

彰化縣鹿港福興地區都市防災空間系統規劃示範計畫

Urban Spatial Planning for Hazard Prevention: The Case of Lukang-Fushin, Chunghwa County

李玉生 黃智彥 楊龍士

Li, yu-sheng Huang, chih-yen Yang, long-shi

摘要

本研究計畫的目的是協助鹿港鎮與福興鄉範圍內之實質空間，對因應地震災害時，規劃完善的都市防災空間系統規劃，亦即如何將整體救援及避難相關場所與防災通道訂於防災空間系統中，並藉由防災規劃系統的建立，提出具體的課題與對策，給予都市計畫提供建議。採用現況調查、專家座談、文獻分析與 GIS 分析技術等研究方法，鎖定地震災害為主，參考內政部建築研究所新增訂之「都市計畫防災手冊」內容，以鹿港福興地區鄰里避難生活圈概念為基礎，依各地不同的都市發展特性分別研擬適宜的都市防災規劃構想，並進行防災路徑規劃、防救災據點與中長期收容場所的指定等實質防災空間系統建置作業，另外採用台灣地震損失評估系統(TELES)，進行地震災害假設條件與模擬分析，進而提出都市防災空間系統執行課題，並針對防災空間系統與現行都市發展、都市計畫現況之差異作出結論與建議。

關鍵詞：TELES、都市防災、避難生活圈、防災據點

Abstract

The research aims to establish database system of disaster prevention and rescue sites, and urban disaster prevention planning of Lukang& Fusing City, which includes prevention, preparation, emergent response, rehabilitation, and revitalization, should be integrated into the systems of urban spatial planning. And propose the standard and strategy of the space planning of disaster prevention and rescue sites.

This research has focused on earthquake by using methodologies including site investigation, expert seminar, literature review, and GIS analysis techniques in order to clarify and analyze characteristics and resources in the planning area. Moreover, based on “Urban Planning Disaster-Prevention Handbook” published by the Architecture & Building Research Institute, Ministry of Interior, the idea for urban disaster-prevention planning, disaster-prevention routes, disaster-prevention zone, as well as assignation for middle and long-term refuge in separate area are proposed. Also, TELES was used to simulate various extent of earthquake disasters in order to figure out the executive issues of urban disaster-prevention spatial system. Finally, by comparing disaster-prevention spatial system with existing urban development context, some conclusions and suggestions would be offered.

Keywords : TELES、Urban disaster-prevention、Disaster-prevention Living Circle、Disaster-prevention zone

壹、研究目的

本研究計畫的目的是協助鹿港鎮與福興鄉範圍內之實質空間，對因應地震災害時，規劃完善的都市防災空間系統規劃，亦即如何將整體救援及避難相關場所與防災通道訂於防災空間系統中，並藉由防災規劃系統的建立，提出具體的課題與對策，給予都市計畫提供建議。採用現況調查、專家座談、文獻分析與 GIS 分析技術等研究方法，鎖定地震災害為主，針對鹿港福興地區規劃範圍內各區域之都市發展特性與實質空間現有資源現況進行檢討，並參考內政部建築研究所新增訂之「都市計畫防災手冊」內容，以鹿港福興地區鄰里避難生活圈概念為基礎，依各地不同的都市發展特性分別研擬適宜的都市防災規劃構想，並進行防災路徑規劃、防救災據點與中長期收容場所的指定等實質防災空間系統建置作業，另外採用台灣地震損失評估系統(TELES)，進行地震災害假設條件與模擬分析，進而提出都市防災空間系統執行課題，並針對防災空間系統與現行都市發展、都市計畫現況之差異作出結論與建議。

貳、研究內容與方法

為落實本研究計畫的可實施性，本研究以內政部建築研究所「都市計畫防災規劃手冊彙編」之作業程序、內容為規劃範本，針對既有研究成果進行評析與歸納整合，及參酌其他相關研究之成果為參考。

