

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程

碩士論文

防災生活圈規劃之研究-以竹東鎮為例

Planning and Establishing Urban Precaution
Living Perimeters - A Case Study in chudung Town

研究生： 曾 一 嵐
指導教授： 陳 春 盛 教授
 陳 建 忠 教授

中華民國 九十六 年 一 月

防災生活圈規劃之研究-以竹東鎮為例

Planning and Establishing Urban Precaution Living
Perimeters - A Case Study in chudung Town

研究生：曾一嵐 Student：Yi-Lan Tzeng
指導教授：陳春盛 Advisor：Chun-Sung Chen
 陳建忠 Advisor：Chien-Jung Chen

國立交通大學

工學院產業安全與防災學程



A Thesis
Submitted to Degree Program of Industrial Safety and Risk
Management
College of Engineering
National Chiao Tung University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master of Science
in
Industrial Safety and Risk Management
January 2007
Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十六年一月

摘要

由於自然環境使然，台灣經常發生地震、颱風等天然災害，加上台灣高人口密度的都市特性，更容易造成高損害之災害事件，其中地震帶給台灣的威脅最大，九二一大震的發生，造成台灣前所未有的大災難，也強烈的凸顯了台灣都市計畫中防災規劃的缺乏，也暴露出平時防災避難工作規劃不足，不但緊急避難時據點及路線未指定及告知，造成多數居民避難時無所依循，加上消防救災、警察、醫療救護及物資運送等防災功能未能妥善整合，且指揮機制不全，造成救災資源浪費，嚴重影響震災救援時效。

政府及居民在日常若已有防災生活圈之規劃與觀念，當災難發生時則可迅速應變，並避免二次災難發生及蔓延，但鑑於目前防災生活圈規劃之研究成果，多偏重在觀念建立、體系層級及服務圈域、規模探討等，仍未實際運用相關地震風險評估工具，針對相關研究或規劃案例。故本研究經由對國內外相關防災生活圈研究之理論架構及成果，研擬出一套適合本土國情之都市防災生活圈規劃流程及相關防救災資源推估方法，研究亦實際運用台灣地震災害損失評估系統（TELES）輸出之相關災損量化數據，針對竹東鎮都市防災空間中需求面及供給面提出檢討，提出實際規劃成果，以建構一個安全、自足之防災生活圈，使都市防災空間規劃能達到防災生活化目的，達到防救災資源均衡分配。

依據本研究實際規劃成果，得知竹東鎮都市計畫內容仍缺乏防災生活圈觀念，防災道路缺乏規劃，且有效寬度不足，恐影響震後避難逃生及救援效率。竹東鎮部分地區避難空間開闢率甚低，導致震後避難空間供應不足，至於其餘各項防救災資源評估結果均發現仍尚為不足，在在顯示竹東鎮都市防災規劃有其立即檢討之必要性，另外，依據實際地震模擬結果，竹東鎮部分區域地表振動程度均相當高，其中不乏重要據點設置，如鎮公所、醫院、學校、消防分隊、派出所及潛在危險場所等，因此對於此類重要據點建議應儘速進行耐震能力評估及補強。

本研究運用之台灣地震災害損失評估系統（TELES）系統部分功能雖仍未完備，但本研究歸納多項研究成果及相關理論，以多方思考方式，終能完成該系統尚未完備之部分，但仍建議應儘速完成其推估模組及資料庫，以供各地方政府於都市計畫更新及防災工作規劃時之參考。

Abstract

Caused by the environment, there' re many disasters in Taiwan, such as earthquake, typhoon and so on. Along with the characteristic of high population density in Taiwan, these disasters, earthquakes especially, usually cause great damage. In Sep. 21st 1999, Taiwan went through the unprecedented calamity, the Chi-Chi earthquake. For want of the recognition of innovative practices, outstanding initiatives in reducing the risks and vulnerabilities of communities to natural hazards, during the Chi-Chi earthquake, the action of rescue had been slow down. Furthermore, as the rescue command failed to integrate all the related agencies, the relief hadn' t been handled properly.

The government and the civilians should be familiar with the regional disaster prevention scheme, so that they can response well when the disaster happens. However, the recent researches on the regional disaster prevention scheme have mostly focused on the concept, and the related risk evaluation tool hasn' t been well applied. Therefore, this study emphasizes community responsibility, based on Chui-dung Town, for planning in the design of a safe community as well as effective emergency response, and individual responsibility for safer community.

Based on some international and domestic theory, this study contains the analysis of the Chui-dung community and also develops a standard process in this community-based disaster prevention program. By collecting the relevant statistics and applying the Taiwan earthquake damage evaluation tool, this study concludes the reflection on the present disaster prevention planning of the urban region and aims to set up a disaster-wise community where the habitants could be sure of security and capable of dealing with any nature disaster. It' s multi-agency effort designed to reach beyond the 119 service by involving homeowners, community leaders, planners, and others in the effort to protect people, property, and nature resources from the risk of disaster- before the disaster happens.

誌謝

投身消防救災領域多年再次走入學習生涯，無非是對於防災知識獲取的渴望，亦冀望往後能在防災工作上盡一份心力，回想在專班日子十分忙碌，有苦有樂，但一路上我仍充滿喜悅及感激，或許這不是研究旅程之終點，而是另一個漫長旅程的開始。

本論文承蒙恩師陳春盛教授盡心協助與耐心指導，得以順利完成，不僅在專業領域之啟發，更讓我在做人處世、進退應對方面受益良多，在此致上最誠摯敬意與謝忱，並對您與您的家人獻上無限祝福。其次感謝共同指導教授內政部建築研究所安全防災組陳建忠組長，在論文撰寫期間，數度遭遇瓶頸，感謝陳建忠教授無私地傳授其專業涵養，並開展我對於都市防災研究的視野。

感謝陳建勳教授及林國安教授，對於個人論文的提問與內容指正，豐富我對論文內容與架構領會，並得以順利完成修正，還要感謝研究所共同學習的同學們，勝欽、崇毅及智諺學長，有大家的相互砥礪及提醒，在這研究路上我不覺得孤單。

在研究所進修期間，我更要感謝背後默默支持我的父母親及家人，進修期間你們的體諒及鼓勵是使我向上的精神力量，雖然我忽略了許多與家人相聚的時光。你們仍然給我不斷的愛及關懷，這篇論文是我對你們小小的回報，也希望你們都能永遠平安幸福。

目錄

摘要	i
Abstract	ii
誌謝	iii
目錄	iv
表目錄	ix
圖目錄	xii
一、緒論	1
1.1 研究動機與目的	1
1.1.1 研究動機	1
1.1.2 研究目的	1
1.2 研究範圍與內容	2
1.2.1 研究範圍	2
1.2.2 研究內容	2
1.2.3 研究限制	4
1.3 研究方法與流程	4
1.3.1 研究方法	4
1.3.2 研究流程	5
1.4 預期完成工作與成果	6
1.4.1 預期完成工作	6
1.4.2 預期成果	7
二、文獻回顧	8
2.1 都市防救災基本概念之探討	8
2.1.1 地震災害及其影響	8

2.1.2 安全都市理念.....	13
2.2 防救災體系與相關法令之探討.....	16
2.2.1 國內外災害防救體系.....	16
2.2.2 都市防災相關法令依據.....	20
2.3 防災生活圈規劃原則探討及相關研究成果.....	24
2.3.1 防災生活圈之意義與內涵.....	24
2.3.2 防災生活圈規劃原則.....	25
2.3.3 防災生活圈劃設架構及標準.....	28
2.3.4 都市防救災空間（據點）劃設原則及標準.....	28
2.3.5 防災生活圈研究成果.....	32
三、竹東鎮都市發展現況與防救災空間調查.....	36
3.1 竹東鎮地震災害潛勢分析.....	36
3.1.1 新竹縣地震災害概述.....	36
3.1.2 新竹縣轄內斷層分佈.....	37
3.1.3 歷史地震災害.....	38
3.2 地區發展現況與都市計畫現況.....	39
3.2.1 自然環境.....	39
3.2.2 人口.....	42
3.2.3 產業.....	43
3.2.4 都市計畫概況.....	44
3.3 防救災避難空間現況調查與檢討.....	46
3.3.1 公園、遊樂場、綠地及體育用地.....	46
3.3.2 學校用地.....	48
3.3.3 廣場及停車場.....	51
3.4 都市防救災道路系統現況.....	52
3.4.1 緊急道路（路寬 $\geq 20\text{m}$ ）.....	52
3.4.2 輸送、救援道路（ $20\text{m} > \text{路寬} \geq 15\text{m}$ ）.....	52
3.4.3 消防通道（ $15\text{m} > \text{路寬} \geq 8\text{m}$ ）.....	52
3.4.4 橋樑及陸橋.....	53

3.5 防救災據點現況	53
3.5.1 都市醫療防災系統.....	53
3.5.2 都市防災物資系統.....	54
3.5.3 都市防災指揮系統.....	54
3.5.4 都市消防系統.....	55
3.5.5 都市防災警察系統.....	55
3.5.6 潛在危險場所.....	56
四、地震災害損失模擬推估.....	57
4.1 地震災損評估系統發展之探討.....	57
4.1.1 台灣災害損失推估系統發展背景.....	57
4.1.2 美國地震災損評估系統發展〔68〕.....	65
4.1.3 日本地震災損評估系統發展〔68〕.....	68
4.2 地震災損模擬推估作業流程及內容.....	70
4.2.1 境況模擬步驟.....	70
4.2.2 模擬限制.....	72
4.2.3 定義地震事件.....	72
4.2.4 以村里為單位的災損推估.....	73
4.3 地震災損推估輸出結果檢視.....	74
4.3.1 檢視地震災害潛勢分析結果.....	74
4.3.2 檢視一般建築物損害評估結果.....	77
4.3.3 檢視人員傷亡評估結果.....	82
五、地震災損推估結果運用及評估方式探討.....	85
5.1 防救災道路系統劃設及評估原則.....	85
5.1.1 防救災道路層級區分.....	85
5.1.2 基本評估原則.....	86
5.2 防救災避難空間劃設及評估原則.....	88
5.2.1 避難據點層級區分.....	88
5.2.2 基本評估原則.....	89

5.2.3	避難據點服務半徑及空間需求.....	94
5.2.4	避難人口數推估.....	95
5.3	緊急醫療據點及資源評估原則.....	98
5.3.1	緊急醫療據點定位.....	98
5.3.2	醫療據點評估原則.....	98
5.3.3	醫療資源需求評估.....	99
5.4	物資據點選定、儲備及供應評估原則.....	102
5.4.1	物資據點定位.....	102
5.4.2	物資據點評估項目.....	103
5.4.3	民生物資需求推估.....	105
5.4.4	民生物資儲備及調度方式.....	106
5.5	消防及警察據點評估.....	107
5.5.1	據點服務半徑設定.....	107
5.5.2	評估原則.....	107
5.5.3	震後火災推估.....	108
5.5.4	震後火災搶救所需水量推估.....	109
5.5.5	震後火災所需消防車輛及人力推估.....	110
5.6	救災指揮據點評估.....	111
5.6.1	救災指揮據點定位.....	111
5.6.2	基本評估原則.....	111
5.6.3	備援中心選定.....	112
5.7	防災生活圈劃設及評估.....	113
5.7.1	防災生活圈規劃構想.....	113
5.7.2	防災生活圈規模設定.....	113
5.7.3	防災生活圈劃設及評估原則.....	114
5.7.4	防災生活圈避難需求與供給.....	116
5.8	廢棄物清理及工程搶險.....	116
5.8.1	廢棄物評估.....	116
5.8.2	建築物廢棄物量評估.....	116

5.8.3 臨時儲置場所選定.....	118
六、竹東鎮防災生活圈系統規劃.....	119
6.1 防災生活圈規劃目標與流程.....	119
6.1.1 防災生活圈規劃目標.....	119
6.1.2 防救災生活圈劃設流程.....	119
6.2 防災道路系統規劃與評估.....	122
6.2.1 道路規劃現況.....	123
6.2.2 道路有效寬度評估結果.....	125
6.2.3 災後可能阻斷評估.....	125
6.3 防災避難空間規劃與評估.....	128
6.3.1 防災避難據點劃設結果.....	128
6.3.2 防災避難據點安全評估.....	130
6.3.3 避難人口數推估結果及避難空間需求.....	132
6.4 防救災據點規劃與供需檢討.....	135
6.4.1 醫療據點規劃與救災需求檢討.....	135
6.4.2 物資據點規劃與救災需求檢討.....	138
6.4.3 消防及救災指揮據點規劃與救災需求檢討.....	141
6.4.4 警察據點規劃與救災需求檢討.....	146
6.4.5 廢棄物清理及工程搶險能力評估.....	147
6.5 防災生活圈規劃與評估.....	149
6.5.1 防災生活圈規劃成果.....	149
6.5.2 防災生活圈功能比較分析.....	152
七、結論與建議.....	158
7.1 結論.....	158
7.2 建議.....	161
參考文獻.....	163
附錄.....	169

表目錄

表 2-1 地震引發災害種類表	8
表 2-2 震災發生時序及其反應空間系統表	9
表 2-3 近十年國際重大地震災害表	11
表 2-4 台灣集集地震與日本阪神地震及美國北嶺地震之比較	12
表 2-5 台灣現行災害防救體系基本架構表	17
表 2-6 美、日、中防救災體系之比較表	20
表 2-7 國內與防救災相關法規表	21
表 2-8 防災生活避難圈劃設標準	28
表 2-9 防救災路線劃設標準表	29
表 2-10 防救災據點劃設標準表	31
表 2-11 防救災避難圈規模（鄰里避難生活圈）	33
表 2-12 防救災避難圈規模（地區生活圈）	33
表 2-13 日本相關基礎避難圈域〈鄰里生活圈〉規模研究表	34
表 2-14 日本相關避難圈域〈地區防救災生活圈〉規模研究表	34
表 2-15 日本都市地區防災計畫—地區防救災生活圈規模彙整表	34
表 3-1 新竹縣鄰近活動斷層之相關活動參數	38
表 3-2 竹東鎮 91 年至 95 年各里人口數統計表	42
表 3-3 竹東鎮 91 年至 95 年戶數戶量與性別比例統計表	43
表 3-4 竹東鎮都市計畫土地使用現況分析表	44
表 3-5 頭重、二重及三重地區都市計畫前後土地使用面積分配表	45
表 3-6 竹東鎮轄內公園用地現況調查表	46
表 3-7 竹東鎮都市計畫中兒童遊樂場用地統計表	47
表 3-8 竹東鎮都市計畫體育場用地統計表	48
表 3-9 竹東鎮文小用地調查及統計表	49
表 3-10 竹東鎮文中用地調查及統計表	50
表 3-11 竹東鎮文高用地調查及統計表	50
表 3-12 竹東鎮轄內廣場用地現況調查表	51
表 3-13 竹東鎮轄內停車場用地現況調查表	52
表 3-14 竹東鎮轄內橋樑（包含陸橋）現況調查表	53
表 3-15 竹東鎮轄內大型醫療院所調查表	54

表 3-16 竹東鎮轄內消防單位評估表.....	55
表 3-17 竹東鎮轄內警察單位現況調查表.....	55
表 3-18 新竹縣竹東鎮境內潛在危險場所一覽表.....	56
表 4-1 地震災害潛勢分析輸出數據一覽表.....	74
表 4-2 新城、大坪地斷層事件地震災害潛勢推估結果表.....	76
表 4-3 新城地震事件建築物損壞統計表（棟數）.....	77
表 4-4 新城斷層地震事件各使用類別建築物損壞樓地板面積推估表.....	80
表 4-5 大坪地斷層地震事件各使用類別建築物損壞樓地板面積推估表.....	81
表 4-6 新城及大坪地斷層地震事件人員傷亡推估表.....	83
表 5-1 影響道路有效寬度之因子.....	86
表 5-2 道路寬度與有效道路寬度之關係表.....	87
表 5-3 防災道路系統規劃評估表.....	88
表 5-4 防救災據點防災力之影響檢討表.....	91
表 5-5 竹東鎮各避難空間評估項目表.....	93
表 5-6 臨時醫療站基本衛材需求表.....	101
表 5-7 物資支援據點機能一覽表.....	103
表 5-8 物資據點設置原則表.....	104
表 5-9 各層級避難據點物資儲備基準.....	106
表 5-10 各級避難收容場所之物資需求種類統計表.....	106
表 5-11 城鎮、居住區單次滅火用水流量(L/SEC).....	110
表 5-12 竹東鎮防災生活避難圈劃設標準.....	115
表 5-13 單位樓地板面積組成之建築廢棄物重量.....	117
表 6-1 防災道路評估結果表.....	123
表 6-2 高架道路、橋樑可能阻斷路段統計表.....	126
表 6-3 竹東鎮活動斷層與防災道路交錯路段統計表.....	127
表 6-4 各層級防災避難據點收容面積統計表.....	129
表 6-5 各層級避難據點安全評估結果表.....	131
表 6-6 新城及大坪地地震事件臨時避難及臨時收容人口推估表.....	134
表 6-7 竹東鎮醫療據點評估結果表.....	135
表 6-8 新城及大坪地地震事件緊急救護需求評估表.....	137
表 6-9 醫療院所應變能力評估結果表.....	137
表 6-10 新城及大坪地地震事件夜間臨時醫療人員及器材需求評估表.....	138

表 6-11 竹東鎮物資據點評估結果表	139
表 6-12 臨時避難物資儲評估表（災後 7 天內）	140
表 6-13 竹東鎮指揮救災據點評估結果表	141
表 6-14 竹東鎮警察據點評估結果表	146
表 6-15 竹東鎮一般廢棄物評估評估結果表（新城斷層地震事件）	148
表 6-16 建築廢棄物清理及工程搶險能力評估表	149
表 6-17 竹東鎮鄰里生活圈劃設成果表	149
表 6-18 竹東鎮地區防災生活圈評估及規劃結果表	150
表 6-19 竹東鎮全市型防災生活圈評估及規劃結果表	151
表 6-20 竹東鎮鄰里生活圈避難空間需求及供給檢討表	152
表 6-21 竹東鎮地區生活圈避難空間需求及供給檢討表	154
表 6-22 竹東鎮防災生活圈避難空間需求及供給檢討表	156



圖目錄

圖 1-1 研究流程圖	6
圖 2-1 地震災害影響的關聯圖	9
圖 2-2 神戶市都市建設構成系統圖	14
圖 2-3 安全都市系統架構圖	15
圖 2-4 國內災害防救體系圖	17
圖 2-5 美國典型設有災變管理專責單位之組織架構圖	18
圖 2-6 日本災害防救及緊急災害應變流程圖	19
圖 2-7 防災生活圈內容架構圖	27
圖 3-1 台灣地區之地殼構造	36
圖 3-2 1900 年至 2004 年台灣地區	36
圖 3-3 新竹縣鄰近活動斷層分布圖〔67〕	38
圖 3-4 竹東鎮行政轄區圖	40
圖 4-1 HAZUS-97 系統之模組關係圖	68
圖 4-2 UITTO 評估系統模組圖	70
圖 4-3 TELES 分析架構與程序	71
圖 4-4 新城地震事件 PGA 數值分布圖	75
圖 4-5 新城地震事件 PGA_C86 數值分布圖	75
圖 4-6 大坪地地震事件 PGA 數值分布圖	76
圖 4-7 大坪地地震事件 PGA_C86 數值分布圖	76
圖 4-8 大坪地地震事件建築物倒塌分佈圖	80
圖 4-9 新城地震事件建築物倒塌分佈圖	80
圖 4-10 新城地震住宅損壞面積分佈圖	82
圖 4-11 大坪地地震住宅損壞面積分佈圖	82
圖 4-12 新城地震事件夜間傷亡分布圖	83
圖 4-13 大坪地地震事件夜間傷亡分布圖	83
圖 5-1 非獨棟住宅結構起火與所需消防車輛的關係	110
圖 6-1 竹東鎮防災生活圈規劃及評估流程圖	122
圖 6-2 竹東鎮防災道路系統路網圖	125
圖 6-3 高架道路阻斷影響評估範圍圖	127
圖 6-4 橋樑（竹林橋）阻斷影響範圍圖	127

圖 6-5 竹東鎮防災道路與斷層阻斷套疊圖	128
圖 6-6 高速鐵路阻斷影響評估範圍圖	128
圖 6-7 臨時避難場所與斷層帶套疊圖	132
圖 6-8 臨時收容場所與潛在危險場所套疊圖	132
圖 6-9 竹東鎮臨時避難據點劃設分佈	132
圖 6-10 竹東鎮臨時收容據點劃設分佈圖	132
圖 6-11 醫療據點與活動斷層帶套疊圖	136
圖 6-12 醫療據點與潛在危險場所套疊圖	136
圖 6-13 物資據點與活動斷層帶套疊圖	140
圖 6-14 物資據點與潛在危險場所套疊圖	140
圖 6-15 消防指揮據點與斷層帶套疊圖	143
圖 6-16 消防指揮據點與潛在危險場所套疊圖	143
圖 6-17 警察據點與活動斷層帶套疊圖	147
圖 6-18 警察據點與潛在危險場所套疊圖	147
圖 6-19 鄰里防災生活圈劃設圈域示意圖	152
圖 6-20 地區防災生活圈劃設圈域示意圖	152



一、緒論

1.1 研究動機與目的

1.1.1 研究動機

由於自然環境的因素，台灣經常發生地震、颱風等天然災害，加上台灣高人口密度的都市特性，更容易造成高損害之災害事件，其中地震帶給台灣的威脅最大，九二一大震的發生，造成台灣前所未有的大災難，也強烈的凸顯了台灣都市計畫防災規劃的不足。在921地震的經驗中，暴露出防災避難據點安全性及避難生活規劃的問題，造成多數居民避難時無所依循，只能自行尋找路徑前往避難，並且消防救災、警察指揮、醫療救護及物資運送等防災功能缺乏有效整合，指揮機制不全，造成救災資源浪費，嚴重影響震災救援時效〔41〕。

許多複雜的都市防災工作，在平時就必須有妥善的規劃，並且融入於人民平時生活中，由人民日常生活基礎做起，防災生活圈觀念由然而生，生活圈內可規劃一個可自救、自助、自治之安全空間，政府及居民在日常即有防災生活圈之規劃與觀念，當災難發生時則可迅速應變，並避免二次災難發生及蔓延。因此唯有透過各個安全防災生活圈之結合，才有建立安全都市之可能。

目前對於都市防災生活圈的研究及成果尚為不足，雖前人已有相關研究成果，但仍缺乏整體計畫面之整合分析及標準之建立，且無實際規劃案例，因此本研究將透過實際城鄉規劃案例規劃，整合本土既有相關研究成果，並運用地震災損推估系統，建立鄉鎮市層級防災生活圈規劃程序與方式，使防災生活圈的觀念能落實在實際的都市空間規劃中，此為本研究最主要動機〔41〕。

1.1.2 研究目的

鑑於目前防災生活圈規劃之研究成果，多偏重在防災生活圈觀念建立、體系層級及服務圈域、規模探討，仍未妥善運用相關地震風險評估工具，針對相關研究或規劃實例應用，仍缺乏有效整合。若在研究中能整合並運用地震災損推估系統的輸出成果，不但可使防災空間規劃過程更為完整，故本研究之目的係探討目前防災生活圈規劃方式及流程，透過實際城鄉

都市防災生活圈規劃，並運用地震災損推估系統，輸出相關災損量化數據，建立防災生活圈規劃流程及架構，進而應用於既成都市防災檢討，並作為都市計畫通盤檢討時參考，使都市防災空間規劃能達到防災生活化目的，達到防救災資源均衡分配，將資源做最有效之利用〔41〕，此為本研究最重要目的及價值。

1.2 研究範圍與內容

1.2.1 研究範圍

本研究以新竹縣竹東鎮為實證研究之範圍，規劃竹東鎮整體之防災生活圈，並分析目前竹東鎮都市防災空間規劃之缺失。其選擇原因如下：

一、斷層分佈：竹東鎮境內有新城斷層及大坪地斷層經過，地震災害潛勢威脅大。

二、老舊社區：竹東鎮為一老舊社區，隱藏多種危險因子，如建築物老舊密集耐震能力不足、街道設計狹窄及公共設施不足等，地震發生後恐造成重大災害。

三、土地與建築物管理：住商混和情形嚴重，且建築管理未落實管理不易，且竹東鎮內有工研院設置及鄰近新竹科學園區工業區。

四、人口密集：新竹縣第二大城鎮，部分地區人口居住密集，災後欠缺避難規劃。

1.2.2 研究內容

本研究將經由對國內外相關防災生活圈研究之理論架構整理出一套適合本土國情之都市防災生活圈規劃流程，並針對竹東鎮防災生活圈的實質環境實施調查與分析，研究中將運用台灣地震災害損失評估系統，針對既成都市防災空間中需求面及供給面提出檢討，提出實際規劃成果，以建構一個安全、自足、自救之防災生活圈，再擴展至都市，本研究內容如下所述：

一、竹東鎮都市防災空間資源調查

為使本研究實證區域防災生活圈之規劃能切合實際需求，本研究將對於竹東鎮現有防救災空間規劃及闢設情形實施調查，其調查結果可供本研究防災空間評估、檢討及規劃工作之參考。

二、地震災損推估量化數據運用及防救災資源需求評估原則探討

為補系統模組未健全之處，使本研究規劃結果更加完整，本研究將針對TELES地震災損推估系統輸出之相關量化數據、圖資運用提出具體原則，並參酌既有研究成果及理論基礎，求得各項防救災資源需求評估方式，以供防災生活圈及各防災空間劃設及評估之參考。

三、檢討現行都市防災空間之運用

由於都市防災生活圈觀念為近幾年來從國外所引進台灣的，雖然都市計畫法中已提出都市防災的概念，但是在最近災害頻傳的時期才逐漸獲得重視，因此台灣現行的都市計畫中之避難、消防、警察、物資以及醫療系統缺乏系統性的整合，並且未與防災路網相結合，容易造成都市防災功能的不健全，在災難發生時無法發揮其應有之功能。因此本研究將檢討實證區域現行都市防災空間之運用，以健全都市防災之功能，保障居民生命財產。

四、建立都市防災生活圈觀念

參考國內外相關研究以及法令規定，歸納防災生活圈的意義及內容架構，並參酌中地理論建立適合竹東鎮都市防災生活圈的層級體系，納入避難據點、防災道路、警察、消防指揮、醫療救護以及物資運送等都市防災空間系統，以形成完整之防災生活圈觀念。

五、建立本土化都市防災生活圈評估及規劃模式

建構適合我國鄉鎮市層級規劃之防災生生活圈模式，使其具有避難據點、避難路線、消防指揮、醫療救護、物資運送以及警察系統之都市防災生活圈，並將都市防救災資源系統化，規劃具有都市防救災功能之鄰里生活圈、地區生活圈以及全市型生活圈，以使每一層級之防

災生活圈能夠擁有符合其層級之基本而完整之防救災資源，以使防救災資源能夠充分運用到每一地區。

1.2.3 研究限制

本研究之研究限制如下：

一、本研究進行地震災害損失推估時尚未能針對重要建築物（各類防救災據點）及防災道路系統實施損害推估，因此救災資源需求推估，乃是假設在重要建築物及防災道路系統未遭遇損壞情形下所得之估果。

二、由於本研究運用之地震災損推估系統（TELES）尚未具備維生管線（自來水、瓦斯、電力、電信）損害推估功能，因此部份震災損失推估（震後火災數、消防水源、人力及車輛需求、民生物資需求、避難人口數、建築廢棄物數量）將另擬定合理推估公式或依據相關研究成果進行推估。

三、鑑於地震災損推估系統（TELES）對於道路系統損害模組尚未齊全，因此對於研究區域內重要橋樑及道路之損害無法確實推估，故本研究區域內防災生活圈規劃作業，並未將上述因素影響納入規劃及評估參考。

四、由於本研究規模及人力限制，無法針對各類據點建築物實施耐震度評估，因此本研究對於各類防救災據點之評估乃依本研究擬定之評估原則實施。

1.3 研究方法與流程

1.3.1 研究方法

本研究係以竹東鎮為研究對象，由於國內外已有相關研究成果，因此本研究中將針對防災生活圈相關文獻進行整合及歸納，對於竹東鎮目前都市防災空間設置現況進行調查，並實際運用地震災損推估系統，進行災損評估，輸出相關量化數據，針對其防救災供給面與

需求面分析與評估，完成竹東鎮防災生活圈之規劃，進而建立災損推估系統運用於防災生活圈規劃及評估模式，本研究使用研究方法如下：

一、文獻回顧及歸納

回顧國內外相關文獻、法規，歸納目前都市防災生活圈所應具備之特性、元素以及機制，比較其異同之處，分析並提出適合台灣都市防災生活圈定義，以規劃都市之防災生活圈，以求實施之可行性及適切性。

二、現況調查

對於研究區域內建築物之數量、使用狀況及道路使用概況，採實地調查之方式，並予以整理、統計及分析，透過統計整理，並予以進行歸納分類與分析，以提供都市防災空間評估時資料之使用。

三、研究地區實作與檢討



以竹東鎮為實證區域，並依據其實作規劃成果，檢討現行都市計畫防災規劃與空間運用，並提出補強建議，以供地方政府相關人員後續研究及規劃之參考。

四、GIS技術運用

本研究將輔以GIS系統之運用，將都市防災生活圈及各類防災空間規劃情形套疊並描繪成圖資，以提供本研究各項評估工作使用，並將防災道路網、各據點分佈狀況與斷層、潛在危險場所分層套疊，以評估現行都市防災空間規劃之安全性。

五、統計、比較分析及檢討

本研究將針對地震災損推估系統輸出之各項量化數據加以統計，並對於評估所得防救災空間及資源需求與供給情形進行比較及分析，以利對於現行都市計畫中防災規劃之優劣實施檢討。

1.3.2 研究流程

本研究進行步驟如圖1-1所示：

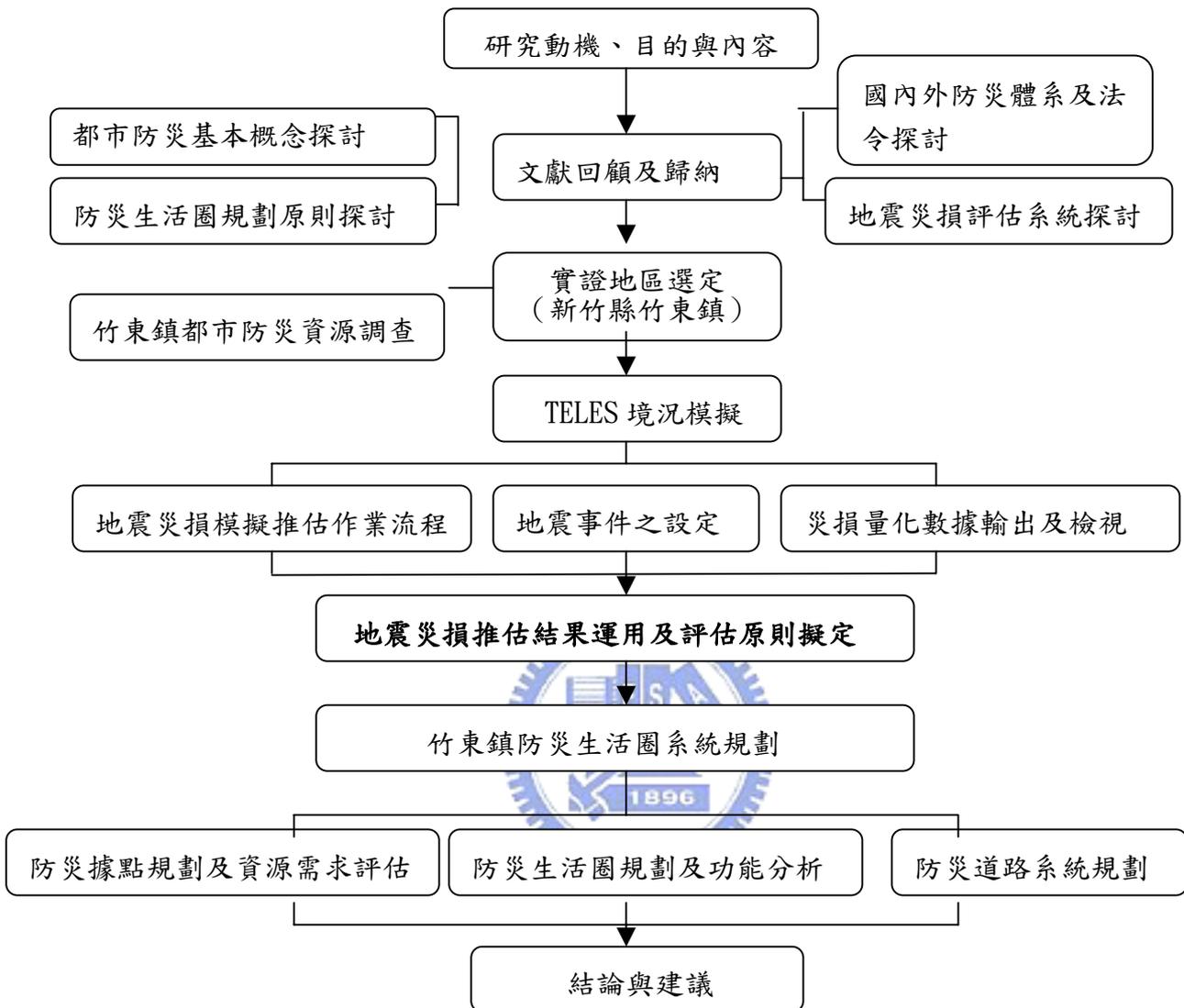


圖1-1 研究流程圖

1.4 預期完成工作與成果

1.4.1 預期完成工作

一、國內外都市防災及防災生活圈相關文獻彙整與分析

二、防災生活圈概念探討

三、完成竹東鎮都市防災空間資源調查與防災資源供需現況檢討

四、完成竹東鎮地震災害損失推估作業及災損量化數據、圖層輸出

五、災損量化數據運用及各類據點評估原則擬定

1.4.2 預期成果

一、建立竹東鎮防災生活圈規劃架構

二、訂定都市防救災資源需求推估方式

三、研擬地震災損推估系統運用於鄉鎮市層級防災生活圈規劃流程

四、完成竹東鎮防災生活圈實質規劃



二、文獻回顧

2.1 都市防救災基本概念之探討

2.1.1 地震災害及其影響

地震係因地殼受到其他版塊擠壓，或受到相對之拉張作用，而發生斷層裂縫，此現象主要係因板塊相對運動所引起。地震發生時向四週傳播之地面振動即一般將其稱之為地震。其釋放之能量巨大所導致之災害為全面性之破壞，加上地震災害具有無法預測之特性，故為當今都市防災規劃所面對之首要課題。

一、地震破壞之災害性質：

地震對於都市環境可能造成之破壞可以分成直接災害與次生災害兩大類：直接災害是指地震直接引起人身傷亡及財產損失，包含地震引發地表變動及設施的倒塌與破壞。次生災害是指地震發生後，因為直接災害所引發的災害，例如火災、水災及環境破壞等，如表2-1。

表 2-1 地震引發災害種類表

地震災害	直接災害	地表變動	地裂、地陷、土壤液化
			崖崩等
		設施的倒塌與破壞	公共設施與公共設備的破壞
			建築物倒塌
	落下物的發生		
	次生災害	火災	一般易燃、易爆物質爆炸和燃燒
			高溫高壓生產工廠爆炸及燃燒
			化學場所內因化學反應引起火災
			電器設備破壞
		水災	海嘯
			決堤
		環境破壞	有毒氣體外洩
			高壓氣體外洩
			輻射物外洩
			有毒細菌外洩
		驚慌混亂	人群行動驚慌混亂導致事故發生
交通混亂導致事故發生			

資料來源：高家富、葉耀先、劉志剛、陳壽梁、吳英健、鍾益村、梁發雲、韓精忠等，1995，《城鎮抗震防災規劃》，台灣復文興業股份有限公司，第147頁〔49〕。

在地震災害影響的關聯圖中，可以了解到後續災害是足以造成非常嚴重的災情產生，導致國家各方面發展停滯不前，不可輕易的忽視。前述中，後續災害是要經過一段長時間之後，災害救助仍無法控制災情時發生，所以都市防災功能的健全程度，就會直接反應在避難救助所需時間，進而左右災情的擴大程度。地震所導致的災害類型，使人員、財物損傷及其對都市環境所造成的影響，圖2-1表示彼此相互之間的關聯性。

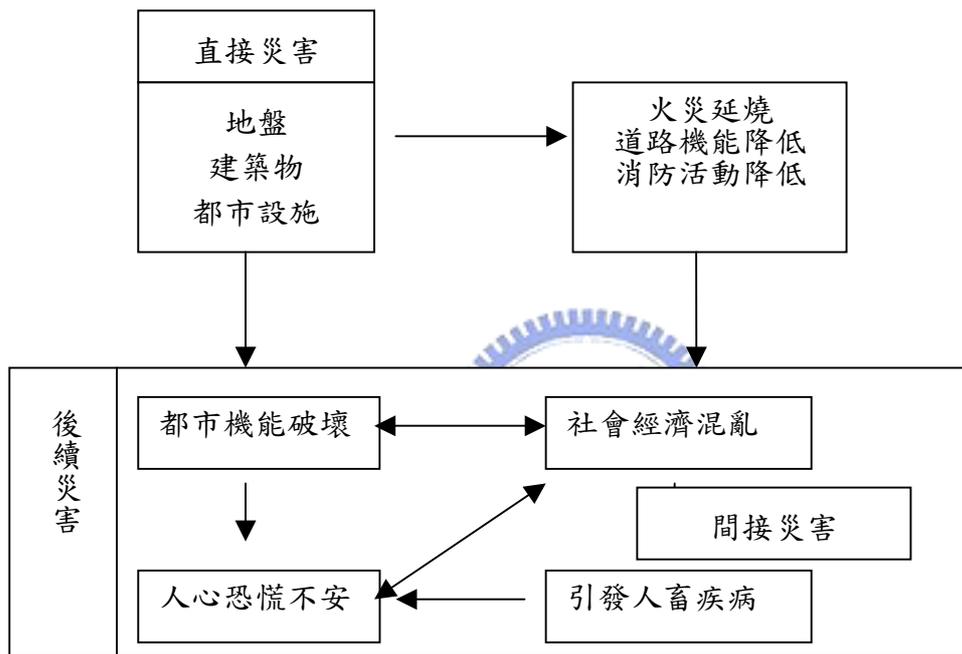


圖 2-1 地震災害影響的關聯圖

二、地震災後應變時序變化：

陳亮全（1988）將有關地震災害發生至善後復原之時序變化分為發震期、混亂期、避難行動期、避難救援期、避難生活期及殘留復舊期等六個時序，說明如表2-2所示〔39〕。

表 2-2 震災發生時序及其反應空間系統表

時 間	時序	發震期	混亂期	避難行動期	避難救援期	避難生活期	殘留重建期
	時間歷程	0-10min	10min-1hr	3hr-5hr	10hr-2days	3days-1wee k	1week-1mon th

現象	現象	1. 建物倒塌 2. 起火 3. 人員 4. 交通紊亂	1. 火災發生 2. 各種機能 癱瘓 3. 建物倒塌 4. 緊急對策 施行	1. 延燒擴大 2. 危險因素 形成 3. 避難行為 出現 4. 資訊紊亂	1. 都市全面 火災發生 2. 人心恐慌 3. 傷亡陸續 增加 4. 人員向避 難地集中	1. 市區救火 2. 物資缺乏 3. 救護行動 4. 移往收容 地 5. 受困者營 救	1. 重整行動 2. 秩序重整 3. 平復期開 始 4. 臨時建物 搭建 5. 物資進入 6. 現場清理
	對應行動	初期滅火 狀況掌握	緊急對策 消防行動	避難行動 緊急救助	待援救助 救護行動	滯留生活 物資供給	重整行動 生活恢復
	主要作業 空間類型	災情研判	避難及救援之緊急應變		應變救援	災區受困者 營救局部清 理	災區復建清 理
避難	緊急避難 場所	◎	◎○		○		
	臨時避難 場所		◎○		○	○	
	臨時收容 場所				○▲	○▲	□
	中長期收 容場所				○▲	○▲	▲□
道路	緊急避難 用道路	◎	◎				
	輸送救援 道路	◎	◎○		◎○	○	□
	消防通道	◎	○		○	○	□
	避難道路	◎	◎○		○	○	□
消 防	指揮所				○	○	□
	臨時觀哨 所				○	○	
醫 療	臨時醫療 場所		○		○▲	○▲	
	中長期收 容場所				○▲	○▲	▲
物 資	接收場所		○		○	○	
	發放場所		○		○	○	
警 察	指揮中心	◎	○		○	○	□
	情報收集 場所		○		○	○	

備註	(主要行為、活動及作業) ◎：避難，○：救援，▲：安置，□：復原。
----	-----------------------------------

三、國內外地震災害案例之歷史回顧

二十世紀末至今十多年以來已發生十餘起大規模地震災害〈如表 2-3〉，使全球各地數萬人的生命受到傷害，各地經濟損失亦超過數百億美金，造成震災地區陷入慘狀，尤其至 1999 年起近三年，全球更密集發生多起芮氏地震規模達七級以上地震，奪走數萬人的生命，加上部分國家自身防災觀念與抗震發展不足，致使傷亡更鉅。

表 2-3 近十年國際重大地震災害表

災害名稱	發生時間	主要地點	地震規模	死亡人數(人)	受傷人數(人)	結構物損毀(棟)
北嶺地震	1994. 01. 17	北加州 San Fernando Valley	(M) 6. 8	72	11846	114000
阪神地震	1995. 01. 17	關東兵庫縣	(M) 7. 2	6430	43782	250000
阿富汗地震	1998. 02. 04	阿富汗西北部	(M) 6. 1	818	6725	8094
巴布亞新幾內亞地震	1998. 07. 17	巴布亞新幾內亞	(M) 7. 1	500	1000	—
土耳其地震	1999. 08. 18	土耳其西北部	(M) 6. 7	19000	40000	50000
	1999. 09. 21	台灣中部	(M) 7. 3	2415	11305	
嘉義地震	1999. 10. 12	台灣嘉義	(M) 6. 4	0	254	55
	1999. 11. 13	西北部波魯省	(M) 7. 2	321	1860	
姚安地震	2000. 01. 15	雲南姚安	(M) 6. 5	3	34	400
	2000. 10. 06	日本本州西南六縣	(M) 7. 3	1	39	
薩爾瓦多地震	2001. 01. 16	聖帖克拉鎮	(M) 7. 4	609	2412	—
	2001. 01. 16	聖維申特市	(M) 6. 6	200	1200	
印度地震	2001. 01. 26	古茶拉底省	(M) 7. 9	30000	200000	—
331 大地震	2002. 03. 31	台灣花蓮	(M) 6. 3	5	269	0
1210 大地震	2003. 12. 10	台灣台東成功	(M) 6. 6	0	15	0
巴姆地震	2003. 12. 26	伊朗巴姆	(M) 6. 6	26, 200	30, 000	

印度洋大地震	2004. 12. 26	印尼蘇門答臘西北外海	(M)9. 0	死亡 28, 3106 失蹤 22, 000	510, 000	
蘇門答臘地震	2005. 03. 28	印尼蘇門答臘北部	(M)8. 7	1, 313	300	300
喀什米爾地震	2005. 10. 08	巴基斯坦喀什米爾地區	(M)7. 6	86, 000	69, 000	32, 335
爪哇地震	2006. 05. 27	印尼爪哇南部	(M)6. 3	5, 749	38, 568	127, 000

資料來源：本研究整理

截至 2006 年 12 月止 本研究針對幾個主要都市地區之地震案例進行案例探討與比較〈如表 2-4〉，藉由案例了解地震災害對防災規劃之影響。

一、北嶺地震 Northridge Earthquake, 1994. 01. 17, US1971 年以來，加州三次嚴重地震〈1971 San Fernando, 1989 Loma Prieta, 1994 Northridge〉中，與 1992 年 Andrew 颶風並列美國史上財務損失最大之天災，經濟損失約 470 億美金。

二、阪神地震 Kobe Earthquake, 1995. 01. 17, Japan 阪神地震規模的量級(M)為 7. 2，阪神地震的地震能量雖低，卻因震源區就是鄰近海港地形地層鬆軟且發生於活斷層下方，因而搖晃比往常劇烈，損失 1000 億美元。

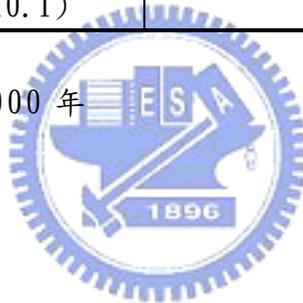
三、集集地震 Chi-Chi Earthquake, 1999. 09. 21, Taiwan921 集集地震，地震規模的量級(M)為 7. 3，全國各縣市災情統計，災情之嚴重實為我百年來所罕見，其中災民高達 32 萬人，死亡人數達 2415 人，經濟損失 92 億美元。

表 2-4 台灣集集地震與日本阪神地震及美國北嶺地震之比較

	項 目	921 集集地震	日本阪神淡路地震	美洲加州北嶺地震
基本資料	發生時間	1999 年 9 月 21 日	1995 年 1 月 17 日	1994 年 1 月 17 日
	震央位置	日月潭西南方	淡路島北部	北嶺南方 1.6 公里
	震源深度	1.0 公里	14 公里	17.7 公里
	地點	南投縣、台中縣附近	大阪、神戶附近	加州北嶺
	地震規模	7.3	7.2	6.8
	餘震	12,168 次	—	13,451 次
	災區人口	250 萬人	360 萬人	—
	災民	32 萬人	32 萬人	—

	最後救出之 生還者	第 6 日	第 5 日	7 個小時
災害 損失	人員傷亡統計(人)	11,122	50,215	11,918
	死亡	2,415	6,430	72
	失蹤	29	3	—
	受傷	11,305	43,782	11,846
	房屋毀損	82,238 戶(5.1 萬棟)	46 萬戶(25 萬棟)	11.4 萬棟
	全倒	40,845 戶(2.7 萬棟)	18 萬戶(10.5 萬棟)	—
	半倒	41,393 戶(2.4 萬棟)	28 萬戶(14.5 萬棟)	—
	估計損失	92 億美元	1000 億美元	470 億美元
損失佔 GDP 比重	3.30%	2%	0.70%	
災害 因應 措施	指揮單位	內政部消防署	首相辦公廳防災委員會	聯邦政府危機處理小組(FEMA)
	中央編列重 建預算	44 億美元 (新台幣 1,389 億)	475 億美元 (共四個年度)	125 億美元
	民間捐款	3.6 億美元 (至 88.10.1)	18 億美元	—

資料來源：行政院主計處，2000 年



2.1.2 安全都市理念

「安全的都市」的規劃理念，依據我國建築法第一條規定『為實施建築管理，以維護公共安全、公共交通、公共衛生及增進市容觀瞻，……』；國際衛生組織（W.H.O.）也提出都市規劃指標為安全、保健、便利及舒適等，都市建設首重「安全」。以下對安全都市的相關研究作一分析。

一、日本神戶市重建計畫

1995 年日本阪神大地震後，神戶市重建計畫之建設目標，提出都市安全（安心）、活力、魅力及互動等四個主題作為都市建設的目標的架構（圖2-2）。安全都市之建立包含四個主要的方法：1. 基本的考量；2. 防災生活圈規劃；3. 防災都市基盤；4. 防災管理。日本神戶市以安全都市理念建立之安全防災都市，在基本的考量觀點應包含1. 自主性生活圈之形成；2. 日常性災害之調和；3. 市民、專業者、政府之責任分擔。在防災生活圈為確保安心的生活空間，

可規劃為1. 鄰里生活圈；2. 生活文化圈；3. 區域生活圈，並確立各生活圈內之指揮所及防救災據點。在防災都市基盤為確保都市的安全基本架構，規劃內容為1. 防災綠軸地的整備；2. 防災據點的整備；3. 規劃廣域的防救災都市空間；4. 都市維生管線的整備。防災管理可提高救災力，包含1. 防災／災害預防及整備計畫；2. 救災／災害發生時之緊急應變計畫；3. 救援復舊／災害發生後之救援及重建計畫；4. 防災教育／由災害發生之經驗，進行防救災教育〔6〕。

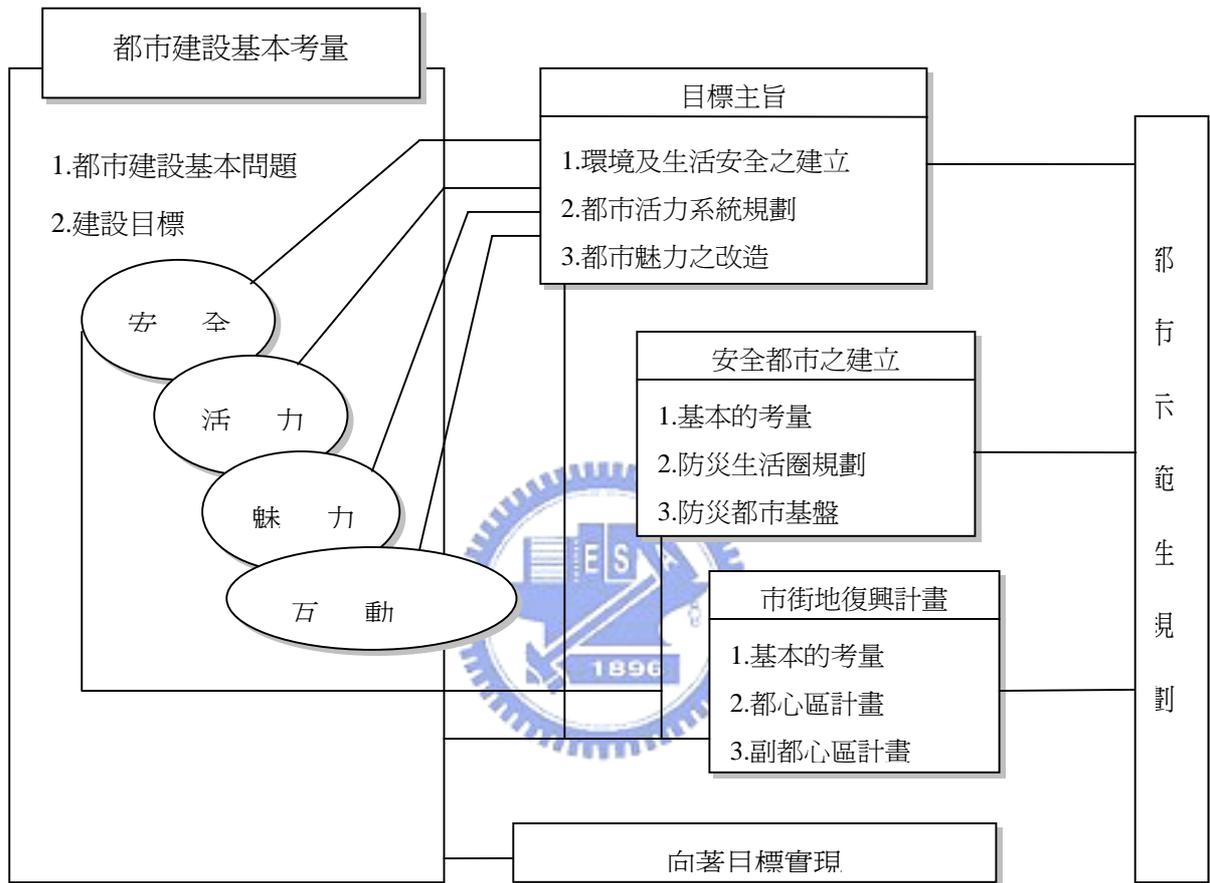


圖 2-2 神戶市都市建設構成系統圖

資料來源：〔6〕

二、台灣

我國近年來頻受災害所帶來生命財產的損失，對於既有都市環境安全認知，隨著教育程度的普及化及網際網路的發達，民眾的意識抬頭，對於居住都市的環境相當重視。國內透過相關研究，探討出都市環境的品質，關鍵即在都市計畫的內容，在研訂都市計畫與都市細部

