

# 都市地區地震災害避難據點與避難路徑擇定之研究

研究生：劉書綺

指導教授：單信瑜 博士

國立交通大學土木工程學系碩士班

## 摘要

都市地區是人口聚集，產經活動的主要場所。民眾之財產與生活所需設施多集中於此，一旦發生重大災害，將造成生命財產嚴重的損失。而災害的發生與所帶來的影響，在目前的科學中仍無法精確的預測。在這樣的時空環境之下，平時對於未來災害的準備與預防，便成為防災計畫的重要工作。台灣受歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊之擠壓影響，地震災害頻繁。地震災害的發生是屬於不確定性，發生之時間與地點是完全無法掌握的，所以地震災害發生時，為防止二次災害的發生所導致人員生命財產受到威脅，居民的疏散避難是一項很重要的任務。因此，本研究透過文獻回顧、專家訪談及實地調查之方式建構避難據點與避難路徑之評估項目與評估準則，作為都市地震災害避難據點與避難路徑擇定評估模式之基礎，藉由專家問卷及分析階層程序法求取評估因子間相對權重與重要性，並建立一套評估準則細項之評等標準。本研究選定板橋市仁愛里作為實證地區，並利用GIS進行空間區位展示與分析。最後針實證地區現有避難據點與避難路徑進行評估，根據實際得分狀況規劃出最適合仁愛里之避難據點與避難路徑。

關鍵詞：都市防災、AHP、避難路徑、避難據點、問卷調查、地震

# **Selection of Temporary Shelters and Evacuation Routes in Urban Area**

Student : Shu-Chi Liu

Advisor : Hsin-Yu Shan

Department of Civil Engineering

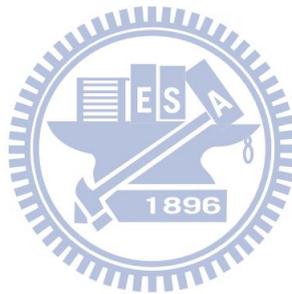
National Chiao Tung University

## **ABSTRACT**

Urban area was where people gather and business happens. Property and facilities also gathered here, so there would be serious damage once catastrophe took place. However, the influence brought by catastrophe was not able to be predicted by today's scientific technology. Under such environment, the most important part in urban disaster management is to prepare for and prevent from the future catastrophe in daily life. Taiwan was influenced by the clash of Eurasian Plate and Philippine Sea Plate, which results in a lot of earthquakes. Because there is no way to know the time and place earthquake takes place in advance, evacuation of residents in order to prevent secondary disaster threatening people's safety becomes a vital mission when earthquakes took hit. This study constructed a evaluation index system and standards for temporary shelters and evacuation routes of earthquakes in urban areas. They form the basis of evaluation model via literature review, interviews with experts and observation. This study also perused the relative weight and importance between

evaluation factors by taking questionnaires with experts and analytic hierarchy theory for details to build the evaluation standards. Jen-Ai Village of Pan Chiao City was chosen as the experimental area for GIS spatial analysis.

Keywords : Urban disaster management, Analytic Hieracarchy Process(AHP),  
Temporary Shelters, Evacuation Routes, Questionnaire, Earthquake



## 誌謝

論文終於完成了，研究所的生涯已經到了要寫誌謝的時候了，這也代表我即將從交大土木所正式畢業，在交大的日子有很多回憶，不論是開心的或是難過的事情，都是屬於我和交大的回憶，也認識了許多人，很開心能在這裡求學，接下來應該往人生的下一階段前進了。

本論文能夠順利完成，首先必須感謝我的指導教授單信瑜老師，感謝老師的耐心指導及協助，在論文研究期間面臨的瓶頸，老師的鼓勵與意見給予了學生最大的精神支柱，您的專業涵養，是最令我尊敬的，在此致上最誠摯敬意與謝忱，並對您以及您的家人致上無限的祝福。

感謝王玠巨老師以及林永竣博士百忙之中對於學生論文撥冗細審，並於口試期間提供許多寶貴的意見，使本研究論文之內容及架構更臻完備，在此表達最由衷的感謝。

感謝在研究所求學過程中給予指導的老師們，使學生在專業的學術領域上獲益良多；也要感謝研究室學長姊、同學以及學弟妹的包容與關懷；其次是要感謝我的夥伴與朋友們，感謝無聊女子們一路走來的情義相挺，阿泡、阿潘、花、痴呆，請繼續無聊下去吧，別忘了我們每一年的無聊大會；感謝海灘男孩、阿十、排球、馬臉在課業上的幫忙與協助，我才能順利完成我的學業；感謝台南牛、搖一搖、小明、大砲、老大、大西瓜、阿man秀、碰a、禎云、小三、哆啦……等好朋友們對我的關懷與加油打氣，因為有你們，我的生活充滿了樂趣與歡笑；還有在出納組打工期間，感謝所有組員們對我的照顧與幫助；不及備載的好友們也一併獻上千萬分感謝，因為有你們，讓我的研究所生活才能這麼如此精采，謝謝你們。

最後，也是最值得感謝的，我要感謝永遠支持與關懷我的家人，謝謝媽媽、姊姊、哥哥提供堅強的後盾，一路陪著我，讓我能順利完成論文，僅將此論文獻給摯愛的雙親：劉同進先生與董月娥女士，雖然父親來不及看到我完成論文，不過您在另一個世界應該很以我為傲吧，衷心希望您在另一個世界能過的很好。

最後再次謝謝你們，所有曾經關心我、愛護我、幫助我的人，在此願將此份成果及喜悅與你們一起分享，願在未來的日子裡，大家都能夠平安、喜樂，祝福大家。

# 目錄

摘要.....	i
ABSTRACT.....	ii
誌謝.....	iv
目錄.....	v
表目錄.....	vii
圖目錄.....	ix
第一章 緒論.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	2
1.3 論文架構.....	3
第二章 文獻回顧.....	5
2.1 都市災害及都市防災.....	5
2.1.1 都市災害.....	5
2.1.2 都市防災.....	9
2.1.3 地震災害發生時序與對應行動.....	17
2.2 避難據點規劃.....	20
2.2.1 避難據點之定義與功能.....	21
2.2.2 避難據點規劃原則及標準.....	25
2.3 避難路徑規劃.....	31
2.3.1 避難路徑的功能與重要性.....	31
2.3.2 避難路線設計原則.....	33
2.3.3 防災道路系統的劃分.....	34
2.4 地震災害大量人群避難行為及避難場所選擇特性.....	37
2.4.1 避難逃生的意義與理論分析.....	37
2.4.2 避難行動.....	39
2.4.3 大量人員避難逃生.....	41
2.4.4 九二一震災之避難行為特性.....	45
2.5 研究調查方法.....	48
2.5.1 層級分析法 (AHP).....	48
2.5.2 準則評等問卷.....	51
2.5.3 地理資訊系統應用 (GIS).....	52
2.6 小結.....	54
第三章 研究方法.....	55

3.1 研究架構.....	55
3.2 研究步驟 (AHP) .....	56
3.3 評估模式建構.....	59
3.3.1 規劃標準研擬 .....	59
3.3.2 評估因子初擬 .....	60
3.3.3 專家訪談 .....	61
3.3.4 評估因子修訂 .....	62
3.3.5 評估架構確立 .....	66
3.3.6 建立評估層級架構.....	67
3.3.7 評估準則說明 .....	68
3.4 問卷設計.....	69
3.4.1 AHP 專家問卷.....	69
3.4.2 準則評等問卷 .....	70
第四章 研究結果.....	71
4.1 問卷結果統計 .....	71
4.1.1 AHP 專家問卷.....	71
4.1.2 準則評等問卷 .....	81
4.2 實證調查與分析-以台北縣板橋市仁愛里為例 .....	89
4.2.1 資料庫建置 .....	90
4.3 篩選合適之避難據點.....	98
4.4 避難據點周邊之避難路徑.....	103
4.5 調查成果.....	105
4.5.1 避難據點準則評等得分 .....	106
4.5.2 評估結果分析 .....	108
4.6 最適避難據點與避難路徑選擇.....	111
第五章 結論與建議.....	119
5.1 結論.....	119
5.2 建議.....	122
參考文獻.....	125
【附錄一】 .....	129
【附錄二】 .....	140
【附錄三】 .....	151
【附錄四】 .....	154

## 表目錄

表 2-1	災害類型說明表.....	7
表 2-2	災害特性.....	7
表 2-3	地震引發災害種類表.....	8
表 2-4	東京市與名古屋市之避難道路及設施設置標準.....	12
表 2-5 (a)	國內震災之相關研究整理.....	16
表 2-5 (b)	國內震災之相關研究整理 (續).....	17
表 2-6	地震災害時序與防救災避難對策示意圖.....	18
表 2-7	近年國內外大規模震災案例.....	19
表 2-8	緊急避難與收容場所劃設標準.....	25
表 2-9	避難據點規劃之標準.....	27
表 2-10	相關防救災避難圈域規模 (鄰里避難生活圈) 研究表.....	29
表 2-11	各類公共設施避難面積推估表.....	30
表 2-12	道路系統防災時序之因應對策對應關係表.....	32
表 2-13	道路劃設標準表.....	36
表 2-14	避難理論相關影響因子分析表.....	38
表 2-15	避難據點及避難人數統計表.....	45
表 2-16	AHP 評估尺度意義及說明.....	49
表 2-17	隨機指標表.....	51
表 3-1	評估準則彙總表 (初擬).....	61
表 3-2	評估層面訪談結果.....	62
表 3-3	評估項目訪談結果.....	62
表 3-4	「避難場所特性」訪談結果.....	63
表 3-5	「避難場所安全性」訪談結果.....	63
表 3-6	「周邊防災據點分布」訪談結果.....	63
表 3-7	「輔助設施」訪談結果.....	64
表 3-8	「聯外道路功能 (針對避難路線)」訪談結果.....	64
表 3-9	「避難路線特性」訪談結果.....	64
表 3-10	評估因子修訂對照表.....	65
表 3-11	地震災害避難據點與避難路徑擇定之評估準則彙總表.....	66
表 3-12	評估準則說明表.....	68
表 3-13	AHP 評估尺度表.....	69
表 4-1	問卷回收數量統計.....	71
表 4-2	AHP 專家問卷填寫人數統計表.....	71
表 4-3	AHP 各評估項目與準則間之相對權重值.....	72

表 4-4	<i>C.I.</i> 值及 <i>C.R.</i> 值檢定結果 .....	73
表 4-5	第一層級評估項目群體相對權重 .....	73
表 4-6	第二層級評估項目群體相對權重 .....	77
表 4-7	地震災害避難據點與避難路徑擇定評估層級權重表 .....	80
表 4-8	問卷回收數量統計 .....	81
表 4-9	準則評等問卷填寫人數統計表 .....	82
表 4-10	醫療據點一覽表 .....	95
表 4-11	警察據點一覽表 .....	96
表 4-12	消防據點一覽表 .....	97
表 4-13	仁愛里周邊之避難據點 .....	99
表 4-14	最終目標避難據點資料表 .....	101
表 4-15	道路資料一覽表 .....	105
表 4-16	避難據點得分表 .....	106
表 4-17 (a)	避難路徑得分表 .....	107
表 4-17 (b)	避難路徑得分表(續) .....	107
表 4-18	避難據點得分排序表 .....	109
表 4-19	避難路徑得分排序表 .....	110



## 圖目錄

圖 1-1	論文架構	4
圖 2-1	災害防救時序圖	15
圖 3-1	研究架構	55
圖 3-2	AHP 分析步驟	56
圖 3-3	地震災害避難據點與避難路徑擇定之層級架構	67
圖 4-1	第一層級評估項目權重比	74
圖 4-2	第二層級評估項目權重比	78
圖 4-3	地震災害避難據點與避難路徑評估準則權重圖	81
圖 4-4	評估項目最終配分結果	82
圖 4-5	評估項目配分雷達圖	83
圖 4-6	據點有效性各專家原始給分示意圖	83
圖 4-7	據點安全性各專家原始給分示意圖	84
圖 4-8	周邊防災據點各專家原始給分示意圖	84
圖 4-9	據點功能性各專家原始給分示意圖	84
圖 4-10	道路有效性各專家原始給分示意圖	85
圖 4-11	道路安全性各專家原始給分示意圖	85
圖 4-12	問卷原始數據	86
圖 4-13	數據正規化 (一)	87
圖 4-14	數據正規化 (二)	88
圖 4-15	最終結果	89
圖 4-16	板橋市行政區域圖	90
圖 4-17	板橋市仁愛里地理位置	91
圖 4-18	仁愛里年齡人口數比較圖	92
圖 4-19	仁愛里周圍道路	93
圖 4-20	仁愛里周邊學校與公園分布圖	94
圖 4-21	仁愛里周遭醫療據點分布圖	95
圖 4-22	仁愛里周遭警察據點分布圖	96
圖 4-23	仁愛里周遭消防據點分布圖	97
圖 4-24	仁愛里周邊據點 (學校) 涵蓋之範圍	100
圖 4-25	仁愛里周邊據點 (公園) 涵蓋之範圍	101
圖 4-26	最終目標避難據點	102
圖 4-27	最終目標避難據點現況	102
圖 4-28	仁愛里至各避難據點路徑圖	103
圖 4-29	各避難路徑現況	104

圖 4-30	避難據點得分運算結果 .....	108
圖 4-31	避難路徑得分函數運算結果 .....	109
圖 4-32	避難據點得分分析圖 .....	109
圖 4-33	避難路徑得分分析圖 .....	110
圖 4-35	仁愛里分區圖 .....	112
圖 4-36	仁愛里第一區避難路徑 .....	113
圖 4-37	仁愛里第二區避難路徑 .....	114
圖 4-38	仁愛里第三區避難路徑 .....	115
圖 4-39	仁愛里第四區避難路徑 .....	116
圖 4-40	仁愛里第五區避難路徑 .....	117
圖 4-41	仁愛里第六區避難路徑 .....	118



# 第一章 緒論

## 1.1 研究動機

台灣地區位處於菲律賓海板塊與歐亞板塊交界地帶，因為板塊間的互相擠壓，使得台灣成為地震最頻繁的地區之一，加上近年來社會經濟的快速發展，很多地方呈現人口密集、土地高度開發的都市化現象。也因為地狹人稠，一旦發生大規模之地震災害或重大事故時會造成極嚴重的損害，例如八十八年的 921 地震造成近兩千五百人死亡，由於地震災害所造成的損失極大，因此要減低災害對都市居民的影響，以及創造安全舒適的都市環境，都需要在災害發生之前先進行完整的防災規劃，建立相關的防災與應變措施，以減少因為災害而造成的人員傷亡。

在 921 地震的經驗中，許多的防災避難據點都因為地震而造成破壞，導致其防災避難功能無法發揮，再加上防災避難據點為避難人員於地震發生後前往避難之場所，避難期間會有大量人群聚集在此，如果避難據點也發生災害，造成的人員傷亡將十分龐大，因此避難據點的選擇應謹慎評估。另外居民前往防災避難據點途中的逃生速度、避難行為及避難路線之選擇等都將對居民的逃生避難行動造成莫大的安全影響。道路系統在地震災害發生後扮演著很重要的角色，如果道路系統無法正常發揮該有的功能，也將直接影響救災與避難的成效。因此透過避難路徑評估結果，可分析其避

難路徑之安全性，減少危害之發生。因此本研究將評估項目分為避難據點與避難路徑兩大項，再加上避難據點與避難路徑實際之條件等因素來進行評估，讓避難據點與避難路徑的規劃更趨於合理化。

## 1.2 研究目的

由於地震災害的發生有其不確定性，發生之時間與地點完全無法掌握，所以地震災害發生時，為防止二次災害的發生所導致人員生命財產受到威脅，居民的疏散避難是一個很重要的任務。過去國內對緊急避難據點的設置較在意據點的數量與規模，並少探討據點的內部機能，因此本研究除了將避難據點數量與規模納入考量之外，亦針對避難據點之安全性、功能性等評估因子列入考量；過去道路防災機能的評估主要以道路寬度為主，但為了確保良好的避難機能，除了道路寬度外，還應將避難人口密度、道路旁之障礙物等影響道路防災機能的因子列入考量，本研究的研究目的如下：

1. 回顧過去地震災害相關防災文獻，建立影響都市地區避難據點與避難路徑的評估層級架構，並藉由現場調查，評估現況避難據點與避難路徑之適宜性。
2. 根據評估結果，規劃出更安全的避難據點與更適合的避難路徑。
3. 藉由避難據點與避難路徑之評估，了解各避難據點與避難路徑的特性，

以作規劃補強、改善等措施，以減低災害對居民生命之威脅，並提升避難據點與避難路徑在災時的使用效率。最後找出地震災害發生時，最適合之避難據點與避難路徑選擇。

### 1.3 論文架構

本論文分為五章，其內容分述如下，主要研究架構如圖 1-1。

第一章 緒論，說明研究動機與目的。

第二章 文獻回顧，對前人研究與都市防災避難、避難據點規劃、避難路徑規劃、避難行為及避難場所選擇分別作介紹。

第三章 研究方法，經過與專家訪談之結果，建立一套層級性的評估架構，並設計 AHP 專家問卷與準則評等問卷。

第四章 研究結果，問卷結果統計與分析，並針對實證地區進行現場調查。

第五章 結論與建議，針對本研究需要改進之地方提出建議，以作為後續研究之參考。

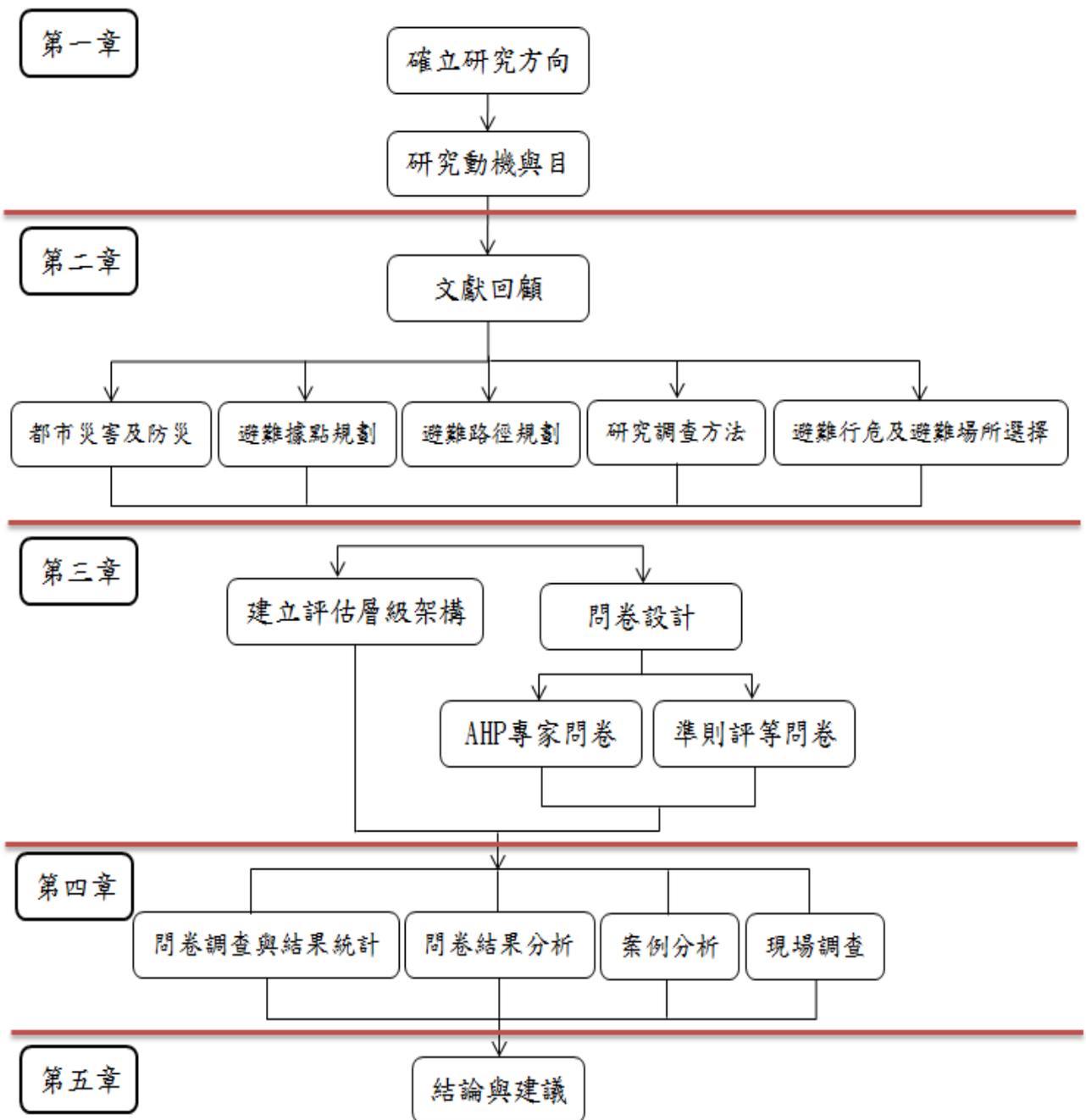


圖 1-1 論文架構

## 第二章 文獻回顧

台灣因特殊之地理位置、地形變化和地質條件，經常受到地震、颱風、土石流等自然災害的侵襲，往往都會造成人民生命財產的嚴重損失。本章從都市防災相關研究文獻，並針對防災避難據點與避難路徑之規劃等方面予以回顧及分析。

### 2.1 都市災害及都市防災

#### 2.1.1 都市災害

##### 一、都市災害定義

所謂「災害」是指不論災害之起因是人為或自然的，已經引起人類或社會受到損傷，並進而導致社會失去以構成之均衡現象。「都市災害」則是指因現代都市空間被高度的利用，造成居民與設施過度的集中在都市，而使得原本傳統的自然或人為災害在都市中所造成的破壞特別嚴重；同時也因為居民與設施密集的集中在都市，間接的也造成都市災害現象更為多樣化和複雜化。

災害的發生與社會有相當密切的關係，因為都市化發展的地區會將災害的質與量改變，在不知不覺的情況下，將災害累積。一旦發生災害，就會造成連鎖反應，而且隨著都市化的發展，人口高度密集的地區，容易因為都市及建築的規劃方式不當，造成災害的迅速蔓延擴大。

## 二、都市災害類型

依據我國災害防救法第 2 條對災害之定義，主要區分為下列災害類別：風災、水災、震災、旱災、寒害、土石流災害等天然災害，重大火災、爆炸、公用氣體與油料管線、輸電線路災害、空難、海難與陸上交通事故、毒性化學物質災害等災害，本研究主要聚焦於地震災害。

其中都市災害的類型有下列分類（施鴻志，1997），如表 2-1：

- （一）天然災害：所產生的災害主要為地震、海嘯、風災、水災、土石流、坡地災害等。
- （二）人為災害：人為災害可區分為都市火災與爆炸災害與產業災害等兩大項：
  1. 都市火災與爆炸災害：是都市災害最常見的形態。係由引火性液體、可燃性氣體、爆炸性物質及其他危險性物質或用電不慎所引起的火災或爆炸災害。
  2. 產業災害：跟隨產業活動而產生之大氣污染、噪音、震動、地盤下陷、毒性廢棄物污染等，如危及人類健康或危害與生活具有密切關係之財產、動植物及其生存環境時，則構成產業災害。

表 2-1 災害類型說明表

災害類型		說 明
自然災害		如地震、海嘯、風災、水災、土石流、坡地災害等自然現象所引發的災害屬之。
人為災害	都市火災	使用引火性液體、可燃性氣體、爆炸性物質或用電不慎所引起者。
	產業災害	產業活動造成之大氣污染、噪音、毒性廢棄物污染等危及生活環境。

資料來源：本研究整理

### 三、都市災害特性

不管是天然災害或是人為災害，都已經成為都市化發展下的地區不可避免的現象，都市災害也會因為所產生的原因不同而具有不同的特性，說明表如 2-2：

說明表如 2-2：



表 2-2 災害特性

災害特性	說 明
預測不確定性	◎都市災害屬於模糊事件，由許多小事件逐漸累積其影響效果。
空間性和時間性	◎不同時間與不同空間使用特性與強度的差異，使得人口和活動分佈所形成之動態環境各不相同。 ◎災害的形成因素、影響因素與結合條件各不相同，而導致同一災害發生於不同的時段或不同區位所產生的災害現象也不相同。
連鎖性和累積性	◎災害並非個別發生且立即結束，不同地點發生的災害會互相影響，甚至波及、擴大而形成連鎖性之災害。 ◎常會累積不同時間、空間之影響，波及、連鎖而擴大災害之影響區域。
複合性	◎災害經常不是單一的呈現，而是不同災情的綜合。
重建之困難性	◎都市災害往往對社會、環境造成極大之衝擊，除生命財產的損失外，對整個土地、環境等資源所造成的破壞，往往不是短期內可以重建。

資料來源：整理自蔡柏全，2002

#### 四、地震引發之都市災害

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 2-3 所示：

表 2-3 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	
	交通混亂導致是故發生		

資料來源：包昇平，2004

## 2.1.2 都市防災

### 一、都市防災定義

「都市防災」的定義可區分為狹義與廣義兩種（黃定國，1995），分述如下：

#### （一）狹義觀點：

都市防災定義主要為建築防災，其應建立在都市計畫區內，有關都市空間、都市設施、公用設備及建築物等，包含了對風水災害、震災、火災、危險災害物等所有災害之預防、災害搶救及重建之工作。

#### （二）廣義觀點：

都市防災首先必須思考三大主軸：

1. 以環境災害觀點研擬各種災害防治對策；
2. 以科技觀點研擬各種災害預測、監測模擬，如地震或土石流；
3. 以都市管理觀點，研擬救災與災後重建之策略。

綜合以上的觀點，「都市防災」泛指對都市研擬各種災害預測，做為災前預防、災害發生時之災害搶救應變與災後復建各階段中實施的對策。

## 二、都市防災規劃

### (一) 美國之地震災害都市規劃

加州是美國地震最頻繁的地區，都市防災抗震工作進行比較多的是洛杉磯市，在此都市進行了震害預測並編制了震後重建計畫，分析四個可能地震區，劃分成七個區域。根據其地震特性：在未知的斷層帶、上下的振動及許多高強度的餘震，洛杉磯區域的每個縣均制定了抗震防災規劃。由於西方國家都市空間結構及人口分佈均異於東方國家，例如人口密度小、建築物開放空間大、建築法規的規範、強制保險制度等，由於上述的法令限制及規劃，故美國在都市防災採用加強避震降低災損（高家富，1995）。

- (1) 避免危險區、地震帶土地的使用管制。
- (2) 加固非穩定土體。
- (3) 建造或加固結構物，以抵抗地面破壞或強烈振動，建築物耐震的要求限制。
- (4) 根據危險性大小，制定土地利用規劃。
- (5) 訂定保險制度以規避災害風險。
- (6) 建立警報系統，災害防範與應變計畫的擬定。

## (二) 日本之地震災害都市規劃

日本由於人多島窄，而地震災害又無法避免，在人口密度較大的都市，做了極多有關都市防災規劃，包括劃定避難道路、避難場所計畫等（蕭素月，2003）。

三船康道（1995）將避難道路、臨時集合場所、避難場所及避難所做出以下之定義：

### (1) 避難道路：

為通達避難場所的道路，提供避難圈域內居民迅速安全抵達避難場所的指定通道。

### (2) 臨時集合場所：

在無法直接進入避難場所避難時，就近提供避難者臨時停留等待支援的臨時避難空間，作為第二階段避難行動前的集合場所。

### (3) 避難場所（廣域避難所）：

因應大規模地震後發生延燒火災，提供有效必要面積之大規模公園、綠地予避難者安全停留避難之空間。

### (4) 避難所：

提供因地震使家屋倒塌、燒毀而無法居住者一時的居留、保護而指定的學校、公民館等建築。

茲將日本之兩城市防災規劃列於表 2-4。

表 2-4 東京市與名古屋市之避難道路及設施設置標準

避難計畫	東京	名古屋
避難道路	救援道路為 15 m 寬度；步行道路為 10 m 寬度；與避難場所之距離約 3 km 以上之地區；火災發生時，有顯著延燒危險之地區。	同左。
臨時避難所	集合避難人群安全之空間，如學校操場、神社、寺廟、公園、綠地、社區廣場等與民眾生活圈結合之場所即為選定對象。	臨時避難所以安全防災建築物（公、私有）、公園、廣場為對象，大約 1 m <sup>2</sup> 容納 2 人，可容納 50 人以上之設施為選定場所。
避難場所	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在有效面積考量方面，以輻射熱低於 2050 Kcal/m<sup>2</sup>h 為有效的安全避難面積。</li> <li>2. 避難場所應去除威脅避難者安全停留的不必要措施。</li> <li>3. 扣除避難場所內建物、道路、水池等地上物，可利用之避難空間原則上以每人 1 m<sup>2</sup> 為最低。</li> <li>4. 避難場所地區面積為 10 公頃之區域範圍。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 所需考慮總面積 10 公頃以上之公園、綠地、廣場（含學校操場）、公共空地等附近建築物之密度，火災延燒的可能性，有無危險物及對應大火輻射熱安全面積 2 公頃以上之場所。</li> <li>2. 避難者所需面積每人約 2 m<sup>2</sup> 以上，需能收容所有避難人口（亦需考慮日間人口）。</li> </ol>
避難所	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 長期避難：每 3.3 m<sup>2</sup> 收容 2 人。</li> <li>2. 臨時避難：每 3.3 m<sup>2</sup> 收容 4 人。</li> </ol>	大約 2 m <sup>2</sup> 收容 1 人，可收容 100 人以上之場所。

資料來源：三船康道，1995

### (三) 國內之都市防災規劃

李威儀（2000）藉由目前國內之現況檢討，認為我國都市為達到建設成為防災型都市的目標，必須循序漸進的推動都市防災建設。在執行程序上，首應檢視都市現有空間資源，並考量其對應防災機能的可能性，以架構都市防災緊急應變的空間系統。至於更完整的都市防災計畫，則可分成短、中、長期三個目標：

#### 1. 短期目標：訂定緊急應變計畫

架構都市完整之避難圈，以延燒隔斷帶為骨幹，配合避難空間、防災據點、防救災交通動線系統等的指定，形成都市整體之防災避難網路。此一階段將針對都市現有之空間資源進行規劃，並以公共設施部分為主，防災系統的建立也以避難、救災空間為主體。

#### 2. 中期目標：充實防災設施，健全防災體系

#### 3. 長期目標：建構安全的防災都市

為達到防災都市之目標，應先從防災避難圈劃設與防災空間系統兩部分來進行，進而進行防災空間系統之整備及相關防災規定與政策，最後才能建構出防災生活圈，達到防災都市的目標。以下分別介紹防災避難圈與防災空間系統（李威儀，1997）：

## 1. 防災避難圈

防災避難圈之劃設係以鄰里單位為基礎來劃設，再依救災機能規劃指定實質防災空間系統，並將空間系統之服務圈域與鄰里單位交互驗證，以確立各空間系統之服務範圍，並規劃落實於鄰里單元之中。在避難圈中，各區域內可以根據其本身的地理區位及空間設施條件，分別訂定適合的避難行動，並作為相互支援的最小單位。除了作為避難救災的行政管理依據外，也可以幫助都市居民的避難導引與輔導民眾之避難行為模式，讓災害發生時之避難行動能更有效率，幫助防救災行動的進行。同時防災避難圈也是警察、消防、醫療、物資等其他救災空間系統的基本單元。

## 2. 都市防災空間系統



都市防災空間系統係指都市之中因應防救災需要，所指定之都市公共設施，並利用其防救災功能之強化及整備，所建構出之空間系統，整體防災空間系統若建構完備，將使災後的救援與緊急應變作業得以順利推動，並提高其效率。由於防災空間系統在都市防災計畫中十分的重要，因此需要考量都市特性、都市實質空間、人口分布等因素，進行完善的考量來規劃防災據點，進而進行建設與整備，因此應將其加入都市計畫，使其可以納入都市的建設計劃中，來建置都市防災空間系統，提昇都市之災害防救能力。

我國災害防救體系依據「災害防救法」規劃分為中央，直轄市或縣(市)政府以及鄉(鎮、市)或區公所三個層級，以台北縣為例，中央政府預頒訂「災害防救基本計畫」，縣府應依據「災害防救基本計畫」擬訂「新北市地區災害防救計畫」，鄉鎮市公所則須依據「新北市地區災害防救計畫」擬訂各該行政區災害防救計畫。



圖 2-1 災害防救時序圖

圖 2-1 為災害防救時序圖，為落實減災、整備、緊急應變、復原重建之觀念，藉由事前防災訓練以及防災觀念累積，達到減少災害帶來的損失。為此，「新北市災害防救深耕計畫」建立五個重點工作計畫，並藉由日前新北市之現況檢討，以建立更完整之防災計畫。

以下為五大重點工作計畫，主要目的為健全鄉鎮市級災害防救體系，提昇鄉鎮市內所轄居民從減災、整備、應變及復建等災害防救各階段之執行能力，減少災害發生時民眾生命及財產之損失。

- 一、 提昇縣府及其鄉鎮市（區）層級災害防救作業能力
- 二、 分析與檢討現行災害防救體系與分工運作機制，協助鄉鎮市（區）編定地區災害防救計畫與執行成效評估及管考機制、而後規劃防災社區之推動，以提升台北縣及其鄉鎮市（區）之災害防救作業能力。
- 三、 提昇防救災相關人員專業知能
- 四、 強化縣府及其鄉鎮市（區）災害應變能力
- 五、 強化與充實災害防救資源資料庫及平台建置

