

# **Resed3D 使用者手冊**

# 目錄

第一章 模式介紹 .....	1-1
一、 模式版本說明 .....	1-1
二、 模式功能與限制 .....	1-1
三、 模式安裝方法 .....	1-2
四、 模式介面概述 .....	1-2
第二章 模式介面操作說明 .....	2-1
一、 入口畫面 .....	2-1
二、 模式操作流程畫面 .....	2-1
三、 前處理 .....	2-3
四、 後處理 .....	2-19
第三章 案例操作示範 .....	3-1
一、 水理案例輸入示範 .....	3-1
二、 動床案例輸入示範 .....	3-11
三、 側出入流案例輸入示範 .....	3-27
四、 模擬結果後處理案例示範 .....	3-31

# 第一章 模式介紹

Resed 模式適用於河川及水庫之水理及動床模擬，隨著應用需求的增加，逐漸發展出不同功能包含結構物的設置、側出/入流、高含砂效應、岩床及岸壁穩定分析。近來電子計算機硬體設備的升級，計算效能快速提升，Resed 模式亦發展三維空間的模擬計算功能。

Resed3D 為多維度(2D 及 3D)的水理動床模式，為符合天然河道的幾何形狀，在水平方向上以曲線座標建立網格；在三維計算時，垂直方向的計算網格使用  $\sigma$  座標，其能解決自由水面在固定格網上變動而影響模式無法準確計算水面之壓力邊界條件的問題，也能將因為起伏底床產生之不規則格網，轉換為便於計算的矩形格網。

模式發展至今已逐漸成熟，為利於推廣本數值模式因而建置模式使用者介面。在介面設計上，為令使用者可較容易熟悉模式操作原則，重點朝向人性化介面方向設計，藉由直覺化之輸入介面，讓使用者可快速掌握模式演算流程。

## 一、模式版本說明

本手冊適用 Resed3D-20160215 版本：模式因河川及水庫等實際現場情況，發展各種模組進行不同案例的演算，包含結構物設置、側出/入流、高含砂效應、岩床及岸壁穩定分析，於使用者介面中將之統一歸類於“特殊功能”中，而目前使用者介面中已完成之特殊功能包含結構物設置、側出/入流、以及岸壁穩定分析等。

## 二、模式功能與限制

### (一) 模式功能

- 1、水理模擬：二維及三維穩流與非穩流計算。
- 2、動床模擬：二維及三維懸浮載及底床載運移。
- 3、結構物設置：包含丁壩、橋墩、固床工及攔河堰之河工構造物設置功能。
- 4、側出/入流：於河道側壁邊界設定出/入口，給定流量歷線。
- 5、高含砂效應：包含高含砂水流堆積沖刷模式及高含砂水流流動模式。
- 6、岩床：包含水力沖刷效應及泥砂磨蝕效應。
- 7、岸壁穩定分析：分析河岸崩塌行為。

## (二)模式限制

- 1、以靜水壓假設忽略垂向動量方程式。
- 2、所採用零方程紊流模式之主要假設是在渠寬遠大於水深、垂向流速分布符合對數分布的情況。
- 3、泥砂運移以連續方程式計算，忽略泥砂與水流的動量交換。
- 4、受限於計算格網不能重疊、交錯，因此對於岸壁側向變化量而言，靠近岸壁底部之沖刷量會有低估情況。

## 三、模式安裝方法

本模式(含使用者介面)僅具有一個執行檔，無需特殊安裝方法，將執行檔置於電腦磁碟機內並執行即可啟動模式使用者介面。

## 四、模式介面概述

### (一)使用者介面設計概念

- 1、檔案管理採專案形式，讓使用者以流域為單位，建置模擬專案，於該專案下可根據不同模擬情境，產生不同模擬輸入檔，此外在各專案底下均設置有一文件檔，供使用者描述該專案下各模擬案例之重點，方便管理模擬資料。
- 2、介面為互動式設計，可自動引導使用者輸入，且主動確認輸入內容完整性與合理性，對於不合理之輸入值提出警告視窗，並且針對部分輸入參數，介面將提供參數範圍值之代表意義(如曼寧 n 值)。
- 3、介面支援市面上常用之格網建置軟體，且支援匯入常用航拍圖形檔案(JPG、BMP、TIFF 等格式)或自行抓取 google map 檔案(需有上網功能)疊圖。
- 4、介面除可利用表格或圖形化等方式展示模擬結果外，亦可透過圖形介面，更直覺的輔助使用者輸入模擬結果，於介面產生之圖形上，指定邊界位置、結構物設置位置等條件。
- 5、為完備使用介面之功能，蒐集使用者經驗為一重要之機制，因此介面設置意見回饋機制，在任意時刻，使用者可將操作經驗回饋至研究團隊，俾使研究團隊持續改進介面。

6、整體介面檔案所佔容量不大，可使介面放於網路上供水利署同仁進行下載、試用。

## (二)使用者介面架構

依據前述使用者介面設計概念，模式介面規劃分為三個部分，包含入口及模式操作流程畫面、前處理部分與後處理部分展示，分別將各部分所包含內容說明如下：

### 1、入口及模式操作流程畫面

- (1) 模式以專案方式進行檔案管理，選取的專案名稱會呈現於畫面上，並可點擊專案名稱右方的按鈕，以查看專案中每個案例的案例描述，協助使用者做案例的選擇及管理。
- (2) 為令使用者可簡易並快速掌握模式演算流程，本研究參考商用軟體 Sobek 部分介面呈現方式，利用流程圖形式將模擬參數、模擬結果輸出展示等相關輸入步驟進行整合，並配合顏色變化等互動式設計，提醒使用者輸入資料階段(如紅色表示未輸入；綠色表示已全數輸入完成；黃色表示已有輸入部分參數，但未完全輸入完成)。
- (3) 介面於發展之初，勢必會有許多操作上問題，因此介面建置有意見回饋之選項，使用者可將操作經驗或是遭遇困難，回饋給模式發展者進行修正，俾使得介面發展更加成熟。

### 2、前處理部分

- (1) 匯入
  - A. 對於模式所需之格網資訊，介面可支援目前常用之格網產生軟體，如 CCHE mesh generator、Delft3D 等，並保有增加匯入其他格網產生器之彈性。
  - B. 介面可匯入航拍照片，或當使用電腦可連上網際網路時，亦可自動連接至 google map 上，並由介面自動擷取適當範圍；另一方面，匯入格網資訊時，介面自動與圖檔進行套疊。
- (2) 模擬模組：本模式過去於水利署、水規所等單位長期支持下，歷年來開發許多模擬功能，除一般水理、動床演算外，介面亦將過去所發展

之功能一併進行考量，如高含砂水流效應、岩床沖刷案例、岸壁穩定分析模式、浸模式邊界法、乾床設定、側入/側出流等功能。

(3) 水理與動床等模擬參數設定

- A. 依使用者所選擇之模擬模組，介面自動帶出該模組所需輸入之參數，其餘模組之參數則隱藏；另一方面，介面在離開各頁面時，主動確認各輸入參數之完整性，並對輸入不合理之參數值，出現警示視窗。
- B. 於重要物理參數旁設置說明視窗，其內容在於說明該物理參數之合理範圍值，提供使用者於輸入參數時之參考。
- C. 模式於輸入部分數值參數時，需可包含兩種選項，一為模擬範圍內全部格網為均一值，另一個選項則為模擬範圍內之格網逐點輸入參數值。

(4) 初始條件與邊界條件

- A. 於邊界條件處出現模擬範圍圖，當使用者輸入邊界條件時，於圖上可顯示上、下游位置，及其邊界資訊等。
- B. 邊界條件如入流量、入砂量等資訊，介面可提供選項令使用者選擇斷面邊界入流資訊是否為均勻，或由使用者自行輸入權重等。

### 3、後處理部分

(1) 開始模擬

- A. 使用者點選開始模擬時，介面首先將出現 X-Y plot，將模式收斂過程以圖形化方式呈現，讓使用者可明白瞭解模式收斂過程。
- B. 待模式收斂過程結束後，進行時間步進階段，則介面以進度條並輔以數字百分比等方式，告知使用者模擬進度。

(2) 模擬結果產出

- A. 使用者介面支援簡易繪圖功能，如 XY plot、contour、vector 等功能。
- B. 模式可輸出項目包含底床高程、水深、流速、剪應力、濃度等，此外使用者可自己定義模擬結果輸出之頻率。

C. 介面除支援基本繪圖功能外，介面亦可藉由表格形式令使用者瞭解模擬結果，且該表格形式亦可支援匯出功能，如將模擬資料匯出至 EXCEL 進行後續處理。

### (三)介面使用語法簡介

為簡化逐漸複雜的應用程式開發工作，必須具備的重要因素之一就是使用架構、程式碼庫以及模式。反覆撰寫相同的程式碼不但浪費時間，也浪費專案成本，因而希望把重點放在與應用程式需求直接相關的開發程序上。其中一個方法就是重複使用現有的程式碼，執行預先定義的工作，這種做法可以把需要投入的時間、成本和精力降到最低。基於這些原因本使用者介面開發採用 Microsoft Visual Studio Express 2013，使用 C# 程式語言並搭配.NET Framework 框架函式庫來開發。各部分內容說明如下：

- 1、整合開發工具 Microsoft Visual Studio：Microsoft Visual Studio（簡稱 VS）是美國微軟公司的開發工具套件系列產品。VS 是一個基本完整的開發工具集，本專案採用的版本是 Microsoft Visual Studio Express 2013。此工具功能直覺、編譯快速，也是目前 C# 開發最佳的整合環境。可以支持快速的 User Interface (UI) 設計與展示。此版本可由微軟網站取得免費授權的版本。
- 2、程式語言 C#：C# 是微軟推出的一種基於.NET Framework 的物件導向程式語言。此語言語法嚴謹，有著比 C / C++ 語言更不易造成問題的設計與更容易除錯的執行環境。對於熟識 C 與 C++ 語言的開發者而言也是易於理解和維護的。
- 3、應用程式框架函式庫.NET Framework：.NET Framework 是由微軟開發用以支援快速應用開發、平臺獨立性和網路透明化的軟體開發平臺。此函式庫與 Windows 作業系統支援良好，可輕易實現 Windows 各項 UI 控件之功能。並且會持續在新版 Windows 支援，Windows 作業系統都會附上新版.NET Framework，舊版 Windows 也可免費取得安裝其執行環境。其函式庫範圍涵蓋了多媒體繪圖應用、各式使用者介面元件、多執行緒管理與運作、加密編碼與 Office 等應用軟體結合等等應用。功能符合本計畫使用者介面開發所需，是以採用.NET Framework 為本計畫開發之函式庫。

## 第二章 模式介面操作說明

使用 Resed model，開啟應用程式，入口畫面呈現如圖 2-1。

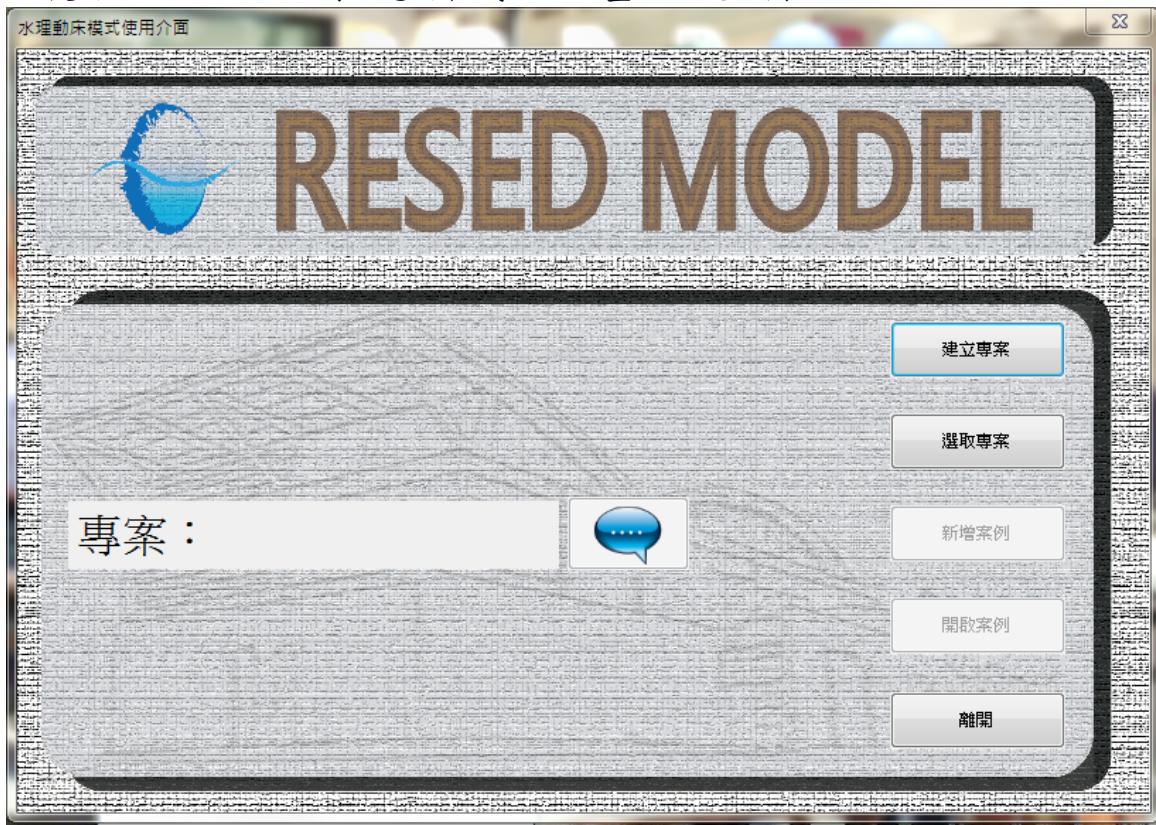


圖 2-1 入口畫面

### 一、入口畫面

模式以專案方式進行檔案管理，操作分為以下步驟：

- 1、建立專案：建立新專案。
- 2、選取專案：開啟舊專案。
- 3、新增案例：於專案中建立新檔。
- 4、開啟案例：於專案中開啟舊檔。

選取的專案名稱會呈現於畫面上，並可點擊專案名稱右方的案鈕，以查看專案中每個案例的案例描述，協助使用者做案例的選擇及管理。

### 二、模式操作流程畫面

建立案例進入操作流程畫面如圖 2-2，視窗上方工具列分別為檔案(F)、語系切換(L)、說明(H)：

1、檔案(F)：可於目前相同專案中“新增案例”或“開啟案例”，亦可對目前案例進行“儲存案例”及輸入“案例敘述”。

2、語系切換(L)：支援中、英文語系切換。

3、說明(H)：提供模式介面的“版本說明”及操作“使用手冊”，並支援“問題回饋”功能，使用者可將操作經驗或困難回饋予發展端。

問題回饋功能視窗如圖 2-3 所示，建議使用者留下個人或單位名稱以及聯絡資料，如此發展端能透過電子郵件信箱或電話針對意見內容做回覆。

另外，如果使用者的意見需要以畫面呈現協助說明，或者是需要提供案例資料檔案，可加入附件一併發送回饋。

然而使用者的電腦必須連上網際網路，並確認工作場所能透過網際網路對外發送電子郵件，才能完整使用此功能。

以下資訊提供使用者參考：“問題回饋”功能並非透過使用者的電子信箱發送，所以沒有個資洩漏的問題存在。

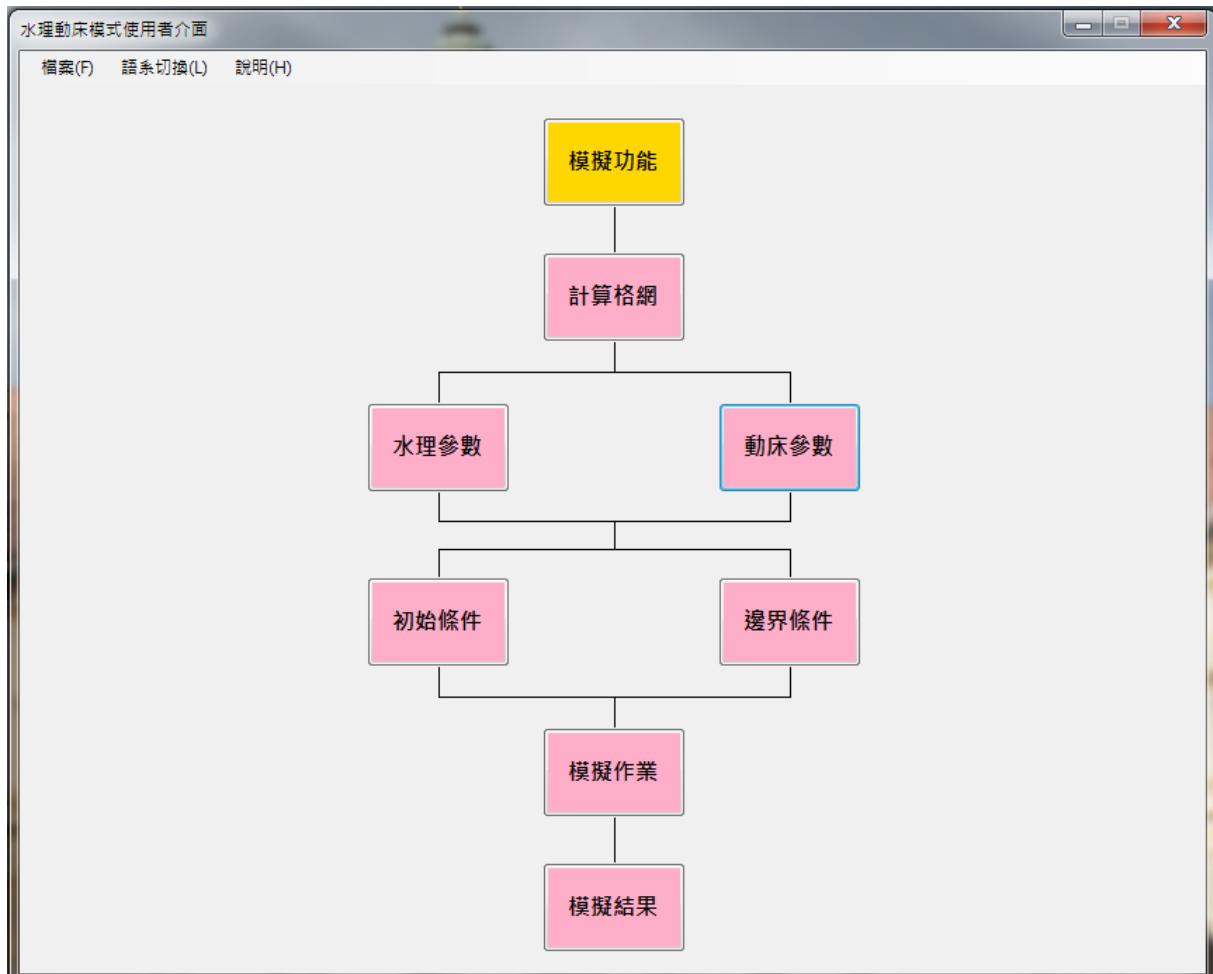


圖 2-2 模式操作流程畫面

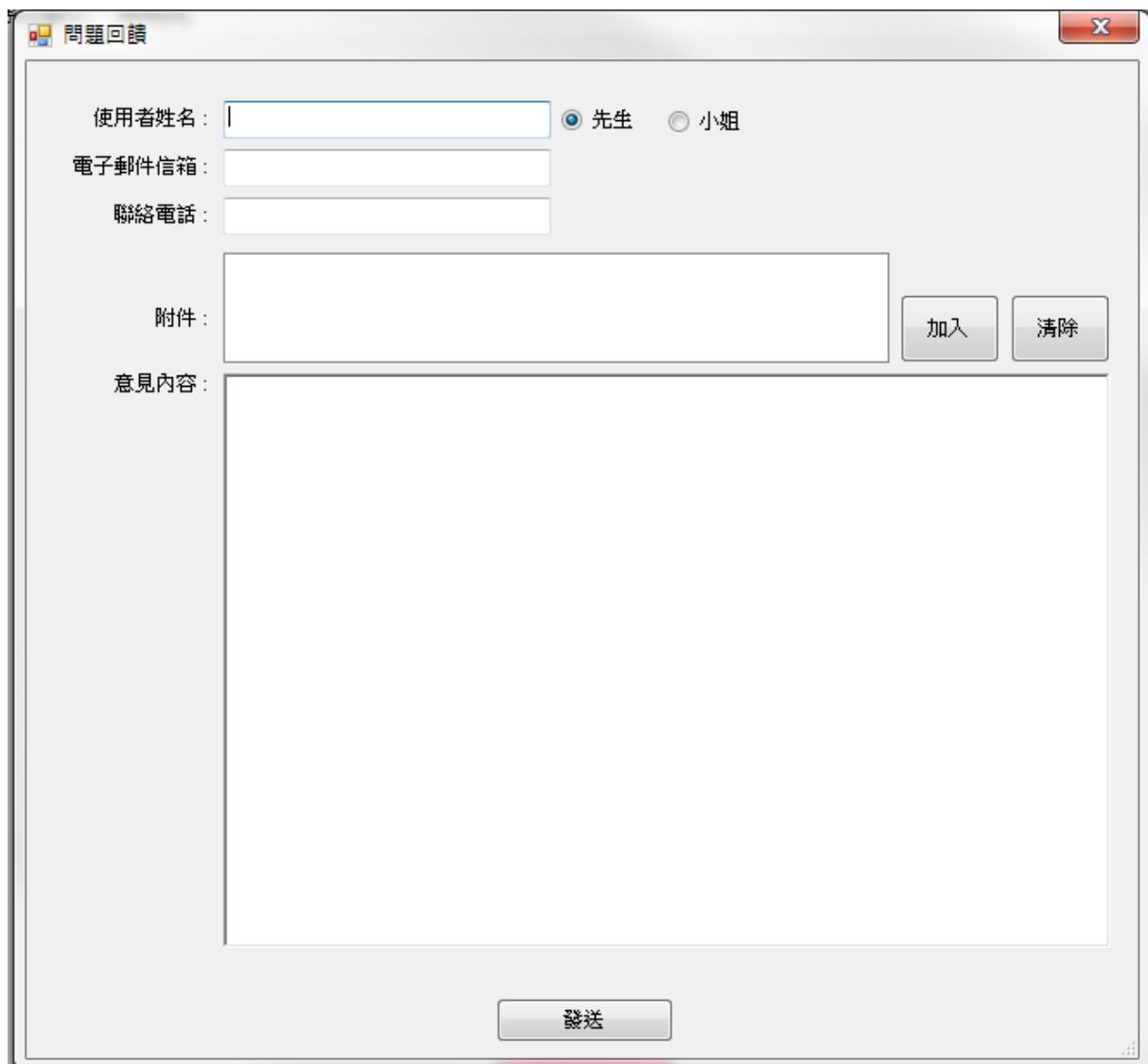


圖 2-3 問題回饋

操作畫面(圖 2-2)採流程圖方式呈現，並以顏色變換引導使用者依照步驟輸入資料，綠色按鈕代表已完成設定項目、黃色按鈕為可進入設定項目，而紅色按鈕則為鎖定項目。

### 三、前處理

#### (一)模擬功能

案例的維度、模組及特殊功能於此處設定如圖 2-4，選擇的項目將影響之後步驟的資料輸入，以下對特殊功能項目說明：

- 1、關閉移流擴散效應：此項目做為探討程式演算時，控制方程式移流擴散項的影響。

2、二次流效應：當維度選擇“2D”時，模式可植入假設流速剖面模擬彎道二次流效應。

3、結構物設置：包含丁壩、橋墩、固床工及攔河堰之河工構造物設置功能。

4、側出/入流：可於河道側壁邊界設定出/入口，並給定流量。

5、高含砂效應：高含砂水流堆積沖刷模式及高含砂水流流動模式。

6、岩床：包含水力沖刷效應及泥砂磨蝕效應。

7、岸壁穩定分析：計算岸壁是否會發生崩塌。



圖 2-4 模擬功能

## (二) 計算格網

建立模擬範圍計算格網，可支援 2 種免費格網建置軟體的格網檔案匯入，並且可以由 Google 地圖直接匯入地形影像。操作視窗畫面如圖 2-5，建立的格網及底圖影像可以在視窗右下方的即時互動區預覽。