計畫內容，應融入防救災理念，釐清都市計畫防災計畫與安全都市體系之關係，如圖2-3 所示。尤其國內既成都市環境安全品質問題複雜，更應該透過一套都市安全防災的評估模式分析，作為決策者制定防災業務計畫的參考依據〔6〕。

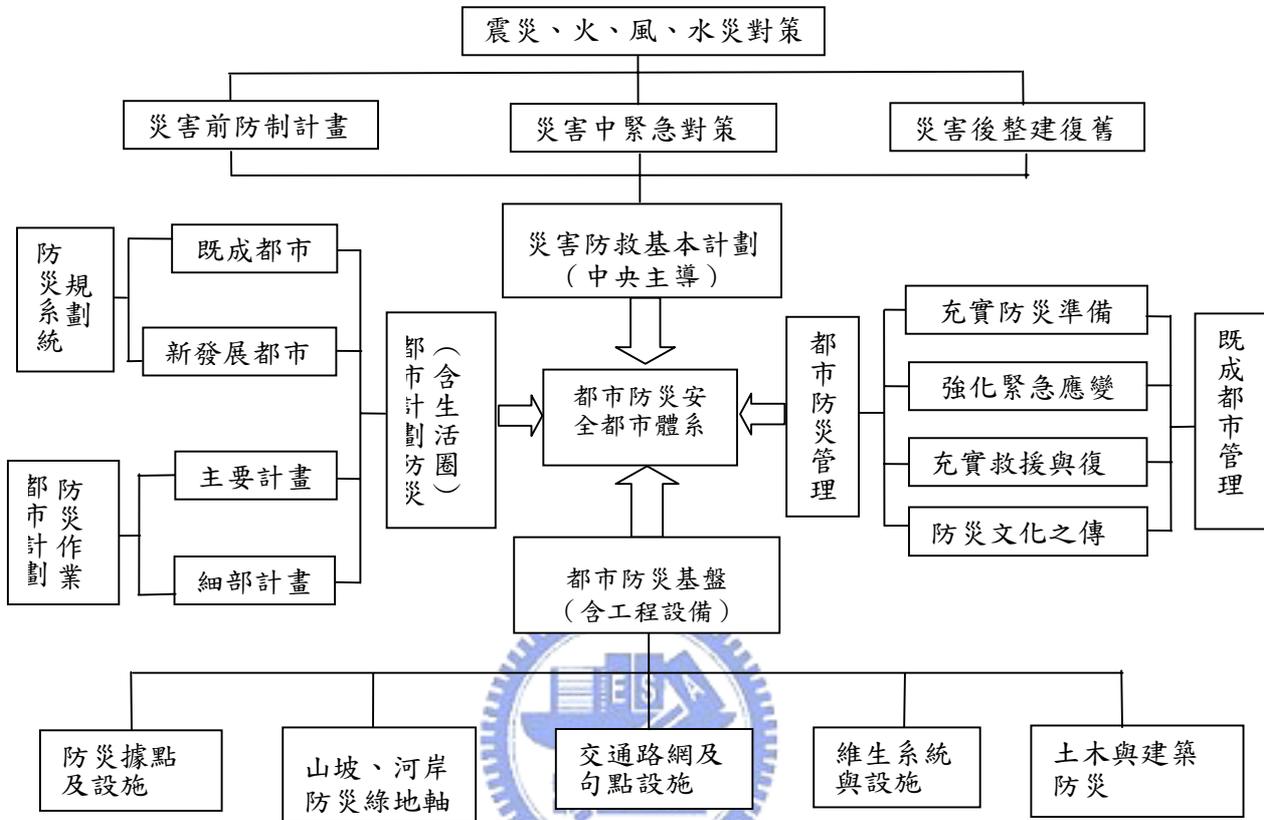


圖 2-3 安全都市系統架構圖〔6〕

資料來源：何明錦、黃定國，1997，都市計畫防災規劃作業之研究〔6〕

以都市防災/安全都市體系為發展核心，相關計畫執行為：1. 防救災基本計畫（中央主導），包含災害前，災害中及災害後的計畫與對策；2. 都市計畫防災，在既成都市與新發展都市的主計畫與細部計畫中加強防災規劃內容；3. 都市防災基盤建設，包含實質避難設施，維生系統，流通動線及工程技術等；4. 都市防災管理，透過防災教育，經驗傳承，應變機制，資料建立進行災害管理。

三、亞洲地區災害整備中心（ADPC）

亞洲地區災害整備中心（Asian Disaster Preparedness Center，簡稱ADPC）近年來積

極投入亞洲地區都市災害減輕計畫（Asian Urban Disaster Mitigation Program，AUDMP），這個四年的計畫努力去減低亞洲地區受到災害侵害都市的民眾、公共設施和避難所的受損。這個計畫的目標主要分為兩個部分：1. 建立公部門和私部門減輕災害損失的設備裝置，將作為預測生命、實質環境和經濟環境的損失減到最低，並且縮短災害發生後的復原時間；2. 將成功減輕災害的案例推廣至全國各地區〔23〕。

亞洲地區都市災害減輕計畫（AUDMP）策略執行的三個步驟：

（一）對於國土受到災害侵害的地區提供減輕都市危險度的工作示範計畫。挑選各國家都市地區，依各發生危險度或設定的危險度，設計一套評估災害造成地區相對性危險度的評估工具。

（二）情報資料結合網路網際的宣導，將有助於建構公部門和私部門利用網際網路交換有關於都市災害管理的情報資料和經驗，再者，是將成功減輕災害的案例宣導至全國各地區。

（三）推薦給國家政策執行者，作為執行減輕危險度的策略研究和訓練，不但可以將災害管理制度化，而且可作全國受災地區的學校教育。



亞洲都市災害減輕計畫（ADUMP），在2002年，針對安全的都市（SaferCities）指導方針作了一系列的案例研究，說明民眾、社區、城市、政府機關和商業團體在遭受災害攻擊之前，如何有用的建造一個安全都市。這一系列研究是已設計好的，作為提供決策者、計畫者、都市和社區的領導者和訓練員用來彙整經過證明的意見、工具、政策選擇和策略，來自真實經驗的案例分析，作為減輕都市災害的開端，在亞洲太平洋地區成為良好的策略實施和學習課程〔23〕。

2.2 防救災體系與相關法令之探討

2.2.1 國內外災害防救體系

都市防災應與日常生活結合，結合居民意識，強調地區特性，瞭解危險要因，不僅要落

實救災避難規劃，更需要與生活結合的都市救災避難規劃。故各國依不同地方特性，政府層級之層級分工制度亦有為不同，故需比較各國之防救災體制。

一、台灣災害防救體系

民國89年訂「災害防救法」，明訂防救災之目標及實施項目並將都市防災規劃納入，其防救災組織體系共分為中央、縣（市）及鄉（鎮、市、區）等三級防災會報，於災害發生時設立應對之救災指揮組織，並由中央防災會報訂定「防災基本計畫」，指定行政機關或公共事業訂定「防災業務計畫」，各級地方防災會報訂定「地區防災計畫」，以落實防災業務之執行，但目前均以災害之彙報與搶救為主。

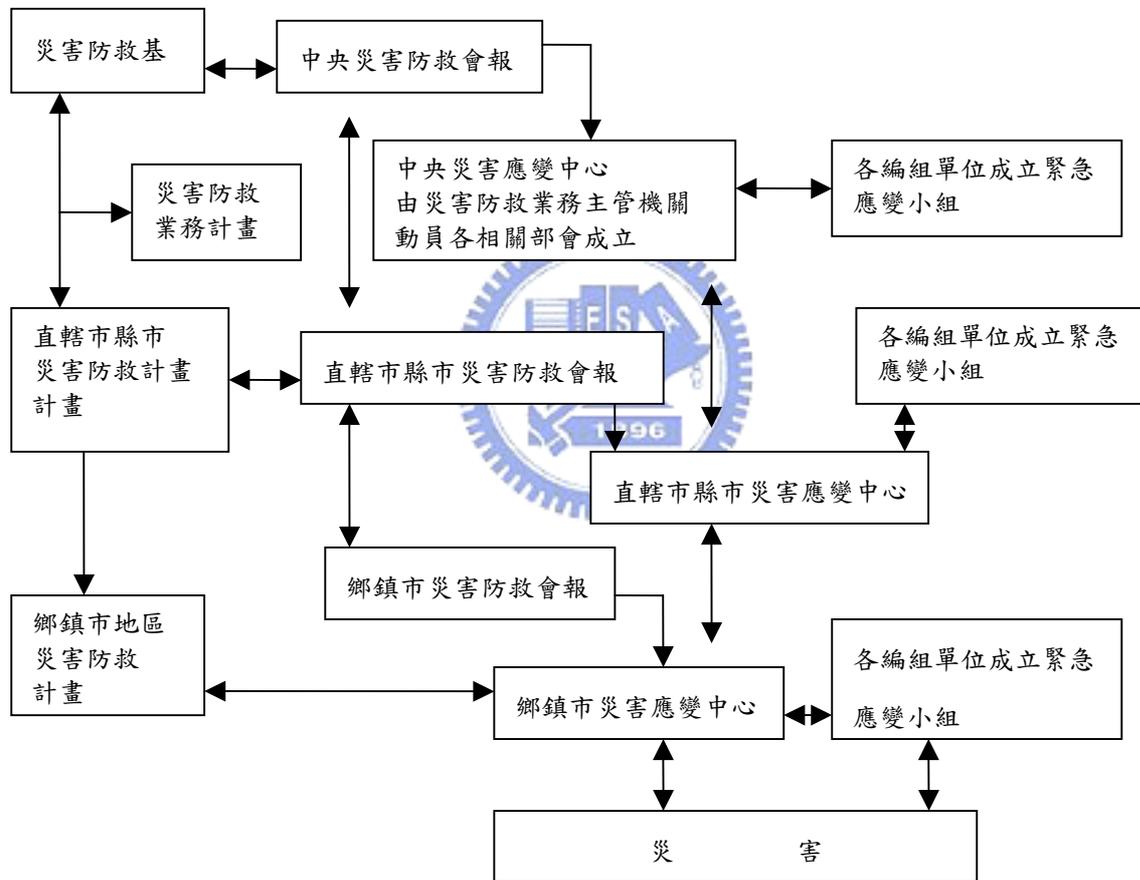


圖 2-4 國內災害防救體系圖

資料來源：災害防救法，2000。

表 2-5 台灣現行災害防救體系基本架構表

組織單位	中央	直轄市、縣（市）	鄉、鎮、市
防災會報	中央災害防救會報	直轄市、縣（市）災害防救會報	鄉、鎮、市直轄市、縣（市）

救災指揮組織	中央災害應變中心	直轄市、縣(市)災害應變中心	鄉、鎮、市災害應變中心
災害防救任務	1. 決定災害防救之基本方針。 2. 核定災害防救基本計畫及中央災害防救業務主管機關之災害防救業務計畫。 3. 核定重要災害防救政策與措施。 4. 核定全國緊急災害之應變措施。 5. 督導、考核中央及直轄市、縣(市)災害防救相關事項。 6. 其他依法令所規定事項。	1. 核定各該直轄市、縣(市)地區災害防救計畫。 2. 核定重要災害防救措施及對策。 3. 核定轄區內災害之緊急應變措施。 4. 督導、考核轄區內災害防救相關事項。 5. 其他依法令所規定事項。	1. 核定各該鄉(鎮、市)地區災害防救計畫。 2. 核定重要災害防救措施及對策。 3. 推動災害緊急應變措施。 4. 推動社區災害防救事宜。 5. 其他依法令所規定事項。

二、美國防救災體系

美國之防災組織可分兩部分，一為屬於國家階層的美國聯邦救災體系，即聯邦緊急災變管理署(FEMA - Federal Emergency Management Agency)，另一則為地方層級(郡)之救災體系(黃正義，200；陳凱凌，1998)。美國都市的防救災計畫偏重於防救災組織、政策以及建物防震等方面，在都市計畫防災規劃方面則較少談論。在都市計畫之防災規劃方面，則主要以都市災害敏感地的觀念，利用土地使用分區管制規則等工具，加以限制開發。在避難設施規劃方面，則以全市性之大規模避難計畫為主，其計畫內容大部分為全市性居民遷移及全市性避難場所之規劃，對於鄰里性、社區性之防救災規劃，則甚少有相關研究〔45〕。

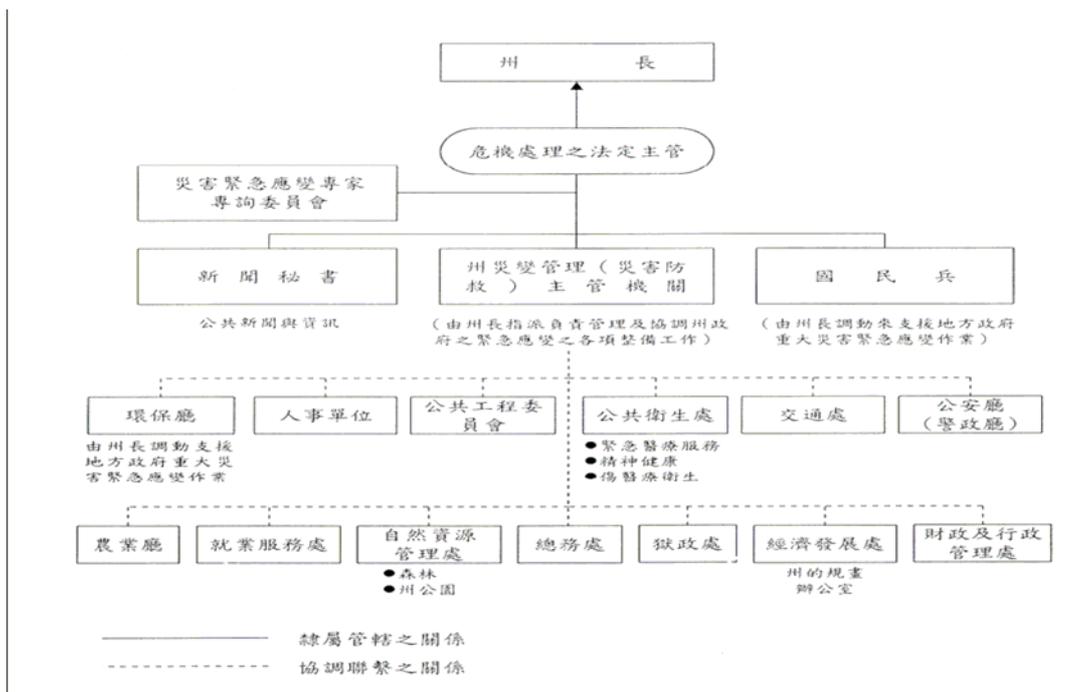


圖 2-5 美國典型設有災變管理專責單位之組織架構圖

資料來源：〔45〕

三、日本防救災體系

日本之防災組織可分為中央防災會議及地方防災會議，而在受到阪神、淡路大震災的影響後，即設置臨時性的「重大災害設置本部」，推動災害應變特別對策。「重大災害對策本部」該當指揮關於所管轄區內，基於救災實際之需求，得經內閣會議決議後，將「重大災害對策本部」部分事物及人力，另設置「重大災害縣地對策本部」，以便就近統籌調度指揮救災事宜〔45〕。有關日本災害對策基礎法對防災體系之規定，其運作流程如圖2-6。

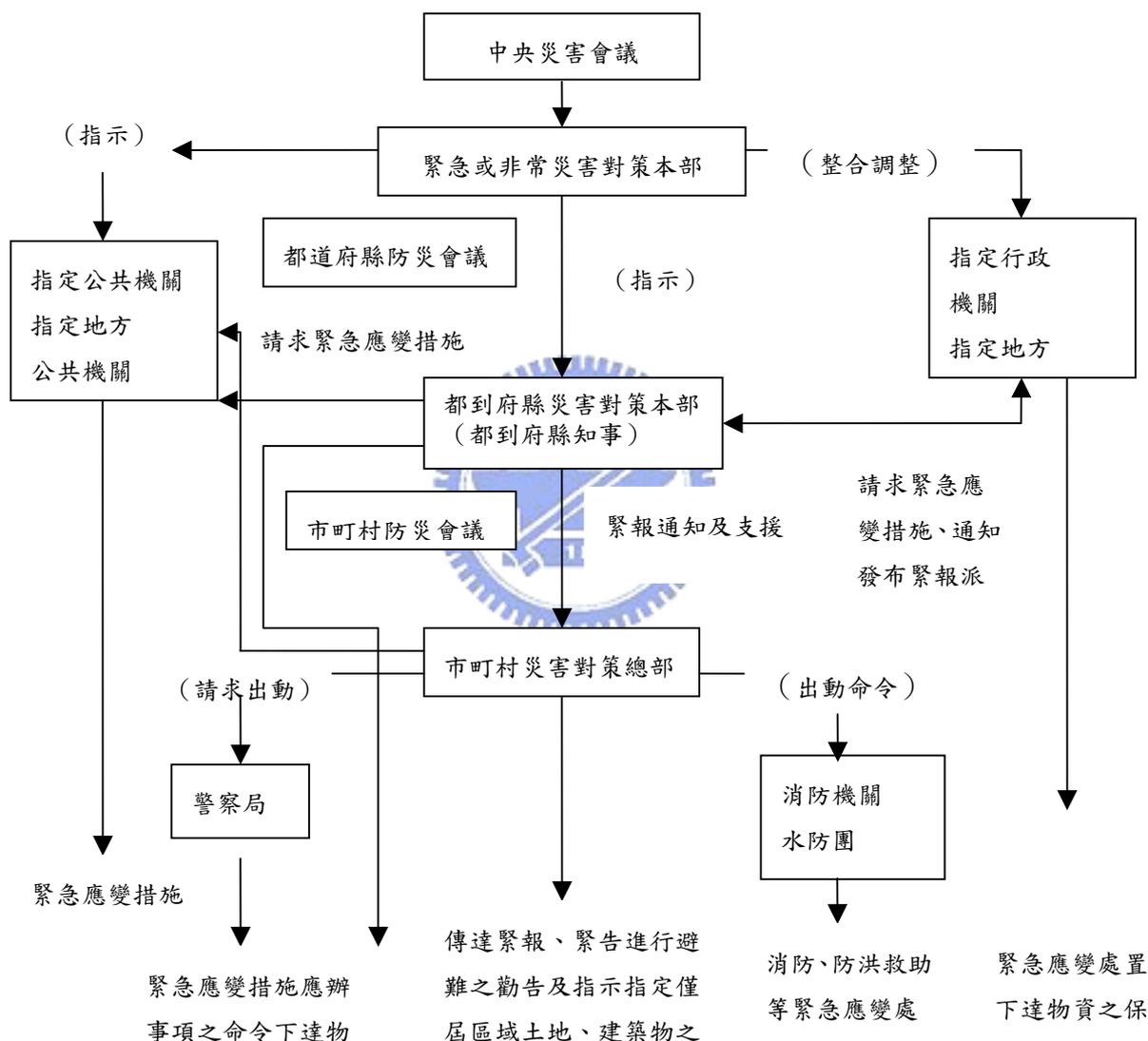


圖 2-6 日本災害防救及緊急災害應變流程圖

資料來源：〔45〕

四、各國防救災體系比較與分析

美國的聯邦政府在災害防救工作上，較偏重於整備(preparedness)與復原(recovery)，而地方政府則偏重於整備(preparedness)與應變(response)，而州政府扮演關鍵性的角色，其功能在於如何有效掌握災害資訊、評估災情及引發之問題，並決定完整之因應行動方案。日本之防救災體系分為中央防災會議與地方防災會議，中央防災會議主要任務在於防災計畫與政策的訂定，而地方防災會議則除預防災計畫的訂定外，還需在災害發生時收集相關災情資料、採取災害應變措施，並從事善後處理工作〔40〕。

表 2-6 美、日、中防救災體系之比較表

國別	日本	美國	台灣
層級	三級制	三級制	三級制
組織單位	中央一都道府縣一市町村	聯邦一州一地方	中央一縣市一鄉鎮市區
中央層級	設有一專責任性機構(國土廳防災局)統籌、規劃、協調、評估等長期性工作。	中央有 FEMA 直屬總統，擁有龐大人力與經費，提供州與地方必要時的支援。	中央並無相當能力的組織，只能撥經費給地方，讓地方基層單位去執行。
處理階段	預防一緊急應變一復舊	減災一整備一應變一復原	預防一應變一復舊
計畫內容形式	實際操作性規定為主	功能性導則為主	權責與單位劃分導向

資料來源：熊光華 2000 防救災體系計畫資料蒐集及資料庫建立之研究〔42〕

2.2.2 都市防災相關法令依據

我國目前有關都市防災之法令主要可分為災害防救法、都市計畫法、消防法及建築法等，國內遭逢多次大型災害，每次遇到災害，相關法令條文都會進行檢討修訂，尤其以921大地震之後，加速了許多法令修訂的腳步，但仍因相關法令條文繁多，整合執行困難度較高，對既成都市環境的助益不大。因此若要落實都市環境的防救災考量，需整合國內各相關法令條文規定，並對法令所涵蓋的防救災的關係作一分析，才能明確地找出應再加強的條文規定。〔53〕

下列將都市計畫法、都市計畫法台灣省施行細則、都市計畫定期通盤檢討、建築法、建築技術規則、台灣省建築管理規則、消防法、消防法施行細則、救火栓設置標準等法規條文

與都市防救災之關係作一分析，如表2-7 所示。

表 2-7 國內與防救災相關法規表

法規名稱	相關條文概述	說明
都市計畫法	第 15 條：市鎮計畫應先擬定主要計畫書之事項 1—8 款。	與避難行為、防災、救災有關
	第 22 條：細部計畫書及細部計畫圖之事項 1. 計劃地區範圍。2. 居住密度及容納人口。 3. 土地使用分區管制。4. 道路系統。5. 公共設施用地。	與避難行為、防災、救災有關
	1. 第 27 條：都市計畫經發佈實施後，遇下列情事，視實際情況迅行變更。因戰爭地震、水災、風災、火災或其他重大事變遷遭受損壞時。為避免重大災害之發生時。	與避難行為、防災、救災有關
都市計畫法台灣省施行細則	第三章土地使用分區管制，第 14—35 條，針對各使用分區內使用類別、建蔽率、容積率相關規定。	與地區整體災害危險度有關
	第四章公共設施用地，第 36、37 條，針對各公共設施用地之建蔽率、容積率規定	與地區整體災害危險度有關
都市計畫法台灣省施行細則	第 39 條：合法建築物因地震、風災、水災、爆炸或其他不可抗力事變而遭受損害，經縣（市）政府認定為危險或有安全之虞者，土地權利關係人得於一定期限內提出申請，依原建蔽率、原容積率或原總樓地板面積重建。	與地區整體災害危險度有關
都市計畫定期通盤檢討	第 6 條：應針對舊有建築物密集、畸零破舊、有礙觀瞻、影響公共安全等地區，進行全面調查分析，劃定都市更新範圍。	與地區整體災害危險度有關
	第 7 條：就都市防災避難場所、設施、消防救災路線、火燒延燒地帶等進行規劃檢討。	與地區整體災害危險度有關
	第 8 條：部分地區應辦理都市設計、納入細部計畫	與地區整體災害危險度有關
建築法	第 1 條：實施建築管理，以維護公共安全、公共交通、公共衛生及增進市容觀瞻，特制定本法。	與全市性安全、防救災有關
	第 31、32 條：建造執照申請或雜項執照申請，申請書載明建蔽率、容積率、使用用途及檢附工程圖與結構計算書等。	與避難、救災、延燒、建築物倒塌危險有關
	第 43 條規定騎樓地與基地排水及騎樓地與鄰接地不得有高低不平。	與避難危險有關
	第 47 條：易受海潮、海嘯侵襲，洪水氾濫及土地崩塌之地區，如無確保安全之防護設施者，劃定範圍，予以發布，並豎立標誌，禁止在該地區範圍內建築。	與地盤地質災害有關
	第 63 條：建築物施工場所，應有維護安全、防範危險及預防火災之適當設備或措施。	與施工危險、落下物及起火危險有關

	第 64 條：建築物施工時，其建築物材料及機具之堆放，不得妨礙交通及公共安全。	與避難危險有關
	第 66 條：二層以上建築物施工，或五層以上建築物施工時，應設置防止物體墜落之適當圍籬。	與施工危險、落下物有關
	第 76、77、77-1、77-2、77-3、77-4 條，有關室內裝防火材料、消防設備安全檢查等規定。	與避難危險、延燒危險度有關
建築技術規則建築設計施工編	第 2 條：私設通路寬度規定	與避難、救災危險度有關
	第 3-1 條：私設通路超過 35 公尺，迴車道設置規定。	與避難、救災危險度有關
	第 3-2 條：基地臨接道路邊寬度達三公呎以上之綠帶，應從該綠帶之邊界線退縮四公尺以上建築。	與避難行為、防災、救災有關
	第 4、5 條：基地防洪安全及排水規定。	與避難、防災有關
	第 6 條：斷崖上下各二倍於斷崖高度之水平距離範圍內，不得建築。	與地盤滑動危險有關
	第 14~16、19、23、24、24-1 條：有關建築物與面前道路之規定。	與避難、延燒、救災危險度有關
建築技術規則建築設計施工編	第 25~39 條：建蔽率相關規定。	與避難、救災危險度有關
	第 55 條：六樓以上設升降機及建築高度超過十樓設緊急升降機。	與避難、救災危險度有關
	第 57 條：騎樓與無簷人行道寬度、高度規定。	與避難、救災危險度有關
	第 63~78 條：建築物防火時效、構造、面積等規定。	與延燒、救災危險度有關
	第 79~86 條：建築物內部防火區劃、連棟建築防火區劃等規定。	與避難、延燒、救災危險度有關
	第 90 條：避難層出入口規定。	與避難、救災危險度有關
	第 91 條：避難層以外樓層出入口規定。	與避難、救災危險度有關
	第 94 條：屋外出入口步行距離規定。	與避難、救災危險度有關
	第 95~99 條：直通樓梯、安全梯、防火構造等相關規定。	與避難、延燒、救災危險度有關
	第 104 條：緊急照明設置規定。	與避難、救災危險度有關
	第 106、107 條：緊急升降機設置規定。	與避難、救災危險度有關
	第 108、109 條：緊急進口設置、構造規定。	與避難、救災危險度有關
	第 110、110-1、110-2 條：防火建築物、非防火建築物之防火間隔規定。	與避難、延燒、救災危險度有關
	第 114 條：建築物滅火設備設置規定。	與延燒、救災危險度有關
	第 115 條：建築物警報設備設置規定。	與避難、救災危險度有關
	第 116 條：建築物避難標示設備設置規定。	與避難、救災危險度有關
	第 118 條：特定建築物與面前道路、出入口相關規定。	與避難、救災危險度有關
第 133 條：學校校舍配置、方位、設備等規定。	與避難、延燒、救災危險度有關	

	第 147 條：設置於建築物外牆之廣告牌不得堵塞本規則規定設置之各種開口及妨礙消防車輛之通行。	與延燒、救災危險度有關 0
	第 163 條：基地內各幢建築物間及建築物至建築線間之通路寬度、長度規定。	與避難、延燒、救災危險度有關
	第 180 條：地下建築物之用途限制。	與避難、救災危險度有關
	第 189 條：地下建築物與建築物地下層連接，防火構造、防火時效規定。	與避難、延燒、救災危險度有關
	第 196 條：地下建築物地震力係數規定。	與建築物破壞危險有關
	第 201~206 條：地下建築物防火區劃、材料、設備等規定。	與避難、延燒、救災危險度有關
	第 228 條：高層建築物之總樓地板面積與留設空地之比。	與避難、延燒、救災危險度有關
	第 231 條：高層建築物基地內之空地應有二分之一以上為綠化空地。	與避難、延燒、救災危險度有關
	第 233 條：高層建築物設置緊急進口規定。	與避難、救災危險度有關
建築技術規則 建築設計 施工編	第 234~240 條：高層建築物結構、地震力、風力設計範圍規定。	與建築物破壞危險有關
	第 241~244 條：高層建築物防火避難設施規定。	與避難、延燒、救災危險度有關
	第 257 條：高層建築物每一樓層均應設置火警自動警報設備，其實十一層以上之樓層以設置偵煙型探測器為原則。高層建築物之各層均應設置自動撒水設備。	與避難、延燒、救災危險度有關
	第 259 條：高層建築物應依左列規定設置防災中心規定	與救災危險度有關
	第 262 條：山坡地不得開發建築地區等規定。	與地盤地質災害有關
	第 268 條：山坡地建築物高度規定。	與地盤地質災害、避難、救災危險度有關
建築技術規則 建築構造	第 42、43 條：建築物構造耐震設計、地震力、結構系統。台灣地震區劃分。	與建築物破壞危險有關
	第 48-1 條：建築基地評估發生地震時，土壤液化發生之可能性規定。	與地盤地質災害、建築物破壞危險有關
	第 57 條：建築物基礎設計載重安全規定。	與基礎、建築物破壞危險有關
	第 64 條：建築基地依建築物規劃辦理地基調查之規定。	與地盤地質災害、建築物破壞危險有關
	第 407-412-1 條：混凝土建築耐震設計之特別規定。	與建築物破壞危險有關
台灣省建築管理規則	第 5 條：基地面臨現有巷道及建築線指定之規定	與避難、救災危險度有關
	第 20 條：面臨計畫道路之建築基地設置騎樓、庇廊或無簷人行道之規定。	與避難、救災危險度有關

消防法	第二章火災預防 第 6 條：應設置並維護其安全消防設備 1. 依法令應有消防安全設備之建築物。 2. 依定規模之工廠及倉庫、林場。 3. 公共危險物品與高壓氣體製造、分裝、儲存及販賣場所。 4. 大眾運輸工具。 5. 其他經中央主管機關核定之場所。	與地區整體消防安全有關
	第 13 條：執行有關防火管理上必要之業務，地面樓層達十一層以上建築物、地下建築物或中央主管機關指定之建築物，其管理權有分屬時，各管理權人應協議制定共同消防防護計畫，並報請消防機關核備。	與建築物消防安全有關
消防法施行細則	第 15 條：消防防護計畫	與地區整體消防安全有關
	第 21 條：政府對轄內無自來水供應或消防栓設備不足地區，應籌建或整修蓄水池及其他消防水源。	與地區整體消防安全有關
台灣救火栓設置標準	第 5 條救火栓裝設之間距及數量視當地之區域性質、消防設備、人口密度、建築物、氣象條件等因素，美格 60 公尺至 120 公尺設置一處。	與地區整體消防安全有關
台北市救火栓設置標準	第 6 條：救火栓裝設之間距及數量視當地之區域性質、消防設備、人口密度、建築物、氣象條件等因素，美格 60 公尺至 100 公尺設置一處。	與地區整體消防安全有關

資料來源：〔53〕

2.3 防災生活圈規劃原則探討及相關研究成果

2.3.1 防災生活圈之意義與內涵

一、防災生活圈緣起

防災生活圈構想始於1980年12月日本『My Town』構想懇談會中首度被提出，其內容以規劃都市發生地震時不引發火災以及防止火勢延燒為主軸。之後東京在1982年擬定之東京都長期計畫中，決議施行整建延燒阻斷帶與推動防災生活圈示範事業，並在1985年正式實施。而在1990年所擬定之第三次東京都長期計畫中，除了繼續進行防災生活圈示範作業之外，亦持續推動防災生活圈〔54〕。

日本國土廳在「首都圈基本計畫」（1992）中，提出防災隔斷地帶、避難地、避難路等

防災生活圈之概念。而於1995年日本阪神大地震後，神戶市著手開始研究建設計畫，「神戶市震災復興本部總括局」並在「神戶市復興計畫」〔52〕中提出都市安心、活力、魅力及互動等四個主題做為都市建設之目標，據以建設神戶市為「安全的都市」。安全的都市之主要內容為：（一）都市防災基本計畫（二）都市計畫（防災生活圈）（三）防災都市基盤（四）都市防災管理等四項。而防災生活圈則屬於都市計畫面的規劃。而三船康道〔55〕於「地域・地區之防災計畫」中，對日本之防災計畫規劃方式作回顧與整體，並提出目前東京都「防災生活圈」的構想。日本的國土防災局，於「防災基本計畫」中，亦將避難道路、避難空間、防災據點及安全防災街廓計畫等防災生活圈之基本要素，列為日本防災基本計畫體系之中，由此防災生活圈便成為日本防災體系中的一部份，並發展出一套完整之防災生活圈模式〔40〕。

而國內於1995年行政院第16次科技顧問會議中，參酌日本東京都震災防制計畫，亦將「防災生活圈」列為都市防災建設及重點防制工作內容之一〔56〕。

二、防災生活圈定義

安全都市之建立應從生活圈做起〔6〕，因此防災生活圈為安全都市的基本要求，唯有完善的防災生活圈，才可建立安全的都市。防災生活圈是以延燒遮斷帶的形成，規劃災害時安全的都市架構，再從依據圈域內生活環境的生活品質改善，策劃提升市街地的防災性〔47〕。

從日本阪神的經驗，將生活圈規劃的相當周延，每個生活圈均成為「安心生活圈」，防災生活圈依照圈域的不同可區分為鄰里生活圈、生活文化圈與區域生活圈〔47〕。每一生活圈有關防災設施規劃，包含救災路線、避難路徑、避難場所、防災綠軸、防火區劃及防災據點等，其內容架構如圖2-8：

2.3.2 防災生活圈規劃原則

防災生活圈的劃設主要依據各層級所需配置之救災機能以及都市防災空間系統的服務區域，共分為鄰里生活圈、地區生活圈以及全市生活圈。其說明如下：

（一）鄰里生活圈

鄰里生活圈是以國小、國中以及10,000平方公尺以上至100,000平方公尺以下的鄰里公

園等避難據點為生活圈之核心（中心地）〔59〕，即日本防災區域計畫中的「一次避難地」。這些避難據點為地區性的防災公園，Yasushi Tanaka〔58〕與Akiyo Hattori〔57〕認為防災公園其周圍為可防止火災延燒的防火樹林帶，公園內部則設有儲備倉庫、耐震性水槽、廣播設施、情報通訊設施、發電設施及防止延燒的灑水設施等。居民在此避難據點內，經由互助的方式進行社區建設，於災害發生時，能獨立展開防災活動，災害發生之後能立即以地區防災據點為中心，建設社區的獨立性生活（何明錦，1997）。一般鄰里生活圈是以國小的服務半徑為範圍〔59〕〔6〕，而「都市計畫定期通盤檢討實施辦法」第十八條中規定：「國小應以每一閭鄰單位或服務半徑不超



圖 2-7 防災生活圈內容架構圖

資料來源：何明錦，1997〔6〕

過600公尺配設為原則」，因此本研究以600公尺為鄰里生活圈之服務半徑。鄰里生活圈內除具有防災避難的國小、國中、高中、社區公園等避難據點外，並具備基本的緊急醫療據點（診所、衛生所等）及警察指揮據點（派出所、分駐所），而消防、物資等防災空間系統則由生活文化圈的防救災設施加以支援〔6〕。

（二）地區生活圈

鄰里生活圈之避難據點其面積規模較小，當大規模地震發生時，易為鄰近建築物倒塌所傷害，當發生時延燒大火而無法抵禦大火時，根據日本神戶大地震的經驗，於防災公園避難的居民，在大火延燒時必須撤離，移動前往大規模的防災避難所。或是災情持續擴大，二次災害已威脅到鄰里生活圈的防災據點時，亦需遷移至較大規模的避難場所，也就是所謂的「廣域避難地」。Akiyo Hattori（2000）根據日本區域防災計畫指出，「廣域避難地」為100,000平方公尺以上的社區公園、區域公園等避難據點，其周圍如「一次避難地」般的有可防止火災延燒的防火樹林帶，內部亦設有儲備倉庫、耐震性水槽、廣播設施、情報通訊設施、發電設施及防止延燒的灑水等設施外，亦需具備有直昇機的停機坪，以供緊急運輸之用。而地區生活圈主要是以「廣域避難地」為生活圈的核心（中心地），每人之平均避難面積為2平方公尺。何明錦〔6〕提出生活文化圈之區域規模為人員徒步2公里以上的遠距離地區，因此本研究將以2000公尺為地區生活圈的服務半徑。其地區生活圈除擁有廣域避難據點（大學、區域公園、社區公園）外，尚具消防救災（消防分隊）、警察指揮（警察分局）、醫療救護（地區醫院、區域醫院及教學醫院等）以及物資運送（批發倉儲業、物流業等）等防災空間系統，並支援鄰里生活圈的防災功能。

（三）全市型生活圈

全市型生活圈主要是以全市性公園及體育場所等為生活圈的核心（中心地），並以市政府為中心展開廣泛性的救援活動。一方面與鄰里生活圈及生活文化圈必須維持聯繫，另一方面區域內必須能接受外部所供應支援的救援物資、收集情報、發佈情報等。其服務圈域是以縣市之行政區域為單位。區域生活圈擁有完整之避難據點（全市性公園、體育場）、消防救災（消防隊）、警察指揮（警察局）、醫療救護（醫學中心、區域醫院）、物資運送（批發

倉儲業、物流業) 以及防救災路網等防災空間系統。

2.3.3 防災生活圈劃設架構及標準

防災生活圈在都市空間層級而言，日本防災基本計畫將其分為鄰里生活圈，生活文化圈以及區域生活圈，而國內之相關研究則分為直接避難圈與階段避難圈〔20〕，或為鄰里救災避難圈、地區救災避難圈、全市救災避難圈以及全國救災避難圈〔33〕。雖我國目前防災計畫之觀念及組織架構多沿用日本體系，且兩國目前區分防災生活圈之方法類似，所形成防災避難圈之內容架構亦相似，因此本研究參酌我國研究成果之定義，將防災生活圈分為鄰里生活圈、地區生活圈及全市型生活圈。

表 2-8 防災生活避難圈劃設標準

類別	空間名稱	劃設指標	防災必要設施及設備
全市防災生活圈	學校	以全市為單位	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 提供避難居民中長期居住之空間。 ◎ 提供避難居民所須知糧食生活必需品儲存。 ◎ 緊急醫療器材、藥品。 ◎ 區域間資料蒐集、建立防災資料庫及情報連絡設備。
	全市性公園		
	醫學中心		
	消防隊		
	警察局		
	倉庫批發業		
車站			
地區防災生活圈	國中	步行距離 1500—1800m 約三個鄰里單元	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 區域內居民間情報連絡及對外聯絡之設備。 ◎ 消防相關器材、緊急用車輛器材。 ◎ 緊急醫療器材、藥品。 ◎ 進行救災所需大型廣場、空地。 ◎ 提供臨時避難者所需之飲水、糧食與生活必需品之儲存(約 3—7 日)。
	社區性公園		
	地區醫院		
	消防分隊		
警察分局			
鄰里防災生活圈	國小	步行距離 500—700m 約一個鄰里單元	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 居民進行災害因應活動所需之空間及器材。 ◎ 區域內居民間情報連絡及對外聯絡之設備。
	鄰里公園		
	診所或衛生所		
	派出所		

資料來源：張益三，1999，都市防災規劃之研究〔61〕

2.3.4 都市防救災空間(據點)劃設原則及標準

防災生活圈包含避難場所、防救災道路、消防救災、醫療救護、物資運送以及警察指揮等都市六大防災空間系統〔62〕。根據防災生活圈的定義，避難場所之服務半徑為決定都市防災生活圈範圍之主要依據，亦即利用避難場所之服務範圍，作為劃設防災生活圈服務區域的準則。而其餘的都市五大防災空間系統則作為防災生活圈的必要機能，因此完美的都市防災生活圈是必須被包含在道路、消防、醫療、物資以及警察等五大防災空間系統之中的。換

句話說，由避難據點所形成的防災生活圈，必須擁有道路、消防、醫療、物資以及警察等防災機能，以形成完善之都市防災生活圈系統。

一、防救災道路系統

道路系統在震災後之避難與救災行為上，具備了最基本的機能，也就是說道路系統的功能發揮正常與否，直接影響了避難與救災的成效。道路系統與其他的防災空間系統也是息息相關，各空間系統的功能發揮，都需要藉助道路的正常運作方可達成，且道路可作為都市火災延燒遮斷帶，防止火災的蔓延，因此道路在整體的規劃作業上，扮演了最關鍵性的角色〔1〕。

- (一) 緊急道路:指定現有路寬20米以上之主要聯外道路，並考慮可延續通達全市各區域之主要輔助性道路(路寬亦須20米以上)為第一層級之緊急道路，此道路為震災發生後首先必須保持暢通之徑，同時在救災必要時得進行交通管制，以利救災行為的順利。
- (二) 救援輸送道路:以現有15米以上道路為對象，配合緊急道路架構成為完整之路網，此層級道路主要作為消防及擔負便利車輛運送物資至各防災據點之機能為主，同時亦作為避難人員通往避難地區路徑之用。
- (三) 避難輔助道路:8米以上計畫道路，主要作為在各個指定作為避難場所、防災據點之設施無法臨接前兩個層級之道路網時，必須劃設一輔助性質的路徑連絡其他避難空間、據點或連通前兩個層級道路，如此方能架構各防災空間與道路網完整之體系。〔1〕

表 2-9 防救災路線劃設標準表

類別	空間名稱	劃設指標
緊急道路	20m 以上計畫道路	◎ 聯外主要幹道、橋樑
輸送、救援道路	15m 以上計畫道路	◎ 扣除停車寬度保有 8m 消防車運作淨寬
	河岸道路	◎ 道路兩旁防落下物、防火安全植栽、道路兩旁 ◎ 消防水源充足 ◎ 串連區內各主要防救據點
消防避難道路	8m 以上計畫道路	◎ 道路兩旁為不燃建築【沿街不燃化】 ◎ 道路維持 4m 以上消防車作業淨寬
緊急避難道路	8m 以下計畫道路	◎ 連結各街廓及避難場所 ◎ 確保道路暢通及安全性

資料來源：李威儀、何明錦，2000，都市計畫防災規劃手冊，內政部建研所〔1〕。

二、防救災據點

(一) 避難據點：依災害發生之時序以及避難據點之功能，可分為下列三種類型：

1、臨時避難場所：當災害發生時，人員在3分鐘內自發性緊急避難之場所，由於時間緊迫，通常為人員鄰近之道路、空地、公園、綠地、學校等。日本阪神大地震時，每人站立約需0.5平方公尺之面積，場所需可容納50人以上〔62〕。

2、臨時收容所：主要提供大面積的開放空間作為安全停留的地方，待災害穩定後，再進行必要之避難措施。李威儀等〔62〕指出臨時收容所主要是以10,000平方公尺以上之區域性公園或全市性公園及體育場所為指定區域，每人平均擁有2平方公尺的避難面積為原則，黃定國〔6〕則提出以國民中小學與公園為地域性的防災避難據點。

3、中長期收容場所：主要提供能夠進行災後都市復健完成前進行避難生活所需設施，並且是當地避難人員獲得各種情報資訊之場所，因此必須擁有較完善的設施及可供掩護的場所。李威儀等〔62〕提出中長期收容場所以中小學為理想對象。根據防災生活圈之內容及目的，臨時收容場所在災害發生時必須具有可建立社區的獨立性生活，說明臨時收容所已具有中長期收容場所的功能，因此在防災生活圈系統中，臨時收容場所即等於中長期收容場所。

因此綜合上述，避難據點可分為兩種，為緊急避難據點，為民眾在災難時緊急臨時的避難場所，通常為民眾周邊之道路、空地及避難場所等；另一種為臨時及中長期收容所，主要提供大面積的開放空間作為災難發生後安全停留的地方，並能夠進行災後都市復健完成前進行避難生活所需設施。而臨時及中長期收容所又可分為「一次避難地」及「廣域避難地」，「一次避難地」為面積1公頃以上、10公頃以下之避難據點，廣域避難地則為10公頃以上之避難據點。而避難據點分為遊憩設施及教育設施兩種，教育設施包括文小、文中、文高、文大、及文教、社教等用地，遊憩設施則包含公園、體育場、兒童遊戲場等。各避難場所所提供服務的面積可分為兩種，一為在避難據點之公共建物已毀損的狀況下，僅剩下法定空地為其可提供服務之面積〔40〕。

(二) 消防救災據點

消防車由通報、出勤以至射水的準備時間共4.5分鐘，有效防止延燒的時間減去4.5分鐘，剩餘的時間即是消防車輛行走的時間。而考慮都市內交通以及道路狀況等因素，李信慧歸納台中市主要路段的交流狀況，提出台中市消防車救災的行車速度為每小時30公里，等於每分鐘僅能行走500公尺。有效防止延燒的時間為8分鐘〔35〕，如減去通報時間、出動準備與射

水準備時間（平均為4.5分鐘），剩下的行車時間只有3.5分鐘，因此消防車的服務半徑約為1750公尺。

（三）警察指揮據點

警察指揮系統設置的目的在於進行情報資訊收集及災後秩序的維持，以便於災害指揮中心下達正確的行動指令。其任務為災害援救、交通管制以及秩序維護等三項。警察機關於一般事故發生後5分鐘內抵達現場時，其蒐證之正確性與破案之機率較高。如以此做為警察機關行動所花費之時間成本，而通常警察機關接獲報案後至出勤階段時間約為0.5分鐘，以5分鐘到案發現場之有效破案時間，扣除0.5分鐘報案整備時間，則剩餘4.5分鐘的出勤行車時間〔35〕。如相同以消防車輛行駛於台中市的平均時速30公里（每分鐘500公尺）計算，警察機關有效服務半徑為2250公尺。

（四）醫療救護據點

醫療救護空間體系分為兩大部分，一是臨時之醫療場所，另一是收容傷病之中長期收容場所在事故發生後，緊急醫療網系統之救護行動應於4~6分鐘黃金急救時間內，將傷患做最佳之緊急處理，並將對患者生命有決定性的影響。本研究以最短時間4分鐘作為緊急醫療救護之行動時間，如同消防、警察系統一般扣除0.5分鐘之報案時間，剩下3.5分鐘之出勤救護時間〔63〕。如相同以消防車輛行駛於台中市的平均時速30公里（每分鐘500公尺）計算，緊急醫療救護有效服務半徑為1750公尺。

（五）物資支援據點：

一般可分為接收以及發放兩種系統：

1、發放系統：為求避難生活物資能有效運抵每一可能災區並供災民領用，故發放據點應以鄰里生活圈之中長期收容場所為指定場所。

2、接收系統：目的在於接收外援物資及分派各受災區所需物資之活動場所，其主要空間為機場、港埠、大型市場及車站。避難據點中的廣域避難地，因其空地面積廣大，因此可做為直昇機運送物資及人員之起降場所，並具有發放物資之功能。李佩瑜〔33〕認為物資支援系統非為都市計畫所能規範，應參考日本經驗，以與物流中心（我國所稱批發倉儲業）簽約合作，約定災害發生時，食物及生活用品禁止對外販售，而優先販售給政府，並不得任意抬哄價格。

表 2-10 防救災據點劃設標準表

防災系統	層級	空間名稱	劃設指標
警察	指揮中心	市政府、警察局	◎ 鄰接輸送、救援以上道路
	情報收集站	派出所	
消防	指揮所	消防隊	◎ 鄰接輸送、救援以上道路
	臨時觀哨所	學校	
醫療	臨時醫療場所	全市性公園	◎ 鄰接輸送、救援以上道路
		體育場所	
		兒童遊樂場	
		廣場	
	中長期收容所	醫療衛生機構	
物資	接收場所	航空站	◎ 鄰接輸送、救援以上道路
		市場	
		港埠	
	發放場所	學校	
		體育場所	
		兒童遊樂場	
		全市性公園	

資料來源：李威儀、何明錦，2000，都市計畫防災規劃手冊，內政部建研所〔1〕。



2.3.5 防災生活圈研究成果

自此「防災生活圈」的觀念便引入國內的防災體系中。在台灣目前有關防災生活圈的研
究中，學者蕭江碧、陳建忠、何明錦、李威儀、黃定國等人皆將防災生活圈的觀念納入都市
計畫的防災計畫中，並探討出相關防災設施之準則；李佩瑜則透過鄰里單元的觀點，探討震
災時救災避難圈的規劃，並以南投縣埔里鎮為例；學者李威儀、錢學陶等嘗試引入「防災生
活圈」的概念，將「防災生活圈」納入台北市都市計畫防災系統之中，並規劃出台北市防災
計畫之「直接避難區域」及「階段避難區域」；台中市都市發展策略研究〔64〕，亦在都市
計畫中強調及建議防災生活圈的觀念〔40〕。

一、國內防災生活圈研究成果

國內圈域規模之相關研究，多引自日本研究與其實際的規劃案例，國內避難圈域之層級
可分為鄰里防救災避難圈〈約為 500~700m〉、地區防救災避難圈〈約為 1500~1800m〉、全
市防救災避難圈〈全市為單位〉等共三級〔61〕，以下將近年來國內相關研究彙整如表 2-11
及 2-12。

表 2-11 防救災避難圈規模（鄰里避難生活圈）

研究者	時間	研究名稱	圈域概約平均規模	圈域服務半徑	圈域中心	每人避難面積	研究依據
李威儀 錢學陶 李威亨	1997	台北市都市計畫防災系統之規劃	155 公頃	700m	避難據點	2m ²	日本之經驗
張文侯	1997	台北市防災避難場所之區位分析	235 公頃	863.76m	避難據點	1m ²	P 中位數 54 座涵蓋範圍平均值
張益三	1999	都市防災規劃研究	110 公頃	500~700m	國小	至少 1m ² 最佳 2m ²	法令與日本之經驗
李威儀 何明錦	2000	都市計畫防災規劃手冊	95 公頃	500~600m	避難據點	3.3 - 4 m ²	日本經驗與九二一避難調查
李佩瑜	2000	由鄰里單元觀點探討震災時救災避難區之規劃	110 公頃	500~700m	國小	2m ²	鄰里單元理論及法令與九二一避難調查
簡甫任	2000	防災規劃基準修正	110 公頃	500~700m	避難據點	—	日本經驗與九二一避難調查
何明錦 蔡綽芳	2000	從九二一地震災後探討我國都市防災規劃與改善對策	80 公頃	500m	中小學校 大型公園	3.3 - 4m ²	九二一經驗調整人口規模調整鄰里(社區防災生活圈)
吳榕檳	2001	都市計畫地區緊急避難場所實際服務範圍評估方法研究	55 公頃	350m	避難據點	—	九二一避難經驗調查
潘國雄	2001	地震災害時防災公園評估基準研究	110 公頃	500~700m	避難據點	2.67m ²	逼近法
張益三 蔡伯全	2002	都市災害防救管理體系及避難圈域適宜規模探究	113 公頃	600m	國小	臨時避難 1 m ² 、有計畫收容 2.1 m ² 、無計畫收容 3.6 m ²	服務半徑計算法
張益三 蔡伯全	2002	都市防災中基礎避難圈域最適規模之初探	75-135 公頃	600m	國小	臨時避難 1 m ² 臨時收容 3.6 m ²	多目標數學規劃模式
吳信義	2002	防災生活圈劃設之研究—以台中市震災為例	12600 公頃	500~700m	各級學校、鄰里公園等	—	中地理論

