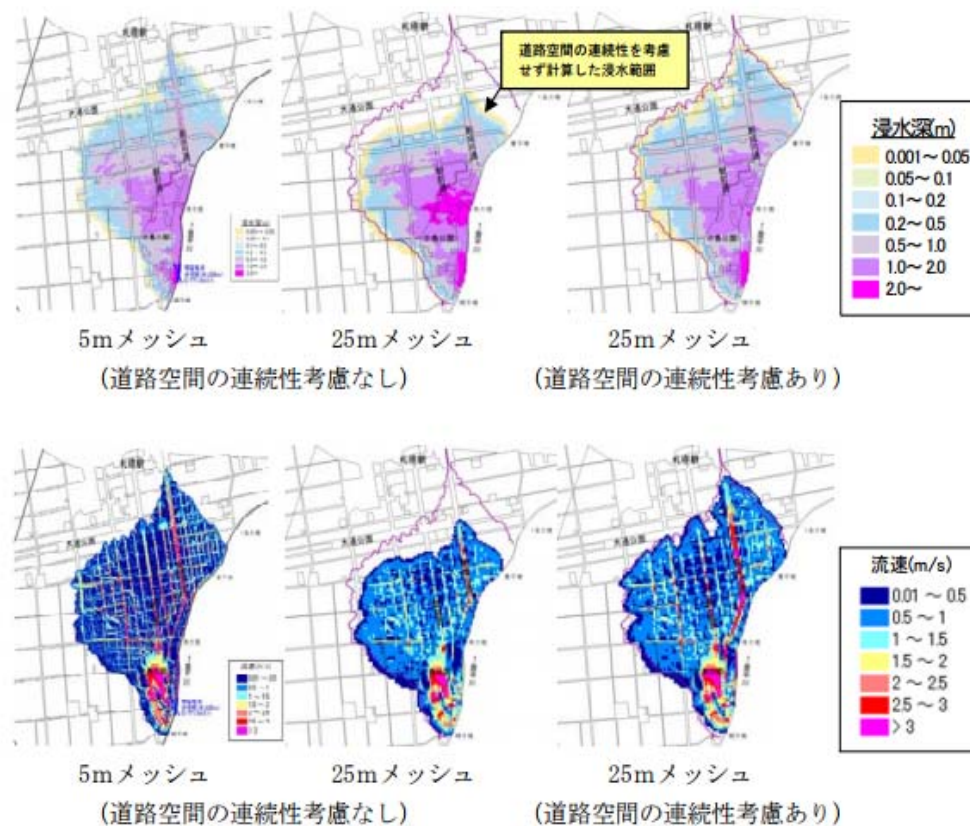


図-3.2-4 道路空間連続性確保の効果（豊平川、25mメッシュの例）



3. 地方首長應製作洪水防災地圖並廣泛公布相關資訊于居民參考準備。
4. 利用即時淹水模擬可以有效運用淹水到達之前置時間，進行避難防災等相關對策。

- ①.市町村が設定した「早期の立退き避難が必要な区域」
- ②.「早期の立退き避難が必要な区域」における避難行動の説明
- ③.浸水深や家屋倒壊等氾濫想定区域等の浸水情報
- ④.凡例等（最低限の浸水情報等の説明に限る）





綜合結語

優質、效率、團隊

介紹與區域調查

外水淹水分析

內水淹水分析

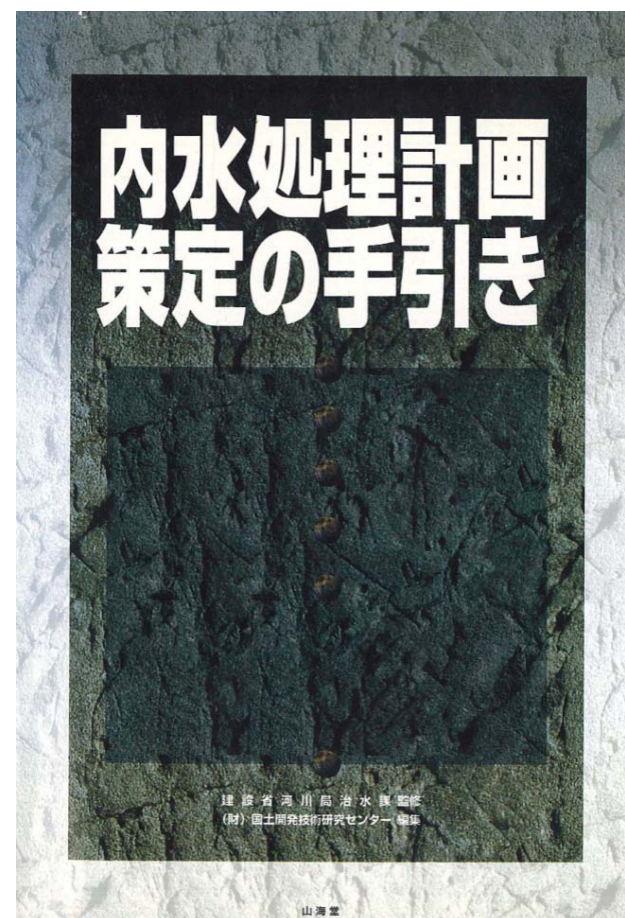
分析結果的應用

5. 適當連結內外水河川水理條件和堤內淹水分析模型，以制定治水事業中的內水處理計畫，其對策方法包含在匯流點設置水門、抽水馬達等，用以操作內水位及外水位之洪峰時間差降低災害發生率。

内水処理計画の手順としては、まず調査対象地域の内水現象を把握し、この内水現象を表現できる適切な内水解析モデルを作成する。次にこの内水解析モデルを用いて処理施設の定量的評価を行い、その結果を基に最適な処理方式と施設規模を決定する。

すなわち内水処理計画の策定にあたっては、次の各項目に関して調査、検討することが必要となる。

- (1) 基礎調査
 - (2) 内水特性の把握
 - (3) 内水処理方式の検討
 - (4) 検討対象内水の選定
 - (5) 流出モデルの作成
 - (6) 外水位曲線の作成
 - (7) 内水モデルの作成
 - (8) 確率評価手法の検討
 - (9) 内水処理施設計画の検討
 - (10) 経済効果の検討
 - (11) 段階的整備計画の検討
- } 内水解析モデルの作成





優質、效率、團隊

RTDT

技術研究發展小組

Research And Technology Development Team

Technology · Innovation · Development

*Thanks for
Your Attention*