1、格網產生程式：此處可以超連結方式開啟已安裝在使用者電腦中的 CCHE-Mesh 格網產生程式，使用者可於軟體官方網站中免費下載安裝，或是開啟包裝於本程式中的 Delft 3D 格網產生程式。使用者可點擊“操作方法”觀看格網產生程式的使用說明手冊。

- (1) CCHE：<https://www.ncche.olemiss.edu/download>，須先註冊帳號。
- (2) Delft3D：<https://oss.deltares.nl/web/delft3d>。

2、計算網格來源：

- (1) 由檔案匯入水平格網：將上述軟體產生的格網檔案匯入，並可進入“格網資料”查看座標及對應高程。
- (2) 線上輸入水平格網：支援自行輸入格網，操作視窗如圖 2-6，首先輸入“縱/橫向格網數”，產生格網後輸入座標值(X,Y)及高程 Z。
- (3) 格網匯入或自行輸入完成後，於視窗右下方的即時互動區可預覽格網佈置如圖 2-5，並標示渠道上、下游水流方向，可點擊“反轉格網”將上、下游位置交換。
- (4) 垂向格網分層數目、分層比例：模擬維度為 3D 時，在水深方向計算格網的分層設定，包含個數及比例的分配。“分層比例”設定由 0(底床)至 1(水面)如圖 2-7，可依需求分配各分層的疏密程度，完成後可於計算格網視窗(圖 2-5)的即時互動區預覽垂向格網分布。即時互動區設有下拉選單可切換預覽圖。

3、底圖設定：支援航拍圖形檔案(PG、BMP、TIFF 等格式)匯入或程式自行抓取 Google 地圖。

- (1) Google 地圖：計算網格座標使用大地座標系統時，可以使用抓取 Google 地圖的功能。目前支援 TWD97 及 TWD67 兩種大地座標系統。  
當電腦連上網際網路時才能完整使用此功能。
- (2) 選取圖檔：支援常用格式圖檔(.bmp、.png、.jpg 等)及其定位檔匯入。



圖 2-5 計算格網

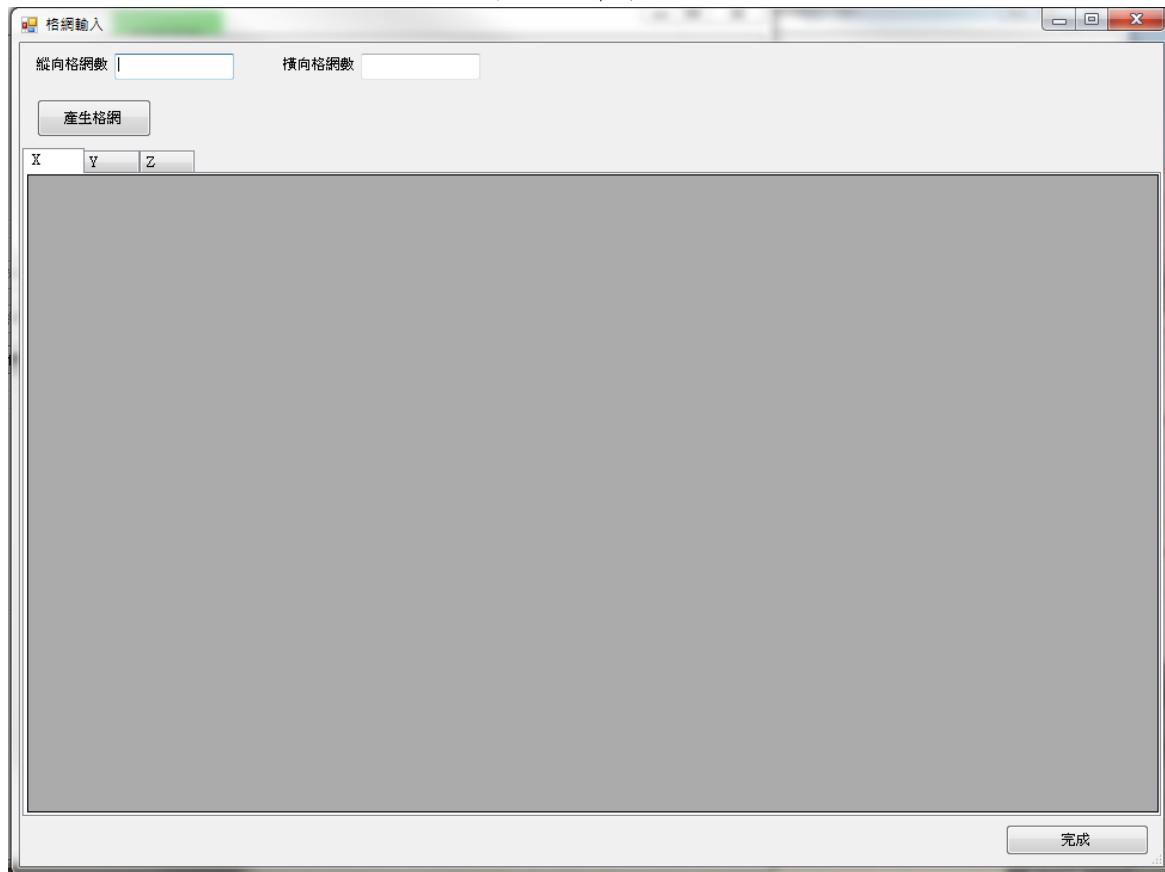


圖 2-6 格網輸入

分層比例	分層比例
格網分層 19	1.00
格網分層 18	0
格網分層 17	0
格網分層 16	0
格網分層 15	0
格網分層 14	0
格網分層 13	0
格網分層 12	0
► 格網分層 11	0
格網分層 10	0
格網分層 9	0
格網分層 8	0
格網分層 7	0
格網分層 6	0
格網分層 5	0
格網分層 4	0
格網分層 3	0
格網分層 2	0
格網分層 1	0.00

圖 2-7 分層比例

### (三)水理參數

1、定/變量流設定：決定模擬案例為定量流或變量流。定量流為單純探討特定流量下之流況，模式將於數值收斂後停止模擬並進行結果資料輸出；變量流之入流量隨時間改變，使用者需於不同時間輸入流量、水位等資訊。

2、數值參數：

(1) 時間：

- A. 總模擬時間：輸入案例歷程時長，單位為秒。
- B. 時間間距：數值模擬計算時間間距，單位為秒。
- C. 輸出頻率：控制資料輸出時間，以“時間間距”之倍數輸出一筆模擬結果。
- D. 垂直方向計算時間步進次數：每個“時間間距”內，計算垂向格網點的次數。

(2) 收斂條件：

A. 二維水理收斂標準：數值計算上，計算點之水位及水深平均流速在疊代過程中的絕對差值同時小於收斂標準時，代表模式收斂。

B. 三維水理收斂標準：數值計算上，垂向格網點上的流速絕對差值小於此收斂標準時，代表垂向計算疊代過程收斂。

- (3) 輸出控制：勾選擬結果輸出項目。
- (4) 最小水深：影響數值計算穩定因子，將計算區域內水深小於最小水深處視為乾床。單位為公尺。
- (5) 主流方向/側方向黏滯係數加成比例：此功能為方便使用者率定參數之用，可同步調整黏滯係數加成比例。

### 3、物理參數：

- (1) 糙度係數：
  - A. 提供曼寧 n 值(Mannig n)或 Chezy 係數 2 擇 1 輸入。
  - B. 模擬 3D 時需要輸入粗糙高度 ks，單位為公釐 mm。
  - C. 糙度係數可依不同位置分別給定，如圖 2-9 所示選擇“逐點輸入”後，可於下方的表格逐一給定；或可點擊“圈選填入”跳出如圖 2-10 視窗，手動選取特定區域並輸入該處之糙度係數。
- (2) 紊流黏滯係數：
  - A. 使用者輸入：分別輸入水平方向及垂直方向紊流黏滯係數。
  - B. 零方程：提供 5 種零方程公式計算紊流黏滯係數。  
Constant :  $\nu = \kappa U^* d / 6$  (Elder, 1959))， $U^*$ 為剪力速度； $\kappa$ 為 von Karman's 係數(約等於 0.41)； $d$ 為水深。  
Parabolic 1 :  $\nu = \kappa U^* d \sigma / (1 - \sigma)$  (Jobson and Sayre, 1970)  
Parabolic 2 :  $\nu = \frac{\nu_0}{(1 + 5R_i)} + \nu_b$  (Zhang et al., 2004)
  - A : 保留功能
  - B : 保留功能
  - C. 雙方程( $k - \varepsilon$ )。
- (3) 其他：重力常數及水密度參考預設值或使用者自行輸入。

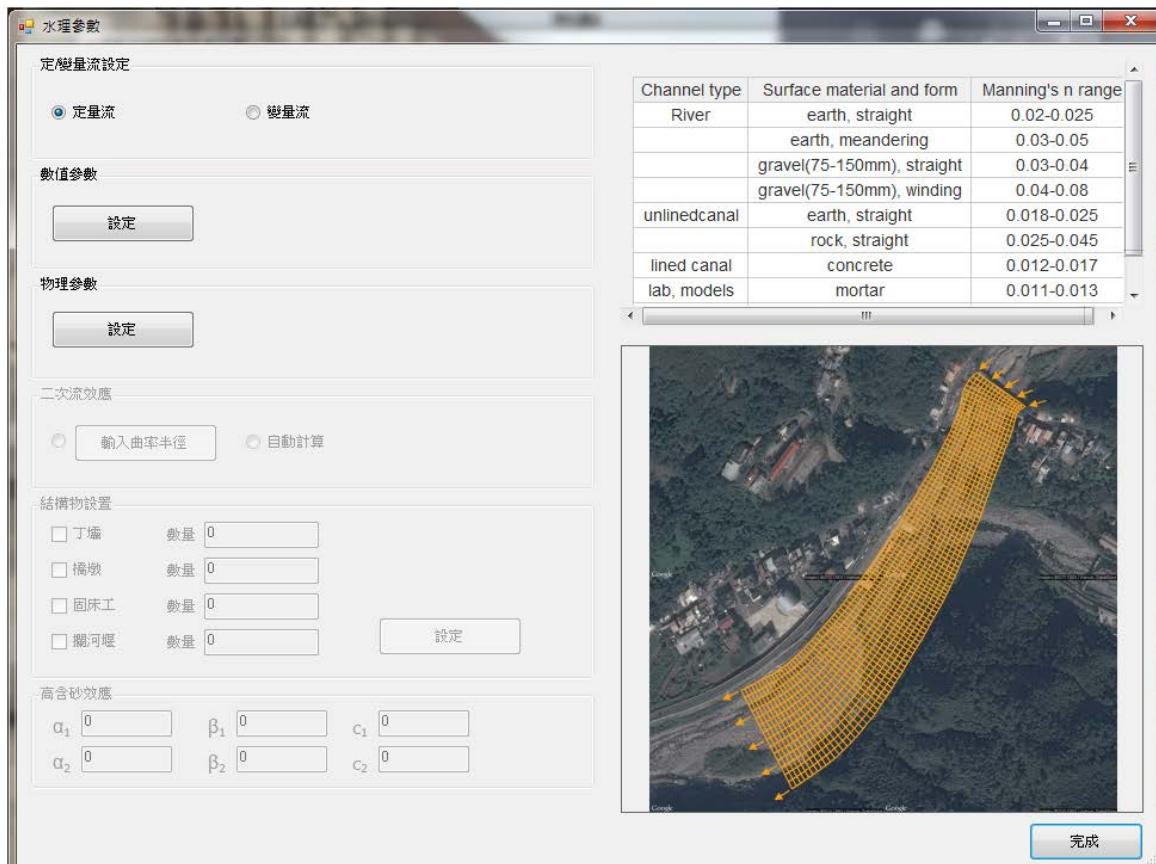


圖 2-8 水理參數

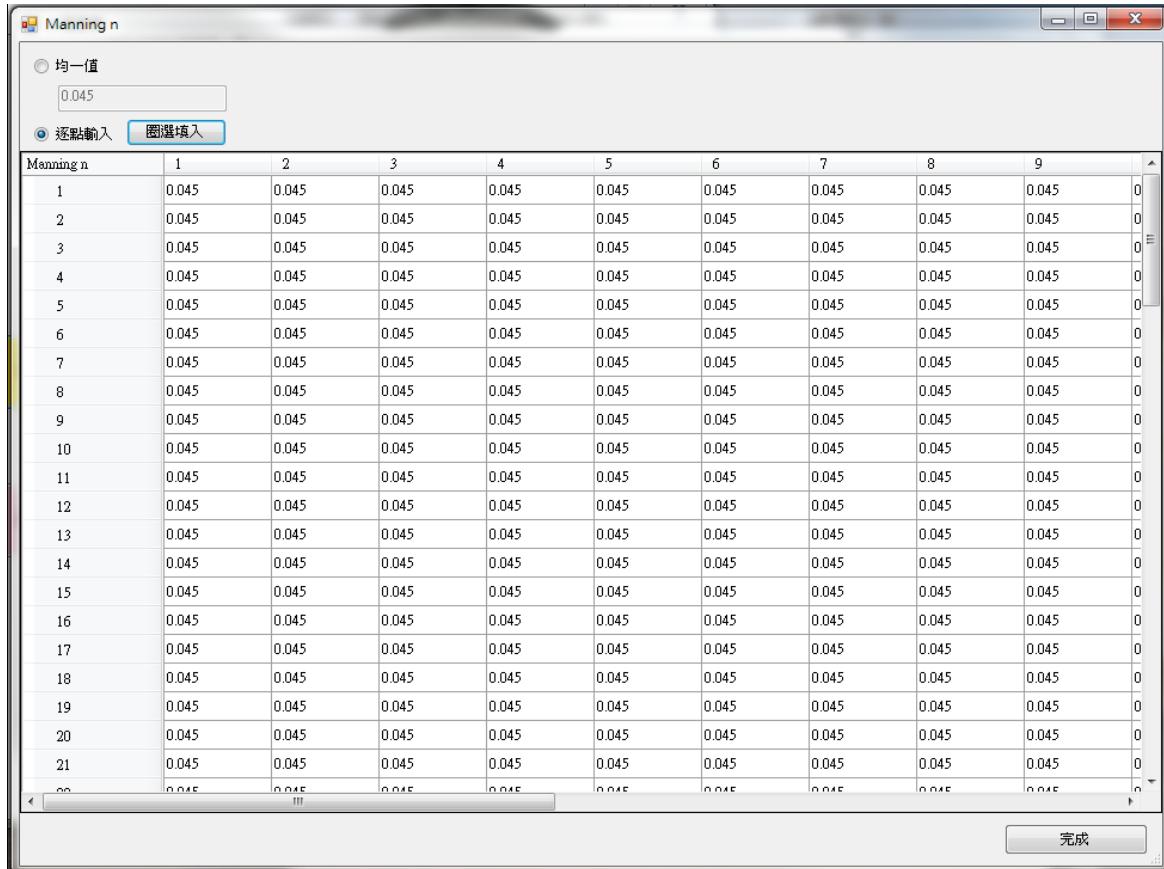


圖 2-9 逐點輸入

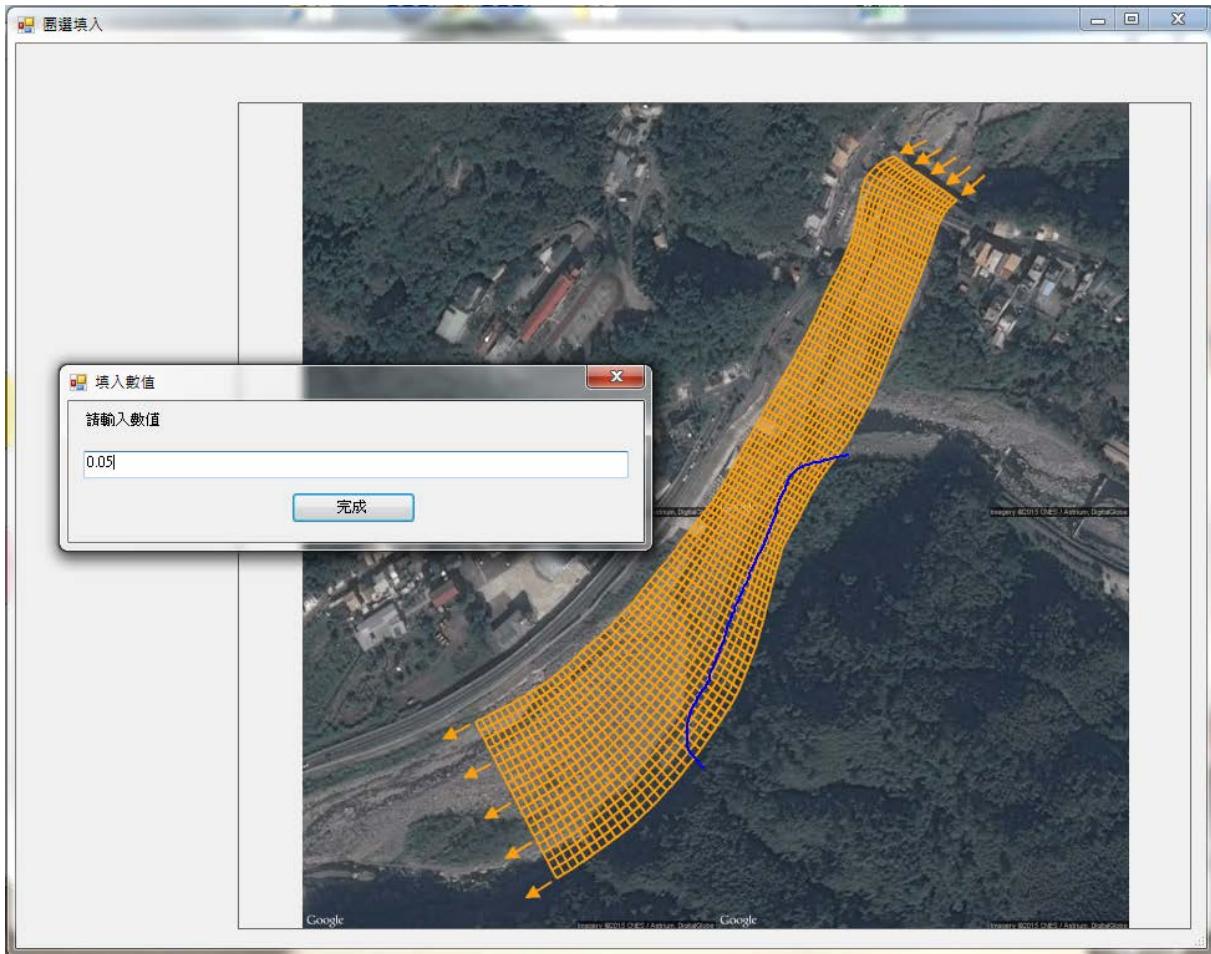


圖 2-10 圈選填入

- 4、二次流效應：當維度選擇“2D”時，模式可植入假設流速剖面模擬彎道二次流效應，假設剖面公式需要提供渠道曲率半徑，曲率半徑可由使用者輸入或模式依格網幾何自動計算。
- 5、結構物設置：提供丁壩、橋墩、固床工及攔河堰設置，“設定”中可編輯河工構造物的位置及高程。結構物的位置可由網格圖上圈選的方式指定如圖 2-11，或可點擊“編輯”，利用“加入”或“刪除”進行結構物位置的調整，其中“固床工”及“攔河堰”可分別“編輯高程”。
- 6、高含砂效應：目前使用者介面尚未開放此功能。

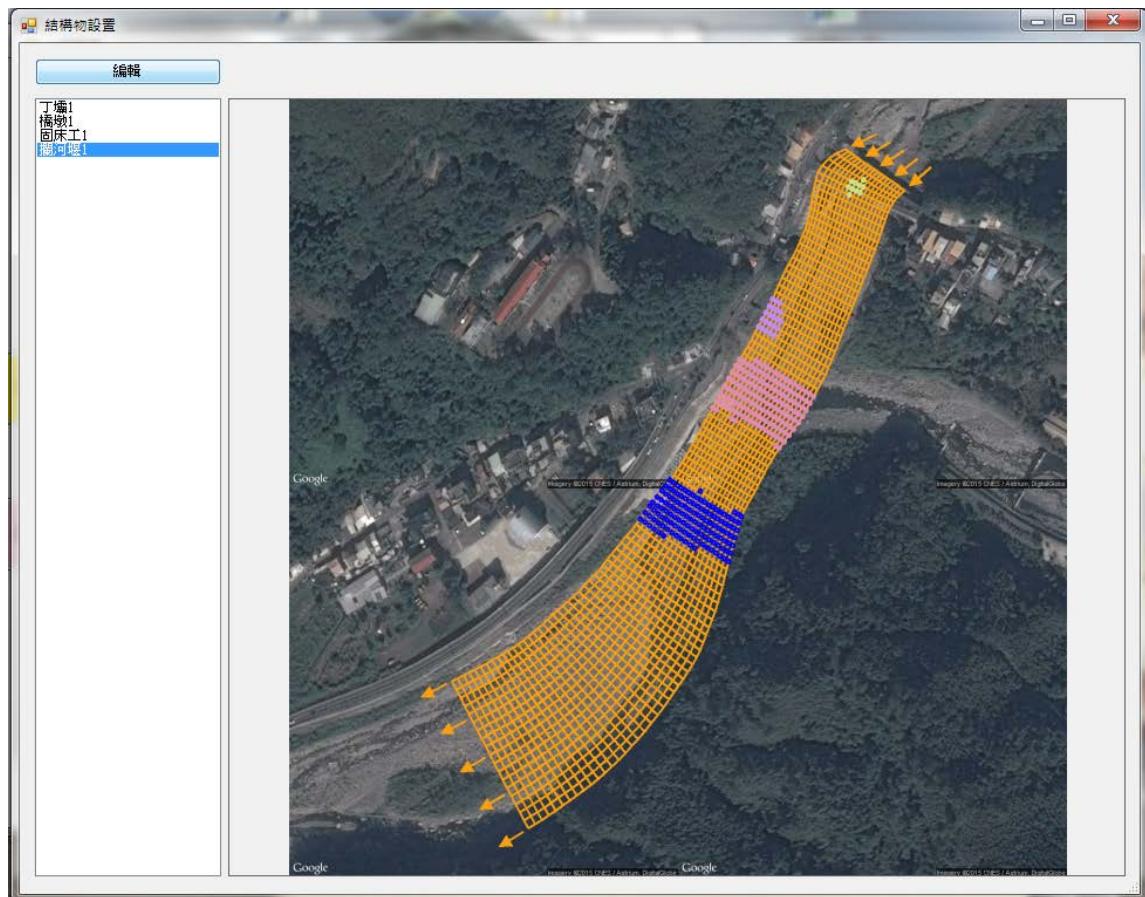


圖 2-11 結構物設置-位置圈選

編輯結構物																		
選取編輯項目																		
按住Ctrl或是Shift再點擊可以多重選取，選取空白區域可以加入，選取藍色區域可以刪除。																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23	丁壩1	丁壩1	丁壩1															
24	丁壩1	丁壩1	丁壩1	丁壩1														
25	丁壩1	丁壩1	丁壩1	丁壩1	丁壩1													
26	丁壩1	丁壩1	丁壩1	丁壩1	丁壩1													
27	丁壩1	丁壩1	丁壩1	丁壩1	丁壩1													
28																		
29																		
30																		
31				固床工1														
32	固床工1																	
33	固床工1																	
34	固床工1																	
35	固床工1																	
36	固床工1																	
37	固床工1																	
38	固床工1																	
39	固床工1	固床工1					固床工1	固床工1									固床工1	
40																		