本研究的主要內容如下：

- 一、鹿港福興地區防災資源分析檢討：包含自然及社會經濟現況、文化資產調查、建物耐震調查及研擬災害、火災潛勢分析。
- 二、進行地震災損與危險度評估模擬：應用 TELES 系統，進行規劃區之災損模擬與評估，內容包含：人員傷亡估計、地震直接經濟損失估計、各級建物損害機率估計、與庇護所需求估計等。
- 三、研擬鹿港福興地區災害救助防災空間系統劃設：包含生活圈及六大系統劃設，研擬防災空間系統計畫及繪製相關之空間系統圖。
- 四、防災避難系統評估：包含指定之防災據點及交通動線評估及檢討。
- 五、研擬地區防災空間計畫、中長期建設計畫：根據防災空間系統計畫內容，擬定各種整備與配套之策略計畫。

參、文獻回顧

一、都市防災系統規劃

本研究依據內政部建築研究所都市計畫防災規劃手冊(2000)彙編，將都市防災空間系統分為三種次系統，分別為防災避難圈之劃設、防救災動線系統及防災據點指定。

二、國內古蹟保存與再利用防火執行概況

(一) 文資法的界定

(二) 重大災害古蹟應變處理辦法(民國90年10月3日公佈)

(三) 綜合國內古蹟問卷調查與現場勘察結果 可得到我國古蹟防火問題之重點如下 (蕭江碧, 2001):

1. 台灣古蹟建築多元文化特性, 各古蹟建築主要材料皆不同, 在防火管理上面臨不同之條件。
2. 古蹟為閩南式寺廟用途者, 防火管理較困難且又特別重要。
3. 古蹟再利用後出現餐飲用途者、展覽式用途者增多, 防火管理較困難且重要。
4. 古蹟由於材料種類不同, 施工時的火源、易燃物也不同, 施工時的防火管理須有不同之考量。
5. 目前國內各古蹟防火管理上, 並未有一套有共識之共同基準, 各地方消防單位常將古蹟建築視為一般建築要求採用現代防火措施。加上古蹟管理者之防火專業知識不足, 防火經驗欠缺相互交流機制, 防火訓練未普遍, 古蹟面臨防災上壓力。

古蹟保存與再利用修護計畫中, 目前並未將防火計畫納入, 因此有關工程防火計畫或營運管理防火計畫兩者都欠缺, 無法讓古蹟的防火透過詳細的計畫來建構與執行, 無形中加重了古蹟保存與再利用後火災威脅的強度, 以及未來發展的不確定性。

肆、鹿港福興地區都市發展現況

鹿港福興都市計畫區橫跨鹿港、福興兩鄉鎮, 位於彰化縣西部沿海 (距海岸約二公里), 東鄰秀水鄉及和美鎮、北接線西鄉, 東北距彰化市 16 公里, 其範圍包括鹿港鎮 17 個里及福興鄉 4 個村, 面積合計 445.86 公頃, 都市計畫區內實際居住人口為 45,718 人。

一、都市計畫土地使用面積

目前鹿港福興都市計畫區之都市發展用地佔所有計畫面積之 87.7%, 在土地使用分區中, 住宅區面積為 182.08 公頃, 佔所有都市發展用地之 46.55% 的比率最大; 其次為乙種工業區面積為 37.5885 公頃, 佔 9.61%; 計畫區內劃設四種保存區, 面積為 10.2 公頃, 佔 2.61%。在公共設施用地中, 道路用地面積共計 66.23 公頃, 佔 16.93%, 其次為學校用地劃設九處, 面積共計 28.46 公頃, 佔 7.28%。

二、鹿港福興都市計畫區建物使用現況

本研究之實證區域以鹿港鎮都市計畫區內之建築物為研究之實證對象, 共有 5,365 棟建築物。建築物型態以連棟式建築物所佔的比率最高, 為 37%。建築物結構則以 RC 或鋼骨結構為最多, 佔 33%, 其次為磚造建築, 佔 30%, 磚造與木造建築主要集中於古蹟保存區內。