國內政府部門及各專家學者鑑於實質的防災之需求，著手進行相關之研究，茲將前人之寶貴經驗作為本研究之重要參考文獻，列於表 2-5 (a) 及 2-5 (b)。

表 2-5 (a) 國內震災之相關研究整理

作者	時間	名稱	研究內容
李威儀 何明錦	1998	從都市防災系統檢討實質空間之防災功能(一)防救災交通動線系統及防救據點	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎學校作為收容所基本應維持百分之八十的有效開放面積，以供緊急避難用。</li> <li>◎八米以下道路因停車及其他佔用狀況嚴重影響人員通往避難據點，應考量代替道路。</li> <li>◎研究區內所指定道路都可確保計劃之要求，為應檢討高架道路或其他設施遭受破壞所形成之阻隔。</li> </ul>
李威儀	2000	台北市中心區防災據點與路徑之檢討與空間規劃	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎以公園、綠地為主體之緊急避難場所嚴重不足，且分佈不均，有效面積明顯偏低（萬華、松山區）。</li> <li>◎以國中國小為主體的臨時收容所，有效避難面積明顯偏低（中正區）。</li> <li>◎以防災避難圈為檢測基本單位，部分防災避難圈內之公園、綠地不足（萬華大安、大同、中山、中正、松山、信義區）。</li> <li>◎避難平均密度為每人 1m<sup>2</sup>。</li> </ul>
曾明遜 詹士樑	2000	都市地區避難救災動線評估方法之研究(二)地區避難路徑與據點之配合	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎以台北市為例，利用道路的旅行時間做最短路徑之模擬。</li> <li>◎依地震災害產生之道路周邊因子五種預估推估進行計算旅行時間。</li> </ul>

資料來源：本研究整理

表 2-5 (b) 國內震災之相關研究整理 (續)

作者	時間	名稱	研究內容
丁育群 蔡綽芳	2000	九二一震災對都市空間 防災規劃問題探討	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎避難行為於地震發生後 3 分鐘逃離自宅，大樓則花費 10 分鐘以上。</li> <li>◎避難設施以 2-3 公頃的避難公園、綠地實質空間。</li> <li>◎避難平均密度為每人 3.16m<sup>2</sup>。</li> <li>◎以 921 地震災區實際統計數據。</li> <li>◎步行至據點平均距離為 500-600m。</li> </ul>
李泳龍 葉光毅 黃幹忠	2001	集集大地震對地區性交 通阻絕影響之研究-以南 投市為例	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎街道寬度、建物樓層、建物結構對於道路阻隔有顯著影響。</li> <li>◎歸納影響道路受阻之重要原因。</li> <li>◎對於南投市於 921 地震時街路網之受害情形。</li> </ul>
李泳龍 葉光毅 黃幹忠	2001	921 地震對地區道路阻 絕影響調查報告-以東勢 鎮為例	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎針對道路網、道路寬度、阻絕因素、阻絕寬度調查建構出受損與受組織重要影響應速。</li> <li>◎進行對東勢鎮 921 震災後之調查研究。</li> </ul>
潘國雄	2001	大規模地震災害時防災 公園評估基準之研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎針對防災公園應具備之功能與鄰近設施環境之整合性加以探討、分析，以建立防災公園評估基準及判定等級。</li> <li>◎對大安森林公園及青年公園防救災避難設施提出改善對策。</li> </ul>
彭光輝 林峰田	2003	震災後避難收容設施緊 急應變標準作業程序	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎調查公園現有防災相關設備，舉出所欠缺需補足的部分。</li> </ul>

資料來源：本研究整理

### 2.1.3 地震災害發生時序與對應行動

當大規模地震發生後，人員傷亡、建築物破壞及交通混亂隨即產生，最大的災害通常出現在災後的 3-5 小時內。地震發生時，由於人員的恐慌及散亂，很容易就造成更嚴重的傷亡，而無效率的救援行動也更容易造成災情的擴大蔓延。針對災後的六個時序：發震期、混亂期、避難行動期、避難救援期、避難生活期及殘留重建期所產生的現象和對應行動，分析各時期所衍生之防災機能需求，及其對應的都市空間(李威儀,1999),如表 2-6。

其中，避難空間系統及道路空間系統的完善，是減輕災情最關鍵的項目。整體防災空間系統的完備，將使救援及緊急應變作業得以順利推動。而災後一週內，防災六大空間系統所應對之所有空間將成為進行災後之避難、安置及救援作業的必要場所（陳亮全，1988）。

表 2-6 地震災害時序與防救災避難對策示意圖

時序	0~10min	10min~1hr	1hr~3-5hr	3-5hr~40hr	10-40hr~3-7day	3-7day~1mon
	發震期	混亂期	避難行動期	避難救援期	避難生活期	殘留重整期
現象	◇建築物倒塌 ◆起火 ◇人員傷亡 ◆交通混亂	◇火災發生 ◆機能癱瘓 ◇建物倒塌 ◆緊急對策	◇延燒擴大 ◆危險因素產生 ◇避難行動 ◆資訊混亂	◇都市全面大火 ◆人心恐慌 ◇避難地集中 ◆人員傷亡	◇市區大火救災 ◆物資缺乏 ◇救護行動 ◆移往避難地	◇復原行動 ◆社會混亂
對應行動	◇初期滅火 ◆狀況掌握	◇緊急對策 ◆消防行動	◇避難行動 ◆救援行動	◇待援行動 ◆救護行動	◇滯留生活 ◆物資供給	◇復原行動 ◆生活恢復

資料來源：李威儀、錢學陶，1999

自二十世紀末至今以來，已發生好幾次大規模地震災害，使全球各地數萬人的生命受到了威脅，各地的經濟損失也已超過數百億美金，震災地區更是陷入慘狀，尤其近年內全球又更密集的發生多起芮氏地震規模達七級以上之地震，奪走數萬人生命，加上部分國家自身防災觀念與抗震發展不足，導致傷亡更加的慘重。以下將針對北嶺地震、阪神地震以及集集地震案例進行探討與比較，如表 2-7，希望藉由下列案例的分析，以了解地震災害對防災規劃之影響。

表 2-7 近年國內外大規模震災案例

	項 目	921 集集地震	日本阪神地震	美國北嶺地震
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 (M)	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	5.1 萬棟	25 萬棟	11.4 萬棟
	全倒	2.7 萬棟	10.5 萬棟	—
	半倒	2.4 萬棟	14.5 萬棟	—
	估計損失	92 億美元	1000 億美元	470 億美元
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
	中央編列重建預算	44 億美元	475 億美元	125 億美元
	民間捐款	328 億元	18 億美元	—

資料來源：行政院主計處，2000

加州地區道路平直寬闊、建築規範嚴格，最小街巷為 15 公尺寬，加上 3 公尺行人道，是很標準的規範。15 公尺以下街道，大多只能單巷停車，故消防車出入容易，加上後院空曠，火勢不易蔓延。1971 年 San Fernando

地震後，更加強房屋抗震規範，故 1994 年地震發生後，北嶺雖位於震央，不過大部分的建築物都沒問題，加上震後交通順暢，救災效能極高，故地震後的損失大幅減少。

標準的大阪住宅區，與台灣老都市雷同，寬 6 公尺之巷弄，加上道路兩旁停車，導致疏散、救傷、滅火的狀況較為困難。日本與台灣的建築物大部分是高樓、老舊建築，主要道路無法避免塞車的情況，巷弄內窄巷難行，所以地震一發生，阪神地區就癱瘓了，再加上火勢蔓延，消防車無法發揮救傷救火的功能，為導致阪神震災一發不可收拾的主因之一。

921 地震造成建物倒塌嚴重，所引發傷亡慘劇，最主要的原因是 921 建物倒塌以騎樓式的獨棟、街角建物最多，建物「頭重腳輕」、「有柱無牆」，再加上建物深度不足，支撐力不夠所引起。地震發生在凌晨，民眾們都在熟睡中，來不及逃生也是主因之一。

## 2.2 避難據點規劃

避難據點通常是指大規模災害發生時，可提供民眾避難、收容或救治傷害等用途之設施或場所。規劃並且設置避難據點的主要目的，是當災害發生時，能夠給予民眾一個安全的緊急避難空間，並且有效的指引民眾前往安全的避難地點，因此除了應具備足夠的避難空間供民眾使用之外，還必須達成在最短的時間內完成避難行為的目標。

避難據點為都市防救災避難圈之重點，是都市防救災避難圈規劃的依據，也是民眾獲得救助與進行避難的場所，除了要處於安全的環境及合適的地點外，還需要與其他防救災空間進行連結，來獲得所需的救助與其他必須的服務。避難據點因地點及本身規模的差異，可能具備或包含災害指揮所、避難、醫療、救護、物資轉運儲備等各種機能，像一般的公園，小學或是活動中心等則在避難據點規劃的範圍之內。

## 2.2.1 避難據點之定義與功能

### 一、避難據點定義

村上處直（1986），將避難據點定義為除大規模災害發生時作為避難的地方，也是提供必要之救援救助設施的地方，特別是需要擁有在地震時能免於市街地大火的機能，及周邊圍繞不燃化建築物，並達到一定規模之據點。

在東京都地域防災計畫（2001）中，定義避難據點為大規模地震發生時，能使避難者免於火災延燒等危險，且擁有一定面積之大規模公園及綠地的場所，並且場所之識別容易，可提供救護資源及急救活動，緊急輸送等可以快速送達，幫助防救災目的之場所。

張文侯（1997）將防災避難據點定義為大規模災害發生時，可以提供作為避難或救治傷害等用途之設施。

蔡綽芳（2002）定義防災避難據點為巨震後二到三周之間的應變、復原階段，提供災區居民緊急逃生、臨時避難生活場所。

本研究主要在探討地震後，為因應救災與避難援助之需求所設立的避難據點，因此本研究將避難據點定義為在地震災害發生後三至五小時，也就是在災害應變與復原階段中，能提供民眾避難生活及救助等功能之安全場所。

## 二、避難據點功能

避難據點是都市防救災避難圈的中心，也是民眾獲得救助的第一線，

其功能主要有以下幾點：

### （一） 進行避難的場所

避難據點最主要的功能，就是讓住宅受到災害波及或住宅有安全疑慮的民眾，能進行安全避難的場所。

### （二） 獲得救護資源的場所

在災害發生時，災民無法直接取得生活所需之資源，必須依賴外界的協助，因此避難據點也可以作為災民取得生活所需資源的地方。

### （三） 鄰里的災害指揮中心

地震災害發生時，通訊十分困難，救災等措施的發佈及執行難以傳達給災民，避難據點可以作為防救災資源的傳達中心，幫助救災行為順利進行。



#### (四) 鄰里的救災基地

地震災害發生時，會有許多民眾受困於住家之中，需等待相關單位的救援，而避難據點可以作為救災資源的前進基地，提供救災人員、機具等休息及整備的場所。

#### (五) 臨時醫護所

災害發生時，醫療據點很可能會擠入大量的傷患，為避免重大傷患無法及時獲得救援，可以在避難據點成立臨時的醫護所，來提供較輕微傷患的醫療救護，紓解醫療據點的人潮。

#### (六) 救災物資的發送據點

避難據點在災時會聚集許多民眾，且鄰近民眾之住家，因此提供給災民生活所需之物資，可以利用避難據點來進行發送。

災難發生時，依避難民眾停留時間長短及災害發生之時序及避難據點之功能，避難據點可區分為緊急避難場所、臨時避難場所、臨時收留場所及中長期收容場所等四個不同層級之防災避難空間，並分別由不同設施來進行指定，分別介紹如下，見表 2-8（李威儀、何明錦，2000）：

##### 1. 緊急避難場所：

緊急避難場所是以震災發生 3 分鐘內，人員尋求緊急避難之場所，屬於個人自發性避難行為，因此避難對象以避難圈內各開放空間為主，包括空地、綠地、公園、道路及停車場等，由於緊急避難之時間緊迫，因此在

對冊上並無特定指定據點，完全是依當時情況而定。

## 2. 臨時避難場所：

此一層級之功能，主要為收容暫時無法直接進入安全避難場所（臨時收容場所、中長期收容場所）之避難人員為主，以等待救援之方式導引進入層級較高之收容場所，待餘震結束後，視情況決定下一階段行動之場所，其指定的對象以現有之鄰里公園、綠地為主。

## 3. 臨時收容場所：

此一場所主要為面積超過 1 公頃之地區性公園或全市性公園，目的為提供大面積之開放空間作為安全停留之處所。當災害穩定至某種程度後，提供災民必要之避難活動空間，本收容場所也可為前述之區域避難據點，同時也是醫療體系中臨時醫療場所指定之據點，而在物資支援方面，由於此類據點面積較大、交通便利且區位適當，可作為陸運與空運物資集散中心，甚至作為防災公園。

### 1. 中長期收容場所：

此據點設置目的在於提供災後復興計畫完成前，避難居民進行避難生活之所需，是當地避難人員獲得各種資訊的場所，因此必須具較完善之設施來提供庇護；而中小學校園與大型公共設施適合用來作此類據點。本據點同時也是傷病避難人員之中長期收容場所，在災難發生後亦可作為消防據點之臨時指揮中心，平時應儲備消防器材、水源等以因應緊急用途需要。

表 2-8 緊急避難與收容場所劃設標準

類別	空間名稱	劃設指標
緊急避難場所	基地內開放空間	◎周邊防火安全植栽
	鄰里公園	
	道路	
臨時避難場所	里鄰公園	◎鄰接避難道路◎至少兩向出口 ◎至少鄰接一條輸送、救援道路 ◎平均每人 2m <sup>2</sup> 的安全面積
	大型空地	
	廣場	
臨時收容場所	全市性公園	◎接鄰輸送、救援以上道路
	體育場所	
	兒童遊樂場	
	廣場	
中、長期收容場所	學校	◎接鄰輸送、救援以上道路
	社教機構	
	醫療用地	
	醫療衛生機構	

資料來源：李威儀、何明錦，2000

## 2.2.2 避難據點規劃原則及標準

### 一、 規劃原則與考量

設置避難場所基本應包含以下三點原則(何明錦、黃定國，1997)：

1. 都市防災區計劃需留設總面積超過 10000 平方公尺的公園、綠地、運動場及公共空地帶。

2. 需留設約 2000 平方公尺的安全面積，以防止大火輻射熱（每小時 2050 千卡/平方公尺）。
3. 確保每人避難面積為 1 平方公尺，市區外則為 2 平方公尺。

另外在選定或是評估避難據點時，必須考量下列三項原則，進而判定某地區是否為避難設施設置之必要地區、無設置必要地區或是特別避難地區，其考量原則如下（三船康道，1995）：

1. 接近性：考量周邊地區至避難地區之可及程度，如出入口數量、形式與寬度等。
2. 有效性：考慮避難場所分布的安全以及收容能力，通常以安全有效面積或是平均每人所佔面積為評估指標。
3. 機能性：此部分乃為定性之描述，主要評估該地區能提供避難者避難活動的程度或避難之方式，指標為日間人口與夜間人口之比值或是有效開放空間（空地、綠地）的計算。

## 二、規劃標準

將都市防災設施以里鄰單位的觀念來進行規劃，建立救災避難圈域，再利用人口規模來進行調整救災避難圈域之服務半徑及各項設施區位，對於避難據點之規劃提出以下之標準，如表 2-9（李佩瑜，2000）：

表 2-9 避難據點規劃之標準

救災系統	層級	設置指標	空間名稱	相關法令規定
避難據點	緊急避難場所 (災害發生時)	每 0.5m <sup>2</sup> , 容納 50 人以上之場所	因時間緊迫, 並無特定指定場所, 是當實際情況而定。可利用空地、綠地、公園及道路等	約佔都市計畫區面積 20~30%
	臨時收容場所 (1~2 週)	公共建物未毀損, 每人 2 m <sup>2</sup>	鄰里公園	最小面積為 0.5 公頃, 密度為每千人 0.15 公頃
			兒童遊戲場	最小面積為 0.1 公頃, 密度為每千人 0.08 公頃
		公共建物毀損, 以帳篷面積計算, 每人 4 m <sup>2</sup>	國小	最小面積為 2 公頃, 設置標準為每千人 0.2 公頃, 服務半徑為 600 m
			國中	最小面積為 2.5 公頃, 設置標準為每千人 0.16 公頃, 服務半徑為 1500 m
	中長期收容場所 (等待重建)	公共建物未毀損, 每人 2 m <sup>2</sup>	社區性公園	1. 每一計畫處至少設置一處, 面積不得小於 4 公頃 2. 最小規模為 0.03-0.1 公頃, 服務範圍為 500-700 m
			全市性公園	最小面積 1 公頃, 服務範圍為 2000 m
			體育場所	最小面積為 3 公頃, 密度為每千人 0.08 公頃
		公共建物毀損, 以帳篷面積計算, 每人 4 m <sup>2</sup>	學校	◎國小: 最小面積為 2 公頃, 設置標準為每千人 0.2 公頃, 服務半徑為 600 m ◎國中: 最小面積為 2.5 公頃, 設置標準為每千人 0.16 公頃, 服務半徑為 1500 m
			社教機構	按閭鄰單位或居民分布情形適當配置
			衛生醫療機構	按閭鄰單位或居民分布情形適當配置
			機關用地	按閭鄰單位或居民分布情形適當配置

資料來源：李佩瑜，2000

### 三、國內避難圈域研究成果

避難圈域又稱防災生活圈，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（李威儀等，1997）。而避難圈域之規模及範圍，在國內外相關研究多引用「國小學區」與「鄰里單元」為基本空間單元，進行劃設防災空間組成之基本結構，生活圈內可依據自身之地理區位及空間設施條件，分別訂定合適的避難行動，並作為相互支援的最小單元。

避難圈域之層級由基礎之圈域可分為鄰里防救災避難圈（約為 500-700 m）、地區防救災避難圈（約為 1500-1800 m）、全市防救災避難圈（全市為單位）三級（張益三，1999）。國內圈域規模之相關研究，多引自日本之研究與其實際規劃案例，以下將近年來國內相關研究彙整如表 2-10。

表 2-10 相關防救災避難圈域規模（鄰里避難生活圈）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
張益三	1999	都市防災規劃研究	110 公頃	500-700 M	國小	最少 1 m <sup>2</sup> 最佳 2 m <sup>2</sup>	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	500-600 M	避難據點	3.3-4 m <sup>2</sup>	日本經驗與九二一避難調查
李威儀 錢學陶 李咸亨	1997	台北市都市計畫防災系統之規劃	155 公頃	700 M	避難據點	2 m <sup>2</sup>	日本之經驗
李佩瑜	2000	由里鄰單位觀點探討震災時救災避難圈之規劃	110 公頃	500-700 M	國小	2 m <sup>2</sup>	里鄰單元理論及法令與九二一避難調查
東京都消防廳	1994	東京都地域防災計畫	122 公頃	500-750 M	避難據點	2.62 m <sup>2</sup> (最少 1 m <sup>2</sup> )	-
東京都都市計畫局	1985	防災生活圈事業計畫調查報告書	60 至 80 公頃	470 M	避難據點	1 m <sup>2</sup>	-
簡甫仁	2000	防災規劃基準修正	110 公頃	500-700 M	避難據點	-	日本經驗與九二一避難調查
張文侯	1997	台北市防災避難場所區位分析	235 公頃	863.76 M	避難據點	1 m <sup>2</sup>	P 中位數 54 座涵蓋範圍平均值
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	500 M	中小學校 大型公園	3.3-4 m <sup>2</sup>	九二一經驗調整人口規模調整里鄰(社區防災生活圈)
吳榕楨	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	350 M	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	500-700 M	避難據點	2.67 m <sup>2</sup>	逼近法
張益三 蔡柏全	2002	都市災害防救管理體系及避難圈域探討-以嘉義市為例	113 公頃	600 M	國小	臨時避難 1 m <sup>2</sup> 有計畫收容 2.1 m <sup>2</sup> 無計畫收容 3.6 m <sup>2</sup>	服務半徑計算法
張益三 蔡柏全	2002	都市防災中基礎避難圈域最適規模之初探	75 至 135 公頃	600 M	國小	臨時避難 1 m <sup>2</sup> 臨時收容 3.6 m <sup>2</sup>	多目標數學規劃模式

資料來源：蕭江碧、張益三，2002

#### 四、可供避難開放空間

以九二一地震之經驗，災民多利用校園中之操場與籃球場為避難用地，其他開放空間部分則多為組合屋與組合教室搭建場地，故應以一座具有 200 公尺跑道之操場及一座籃球場之面積和，為國小用地之可供避難開放空間之最小可用面積。由於國小用籃球場與體委會標準球場面積相同，皆為 420 平方公尺（28 公尺×15 公尺）；而國小操場皆為 200 公尺跑道之操場（約 50 公尺×100 公尺），約為 5000 平方公尺。因此，每座國小可供避難開放空間之最小可用面積為 5420 平方公尺，亦即 0.542 公頃。都市計畫中規劃之各類公共設施可供避難使用之開放空間如表 2-11 所示。

表 2-11 各類公共設施避難面積推估表

公共設施名稱	建蔽率(%)	建蔽率加成百分比或最小面積換算
公園	15%	扣除建蔽率及人行道面積與建物倒塌情形以建蔽率加成為 30%
兒童遊樂場	15%	加成為 30%
體育用地	60%	加成為 80%
國小	50%	以 200 公尺操場加一籃球場面積計算
國中	50%	以 400 公尺與 200 公尺操場各半加四籃球場面積計算

資料來源：蕭江碧、張益三（2002）

## 2.3 避難路徑規劃

避難道路是為了通達避難據點的道路，提供居民安全、迅速抵達避難據點的指定通道。當地震發生之後，道路系統的功能發揮正常與否，將會直接影響到民眾避難與救災的成效。若道路系統能夠正常發揮該有的功能，那麼也就減低了因地震而造成的人員傷亡或損失。因此道路系統在整體的防災避難規劃作業上，扮演了最關鍵性的角色，也是首先必須要架構完整的。

### 2.3.1 避難路徑的功能與重要性



道路之功能不單只是都市交通的一環，其功能是多樣的，包括提供人員或車輛通行、供停車、人員上下車及貨物裝卸、構成街廓、日照、通風及採光所需之生活空間、都市防災之必須空間等。在都市防災方面，道路又具有以下功能（詹士樑，1999）：

1. 避難用道路。
2. 火災蔓延之遮斷帶。
3. 緊急輸送用道路。
4. 消防用道路。

因此，道路系統在地震發生之後，扮演著非常重要的角色，不論在避難行為或是災行為上，都具備了最基本的功能，也就是說道路系統是否能在災害發生時正常的發揮該有的功能，這會直接影響到避難與救災的成效，相對的也就大大的降低了災害造成傷亡的可能，而且道路系統在整個災害發生的時序上，是第一個開始運作的防災空間系統，再說，道路系統與其他的防災空間系統也是密不可分的，各空間系統的功能要發揮，都必須要仰賴道路系統的正常運作才可以達成，因此道路系統在整體防災避難的規劃作業上，扮演了最關鍵性的角色（中華民國都市計畫學會，1997）。而根據防災空間與防災時序分析，在緊急狀況發生時，避難行為是先於救援行為發生的，因此有不同的因應對策，如表 2-12。



表 2-12 道路系統防災時序之因應對策對應關係表

災害時序 空間層級	0-10 分鐘	10 分鐘-3 小時	3 小時-10 小時	10 小時-3 天	3 天-1 個月
	震災發生期	緊急應變期	應變救援期	清理期	復健期
避難道路	★	★○	★○	○	□
救援輸送道路	★	○	○	○	□
緊急通道	★	★○	○▲	○	□

資料來源：李威儀，1999

註：★避難 ○救援 ▲安置 □復原

### 2.3.2 避難路線設計原則

設計逃生避難路線時，重點在於必須掌握人們於災害發生的突發狀況下所導致的異常心理狀態而引發的行為，配合心理狀態來規劃避難路線，是很重要的，當中首要的條件是「必須要讓人們不必依靠外人的幫助，而是靠自己的力量到達安全的據點（張明輝，2006）」。避難道路的劃設，常因各區域內道路狀況的不同，而有不同的指定方式，主要是讓避難圈域內居民在避難時，能以最小障礙並迅速安全抵達避難場所的指定通道。避難道路的劃設應考慮以下事項（張文侯，1997）：

1. 能安全到達避難地或安全場所。
2. 由地震引發火災使得人員感到危險必須逃離時，從危險地到安全場所所需步行時間最好不要超過一小時，而災害發生後步行逃走一定會遭遇各種阻礙，因此大約一小時只能步行兩公里左右（若有老弱婦孺則大約 1.5 至 2 公里），故避難位置之規劃及街道之規劃均應詳細而周全的考慮。
3. 避難進行中難免有意想不到的事件發生，所以避難地不宜採用一處集中型，應採用多處相連通的網狀型。
4. 一般道路上行駛之車輛較不易走火燃燒，所以較不具危險性，但交通量大之道路由於混雜有載運危險物之車輛行駛，在災害發生時駕駛員們易慌亂而發生交通事故，並進而起火燃燒而阻礙步行避難人員，因此交通量大之避難道路最好設有人行專用道。

5. 災害發生時，避難道路兩旁之建築物或道路佔用物有可能傾倒或落下（電線桿、變電箱、廣告物、招牌、冷氣等，甚至跨越馬路之高架人行陸橋及高架道路）而阻礙避難及減低有效避難道路寬度，因此一般應設置 15 公尺寬，若是專供行人用之道路，則 10 公尺寬，又一般每一公尺寬能容納 1000 人/小時至 2000 人/小時。
6. 由於避難道路在災害發生時為一重要避難措施，因此避難道路兩旁之危險性事物等均應盡量採取有效防範措施。防災道路系統應以層級劃分的方式，視現有道路的地理位置、實質空間條件等，分別賦予不同的機能。

### 2.3.3 防災道路系統的劃分



以日本都市避難、救災的行為與過去經驗來看，防災道路系統以層級劃分的方式，視現有道路的地理位置、實質空間條件等，分別賦予不同的機能防救災避難道路的劃設，常因各區域內道路狀況的不同、都市層級不同以及都市人口密度不同，而有不同的指定方式。以寬度層級的劃分方式，可以劃分為緊急道路、救援輸送道路、避難輔助道路，分別說明如表 2-13 所示（何明錦、李威儀，1998）：

#### 1. 緊急道路（ $\geq 20$ m）

在重大災害發生後，必須確保能連絡災區與非災區，並得以連通各防災分區的道路。以台北市為例，即指定現有路寬 20 公尺以上之主要聯外道

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 m 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路徑，同時在救災必要時得進行交通管制，以利救災行為的順利。

## 2. 輸送、救援道路 (15 m-20 m)

在重大災害發生且災害底定後，作為物資、人員等運送之道路。以台北市為例，以現有 15 公尺以上道路為對象，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，因此除必須保有消防機具與車輛操作之最小空間需求外，路與路間所架構之網絡還必須滿足有效消防半徑 280 公尺的要求，也就是說所圍蔽的街廓應避免發生有消防死角的產生。



## 3. 避難輔助道路 (8 m-15 m)

此道路層級的劃設，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聯絡其他避難空間、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。

災害發生時 9 公尺以上之道路通行率百分百 (吳水威，2001)；8 公尺以下道路，震災時道路阻塞可能性極大 (黃亦琇，2001)；街道寬度 4 公尺以下者，對於道路阻絕有顯著影響，另路寬 4-8 公尺且路旁建物為木造或加

強磚造者亦應列為阻斷道路；為降低地區道路震災所形成的孤立據點，每隔 200 公尺應規劃淨寬 8 公尺以上的道路，考慮車位寬 2.4 公尺，則 12 公尺道路僅可單邊停車，雙邊停車道路至少需寬 13 公尺以上（林楨家、謝瓊慧，2003）。

道路系統在災後之避難及救災行為上具備了最基本的機能，道路系統的功能發揮直接影響避難與救災的成效。在災害發生時亦扮演著緊急疏散逃生、救災行動、物資運送、災害防堵等功能，因此道路系統的功能在災害發生後之完善與否為影響防救災行動效能的重大因素。防救災避難道路的劃設，常因各區域內道路狀況的不同、都市層級的不同以及都市人口密度不同，而有不同的指定方式，如表 2-13 所示。

表 2-13 道路劃設標準表

空間層級	空間名稱	劃設指標
緊急道路	20m 以上計畫道路	· 聯外主要道路、橋梁。 · 於災害發生時連通各防災分區。
救援輸送道路	15m 以上計畫道路	· 扣除停車寬度仍保有 8m 消防車運作淨寬。 · 道路兩旁防落下物、防火安全植栽道路兩旁。 · 消防水源充足。 · 串聯區內個主要防救災據點。
消防避難道路	8m 以上計畫道路	· 道路兩旁為不燃建築物 · 道路維持 4m 以上寬度淨空
避難輔助道路	8m 以上計畫道路	· 道路兩旁為不燃建築。 · 連接各街廓及避難據點。 · 確保道路暢通及安全性。

資料來源：本研究整理

## 2.4 地震災害大量人群避難行為及避難場所選擇特性

所謂的「避難行為」乃是造成危害人命的事件與要努力避開這些危險事件人們的競爭與戰鬥（包含空間、時間及情緒）（室崎益輝，1997），針對地震災害而言，避難是緊急狀況下的行動，是向目標地移動的行為。避難行為的發生，也可以說是因為災害的威脅程度與個人判斷災害威脅可能性間的交互作用所引發出的可能行為。

### 2.4.1 避難逃生的意義與理論分析

#### （一） 避難與逃生

「避難」與「逃生」從字面上來看，並沒有明顯區別，在學理上為避免『群集生活』心理所造成的傷亡，故有「先避難再逃生」的共識。避難是有目的的移動，更是空間與時間的競賽（江崇誠，2002），由此可知，避難是為了找尋安全的地方，所以人員才會有避難的行為發生，若是可以在最短的時間內遠離危險的地方，人員的安全就更有保障。

#### （二） 避難理論分析

所謂「避難」，是指建築物發生意外時，內部人員遠離危險場所而進行移動之行動。而『避難行動』是指人員自主行動而言，歸納出與避難理論相關的影響因子，包括：緊急時之行動特性、避難動線之設定要點、避難區劃方式以及完整的防火避難對策等四項（簡賢文，1995）。

緊急時的行動特性就是所謂的避難行為特性；而避難路線的設計重點不外乎就是在追求安全，也針對避難動線做完善的安排與規劃設計；避難區劃方式包括了防火區劃與防煙區劃，而其區劃方式包括了用途區劃（使用用途分類）、水平區劃（面積區劃）及垂直區劃（樓層區劃）等等；完善的防火避難對策目的在於使避難者可以以最快速度離開危險區域，而在避難過程中所經過的空間或設施有一定的防火避難對策。內容整理如表 2-14。

表 2-14 避難理論相關影響因子分析表

相關影響因子	項目分析
緊急時之行動特性	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 向光性：在視線不良的惡劣環境，會朝向光亮處移動。</li> <li>2. 歸巢本能：災害發生初期，首先會選擇自己熟悉或走進該建築物之路徑往回走。</li> <li>3. 盲從性：在火場中任何人的引導行動，都會造成多數人之從屬跟隨。</li> </ol>
避難動線之設定要點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 單純且明快</li> <li>2. 符合人的習性</li> <li>3. 無動線斷、停部分，端部一定要通過安全區域。</li> <li>4. 建築物任一位置均有兩個以上方向可進行避難。</li> <li>5. 安全地域之位置要為面向外氣的地方。</li> <li>6. 避難安全門通常都是關閉為原則。</li> <li>7. 善加利用窗戶、陽台及緩降機等避難器具。</li> </ol>
避難區劃方式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 用途區劃</li> <li>2. 水平區劃</li> <li>3. 垂直區劃</li> </ol>
完整的防火避難對策	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 避難動線應簡單明瞭</li> <li>2. 避難手段以最原始步行為原則</li> <li>3. 避難設備應為固有設施，使用應簡明易懂。</li> <li>4. 設備故障時應有防危險裝置。</li> <li>5. 避難區或安全層之設置。</li> </ol>

資料來源：簡賢文，1995

## 2.4.2 避難行動

當意外發生時，建築物內人員因心生恐懼而想要逃離至安全區域在避難過程中，會因為每個人有不同之避難行動特性而使得整個空間避難行動多樣而複雜，有關在避難過程中之人員避難行動類型可分為下列特性（室崎益輝，1997）：

### 1. 移動性

針對開始即下定決心避難來看，一般具有『非到危險十分迫及是不會逃避的特性』，亦即雖然發佈了避難勸告或指示等告知，但許多居民還是不願意進行避難，而必須等到親眼看到危險光景才開始行動的現象。而從移動路徑的選擇來說，經由經驗加以分析，大致為選擇日常經常使用的上班路線或外出購物路線的「日常動線指向性」，選擇前面的大馬路或主要幹道或鐵道線路進行避難的「幹線指向性」，跟隨大眾逃避方向進的「附和雷同性」，避向光亮方向或具有開放感方向的「向光性」或「向開放性」，以及選擇最初看到的路徑的「易視路徑選擇性」等特性。