圖 2-12 結構物設置-編輯

#### (四)動床參數

分為 6 大項目如圖 2-13 所示，以下分別說明：

##### 1、數值參數：

- (1) 時間間距：輸砂公式的數值模擬計算時間間距，單位為秒。
- (2) 輸出頻率：控制資料輸出時間，以動床“時間間距”之倍數輸出一筆動床模擬結果。
- (3) 輸出控制：勾選模擬結果輸出項目。
- (4) 選擇擴散公式：目前使用者介面尚未開放此功能。
- (5) 係數加成比例：此為方便使用者進行擴散係數率定用。

##### 2、物理參數：

- (1) 動力黏滯係數、泥砂孔隙比及泥砂密度可參考預設值或使用者依自行需求輸入。
- (2) 泥砂顆粒數目：輸入粒徑數目及大小，泥砂粒徑單位為公尺。

##### 3、底床組成：

- (1) 底床分層數目：設定底床分層數及各分層厚度(厚度單位為公尺)，並輸入各分層的泥砂組成比例，每一分層的泥砂組成比例總和為 100。泥砂組成比例及底床分層厚度將統整做圖，呈現於視窗右下方的即時互動區。
- (2) 凝聚性沉滓：給定凝聚性沉滓運移公式中之係數，其值須依據試驗或率定而得。
- (3) 不可沖刷高程：當河床達到此高程時即不會再發生沖刷行為。

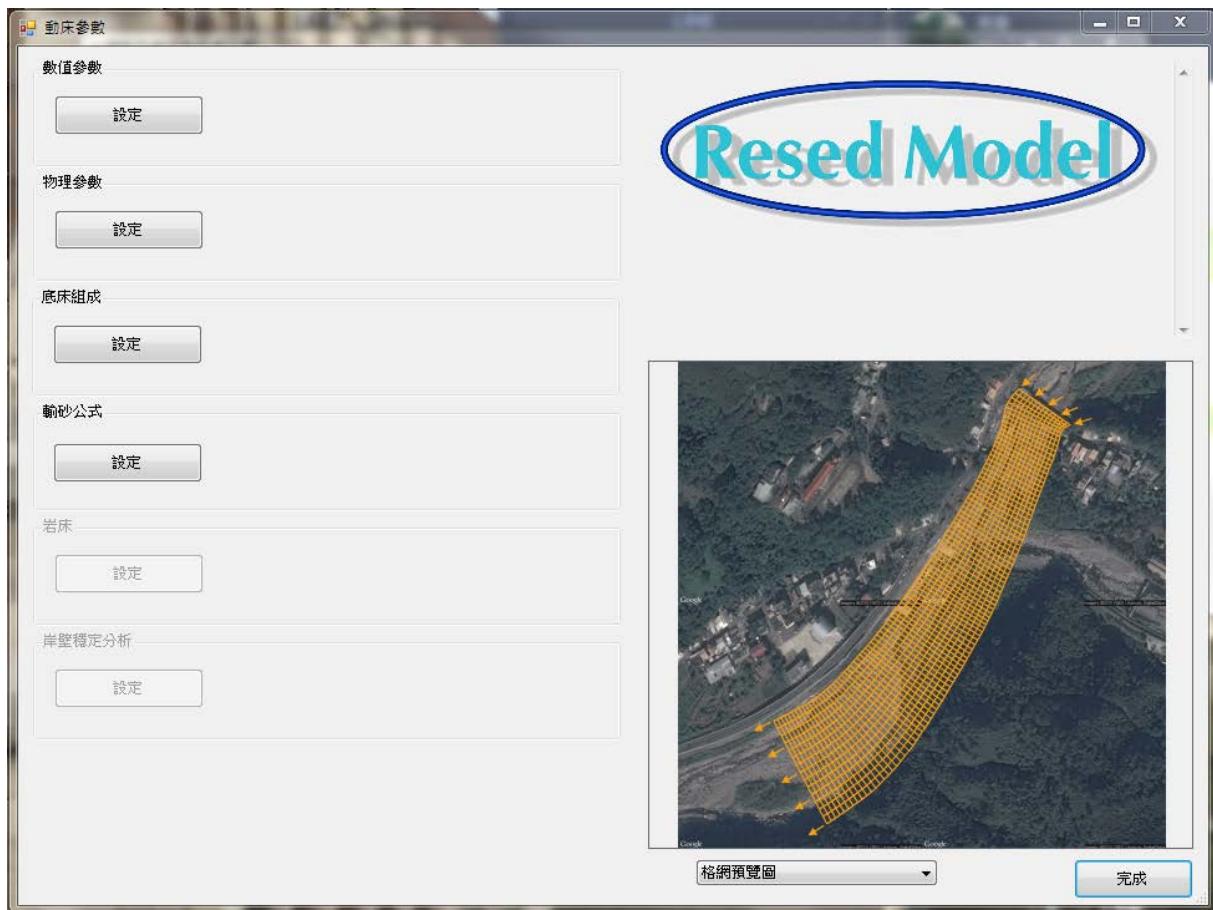


圖 2-13 動床參數

4、輸砂公式：分為一般輸砂公式及高含砂輸砂公式，各輸砂公式適用範圍列於視窗右上方的說明區。

5、岩床：目前使用者介面尚未開放此功能。

6、岸壁穩定分析：若於模擬功能有勾選擬岸壁穩定分析，則可進入岸壁穩定分析設定畫面如圖 2-14 所示，目前岸壁穩定分析無法僅針對特定斷面，僅能選擇是對左岸或右岸或左右岸分析，例如若選擇右岸，則模式將分析右岸從上游到下游沿程之岸壁穩定性，細部設定說明如下：

(1) 時間間距：以秒為單位，指定模式每隔幾秒要執行一次岸壁穩定分析。

(2) 岸壁穩定

A. 坡腳位置：給定岸壁坡腳所在 J 方向格網編號，例如圖中填 5，代表坡腳位於  $J=5$  的格網。

B. 岸壁高度：岸壁坡頂到坡腳之高程差，單位為公尺。

C. 初始岸壁坡度：初始時刻岸壁之坡度，單位為角度。

D. 堤防到岸壁長度：給定堤防到岸壁之距離，以避免發生岸壁退縮到超過堤防之距離，單位為公尺。

(3) 岸壁土壤性質：目前模式僅能考慮岸壁土壤在模擬區域內為均值之條件，所需輸入土壤參數包含內磨擦角、水力傳導係數、岸壁沖刷臨界剪應力、凝聚力、安息角、以及比流率等，其中岸壁沖刷臨界剪應力代表當水流剪力超過此值時，岸壁會發生沖刷現象。

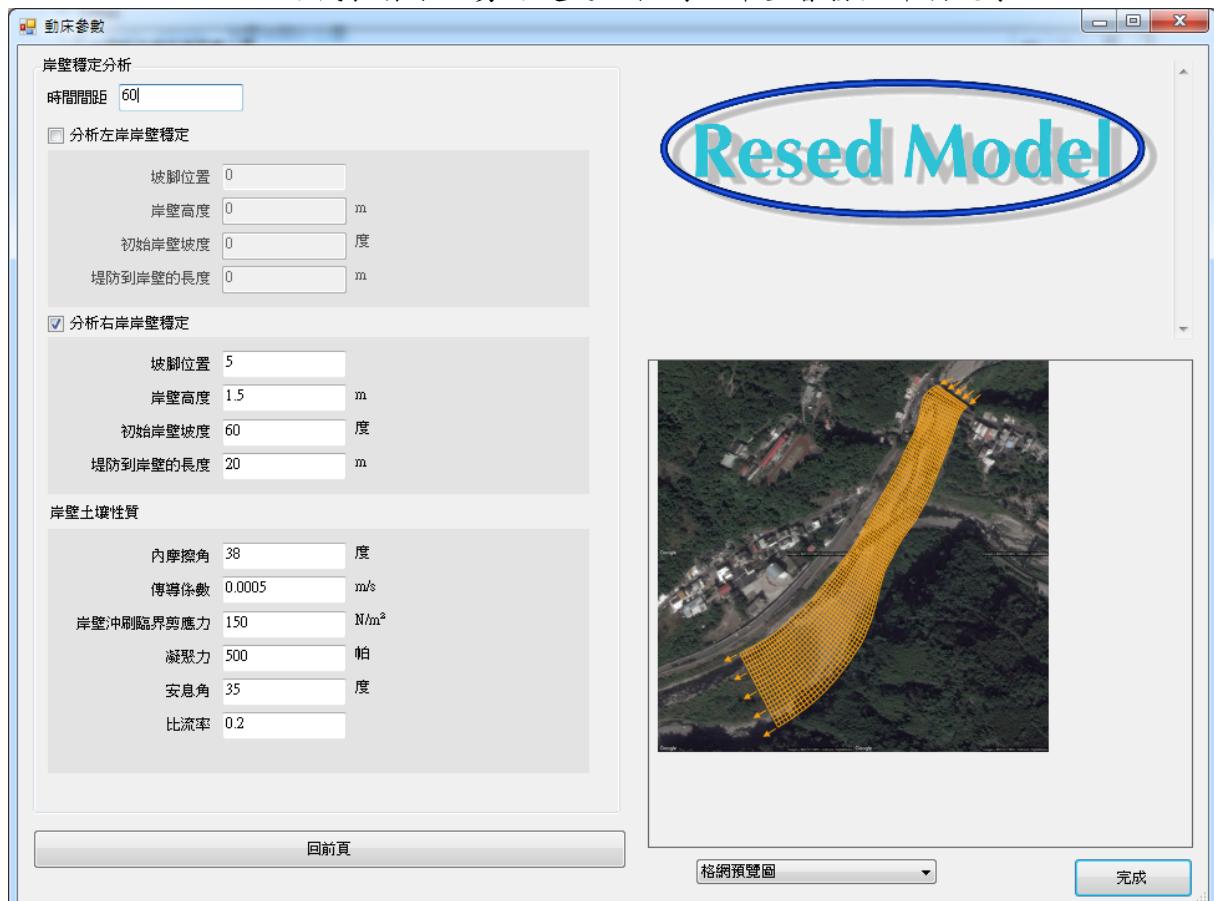


圖 2-14 岸壁穩定分析輸入畫面

## (五) 初始條件

### 1、水理模組

- (1) 水深平均流速：可輸入均一值或逐點輸入，逐點輸入提供圈選填入的功能，說明請參考本節(五)水理參數 3、物理參數(1)糙度係數。單位為公尺/秒。
- (2) 水位：可輸入均一值或逐點輸入，逐點輸入提供圈選填入的功能。初始水位高程必須大於初始底床高程 Z。單位為公尺。

(3) 垂向流速剖面：模式可於初始時刻植入流速假設剖面公式。

## 2、動床模組

- (1) 水深平均濃度：輸入計算區域中各個泥砂粒徑濃度，可輸入均一值或逐點輸入。逐點輸入時，以不同泥砂粒徑做頁面切換，分別輸入計算區域中各點的濃度。單位為 ppm。
- (2) 垂向濃度剖面：使用者可自行給定垂直方向上初始濃度分布。

## (六)邊界條件

### 1、水理模組：

- (1) 邊界時間數目：代表總模擬時間內邊界條件資料筆數。
- (2) 邊界時間：控制邊界條件資料的給定時間，時間間隔可由模式平均分配，單位為秒。
- (3) 上游：
  - A. 流況設定：分為超臨界流及亞臨界流。
    - a. 主流方向流量：可選擇均勻入流或非均勻入流。非均勻入流代表上游邊界每個格網點的入流量不同，首先輸入總流量  $Q$  如圖 2-15(b)第 2 欄，並將右方每個格網點的流量分配比例，比例總和為 100。變量流條件下，每個時間都要輸入一筆資料。單位為立方公尺/秒。
    - b. 側方向流量：輸入方式同主流方向流量。側方向流量同樣是於上游邊界匯入，與主流方向夾角 90 度，可使上游水流以特定角度方向匯入，為分量的概念。
    - c. 水位：可選擇均一值或逐點給。逐點給代表上游邊界每個格網點的水位高程不同。變量流條件下，每個時間都要輸入一筆資料。單位為公尺。
  - B. 垂直流速分布(3D)：使用者可自行給定垂直方向上流速分布。
- (4) 下游：流況設定分為超臨界流及亞臨界流。水位輸入方式參考(3)上游 C.水位。

(a) 均匀入流

變量流								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	邊界時間	流量Q						
2	0	300						
3	3600	300						
4	7200	300						

(b) 非均匀入流

變量流								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	邊界時間	流量Q	流量Q1比例	流量Q2比例	流量Q3比例	流量Q4比例	流量Q5比例	流量Q6比例
2	0	300	0	0	0	0	0	0
3	3600	300	0	0	0	0	0	0
4	7200	300	0	0	0	0	0	0

圖 2-15 上游流量設定

(5) 側壁：依據側壁是否有出流或入流之情形，於側出流或側入流左方之方框內勾選，並於右方之欄位填入出流或入流數量，例如有一支流匯入則將側入流打勾，並填入 1，並點擊設定按鈕進入細部設定。首先必須給定側出流或側入流於側壁上之位置，其操作方法與結構物設置相同，惟此處只能選擇位於側壁之格網點，選擇完格網點以及流況是超臨界流或亞臨界流後，即可點擊上方加入按鈕，即完成一個側出流或側入流位置之設定，如圖 2-16 所示，此時必須點擊右上方輸入流量/水位之按鈕以給定側出流或側入流之流量與水位歷線。當側出/入流之流況設定為超臨界流時，必須輸入側出/入流之流量以及水位，而流況為亞臨界流時則僅需輸入流量。圖 2-17 為輸入側入流主流方向與側方向流量以及水位之畫面，當流量或水位並非均一值時，可選擇逐點輸入，則進入圖 2-18 之畫面，以圖 2-16 為例，一個側入流由側壁 5-9 共 5 個格網匯入，因此圖 2-18 必須輸入此 5 個格網之主流方向與側方向流量以及水位。在側入流設定中，若流量係從右岸匯入，則側方向流量為正值，若由左岸匯入則需填負值；另對側出流而言則相反，亦即若流量係從右岸匯出，則側方向流量為負值，若由左岸匯出則需填正值。

(6) 水面：主流方向及側方向風剪請參考渠道流向給定。

(7) 底床：

A. 邊界層厚度：使用者可決定邊界層厚度計算公式。

B. 底床邊界滑移：分為非滑移、滑移及壁函數。



圖 2-16 側出入流位置設定

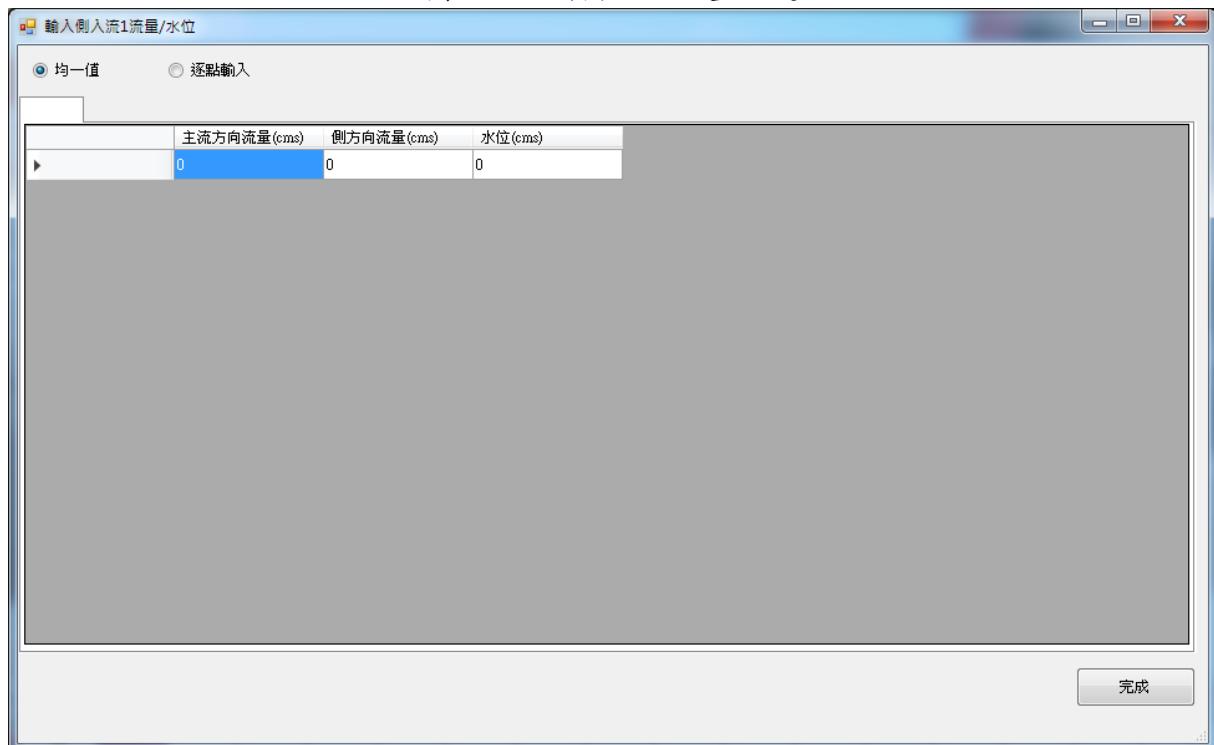


圖 2-17 側出入流流量歷線設定畫面(均一值)

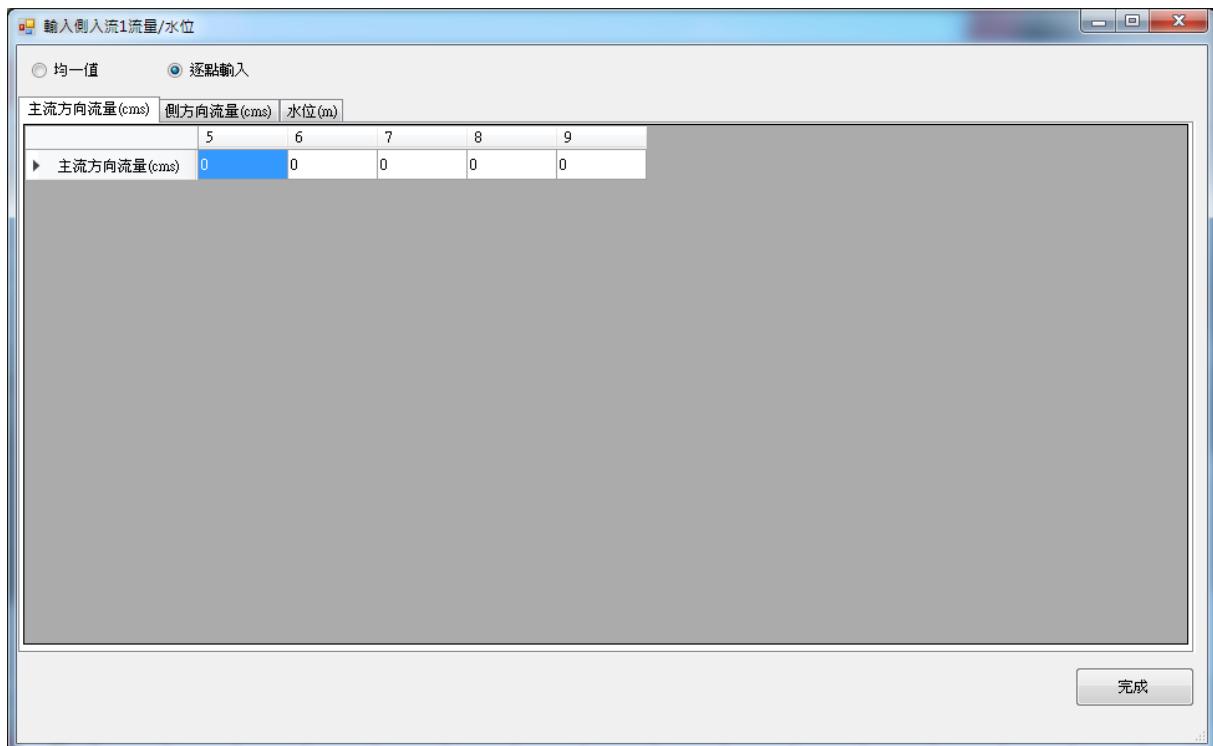


圖 2-18 側出入流流量歷線設定畫面(逐點輸入)

## 2、動床模組：

### (1) 上游：

#### A. 入流泥砂：

- a. 底床載通量：目前僅能由模式自動計算底床載通量。
- b. 懸浮載水深平均濃度：單位為百萬分之一(ppm)。

均勻入流：輸入各種代表粒徑濃度。變量流條件下，每個時間都要輸入一筆資料。

非均勻入流：上游邊界每個格網點有不同濃度，首先輸入該粒徑參考濃度如圖 2-19(b)第 2 欄，並於右方每個格網點輸入參考濃度比，以百分比表示。示範說明：如果該點濃度為參考濃度的 2 倍，則輸入 200。每個格網點都要輸入各種代表粒徑濃度，可將粒徑 1 的組成比例套用至其餘粒徑。變量流條件下，每個時間都要輸入一筆資料。