伍、地震災害損失分析

一、地震災害假設條件與內容

本研究之地震危害事件以彰化斷層為境況模擬地震事件, 依據 DSHA 分析, 震央

四、一般建物受損棟數

利用 TELES 系統模擬地震災害，估計模擬評估區建物結構發生至少中度損害棟數的分布情形，呈現彰化斷層地震災害事件下，建物結構受損數量最多的地區為頂番里，約有 173.1 棟至少遭受中度毀損，佔總倒塌數量約 4.5%，其餘建物結構損害數量較多的有溝乾里、廖厝里、海埔里等，這些建物結構遭受損數量較高的村里主要位於境況模擬的東北方，以建物結構觀察則以磚石結構損害數量最多，約有 2369.4 棟，輕鋼結構次之有 248.2 棟，而鋼筋混凝土受損數量最少（32.3 棟）。

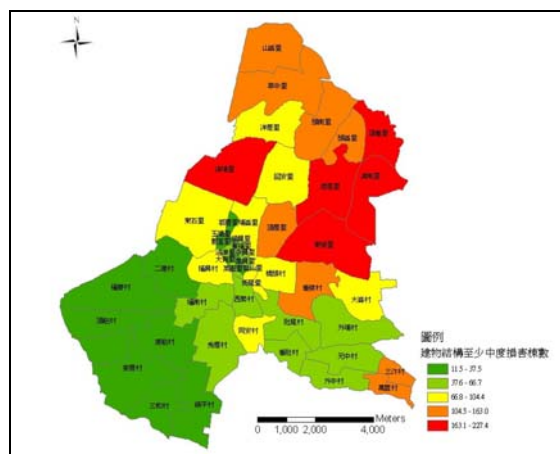


圖 3 鹿港鎮福興鄉全區建物結構至少中度損害數量示意圖

資料來源：本研究繪製

五、分析結果比較

本研究除使用 TELES 系統做彰化段層地震災害損失分析外，並針對都市計畫區內做建物基本資料調查，用此調查結果與 TELES 分析結果套疊比較，可更完整呈現建物損害分布情形，使之更加突顯建物受損之空間分佈與可能受到地震危害之潛勢建物。

表 1TELES 模擬結果與建物結構調查數量比較 單位：棟

	木造結構	輕鋼構造	磚石結構	加強磚造結構	鋼筋混凝土結構	總和
模擬損害數量(調查範圍村里)	26.1	16	348.9	16.8	14.1	421.9
調查範圍數量	146	171	1744	1907	1397	5365
百分比(%)	17.84	9.32	20.14	0.88	1.04	7.86

上表為 TELES 模擬結果與建物結構調查數量比較表，可觀察到加強磚造數量為最多之建物數量，但模擬損害數量則為最少，因為 TELES 模擬單位為村里，而調查範圍卻未涵蓋全部，而造成數量多但損害少現象發生。鋼筋混凝土構造多分佈在舊市區周圍，如埔崙里、泰興里、洛津里、大有里，其中以大有里損害數量最多，以鋼筋混凝土為主結構之建物分佈，可發現多為集中於一起，屬集合住宅，並延主要道路兩旁，有擴張都市區範圍之現象發生。鐵皮屋分佈，其構造主要為輕鋼，建物使用多為工廠，多分布於市區外圍，受地震災害損壞數量較低。

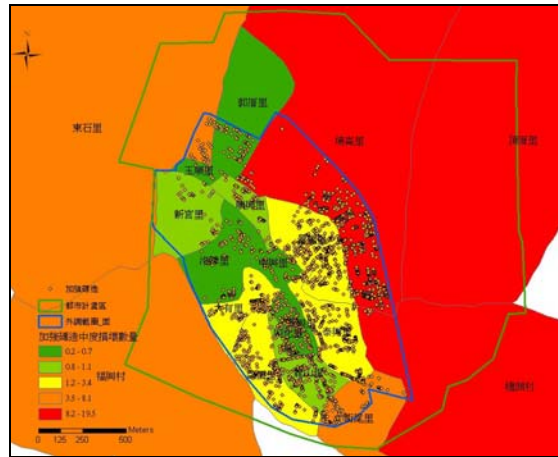


圖 4 加強磚造結構分佈與 TELES 分析結果套疊示意圖

資料來源：本研究繪製

陸、鹿港福興地區都市防災空間系統規劃

一、防救災道路空間系統規劃與檢討

防救災道路系統的劃設原則，除考量都市計畫現有道路系統、現況調查及實質空間條件外，強調鹿港福興地區整體道路系統，並分別賦予不同的防救災機能，以下即分三級之防救災道路系統的空間規劃系統說明之。