資料來源：蕭江碧、張益三，2002，地方層級都市防災規劃與改善管理計畫之研擬－嘉義市都市防災規劃示範計畫〔65〕。

表 2-12 防救災避難圈規模（地區生活圈）

研究者	時間	研究名稱	圈域平均規模	圈域服務半徑	研究依據
張益三	1999	都市防災規劃之研究	830 公頃	1800 - 1500m	法令與日本之經驗
李佩瑜	2000	由鄰里單元觀點探討震災時救災避難區之規劃	705 公頃	1500m	鄰里單元理論及法令與九二一避難調查疊合鄰里避難生

					活圈
張益三 蔡伯全	2002	都市防災中基礎避難圈 域最適規模之初探	75—135 公頃	600m	服務半徑計算法
吳信義	2002	防災生活圈劃設之研 究—以台中市震災為例	12600 公頃	2000m	中地理論

資料來源：蕭江碧、張益三，2002，地方層級都市防災規劃與改善管理計畫之研擬—嘉義市都市防災規劃示範計畫〔65〕。

二、國外防災生活圈研究成果

相關研究成果彙整如表 2-13、2-14 所示：

表 2-13 日本相關基礎避難圈域〈鄰里生活圈〉規模研究表

研究者	時間	研究名稱	圈域概約 平均規模	圈域服務 半徑	圈域中心	每人避難 面積	研究依據
東京都消 防廳	1994	東京都地 域防災計 畫	122 公頃	500— 750m	避難據點	最少 1m ² — 2.62 m ²	—
東京都都 市計劃局	1985	防災生活 圈事業計 畫調查報 告書	60—80 公頃	470m	避難據點	1 m ²	—

資料來源：蕭江碧、張益三，2002，地方層級都市防災規劃與改善管理計畫之研擬—嘉義市都市防災規劃示範計畫〔65〕。

表 2-14 日本相關避難圈域〈地區防救災生活圈〉規模研究表

研究者	時間	研究名稱	圈域平均規 模	圈域服務半 徑	研究依據
東京都消 防廳	1994	東京都地域 防災計畫	1256 公頃	2000m	—

資料來源：蕭江碧、張益三，2002，地方層級都市防災規劃與改善管理計畫之研擬—嘉義市都市防災規劃示範計畫〔65〕。

另外，針對日本目前公佈之市町村地域防災計畫，依據面積與人口數接近台灣主要城市規模之六個都市地區防災計畫，歸納地區防災生活圈之影響因素如：主要產業、避難生活圈分區依據、避難生活圈主要中心、避難生活圈概約規模等進行探討，對其地區防災生活圈規模與分區原則概略整理如表 2-14：同時亦針對神戶市地區復興計畫防災生活圈劃設標準作一概述介紹。

表 2-15 日本都市地區防災計畫—地區防救災生活圈規模彙整表

縣市名稱	人口數 (人)	面積 (Km ²)	人口密 度(Km ²)	主要 產業	避難 生活 圈之	避難 生活 圈主	避難生 活圈概 約規模	分 區 數	所屬縣 府都
------	------------	--------------------------	----------------------------	----------	----------------	----------------	-------------------	-------------	-----------

					分區 依據	要中 心	(Km ²)		
千葉市 Chiba	873617	272	3211	第三 級產 業	町村 行政 區	市民會 所、小 學校	7.4	37	千葉縣
富山市 Toya ma	325693	209	1558	第三 級產 業	町村 行政 區	市民會 所、小 學校	4.3	48	富山縣
高知市 Kochi	330654	145	2244	第三 級產 業	小學 區	小學校	6.3	23	高知縣
小牧市 Komaki	140228	63	2332	第三 級產 業	小學 區	小學校	.3.9	16	愛知縣
高槻市 Takatsuki	354977	105	3371	第三 級產 業	町村 行政 區	小學校	6.5	16	大阪府
鹽尻市 Shiojiri	62520	172	363	第三 級產 業	無	公園廣 場、小 學校	3.1	56	長野縣

資料來源：蕭江碧、張益三，2002，地方層級都市防災規劃與改善管理計畫之研擬－嘉義市都市防災規劃示範計畫〔65〕。



三、竹東鎮都市發展現況與防救災空間調查

3.1 竹東鎮地震災害潛勢分析

3.1.1 新竹縣地震災害概述

台灣位處環太平洋地震帶，由於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊之擠壓作用(如圖 3-1)，地震發生的次數頻繁，並且常有強烈的地震發生，中央氣象局過去九十年的觀測資料顯示，台灣地區平均每年有約發生兩千兩百次地震，雖然其中多數為無感地震，但有感地震每年平均約有為二百一十四次，圖 3-2 所示為 1900 年至 2004 年台灣地區規模大於 4 地震之震央分佈圖。

根據以往紀錄，在 1900 年至 1999 年間，共有八十九次災害性地震發生，幾乎每年可能會有一件地震災害發生，其中又有二十三次為地震規模達七以上的強烈地震，由於地震災害是一種無預警性的災害，且是突如其來發生的，故其突發的程度及所造成的後果非一般災害所能比擬〔67〕。

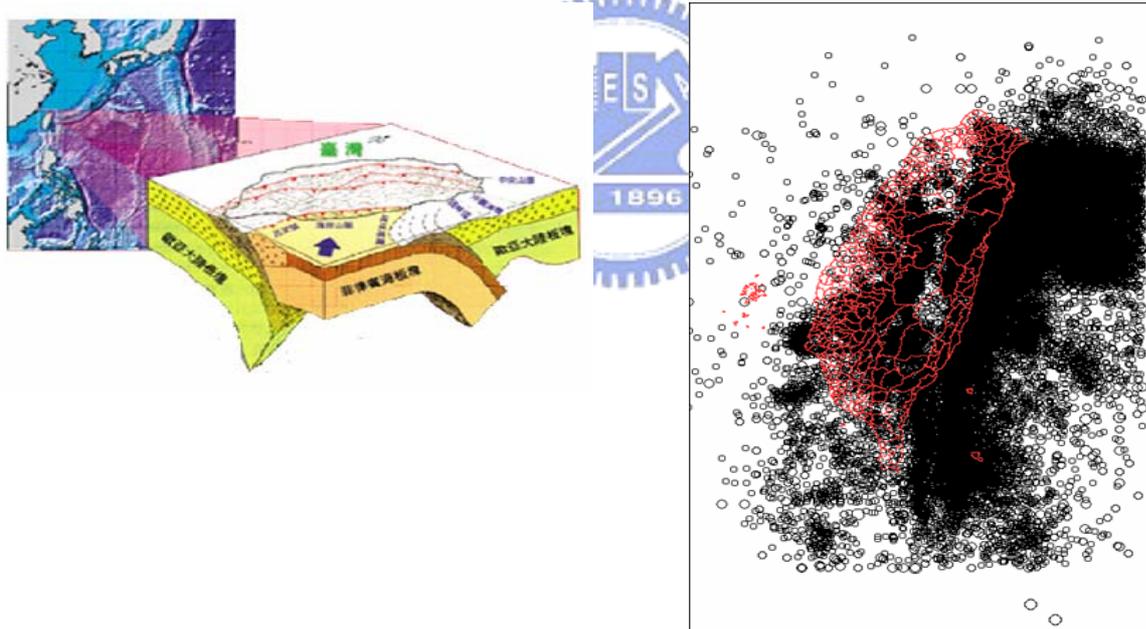


圖 3-1 台灣地區之地殼構造

圖 3-2 1900 年至 2004 年台灣地區規模大於 4 地震之震央分佈圖

新竹縣位於台灣地震帶的東部地震帶（北起新竹東北海底向南南西延伸經過花蓮，新港到臺東一直至呂宋島）及琉臺地震帶（琉球群島向西南延伸，經花蓮，新竹至蘭陽溪上游附近）上。而地震災害是無法預測的，唯有全面提升社會大眾之防災觀念，加強各防災編組單位災害應變之準備及對策，如此才能將災害減輕至最小程度〔67〕。

3.1.2 新竹縣轄內斷層分佈

台灣位於環太平洋地震帶上，地震頻繁，過去百年來曾發生多次重大的災害性地震，均造成嚴重的生命財產損失。鑑於地震規模大的地震常因斷層的活動而發生，並在地表形成明顯的破裂現象(即地震斷層)。因此，活動斷層分布與特性的瞭解乃成為地震防災工作中最基本且不可或缺的資料〔67〕。

新竹縣轄內共有湖口斷層、新竹斷層、新城斷層、大坪地斷層及斗煥坪斷層等活動地層，是較可能造成地震災情的地帶。圖 3-3 為竹東鎮鄰近各活動斷層之分佈，表 3-1 為各斷層之活動性參數〔3〕。

- 一、湖口斷層：由老湖口西南方 1.5 公里處，往東北東方向延伸至平鎮東方的克勤橋附近，全長約 21.6 公里，其為第二類活動斷層。
- 二、新竹斷層：新竹斷層的證據大多為地表下的地質及地球物理資料，雖然具有部份地形上的特徵，但缺乏地表有力的斷層證據，同時該斷層位於新竹市南緣，人為開發活動頻繁，露頭相當有限，地面地質調查並無法確認地表斷層的存在與否，因此建議仍將此斷層列為存疑性活動斷層。
- 三、新城斷層：新城斷層在頭前溪河床可觀察到斷層面、斷層泥及引曳褶皺等現象；同時在頭前溪南側的階地存在高約 50~60 公尺之斷層崖；由震測剖面的解釋，亦可看出斷層在地下的形貌。因此新城斷層存在的證據相當明確。但對於斷層的延伸範圍則尚無定論，頭前溪以南至頭份東北這一段，走向約為北偏東 40-50 度，斷層傾角約 40 度向南，由於野外斷層露頭十分明確，應無疑義。但斷層是否向北延伸過頭前溪則有不同的意見；部份學者認為新城斷層穿過頭前溪之後，走向轉為近東西向，一直延伸至關西附近，而呈現向西北突出的弧形。根據頭前溪河床上出露的斷層露頭，斷層走向尚維持北東方向，並無轉向的跡象，但頭前溪以北就無法追蹤到斷層的跡象；此段東側為大茅埔礫石與楊梅層接觸，由於岩性上的差異，產生相當大的地形落差，呈現明顯的線形；而在近頭前溪端，兩側皆為楊梅層，岩性差異不大，同時野外露頭的狀況不佳，並無觀察到斷層相關的證據，因此新城斷層在頭前溪以北目前並無直接之斷層證據。至於斷層活動的年代，雖並無採得可供碳十四定年的標本，但斷層切過頭前溪之河階，依據中央地質調查所活動斷層的分類準則，仍列入第二類活動斷層。
- 四、斗煥坪斷層：斗煥坪斷層位於竹東丘陵南緣，呈東西走向，長約 10 公里，湯振輝(1968)以其截斷竹東斷層，具右移現象，而認為斗煥坪斷層為一右移斷層。經過學者之野外調查及淺層震測結果，因其活動年代不確定，建議將斗煥坪斷層列為存疑性斷層。

五、大坪地斷層：大坪地斷層位於關西鎮東南方的大坪地附近，呈東北—西南走向，於峨眉南方與斗煥坪斷層相接，長約 22 公里，經過學者之野外調查及淺層震測結果，建議大坪地斷層仍列第二類活動斷層。

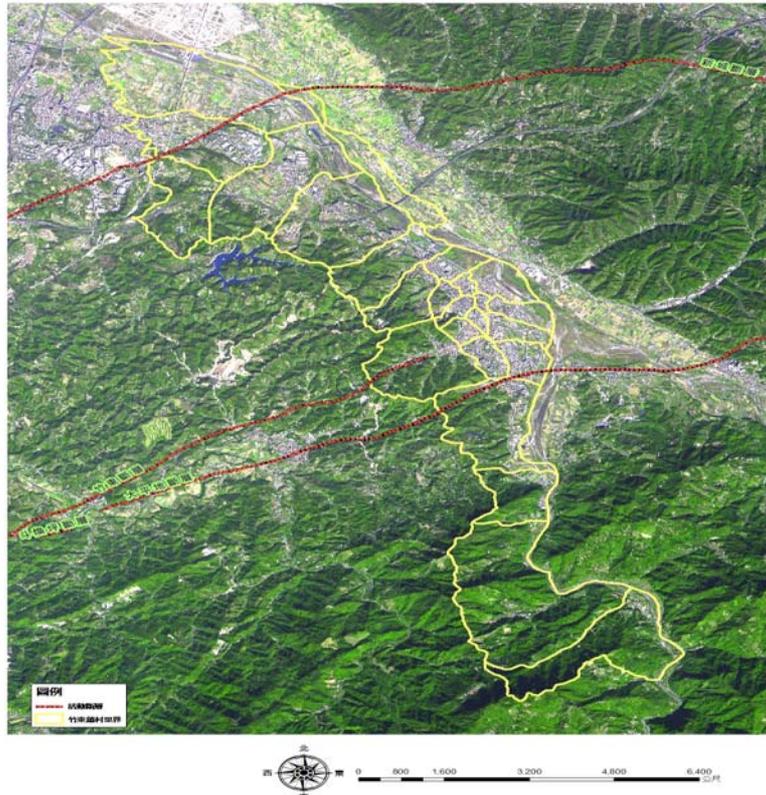


圖 3-3 新竹縣鄰近活動斷層分布圖〔67〕

表 3-1 新竹縣鄰近活動斷層之相關活動參數

斷層名稱	斷層走向	斷層傾角(度)	斷層型態	斷層長度(km)	斷層破裂深度(km)		斷層破裂寬度(km)	可能錯動量(m)	最大破裂面積(km ²)	斷層滑移速率(mm/yr)			最大可能地震規模 Mu 權重(在括號中)			地震復發間隔(年) recurrence interval(year)		
					頂部	底部							Youngs and Coopersmith, 1985	Matsuda, 1975	Bolina, 1970			
雙連坡	ENE	50SE	Reverse	12	2	10	10	0.4	125	0.2(0.2)	0.5(0.6)	0.8(0.2)	6.0(0.2)	6.2(0.6)	6.4(0.2)	567	1036	831
楊梅	ENE	50NW	Reverse	20	2	10	10	0.8	261	0.2(0.2)	0.5(0.6)	0.8(0.2)	6.4(0.2)	6.6(0.6)	6.8(0.2)	1082	1704	1334
湖口	ENE	45SE	Thrust	32	0	12	17	1.5	543	0.5(0.2)	1.0(0.6)	1.5(0.2)	6.7(0.2)	6.9(0.6)	7.1(0.2)	733	1362	1041
新竹	E-W	45S	Thrust	28	0	12	17	1.4	475	0.8(0.2)	1.5(0.6)	2.3(0.2)	6.6(0.2)	6.8(0.6)	7.1(0.2)	395	832	639
大坪地	NNE	45SE	Thrust	15	0	12	17	0.8	255	0.3(0.2)	0.6(0.6)	0.9(0.2)	6.3(0.2)	6.5(0.6)	6.8(0.2)	653	1378	1080
竹東	NE	50SE	Reverse	14	0	12	16	0.7	219	0.3(0.2)	0.6(0.6)	0.9(0.2)	6.3(0.2)	6.5(0.6)	6.7(0.2)	760	1249	983
新城	N40E	45SE	Thrust	22	0	12	17	1.1	373	1.0(0.2)	2.0(0.6)	3.0(0.2)	6.5(0.2)	6.7(0.6)	7.0(0.2)	267	532	412
斗煥坪	E-W	80S	Dextral	27	0	12	12	1	329	1.3(0.2)	2.5(0.6)	3.8(0.2)	6.5(0.2)	6.7(0.6)	6.9(0.2)	242	392	304
獅潭	N10E	75W	Reverse	35	0	12	12	1.3	435	1.3(0.2)	2.5(0.6)	3.8(0.2)	6.6(0.2)	6.8(0.6)	7.0(0.2)	259	471	362
神桌山	N10E	60E	Reverse	16	0	12	14	0.7	222	1.3(0.2)	2.5(0.6)	3.8(0.2)	6.3(0.2)	6.5(0.6)	6.7(0.2)	180	302	238

3.1.3 歷史地震災害

新竹縣自民國八十三年起至九十年七月止計發生八十五次規模二·四以上有感地震（最大規模達六·九）；且自民國八十三年起至九十年七月止新竹縣曾發生震度達六級以上地震

計九次(資料來自交通部中央氣象局地震中心)均未造成任何災情。查考新竹縣歷史地震損害，於民國二十四年時曾發生新竹台中地震，亦稱為關刀山大地震，此大地震震央在苗栗(圖3-4為該地震之震央位置圖)，地震規模7.1，造成3276人死亡，12053人受傷，17907房屋全毀，36781棟房屋損害，此一地震亦為台灣地區百年來傷亡最嚴重的地震〔67〕。

另外，發生在民國八十八年九月二十一日的九二一集集大地震，震央位置北緯二十三點八五度，東經一百二十點七八度，即在日月潭西方十二點五公里，震源深度十公里，地震規模為芮氏規模7.3，其為台灣百年來罕見之大災難，為台灣帶來空前的浩劫，一夕之間造成，全省統計共計二千四百餘人死亡、失蹤，一萬一千多人受傷，數以萬計之房屋全倒或半倒，財物損失至少三千六百億元，其中以台中縣、南投縣、彰化縣、雲林縣、新竹縣及新竹市最為嚴重，然而新竹縣之災情僅有輕微之損傷。新竹縣災情之概況如下：

一、人員傷亡情形：四人輕傷。

二、房屋倒塌毀損情形：二棟房屋全倒、三棟房屋半倒，四棟房屋(建物)列入危險建築物，二棟穀倉倒塌。

三、學校部分：本次地震共有七十所國中、小學受到波及，經新竹縣教育局於九月二十八日至三十日，委請專家學者，至大坪國小等十九所受損較嚴重之國中小學勘查，結果以大坪國小損壞較嚴重有安全顧慮，需做立即處理，其他各校校舍尚無影響安全使用。各校震災受損項目多數為：樑柱、牆壁、地面、圍牆、及地基下陷、新舊建築物連接處裂縫、天花板脫落等。

四、道路交通受損部分：因落石坍方導致交通受阻共計八處，以尖石、五峰及橫山地區為最多。

五、農業損失部分：蓄水池損壞案件二件、產業道路損壞四處。

六、其他：大地震期間所引發之火警案僅有二件，但因停電的關係，導致有十二件電梯受困案件，共救出十二人。

3.2 地區發展現況與都市計畫現況

3.2.1 自然環境

一、地理位置

竹東鎮位置接近新竹縣中央，北接竹北市與芎林鄉，東連橫山鄉，南與五峰鄉、北埔鄉、寶山鄉為鄰，西與新竹市為界，全鎮總面積為五三.五一三平方公里。居四方交通要衝與入山孔道，西起下員山，與新竹市相連，東至上坪，與五峰鄉毗鄰，隔上坪溪與橫山鄉鄰接，南至五指山，一部份依五指山而接五峰鄉，西南山陵則與北埔鄉相鄰，北至麻園肚，隔頭前溪與芎林及西北的竹北相望。東西寬19公里，南北相距9.5公里。

竹東鎮北距台北市約九十三公里，南距台中約一二0公里，中山高速公路位於本鎮西北方約二公里處，附近有新竹、竹北交流道及系統交流道；北部第二高速公路則橫越本鎮中部，附近有竹林交流道，上下高速公路均甚為便捷；省道方面，台三線省道東西橫貫本鎮市中心，另縣一二二號道路從新竹市經高速公路至關東橋進入本鎮，由北而穿越本鎮至五峰鄉；本鎮行政區預計分二十五個里，本計畫區位於竹東鎮西北角，西距中山高速公路新竹交流道約四公里，東距北二高竹林交流道約五公里〔3〕。

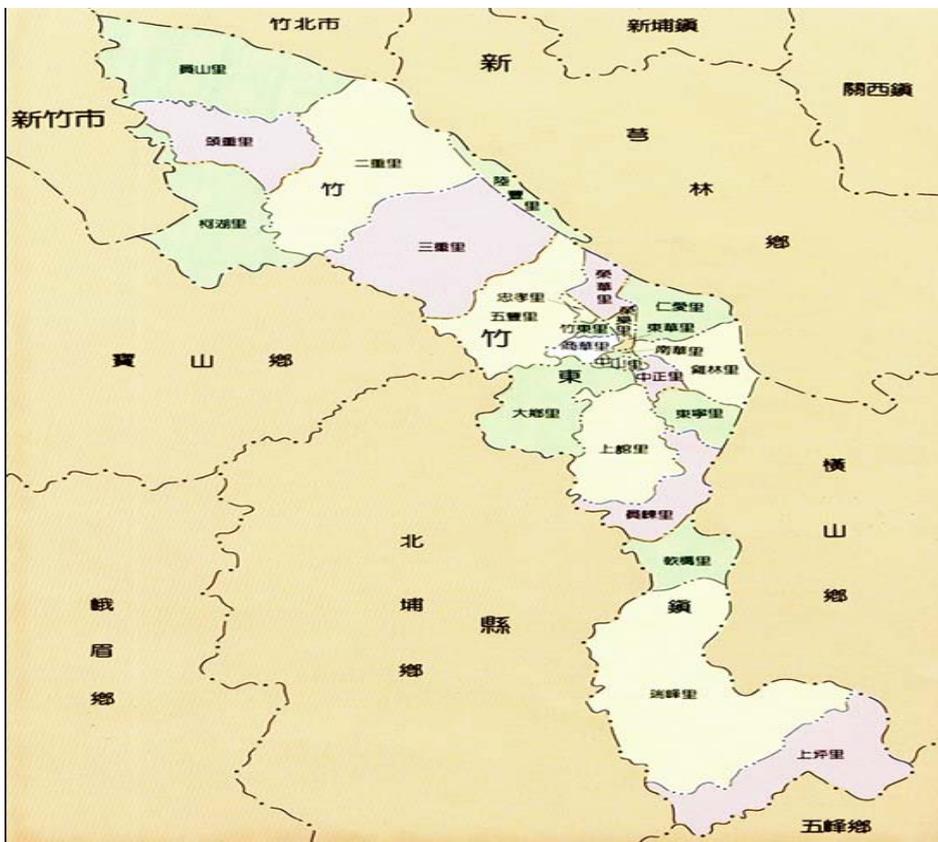


圖 3-4 竹東鎮行政轄區圖

二、地形

由於竹東地區地形多數為山坡地，具有坡度陡峭，地質脆弱和河流野溪湍急等不利於土體安定的地面條件，加上地震、夏季颱風頻繁，故暴風雨水患災害常帶來對山坡地的危害，近年來更由於工商業蓬勃發展，土地使用急速擴張，使得坪地使用趨於飽和，建商逐步往山坡地發展，使山坡地之開發利用日益增多，惟因人為任意墾殖等外力的影響，因而造成坡地

災害，如山崩、土石流等天然災的潛在危機日趨嚴重。

三、地質

本鎮地質分屬現代沖積層，更新式台地堆積，上新世及更新式頭嵙山層，中新世（晚期）三峽群，中新世（中期）瑞芳群等六種，沖積層分布於東北邊緣頭前溪兩旁，係由河流充積而成；台地堆積則分布於鎮內西北及中部一帶，其構造係由礫石、土、砂所組成；卓蘭層係分布於西面及中南部一帶，其組成為砂、泥及頁岩；頭嵙山層分布於境內中西部，可分為二類，一類由砂、泥及頁岩組成，另一類由礫岩組成；瑞芳群分布於南部其組成為砂岩及頁岩；三峽群亦分布於南部，其構造係由砂岩及頁岩組成；另竹東鎮南面丘陵地區尚有一條東北—西南走向之斷層通過，性質屬於逆斷層。

竹東鎮土壤分為沖積土、紅壤、黃壤及紅黃準灰壤等四種，沖積土分布於鎮內東北部頭前溪兩旁，紅壤分布於西北面及中部，黃壤分布於鎮內中西部，紅黃準灰壤分布於竹東鎮南端。



四、氣候

竹東鎮屬亞熱帶氣候，年平均最低溫度為十八・八℃，年平均最高溫度為二十六・六℃，平均溫度約為二十二℃，一年中以六至九月氣溫較高，十二月至翌年三月較低；平均降水量以六月最高，約三千公厘，十一月最低，約五十公厘，雨量大多集中於每年五約至九月；年平均相對濕度約為 83%，氣候相當潮濕；新竹地區每年十月至翌年三月為東北季風盛行期，斯時風力甚強，聞名全省，有新竹風之稱，月平均風速介於每秒二.七至三.五公尺之間。

五、水文

竹東鎮內主要河川共計有上坪溪(源自雪山山脈鹿場大山(標高二、六一六)公尺)及油羅溪(源至李棟山(標高一、九一三)公尺)。古稱大烏龍溪的上坪溪，自東南方環繞而出，至竹東、橫山交界的冷水潭，另外，還有油羅溪自東北方來會，進入竹東鎮後稱頭前溪，河水西北行，至南寮附近出海。本流域地勢傾斜，源流短促，故水流湍急，夏季則山洪驟至，氾濫田園，冬季則常河床乾涸。

3.2.2 人口

竹東鎮全鎮人口於民國八十七年底為85472人，至95年10月為95598人，8年間計增加10126人，年平增加率為1.2%。目前竹東鎮人口數為新竹縣各鄉鎮市中人口數第二多城市，主因乃鄰近新竹科學園區，交通與工商業發達，大量吸納附近鄉鎮及外縣市的人口來此謀職定居。竹東鎮95年10月底人口數為男性48,416人、女性47,182人，總人口數合計95,598人。竹東鎮各里人口數以二重里最多，約為10,719人；人口數最少的里為瑞峰里，僅432人，有關各里人口數如表3-2所示〔3〕。

表 3-2 竹東鎮 91 年至 95 年各里人口數統計表

		91年~95年竹東鎮人口統計																										
村里名		二重里	三重里	上坪里	上館里	大鄉里	中山里	中正里	五豐里	仁愛里	竹東里	忠孝里	東華里	東寧里	南華里	柯湖里	員山里	員棟里	商華里	軟橋里	陸豐里	瑞豐里	榮華里	榮樂里	頭重里	雞林里	年度總人口數	
91年10月	91年10月	4795	4581	3651	312	4915	2696	1336	1038	4479	2062	1020	989	546	1900	837	511	1118	1294	1818	281	372	260	4050	1009	2617	2456	46362
	91年10月	4581	3567	233	4853	2649	1297	955	4343	2006	922	1005	540	1817	819	389	965	1308	1874	207	340	203	3993	956	2390	2346	44558	
	91年10月	9376	7218	545	9768	5345	2633	1993	8822	4068	1942	1994	1086	3717	1656	900	2083	2602	3692	488	712	463	8043	1965	5007	4802	90920	
92年10月	92年10月	5026	3706	303	5013	2757	1330	1054	4702	2062	1014	1025	534	1930	807	497	1110	1295	1898	287	374	259	4144	986	2635	2407	47155	
	92年10月	4795	3617	229	5028	2703	1258	963	4624	2000	914	1029	537	1832	774	384	969	1309	1950	209	330	208	4089	951	2387	2275	45364	
	92年10月	9821	7323	532	10041	5460	2588	2017	9326	4062	1928	2054	1071	3762	1581	881	2079	2604	3848	496	704	467	8233	1937	5022	4682	92519	
93年10月	93年10月	5174	3753	296	5078	2847	1308	1071	4853	2072	977	1025	517	1927	784	488	1129	1325	1946	283	369	258	4308	983	2659	2356	47786	
	93年10月	4950	3635	228	5155	2757	1229	973	4811	2002	883	1047	525	1846	748	383	984	1325	1976	210	330	204	4320	915	2405	2211	46052	
	93年10月	10124	7388	524	10233	5604	2537	2044	9664	4074	1860	2072	1042	3773	1532	871	2113	2650	3922	493	699	462	8628	1898	5064	4567	93838	
94年10月	94年10月	5297	3786	285	5163	2946	1281	1090	4965	2056	969	1051	518	1961	752	483	1121	1342	1973	279	366	250	4301	975	2643	2308	48161	
	94年10月	3786	3635	228	5155	2757	1229	973	4811	2002	883	1047	525	1846	748	383	984	1325	1976	210	330	204	4320	915	2405	2211	46052	
	94年10月	9083	7421	513	10318	5703	2510	2063	9776	4058	1853	2102	1043	3807	1480	871	2113	2677	3948	493	699	462	8648	1898	5064	4567	93838	

年	女人	5064	0	總人	10361	9	男人	5474	5	女人	5245	0	總人	10719
	口數	3662		口數	7448		口數	3702		口數	218		口數	3702
月	口數	222	1	口數	50351	1	口數	2972	1	口數	5323	月	口數	5873
	口數	2843		口數	5789		口數	2972		口數	1189		口數	2972
月	口數	1219	2	口數	2500	2	口數	1079	2	口數	962	2	口數	2041
	口數	982		口數	2072		口數	1079		口數	4999		口數	5043
月	口數	4919	3	口數	9884	3	口數	2058	3	口數	2049	3	口數	4107
	口數	1996		口數	4052		口數	2058		口數	961		口數	897
月	口數	883	4	口數	1852	4	口數	1055	4	口數	1090	4	口數	2145
	口數	1087		口數	2138		口數	1055		口數	734		口數	730
月	口數	505	5	口數	1023	5	口數	513	5	口數	476	5	口數	3854
	口數	1919		口數	3880		口數	1964		口數	477		口數	1890
月	口數	729	6	口數	1481	6	口數	734	6	口數	730	6	口數	849
	口數	374		口數	857		口數	477		口數	372		口數	372
月	口數	994	7	口數	2115	7	口數	1116	7	口數	992	7	口數	2660
	口數	1315		口數	2657		口數	1336		口數	1324		口數	1324
月	口數	2019	8	口數	3992	8	口數	1970	8	口數	2058	8	口數	468
	口數	202		口數	481		口數	272		口數	196		口數	196
月	口數	336	9	口數	702	9	口數	378	9	口數	363	9	口數	741
	口數	187		口數	437		口數	240		口數	192		口數	192
月	口數	4376	10	口數	8677	10	口數	4312	10	口數	4428	10	口數	8740
	口數	935		口數	1910		口數	963		口數	945		口數	945
月	口數	2345	11	口數	4988	11	口數	2642	11	口數	2382	11	口數	5024
	口數	2194		口數	4502		口數	2296		口數	2215		口數	2215
月	口數	46495	12	口數	94656	12	口數	48416	12	口數	47182	12	口數	95598
	口數	46495		口數	94656		口數	48416		口數	47182		口數	47182

資料來源：本研究整理

表 3-3 竹東鎮 91 年至 95 年戶數戶量與性別比例統計表

年度	戶數(戶)	人口數	男	女	戶量(人/戶)	性別比例 (男/女× 100)
91年	25,580	90,920	46,362	44,558	3.554339328	104.04865
92年	26,373	92,519	47,155	45,364	3.508095401	103.94806
93年	27,046	93,838	47,786	46,052	3.469570362	103.76530
94年	27,629	94,656	48,161	46,495	3.425965471	103.58318
95年	28,145	95,598	48,416	47,182	3.396624622	102.61540

資料來源：本研究整理

3.2.3 產業

一、產業結構分析：

產業結構一般可分為三個等級，為衡量一都市在發展過程中之主要指標，由其變化亦可瞭解都市的成長過程與都市化現象。

(一) 就業率分析：

就業率係指一地區就業人口數與總人口數之比值，可判斷伊地區人力資源是否有效運用，由本市歷年產業人口觀之(表四-二•一)，就業率由民國七十年之四一•五五%，增至

民國八十二年之五〇・九五％，顯示本市就業傾向提高，增加有效勞動人口。

(二) 產業人口結構分析：

由本鎮歷年各次產業人口統計觀之，一次產業人口佔有業人口之百分比由民國七十年之二二・三六％，降至民國八十二年之一四・二二％，有逐年下降之趨勢，二次產業人口則由民國七十年之三八・二〇增至民國八十二年之四七・〇八％；同年期間，三次產業人口則由三九・四三％微降至三八・七〇％，可見二、三次產業人口佔本鎮十五歲以上就業人口之多數，顯示本市之產業結構以工、商業為主之市鎮。

3.2.4 都市計畫概況

本研究範圍共有包含竹東都市計畫及頭重、二重、三重地區都市計畫，此兩個都市計畫地區為竹東鎮人口較集中之處，該都市計畫都市土地的使用方式如表3-4及表3-5，表3-4為民國95年為止，竹東鎮內所有都市計畫之相關內容與地點，其中竹東都市計畫最初發佈的總面積為401公頃，第四次通盤檢討(90年3月)後變更為564公頃。表3-5為民國九十年六月為止，頭重、二重、三重地區都市計畫最初發佈的總面積為396.32，第二次通盤檢討(90年6月)後亦為396.32公頃。

一、竹東都市計畫第四次通盤檢討前後土地使用面積分配表〔4〕：

表 3-4 竹東鎮都市計畫土地使用現況分析表

項 目		第四次通盤檢討前計畫面積 (公 頃)	使 用 面 積 (公 頃)	使 用 率 (估計畫面積%)	備 註	
土 地 使 用 分 區	住 宅 區	217.65	170.72	78.44		
	商 業 區	21.05	18.44	87.60		
	工 業 區	92.65	44.57	48.11		
	保 存 區	0.86	0.86	100.00		
	老人安養中心專用區	0.25	0.25	100.00		
	保 護 區	33.78	-	-		
	行 水 區	31.30	-	-		
	合 計 (1)	397.54	234.84	-		
公 共	機 關 用 地	3.40	2.18	64.12		
	學 校 用 地	文 專 用 地	7.18	0.00	0.00	
		高 中 用 地	4.81	4.81	100.00	
		國 中 用 地	10.52	3.77	35.84	
		國 小 用 地	17.56	12.92	73.58	
		小 計	40.07	21.50	53.64	
	私 立 上 智 學 校 用 地	0.66	0.66	100.00		
遊 公 園 用 地	12.26	5.19	42.33			

	鄰里公園兼兒童遊樂場用地	4.25	0.31	7.29	
	體育場用地	4.72	4.72	0.00	
	小計	21.23	5.50	25.91	
	綠地	0.25	0.25	100.00	
	停車場用地	2.85	2.43	85.26	
	廣場兼停車場用地	*	0.00	0.00	註1
	市場用地	1.83	0.78	42.62	
	醫院用地	8.77	8.77	100.00	
	客運站用地	0.25	0.25	100.00	
	加油站用地	0.36	0.36	100.00	
	自來水用地	0.16	0.16	100.00	
	電信事業用地	0.46	0.46	100.00	
	鐵路用地	11.26	10.40	92.36	
	快速公路用地	2.11	2.11	100.00	
	快速公路用地(兼供行水區使用)	2.92	2.92	100.00	
	快速公路用地(兼供道路用地使用)	0.17	0.17	100.00	
	快速公路用地(兼供鐵路用地使用)	0.17	0.17	100.00	
	道路用地	61.01	53.75	88.10	
	道路用地(供快速公路使用兼供行水區使用)	6.50	6.50	100.00	
	道路用地兼供快速工路使用	0.05	0.05	100.00	
	公墓用地	1.98	-	-	
	合計(2)	166.46	119.37	-	
	合計(1+(2))	564.0	354.21	-	

二、二重都市計畫第二次通盤檢討前後土地使用面積分配表〔5〕：

表 3-5 頭重、二重及三重地區都市計畫前後土地使用面積分配表

項 目	原有計畫		第二次通盤檢討				備註	
	面積	百分比%	增減面積	檢討後面積	百分比1(%)	百分比2(%)		
一般使用分區	住宅區	36.86	9.30	+72.14	109.00	27.50	42.67	
	商業區	1.66	0.42	+14.58	16.24	4.10	6.36	
	工業區	39.95	10.08	+0.78	40.73	10.28	15.95	
	零星工業區	1.52	0.38	-1.52	0.00	0.00	0.00	
	農業區	268.21	67.68	-150.48	117.73	29.71	--	
	保護區	25.02	6.31	-1.85	23.17	5.85	--	
公共設施用地	機關	0.35	0.09	+1.82	2.17	0.55	0.85	
	公用事業用地	0.00	0.00	+0.09	0.09	0.02	0.04	
	學校	3.74	0.94	+7.52	11.26	2.84	4.41	
	零售市場	0.23	0.06	+0.00	0.23	0.06	0.09	
	公園	1.31	0.33	+7.58	8.89	2.24	3.48	
	兒童遊樂場	0.47	0.12	+1.64	2.11	0.53	0.83	
	鄰里公園兼兒童遊樂場	0.60	0.15	-0.09	0.51	0.13	0.20	
	綠地	0.00	0.00	+4.78	4.78	1.21	1.87	
	停車場	0.15	0.04	+3.65	3.80	0.96	1.49	
	加油站	0.39	0.10	-0.04	0.35	0.09	0.14	
	道路廣場	9.56	2.41	+36.85	46.41	11.71	18.17	
鐵路用地	3.85	0.97	-0.80	3.05	0.77	1.19		

	電路鐵塔用地	0.01	0.00	+0.00	0.01	0.00	0.00	
	高速鐵路用地	2.41	0.61	+0.00	2.41	0.61	0.94	
	排水溝	0.03	0.01	-0.03	0.00	0.00	0.00	
	溝渠	0.00	0.00	+2.70	2.70	0.68	1.06	
	變電所用地	0.00	0.00	+0.68	0.68	0.17	0.27	
	合計	396.32	100.0	0.00	396.32	100.00	100.00	
	都市發展用地	103.09			255.42			

註：百分比 1 指佔都市計畫面積百分比，百分比 2 指佔都市發展用地面積百分比（面積單位：公頃）

3.3 防救災避難空間現況調查與檢討

3.3.1 公園、遊樂場、綠地及體育用地

一、公園

竹東鎮都市計畫共劃設公園計 13 處、面積 21.15 公頃、已開闢面積 5.19 公頃，開闢率 24.5%。其中完全開闢者包括全市性公園之公三，鄰里型公園之公一，其餘公二、公五、公六、公七、公八均尚未開闢，二重地區都市計畫部分，多數公園用地均尚未開闢。

透過現況調查與評估的成果，竹東都市計畫區內公三目前之設施完備（具備竹東鎮立圖書館、羽球館及普照宮），且維護狀況良好，但因地形較為陡峭，寬廣之腹地不多，對於地震發生後，公園部分設施可能倒塌，因此對於可提供避難之開放空間面積不多，公一則屬一般性鄰里公園，但目前多數空間已開闢為樹杞林文化館及農產品展示中心，僅剩周邊綠地可用，因此考量地震後建築物倒塌後可能遮蓋範圍之影響，該處可供避難使用空間亦十分狹小。本研究區域內公園用地可供避難使用面積尚待調查後才能確認。

表 3-6 竹東鎮轄內公園用地現況調查表

都市計畫編號	計畫面積(公頃)	已開闢面積(公頃)	開闢率(%)	名稱	位置	各出入口面臨道路名稱及寬度	現況評估	
竹東都市計畫	公一	1.10	1.10	100	中央公園	機八東側	信義路 10 公尺	使用維護情形:僅室內可供避難,室外開放空間面積不足。
	公二	3.26	-	-	-	文小四西側	中山路 10 公尺	尚未開闢
	公三	4.09	4.09	100	竹東公園	體育館西側	公園路、寬度 10 公尺	使用維護情形:可供震後避難空間使用面積不多。
	公五	3.12	-	-	-	醫二西側	和江街 10 公尺	尚未開闢
	公六	0.97	-	-	-	工五東側	-	尚未開闢
	公七	0.12	-	-	-	停二南側、公二西側	-	尚未開闢
	公八	1.00	-	-	-	竹東高中西南側	-	尚未開闢
二重鄉	公一	0.51	-	-	-	-	尚未開闢	
	公二	0.20	-	-	-	-	尚未開闢	

都市計畫	公三	1.53	-	-	-	-	尚未開闢
	公四	2.32	-	-	-	-	尚未開闢
	公五	0.77	-	-	-	-	尚未開闢
	公六	3.56	-	-	-	-	尚未開闢
合計	21.15	5.19	24.5				

資料來源：本研究整理

二、兒童遊樂場

竹東鎮都市計畫共劃設兒童遊樂場計 13 處、面積 7.09 公頃、已開闢面積 0.31 公頃，開闢率 4.37%。其中多數用地均尚未開闢，開闢率甚低，影響災後避難空間使用，目前僅有 3 處空間部分開闢。

透過現況調查與評估的成果，由於此類空間未配置相關設施，且部分空間已被遊樂器材佔用，實際可供避難使用空間狹小，雖尚無建築物覆蓋危險，但僅可供短期避難使用，無法提供臨時避難功能。

表 3-7 竹東鎮都市計畫中兒童遊樂場用地統計表

都市計畫編號	計畫面積(公頃)	已開闢面積(公頃)	開闢率(%)	名稱	位置	現況評估	
竹東都市計畫	公(兒)一	1.37	0.31	23	-	停一東側	用地中已被多項設施佔用，無法提供臨時避難功能
	公(兒)二	1.63	0	0	-	文中二東側	尚未開闢
	公(兒)三	1.25	0	0	-	市七南側、文中二東側	尚未開闢
	公(兒)四	0.22	0	0	-	計畫區西側、文小五西側	尚未開闢
二重都市計畫	公(兒)一	0.08	-	-	-	-	尚未開闢
	公(兒)二	0.03	-	-	-	-	尚未開闢
	公(兒)三	0.20	-	-	-	-	尚未開闢
	公(兒)四	0.20	-	-	-	-	尚未開闢
	兒五	0.20	-	-	-	-	尚未開闢
	兒六	0.05	-	-	-	-	尚未開闢
	兒七	0.27	-	-	-	-	尚未開闢
	兒八	0.42	-	-	-	-	尚未開闢
	兒九	1.17	-	-	-	-	尚未開闢
合計	7.09	0.31	4.37				

資料來源：本研究整理

三、綠地

竹東鎮都市計畫共劃設綠地計 2 處、面積 0.25 公頃、已開闢面積 0.25 公頃，開闢率 100%。透過現況調查與評估的成果，由於綠地此類空間未配置相關設施，且部分空間緊臨道路，且多數多以美化市容為主，實際可供避難使用空間狹小，雖尚無建築物覆蓋危險，但僅可供短期避難使用，無法提供臨時避難功能。

四、體育用地

竹東鎮都市計畫共劃設體育用地計 2 處、面積 5.41 公頃、已開闢面積 5.41 公頃，開闢率 100%。二重都市計畫區內並無體育用地規劃。透過現況調查與評估的成果，體一所規劃之空間少至於竹東公園內，出入道路狹小，雖空間及設施維護情形良好，但仍有地震倒塌危險，因此不建議提供避難使用。體二為竹東鎮立游泳池，雖亦無法提供臨時避難功能，但對於震後火災所需消防用水則可提供。

表 3-8 竹東鎮都市計畫體育場用地統計表

都市計畫編號	計畫面積(公頃)	已開闢面積(公頃)	開闢率(%)	名稱	位置	現況評估	
竹東都市計畫	體一	4.72	4.72	100	竹東鎮立羽球館、竹東鎮立圖書館	竹東公園內	設施完善，室外開放空間狹小
	體二	0.69	0.69	100	竹東鎮立游泳池	署立竹東醫院南側	可提供消防用水
合計	5.41	5.41	100				

資料來源：本研究整理

3.3.2 學校用地

一、文小用地



現行都市計畫，共劃設文小用地 11 處（包含都市計畫區外小學二處及私立小學一處），都市計畫面積計 34.53 公頃，已開闢率面積約為 27.95 公頃，開闢率為 80.9%。其中僅文小一尚未開闢外，其餘皆已開闢使用。依據竹東鎮地區災害防救計畫所定，研究範圍內已開發 7 處文小用地均指定為災民收容庇護站。

依現況調查之成果顯示，學校用地之使用現況評估結果皆為尚可，其中文小二、文小四、文小六、文小七校舍老舊、私小一、文小五因學校周為鄰近較寬道路，車流量大致噪音大，而文小三學校規模大、開放空間相對寬敞。然值得注意的是，文小三、文小九、文小七主要出入口面臨道路寬度皆在 8 米以下，需審慎考量救災動線的規劃，特別在規劃避難路徑時，需考慮此課題。

依據竹東鎮都市計畫（第四次通盤檢討）所定，小學建蔽率不得超過百分之五十，扣除該用地可建築之面積後，可供難之最大開放空間面積約為 17.26 公頃，而以九二一集集地震之經驗，災民多利用學校中之開放空間作為避難用地，故應以露天用運動場地作為文小用地之可供避難開放空間之最小可用面積，合計約為 6.74 公頃。但本研究將針對上述避難空間之供給實施有效性評估，以掌握災後確實可供避難使用之空間面積。

表 3-9 竹東鎮文小用地調查及統計表

都市計畫編號	學校名稱	計畫面積(公頃)	已開闢面積(公頃)	開闢率(%)	禮堂	校舍樓地板面積(m ²)	校舍基地(m ²)	露天運動場地(m ²)	校地面積(m ²)	出入口面臨道路及寬度	現況評估	
竹東都市計畫	文小一	竹東鎮附設幼稚園	2.63	-	-	-	-	-	-	和江街10公尺	尚未開闢使用。	
	文小二	大同國小	2.57	2.57	100	1	10968	27000	8000	27000	莊敬路10公尺	建物部分新穎部分老舊，交通便利
	文小三	竹東國小	3.24	3.24	100	1	30203	11023	12329	32000	康寧街7公尺	老舊、交通便利
	文小四	中山國小	3.45	3.45	100	1	12213	3639	2000	30384	中山路10公尺	建物新舊皆有，交通便利
	文小五	上館國小	2.01	2.01	100	1	13732	2892	16198	19090	中豐路20公尺	建物新穎，交通便利
	文小六	員堉國小	4	4	100	1	5395	20031	3500	41723	東峰路12公尺	建物新穎交通便利
	文小七	瑞峰國小	0.98	0.98	100	1	1617	3747	5373	0	南清公路8公尺	建齡30年~45年/交通便利
二重都市計畫	文小八	二重國小	2.44	1.8	100	1	17815	14049	4462	18373	光明路10公尺	建物新舊參雜，交通便利
	文小九	竹中國小	1.68	1	100	1	3860	18360	11600	18360	竹中路104巷8公尺	新舊皆有均堪用，交通便利，但大型車無法進入校內。
文小十	陸豐國小	2.5	2.5	100	1	1740	5648	1800	5648	竹23線12公尺	建物為加強磚造已興建20餘年、交通尚便利。	
文小十一	上智國小	6.55	6.55	100	1	10548	6438	1631	6553	東寧路20公尺	私立小學設施完善但開放空間面積較小。出入口道路寬度足夠	
總計		34.53	27.95	80.9	10	110710.55	183134.4					

資料來源：本研究整理

二、文中用地

現行計畫劃設文中用地5處，計畫面積計17.65公頃，已使用面積為7.35公頃，開闢率58.9%。本規劃範圍內共開闢4處，尚未開闢文中用地一處。

依現況調查之成果顯示，文中一（竹東國中）部分，雖校地面積最大，但由於地處人口密集區域，出入口道路狹小，亦造成災後避難不易之情形，需審慎考量救災動線的規劃，特

別在規劃避難路徑時，需考慮此課題，另外，除文中二（自強國中）以外，部分國中校舍老舊，耐震度是否足以承受地震衝擊，而不致造成校舍嚴重毀損，影響避難功能，值得注意。

表 3-10 竹東鎮文中用地調查及統計表

都市計畫編號	學校名稱	計畫面積(公頃)	已開闢面積(公頃)	開闢率(%)	禮堂	校舍樓地板面積(m ²)	校舍基地(m ²)	露天運動場地(m ²)	校地面積(m ²)	出入口臨接道路及寬度	現況評估	
竹東都市計畫	文中一	竹東國中	4.96	3.77	96	1	8707	35932	19500	37700	康寧街7公尺	建物老舊，交通不太便利，出口道路狹小
	文中二	自強國中	2.58	2.58	100	1	54002	5400	5000	26134	北興路寬度20公尺	建物新穎，出入口道路寬度足夠
	文中三	上館國中	4.17	-	-	-	-	-	-	-	-	尚未開闢
二重都市計畫	文中四	二重國中	2.85	1	37	0	7849	3415	5756	15500	學府路10公尺	建物老舊，交通不太便利，出口道路狹小
文中五	員東國中	3	3	100	1	7818.8	1954.7		30300	東峰路15公尺	地處交通便利	
總計		17.56	10.35	58.9	3	78376.8	46701.7	50056				

資料來源：本研究整理

三、文高用地

現行計畫共劃設文高（專）用地2處，而尚有一處私立高中用地設於都市計畫區外，竹東鎮中高中校地可供給避難之據點共2處，實際已開發校地面積8.70公頃，開闢率為100%，其中除文專一尚未開闢外，其餘皆已開闢使用。

依現況調查與評估結果，發現文高一（竹東高中）及東泰高中使用狀況尚可，校內設施完善，惟竹東高中出入口面臨道路較為狹小，地震後恐發生道路有效寬度不足情形，影響災後避難效能。

表 3-11 竹東鎮文高用地調查及統計表

都市計畫編號	學校名稱	計畫面積(公頃)	已開闢面積(公頃)	開闢率(%)	禮堂	校舍樓地板面積(m ²)	校舍基地(m ²)	露天運動場地(m ²)	校地面積(m ²)	出入口臨接道路及寬度	現況評估
--------	------	----------	-----------	--------	----	--------------------------	-----------------------	-------------------------	-----------------------	------------	------

文高一	竹東高中	4.81	4.81	100	1	19240	48100	3341	50137	康寧街 7公尺	設施完善，但出入口道路狹小
文專一	-	7.18	-	-	-	-	-	-	-	-	尚未開闢
文高二	東泰高中	-	3.89	100	1	19919.7	6639.9	8960	38927	北興路 20公尺	設施完善，出入口道路尚可
總計		11.99	8.70		2	39159.7	54739.9	12301	89064		

資料來源：本研究整理

四、文大用地：竹東鎮都市計畫區域內並無文大用地劃設。

3.3.3 廣場及停車場

一、廣場

本研究之空間規劃範圍內共計 1 處廣場，計畫面積 1.38 公頃，開闢率 0%。經現況調查該區域位處竹東火車站右側，目前尚未整理，故未具避難功能。

表 3-12 竹東鎮轄內廣場用地現況調查表

都市計畫編號	計畫面積(公頃)	已開闢面積(公頃)	開闢率(%)	名稱	位置	各出入口面臨道路名稱&寬度	現況評估
廣一	1.38	0	0	竹東火車站右側	計畫區東側	北興路 20 公尺	尚未開闢
總計	1.38	0	0				