- (1) 歸巢性：從進入的路徑進行避難。
- (2) 日常動線指向性：往經常使用或熟悉使用的出入口方向避難。
- (3) 向光性：向明亮的地方避難。
- (4) 向開放性：與向光性類似，越開闊處越有逃生方向之可能性。
- (5) 易視路徑選擇性：朝最先看到的路徑或是容易看到的樓梯避難。

- (6) 最近距離選擇性：選擇最近樓梯避難，但與直進性衝突者無此特性。
- (7) 直進性：選擇筆直的樓梯或路徑避難。
- (8) 本能危險迴避性：遇到危險立刻遠離，向安全的地方避難。
- (9) 理性安全至向性：考量安全，選擇一條符合安全的路徑。
- (10) 從眾性：選擇追隨多數人避難的方向避難。

## 2. 危急性

當遇到了非預料中的事、期待的事未出現、適當的資訊無法獲取，或是生理上的痛苦突然大增等。或者有資訊活動的人，其行為大多較為冷靜，要避免心理的動搖，就必須強調傳達適當的指示或資訊，或要有能指揮、誘導的領導人存在。



## 3. 集合性

因為避難常是集體的行動，容易喪失私密性或由於過分擁擠而產生不快感，這些情形會引起因心裡的焦慮急躁所形成的「疲勞型恐慌」，而在集體的情況下，也容易產生流言或謠言四散的「資訊型恐慌」。因人群集結關係，會產生拱型現象或群眾雪崩，最容易發生在群眾推擠到橋頭、樓梯口等狹窄空間時，其密度達約 8-10 人/m<sup>2</sup>。而人群流中若有大人與小孩，或是健康者與病弱殘障者相互混合的「異質人流」時，弱者有被人群捲入或遭受擁壓踐踏的現象；或是在不同方向而來的群眾相互交錯形成的「對抗人流」中，有因衝突而引發的跌倒、混亂等問題。當人群密度達 1 人/m<sup>2</sup> 以上

時，其步行速度就會急遽降低；當密度達 2 人/m<sup>2</sup> 以上時,要以此狀況進行長時間的收容，在生理上是無法忍受的。

### 2.4.3 大量人員避難逃生

當地震災害發生時，民眾的避難逃生行為會造成龐大的避難人流，進而造成群集避難行動的特殊性，間接影響逃生與避難的行動過程。關於人行習性與大量人員避難逃生時應考量之事項，敘述如下（常懷生，1995）：

#### （一）人行習性

人員於日常生活中皆擁有各自行為之特性，而當人員成群集行動時，集表現出人群之習性，其特徵如下敘述之：

##### 1. 左側通行

一般的人流，在路面密度達到 0.3 人/m<sup>2</sup> 以上的時候，則人常採取左側通行，而單獨步行的時候沿道路左側通行的例子則更多。

##### 2. 左轉彎

在公園遊園地展覽會場等處從追蹤觀眾的行為並描繪其軌跡圖來看很明顯的會看到左轉彎（逆時針方向）的情況比右轉彎要來的多。這是因為人們右撇子比較多吧。就是說也許是比較強的右側為了保護比較弱的左半身所具有的本能。

##### 3. 抄近路

人們在清楚的知道目的地所在位置時，或者有目的的移動時，總是有選擇最短路程的傾向。確定下來的通勤、上下學路線等往往就是人們無意中選擇的近路。而緊張繁忙的交叉路口更是人們抄近路、有效利用空間的最好證明。

#### 4. 識途性

當不明確要去的目的地所在地點時，人們總是邊摸索邊到達目的地，而返回時，又常追尋著來路返回，這種情況是人們常有的經驗。一般情況下，動物在感受到危險時，會立即折回，具有沿著原來的出入口返回的習性，而人類可以說也是一樣，這種本能叫做「識途性」。

#### 5. 避難時期的行為特性

由於災害發生時人們處於非常狀態的情況下，除了具備上述四點的特性外，還有以下幾點須考量：

##### (1) 躲避本能

當發覺災害等異常現象時，為了確認而接近，一旦感覺到危險時，由於反射性的本能會不顧一切的向遠離該地的方向逃跑，這就是「躲避本能」。

##### (2) 向光本能

火災發生時黑煙瀰漫，眼前什麼也看不清楚時或處於黑暗狀態時，人們具有向著微亮的方向移動的傾向，這就是「向光本能」。

### (3) 追隨本能

在非常狀態時人們有會追隨著帶頭人，或者追隨著多數人移動的方向，這就是「追隨本能」。

### (二) 大量人員避難逃生應考量事項（何明錦、簡賢文，1999）

大量人員在災區有限道路空間進行避難行動，將會形成同向或多向擁擠之群流避難行動。因此，欲透過各種減災對策之實現而達成確保大規模地震時住民之避難安全，其中本土性人文習性、都市空間、防救災體系之整合型研究之規劃與實施，便是刻不容緩的工作。大量人員避難行為之基礎研究，至少涉及「災害想定（預測）」、「避難心理」、「避難行為」、「避難空間」及「防救災體系」等議題。大規模人員避難行為之整合研究，應該分成下列五個群組：

#### 1. 避難心理組

民眾在毫無心理準備的情況下，意外發生及易發生恐慌，此種毫無心理準備以致產生混亂之避難行為，容易造成二次災害，例如無頭緒的避難行為與心理恐慌可能造成有人被踩死。

#### 2. 避難行為組

大量人員在意外過程之避難行為，明顯會受到意外之迫害性、避難心理、情境認知、他人行為與避難空間特性之交互影響，且人員在建物內之逃

生行為與離開建物後之個別與群流避難行為，也因為意外迫害程度及空間特性有所不同。

### 3. 避難空間組

在有關建物防災與意外現場調查評估報告資料中，若以火災為例均指出避難空間與避難行為是構成建築物災變時確保人命安全之關鍵，大量人群避難過程中與空間有關之議題，分別是建物內部空間規劃及其安全性、避難據點入口大小、位置規模等級、日常使用特性及周圍空間狀況及其安全性、至避難所之最小步行距離與人員心理、生理之限制、避難路線可供選擇性等。

### 4. 防救災體系組

針對長期之減災政策、災前之準備工作、即時之緊急應變機制等釐清並充分掌握。

### 5. 綜合規劃及評估組

針對前面四項組別有必要進行定期之交流檢討，對各體系之間之研究方向、數據引用、模式事件與解決對策加以整合，唯這部份之研究議題，待本土性之「避難心理與行為之調查分析」、「避難空間之規劃檢討」有初步成果並掌握其相關參數及關係後，邀請各領域專家共同建構之。

## 2.4.4 九二一震災之避難行為特性

### (一) 臨時避難據點數量與避難人數

依據「921 集集大地震都市防災調查與建議」(陳建忠, 2000) 調查顯示, 由行政單位設立之臨時避難據點共有 237 個避難據點, 不包括居民於住宅附近私有空地及路邊搭設帳棚之統計, 總計臨時避難人數超過十萬人。各地避難據點數及臨時避難人數如表 2-15。

表 2-15 避難據點及避難人數統計表

災區		據點類型 (百分比)	總數/總面積	避難人數	避難密度
台中縣	豐原市	學校(58%)、公園綠地(26%)、軍事用地(10.8%)、里活動中心(3.7%)、其他寺廟(0.7%)	14 個	3015	33.18
			100039m <sup>2</sup>		
	東勢鎮	學校(49.1%)、公園綠地(29.9%)、機關(9.6%)、車站(9%)、停車場(1.7%)、市場(0.7%)	17 個	23305	3.16
			70216 m <sup>2</sup>		
	大里市	學校(37.3%)、公園綠地(31.7%)、機關(13.4%)、運動場(10%)、市場(4.5%)、活動中心(2.6%)、寺廟(0.5%)	20 個	18435	5.22
96176 m <sup>2</sup>					
霧峰鄉	機關(79.65%)、市場(11.86%)、學校(11.19%)	9 個 29500 m <sup>2</sup>	9040	3.26	
合計		60 個 295913 m <sup>2</sup>	53795	-	
南投縣	南投市	學校(55.1%)、公園綠地(22.2%)、其他(17.2%)、停車場(2.7%)、活動中心(1.3%)、廣場(1%)、道路(0.5%)	101 個	23991	26.90
			645216 m <sup>2</sup>		
	中寮鄉	寺廟(0.5%)、學校(37.3%)、加油站(8.1%)	3 個	590	12.54
			3400 m <sup>2</sup>		
	草屯鎮	學校(79.5%)、其他(7%)、停車場(6.3%)、公園綠地(4.7%)、市場(1.9%)、廣場(0.5%)	22 個	9365	-
			316200 m <sup>2</sup>		
埔里鎮	學校(54.8%)、機關(22.2%)、道路(13.1%)、其他(7.6%)、公園(1.2%)、活動中心(1.1%)	26 個	12950	7.91	
		34270 m <sup>2</sup>			
集集鎮	學校(68%)、車站(19.6%)、寺廟(12.4%)	5 個	480	23.08	
		11080 m <sup>2</sup>			
竹山鎮	學校(63.9%)、市場(21.52%)、廣場(10.2%)、停車場(2.3%)、其他(2.1%)	20 個	5820	25.73	
		100360 m <sup>2</sup>			
合計		77 個 1110571 m <sup>2</sup>	53196	-	

資料來源：陳建忠, 2000

## (二) 避難行為及避難據點選擇特性

### 1. 九二一集集大地震避難行為特性

根據「921 集集大地震都市防災調查與建議」(陳建忠, 2000) 調查顯示一般居民多數於地震發生後 3 分鐘逃離自宅, 大樓則因逃生困難需花費 10 分鐘以上, 76% 居民等待家人集合後再一起前往避難據點。

與日本避難行為比較, 日本第一避難階段是為逃離大火現場先到鄰近公園等過渡性避難地, 再做第二階段移動, 為到可防止都市大火延燒的大型避難地點的避難過程; 我國則以面前道路為第一階段避難地集合家人後, 第二階段再就近尋求空地、廣場等作為臨時安置地點, 兩者之間有所差異 (陳建忠, 2000)。



### 2. 避難據點選擇特性

經由彙整災區調查資料顯示, 居民對於避難據點的選擇可以歸納為幾個特性:

- (1) 靠近自宅, 可以就近處理待援救濟以及財物招告等事宜。
- (2) 地勢空曠、有安全感。
- (3) 環境熟悉, 有歸屬感, 互相認識互相照應。
- (4) 有人管理, 相關設施尚可, 治安良好。

### 3. 避難據點型態及收容人數分析

各類避難據點類型面積比，依次為學校（56.89%）、公園綠地廣場（19.74%）、機關及軍事用地（5.33%）、其餘為停車場、市集夜市、體育場、車站、道路、寺廟等之開放空間、活動中心室內空間及其他。從以上數據顯示台灣地區學校、公園綠地、廣場及部分機關用地，比較能充分提供開放空間作為臨時避難使用；此外市集、寺廟等避難場所是居民平日生活空間的延伸較有地域性及歸屬感，以容易形成避難據點。

### 4. 避難據點區位、規模與服務範圍

避難據點多分佈於災區建築物破壞地點，在範圍上大概能涵蓋避難居民步行距離，但因居民多自行選擇，故據點大小不一且過於分散，易造成管理維護上之困難，直接影響救援物資之運送及發放，且管線搭接過長不易供水，無法滿足居民需求，造成民眾基本生活機能不便。

- (1) 就據點規模而言，學校是運動場以外較大型的避難據點，平均 2~3 公頃，大約可以容納兩個里的居民避難（約 6000-8000 人）。
- (2) 整體而言，大多數的避難據點均在災區居民步行可及範圍內，約為 500-600m。由此可以發現多數人之避難半徑仍以 500m 避難據點距離上的境界範圍，在未來規劃避難據點服務半徑之決策上，可作為重要參考依據。

## 2.5 研究調查方法

### 2.5.1 層級分析法 (AHP)

層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 是由美國匹茲堡大學教授 Thomas L. Saaty 在 1971 年所提出，主要是應用在不確定情況下及具有多數個評估準則的決策問題上。簡單的說是一種馭繁於簡的方法，其主要目的在於用一種簡單的模型來處理存在於真實世界中複雜分歧的問題。AHP 法綜合應用了演繹法與歸納法，先用歸納法將複雜系統問題劃分成層級，再利用演繹法分析各部份的性質，最後利用邏輯的方式將各部份串起來，因此 AHP 法能整合各種有用的資訊，使決策者能有效的達成決策。

一般而言，權重決定方法可概分為統計方法及概念方法(顏美鉛, 2007)，本研究係採取概念方法中「依專家的判斷給予不同尺度」，來求出各評估項目與準則間之權重關係。

#### (一) AHP 建立層級的優點

依據 Saaty 的說明，建立層級結構具有以下優點：

1. 利用要素個體形成層級形式，易於達成工作。
2. 有助於描述高層級要素對低層級要素的影響程度。
3. 對整個系統的結構與功能面能詳細的描述。
4. 自然系統都是以層級的方式組合而成，是一種有效的方式。
5. 層級具有穩定性與彈性，也就是說微量的改變能形成微量的影響，

同時新層級的加入對一結構良好的層級而言，並不會影響整個系統的有效性。

## (二) AHP的評估尺度

AHP 評估尺度的基本劃分包括五項，即同等重要、稍重要、頗重要、極重要及絕對重要等，並賦予名目尺度1、3、5、7、9 的衡量值；另有四項介於五個基本尺度之間，賦予2、4、6、8 的衡量值。有關各尺度所代表的意義，如表2-16。AHP 在處理認知反應的評估得點時，則採取比率尺度的方式（從名目尺度產生）（褚志鵬，2009）。

表 2-16 AHP 評估尺度意義及說明

評估尺度	定 義	說 明
1	同等重要 (Equal Importance)	兩比較方案的貢獻程度據同等重要性 ●等強 (Equally)
3	稍重要 (Weak Importance)	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案 ●稍強 (Moderately)
5	頗重要 (Essential Importance)	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案 ●頗強 (Strongly)
7	極重要 (Very Strong Importance)	實際顯示非常強烈傾向喜好某一方案 ●極強 (Very Strong)
9	絕對重要 (Absolute Importance)	有足夠證據肯定絕對喜好某一方案 ●絕強 (Extremely)
2,4,6,8	相鄰尺度之中間值 (Intermediate values)	需要折衷值時。

資料來源：Saaty&Alexander (1989)

AHP主要是將所要研究的複雜問題或系統，分離成簡明的要素層級系統，透過評斷，利用矩陣演算，求得各層級因素的優先度，再予綜合而成，至於其實施步驟如下（盧淵源，1994）：

1. 問題的描述
2. 建立層級關係
3. 建立各層級之成對比較矩陣
4. 計算特徵向量及特徵值，求取各層級要素間相對權重
5. 一致性檢定

此理論之基礎假設上，假設  $A$  為符合一致性的矩陣，但是由於填卷者主觀之判斷，使其矩陣  $A$  可能不符合一致性，但評估的結果要能通過一致性檢定，方能顯示填卷者的判斷前後一致，否則視為無效問卷。因此 Saaty 建議以一致性指標（Consistence Index , $C.I.$ ）與一致性比例（Consistence Ratio , $C.R.$ ）來檢定成對比較矩陣的一致性。

- 一致性指標（ $C.I.$ ）

一致性指標由特徵向量法中求得之  $\lambda_{\max}$  與  $n$ (矩陣維數)兩者的差異程度可作為判斷一致性程度高低的衡量基準。

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (11)$$

當  $C.I. = 0$  表示前後判斷完全具一致性，而  $C.I. > 0$  則表示前後判斷不一致。Saaty 認為  $C.I. < 0.1$  為可容許的偏誤。

- 一致性比例 (C.R.)

根據 Oak Ridge National Laboratory & Wharton School 進行的研究，從評估尺度 1-9 所產生的正倒值矩陣，在不同的階數下所產生的一致性指標稱為隨機性指標 (Random Index, R.I.)，見表 2-17。

表 2-17 隨機指標表

階數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.58

資料來源：鄧振源、曾國雄 (1989)

在相同階數的矩陣下 C.I. 值與 R.I. 值的比率，稱為一致性比率 C.R.：

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (12)$$

若  $C.R. < 0.1$  時，則矩陣的一致性程度使人滿意。

### 2.5.2 準則評等問卷

可定性之項目一般應用敘述分級法，以文字分類或名目尺度來分配評分範疇，作為該準則尺度評等之依據；可定量之項目，利用函數曲線法與線性比例法依數值變化為該項目之評等工具 (張孝偉, 2005)。故本研究將利用敘述分級法 (descriptive rating) 作為準則間之評等方法，將評等尺度分等間距 (由 0 至 10 分)，並請專家學者比對評估準則給予適當分數，分數愈高代表愈重要，藉由專家學者之評分，即可求出各層級及整體之權重。

### 2.5.3 地理資訊系統應用 (GIS)

#### (1) 地理資訊系統定義

地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 為結合地理資訊與科技的一門新興學科，除於製作地圖之助益外，更將真實世界的資料相結合，可改善各項空間事物與提昇環境資源的使用效率與效果。地理資訊系統是一套整合型的系統，其可以電腦為輔助基礎，進行空間資料的建立、存取、管理、分析及展示等，並可依特殊用途與其他資料相連結，作更廣泛的應用資料 (周天穎等，2003)。



GIS可分為兩個主要部分來探討，一為空間資料 (spatial data)，另一為屬性資料 (attribute data)。所謂空間即其地理區位 (geographic location)，是指地理空間上的相對位置，通常都以地圖的方式來表示；屬性資料是指描述性的資料，描述空間的特徵，由文、數字構成，且隨時間的變化而變化。這種包含硬體、軟體、圖形與屬性資料的空間資料庫，它能夠藉由電腦設備與地理資料的組合，快速準確地提供空間資料的連結、儲存、規劃、查詢、分析及展示等功能 (周天穎等，2003)。

#### (2) 應用領域

GIS因其能夠整合向量式、網格式資料系統及關聯式資料庫系統，能儲存、查詢地理空間相關資訊，並具有空間分析及動態實體模擬之能力；

因此被廣泛的運用在許多的領域上，例如：統計、環境工程、交通工程、軍事、林業管理、地質、水文、地籍管理、綜合開發計畫等，透過GIS來彌補傳統資料處理上的不足，並提供在時間與空間分析上需求，且透過GIS所得到的高品質圖形、影像及屬性資料庫等整合資訊，更有助於使用者做管理及決策分析（林明熙，2004）。

### (3) 防救災相關應用

災害現象的本質及其相關的資料大多具有空間分布的特性，根據國科會之防災國家型科技計畫內容可說明GIS應用於防災之相關課題，包含下列各項：

1. 建立防救災研究與實務所需的自然環境及人文環境資料庫。
2. 研發災害潛勢的評估方法，並據以進行全國災害潛勢分析。
3. 選擇示範區進行危險度評估及災害境況模擬，以確立災害危險度評估與災害境況模擬之方法，作為今後劃分危險區之依據。
4. 以潛勢分析與境況模擬成果為基礎，建立決策支援與展示系統，供相關行政機關與民間機構應用。

目前國內GIS應用於防救災層面包含坡地防災、地震防災、防救災醫療體系、防救災資訊等，而GIS另一功能係建立「避難場所的決策資源系統」，以規劃都市緊急避難據點（周天穎、雷祖強，2003）。如果能事先選定避

難據點，評估避難據點區位的適當與否，並可預先規劃當避難據點無法使用、額滿或避難路徑受阻時，其他替代的避難據點及逃生動線，對政府在防救災、安置、重建及調查統計方面都有相當的助益，同時可避免二次災害，造成民眾生命財產更大的損失。

## 2.6 小結

綜合以上之文獻回顧，本研究將防災避難據點簡單的定義為：因應大規模地震發生時所帶來之災害，提供有效、必要且大面積之大規模公園、學校以給予避難者安全停留避難之空間，並可作為醫療、補給等用途之設施。

安全避難地區每人活動的面積，就東京市的標準而言，設定為 1~2 平方公尺，人數多時亦盡量維持每人 1 平方公尺左右的密度，以避難據點內之生活而言，每人 2 平方公尺的面積尚可維持充裕之活動空間，但就現實防災活動、物資狀況而言，避難場所約略只能發揮一半的有效功能（台北市都市發展局，1997），因此，基於安全考量，仍採取每人 2 平方公尺之標準。

### 第三章 研究方法

#### 3.1 研究架構

本研究為建立地震災害避難據點與避難路徑之評選方法，首先經過相關文獻回顧及彙整專家學者意見後，建立一套適合的評估層級架構，以作為避難據點與避難路徑劃定時的參考依據。圖 3-1 為本研究之架構：

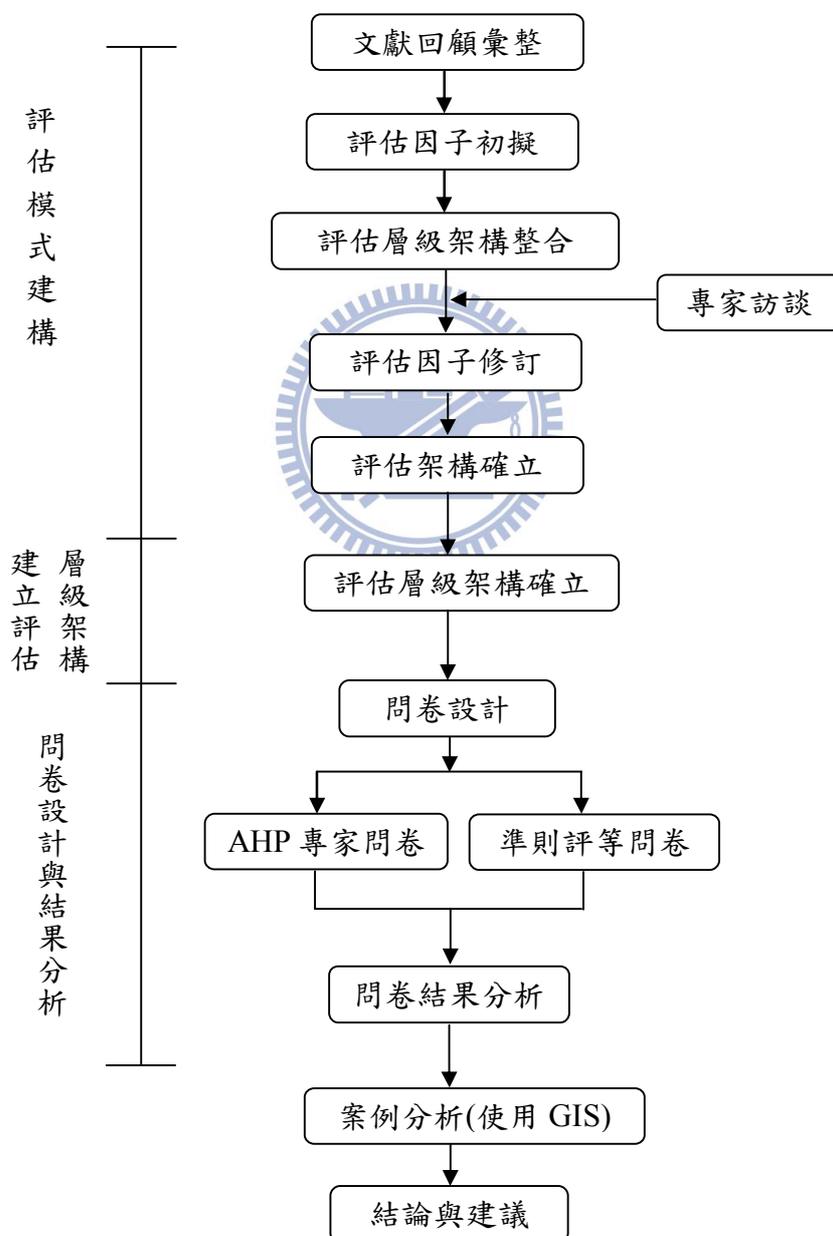


圖 3-1 研究架構

### 3.2 研究步驟 (AHP)

本研究所採用AHP法之作業程序有三，分別為(1)建立成對比較矩陣，(2)計算特徵值與特徵向量，(3)一致性的檢定。最後便能求取各屬性之權重，3.5.2節將詳細介紹AHP之計算過程，AHP運算流程圖如圖3-2：

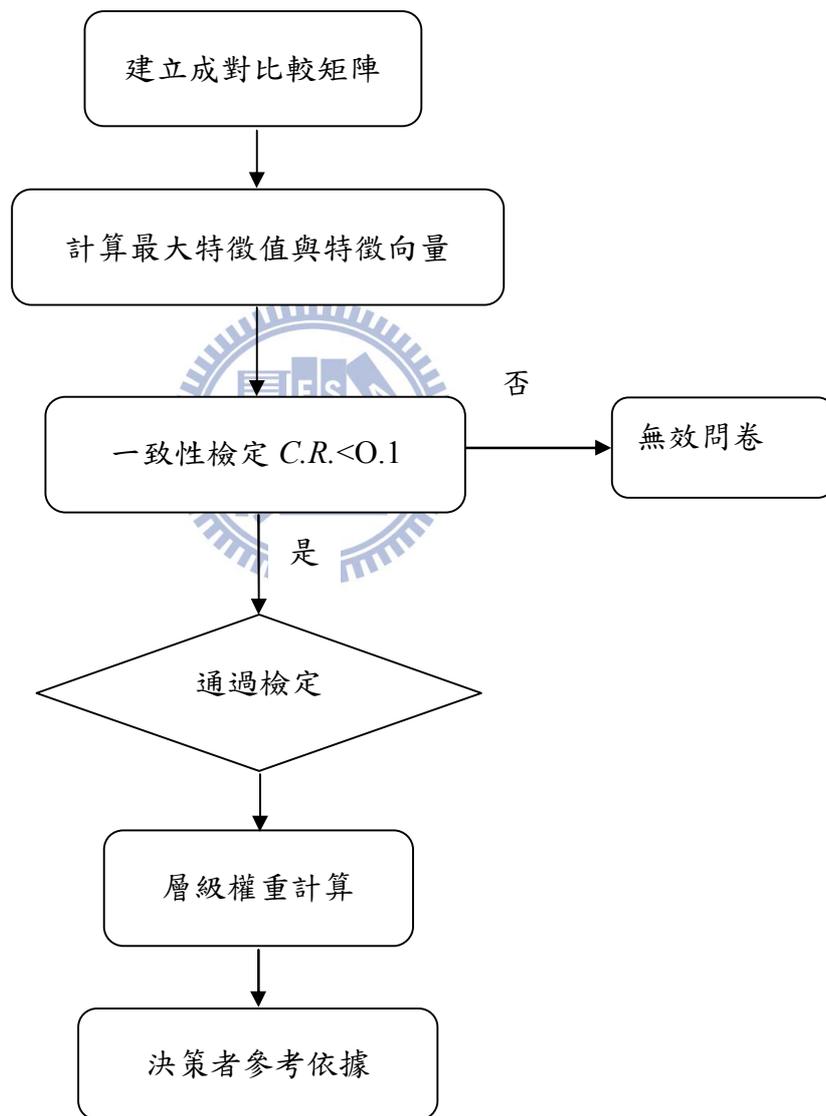


圖 3-2 AHP 分析步驟

## 一、建立成對比較矩陣

將取得之成對比較矩陣  $A$ ，採用特徵向量的理論基礎，來計算出特徵向量與特徵值，而求得元素間的相對權重。茲將的計算過程說明如下：

- 製作準則成對比較矩陣  $A$ ，如 (1) 式

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中  $a_{ij} = w_i/w_j$ ， $w_i, w_j$  各為準則  $i$  與  $j$  的權重

矩陣  $A$  為一正倒值矩陣，符合矩陣中各要素為正數，且具倒數特性，

如 (2) 式與 (3) 式：

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \quad (2)$$



$$a_{ij} = a_{ik}/a_{jk} \quad (3)$$

將矩陣  $A$  乘上各準則權重所成之向量  $\bar{w}$ ：

$$\bar{w} = (w_1, w_2, \dots, w_n)^t \quad (4)$$

可得 (5) 式與 (6) 式：

$$A\bar{w} = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$A\bar{w} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\text{亦即 } (A-nI)\bar{w} = 0 \quad (7)$$

## 二、計算特徵值與特徵向量

因為  $a_{ij}$  乃為決策者進行成對比較時主觀判斷所給予的評比，與真實的  $w_i/w_j$  值，必有某程度的差異，故  $A\bar{w} = n\bar{w}$  便無法成立，因此，Saaty 建議以  $A$  矩陣中最大特徵值  $\lambda_{\max}$  來取代  $n$ 。

$$\text{亦即 } A\bar{w} = \lambda_{\max}\bar{w} \quad (8)$$

$$(A - \lambda_{\max}I)\bar{w} = 0 \quad (9)$$

矩陣  $A$  的最大特徵值之求法，由 (9) 式求算出來，所得之最大特徵向量，即為各準則之權重。而最大特徵值之求算，Saaty 提出四種近似法求取，其中又以行向量平均值的標準化方式 (10) 式可求得較精確之結果。

$$w_i = \frac{1}{n} \sum_j \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$



## 三、一致性的檢定

判斷矩陣  $A$  是否符合一致性要求，可透過一致性指標 (Consistency Index; C.I.) 及一致性比率 (Consistency Ratio; C.R.) 來檢定。

### ● 一致性指標 (C.I.)

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (11)$$

當  $C.I. = 0$  表示前後判斷完全具一致性，而  $C.I. > 0$  則表示前後判斷不一致。Saaty 認為  $C.I. < 0.1$  為可容許的偏誤。

- 一致性比例 (C.R.)

在相同階數的矩陣下 C.I.值與 R.I.值的比率，稱為一致性比率 C.R.