(一) 緊急道路（路寬 $\geq 20\text{m}$ ）

緊急道路為第一層級道路系統，當發生地震災害時，為迅速進行救災與執行相關之緊急應變措施，需具有可通達全鎮、鄉主要防救災指揮中心、醫療救護中心及外部支援大型集散中心之主要幹道，以支援大量疏散、救災與支援之交通流量，以達迅速救災與應變之目的。這些主要幹道，在災害發生時需優先與保持通暢，且需規劃搭配輔助之替代道路。目前鹿港福興地區20公尺以上，可做為指定緊急道路包括：中正路、鹿和路一段、彰鹿路七段及建國路。

(二) 輸送、救援道路（ $20\text{m} > \text{路寬} \geq 15\text{m}$ ）

第二層級的救災與避難道路，除做為緊急道路系統的輔助系統外，主供各種救災、救助、救急、輸送之用，使救災人員能迅速到達災害發生地，以進行救災與相關之緊急應變處理，另亦可作為消防及聯繫緊急道路及避難據點之物資運送的輔助性道路系統。目前鹿港福興地區15公尺以上之指定輸送、救援道路系統，共包含：鹿草路、民權路、光復路、中山路及復興路。

(三) 避難道路（ $15\text{m} > \text{路寬} \geq 8\text{m}$ ）

第三級提供人員前往臨時避難所、家戶避難、消防搶救與傷患運送的輔助性道路。避難道路，分佈在各避難生活圈中，主要的功能為提供災民在第一時間可疏散至開放空間(公園、兒童遊樂場、停車場及學校)。目前研究範圍內 8 公尺以上之指定避難道路，共包含：永康路、鹿東路、鹿興路、長安路、三民路、菜園路、文開路、大明路、民族路、公園路三段、忠孝路及復國街。

二、防災避難圈

本研究劃設防災避難圈擬以學校為中心，半徑 500m 服務範圍並搭配主要路網規劃，將配合里界與人口數(圈域內人口數維持 25,000~40,000 人)進行調整。為確保地區災害發生第一時間自救能力，並促使居民瞭解鄰近之避難場所、逃生動線，因此本研究不拘目前里界範圍，再依據學校據點服務範圍之合理性建成區分佈情況，劃設出六處地區防災避難生活圈，幾乎涵蓋都市計畫區下部分地區，此區亦是人口密度最高之區域。

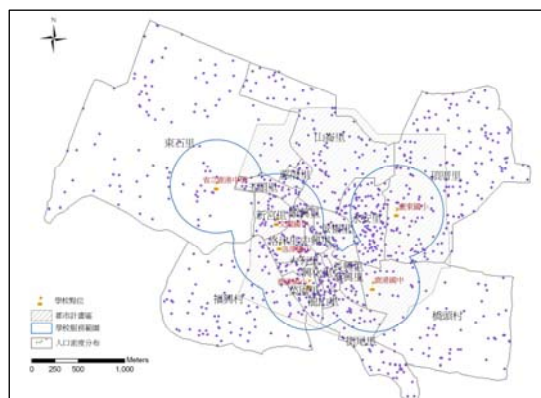


圖 5 研究範圍學校服務半徑與人口密度分布套疊分析圖
資料來源：本研究繪製

三、防救據點空間之劃設

本研究探討中長期收容場所劃設，主要仍以室內、外可供中長期避難收容處所為考慮對象。由於估計可收容人數亦有高估且偏離實際之容量，因此，為補其不足，擬以增加國、高中用地作為中長期避難或庇護場所。為確保資源有效利用，據點之間聯繫的完備性，以及居民對特定空間的辨識力，另外亦靠四項原則作為中長期收容場所之據點選擇：

- (一) 面積是否超過 1 公頃之開放空間？
- (二) 周邊道路是否鄰近防災主要或次要道路？
- (三) 在各據點服務半徑所涵蓋的空間範圍是否均勻？
- (四) 各據點是否位在潛勢災害分佈地區？