資料來源：本研究整理

二、停車場

現行竹東鎮都市計畫停車場用地計 5 處，計畫面積約為 3.44 公頃，已開闢面積 2.43 公頃，開闢率為 70.6%。目前已開闢停車場均為平面式停車位，且則由專人保管，評估周圍建築物分佈情形，建築物與停車場相隔相當距離，故停車不受周圍建築物影響，將來均可提供災後之避難使用。

表 3-13 竹東鎮轄內停車場用地現況調查表

都市計畫編號	計畫面積(公頃)	已開闢面積(公頃)	開闢率(%)	名稱	位置	各出入口面臨道路名稱&寬度	現況評估
停一	1.33	1.33	100	中興河道停車場	公兒二西側	信義路 8 公尺。	空間維護良好，專人管理，不受周圍建築物影響
停二	1.10	1.10	100	仁愛河道停車場	公二西北側	仁愛路 12 公尺。	空間維護良好，專人管理，不受周圍建築物影響
停三	0.42	0	0	伍聯社停車場	客運站北側	東寧路、寬度 12 公尺。	尚未開闢
停四	0.44	0	0	工業停車場	工三西側	工業一路、寬度 12 公尺。	尚未開闢
停一	0.15	0	0		公兒二西側	光復路 108 巷、寬 12 公尺	尚未開闢
總計	3.44	2.43	70.6				

資料來源：本研究整理

3.4 都市防救災道路系統現況

3.4.1 緊急道路（路寬 $\geq 20\text{m}$ ）

地震發生後，為迅速進行救災與執行相關之緊急應變措施，需具有可通達全市主要防救災指揮中心、醫療救護中心及外埠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，且須規劃搭配輔助之替代道路系統。目前以竹東鎮境內 20 米以上之指定緊急道路，共包括中豐路一段、二段、三段、中興路一段、二段、三段、四段、中正路、民權路、北興路一段、二段、三段、竹林大橋、長春路三段、東林路、朝陽路等 8 條。這些緊急幹道的現況調查，發現各道路交通流量平日尚稱順暢，路面平整，但遇尖峰時間則時常有壅塞現象，且部分道路路邊停車情形普遍，大大影響道路有效寬度。

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

第二級的救災與避難道路，提供各種救災、救助、救急、輸送之用，以致使救災人員能迅速到達災害發生地，進行救災與相關之緊急道路應變處理，另亦可作為消防及連繫緊急道路及避難據點之物資運送的輔助性道路系統，目前研究範圍內 15 以上之指定輸送、救援道路系統，共包含中山路、仁愛路、沿河街、杞林路、明星路、東寧路一段、二段、東峰路等 7 條。在現況調查中，雖然這些道路路寬較窄、車道數少，多數道路均位在人口稠密區域，尖峰時間車流大，交通還算順暢，但路邊停車及建築物緊鄰道路情形頻繁，嚴重影響道路有效寬度。

3.4.3 消防通道（ $15\text{m} > \text{路寬} \geq 8\text{m}$ ）

第三級提供人員前往臨時避難所、消防搶救與傷患運送的輔助性道路，目前竹東鎮境內 8 米以上之指定消防通道共包含大同路、工業一路，公園路、天津街、民族路、民德路、北平路、竹中路、竹榮街、光明路、林森路、惠安街、新興路、新民路、新生街、資源街、學府路、學前路、興農路、世界路、大林路、健行路、東昇路、東富路、中央路、三重路、雲南路、至善路、自強路、自由路、長春路一段、二段、長安街、忠孝街、東寧路三段、東榮路、和江街、幸福路、幸福一路、幸福二路、幸福三路、信義路、南寧路、員山路、莊敬路等 45 條道路。

3.4.4 橋樑及陸橋

目前研究範圍內橋樑總長度 150 公尺以上計有 5 座，25 至 150 公尺則沒有，25 公尺以下有 1 座，各橋樑均為鋼筋混凝土造。

表 3-14 竹東鎮轄內橋樑（包含陸橋）現況調查表

長度等級	名稱	長度 (m)	寬度(m)	竣工時間	橋體構造	位置	備註
150M以上	竹東大橋	500	20	74 年 7 月	RC 結構	橫山鄉東側、中豐路一段西側	
	竹林大橋	1200	20	72 年 9 月	RC 結構	芎林鄉北側、朝陽路南側	
	新中正大橋	1200	20	92 年 9 月	RC 結構	芎林鄉北側、民權路東側	
	中正大橋	1000			RC 結構	員山路東側、竹北市南側	
	東西向快速大橋	3200	20	92 年 9 月	RC 結構	芎林鄉北側、朝陽路南側	
25—150M	—	—	—	—	—		
25M以下	竹東國小(陸橋)	25	4	73 年 10 月	RC 結構	東寧路北側、康寧路西側	

資料來源：本研究整理

3.5 防救災據點現況

3.5.1 都市醫療防災系統

目前新竹市區西醫醫院計 4 家，包含 2 家地區責任醫院及 2 家地區醫院，醫療資源尚稱豐富。現有大型醫院可提供各類病床 1424 床。現況調查評估結果，發現僅竹信醫院及林醫院面臨路寬約 8 米，署立竹東醫院及竹東榮民醫院出口道路皆 8 米以上，且設有停車用地，因此可供大型車輛進出，可充分提供災害緊急醫療支援功能，另外，其中署立竹東醫院及竹東榮民醫院皆有防災綠帶的設計，有較佳之防護設施。

表 3-15 竹東鎮轄內大型醫療院所調查表

醫院名稱	地址	現況							
		一般病床	特殊病床	慢性病床	精神病床疾病	醫生數	護理人員數	其他醫事人員	救護車輛數
署立竹東醫院	竹東鎮至善路 52 號	230	65	100	100	20	114	15	3
竹東榮民醫院	竹東鎮中豐路 1 段 81 號	418	104	180	150	45	198	23	4
竹信醫院		31	6	-	-	7	17	-	-
林醫院		20	20	-	-	8	12	-	-
小計		699	195	280	250	80	341	38	7
總計		1424				459			7

資料來源：本研究整理



3.5.2 都市防災物資系統

現行竹東鎮都市計畫共劃設市場用地 10 處，計畫面積 2.06 公頃，目前已開闢 3 處，開闢面積 0.78 公頃，開闢率達 37.8%。經現場調查結果，已開闢為市場用地空間所處位置面臨道路多為狹小，且空間特性不適合災後物資據點功能需求，如物資儲備分配及轉運，因此建議與災民災後避難空間作為結合，例如設置於臨時收容所內，或運用學校儲藏空間等，將較為容易管理及運用；另外，應尋覓一處適當地點設置區域物資轉運站，其需具備空運功能，且面臨較為寬廣及出入口及道路。

3.5.3 都市防災指揮系統

竹東鎮目前尚未設置專責性質之災害應變中心，因此竹東鎮指揮據點目前與竹東消防分隊合併運作，災害發生後，各有關單位應變人員便前往竹東消防分隊 2 樓運作。有鑑於九二一地震經驗，諸多消防分隊紛紛成為受災戶，因此為使災後救災指揮功能得以延續，對於竹東消防分隊之耐震程度應加評估及補強，且對於災害應變中心內各項軟硬體設施亦應逐年編

列預算充實之。

3.5.4 都市消防系統

本研究區域內共規劃 2 處，大致呈平均分布狀態。根據現況評估結果，此 2 處消防分隊所處位置及設施皆非常好，主要因為交通便利，在災害發生時，應可充分發揮救災與緊急應變處理功能，但仍未實施建築物耐震性評估。

表 3-16 竹東鎮轄內消防單位評估表

分隊別	地址	水箱消防車	化學消防車	高低壓消防車	水庫消防車	空氣壓縮車	救助器材車	雲梯消防車	救護車	消防後勤車	機車	總計	消防人員	義消人員
竹東消防分隊	新竹縣竹東鎮中正路 206 號	3	1	0	1	0	1	1	2	1	3	13	16	43
二重消防分隊	新竹縣竹東鎮中興路四段 99 號	1	1	0	1	0			1	1	2	7	8	28
總計		4	2	0	2	0	1	1	3	2	5	20	24	71

資料來源：本研究整理

3.5.5 都市防災警察系統

本研究範圍內，共計有竹東警察分局與竹東、二重埔、下公館、上坪等派出所，員警總人數 68 人，平均每位員警服務 1405 人。其中竹東分局及竹東派出所為位處人口稠密區域，出入道路較狹小，且服務人口數最多；另外，上坪派出所地處最偏遠，相互支援時間所需較長。

表 3-17 竹東鎮轄內警察單位現況調查表

名稱	地址	轄區	編制(人)	服務面積	人口數	現況評估
竹東分局	新竹縣竹東鎮康寧街 93 號	竹東鎮、芎林鄉、北埔鄉、峨眉鄉、寶山鄉	182	252.62 平方公里	146075	人員不足
竹東派出所	竹東鎮康寧街 93 號	竹東鎮中山里、南華里、商華里、竹東里、仁愛里、陸豐里、忠孝里、五豐里、榮華里、榮樂里、東華里、雞林里	30	9.05 平方公里	42695	人員不足

下公館派出所	竹東鎮中豐路二段 235 號 1 樓	竹東鎮中正里、上館里、大鄉里、東寧里、員嶼里	16	9.63 平方公里	24853	正常
上坪派出所	竹東鎮中興路三段 95 號	竹東鎮上坪里、瑞峰里、軟橋里	5	16.58 平方公里	1408	正常
二重埔派出所	竹東鎮上坪里 7 鄰 86 號	竹東鎮頭重里、二重里、三重里、員山里、柯湖里	17	18.26 平方公里	26005	人員不足

資料來源：本研究整理

3.5.6 潛在危險場所

竹東鎮境內災害潛在危險場所可分為毒性化學物資儲存及處理場所，油類儲槽、加油（氣）站與變電所，全新竹市都市計畫區計有加油（氣）站 3 家、變電所總計 1 處、毒化物工廠 1 處及廠內油類儲槽 7 處，本研究將以 GIS 系統繪製，並標示潛在危險場所對各類據點影響範圍關係圖，以初步評估該類場所對於各類據點之影響如何。

表 3-18 新竹縣竹東鎮境內潛在危險場所一覽表

災害危險據點名稱	屬性	位置	負責人	聯絡電話
奎帝化學公司	化學原料	竹東鎮柯湖路一段 201 巷 233 號	葉昆明	5825016
久展玻璃股份有限公司	柴油儲槽	竹東鎮中興路二段 482 號	周李寶	5824048
台灣日光燈公司竹東廠	重油儲槽	竹東鎮光明路 218 號	蔡啟芳	5823135
華芝玻璃股份有限公司	重油儲槽	竹東鎮學府路 292 號	吳隆川	5821735
中國製紬股份有限公司	重油儲槽	竹東鎮中興路四段 136 號	蔡憲昌	5824128
大強森複合材料公司	重油儲槽	竹東鎮中興路四段 102 號	林宇茂	5826226
台裕化學製藥股份有限公司	重油儲槽	竹東鎮員山路 13 弄 1 號	王志賢	5826655
亞仁股份有限公司	柴油儲槽	竹東鎮中興路二段 88 巷 37 號	劉邱杏	5832042
中油竹東站	汽油儲槽 柴油儲槽	新竹縣竹東鎮東寧路一段 2 號	黃隆相	03-5962447 03-5962447 行動電話： 0933887582
中油東林路站	汽油儲槽 柴油儲槽	新竹縣竹東鎮東林路 111 號	葉國棠	03-5957003 03-5957003
台塑北興路加油站	汽油儲槽 柴油儲槽	新竹縣竹東鎮東林路 178 號	呂淑君	03-5100875 行動電話： 0938860399
竹東變電所	電力設施	新竹縣竹東鎮中豐路 1 段 102 號	伊國民	03-5230121 #370

資料來源：本研究整理

四、地震災害損失模擬推估

4.1 地震災損評估系統發展之探討

4.1.1 台灣災害損失推估系統發展背景

一、簡易型地震災害模擬系統

我國國家型防災辦公室自引進美國 HAZUS-97 系統後，即結合國內學界與政府部門進行本土性之資料調查與研究，洵如地盤分類、地震震源與加速度關係、日夜間人口估計，避難行為分析及震後火災等研究與調查，對於國內地震災害防救已有相當貢獻。然而本土國土資料以前並未建立，龐大資料系統亦不在短期內完成〔68〕。

該系統由內政部消防署委託國立台北科技大學土木與防災研究所張寬勇教授開發此系統，參考日本簡易型地震災害支援系統架構，利用國家型防災辦公室與地震中心對於地震已有之技術與成果，發展更簡易型之地震災害預測系統，能對模擬地震震後建築物損壞、人員傷亡等，提供簡單災害預測模式，使 Haz-Taiwan 尚未全國施行前，能有一簡單地震災害預測模式，提供各縣市政府做地震災害境況模擬之參考，有效提高國家生命財產安全，使震災一但發生後便能力及控管可能發生之狀況，進而達到良好之災後應變控管〔68〕。

地方政府在地震災害模擬上通常必須蒐集地盤資料及建築物資料，在整理上要花費大量的勞力、時間及經費。關於地震的設定內容是地震規模、發生地點及時間等。簡易型地震災害模擬系統是對地震發生時間及所有相關情形等各種元素之對照；任何使用者都可以輕易在瞬間做完災害的模擬。

(一) 系統特色

1、可推定與居民生命、財產有關直接關係的建築物倒塌、震後火災以及收容避難人口等四項基本災害。

- 2、可在不同行政界的區分下，模擬推論災害情形。目前的行政界區分為縣市、鄉鎮、村里，三個層級。
- 3、因為本系統的關係，進而蒐集了既有的國土數值資料（如建築物、人口數）、土地調查（地質）資料等，可將所有資料加以彙整，建立一份較為完整之基本資料。
- 4、土地系統在操作上十分方便、簡易。
- 5、在軟體需求上，只要具有本系統提供之軟體即可進行模擬。
- 6、在計算速度上，若欲推估一個縣市，所需花費的時間約為 10 秒左右。
- 7、在行政界上的推定最小單位目前村里，若欲擴大其系統功能，可於日後再行增加並更新基本資料。
- 8、災害模擬結果為概估之數值，且其數值與選擇之評估方式有關，（目前採用點震源方式推論）



（二）系統應用

1、地震發生前（預防對策）

在系統中任意的設定地震（震源、規模）及發生時間，即可得到該地區之地震災後模擬結果。

- （1）可作為訂定地區防災計畫，以及消防計畫的檢討資料之提供。
- （2）可以了解各地區的震度危險度。
- （3）可做為防災指揮者的參考。

(4) 可作為一般居民的防災教育之活用。

2、地震剛發生後（緊急對策）

此系統可作為緊急對策之工具，因為地震剛發生後尚未的到災損資料時之災損情況參考。只要從氣象局得到基本之地震情報（震源位置、深度、規模）後，就可以輸入系統，瞬間得到地震災害的概略推論結果。

(1) 可作為地震災害緊急應變中心的判斷參考值。

(2) 可作各種不同地震災害想像模擬。

二、HAZ-Taiwan 系統

由於地震災害損失評估或地震地區災害防救計畫之制定，需要許多部門與民間團體同時投入，這些團體與部門所需要之資訊亦須具備多元化與綜合性之特色。Haz-Taiwan 系統之建立，為滿足多元化之需求，乃以使用者導向之特性就地震可能造成之損失層面，所開發之綜合性多模組系統，其系統之特性、基本架構、地震損害估計方法與地震損害估計之輸出結果等，皆與美國聯邦緊急事務管理總署之 HAZUS-97 相似而 Haz-Taiwan 系統之開發，乃以 HAZUS-97 為前身，再依其架構，由國科會與經濟部技術處委託公司，依台灣之地震、社會經濟發展、地質、建築與人口密度等特性，修改為適合台灣環境之本土地震災害損失綜合估計系統。

（一）系統組成

Haz-Taiwan 系統開發之主要目的，在提供完整的地震災害損失評估系統。為使系統評估成果能綜合涵蓋所有地震造成的相關災害，除需整合不同的評估體系外，尚需整合個人電腦與地理資訊系統，以讓使勇者易於使用，依據 HAZ-Taiwan 系統設計原則，可將其設計之目的與功能歸納為以下幾點〔7〕：

- 1、滿足不同層次使用者之需要。
- 2、損害評估方法之即時化與彈性化。
- 3、滿足各層面地震損害與損失之估計需求。
- 4、滿足不同精細程度與區域範圍之估計。
- 5、滿足資料、參數系統輸入與輸出之標準化需求等五個層面。

HAZ-Taiwan 系統乃採多層-多元模組化設計，每一模組均獨立存在，但在子模組間具有密切之關連性，透過多層-多元子模組估計的整合，建構一個完整之地震災害評估系統。HAZ-Taiwan 系統之模組關係，係藉由地表運動與大地災害，將可能引發之災害損害分成三類；第一類為地震所引發之直接實質損害，包含結構物損害、重要設施損壞、維生管線-交通運輸系統損壞與維生管線-公共管線設施損壞。第二類之損害為引發性之實質損害，包括地震可能引發之洪水、火災、有害物質、土石廢棄物，所造成之可能損害；第三類之損害為直接與間接社會經濟損害，包括：地震發生後對人員傷亡之估計、庇護所需求估計，即引發直接經濟損失與間接經濟損失。

(二) 系統震災評估方式

HAZ-Taiwan 系統之地震災害評估方式，乃透過境況模擬之方式，顯示出一地區之地震相關災害發生之程度、位置與可能形成之損害。以下乃以系統方法論可提供之資訊，可分為四個步驟：

1、地震損失之量化估計

估計內容包含建物與維生管線損壞之重建與維修成本、產業營運功能喪失之直接成本損失、人員傷亡、無家可歸之人數與區域之經濟衝擊等。

2、地震造成之設施功能喪失估計

系統評估之設施功能損失，主要指重要設施，如醫院、交通與維生管線地震後功能喪失之程度、分布與修護所需之時間，並且提供飲水與供電系統功能喪失之簡易評估方法。

3、地震引發之危險程度

系統評估之內容包含地震發生後，火災發生之位置與延燒狀況，即暴露在地震後之水災與危險物質分布範圍之居民數。

4、根據前數個步驟所建立之資料系統與評估結果，擬定減災計畫。

(三) 系統之地震災害分析方式

Haz-Taiwan 系統之分析方法，為滿足不同使用者需求，共提供三種不同之分析方法。



1、遺缺資料分析

此分析模式為最簡單的分析模式，使用者可以最少得輸入資料得出地震災害評估結果。此模式之資料多為系統方法所提供之內設值，使用者可在最少之資料之情況下，可得出初步之分析結果。惟有些模組因需要更多之資料方能進行分析，所以無法以此模式進行分析，例如土壤液化造成之損失、地表與邊坡之地滑與損壞等。

2、使用者提供資料分析

此分析模式為最常用之分析模式，但使用者須蒐集更多之輸入資料，乃能得出欲求取之成果。此分析模式乃提供使用者，利用系統模組內評估方法，得出最佳的評估結果。系統之輸出程度與內容，乃視使用者輸入之資料精細度而定。所以此模式並無標準化之輸出成果，使用者可做需要輸入之資料，得出欲評估之成果。使用者花費在蒐集資料之時間，約在 1~6 個月之間。

3、進階資料與模型分析

此種分析模式，允許使用系統未提供之更深入的經濟與工程評估方法。Haz-Taiwan 系統為史地震災害評估能更滿足多數使用者之需求，系統另提供此模式，使用者能做需求另行引入其他更適用之方法進行評估。此模式亦無標準化之輸出模式，且使用者須輸入更精細之資料，以公評估之用。所以使用者需花費更多時間與成本進行資料蒐集，平均之花費時間在 6 個月到 2 年。

三、台灣地震災害損失評估系統 (TELES) [27]

TELES 為 Taiwan Earthquake Loss Estimation System 之簡稱，乃針對本土化資料和分析評估模式所開發的應用軟體。TELES 的分析架構和評估對象參考美國所研發的 HAZUS，但該系統得軟體架構與模組化設計理念則和 RMS 所撰寫的初版 HAZ-Taiwan 系統有極大差異。

TELES 與初版 HAZ-Taiwan 的原始程式碼完全不同。TELES 雖參考美國所研發的 HAZUS，但經過數年的努力，以將其中有關地震災害潛勢分析、一般建築物與公路橋樑損害評估、人員傷亡評估合一般建築物與公路橋樑之直接經濟損失評估等的分析模式或參數值予以本土化。

TELES 乃利用微軟公司的 Visual C++ 與 Mapinfo 公司的 MapBasic 兩種程式語言，整合地理資訊系統 Mapinfo，並結合現有可收集到的資料庫和最新的災損評估模式所開發而成。為適合不同使用者的需求及整合不同的功能於單一應用軟體，在軟體設計上考慮維護與更新的便利，整體分析架構和軟體都具有物件化與模組化的設計；在應用上可提供震災早期評估、單一模擬地震的境況模擬與特定結構系統或設施的震災風險評估等。

TELES 的分析架構概分為四個主要的模組，分別為地震災害潛勢分析、工程結構物損害評估、地震引至二次災害評估、或社會經濟損失評估等。系統中地表震動強度推估、土壤液化評估、一般建築物及橋樑損害評估和人員傷亡評估等可應用於震災早期評估，也可應用於研擬地區災害防救計畫。配合已完成的一般建築物和公路橋樑的經濟損失評估模式，也可應用於研擬地震保險費率、評估既有橋樑的耐震評估暨補強效益。

TELES 系統雖經多年之努力，多項評估模式及資料庫已本土化，但仍有部分模組之基本資料不足，因此無法依系統原定之規劃進行廣泛性災損推估，因此本研究將依據該系統目前發展之進度及功能，來完成災損推估之目標。

(一) 系統分析功能

TELES 的分析功能主要包括下列各項：

- 1、可依照使用者選定之研究區域或進行震災早期評估時所自動產生得研究區域，自動複製所需的資料表和分析參數到指定的資料夾。
- 2、設定模擬地震的分法有三類：一為根據指定的歷史性地震規模、震源深度與震央位置等參數；二為根據指定的活動斷層、斷層線的走向、開裂面的長度、寬度和傾角、地震規模、震源深度與震央位置等參數；三為任意指定的地震規模、震源深度與震央位置，並假設斷層線的走向、矩形開裂面的長度、寬度和傾角。除此之外，使用者也可根據外部計算之震度分布圖，直接作為後續工程結構物損害評估的輸入資料。
- 3、根據設定的模擬地震，以地表震動衰減率和場址修正細數推估以村里為單位之不同地區的 PGA、PGV 與家速度反應譜值 $S_a(T=0.3)$ 及 $T=1.0$ 。
- 4、如使用者提供土壤液化敏感類別分布圖，可推估各地區在不同地震規模、最大地表加速度和地下水的條件下，發生土壤液化的機率及推估水平測移或垂直深線的地表永久變形量。
- 5、以地表震動強度和土層破壞狀態，推估各地區之一般建築物的損害狀態機率，並配合實際樓地板面積的統計資料，推估各地區之一般建築物在不同損害程度的樓地板面積和棟數。
- 6、根據各地區之一般建築物依用途別的統計資料，推估不同時段的人口動態分布。也可根據各模型建築物的損害狀態機率和不同損害狀態的傷亡率，推估各地區之不同受傷程度或死亡人數。

7、如有公路橋樑的資料，可進行橋樑損害評估。

8、依損害評估結果，進行經濟損失評估。

(二) 應用領域

1、震災早期評估

TELES 可提供地震剛發生時各級政府之災害應變中心使用，推估地震可能致災的範圍、數量與分布等資訊。震災早期評估概分為快速評估與詳細評估兩類。快速評估乃為節省計算所需時間，故以鄉鎮區為最小地理單位進行地震潛勢分析與災損評估；而詳細評估則為提高推估結果可靠度，以村里為最小單位進行地震潛勢分析與災損評估。

2、研擬地區災害防救計畫



震災境況模擬即是根據震源參數、活動斷層特性、各地地盤特性、各項工程結構物的分布和數量統計等，利用先進科技的評估模式，依據使用者的需求推估前述各項地震引致的災害狀態。經由對地震引致災害的了解，可研擬防震減災的對策，利用震災情況模擬技術，了解地震災害的分布和數量，藉以規劃救災的人員和機具、醫療設施和病床數、臨時避難所的數量和分布、民生必需品的庫存和調度機制、自來水、瓦斯和電力系統的緊急搶修策略和人力、物料的調度等。

3、地震風險評估

地震風險評估乃結合地震危害度分析和工程結構物的易損性分析，進而求得工程結構物潛在的地震風險或損失。地震風險評估通常針對單一的結構系統或設施，譬如住宅、高速公路橋樑、高科技廠房或其他明確的目標物，求得該標的物在一系列模擬地震作用下的損害狀態和可能的損失金額，配合模擬地震的年平均發生率，計算該標的物的年平均值損失或最大損失。

4.1.2 美國地震災損評估系統發展 [68]

對於地震災害預測，美國 FEMA 利用國家地震減災計畫，完成 HAZUS-97 地震災民評估決策支援系統，免費提供給全國各地方政府及私人機構，讓政府機構及民間團體，都能享受到最先進的災害科技研發結果。

HAZUS-97 系統之相關軟體開發與系統維護，皆由 RMS 邀集之地震損失估計相關專家學者團進行相關課題之解決，學者之領域包含地球科學、工程、經濟、能源規劃、社會科學與軟體開發者所組織而成。所以系統之設定目的，在於處理地震可能發生引發各種層面損失之綜合估計。FEMA 開發 HAZUS-97 之緣起，主要在作為區域地震防救災之處理與相關計畫擬定之依據，惟最後仍希望將此綜合性之地震災害估計系統，推展為全國性之地震災害損失估計工具，使系統之應用層面能更為廣泛。

HAZUS 在美國已有許多應用評估的應用經驗，特別是在地方政府的災害風險評估。其中 Olshansky and Wu (2001) 應用 HAZUS 系統於估計洛杉磯郡的災害潛勢評估。並評估該郡發展過程可能增加得災感度強度與區位分布，文中應用 HAZUS 於土地使用計畫與都市計劃得可行模式與準則。

應用 HAZ-Taiwan 相關之 HAZUS 系統的研究，包含 Beadimerrad (2001) 應用 HAZUS 系統模擬與估計美國舊金山、洛杉磯與東京的地震災害損失額度與分布，發現藉由 HAZUS 可提供下列之防災決策支援資訊：

- 1、獲取簡單與直接的風險評估資訊，作為規劃與防災工作決策之參考。
- 2、提供不同地震強度損害與傷亡的境況模擬，作為風險分析基礎。
- 3、特定設施損害或特定地區損害的境況模擬。
- 4、依決策者需求的地震災害敏感度分析。

類似的研究中，尚有 Kircher al. (1997) 應用 HAZUS 系統於建物損失估計，Whitman et al. (1997) 應用相同之系統發展全國性的地震損失評估系統，作為國土防災計畫擬定的決策支援系統。

一、系統特色

- (一) 適應不同使用者的需求，並提供人性化的使用者介面。
- (二) 應用最新科技，對災害損失作定量的評估。
- (三) 平衡發展地震災害損失評估方法，不僅評估建物與設施因地震造成的直接損害，也評估間接傷害和對社會、經濟的影響與損失。
- (四) 考慮地震、結構與設施的各項不確定性，定義不同的震度需求函數或災害潛勢地圖，模擬各種可能的災害分布與範圍等。
- (五) 所使用的資料庫內容、格式等須與其它方面的應用（如防洪、防颱、土石流等）共享，透過網路即時更新或取得資料。
- (六) 評估方法須能依經費與人力多寡，接納不同完整程度的資料。
- (七) 提供標準化資料命名，定義與屬性分類。

二、系統應用層面

- (一) 進行地震災害之境況模擬，瞭解地震災感度的分布與內涵。
- (二) 進行地震減災策略的成本-效益評估，如建物補強、土地使用管制策略的評估，以助於策略之選擇與防減災計畫的擬定。

- (三) 提供土地使用與開發單位，評估土地使用分區管制、規劃、建築管制標準擬定的基礎。
- (四) 作為擬定災難應變計畫，地震災後重建成果檢視與擬定災後長期重建政策之評估支援系統。

從上述應用層面，亦可藉由不同的地震情境模擬的比較分析，作為災害防救相關法令、方案與政策研擬的資訊參考基準。

三、系統之分析模組

HAZUS-97 其系統乃採模組化設計，每一模組均為獨立存在，但子模組間具有密切之關連性，而構建成一個完整之地震災害評估系統。HAZUS-97 系統之模組關係，可由圖 4-1 之架構說明之，其從地震發生可能引發之災害與損失的系統架構，估計地震的災害潛勢與風險。系統中，將地震所引發之地表震動與大地災害產生之可能損失，分成三類：

(一) 第一類為地震所引發之直接實質損害，包含結構物損害、重要設施損害、維生管線-交通運輸系統損壞與維生管線-公共管線設施損壞。

(二) 第二類之損害為引發性之實質損害，包括地震可能引發之洪水、火災、有害物質、土石廢棄物，所造成之可能傷害。

(三) 第三類之損害為直接與間接社會經濟損害，包括：地震發生後對人員傷亡、庇護所損壞以及所引發之直接經濟損失與間接經濟損失。

HAZUS-97 是為滿足不同層級使用者及應用而設計之具彈性的標準化分析方法，因其架構為許多獨立模組的組合，某一模組的輸出資料將做為另一模組的輸入資料之用，因其模組化之特性，當要加入新的模組或是更新既存模組所使用之模式或資料時，僅須做局部修正而不必更動整個程式，此一特性可將新的研發成果轉移給使用者應用。各模組中所使用的模式均可個別修正以反應區域性的需求或結合新的區域性模式及資料。其系統架構包含了以下六個主要的獨立模組

- (一) 自然災害潛勢 (PESH)
- (二) 基本資料庫。
- (三) 直接實質傷害。
- (四) 間接實質傷害。
- (五) 直接社會經濟損失。
- (六) 間接社會經濟損失。

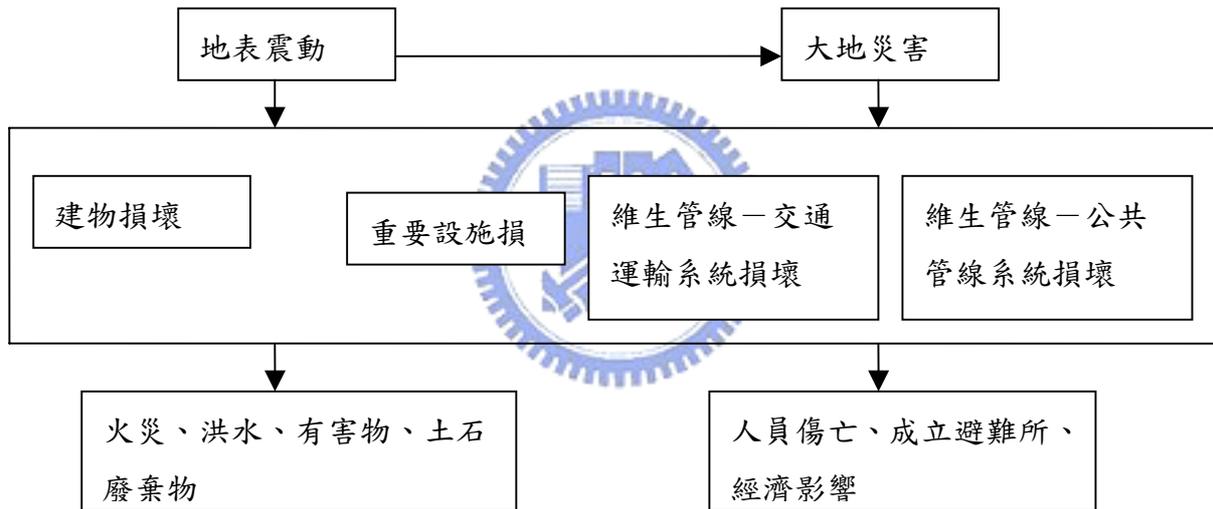


圖 4-1 HAZUS-97 系統之模組關係圖

4.1.3 日本地震災損評估系統發展 [68]

日本為地震頻繁之國家，為提供有效的地震災害評估系統，故結合災害風險與潛勢分析系統與 GIS 系統的相關應用，為重要的發展方向。相關的應用系統中，其中較著名者為 Uitto (1998) 應用 GIS 系統分析，作為日本東經地震風險與災感度分析的決策支援工具。其評估系統，從圖 4- 所示，包含建物風險、火災風險、人員風險、與避難風險之評估等四類，評

估成果除納入東京都都市計劃與防救災計畫外，亦作為災前預防、災害應變策略擬定（如避難路徑規畫、避難所的設置等）、災後重建與災害社會經濟衝擊評估的地震災害風險管理工具。災害評估之規模，可大至整個東京都，亦可小到一個鄰里單元、街廓到單一住宅，皆能有效的分析災害潛勢與災感度特質，而有利於使用者之彈性使用。

日本東京都之地震災害評估系統的主要特性，乃是依據都會區地震災害風險與災感度特質而設計。特別是針對東京都所特有的地震引發住宅大規模火災延燒模式、日間與夜間避難人口分布、避難與庇護風險與規劃支援系統等特質而設計，故在防救災規劃支援工作上，皆具有很高的應用與參考價值（東京都都市計劃局，1987；陳建中、詹士樑，1999）〔68〕。

地震步驟

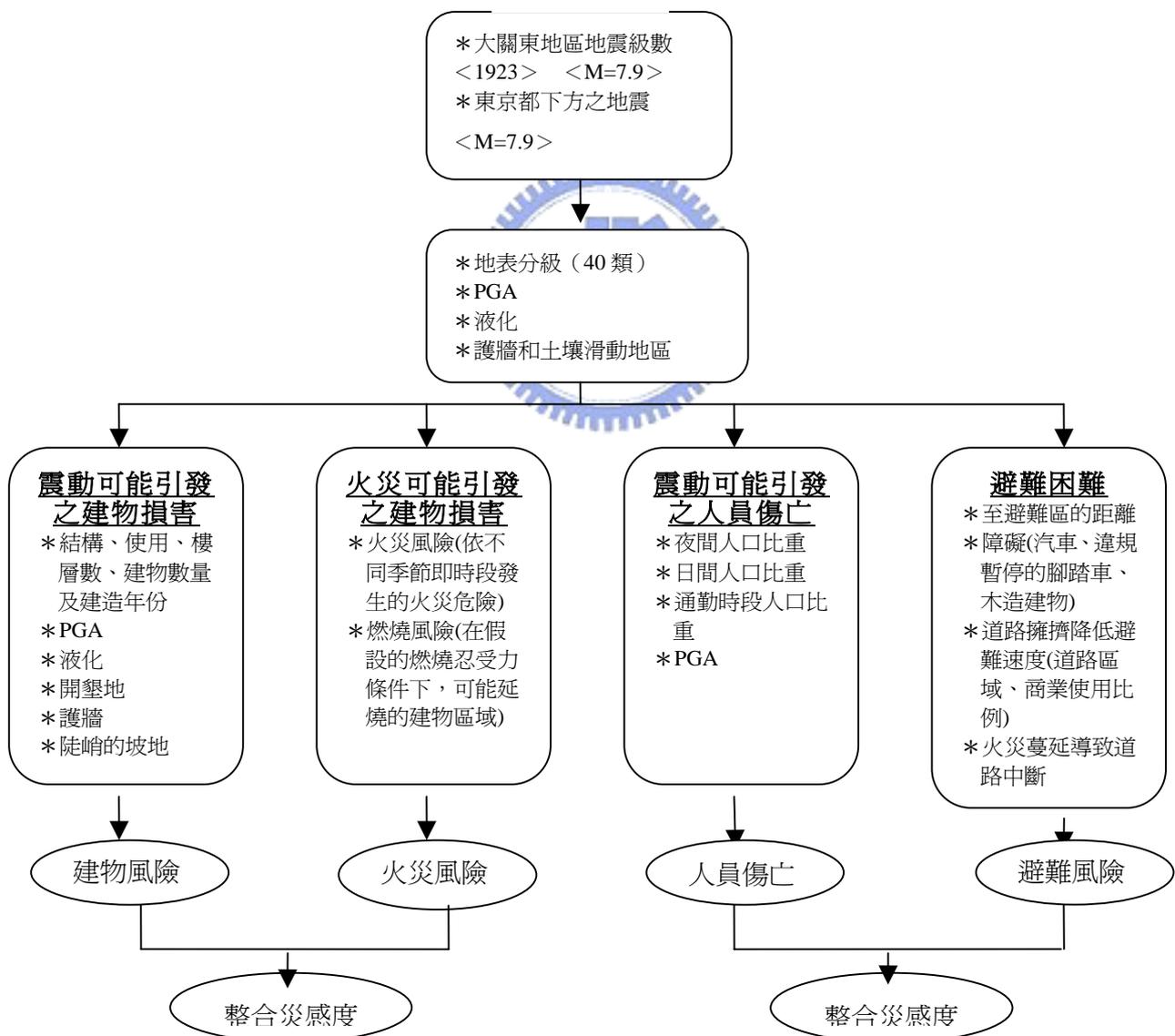


圖 4-2 Uitto 評估系統模組圖

4.2 地震災損模擬推估作業流程及內容

4.2.1 境況模擬步驟

一、第一步驟：建立研究區域

TELES系統執行地震災害境況模擬之區域設定，最小地理範圍為鄉鎮區，而就地震災害損失評估精度而言，則以村里為最小評估地理單元。本研究之地震災害模擬區域以竹東鎮為分析範圍，並以里為基本單位進行災損評估。

二、第二步驟：定義模擬地震危害事件

本步驟乃依據所擇定之地震危害模擬事件，定義模擬之地震事件所需之地震源與相關參數值。包含設定模擬之地震類型、震度衰減率、地震發生的日期與時間、地震規模、震源深度、震央經緯度座標、斷層類型及斷層開裂的方向與傾角等相關震源參數，以執行地震災害損失評估的分析與估計。本研究設定以新城、大坪地斷層兩個地震危害事件為境況模擬地震事件。

三、第三步驟：地震災害潛勢分析

TELES系統根據系統內已建立之場址修正係數、土壤類別、土壤液化敏感類別、山崩敏感類別、地下水位深度等參數值及自然環境資料，進行地震災害潛勢分析。此步驟可輸出竹東鎮之地表振動的最大地表加速度 (peak ground acceleration; PGA)、最大地表速度 (peak ground velocity; PGV)、長短週期譜加速度 S_a 和地層破壞情形的山崩機率、土壤液化機率、引致的沈陷量、引致的位移量等資料數據及分佈圖。

四、第四步驟：工程結構物損害評估

TELES系統會根據上一步驟輸出之地震災害潛勢成果，結合工程結構物等資料及其耐震曲線、能耐曲線、易損曲線等參數值，進一步估計研究區域之地震危險度。包含一般建築物、重要設施、交通系統與民生系統等工程結構物受不同程度損害之機率與數量，這些資訊可作為地震危險度評估與風險分析之基礎。

五、第五步驟：二次災害評估

TELES系統對於二次災害之評估主要針對震後火災、廢棄物評估為主，目前對於此項評估暫無法運作，本研究將參酌既有研究成果實施推估。

六、第五步驟：社會經濟損失估計

TELES系統根據前一步驟工程結構物損害評估成果為基礎，結合工程結構物等設施、設備、管線等與其重建成本等資料，及評估所需參數，估計工程結構物損壞所造成之直接經濟損失及工程結構物損壞造成的人員傷亡數。

經由上述五個步驟即可完成TELES系統地震災害境況模擬，並可利用評估成果，分析新竹縣竹東鎮地區地震危險度或災感度之特性與分佈，做為防救災需求估計與防救災空間計畫研擬之支援。

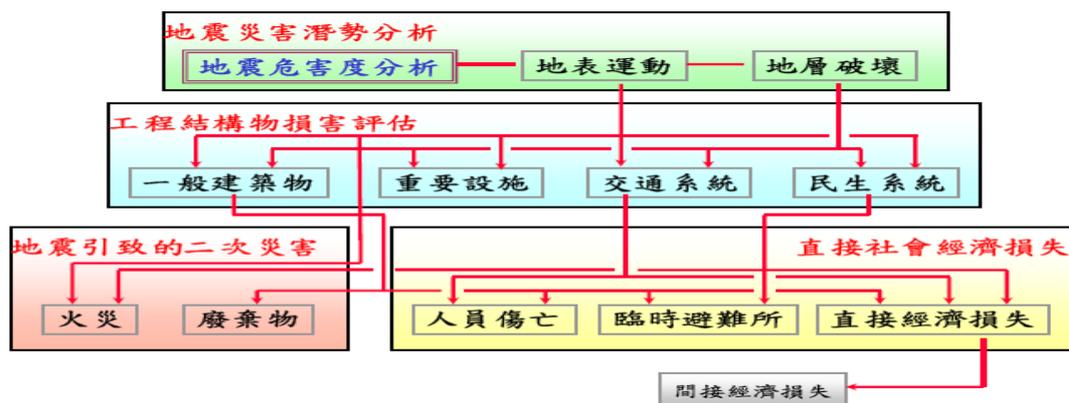


圖 4-3 TELES 分析架構與程序

圖4-3為TELES的分析模組與流程圖，分析模組大致可分為地震災害潛勢分析、工程結構

物損害評估、地震引致的二次災損評估、直接和間接社會經濟損失評估等群組。各群組再根據評估對象細分為數個模組和次模組。如圖中箭號所示，各模組間彼此相關，某些模組的輸出資料可作為其它模組的輸入資料。

使用者在進行災損評估時，必須注意需從圖中第一層群組的模組進行第一階段的災損分析，其輸出結果方可提供第二層群組的進行災損分析；依此類推，進行第三層的群組分析之前，則需先確定是否已經進行第二層群組的災損分析動作。

4.2.2 模擬限制

本研究目前應用執行震災境況模擬的軟體為TELES系統 2.0版，雖該系統建置進度已可進行地震災害潛勢分析、一般建築物、道路、橋樑和地下管線的損害評估、人員傷亡評估、一般建築物和橋樑的直接經濟損失評估等項目。TELES系統受限於部分行政區域資料庫的完整性及內容，該系統在工程結構物模組的損害評估項目，僅能針對一般建築物進行評估。直接社會經濟損失模組之估計，則包括一般建物直接經濟損失與人員傷亡的推估。



4.2.3 定義地震事件

模擬地震危害事件的震源參數設定，TELES系統提供四種方式供使用者選擇，本研究是採用任意指定震源位置、規模與斷層開裂方向的地震事件。即由使用者選擇依已知的活動斷層位置與屬性資料，指定震央經緯度座標、震源深度、地震規模、震度衰減律、斷層種類、斷層開裂方向與傾角。故需先選定特定的地震危害事件，進行境況模擬。以下首先說明境況模擬地震危害事件選定及其條件設定之背景。

一、背景與假設

根據地質構造、地體構造模式及過去100年發生在臺灣地區的地震歷史資料綜合研判，可將地震震源分區分為深層與淺層震區，以35公里的深度為界。此乃因臺灣地區地質構造的特殊性，地震震源深度在35公里處有一明顯界線，在地震危害度分析中，多以35公里為深層與淺層地震判定之分界（簡文郁，2001）〔41〕。深層地震的震源深（35公里以上），地震釋

放的能量傳播到分析場址時，因地震波的衰減與幾何擴散特性，使得震波能量減少，故對於場址的威脅降低。然淺層地震震源距離分析場址近，故危害較大。故本研究在選定境況模擬地震時，乃可選擇淺層地震作為模擬地震深度，因此本研究中境況模擬地震震源深度，採用蕭代基（2002）〔43〕的研究報告模擬震源深度為10公里。

依經濟部中央地質調查所公佈之活動斷層資料，新竹縣鄰近區域共有湖口斷層、新竹斷層、新城斷層、大坪地斷層及斗煥坪斷層等活動地層，其中以湖口斷層(迴歸期約為1045年)、及大坪地斷層(迴歸期約為1037年)為第二類活動斷層，新城斷層(迴歸期約為403年)為第一類活動斷層，活動性較高，本計畫選定此新城及大坪地斷層所引發之地震事件為分析事件，地震規模依斷層長度設定。

二、震災模擬事件選定

經分析新城斷層、大坪地斷層所造成之災損為最大之二個地震事件，由於新城斷層地震事件對本縣西部鄉鎮竹北市新埔鎮、湖口鄉、新豐鄉、芎林鄉、寶山鄉造成較大之損害，大坪地斷層地震事件則對東部鄉鎮竹東鎮、關西鎮、橫山鄉、北埔鄉、峨眉鄉、尖石鄉、五峰鄉造成較大之損害，因此選定上述兩斷層事件為本研究災損推估之地震事件，震災模擬之地震事件參數設定如下：

新城地震斷層事件		大坪地斷層地震	
參數設定	◎芮氏規模：6.8 ◎震央經度：120.97 ◎震央緯度：24.74 ◎震源深度：10.0 公里 ◎開裂面長度：28.5 公里	參數設定	◎芮氏規模：6.8 ◎震央經度：121.12 ◎震央緯度：24.72 ◎震源深度：10.0 公里 ◎開裂面長度：28 公里

4.2.4 以村里為單位的災損推估

TELES系統依照使用者模擬之目的不同，提供以鄉鎮區與村里兩種不同精度的評估單位：

一、以鄉鎮區為評估單位的研究計畫，在評估過程花費的時間較為快速(數分鐘)，但是其評估項目則較為簡易，如地震災害潛勢分析、一般建築物的損害評估、一般建築物損害所引致的人員傷亡評估；簡易評估常作為震災早期評估之用途。

二、以村里為評估單位的研究計畫，在評估過程需花費較長的時間(數分鐘至數小時不到，依模擬之區域大小決定)，提供多項目的評估類別，如地震災害潛勢分析、一般建築物和公路橋樑的損害評估、一般建築物損害所引致的人員傷亡評估、一般建築物和公路橋樑的直接經濟損失評估等；詳細評估常作為之地震災害境況模擬、地震風險評估之用途。

4.3 地震災損推估輸出結果檢視

由於 TELES 系統輸出量化數據及圖層相當多，本研究僅檢視對於各項地震災害評估項目有密切關係部分，其餘推估結果資料不在本研究範圍內。

4.3.1 檢視地震災害潛勢分析結果

地震災害潛勢分析結果係由地震可能觸發之自然災害，如山崩、土壤液化等，排除建物、設備等人類因素可能造成之傷害。在地震早期評估時，為求快速、緊急應變之用，所計算的 PESH 是以最大地表加速度、最大地表速度、長短週期譜加速度等地表振動資訊為主。

表 4-1 地震災害潛勢分析輸出數據一覽表

輸出代碼	定義	輸出代碼	定義	輸出代碼	定義
SoilType	土壤類別分類	Sa03	短週期譜加速度	Pgv	最大地表速度
SoilLqf	村里土壤液化敏感度類別	Sa10	常週期譜加速度	Pgd_Ls	山崩最大地表位移
LandSlide	村里山崩敏感度類別	Prob_Lqf	土壤液化機率	Pga_C86	最大地表加速度與設計規範之比值
WaterDepth	地下水位	Prob_Ls	山崩機率	Pgd_Lqf_H	土壤液化最大地表水平位移。
Pga	最大地表加速度	Pgd_Lqf_V	土壤液化最大地表垂直位移		

一、新城斷層事件

根據本研究所選定的地震危害事件，以新城斷層事件所設定之相關震源參數進行境況模擬，透過 TELES 系統可輸出竹東鎮各里的地表振動分佈情況，如以震度參數 PGA 值來檢視，所估計之現有竹東鎮地震危險度的空間分佈情形（可參見圖 4-4）。從圖 4-4，發現整體竹東鎮的 PGA 值分佈可分為八級。不同地區產生 PGA 值或震度差異，除本身的土壤、地質與地下水之條件外，主要還是在於震源的區位與各里距離。

從圖 4-4 的推估結果，可看出 PGA 值較大的里主要分佈在竹東鎮的西北方，如員山里、頭重里及柯湖里主要靠近為新竹科學園區及工研院附近，大致呈現出由西北向東南遞減的現

象。其中 PGA 值越高表示地震發生所引致的地表振動程度越強，隱含所可能造成嚴重的財產損失與損失及人員傷亡，但只是機率及可能性呈現，與現實情況仍會有些許落差。事實上，如發生本研究設定的新城斷層地震事件，以 PGA 值最低區域而言 (PGA0.28)，換算成震度都已達「烈震」之等級，故一旦類似之地震發生，竹東鎮傷亡及財物損失可能相當嚴重。

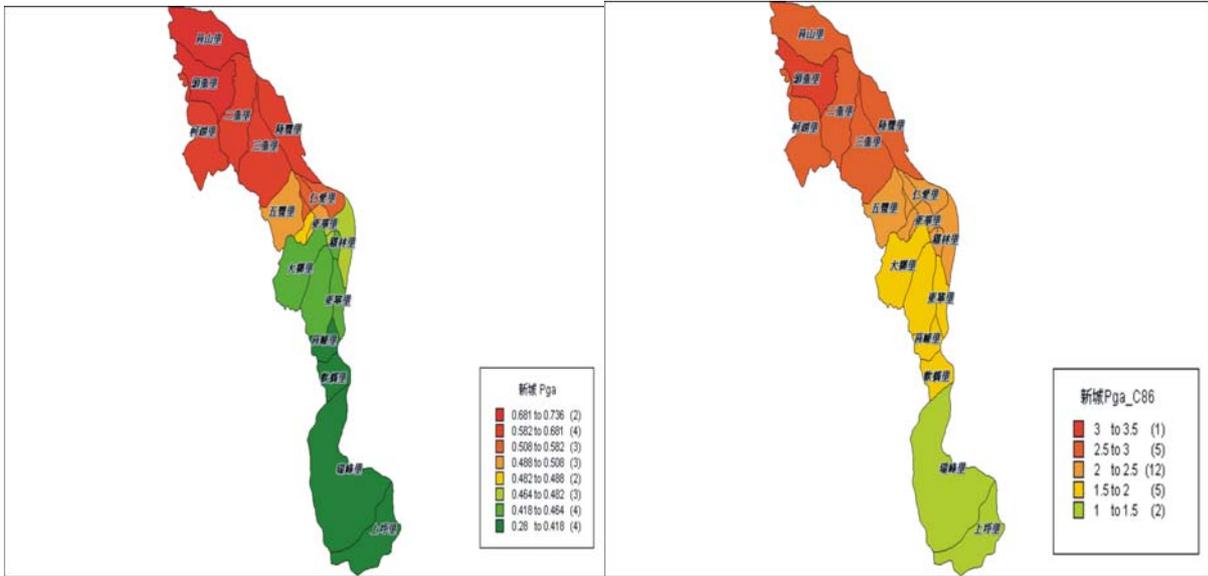


圖 4-4 新城地震事件 PGA 數值分布圖 圖 4-5 新城地震事件 Pga_C86 數值分布圖

由 TELES 系統所得震度與 86 年耐震設計規範設計震度比值 (PGA/Code86)，此項數據代表地表最大加速度對建築物設計規範所規定的耐震係數 0.23G 的比值，比值越大代表建築物受損機率越大，超過耐震允許的量越多。因此於民國 86 年前興建之重要災害防救據點或有毒物質儲存場，如學校、災害應變中心、醫療院所、警察局、臨時避難所及消防據點等設施，其所在區域之震度與 86 年耐震設計規範設計震度比值大於 1 者 [66]，應儘速進行耐震能力評估及補強，並依其重要性及比值大小排定處理之優先順序，故本研究區域範圍內，PGA/Code86 普遍偏高，其中鄰近新竹科學園區部分區域及工研院附近應多加注意。