- c. 垂直濃度分布(3D)：使用者可自行給定垂直方向上濃度分布，亦可僅選擇均勻分布。

#### B. 上游邊界底床

- a. 高程：可採用初始上游邊界底床高程或自行輸入。
- b. 底床粒徑比例：以各代表粒徑比例設定底床組成。單位為百分比，各代表粒徑比例總和為 100。變量流條件下，每個時間都要輸入一筆資料。

(a) 均勻入流

(b) 非均勻入流

圖 2-19 上游懸浮載水深平均濃度設定

圖 2-20 底床粒徑比例設定

(2) 下游：

- A. 邊界條件可選擇通量或給定濃度。
- B. 垂直濃度分布(3D)：使用者可自行給定垂直方向上濃度分布，亦可僅選擇均勻分布。

(3) 近底床濃度邊界：可選擇濃度計算公式、通量或給定濃度。

濃度計算公式：並前未開放選擇，由模式內定公式計算。

## 四、後處理

### (一) 模擬作業

模式在模擬疊代的過程會將呈現於視窗中，如圖 2-21，判斷標準為水深及主流/側方向水深平均流速的絕對差值，縱軸為誤差，橫軸為疊代次數。當 3 個物理量皆到達使用者設定的收斂值時，即判定為模式收斂。視窗下方的進度條可供使用者預估收斂後計算所需時長。

1、到達水理最大疊代次數後仍未收斂時，繼續模擬：程式模擬時，使用者可決定在到達水理最大疊代次數後是否停止模擬。

2、水理最大疊代次數：設定疊代次數上限。



圖 2-21 模擬作業

## (二)模擬結果

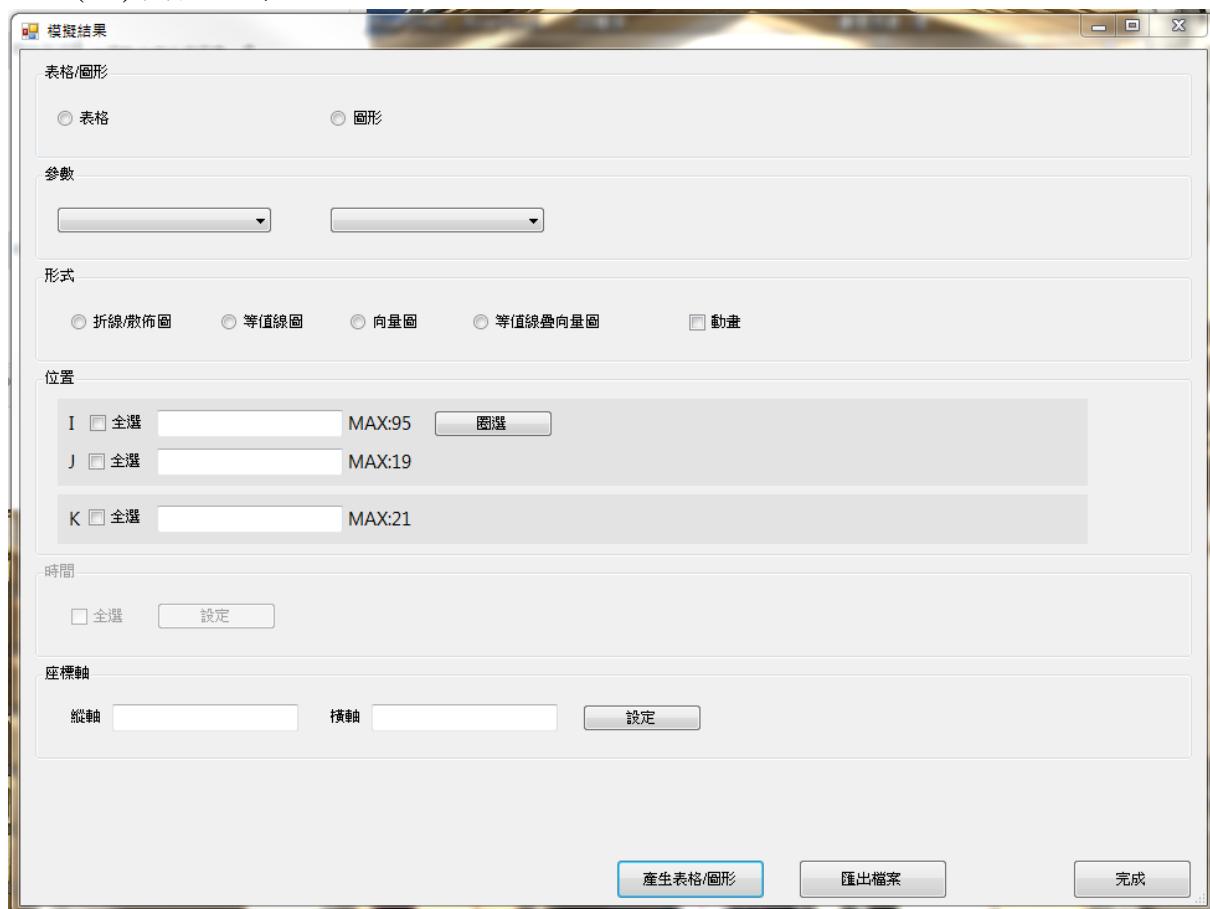


圖 2-22 模擬結果

模擬結果視窗如圖 2-21 依表格/圖形、參數、形式、位置、時間及座標軸的順序進行。

- 1、表格/圖形：二選一，模擬結果輸出形式。
- 2、參數：以下拉式選單點選，使用者可選擇 1 項參數，但是如果於下一步驟的形式中選擇“等值線疊向量圖”，則需返回選擇第 2 種參數，兩種參數分別為等值線及向量的參數。
- 3、形式：使用者於第 1 步驟選擇“圖形”時，則需於此步驟由折線/散佈圖、等值線圖、向量圖及等值線疊向量圖中四選一。勾選動畫功能時，可輸出該參數於不同時間的分布。
- 4、位置
  - (1) I、J、K 三個維度分別代表主流方向、側向及垂向。
  - (2) 3D 流速資訊及 3D 濃度資訊的參數才可選 K 的範圍。

- (3) 位置可輸入一點、連續線段或勾全選，線段以冒號表示(例 I=5~I=15 則填入“5:15” )。
- (4) 在輸入格後方分別顯示格網總數，例圖 2-21 中的(I,J,K)=(95,21,19)。
- (5) 可以手動輸入或以格網圖圈選，位置圈選視窗如圖 2-22，有 4 種圈選方式：點、線(I)、線(J)、面，只可以選擇一種，所以重按任一按鈕則會刪除原先選的位置，以重圈位置。

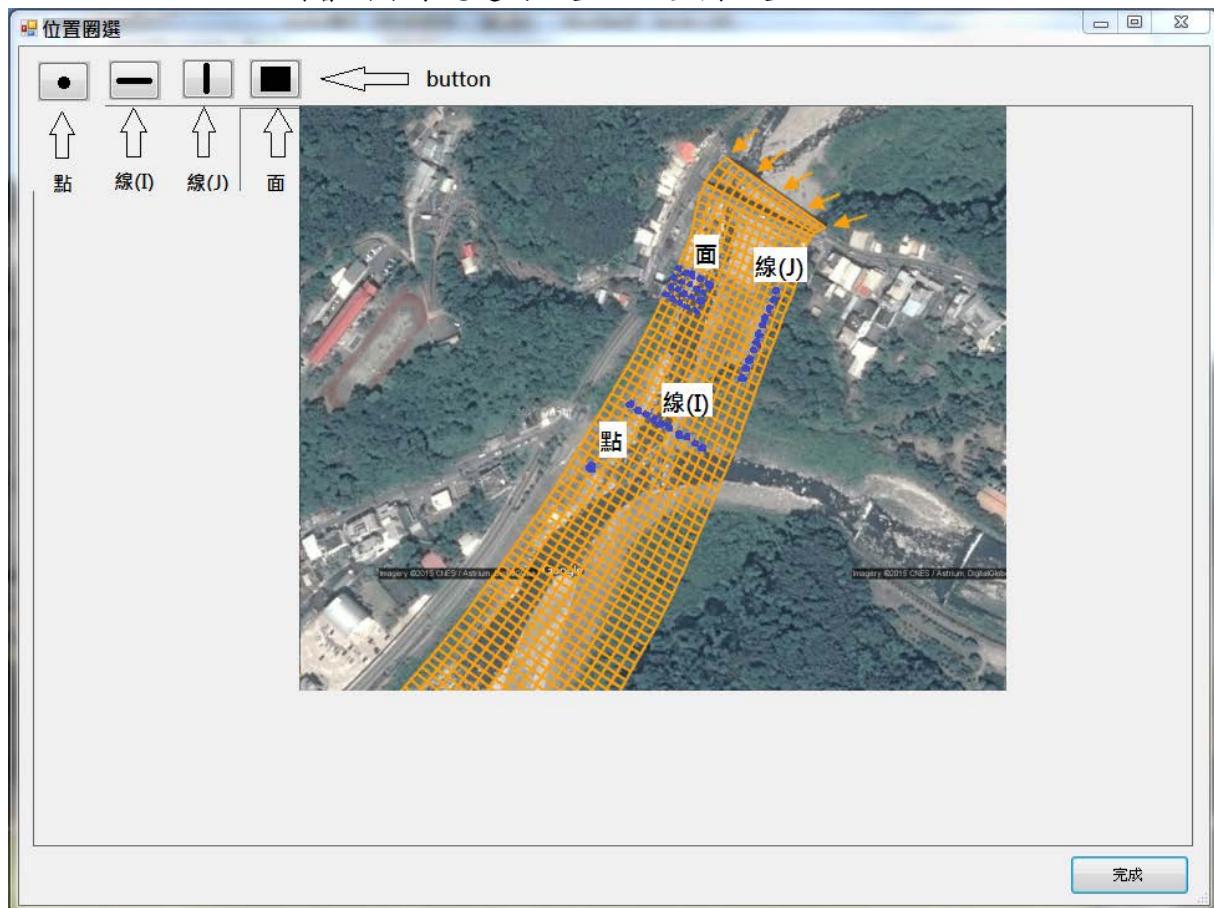


圖 2-23 位置圈選

## 5、時間

- (1) 變量流模擬時使用。
- (2) 時間可全選或進入設定勾選。
- (3) 時間可選擇 1 筆或多筆，但需根據“參數”及“位置”的選擇及輸入方式，判斷“時間”是否可選擇大於 1 筆。
- (4) 判斷方式

A. 選擇“折線/散佈圖”時，且“位置”I、J(、K)都輸入 1 點時，時間可選擇大於 1 筆(非動畫)。

B. 於“形式”勾選“動畫”功能時，則需選擇多筆時間。

6、座標軸：根據所選參數、設定位置及時間，介面會判斷座標軸類型，使用者可進入“設定”選擇不同的縱軸、橫軸參數(例：縱軸是“高程”時，使用者可另外選擇為“水深”)。

7、產生表格/圖形：即根據以上步驟之設定產生表格或圖形。

8、匯出檔案：即根據以上步驟之設定，匯出供 Tecplot 繪圖軟體讀取之檔案。

## 第三章 案例操作示範

本章分別就水理案例輸入、動床案例輸入、側出入流案例輸入、以及模擬結果後處理等四個項目提供示範案例操作，採用的案例分別是 Almquist and Holley (1985)的連續彎試驗渠道、新竹頭前溪上游支流油羅溪尖石堤防段(不包含那羅溪側入流)、濁水溪與陳有蘭溪匯流渠段以及油羅溪義興護岸段。教學示範皆以三維條件進行操作，如需進行同案例之二維演算，僅需於“維度選擇”中切換即可。

### 一、水理案例輸入示範

採用 Almquist and Holley (1985)之實驗渠道，此水槽為一蜿蜒之定床矩形渠道，渠寬 1.652 m，由一長 2.475 m 之直線渠道連接兩個  $125^\circ$  固定曲率半徑之彎道，渠道中心線曲率為 4.953 m，渠寬與曲率半徑比值為 0.33，渠道坡度 0.001，Chezy 係數為  $60 \text{ m}^{0.5}/\text{s}$ ，平均流速為  $0.48 \text{ m/s}$ ，福祿數為 0.45。上游邊界條件為固定入流量  $0.0991 \text{ m}^3/\text{s}$ ，下游邊界條件給定水位資料，側壁為滑移邊界條件。圖 3-1 為 Almquist and Holley (1985)實驗案例示意圖，實驗分別在 1~15 號斷面量測數據，2 號及 8 號斷面分別為第一個彎道之入口及出口，10 號斷面為第二個彎道入口。本案例模擬採用  $101 \times 35$  之非均勻計算格網。

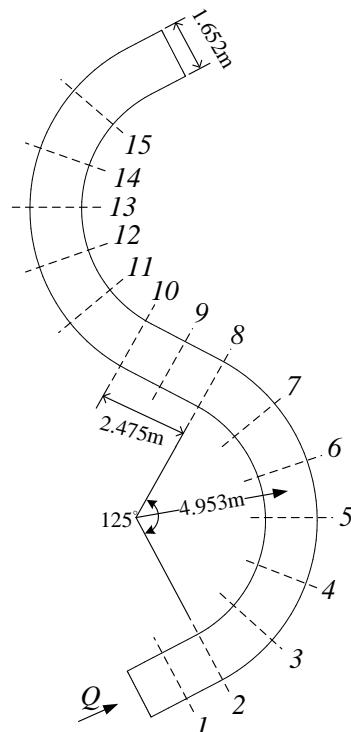


圖 3-1 Almquist and Holley (1985)實驗案例示意圖

## (一) 入口畫面及模式操作流程畫面

點選“建立專案”並選擇專案儲存位置，輸入新專案名稱“Almquist and Holley”如圖 3-2，點選“新增案例”輸入新案例名稱“連續彎水理案例示範”如圖 3-3，完成後便進入“模式操作流程畫面”如圖 3-4。

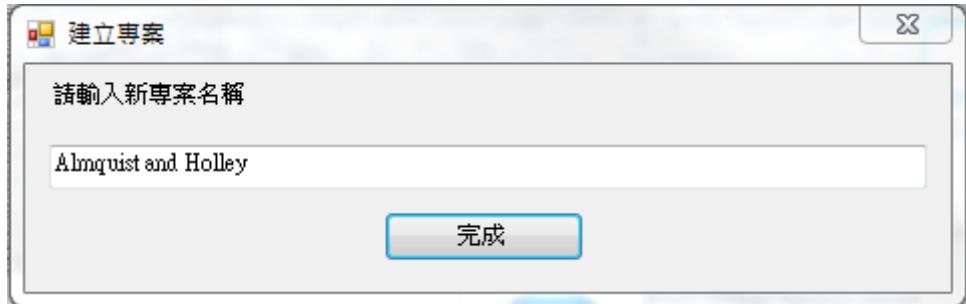


圖 3-2 建立專案

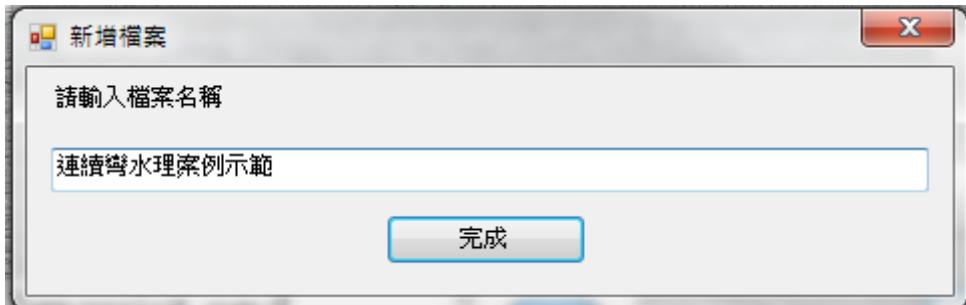


圖 3-3 新增檔案

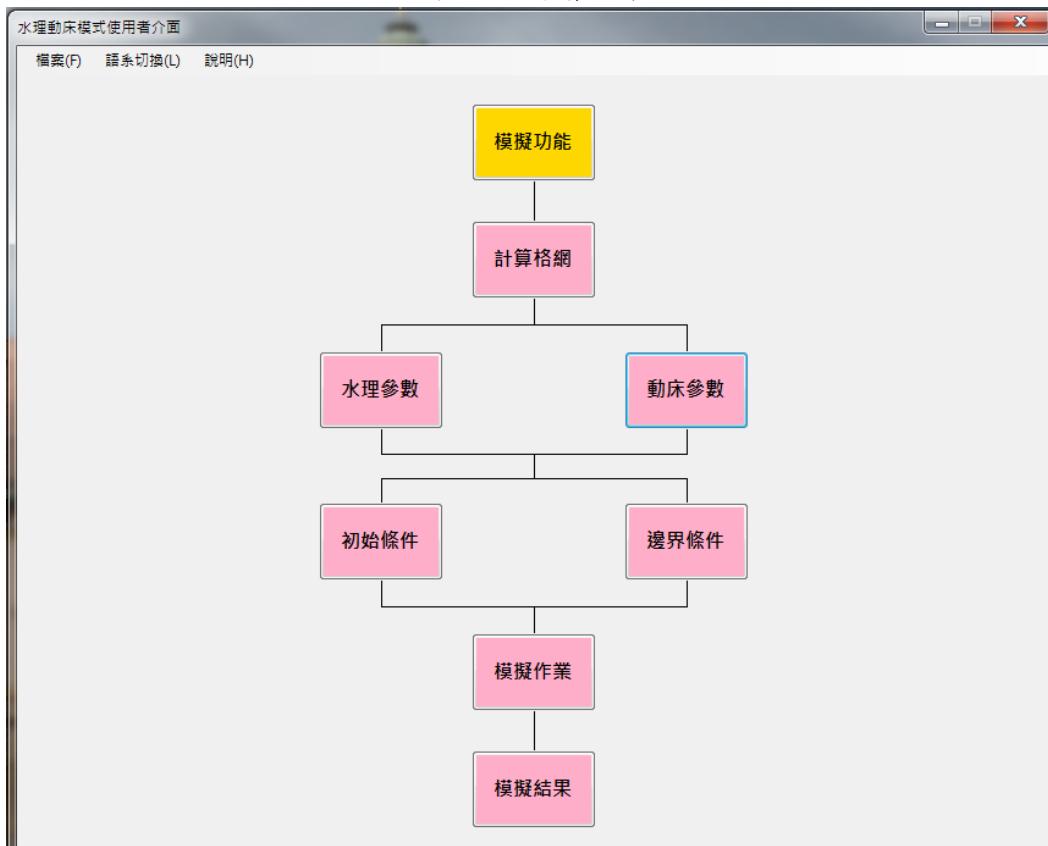


圖 3-4 模式操作流程畫面

## (二)模擬功能

於“模擬功能”中選擇維度(3D)及模組(水理)，點選右下角的“完成”鍵。



圖 3-5 模擬功能

## (三)計算格網

1、於“計算網格來源”選擇“線上輸入水平格網”，進入“輸入格網”中，產生 $101 \times 35$ 的矩陣，並將試驗渠道的xyz資料貼上於此。

	X	Y	Z	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1				3.873	3.868	3.861	3.852	3.841	3.829	3.814	3.797	3.775
2				4.148	4.143	4.136	4.127	4.116	4.104	4.089	4.072	4.05
3				4.423	4.418	4.411	4.402	4.391	4.379	4.364	4.347	4.325
4				4.698	4.693	4.686	4.677	4.666	4.654	4.639	4.622	4.599
5				4.972	4.967	4.96	4.951	4.94	4.928	4.914	4.896	4.874
6				5.247	5.242	5.235	5.226	5.215	5.203	5.188	5.171	5.148
7				5.522	5.517	5.509	5.5	5.489	5.477	5.462	5.444	5.422
8				5.797	5.791	5.784	5.774	5.762	5.749	5.734	5.716	5.692
9				6.071	6.065	6.057	6.046	6.033	6.02	6.003	5.984	5.959
10				6.347	6.34	6.33	6.317	6.302	6.287	6.268	6.248	6.221
11				6.614	6.606	6.594	6.58	6.563	6.546	6.527	6.504	6.475
12				6.871	6.862	6.85	6.834	6.815	6.798	6.776	6.752	6.721
13				7.118	7.108	7.095	7.078	7.058	7.039	7.016	6.99	6.957
14				7.353	7.343	7.329	7.311	7.289	7.269	7.245	7.218	7.182
15				7.577	7.566	7.551	7.533	7.51	7.489	7.463	7.434	7.397
16				7.789	7.778	7.762	7.742	7.718	7.696	7.669	7.638	7.599
17				7.988	7.976	7.959	7.939	7.914	7.89	7.862	7.83	7.789
18				8.173	8.161	8.143	8.122	8.096	8.071	8.042	8.009	7.966
19				8.344	8.331	8.313	8.291	8.264	8.239	8.208	8.174	8.129
20				8.5	8.487	8.468	8.445	8.417	8.391	8.36	8.324	8.279
21				8.64	8.626	8.608	8.584	8.556	8.529	8.496	8.46	8.413

