



## 謝 誌

本研究承蒙國科會經費補助（計畫編號：NSC 90-2625-Z-002-016），  
國立台灣大學土木工程學系協助本計畫之執行，謹此致謝。

## 摘要

國內經濟的迅速成長，人口急遽成長，使得近年來都市水文有關問題日趨重要；都市雨水下水道系統似常無法負荷及滿足現有與未來都市發展之需求。尤其當雨季來臨，特別是颱風帶來之豪雨及夏季午後之暴雨，所挾帶之降雨強度遠超過雨水下水道系統之設計容量時，或是排水系統維護不當、抑或其它天然災害如地震等因素，使其受損壞時，溢流出下水道排水幹線之水量，將漫流於地表上，而造成淹水水患。為了探討都市區內，因雨水下水道系統受損，所造成淹水之情形，本子計畫將研發淹水模式並且應用模擬於研究區範圍洪流之傳遞現象以及可能之淹水範圍。

本研究計畫為整合型計畫：「防洪水利設施受損淹水數值模式之研發及應用(一)」之一子計畫一，將以台北縣新莊市為研究對象，收集研究區域之降雨資料與地文資料，整合銜接二維地表淹水模式與雨水下水道系統模式，以模擬納莉颱風事件下，新莊市區內之可能淹水範圍與淹水深度。另外，模擬演算將輸出研究區內四各代表性地區，思賢公園、中港派出所、昌隆國小及建福公園之淹水歷線，並針對結果做初步之分析，提供給洪災決策分析與應用。

計畫之研究內容將分五年依序進行。第一年已初步整合銜接二維地表淹水模式與雨水下水道排水系統模式，並將所研發之淹水模式應用於新莊市區。接著第二、三年，以本整合型計畫所選定之台北縣樹林地區，進行研究區域之淹水模擬，同時加入模擬人孔或幹渠溢流及回流之情形。第四、五年，以台北縣板橋中永和地區，模擬不同損壞機制下淹水情形，同時建立淹水模擬區之地理資訊系統。最後銜接整合其他子計畫之研究成果，同時以視窗化展示成果。

關鍵詞：雨水下水道排水系統模式，二維地表淹水模式。

## ABSTRACT

Due to the economic growth, the urbanization at various areas in Taiwan is significant. Hence, the urban hydrologic problem is getting important. The urban storm sewer systems usually cannot meet the demand of the urban development. In particular, during the rainy season, the overflow from the main sewers will result in the surface inundation when the storms exceed the design capacity of the sewer systems. The improper maintenance of the sewer systems or the damage of the systems resulted from the natural disasters such as earthquakes may also result in flooding. In order to investigate the urban inundation under the damage of storm sewer systems, this project develop the inundation models. Then, the models are applied to the study area.

This project is a subproject of an integrated project entitled “The development and application of a flooding numerical model under the damages of flood-prevention measures.” The objective of this project is to combine the 2D inundation model with the storm-sewer system model. Then, the models are applied to simulate the urban inundation under the damage of storm sewer systems. The study area is the Sin-Zwang area in Taipei County. The urban inundation in the study area for the Nari typhoon is simulated. Comparison of the simulated result with the flood hazard region is also performed.

The project will be performed in 5 years. In the first year, a 2D inundation model and a storm-sewer system model have been established. The models have been applied to simulate the urban inundation in the Sin-Zwang area. In the second and the third year, the study area located in the Shu-Lin areas of Taipei County is selected as the study area. The overflow and return-flow of main sewers or manholes will be simulated. In the fourth year, the Ban-Qiao, Zhaog-He and Yong-He areas in Taipei County are selected as the study area. The inundation simulation under various mechanisms of damages and the geographic information system of flooding areas will also be performed. In the fifth year, the results of all the subprojects will be integrated and displayed using windows.

Keywords : storm-sewer system model, two-dimensional inundation model.