二、大坪地斷層事件

根據大坪地地震事件推估結果，如以震度參數 PGA 值來檢視，竹東鎮地震危險度的空間分佈情形參見圖 4-6。從圖 4-6 發現整體竹東鎮的 PGA 值分佈可分為八級。不同地區產生 PGA 值或震度差異，除本身的土壤、地質與地下水之條件外，主要還是在於震源的區位與各里距離。

從圖 4-6 推估結果，可看出 PGA 值較大的區域主要分佈在竹東鎮上館里及東寧里，大致

呈現出由東南向東西北遞減的現象。其中 PGA 值越高表示地震發生所引致的地表振動程度越強，隱含所可能造成嚴重的財產損失與損失及人員傷亡，但只是機率及可能性呈現，與現實情況仍會有些許落差。事實上，如發生本研究設定的新城斷層地震事件，以 PGA 值最低區域 (0.395) 而言，換算成震度都已達「烈震」之等級，故一旦大坪地地震事件發生，竹東鎮傷亡及財物損失亦可能相當嚴重。

再由 TELES 系統所得震度與 86 年耐震設計規範設計震度比值 (PGA/Code86) 分析，大坪地地震事件中，PGA/Code86 數值相當高，以上館里及東寧里為最高，此區域內重要設施應加強及耐震度評估及補強工作，尤其以署立竹東醫院、竹東榮民醫院及上館國小最為重要，因為此將關係到地震後醫療救助及避難收容工作進行。

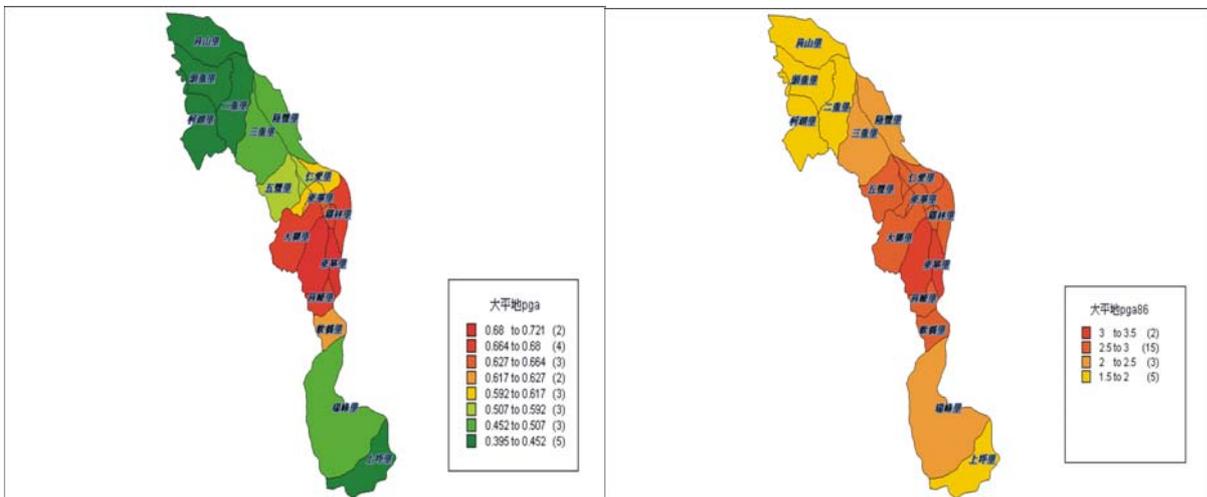


圖 4-6 大坪地地震事件 PGA 數值分布圖 圖 4-7 大坪地地震事件 Pga_C86 數值分布圖

表 4-2 新城、大坪地斷層事件地震災害潛勢推估結果表

新城斷層地震事件							大坪地斷層地震事件					
村里	Pga	Pgv	Sa03	Sa10	Pgd_Fault	PgaC86	Pga	Pgv	Sa03	Sa10	Pgd_Fault	PgaC86
上坪里	0.280	32.18	0.55	0.34	0.06	1.22	0.428	48.02	0.83	0.50	2.27	1.86
瑞峰里	0.307	35.12	0.60	0.37	0.12	1.34	0.506	56.83	0.98	0.60	7.82	2.2
軟橋里	0.365	41.36	0.71	0.43	0.51	1.59	0.620	69.82	1.19	0.73	31.56	2.7
員嶼里	0.392	44.34	0.76	0.46	0.94	1.71	0.679	76.81	1.31	0.81	57.63	2.96
東寧里	0.418	47.02	0.81	0.49	1.67	1.82	0.720	82.14	1.38	0.86	84.39	3.13
上館里	0.429	48.25	0.83	0.51	2.03	1.87	0.720	82.08	1.38	0.86	83.78	3.13
大鄉里	0.450	50.57	0.87	0.53	2.95	1.96	0.666	75.18	1.28	0.79	50.57	2.9
東華里	0.488	54.76	0.94	0.57	5.73	2.12	0.62	70.62	1.21	0.74	34.32	2.73
商華里	0.48	54.16	0.93	0.57	5.37	2.1	0.625	70.49	1.20	0.74	34.15	2.72
竹東里	0.485	54.44	0.94	0.57	5.54	2.11	0.616	69.40	1.19	0.73	30.78	2.68
榮樂里	0.500	56.15	0.97	0.59	6.95	2.18	0.608	68.44	1.17	0.72	28	2.64

雞林里	0.466	52.37	0.90	0.55	4.01	2.03	0.664	74.96	1.28	0.79	49.93	2.89
仁愛里	0.518	58.19	1.00	0.61	8.64	2.25	0.593	66.70	1.14	0.70	22.93	2.58
五豐里	0.504	56.55	0.98	0.59	7.12	2.19	0.575	64.65	1.11	0.68	18.74	2.5
三重里	0.582	65.40	1.12	0.69	20.2	2.53	0.496	55.66	0.96	0.58	6.26	2.16
頭重里	0.735	84.04	1.41	0.88	92.9	3.2	0.413	46.74	0.80	0.49	1.3	1.8
員山里	0.687	77.49	1.32	0.82	58.3	2.99	0.39	44.88	0.77	0.47	0.76	1.72
柯湖里	0.680	76.88	1.314	0.81	57.4	2.96	0.447	50.29	0.87	0.53	2.65	1.94
二重里	0.653	73.73	1.262	0.78	44.5	2.84	0.451	50.73	0.87	0.53	2.98	1.96
中山里	0.472	53.03	0.92	0.56	4.49	2.06	0.651	73.50	1.25	0.77	44.3	2.83
中正里	0.463	52.03	0.903	0.55	3.9	2.02	0.666	75.21	1.28	0.79	51.32	2.9
南華里	0.481	54.02	0.937	0.57	5.13	2.09	0.638	71.97	1.23	0.76	38.66	2.78
榮華里	0.528	59.26	1.025	0.62	9.92	2.3	0.575	64.60	1.11	0.68	18.41	2.5
忠孝里	0.508	57.00	0.987	0.60	7.72	2.21	0.591	66.50	1.14	0.70	23	2.57
陸豐里	0.607	68.31	1.176	0.72	25.9	2.64	0.502	56.49	0.97	0.59	6.4	2.19

資料來源：本研究整理

4.3.2 檢視一般建築物損害評估結果

TELES系統推估結果共計四項子群組選單檢視系統對一般建物所做的詳細損害評估，分別為結構系統(Structure System)、非結構系統加速度敏感構件(NSA Component)、非結構系統位移敏感構件(NSD Component)及由建物損害引起的經濟損失(Economic Losses)等，但本研究僅檢視一般建物結構系統受損樓地板面積、數量(棟數)等資料相關數據及圖層整理如下：

一、一般建物結構系統部份之損害棟數

以新城地震事件而言，建築物倒塌數量以頭重里、二重里、三重里、員山里及五豐里損害情形較為嚴重，除上述地區人口較為密集外，另一主要原因乃是與斷層帶經過有關，越鄰近斷層帶建物損害越高。以大坪地地震事件而言，建築物倒塌數量以雞林里、大鄉里、東寧里及上館里損害情形較為嚴重，本研究研判主要原因亦與斷層帶距離有關。

表 4-3 新城地震事件建築物損壞統計表(棟數)

行政里	受損程度	新城斷層地震事件				大坪地斷層地震事件			
		1-3f 低建物	4-7f 中建物	8f 以上 高建物	合計	1-3f 低 建物	4-7f 中建物	8f 以上 高建物	合計
上坪里	D5 (完全損壞)	0.2	0.0	0.0	0.2	2.8	0.0	0.0	2.8
上坪里	D4 (嚴重損壞)	0.5	0.0	0.0	0.5	4.3	0.0	0.0	4.3
上坪里	D3 (中度損壞)	1.8	0.0	0.0	1.8	9.0	0.0	0.0	9.0
上坪里	D2 (輕微損壞)	3.8	0.0	0.0	3.8	13.1	0.0	0.0	13.1

瑞峰里	D5 (完全損壞)	0.5	0.0	0.0	0.5	9.6	0.1	0.0	9.7
瑞峰里	D4 (嚴重損壞)	1.1	0.1	0.0	1.2	10.8	0.3	0.0	11.1
瑞峰里	D3 (中度損壞)	3.4	0.2	0.0	3.6	17.9	0.8	0.0	18.7
瑞峰里	D2 (輕微損壞)	6.8	0.5	0.0	7.3	21.9	1.5	0.0	23.4
軟橋里	D5 (完全損壞)	0.9	0.0	0.0	0.9	11.6	0.0	0.0	11.6
軟橋里	D4 (嚴重損壞)	1.8	0.0	0.0	1.8	10.7	0.0	0.0	10.7
軟橋里	D3 (中度損壞)	4.2	0.0	0.0	4.2	14.2	0.0	0.0	14.2
軟橋里	D2 (輕微損壞)	7.0	0.0	0.0	7.0	15.1	0.0	0.0	15.1
員嶼里	D5 (完全損壞)	2.0	0.5	0.0	2.5	41.1	5.0	0.0	46.1
員嶼里	D4 (嚴重損壞)	4.2	1.2	0.0	5.4	44.1	6.9	0.0	51.0
員嶼里	D3 (中度損壞)	11.4	3.4	0.0	14.8	60.6	10.4	0.0	71.0
員嶼里	D2 (輕微損壞)	21.5	6.0	0.0	27.5	71.6	13.0	0.0	84.6
東寧里	D5 (完全損壞)	7.1	0.5	0.0	7.6	124.1	6.6	0.0	130.7
東寧里	D4 (嚴重損壞)	13.8	1.4	0.0	15.2	120.2	8.2	0.0	128.4
東寧里	D3 (中度損壞)	34.7	3.7	0.0	38.4	151.4	11.4	0.0	162.8
東寧里	D2 (輕微損壞)	62.2	6.7	0.0	68.9	171.6	13.8	0.0	185.4
上館里	D5 (完全損壞)	14.1	2.6	0.0	16.7	188.4	27.1	0.2	215.7
上館里	D4 (嚴重損壞)	25.3	6.3	0.1	31.7	176.0	33.8	0.3	210.1
上館里	D3 (中度損壞)	59.2	16.4	0.2	75.8	219.8	47.1	0.5	267.4
上館里	D2 (輕微損壞)	100.2	29.1	0.3	129.6	237.6	55.8	0.5	293.9
大鄉里	D5 (完全損壞)	10.3	2.3	0.0	12.6	72.5	10.8	0.2	83.5
大鄉里	D4 (嚴重損壞)	16.9	4.4	0.1	21.4	75.7	13.7	0.3	89.7
大鄉里	D3 (中度損壞)	37.4	10.0	0.2	47.6	104.0	20.1	0.4	124.5
大鄉里	D2 (輕微損壞)	60.0	15.6	0.3	75.9	120.3	23.6	0.5	144.4
東華里	D5 (完全損壞)	8.4	0.7	0.0	9.1	22.8	1.9	0.0	24.7
東華里	D4 (嚴重損壞)	10.6	1.3	0.0	11.9	22.9	3.1	0.1	26.1
東華里	D3 (中度損壞)	19.3	3.1	0.1	22.5	32.4	5.4	0.1	37.9
東華里	D2 (輕微損壞)	26.4	5.1	0.1	31.6	36.9	7.5	0.1	44.5
商華里	D5 (完全損壞)	9.3	0.9	0.1	10.3	30.7	3.0	0.2	33.9
商華里	D4 (嚴重損壞)	13.4	2.0	0.2	15.6	35.3	4.9	0.4	40.6
商華里	D3 (中度損壞)	27.0	4.8	0.5	32.3	53.3	8.9	0.9	63.1
商華里	D2 (輕微損壞)	41.1	8.4	0.9	50.4	68.2	13.1	1.3	82.6
竹東里	D5 (完全損壞)	8.5	0.8	0.0	9.3	26.1	2.3	0.0	28.4
竹東里	D4 (嚴重損壞)	12.2	1.6	0.0	13.8	28.9	3.6	0.0	32.5
竹東里	D3 (中度損壞)	23.9	3.8	0.0	27.7	43.4	6.4	0.0	49.8
竹東里	D2 (輕微損壞)	35.2	6.3	0.0	41.5	52.9	8.9	0.0	61.8
榮樂里	D5 (完全損壞)	12.6	1.1	0.0	13.7	29.0	2.8	0.0	31.8
榮樂里	D4 (嚴重損壞)	16.8	2.3	0.0	19.1	32.3	4.6	0.0	36.9

榮樂里	D3 (中度損壞)	31.3	5.5	0.0	36.8	49.0	8.6	0.0	57.6
榮樂里	D2 (輕微損壞)	44.1	9.2	0.0	53.3	61.0	12.7	0.0	73.7
雞林里	D5 (完全損壞)	14.4	1.4	0.0	15.8	81.7	6.4	0.1	88.2
雞林里	D4 (嚴重損壞)	23.0	3.0	0.0	26.0	91.7	9.3	0.2	101.2
雞林里	D3 (中度損壞)	50.1	7.1	0.1	57.3	130.9	14.6	0.3	145.8
雞林里	D2 (輕微損壞)	81.5	11.8	0.3	93.6	164.0	19.3	0.4	183.7
仁愛里	D5 (完全損壞)	21.7	1.9	0.1	23.7	37.6	3.5	0.1	41.2
仁愛里	D4 (嚴重損壞)	27.3	3.7	0.1	31.1	43.1	5.9	0.2	49.2
仁愛里	D3 (中度損壞)	49.7	8.4	0.4	58.5	68.2	11.3	0.5	80.0
仁愛里	D2 (輕微損壞)	69.8	13.3	0.7	83.8	88.8	16.6	0.8	106.2
五豐里	D5 (完全損壞)	18.8	3.4	0.3	22.5	34.1	6.1	0.5	40.7
五豐里	D4 (嚴重損壞)	26.1	7.3	0.7	34.1	42.8	11.8	1.0	55.6
五豐里	D3 (中度損壞)	50.9	17.6	1.6	70.1	73.2	24.2	2.1	99.5
五豐里	D2 (輕微損壞)	75.6	29.8	2.6	108.0	100.5	38.0	3.2	141.7
三重里	D5 (完全損壞)	52.7	11.1	0.0	63.8	24.2	5.7	0.0	29.9
三重里	D4 (嚴重損壞)	71.6	19.5	0.0	91.1	36.8	11.4	0.0	48.2
三重里	D3 (中度損壞)	126.5	37.8	0.0	164.3	77.5	26.7	0.0	104.2
三重里	D2 (輕微損壞)	182.3	55.6	0.0	237.9	123.4	43.0	0.0	166.4
頭重里	D5 (完全損壞)	210.0	56.3	0.3	266.6	11.0	4.7	0.0	15.7
頭重里	D4 (嚴重損壞)	191.7	67.4	0.5	259.6	21.0	11.1	0.1	32.2
頭重里	D3 (中度損壞)	234.5	91.2	0.6	326.3	51.6	29.6	0.3	81.5
頭重里	D2 (輕微損壞)	256.6	105.3	0.7	362.6	91.9	53.1	0.5	145.5
員山里	D5 (完全損壞)	47.3	1.1	0.0	48.4	3.7	0.1	0.0	3.8
員山里	D4 (嚴重損壞)	41.7	1.5	0.0	43.2	6.7	0.2	0.0	6.9
員山里	D3 (中度損壞)	52.6	2.3	0.0	54.9	15.3	0.8	0.0	16.1
員山里	D2 (輕微損壞)	57.2	2.9	0.0	60.1	24.8	1.4	0.0	26.2
柯湖里	D5 (完全損壞)	20.6	0.0	0.0	20.6	3.6	0.0	0.0	3.6
柯湖里	D4 (嚴重損壞)	17.9	0.0	0.0	17.9	5.3	0.0	0.0	5.3
柯湖里	D3 (中度損壞)	22.4	0.0	0.0	22.4	10.5	0.0	0.0	10.5
柯湖里	D2 (輕微損壞)	23.4	0.0	0.0	23.4	14.6	0.0	0.0	14.6
二重里	D5 (完全損壞)	122.3	18.9	0.2	141.4	19.3	4.1	0.0	23.4
二重里	D4 (嚴重損壞)	141.4	27.0	0.3	168.7	31.7	8.5	0.1	40.3
二重里	D3 (中度損壞)	208.0	42.6	0.5	251.1	71.0	20.3	0.3	91.6
二重里	D2 (輕微損壞)	269.4	54.1	0.6	324.1	118.6	33.2	0.4	152.2
中山里	D5 (完全損壞)	8.4	1.6	0.0	10.0	41.7	5.3	0.0	47.0
中山里	D4 (嚴重損壞)	12.9	2.7	0.0	15.6	42.4	6.9	0.0	49.3
中山里	D3 (中度損壞)	26.5	5.9	0.0	32.4	58.4	10.3	0.0	68.7
中山里	D2 (輕微損壞)	39.9	8.9	0.0	48.8	65.8	12.5	0.0	78.3

中正里	D5 (完全損壞)	10.5	0.5	0.0	11.0	59.5	2.3	0.0	61.8
中正里	D4 (嚴重損壞)	16.6	1.0	0.0	17.6	60.8	3.4	0.0	64.2
中正里	D3 (中度損壞)	34.6	2.5	0.0	37.1	82.6	5.3	0.0	87.9
中正里	D2 (輕微損壞)	53.2	4.2	0.0	57.4	93.8	6.9	0.0	100.7
南華里	D5 (完全損壞)	7.6	0.6	0.0	8.2	27.9	1.8	0.0	29.7
南華里	D4 (嚴重損壞)	10.6	1.0	0.0	11.6	28.2	2.5	0.0	30.7
南華里	D3 (中度損壞)	20.4	2.3	0.0	22.7	39.3	4.1	0.0	43.4
南華里	D2 (輕微損壞)	29.4	3.7	0.0	33.1	44.7	5.2	0.0	49.9
榮華里	D5 (完全損壞)	23.9	3.0	0.1	27.0	39.2	4.3	0.1	43.6
榮華里	D4 (嚴重損壞)	38.4	5.7	0.2	44.3	57.2	7.7	0.3	65.2
榮華里	D3 (中度損壞)	79.4	12.7	0.5	92.6	104.7	15.3	0.6	120.6
榮華里	D2 (輕微損壞)	125.6	19.7	0.8	146.1	154.5	22.5	0.9	177.9
忠孝里	D5 (完全損壞)	7.4	0.9	0.0	8.3	15.4	1.8	0.1	17.3
忠孝里	D4 (嚴重損壞)	10.4	1.9	0.1	12.4	18.4	3.3	0.2	21.9
忠孝里	D3 (中度損壞)	20.0	4.5	0.3	24.8	29.5	6.4	0.4	36.3
忠孝里	D2 (輕微損壞)	28.8	7.6	0.5	39.6	37.7	9.9	0.6	48.2
陸豐里	D5 (完全損壞)	6.4	0.1	0.0	6.5	3.2	0.0	0.0	3.2
陸豐里	D4 (嚴重損壞)	6.8	0.2	0.0	7.0	3.8	0.1	0.0	3.9
陸豐里	D3 (中度損壞)	10.1	0.3	0.0	10.4	7.0	0.2	0.0	7.2
陸豐里	D2 (輕微損壞)	12.7	0.5	0.0	13.2	9.4	0.3	0.0	9.7

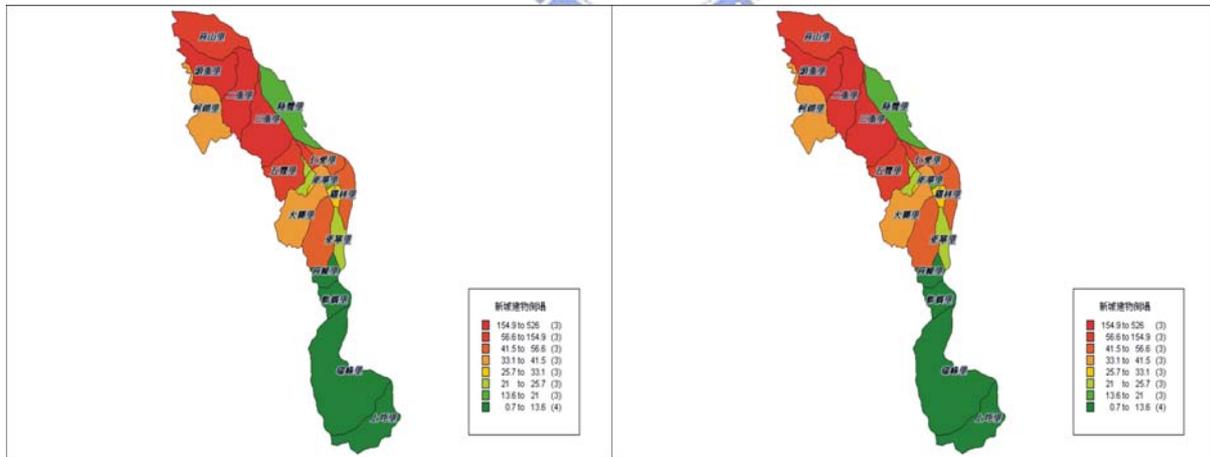


圖 4-8大坪地地震事件建築物倒塌分佈圖 圖 4-9 新城地震事件建築物倒塌分佈圖

二、一般建物結構系統部份之樓地板面積損壞機率

(一) 新城斷層事件

表 4-4 新城斷層地震事件各使用類別建築物損壞樓地板面積推估表

新城斷層地震事件各使用類別建築物樓地板面積損壞面積推估表

行政里	住宅區	商業區	工業區	農業區	宗教區	政府機關	教育機構	總計
上坪里	1291.2	173.9	0	0	0	0	130.4	1595.5
瑞峰里	1758.1	908.4	0	62.1	0	0	0	2728.6
軟橋里	1965.5	89	0	0	0	0	0	2054.5
員嶼里	14983.4	2306.3	0	82.6	350.9	0	1200.5	18923.7
東寧里	30825.3	8404.9	881.9	0	0	0	116.5	40228.6
上館里	72881.2	14493.3	54.5	0	57.9	0	0	87486.9
大鄉里	43818	2705.4	165.9	0	0	0	0	46689.3
東華里	7842.9	1484.8	0	0	1272.4	0	7923.2	18523.3
商華里	29840.1	8386	0	0	61	0	2247.4	40174.5
竹東里	21689.8	1122.3	0	0	0	0	0	22812.1
榮樂里	23761.7	2711.8	0	0	0	0	6012.7	32486.2
雞林里	27189.3	19050.6	8049.7	491.6	0	0	1302.7	56083.9
仁愛里	48046.6	7900.9	132.1	0	0	0	0	56079.6
五豐里	95424.8	8661.2	0	132	0	0	0	104218
三重里	95085.2	16308	10980.7	629.4	379	0	77.8	123460.1
頭重里	38159.1	57403.7	20380.1	264.1	326.3	0	828.5	117361.8
員山里	10803.6	320	60.2	164	0	0	0	11347.8
柯湖里	4147.1	387.8	312.3	109.4	0	0	0	4956.6
二重里	83996.2	11605.5	8063.5	169.8	0	0	2110.2	105945.2
中山里	27512.5	2366.7	449.1	0	5461.7	0	24201.2	59991.2
中正里	41989.6	12823	2668.2	0	0	0	6547.8	64028.6
南華里	30202.2	1934	0	0	0	0	0	32136.2
榮華里	106922.7	14951.9	0	0	0	0	724.7	122599.3
忠孝里	29491.4	11444.4	0	0	0	0	0	40935.8
陸豐里	3922	128.8	40.3	570.6	0	0	9.5	4671.2
TOTAL	893189.5	208072.6	52238.5	2675.6	7909.2	0	53433.1	1217518.5

(二) 大坪地斷層事件

表 4-5 大坪地斷層地震事件各使用類別建築物損壞樓地板面積推估表

大坪地斷層地震事件各使用類別建築物樓地板面積損壞面積推估表								
行政里	住宅區	商業區	工業區	農業區	宗教區	政府機關	教育機構	總計
上坪里	3675.3	431.8	0	0	0	0	347.7	4436.8
瑞峰里	6468.6	2854.5	0	311.6	0	0	0	9634.7
軟橋里	7108.5	348.7	0	0	0	0	0	7457.2
員嶼里	54923.9	7560	0	386.4	0	0	0	62870.3
東寧里	108414.1	29018.2	3532.6	0	0	0	374.2	151339.1

上館里	240285.5	45505.6	204.3	0	169.4	0	0	286164.8
大鄉里	111276.3	6533	466.7	0	0	0	0	118276
東華里	14400.5	2674.6	0	0	2204.1	0	13858.2	33137.4
商華里	55411.5	15016.3	0	0	107.6	0	4337.8	74873.2
竹東里	38897.7	2045.4	0	0	0	0	0	40943.1
榮樂里	38334	4447.6	0	0	0	0	9330.2	52111.8
雞林里	62953.9	43143.7	20523.3	1260.1	0	0	2829.7	130710.7
仁愛里	66964.2	10873.6	191.5	0	0	0	0	78029.3
五豐里	132417.4	11785.6	0	188.5	0	0	0	144391.5
三重里	95085.2	16308	10980.7	629.4	379	0	77.8	123460.1
頭重里	38159.1	57403.7	20380.1	264.1	326.3	0	828.5	117361.8
員山里	10803.6	320	60.2	164	0	0	0	11347.8
柯湖里	4147.1	387.8	312.3	109.4	0	0	0	4956.6
二重里	83996.2	11605.5	8063.5	169.8	0	0	2110.2	105945.2
中山里	27512.5	2366.7	449.1	0	5461.7	0	24201.2	59991.2
中正里	41989.6	12823	2668.2	0	0	0	6547.8	64028.6
南華里	30203.1	1934	0	0	0	0	0	32137.1
榮華里	106922.7	14951.9	0	0	0	0	724.7	122599.3
忠孝里	29491.4	11444.4	0	0	0	0	0	40935.8
陸豐里	3922	128.8	40.3	570.6	0	0	9.5	4671.2
TOTAL	1413745.9	311912.4	67872.8	4053.9	8648.1	0	65577.5	1871810.6

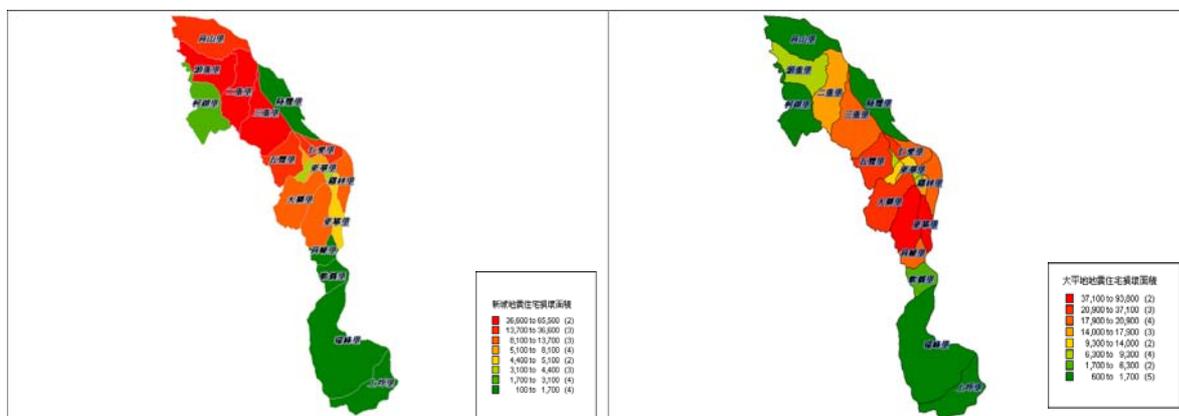
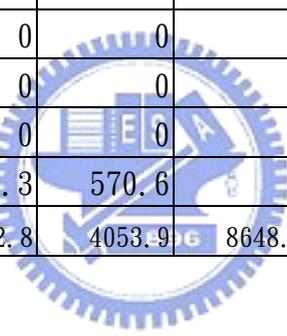


圖
針對人
者在資

料使用上的自由度，傷亡狀態分類列表情形如下：

Severity1：人員傷亡程度1（需基本醫療，不需住院）。

Severity2：人員傷亡程度2（需較多醫療手續且需住院，但無生命危險）。

Severity3：人員傷亡程度3（若無適當且迅速的醫療將有立即的生命危險）。

Severity4：人員傷亡程度4（立即死亡）。

（一）新城斷層事件

依據TELES系統產出之傷亡人數資料顯示，以傷亡總數分析，地震造成夜間傷亡總數為172人，通勤時間為151人，日間為161人，以夜間時段地震所造成之傷亡總數為最大，日間及通勤期間次之。以地震事件造成死亡人數而言，仍以夜間時段為最多為103人，日間及通勤期間次之，其中傷亡較為嚴重區域為頭重里及二重里，傷亡較多情形應與所在地理區位及地震斷層帶經過有關。

（二）大坪地斷層事件

依據TELES系統產出之傷亡人數資料顯示，以傷亡總數分析，夜間期間為259人，通勤時間為227人，日間為197人，仍以夜間時段地震所造成之傷亡總數為最大，通勤期間及日間次之。以地震事件造成死亡人數而言，仍以夜間時段為最多，共計154人，日間及通勤期間次之，其中傷亡較為嚴重區域為上館里、東寧里及大鄉里，傷亡較多情形應與所在地理區位及斷層經過有關。

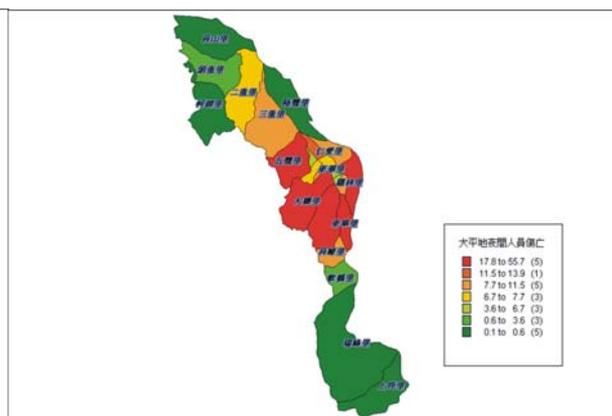
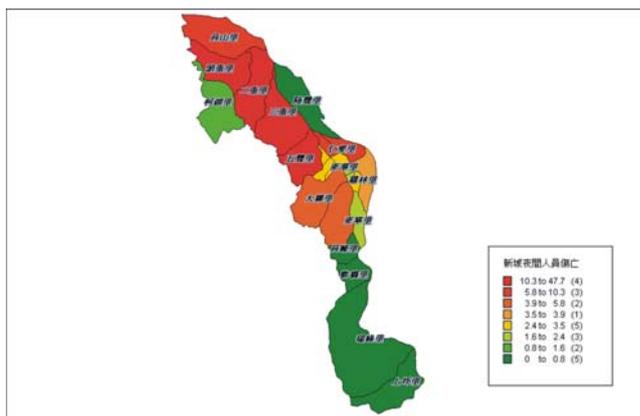


圖 4-12 新城地震事件夜間傷亡分布圖

圖 4-13 大坪地地震事件夜間傷亡分布圖

表 4-6 新城及大坪地斷層地震事件人員傷亡推估表

新城斷層地震事件						大坪地斷層地震事件					
傷亡程度	微傷	輕傷	重傷	死亡	傷亡和	傷亡程度	微傷	輕傷	重傷	死亡	傷亡和
總計	39	51	70	103	172	總計	56	77	105	154	259



五、地震災損推估結果運用及評估方式探討

本研究乃係以 TELES 系統作為研究驗證之工具，以評估地震後可能之受損情形及相關資源需求，目的在於藉由推估結果，使地方政府能運用在都市防救災空間及相關防災規劃上，使防災規劃達到供給與需求平衡意義，進而於災前能有計畫性及持續性推動防災工作，由於 TELES 系統推估部分功能尚未完備，為使災損推估工作能盡量完備，因此本研究結合相關研究成果，針對系統產出之相關數據及圖層，充分運用於防災生活圈空間規劃及防救災資源評估工作上，以供都市防災工作推動參考，故此章節為本研究重要價值之一。

5.1 防救災道路系統劃設及評估原則

關於防救災交通動線系統，係以與防救災機能有關，本研究將針對實質環境之使用現況調查分析為基礎，如影響道路有效寬度的因素，共有人行道分布、招牌設置現況、公共設施、停車狀況、圍牆、植栽、高架道路及捷運、電力、電信設施及騎樓之分布等，均將做為主要評估及調查項目，以分析其對救災機能之影響 [26]。



5.1.1 防救災道路層級區分

一、緊急通道：指定路寬20米以上之主要聯外道路為第一層級之緊急道路，因此於災害發生後，應要在第一時間內排除障礙加以搶通，對緊急道路沿線之人員及車輛實施通行管制。

二、救援輸送通道：對於輸送道路必須維持在15公尺以上，主要以聯繫緊急道路及避難據點之物資運送，架構成完整之交通路網。主要提供避難人員避難路徑，及車輛運送物資至各防災據點之機能。

三、消防通道：此層級是消防道路，所以在執行上要將此類型的道路予以區隔，為考慮消防車輛滅火的活動，以區域內路寬8米以上之道路為指定對象。為了保持消防車輛行進暢通與消防機具操作空間之確保外，還必須滿足有效消防半徑280米的要求，以避免產生消防死角。

四、避難通道：區域內8米以下道路為指定對象，主要是在避難場所、防災據點之設施無法臨接前三個層級之道路網時，而劃設一輔助性的路徑，部分地區4-6米的道路因停車問題及不當佔用，影響其為避難輔助道路之功能，且人員避難為避難輔助道路最主要之功能。

5.1.2 基本評估原則

一、道路有效性

道路有效性係以災後防災道路可以提供救援、避難之功能性多寡為主要的評估，其中以道路寬度最為重要，道路有效寬度關係到災後避難及緊急輸送之效率〔24〕，故應於災前掌握各層級防災道路有效寬度之情形，本研究對於防災道路有效寬度評估及調查項目訂定如下：

- (一) 人行道分布：明確標示人行道的位置。
- (二) 招牌設置現況：記錄招牌設置的地點及形狀。
- (三) 區域內之其他公共設施：標示出調查區內，除公園及學校外的各型公共設施。
- (四) 區域內之停車狀況：標示出調查區內的停車位置及車輛類型。
- (五) 圍牆設置地點：記錄圍牆的阻隔性及其位置。
- (六) 植栽、高架道路及捷運：標示植栽及高架道路的形態及分布位置
- (七) 電力、電信設施：標示變電箱、電線桿及電話亭的分布位置。
- (八) 騎樓之分布：標示騎樓所在位置。

表 5-1 影響道路有效寬度之因子

道路寬度 (m)	層級	影響因子	對防災機能之影響
4	避難通道	1、單側停車 2、圍牆 3、電線桿及變電箱	1、人員通行有效寬度不足 2、車輛無法通行 3、倒塌或破壞造成阻絕
6	消防通道	1、單、雙側停車	1、車輛通行困難
8		2、圍牆	2、倒塌或破壞造成阻絕
10		3、電線桿及變電箱	3、招牌墜落造成人員傷亡、阻礙通行
12		4、招牌 5、騎樓	4、騎樓因結構因傾倒
15	救援輸送道路	1、單、雙側停車	1、車輛通行困難
18		2、圍牆	2、倒塌或破壞造成阻絕
		3、電線桿及變電箱	3、招牌墜落造成人員傷亡、阻礙通行
		4、招牌	4、騎樓因結構因傾倒
		5、騎樓	5、機車停放造成人員動線阻隔
		6、人行道	6、商業行為造成道路有效寬度之縮減
20	道急	1、單、雙側停車	1、招牌墜落造成人員傷亡、阻礙通行

	2、招牌 3、騎樓 4、高架道路 5、捷運系統	2、騎樓因結構因傾倒 3、商業行為造成道路有效寬度之縮減 4、高架道路因地震破壞而造成阻絕
--	----------------------------------	---

資料來源：〔26〕

由於道路有效寬度也是響救災作業進行之因素，故參考洪鴻智氏於 2001 年道路有效寬度之設定〔10〕，如表 5-2 所示：

表 5-2 道路寬度與有效道路寬度之關係表

道路寬度 X (公尺)	有效道路寬度 (公尺)
$X < 4$	X
$4 \leq X < 8$	4
$8 \leq X < 10$	$X + 0.5$
$10 \leq X < 16$	$X - (1+3+1)$
$16 \leq X < 25$	$X - (1+6+1)$
$X \geq 25$	$X - (1+6+1+6+1)$
有高架道路之道路	$X - (1 + \text{高架部份寬度} + 1)$

資料來源：〔10〕

二、道路可及性

道路系統與其他防災空間系統也是息息相關，各空間系統的功能發揮，都需要藉助到路的正常運作方可達成，因此防救災道路在整體規劃上，扮演了最關鍵性的角色，因此防災道路應該要能連接地區重要防救災空間據點，以發揮災後救援功能〔24〕。

三、道路安全性

道路安全與否關係災後救援功能發揮，影響道路安全性之因素眾多，但鑑於研究規模，本研究係以高架道路、橋樑阻斷及斷層帶影響圖資套疊為主要評估方式。

(一) 高架道路、橋樑及陸橋可能阻斷區域

都市中所架設之高架道路、路橋及對外連絡之橋樑，在破壞性強大的地震發生時，可能形成地區間交通的阻斷，不論在避難與救災的行動上，都會形成一定的妨礙。因此規劃上，則必須考慮高架道路及橋樑阻斷所帶來的影響。

(二) 地震斷層帶經過可能影響路段

地震斷層帶經過區域往往造成地表嚴重損害，對於防災道路之機能也是如此，由於 TELES 系統暫時無法產出道路損壞之推估資料，故本研究運用以 GIS 系統套疊地震斷層帶與竹東鎮路網圖層，由其套疊結果得到路網與斷層斷交錯路段，依據九二一經驗，斷層段經過區域，地震後較容易造成路面斷裂，地層隆起或下陷情形，因此本研究據此研判各主要道路於震後可能造成交通動線阻斷之可能，以提供防災道路及避難路線規劃之參考，可預先避開，以免影響救災工作之進行。

表 5-3 防災道路系統規劃評估表

道路名稱					
評估項目					
有效寬度評估	計畫寬度				
	招牌墜落影響				
	停車情形（單、雙側）				
	圍牆倒塌				
	電線桿及變電箱				
	騎樓傾倒				
	有效寬度				
道路可及性（連接重要據點，如避難據點、醫療據點、警察、消防、物資據點等）					
道路安全性	活動地震斷層帶經過				
	橋樑及高架道路可能阻斷				
道路層級區分					

資料來源：本研究整理。

5.2 防救災避難空間劃設及評估原則

5.2.1 避難據點層級區分

而對於防災據點的指定上，依有效避難面積至各層級道路的可及性，人員疏散至避難圈之最短距離600公尺為半徑考慮。避難生活據點劃設可分為四個層級，共分為緊急避難場所、臨時避難場所、臨時收容場所及中長期收容場所〔1〕，而針對不同層級場所有不同的安全要求。

一、緊急避難場所

以因應震災發生的三分鐘內，人員尋求緊急躲避的場所，屬於個人的自發性避難行為。指定對象為圈域內現有之開放空間為主，包含基地外之空地、公園、道路等。（此類據點不列入本研究推估範圍內）

二、臨時避難場所

此據點是以收容暫時無法直接進入安全避難場所的避難人員為主，避難時序於災後三小時至一週，據點指定的對象以現有鄰里公園、綠地、國中、小學為對象。

三、臨時收容場所

此一層級據點劃設的目的，為提供大面積的開放空間作為安全停留的處所，待災害穩定後，再進行必要之避難生活。避難時序於災後一週至四週，據點指定主要以國、高中及一公頃以上公園為指定對象。

四、中長期收容場所

中長期收容據點設置目的係提供於進行災後都市復建完成前，進行避難生活所需空間及設施，且為當地避難人員獲得各種情報資訊的場所，甚至具備組合屋搭設條件，因此必須擁有較完善的設施及足夠空間，以提供人員庇護的功能，該類場所所以全市型之公園最為理想，避難時序於災後四週以後。

5.2.2 基本評估原則

一、可及性：

為使災害發生時避難人員可以順利抵達並進入避難據點，進行避難活動，需針對防救據點本體及其週邊環境進行調查。調查內容包含據點周邊之使用狀況、建築物開口部大小及據點本體出入口位置、寬度等〔20〕。

(一) 出入口數量：應保持雙向以上之出入口。

(二) 出口有效寬度：出入口寬度應符合 $1800/p$ 以上，且出入口周圍不因能建築物倒塌導致避難阻礙(建築物 5 公尺內)。

(三) 接鄰道路寬度(有效寬度)：為利民眾避難速率及救援車輛之進出，出口鄰接道路應至少 8 米以上，有效寬度應至少為 4 米。

(四) 據點距離：臨時避難據點應以步行距離在 5 至 10 分鐘以內可達到為主，以每秒 1 公尺之步行速率計算，據點距離應在 600 公尺內。臨時收容據點以 10 至 15 分鐘，應以服務圈域 1200 至 1500 公尺。

(五) 認知度：選擇易產生認知之社區環境空間，如國中、小學、社區公園、機關等，以九二一大地震為例，民眾選擇避難場所最多為學校，佔總比例 37.5%，其次為公園，佔總比例 22.4%〔60〕。

(六) 救災資源可及性：應選擇消防車、警車、直升機及其他救援工具可達地點。

二、有效性：

調查據點內有效緊急避難的面積，並確認有效的收容人數及面積有多少，例如公園中之水池，在災後能否當作飲用水源，地景上的高低變化和週圍的灌木、花台，在災後會影響避難，造成負面的影響〔20〕，所以在據點的檢討上，是否有佔有物影響有效避難面積，是否影響據點收容面積等，皆是本研究調查及評估重點。

(一) 建築物倒塌或損壞

依據建築研究所都市計劃防災規劃手冊彙編規定，建築物周邊 3 公尺內為建築物倒塌或損壞時的影響範圍，此面積視為危險區域，將此區域由防救據點總面積中扣除，取得完整可用避難面積。但本研究為求安全，故以 5 公尺為準。

(二) 為掌握據點內有效收容面積，應詳細調查及評估據點周圍可能造成有效收容面積縮減之因素，因素如下：

- 1、開放空間週遭建築物完全坍塌並覆蓋原有可用之空間。
- 2、開放空間遭放置物品或違建佔用。
- 3、公共設施開放空間為開闢完成或施工維護中。
- 4、開放空間中有地震斷層帶之穿越，造成地表破壞。
- 5、開放空間、人行道等被車輛佔用。
- 6、景觀設施或植物之生長所影響到開放空間之有效面積。



表 5-4 防救災據點防災力之影響檢討表

據點層級	影響因子	對防災力的影響
臨時避難場所	1、兒童遊具 2、停車場出入口 3、灌木叢 4、花台 5、週邊停車 6、週邊建築使用分區	1. 據點有效面積需扣除據點內固定設施物 2. 灌木叢之區話具阻隔性且不能有效使用其面積 3. 超過 70 公分之花台影響進出之便利性 4. 週邊停車狀況影響點出入口之有效寬度，造成人員出入不易 5. 週邊建築使用分區影響實際避難人數多寡

臨時收容場所	7、兒童遊具 8、停車場出入口 9、灌木叢 10、水池 11、花台 12、高架橋 13、固定設施物	1. 據點有效面積需扣除據點內固定設施物 2. 地下停車場設置考慮其可能受震災影響，而僅計算其地面層為有效面積 3. 灌木從之區話具阻隔性且不能有效使用其面積 4. 水池之設施雖會減少有效面積，但對於防救災具有提供消防水或簡易飲用水的功能 5. 超過 70 公分之花台影響進出之便利性 6. 高架橋造成週邊地區阻隔性增加
中長期收容場所	1、灌木叢 2、升旗台 3、水池 4、遊具 5、週邊停車	1. 灌木從之區話具阻隔性且不能有效使用其面積 2. 固定設施物減少開放空間之有效面積 3. 週邊停車狀況影響點出入口之有效寬度，造成人員出入不易

資料來源：〔20〕

三、安全性：

為確保防救據點之安全性，應針對據點本體與周邊建築物或構造物之使用現況、包含建築物損害、液化潛能區及周邊輻射熱影響範圍等對應項目以及地震斷層與據點本身之距離，都是地震中可能產生的破壞的相關因素，故應進行調查與評估。

(一) 據點本體部份，因火災產生輻射熱而影響防救據點的安全面積及部份學校因建築物屬於高危險群，較其他建築物易遭破壞，本研究係以據點周圍潛在危險場所於震後可能產生之輻射熱之影響評估為主，將採圖層套疊方式評估其影響範圍，本研究採歐秀玲 2000 年之研究結果〔39〕，加油站與變電所影響半徑可設定為 268M，本研究危險影響加權半徑設定為 300M。

(二) 防救據點周邊，因輻射熱的影響，將不利於進入防救據點的可及性，尤其輻射熱影響範圍涵蓋據點主要出入口者，更將減損防救據點的防災效力。建築物的破壞及瓦斯、天然氣管的破壞，亦影響據點周邊道路的暢通，及進入據點的可及性。依照以人體輻射受熱安全界限與街廓大火輻射放熱比值定出之型態係數作為計算基準，並計算建築物外牆開口面積，得出火災輻射熱影響之範圍，評估防救據點及其周邊建築物受輻射熱影響的區域。

(三) 對於液化潛能區內，應避免設置防救據點，而且據點本體及周邊建築物亦應優先補強，而避免火災及延燒的發生，亦是強化防救據點防災效力的必要條件。至於維生管線安全性，尤其是轉彎或分管節點，更應納入管理。

(四) 都市中所架設之高架道路、高架路橋、對外之連絡橋樑，在破壞性強大的地震發生時，可能形成地區間交通的阻斷，不論在避難與救災的行動上，都會形成一定的妨礙。因此規劃上，則必須考慮交通阻斷所帶來的影響。

(五) 本研究將以地震斷層帶與據點進行GIS系統圖資套疊，以求得地震斷層帶與據點之距離，另依據建築技術規則施工篇第13章(山坡地建築)第262條提及，依歷史上最大地震規模(M)訂定不得開發建築範圍，本研究區域 $7 > M \geq 6$ ，故斷層帶二外側邊各五十公尺為禁建區域。另外參酌依據學者葉超雄(1999)在近斷層建築物設計地震力研究中〔16〕，將距離斷層距離區分為五個等級，級數越大代表造成建物倒塌毀壞機率愈低，本研究採此方法作為「據點與活動斷層的距離」評估標準，也就是距離活動斷層越近者，地震破壞發生時產生之災難機率越大〔17〕，故本研究參酌相關法令規定及學者研究成果，研擬出活動斷層對於據點安全影響評估分級，其分級說明如下：

- 1、嚴重影響：該據點距離活動斷層50公尺內。
- 2、高度影響：該據點距離活動斷層50公尺至2公里。
- 3、中度影響：該據點距離活動斷層2公里至5公里。
- 4、低度影響：該據點距離活動斷層5公里至15公里。
- 5、輕微影響：該據點距離活動斷層15公里之外。

四、功能性：

雖避難據點均非為避難專用之空間，除提昇自身之防災力外，對於震後避難收容生活規劃影響甚鉅，因此應針對據點內具備之空間功能實施調查及評估，如衛浴設施、廚房、消防蓄水池、停車空間規劃、垃圾場、消防設備、緊急照明設備、廣播設備等，上述設施具備有無均將影響據點防災機能及服務項目。

表 5-5 竹東鎮各避難空間評估項目表

面 積 有 效 性	計畫面積	安 全 性	輻射熱影響 (300 公尺)
	周圍建築物倒塌影響面積		地震斷層帶影響 (50 公尺)

	據點內非避難空間佔用面積		液化潛能影響
	據點有效面積		高架道路、陸橋影響
可 及 性	出入口數量	功 能 性	廣播系統
	出入口總寬度		照明設備
	出入口最大有效寬度		基本醫療設施
	出入口鄰接最大道路又有寬度		緊急照明設施
	民眾認知度		廁所（臨時廁所）
	停車場設置（面積）		垃圾場 緊急無線電 蓄水池（消防用水） 生活物資臨時儲存空間 防災設備（工作用具、搬運工具、破壞工具、工作材料、通訊工具、滅火設備）

資料來源：本研究整理

5.2.3 避難據點服務半徑及空間需求

本研究雖於前章節已回顧、歸納前人研究結果，但仍參酌考量竹東鎮地理環境及民情特性，訂出適合服務半徑及避難空間。



一、服務半徑

（一）臨時避難場所：以步行距離 500~700m 為其據點服務半徑，本研究採用 600 公尺。

（二）臨時收容場所：以步行距離 1500~1800m 為其據點服務半徑，考量竹東鎮轄區地理環境本研究加權修正為 2000 公尺。

（三）中長期收容場所：以竹東鎮為服務範圍。

二、避難空間需求

（一）臨時避難場所：臨時避難期間將持續至一週，參酌我國相關研究對於臨時避難場所避難空間之規定及考量生活形態所需，因此本研究設定臨時避難場所應可供應每人 2 平方公尺

之避難生活空間〔30〕。

(二) 臨時收容場所：臨時避難期間為一週持續至四週，參酌我國相關研究對於臨時避難場所避難空間之規定及考量生活形態所需，本研究設定臨時收容場所應可供應每人 4 平方公尺之避難生活空間〔30〕。

(三) 中長期收容場所：考量中長期收容期間將持續至四週以後，並依據九二一地震經驗後，本研究設定中長期收容場所空間需求應以組合屋搭設為主，以每戶（4 人）組合屋搭設空間約 60 平方公尺（20 坪）計算，求得每人需求為 15 平方公尺之避難生活空間。

5.2.4 避難人口數推估

由於目前 TELES 系統模擬分析功能尚未完整，對於避難人口、震後火災及維生管線受損推估數據無法取得，然利用 TELES 進行分析，可評估得各鄉鎮市或村里內之建築物清為輕微損傷（D2 及 D3）、全、半倒（D5 及 D4）棟數、人員傷亡數等結果，惟目前其尚未提供因震災造成住宅受損無法居住而需短期收容災民人數評估結果之功能。因此本研究將依 TELES 評估所得建築之會造成建築物的物全倒、半倒棟數及新竹縣住宅及人口資料，並參酌 921 震災災情統計資料，以下列計算方式評估無法繼續居住之住宅單位數及需政府協助短期收安置之災民數，其推估方式如下。