依據上述原則，本研究從規劃範圍中挑選出的中長期收容場所，如下表所示：

表 2 鹿港福興都市計畫區可供避難據點空間統計 單位：公頃

避難階段		公共設施面積	計畫面積	開闢面積
短期避難	公園		14.53	4.36
	廣場		0.06	0
	停車場		1.91	1.75
	政府機關		3.71	3.12
	學校 (文中、文小)		28.46	15.11
	活動中心		-	-
小計			48.67	24.34
中長期	學校 (文高、文中、文小)		28.46	15.11
	活動中心		-	-
小計			28.46	15.11

本研究的地震災害模擬事件中，可能位於地震高潛勢危險地區的學校用地，如鹿東國小、鹿港國中等地，仍需考慮所面臨的預期地震災害。因此這些中長期的避難收容場所，另需擬定配套的物資支援、疏散與避難、民生用水、生活醫療、交通管理與資訊聯絡等配套計畫。

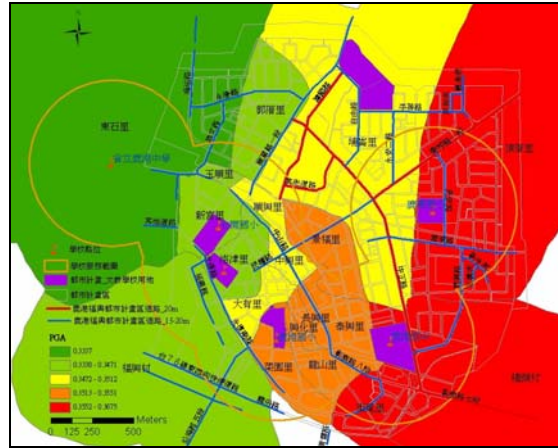


圖 6 中長期收容場所與 TELES 模擬結果套疊套疊示意圖

資料來源：本研究繪製

柒、結論

本研究乃應用TELES系統，做為鹿港福興地區地震災害潛勢與災害風險分析評估工具。主要目的在於整合都市防災空間規劃手冊的程序，及建立TELES 系統應用於都市防災空間系統規劃的程序、方法與內容。希望從防災空間系統規劃應用TELES的過程，提出地震風險分析與防災空間系統示範區規劃整合的操作程序與隱含的課題。

本研究防災規劃的重心，針對供給面的空間資源配置規劃，與防救災需求、規劃區災害潛勢、災感度與風險分佈的特性，研擬適於地方災害風險特性的防災空間計畫。以下即針對主要的計畫成果與相關建議說明之。

一、擬定防災空間規劃之內容與程序

本研究利用國家地震工程研究中心所開發之台灣地震損失評估系統（Taiwan Earthquake Loss Estimation System，簡稱TELES）部分功能，對鹿港福興都市計畫區模擬地震所可能造成之災害，包括地震潛勢分析，日夜間人員的傷亡估計及建築物全半倒估計等，並根據評估之結果，做為防災需求估計與防災空間規劃之因應對策。亦期望能提供地方政府應用此地震風險分析成果進行防災空間系統規劃，可行之操作程序、內容、應用的方式，需配合的事項、需要的資料庫與可能面臨的課題。

二、防救災設施與資源現況檢討

本研究乃透過實地調查之方式，將規劃區防救災相關設施之現況，進行現況調查與檢討，以做為後續防救災空間系統規劃的基礎。計劃過程分為：(1)都市防災避難系統，(2)都市防災道路系統現況，(3)防災醫療系統，(4)防災物資系統，(5)消防系統，(6)警察

系統等六個部份，進行現況與檢討。

現況調查與簡易評估的成果，發現規劃區之防救災與公共設施的使用開發率僅部分達高度發展，就公共設施而言，公園用地開闢率28%，鄰里公園兼兒童遊樂場用地開闢率34%，尚未開闢之公兒用地尚不適合作為臨時收容所之使用，而學校用地僅開闢率53%，其中有四所學校尚未開闢。其中許多可作為避難與庇護所之公共空間，多已高度使用，未來可應用於防減災計畫支援的彈性將降低。從現況評估的成果，唯有寺廟後續應進一步針對建物安全性做探討，故尚不適宜作為收容所之使用，其餘多數防救災設施與資源，保存與維護的狀況尚稱良好。針對各設施之交通可及性，可能因為道路寬度過窄，再加上地震發生後可能的阻斷現象，而可能造成避難、救援的困難。