(Consistency Ratio) 即：

$$C.R.=\frac{C.I.}{R.I.} \quad (12)$$

若  $C.R.<0.1$  時，則矩陣的一致性程度使人滿意。

### 3.3 評估模式建構

#### 3.3.1 規劃標準研擬

本研究將防災避難據點定義為地震發生後三至五小時，也就是在緊急避難階段中，能提供民眾避難生活及救助等功能之安全場所。因有效時間與人力因素，本研究不考量避難據點之風險性（如斷層帶、土壤液化潛勢、淹水潛勢等）。

經文獻回顧，本研究設定以下的規劃標準及基本假設，作為往後實證案例分析的依據：

1. 本研究之避難據點以「一次避難地」為主，面積需為 1 公頃以上、10 公頃以下之據點（吳信義，2002），本研究僅以學校、公園作為主要選擇，其中學校只考慮國小和國中。
2. 以避難據點為中心距離 700 m 範圍為半徑之圓形區域為可接受範圍。

3. 避難道路寬度主要以 8m 以上之道路為主。因實證區多為住宅區，故避難人口數以戶籍人口數計算，亦假設當地震發生時，研究範圍中之所有戶籍人口皆會前往避難據點進行避難行為。
4. 每人之最小避難面積採用  $2\text{m}^2/\text{人}$ （李威儀、何明錦，2000）。
5. 假設平時政府機關對避難人員已有充足的防災避難宣導，對震災發生時能夠採取理智不慌張的避難行為，並前往宣導過之緊急避難據點進行避難活動。
6. 本研究之研究區域為一封閉地區，不受其他地區各種不同因素之影響，亦不會受到區域內其他不同層級之避難據點的影響。



### 3.3.2 評估因子初擬

本研究先透過文獻回顧整理出評估因子，再透過專家訪談之方式徵詢專家意見，評選出適當之評估因子。初步將各層級評估項目歸納整理為「避難場所特性」、「避難場所安全性」、「聯外道路功能（針對避難場所）」、「周邊防災據點分布」、「輔助設施」、「聯外道路功能（針對避難路線）」、「避難路線特性」七大評估項目，並分別設有多項評估準則彙總如表 3-1 所示，並以此作為專家訪談之依據。

表 3-1 評估準則彙總表（初擬）

評估層面	評估項目	評估準則
避難場所選擇	避難場所特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 避難場所之可及性</li> <li>· 出入口數量</li> <li>· 照明及電力設備</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 物資存放空間</li> <li>· 有效避難面積</li> <li>· 通訊設備</li> </ul>
	避難場所安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 液化潛能區</li> <li>· 坡地</li> <li>· 斷層帶</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 鄰近危險設施</li> <li>· 防止延燒功能</li> </ul>
	聯外道路功能 (針對避難場所)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 鄰接道路種類</li> <li>· 可通行車輛種類</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 陸橋及高架橋</li> <li>· 有效道路之到達性</li> </ul>
	周邊防災據點分布	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 避難據點</li> <li>· 醫療據點</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 消防據點</li> <li>· 警察據點</li> </ul>
	輔助設施	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 直升機起降空間</li> <li>· 車輛機具停放空間</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 簡易醫療設施</li> </ul>
避難路線指定	聯外道路功能 (針對避難路線)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 鄰接道路種類</li> <li>· 可通行車輛種類</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 陸橋及高架橋</li> </ul>
	避難路線特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 有效道路之到達性</li> <li>· 道路旁之障礙物</li> <li>· 騎樓之占用情形</li> <li>· 法定停車格數量</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 避難人口密度</li> <li>· 兩旁落下物危機</li> <li>· 人行道之流暢度</li> </ul>

資料來源：本研究整理

### 3.3.3 專家訪談

專家訪談之目的係透過徵詢專家意見，調查各領域專家對本研究初步擬定的評估因子之意見，依據此意見確立評估因子、建立層級結構並依循完成專家問卷之設計。問卷設計初步完成後，經由親自訪談、e-mail 及電話與專家聯繫，專家範圍包括大專院校教授及政府機關科長，經訪談後，將訪談結果於 3.3.4 章節呈現。

### 3.3.4 評估因子修訂

將「評估層面」訪談結果列於表 3-2，「評估項目」訪談結果如表 3-3，各「評估準則」訪談結果則分列於表 3-4 至表 3-9，修訂對照表詳如表 3-10 所示。

表 3-2 評估層面訪談結果

評估層面	專家學者建議	修訂/增刪
避難場所選擇	改為「避難據點選擇」	保留
避難路線指定	改為「避難路徑指定」	保留

表 3-3 評估項目訪談結果

評估項目	專家學者建議	修訂/增刪
避難場所特性	各評估項目無法讓人第一直覺做出重要性判斷，應修改項目名稱，注意項目間之相互關係與獨立關係。	修訂為「據點有效性」。
避難場所安全性	同上。	修訂為「據點安全性」。
周邊防災據點分布	同上。	修訂為「周邊防災據點」。
輔助設施	同上。	修訂為「據點功能性」。
避難路線特性	1. 同上。 2. 「特性」兩字太籠統，不明確，應修正。	修訂為「道路安全性」。
聯外道路功能 (針對避難路線)	聯外道路功能分成針對避難場所與避難路線太複雜，兩者合併為一個即可。	修訂為「道路有效性」。
聯外道路功能 (針對避難場所)	同上。	刪除。

表 3-4 「避難場所特性」訪談結果

評估準則	專家學者建議	修正/增刪
避難場所之可及性	「可及性」三字太籠統，不明確，應修正。	修訂為「到達據點之距離」。
出入口數量	現今公共場合大部分都有兩個以上出入口，故不需要在列入考慮範圍內，建議刪除	刪除。
有效避難面積		修訂為「可容納避難人數」。
物資存放空間	本項可考慮是否併入「據點功能性」中	併入「據點功能性」。
照明及電力設備	同上。	同上。
通訊設備	同上。	同上。
其他	若據點內建築物佔地大於空曠處，則避難效果不顯著，建議新增「開放空間比」。	新增「開放空間比」。

表 3-5 「避難場所安全性」訪談結果

評估準則	專家學者建議	修正/增刪
液化潛能區	因據點位置都已經固定，據點本身位置不是我們可以決定的，建議不要考慮災害潛勢。	刪除。
坡地	同上。	刪除。
斷層帶	同上。	刪除。
鄰近危險設施		保留。
防止延燒功能		保留。
其他	建議新增「建築物結構」。	新增「建築物結構」。

表 3-6 「周邊防災據點分布」訪談結果

評估準則	專家學者建議	修正/增刪
避難據點		保留。
醫療據點		保留。
消防據點		保留。
警察據點		保留。

表 3-7 「輔助設施」訪談結果

評估準則	專家學者建議	修正/增刪
直升機起降空間		刪除。
車輛機具停放空間		刪除。
簡易醫療設施		修訂為「基本醫療設施」。
其他	可考量增加一些據點內部本身設施的評估準則。	新增「物資存放空間」。 新增「照明及電力設備」。 新增「通訊設備」。 新增「盥洗如廁設施」。

表 3-8 「聯外道路功能（針對避難路線）」訪談結果

評估準則	專家學者建議	修正/增刪
鄰接道路種類	刪除本項。	刪除。
可通行車輛種類	刪除本項。	刪除。
陸橋及高架橋	陸橋及高架橋若倒塌或損毀，對避難者會造成極大不便，建議此項放在「道路安全性」內。	併入「道路安全性」。
其他	建議新增「道路可用面積」與「替代道路系統」。	新增「道路可用面積」。 新增「替代道路系統」。

表 3-9 「避難路線特性」訪談結果

評估準則	專家學者建議	修正/增刪
有效道路之到達性	表達不明確。	刪除。
避難人口密度		保留。
道路旁之障礙物		保留。
兩旁落下物危機		保留。
騎樓之占用情形	地震時逃生不考慮騎樓。	刪除。
人行道之流暢度	與騎樓狀況相同。	刪除。
法定停車格數量		刪除。
其他	納入「陸橋及高架橋」。	新增「陸橋及高架橋」。

表 3-10 評估因子修訂對照表

研究初擬		與專家訪談結果	
評估項目	評估準則	評估項目	評估準則
避難場所特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 避難場所之可及性</li> <li>· 物資存放空間</li> <li>· 出入口數量</li> <li>· 有效避難面積</li> <li>· 照明及電力設備</li> <li>· 通訊設備</li> </ul>	據點有效性	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 到達據點之距離</li> <li>· 可容納避難人數</li> <li>· 開放空間比</li> </ul>
避難場所安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 液化潛能區</li> <li>· 鄰近危險設施</li> <li>· 坡地</li> <li>· 防止延燒功能</li> <li>· 斷層帶</li> </ul>	據點安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 建築物結構</li> <li>· 鄰近危險設施</li> <li>· 防止延燒功能</li> </ul>
聯外道路功能 (針對避難場所)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 鄰接道路種類</li> <li>· 陸橋及高架橋</li> <li>· 可通行車輛種類</li> <li>· 有效道路之到達性</li> </ul>		
周邊防災據點分布	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 避難據點</li> <li>· 消防據點</li> <li>· 醫療據點</li> <li>· 警察據點</li> </ul>	周邊防災據點	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 避難據點</li> <li>· 醫療據點</li> <li>· 消防據點</li> <li>· 警察據點</li> </ul>
輔助設施	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 直升機起降空間</li> <li>· 簡易醫療設施</li> <li>· 車輛機具停放空間</li> </ul>	據點功能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 物資存放空間</li> <li>· 照明及電力設備</li> <li>· 通訊設備</li> <li>· 基本醫療設施</li> <li>· 盥洗如廁設施</li> </ul>
聯外道路功能 (針對避難路線)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 鄰接道路種類</li> <li>· 陸橋及高架橋</li> <li>· 可通行車輛種類</li> </ul>	道路有效性	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 道路可用面積</li> <li>· 替代道路系統</li> </ul>
避難路線特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 有效道路之到達性</li> <li>· 避難人口密度</li> <li>· 道路旁之障礙物</li> <li>· 兩旁落下物危機</li> <li>· 騎樓之占用情形</li> <li>· 人行道之流暢度</li> <li>· 法定停車格數量</li> </ul>	道路安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 避難人口密度</li> <li>· 道路旁之障礙物</li> <li>· 兩旁落下物危機</li> <li>· 陸橋及高架橋</li> </ul>

資料來源：本研究整理

### 3.3.5 評估架構確立

表 3-11 為整理專家意見並修訂後之地震災害避難據點與避難路徑擇定之評估準則彙總表，共有 6 項評估項目及 21 項評估準則。

表 3-11 地震災害避難據點與避難路徑擇定之評估準則彙總表

評估層面	評估項目	評估準則
避難據點選擇	據點有效性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 到達據點之距離</li> <li>• 開放空間比</li> <li>• 可容納避難人數</li> </ul>
	據點安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 建築物結構</li> <li>• 防止延燒功能</li> <li>• 鄰近危險設施</li> </ul>
	周邊防災據點分布	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 避難據點</li> <li>• 醫療據點</li> <li>• 消防據點</li> <li>• 警察據點</li> </ul>
	據點功能性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 物資存放空間</li> <li>• 照明及電力設備</li> <li>• 通訊設備</li> <li>• 基本醫療設施</li> <li>• 盥洗如廁設施</li> </ul>
避難路徑選擇	道路有效性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 道路可用面積</li> <li>• 替代道路系統</li> </ul>
	道路安全性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 避難人口密度</li> <li>• 道路旁之障礙物</li> <li>• 兩旁落下物危機</li> <li>• 陸橋、高架橋</li> </ul>

資料來源：本研究整理

### 3.3.6 建立評估層級架構

為了有系統的評估地震災害避難據點與避難路徑擇定之評估，本研究應用層級分析法之特點，透過資料及相關文獻的蒐集與整理，再藉由專家訪談的方式，彙整出六項評估項目及二十一項評估準則，建立地震災害避難據點與避難路徑擇定之層級架構，本架構共有兩層評估層級，如圖 3-3 所示。

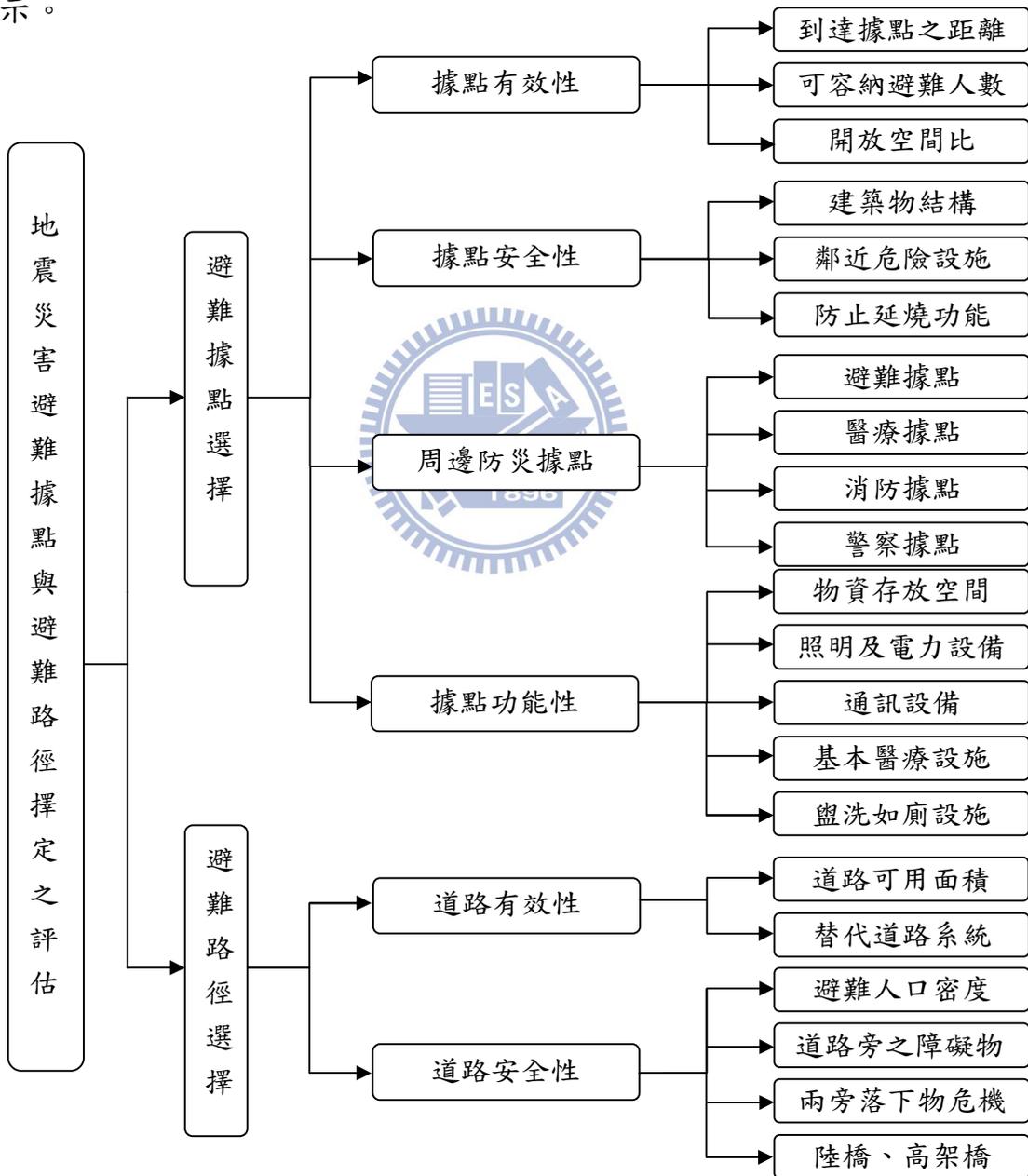


圖 3-3 地震災害避難據點與避難路徑擇定之層級架構

### 3.3.7 評估準則說明

上節已將地震災害疏散避難據點與避難路徑擇定之層級架構建立完成，這一小節主要是將彙整出的評估準則加以說明，如表 3-12。

表 3-12 評估準則說明表

評估層面	評估項目 (層級一)	評估準則 (層級二)	評估項目內容說明
避難據點選擇	據點有效性	到達據點之距離	避難者至避難據點之距離 (m)，一般前往避難據點時間應保持在 10 分鐘以內。
		可容納避難人數	以平均每人所擁有面積 (m <sup>2</sup> /人) 為指標，可以顯示避難據點的收容性，可供避難人數愈多，據點設置的效益就愈高。
		開放空間比	據點內開放空間比例越高，服務能力可提升；若非開放空間比例越高，可能導致倒塌而造成二次傷害。
	據點安全性	建築物結構	地震發生時，據點內的建築物可能倒塌或損壞，會造成有效避難面積減少。
		鄰近危險設施	危險設施 (如加油站、變電所、毒化物工廠等設施) 對避難據點本身之安全影響甚巨。
		防止延燒功能	由不燃建物與防火樹種在避難據點外圍所構成，以提供確保避難據點受到火災的二度傷害。
	周邊防災據點	避難據點	據點周邊防災避難場所規劃分布情形，可相互配合或提供必要支援。
		醫療據點	據點周邊醫院距離較近者，較易供避難人員醫療及救護。
		消防據點	據點周邊消防據點距離較近者，較易提供必要之援助。
		警察據點	據點周邊警察局、派出所較近者，較易維護地區安全及必要之援助。
	據點功能性	物資存放空間	作為救災避難物資存放空間，提供避難所需。
		照明及電力設備	一般夜間照明隊如廁或走動之安全性及臨時發電等電源設備。
		通訊設備	提供避難人員使用之通訊設備 (無線電、電話、電視、網路及衛星通訊等)，供災情資訊傳播與對外通聯。
		基本醫療設施	一般緊急醫療用器材、藥品，提供簡易的醫療及救護。
		盥洗如廁設施	一般盥洗與如廁設施，提供避難人員基本生活所需。
避難路徑選擇	道路有效性	道路可用面積	避難路線道路之寬度 (m)。
		替代道路系統	應有兩條以上之道路能到達避難據點，防止其中一條道路癱瘓時無法順利到達據點內。
	道路安全性	避難人口密度	避難路線兩旁避難者之人口密度。
		道路旁之障礙物	如電線桿、變電箱對前進路線產生影響。
		兩旁落下物危機	兩旁建物鐵窗、招牌、冷氣機之墜落危機，影響避難時的安全性。
陸橋及高架橋	破壞性強的大地震可能造成陸橋、高架橋斷裂而阻礙避難人員前進至避難場所收容安置。		

資料來源：本研究整理

### 3.4 問卷設計

本研究透過與專家學者訪談的方式，彙集專家學者之意見與經驗，調查研究中所建構之評估項目與準則是否合宜，以建立有效的評估項目及評估準則，權重分配加上現場狀況考量下，本研究之專家問卷共有「AHP 專家問卷」及「準則評等問卷」兩個部分。

#### 3.4.1 AHP 專家問卷

根據與專家訪談之結果，修正評估架構後設計出AHP專家問卷，問卷如附錄（一），問卷形式係請專家就主觀判斷並勾選兩評估項目間相對重要程度之分數，且採用Satty提出之語言變數分級尺度，以1~5個尺度設計為準則，即由1/1至1/5，等級愈高即表示其重要性愈高，AHP評估尺度如表3-13所示：

表 3-13 AHP 評估尺度表

評估項目	非常重要	重要	比較重要	稍微重要	一樣重要	稍微重要	比較重要	重要	非常重要	評估項目
	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	
道路有效性										道路安全性

藉由專家對 AHP 問卷中評估準則進行兩兩比較其重要程度，將問卷結果運用幾何平均數匯整出群體專家決策意見，使用統計軟體 (excel) 逐步求取各評估項目及評估準則之權重值。本階段填寫問卷之專家學者係以具有都市防災規劃研究之專家學者、政府機關及警消單位等，問卷採用直接交付或 e-mail 交付。

### 3.4.2 準則評等問卷

本階段問卷係根據 3.2 節專家訪談之回饋意見，得到本研究評估項目與準則之層級架構，共有 6 項評估項目及 21 項評估準則與其評等參考，擬定第二份專家問卷 (準則評等問卷)。透過第二階段問卷調查，彙集專家學者之經驗、直覺及價值判斷，期望藉由多位專家多元化之觀點，進而求出共識性之結果，使評等方式更具有合理性，以作為後續實證調查環境之評分依據。本階段填寫問卷之專家學者與 AHP 專家問卷相同，係以具有都市防災規劃研究之專家學者、政府機關等，問卷採用 e-mail 交付，準則評等問卷內容詳見附錄 (二)。

## 第四章 研究結果

### 4.1 問卷結果統計

藉由 AHP 問卷得到各專家學者對評估項目與評估準則之判度尺度間的計算，並應用 AHP 程式及 Excel 運算，以求得各評估項目與準則間之權重值。

#### 4.1.1 AHP 專家問卷

##### 一、問卷回收情形

共計發出 25 份問卷，剷除未回覆及無效問卷，有效問卷共計 19 份，統計結果如表 4-1 及 4-2，AHP 專家問卷內容請參閱附錄（一）。

表 4-1 問卷回收數量統計

發出數量	回收數量	有效問卷數量	有效問卷比例
25	22	19	86%

表 4-2 AHP 專家問卷填寫人數統計表

填寫人數 背景	位
專家學者	7
政府機關	12
合計	19

## 二、群體專家共識

進行權重求解前，須先整理 19 位專家問卷回函，得到 19 位專家對同一評估因素之評價，即各評估項目與各評估準則的相對重要性值；再將群體專家所選取之各相對重要性值進行整合，即求得相對重要性之共識值。

## 三、AHP 權重求取

依據評估架構層級表，將本研究之 AHP 問卷內容區分為 6 個評估項目（第一層級）及 21 個評估準則（第二層級）之間相對重要性之評估，將整合後各相對重要性值之共識值運用統計軟體演算以及進行一致性指標與一致性比率檢定步驟後，便可求出各評估項目及評估準則之相對權重。

表 4-3 係以統計軟體求出各評估項目與評估準則之權重值，由於第二層級評估準則之「道路可用寬度」及「替代道路系統」僅有兩項，其相對重要性值即代表其絕對權重，不需要再進行一致性指標及一致性比率檢定；其餘各項目與準則之 *C.I.* 值及 *C.R.* 值檢定結果均  $\leq 0.1$ ，全部通過一致性檢定，其於 *C.I.* 值及 *C.R.* 值檢定結果均  $< 0.1$ ，如表 4-4。

表 4-3 AHP 各評估項目與準則間之相對權重值

Factor Weight	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
Weight	0.164	0.438	0.534	0.301	0.142	0.41	0.233
Weight	0.342	0.298	0.266	0.342	0.215	0.59	0.234
Weight	0.075	0.264	0.2	0.206	0.143		0.237
Weight	0.131			0.151	0.239		0.296
Weight	0.137				0.261		
Weight	0.151						

表 4-4 C.I.值及 C.R.值檢定結果

#1	C.I.	0.004	C.R.	0.012
#2		0.013		0.024
#3		0.031		0.047
#4		0.074		0.079
#5		0.028		0.019
#6		0.016		0.022
#7		0.059		0.067

#### 四、評估項目及評估準則之相對權重

以下將 AHP 問卷之相對權重作一整理與分析：

##### (一)「評估項目」群體相對權重

在「地震災害避難據點與避難路徑擇定」之評估項目（第一層級）中，以據點安全性（權重 0.342）為最重要，其次則為據點有效性（權重 0.164），道路安全性（權重 0.151），道路有效性（權重 0.137），據點功能性（權重 0.131），而周邊防災據點（權重 0.075）稍不重要。

六者相對權重值及權重比如表 4-5 及圖 4-1：

表 4-5 第一層級評估項目群體相對權重

評估層面	評估項目 (第一層級)	相對權重	排序
地震災害避難據點 與避難路徑擇定	據點有效性	0.164	2
	據點安全性	0.342	1
	周邊防災據點	0.075	6
	據點功能性	0.131	5
	道路有效性	0.137	4
	道路安全性	0.151	3

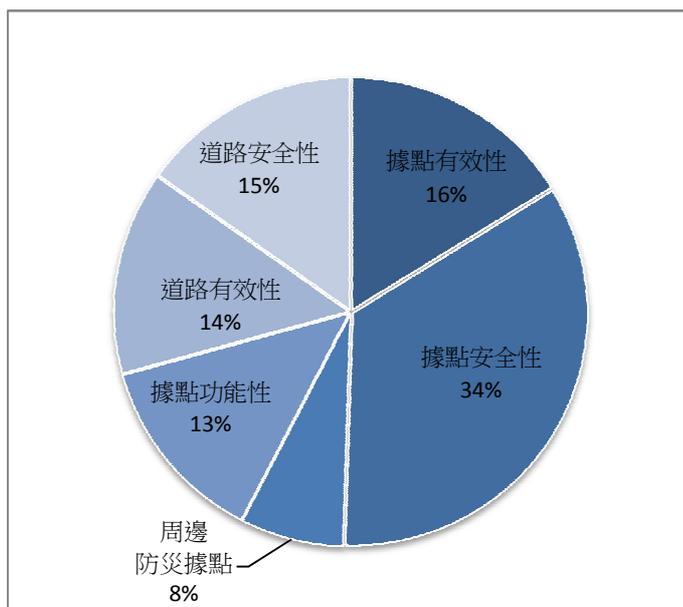


圖 4-1 第一層級評估項目權重比

由以上所得到的結果我們可發現，在避難行為上，避難據點的安全性是最重要的關鍵因素，據點安全性代表的意義是到達避難據點後，二次災害的可能性大幅降低，人員的傷亡也減少，自身的安全將更有保障，從數據上來看，「據點安全性」就佔總權重 34%，顯示專家們對於據點安全性給予極高之重要性。

## (二)「評估準則」群體相對權重

從表 4-6 及圖 4-2 可知第二層級各評估準則在該評估項目之群體相對權重及權重比，並分別將六個評估項目所對應的評估準則之最高相對權重做簡單之說明：

1. 據點有效性：到達據點之距離 (0.438) > 可容納避難人數 (0.298) > 開放空間面積 (0.264)。顯示一般專家學者認為到達據點之距離為「據點有效性」最重要之選項。到達據點之距離愈短即表示可愈快到達避難據點，以救災與避難的觀點來看，時間點的掌握係重要的關鍵因素之一，若能在最短的時間內到達安全的地方，則自身的安全將更有保障。
2. 據點安全性：建築物結構 (0.534) > 最近之危險設施 (0.266) > 防止延燒功能 (0.2)。顯示大部分專家學者認為建築物結構對「據點安全性」的影響較大。避難據點本身建築物結構若耐震程度良好，可減少建築物倒塌的狀況發生而導致人員二次傷亡；若建築物為 RC 造或 SRC 造，更可降低火災發生的可能性，因此建築物本身結構係極為重要的因素之一，雖然另外兩個評估準則權重較建築物結構來的低，不過在據點安全性部分，仍有一定的重要程度。
3. 周邊防災據點：醫療據點 (0.342) > 其他避難據點 (0.301) > 消防據點 (0.206) > 警察據點 (0.151)。當地震災害發生時，可能會有許多避難人員受傷，若沒辦法即時給予醫療救護，耽誤最佳救援時期，將會造成更多的無辜傷亡，因此專家學者認為醫療據點是「周邊防災據點」內最重要之據點選擇。

4. 據點功能性：盥洗如廁設施 (0.261) > 基本醫療設施 (0.239)  
> 照明及電力設備 (0.215) > 通訊設備 (0.143) > 物資存放空間 (0.142)。排序前三之評估準則權重差異不大，排序四及排序五之權重差異亦不大，因此可以解讀為盥洗如廁設施、基本醫療設施及照明及電力設備三者同等重要；通訊設備及物資存放空間同等重要；又前者較後者重要。
5. 道路有效性：替代道路系統 (0.59) > 道路可用寬度 (0.41)。
6. 道路安全性：陸橋、高架橋 (0.296) > 兩旁落下物危機 (0.237)  
> 道路旁之障礙物 (0.234) > 避難人口密度 (0.233)。此評估項目內之評估準則所得權重差異並不大，可以解讀為同等重要。

表 4-6 第二層級評估項目群體相對權重

評估項目	評估準則 (第二層級)	相對權重	排序
據點有效性	到達據點之距離	0.438	1
	可容納避難人數	0.298	2
	開放空間面積	0.264	3
據點安全性	建築物結構	0.534	1
	最近之危險設施	0.266	2
	防止延燒功能	0.2	3
周邊防災據點	其他避難據點	0.301	2
	醫療據點	0.342	1
	消防據點	0.206	3
	警察據點	0.151	4
據點功能性	物資存放空間	0.142	5
	照明及電力設備	0.215	3
	通訊設備	0.143	4
	基本醫療設施	0.239	2
	盥洗如廁設施	0.261	1
道路有效性	道路可用寬度	0.41	2
	替代道路系統	0.59	1
道路安全性	避難人口密度	0.233	4
	道路旁之障礙物	0.234	3
	兩旁落下物危機	0.237	2
	陸橋、高架橋	0.296	1

資料來源：本研究整理

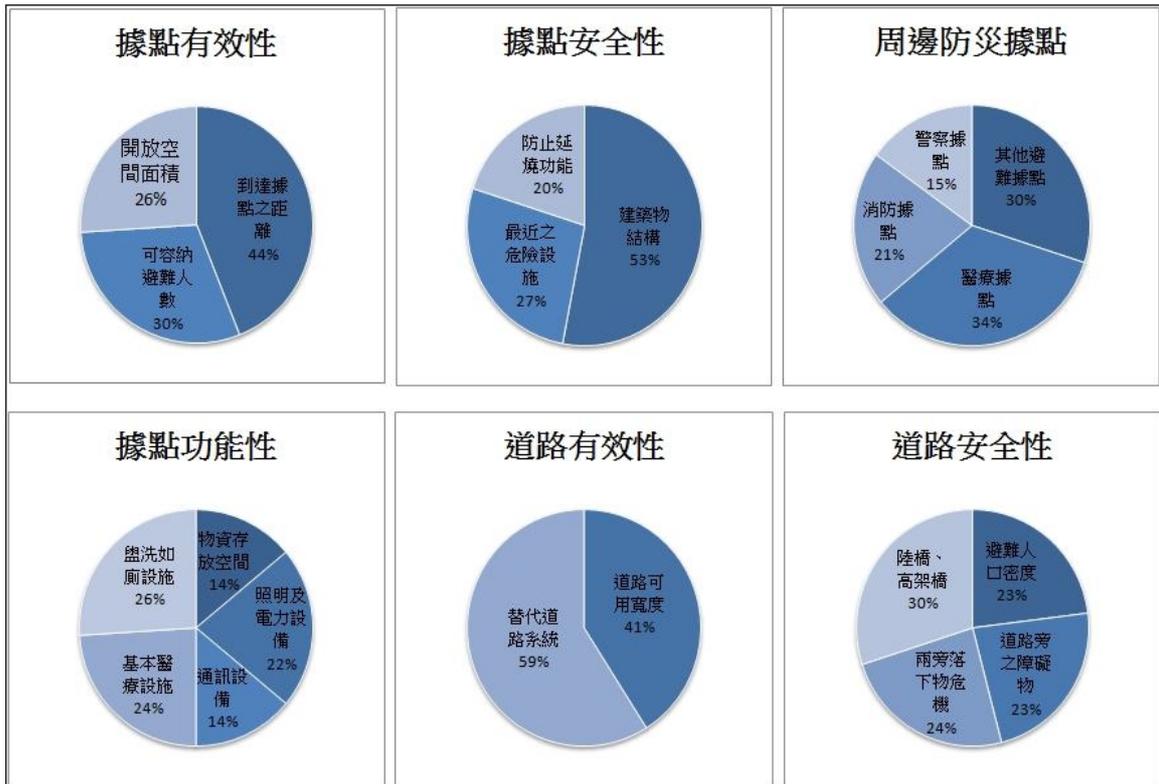


圖 4-2 第二層級評估項目權重比

## 五、評估項目與評估準則之權重分析

前述項次四係根據 AHP 專家問卷結果所統計出來各評估因子的相對權重，接著這一項次將進行絕對權重的計算，演算與分析結果如下。

各評估因子絕對權重之計算方式，可分成二個步驟：

1. 依序將評估層面之絕對權重與第一層級評估項目的相對權重相乘，會得到第一層級 6 項評估項目的絕對權重；
2. 再將第一層級評估項目之絕對權重與第二層級評估準則的相對權重相乘，得到第二層級評估準則的絕對權重。

從表 4-7 及圖 4-3 可得知專家們認為在地震災害避難據點與避難路徑擇定之評估體系中，以「據點安全性」項目之「建築物結構 (0.183)」為最重要，其次亦是「據點安全性」項目中之「最近之危險設施 (0.091)」，第三為「道路有效性」項目之「替代道路系統 (0.081)」。

從數據上來看，排序第一之絕對權重幾乎佔總權重值的 20 %，由此可看出專家學者普遍認為「建築物結構」重要程度遠大於其他評估準則，會有這樣的差異程度可能是 921 地震前大部分舊建築物的耐震程度較低，係造成人員傷亡慘重的主要原因之一，因此也反應在專家問卷所得的權重上；從另一方面思考，由於地震災害後下雨情形發生機率大，則此時避難人員會選擇躲雨為第一考量而進入建築物內避難，若建築物結構本身不夠堅固而造成二次傷害，則導致的人員傷亡將更加嚴重，故在本次問卷調查中，「建築物結構」這個關鍵因子佔了較大的權重。

表 4-7 地震災害避難據點與避難路徑擇定評估層級權重表

評估因子			第一層級			第二層級			
評估層面	權重		評估項目	權重		評估準則	權重		
	相對	絕對		相對	絕對		相對	絕對	排序
地震災害避難據點與避難路徑擇定	1.00	1.00	據點 有效性	0.164	0.164	到達據點之距離	0.438	0.072	4
						可容納避難人數	0.298	0.049	7
						開放空間面積	0.264	0.043	9
			據點 安全性	0.342	0.342	建築物結構	0.534	0.183	1
						最近之危險設施	0.266	0.091	2
						防止延燒功能	0.2	0.068	5
			周邊 防災據點	0.075	0.075	其他避難據點	0.301	0.023	17
						醫療據點	0.342	0.026	16
						消防據點	0.206	0.015	20
						警察據點	0.151	0.011	21
			據點 功能性	0.131	0.131	物資存放空間	0.142	0.019	18
						照明及電力設備	0.215	0.028	15
						通訊設備	0.143	0.019	18
						基本醫療設施	0.239	0.031	14
						盥洗如廁設施	0.261	0.034	13
			道路 有效性	0.138	0.138	道路可用寬度	0.41	0.056	6
						替代道路系統	0.59	0.081	3
			道路 安全性	0.151	0.151	避難人口密度	0.233	0.035	11
						道路旁之障礙物	0.234	0.035	11
						兩旁落下物危機	0.237	0.036	10
						陸橋、高架橋	0.296	0.045	8

資料來源：本研究整理

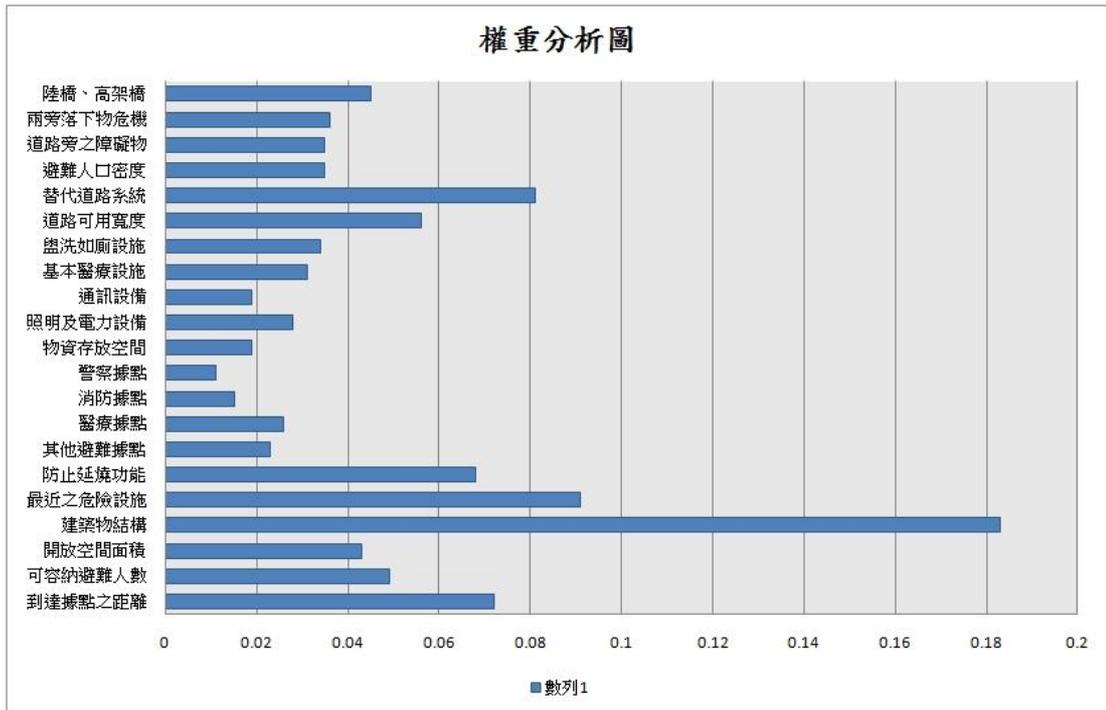


圖 4-3 地震災害避難據點與避難路徑評估準則權重圖



## 4.1.2 準則評等問卷

### 一、問卷回收情形

此階段問卷共計發出 37 份，發放對象包括第一部分 AHP 專家問卷之專家學者以及其他具有相關背景之專家學者，剔除未回覆及無效問卷，有效問卷共計 29 份，專家學者背景統計如表 4-8 及 4-9，準則評等問卷內容請參閱附錄（二）。