一、基本公式

(一) 臨時避難場所收容需求： $A+B+C$

(二) 臨時收容場所收容需求： $B+C \times (1-\beta)$

(三) 中長期收容場所收容需求：依 921 統計資料顯示，全倒+半倒影響人數 $\times 4 \cdot 9\%$

A：建築物輕微受損影響人數

B：建築物半倒影響人數

C：建築物全倒影響人數

β ：目前新竹縣之住宅地震保險投保率

二、推估所需數據及相關資料

(一) TELES 輸出之一般建築物倒塌棟數數據。

(二) 竹東鎮各使用類別建築物樓地板面積統計資料。

(三) 竹東鎮每戶平均人口數統計資料。

(四) 竹東鎮震災保險比例資料。



三、避難人數推估計算公式。

(一) 臨時避難場所收容需求(災後 3 小時至 1 周)

$$\#UNU = (\#DBld_{Low} \times \alpha_{Low} + \#DBld_{Med} \times \alpha_{Med} + \#DBld_{High} \times \alpha_{High}) \times R_{Res} \quad (1)$$

上式中， $\#UNU$ 為無法居住之住宅單位數， $\#DBld_{Low}$ 為低樓層建築之輕微損傷及全、半倒棟數。 $\#DBld_{Med}$ 為中樓層建築之輕微損傷及全、半倒棟數。 $\#DBld_{High}$ 為高樓層建築之輕微損傷及全、半倒棟數。 R_{Res} 為住宅建築占所有建築之比率。其中係數 α_{Low} 為低樓層住宅(1~4 樓)每棟之住宅單位數，本計畫分析假設低樓層住宅每棟為雙併，一併一戶， $\alpha_{Low} = 2$ 。係數 α_{Med} 為中樓層住宅(5~8 樓)每棟之住宅單位數，本計畫分析假設中樓層住宅每棟為雙併，一併 6 戶， $\alpha_{Med} = 12$ 。係數 α_{High} 為高樓層住宅(9 樓以上)每棟之住宅單位數，本計畫分析假設高樓層住宅每棟為四併，一併 12 戶， $\alpha_{High} = 48$ 。

$$\#STP = \#UNU \times \#PPU \times \beta \quad (2)$$

上式中， $\#STP$ 為需政府臨時避難收容之災民數。 $\#PPU$ 為平均每單位住宅之人口數，其可由財稅中心之住宅資料及人口數資料求得竹東鎮各里每戶平均人口值。

另依據 921 大地震經驗，由於臨時避難時間較短，此時部份災民尚有自我生活能力，研判有部分災民會自行在住家附近搭設臨時住所，而未至政府設立之臨時收容所，據上述，本研究初步假設 $\beta = 50\%$ 進行臨時避難人數推估。

(二) 臨時收容場所收容需求(1 周至 4 周)

$$\#UNU = (\#DBld_{Low} \times \alpha_{Low} + \#DBld_{Med} \times \alpha_{Med} + \#DBld_{High} \times \alpha_{High}) \times R_{Res} \quad (3)$$

上式中， $\#UNU$ 為無法居住之住宅單位數， $\#DBld_{Low}$ 為低樓層建築之全、半倒棟數。 $\#DBld_{Med}$ 為中樓層建築之全、半倒棟數。 $\#DBld_{High}$ 為高樓層建築之全半倒棟數。 R_{Res} 為住宅建築占有所有建築之比率。其中係數 α_{Low} 為低樓層住宅(1~4 樓)每棟之住宅單位數，本計畫分析假設低樓層住宅每棟為雙併，一併一戶， $\alpha_{Low} = 2$ 。係數 α_{Med} 為中樓層住宅(5~8 樓)每棟之住宅單位數，本計畫分析假設中樓層住宅每棟為雙併，一併 6 戶， $\alpha_{Med} = 12$ 。係數 α_{High} 為高樓層住宅(9 樓以上)每棟之住宅單位數，本計畫分析假設高樓層住宅每棟為四併，一併 12 戶， $\alpha_{High} = 48$ 。

$$\#STP = \#UNU \times \#PPU \times \beta \quad (4)$$

上式中， $\#STP$ 為需政府協助短期收安置之災民數。 $\#PPU$ 為平均每單位住宅之人口數，其可由財稅中心之住宅資料及人口數資料求得竹東鎮各村里之值。 β 為住宅損壞無法居住災民需政府協助收容安置之比率，此比率與災民的經濟能力、親友、住宅是否自有有關，國內在 921 大地震後推出住宅地震基本保險，保障為住宅因地震造成推定全損時(近似全到或半倒)，賠償新台幣 120 萬元及 18 萬之臨時住宿費用，其應會影響 β 值，目前新竹縣之住宅地震保險投保率約為 20%。若不考慮 921 大地震經驗，去除部分災民會自行在住家附近搭設臨時住所之可能，而均由政府統一進行安置，依據上述，本計畫初步假設 $\beta = 20\%$ 進行分析，

亦即有 80% 災民會至政府設立之臨時收容所避難。

(三) 中長期收容場所收容需求 (4 週以上)

本階段人數應以災後組合屋安置人口數 (尚未找到替代住所或無能力重購、租屋的災民) 為主要推估對象，故本項推估乃依據 921 災情統計經驗值計算。

中長期收容場所收容需求 = 臨時收容場所收容需求 × 4 · 9%

5.3 緊急醫療據點及資源評估原則

5.3.1 緊急醫療據點定位

一、臨時醫療場所：

為發揮機動醫療設施、急救功效於每一個可能的災區，配合臨時收容場所劃定原則加以指定。亦即每一地區防災生活圈域所指定之臨時收容場所，必須同時是醫療體系的臨時醫療場所指定據點〔1〕。



二、中長期醫療場所：

係提供傷病人員醫護場所，以現有附設病房之醫院為指定對象。並依據各據點之地理區位條件，以防災生活圈為單元指派其負責區域，達到醫療資源充分運用〔1〕。

5.3.2 醫療據點評估原則

一、可及性

(一) 面臨道路寬度：為利緊急救護車輛及資源進出，緊急醫療據點之出入口面臨道路層級應至少救援輸送道路以上。

(二) 出入口寬度：為利民眾避難速率及救援車輛之進出，醫療據點之出入口應至少大於 8 米，且最好有 2 個出入口。

(三) 停車空間：據點內最好具備充足之停車空間，以利救護車輛停放。

(四) 具備空運功能：據點內若具備足夠之空地，使直升機方便於據點內起降，將有重傷患緊急後送。

二、安全性

(一) 據點安全性：據點應避免處於液化敏感區、鄰近地震斷層帶或輻射熱之影響區域內，震後可能造成據點損壞，使物資輸送功能無法發揮。輻射熱與斷層帶影響距離評估方式參照前章節所述。

(二) 道路安全性：據點接臨之道路應確保其安全性，並保持其寬度，降低震後據點與聯外道路破壞機率。

(三) PGA/Code8 數值評估：以 TELES 系統所得震度與 86 年耐震設計規範設計震度比值 PGA/Code86 實施評估，比值越大代表建築物受損機率越大，超過耐震允許的量越多。本研究設定比值大於 1.5 者〔66〕，應儘速進行耐震能力評估及補強。

三、有效性：為使據點於震後保持之輸送功能，除要求面臨道路之有效寬度外，應儘量避免鄰接道路違規停車，最好能面臨 2 條以上之聯外道路。

5.3.3 醫療資源需求評估

依據 TELES 系統產出之傷亡人數，推估可能需要緊急救護及入院治療人數，並檢討竹東鎮內緊急救護及醫療院所資源是否足夠其需求。

一、評估所需數據及資料

(一) TELES 系統輸出之傷亡人數。

(二) 竹東鎮醫療院所病床數及救護隊統計資料

(三) 竹東鎮消防分隊救護時間平均統計

二、緊急救護資源評估：緊急救護需求係以負傷者數量作為推估對象，除統計竹東鎮內救護隊數量外，並假設每次救護所需時間，以評估既有救護車資源是否足夠滿足災後緊急後送所需。

推估公式：

1、負傷人數＝中度傷害＋重度傷害＋死亡人數×10%〔68〕。

2、救護時間依據新竹縣消防局統計資料，救護一次平均所需時間約 22.5 分鐘，但考量災後交通動線可能造成阻斷，或者長時間從事救護工作，可能造成疲勞或車輛往返時間，故加權修正為 **30 分鐘／每次救護平均時間**，消防分隊工作時數為 24 小時，地方責任醫院由於救護人員不足，工作時數設定為 12 小時。



三、醫療院所資源及能力評估

(一) 評估方式一

設定 TELES 系統產出之傷亡人數中 T1 及 T2 人數為中長期醫療據點之需求量，再依據竹東鎮內各醫療院所病床數空床率之統計，以評估災後中長期醫療照護能力是否足夠。此項評估尚不考慮醫療院所內醫護人員足夠與否問題，據了解醫療院所病床數設置時，已考慮其醫護人員配置數量與能力。

推估公式：負傷人數(中度傷害＋重度傷害＋死亡人數×10%) / $N1 \times B1 + N2 \times B2 + N3 \times B3 + N4 \times B4 \dots$

1. $N1 \times B1 + N2 \times B2 + N3 \times B3 + N4 \times B4 \dots$ = 院內各類病床空床數

2. (N1, N2, N3, N4...) 為各類病床空床率

3. (B1, B2, B3, B4...) 為各類病床數量

□□ (二) 評估方式二

參酌學者石富元(2002)災難事件之定義、分類與分級標準研究成果〔13〕，評估竹東鎮地區醫院醫療嚴重度指標，以判斷災難事件，醫療是否需要動員，或是動員程度的指標。

推估公式： $MSI = (N * S) / TC$

(5)

若推估結果 $MSI > 1$ 則為災難事件，則代表該地區醫療資源將有不足之情形。

1、傷患分為以下四類

T1：危及生命之傷，需立即處理

T2：非危及生命之傷，但需醫院處理

T3：輕微傷害，可以不在醫院處理

DOA：送達時已死亡，或明顯死亡

2、 S （嚴重度）= $(T1 + T2) / T3$

3、MRC: Medical Rescue Capacity

MTC: Medical Transport Capacity

HTC: Hospital Treatment Capacity

一般的HTC為醫院的總床數之3%、推估時應取上述三數值中最小者，為速率決定步驟，計算時，TC應再乘以8小時（工作時數）。

4、 N =傷病患的數目（不管傷勢的嚴重度），通常是預估的值，可由TELES系統中傷亡人數得到，不同時間的值，可以分別以 $N1, N2, N3, \dots$ 等表示。

四、臨時醫療據點資源需求

臨時醫療據點僅能處理輕傷人員之傷勢，其餘重傷人員應直接後送就醫，依據新竹縣艾利風災應變經驗，以服務30人次傷患而言，規劃設置一處臨時醫療據點，需配置4名醫護（醫師1名、護士3名）人員，基本面積需求約60平方公尺。但仍可依實際災害嚴重程度酌予調整。

五、醫療藥品、醫療器材需求推估：

依據新竹縣衛生局依據艾利風災期間應變經驗，以預估傷患30人次所得評估需要醫療資源如下表：

（一）衛材部分：本研究係以新竹縣衛生局評估緊急醫療站基本衛材需求為主，其服務傷患以30人為一單位計算。

表 5-6 臨時醫療站基本衛材需求表

品項	數量	品項	數量
----	----	----	----

1500 公升氧氣鋼瓶 (含流量計. 潮濕瓶. 鋼瓶推車)	2	小孩甦醒球 (含面罩)	2
大人氧氣面罩	5	捲筒式護木	8
小孩氧氣面罩	5	摺疊式躺椅	5
大人氧氣鼻管	5	診察床	1
小孩氧氣鼻管	5	冰桶 (48 公升)	1
氧氣雙頭導管	5	冰	10
大人甦醒球 (含面罩)	2	“LIFEWATCH” LMB-2000 MEDI BAG 急救背袋 (內容如下表)	1

(二) 急救包：

品項	數量	品項	數量
體溫計 (肛溫、溫腋)	各 1 支	彈性繃帶	10 卷
寬膠帶	10 捲	三角巾	5 條
止血帶	4 條	手套	50 雙
剪刀	2 把	酒精棉片	100 片
優點液	3 瓶	彎盆	5 個
護目鏡	2 個	垃圾袋	10 個
紙口罩	1 盒	生理食鹽水	5 罐
聶子 (有齒、無齒)	各 5 支	咬合氣 (成人一個、兒童 2 個)	3 個
乾棉球	2 包	口咽呼吸道組 (含大小型式 6 種)	6 個
紗布 (4x4; 3x3; 2x2)	各 30 包	鼻咽呼吸道組 (含大小型式 5 種)	5 個
壓舌板	5 包	手電筒及其備用電源	2 組
血壓計	1 組	驅血帶 (靜脈注射用)	3 條
聽診器	1 組	活性炭粉末	1 瓶
紗布繃帶 (大、中、小)	各 10 卷		

資料來源：本研究整理。

5.4 物資據點選定、儲備及供應評估原則

物資配送應考慮災害時序、災民結構及據點點物資需求等資訊，各界之救援物資應先集合於非災區物資支援集結地，而後再依災害需求資訊配送至各災區物資轉運據點，再由轉運據點依據各避難據點災民物資需求資訊，配送至各層級避難場所或未進入避難所之居民〔1〕。

5.4.1 物資據點定位

一、發放據點

發放據點設置之目的，乃為求避難生活物資能有效運抵每一可能災區，並供災民領用。以臨時收容場所做為指定之對象，即國、中小學或中長期收容場所為主。

二、接收據點

(一) 全市型接收據點

設立此據點之目的在於接收外援物資及分派各受災區域，所需支援物資之活動場所。指定對象以便於聯外之主要機場、港埠、大型市場及車站等。

(二) 區域型接收據點

考慮因自然地理條件的限制，而劃設較為獨立的防災圈域，接收上一個層級據點所分派之支援物資，在圈域內選定一處交通便利、區位適當且方便直升機停放及車輛進出的大型公園為據點。

表 5-7 物資支援據點機能一覽表

層級	物資支援據點		
	物資支援集結地	區域物資據點	物資發放據點
區位	災區外	災區內	災區內
數量	少	中	多
功能	接收、配送	轉運	接收、發放
倉儲	有	無	有
空間選擇	航空站、港阜、大型車站、交通樞紐、及其他大型開放空間	大型公園、機關用地、體育場所、交通樞紐及其他大型開放空間	臨時收容場所、中長期收容場所

資料來源：〔1〕

5.4.2 物資據點評估項目

一、可及性

(一) 面臨道路寬度：物資據點之出入口面臨道路層級應至少救援輸送道路以上。

(二) 出入口寬度：為利物資之輸送及分配效率，物資據點之出入口應至少大於 8 米。

(三) 停車空間：據點內最好具備充足之停車空間，以利物資運送車輛之停放。

(四) 具備空運功能：據點內若具備足夠之空地，使直升機方便於據點內起降，將有助物資

輸送效率。

(五) 具備儲存功能：雖地震發生後，據點內建築物仍處不穩定之狀態，因此多數物資均放置室外，但由於部分物資無法終日曝曬，因此據點內最好能具備室內儲存空間。

二、安全性

(一) 據點安全性：據點應避免處於液化敏感區、鄰近地震斷層帶或輻射熱之影響區域內，震後可能造成據點損壞，使物資輸送功能無法發揮。輻射熱與斷層帶影響距離評估方式參照前章節所述。

(二) 道路安全性：據點接臨之道路應確保其安全性，並保持其寬度，降低震後據點與聯外道路破壞機率。

三、有效性：為使據點於震後保持之輸送功能，除要求面臨道路之有效寬度外，應儘量避免鄰接道路違規停車，最後能面臨 2 條以上之聯外道路。

表 5-8 物資據點設置原則表

	據點層級	設置原則
物資支援據點	物資支援集結地	具備足夠之護外開放空間或大型室內空間作為物資接收、分類、包裝、配送作業空間。
		於災害時工救災指揮中心作為物資支援行為
		進行物資支援行為時，原有建物仍能正常營運。
		具備足夠之室內空間暫存救援物資。
		具有提供大型貨車、飛航氣停靠及裝卸貨之功能與空間
	具有提供直昇機起降之開放空間及相關設施。	
	區(轉物資站)據點	具備足夠之護外開放空間或大型室內空間作為物資接收、分類、包裝、配送作業空間。
		於災害時工救災指揮中心作為物資支援行為
		具有提供大型貨車、飛航氣停靠及裝卸貨之功能與空間
		具有提供直昇機起降之開放空間及相關設施。
此層級距點僅具轉運功能，不具儲存功能。		
物資發放據點	具備足夠之護外開放空間或大型室內空間作為物資接收、分類、包裝、配送作業空間。	
	於災害時工救災指揮中心作為物資支援行為。	

	物資據點設置應優先考慮與避難收容據點結合。
	進行物資支援行為時，原有建物仍能正常營運。
	具備足夠之室內空間暫存救援物資。

資料來源：〔62〕

5.4.3 民生物資需求推估

依據地震災損評估系統之推估結果，可得知災後各時期之避難人數，除應規劃物資據點數量及位置外，亦應藉此推估出物資據點內所應儲存之物資、設施及設備，以提供災後避難民眾生活之必需。調查九二一集集震災物資供應發現，地震後三天內物資尚能供應龐大避難人口之暫時需求，但三天過後至一星期之間，因外來物資尚未完全抵達，物資陸續有匱乏之慮，直到一星期後，因外來物資支援陸續抵達，方能滿足各方面需求〔69〕，且物資數量在震災後其有過剩之情況。因此本研究認為應在災前必須先對人員一日生活所需各種物資、設施及設備進行數量評估，由九二一震災調查資料顯示，災民認為最需要且缺乏之物資、設施及設備如下〔69〕：

一、臨時廁所、盥洗設施

（一）臨時廁所：避難據點若設在學校內當然可妥為運用校內之廁所，一般而言，學校內廁所數量應可滿足災民所需，但仍須注意若設於全市型公園或開放空間時，就應可考量臨時廁所之設置。推估公式：100 人／一臨時廁所單元。

（二）盥洗設施：一般而言，臨時避難據點內多數沒有設置盥洗設施，災後除臨時搭設簡易盥洗設施外，亦可委請軍方搭設野戰盥洗設施。推估公式：50 人／一盥洗廁所單元。

二、飲用水、糧食、民生必需品

（一）飲用水之需求是災後最重要之物資之一，除事先儲備足夠之乾淨飲用水外（最好以包裝水為主），災前應於避難據點內規劃蓄水池設置，飲用水不足時，可以煮沸方式供應災民。推估公式：3L／每人一日飲水所需。

（二）糧食：以米食為主要儲備對象，其餘物資如調味料、泡麵、乾糧、罐頭、食用油、奶粉等各種物品視實際需要調度。推估公式：400 公克／每人一日所需米食。

（三）民生必需品：民生必需品對災民生活亦佔有必要之角色，如寢具、帳棚、衛生用品、盥洗用具（臉盆、牙膏、牙刷、毛巾、肥皂等）則應依據災民數量事先儲備，另外對於殘障人士、嬰兒及老年人所需亦應一併考量。推估公式：寢具一套／每人，帳棚一套／2 人，盥

洗用具一套／每人。

三、生活用水：生活用水包含災民盥洗、食物清洗、烹煮及部分可能用來飲用之需求，甚至作為消防之用，故應充分運用據點內既有蓄水池設施，若有不足可自來水公司或消防車隨時補充，推估公式：40L／每人一日所需，據點內水源儲備量應>40 立方公尺。

表 5-9 各層級避難據點物資儲備基準

	臨時避難據點	臨時收容據點	中長期收容據點
飲用水 消防用水 生活用水	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 參考震後火災數、延燒面積推估。 ◆ 以至少儲備量>40 立方公尺為基準。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 飲用水以 3l/人日對應需求量×28，消防用水以儲備量>40 立方公尺為基準。 ◆ 消防用水及生活用水以 40l/人日對應需求量×28，社服機構與醫院飲用水以 4l/人日對應需求量×28。 	◆ 災前日常生活所需量。
醫療用品	◆ 以災損推估系統輸出負傷人數對應需求量×12。	◆ 以災損推估系統輸出負傷人數對應需求量×12。	
糧食	--	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 以 400~900g/人日對應需求量×28。 ◆ 以 150g 麵粉/人日對應需求量×28。 ◆ 食物準備量需考量地區人口結構（如嬰兒：一般：高齡=0.02：0.86：0.12）。 	
臨時廁所 盥洗設施	--	◆ 臨時廁所以 1.5~2l/人日排泄量對應需求量，盥洗設施以 50 人/一盥洗單元，臨時廁所以 100 人/一廁所單元。	
寢具 帳篷	--	◆ 寢具以 1 人/套對應需求量，帳篷以 2 人/套對應需求量。	◆ 寢具以 1 人/套對應需求量。
生活用品	--	◆ 收容人口數×必要單位	
垃圾量	--	◆ 以 200g/人日對應需求量×10。	

資料來源：〔69〕

5.4.4 民生物資儲備及調度方式

上述中已針對災後物資需求推估提出探討，由於地震災害具不可測特性，若對於所需物資數量均以事先儲備方式對應，實務上有其困難，故建議採流通在庫方式，也就是與各類民生物資供應廠商或物流業者簽訂支援協定，於災後立即供應災民所需〔69〕。

表 5-10 各級避難收容場所之物資需求種類統計表

避難收容據點	避難 時序	設置目的	都市空間	物資需求種類(急迫性)
臨時避難場所	3 小時 ~1 周	提供民眾在餘震或二次災害來臨時，能有一安	鄰里公園、綠地、 都市廣場、戶外平	救災物資 醫療物資

		全之開放空間以供避難	面停車場、校區外部空間	罹難者物資 民生物資
臨時收容場所	1周 ~4周	提供大面積之開放空間作為安全停留之處所，待災情穩定後，再進行必要之避難生活	中小學、社福機構、活動中心、政府機關設施	救災物資 民生物資 醫療物資
中長期收容場所	4週以上	提供能夠進行災後都市復建完成前進行避難生活所需設施、設備、物資，並且是當地避難人員獲得各種情報資訊之場所	全市性公園、防災公園、兒童遊樂場所、醫療衛生機構、社教機構、機關用地	民生物資

資料來源：〔69〕

5.5 消防及警察據點評估

5.5.1 據點服務半徑設定

一、消防據點：

消防車由通報、出勤以至射水的準備時間共4.5分鐘，有效防止延燒的時間減去4.5分鐘，剩餘的時間即是消防車輛行走的時間。考慮都市內交通以及道路狀況等因素，李信慧〔44〕歸納台中市主要路段的交流狀況，提出台中市消防車救災的行車速度為每小時30公里，等於每分鐘僅能行走500公尺。有效防止延燒的時間為8分鐘，如減去通報時間、出勤準備與射水準備時間（平均為4.5分鐘），剩下的行車時間只有3.5分鐘，因此消防車的服務半徑推估約為1750公尺。

二、警察指揮系統

警察指揮系統設置的目的在於進行情報資訊收集及災後秩序的維持，以便於災害指揮中心下達正確的行動指令。其任務為災害援救、交通管制以及秩序維護等三項。警察機關於一般事故發生後5分鐘內抵達現場時，其蒐證之正確性與破案之機率較高。如以此做為警察機關行動所花費之時間成本，而通常警察機關接獲報案後至出勤階段時間約為0.5分鐘，以5分鐘到案發現場之有效破案時間，扣除0.5分鐘報案整備時間，則剩餘4.5分鐘的出勤行車時間〔35〕。如相同以消防車輛行駛於台中市的平均時速30公里（每分鐘500公尺）計算，警察機關有效服務半徑推估約為2250公尺。

5.5.2 評估原則

由於TELES系統目前未能產出重要設施之損害機率，故對於消防及警察據點之評估僅能以

可及性及安全性為評估之指標。

一、可及性

(一) 面臨道路寬度：據點之出入口面臨道路層級應至少為救援輸送道路以上，最好能面臨 2 條以上之聯外道路。

(二) 出入口寬度：為利緊急出勤工作需求及效率，據點面臨道路有效寬度應大於 8 米。

二、安全性

(一) 據點安全性：據點應避免處於液化敏感區、鄰近地震斷層帶或輻射熱之影響區域內，震後可能造成據點損壞，使物資輸送功能無法發揮。輻射熱與斷層帶影響距離評估方式參照前章節所述。

(二) 周圍高架、道路橋樑及建築物倒塌危險：依據建築研究所都市計劃防災規劃手冊彙編規定，建築物周邊 3 公尺內為建築物倒塌或損壞時的影響範圍，但本研究為求安全，故以 5 公尺為準。都市中所架設之高架道路、高架路橋、橋樑及高層建築物，在破壞性強大的地震發生時，可能形成地區間交通的阻斷，因此評估上，則必須考慮其可能倒塌造成據點損壞的影響。

(三) PGA/Code86 數值：以 TELES 系統所得震度與 86 年耐震設計規範設計震度比值 PGA/Code86 實施評估，比值越大代表建築物受損機率越大，超過耐震允許的量越多。本研究設定比值大於 1.5 者，應儘速進行耐震能力評估及補強。

5.5.3 震後火災推估

一、推估所須數據及相關資料

(一) 竹東鎮地表最大加速度 (PGA) 推估數據

(二) 竹東鎮建築物總樓地板面積統計資料

二、推估方式：對於震後火災數推估，TELES 系統尚未能產出，因此本研究採用李達志(2002 震後火災起火危險度評估)研究成果，以地震發生後所能立即測得的地表最大加速度值(gal)與每百萬平方公尺樓地板面積回歸分析所得的一維迴歸方程式做為預測震後火災起火數的參考。本研究建議本項推估單位以竹東鎮為主，不再區分為各里之震後火災數。該推估數值為震後七日內發生之震後火災數，但依據九二一地震經驗，震後第一日火災件數為七日內總數之 57%。

$$\text{公式：每百萬平方公尺樓地板面積起火率} = 0.0029 * (\text{gal}) - 0.0047 \quad (6)$$

5.5.4 震後火災搶救所需水量推估

一、推估所須數據及相關資料

(一) 竹東鎮人口統計資料

(二) 竹東鎮震後火災件數



二、由本項推估可驗證竹東鎮在震後消防水源所需情形，本研究採用學者黃世忠(2003) [14] 以火災熱勢放率分析消防用水量之研究成果，城鎮滅火總需水量等於同一時間內火災次數單次滅火用水量與滅火延續時間的乘積，推估方式如下式 [21]：

$$m = 3.6Nqt_1 \quad (7)$$

式中，m 表示火場消防用水量(ton)；N 為同一時間內火災次數；q 為單位時間內，單次滅火用水量(1/sec)，可參酌表 5-11 所示；t₁ 為滅火延續時間(hr)；常數 3.6 表示單位由「1/sec」換算成「ton/hr」的係數。上式同一時間內可能發生火災的次數以震後火災推估數代入。估計單獨一次滅火用水流量時，參照表 5-11 所示，至於滅火延續時間的決定，則依照下列方式決定。經考量竹東鎮建築物分布概況，滅火延續時間採 2 小時。

(一) 居住區、工廠和小型倉庫按 2 小時計算。

(二) 較大型物品倉庫，可燃氣體儲罐和煤、焦炭露天堆場按 3 小時計算。

(三) 易燃、可燃材料的露天、半露天堆場(不包括煤、焦炭露天堆場)按 6 小時計算。

(四) 泡沫滅火按 30 分鐘計算。

(五) 液化石油氣罐火災按 6 小時計算。

(六) 自動噴水滅火按 1 小時計算。

表 5-11 城鎮、居住區單次滅火用水量(l/sec)

人數 (萬)	一次滅火用水量 q (l/sec)	人數 (萬)	一次滅火用水量 q (l/sec)
≤1.0	10	≤40.0	65
≤2.5	15	≤50.0	75
≤5.0	25	≤60.0	85
≤10.0	35	≤70.0	90
≤20.0	45	≤80.0	95
≤30.0	55	≤100.0	100

資料來源：〔21〕

5.5.5 震後火災所需消防車輛及人力推估

一、本項推估原理參酌學者唐鎮宇 (2003) 之研究成果〔15〕，假設起火源由非獨棟建築物開始，並根據震後火災件數，由圖 5-1 顯示消防車之需求量。

二、消防人員數量則依「直轄市縣市政府消防車輛裝備及其人力配置標準」規定，每輛水箱車或水庫車應配置5至6人，由前述所得消防車數來計算消防人員需求。

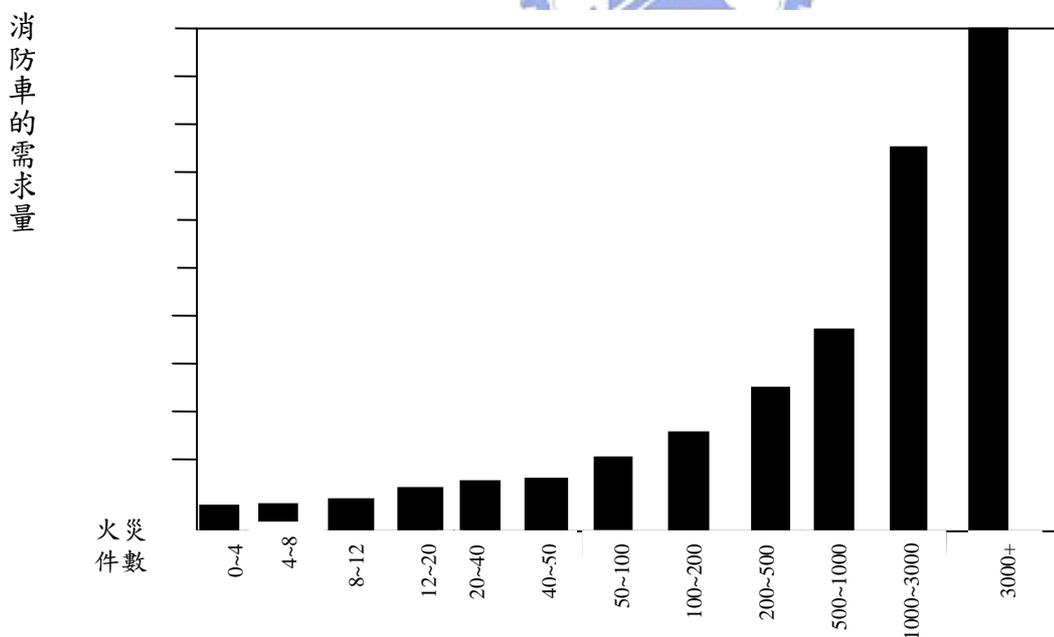


圖 5-1 非獨棟住宅結構起火與所需消防車輛的關係

資料來源：〔15〕

三、考量目前我國各縣市消防機關對於建築物火災應變方式，對於救災車輛派遣均採用消防車組（一輛消防水箱車搭配一輛消防水庫車）救災模式，因此若依據 5-1 圖消防車輛需求數之評估，可能無法執行消防救災勤務，因此本研究採用目前消防機關救災模式評估之。

（一）消防車輛需求數：火災件數 \times 2(消防車組=一部水箱車及一部水庫車)

（二）消防人力需求數：消防車輛數 \times 6

5.6 救災指揮據點評估

5.6.1 救災指揮據點定位

依據目前我國災害應變體系概況，災害應變體系中第一線層級為鄉鎮市層級，以鄉鎮市首長為救災指揮官，現行救災指揮據點大都設於消防分隊，部分設置於鄉鎮市公所廳舍內，服務範圍則以該鄉鎮市轄區為主。由於現行災害應變組織仍為任務編組，故救災指揮據點大都非經過專業考量及設計，僅充分運用現有廳舍之相關空間及設施，鑑於於九二一地震期間，中部縣市許多鄉鎮市公所及消防分隊倒塌，導致指揮體系未能及時重組，影響救災效能甚鉅，故在此項評估及規劃時，應針對備援中心之選定事先規劃，並預規劃災害應變事宜。

5.6.2 基本評估原則

一、安全性

（一）據點安全性：據點應避免處於液化敏感區、鄰近地震斷層帶或輻射熱之影響區域內，震後可能造成據點損壞，使物資輸送功能無法發揮。輻射熱與斷層帶影響距離評估方式參照前章節所述。

（二）周圍高架、道路橋樑及建築物倒塌危險：依據建築研究所都市計劃防災規劃手冊彙編規定，建築物周邊 3 公尺內為建築物倒塌或損壞時的影響範圍，但本研究為求安全，故以 5 公尺為準。都市中所架設之高架道路、高架路橋、橋樑及高層建築物，在破壞性強大的地震

發生時，可能形成地區間交通的阻斷，因此評估上，則必須考慮其可能倒塌造成據點損壞的影響。

(三)PGA/Code8 數值：以 TELES 系統所得震度與 86 年耐震設計規範設計震度比值 PGA/Code86 實施評估，比值越大代表建築物受損機率越大，超過耐震允許的量越多。本研究設定比值大於 1.5 者，應儘速進行耐震能力評估及補強。

二、可及性：據點之出入口面臨道路層級應至少為救援輸送道路以上，道路有效寬度應大於 8 米，且應能面臨 2 條以上之聯外道路。

三、功能性

(一) 據點內各項災害應變工作所需設施 (備)

1、災害應變中心面積：據點面積及空間配置應符合災害應變工作所需，如首長決策室、幕僚會議室、新聞發佈室等。



2、資(通)訊設備：電腦設備、印表機、網際網路、視訊會議系統、防救災專線電話、海事衛星電話等。

3、安全備援系統：緊急電源設備(不斷電系統)，緊急照明設施、消防設備、蓄水池。

4、各類應勤器材及設備：廣播會議設備、災情顯示看板、轄區地圖、投影設備、災情紀錄及通報簿冊……等相關設備。

(二) 基本生活維持能力：基本上地震災害應變工作為長期抗戰性質，少則半個月，多則可能到數個月不等，災害應變中心人員將長期間駐守於據點內，故對於據點內人員生活所需，如飲食(水)、休憩、衛浴及盥洗等空間應一併考量。

5.6.3 備援中心選定

以往指揮據點選定大都以鄉鎮市公所或消防分隊為主，但依據九二一地震經驗震後許多公家機關或消防隊受損嚴重，甚至倒塌，因此對於指揮據點之規劃應有備援方案，也就是另擇一處適當地點可供災害應變中心受損嚴重時可供遷移之處所，但對於備援據點之選擇仍應就其安全性、救災功能及設施審慎評估，以避免災後救災指揮功能喪失，進而造成失序之狀況。

5.7 防災生活圈劃設及評估

防災生活圈可分為鄰里生活圈、地區生活圈以及全市型區域生活圈，其中鄰里生活圈為防災生活圈之基本單元，是以一避難據點為中心，其服務距離為半徑，形成一服務圈。由於避難據點皆有其服務之極限，若服務距離即為其服務之極限，由於距離為服務成本之一，因此其服務功能將隨者使用者距離的增加而逐漸減少，最後距離到達其服務半徑時，其服務需求將為零，這些服務需求為零的點所形成的圈域即為此避難據點之服務圈域。此種概念與中地理論極為相似，因此本研究將引用中地理論來探討都市防災生活圈之劃設原則。

5.7.1 防災生活圈規劃構想



根據中地理論，鄰里生活圈以基礎之避難據點為「中心地」，避難據點之服務半徑為其「門檻」，而形成最基本之「中地」，且鄰里生活圈之服務圈域（市場區域）可佈滿整個地區。依此，地區生活圈則以服務水準較高的避難據點為「中心地」，避難據點之服務半徑為其「門檻」，形成較高等級的中地。全市型生活圈則以服務水準最高的避難據點為「中心地」，避難據點之服務半徑為其「門檻」，形成最高等級的中地。

鄰里生活圈僅擁有基本的都市防災機能，提供之中心職責最少，所服務的人口數最少，本身的數量最多；較高等級的地區生活圈擁有比鄰里生活圈完整的都市防災機能，並且需支援鄰里生活圈不足的防災機能；而全市型生活圈則擁有完整的都市防災機能，所提供之中心職責最多，亦需支援鄰里生活圈與地區生活圈不足的防災機能，所服務人口數最多，但本身的數量最少。

5.7.2 防災生活圈規模設定

一、服務半徑考量因素

(一) 研究成果採用：

歸納我國研究成果所求得適當生活圈服務半徑，鄰里生活圈服務半徑規模約 500 公尺至 700 公尺之間，地區生活圈服務半徑規模約 1500 公尺至 1800 公尺之間，。

(二) 步行時間及距離：

考量災後避難需要，防災生活圈服務半徑推估應以避難據點為其主，因此為使災後民眾能迅速進入鄰近避難據點，人員前往臨時避難場所時間應保持在 10 分鐘以內，至臨時收容場所時間應保持在 15 分鐘以內，設定災後避難速率約 1M/1 秒，故鄰里生活圈半徑推估約為 600 M，地區生活圈半徑推估約 1500 M。

(三) 國中、小學區範圍：

以現行都市計畫法規，國小服務半徑約為 600 公尺，而國小又為基礎避難圈域的緊急避難場所，所以將鄰里防救災避難圈之服務半徑設定為 600 公尺，國中服務半徑約為 1500 公尺，而國中則屬於都市中地區生活圈域的緊急避難場所，因此將地區防災生活圈之服務半徑設定為 1500 公尺〔49〕。



二、服務圈域半徑採用

(一) 鄰里生活圈：本研究採用 600 公尺為其服務半徑。

(二) 地區生活圈：

考量竹東鎮地理環境較為狹長，若依前述之服務半徑，則有服務範圍不足之情形，應此本研究加權修正為 2000 公尺。

(三) 全市型生活圈：以竹東鎮全鎮轄區為其服務範圍。

5.7.3 防災生活圈劃設及評估原則

一、避難據點（中心地）選定：依據中地理論，生活圈層級越高，其中心地服務功能亦越強大，服務範圍也越廣，故於防災生活圈劃設時應以中心地（避難據點）避難功能為其各層級生活圈中心地評估原則。

二、實質空間（河川、山脈、綠地、高架道路及橋樑分布）：需要考量之實質空間環境界線，如河川水系、綠地及山脈阻隔與實質道路空間型態，如高架道路及橋樑等因素，均應列入圈域劃設中，也將是考量重點之一。

三、人口數及人口密集程度：配合人口密度達 4000 人/平方公里（40 人/公頃）之地區作為人口密集區〔2〕，為基礎防災生活圈域優先劃設定區之參考。考量竹東鎮人口分布特性及密度，並參酌前人研究成果，本研究規劃之鄰里生活圈人口數設定約為 10000 人至 15000 人，地區生活圈人口數設定約 30000 人至 40000 人。

四、防災空間內容及其功能：層級越高之防災生活圈通常具備較多之防救災空間，所能提供之服務相對較為強大，故由此可知鄰里生活圈包含空間內容最少，功能亦最簡單。

五、行政里界：為有助實際避難工作時人員掌握及民政工作推動，並考量竹東鎮最小人口統計單位為里，於生活圈劃設時應將原有之區、里行政區界為防災生活圈域劃設依據，賦予各層級生活圈服務之範圍，故於本研究中將以行政里界作為圈域調整劃設時之重要依據。

表 5-12 竹東鎮防災生活避難圈劃設標準

類別	空間名稱	劃設指標	防災必要設施及設備
全市防災 生活圈	學校	以全市為單位	◎ 提供避難居民中長期居住之空間。
	全市性公園		◎ 提供避難居民所須知糧食生活必需品儲存。
	醫學中心		◎ 緊急醫療器材、藥品。
	消防大隊		◎ 區域間資料蒐集、建立防災資料庫及情報連絡設備。
	警察局		
	倉庫批發業 車站		
地區防災 生活圈	國中	服務半徑為 2000m 約三個鄰 里單元	◎ 區域內居民間情報連絡及對外聯絡之設備。
	社區性公園		◎ 消防相關器材、緊急用車輛器材。
	地區醫院		◎ 緊急醫療器材、藥品。
	消防分隊		◎ 進行救災所需大型廣場、空地。
鄰里防災 生活圈	警察分局		◎ 提供臨時避難者所需之飲水、糧食與生活必需品之儲存（約一週至四週）。
	國小	步行距離 600m 約 一個鄰里單元	◎ 居民進行災害因應活動所需之空間及器材。
鄰里公園			

	診所或衛生所		<ul style="list-style-type: none"> ◎ 區域內居民間情報連絡及對外聯絡之設備。 ◎ 提供臨時避難者所需之飲水、糧食與生活必需品之儲存（避難開始至七日）
--	--------	--	--

資料來源：〔61〕

5.7.4 防災生活圈避難需求與供給

各層級防災生活圈劃設時，應指定各生活圈之服務範圍及村里，雖規劃後仍可能與災害真實情況有些許落差，但仍可供災前各防災生活圈防救災需求評估參考，於本研究中將推估出各村里避難人口需求數量，依此可推估各層級防災生活圈避難空間及相關救災資源需求，並應針對各層級生活圈內防救災空間內容及供給量實施檢討與評估。

5.8 廢棄物清理及工程搶險

5.8.1 廢棄物評估

一、排泄物量評估：本研究設定人員平日泄量推估為 1.5 公升/每人一日需求〔68〕，依此評估避難期間需處理之排泄量。



二、日常垃圾量評估

(一) 垃圾量推估為 200 公克/人日。

(二) $Y=0.036t+0.683$ ，式中 t 為民國年數， Y 為公斤/人日。

(三) $Y=(-23.06+2.01X_1+0.75X_2)\times 55.6\times 10\times 10\times 10$ ，式中 X_1 為人口數， X_2 為恩格爾係數， Y 為推估垃圾量(噸/年)。

5.8.2 建築物廢棄物量評估

一、評估所需數據及資料

(一) 一般建築物損害樓地板面積數據

(二) 竹東鎮工程搶險機具統計資料

二、建築拆除廢棄物量之推估方法如下：

(一) 根據內政部營建署(2002)統計研究結果，以單位樓地板面積推估建築廢棄物量，以下表示之〔68〕。

表 5-13 單位樓地板面積組成之建築廢棄物重量

單位	木材	金屬類	玻璃陶瓷類	塑膠類	營建廢材	其它	合計
Kg/m ²	37.6	69.5	54.9	9.2	1039.6	6.6	1217.4

(二) 依結構形式分：

1、鋼筋混凝土造 $Y=1.0\text{Ton}/\text{m}^2 \times \text{總樓地板面積}$ ，式中 Y 為廢棄物重量。

2、鋼骨構造、加強磚造 $Y=0.8\text{Ton}/\text{m}^2 \times \text{總樓地板面積}$ ，式中 Y 為廢棄物重量。

3、石棉瓦造、木造 $Y=0.4\text{Ton}/\text{m}^2 \times \text{總樓地板面積}$ ，式中 Y 為廢棄物重量。

(三) 故本研究考量 TELES 系統可產出不同損壞程度下，各類結構物損壞之樓地板面積，本研究設定以全半、倒損壞之建築物為災害建築廢棄物推估對象，故依上述公式可計算出建築物廢棄物之推估量。

三、建築廢棄物清理及工程搶險資源需求評估原則：

工程機具資源掌握對於災後緊急搶修工作影響相當相當大，故本研究認為應對機具所需數量實施推估，由於 TELES 系統中推估結果，僅得知建築物倒塌棟數及樓地板面積數，但無法明確得知多少建築物需要工程機具實施搶險工作，因此本研究依據前項推估出災後全、半倒建築廢棄物之數量（立方公尺），並除以目前業界計算工程機具工作一日可處理之能力，由此計算災後工程機具需求數量，並且依據竹東鎮所有工程搶險機具資源數，以評估震後工程搶險工作效率。

工程機具處理能力：17 立方公尺/每小時，假設每日工作 12 小時（假設已扣除工作期間休息及油料補給時間）。

5.8.3 臨時儲置場所選定

震災後建築廢棄物並非直接運送至最終處置場，而是於災區附近空曠且交通未中斷之處暫時存放，其目的有二，一為提供安全場所供受災戶拾回重要財產；二為統一集中儲放，供日後對廢棄物性質、種類進行回收再利用作業，其餘建築廢棄物則運送往最終處置場所進行衛生掩埋或焚化〔68〕。臨時儲置場所位址選定有幾項原則〔51〕：

一、利用地震災損評估系統模擬地震事件，利用災損數據推估建築廢棄物量與人員製造之垃圾量，事先選定數個棄置場所，以供災後利用。土地所有權必須先行確認，以避免因隨意棄置造成二次公害及用地糾紛。

二、臨時儲置場所之用地面積應事先掌握，避免超量堆置而影響交通或環境，必要時應有替代場所或另覓場址。

三、震損建築物拆除後，應盡速清理現場，避免大量建築廢棄物堆置現場引來民眾亂丟垃圾，妨害環境衛生。

四、由於建築廢棄物組成成分複雜，場址處應有專人定時灑水及消毒，以防沙土飛揚逸散及病媒蚊孳生，造成環境污染或傳染病傳播。

五、場址周圍應設置圍籬及管理人員，嚴禁非震災廢棄物進入偷倒或非災民進入拾荒。

六、場址勿設置於水源區或生態環境敏感區，避免污染水質破壞環境生態。

七、協調鄰近縣市提供災時臨時棄置場地。

六、竹東鎮防災生活圈系統規劃

本章節將依據第五章所擬定災損數據運及評估原則，實際針對竹東鎮實際防救災空間進行實質防救災規劃，藉以驗證防災生活圈規劃之方式是否可行，規劃所得結果亦可供地方政府據以檢討防災工作計畫之參考，以建構一安全都市為最終目的。

6.1 防災生活圈規劃目標與流程

6.1.1 防災生活圈規劃目標

防災生活圈的劃設，其主要的意義在於教導圈內的住民，在平時即培養互助關懷的人際關係，建立社區自救互助的基礎。在緊急災害突發時，能夠熟悉本身的避難措施，來減低傷亡。防災生活圈的劃分是依居民的日常生活領域，區分為鄰里防災生活圈、地區防災生活圈、及全市防災生活圈。而每一生活圈、有關防災設施規劃，應涵蓋救災路線、避難路徑、避難場所、防災綠軸、防災區劃及防災據點等〔40〕。

6.1.2 防救災生活圈劃設流程

一、第一步驟：訂定都市防災生活圈規劃構想

防災生活圈規劃是以災害預測及緊急應變之執行為基礎，為確保防災規劃的適切性，規劃前應制定總體指導原則，並包含下列項目

(一) 災害假定

初期規劃重點以地震災害為主，地震災害發生時間最短且破壞力最為全面性，故本研究中乃以重大地震災害為主要災害考量類型。

(二) 災害之時序的對應行動及策略

地震災害發生往往僅幾分鐘就造成嚴重的災害，且在地震發生後一小時之內，幾乎無法得到任何外援，所以人們惟有依照完整的防災避難計畫，才可進行避難及補給。

(三) 制定災後對應緊急應變的作業程序

為降低災損程度與減少人員二次傷害的機會，應於災前優先制定應變組織分工及協調動員機制、救援物資聚集與分派、避難收容程序、急難救助…等應變作業實施程序。

二、第二步驟：規劃範圍選定

在防災規劃擬定初期，規劃範圍的明確界定，可避免防災資源浪費及無效率的工作投入。因此，以下列作為規劃範圍：

(一) 以人口集中或密集發展地區為規劃範圍

由於高密度開發及人口集居的地方，通常因開放空間不足，對於災後應變與避難能力較差，為降低人員傷亡及實質建設損壞，因此此類區域應列為優先考慮防災生活圈規劃及整備

範圍。

(二) 以完整行政區域為規劃範圍

考量行政轄區內資源調度與權責的完整性，以各縣市內行政轄區內，未擬定並規劃防災空間系統的地區或人口集居之鄉鎮市做為防災生活圈規劃範圍之選定，併考量實際防災工作推動考量，最小規劃單位應以鄉鎮市為主。

三、第三步驟：都市防救災資源調查及災害潛勢分析

(一) 地震災害潛勢環境分析

1、活動斷層帶分佈

2、歷史地震災情資料蒐集

(二) 實質空間調查

(三) 都市防救災資源調查

1、防災道路系統調查

2、避難空間系統調查

3、醫療防災系統調查

4、物資發放系統調查

5、消防指揮系統調查

6、警察防災系統調查

四、第四步驟：地震災損模擬(作業)及結果輸出

(一) 地震災害潛勢分析

1、pga 數值

2、PGA/Code86 數值

(二) 建築物倒塌棟數、樓地板面積

1、建築物倒塌棟數：系統輸出建築物損害棟數數據，並將建築損害程度分為 ED2（至少輕微損害）、ED3（至少中度損害）、ED4（至少嚴重損害）、D2（輕微損害）、D3（中度損害）、D4（嚴重損害）、D5（完全損害），且亦以 15 種建築物結構分別列出倒塌棟數。

2、建築物損壞樓地板面積：系統產出建築物損害樓地板面積數據亦分別依損害程度、建築物結構及使用類別輸出。

(三) 傷亡人口數：系統輸出地震事件人員傷亡情形，包含日間、夜間及通勤時間傷亡分布情形，傷亡程度亦分為四級。

五、第五步驟：防災道路系統規劃及評估

(一) 防災道路層級劃分

1、緊急道路



2、輸送救援道路

3、消防通道

4、避難通道

(二) 防災道路評估

1、有效性

2、可及性

3、安全性

(1) 高架道路及橋樑影響

(2) 活動斷層帶影響

六、第六步驟：都市防災空間(據點)規劃及評估

(一) 規劃之防災空間內容

1、避難空間規劃及評估

2、醫療據點規劃及評估

3、物資據點規劃及評估

4、消防指揮規劃及評估

5、警察據點規劃及評估

(二) 評估原則

1、有效性

2、可及性

3、安全性

4、功能性



七、第七步驟：防災生活圈規劃及評估

(一) 各層級生活圈劃設

1、服務圈域設定

2、中心地(避難空間)選定

3、人口數

4、防災空間內容及其功能

5、實質空間(河川、山脈、綠地、高架道路及橋樑)

