

# 都市颱風防災安全指標量化分析及推廣應用之研究

## Application of Scaling System for Flood Hazards Mitigation Index in Urbanized Area

主管單位：內政部建築研究所 計畫編號：10061B001

陳建忠 梁漢溪 鄧慰先  
Chen, Chien-Jung Liang, Han-Hsi Teng, Wei-Hsien

### 摘要

近年來由於全球溫度的上升使得海平面升高、改變降雨量並嚴重影響地球氣候，聯合國跨政府氣候變遷研究小組（IPCC）指出未來氣候暖化對亞洲國家的傷害將特別高，土地將更為乾燥、洪澇次數增加、颱風等熱帶氣旋的威力增強，颱風、乾旱、洪水等極端氣候型態機率增加且增強。但國內目前對於建築物安全、居住環境尚未建立結合颱風、地震或火災等各類災害潛勢資料之整合評估機制，地方政府及居民無所得知各區域建築面臨不同災害之脆弱度等級，以及可能面臨之災害風險。

本研究以颱風災害為例，進行都市颱風防災安全指標研究，透過國內歷史颱風紀錄、國外推動有關颱風都市防災安全資料、國內住宅安全評估等相關研究成果，及國內洪災管理現況（颱風災害潛勢資料）等相關資料彙整，並藉由審查會議、工作會議、專家學者座談會之專家學者討論，應用層級分析法（AHP）與問卷調查建立都市颱風防災安全指標之架構與權重，指標共分為4層級，分為外部環境與建物本體等2部分，外部環境包含各頻率年之淹水深度、淹水延時、水利設施、道路系統、維生管線、土地使用類別、土地開發比率、人口、產業等9項；建物本體包含綠地面積比率、透水鋪面、貯留滲透設計、生態溼地、雨水貯留設施、地下室入口-設置位置、地下室入口-防洪（水）閘門、機電設施-設置地點與高度、機電設施-防水處置、地下室防洪-防水鋪面及地下室防洪-設置抽水機等11項，總共20項。

依據完成的都市颱風防災安全指標之絕對權重，完成安全指標各項參數評分標準與操作方式與流程，建立指標評定架構與評估指標系統。透過示範地區（新北市蘆洲區）之六棟不同區位、不同建築型態之建築（群）完成都市颱風防災安全指標試算，同區位不同建築條件比較時，當外部條件都相同時，建築本體會影響安全指標分數高低。而不同區位相同條件之建築進行比較時，發現外部環境之淹水潛勢資料成為影響安全指標之重要因素。可得知透過不同條件之「淹水潛勢資料」分析結果，確實可以提供都市防洪規劃之重要參考。

在地球暖化情況日漸加劇，極端氣候已然形成的同時，未來不僅是颱風會帶來豪雨，世界各地發生在都市地區之集中豪雨的比例也逐漸升高。因此，結合淹水潛勢概念之區域發展，或是建築物興建，應是未來都市防洪之趨勢，而都市颱風防災安全評估則可提供作為都市防洪規劃之基礎。同時初步規劃都市颱風防災安全指標應用策略流程與

推廣計畫，後續應進一步針對都市計畫區內不同開發強度之示範區進行「都市颱風防災安全指標」現況調查。

關鍵詞：颱風災害、安全指標、防災、評估系統

## **Abstract**

Inducing by the climate change, the events of heavy rainfall intensity have occupied more and more often during typhoon in flood seasons. In order to study the influence caused by heavy rainfall on buildings in urbanized area, Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior (ABRI), has initialed several research programs about urban disaster prevention since 1998. This study is one of them and focused on the establishment of safety factories and their scaling system, for typhoon disasters prevention in urbanized area.

The safety factories are catalogued by two major groups, one is related by building environment and the other is building itself. Inundation potential map and flood duration time construct the building environment factories, as well as rainwater conservation and flood prevention facilities for basement entrance. These factories of six buildings in Luxiao Distrit were calculated to demonstrate the reliability of the scaling system promoted by this study. The results of this study can be employed to improve the regulations of urban renew or to strengthen the hazards reduction plans for different level governments.