圖 3-6 輸入格網

2、“垂向格網分層數目”依模擬需求調整個數(預設為 19 層)，並進入“分層比例”分配底床至水面格網的比例(0~1)。

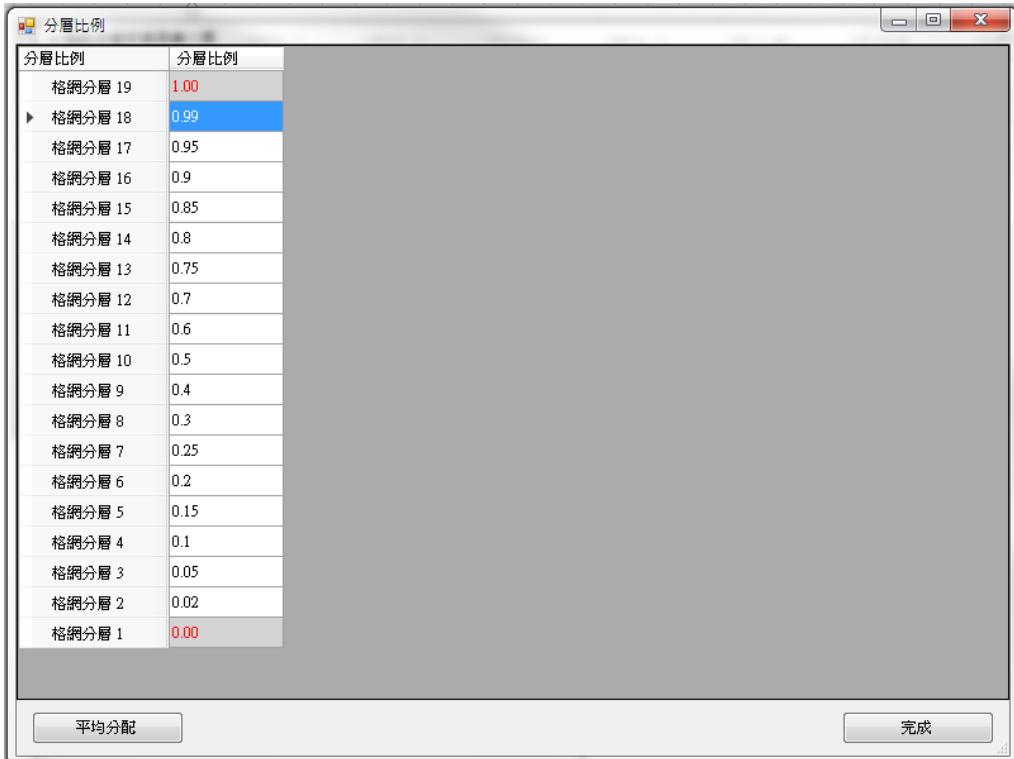


圖 3-7 分層比例

3、案例網格輸入完成後於計算格網的視窗右下角呈現網格布置及渠道水流流向如圖 3-8，使用者可點擊“反轉格網”將上、下游邊界調換。

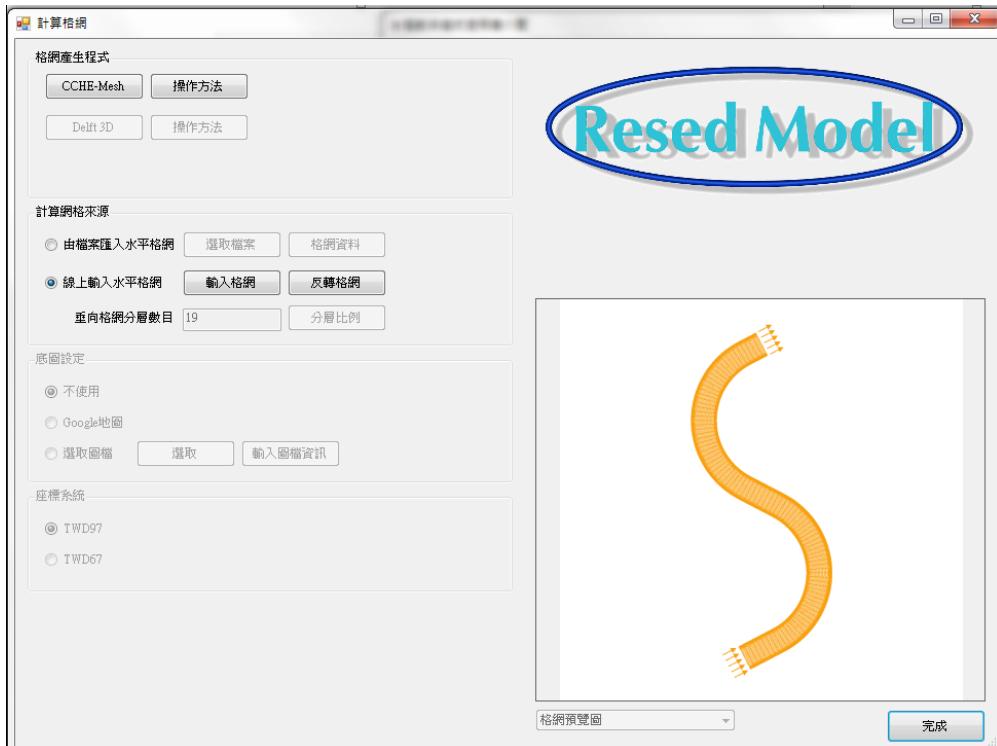


圖 3-8 計算格網視窗

#### (四)水理參數

1、本案例以定量流操作說明，因此於“水理參數”視窗中點選定量流。

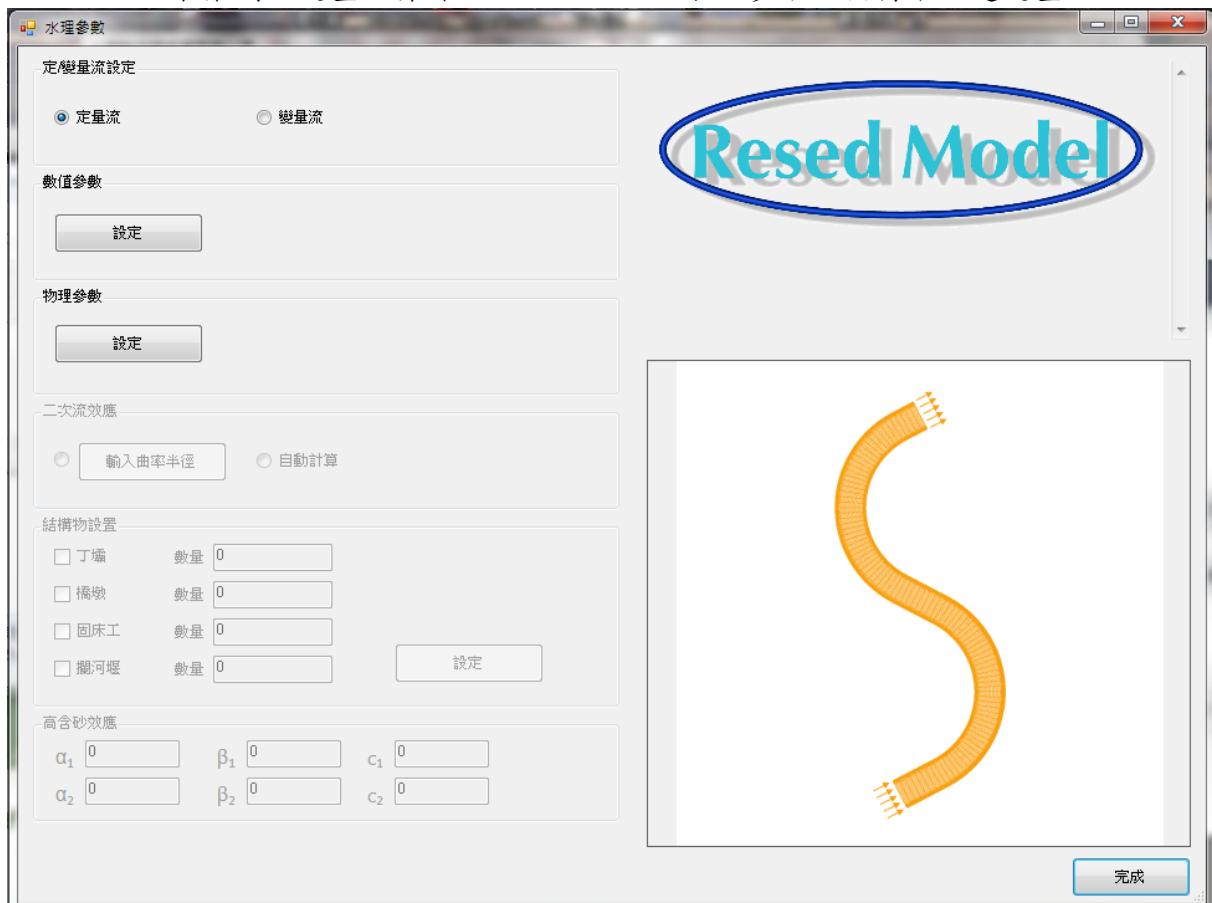


圖 3-9 水理參數視窗

#### 2、數值參數

- (1) 時間間距：0.1 秒。
- (2) 垂直方向計算時間步進次數：25。
- (3) 收斂條件：0.0001。
- (4) 輸出控制：全部勾選。



圖 3-10 水理參數-數值參數

### 3、物理參數

- (1) 糙度係數選擇 “Chezy” 輸入均一值 60。
- (2) 粗糙高度  $ks(\text{mm})$  於設定中輸入均一值 0.3。
- (3) 級流黏滯係數選擇零方程 Constant。
- (4) 動力常數及水密度預設值分別為 9.81 及 1000。

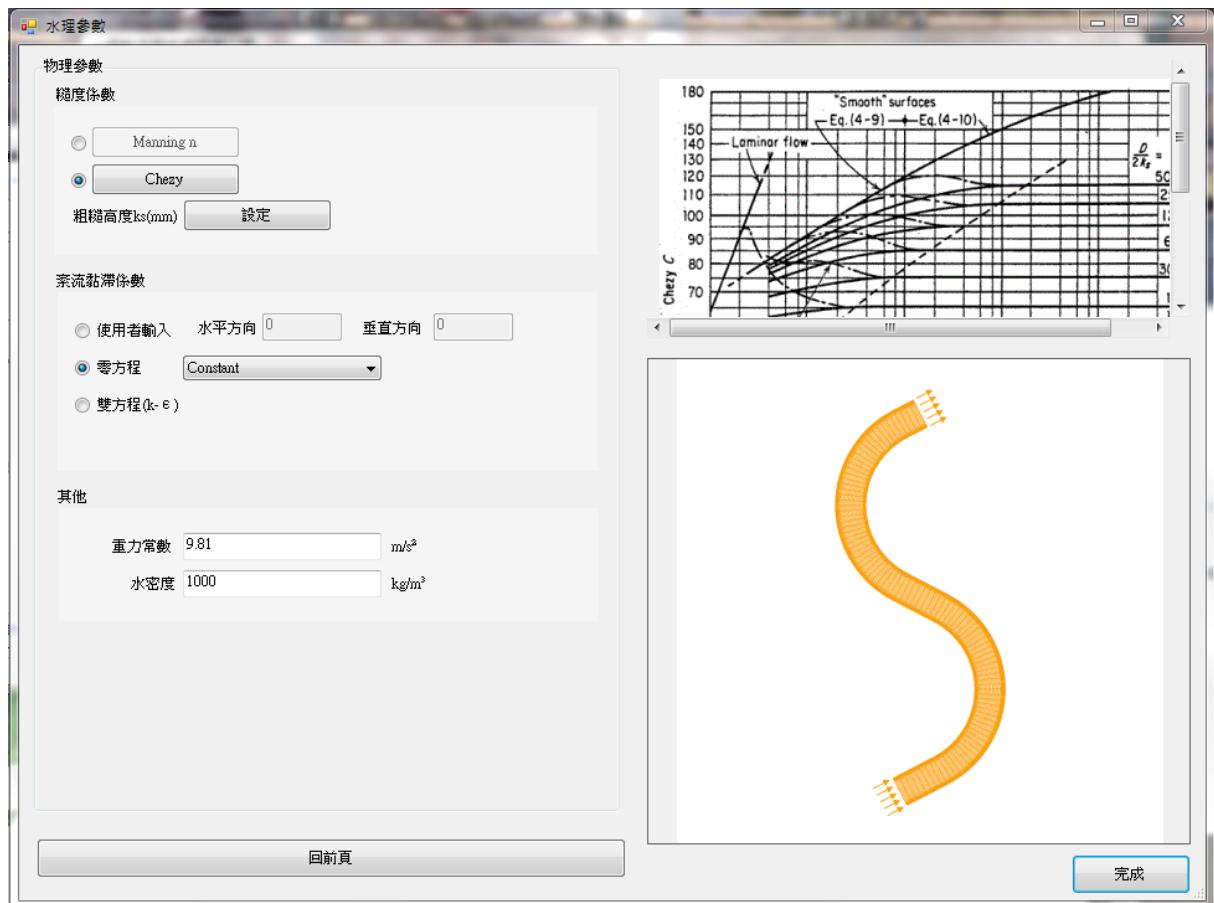


圖 3-11 水理參數-物理參數

### (五) 初始條件

- 1、水深平均流速  $U$ 、 $V$  於均一值輸入 0。
- 2、水位於均一值輸入 0.122。
- 3、垂向流速剖面選擇開。



圖 3-12 初始條件

## (六)邊界條件

### 1、水理模組

(1) 上游-選擇亞臨界流；

A. 主流方向流量-此試驗於上游邊界使用整流器，因此為非均勻入流。

操作方式：

- 先點擊“均勻入流”按鈕並輸入上游總流量 0.0991。
- 點擊“非均勻入流”按鈕並輸入每個格網點占總流量的比例 (%)如圖 3-13。

c. 最後確認單選按鈕已切到非均勻入流。

B. 側方向流量-選擇均勻入流並輸入 0。

(2) 垂直流速分布(3D)-選擇均一值。

(3) 下游-選擇亞臨界流。

水位-選擇均一值，輸入 0.0926。

(4) 側壁邊界滑移-選擇滑移。

(5) 水面-採用預設值。

(6) 邊界層厚度-選擇預設值 3；

底床邊界滑移-選擇滑移。

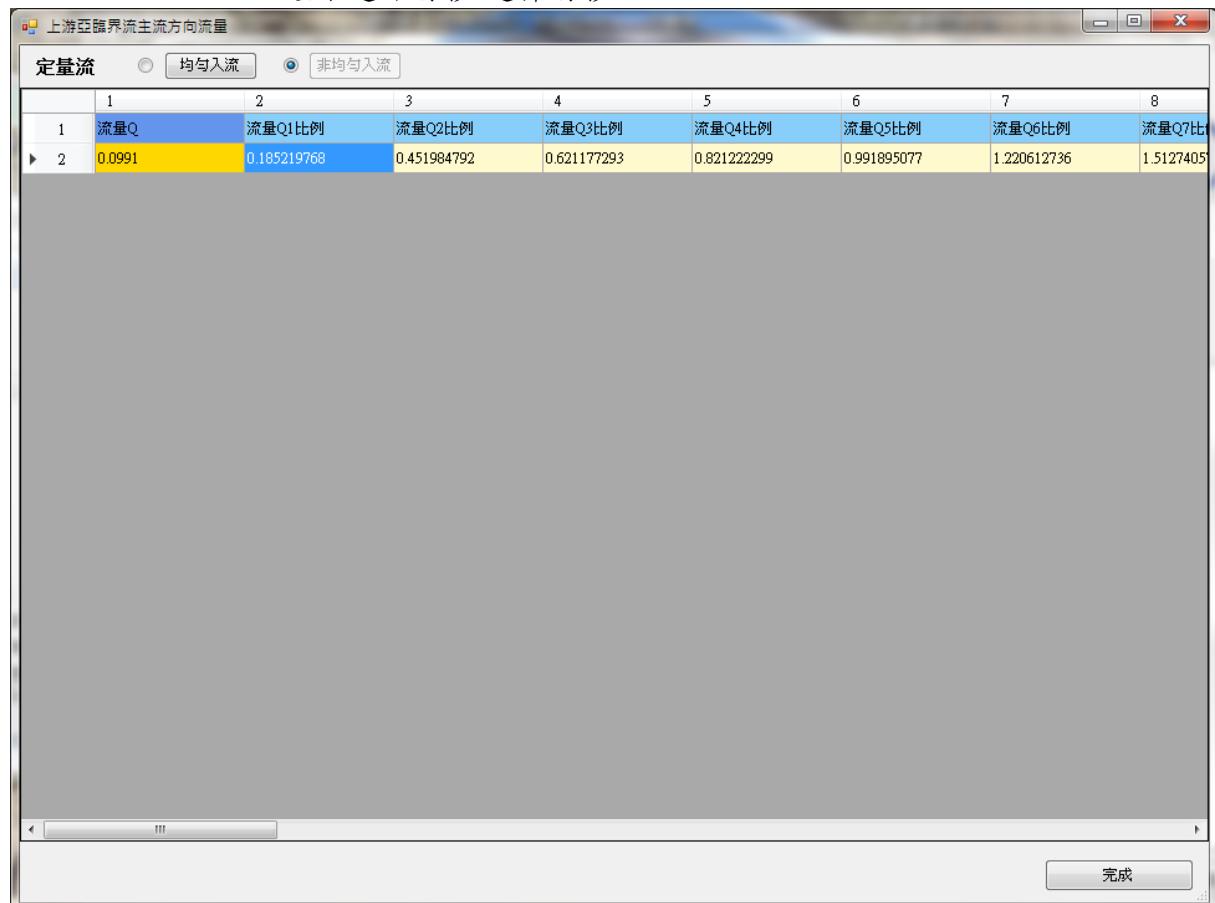


圖 3-13 上游流量輸入



圖 3-14 邊界條件水理模組

### (七)模擬作業

將以上步驟完成後即可進入“模擬作業”視窗如圖 3-15。此步驟中可先設定模擬的“水理最大疊代次數”及勾選未收斂時繼續模擬的功能。點選“開始模擬”即可觀察“水深 d 誤差”、“流速 u 誤差”及“流速 v 誤差”的收斂情況。

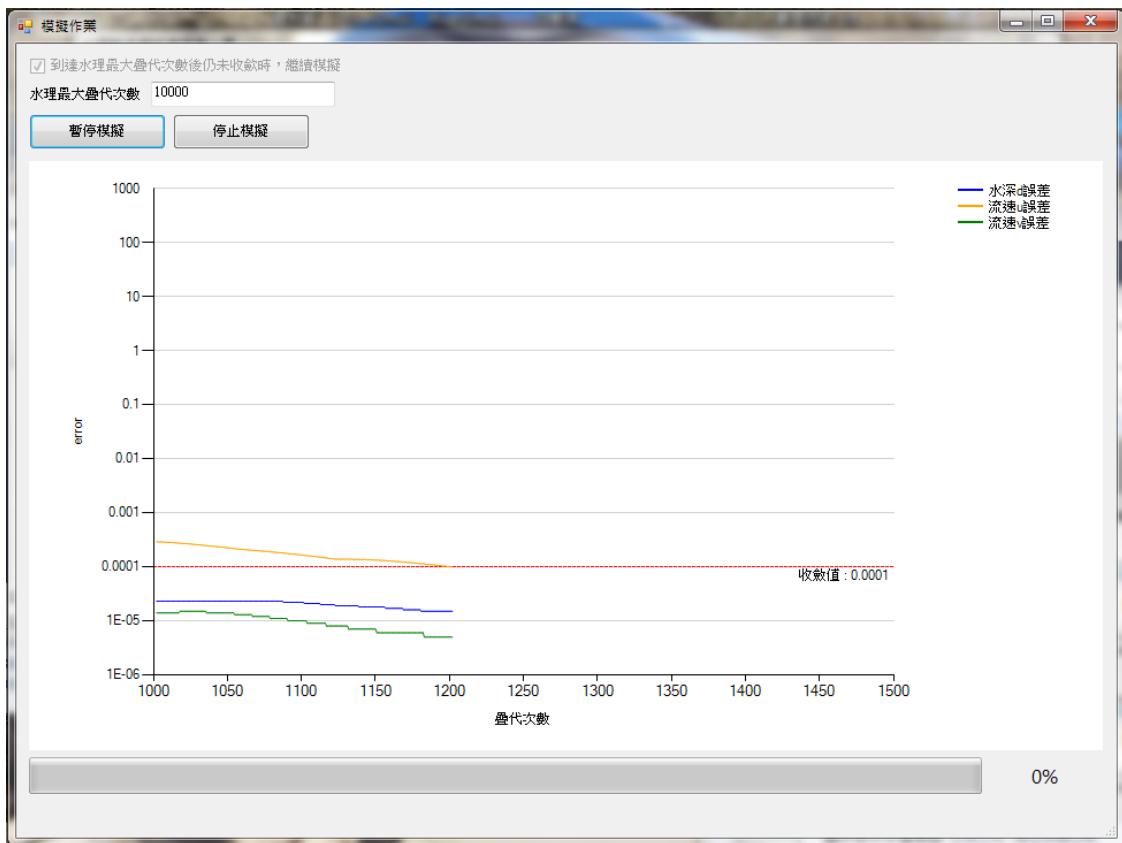


圖 3-15 模擬作業

## 二、動床案例輸入示範

採用新竹頭前溪上游支流油羅溪尖石堤防段(不包含那羅溪側入流)河道動床演  
算案例，其地理位置如圖 3-16；模擬條件如表 3-1。

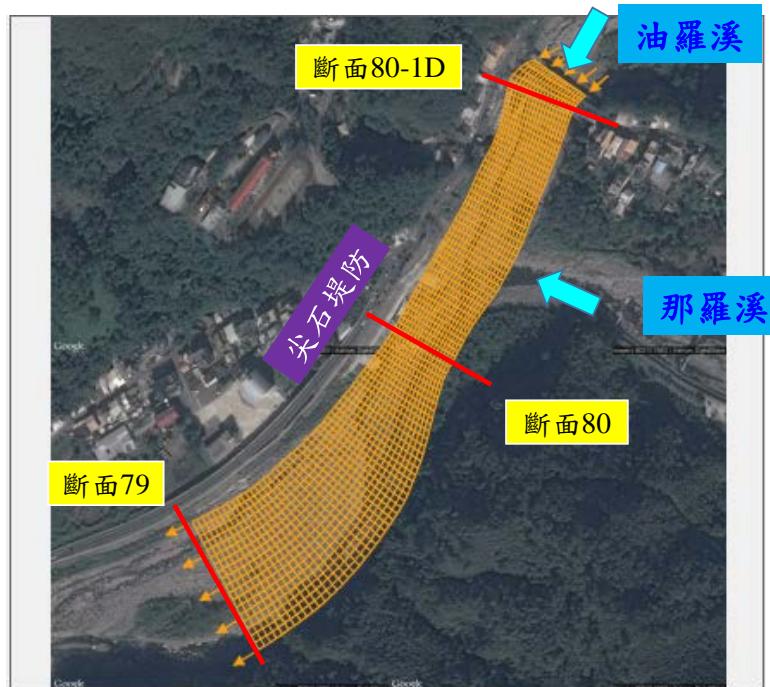


圖 3-16 尖石堤段地理位置航照

表 3-1 尖石堤段動床案例模擬條件

參數項目	模擬參數
地形資料	101 年大斷面資料
模擬範圍	斷面 80-1D 至斷面 79
上游入流流量	變量流
上游水位	變量流
底床糙度	$n=0.045$
格網布置	$95 \times 19 \times 21$
演算時距	$\Delta t=2.5s$
平均坡度	0.01627
$ks(\text{mm})$	50

### (一) 入口畫面及模式操作流程畫面

點選“建立專案”並選擇專案儲存位置，輸入新專案名稱“頭前溪”如圖 3-17，點選“新增檔案”輸入新案例名稱“尖石堤防段動床案例示範”如圖 3-18，完成後便進入“模式操作流程畫面”如圖 3-19。