6、行政里界

(二) 避難生活空間供需檢討

(三) 各層級生活圈空間功能分析

八、第八步驟：結論與建議

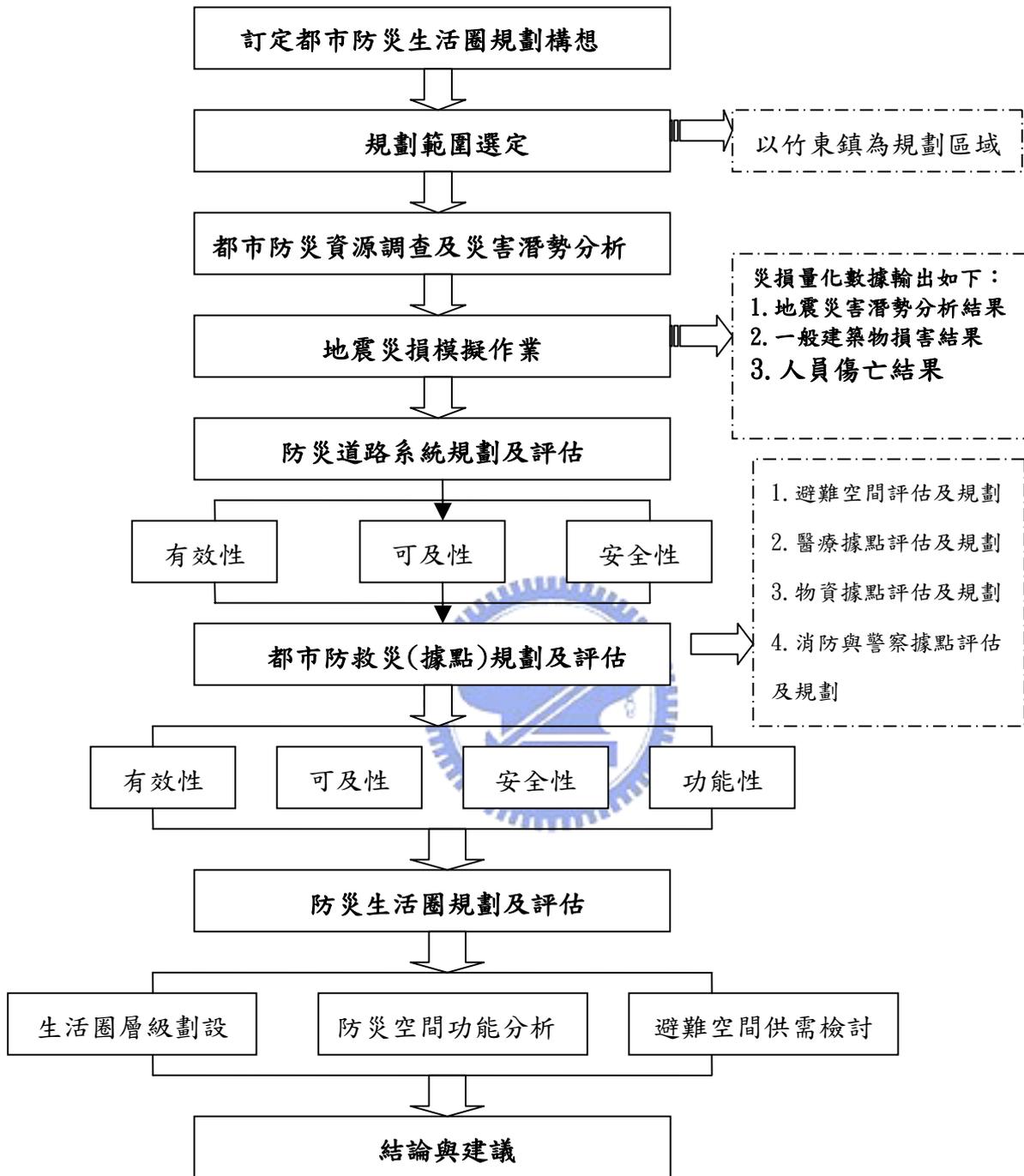


圖 6-1 竹東鎮防災生活圈規劃及評估流程圖

6.2 防災道路系統規劃與評估

6.2.1 道路規劃現況

經本研究評估及規劃後，針對竹東鎮防災路網系統區分為緊急道路、輸送及救援道路、消防通道及避難通道四個層級，有關規劃結果如表 6-1。

表 6-1 防災道路評估結果表

道路層級	路名	路寬 (m)	基本資料調查					可及性	有效寬度
			快、慢車道	中央分隔島	人行道	行道樹	停車格		
緊急道路 路寬 ≥ 20m)	中豐路一段	20	✓					醫	14.5 m
	中豐路二段	20	✓					避、警	14.5 m
	中豐路三段	20	✓						14.5 m
	中興路一段	20	✓	✓					13 m
	中興路二段	20	✓	✓				避、警	14 m
	中興路三段	20	✓	✓				避、消	13.5 m
	中興路四段	20	✓	✓					13 m
	中正路	20	✓			✓		消	15 m
	民權路	20	✓		✓	✓			16 m
	北興路一段	20	✓						14.5 m
	北興路二段	20	✓						15 m
	北興路三段	20	✓					避、物	15 m
	輸送、 救援 道路 (20m >路 寬≤ 15m)	竹林大橋	20	✓					
長春路三段		20	✓						16.5 m
東林路		20	✓			✓		避、物、 醫	14.5 m
朝陽路		20	✓						14.5 m
工業一路		20	✓			✓			16 m
中山路		15	✓			✓		避	10 m
消防 通道 (15m >路 寬≤ 8m)	仁愛路	15	✓			✓		避、物、 醫	10 m
	沿河街	15	✓			✓		避、物	10 m
	杞林路	15	✓			✓			11 m
	明星路	15	✓						8 m
	東寧路一段	15	✓					避	10 m
	東寧路二段	15	✓					避	9.5 m
	東峰路	15	✓					避、物	10 m
	長春路二段	13	✓						9 m
東寧路三段	13	✓					避、醫	7.5 m	
大同路	12	✓					避	9 m	
新生街	12	✓					避、物	10 m	
東昇路	12	✓						10 m	
東富路	12	✓						10 m	
自強路	12	✓					避、物	8.5 m	
自由路	12	✓						10 m	
長安路	12	✓					醫、指、 消	10 m	
東榮路	12	✓						10 m	
和江街	12	✓						8.5 m	
員山路	12	✓						7.5 m	
竹中路	12	✓					避	11 m	

公園路	10	√					避、物	8 m
竹榮街	10	√						8 m
光明路	10	√					避	5 m
林森路	10	√						8 m
惠安街	10	√						8 m
學前路	10	√						7 m
興農路	10	√						6.5 m
大林路	10	√					避、物	7 m
健行路	10	√						8 m
中央路	10	√						6.5 m
長春路一段	10	√						7 m
幸福路	10	√						8 m
信義路	10	√					避、物	7 m
南寧路	10	√						7 m
莊敬路	10	√					避	5 m
新興路	8							6 m
天津街	8							6 m
民族路	8	√						7 m
北平路	8							6 m
研究路	8							6 m
民德路	8							5 m
新民路	8							6 m
資源街	8							6 m
學府路	8	√					避、物	5 m
世界路	8							6 m
三重路	8	√						4.5 m
雲南路	8	√						6 m
至善路	8						醫	6 m
幸福一路	8							6 m
幸福二路	8							6 m
幸福三路	8							6 m
中和路	8							6 m
五豐二路	8							6 m
永康街	8							6 m
生產街	8							6 m
光武街	8							6.5 m

資料來源：本研究整理

備註：可及性欄位代號如下，避：避難據點，物：物資據點，指：指揮救災據點，消：消防據點，警：警察據點，醫：醫療據點。

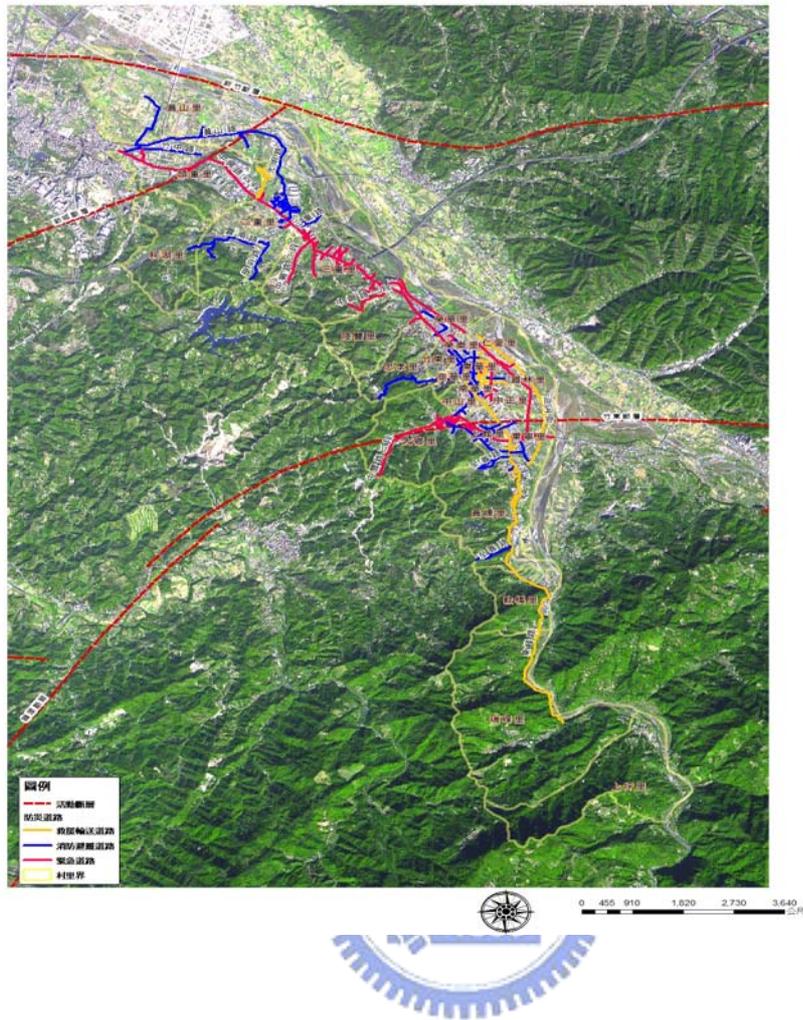


圖 6-2 竹東鎮防災道路系統路網圖

6.2.2 道路有效寬度評估結果

道路有效性係以災後防災道路可以提供救援、避難之功能性多寡為主要的評估，其中以道路寬度最為重要，本研究針對防災道路有效寬度評估及調查已列入防災道路系統規劃評估工作之重點，並考量道路寬度影響因子之影響程度，以確實瞭解並掌握各層級防災道路之有效性，有關調查及規劃情形如附表 6-1。

6.2.3 災後可能阻斷評估

一、高架道路、陸橋及橋樑可能阻斷路口：

(一) 高架道路：東西向快速道路（台 68 線）沿著頭前溪貫穿竹東鎮，雖高架道路未直接經過人口密集區域，但與連外橋樑竹林大橋交接，恐於地震後倒塌，間接影響竹林大橋之結構安全，而且高架道路經過沿河街一帶，亦將對附近住家及道路造成威脅，其中最主要影響為竹東河濱公園及沿河街住家出入安全。

(二) 陸橋：竹東鎮內陸橋設置不多，僅有東寧路三段與康寧街口設有陸橋一座，該陸橋設置係供竹東國小師生使用，故地震後可能造成東寧路三段（12M）與康寧街（7M）之阻斷。

(三) 橋樑：竹東鎮內除高架道路外，另設有四座聯外橋樑，分別為竹東大橋、竹林大橋、新中正大橋及中正大橋，竹東大橋為竹東鎮通往橫山鄉之要道，竹林大橋則鎮陸豐里及芎林鄉聯絡要道，而新中正大橋為本鎮與陸豐里及芎林鄉聯絡橋樑，該橋亦連結東西向快速道路，另外，中正橋為聯絡芎林鄉之主要橋樑，每日使用這四座橋樑人口相當多，但所幸竹東鎮另有其他道路可通往其餘鄉鎮，故若地震後導致橋樑損壞，竹東鎮對外交通尚能運作。經圖層套疊得知，影響路段中以沿河街受到阻斷可能最大，由於該路所處位置，處於東西向快速道路竹林大橋及竹東大橋交會處。

(四) 高速鐵路：高速鐵路高架軌道經過竹東鎮二重地區，該交通系統目前已即將營運，由於該鐵路系統採高架方式施工，雖設計時已強化耐震係數，遇強震仍有倒塌之虞，故初步以該鐵路經過路段可能阻斷之影響範圍評估，評估結果乃以中興路四段、員山路、科湖路一段等路段為主。

表 6-2 高架道路、橋樑可能阻斷路段統計表

類別	名稱	影響路段
高架道路	東西向快速道路（台 68 線）	沿河街、仁愛路、朝陽路
橋樑	竹東大橋	沿河街、中豐路一段
	竹林大橋	朝陽路、沿河街
	中正橋	光明路
	新中正橋	民權路、光明路
鐵路	高速鐵路	中興路四段、員山路、科湖路一段
陸橋	竹東國小陸橋	東寧路三段、康寧街

資料來源：本研究整理



圖 6-3 高架道路阻斷影響評估範圍圖



圖 6-4 橋樑（竹林橋）阻斷影響範圍圖

二、斷層帶影響路段：

經運用 GIS 系統與斷層圖套疊後，得到竹東鎮防災道路系統與斷層交錯路段，依據九二一地震經驗，多數與斷層帶交錯之道路，容易發生道路隆起或斷裂情形，故應特別注意，其路段顯示僅以 8 公尺以上道路為主。



表 6-3 竹東鎮活動斷層與防災道路交錯路段統計表

新城斷層		大坪地斷層	
道路層級	路段名稱	道路層級	路段名稱
緊急道路	中興路四段	緊急道路	北興路一段、中豐路二、三段
消防通道	員山路	救援輸送道路	沿河街、東峰路、東寧路一段
		消防通道	和江街、東榮路、幸福二路

資料來源：本研究整理

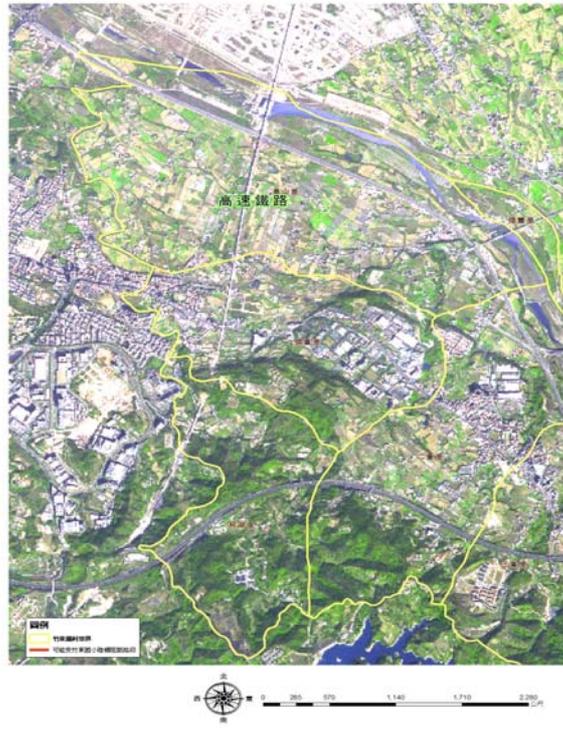
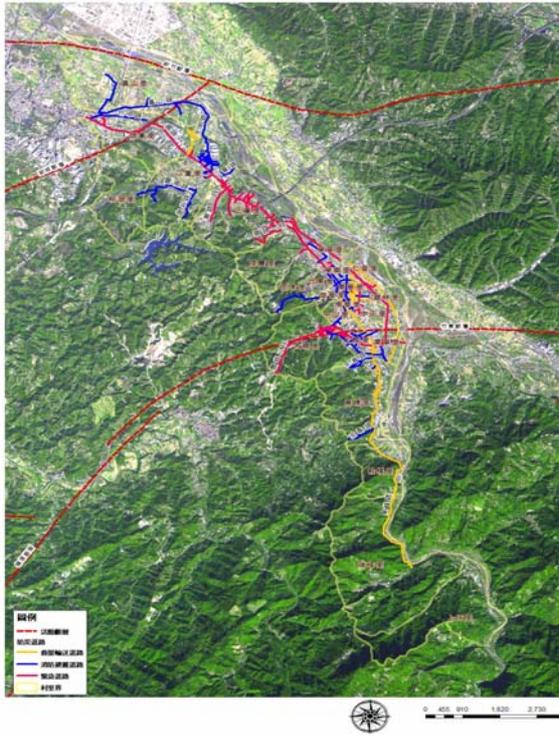


圖 6-5 竹東鎮防災道路與斷層阻斷套疊圖

圖 6-6 高速鐵路阻斷影響評估範圍圖

6.3 防災避難空間規劃與評估

6.3.1 防災避難據點劃設結果

一、臨時避難場所（震後 3 小時至 1 周）：臨時避難場所之開設對象以國民中、小學、活動中心及鄰里公園為主，共計規劃 27 個臨時避難場所，臨時避難空間總供給量為 123820 m^2 （活動中心未有開放空間，故面積不予計算），但經實際評估影響因素後，實際可供避難使用面積共計 99203 m^2 。

二、臨時收容場所（1 周至 4 周）：臨時收容場所之開設對象以國中、高中及全市型公園為主，共計規劃 6 個臨時收容場所，臨時收容空間總供給量為 35106 m^2 。但經實際評估影響因素後，實際可供避難使用面積共計 43301 m^2 。

三、中長期收容場所（4 週以上）：中長期收容場所經評估後，選定中興河道停車場為其主要地點，中長期收容空間供給量為 13330 m^2 。經實際評估影響因素後，實際可供避難使用面

積不變。

表 6-4 各層級防災避難據點收容面積統計表

	場所名稱	據點開放空間面積 (m ²)	可供避難收容之有效面積 (m ²)	實際可供避難使用面積總計
臨時避難場所	竹中國小	11600	8660	99203 m ²
	竹中老人會館	0	0	
	二重國小	4462	3560	
	二重社區活動中心	0	0	
	二重國中	5756	4970	
	柯湖里集會所	0	0	
	三重里集會所	0	0	
	陸豐國小	1800	1800	
	自強國中	5000	4000	
	忠孝活動中心	0	0	
	上智小學	1631	1631	
	大同國小	8000	5600	
	大同活動中心	0	0	
	育樂公園	2371	2371	
	中興河道(停車場)	13300	13330	
	竹東國小	12329	5440	
	仁愛河道(停車場)	11000	11000	
	竹東國中	19500	8900	
	南華社區活動中心	0	0	
	中山國小	2000	2000	
中山社區活動中心	0	0		

	上館國小	16198	15198	
	大鄉社區活動中心	0	0	
	員棟國小	3500	2835	
	軟橋集會所	0	0	
	員東國中	6000	5420	
	瑞峰國小	5373	2488	
	上坪集會所	0	0	
臨時收容場所	竹東國中	19500	8900	43301 m ²
	陸豐國小	1800	1800	
	自強國中	5000	4000	
	竹東高中	3341	3341	
	二重國中	5576	4970	
	東泰高中	8960	6960	
	中興河道(停車場)	13300	13330	
中長期收容場所	中興河道(停車場)	13300	13330	13330 m ²

資料來源：本研究整理

6.3.2 防災避難據點安全評估

一、活動斷層帶影響：依據本研究中活動斷層對於據點安全影響評估分級，經以 GIS 圖層套疊後，得知各避難據點中並無受活動斷層帶（新城斷層及大坪地斷層）嚴重影響者，而高度影響者共計 9 處，其餘均為中、低度及輕微影響，評估結果詳如表 6-5。

二、輻射熱影響：本研究採歐秀玲 2000 年之研究結果，加油站與變電所影響半徑可設定為 268M，本研究危險影響加權半徑設定為 300M，經 GIS 圖層套疊後後得知，各避難據點中共有 12 處受到潛在危險場所之影響，評估結果詳如表 6-5。

三、高架道路及橋樑影響：經 GIS 圖層套疊後得知，並未有各避難據點受高架道路及橋樑影響。

表 6-5 各層級避難據點安全評估結果表

	場所名稱	斷層帶影響		輻射熱影響	高度架道路及橋樑影響
		新城斷層	大坪地斷層		
臨時避難場所	竹中國小	高度影響	低度影響	無影響	無影響
	竹中老人會館	高度影響	低度影響	無影響	無影響
	二重國小	中度影響	低度影響	有影響	無影響
	二重社區活動中心	高度影響	低度影響	有影響	無影響
	二重國中	中度影響	低度影響	無影響	無影響
	柯湖里集會所	高度影響	低度影響	無影響	無影響
	三重里集會所	中度影響	低度影響	有影響	無影響
	陸豐國小	低度影響	輕微影響	無影響	無影響
	自強國中	低度影響	中度影響	無影響	無影響
	忠孝活動中心	低度影響	中度影響	無影響	無影響
	上智小學	低度影響	中度影響	有影響	無影響
	大同國小	低度影響	中度影響	有影響	無影響
	大同活動中心	低度影響	中度影響	有影響	無影響
	育樂公園	低度影響	中度影響	有影響	無影響
	中興河道	低度影響	中度影響	有影響	無影響
	仁愛河道	低度影響	中度影響	有影響	無影響
	竹東國小	低度影響	中度影響	有影響	無影響
	竹東國中	低度影響	中度影響	有影響	無影響
	南華社區活動中心	低度影響	高度影響	有影響	無影響
	中山國小	低度影響	高度影響	有影響	無影響
	中山社區活動中心	低度影響	中度影響	有影響	無影響
	上館國小	低度影響	中度影響	無影響	無影響
	大鄉社區活動中心	低度影響	高度影響	無影響	無影響
	員棟國小	低度影響	中度影響	無影響	無影響
	軟橋集會所	低度影響	中度影響	無影響	無影響
	瑞峰國小	輕微影響	低度影響	無影響	無影響
	上坪集會所	輕微影響	低度影響	無影響	無影響
	臨時收容場所	竹東國中	低度影響	中度影響	有影響
自強國中		低度影響	中度影響	無影響	無影響
竹東高中		低度影響	中度影響	有影響	無影響
二重國中		中度影響	低度影響	無影響	無影響
東泰高中		低度影響	高度影響	無影響	無影響
中興河道		低度影響	中度影響	有影響	無影響
中長期收容場所	中興河道	低度影響	中度影響	有影響	無影響

資料來源：本研究整理



圖 6-7 臨時避難場所與斷層帶套疊圖

圖 6-8 臨時收容場所與潛在危險場所套疊圖

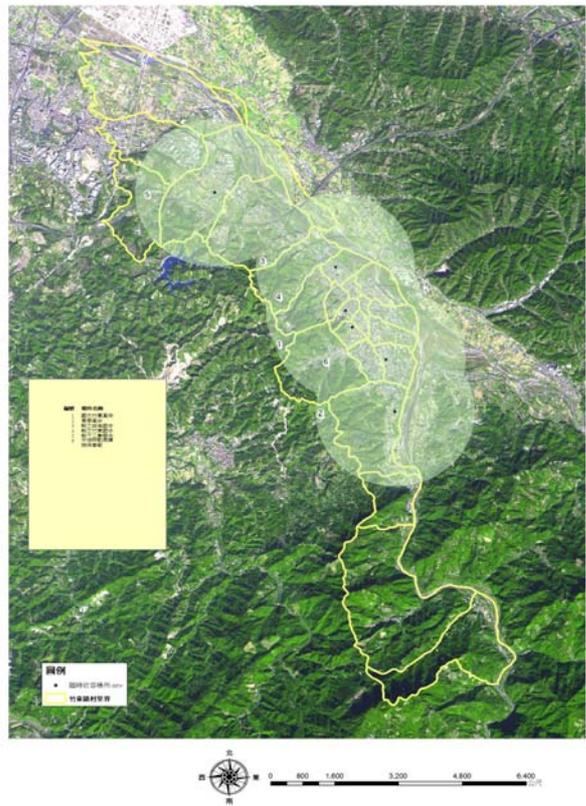


圖 6-9 竹東鎮臨時避難據點劃設分佈圖

圖 6-10 竹東鎮臨時收容據點劃設分佈圖

6.3.3 避難人口數推估結果及避難空間需求

一、臨時避難人口數及避難空間需求：

(一) 臨時避難場所收容需求乃針對災後 3 小時至 1 周避難人數為主，由於地震發生後多數民眾仍處恐懼當中，故推估對象係以一般建築物中輕微損傷及全、半倒建築物中所影響人數為主，然依據 921 大地震經驗，由於臨時避難時間較短，此時部份災民尚有自我生活能力，研判有部分災民會自行在住家附近搭設臨時住所，而並未全數前往政府設立之臨時收容所，據上述，本研究初步假設僅有推估值 50% 人數進行臨時避難，每人避難空間需求為 2 m^2 [30]。

(二) 評估結果：

1、新城地震事件：依據九二一地震經驗，假設僅有推估值 50% 人數進行臨時避難，臨時避難場所需求數為 23675.5 人，避難空間需求為 47351 m^2 。

2、大坪地地震事件：依據九二一地震經驗，假設僅有推估值 50% 人數進行臨時避難，臨時避難場所需求數為 30415 人，避難空間需求為 60830 m^2 。

二、臨時收容人口數及避難空間需求：

(一) 臨時收容場所收容需求乃以 1 周至 4 周避難人數為主，震後一周後仍有部分人民因建築物嚴重損害，生活機能無法恢復，且可能經濟能力不足，因此須繼續避難生活，此部分人口比率與災民的經濟能力、親友、住宅是否自有有關，且對於震災保險投保比率均應考量。故本項推估對象係以一般建築物全半、倒影響人口數為主，目前新竹縣之住宅地震保險投保率約為 20%，亦即有 80% 災民會至政府設立之臨時收容所避難。

(二) 推估結果：

1、新城地震事件：推估將有全、半倒建築物倒塌影響人數 80% 將實施臨時收容，因此臨時收容人數為 $9686.2 \times 80\% \doteq$ 7749 人，避難空間需求為 30996 m^2 。

2、大坪地地震事件：推估將有全、半倒建築物倒塌影響人數 80% 將實施臨時收容，因此臨時收容人數為 $18318.76 \times 80\% \doteq$ 14655 人，避難空間需求為 58620 m^2 。

表 6-6 新城及大坪地地震事件臨時避難及臨時收容人口推估表

行政里界	臨時避難人口數推估 (人)		臨時收容人口數推估 (人)	
	新城地震事件	大坪地地震事件	新城地震事件	大坪地地震事件
上坪里	31.3	145.23	1.7	35.30
瑞峰里	65.4	299.87	5.4	51.79
軟橋里	92.1	342.15	8.9	147.87
員崧里	567.6	2304.80	54.7	840.94
東寧里	981.8	4137.13	11.9	1707.01
上館里	3031.4	10340.37	424.1	4167.36
大鄉里	2221.5	5442.46	375.1	1167.52
東華里	369.7	649.50	60.8	220.91
商華里	1129.5	2148.75	64.4	632.58
竹東里	961.8	2300.88	173.7	561.7
榮樂里	1066.5	1716.66	175.4	528.22
雞林里	995.5	2469.69	141.0	859.17
仁愛里	2092.4	2877.57	362.0	830.62
五豐里	4024.2	5581.9	690.5	1374.89
三重里	6103.5	4074.02	1274.2	848.30
頭重里	6220.5	1450.86	2063.3	280.56
員山里	1673.2	454.42	409.4	83.10
柯湖里	400.0	161.33	91.3	42.22
二重里	8541.9	3429.10	2190.1	673.89
中山里	656.2	1356.90	118.2	510.25
中正里	727.5	1791.54	100.6	684.94
南華里	758.0	1483.01	124.7	546.52
榮華里	3520.0	4461.46	577.1	1134.45
忠孝里	841.5	1234.75	133.1	339.22
陸豐里	277.1	175.67	54.6	49.43
Total	房屋輕微、半倒及全倒影響人數為 47351 人，臨時避難人口為其 50%，故臨時避難人口數為 23675.5 人。	房屋輕微、半倒及全倒影響人數為 60830 人，臨時避難人口為其 50%，故臨時避難人口數為 30415 人。	全、半倒建築物倒塌影響人數為 9686.2 人，臨時收容人口為其 80%，故臨時收容人口數為 7749 人。	全、半倒建築物倒塌影響人數為 18318.76 人，臨時收容人口為其 80%，故臨時收容人口數為 14655 人。

資料來源：本研究整理

三、中長期收容人口數及避難空間需求：

此階段避難特性屬於中長期安置避難時序超過四週，因此在考量避難人數之推估比例，本研究對於此階段人數推估方式，乃以全半倒推估戶數（臨時收容人數）乘以九二一地震受災戶安置於組合屋之比例（4.9%），以推算中長期收容人口數。

（一）新城斷層地震事件

1、中長期收容人數推估 = 臨時收容人數 (7748.96) × 4.9% = **379 人**

2、中長期收容空間需求=379 人×15 m²=5685 m²

(二) 大坪地地層地震事件

1、中長期收容人數推估=臨時收容人數(14655)×4.9%=718 人

2、中長期收容空間需求= 718 人×15 m²=10770 m²

6.4 防救災據點規劃與供需檢討

6.4.1 醫療據點規劃與救災需求檢討

一、醫療據點評估結果

表 6-7 竹東鎮醫療據點評估結果表

據點名稱		署立竹東醫院	竹東榮民醫院	林醫院	竹信醫院
可 及 性	出入口面臨道路寬度	8 m	20 m	10 m	5 m
	出入口數量	2	1	2	1
	出入口最大有效寬度	8 m	15 m	5 m	2 m
	具備空運功能	無	無	無	無
	停車場設置(面積)	5242 m ²	3300 m ²	無	無
安 全 性	輻射熱影響(300 m)	有影響	有影響	無影響	無影響
	斷層帶影響(50 m) 1. 新城斷層 2. 大坪地斷層	1. 低度影響 2. 高度影響	1. 低度影響 2. 高度影響	1. 低度影響 2. 中度影響	1. 低度影響 2. 高度影響
	PGA/Code86	數值偏高應 優先實施難 震度評估及 補強	數值偏高應 優先實施難 震度評估及 補強	數值偏高應 優先實施難 震度評估及 補強	數值偏高應 優先實施難 震度評估及 補強
	高架道路、陸橋影響	無影響	無影響	無影響	無影響
	出入口道路安全	安全	安全	安全	安全
通 暢 性	據點面臨2條以上連 外道路	有	有	有	有
	出入口鄰接道路違規 停車	無	無	無	無
據點層級		中長期醫療據 點	中長期醫療據 點	中長期醫療據 點	中長期醫療據 點

資料來源：本研究整理

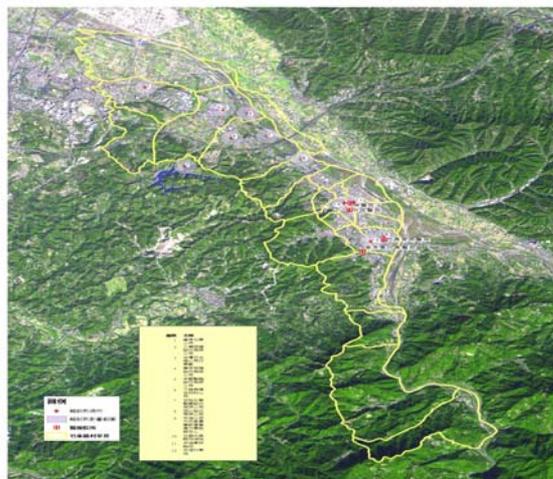
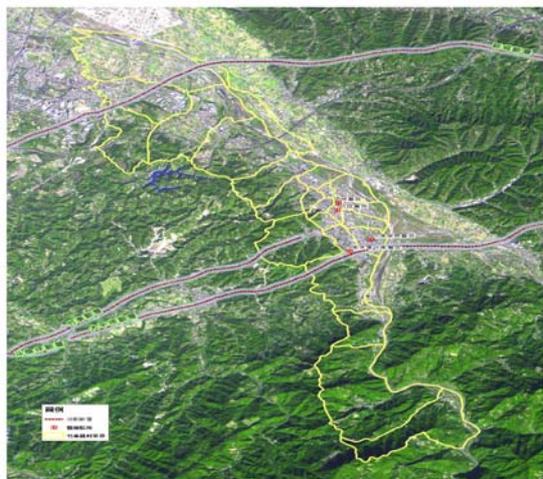


圖 6-11 醫療據點與活動斷層帶套疊圖

圖 6-12 醫療據點與潛在危險場所套疊圖

二、緊急醫療能力評估

(一) 緊急救護資源評估結果

1、負傷人數 = 中度傷害 + 重度傷害 + 死亡人數 × 10%

2、緊急救護能力：以震後一日內計算

(1) 消防分隊救護隊救護能力：共有二隊，以一日工作 24 小時計算，取每次救護平均時間 30 分鐘計算，救護運送能力 = 2 (救護隊數量) × 24 (工作時數) × 2 (每小時可執行救護 2 次)，最後可得結果為 96 人次 (每日)。

(2) 民間醫療院所救護隊能力：設定應有五隊可支援，以一日工作 12 小時 (日間) 計算，救護運送能力 = 5 (救護隊數量) × 12 (工作時數) × 2 (每小時可執行救護 2)，最後可得結果為 120 人次 (每日)。

(3) 竹東鎮緊急救護能力 = 96 + 120 = 216 人次 (日間及通勤時間)，夜間僅有消防分隊具備緊急救護能力。

3、評估結果：

(1) 新城斷層事件：以上述評估數據可知，新城斷層事件中除夜間傷亡較大外，恐無法因應

救護所需，其餘日間及通勤時間大致上均可應付救護需求。

(2) 大坪地斷層事件：依據上述評估數據，顯示大坪地斷層事件傷亡較多，所需救護資源需求較大，依評估數據而言，夜間時段緊急救護資源嚴重不足，於災後地方政府應變系統應立即請求鄰近鄉鎮市支援。

表 6-8 新城及大坪地地震事件緊急救護需求評估表

地震事件 \ 傷亡時段	夜間 (人)	通勤時間 (人)	日間 (人)
新城斷層事件	131.3	115	122.6
大坪地斷層事件	197.4	172.5	149.7
緊急救護能力 (人次)	96	216	216

資料來源：本研究整理

(二) 醫療院所應變能力評估結果

N=傷病患的數目 (不管傷勢的嚴重度)

TC=醫院的總床數之 3%再乘以 8 小時 (工作時數)

$S = (T1+T2) / T3$



表 6-9 醫療院所應變能力評估結果表

地震事件 \ 係數		N	S	TC	MSI=(N*S)/TC
新城	日間	149	3.13	95.52	4.88
	夜間	160	3.1	95.52	5.19
	通勤時間	140	3.11	95.52	4.55
大坪地	日間	181	3.2	95.52	6.06
	夜間	238	3.25	95.52	8.09
	通勤時間	208	3.24	95.52	7.05

資料來源：本研究整理

本研究評估醫療院所緊急應變能力係以推估公式 $MSI = (N*S) / TC$ 來評估竹東鎮地區醫療資源是否有不足之情形，而不是單純只是評估院內之病床數是否足夠，因為影響醫療院所醫療能力因素，不只有病床數多少，尚包含醫護人員緊急動員能力及手術資源調度。依據上述公式評估結果，可知不論新城或大坪地地震事件，MSI 都>1，且於大坪地地震事件中 MSI 值

大於新城地震事件甚多，因此顯示竹東鎮轄內醫療院所動員能力及資源嚴重不足。

(三) 臨時醫療據點資源需求評估：

1、臨時醫療據點原則設置於臨時收容所內，以三班輪班方式開設運作，以服務30人次傷患而言，設置一處臨時醫療據點，至少需配置12名醫護（醫師3名、護士9名）人員。臨時醫療據點傷患需求（微傷+輕傷），事實上臨時醫療據點服務項目尚包含災民健康管理及諮詢等，評估時應從寬認定。本項評估僅以夜間傷亡時段為評估目標。

表 6-10 新城及大坪地地震事件夜間臨時醫療人員及器材需求評估表

臨時收容所 地震事件		第一地區 生活圈	第二地區 生活圈	第三地區 生活圈	第四地區 生活圈	第五地區 生活圈
新城地震事件 (夜間)	臨時醫療傷患推估	55	0	17	11	4
	醫護人員需求	醫 6、護 18	醫 3、護 9	醫 3、護 9	醫 3、護 9	醫 3、護 9
	醫療器材需求	2 組臨時醫療站基本衛材	1 組臨時醫療站基本衛材	1 組臨時醫療站基本衛材	1 組臨時醫療站基本衛材	1 組臨時醫療站基本衛材
大坪地地震事件 (夜間)	臨時醫療傷患推估	11	0	28	45	45
	醫護人員需求	醫 3、護 9	醫 3、護 9	醫 3、護 9	醫 6、護 18	醫 6、護 18
	醫療器材需求	1 組臨時醫療站基本衛材	1 組臨時醫療站基本衛材	1 組臨時醫療站基本衛材	2 組臨時醫療站基本衛材	2 組臨時醫療站基本衛材

資料來源：本研究整理

2、依據表 6-10 評估結果臨時醫療據點開設分別需要 18 名醫師及 54 名護理人員（新城地震事件）及 21 名醫師及 63 名護理人員（大坪地地震事件），竹東鎮目前共有 211 位醫師及 413 位護士，扣除在醫療院所運作人員（醫師 80 位、護理人員 341 位），尚有 131 位醫師及 72 位護士可供支援，由此得知醫護人力尚可因應災後所需。

6.4.2 物資據點規劃與救災需求檢討

一、物資據點評估及規劃結果

(一) 物資發放據點：物資發放據點以竹東鎮內各國、中小學或中長期收容場所為主

(二) 接收據點

1. 物資支援集結地

依據評估結果，此據點以**新竹縣體育場**為最佳場所，此據點設置位置鄰近高速公路及多條重要連外道路，道路寬廣，具廣大開放空間，方便災後空運之需求並且設有室內儲備空間，方便救災物資配送及管理。

2. 區域型接收據點

依據評估結果，竹東鎮區域接受據點乃以**中油鑽探處**為最佳場所，該據點交通便利、區位適當且方便直升機停放及車輛進出，且該場所為國營機構所有，災後運用時協調容易。另外，竹東鎮河濱公園同樣具有廣大空間及具備空運功能，但經評估後，發現其出入口狹小且公園上方為高架道路，有倒塌危險之虞，故不予列入。

表 6-11 竹東鎮物資據點評估結果表

評估項目		據點名稱	新竹縣體育場	竹東河濱公園	中油鑽探處
可 及 性	出入口面臨道路寬度		40M	15 M	20 M
	出入口寬度		10 M	出口一 3 M 出口二 6 M	10 M
	出入口最大有效寬度		10 M	6 M	10 M
	具備空運功能		有	有	有
	停車場設置 (面積)		30000 m ²	6400 m ²	4257 m ²
安 全 性	輻射熱影響 (300 m)		無影響	無影響	有影響
	斷層帶影響 (50 m) 1. 新城斷層 2. 大坪地斷層		無影響	1. 中度影響 2. 中度影響	1. 低度影響 2. 高度影響
	高架道路、陸橋影響		無影響	危險	無影響
	出入口道路安全		安全	鄰接東西向高架道路，有倒塌疑慮	安全
通 暢 性	據點面臨 2 條以上連外道路		有	否，只面臨一條聯外道路	有
	出入口鄰接道路違規停車		無	無	無
據點層級			物資支援集結地		區域物資據點

資料來源：本研究整理



圖 6-13 物資據點與活動斷層帶套疊圖
二、物資需求評估

圖 6-14 物資據點與潛在危險場所套疊圖

依據九二一地震經驗，物資匱乏之情形大都發生在災後三日至七日，故物資需求數量乃以七日為計算單位，以臨時避難人口數所需物資數量比較竹東鎮物資最大供給量，以評估其調度或儲備能力是否足夠，若仍有不足可依評估所得數值，由廠商或鄰近縣市支援供應。

表 6-12 臨時避難物資儲評估表（災後 7 天內）

物資名稱	民生物資輸量推估標準	新城地震事件（夜間）民生物資需求推估	大坪地地震事件（夜間）民生物資需求推估	竹東鎮物資供給能量（依據竹東鎮防救災資源資料庫）
飲用水	以 3l/人日計算	$23675 \times 3l / \text{人} \times 7 \text{ 日} = 497175 \text{ l}$	$30415 \times 3l / \text{人} \times 7 \text{ 日} = 638715 \text{ l}$	飲用水 216000 l
糧食	1、以 400~900g/人日對應需求量×28 計算。 2 以 150g 麵粉/人日對應量計算。	1、米食需求為 $23675 \times 400\text{g} / \text{人} \times 7 \text{ 日} = 66290 \text{ kg}$ 。 2、麵粉需求為 $23875 \times 150\text{g} \text{ 麵粉} / \text{人} \times 7 \text{ 日} = 24858.75 \text{ kg}$ 。	1、米食需求為 $30415 \times 400\text{g} / \text{人} \times 7 \text{ 日} = 85162 \text{ kg}$ 。 2、麵粉需求為 $30415 \times 150\text{g} \text{ 麵粉} / \text{人} \times 7 \text{ 日} = 31935.75 \text{ kg}$ 。	米食 15000 公斤
臨時廁所盥洗設施	1、盥洗設施以 5 人/一盥洗單元計算。 2、臨時廁所所以 100 人/一廁所單元計算。	1、盥洗設施需求為 $23675 \div 50 \text{ 人} / \text{一盥洗單元} = 474 \text{ 單元}$ ， 2、臨時廁所需求為 $23675 \div 100 \text{ 人} / \text{一廁所單元} = 237 \text{ 單元}$ 。	1、盥洗設施需求為 $30415 \div 50 \text{ 人} / \text{一盥洗單元} = 609 \text{ 單元}$ ， 2、臨時廁所需求為 $30415 \div 100 \text{ 人} / \text{一廁所單元} = 305 \text{ 單元}$ 。	—
寢具帳篷	1、寢具以 1 人/套對應需求量	1、寢具 23675 人/套為對應需求量	1、寢具 23675 人/套為對應需求	1、寢具 300 套 2、帳篷 300 套

	計算 2、帳篷以 2 人/ 套對應需求量 計算。	2、帳篷需求量为 23675÷2 人/套 =11838 套。	量 2、帳篷需求量为 30415÷2 人/套 =15208 套。	
生活用品	收容人口數×必要 單位	應能供應每人一 套。	應能供應每人一 套。	500 套
罹難者服務	1、棺木 2、冷凍櫃 3、以災損系統 推估出死亡人 數計算。	1、棺木需供應 103 具。 2、冷凍櫃 103 具 3、以災損系統推估 出死亡人數計算	1、棺木需求 105 具。 2、冷凍櫃 105 具 3、以災損系統推 估出死亡人數計 算	1、棺木供給量 40 具。 2、冷凍櫃供給 量 23 具

資料來源：本研究整理

依據上述評估結果顯示，災後所需物資需求相當龐大，以竹東鎮現有協力廠商供應能力恐無法支應其需求，據了解鎮內尚有其餘資源可供運用，因此應多與轄內物資供應廠商簽訂支援協定，以確實掌握鎮內可供運用之資源。

6.4.3 消防及救災指揮據點規劃與救災需求檢討

一、消防指揮據點評估及規劃結果

有關竹東鎮救災指揮據點經評估後，以竹東消防分隊符合救災指揮據點條件，該地點亦為現今竹東鎮災害應變中心指定場所，但唯一需注意的是該建築物興建為民國 86 年之前，建築耐震設計規範要求較為不足，且依據 TELES 系統輸出該區域地表震動程度均相當大，因此若遇劇烈震動，恐有倒塌之餘，故建議儘速實施耐震評估及補強措施。

表 6-13 竹東鎮指揮救災據點評估結果表

評估項目		據點名稱	竹東鎮公所	竹東消防分隊	中油鑽探處	竹東警察分局	二重消防分隊
可 及 性	出入口面臨道路寬度		東林路 20m 杞林路 15m	中正路 20m	東寧路 15m	大同路 12m 康寧街 7m	中興路四 段 20m
	據點面臨 2 條已上連 外道路		有	有	有	有	有
	出入口最大有效寬度		5 m	20 m	20 m	4 m	10 m
安 全 性	輻射熱影響 (300 M)		有影響	無影響	有影響	有影響	無影響
	斷層帶影響 (50 m) 1. 新城斷層 2. 大坪地斷層		1. 低度影響 2. 高度影響	1. 低度影響 2. 高度影響	1. 低度影響 2. 高度影響	1. 低度影響 2. 中度影響	1. 高度影響 2. 低度影響
	高架道路、陸橋影響		無影響	無影響	無影響	無影響	無影響

	PGA/Code86	數值偏高應優先實施難震度評估及補強	數值偏高應優先實施難震度評估及補強	數值偏高應優先實施難震度評估及補強	數值偏高應優先實施難震度評估及補強	數值偏高應優先實施難震度評估及補強
	臨近建築物倒塌危險	有倒塌危險之虞(6層樓2棟、5層樓3棟、4層樓樓32棟、3層樓18棟)	無	無	有倒塌危險之虞(8層樓1棟、5層樓8棟、4層樓13棟)	無
功能性	災害應變中心面積	80 m ²	100 m ²	100 m ²	80 m ²	60 m ²
	資(通)訊設備	未具備	已具備	未具備	已具備	已具備
	安全備援設備	已具備	已具備	已具備	已具備	已具備
	其他應勤裝備設施	未具備	已具備	未具備	未具備	未具備
	寢室	未具備	已具備	已具備	已具備	已具備
	衛浴空間	未具備	已具備	已具備	已具備	已具備
	生活用水儲備	已具備	已具備	已具備	已具備	已具備
	其他設備	不完善	較完善	尚可	尚可	尚可
據點層級		救災指揮據點	災害應變備援中心			

資料來源：本研究整理



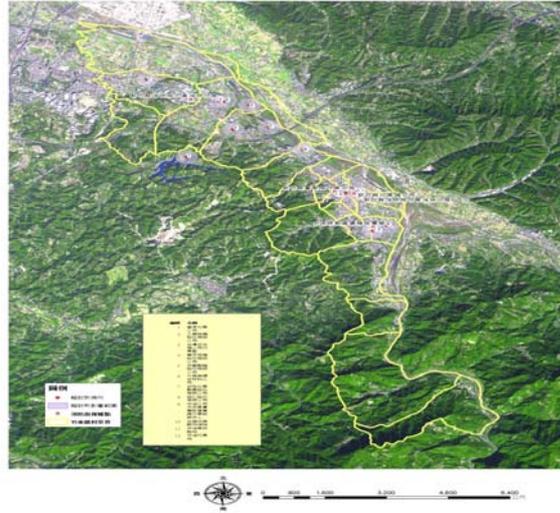
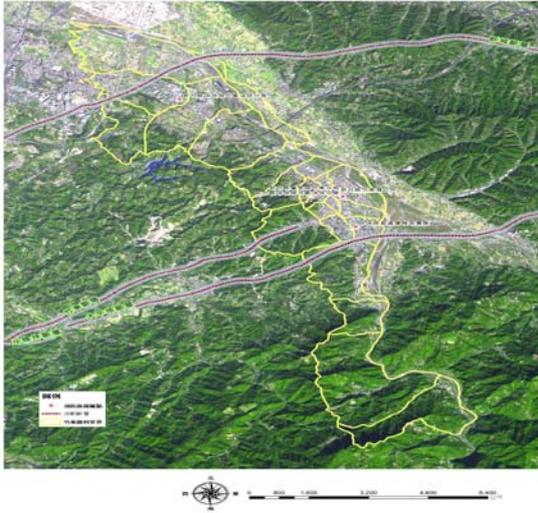


圖 6-15 消防指揮據點與斷層帶套疊圖 圖 6-16 消防指揮據點與潛在危險場所套疊圖

二、震後火災件數及救災資源推估結果

(一) 震後火災件數

1、推估公式：每百萬平方公尺樓地板面積起火率 $=0.0029 \times (\text{gal}) - 0.0047$

2、竹東鎮新城地震事件 PGA 為 0.4702G，換算為 460.83(gal)，大坪地地震事件 PGA 為 0.554G，換算為 543.39 (gal)，竹東鎮樓地板面積總數為 5503548 m²

3、震後火災件數推估結果：

(1) 新城地震事件

A. 每百萬平方公尺樓地板面積起火率 $=0.0029 \times (460.83\text{gal}) - 0.0047 = 1.331$

B. 震後火災件數 $=5.503548 \times 1.331 = 7.329$ (件)

C. 震後第一日火災發生件數 $=7.329 \times 57\% = 4.177$ (件)

(2) 大坪地地震事件

A. 每百萬平方公尺樓地板面積起火率 $=0.0029 \times (543.39\text{gal}) - 0.0047 = 1.571$

B. 震後火災件數 $=5.503548 \times 1.571 = 8.646$ (件)

C. 震後第一日火災發生件數 $=86.46 \times 57\% = 4.928$ (件)

(二) 消防救災資源推估結果

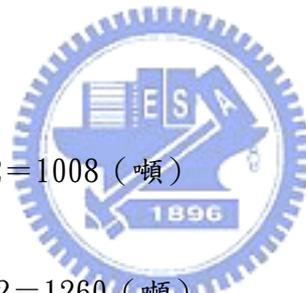
1、城鎮滅火總需水量：以推估震後第一日火災搶救所需水量為主。推估公式 $m=3.6Nqt_1$

(1) N 為同一時間 (第一天) 內火災次數分別為 4 件 (新城地震事件) 及 5 件 (大坪地地震事件)，q 依據竹東鎮人口數 (參酌表 5-11 城鎮、居住區單次滅火用水流量) 取 35，t₁ 為滅火延續時間以 2 小時為計算值。

(2) 消防用水需求

A、新城地震事件： $m=3.6 \times 4 \times 35 \times 2 = 1008$ (噸)

B、大坪地地震事件 $m=3.6 \times 5 \times 35 \times 2 = 1260$ (噸)



(3) 若假設地震後消防栓管線破裂，無法正常供水，依據竹東鎮內各類有效水源 (消防栓除外) 共計 35 處，計 7110 噸，依上述消防用水需求評估，得知無論為新城地震事件或大坪地地震事件，竹東鎮內消防水源尚為充足。

2、震後火災所需消防車輛及人力推估：

本研究已推估出新城地震事件及大坪地地震事件震後火災數分別為 7.3 件及 8.6 件，參酌圖 4-13 (非獨棟住宅結構起火與所需消防車輛的關係圖) 所示，所需消防車分別為 3 輛及 4 輛，消防人員所應配置數量分別為 18 人及 24 人。但依據消防單位目前採用消防車組救災模式 (至少一輛消防水箱車搭配一輛消防水庫車)，若依此需求配置恐無法完成任務，因此本項評估應依據消防機關

採用之救災模式推估之。

(1) 新城地震事件：震後起火數(7.3)×2(消防水箱車一輛、消防水庫車一輛)
=14.6≐15輛，消防人力需求：15(車)×6(每車基本配置人力)=90人。

(2) 大坪地地震事件：震後起火數(8.6)×2(消防水箱車一輛、消防水庫車一輛)
=17.2≐17輛，消防人力需求：17(車)×6(每車基本配置人力)=102人。

3、救災資源需求評估結果：

(1) 由推估結果顯示，震後火災所須消防用水量相當龐大，考量震後可能造成部分或全面消防栓系統損壞，應事前規劃如何運用其他有效水源(游泳池、水塘、大樓蓄水池等水源)，例如水源掌握及運用時協調事宜。

(2) 以竹東鎮內各消防分隊消防車輛統計而言，共有10部各式消防車，消防及義消人員共計95人，依上述推估結果顯示，竹東鎮境內消防救災車輛嚴重不足，消防人力部份，雖新城地震事件尚為足夠，然此項評估僅針對火災處理能力，地震後各類災害處理尚須消防人力投入，如地震後倒塌建築物搜救、電梯救困、瓦斯漏氣警戒等工作，均需更多消防人力投入，因此地方政府除應於災前採購不足數量之消防車輛外，更應補足救災人力，或者建立民間救難團對及鄰近鄉鎮市消防戰力支援機制，甚至運用跨縣市之支援方式。

三、救災指揮備援中心選定

依據竹東鎮救災指揮據點評估表資料顯示，中油鑽探處為較為適當之救災備援中心，該場所除受大坪地斷層帶威脅較大，尚包括潛在危險場所之威脅，但從其所處環境及現有設備概況而言，確實為一適宜之場所，且於艾利颱風期間，該場所亦作為救災前進指揮所及直昇機起降場但對於備援中心相關設備不足部分應逐年充實，且對於災後緊急召集及運作方式亦應訂定明確，且經常性演練，此為尚須注意之處。