表 4-8 問卷回收數量統計

發出數量	回收數量	有效問卷數量	有效問卷比例
37	33	29	88%

表 4-9 準則評等問卷填寫人數統計表

背景 \ 填寫人數	位
專家學者	7
政府機關	22
合計	29

## 二、問卷結果分析

將回收問卷的評分資料經過統計並分析過後，得到一組可靠的評估項目與準則之配分，作為實際案例分析時之參考依據，以下將準則評等問卷結果作一整理與分析：

### (一)「評估項目」之配分

評估項目的評分計算方式係將問卷填寫結果分別取其平均值並四捨五入，即求得評估項目之最終配分，如圖 4-4。其結果為：據點有效性（7 分）、據點安全性（9 分）、周邊防災據點（5 分）、據點功能性（6 分）、道路有效性（6 分）、道路安全性（7 分）。由以上結果得知，專家學者認為「據點安全性」為最重要，而「周邊防災據點」比較起來重要性略低。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	問卷編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9		26	27	28	29	平均值	四捨五入
1	評估項目																
2	據點有效性	6	8	7	8	8	8	9	8	6		6	7	6	7	7.276	7
3	據點安全性	8	10	9	10	10	9	10	10	10		9	10	10	9	9.069	9
4	周邊防災據點	2	1	1	2	3	4	8	2	7		4	3	5	4	4.517	5
5	據點功能性	4	4	5	8	6	7	4	5	9		6	5	8	6	6.103	6
6	道路有效性	4	5	4	5	5	8	7	6	5		7	7	6	3	6.034	6
7	道路安全性	4	8	6	4	7	9	10	7	8		8	8	9	2	7.103	7

圖 4-4 評估項目最終配分結果

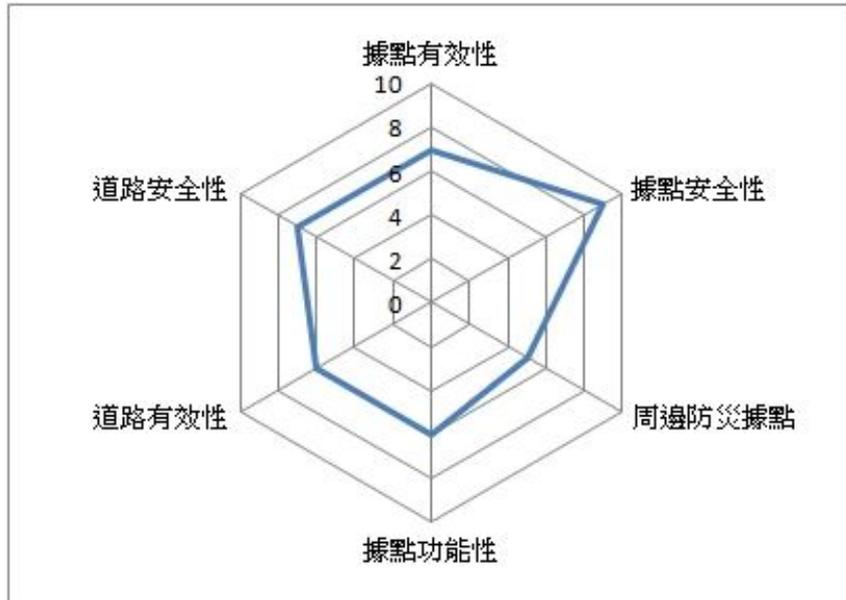


圖 4-5 評估項目配分雷達圖

29 份有效問卷之 6 個評估項目原始配分如圖 4-6 至圖 4-11 所示，其中圖中黑線為取平均值後之結果，圖 4-7 至圖 4-11 亦同。

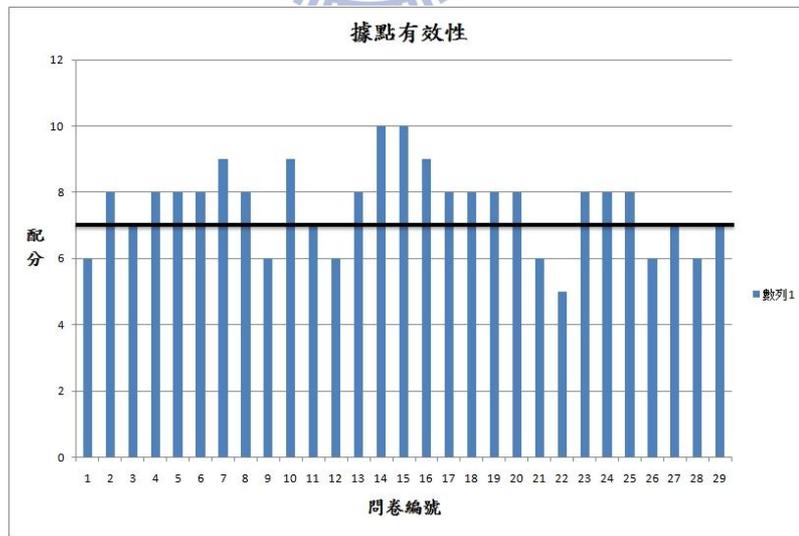


圖 4-6 據點有效性各專家原始給分示意圖  
(圖中黑線為取平均值後之結果，圖 4-7 至圖 4-11 亦同)

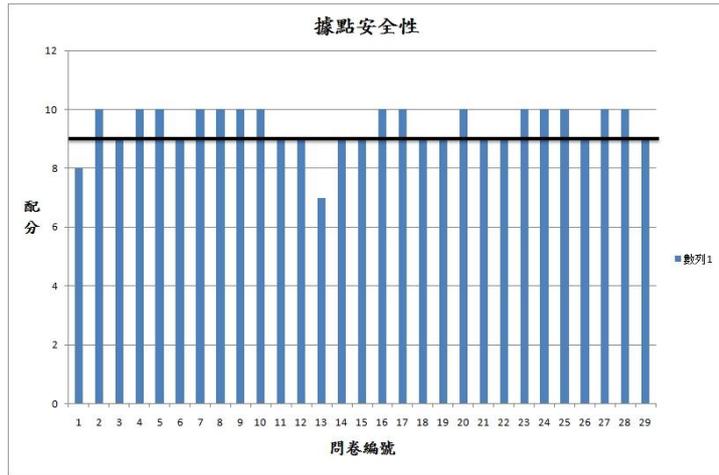


圖 4-7 據點安全性各專家原始給分示意圖

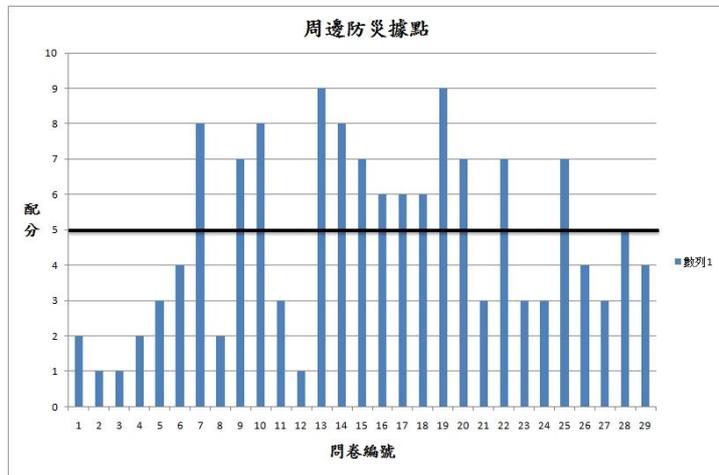


圖 4-8 周邊防災據點各專家原始給分示意圖

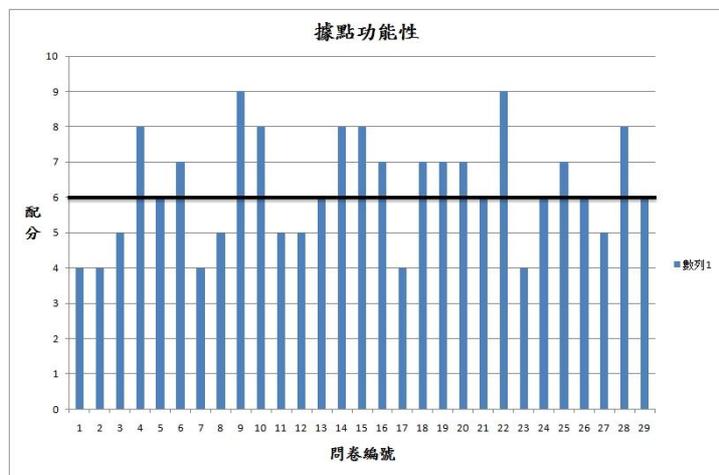


圖 4-9 據點功能性各專家原始給分示意圖

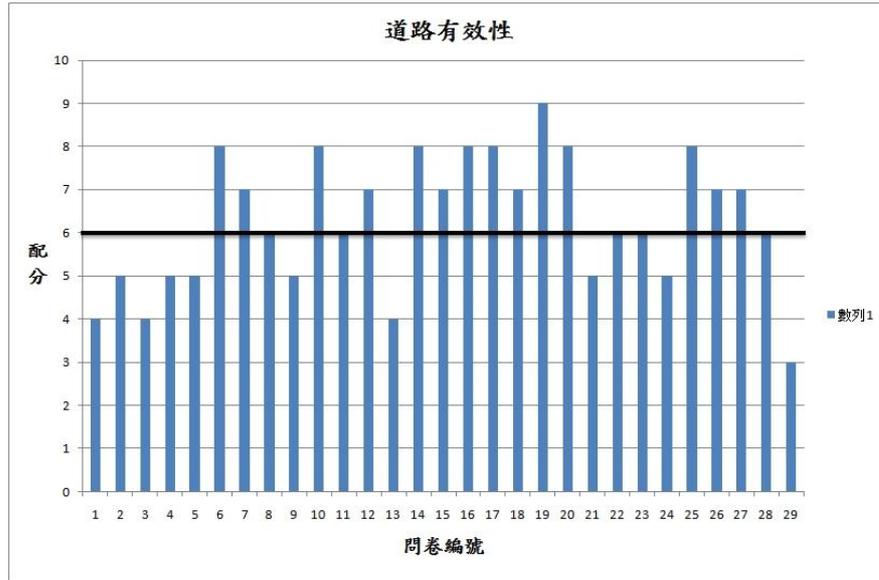


圖 4-10 道路有效性各專家原始給分示意圖

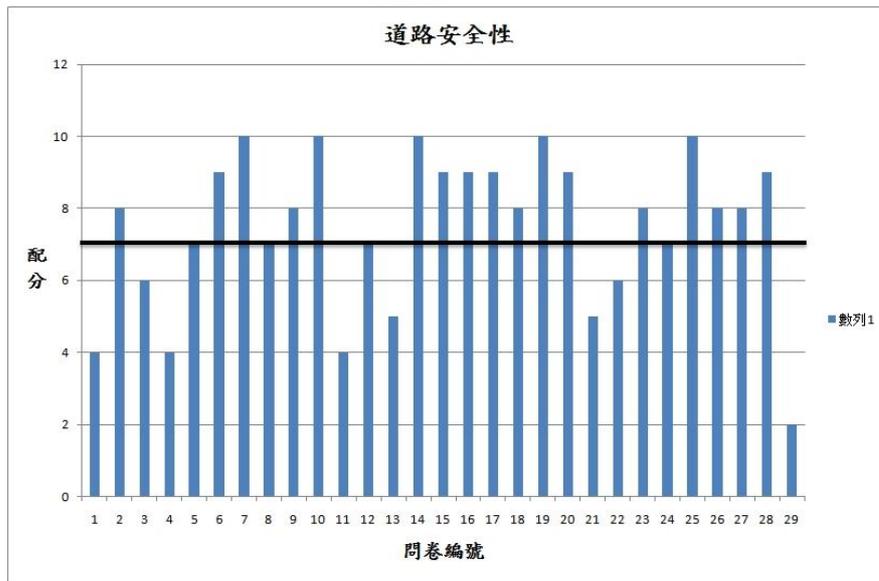


圖 4-11 道路安全性各專家原始給分示意圖

(二)「評估準則細項」之配分

評估準則的評分計算方式係將回收的 29 份問卷之細項評分進行正規化，即可求得評估準則細項之最終配分，計算與分析步驟如下：

1. 整理原始數據：

將回收的問卷細項評分數據整理至 excel 表格裡，如圖 4-12。

A	B	C 問卷編號	評估細項																												
			D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF
1		評估細項	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
2	到達據點 之距離	未滿500m	8	10	9	6	10	6	10	9	10	8	8	5	9	10	7	10	8	9	10	8	9	7	9	10	9	9	9	10	10
3		500m以上未滿1km	7	7	7	5	8	7	9	7	8	6	6	9	7	9	4	8	8	7	8	6	5	6	7	8	7	7	8	8	8
4		1km以上未滿1.5km	5	4	4	4	5	9	8	5	6	7	4	7	5	7	2	6	6	6	5	4	3	5	5	5	8	5	5	6	6
5		1.5km以上	3	1	1	3	2	1	6	2	4	5	2	3	3	2	1	3	4	3	2	1	1	4	1	3	6	2	1	3	4
6		3 m <sup>2</sup> /人以上	8	10	10	8	8	5	10	9	10	5	5	5	8	10	6	10	4	10	8	8	9	3	10	7	6	7	9	10	10
7	可容納避 難人數	2m <sup>2</sup> /人以上未滿3 m <sup>2</sup> /人	7	7	8	6	10	7	7	6	9	7	3	10	6	8	3	9	4	9	6	6	5	2	7	10	8	9	8	9	6
8		1m <sup>2</sup> /人以上未滿2 m <sup>2</sup> /人	4	2	6	4	3	9	5	5	7	9	7	7	4	5	1	7	6	7	4	5	2	1	3	4	5	5	5	7	4
9		未滿1 m <sup>2</sup> /人	1	1	2	3	1	2	3	2	5	1	2	1	2	2	0	5	7	4	2	5	1	1	1	1	1	2	1	4	3
10	開放空間 面積	50000m <sup>2</sup> 以上	10	5	9	10	5	4	10	9	10	10	4	9	9	10	10	10	4	9	7	9	9	7	5	6	10	7	9	10	10
11		10000m <sup>2</sup> 以上未滿50000m <sup>2</sup>	8	10	7	8	9	8	8	7	7	9	6	7	8	7	9	5	8	5	8	8	6	10	9	9	8	8	8	6	6
12		5000m <sup>2</sup> 以上未滿10000m <sup>2</sup>	7	7	5	7	7	10	7	6	5	8	7	6	7	4	7	8	6	6	3	6	7	5	8	7	8	6	6	5	4
13		1000m <sup>2</sup> 以上未滿5000m <sup>2</sup>	5	6	3	6	3	6	6	5	3	7	5	3	6	3	6	4	7	4	1	5	6	4	7	4	6	4	5	3	2
14		未滿1000m <sup>2</sup>	4	5	1	5	1	1	5	2	1	6	3	2	4	2	4	2	7	2	0	1	5	3	6	1	3	2	2	1	1
15	建築物 結構	鋼骨鋼筋混凝土造 (SRC)	10	8	10	10	10	8	10	10	10	9	2	10	8	8	9	8	8	8	8	8	9	8	10	10	9	10	10	10	
16		鋼骨造 (SC)	8	10	9	8	7	9	8	9	9	8	2	8	8	8	8	8	8	8	6	8	9	10	8	8	8	8	8	9	9
17		鋼筋混凝土造 (RC)	8	6	8	7	8	6	8	6	8	9	7	10	6	4	8	6	8	8	7	6	9	9	6	8	8	7	7	8	8
18		磚石或土塊構造	5	4	3	1	6	3	4	3	4	0	1	2	4	2	1	2	5	4	7	1	5	6	4	5	2	2	3	3	2
19		木結構 (老舊)	2	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2	2	2	0	0	1	2	1	2	0	3	4	1	1	2	2	1	1	1
20	最近之危 險設施	300m以上	9	10	9	5	10	10	8	9	7	7	5	9	9	10	7	9	8	8	8	8	9	3	10	10	7	7	9	10	
21		150m以上未滿300m	6	8	5	3	8	5	3	5	4	3	6	5	6	4	7	6	6	5	5	6	5	3	8	7	4	5	4	5	
22		未滿150m	4	6	1	1	5	1	1	1	1	2	4	1	3	1	5	3	4	3	3	4	3	2	6	4	2	3	1	1	1

圖 4-12 問卷原始數據

2. 評估準則細項正規化 (一)：

正規化之目的是為了求出每個細項在其評估準則內之比值。以問卷編號 1「到達據點之距離」項之「未滿 500m」、「500m 以上未滿 1km」、「1km 以上未滿 1.5km」、「1.5km 以上」四個細項為例，原始數據分別為 8、7、5、3，則四個細項之數據分別為  $8 / (8+7+5+3) = 0.348$ 、 $7 / (8+7+5+3) = 0.304$ 、 $5 / (8+7+5+3) = 0.217$ 、 $3 / (8+7+5+3) = 0.130$ ；同理，其他細項依此類推，結果如圖 4-13 所示。

A	B	問卷編號																				
1			1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
2		評估細項	原始	正規化																		
3		未滿500m	8	0.348	10	0.455	9	0.429	6	0.333	10	0.400	6	0.261	10	0.303	9	0.391	10	0.357	8	0.308
4	到達據點之距離	500m以上未滿1km	7	0.304	7	0.318	7	0.333	5	0.278	8	0.320	7	0.304	9	0.273	7	0.304	8	0.286	6	0.231
5		1km以上未滿1.5km	5	0.217	4	0.182	4	0.190	4	0.222	5	0.200	9	0.391	8	0.242	5	0.227	6	0.207	7	0.269
6		1.5km以上	3	0.130	1	0.045	1	0.048	3	0.167	2	0.080	1	0.043	6	0.182	2	0.091	4	0.133	5	0.192
7	可容納避難人數	3m <sup>2</sup> /人以上	8	0.400	10	0.500	10	0.385	8	0.381	8	0.364	5	0.217	10	0.400	9	0.409	10	0.323	5	0.227
8		2m <sup>2</sup> /人以上未滿3m <sup>2</sup> /人	7	0.350	7	0.350	8	0.308	6	0.286	10	0.455	7	0.304	7	0.280	6	0.273	9	0.290	7	0.318
9		1m <sup>2</sup> /人以上未滿2m <sup>2</sup> /人	4	0.200	2	0.100	6	0.231	4	0.190	3	0.136	9	0.391	5	0.200	5	0.227	7	0.226	9	0.409
10	開放空間面積	未滿1m <sup>2</sup> /人	1	0.050	1	0.050	2	0.077	3	0.143	1	0.045	2	0.087	3	0.120	2	0.091	5	0.161	1	0.045
11		50000m <sup>2</sup> 以上	10	0.294	5	0.152	9	0.360	10	0.278	5	0.200	4	0.138	10	0.278	9	0.310	10	0.385	10	0.250
12		10000m <sup>2</sup> 以上未滿50000m <sup>2</sup>	8	0.235	10	0.303	7	0.280	8	0.222	9	0.360	8	0.276	8	0.222	7	0.241	7	0.269	9	0.225
13		5000m <sup>2</sup> 以上未滿10000m <sup>2</sup>	7	0.206	7	0.212	5	0.200	7	0.194	7	0.280	10	0.345	7	0.194	6	0.207	5	0.192	8	0.200
14	建築物結構	1000m <sup>2</sup> 以上未滿5000m <sup>2</sup>	5	0.147	6	0.182	3	0.120	6	0.167	3	0.120	6	0.207	6	0.167	5	0.172	3	0.115	7	0.175
15		未滿1000m <sup>2</sup>	4	0.118	5	0.152	1	0.040	5	0.139	1	0.040	1	0.034	5	0.139	2	0.069	1	0.038	6	0.150
16		鋼骨鋼筋混凝土連土連(SRC)	10	0.303	8	0.276	10	0.323	10	0.370	10	0.313	8	0.320	10	0.294	10	0.357	10	0.313	10	0.333
17		鋼骨連(SC)	8	0.242	10	0.345	9	0.290	8	0.296	7	0.219	7	0.280	9	0.265	8	0.286	9	0.281	9	0.300
18	最近之危險設施	鋼筋混凝土連(RC)	8	0.242	6	0.207	8	0.258	7	0.259	8	0.250	6	0.240	8	0.235	6	0.214	8	0.250	9	0.300
19		磚石或土塊構造	5	0.152	4	0.138	3	0.097	1	0.037	6	0.188	3	0.120	4	0.118	3	0.107	4	0.125	0	0.000
20		木結構(老舊)	2	0.061	1	0.034	1	0.032	1	0.037	1	0.031	1	0.040	3	0.088	1	0.036	1	0.031	2	0.067
21		300m以上	9	0.474	10	0.417	9	0.600	5	0.556	10	0.435	10	0.625	8	0.667	9	0.600	7	0.583	7	0.583
22	防止延燒功能	150m以上未滿300m	6	0.316	8	0.333	5	0.333	3	0.333	8	0.348	5	0.313	3	0.250	5	0.333	4	0.333	3	0.250
23		未滿150m	4	0.211	6	0.250	1	0.067	1	0.111	5	0.217	1	0.063	1	0.083	1	0.067	1	0.083	2	0.167
24	防止延燒功能	95%以上	7	0.389	10	0.476	9	0.450	4	0.444	8	0.348	10	0.625	6	0.353	7	0.467	10	0.526	6	0.316
25		75%以上未滿95%	6	0.333	7	0.333	7	0.350	3	0.333	10	0.435	5	0.313	6	0.353	5	0.333	6	0.316	8	0.421
26		未滿75%	5	0.278	4	0.190	4	0.200	2	0.222	5	0.217	1	0.063	5	0.294	3	0.200	3	0.158	5	0.263

圖 4-13 數據正規化 (一)

### 3. 評估準則細項正規化 (二):

此步驟係將每一個評估準則細項以 5 計算，再將正規化 (一) 所得到的數據依照其比例去調整數據，也就是說若共有四個細項則以 20 算；若有五個細項則以 25 算，依此類推。同樣以問卷編號 1 「到達據點之距離」項之「未滿 500m」、「500m 以上未滿 1km」、「1km 以上未滿 1.5km」、「1.5km 以上」四個細項為例，四個細項分別取 5，故以 20 為基準，將正規化 (一) 所得數據按 0.348、0.304、0.217、0.130 之比例分別乘以 20，則得到數據分別為 6.957、6.087、4.348 及 2.609；同理，其他細項依此類推，結果如圖 4-14 所示。

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	
1		問卷編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
2		評估細項	原始	正規化一	正規化二	原始	正規化一	正規化二	原始	正規化一	正規化二	原始	正規化一	正規化二	原始	正規化一	正規化二	原始	正規化一	正規化二	原始	正規化一	正規化二	原始	正規化一	正規化二	
3	1	到達據點之距離	未滿500m	8	0.348	6.957	10	0.455	9.091	9	0.429	8.571	6	0.333	6.667	10	0.400	8.000	6	0.261	5.217	10	0.303	6.061	9	0.391	7.826
4		500m以上未滿1km	7	0.304	6.087	7	0.318	6.364	7	0.333	6.667	5	0.278	5.556	8	0.320	6.400	7	0.304	6.087	9	0.273	5.455	7	0.304	6.087	
5		1km以上未滿1.5km	5	0.217	4.348	4	0.182	3.636	4	0.190	3.810	4	0.222	4.444	5	0.200	4.000	9	0.391	7.826	8	0.242	4.848	5	0.227	4.545	
6		1.5km以上	3	0.130	2.609	1	0.045	0.909	1	0.048	0.952	3	0.167	3.333	2	0.080	1.600	1	0.043	0.870	6	0.182	3.636	2	0.091	1.818	
7		3m <sup>2</sup> /人以上	8	0.400	8.000	10	0.500	10.000	10	0.385	7.692	8	0.381	7.619	8	0.364	7.273	5	0.217	4.348	10	0.400	8.000	9	0.409	8.182	
8		2m <sup>2</sup> /人以上未滿3m <sup>2</sup> /人	7	0.350	7.000	7	0.350	7.000	8	0.308	6.154	6	0.286	5.714	10	0.455	9.091	7	0.304	6.087	7	0.280	5.600	6	0.273	5.455	
9	二	可容納遊 藝人數	1m <sup>2</sup> /人以上未滿2m <sup>2</sup> /人	4	0.200	4.000	2	0.100	2.000	6	0.231	4.615	4	0.190	3.810	3	0.136	2.727	9	0.391	7.826	5	0.200	4.000	5	0.227	4.545
10		未滿1m <sup>2</sup> /人	1	0.050	1.000	1	0.050	1.000	2	0.077	1.538	3	0.143	2.857	1	0.045	0.909	2	0.087	1.739	3	0.120	2.400	2	0.091	1.818	
11	三	開放空間 面積	5000m <sup>2</sup> 以上	10	0.294	7.353	5	0.152	3.788	9	0.360	9.000	10	0.278	6.944	5	0.200	5.000	4	0.138	3.448	10	0.278	6.944	9	0.310	7.759
12			10000m <sup>2</sup> 以上未滿50000m <sup>2</sup>	8	0.235	5.882	10	0.303	7.576	7	0.280	7.000	8	0.222	5.556	9	0.360	9.000	8	0.276	6.897	8	0.222	5.556	7	0.241	6.034
13			5000m <sup>2</sup> 以上未滿10000m <sup>2</sup>	7	0.206	5.147	7	0.212	5.303	5	0.200	5.000	7	0.194	4.861	7	0.280	7.000	10	0.345	8.621	7	0.194	4.861	6	0.207	5.172
14			1000m <sup>2</sup> 以上未滿5000m <sup>2</sup>	5	0.147	3.676	6	0.182	4.545	3	0.120	3.000	6	0.167	4.167	3	0.120	3.000	6	0.207	5.172	6	0.167	4.167	5	0.172	4.310
15		未滿1000m <sup>2</sup>	4	0.118	2.941	5	0.152	3.788	1	0.040	1.000	5	0.139	3.472	1	0.040	1.000	1	0.034	0.862	5	0.139	3.472	2	0.069	1.724	
16	四	建築物 結構	鋼骨鋼筋混凝土造 (SRC)	10	0.303	7.576	8	0.276	6.897	10	0.323	8.065	10	0.370	9.259	10	0.313	7.813	8	0.320	8.000	10	0.294	7.353	10	0.357	8.929
17			鋼骨造 (SC)	8	0.242	6.061	10	0.345	8.621	9	0.290	7.258	8	0.296	7.407	7	0.219	5.469	7	0.280	7.000	9	0.265	6.618	8	0.286	7.143
18			鋼筋混凝土造 (RC)	8	0.242	6.061	6	0.207	5.172	8	0.258	6.452	7	0.259	6.481	8	0.250	6.250	6	0.240	6.000	8	0.235	5.882	6	0.214	5.357
19			磚石或土塊構造	5	0.152	3.788	4	0.138	3.448	3	0.097	2.419	1	0.037	0.926	6	0.188	4.688	3	0.120	3.000	4	0.118	2.941	3	0.107	2.679
20			木結構 (老舊)	2	0.061	1.515	1	0.034	0.862	1	0.032	0.806	1	0.037	0.926	1	0.031	0.781	1	0.040	1.000	3	0.088	2.206	1	0.036	0.893
21			最近之危 險設施	300m以上	9	0.474	7.105	10	0.417	6.250	9	0.600	9.000	5	0.556	8.333	10	0.435	6.522	10	0.625	9.375	8	0.667	10.000	9	0.600
22		150m以上未滿300m	6	0.316	4.737	8	0.333	5.000	5	0.333	5.000	3	0.333	5.000	8	0.348	5.217	5	0.313	4.688	3	0.250	3.750	5	0.333	5.000	
23		未滿150m	4	0.211	3.158	6	0.250	3.750	1	0.067	1.000	1	0.111	1.667	5	0.217	3.261	1	0.063	0.938	1	0.083	1.250	1	0.067	1.000	
24	五	防止延燒 功能	95%以上	7	0.389	5.833	10	0.476	7.143	9	0.450	6.750	4	0.444	6.667	8	0.348	5.217	10	0.625	9.375	6	0.353	5.294	7	0.467	7.000
25			75%以上未滿95%	6	0.333	5.000	7	0.333	5.000	7	0.350	5.250	3	0.333	5.000	10	0.435	6.522	5	0.313	4.688	6	0.353	5.294	5	0.333	5.000
26			未滿75%	5	0.278	4.167	4	0.190	2.857	4	0.200	3.000	2	0.222	3.333	5	0.217	3.261	1	0.063	0.938	5	0.294	4.412	3	0.200	3.000

圖 4-14 數據正規化 (二)

4. 評估準則細項取平均值：

此步驟是利用步驟 3 正規化 (二) 所得之數據各別取平均值，如圖

4-15。



5. 按比例調整評估準則細項，調整值最高為 10：

將步驟 4 之結果運用在各評估準則內之細項，分別做調整的動作，

數據最高調整為 10 分，其餘皆依照其比例分別做調整。同樣以問卷編號

1 「到達據點之距離」項之「未滿 500m」、「500m 以上未滿 1km」、

「1km 以上未滿 1.5km」、「1.5km 以上」四個細項為例，步驟 4 之結果數

據分別為 7.383、5.992、4.481 及 2.141，按照比例將 7.383 調整為 9.997，

則剩餘三個細項調整後分別為 8.114、6.067 及 2.900；同理，其他細項依

此類推，結果如圖 4-15 所示。

## 6. 最終結果：

將步驟5所求得之數據四捨五入即求得最終之分數，如圖4-15所示。

問卷編號	評估細項	1			2			3			28			29			平均值	取最高為10	四捨五入	
		原始	正規化一	正規化二	原始	正規化一	正規化二	原始	正規化一	正規化二	原始	正規化一	正規化二	原始	正規化一	正規化二				
1																				
2																				
3																				
4	到達點之距離	未滿500m	8	0.348	6.957	10	0.455	9.091	9	0.429	8.571	10	0.370	7.407	10	0.357	7.143	7.383	9.997	10
5		500m以上未滿1km	7	0.304	6.087	7	0.318	6.364	7	0.333	6.667	8	0.296	5.926	8	0.286	5.714	5.992	8.114	8
6		1km以上未滿1.5km	5	0.217	4.348	4	0.182	3.636	4	0.190	3.810	6	0.222	4.444	6	0.214	4.286	4.481	6.067	6
7	可容納避難人數	1.5km以上	3	0.130	2.609	1	0.045	0.909	1	0.048	0.952	3	0.111	2.222	4	0.143	2.857	2.141	2.900	3
8		3 m <sup>2</sup> /人以上	8	0.400	8.000	10	0.500	10.00	10	0.385	7.692	10	0.333	6.667	10	0.435	8.696	7.319	9.998	10
9		2m <sup>2</sup> /人以上未滿3 m <sup>2</sup> /人	7	0.350	7.000	7	0.350	7.000	8	0.308	6.154	9	0.300	6.000	6	0.261	5.217	6.306	8.614	9
10	開放空間面積	1m <sup>2</sup> /人以上未滿2 m <sup>2</sup> /人	4	0.200	4.000	2	0.100	2.000	6	0.231	4.615	7	0.233	4.667	4	0.174	3.478	4.385	5.989	6
11		未滿1 m <sup>2</sup> /人	1	0.050	1.000	1	0.050	1.000	2	0.077	1.538	4	0.133	2.667	3	0.130	2.609	1.990	2.719	3
12		5000m <sup>2</sup> 以上	10	0.294	7.353	5	0.152	3.788	9	0.360	9.000	10	0.370	9.259	10	0.435	10.87	6.986	9.997	10
13		10000m <sup>2</sup> 以上未滿50000m <sup>2</sup>	8	0.235	5.882	10	0.303	7.576	7	0.280	7.000	8	0.296	7.407	6	0.261	6.522	6.592	9.434	9
14		5000m <sup>2</sup> 以上未滿10000m <sup>2</sup>	7	0.206	5.147	7	0.212	5.303	5	0.200	5.000	5	0.185	4.630	4	0.174	4.348	5.365	7.677	8
15	建築物結構	1000m <sup>2</sup> 以上未滿5000m <sup>2</sup>	5	0.147	3.676	6	0.182	4.545	3	0.120	3.000	3	0.111	2.778	2	0.087	2.174	3.819	5.466	5
16		未滿1000m <sup>2</sup>	4	0.118	2.941	5	0.152	3.788	1	0.040	1.000	1	0.037	0.926	1	0.043	1.087	2.237	3.201	3
17		鋼骨鋼筋混凝土造 (SRC)	10	0.303	7.576	8	0.276	6.897	10	0.323	8.065	10	0.323	8.065	10	0.333	8.333	7.675	10.001	10
18	最近之危險設施	鋼骨造 (SC)	8	0.242	6.061	10	0.345	8.621	9	0.290	7.258	9	0.290	7.258	9	0.300	7.500	6.930	9.029	9
19		鋼筋混凝土造 (RC)	8	0.242	6.061	6	0.207	5.172	8	0.258	6.452	8	0.258	6.452	8	0.267	6.667	6.464	8.422	8
20		磚石或土塊構造	5	0.152	3.788	4	0.138	3.448	3	0.097	2.419	3	0.097	2.419	2	0.067	1.667	2.714	3.536	4
21		木結構 (老舊)	2	0.061	1.515	1	0.034	0.862	1	0.032	0.806	1	0.032	0.806	1	0.033	0.833	1.217	1.586	2
22	防止延燒功能	300m以上	9	0.474	7.105	10	0.417	6.250	9	0.600	9.000	7	0.583	8.750	10	0.625	9.375	7.762	9.998	10
23		150m以上未滿300m	6	0.316	4.737	8	0.333	5.000	5	0.333	5.000	4	0.333	5.000	5	0.313	4.688	4.875	6.279	6
24	防止延燒功能	未滿150m	4	0.211	3.158	6	0.250	3.750	1	0.067	1.000	1	0.083	1.250	1	0.063	0.938	2.362	3.043	3
25		95%以上	7	0.389	5.833	10	0.476	7.143	9	0.450	6.750	10	0.526	7.895	6	0.500	7.500	6.558	10.001	10
26		75%以上未滿95%	6	0.333	5.000	7	0.333	5.000	7	0.350	5.250	6	0.316	4.737	4	0.333	5.000	5.279	8.051	8
27		未滿75%	5	0.278	4.167	4	0.190	2.857	4	0.200	3.000	3	0.158	2.368	2	0.167	2.500	3.163	4.824	5