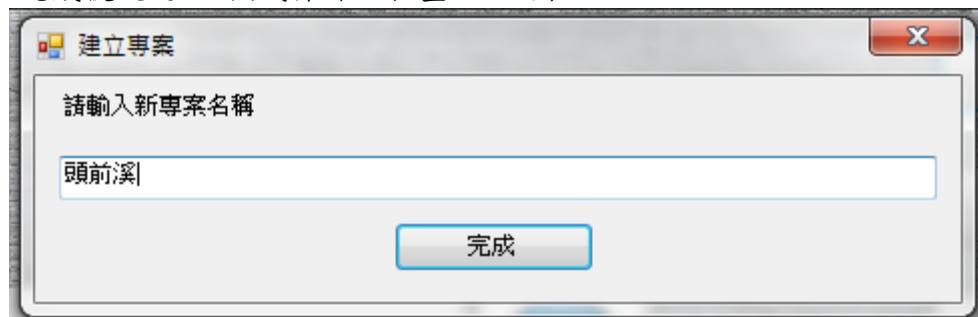


圖 3-17 建立專案

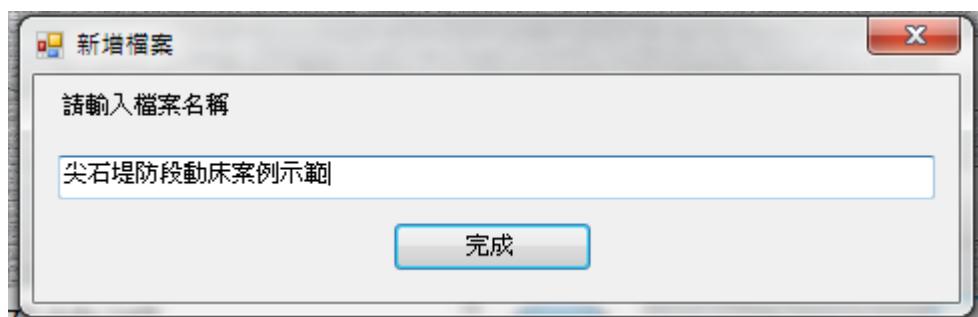


圖 3-18 新增檔案

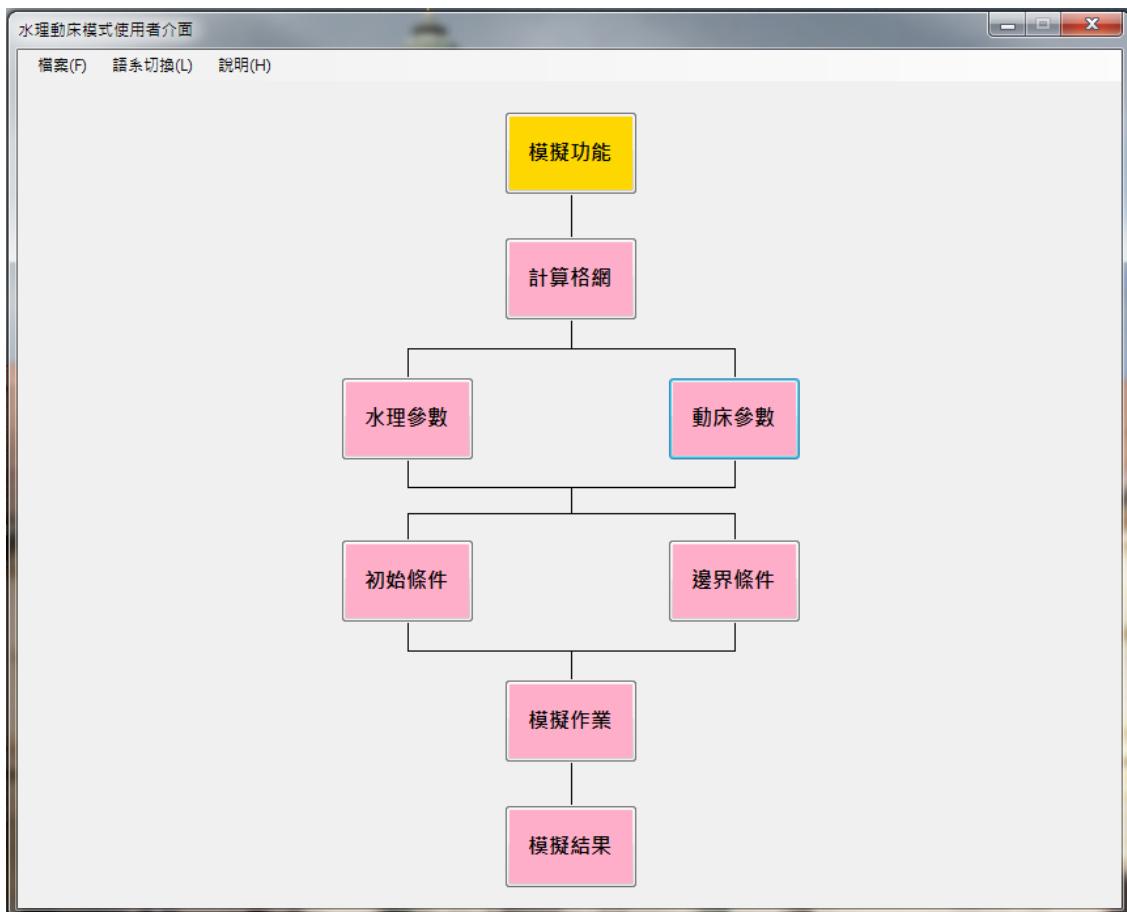


圖 3-19 模式操作流程畫面

## (二) 模擬功能

於“模擬功能”中選擇維度(3D)及模組(動床)，點選右下角的“完成”鍵。



圖 3-20 模擬功能

### (三)計算格網

1、於“計算網格來源”選擇“線上輸入水平格網”，進入“輸入格網”中，產生 95x19 的矩陣，並將研究區域-尖石堤防段的 xyz 資料貼上於此。

The screenshot shows a Windows application window titled "格網輸入" (Grid Input). At the top, there are two input fields: "縱向格網數" (Vertical Grid Number) set to 95 and "橫向格網數" (Horizontal Grid Number) set to 19. Below these fields is a button labeled "產生格網" (Generate Grid). The main area is a table with 95 rows and 19 columns, representing a grid of points. The first few rows of data are as follows:

	X	Y	Z	1	2	3	4	5	6	7	8	9
► 1				270751.94	270754.89	270757.84	270760.79	270763.73	270766.68	270769.63	270772.58	270775.52
2				270744.25	270747.59	270750.88	270754.04	270757.15	270760.26	270763.41	270766.58	270769.75
3				270737.38	270741.28	270744.98	270748.38	270751.66	270754.94	270758.28	270761.64	270765
4				270731.5	270736.23	270740.35	270743.96	270747.36	270750.77	270754.23	270757.73	270761.21
5				270727.6	270732.73	270736.96	270740.61	270744.06	270747.53	270751.06	270754.61	270758.16
6				270725.7	270730.34	270734.39	270738.01	270741.48	270744.97	270748.5	270752.06	270755.61
7				270724.2	270728.43	270732.31	270735.89	270739.36	270742.84	270746.34	270749.86	270753.38
8				270722.9	270726.96	270730.56	270734.08	270737.53	270740.96	270744.42	270747.89	270751.35
9				270721.9	270725.48	270728.98	270732.42	270735.82	270739.21	270742.61	270746.01	270749.42
10				270720.9	270724.1	270727.4	270730.76	270734.12	270737.47	270740.82	270744.16	270747.51
11				270719.45	270722.55	270725.74	270729.03	270732.35	270735.66	270738.96	270742.26	270745.56
12				270717.99	270720.86	270723.91	270727.14	270730.43	270733.72	270736.99	270740.25	270743.51
13				270716.11	270718.88	270721.87	270725.06	270728.33	270731.6	270734.84	270738.08	270741.32
14				270713.61	270716.57	270719.62	270722.79	270726.02	270729.26	270732.5	270735.72	270738.95
15				270711.07	270714	270717.05	270720.22	270723.45	270726.69	270729.93	270733.16	270736.39
16				270708.13	270711.05	270714.13	270717.36	270720.64	270723.91	270727.17	270730.42	270733.67
17				270704.83	270707.94	270711.15	270714.43	270717.73	270721.02	270724.3	270727.58	270730.86
18				270701.52	270704.9	270708.23	270711.53	270714.83	270718.13	270721.44	270724.74	270728.05
19				270698.58	270701.97	270705.33	270708.65	270711.95	270715.26	270718.59	270721.91	270725.24
20				270695.45	270698.96	270702.39	270705.75	270709.08	270712.41	270715.75	270719.1	270722.45
21				270692.51	270696.07	270699.5	270702.86	270706.21	270709.56	270712.92	270716.28	270719.65

圖 3-21 輸入格網

2、“垂向格網分層數目”依模擬需求調整個數(預設為 19 層)，並進入“分層比例”分配底床至水面格網的比例(0~1)。

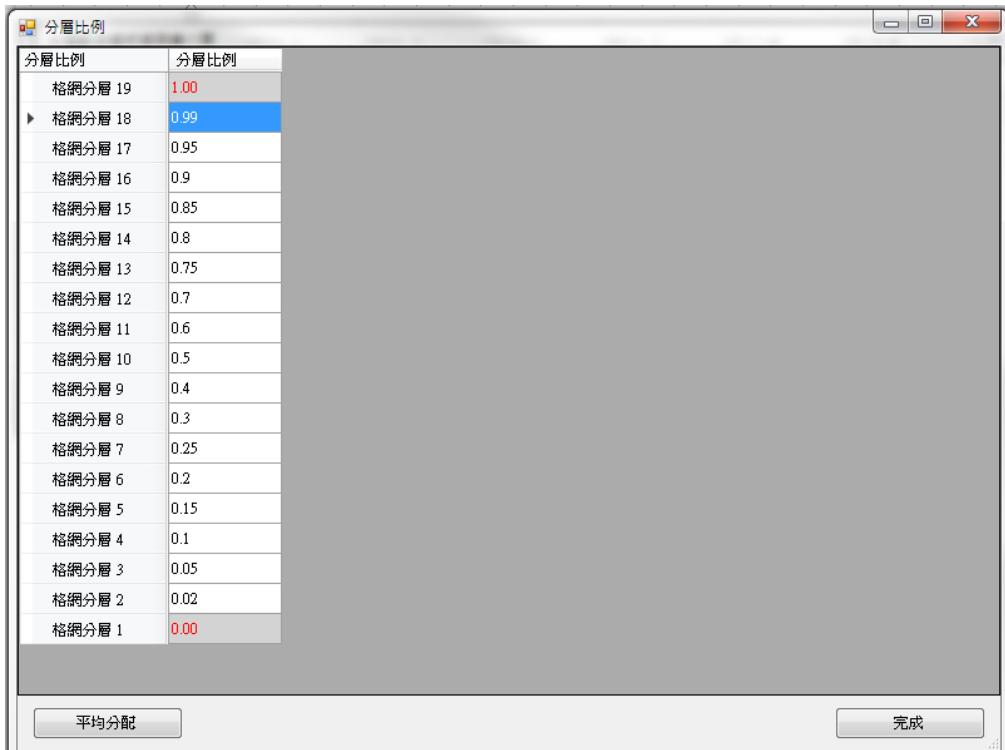


圖 3-22 分層比例

3、此示範案例網格的座標是以大地座標輸入(TWD97)，使用底圖設定中的“Google 地圖”，直接連網抓取 google earth 上的圖資；另可“選取圖檔”讀取使用者自備的研究區域圖檔及定位檔，如無定位檔可另外於“輸入圖檔資訊”中，輸入圖檔左上角座標及圖形的寬(m)及高(m)，即可與網格疊圖。

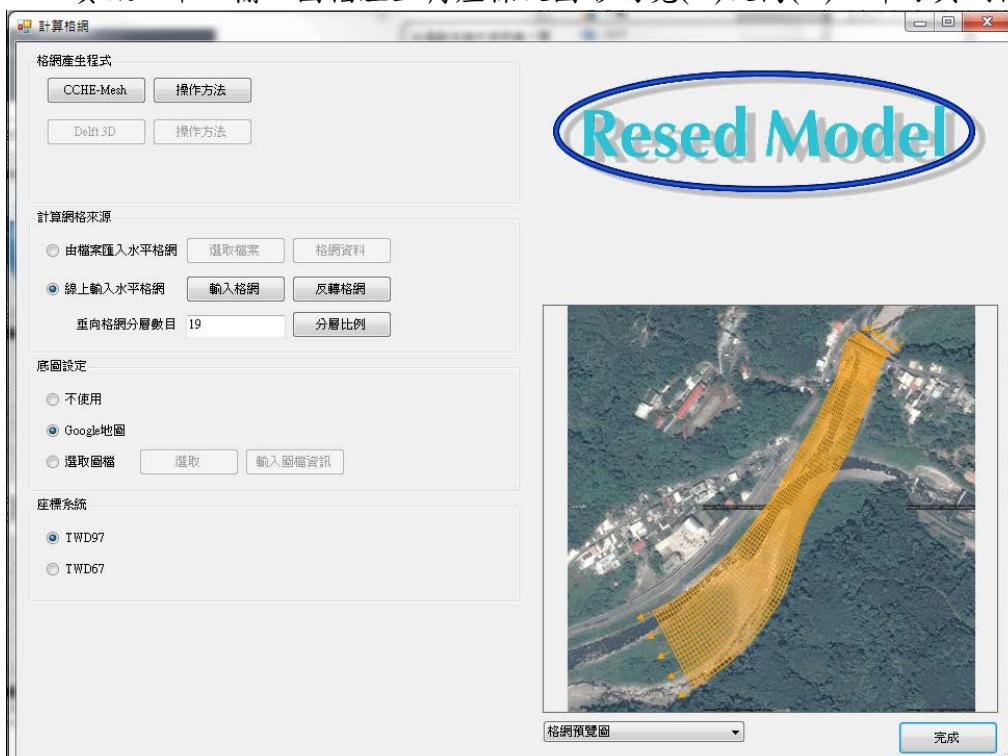


圖 3-23 底圖設定

#### (四)水理參數

1、本案例以變量流操作說明，因此於“水理參數”視窗中點選變量流。

##### 2、數值參數

- (1) 總模擬時間：104400 秒。
- (2) 時間間距：2.5 秒。
- (3) 輸出頻率：36。
- (4) 垂直方向計算時間步進次數：25。
- (5) 收斂條件：0.001。
- (6) 輸出控制：全部勾選。



圖 3-24 水理參數-數值參數

##### 3、物理參數

- (1) 糙度係數選擇 “Manning n” 輸入均一值 0.045。
- (2) 粗糙高度  $ks(mm)$  於設定中輸入均一值 50。
- (3) 級流黏滯係數選擇零方程 Constant。
- (4) 動力常數及水密度預設值分別為 9.81 及 1000。

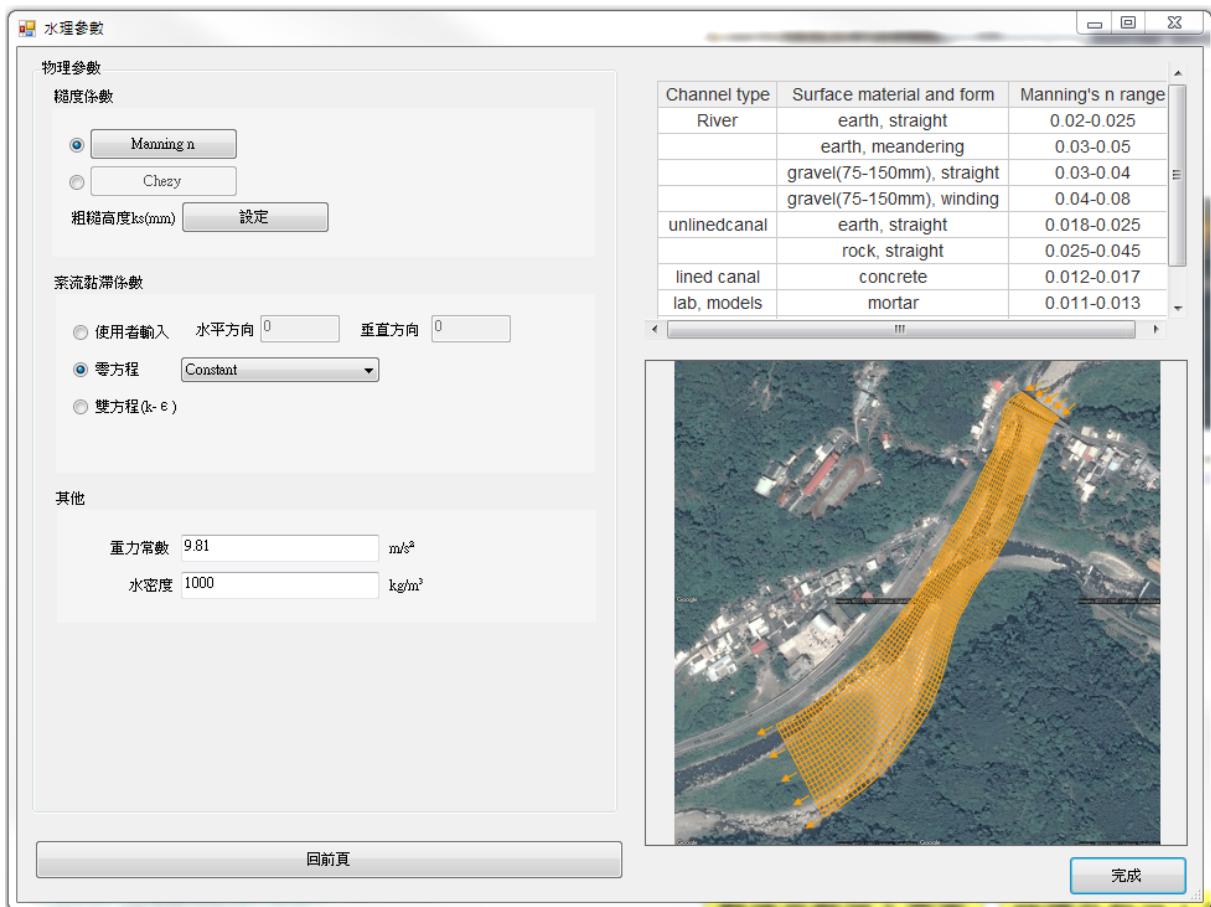


圖 3-25 水理參數-物理參數

## (五)動床參數

### 1、數值參數

- (1) 時間間距：20 秒。
- (2) 輸出頻率：輸入 2。
- (3) 輸出控制：全選。



圖 3-26 動床參數-數值參數

## 2、物理參數

(1) 動力黏滯係數、泥砂孔隙比及泥砂密度預設值分別為  $1.12E-06$ 、0.4 及 2700。



圖 3-27 動床參數-物理參數

- (2) 泥砂顆粒數目：輸入 5，於“設定泥砂粒徑”中分別由上往下輸入 0.05384、0.142、0.173、0.235 及 0.95。

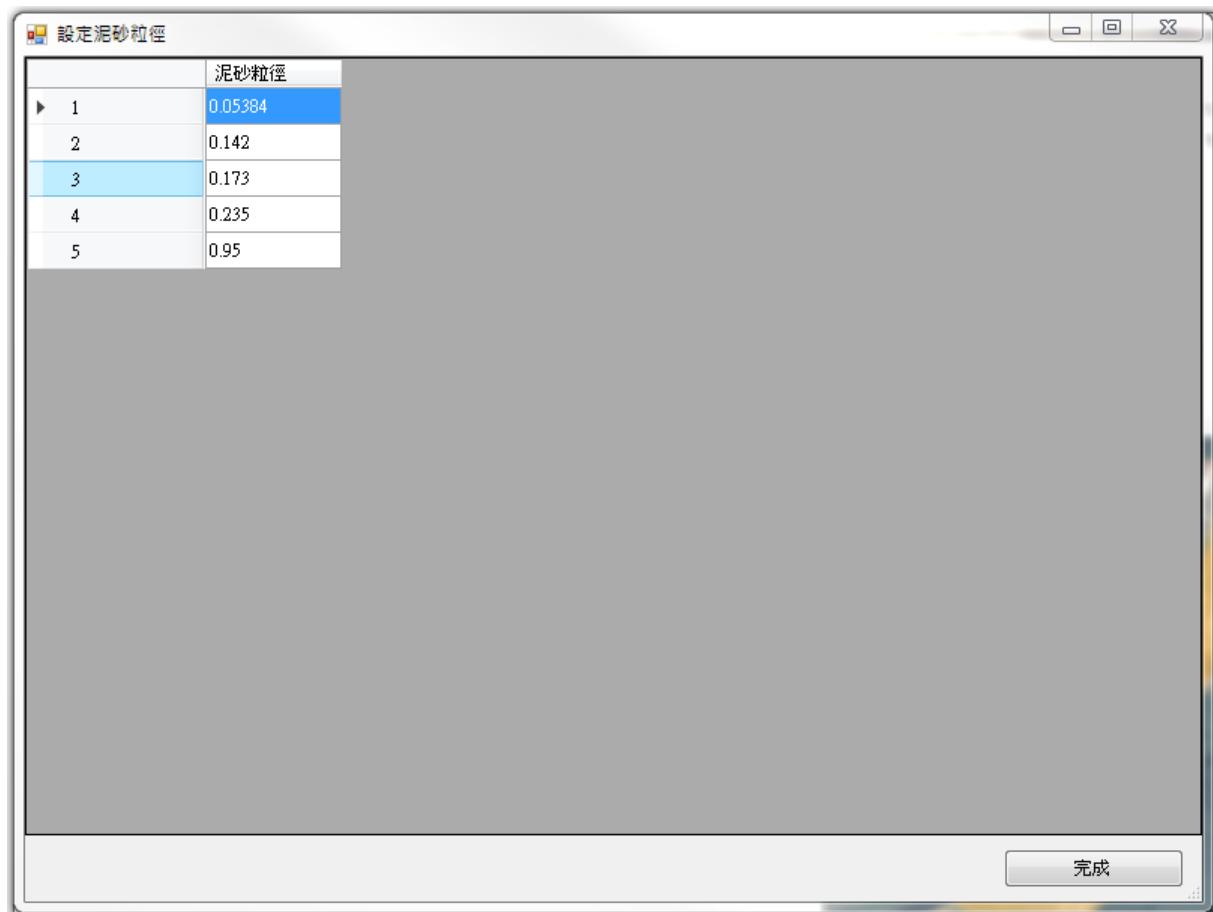


圖 3-28 設定泥砂粒徑

### 3、底床組成

- (1) 底床分層數目：輸入 6。
- (2) 底床分層厚度：作用層為 0.5(m)，其餘輸入 5(m)。
- (3) 泥砂組成比例：如圖 3-31。
- (4) 其餘功能尚未開放。

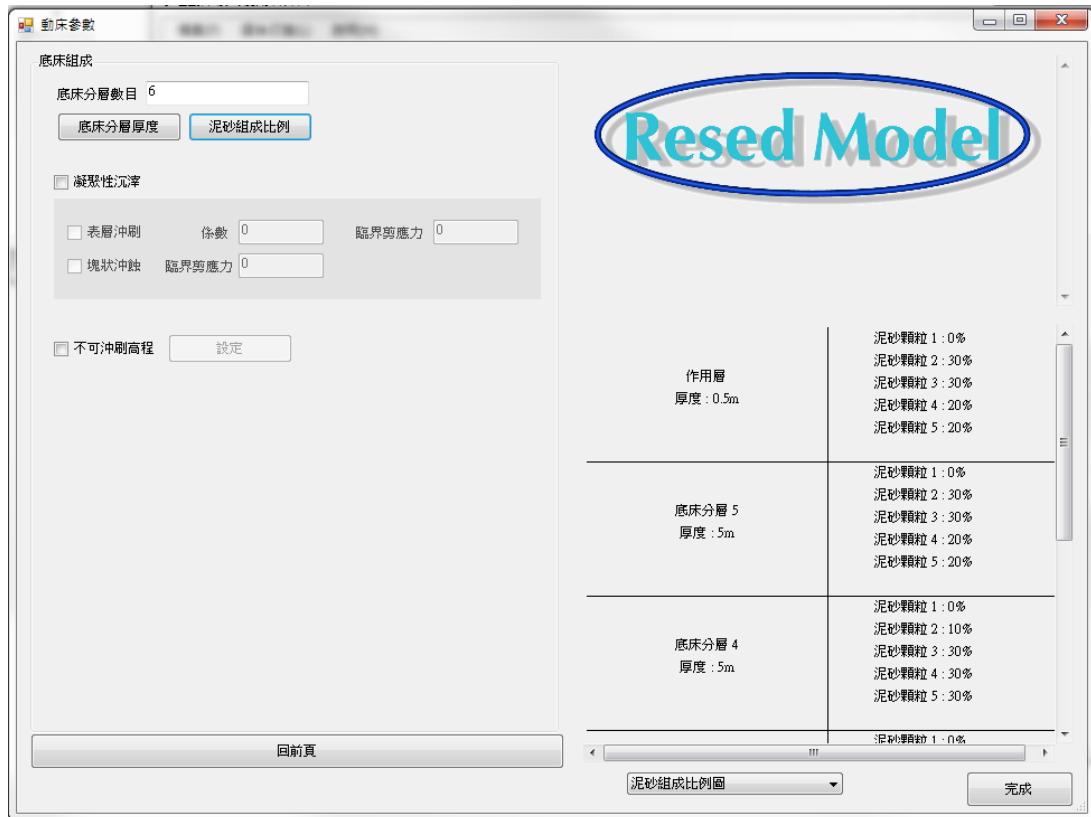


圖 3-29 底床組成

底床分層厚度 Bottom Bed Layer Thickness	底床分層厚度 Bottom Bed Layer Thickness
▶ 作用層 Bottom Bed Layer	0.5
底床分層 5 Bottom Bed Layer 5	5
底床分層 4 Bottom Bed Layer 4	5
底床分層 3 Bottom Bed Layer 3	5
底床分層 2 Bottom Bed Layer 2	5
底床分層 1 Bottom Bed Layer 1	5

At the bottom right is a 'Finish' (完成) button.