6.4.4 警察據點規劃與救災需求檢討

一、警察據點評估及規劃結果

表 6-14 竹東鎮警察據點評估結果表

據點名稱		竹東警察分局	竹東派出所	上坪派出所	二重埔派出所	下公館派出所
可 及 性	出入口面臨道路寬度	大同路 12m 康寧街 7m	大同路 12m 康寧街 7m	南清公路 8m	中興路 20m	中豐路二 段 20m
	據點面臨 2 條以上 連外道路	有	有	無	無	無
	出入口最大有效寬 度	4m	4m	3m	3m	3 m
安 全 性	輻射熱影響 (300 m)	有影響	有影響	無影響	無影響	無影響
	斷層帶影響 (50 m) 1. 新城斷層 2. 大坪地斷層	1. 低度影響 2. 中度影響	1. 低度影響 2. 中度影響	1. 低度影響 2. 低度影響	1. 高度影響 2. 低度影響	1. 高度影響 2. 低度影響
	高架道路、陸橋影 響	無	無	無	無	無
	PGA/Code86	數值偏高應 優先實施難 震度評估及 補強	數值偏高應 優先實施難 震度評估及 補強	數值偏高應 優先實施難 震度評估及 補強	數值偏高應 優先實施難 震度評估及 補強	數值偏高應 優先實施難 震度評估及 補強
	臨近建築物倒塌危 險	有倒塌之虞 (8 層樓 1 棟、5 層樓 8 棟、4 層樓 13 棟)	有倒塌之虞 (8 層樓 1 棟、5 層樓 8 棟、4 層樓 13 棟)	無危險	無危險	無危險

資料來源：本研究整理

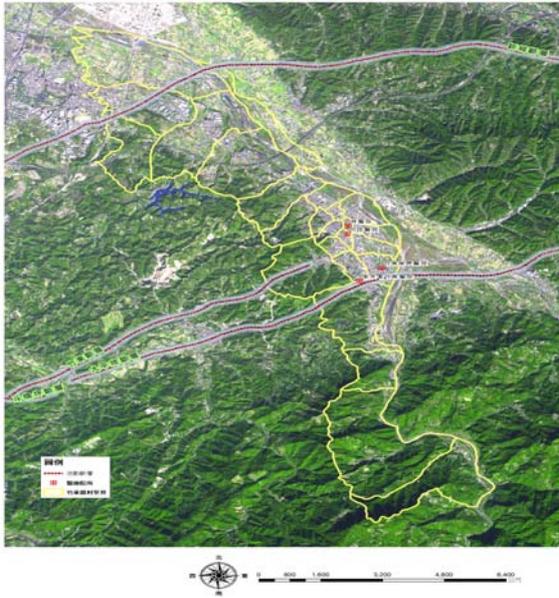


圖 6-17 警察據點與活動斷層帶套疊圖



圖 6-18 警察據點與潛在危險場所套疊圖

二、警力資源評估結果

本研究範圍內共有5處警察單位，包含4處分駐、派出所，一個警察分局。警察據點空間分佈與防災生活圈之關係為：(1)第一地區生活圈：1處，(2)第二地區生活圈：1處，(3)第三地區生活圈：2處，(4)第四地區生活圈：1處。雖然各據點皆可於5分鐘內到達受災地點，但從各警察據點所轄轄區現況分配狀況來看，雖平均但仍偏重於竹東鎮都市計畫區域，且現有基層警察人力共計68員，平均每位員警須服務1,405人，除災後負責一般治安維護工作外，尚有災區交通管制、災情查報等工作，因此警力明顯不足。

6.4.5 廢棄物清理及工程搶險能力評估

一、一般廢棄物評估：

(一) 排泄物量評估：本研究設定人員平日泄量推估為 1.5 公升/每人一日需求〔68〕，依此評估避難期間需處理之排泄量。

(二) 日常垃圾量評估

1、推供公式：垃圾量推估為 200 公克/人日。

2、臨時避難人口數=23675 人，臨時收容人口=7748 人，中長期收容人口數=379 人

3、評估結果：（以新城地震事件為例）

表 6-15 竹東鎮一般廢棄物評估評估結果表（新城斷層地震事件）

避難時序別	避難時段	推估人口	避難生活期間垃圾推估量
臨時避難時期	避難 1 天 至第 7 天	23675 人	1、排泄物量評估 $1.5 \times 23675 \times 7$ (天) = 248587.5 公升 2、日常垃圾量 $23675 \times 0.2 \text{Kg} \times 7$ (天) = 33145Kg
臨時收容時期	避難第 8 至第 28 天	7748 人	1、排泄物量評估 $1.5 \times 7748 \times 21$ (天) = 244062 公升 2、日常垃圾量 $7748 \times 0.2 \text{Kg} \times 21$ (天) = 325416Kg
中長期收容時期	避難第 29 天以後	379 人	1、排泄物量評估 $1.5 \times 379 = 568.5$ 公升 (每天) 2、日常垃圾量第 29 天後每日垃圾推估量為 $379 \times 0.2 \text{Kg} = 75.8 \text{Kg}$

資料來源：本研究整理

二、建築物廢棄物量評估：

(一) 單位樓地板面積推估建築廢棄物量 = 1217.4 Kg/m^2

(二) 竹東鎮全半、倒損壞之建築物總樓地板為災害建築廢棄物推估對象，故依上述公式可計算出建築物廢棄物之推估量。

(三) 評估結果：

1、新城地震事件建築廢棄物量 = 511109.4 (新城地震事件全、半倒樓地板面積) $\times 1.2174$ 噸 / $\text{m}^2 = 573331.85$ 噸。

2、大坪地地震事件建築廢棄物量 = 632700 (新城地震事件全、半倒樓地板面積) $\times 1.2174$ 噸 / $\text{m}^2 = 770248.98$ 噸。

三、建築廢棄物清理及工程搶險救災資源需求：

(一) 工程機據處理能力：17 立方公尺/每小時，假設每日工作 12 小時（假設已扣除工作期間休息及油料補給時間），每日工作效能 = 17 立方公尺/每小時 $\times 12 = 204$ 立方公尺/每日。

(二) 依據竹東鎮救災資源資料庫得知，竹東鎮工程搶險機具資源（公家及民間業者）共有 59 部各式工程機具。

表 6-16 建築廢棄物清理及工程搶險能力評估表

	建築廢棄物推估量	機具每日處理能力預估	工程機具數量	處理日數推估
新城地震事件	573331.85 噸	204 立方公尺/每日	59	47.6
大坪地地震事件	770248.98 噸。	204 立方公尺/每日	59	63.9

資料來源：本研究整理

(三) 依據上表評估結果，不論新城地震事件或大坪地地震事件，顯示災後清理及搶險工作耗費時日龐大，若僅以竹東鎮既有救災資源投入明顯不足，因此尚須鄰近縣市資源支援，或民間業者參與救災工作，但此評估僅針對建築物倒塌部份，對於道路、高架道路及橋樑部份仍未能評估，仍待後人研究投入。

6.5 防災生活圈規劃與評估

6.5.1 防災生活圈規劃成果

一、鄰里防災生活圈



(一) 生活圈劃設：依據本研究擬定之生活圈劃設原則，在鄰里生活圈部分共劃設出 13 個鄰里生活圈，每個生活圈之服務半徑為 600 公尺，多數鄰里生活圈之服務圈域亦相互交錯，服務人口數也會相互吸收，這是因為竹東鎮鄰里之規劃較為凌亂，所以無法依據原本鄰里區界予以劃設，因此災後之避難位置應以民眾所在區位最近步行距離之避難據點為主。

(二) 生活圈服務圈域涵蓋率：以各鄰里生活圈域覆蓋率而言，多數鄰里生活圈均能覆蓋竹東鎮人口較密集區域，甚至於竹東鎮公所附近，由於避難據點密集因此避難空間尚有餘裕，但東寧里、員山里、頭重里、軟橋里及上坪里部分則仍有部份區域未被覆蓋，其中東寧里、員山里及頭重里人口較多，主要原因乃是竹東鎮地理環境呈狹長型，以 600 公尺範圍作為服務半徑將難以全數涵蓋，對此應多闢適當之避難據點或調整其服務半徑，以補其不足。

表 6-17 竹東鎮鄰里生活圈劃設成果表

生活圈層級	生活圈名稱	防救災空間名稱	行政里範圍
-------	-------	---------	-------

鄰里 防 災 生 活 圈	第 1 鄰里生活圈	竹中國小、竹中老人會館	員山里、頭重里
	第 2 鄰里生活圈	二重國小、二重社區活動中心	二重里
	第 3 鄰里生活圈	二重國中、柯湖里集會所、三重里集會所	柯湖里、三重里
	第 4 鄰里生活圈	陸豐國小	陸豐里
	第 5 鄰里生活圈	自強國中、忠孝活動中心、上智小學	忠孝里、五豐里、榮華里
	第 6 鄰里生活圈	大同國小、大同活動中心、仁愛河道停車場	榮樂里、仁愛里、榮華里、竹東里
	第 7 鄰里生活圈	育樂公園、中興河道停車場	榮樂里、東華里
	第 8 鄰里生活圈	竹東國小、南華社區活動中心	東華里、南華里
	第 9 鄰里生活圈	竹東國中	竹東里、商華里
	第 10 鄰里生活圈	中山國小、中山社區活動中心	中山里、雞林里、中正里
	第 11 鄰里生活圈	上館國小、大鄉社區活動中心	大鄉里、上館里、東寧里
	第 12 鄰里生活圈	員棟國小、軟橋集會所	員棟里、軟橋里
	第 13 鄰里生活圈	瑞峰國小、上坪集會所	瑞峰里、上坪里

資料來源：本研究整理

二、地區防災生活圈

(一) 生活圈劃設：依據本研究擬定之生活圈劃設原則，竹東鎮共劃設出 5 個地區生活圈，其中由於考量陸豐里地理位置特殊，於地震後，可能產生聯絡竹東鎮主要橋樑受損，而導致孤立情形，故特另規畫一獨立地區生活圈。每個生活圈之服務半徑為 2000 公尺，第三、四及五部分地區生活圈之服務圈域相互交錯，服務人口數也會相互吸收，各地區生活圈内所擁有防災空間亦相對增加，但並非各地區生活圈擁有之空間功能均相同，如消防分隊只分佈第一及第三地區生活圈之中。

(二) 生活圈服務圈域涵蓋率：依據防災生活圈劃設成果圖顯示，竹東鎮員山里區域未納入鄰近地區生活圈域內，而頭重里有將近一半區域亦未納入，有此結果，主要原因乃因為竹東鎮地形狹長，以本研究所設定劃設半徑標準，仍無法將全數區域納入，另一主要原因則為該地區公園、綠地避難空間開闢率甚低，上述兩區域在新城斷層事件中，均為災損較嚴重區域，故對於未納入區域應訂有因應方式，如跨縣市收容或再闢設生活圈。

表 6-18 竹東鎮地區防災生活圈評估及規劃結果表

生活圈層級	生活圈名稱	防救災空間名稱	行政里範圍
地區防災生活圈	第一地區防災避難圈	二重國中、二重消防分隊、二重埔派出所	員山里、頭重里、二重里、柯湖里、三重里
	第二地區防災避難圈	陸豐國小	陸豐里
	第三地區防災避難圈	自強國中、中興河道停車場、育樂公園、林醫院	忠孝里、榮樂里、仁愛里、五豐里、榮華里、竹東里、商華里、東華里
	第四地區防災避難圈	竹東高中、仁愛河道停車場、竹東榮民醫院、竹東消防分隊、竹信醫院、竹東派出所	商華里、東華里、南華里、中山里、雞林里、中正里、大鄉里
	第五地區防災避難圈	東泰高中、署立竹東醫院、下公館派出所、中油鑽探處、上坪派出所	上館里、員棟里、軟橋里、瑞峰里、上坪里、東寧里

資料來源：本研究整理

三、全市型生活圈

依據本研究擬定之生活圈劃設原則，全市型防災生活圈部分只劃設 1 個全市型防災生活圈，該生活圈之服務半徑以全鎮為範圍，其中心地選定，經多方評估後，乃以中興河道停車場為主，竹東河濱公園雖腹地廣大，有高架道路倒塌、地質不穩定及出入口不便之疑慮，故暫不列入考量，但仍可於災後經專家鑑定，確定無安全顧慮後始可運用。

表 6-19 竹東鎮全市型防災生活圈評估及規劃結果表

生活圈層級	生活圈名稱	防救災空間名稱	行政里範圍
全市防災生活圈	竹東鎮防災生活圈	中興河道停車場、竹東鎮公所、竹東警察分局、第二消防大隊、竹東鎮農產品展示中心、署立竹東醫院、竹東榮民醫院	全竹東鎮共計 25 個里

資料來源：本研究整理

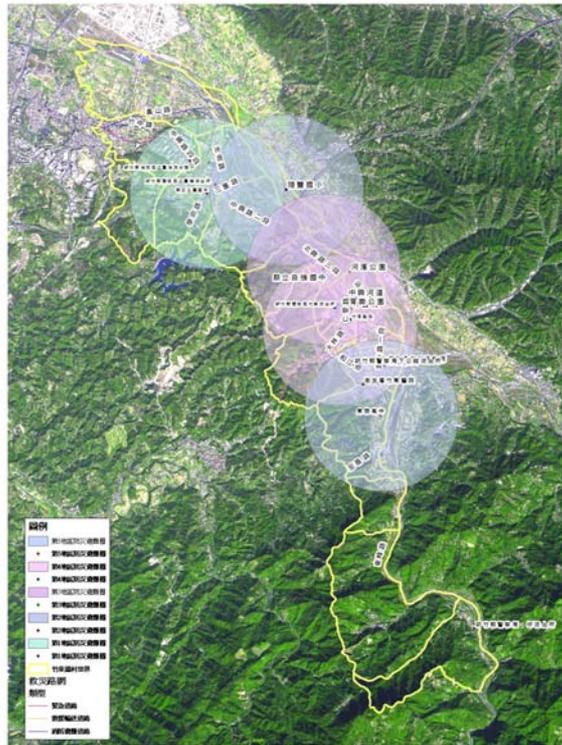
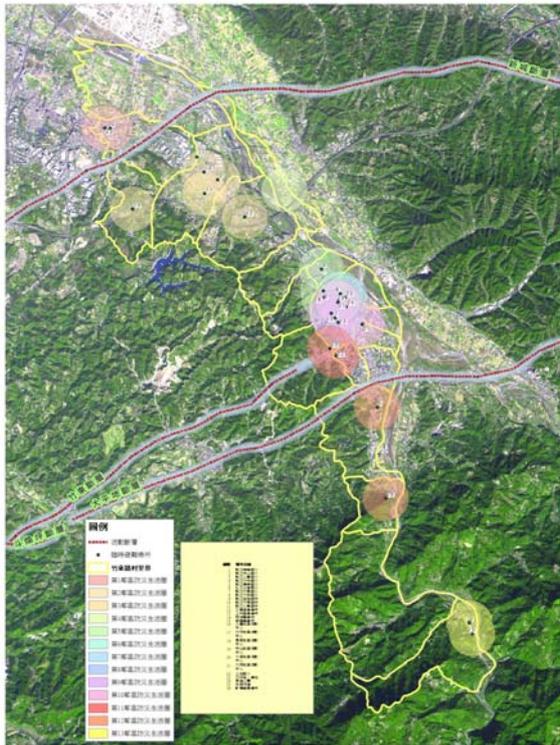


圖 6-19 鄰里防災生活圈劃設圈域示意圖

圖 6-20 地區防災生活圈劃設圈域示意圖

6.5.2 防災生活圈功能比較分析

一、鄰里防災生活圈

表 6-20 竹東鎮鄰里生活圈避難空間需求及供給檢討表

層級	生活圈名稱	防災空間功能	新城事件避 難人數推估	新城事件避 難空間需求	據點內避難 空間供給量	新城事件避難供給 與需求差額
			大坪地事件 避難人數推 估	大坪地事件 避難空間需 求		大坪地事件避難供 給與需求差額
鄰里 防災 生活 圈	第 1 鄰里生活圈	避難	7893	15786	5660	-10126
			1905	9810		-4150
	第 2 鄰里生活圈	避難	8541	17082	3560	-13522
			3429	6858		-3298
	第 3 鄰里生活圈	避難、物資	6503	13006	4970	-8036
			4235	8470		-3500
	第 4 鄰里生活圈	避難、物資	277	554	1800	1246
			175	350		1450
	第 5 鄰里生活圈	避難、物資	8385	16770	5631	-11139
			11276	22552		-16921

第 6 鄰里生活圈	避難	7639	15278	16600	1322
		11354	22708		-6108
第 7 鄰里生活圈	避難	1435	2870	15701	+12831
		2365	4730		+10971
第 8 鄰里生活圈	避難	1127	2254	5440	+3186
		2132	4264		+1176
第 9 鄰里生活圈	避難	2090	4180	8900	+4720
		4448	8896		+4
第 10 鄰里生活圈	避難	2378	4756	2000	-2756
		5616	11232		-9232
第 11 鄰里生活圈	避難	6233	12466	15198	+2732
		19919	39838		-24640
第 12 鄰里生活圈	避難	659	1318	2835	+1517
		2646	5292		-2457
第 13 鄰里生活圈	避難	96	192	2488	+2296
		444	888		+1600

資料來源：本研究整理

(一) 避難需求與供給檢討：



1、新城地震事件：

(1) 避難空間供應總量：新城地震事件臨時避難人口總數約為 23675 人，避難生活空間需求 47350 m²，而竹東鎮各鄰里生活圈避難空間總供給量為 99203 m²，可知臨時避難空間足夠。

(2) 各防災分區評估：以各鄰里分區評估，除第 4、6、7、8、9、11、12、13 鄰里分區外，其餘各分區均有避難空間不足情形，原因除部分分區服務範圍重疊性高，重疊區域民眾難以掌握往何處避難，因此部分分區避難人口數重複計算外，但主要原因乃是部分地區傷亡情形較嚴重，因此避難空間需求較高所致。

(3) 都市計劃中未開闢公園、兒童遊樂場用地開闢後納入評估後，發現上述未開闢用地大都分布於第 1、2、3、5、6、10、11、12 分區，亦是避難空間需求缺額較多區域，若全數開闢後計 20.33 公頃，另考慮影響公園避難用地之開放空間，建蔽率以 30% 為推估值計算，預估可用避難空間共計 14.2 公頃，而新城地震事件中，各鄰里分區避難空間缺額計 45579 m²，經

比較後得知，若未開闢用地妥善運用，應可因應震後避難需求。

2、大坪地地震事件：

(1) 避難空間供應總量：大坪地地震事件臨時避難人口總數約為 **30415** 人，避難生活空間需求 **60830** m²，評估竹東鎮各鄰里生活圈避難空間之總供給量為 **99203** m²，而臨時避難空間足夠。

(2) 各分區評估：以各鄰里分區評估，除第 4、7、8、9、13 鄰里分區外，其餘各分區均有避難空間不足情形，原因除部分分區服務範圍重疊性高，避難人口量重複計算外，其主要原因乃是部分地區傷亡情形較嚴重，因此避難空間需求較高所致。

(3) 都市計劃中未開闢公園、兒童遊樂場用地開闢後納入評估後，發現上述未開闢用地大都分布於第 1、2、3、5、6、10、11、12 分區，亦是避難空間需求缺額較多區域，若全數開闢後計 20.33 公頃，另考慮影響公園避難用地之開放空間，建蔽率以 30% 為推估值計算，預估可用避難空間共計 14.2 公頃，而大坪地地震事件中，各鄰里分區避難空間缺額計 70306 m²，經比較後得知，若未開闢用地妥善運用，應可因應震後避難需求。

(二) 防災空間功能分析：鄰里生活圈之功能為最簡單，僅能應付災民一般避難生活所需，故僅具備避難及物資功能。

二、地區防災生活圈

(一) 避難需求與供給檢討：

表 6-21 竹東鎮地區生活圈避難空間需求及供給檢討表

層級	生活圈名稱	防災空間功能	新城事件避難	新城事件避難	據點內避難空間供給量	新城事件避難供
			人數推估	空間需求		給與需求差額
			大坪地事件避難	大坪地事件避難		
			人數推估	空間需求	大坪地事件避難供給與需求差額	
生活 防災	第一地區生活圈	避難、物資、消防、警察	6028	24112	4970	-19142
			1928	7712		-2742

第二地區生活圈	避難、物資	54	218	1800	+1582
		49	196		+1604
第三地區生活圈	避難、物資、醫療	2240	8960	19701	+10741
		5622	22488		-2787
第四地區生活圈	避難、物資、醫療、消防、警察、救災指揮	982	3928	14341	+10413
		4618	18472		-4131
第五地區生活圈	避難、物資、醫療、消防、警察	506	2024	11217	+9193
		6950	27800		-16583

資料來源：本研究整理

1、新城地震事件：

(1) 避難空間供應總量：新城地震事件臨時收容人口數約為 7749 人，避難生活空間需求 30996 m^2 ，而竹東鎮各地區生活圈避難空間之總供給量為 43301 m^2 ，評估可見竹東鎮地區生活圈臨時空間供給量尚稱足夠求。

(2) 各分區評估：以各防災分區評估，則以第一分區避難需求最高且嚴重不足，主要原因為該區鄰近斷層帶，災情最為嚴重，故避難空間需求最高。

(3) 以現行竹東鎮都市計畫而言，仍有一處國中用地及一處國小用地未開闢，其用地面積計 8.35 公頃，於新城地震事件中，各地區防災生活圈避難空間缺額為 19142 m^2 ，目前雖無法確實掌握未開闢用地之可用避難空間為何，依此判斷，若仍全數開闢，應該對於部分避難空間不足區域將產生幫助。

2、大坪地地震事件：

(1) 避難空間供應總量：大坪地地震事件時收容人口數約為 14655 人，避難生活空間需求 58620 m^2 ，竹東鎮各地區生活圈避難空間之總供給量為 43301 m^2 ，竹東鎮地區生活圈臨時空間供給量明顯不足。

(2) 各分區評估：以各防災分區評估，除第 2 分區避難空間供給足夠外，其餘分區均為不足，其中以第 5 分區差額最大，故對於避難空間不足部分，竹東鎮公所應多開闢鎮內可用之空間。

(3) 以現行竹東鎮都市計畫而言，仍有一處國中用地及一處國小用地未開闢，其用地面積計 8.35 公頃，於大坪地地震事件中，各地區防災生活圈避難空間缺額為 26243 m²，目前雖無法確實掌握未開闢用地之可用避難空間為何，依此判斷，若仍全數開闢，應該對於部分避難空間不足區域將產生幫助。

(二) 防災空間功能分析：地區防災生活圈之定位原本就較鄰里生活圈較為高級，因此將具備較完善之防災功能，依據本研究之規劃結果，第四地區生活圈具備較完整之防災功能，但儘管如此，其餘生活圈均至少具備避難及物資功能。

三、竹東鎮防災生活圈

(一) 避難需求與供給檢討：

1、新城地震事件：由本章節避難人口推估結果得知，中長期收容人口數約為 379 人，避難生活空間需求 5685 m²（以組合搭設之空間需求），而竹東鎮防災生活圈避難空間之總供給量為 13330 m²，評估得知竹東鎮中長期收容空間供給量足夠。

2、大坪地地震事件：由本章節避難人口推估結果得知，臨時收容人口數約為 718 人，避難生活空間需求 10770 m²，竹東鎮各地區生活圈避難空間之總供給量為 13330 m²，評估得知竹東鎮中長期收容空間供給量足夠。

(二) 防災空間功能分析：全市型生活圈雖以中長期收容場所為其中心地，但以竹東鎮全鎮為主要之考量，其包含防災空間內容亦為最多元，故提供之功能最為強大。

表 6-22 竹東鎮防災生活圈避難空間需求及供給檢討表

層級	生活圈名稱	防災空間功能	新城事件避難	新城事件避難	據點內避難	新城事件避難供
			人數推估	空間需求		給與需求差額
			大坪地事件避	大坪地事件避		
			難人數推估	難空間需求	大坪地事件避難	
					供給與需求差額	
市全	竹東鎮防災 生活圈	避難、物資、 消防、警察、	379	1518	4257	+2739

	生活圈	消防、警察、 救災指揮、醫 療	718	2872		+1385
--	-----	-----------------------	-----	------	--	-------

資料來源：本研究整理



七、結論與建議

7.1 結論

一、竹東鎮防災生活圈及各類據點規劃評估結論

(一) 防災避難空間需求與供給檢討：

經本研究評估結果，竹東鎮境內可開設之避難空間相當多，僅大坪地地震事件中臨時收容場所總供給較為不足，但為確保避難空間有效性，仍應持續推動避難據點之耐震度評估及補強工作。由竹東鎮防災空間調查資料發現竹東鎮內鄰里公園開闢率甚低且不當佔用情形嚴重，導致在災後避難空間運用上鄰里公園發揮功能不大，所幸竹東鎮境內學校用地中可供避難使用空間寬裕，故對於避難工作尚不致產生阻礙。

(二) 防災道路系統：



本研究評估發現竹東鎮防災道路系統普遍在 20 公尺以下，且道路規劃較為紊亂，由於部分地區開發密集，道路相對狹小，路邊停車未加以管制，招牌設置混亂，在強烈地震發生後，容易因建築倒塌造成道路阻塞及逃生困難之情形，增加傷亡人數。

(三) 防災物資儲備及調度：

經本研究評估後發現避難人口數龐大，依據竹東鎮防災資料庫顯示，物資儲備未能足以供應震後難民潮生活所需，因此竹東鎮公所應與境內相關業者、廠商簽訂支援協定，並確實掌握其儲備數量，以便在外援到來前能自給自足。

(四) 消防救災車輛及人力配置：

依據本研究消防戰力及用水量需求評估，發現竹東鎮雖已設有 2 處消防分隊，評估時已將義務協助救災勤務人員納入計算，但災後消防車輛及人力需求與配置量仍稍為不足，而且

本研究尚未針對其他搜救任務所需車輛、人力做出評估，因此對於消防車輛及人力需求缺口應儘速補足，另外，消防有效水源應廣為開闢，並建立水源資料庫。

(五) 災害應變中心設置及備援中心：

1、竹東鎮應變中心設於竹東消防分隊，該分隊建築物為民國 86 年前興建，其耐震規範較低，依據 TELE 系統輸出之 PGA/Code86 數值顯示，不論為新城地震事件或大坪地地震事件，其數值均大於 1.5，因此應優先實施耐震度評估及補強措施，以確保震後建築物結構之安全。

2、備援中心選定雖已於本研究做出適宜地點之評估結果，但對於備援中心應配置相關設備（施）應儘速充實，且對於災後緊急應變機制亦應於災前擬定，並傳達至各災害應變小組成員，以利災後緊急應變工作之遂行。

(六) 震後工程搶險工作規劃：

本研究已評估震後等待清理之建築廢棄物數量，評估顯示竹東鎮既有工程搶險機具仍嚴重不足，且此評估尚未考慮橋樑及道路搶修之需求，因此為使災後救災工作能順利展開，除應針對重要防災道路優先實施搶修外，對於工程搶險機具不足數量，應多與鄰近鄉鎮市相關廠商簽訂支援協定，以增加自身工程搶險能力。

(七) 醫療院所應變能力評估：

依據本研究評估結果，不論新城地震事件或大坪地地震事件，對於醫療院所災害應變能力評估均相當不足，且評估時應考量研究規模，尚未將醫療院所震後損害率納入考量，因此對於災後可能面臨重大傷亡之情形，應提出補強之辦法。

(八) 防災生活圈規劃評估：

1、鄰里生活圈：

(1) 以各鄰里生活圈域覆蓋率而言，多數生活圈能覆蓋竹東鎮人口較密集區域，甚至於竹東鎮公所附近，由於避難據點密集因此避難空間尚有餘裕，但東寧里、員山里及頭重里部分則多數區域未被覆蓋，該地區應多闢適當之避難據點，如公園、綠地等避難空間，以補其不足。

(2) 各分區避難需求與供給檢討：雖避難空間供應總量可因應災後避難需求，但部分鄰里分區災情較嚴重，避難空間需求較高，避難空間尚為不足，但仍有部分分區尚有餘裕，因此災後避難規劃應靈活運用及調配。

2、地區生活圈：

(1) 以各地區生活圈域覆蓋率而言，依據防災生活圈規畫成果圖顯示，竹東鎮員山里區域完全未納入鄰近生活圈域內，而頭重里有將近一半區域亦未納入，主要原因乃因為竹東鎮地形狹長，以本研究所設定劃設半徑標準，仍無法將全數區域納入，上述兩區域在新城斷層事件中，均為災損較嚴重區域，故對於未納入區域應訂有因應方案，如跨縣市收容或再另闢設一生活圈，另外，依據竹東鎮都市計畫現況，仍有國中、小學用地未開闢，若仍如期開闢運用，將有助地區生活圈避難空間需求。

(2) 各分區避難需求與供給檢討：不論新城或大坪地地震事件，地區防災生活圈之供需嚴重落差，因此應多開闢其餘避難空間，如公園、綠地及停車場等

二、運用地震災損推估系統於防災生活圈劃設作業

(一) 由於目前 TELES 分析模組仍尚未健全，諸多結果未能順利從系統中產出，因此本研究蒐集、歸納多項國內外文獻及多位先進研究成果，以多方角度思考，方能完成本研究中地震災損推估結果運用及各項評估原則擬定，依此成果亦可運用於不同模擬地震事件，以評估不同地震所造成之災損結果，規劃災害防救作業，以符合實際災害需求。

(二) 本研所得災損數據規劃原則與生活圈評估及劃設之流程，可供其他區域或地方政府於規劃都市防救災工作或防災生活圈規劃參考。

(三) 地震災損評估系統模擬地震之災損結果精確度，取決於其內建資料庫與參數設定之齊

全，目前 TELES 在功能性與應用性層面上，雖無法與 HAZ-Taiwan 比擬，且部分模組資料庫尚未完備，但其震災早期評估功能仍可協助地方政府災後應變，且經本研究擬定多項評估方法及原則，應可補強其不足之處，但仍有待未來研究之投入，以提高其準確度。

(四) 以往生活圈之規劃評估多偏向於理論及原則探討，多以供給面思考，本研究運用災損推估系統產出之量化數據，希望以需求面實際評估，檢討其現行都市災空間及資源儲備規劃上不足地方。

7.2 建議

一、災損數據之應用需透過推估公式，因此若能以符合時間點、環境條件、區域特性之推估公式來轉換災損數據，將能獲得精準度較高之數據，避免規劃防救災作業時失去其精度。

二、目前由國家地震工程中心所開發之 TELES 系統，分析功能上尚有很大之發展空間，建議應儘速強化其分析模組及資料庫不斷更新及建立，並廣為推廣，以供地方政府運用於都市計畫更新及防災整備計畫之擬定，使都市防災力大幅提升。

三、防災生活圈的劃設是建立於都市計畫體系下的防災計畫，目前台灣地區的都市計畫大部分皆缺乏防災計畫的設置，以致於災難發生時難免有無所適從的情況，因此建議現行都市計畫應納入防災生活圈的觀念，以保障人民生命財產的安全。

四、本研究評估發現，不論在新城地震事件或大坪地地震事件模擬中，部分區域地表振動程度均相當高，其中不乏重要據點設置如鎮公所、醫院、學校、消防分隊、派出所及潛在危險場所等，因此對於此類重要據點建議應儘速進行耐震能力評估及補強。

五、防災生活圈的劃設，除政府部門在都市計畫中防災計畫的規劃外，對於民眾有效的宣導及教育防災生活圈的觀念更是重要。使防災生活圈的觀念及作法深植人心，如建立鄰、里居民災害自救組織，加強民眾災害自救能力與知識，使民眾在災難發生時更可發揮自救助人功能。

六、防災道路及橋樑系統受損程度為災後救援能量是否到達災區之因素，本研究未能針對道路及橋樑受損部分提出評估結果，除期待 TELES 系統相關模組及資料庫儘速建置完成外，建

議訂定道路緊急搶修及替代道路計畫，掌握及儲備道路搶修資源，建置人才、雜具資料庫。對於竹東鎮內道路規劃較紊亂部分，應於都市計畫通盤檢討時逐年改善，以確保災後道路救援功能。

七、本研究在劃設防災生活圈之服務圈域時，並未考慮路網受到震災而受損的狀況，因而所得到結果恐有失真的情況，因此建議未來相關的研究應進行防救災路網遭受損壞的模擬，以使研究成果能更符合真實的災難情況。



參考文獻

- [1] 何明錦、李威儀，都市計畫防災規劃手冊彙編，內政部建築研究所研究，台北，2000。
- [2] 李威儀、丁育群，都市防災與災後應變研究計畫（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，台北，2003。
- [3] 竹東鎮地區災害防救計畫，竹東鎮公所，2004。
- [4] 變更竹東都市計畫（四次通盤檢討）書，竹東鎮公所，2001。
- [5] 變更竹東「頭重、二重、三重地區」都市計畫（第二次通盤檢討）書，竹東鎮公所，2001。
- [6] 何明錦、黃定國，都市計劃防災規劃作業之研究，內政部建築研究所，台北，1997。
- [7] 江渾欽、洪鴻智，HAZ-Taiwan 地震災害損失成本及其比率推估—以建築結構物破壞引起之直接間接損失為探討對象（台北市示範地區第一期計畫），內政部營建署委託，台北，1999。
- [8] 蕭江碧、張益三，地方層級都市防災規劃及改善管理計畫之研擬嘉義市都市防災避難空間系統規劃示範計畫，內政部建築研究所，台北，2002。
- [9] 何明錦、洪鴻智，應用HAZ-Taiwan系統進行都市計畫防災規劃方法與方式探討，內政部建築研究所，2002。
- [10] 洪鴻智、詹士樑，都市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 整合應用，內政部建築研究所研究計畫，台北，2001。
- [11] 陳建忠、洪鴻智，應用HAZ-Taiwan系統進行都市計畫防災規劃方法與方式之探討（二）

都市防災計畫之應用，內政部建築研究所計畫，台北，2003。

- [12] 陳亮全、洪鴻智、賴美如，「應用HAZ-Taiwan系統進行地震建物直接經濟損失之估計：以台北市士林區為例」，地震災害境況模擬研討會論文集，台北，2001。
- [13] 石富元，「災難事件之定義、分類與分級標準研究」，台灣醫學；Vol. 6，No. 3，374 - 384頁，2002。
- [14] 黃世忠，「以火災釋放率分析消防用水量之研究—實務案例探討」，中央警察大學，碩士論文，2003。
- [15] 唐鎮宇，「基隆市地震後搶救應變對策之研究」，中央警察大學，碩士論文，2003。
- [16] 蘇瑛敏、蔡承璋，「活動斷層帶限制發展處理機制與策略評估之研究」，都市與計劃，第三十卷第四期，301~323頁，2003。
- [17] 蔡承璋，「活動斷層帶限制發展處理機制與策略評估之研究」，國立台北科技大學，碩士論文，台北，2004。
- [18] 羅俊雄、葉錦勳、陳亮全、洪鴻智、簡文郁、廖文儀，「HAZ-Taiwan 地震災害損失評估系統」，台大工程學刊，第八十五期，13-32，台北，2002。
- [19] 包昇平，「都市防災避難據點適宜性評估之研究-以嘉義市為例」，國立成功大學，碩士論文，台南，2004。
- [20] 李威儀、錢學陶，從都市防災系統中實質空間防災功能檢討—(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。
- [21] 李達志，「震後火災起火危險度評估之研究」，中央警察大學，碩士論文，桃園，2002。
- [22] 何明錦、洪鴻智、詹士樑、簡長毅，應用 HAZ-TAIWAN 系統進行都市計畫防災規劃方法，

內政部建築研究所，台北，2002。

- [23] 林淑鎂，「地方層級都市安全防災規劃內容架構與地震災害評估模式之研究」，國立台北科技大學，碩士論文，台北，2004。
- [24] 陳建忠、詹士樑，都市地區避難救災路徑有效性評估之研究，內政部建築研究所，台北，1999。
- [25] 張國松，「震災物資支援據點與物流管理機制之研究」，國立台北科技大學，碩士論文，2004。
- [26] 曾明遜、詹士樑，都市地區避難救災路徑有效性評估之研究(二)-地區避難路徑與據點之配合，內政部建築研究所，台北，2000。
- [27] 葉錦勳，台灣地震損失評估系統之簡介，國家地震工程研究中心，台北，2003。
- [28] 葉錦勳、鍾立來、簡文郁，台灣地震損失評估系統之災損評估，國家地震工程研究中心，台北，2003。
- [29] 葉錦勳、羅俊雄，Haz-Taiwan 在台北市地震災害境況模擬之應用，國家地震工程研究中心，台北，2002。
- [30] 蔡伯全，「都市防救管理體系及避難圈域適宜規模之探究-以嘉義市為例」，成功大學，碩士論文，2002。
- [31] 蕭江碧、洪玉珠、陳建忠，九二一震災重傷者受傷因素與建築特性關係研究，內政部建築研究所，台北，2002。
- [32] 塗佩菁，「都市生活圈防災規劃原則之研究-以士林生活圈為例」，國立台北科技大學，碩士論文，2002。
- [33] 李佩瑜，「由鄰里單元觀點探討震災時救災避難圈之規劃」，國立成功大學，碩士論

文，台南，2000。

- [34] 張益三、蔡柏全，建立都市防災規劃中基礎避難圈域之服務規模推估模式，第七屆國土規劃論壇學術研討會論文集，台南，2003。
- [35] 陳弘毅，消防學，鼎茂圖書出版公司，台北，2000。
- [36] 熊光華，都會區地震後火災防治策略規劃研究，內政部建築研究所，台北，2001。
- [37] 陳亮全、邱昌平，地震災害危險度評估項目之探討，內政部建築研究所，台北，1989。
- [38] 陳亮全、邱昌平，都市易致震災之評估，內政部建築研究所，1989。
- [39] 歐秀玲，「台北都市敏感地之研究—以火災及地震為例」，逢甲大學，碩士論文，台中，2000。
- [40] 吳信義，「防災生活圈劃設之研究—以台中市震災為例」，逢甲大學，碩士論文，台中，2000。
- [41] 簡文郁，「設計地震力參數與結構可靠度分析」，國立台灣大學，博士論文，台北，1996。
- [42] 熊光華，防救災體系計畫資料蒐集及資料庫建立之研究成果報告，內政部消防署，台北，2000。
- [43] 蕭代基，聖嬰—南方振盪現象氣候預測的潛在經濟效益分析：異常自然現象預防與損失減輕政策工具研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，台北，2002。
- [44] 李信慧，「都市消防救災功能之研究—以台中市為例」，逢甲大學，碩士論文，台中，1996。
- [45] 黃正義，台北市政府防救災策略計畫及標準作業手冊，台北市政府，台北，2000。
- [46] 黃定國，車站周邊地區都市防災計畫之研究-以南港車站周邊地區為例，內政部建築研究所，台北，2000。

- [47] 黃定國，都市暨都市計畫防災作業準則，教育部，台北，2000。
- [48] 高家富、葉耀先、劉志剛、陳壽梁、吳英健、鍾益村、梁發雲、韓精忠等，城鎮抗震防災規劃，台灣復文興業股份有限公司，第147頁，1995。
- [49] 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，內政部建築研究所，2003。
- [50] 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。
- [51] 白添富，「營建廢棄物之管理與管制探討」，國立台北大學，碩士論文，台北，2004。
- [52] 神戶市地域防災計畫-地震對策編，日本東京，1996。
- [53] 室崎益輝，建築防災、安全，鹿島出版社，日本東京，1993。
- [53] 陳亮全，都市建築地震災害要因資料系統之建立，內政部建築研究所，台北，1993。
- [54] 東京都都市計畫局，防災生活圈示範、事業暨調查報告書，日本東京。1985。
- [55] 三船康道，地域・地區防災手法，株式會社，1995。
- [56] 蕭江碧、黃定國，都市計畫有關都市防災系統規劃之研究，內政部建築研究所，台北，1996。
- [57] Akiyo Hattori，Policies of Disaster Prevention Parks in Japan，造園季刊，2000。
- [58] Yasushi Tanaka，Construction of the communities Against Disasters，造園季刊，2000。
- [59] 陳建忠，都市計畫通盤檢討有關防災規劃作業程序及設計準則之研究，內政部建築研究所，台北，1999。
- [60] 丁育群、蔡綽芳，九二一震災對都市空間防災規劃問題探討，工程界談九二一大地震研討會，2000。
- [61] 張益三，都市防災規劃之研究，台灣省住都處市鄉規劃局，南投，1999。
- [62] 李威儀、錢學陶、李咸亨，台北都市計畫防災系統之規劃，內政部建築研究所，台北，

1997。

- [63] 張哲嘉，「緊急醫療網路系統之建立」，大業大學，碩士論文，彰化，1997。
- [64] 台中市都市發展策略研究，台中市政府，2000
- [65] 蕭江碧、張益三，地方層級都市防災規劃與改善管理計畫之研擬－嘉義市都市防災規劃示範計畫，內政部建築研究所，台北，2002。
- [66] 建築物耐震係數規範及解說，內政部營建署，台北，2005。
- [67] 強化新竹縣防救災能力第二年計劃期末報告書，國立中央大學，桃園，2006。
- [68] 陳明湖，「地震災損評估系統應用於地區災害防救計劃之研究」，國立台北科技大學，碩士論文，台北，2005。
- [69] 張國松，「震災物資支援據點與物流管理機制之研究」，國立台北科技大學，碩士論文，台北，2004。
- [70] 陳柏亨，「學校建築於廣域震災之防救災機能研究」，國立台北科技大學，碩士論文，台北，2004。



附錄

都市防災各項防救災資源推估公式一覽表		
推估項目	推估公式	參考文獻
避難人口推估公式	<p>一、基本公式</p> <p>(一) 臨時避難場所收容需求：$A+B+C$</p> <p>(二) 臨時收容場所收容需求：$B+C \times (1-\beta)$</p> <p>(三) 中長期收容場所收容需求：依 921 統計資料顯示，全倒+半倒影響人數$\times 4.9\%$</p> <p>A：建築物輕微受損影響人數</p> <p>B：建築物半倒影響人數</p> <p>C：建築物全倒影響人數</p> <p>β：目前新竹縣之住宅地震保險投保率</p> <p>二、推估所需數據及相關資料</p> <p>(一) TELES 輸出之一般建築物倒塌棟數數據。</p> <p>(二) 竹東鎮各使用類別建築物樓地板面積統計資料。</p> <p>(三) 竹東鎮每戶平均人口數統計資料。</p> <p>(四) 竹東鎮震災保險比例資料。</p>	

	<p>三、避難人數推估計算公式。</p> <p>(一) 臨時避難場所收容需求(災後 3 小時至 1 周)</p> $\#UNU = (\#DBld_{Low} \times \alpha_{Low} + \#DBld_{Med} \times \alpha_{Med} + \#DBld_{High} \times \alpha_{High}) \times R_{Res}$ $\#STP = \#UNU \times \#PPU \times \beta$ $\beta = 50\%$ <p>(二) 臨時收容場所收容需求(1 周至 4 周)</p> $\#UNU = (\#DBld_{Low} \times \alpha_{Low} + \#DBld_{Med} \times \alpha_{Med} + \#DBld_{High} \times \alpha_{High}) \times R_{Res}$ $\#STP = \#UNU \times \#PPU \times \beta$  <p>(三) 中長期收容場所收容需求 (4 週以上)</p> <p>本階段人數以 921 地震災情統計經驗值計算。</p> <p>中長期收容場所收容需求 = 臨時收容場所收容需求 × 4 · 9%</p>	
<p>醫療 資源 評估 公式</p>	<p>一、評估所需數據及資料</p> <p>(一) TELES 系統輸出之傷亡人數。</p> <p>(二) 竹東鎮醫療院所病床數及救護隊統計資料</p> <p>(三) 竹東鎮消防分隊救護時間平均統計</p>	<p>[68]</p> <p>[13]</p>

二、**緊急救護資源評估**：緊急救護需求係以負傷者數量作為推估對象，除統計竹東鎮內救護隊數量外，並假設每次救護所需時間，以評估既有救護車資源是否足夠滿足災後緊急後送所需。

推估公式：

1、負傷人數＝中度傷害＋重度傷害＋死亡人數×10%。

2、救護時間依據新竹縣消防局統計資料，救護一次平均所需時間約22.5分鐘，但考量災後交通動線可能造成阻斷，或者長時間從事救護工作，可能造成疲勞或車輛往返時間，故加權修正為**30分鐘／每次救護平均時間**，消防分隊工作時數為24小時，地方責任醫院由於救護人員不足，工作時數設定為12小時。

三、醫療院所資源及能力評估



(一) 評估方式一

設定 TELES 系統產出之傷亡人數中 T1 及 T2 人數為中長期醫療據點之需求量，再依據竹東鎮內各醫療院所病床數空床率之統計，以評估災後中長期醫療照護能力是否足夠。此項評估尚不考慮醫療院所內醫護人員足夠與否問題，據了解醫療院所病床數設置時，已考慮其醫護人員配置數量與能力。

推估公式：負傷人數(中度傷害＋重度傷害＋死亡人數×10%)/N1×B1+N2×B2+N3×B3+ N4×B4…

1. N1×B1+N2×B2+N3×B3+ N4×B4…=院內各類病床空床數

2. (N1, N2, N3, N4...) 為各類病床空床率

3. (B1, B2, B3, B4...) 為各類病床數量

(二) 評估方式二

參酌學者石富元(2002)災難事件之定義、分類與分級標準研究成果，評估竹東鎮地區醫院醫療嚴重度指標，以判斷災難事件，醫療是否需要動員，或是動員程度的指標。

推估公式： $MSI = (N * S) / TC$

若推估結果 $MSI > 1$ 則為災難事件，則代表該地區醫療資源將有不足之情形。



1、傷患分為以下四類

T1：危及生命之傷，需立即處理

T2：非危及生命之傷，但需醫院處理

T3：輕微傷害，可以不在醫院處理

DOA：送達時已死亡，或明顯死亡

2、 S (嚴重度) = $(T1 + T2) / T3$

3、MRC: Medical Rescue Capacity

MTC: Medical Transport Capacity

	<p>HTC: Hospital Treatment Capacity</p> <p>一般的HTC為醫院的總床數之3%、推估時應取上述三數值中最小者，為速率決定步驟，計算時，TC應再乘以8小時（工作時數）。</p> <p>4、N=傷病患的數目（不管傷勢的嚴重度），通常是預估的值，可由TELES系統中傷亡人數得到，不同時間的值，可以分別以N1，N2，N3……等表示。</p>	
<p>民生物資需求推估公式</p>	<p>一、臨時廁所、盥洗設施</p> <p>（一）臨時廁所：避難據點若設在學校內當然可妥為運用校內之廁所，一般而言，學校內廁所數量應可滿足災民所需，但仍須注意若設於全市型公園或開放空間時，就應可考量臨時廁所之設置。推估公式：100人／一臨時廁所單元。</p> <p>（二）盥洗設施：一般而言，臨時避難據點內多數沒有設置盥洗設施，災後除臨時搭設簡易盥洗設施外，亦可委請軍方搭設野戰盥洗設施。推估公式：50人／一盥洗廁所單元。</p> <p>二、飲用水、糧食、民生必需品</p> <p>（一）飲用水之需求是災後最重要之物資之一，除事先儲備足夠之乾淨飲用水外（最好以包裝水為主），災前應於避難據點內規劃蓄水池設置，飲用水不足時，可以煮沸方式供應災民。推估公式：3L／每人一日飲水所需。</p> <p>（二）糧食：以米食為主要儲備對象，其餘物資如調味料、泡麵、乾糧、罐頭、食用油、奶粉等各種物品視實際需要調度。推估公式：400公克</p>	

	<p>／每人一日所需米食。</p> <p>(三)民生必需品：民生必需品對災民生活亦佔有必要之角色，如寢具、帳棚、衛生用品、盥洗用具（臉盆、牙膏、牙刷、毛巾、肥皂等）則應依據災民數量事先儲備，另外對於殘障人士、嬰兒及老年人所需亦應一併考量。推估公式：寢具一套／每人，帳棚一套／2人，盥洗用具一套／每人。</p> <p>三、生活用水</p> <p>生活用水包含災民盥洗、食物清洗、烹煮及部分可能用來飲用之需求，甚至作為消防之用，故應充分運用據點內既有蓄水池設施，若有不足可自來水公司或消防車隨時補充，推估公式：40L／每人一日所需，據點內水源儲備量應>40 立方公尺。</p>	
<p>震後火災及相關資源推估公式</p>	 <p>一、推估所須數據及相關資料</p> <p>(一) 竹東鎮地表最大加速度 (PGA) 推估數據</p> <p>(二) 竹東鎮建築物總樓地板面積統計資料</p> <p>(三) 竹東鎮人口統計資料</p> <p>二、推估方式：</p> <p>(一) 震後火災件數推估公式：</p> <p>每百萬平方公尺樓地板面積起火率 = $0.0029 * (gal) - 0.0047$</p> <p>(二) 震後火災滅火所需水量推估公式：</p>	<p>[21]</p> <p>[14]</p>

	<p>$m=3.6Nqt_1$</p> <p>N 為同一時間內火災次數；q 為單位時間內，單次滅火用水量 (1/sec)，；t₁ 為滅火延續時間(hr)；常數 3.6 表示單位由「1/sec」換算成「ton/hr」的係數。</p> <p>(三) 消防車輛及人力需求推估公式：</p> <p>1、消防車輛：火災件數×2(消防車組＝一部水箱車及一部水庫車)</p> <p>2、消防人力：消防車輛×6</p>	
<p>廢棄物數量推估及工程機具需求推估公式</p>	<p>一、廢棄物評估</p> <p>(一) 一般廢棄物量推估</p> <p>1、排泄物量推估公式：1.5 公升/每人一日產生數量。</p> <p>2、日常垃圾量評估：垃圾量推估為 200 公克/人日。</p> <p>(二) 建築物廢棄物量評估</p> <p>1、評估所需數據及資料</p> <p>(1) 一般建築物損害樓地板面積數據</p> <p>(2) 竹東鎮工程搶險機具統計資料</p> <p>2、建築拆除廢棄物量推估公式：</p>	<p>[68]</p>

根據內政部營建署(2002)統計研究結果，以 TELES 系統輸出全半、倒損壞之建築物損害樓地板面積數據代入推估建築廢棄物量，以下表示之。

表 5-13 單位樓地板面積組成之建築廢棄物重量

單位	木材	金屬類	玻璃陶瓷類	塑膠類	營建廢材	其它	合計
Kg/m ²	37.6	69.5	54.9	9.2	1039.6	6.6	1217.4

二、建築廢棄物清理及工程搶險資源需求評估原則：

本研究依據前項推估出災後全、半倒建築廢棄物之數量（立方公尺），並除以目前業界計算工程機具工作一日可處理之能力，由此計算災後工程機具需求數量，並且依據竹東鎮所有工程搶險機具資源數，以評估震後工程搶險工作效率。

工程機具處理能力：17 立方公尺/每小時，假設每日工作 12 小時（假設已扣除工作期間休息及油料補給時間）。