Keywords : Typhoon Disasters, Safety Factors, Hazard Mitigation, Scaling System

## 一、前言

過去氣象局觀測資料即顯示，台灣地區每年總降雨量沒有明顯變化，但是降雨總時數明顯減少，顯現降雨強度逐漸增強。在降雨強度提高的情況下，不斷破記錄的單次降雨量，對環境的衝擊強度提高，成災的機率自然大為增加。台灣地區近年來幾乎年年都有因集中豪雨所造成的水患，致使台灣地區許多河川下游沿岸與沿海低窪地帶的淹水問題更形嚴重，而河川下游沿岸與沿海低窪地帶又恰好是人口聚集之都會地區所在，例如2008年7月卡玫基颱風重創位處烏溪流域下游人口密集的大台中都會區，瞬間超大雨量造成台中地區普遍性的淹水；2009年8月莫拉克颱風，則重創南台灣各縣市，造成許多都市及村落淹水，如台南市安南區。然都會區是一個複雜且敏感之系統，由於頻繁之人為活動與開發，其水文、地文與地貌特徵是脆弱的，而自然氣候的變異導致現今降雨型態趨向於短且集中，往往使得極端天氣在都會區形成巨大之社會衝擊與經濟損失。

透過2009年完成之「都市颱風防災安全指標架構與參數權重」，藉由結合未來可能發生之颱風災害潛勢與住宅安全評估之經驗，建立都市颱風防災安全指標評分架構，讓使用者瞭解颱風災害危害程度，並提供政府部門於法令面與管理面能夠建立完善都市建築環境抗災安全評估方法，將能進一步提昇都市化地區住宅之颱風抗災能力。

## 二、文獻回顧

依據行政院主計處的統計地區標準分類，都市化地區分類定義為凡在同一區域內，凡合乎後續條件之一稱之，(一)一個具有2萬人以上之聚居地，其人口密度達每平方公里300人以上者；(二)不同市、鎮、鄉之二個以上比鄰聚居地，其人口數合計達2萬人以上，且平均人口密度達每平方公里300人以上者。故本研究所稱之都市係指都市化地區，除依都市計畫法劃定之地區外，亦包含非都市地區人口產業集中與高度發展之地區。

### 2.1 都市建築相關水災防救管理法令

為維護建築安全、防止水災災害發生，政府透過法令之規範進行管制，本研究彙整國內相關法規，將各項法令分為災害防救相關法規、都市規劃相關法規、建築規劃相關法規等3部分，供研究參考與對照。

### 2.2 綠建築規範

依據綠建築9大評估指標(2009)之綠化量指標、基地保水指標、水資源指標，除落實建築節約能源，持續降低能源消耗外；就災害防救觀念而言，藉由綠地設置、基地的透水設計與雨水貯集設施，除促進大地之水循環能力、改善生態環境、緩和都市氣候高溫化現象外(林憲德, 2001)。其中保水設施是少數能同時控制暴雨逕流之體積、流量及時間三項因子，對於城鄉都市化所造成之問題具有減輕的功效，同時可盡量回復開發前自然地地貌覆蓋的水文情況(蔡耀隆等, 2009)。透過增加土壤入滲量、減少地表逕流量，在大雨時貯留洪峰水量，減低地表尖峰逕流量，使原水利設施不因基地開發而增加負擔，減低都市洪峰負荷，進而有效降低淹水發生機率。本研究應用前述指標相關概念，作為探討都市颱風防災安全指標建物本體環境之參考依據。

## 2.3 洪災風險指數評估層級

依據「都市設計永續價值評估指標體系之研究」(何友鋒等, 2009) 探討都市設計永續價值評估體系之研究內容;「工商業淹水災害損失曲線」(糠瑞林等, 2005) 針對製造業、批發業、零售業與服務業等各行業進行淹水災害曲線之描繪研究成果;「洪災風險評估與災害風險稅課徵—以台北市為例」(洪鴻智等, 2007) 與「基隆河整體治理計畫後續追蹤及成效評估(3/3)計畫」(經濟部水利署水利規劃試驗所, 2009), 探討洪災對於都市防災安全相關影響之研究成果。洪鴻智等(2007) 歸納洪災風險指數評估層級可分災害潛勢、公共設施、洪災損失、土地開發等面向, 將綜合前述研究內容與成果, 作為探討都市颶洪防災安全指標建物外部環境之參考依據。