圖 4-15 最終結果

## 4.2 實證調查與分析-以台北縣板橋市仁愛里為例

本研究以都市化程度較高的板橋市為例，在有限的時間與人力限制下，僅以仁愛里作為本研究實際案例分析之範圍。

仁愛里面積並不大，不過人口和其他面積較大的里人口比起來相對較多，符合本研究之建築物密集、居住人口多之都市化現象，故選擇仁愛里作為本研究之實證地區。

## 4.2.1 資料庫建置

進行實證調查時所需要的資料，包含道路系統、醫療據點、消防據點、行政區村里分界、學校公園設施分布等資料係由國立台灣大學氣候天氣災害研究中心提供數位化的檔案；台北縣仁愛里人口資料則由板橋市公所網站取得；GIS 座標系統皆採 TWD97 系統。

### (一) 地理位置

板橋市行政區域共區分為五大區域，仁愛里屬於第四區，面積為 11.32 公頃，如圖 4-16。仁愛里原本屬於廣福里的一部分，民國 59 年 10 月 10 日由廣福里分出，又因境內有仁愛新村，故命名為仁愛里。本里位於板橋市南方，由圖 4-17 可看出，仁愛里東與大豐里、重慶里相鄰，西與鄉雲里相接，南毗重慶里，北接大豐里。



圖 4-16 板橋市行政區域圖

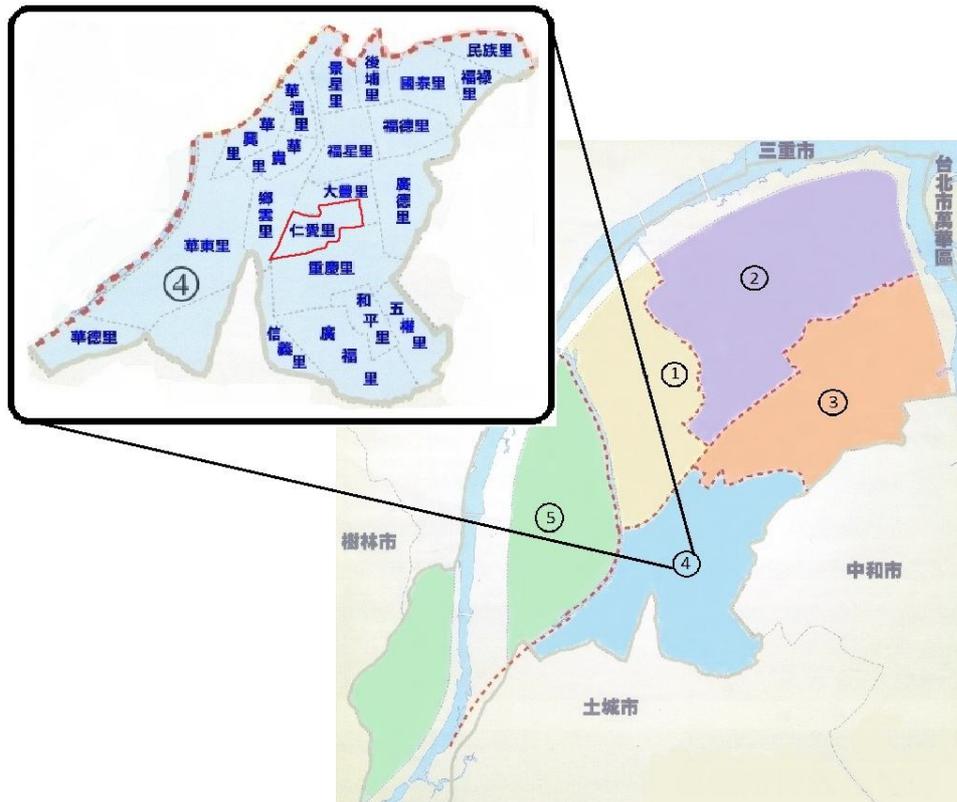


圖 4-17 板橋市仁愛里地理位置

## (二) 人口

至 99 年 11 月為止，板橋市仁愛里共計有 20 鄰，實際住戶為 1150 戶，總人口數為 3408 人，由圖 4-18 可以看出，壯年人口佔大多數，老弱婦孺人口佔總比例 25%，就扶養比而言，仁愛里內壯年人口佔總人口數的四分之三，由數據上來看，在避難行為上對孩童及老人家的協助逃生應該是足夠的。

(1) 扶老比： $\text{老年人口} / \text{壯年人口} \times 100\% = 15\%$

(2) 扶幼比： $\text{幼年人口} / \text{壯年人口} \times 100\% = 18\%$

(3) 扶養比： $(\text{老年人口} + \text{幼年人口}) / \text{壯年人口} \times 100\% = 33\%$

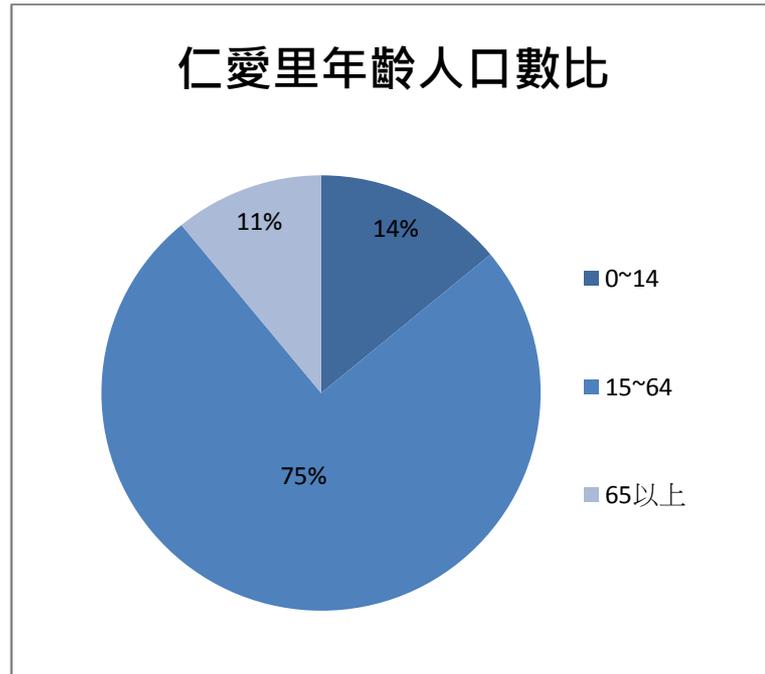


圖 4-18 仁愛里年齡人口數比較圖

### (三) 交通概述

仁愛里的周圍道路有四川路、忠孝路、重慶路以及仁愛路，這些道路除了作為與其他里鄰聯絡的主要道路之外，亦可規劃成為緊急聯外、運輸救援道路等防救災道路系統。

由圖 4-19 可看出仁愛路及仁愛路巷弄與忠孝路巷弄為仁愛里內主要的交通道路，另外四川路為仁愛里主要的聯外道路，可通往土城市；四川路接信義路亦是通往土城市的重要幹道之一；忠孝路則為板橋接往中和的重要幹道之一。



圖 4-19 仁愛里周圍道路

#### (四) 建築及使用現況

透過現場調查，可得知仁愛路巷弄與忠孝路巷弄內建築物形式主要為五層樓之住宅，商業行為比較起來偏少，大多屬於住宅使用；四川路一段（台三線）多為三至四層樓之店鋪式住宅，其一樓多為商業使用，包含飲料店、藥局、便利商店等，另外還有一大型購物中心。

調查範圍內因建築物密集，居住人口眾多，導致停車空間嚴重不足，因此仁愛路與忠孝路巷弄內之人行道被佔用之情形尤其嚴重，其佔據原因多為腳踏車、汽機車停放。建築物之構造類別約可區分為加強磚造、鋼筋

混凝土造等；四川路一段因商業繁榮，騎樓與人行道佔用情形亦為嚴重，除汽機車停放之外，還有許多商業行為佔據騎樓的狀況，例如貨品放置、廣告旗幟、招牌放置、小吃餐飲等。

#### (五) 避難據點分布

本研究避難據點只選擇學校與公園，初步標示出仁愛里周邊避難據點分布。如圖 4-20 所示。



圖 4-20 仁愛里周邊學校與公園分布圖

(六) 周遭醫療、警察、據消防點分布

1. 醫療據點分布情形和詳細資料，如圖 4-21 和表 4-10。

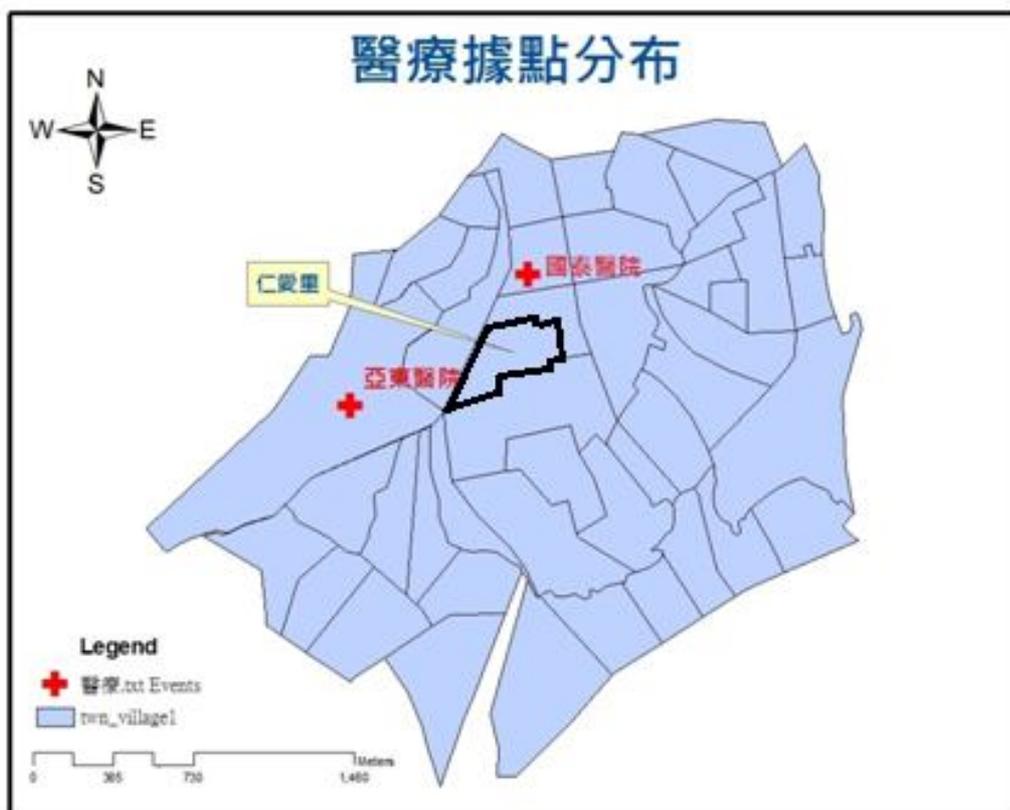


圖 4-21 仁愛里周遭醫療據點分布圖

表 4-10 醫療據點一覽表

醫療據點	地址	電話	備註
國泰醫院	台北縣板橋市忠孝路 5 號	(02)2958 3333	
亞東醫院	台北縣板橋市南雅南路二段 21 號	(02)8966 7000	

資料來源：本研究整理

2. 警察據點分布情形和詳細資料，如圖 4-22 和表 4-11。

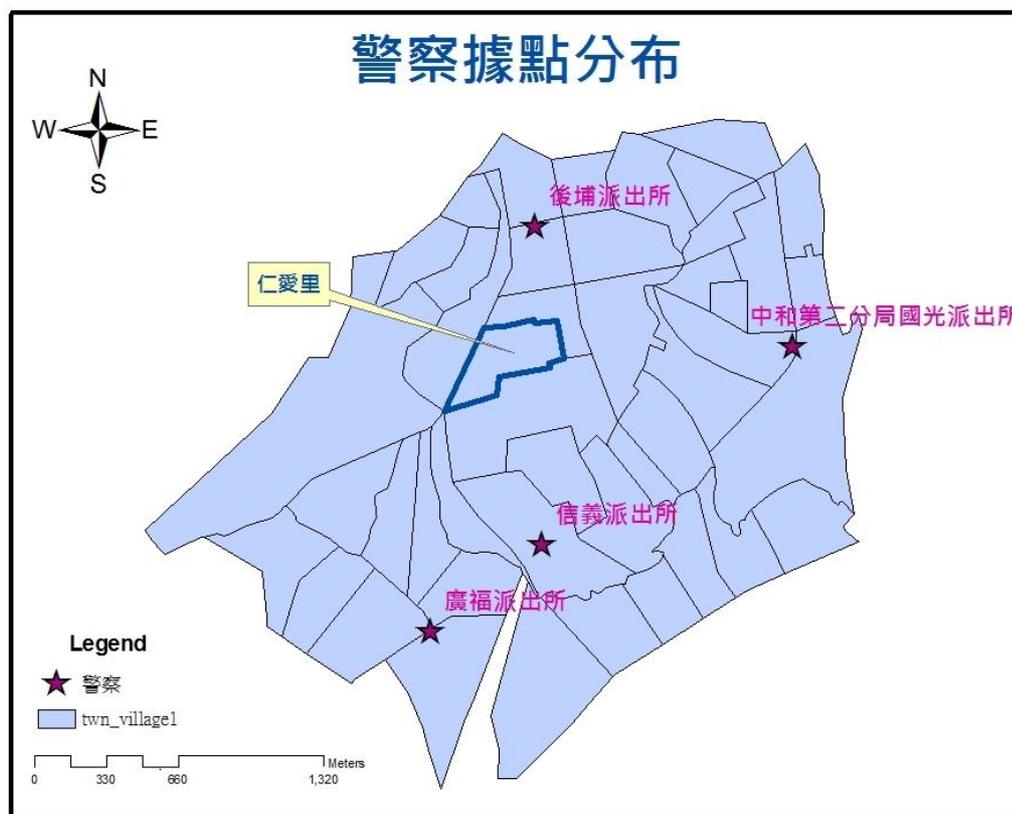


圖 4-22 仁愛里周遭警察據點分布圖

表 4-11 警察據點一覽表

警察據點	地址	電話	備註
廣福派出所	台北縣土城市學府路一段 103 號	(02)2270 1588	
中和第二分局 國光派出所	台北縣中和市莒光路 160 號	(02)2955 3199	
後埔派出所	台北縣板橋市成都街 22 號	(02)2961 5964	
信義派出所	台北縣板橋市廣權路 28 號	(02)2959 2317	

資料來源：本研究整理

3. 醫療據點分布情形和詳細資料，如圖 4-23 和表 4-12。

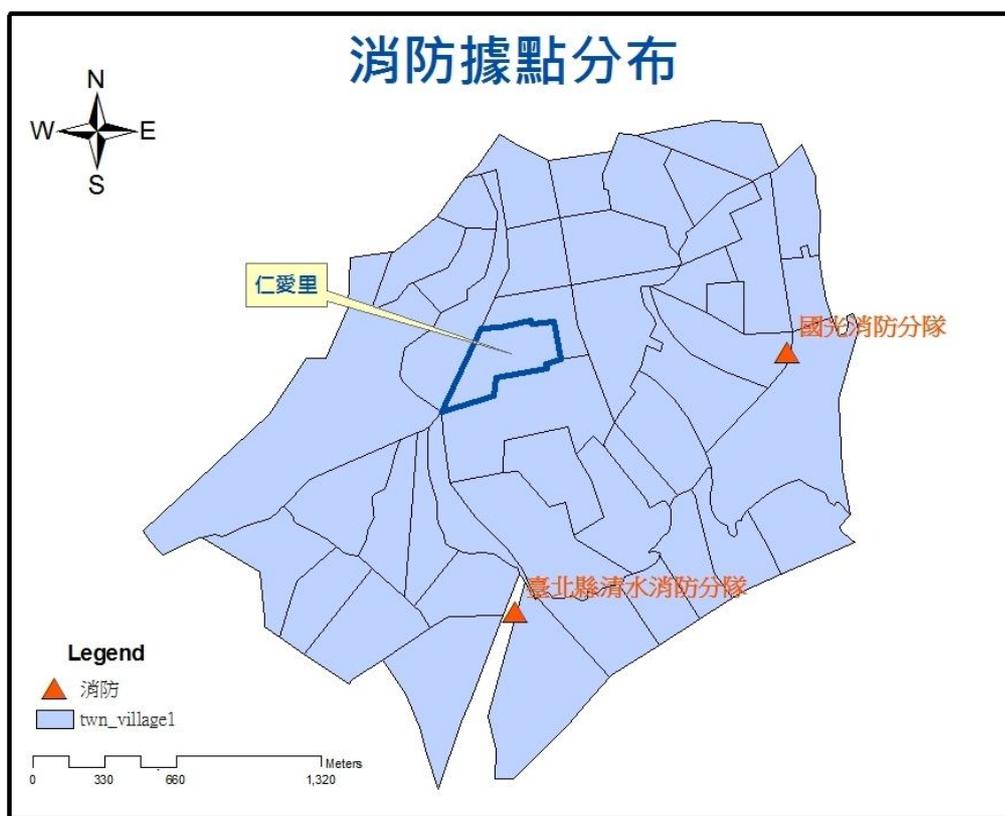


圖 4-23 仁愛里周遭消防據點分布圖

表 4-12 消防據點一覽表

消防據點	地址	電話	備註
國光消防分隊	台北縣中和市莒光路 160 之 1 號	(02)8951 3511	
台北縣清水消防分隊	台北縣土城市青雲路 35 號	(02)2261 5281	

資料來源：本研究整理

#### (七) 街廓及道路使用人口密度

由於現有人口統計資料僅以里為單位的統計，而並無以街廓為單位之統計資料，因此本研究採取推估的方式來處理。假設里內各區人口強度一樣，故影響的是建物樓地板面積。依照仁愛里門牌分佈情形可求知里內共計有 275 棟建築，依實際狀況分別推估為四戶或五戶，再乘上每戶平均人口，即可推估出各街廓之使用人口；道路之使用人口則以各街廓之避難人口平均分派至各道路，再將各街廓之人數加總，即為道路的使用人口。最後再以各避難道路之面積除以使用人數即求得各避難道路之使用人口密度。



#### 4.3 篩選合適之避難據點

根據 3.3.1 節，本研究首先建立避難據點與避難路徑之規劃標準，以這些限制條件作為篩選避難據點與路徑之參考依據。避難據點方面，需考慮的條件有以下：

1. 面積需為 1 公頃以上、10 公頃以下之據點，以學校、公園作為主要選擇，其中學校只考慮國小和國中。
2. 以避難據點為中心距離約 700 公尺範圍為半徑之圓形區域為可接受範圍。
3. 因私人機關之建築抗震程度不見得通過標準測試，因此本研究不考慮里內之私人機關當做避難據點與避難路徑之選擇。

參考圖 4-20，列出仁愛里周邊的避難據點，未篩選前有 5 所國小、3 所國中和 13 座公園，共計 21 個避難據點，如表 4-13。以下將逐步刪除不符合本研究設定的基本假設之避難據點。

第一步先刪除面積不足 1 公頃之避難據點，共刪掉了華德公園、信義公園、忠孝公園、仁愛公園、和平公園、清穗公園以及南雅公園七個據點，此步驟之目標避難據點僅餘 14 處。

表 4-13 仁愛里周邊之避難據點

名稱	位置	面積(ha)	是否採納
後埔國小	板橋市重慶路 157 號	1.9	
實踐國小	板橋市實踐路 93 巷 51 號		
自強國小	中和市莒光路 200 號	2.57	
重慶國小	板橋市五權里廣和街 31 號		
信義國小	板橋市四川路二段 245 巷 60 號	2.64	
忠孝國中	板橋市成都街 30 號	2.44	
重慶國中	板橋市國慶路 120 號	2.92	
自強國中	中和市莒光路 191 號	2.98	
華德公園	四川路 2 段 245 巷 125 號	0.64	否
信義公園	信義路 150 巷 43-1 號	0.48	否
廣福公園	五權街底土城界	1.27	
五權公園	五權街 77 巷 2 號	1.16	
忠孝公園	國慶路 149 巷 21 弄 16 號	0.83	否
仁愛公園	國慶路 51 號	0.48	否
和平公園	重慶路 355 號	0.81	否
重慶公園	重慶路擎天雙星旁	1.23	
清穗公園	國光街口民德路口	0.89	否
民德公園	中和市民德路 197 號	2.38	
介壽公園	館前東路與實踐路口	1.35	
南雅公園	南雅南路 2 段 1 之 1 號	0.27	否
浮州河濱公園	板橋市環河道路	4.2	

資料來源：本研究整理

第二步驟利用 GIS 之環域分析標出以避難據點為中心、半徑 700 公尺所圍成之圓形區域，步行範圍超過 700 公尺，則刪除此避難據點，若涵蓋仁愛里的範圍不大，本研究採取直接刪除不考慮。

首先從學校開始做環域分析，由圖 4-24 得知，忠孝國中、後埔國小、重慶國小以及重慶國中為涵蓋範圍較大也較完整之避難據點，其中重慶國中與重慶國小之合併重疊性過高，加上重慶國小涵蓋之範圍較重慶國中小，故本研究將不考慮重慶國小，除了上述的三所學校外，實踐國小、自強國小、自強國中、重慶國小以及信義國小皆不在本研究之考慮範圍內。此步驟之目標避難據點剩下 9 處。

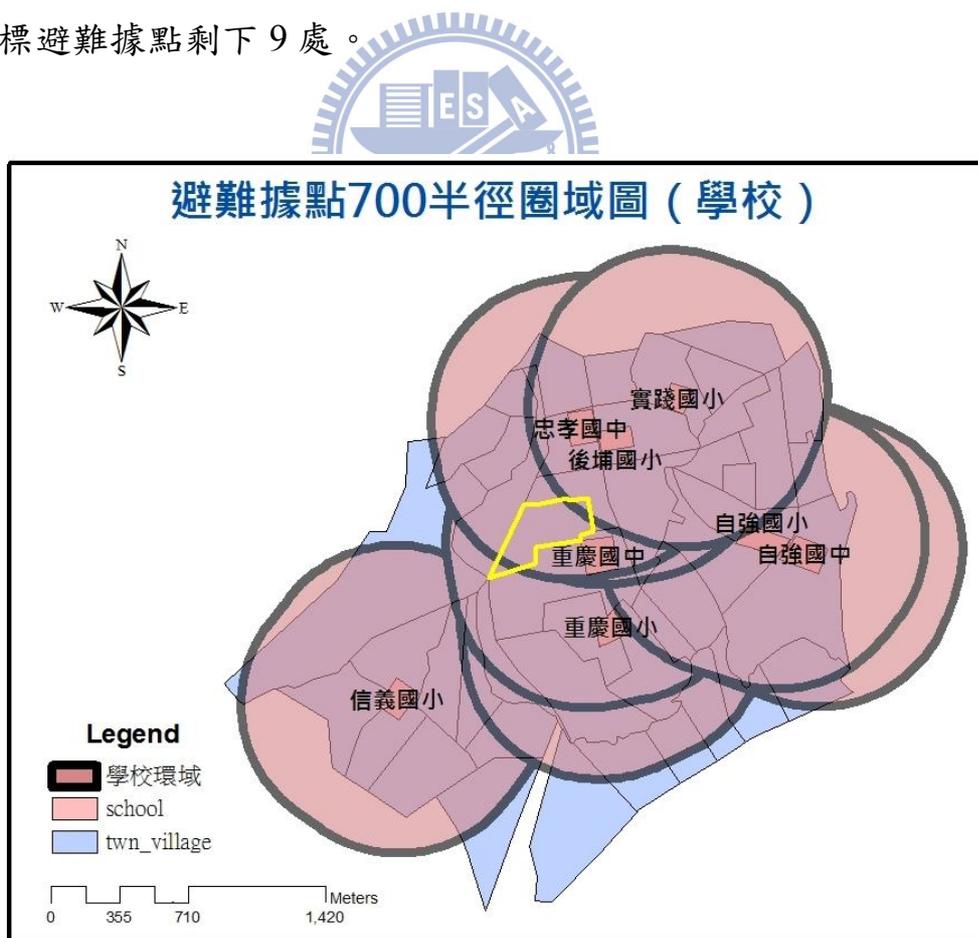


圖 4-24 仁愛里周邊據點 (學校) 涵蓋之範圍

接著針對公園做環域分析，由圖 4-25 看出，較符合涵蓋範圍大又完整之公園只有重慶公園一座，故介壽公園、浮洲河濱公園、民德公園、五權公園及廣福公園皆不在本研究之考慮範圍內。最終之目標避難據點共計 4 處，合計面積為 8.63 公頃，整理如表 4-14 與圖 4-26 及圖 4-27。

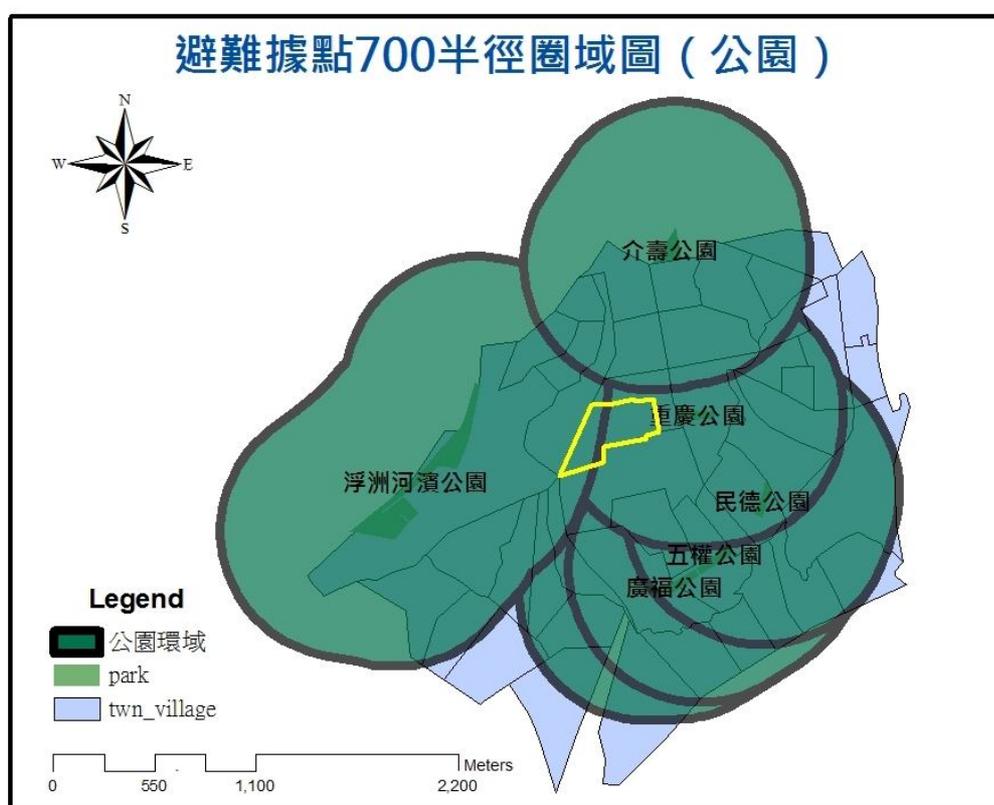


圖 4-25 仁愛里周邊據點（公園）涵蓋之範圍

表 4-14 最終目標避難據點資料表

名稱	位置	面積(ha)	校園綠覆率
忠孝國中	板橋市成都街 30 號	2.44	12.98%
後埔國小	板橋市重慶路 157 號	1.9	30%
重慶國中	板橋市國慶路 120 號	2.92	30%
重慶公園	重慶路擎天雙星旁	1.37	

資料來源：本研究整理

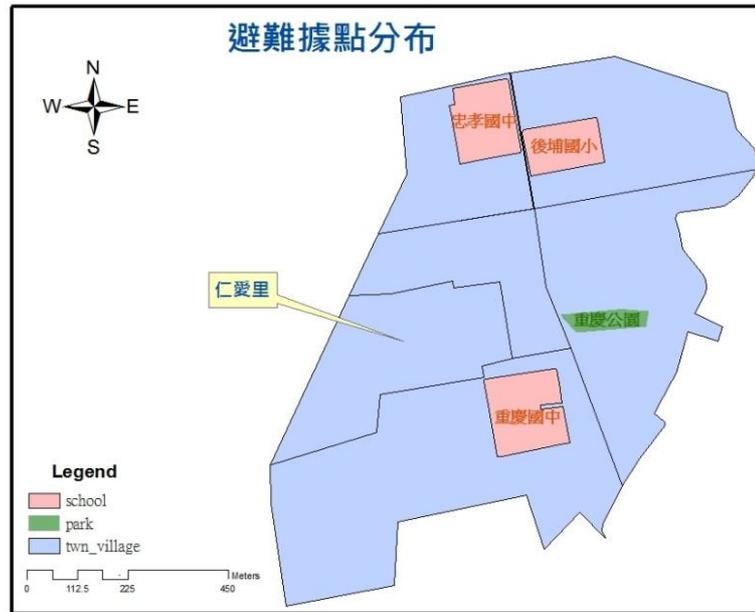


圖 4-26 最終目標避難據點



圖 4-27 最終目標避難據點現況

#### 4.4 避難據點周邊之避難路徑

本研究調查範圍連接至各避難據點之主要道路，有四川路一段、重慶路、國慶路、校前街、忠孝路、仁愛路、仁愛路 62 巷及重慶路 290 巷，共八條 8 m 以上之道路；因實際勘查後，發現只選擇 8 m 以上之道路無法形成一個完整的路網，又因為採 8 m 以上之道路係考慮機具之出入，不過本研究針對避難人員之避難行為，因此為整個避難路徑系統之完整性以及實際道路狀況影響下，本研究將加入寬度為 6 m 之道路包括光明街 40 巷、校前街 40 巷、忠孝路 48 巷等三條，如圖 4-28、圖 4-29 及表 4-15 所示。