# 目 錄

謝誌.....	I
中文摘要.....	II
英文摘要.....	III
目錄.....	IV
表錄.....	V
圖錄.....	VI
第一章 緒論.....	1
1-1 前言.....	1
1-2 方法與目的.....	2
1-3 文獻回顧及其相關研究.....	3
第二章 淹水數值模式之研發.....	7
2-1 兩水下水道排水系統模式之建立.....	7
2-2 地表二維淹水模式之建立.....	12
2-3 下水道排水系統模式與二維淹水模式之銜接整合.....	15
第三章 研究區域之淹水模擬.....	17
3-1 模擬演算步驟.....	17
3-2 模擬結果.....	17
第四章 結論.....	19
參考文獻.....	20
附錄 整合型計畫之成果說明.....	43

## 表 錄

表 1	新莊市土地使用情形.....	24
表 2	新莊山區各集水區之地文資料.....	25
表 3	新莊地區抽水站調查.....	25

## 圖 錄

圖 1	模式整合銜接之演算過程.....	26
圖 2	新莊市地理位置圖.....	27
圖 3	淹水模擬區示意圖.....	28
圖 4	新莊市區之地形高程圖及重要位置.....	29
圖 5	新莊雨量站，納莉颱風事件下之降雨組體圖.....	30
圖 6	核胞分區編號 5，納莉颱風事件下之側流歷線.....	30
圖 7	核胞分區編號 6，納莉颱風事件下之側流歷線.....	31
圖 8	核胞分區編號 7，納莉颱風事件下之側流歷線.....	31
圖 9	核胞分區編號 8，納莉颱風事件下之側流歷線.....	32
圖 10	核胞分區編號 9，納莉颱風事件下之側流歷線.....	32
圖 11	新莊市排水幹線分區圖.....	33
圖 12	新莊地區抽水站位置圖.....	34
圖 13	模擬演算至 9 月 17 日上午 9 時之淹水範圍深度圖.....	35
圖 14	模擬演算至 9 月 17 日上午 10 時之淹水範圍深度圖.....	36
圖 15	模擬演算至 9 月 17 日上午 11 時之淹水範圍深度圖.....	37
圖 16	模擬演算至 9 月 17 日上午 12 時之淹水範圍深度圖.....	38
圖 17	模擬演算至 9 月 17 日上午 13 時之淹水範圍深度圖.....	39
圖 18	模擬演算 1 至 75 小時，最大淹水深分布結果.....	40
圖 19	思賢公園之淹水歷線模擬結果.....	41
圖 20	中港派出所之淹水歷線模擬結果.....	41
圖 21	昌隆國小之淹水歷線模擬結果.....	42
圖 22	建福公園之淹水歷線模擬結果.....	42

# 第一章 緒論

## 1-1 前言

由於國內經濟的迅速成長，人口急遽成長，使得近年來各地區都市化的現象日益顯著；因之，都市水文有關問題亦日趨重要；都市雨水下水道系統似常無法負荷及滿足現有與未來都市發展之需求。尤其當雨季來臨，特別是颱風帶來之豪雨及夏季午後之暴雨，所挾帶之降雨強度遠超過雨水下水道系統之設計容量時，或是排水系統維護不當、抑或其它天然災害如地震等因素，使其受損壞時，溢流出下水道排水幹線之水量，將漫流於地表上，而造成淹水水患。

新莊市位於台北市西南側，屬於大台北盆地之一部分，東鄰三重市，北接泰山鄉，西南有龜山鄉及樹林鎮，東南隔大漢溪與板橋市相望，為台北都會區之一衛星都市。全市行政區域面積為 19.7383 平方公里，共分八十四個里，除西部丹鳳、雙鳳里一帶屬於丘陵地外，其餘皆為平原。新莊市東南側瀕臨大漢溪，境內除西部丹鳳里及雙鳳里地區屬丘陵地，地勢較高外（標高在 10 公尺至 220 公尺間），其餘皆為平原，地勢較低窪平緩，標高介於 2~10 公尺間，全區地形如圖 1-2 所示。平原地區大致以縱貫公路（中正路）為界，分為南北兩區，北區地形自縱貫公路由南向北傾斜，平均地面坡度約為 0.15%，以縱貫公路旁地勢較高，標高約 5.0~7.0 公尺，中港大排兩岸地勢較低，標高約 2.0~3.0 公尺。南區地形大致由西南向東北漸降，平均地面坡度約 0.1%，標高介於 5.0~10.0 公尺之間。