## 2.4 各國防災相關土地利用規範

本研究針對國外防災相關土地利用規範案例進行蒐集, 以日本、瑞士、英國為例, 簡要說明如下。

1. 日本：都市計畫法施行細則第 8 條規定, 有災害發生之虞的區域原則上不能劃為市街化區域, 應進行開發管制。「有災害發生之虞的區域」係指時雨量 50mm 即會形成氾濫之河川地區, 或淹水深度 0.5m 之潛勢區域。建築基準法第 39、40 條規定, 各縣市政府訂定規則指定淹水、土石流、坡地崩塌、海嘯高潮等災害危險區域。於災害危險區域內限制建築居住用建築物, 並規範其他建築物之限制規定。
2. 瑞士：淹水潛勢圖以紅、藍、黃三色分別表示高、中、低危險區域, 並依據各等級危險區域進行相關土地使用管制措施, 以及災害疏散避難措施。紅、藍、黃三色分級之災害潛勢圖應用於淹水、崩塌、落石、雪崩等各種災害。此外, 德國薩克森地區、尼加拉瓜、厄瓜多爾、及捷克等國家亦採用瑞士之災害潛勢區分方式。
3. 英國：2004 年公布計畫與強制買收法 (Planning and Compulsory Purchase Act), 其中第 1 條之(1)、(2)規定倫敦及英格蘭內之 8 區域, 各區域應制訂地區空間戰略。2006 年各地方政府依據前述規定訂定「開發與洪災風險政策大綱」(PPS-25), 內容包括洪災風險程度、防洪相關設施脆弱度、以及相關開發限制等。

## 2.5 國外都市與建築環境相關評估方法

從 1980 年代開始, 追求永續發展逐漸成為先進國家都市環境與建築領域之重要議題, 國際間對於研發如何評估都市環境永續發展之標準化工具亦高度重視。1990 年, 英國建築研究所率先對新建大樓發佈了建築環境負荷評估法 (BREEAM)。此為歐美國家建築環境評估發展之始祖, 後續更相繼影響美國 (LEED) 和加拿大 (GBC)。日本建築學會也於 1997 年宣布綠建築評估法(LCCO2), 以及 2002 年國土交通省開始推動建築環境綜合性能評估系統 (CASBEE)。本研究針對英國、美國、加拿大、以及日本等國家之評估方法與都市建築環境評估系統與權重等級彙整, 作為探討都市颶洪防災安全指標評估方法之參考依據。

## 三、研究方法

本研究運用層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, A.H.P.) 進行 A.H.P. 專家問卷調

查，建立都會區內既成或規劃中-市街地區對於小區域建築群之都市颶洪防災安全指標架構與參數權重。層級分析法係美國匹茲堡大學沙堤教授 (T.L. Saaty) 於 1971 年間所發展出來之一套決策方法。是利用組織的架構，同時建立具有相互影響關係的層級結構 (Hierarchical Structure)，可使在複雜的問題上或在風險不確定的情況下做有效之決策，或為了在分歧的判斷中尋求一致性。並可決定多個變相間的相對重要性(即權重)，除了求得同級各個變相的權重分配數值外，另可測出所求得結果的一致性 (T.L. Saaty, 1980)。若  $C.I.=0$  表示前後判斷具一致性，而  $C.I.>0$  表示前後判斷有不一致，依據 Saaty (1991) 建議  $C.R.$  小於 0.1 以下，則一致性程度視為合理； $C.R.$  係稱一致性比率 (Consistency Ratio)； $C.I.$  係稱一致性指標 (Consistency Index)，用來評量一致性程度。本研究透過中央主管機關、專家學者、專業團體及地方政府等相關專家學者，進行 AHP 問卷調查與分析，其中地方政府以臺北市與新北市政府為主，問卷寄出總數共 56 份，回收份數 43 份，有效回收率為 76%。

## 四、建立都市颶洪防災安全指標評估

### 4.1 評估指標架構與權重

本研究透過相關都市防洪資料之蒐集與分析，擬定都市颶洪安全評估指標共分為 4 層級，層級一為外部環境與建物本體等 2 部分；層級二為自然條件、區域利用條件、基地及建築物防洪功能等 4 部分；層級三為各頻率年之淹水深度、淹水延時、公共設施、土地利用強度、社經資料、綠地面積比率、透水鋪面、貯留滲透設計、生態溼地、雨水貯留設施、地下室入口設計、機電設施及地下室防洪等 9 部分；層級四為水利設施、道路系統、維生管線、土地使用類別、土地開發比率、人口、產業、設置位置、防洪(水)閘門、設置地點與高度、防水處置、防水鋪面及設置抽水機等 11 部分，指標架構如圖 1 所示。回收後之 AHP 問卷經各層級之權重經計算後，再進行整體層級權重的計算，以求得各評估參數於各都市颶洪防災安全指標項目所分配之權重值，評估指標之相對與絕對權重詳見表 1。

### 4.2 指標各項參數評分標準

本都市颶洪防災安全指標主要以鄰里內建築物為評估主體進行評估，分別針對外部環境與建築物本體進行評估，依據國內指標訂定之相關方法、標準與等級，針對所擬定都市颶洪安全指標參數評分最高層級，共 20 細項進行評分，建立都市颶洪防災安全指標評分表 (表 2，摘錄部分)，相關說明如下。