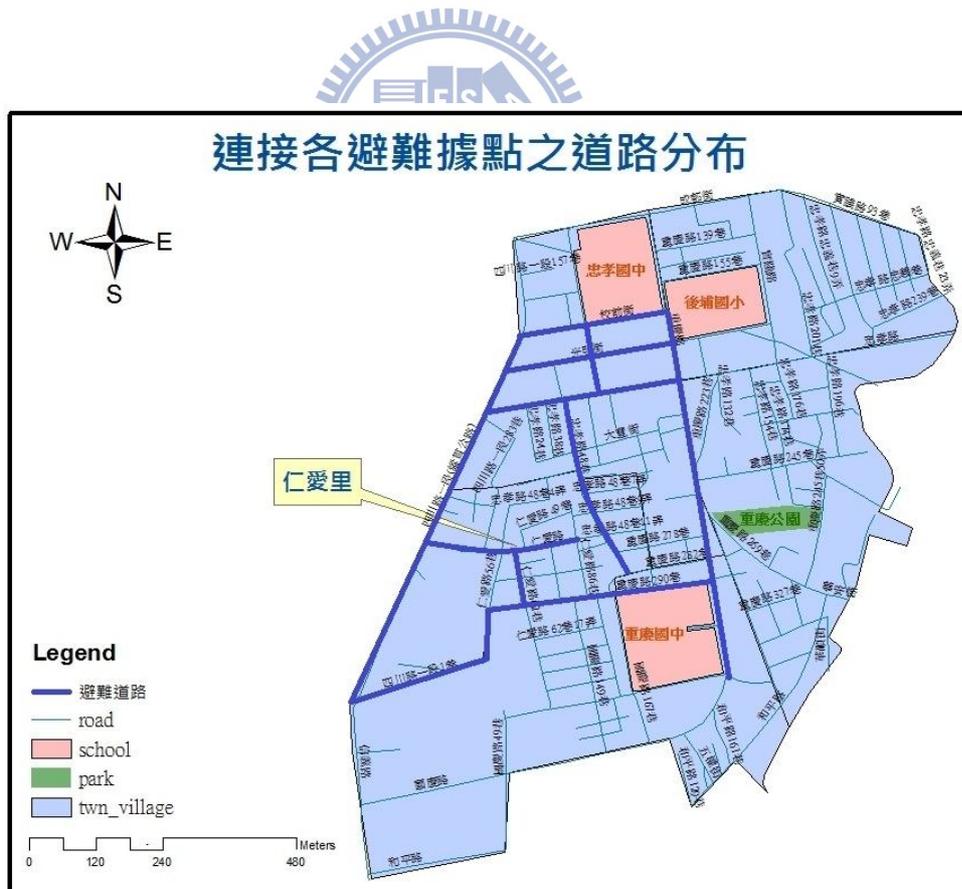


圖 4-28 仁愛里至各避難據點路徑圖



圖 4-29 各避難路徑現況

表 4-15 道路資料一覽表

路 名	路寬 (m)	調查範圍路段長(m)	備 註
四川路一段	20	730	
重慶路	16	440	
國慶路	16	165	
校前街	8	260	
忠孝路	12	350	
仁愛路	8	960	
仁愛路 62 巷	8	270	
重慶路 290 巷	8	280	
光明街 40 巷	6	30	
校前街 40 巷	6	35	
忠孝路 48 巷	6	350	

資料來源：本研究整理

## 4.5 調查成果

經過前述避難據點與避難路徑之空間調查分析與調查資料後，各避難據點與避難路徑調查成果與評估準則評等得分結果將於以下分別列出，如表 4-16、4-17 (a) 及 4-17 (b)，其中光明街 40 巷以及校前街 40 巷因相銜接，加上兩條巷子皆不長，故以下將兩條路徑視為同一條避難路徑給予評分。

#### 4.5.1 避難據點準則評等得分

避難據點與避難路徑之得分依據係按準則評等問卷統計結果，詳如附件四。

表 4-16 避難據點得分表

評估項目	評估準則	忠孝國中		後埔國小		重慶國中		重慶公園	
		現況	得分	現況	得分	現況	得分	現況	得分
據點 有效性	到達據點之距離	700m 內	10	700m 內	10	700m 內	10	700m 內	10
	可容納避難人數	1.96 m <sup>2</sup> /人	4	1.47 m <sup>2</sup> /人	4	2.08 m <sup>2</sup> /人	8	2.5 m <sup>2</sup> /人	8
	開放空間面積	6680m <sup>2</sup>	10	5000 m <sup>2</sup>	7	7100 m <sup>2</sup>	10	8610 m <sup>2</sup>	7
據點 安全性	建築物結構	RC	8	RC	8	RC	8	RC	8
	最近之危險設施	300m 內無	10	300m 內無	10	300m 內無	10	300m 內無	10
	防止延燒功能	75%-95%	6	>95%	10	>95%	10	>95%	10
周邊 防災 據點	其他避難據點	2 個	10	3 個	10	3 個	10	3 個	10
	醫療據點	1200m 內	6	1200m 內	6	1200m 內	6	1200m 內	6
	消防據點	1200m 內	6	1200m 內	6	1200m 內	6	800m 內	8
	警察據點	500m 內	10	500m 內	10	800m 內	8	800m 內	8
據點 功能性	物資存放空間	有，足夠	10	有，足夠	10	有，足夠	10	有，不夠	6
	照明及電力設備	皆有	10	皆有	10	皆有	10	皆有， 皆不夠	8
	通訊設備	4 種	8	4 種	8	4 種	8	2 種	4
	基本醫療設施	有，足夠	10	有，足夠	10	有，足夠	10	無	0
	盥洗如廁設施	廁所	6	廁所	6	廁所	6	廁所	6
合計		124		125		130		109	

資料來源：本研究整理

表 4-17 (a) 避難路徑得分表

評估項目	評估準則	四川路一段		重慶路		國慶路		校前街		光明街40巷+ 校前街40巷	
		現況	得分	現況	得分	現況	得分	現況	得分	現況	得分
道路 有效 性	道路可用寬度	20m	10	16 m	10	16 m	9	8 m	5	6 m	0
	替代道路系統	2 條	6	2 條	6	1 條	0	2 條	6	2 條	6
道路 安全 性	避難人口密度 (m <sup>2</sup> /人)	9.5	10	5.2	10	1.5	8	2.7	10	0.8	3
	道路旁之 障礙物 (100m)	5 個	10	8 個	7	11 個	7	14 個	3	29 個	3
	兩旁 落下物危機 (100m)	9 個	7	9 個	10	4 個	10	9 個	10	14 個	10
	陸橋、高架橋	皆無	10	皆無	10	皆無	10	皆無	10	皆無	10
合計		53		53		44		44		39	

資料來源：本研究整理

表 4-17 (b) 避難路徑得分表(續)

評估項目	評估準則	忠孝路		忠孝路 48巷		仁愛路		仁愛路 62巷		重慶路 290巷	
		現況	得分	現況	得分	現況	得分	現況	得分	現況	得分
道路 有效 性	道路可用寬度	12 m	9	6 m	0	8 m	5	8 m	5	8 m	5
	替代道路系統	3 條	10	2 條	6	2 條	6	2 條	6	2 條	6
道路 安全 性	避難人口密度 (m <sup>2</sup> /人)	2.3	8	9.7	10	2.6	10	2.11	8	2.17	8
	道路旁之障礙 物(100m)	11 個	7	23 個	0	25 個	0	21 個	0	10 個	7
	兩旁落下物危 機(100m)	13 個	10	9 個	10	10 個	10	6 個	10	15 個	10
	陸橋、高架橋	皆無	10	皆無	10	皆無	10	皆無	10	皆無	10
合計		54		36		41		39		46	

資料來源：本研究整理

## 4.5.2 評估結果分析

簡單加權法與其他評準方法相比較，簡單加權法為簡便且在實務應用上亦相當普遍，因此本研究採用此法輔助進行避難據點與避難路徑之評選。簡單加權法之應用係藉由取得兩種數值，一為評估因子之權重，另一為個評估方案再該憑準之得分，之後將各個評估因子之權重及得分相乘以取得各方案之絕對得分，即可比較方案優劣；其作業程序有三：(1)將評估矩陣標準化、(2)計算方案之分數、(3)由方案之絕對得分評定其優劣（紀文，2005）。

如圖 4-30 與圖 4-31 所示，將避難據點與避難路徑各評估準則之「權重」以及各避難據點與避難路徑在該項之「評等得分」，利用 Excel 軟體中之 SUMPRODUCT 函數運算，求出其對應評估準則乘積之和的陣列。

	A	B	C	D	E	F
	避難據點					
1	權重		忠孝國中	後埔國小	重慶國中	重慶公園
2	到達據點之距離	0.072	10	10	10	10
3	可容納避難人數	0.049	4	4	8	8
4	開放空間面積	0.043	10	7	10	7
5	建築物結構	0.183	8	8	8	8
6	最近之危險設施	0.091	10	10	10	10
7	防止延燒功能	0.068	6	10	10	10
8	其他避難據點	0.023	10	10	10	10
9	醫療據點	0.026	6	6	6	6
10	消防據點	0.015	6	6	6	8
11	警察據點	0.011	10	10	8	8
12	物資存放空間	0.019	10	10	10	6
13	照明及電力設備	0.028	10	10	10	8
14	通訊設備	0.019	8	8	8	4
15	基本醫療設施	0.031	10	10	10	0
16	盥洗如廁設施	0.034	6	6	6	6
17	絕對得分		5.85	5.993	6.296	5.679

圖 4-30 避難據點得分運算結果

J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
避難據點 權重		四川路一段	重慶路	國慶路	校前街	光明街40巷+ 校前街40巷	忠孝路	忠孝路 48巷	仁愛路	仁愛路 62巷	重慶路 290巷
道路可用寬度	0.056	10	10	9	5	0	9	0	5	5	5
替代道路系統	0.081	6	6	0	6	6	10	6	6	6	6
避難人口密度	0.035	10	10	8	10	3	8	10	10	8	8
道路旁之障礙物	0.035	10	7	7	3	3	7	0	0	0	7
兩旁落下物危機	0.036	7	10	10	10	10	10	10	10	10	10
陸橋、高架橋	0.045	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
絕對得分		2.448	2.451	1.839	2.031	1.506	2.649	1.646	1.926	1.856	2.101

圖 4-31 避難路徑得分函數運算結果

經過簡單加權法之運算，4 處避難據點得分及排序詳如表 4-18 及圖 4-32 所示，絕對得分最高之避難據點為重慶國中，最低的為重慶公園；10 條避難路徑得分及排序詳如表 4-19 及圖 4-33 所示，絕對得分最高之避難路徑為忠孝路，最低的為光明街 40 巷+校前街 40 巷。

表 4-18 避難據點得分排序表

避難據點	忠孝國中	後埔國小	重慶國中	重慶公園
評等得分	124	125	130	109
絕對得分	5.85	5.993	6.296	5.679
排序	3	2	1	4

資料來源：本研究整理

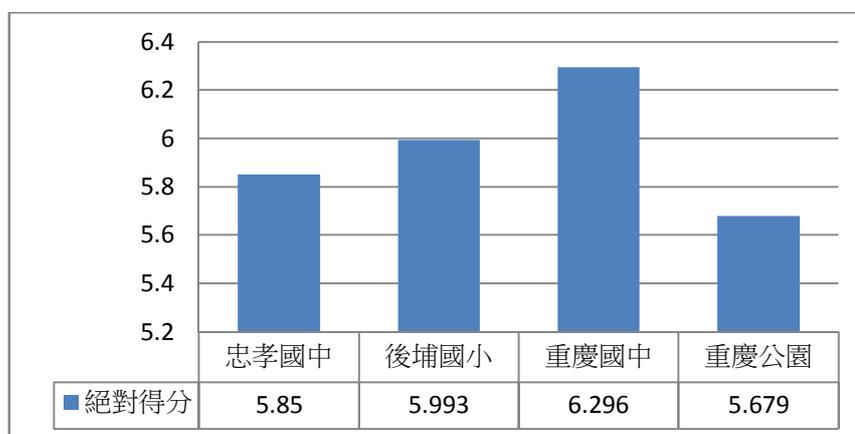


圖 4-32 避難據點得分分析圖

表 4-19 避難路徑得分排序表

避難路徑	四川路一段	重慶路	國慶路	校前街	光明街40巷+校前街40巷	忠孝路	忠孝路48巷	仁愛路	仁愛路62巷	重慶路290巷
評等得分	53	53	44	44	39	54	36	41	39	46
絕對得分	2.448	2.451	1.839	2.031	1.506	2.649	1.646	1.926	1.856	2.101
排序	3	2	8	5	10	1	9	6	7	4

資料來源：本研究整理

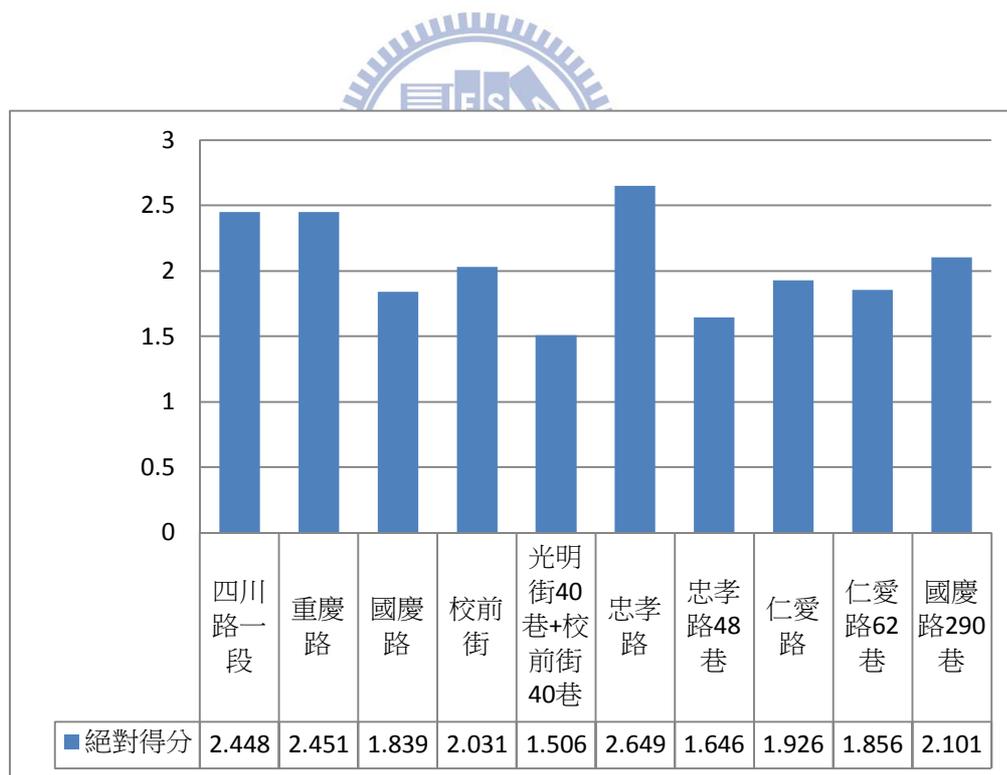


圖 4-33 避難路徑得分分析圖

## 4.6 最適避難據點與避難路徑選擇

經過 4.4 節之調查結果及結果分析，得到 4 處避難據點與 10 條避難路徑之得分情況。由於 4 避難據點絕對得分最高為重慶國中，故本研究將重慶國中訂為仁愛里內居民逃生避難的最佳避難據點選擇；避難路徑部分，首先剔除使用不到之避難路徑，僅選擇居民往重慶國中前進之最適路徑，故居民會使用到的避難路徑為四川路一段、仁愛路、忠孝路 48 巷、仁愛路 62 巷以及重慶路 290 巷。最終之避難據點與避難路徑如圖 4-34。



圖 4-34 避難據點與避難路徑示意圖

若整個仁愛里只標示一條避難路徑，那不合理的避難路線或避難人員繞遠路的現象一定存在，為了避免這些現象發生以及疏散避難人潮，本研究將仁愛里分為六區，每一區有不同的避難路線，以達到避難人員都有最適合之避難路徑選擇，分區情形如圖 4-35 所示。



圖 4-35 仁愛里分區圖

以下將六區分別繪出避難路徑示意圖，如圖 4-36 至 4-41 所示。整體而言，各區之住戶皆是從自家出發，找到離自家最近之路段，再往下繼續避難路徑之選擇。

第一區：如圖 4-36，針對四川路一段與其巷弄上之住戶，首先從四川路一段至仁愛路上，再從仁愛路轉仁愛路 62 巷，隨後再轉重慶路 290 巷，即可到達。其中，本區因為有私人購物中心，故四川路上之避難人員不考慮從四川路一段一巷前往指定避難路徑。



圖 4-36 仁愛里第一區避難路徑

第二區：如圖 4-37，此區住戶應先從自家前進至仁愛路上，隨即轉仁愛路 62 巷再沿重慶路 290 巷前進至重慶國中。

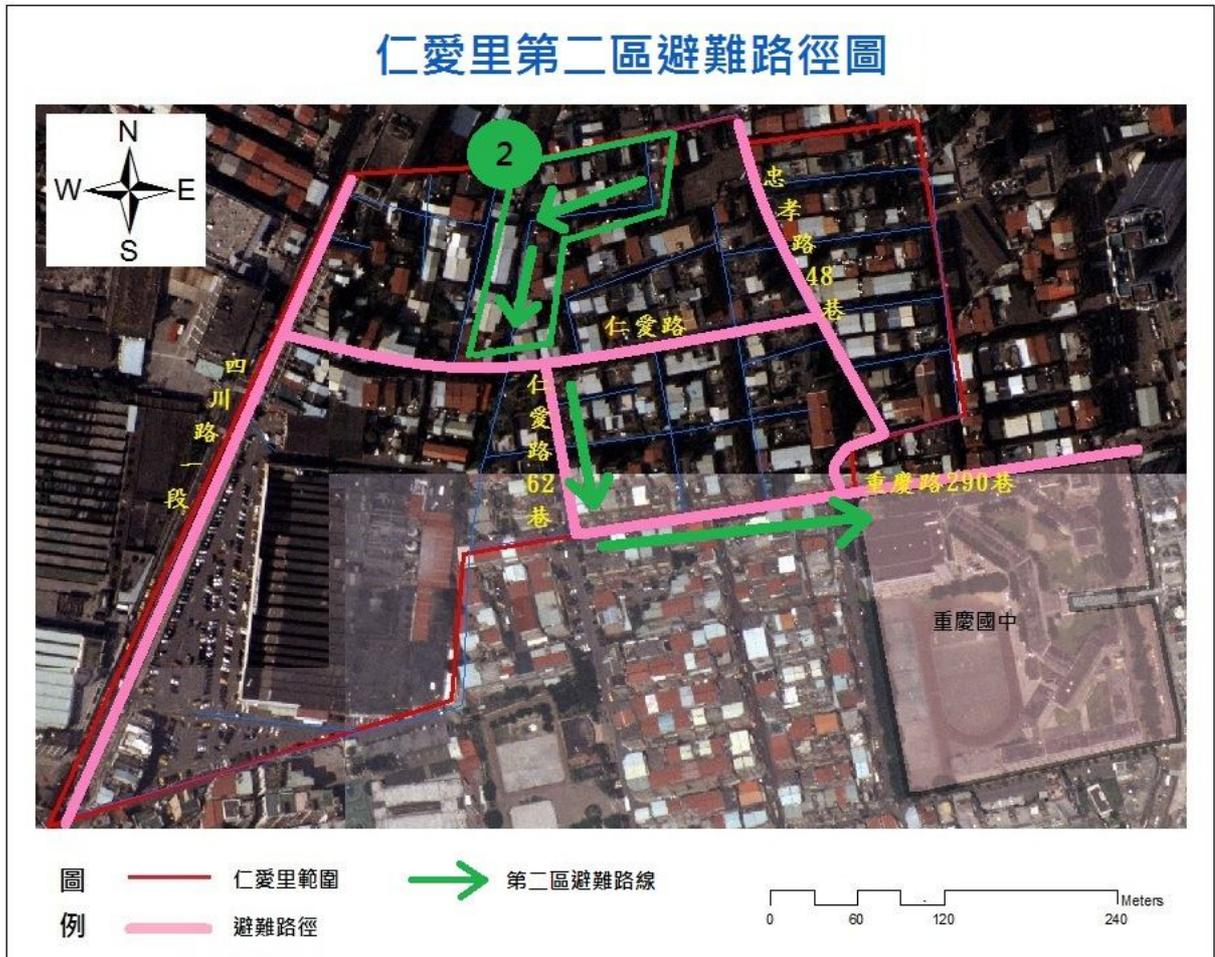


圖 4-37 仁愛里第二區避難路徑

第三區：如圖 4-38，第三區住戶從自家至仁愛路上後，有兩條避難路徑可選擇，其一為自仁愛路轉忠孝路 48 巷再轉往重慶路 290 巷；另一條為自仁愛里轉往仁愛里 62 巷，再轉至重慶路 290 巷，這兩條路徑皆可到達重慶國中。

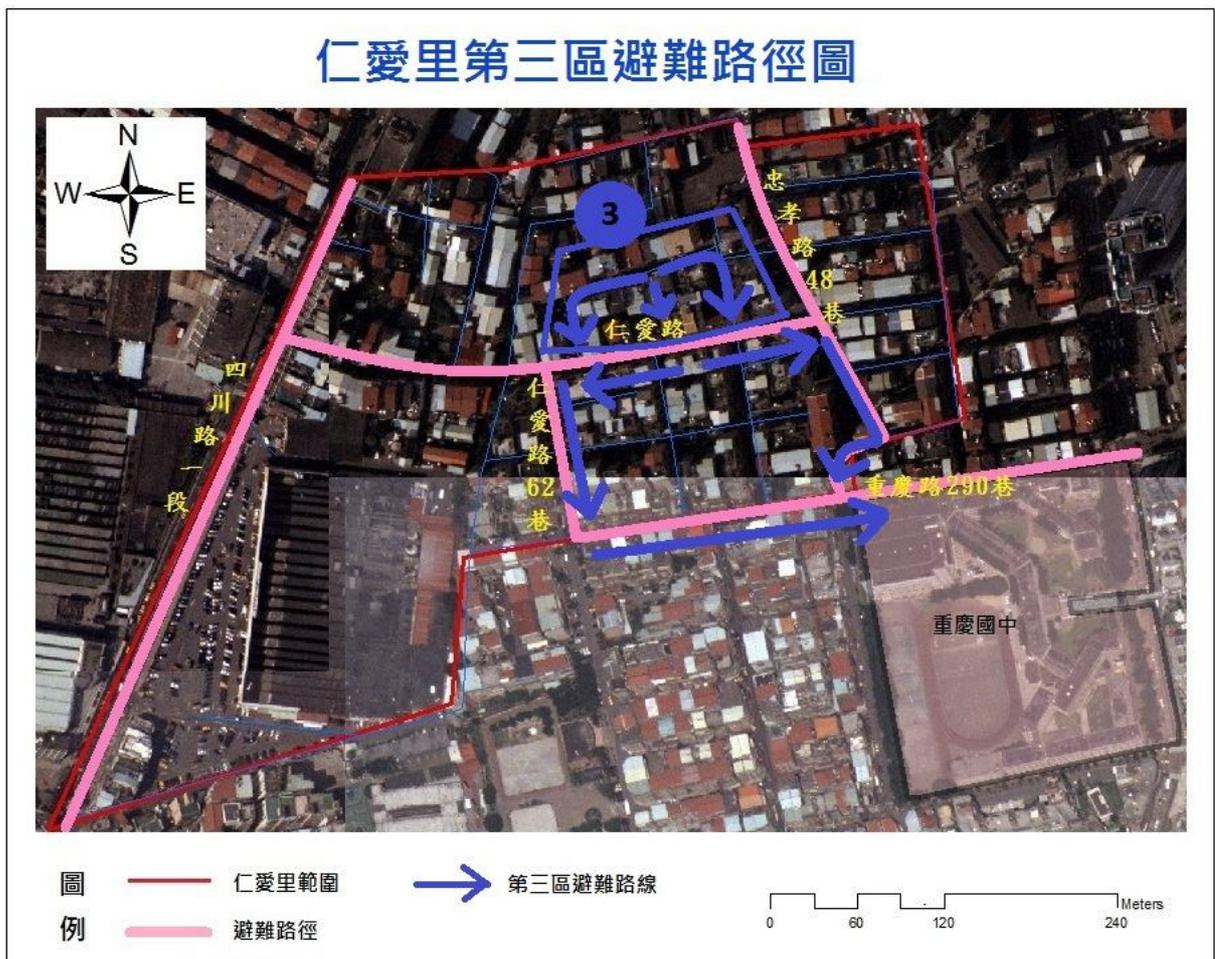


圖 4-38 仁愛里第三區避難路徑

第四區：如圖 4-39，本區之住戶自住宅前進至忠孝路 48 巷，再轉往重慶路 290 巷即可到達重慶國中進行避難。

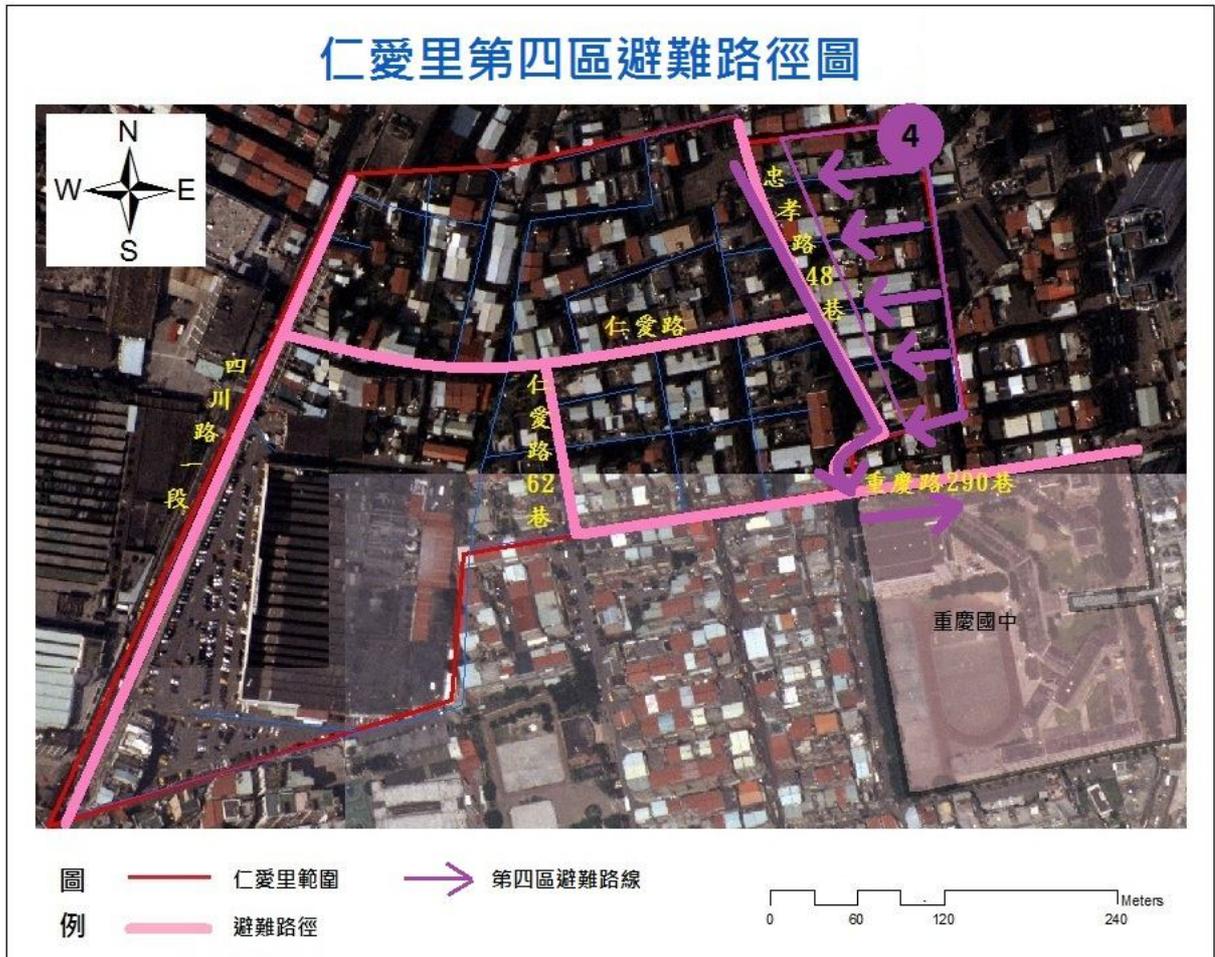


圖 4-39 仁愛里第四區避難路徑

第五區：如圖 4-40，此區係針對仁愛路 76 巷、仁愛路 86 巷與其巷弄內之住戶，直接從自宅前進至重慶路 290 巷即可到達重慶國中，不需再穿越其他避難路徑。



圖 4-40 仁愛里第五區避難路徑

第六區：如圖 4-41，此區塊是針對仁愛路 56 巷、仁愛路 40 巷及其他巷弄內之住戶，第六區之避難路徑為直接從自宅前進至重慶路 290 巷即可。



圖 4-41 仁愛里第六區避難路徑

## 第五章 結論與建議

本研究經由文獻整理與回顧，再加上與專家學者訪談後，將地震災害避難據點與避難路徑之評估項目分成「據點有效性」、「據點安全性」、「周邊防災據點」、「據點功能性」、「道路有效性」以及「道路安全性」六大項目，六個評估項目又包含 21 項評估準則與評估準則細項。經過分析階層程序法（AHP）透過專家問卷求取各評估準則權重；再透過準則評等問卷得到各評估準則細項之給分依據。在實證分析上，以板橋市仁愛里為例，除現場實況調查之外，則以 GIS 輔助評估準則內容調查與運用簡單加權法計算準細項得分。最後依據此得分狀況分別篩選出最適合之避難據點與避難路徑。



因此本研究依據調查分析之過程與結果，提出以下之結論與建議：

### 5.1 結論

1. 本研究之 AHP 專家問卷，共計 19 份有效問卷，經統計後六大評估項目之絕對權重結果為：(一) 據點有效性 0.164、(二) 據點安全性 0.342、(三) 周邊防災據點 0.075、(四) 據點功能性 0.131、(五) 道路有效性 0.137、(六) 道路安全性 0.151，可得知地震災害發生時，在避難據點與避難路徑選擇上，大部分專家優先考慮避難據點的安全性，若據點的安全性不夠，發生二次災害的可能性增加，造成更多人員的傷亡。

2. 根據回收之 19 份 AHP 有效問卷，經統計分析後，各大評估項目內之二

十一項評估準則絕對權重為：

- (一) 據點有效性：到達據點之距離 0.072、可容納避難人數 0.049、開放空間面積 0.043。此評估項目內「到達據點之距離」為最重要。
- (二) 據點安全性：建築物結構 0.183、最近之危險設施 0.091、防止延燒功能 0.068。其中「建築物結構」為最重要。
- (三) 周邊防災據點：其他避難據點 0.023、醫療據點 0.026、消防據點 0.015、警察據點 0.011。此評估項目內「醫療據點」為最重要。
- (四) 據點功能性：物資存放空間 0.019、照明及電力設備 0.028、通訊設備 0.019、基本醫療設施 0.031、盥洗如廁設施 0.034。其中「盥洗如廁設施」為最重要。
- (五) 道路有效性：道路可用寬度 0.056、替代道路系統 0.081。此評估項目內「替代道路系統」較道路可用寬度重要。
- (六) 道路安全性：避難人口密度 0.035、道路旁之障礙物 0.035、兩旁落下物危機 0.036、陸橋及高架橋 0.045。此評估項目內「陸橋及高架橋」為最重要。

其中「據點安全性」之建築物結構 (0.183) 之絕對權重最高，分數甚至佔了總權重之 20%，顯示專家學者們普遍認為建築物結構在避難時是最值得注意的關鍵因素之一；其次亦為「據點安全性」內之最近之危險設施，

雖然絕對權重沒有「建築物結構」來得高，甚至只有其二分之一，不過還是可以看出，專家學者們對於避難據點與避難路徑的選擇較注重避難據點本身的安全性。

3. 經過 AHP 專家問卷、準則評等問卷統計與分析後，加上實地調查，得到評估準則之權重與評估準則細項之得分，並以簡單加權法計算後，得到符合仁愛里內適合之避難據點與避難路徑選擇。避難據點採用最終得分最高之「重慶國中」；而避難路徑共計有四川路一段、仁愛路、仁愛路 62 巷、忠孝路 48 巷以及重慶路 290 巷五個路段，本研究將仁愛里分成六區，故六區將有不同之避難路徑選擇。

第一區：四川路一段與其巷弄→仁愛路→仁愛路 62 巷→重慶路 290 巷→重慶國中。

第二區：自宅→仁愛路→仁愛路 62 巷→重慶路 290 巷→重慶國中。

第三區：有兩條路徑可選擇，

1. 自宅→仁愛路→仁愛路 62 巷→重慶路 290 巷→重慶國中。

2. 自宅→仁愛路→忠孝路 48 巷→重慶路 290 巷→重慶國中。

第四區：自宅→忠孝路 48 巷→重慶路 290 巷→重慶國中。

第五區：自宅→重慶路 290 巷→重慶國中。

第六區：自宅→重慶路 290 巷→重慶國中。

4. 避難據點與避難路徑之評估屬於多屬性、多目標的決策問題，因此本研究採用層級分析法，配合專家訪談、專家問卷等「群體決策」的方式進行權值及數值之統計分析；且本研究採實際案例，問卷發放方式又以具有都市防災規劃研究之專家學者、政府機關及警消單位為主體，因此分析結果應具有代表性及可信度；且本研究之有效問卷全數通過一致性檢定，故本研究之方法應具有一定的可行性。
5. 本研究與文獻回顧中防災避難圈劃設的理念是一致的，實證範圍選擇以里為單位，雖然範圍較小，避難路徑也以較窄的巷弄為主，但仍有一定的依據，因此本研究選擇以里為單位具有可行性；且可將本研究之避難據點當成臨時避難場所，供無法直接進入安全避難場所之避難人員，在此以等待救援之方式導引進入層級較高之收容場所。

## 5.2 建議

1. 本研究僅以實證地區之戶籍人口進行探討，而地區戶籍人口僅能代表當地之夜間人口，但實際上震災隨時都有可能發生，不會只在夜間發生，因此建議可分別從日間與夜間活動人口進行避難需求推估。
2. 本研究之評估項目與評估準則係經過文獻回顧以及與專家訪談所擬定的，主要想藉由專家意見之提供與協助使評估系統更完整，將多目標屬性以考量權重的方式轉換為單一目標，並進行評估，不過此屬於較客觀之方