納莉颱風在民國 90 年 9 月 6 日 11 時於台灣東北方海面形成，緩慢以東北東方向朝琉球那霸移動，8 日調頭轉向西北西和偏西方向，對台灣北部海面構成威脅。10 日此颱風再次回頭東移至琉球那霸近海打轉兩天，13 日此颱風再次調頭緩慢地直撲台灣，16 日 21 時 40 分左右在台灣東北角台北縣三貂角至宜蘭縣頭城一帶登陸，經 49 小時後，由台南安平附近進入台灣海峽南部，加速向西移動進入廣東省，減弱為熱帶性低氣壓。納莉颱風之降雨，經由水利處依照民國 4 年至 88 年資料分析顯示，從 9 月 16 日 0 時~9 月 19 日 0 時台北地區之降雨量超過一



百年頻率，新莊雨量站最大小時雨量高達 54.5mm，明顯超過設計排水容量，故造成新莊地區的淹水情形嚴重。因此，為研析如此複雜之流況，研發下水道排水系統受損之淹水模式是必要的。

本研究計畫為整合型計畫：「防洪水利設施受損淹水數值模式之研發及應用(一)」之一子計畫，將以台北縣新莊市區為研究對象，收集研究區域之降雨資料與地文資料，透過二維地表淹水模式與雨水下水道排水系統模式之整合銜接與研發，以模擬納莉颱風事件下，新莊市區內可能之淹水範圍與淹水深度，使低窪地區之居民及行政機關得先了解淹水情況，提早防範及提出應變措施。

## 1-2 方法與目的

本研究首先建立地表二維淹水模式以及雨水下水道排水系統模式，接著將兩個模式整合銜接後應用在選定之研究區域中，期能模擬都市區內因下水道系統受損之淹水情形。

在建立雨水下水道排水系統模式方面：本研究擬採用都市暴雨經理模式 (Storm Water Management Model) 簡稱 SWMM 模式，係由美國環境署於 1969-1971 年所發展之模擬都市地區漫地流及管路系統之水理及水質模式，演算過程分地表逕流及幹線輸水兩部分求解。另外，於建立二維地表淹水模式方面：本研究選定可忽略二維水深平均變量流方程式中之慣性項的二維零慣性淹水模式，以模擬洪水流經廣闊淹水地區之情形；並採用 MAC(marker & cell)之差分觀念，以交替方向顯式法(alternating direction explicit scheme)來解此二維零慣性方程式。

新莊市現有排水設施係由中港大排及塔寮坑溪等天然排水路分別排除北部及西南部之雨水，另公館溝排水路原直接排入大漢溪，其集水範圍涵蓋至塔寮坑溪之建國橋（後港一路），係因台北防洪三期工程新莊提防設施，乃將其出口封口，並以雨水下水道方式南引排入塔寮坑溪排水閘門前，再排入大漢溪。新莊市區由於地勢低窪，每遇豪雨時河川水位高漲，區內排水幹線無法以重力順利排

水，造成低窪地區淹水。例如民國 90 年 9 月發生納莉颱風侵襲台灣，造成台北縣市嚴重之人為及財產損失。故本研究將針對此納莉颱風之淹水進行模擬。

本研究將分五年依序進行。第一年已完成建立下水道排水系統模式，並建立地表二維淹水模式，並初步整合銜接兩模式後應用於新莊市區，於納莉颱風事件下之淹水模擬。接著第二、三年，以本整合型計畫所選定之台北縣新莊樹林地區，進行研究區域之淹水測試與參數檢定驗證，並且模擬降雨逕流與下水道排水銜接，同時亦模擬人孔或幹渠溢流及回流之情形。第四、五年，以本整合型計畫所選定之台北縣板橋中永和地區，進行模擬雨水下水道及抽水站操作、銜接雨水下水道溢流與淹水模式，並模擬不同損壞機制下淹水情形，同時建立淹水模擬區之地理資訊系統。最後銜接整合其他子計畫之研究成果，同時以視窗化展示成果。