#### 4.2.1 外部環境

1. 各頻率年之淹水深度：以水利署 (96-99 年) 公布之 25 年、50 年、100 年、200 年不同重現期淹水潛勢模擬資料，淹水深度達 50 公分以上，作為評估區域或單一建築位於各頻率年之淹水深度依據。
2. 淹水延時：依據降雨延時及歷史淹水資料，淹水延時分為 6 級，評分標準詳表 6。
3. 水利設施：以水利設施距離作為評估依據，指各行政區域所處位置 (中心點) 距離水利設施的直線距離 (洪鴻智等，2007)，本文彙整相關水利設施項目，包含

水系及區域排水路、堤防、護岸、抽水站、水門、雨水下水道、溝渠。

4. 道路系統：依據內政部建築研究所出版之都市防災空間系統手冊（第三版，96年），評核區域或單一建築（群）鄰近之道路是否能有效使用，區域內道路系統（包含國道、省道、縣道、鄉道、市區道路、村里道路）道路等級越高者，越容易疏散避難且容易救援。
5. 維生管線：評估區域內自來水、瓦斯、電力、電信位於淹水潛勢區域之重現期，以及污水下水道之地下化普及率作為是否容易因淹水導致生活機能受損之依據。
6. 土地使用類別：當建物群所在之土地使用類別，對水災越敏感或淹水預期損失越大越容易影響都市對於颱風災害之抗災能力，例如行水區對於水災敏感性高，其抗災能力越低，土地使用分類參酌「台北地區洪水災害風險分區劃設之研究」（詹士樑等，2003）。
7. 土地開發比率：開發比率則反應開發程度，區域土地開發利用面積佔全區面積比率。一般而言，開發比率越大，其開發程度（面積）越高，受災程度可能越大。土地開發比率為建築用地面積佔全區總面積之比率，建築用地面積則以該區域建築用地筆數乘上該區域平均每筆建築用地面積。
8. 人口：當人口密度越高或是弱勢人口越多，越容易受到颱風災害影響，相對而言對於都市颱風防災安全性越低。單一建築（群）評估，以建築（群）內是否能垂直避難人口比率為主，係可垂直避難人口總數除以單一建築（群）總人口數，可垂直避難人口率越低代表需要協助逃生避難疏散人口越多；弱勢人口部分，評估該建築內是否有弱勢人口。
9. 產業：依據主計處我國行業標準分類將產業部門彙整分類為純住宅、農林漁牧業、製造業、服務業、批發與零售業、倉儲業等，以評估區域內主要的產業為主。

#### 4.2.2 建物本體

1. 綠地面積比率：可增加避難與救援空間規劃，目前綠建築指標「綠化量指標」之最小綠地面積至少為總基地面積 15% 以上，不得低於 15%。
2. 透水鋪面：以具有透水性良好的表層鋪面及基層砂石級配為準，透水鋪面比率為基地總面積除以總透水鋪面面積之百分比。
3. 貯留滲透設計：透過貯留滲透方式將雨水滲入大地土壤，可貯留部分洪峰水量，降低公共排水設施負擔。計算方式詳參「基地保水指標評估表」基地保水設計值。
4. 生態溼地：平時具有水池景觀功能，下雨時可容納雨水、洪水，降低洪峰具有排水防洪功能，設置方式分為人工與自然。
5. 雨水貯留設施：利用建築物收集雨水，讓雨水暫時貯存於儲集槽，短暫減少地表逕流量。
6. 地下室入口設計-設置位置：以不同重現期之淹水潛勢模擬資料，配合地下室行人或車道入口之設置位置作為洪水是否會侵入之評估依據。
7. 地下室入口設計-防洪（水）閘門：若易淹水地區建物地下室行人或車道設置防洪（水）閘門，可降低洪水灌入地下室減少積水機率，強化建物本身抗災能力。
8. 機電設施-設置地點與高度：建築物（群）之機電設施設置時若考慮地區颱風可

能造成積水之位置與高度，亦即關係維生系統是否能正常操作，可增加建物抗災能力。

9. 機電設施-防水處置：建築物（群）內機電設施若有進行防水處置，則可提高阻水能力，防止積水侵入造成當機情形，強化建物抗災能力。
10. 地下室防洪-防水鋪面：施做與否會影響止地下水滲入，增減地下室積水之機率，強化或降低建物抗災能力。
11. 地下室防洪-設置抽水機：建物地下室本身是否設置抽水機，若設置抽水於颱風來臨時可預先抽乾建物筏基內積水，提供淹水時之臨時滯洪功能，可強化建物抗災能力。