圖 3-30 底床分層厚度

泥砂組成比例

泥砂組成比例	泥砂顆粒 1	泥砂顆粒 2	泥砂顆粒 3	泥砂顆粒 4	泥砂顆粒 5
作用層	0	30	30	20	20
底床分層 5	0	30	30	20	20
底床分層 4	0	10	30	30	30
底床分層 3	0	10	30	30	30
底床分層 2	0	10	30	30	30
底床分層 1	0	10	30	30	30

完成

圖 3-31 泥砂組成比例

4、輸砂公式：選擇 Van Rijn(1984)。



圖 3-32 輸砂公式

## (六) 初始條件

- 1、水深平均流速 U、V 於均一值輸入 0。
- 2、水位於均一值輸入 285。
- 3、垂向流速剖面選擇開。
- 4、水深平均濃度選擇均勻入流，所有粒徑濃度輸入 0。
- 5、垂向濃度剖面選擇關。

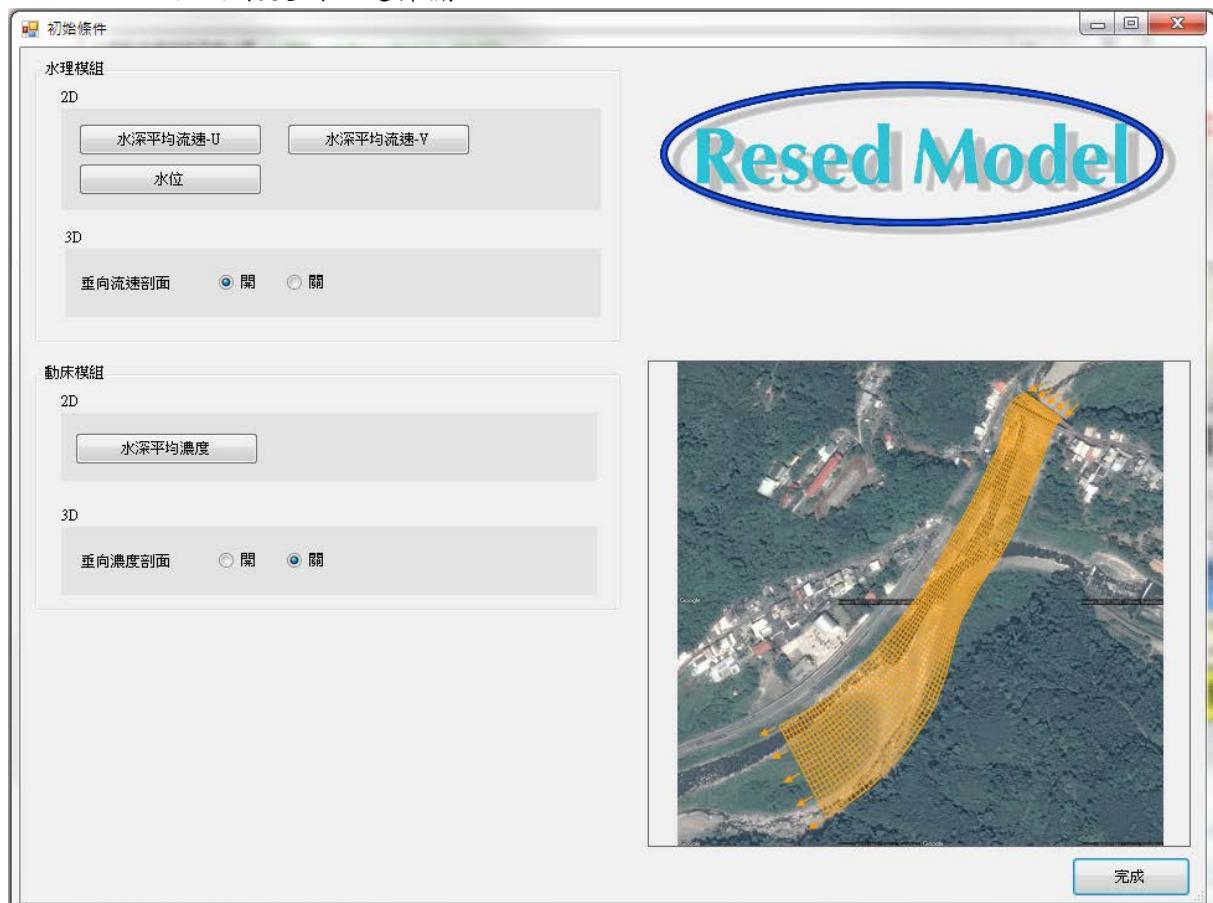


圖 3-33 初始條件

## (七) 邊界條件

### 1、水理模組

- (1) 邊界條件數目：輸入 30。進入“邊界時間”後點擊“平均分配”。
- (2) 上游-選擇超臨界流：
  - A. 主流方向流量-選擇均勻入流並依流量歷線輸入；
  - B. 側方向流量-選擇均勻入流並輸入 0；
  - C. 水位-依水位歷線輸入。

(3) 垂直流速分布(3D)：選擇均一值。

(4) 下游：選擇超臨界流。

(5) 側壁邊界滑移：選擇滑移。

(6) 水面：採用預設值。

(7) 底床

A. 邊界層厚度：選擇預設值 3；

B. 底床邊界滑移：選擇滑移。



圖 3-34 邊界條件水理模組

邊界時間

邊界時間數目	時間 T(sec)
1	0
2	3600.00
3	7200.00
4	10800.00
5	14400.00
6	18000.00
7	21600.00
8	25200.00
9	28800.00
10	32400.00
11	36000.00
12	39600.00
13	43200.00
14	46800.00
15	50400.00
16	54000.00
17	57600.00
18	61200.00
19	64800.00
20	68400.00
21	72000.00

平均分配 完成

圖 3-35 邊界時間

上游超臨界主流方向流量

變量流  均勻入流  非均勻入流

	1	2	3	4	5	6
1	邊界時間	流量Q				
2	0	246				
3	3600	246				
4	7200	284				
5	10800	314				
6	14400	324				
7	18000	304				
8	21600	297				
9	25200	284				
10	28800	249				
11	32400	233				
12	36000	195				
13	39600	239				
14	43200	210				
15	46800	220				
16	50400	215				
17	54000	214				
18	57600	254				

完成

圖 3-36 上游邊界流量

上游超臨界流水位

	1	2	3	4	5	6
1	邊界時間	水位				
2	0	282.67				
3	3600	282.67				
4	7200	282.77				
5	10800	282.84				
6	14400	282.86				
7	18000	282.83				
8	21600	282.81				
9	25200	282.77				
10	28800	282.68				
11	32400	282.63				
12	36000	282.53				
13	39600	282.65				
14	43200	282.57				
15	46800	282.60				
16	50400	282.59				
17	54000	282.58				
18	57600	282.69				

完成

圖 3-37 上游邊界水位

## 2、動床模組

- (1) 上游的懸浮載水深平均濃度：輸入每個時刻上游入流各粒徑濃度 ppm。
- (2) 垂直濃度分布(3D)：均一值。
- (3) 上游邊界底床高程採用初始上游邊界底床高程。
- (4) 上游邊界底床粒徑比例：輸入每個時刻各粒徑組成百分比。
- (5) 下游邊界條件：選擇通量。
- (6) 近底床濃度邊界：選擇通量。



圖 3-38 邊界條件動床模組

### (八)模擬作業

將以上步驟完成後即可進入“模擬作業”視窗。此步驟中可先設定模擬的“水理最大疊代次數”及勾選未收斂時繼續模擬的功能。點選“開始模擬”即可觀察“水深 d 誤差”、“流速 u 誤差”及“流速 v 誤差”的收斂情況。

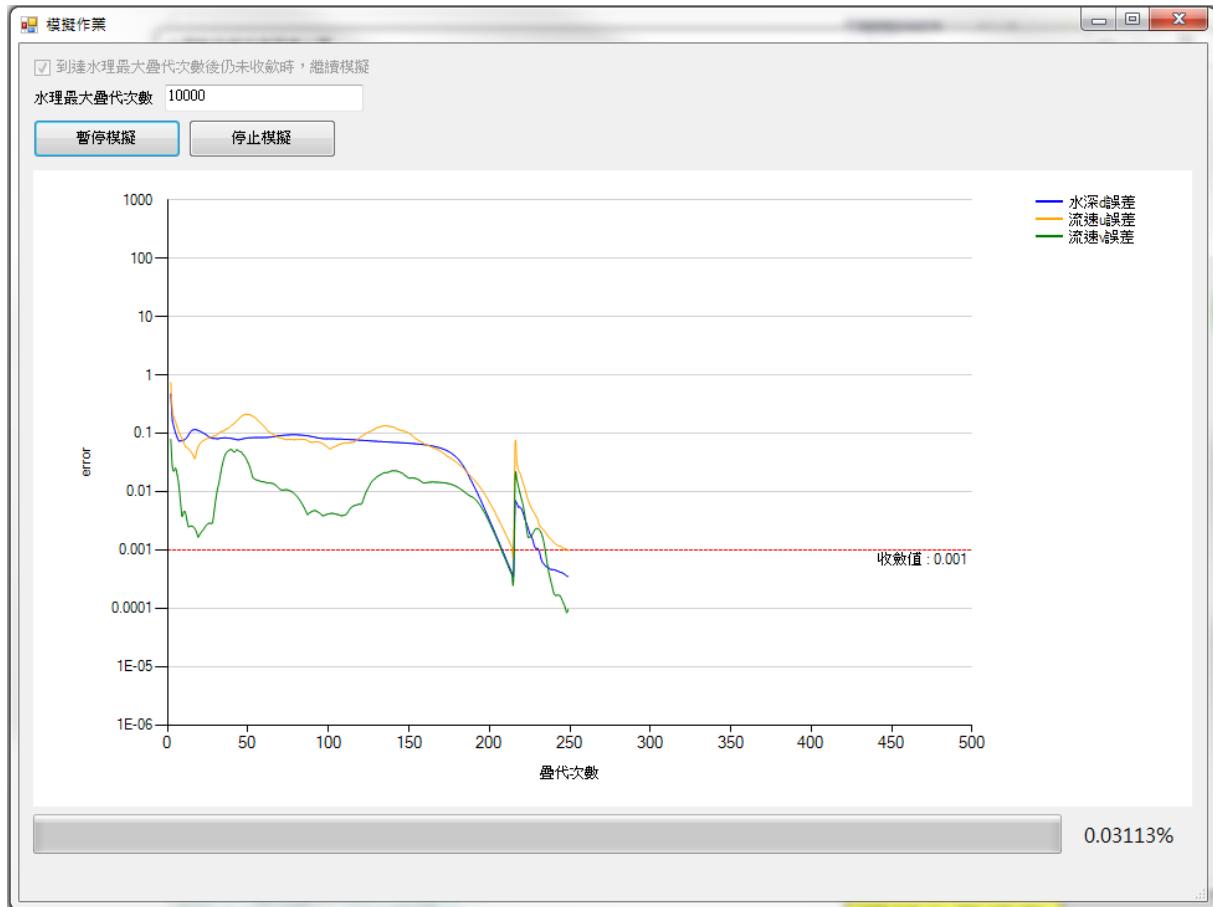


圖 3-39 模擬作業

### 三、側出入流案例輸入示範

側出入流案例的模擬範圍位於濁水溪斷面 135 至 144 間約 7200 公尺長河段，其中陳有蘭溪為支流於斷面 140 至斷面 141 匯入濁水溪，上游段平均坡降約為 1/40，為山區蜿蜒河川型態，因此河段於近年具明顯側向沖刷偏移現象，本案例重點在於分析側入流匯入彎道後對於主流渠道流況之影響，模擬情境以主流濁水溪與支流陳有蘭溪皆使用該河段防洪設計標準 100 年重現期流量做為邊界條件，參考航照圖佈置平面網格，圖 3-40 為介面中計算網格佈置及網格套匯於 google 地圖的截取畫面，模擬條件與參數彙整於表 3-2 中。

表 3-2 濁水溪研究河段 100 年重現期距模擬條件

參數項目	模擬參數
地形資料	2010 年數值高程資料
模擬範圍	斷面 135 至斷面 144
上游入流流量	15,773 cms
上游水位	333.13 m
側入流流量	7,305 cms
河道粗糙係數 n	低水河槽 0.02~0.034；灘地 0.036~0.042
平均坡度	0.0071
演算時距	$\Delta t = 4s$
格網數目	250 x 31 x 21

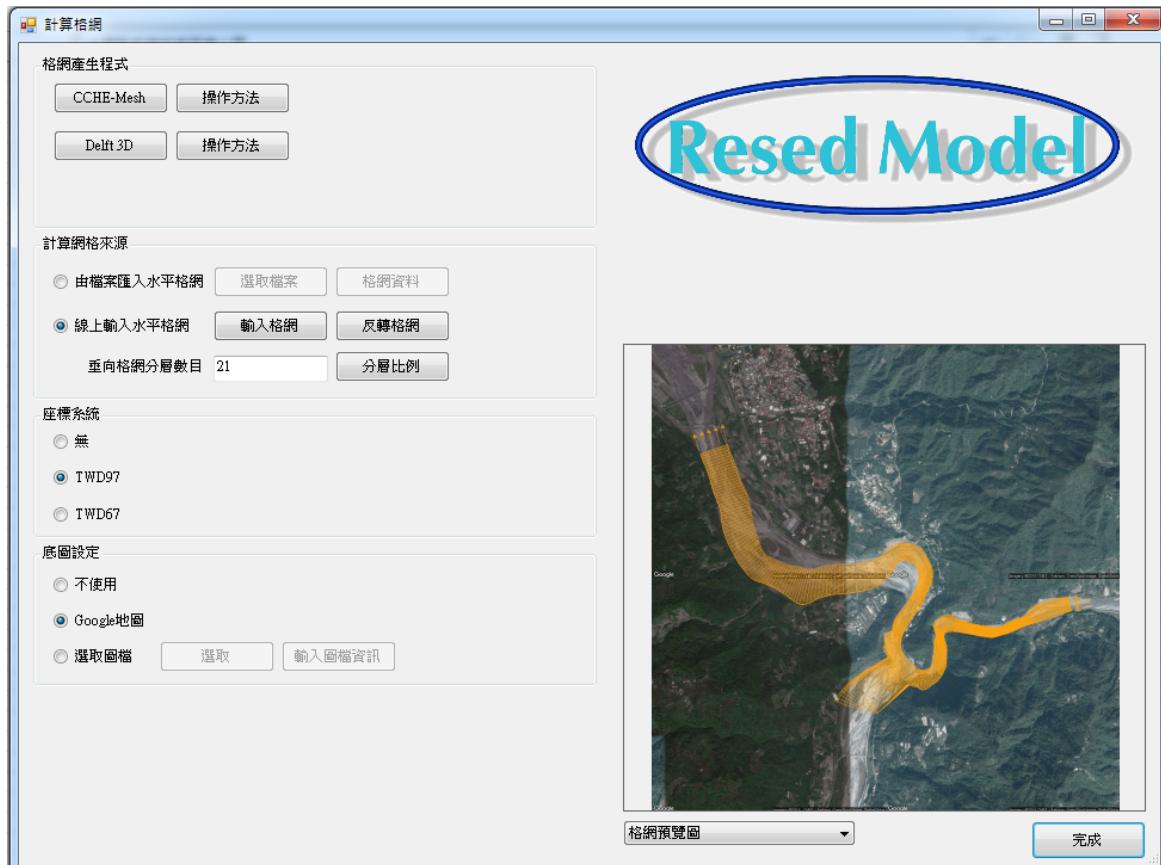


圖 3-40 計算格網布置

側出入流的設定位於邊界條件視窗中，於側壁邊界選擇後並填入側出入流的數量，點選設定進入編輯側出入流條件與支流匯出入主流的網格位置，此外各側出入流的位置選取必須連續且僅能位於左右邊界。圖 3-41 至圖 3-44 為本案例陳有蘭溪匯入濁水溪側入流操作流程視窗。

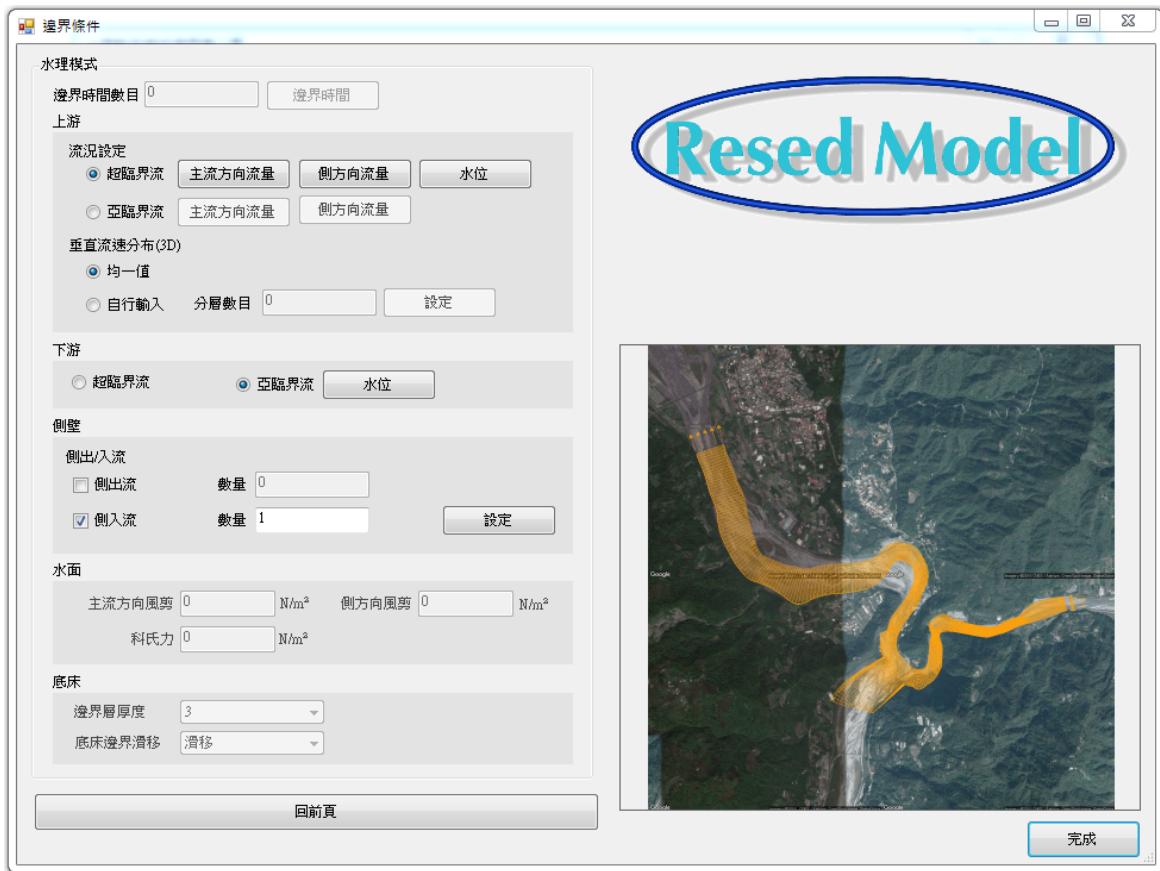


圖 3-41 邊界條件設定視窗

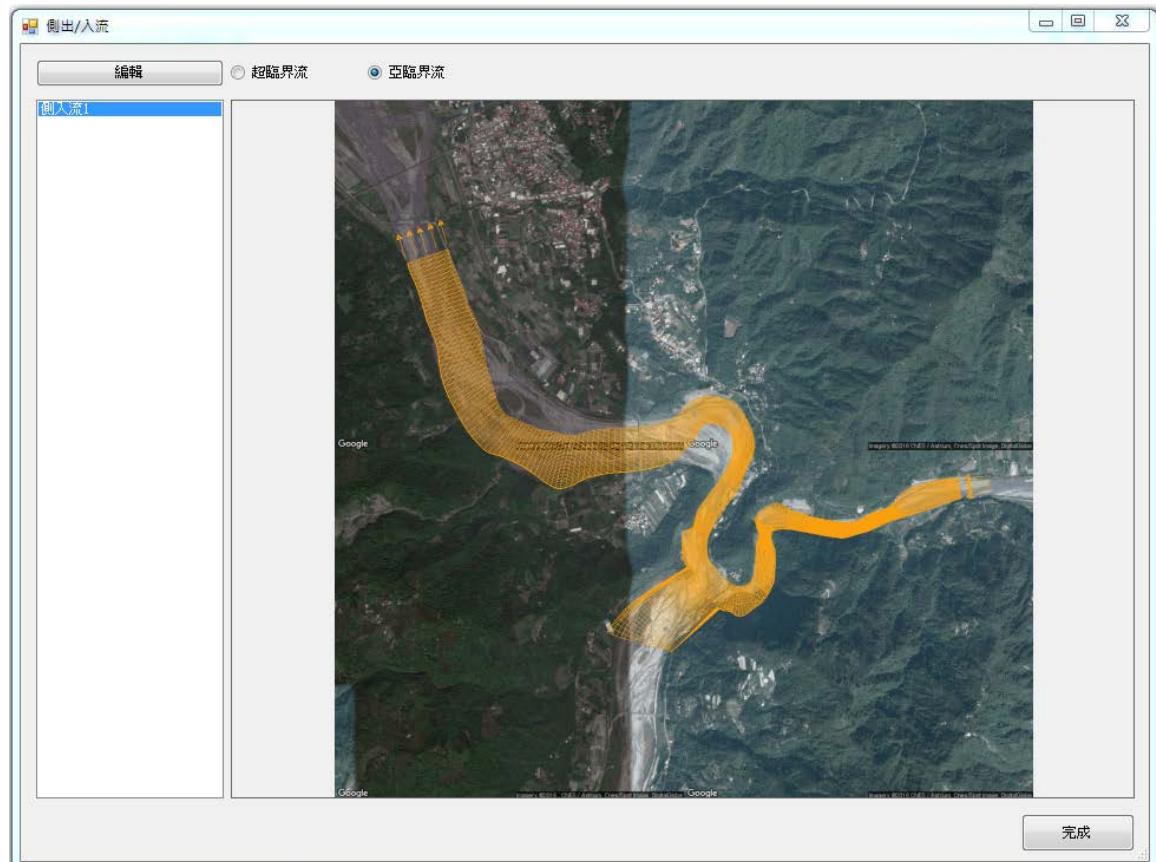


圖 3-42 側出入流編輯視窗

編輯側出/入流

選取編輯項目  
側入流1 加入 刪除 超臨界流 亞臨界流 輸入流量/水位 按住Ctrl或是Shift再點擊可以多重選取，選取空白區域可以加入，選取藍色區域可以刪除。