三、TELES 地震災害模擬分析

依據所選定的彰化斷層地震事件進行境況模擬，最後的模擬結果可說明如下：

(一) 危險度分析

由 TELES 輸出鹿港鎮與福興鄉各村里的地表振動分布情形，以震度參數 PGA 值來表示鹿港鎮、福興鄉村里空間分布情形呈現 PGA 值較大的主要分布在福興鄉東南方，呈現出由東南向西北遞減的情況。

(二) 地震災害人員傷亡估計

TELES 模擬鹿港福興都市計畫區，於彰化斷層事件中，預期可能引致之人員傷亡數，日間時段與通勤或假日時段最為嚴重，夜間次之。分析模擬結果發現全區傷亡人數仍不足 1，造成人員傷亡程度微小，但仍不可輕忽地震所可能帶來的二次災害。

(三) 一般建物損害估計

1. 一般住宅建築受損面積

預期住宅用途建物結構發生至少嚴重損害程度，以頂厝裡最高，損失面積高達 1913 平方公尺，其餘至少嚴重損害的有埔崙里、街尾里。鹿港福興都市計畫區內之住宅建物結構損害中，以加強磚造結構為最多損害面積之結構類型，佔該區總樓地板面積 4.38%，磚造結構次之。

2. 一般建物受損棟數

建物結構受損數量最多的地區為頂番里，約有 173.1(4.5%)棟至少遭受中度毀損，其餘建物結構損害數量較多的有溝乾里、廖厝里、海埔里等。這些建物結構遭受損數量較高的村里以磚石結構損害數量最多，約有 2369.4 棟，輕鋼結構次之有 248.2 棟；鹿港福興都市計畫區中各村里的建物損害數量，以頂厝里損害數量最多（約 107 棟），以建物結構種類區分，磚造建築為最多損害數量（約 648 棟）。

3. TELES 模擬結果與建物基本資料調查比較

TELES 模擬結果與建物結構調查數量比較，可得知在調查範圍內以加強磚造為最多數量（約 1907 棟），木造最少（約 146 棟），而模擬損害數量最多的則為磚造結構（20.14%）。

四、防災空間系統規劃

應用 TELES 系統的估計成果，進行鹿港福興地區之防救災資源需求估計，並檢視該區之地震防災空間系統的規劃現況，提出防災空間系統規劃之建議。其目標之擬定劃分成短、中、長期三個階段。依據學校據點服務範圍之合理性建成區分佈情況，劃設出六處地區防災避難生活圈。規劃內容包含：防救災資源需求估計、防救災空間系統規劃、探討隱含的問題及提出可行的防救災計畫配套措施。

捌、參考文獻

一、中文部份

1. 日本東京都世田谷區防災會議，世田谷區地域防災計畫，東京都，日本，2000 年。
2. 台北大學洪鴻智副教授，陳建忠組長，桃園縣石門地區都市防災空間系統規劃示範計畫，台北市：內政部 建築研究所，2005 年。
3. 行政院經濟建設委員會都市及住宅發展處，「都市災害型態及其應變措施之研究-中日兩國防災法規、組織體系、及應變措施」，1989 年。
4. 行政院經濟建設委員會都市及住宅發展處，「日本都市化地區災害型態及應變措施之研究」，1990 年。
5. 李威儀、錢學陶、李咸亨，「台北市都市計畫防災系統之規劃」，台北市政府都市發展局，1997 年。
6. 李威儀、錢學陶，「從都市防災系統中實質空間防災功能檢討一(二)學校、公園及大型公共設施等防救災據點」，內政部建築研究所，1999 年。
7. 李威儀、丁育群，「都市防災及災後應變研究計畫，子計畫一：都市防災規劃手冊研修及辦理中日交流研討會」，內政部建築研究所委託，2003。
8. 何明錦、黃定國，「都市計畫防災規劃作業之研究」，內政部建築研究所，1997 年。
9. 何明錦、李威儀，從都市防災系統檢討實質空間之防災功能（一）—防救災交通動線及防救據點，內政部建築研究所，1998 年。
10. 何明錦、李威儀，都市計畫防災規劃手冊彙編，內政部建築研究所，2000 年。
11. 何明錦、李威儀、楊龍士，台中市都市防災空間系統規劃，台北市：內政部建築研究所，2002 年。
12. 何明錦、張益三，台北縣中和市都市防災空間系統規劃示範計畫台北市：內政部建築研究所，2003 年。
13. 何明錦、張益三，台南市都市防災空間系統規劃示範計畫，台北市：內政部建築研究所，2004 年。
14. 何明錦、張益三，岡山鎮都市防災空間系統規劃示範計畫，台北市：內政部建築研究所，2005 年。
15. 何明錦、李泳龍、陳建忠，永康市都市防災空間系統規劃示範計畫，台北市：內政部建築研究所，2005 年。