#### 4.3 都市颱洪防災安全指標評估流程與指標等級

依據前項研擬之都市颱洪防災安全指標各項評分標準，建立都市颱洪防災安全指標評估方式，供未來評估人員能夠進行評估工作，評估流程如圖 2 所示。

1. 確認評估對象：以最小行政區（鄰里）或單一建築（群）。
2. 進行資料蒐集與現場調查：依據都市防洪防災安全指標調查表透過蒐集地方政府公布或提供之指標外部環境相關圖資與現場調查，進行各項安全指標項目勾選。
3. 進行指標評分計算：透過調查內容應用指標參數評分表進行每參數單項評分小計，需注意下列參數需進行合計以求得單項評分合計，各參數評分乘上各指標權重，求得指數，加總所有指數。
4. 確認指標評估等級：依據前項作業完成之指數可分為外部環境(E)、建物本體(B)及總指數(=E+B)等三部分，等級共分為 5 級（甲至戊），一旦確認總指數分數即求得評估對象之安全指標等級，等級與說明詳見表 3。

### 五、案例分析與結果

本研究以新北市蘆洲區為示範區，案例選定應用水利署 200 年重現期淹水潛勢資料（圖 3）套疊地理資訊系統（google map），選定光華里、中原里及永安里等三區，每區各二棟建築物進行都市颱洪防災安全指標之相關調查，以及指標試算。將前述三區六示範建築（群）調查結果分別進行指標計算，求得各案例建築（群）之指數分數（表 4），相關分析說明如下。

1. 外部環境：
  - (1) 六棟建築（群）相較下，第二區 B2 因為於低淹水潛勢地區且無弱勢人口，故分數最高。第三區 C1 與 C2 主要為處高淹水潛勢地區，故分數較低。
  - (2) 第一區與第二區分數相近，從地理位置來看，二區相距約 250 公尺，顯示二區的外部環境條件相似。
  - (3) 第三區與第二區（或第一區）之外部環境得分差距大，主要因第三區位於高淹水災害潛勢區內，從台北縣（現新北市）200 年重現期淹水潛勢圖可得知。
  - (4) 三分區相較下，第三區因位於高淹水潛勢地區，區域的抗洪災性能普通。
2. 建築本體：
  - (1) 第一區與第二區建物，除 A1 外，其餘三棟建築分數相近，顯示較新式建築之

建物本體耐洪災性能普通。

(2) 第二區與第三區建物，除 C2 外，其餘三棟建築分數相近，顯示較新式建築之建物本體耐洪災性能普通。

(3) 第一區與第三區建物，A1 與 C1 分數相近，屬較新建築；A2 與 C2 分數相近，屬較舊建築；顯示較新式建築之建物本體耐洪災性能優於較舊建築。

(4) 六棟建築（群）相較下，第一區 A2 與第三區 C2 較其他四棟建築而言，舊式建築不論在基地或建築物防洪功能較不佳，例如建築物防洪功能分數皆偏低。

### 3. 綜合外部環境與建物本體（總指標）

(1) 依據表 4 之評分，第一區建築物之防災安全指標等級雖為丙與戊，但外部環境之耐洪災性能皆為良好。故進行不同區位之相同條件建築比較時，發現外部環境之淹水潛勢資料成為影響安全指標之重要因素。

(2) 進行同區位不同建築條件比較，當外部條件都相同時，建築本體會影響安全指標分數高低。

當外部環境無法立即或有效改善時，若改善建物本體時可提昇建物耐洪災能力。以 C1 為例，當改善建物本體之雨水貯留設施、地下室入口設計-設置位置、地下室入口設計-防洪（水）閘門、機電設施-設置地點與高度、機電設施-防水處置、地下室防洪-防水鋪面、地下室防洪-設置抽水機等，建築本體分數可由 0.51 提升為 2.01（表 5），總分由 3.18 提升為 4.68，雖等級仍為戊級，但建物本體之耐洪災性能由不佳提升為普通（表 6）。

## 六、推廣計畫與應用流程

本研究完成都市颶洪防災安全指標估方式，並進行新北市蘆洲示範區不同建築型態建築群之現況調查測試。初步規劃都市颶洪防災安全指標應用策略流程如圖 4 所示，後續應進一步針對都市計畫區內不同開發強度之示範區進行「都市颶洪防災安全指標」現況調查，其推廣計畫如下：