	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
95															
96															
▶ 97															
98															
99															
100													側入流1		
101													側入流1		
102													側入流1		
103													側入流1		
104													側入流1		
105													側入流1		
106													側入流1		
107													側入流1		
108													側入流1		
109													側入流1		
110													側入流1		
111															
112															
113															
114															
115															
116															
117															
118															

圖 3-43 側出入流位置選取視窗

輸入側入流1流量/水位

均一值 逐點輸入

	主流方向流量(cms)	側方向流量(cms)
▶ 1	0	18.561

完成

圖 3-44 側出入流邊界條件編輯視窗

#### 四、模擬結果後處理案例示範

後處理案例之模擬範圍位於油羅溪義興護岸河段斷面 79 至斷面 72，並以 101 年度量測之大斷面資料設定底床高程，並參考航照圖佈置平面網格，圖 3-45 為計算網格佈置及將網格套匯於 google 地圖的截取畫面，而本案例之物理、數值參數與邊界條件列於表 3-3 中，因本河段為坡度甚陡之山區，流況為超臨界流，所以模擬時在上游邊界需給定流量及水位高程。

表 3-3 義興護岸段模擬條件及參數

參數項目	模擬參數
地形資料	101 年大斷面資料
模擬範圍	斷面 79 至斷面 72
上游入流流量	3,110 cms (100 頻率)
上游水位	274.6 m
網格布置	93 x 15 x 21
底床糙度	$n = 0.045$
演算時距	$\Delta t = 4.0 \text{ s}$
平均坡度	0.01627

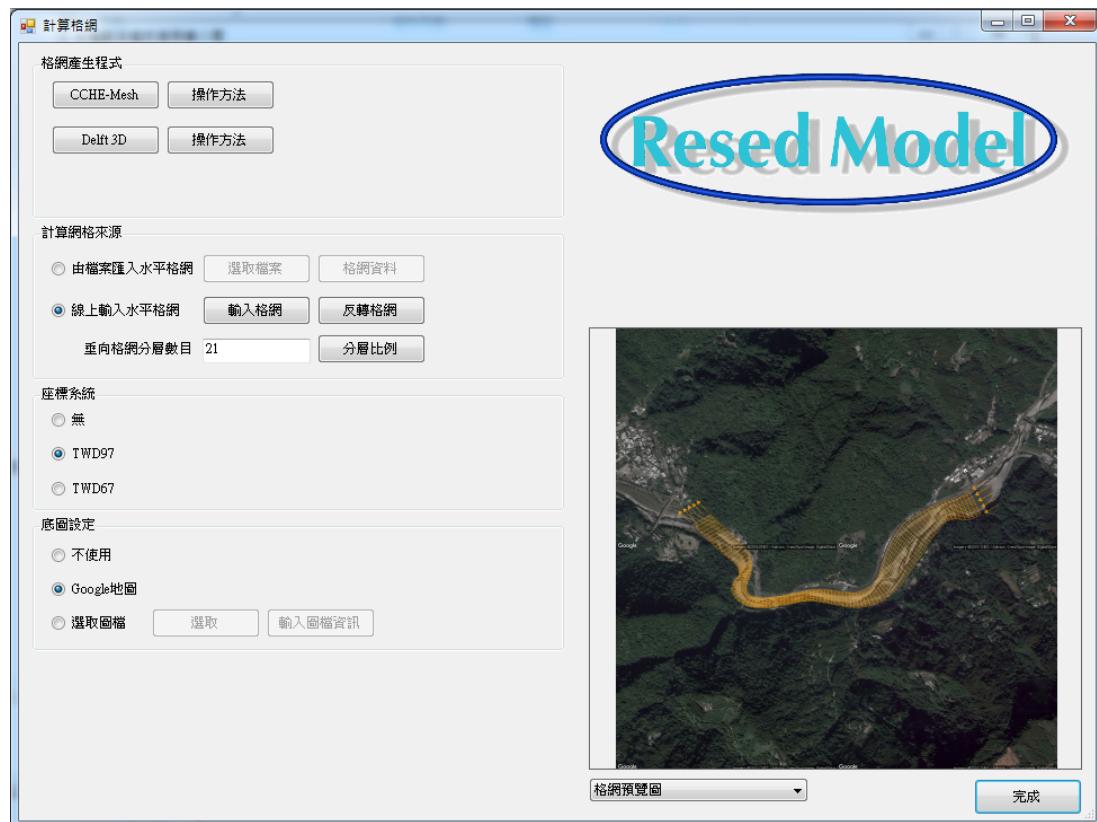


圖 3-45 計算格網布置

圖 3-46 為模式於模擬疊代作業過程的介面視窗，完成模擬作業後，使用者可於模擬結果視窗中依據所需檢視項目勾選擬結果種類、空間或時間區間以及繪圖形式，第二章第四節中針對各選項有詳盡說明。依照本案例的模擬結果圖 3-47 與圖 3-48 分別為網格 I=29(斷面 76)與 I=89(斷面 72-1)的水深平均流速折線圖；圖 3-49 與圖 3-50 則分別為水深平均流速-U 與底床剪應力的等值線圖；圖 3-51 與圖 3-52 分別為近水面(K=21)與近底床(K=1)的流速-U 的等值線圖。

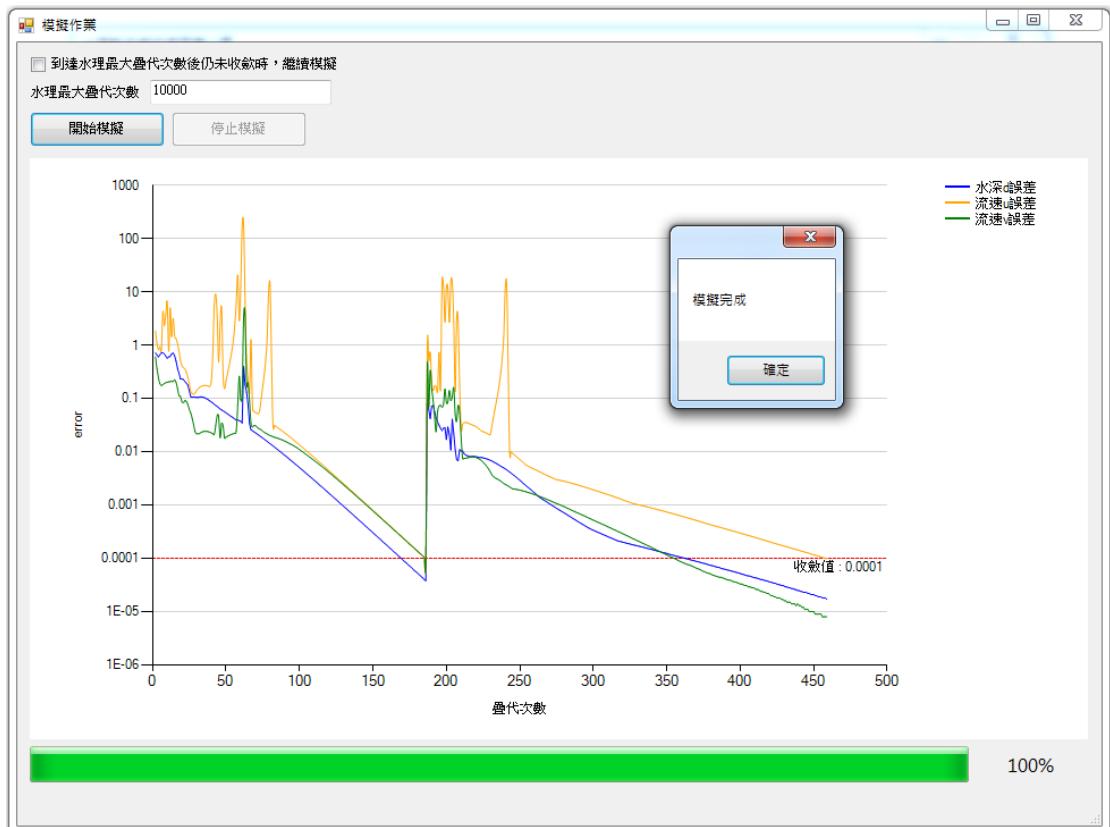


圖 3-46 模擬作業

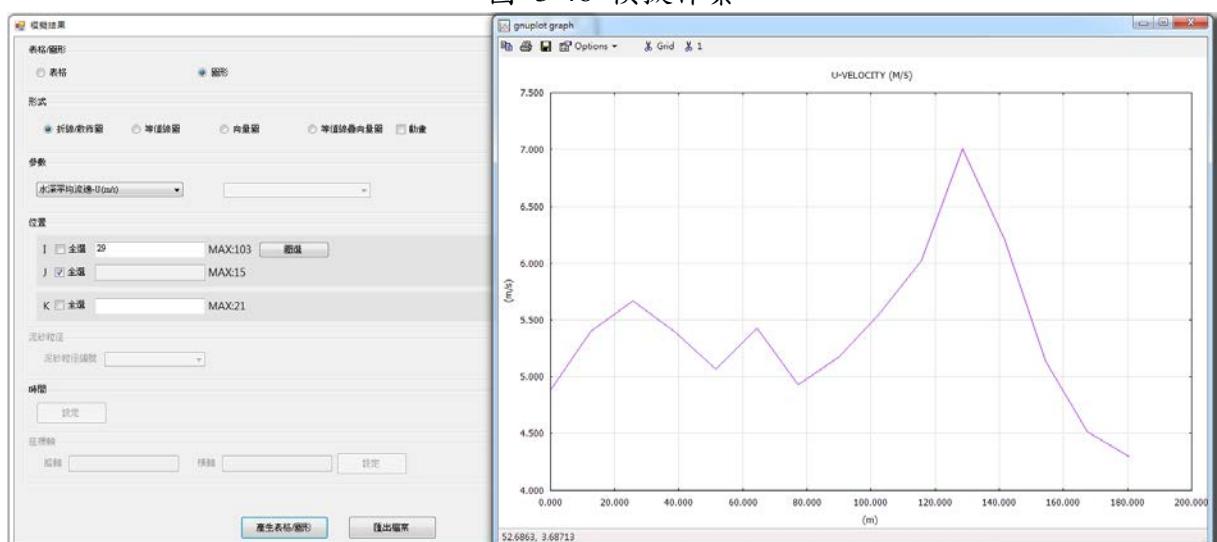


圖 3-47 擬三維模式模擬斷面 76 水深平均流速結果折線圖

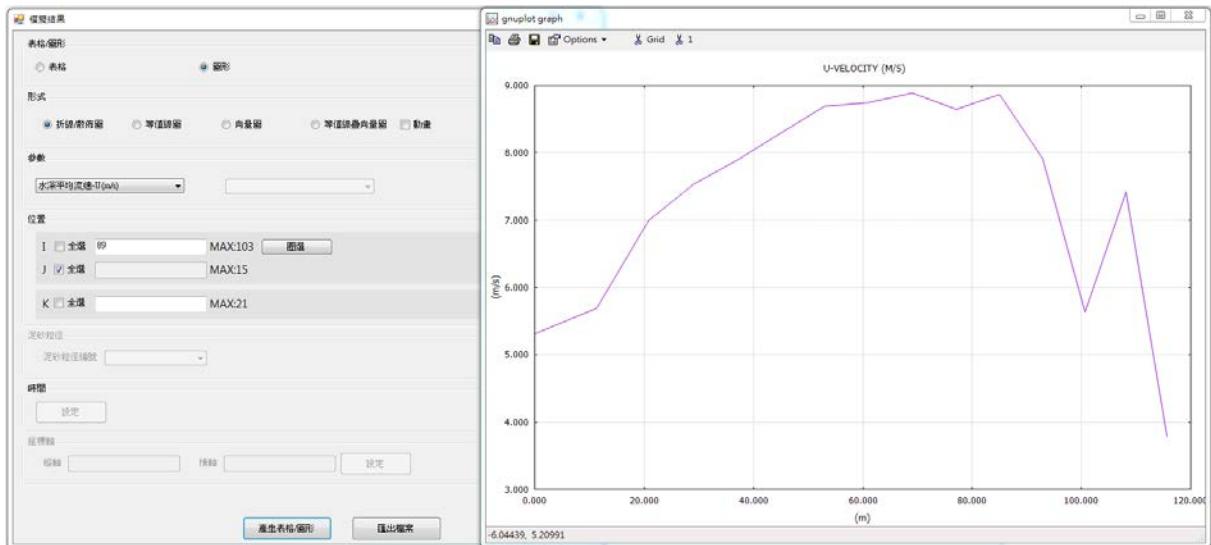


圖 3-48 擬三維模式模擬斷面 72-1 水深平均流速結果折線圖

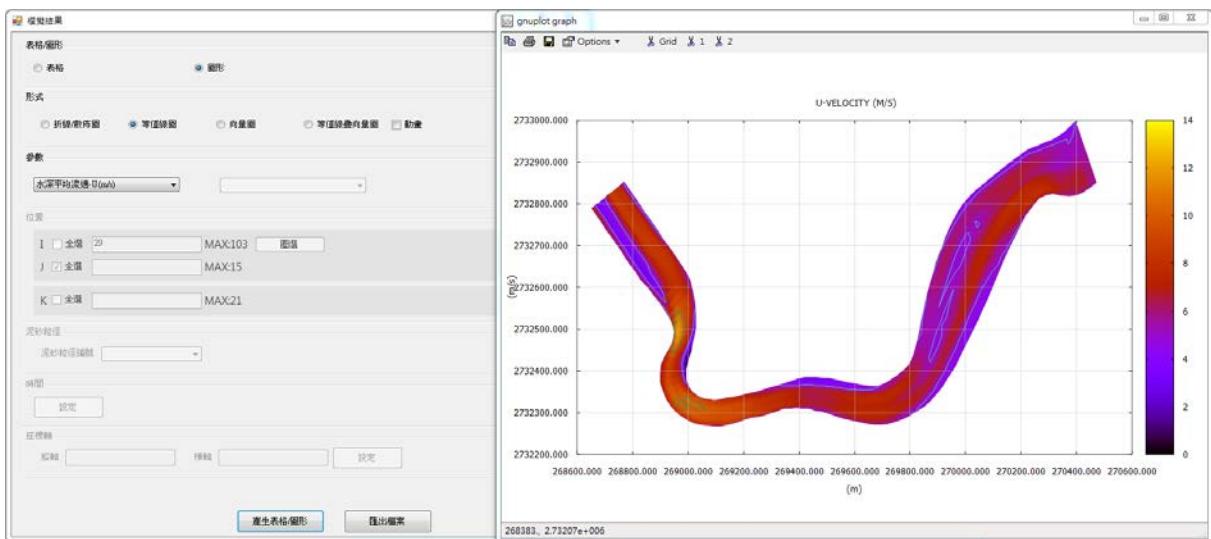


圖 3-49 擬三維模式模擬水深平均流速等值線圖

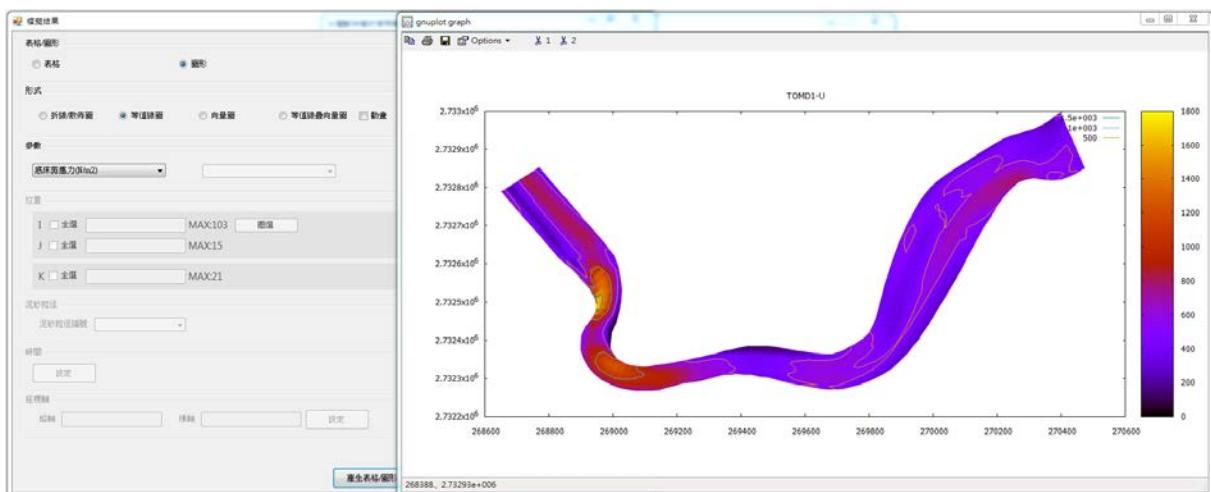


圖 3-50 擬三維模式模擬底床剪應力等值線圖

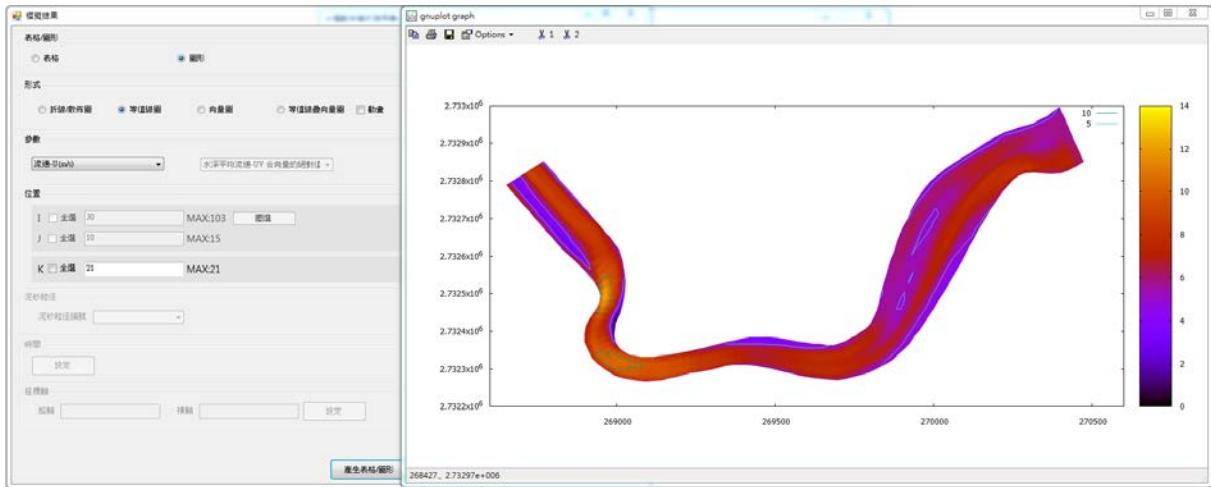


圖 3-51 擬三維模式模擬近水面流速等值線圖

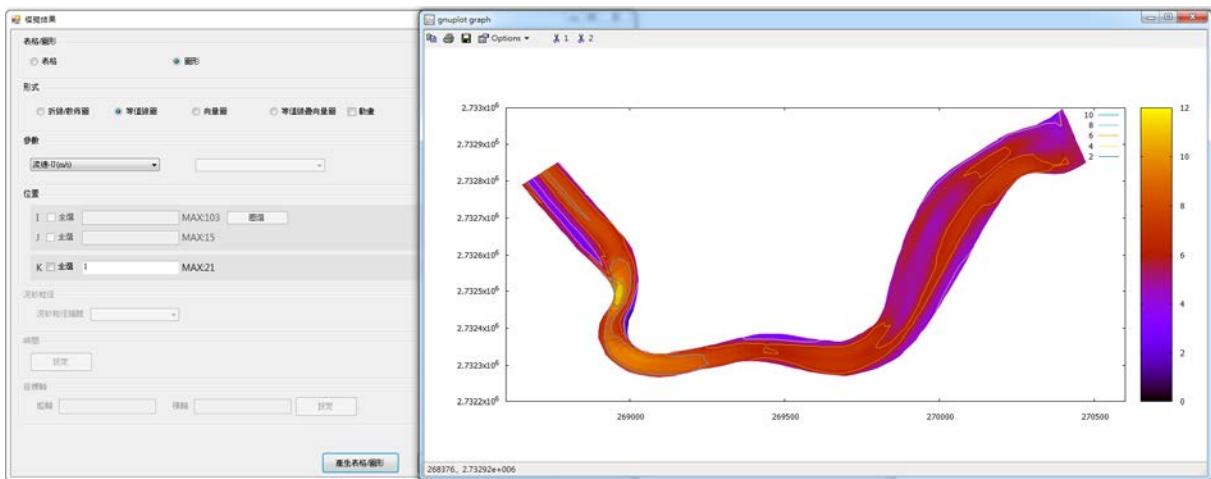


圖 3-52 擬三維模式模擬近底床流速等值線圖