16. 阪神·淡路大震災調査報告編集委員會(土木學會、地盤工學會、日本機械學會、日本建築學會、日本地震學會)，阪神·淡路大震災調査報告(Report on the Hanshin-Awaji Earthquake Disaster)之復興計畫(Restoration Plan)，日本國土廳防災局編，防災基本計畫，平成7年7月。
17. 洪鴻智、詹士梁，都市地區有效避難路線與救災路徑評估方法之研究(III)：與 HAZ-Taiwan 整合運用，內政部建築研究所，2001。
18. 葉大沛，1997，鹿港發展史。
19. 陳建忠、彭光輝，大里市都市防災空間系統規劃，內政部建築研究所，2002年。
20. 陳建忠、黃健二，鳳山市都市防災空間系統規劃示範計畫，台北市：內政部建築研究所，2004年。
21. 陳建忠、宋立堯，新莊市都市防災空間系統規劃示範計畫，台北市：內政部建築研究所，2005年。
22. 黃健二、謝慶達，苗栗縣苗栗市都市防災空間系統示範計畫，台北市：內政部建築研究所，2003年。
23. 張益三、杜建宏，都市災害防救體系及管理機制之探討，第二屆全國災害危機處理學術研討會，第54頁，2002年。
24. 張益三，建立都市防災規劃中基礎避難圈域之服務規模推估模式，第七屆，2003年，國土規劃論壇學術研討會論文集，國立成功大學都市計劃學系。
25. 蔡柏全，都市災害防救管理體系及避難圈域適宜規模之探究-以嘉義市為例，台南市：國立成功大學都市計劃研究所，碩士論文，2002年06月。
26. 蕭江碧，古蹟保存與再利用防火課題之基礎調查研究，內政部建築研究所，2001年。
27. 蕭江碧、黃定國，都市與建築防災整體研究架構之規劃，內政部建築研究所，1995年。
28. 蕭江碧、張益三，「都市計畫防災規劃標準及管理體系之建構—以嘉義市為例研究」，內政部建築研究所，2000年。
29. 《災害防救法規彙編》，2004，行政院災害防救委員會。
30. 都市及區域發展統計彙編，2006年。

二、英文部分

1. Sherie Winston; Federal Agencies Copy FEMA's Disaster Prevention Plan ENR, New York: June 7, 1999.
2. Chen Yong, Chen Q.F., Decision Support Tool for Disaster Management in the Case of Strong Earthquakes Beijing, China, 2001.
3. Wang P., Liu X., Sanchez E., Set-valued statistics and its application to earthquake engineering, (Fuzzy Set and Systems 18, 1996), p347~p356.
4. Song B., Hao S., Murakami S. and Sadohara, Comprehensive evaluation method on

- earthquake damage using fuzzy theory, (Journal of Urban Planning and Development,1996), p1~p17.
5. Olshansky R., Land use planning for seismic safety – the Los Angeles county experience,;1971-1994,(Journal of the American Planning Association,2001), p173~p185.
 6. Cutter S. L., GI Science, disasters, and emergency management, (Transactions in GIS,2003), p430~p445.