1. 未來應結合公部門相關主管機關以及學者專家、民間專業團體等之專業建議，擬定落實應用於各縣市之都市颶洪防災安全評估推動機制及相關配套措施後，才能逐步落實推動建築物之都市颶洪防災安全評估工作。
2. 為配合未來推動都市颶洪防災安全評估之需要，應進行都市颶洪防災安全指標評估之現地調查教材與宣導手冊等工具之製作。
3. 在實施都市颶洪防災安全評估前，應先推動現地評估調查人員之培訓工作。對於應用指標之範圍大小應先以都會區內既成市街地區之小區域建築群為主，對於現地評估調查人員之教育訓練，可由建研所或民間專業團體建置推廣模式。
4. 都市颶洪防災安全評估指標之推廣應與地方政府配合，由民間專業團體試行評分，並應用於都市更新與防災規劃策略之研擬。

## 七、結論與討論

1. 都市颶洪防災安全指標等級分為外部環境、建物本體及總分三部分，當進行區域



性評估時則運用外部環境之評分方式即可；若進行單一建築（群）評估時，則需進行外部環境、建物本體二部分都需進行評估。

2. 當進行都市計畫通盤檢討時，其土地使用分區計畫、公共設施計畫、交通系統計畫等劃設時，可應用本計畫都市颶風防災安全指標之外部環境評估指標進行試算，藉以瞭解通盤檢討前後之外部環境抗洪災性能。
3. 發現當外部條件無法立即進行改善時或改善幅度有限時（例如都市更新之情況），顯示民間單位可以從建築本體進行改善，以提高自身的防災安全。
4. 在地球暖化情況日漸加劇，極端氣候已然形成的同時，未來不僅是颶風會帶來豪雨，世界各地發生在都市地區之集中豪雨的比例也逐漸升高。因此，結合淹水潛勢概念之區域發展、或是建築物興建，應是未來都市防洪之趨勢，而都市颶風防災安全評估則可提供作為都市防洪規劃之基礎。
5. 未來應再以不同縣市、開發條件、淹水潛勢等條件，選擇多數示範區進行都市颶風防災安全指標之現況調查，以提供進行縣市城鄉差距、開發強度、建築型式等狀況之比較，並進行都市颶風防災安全指標評分參數、權重等之調整，作為未來實際落實應用於各縣市評估之參考。

## 參考文獻

1. 丁育群、楊逸詠、江哲銘、楊詩弘、毛犖、廖慧燕，「建立住宅性能評估制度之研究（四）」，內政部建築研究所，2005。
2. 吳中興、鄧慰先、洪鴻智，「高屏河流域淹水指數之研究(2/2)」，經濟部水利署，2005。
3. 周仲島、蔡長泰、陳永明，「氣候變遷對災害防治衝擊調適與因應策略整合研究--子計畫:台灣地區劇烈降雨與侵台颶風變異趨勢與辨識研究(I)」，行政院國家科學委員會專題研究計畫，2008。
4. 陳瑞鈴、鄧慰先、張倉榮、蕭嘉俊，「都市颶風防災安全指標建置研究」，內政部建築研究所，2009。
5. 張靜貞、盧孟明、陳吉仲、劉錦龍、蕭代基，「颶風災害損失評估與風險分攤及減輕機制之研究」，國科會永續會，2003。
6. 經濟部水利署，「莫拉克颶風暴雨量及洪流量分析」，2009。
7. 鄧慰先、許銘熙、柳文成、傅金城，「基隆河整體治理計畫後續追蹤及成效評估(3/3)」，經濟部水利署水利規劃試驗所，2009。
8. 洪鴻智、陳羚怡，「洪災風險評估與災害風險稅課徵—以台北市為例」，台灣土地研究，10，95-125，2007。
9. 詹士樑、黃書禮、王思樺，「台北地區洪水災害風險分區劃設之研究」，都市與計劃，第30卷，第4期，263-280，2003。
10. 張桂鳳、江哲銘、周伯丞，「永續建築評估工具 GBTool2005 本土適用性之研究 A Study on The Procedure of Customizing by Using a Sustainable Building Assessment Tool\_ Taking GBTool2005 as an Example」，“建築學報 Journal of Architecture”，