### 1-3 文獻回顧及其相關研究

本節首先回顧下水道排水系統模式，再回顧淹水模式方面之研究，最後回顧兩個模式整合銜接方面之研究。

現有下水道模式大多基於明渠流之聖文南(Saint-Venant)方程式或其簡化而來。完整之動力波方程式(complete dynamic wave equation)中，包含了描述明渠變量流之動力影響的所有項式。經過省略動力波方程式中之不同項式，可得到不同等級之簡化式。若省略局部加速度項，稱為擬似定量動力波(quasi-steady dynamic wave)簡化；若同時省略局部和位變加速度項(local and convective acceleration terms)，即為零慣性力波(noninertia wave)簡化；如果壓力項和慣性力項皆省略，此種簡化式即為運動波(kinematic wave)方程式[10,35,36,37,39]。完整之一維變量流方程式為一複雜的動力波模式，若用於複雜之排水系統中，則所花費之時間及人力甚為可觀，一般除在精密分析及評估排水系統幹線之水流狀況使用外，均將動力波模式於以簡化，如使用擴散波或運動波模式，以從事排水系統之水理計算。

由於都市排水系統之幾何邊界之複雜性，多年來許多水理研究機構、政府機構投入經費及時間發展出許多都市下水道數學模式，以從事水理分析及設計之

用。一般下水道模式依其使用之目的及模式之簡易可分成[16]：(1)規劃模式(planning model)，為大區域之計算模式，通常僅從事區域性簡易之水文與水質分析，而不涉及複雜之管線或明渠水力計算；(2)設計與分析模式(design and analysis model)，具有規劃及設計功能，通常可包括排水幹線系統之水力計算；(3)評鑑模式(operation model)，為一較高精度之模式，用以評估現有或設計之雨水下水道系統之排水功能。

關於較精確的動力波模式包括以下模式。Sevuk[13]於 1973 年所發展之 ISS 模式，是以一階表示式(first-order scheme)之特性方程式求解動力波方程式。ISS 模式考慮匯合點之迴水影響至三段下水道，而解網路中水理則以疊段法(overlapping segment method)。即在同時段中，一管一管地逐一求解。但此模式僅能處理明渠。Hoff-Caluson[6]於 1982 年所發展之 SII-S 模式，是採用 Abbott-Ionescu 六點隱式法，配合雙掃法同時解出流量及水深。Froise and Burges[5](1978)模式以四點非中心隱式法求解一維變量流方程式，下游邊界以正常流流況為邊界條件，但如此則不能考慮受迴水影響之情形；且亦僅能模擬明渠流，無法處理滿管流況。法國的 Chevereau[3]於 1978 年所發展之 CAREDAS 模式，其數值方法也是以四點隱式差分法。模式並會自動檢視渠道的坡度，以決定是否以簡化的運動波式計算，或是在夠緩的坡度時，以動力波式進行演算。Pansic[12]於 1980 年所發展出之 SURDYN 模式，乃能處理明渠流與滿管流的模式中，唯一以壓力管流來模擬滿管流，並連同明渠流一齊解出流況。其計算水深時並考慮水頭損失，滿管方程式為省略局部加速度項之擬似定量流動力波式。但其模擬結果在過渡段常有震盪現象產生。Metcalf 與 Eddy[11]於 1971 年所發展之暴雨水流經理模式(SWMM)，為美國環保署持續支持發展。主要依據變量流理論，以一維連續方程式與運動方程式為基礎，依水流流程之特性，將模式分成地表逕流及排水幹線輸水兩部分。地表逕流部分是依據運動波理論，將集水區之降雨量經由逕流演算，計算匯入排水幹線之水流流量歷線；對於滿管之處理，是假設溢流量皆存於上游人孔。

淹水模擬方面，Bolloffect 等[1]曾以一維變量流方程式為基本控制方程式，