No.60:177-196. (TSSCI) (NSC 95 NSC94-2218-E-006-045-、NSC 95-2218-E-006-022), 2007。

11. 童慶斌、林嘉佑,「氣候變遷的挑戰與因應」,科學發展,424,28-33,2008。
12. 盧孟明、陳佳正、林昀靜,「1951-2005年台灣極端降雨事件發生頻率之變化」,大氣科學,35,87-104,2007。
13. 劉奇蒼,「綠色交通應用於綠建築指標之研究」,自然資源保育暨應用學術研討會,2008。
14. 林憲德,「綠建築解說與評估手冊2009年更新版」,內政部建築研究所,2009。
15. 臺北縣蘆洲市公所,「臺北縣蘆洲市統計要覽」,第13期,2009。
16. 吳明助,「推動綠建築證書與標章提升策略之探討」,國立中央大學土木工程研究所碩士論文,2008。
17. 財團法人台灣建築中心,「綠建築標章」,http://www.cabc.org.tw/gb/。
18. T. J. Chang, M. H. Hsu, W. S. Teng, and C. J. Huang, 2000.10, A GIS-Assisted Distribution Watershed Model for Simulation Flood and Inundation, Journal of the American Water Resources Association, Vol. 36, No. 5, 975-988, SCI.
19. S. H. Chen, W. H. Teng, and M. H. Hsu, 2000.9, A Grid-Refined Flood Inundation Model, International Symposium on Flood Defence, Kassel, Germany.
20. T. J. Chang, M. H. Hsu, and S. H. Chen, 2000.9, Urban Stormwater Modeling for Drainage Basin with Sewer System, International Symposium on Flood Defence, Kassel, Germany.
21. M. H. Hsu, T. J. Chang, and M. H. Li, 2000.2, Inundation Potential Maps using a GIS-Assisted Distributed Watershed Model, Taiwan-Canada Symposium on Natural Hazard Mitigation, Ottawa, Canada.
22. Barnes, S. L., 1973: Mesoscale objective map analysis using weighted time series observation. NOAA Tech. Memo. ERL NSSL-62, 60pp.
23. Wu, C.-C. and Y.-H. Kuo, 1999: Typhoons affecting Taiwan: Current understanding and future challenges. Bulletin of the American Meteorological Society, 80, 67-80.
24. GBC Green Building Tool 2005, International Initiative for a Sustainable Built Environment, iiSBE, 2005。
25. 日本(財)建築環境省エネルギー機構, Institute for Building Environment and Energy Conservation (IBEC), 「CASBEE, 建築物の総合的環境性能評価システム」, 2004。
26. 日本中央防災會議「大規模水害調査報告」, 2010。
27. 日本國土交通省, http://www.mlit.go.jp/
28. http://www.environment-agency.gov.uk/?lang=\_e
29. http://www.mlit.go.jp
30. http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/index.html
31. http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/torikumi/hinkaku/070628pamphlet-advantage.pdf



表 1 各層級評估指標之權重分配表-整體評估

評估指標 (層級一)	評估指標 (層級二)	評估指標 (層級三)	評估指標 (層級四)	絕對權重	
外部環境 (54.46%)	自然條件(淹水潛勢資料)(51.13%)	各頻率年之淹水深度(55.21%)		14.83%	
		淹水延時(44.79%)		12.47%	
	區域利用條件 (48.87%)	公共設施(39.12%)	水利設施(67.74%)		8.04%
			道路系統(22.07%)		2.29%
			維生管線(10.19%)		1.03%
		土地利用強度(43.83%)	土地使用類別(63.73%)		7.43%
			土地開發比率(36.27%)		4.24%
		社經資料(17.05%)	人口(70.04%)		3.16%
	產業(29.96%)	1.37%			
	建物本體 (45.54%)	基地 (55.85%)	綠地面積比率(31.75%)		8.10%
透水鋪面(29.21%)			6.01%		
貯留滲透設計(18.86%)			4.81%		
生態溼地(9.64%)			2.70%		
雨水貯留設施(12.54%)			3.24%		
建築物防洪功能 (44.15%)		地下室入口設計(33.05%)	設置位置(54.13%)		3.60%
			防洪(水)閘門(45.87%)		3.04%
		機電設施(41.23%)	設置地點與高度(58.86%)		4.87%
			防水處置(41.14%)		3.40%
		地下室防洪(25.72%)	防水鋪面(33.05%)		1.72%
			設置抽水機(66.99%)		3.66%

註：括號 ( ) 中之數字表該參數於該層級之相對權重。

表 2 都市颶風防災安全指標評分表 (摘錄部分)

評估指標層級					等 級	內 容	分 數	單項評分		權 重 (B)	指 數 (C=A*B)
層級一	層級二	層級三	層級四	細項				小 計	合 計 (A)		
外部 環境 (E)	自然條 件(淹水 潛勢資 料)	各頻 率 年 淹 水 深 度			一	200年重現期未淹水	10			14.8 3%	
					二	200年-100年重現期，且淹水深度0.5m以上	8				
					三	100年-50年重現期，且淹水深度0.5m以上	6				
					四	50年-25年重現期，且淹水深度0.5m以上	4				
					五	25年重現期，且淹水深度0.5m以上	2				
		淹水延 時(t)			一	t=0	10			12.4 7%	
					二	0小時<t<6小時	8				
		三			6小時<t<12小時	6					
		四			12小時<t<18小時	4					
		五			18小時<t<24小時	2					
	六	t>24小時	0								

表 3 都市颶風防災安全指標等級

類別	內 容					
總指數	分數	8分以上	7~8分	6~7分	5~6分	5分以下
	等級	甲	乙	丙	丁	戊
外部環 境(E)	分數	$E \geq 4$	$4 > E \geq 3$	$3 > E \geq 2$	$E < 2$	
	說明	外部環境抗洪災性能優良	外部環境抗洪災性能良好	外部環境抗洪災性能普通	外部環境抗洪災性能不佳	

表 3 都市颶洪防災安全指標等級 (續)

類別	內容				
建物本體(B)	分數	$B \geq 4$	$4 > B \geq 3$	$3 > B \geq 2$	$B < 2$
	說明	建物本體耐洪災性能優良	建物本體耐洪災性能良好	建物本體耐洪災性能普通	建物本體耐洪災性能不佳

表 4 新北市蘆洲區三區六示範案例之颶洪防災安全指標試算得分彙整表

評估指標層級				示範案例					
層級一	層級二	層級三	層級四	第一區		第二區		第三區	
				A1 帝國 xx	A2 帝國 XX 旁舊公寓群	B1 情定 XX	B2 長樂 XX	C1 永安 XX	C2 永安 XX 旁舊式公寓群
外部環境	自然條件(淹水潛勢資料)	各頻率年淹水深度		1.18	1.18	1.18	1.18	0.29	0.29
		淹水延時		0.99	0.99	0.99	0.99	0.74	0.74
	區域利用條件	公共設施	水利設施	0.8	0.8	0.8	0.8	0.64	0.64
			道路系統	0.13	0.13	0.13	0.13	0.18	0.18
			維生管線	0.05	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07
		土地利用強度	土地使用類別	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
			土地開發比率	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		社經資料	人口	0.15	0.15	0.15	0.31	0.15	0.15
	產業	0.13	0.08	0.13	0.13	0.13	0.08		
	小計				3.95	3.9	3.97	4.13	2.72
建物本體	基地	綠地面積比率		0.64	0.16	0.48	0.16	0.48	0.16
		透水鋪面		0.24	0.12	0.24	0.12	0.24	0.12
		貯留滲透設計		0.19	0	0.19	0.09	0.09	0
		生態溼地		0	0	0	0	0	0
		雨水貯留設施		0.06	0	0.32	0.19	0.19	0
	建築物防洪功能	地下室入口設計	設置位置	0.21	0	0.21	0.21	0.21	0.07
			防洪(水)閘門	0.12	0	0.12	0.12	0.12	0
		機電設施	設置地點與高度	0.09	0.09	0.38	0.38	0.29	0.09
			防水處置	0.34	0	0.34	0.34	0.34	0
		地下室防洪	防水鋪面	0.17	0	0.17	0.17	0.17	0
設置抽水機	0.29	0.07	0.29	0.36	0.14	0.07			
小計				2.35	0.44	2.74	2.14	2.27	0.51
總計				6.3	4.34	6.71	6.27	4.99	3.18
指標等級				丙	戊	丙	丙	戊	戊

表 5 示範案例之颶洪防災安全指標外部環境(自然條件)與建物本體(建築物防洪功能)試算得分

評估指標層級				示範案例					
層級一	層級二	層級三	層級四	第一區		第二區		第三區	
				A1 帝國 XX	A2 帝國 XX 旁舊公寓群	B1 情定 XX	B2 長樂 XX	C1 永安 XX	C2 永安 XX 旁舊式公寓群
外部環境	自然條件(淹水潛勢資料)	各頻率年淹水深度		1.18	1.18	1.18	1.18	0.29	0.29
		淹水延時		0.99	0.99	0.99	0.99	0.74	0.74
建物本體	建築物防洪功能	地下室入口設計	設置位置	0.21	0	0.21	0.21	0.21	0.07
			防洪(水)閘門	0.12	0	0.12	0.12	0.12	0
		機電設施	設置地點與高度	0.09	0.09	0.38	0.38	0.29	0.09
			防水處置	0.34	0	0.34	0.34	0.34	0
		地下室防洪	防水鋪面	0.17	0	0.17	0.17	0.17	0
			設置抽水機	0.29	0.07	0.29	0.36	0.14	0.07

表 6 外部環境不變,改善建築物本體之評分與等級-以 C2 為例

指標(層級一)	現況	改善後
分數	外部環境	2.67
	建築物本體	0.51
	總計	3.18
等級	總指數	戊(5分以下)
	建築物本體	耐洪災性能不佳(B < 2) / 耐洪災性能普通(3 > B ≥ 2)