法，求出之權重也屬於較客觀權重，未來可嘗試其他方法來進行評估求解，例如灰關連分析，利用其將多目標屬性以考量權重的方式轉換為單一目標的特性進行評估，並比較其與本研究方法求解之品質與差異。

3. 由實證調查可發現，仁愛里內為老舊社區，有些巷弄較為狹小，道路系統也較紊亂，再加上社區內路旁停車、商家、攤販、住戶等，道路被佔用情形嚴重，導致道路有效面積減低，故應加強宣導，使這些行為減少、增加道路可使用的空間，對於逃生避難與救災都具有及重要之意義。
4. 本研究所設定之避難時間為地震災害發生後 3-5 個小時內之緊急避難，而當地震災害發生後，若住家倒塌毀損，隨即而來的就是一般生活起居問題，故建議隨地震發生後，分別設置不同的防災生活圈，以提供更完備的避難據點選擇。
5. 本研究僅針對仁愛里，並無考慮其他範圍之避難行為，未來可以考慮範圍較大之地區，或許可擴大至鄉鎮，並比較兩者之差異程度。
6. 地震發生時的避難行為偏好及比例，需要進一步的深入探討，或經由政府教育民眾，使民眾習慣經由特定路徑至特定避難據點進行避難行為。實際震災發生時，避難者在路徑的選擇上可能有不同的影響因素，例如災害發生時道路狀況、避難者的行為特性等，這些因素必須進一步掌握，方得以推估避難逃生路線選擇之模式與避難行為特性，以在避難路徑的規劃上取得較可信的結果。



7. 本研究在評估避難據點與避難路徑選擇時，並未考慮斷層帶、液化潛能區、土石流等其他災害潛勢，因而結果恐有失真的情況，因此建議未來相關研究進行防災規劃時可列入災害潛勢考量，以使研究成果能更符合真實的災難情況。



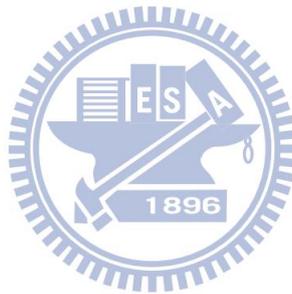
## 參考文獻

1. 丁育群、蔡綽芳 (2000)，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。
2. 三船康道 (1995)，地域、地區防災手法，東京都株式會社。
3. 包昇平 (2004)，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。
4. 李佑平 (1999)，都市防災避難場所功能比較評估-以台北市萬華區及信義區為例，中華大學，碩士論文。
5. 吳信義 (2000)，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。
6. 李佩瑜 (2000)，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。
7. 呂獎慧 (2000)，都市震災救災路線選擇模式之建構，國立台灣大學，碩士論文。
8. 吳榕檳 (2002)，都市計畫地區緊急避難場所實際服務範圍評估方法之研究，國立台灣科技大學，碩士論文。
9. 余正龍 (2003)，都市震災應變計畫中防救災空間規劃原則之探討，國立台北科技大學，碩士論文。
10. 何明錦、李威儀 (2000)，都市計畫防災規劃手冊彙編，內政部建築研究所。
11. 李泳龍、何明錦、戴政安 (2008)，震災境況條件下影響居民避難行為因素之研究—永康市為例，中華民國建築學會，建築學報 65 期，頁 27~44。
12. 何明錦、李泳龍、戴政安 (2009)，公眾參與都市防災空間系統規劃之研究—Google Earth 之應用，中華民國建築學會，建築學報 68 期增刊(技術專刊)，頁 89~102。
13. 李泳龍、周士雄、戴政安 (2009)，都市震災臨時避難據點區位與服務圈域關係分析—永康市為例，中華民國建築學會，建築學報 67 期，頁 149~168。
14. 何明錦、室崎益輝、簡賢文 (1999)，都市空間大量人群避難行為基礎研究，內政部建築研究所。
15. 何明錦、陳昆廷、林欽川、王弘祐、蔡光榮 (2007)，GPS/GIS/RS 科技整合應用於南投縣坡地社區環境潛勢災害分析模式之研究，中華民國建築學會，建築學報 62 期增刊(技術專刊)，頁 117~132。
16. 李玉生、解鴻年、閻克勤、李怡先 (2010)，都市防災空間系統建立之研究-以新竹縣竹北市都市地區為例，建築與規劃學報第十卷第三期，頁 201~220。

17. 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，內政部建築研究所。
18. 李威儀、錢學陶 (1999)，從都市防災系統檢討實質空間之防災功能：(二) 學校、公園及大型公共設施等防救據點，內政部建築研究所。
19. 林淑鎂 (2003)，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。
20. 林禎家、謝瓊慧 (2003)，以覆蓋模式分析震災時避難場所之配置規劃，2003 年全國土地管理與開發學術研討會論文集。
21. 周天穎、葉美伶、洪正民、黃昇祥 (2005)，輕輕鬆鬆學 ArcGIS 9，儒林圖書公司。
22. 室崎益輝 (1993)，建築防災、安全，鹿島出版社，日本東京。
23. 紀文 (2004)，運用多評準決策方法於農村社區土地重劃區區位選址之研究，逢萊大學碩士論文。
24. 高家富等 (1995)，城市抗震防災規劃 (初版)，台灣復文興業股份有限公司。
25. 陳建忠 (1999)，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。
26. 陳詩蘋 (2001)，以都市防災觀點探討危險據點設置之適宜性評估模式，國立成功大學，碩士論文。
27. 陳柏亨 (2004)，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。
28. 張文侯 (1997)，台北市防災避難場所之區位決策分析，國立台灣大學，碩士論文。
29. 張益三 (1999)，以鄰里單元的理論觀點來探討都市防災計畫第六屆海峽兩岸環境保護研討會。
30. 張哲豪、張寬勇、林裕國、溫恩祥 (2000)，地理資訊系統於防災計畫研擬之應用—以汐止市洪災疏散路線為例，第十一屆水利工程研討會，頁 1~5，台灣大學。
31. 張雪梅 (2001)，以台中市居民之觀點探討都市避難空間防災機能，東海大學，碩士論文。
32. 黃亦琇 (2001)，震災道路系統評估指標之建立，國立交通大學，碩士論文。
33. 曾明遜、詹士樑 (1999)，都市地區避難救災動線評估方法之研究 (二)：地區避難路徑與據點之配合，內政部建築研究所計畫成果報告。
34. 張益三、蔡柏全 (2002)「都市災害防救管理體系及避難圈域適宜規模之探究—以嘉義市為例，國立成功大學都市計畫研究所。

35. 詹士樑 (2001)「台北市避難路線與救災路線衝突性之評估研究-以新興社區為例，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
36. 歐秀玲 (2000)，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。
37. 蕭素月 (2002)，地震災害避難疏散最適路徑之研究-以南投都市計畫區範圍為例，國立台灣大學，碩士論文。
38. 戴志穎 (2003)，校園開放空間作為震災避難研究-以淡江大學淡水校園為例，淡江大學，碩士論文。
39. 鍾佳欣 (2004)，都市舊市區緊急性避難據點之區位配置研究，國立成功大學，碩士論文。
40. 顏美鉛 (2007)，軍事營區作為避難空間之評估模式建立-以台中市為例，逢甲大學，碩士論文。
41. 內政部建築研究所(2007)，都市防災空間系統手冊 (第三版)。
42. 行政院災害防救委員會 (2010)，99 年度台中縣災害防救深耕計畫 (期末報告)。
43. 行政院災害防救委員會 (2010)，99 年度桃園縣災害防救深耕計畫 (期末報告)。
44. 行政院農業委員會水土保持局，土石流防災資訊網，災害防救法。  
[http://246.swcb.gov.tw/edu/preventdisaster-basic\\_complete.asp](http://246.swcb.gov.tw/edu/preventdisaster-basic_complete.asp)
45. Canton L. (2006)，Emergency Management: Concepts and Strategies for Effective Programs. Wiley-Interscience。
46. David A. McEntire (2002)，A Comparison of Disaster Paradigms: The Search for Holistic Policy Guide”Public Administration Review，May/June，Vol 62，NO.3。
47. John J. Fruin (1971)，Pedestrian Planning and Design，Metropolitan Association of Urban Design and Environmental Planners。
48. John J. Fruin (1973)，Pedestrian System Planning for High-Rise Building。
49. K. Fedra (1999)，Urban environmental management: monitoring, GIS, and modeling。
50. Kitchin, Rob and J. Tate, Nicholas (2000)，Conducting Research in Human Geography: Theory, Methodology and Practice, p.59。
51. Ranganathan N., Gupta U., Shetty R., and Murugavel A. (2007) An Automated Decision Support System Based on Game Theoretic Optimization for Emergency Management in Urban Environments.
52. Saaty, T.L. (1980)，The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill。

53. The California Seismic Safety Commission (1997-2001) :California Earthquake Loss Reduction Plan。
54. 日本都市計畫學會防災、復興問題研究特別委員會 (1999)，安全再生都市營造。
55. 建築資料研究社出版部，造景 No.14 特集：東京防災都市。
56. 國土廳大都市圈整備局 (1983)，避難地及其防災設施之整備基準調查報告烏書。
57. 室崎益輝 (1997)，大規模災害時之避難行動與避難計劃，內政部消防署 (演講稿)。



# 【附錄一】

## AHP 專家問卷



# 「地震災害疏散避難據點與路徑擇定之評估」

## AHP 專家問卷

\_\_\_\_\_女士/先生 鈞鑑：

這是一份關於探討「地震災害疏散避難據點與路徑擇定之評估」之學術研究問卷，目的在建立避難據點與路徑選擇防災機能各評估準則間之權重，提出避難據點與路徑防災避難機能評估適合準則。

在經由諸多文獻回顧、分析與整合後，將地震災害疏散避難據點與路徑擇定之評估項目區分為「避難據點選擇」及「避難路徑選擇」兩大項，初步研擬出「據點有效性」、「據點安全性」、「周邊防災據點」、「據點功能性」、「道路有效性」、「道路安全性」六大項評估項目與二十一項評估準則，以階層程序分析法（AHP）來評估各準則之權重。

素仰 台端學養淵博、專業經驗豐富，本研究亟需您的協助與指導，您的意見非常重要，期盼您能撥冗填寫。勞煩之處，至感德便，謹此致上十二萬分之謝意；如有任何疑問或建議，請利用下列方式賜教。

敬祝 萬事如意

交通大學土木工程研究所

指導教授：單信瑜 副教授

研究生：劉書綺 敬啟

聯絡電話：0960110963

E-mail：b9204106@cc.chu.edu.tw

聯絡地址：新竹市大學路 1001 號 土木所

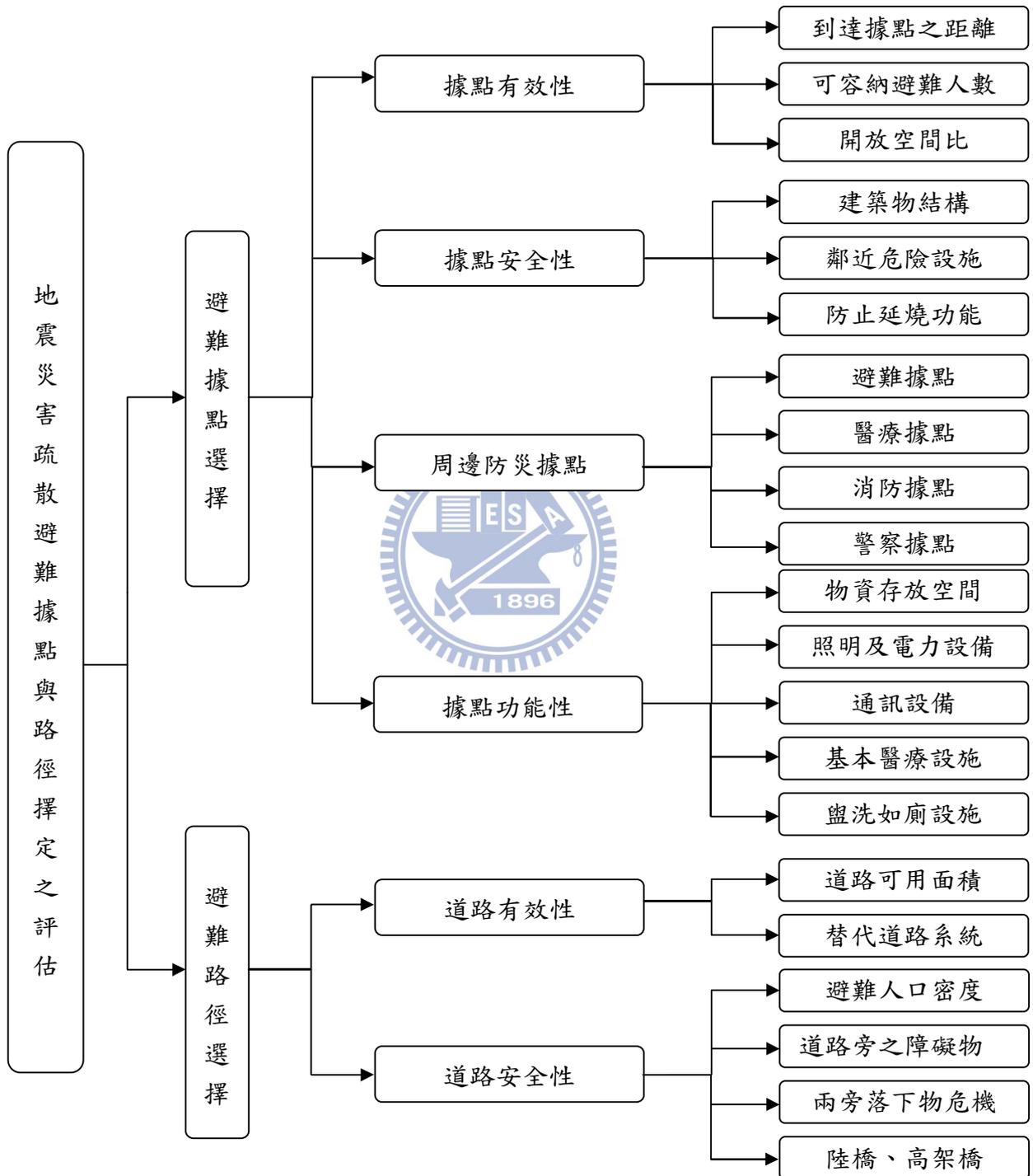
中華民國 99 年 05 月

### 【基本資料】

姓名			
服務單位		職稱	
電話		E-mail	

## 【問卷輔助說明】

### 一、地震災害疏散避難據點與路徑擇定之評估因子層級分析架構表



## 二、地震災害疏散避難據點與路徑擇定之評估準則說明表

評估層面	評估項目 (第一層級)	評估準則 (第二層級)	評估項目內容說明
避難據點選擇	據點有效性	到達據點之距離	避難者至避難據點之距離 (m)，一般前往避難據點時間應保持在 10 分鐘以內。
		可容納避難人數	以平均每人所擁有面積 (m <sup>2</sup> /人) 為指標，可以顯示避難據點的收容性，可供避難人數越多，據點設置的效益就越高。
		開放空間比	據點內開放空間比例越高，服務能力可提升；若非開放空間比例越高，可能導致倒塌而造成二次傷害。
	據點安全性	建築物結構	地震發生時，據點內的建築物可能倒塌或損壞，會造成有效避難面積減少。
		鄰近危險設施	危險據點 (如加油站、變電所、毒化物工廠等設施) 對避難場所本身之安全影響甚巨。
		防止延燒功能	由不燃建物與防火樹種在避難據點外圍所構成，以提供確保避難場所受到火災的二度傷害。
	周邊防災據點	避難據點	據點周邊防災避難場所規劃分布情形，可相互配合或提供必要支援。
		醫療據點	據點周邊醫院、衛生所分布情形，可提供避難人員醫療及救護。
		消防據點	據點周邊消防據點分布情形，以適時提供必要之援助。
		警察據點	據點周邊警察局、派出所分布情形，以維護地區安全及必要之援助。
	據點功能性	物資存放空間	作為救災避難物資存放空間，提供避難所需。
		照明及電力設備	一般夜間照明隊如廁或走動之安全性及臨時發電等電源設備。
		通訊設備	提供避難人員使用之通訊設備 (無線電、電話、電視、網路及衛星通訊等)，供災情資訊傳播與對外通聯。
		基本醫療設施	一般緊急醫療用器材、藥品，提供簡易的醫療及救護。
		盥洗如廁設施	一般盥洗與如廁設施，提供避難人員基本生活所需。
	避難路徑選擇	道路有效性	道路可用面積
替代道路系統			應有兩條以上之道路能到達避難據點，防止其中一條道路癱瘓時無法順利到達據點內。
道路安全性		避難人口密度	避難路線中避難者之人口密度。
		道路旁之障礙物	如電線桿、變電箱對前進路線產生影響。
		兩旁落下物危機	兩旁建物鐵窗、招牌、冷氣機之墜落危機，影響避難時的安全性。
		陸橋及高架橋	破壞性強的大地震可能造成陸橋、高架橋斷裂而阻礙避難人員前進至避難場所收容安置。

## 【問卷填寫及勾選方式說明】

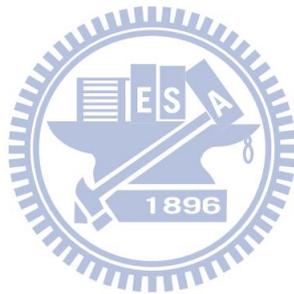
本問卷是採 AHP（階層程序分析法）方式的問卷，AHP 係對每一層級的因子做「兩兩成對比較」，評估尺度基本上分為一樣重要、稍微重要、比較重要、重要、非常重要五個等級，並賦予 1, 2, 3, 4, 5 的衡量值，共有五個尺度。在勾選之前請先按影響因子之重要程度排列順序，以提高勾選時的一致性，之後再依據排列順序勾選出因子之相對重要程度。本問卷是在各層級之間做兩需求項目之重要性強度比較，請您依提議，以個人經驗或看法在適合欄位打勾。

**範例** 若您購買房屋的評估準則有三：(1) 地點；(2) 價格；(3) 坪數；首先，將影響的重要程度排序。例如您認為 (2) 價格  $\geq$  (1) 地點  $\geq$  (3) 坪數，接著對評估準則相對重要程度作兩兩比較勾選，如「價格」因子較「地點」因子為**重要**，則於靠近「價格」之方向勾選**重要**，其他以此類推，如下所示：

- (一) 評估準則重要性排序：**(2) 價格  $\geq$  (1) 地點  $\geq$  (3) 坪數**
- (二) 依據上述之排序，點選兩兩因子之相對重要程度

評估準則	非常重要	重要	比較重要	稍微重要	一樣重要	稍微重要	比較重要	重要	非常重要	評估準則
權重值	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	權重值
地點								V		價格
			V							坪數
價格	V									坪數

**備註** 當您填寫問卷時，請再仔細思考各評估準則間相對重要性之關係，以上述購買房屋為例，兩兩因子之相對重要程度比較結果，應為（2）價格  $\geq$  （1）地點，（1）地點  $\geq$  （3）坪數，以及（2）價格  $\geq$  （3）坪數等情形，若出現類似（3）坪數  $\geq$  （2）價格 的不合理邏輯狀況，則請您再評估修正，否則您所填寫的問卷將產生自我矛盾現象，將影響問卷調查之正確性。



## 【評估項目權重填寫】

### 第一層級（評估項目）相對重要性比較

評估項目之評估項目包括（1）據點有效性（2）據點安全性（3）周邊防災據點（4）據點功能性（5）道路有效性（6）道路安全性。

1. 評估項目重要性排序： $( ) \geq ( )$

2. 請依據上述之順序，比較勾選六個評估項目的相對重要程度。

影響因子 (A)	非常 重要	重 要	比 較 重 要	稍 微 重 要	一 樣 重 要	稍 微 重 要	比 較 重 要	重 要	非 常 重 要	影響因子 (B)
權重值	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	權重值
據點有效性										據點安全性
										周邊防災據點
										據點功能性
										道路有效性
										道路安全性
據點安全性										周邊防災據點
										據點功能性
										道路有效性
										道路安全性
周邊防災據點										據點功能性
										道路有效性
										道路安全性
據點功能性										道路有效性
										道路安全性
道路有效性										道路安全性

**第二層級（評估準則）相對重要性比較**

(一) 據點有效性之評估準則包括 (1) 到達據點之距離 (2) 可容納避難人數 (3) 開放空間比。

1. 評估準則重要性排序：( ) ≥ ( ) ≥ ( )

2. 請依據上述之順序，比較勾選三個評估準則的相對重要程度。

影響因子 (A)	非常重要	重要	比較重要	稍微重要	一樣重要	稍微重要	比較重要	重要	非常重要	影響因子 (B)
權重值	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	權重值
到達據點之距離										可容納避難人數
										開放空間比
可容納避難人數										開放空間比

(二) 據點安全性之評估準則包括 (1) 建築物結構 (2) 鄰近危險設施 (3) 防止延燒功能。

1. 評估準則重要性排序：( ) ≥ ( ) ≥ ( )

2. 請依據上述之順序，比較勾選三個評估準則的相對重要程度。

影響因子 (A)	非常重要	重要	比較重要	稍微重要	一樣重要	稍微重要	比較重要	重要	非常重要	影響因子 (B)
權重值	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	權重值
建築物結構										鄰近危險設施
										防止延燒功能
鄰近危險設施										防止延燒功能

(三) 周邊防災據點之評估準則包括 (1) 避難據點 (2) 醫療據點 (3)

消防據點 (4) 警察據點。

1. 評估準則重要性排序：( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( )

2. 請依據上述之順序，比較勾選四個評估準則的相對重要程度。

影響因子 (A)	非常 重要	重 要	比 較 重 要	稍 微 重 要	一 樣 重 要	稍 微 重 要	比 較 重 要	重 要	非 常 重 要	影響因子 (B)
權重值	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	權重值
避難據點										醫療據點
										消防據點
										警察據點
醫療據點										消防據點
										警察據點
消防據點										警察據點

(四) 據點功能性之評估準則包括 (1) 物資存放空間 (2) 照明及電力設備 (3) 通訊設備 (4) 基本醫療設施 (5) 盥洗如廁設施。

1. 評估準則重要性排序：( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( )

2. 請依據上述之順序，比較勾選五個評估準則的相對重要程度。

影響因子 (A)	非常重要	重要	比較重要	稍微重要	一樣重要	稍微重要	比較重要	重要	非常重要	影響因子 (B)
權重值	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	權重值
物資存放空間										照明及電力設備
										通訊設備
										基本醫療設施
										盥洗如廁設施
照明及電力設備										通訊設備
										基本醫療設施
										盥洗如廁設施
通訊設備										基本醫療設施
										盥洗如廁設施
基本醫療設施										盥洗如廁設施

(五) 道路有效性之評估準則包括 (1) 道路可用面積 (2) 替代道路系統。

1. 評估準則重要性排序：( ) ≥ ( )

2. 請依據上述之順序，比較勾選兩個評估準則的相對重要程度。

影響因子 (A)	非常重要	重要	比較重要	稍微重要	一樣重要	稍微重要	比較重要	重要	非常重要	影響因子 (B)
權重值	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	權重值
道路可用面積										替代道路系統

(六) 道路安全性之評估準則包括 (1) 避難人口密度 (2) 道路旁之障礙物 (3) 兩旁落下物危機 (4) 陸橋及高架橋。

1. 評估準則重要性排序：( ) ≥ ( ) ≥ ( ) ≥ ( )

2. 請依據上述之順序，比較勾選四個評估準則的相對重要程度。

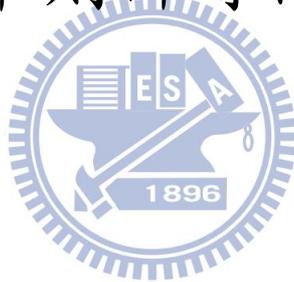
影響因子 (A)	非常 重要	重 要	比 較 重 要	稍 微 重 要	一 樣 重 要	稍 微 重 要	比 較 重 要	重 要	非 常 重 要	影響因子 (B)
權重值	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	權重值
避難人口密度										道路旁之障礙物
										兩旁落下物危機
										陸橋及高架橋
道路旁之障礙物										兩旁落下物危機
										陸橋及高架橋
兩旁落下物危機										陸橋及高架橋

※建議：

問卷至此，感謝您的不吝賜教，最後再次誠摯感謝您的協助與寶貴意見，  
謝謝您！

## 【附錄二】

### 準則評等問卷



## 「地震災害避難據點與避難路徑擇定之評估」

### 專家問卷（第二階段）

\_\_\_\_\_女士/先生 鈞鑑：

經過第一次專家學者回饋之寶貴意見，分析結果得知六大評估項目與二十一項評估準則之間的權重。本研究之目的為評估地震來臨時疏散避難據點與避難路徑選擇之適宜性，首先先求出權重，其次則會選定某地區作為實施評估方案之對象，也會針對社區鄰里所設定的避難據點與避難路徑之防救災避難功能評估層級架構加以調查。本問卷之主要目的在獲得社區鄰里之避難據點與避難路徑防救災避難功能其評估項目與準則之權重。故您的意見相當重要，期盼您能撥冗填寫。再次感謝 您撥冗惠賜指導，勞煩之處，至感德便，謹此致上十二萬分之謝意；如有任何疑問或建議，請利用下列方式賜教。

敬祝 萬事如意



交通大學土木工程研究所

指導教授：單信瑜 副教授

研究生：劉書綺 敬啟

聯絡電話：0960110963

E-mail：[b9204106@cc.chu.edu.tw](mailto:b9204106@cc.chu.edu.tw)

聯絡地址：新竹市大學路 1001 號土木所

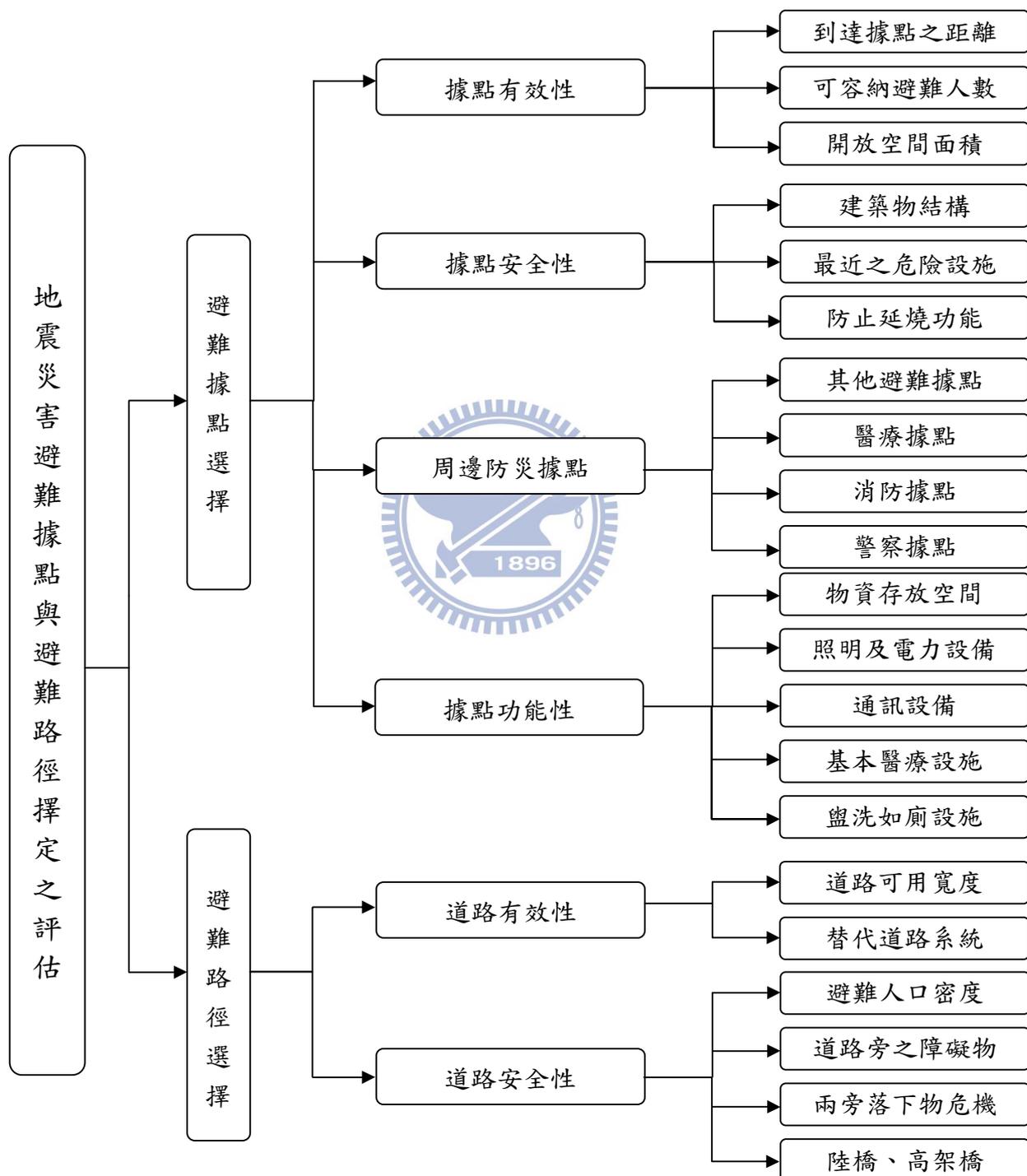
中華民國 99 年 08 月

#### 【基本資料】

姓名			
服務單位		職稱	
電話		E-mail	

## 【問卷輔助說明】

### 一、地震災害避難據點與避難路徑擇定之評估因子層級分析架構表



## 二、地震災害避難據點與避難路徑擇定之評估準則說明表與權重

根據第一階段專家問卷統計，茲將分析結果之評估項目與評估準則間的權重與說明如下表：

評估層面	評估項目 (第一層級)	評估準則 (第二層級)	評估準則內容說明
避難據點選擇	據點 有效性 (0.164)	到達據點之距離 (0.437)	避難者至避難場所之距離(m)，一般前往避難據點時間應保持在10分鐘以內。
		可容納避難人數 (0.298)	是以平均每每人所擁有面積(m <sup>2</sup> /人)為指標，可以顯示避難場所的收容性，可供避難人數越多，據點效益就越高。
		開放空間面積 (0.265)	據點內開放空間面積越大，服務能力可提升；若非開放空間面積越大，可能導致倒塌而造成二次傷害。
	據點 安全性 (0.342)	建築物結構 (0.534)	地震發生時，據點內的建築物可能倒塌或損壞，會造成有效避難面積減少。
		最近之危險設施 (0.266)	危險據點(如加油站、變電所等設施)對避難場所本身之安全影響甚巨。
		防止延燒功能 (0.2)	由不燃建物與防火樹種在避難據點外圍所構成，以提供確保避難場所受到火災的二度傷害。
	周邊 防災據點 (0.074)	其他避難據點 (0.301)	據點周邊防災避難場所規劃分布情形，可相互配合或提供必要支援。
		醫療據點 (0.342)	據點周邊醫院分布情形，可提供避難人員醫療及救護。
		消防據點 (0.206)	據點周邊消防據點分布情形，以適時提供必要之援助。
		警察據點 (0.151)	據點周邊警察局、派出所分布情形，以維護地區安全及必要之援助。
	據點 功能性 (0.131)	物資存放空間 (0.142)	作為救災避難物資存放空間，提供避難所需。
		照明及電力設備 (0.215)	一般夜間照明隊如廁或走動之安全性及臨時發電等電源設備。
		通訊設備 (0.143)	提供避難人員使用之通訊設備(無線電、電話、電視、網路及衛星電話等)，供災情資訊傳播與對外通聯。
		基本醫療設施 (0.239)	一般緊急醫療用器材、藥品，提供簡易醫療及救護。
		盥洗如廁設施 (0.261)	一般盥洗與如廁設施，提供避難者基本生活所需。
避難路徑指定	道路 有效性 (0.137)	道路可用寬度 (0.41)	避難路線道路之寬度(m)。
		替代道路系統 (0.59)	應有兩條以上之道路能到達避難據點，防止其中一條道路癱瘓時無法順利到達據點內。
	道路 安全性 (0.152)	避難人口密度 (0.233)	避難路線中避難者之人口密度。
		道路旁之障礙物 (0.234)	如電線桿、變電箱與停車數量對前進路線產生影響。
		兩旁落下物危機 (0.237)	兩旁招牌墜落危機，影響避難時的安全性。
		陸橋、高架橋 (0.296)	破壞性強的大地震可能造成陸橋、高架橋斷裂而阻礙避難人員前進至避難場所收容安置。

## 【問卷填寫方式說明】

請您針對各個層級中之項目或準則的重要性進行評分，評分由 0~10 分計，對應「評估標的細項」的配分欄，其評分得分越高，表示越適合，另外，給分的方式不是按照「等差級數」來給分，其說明如表 1 及表 2 所示：

表 1 評估項目（第一層級）之重要性評分

評估項目	AHP 問卷權重	評分
據點有效性	0.164	8
據點安全性	0.342	10
周邊防災據點	0.074	1
據點功能性	0.131	4
道路有效性	0.137	5
道路安全性	0.152	7

直接在此區評分，AHP 問卷權重是第一份問卷的結果，可參考。

表 2 評估準則（第二層級）之重要性評分

評估項目	評估準則	AHP 問卷權重	評估準則細項	評分
(一) 據點有效性 (0.164)	到達據點之距離	0.437	未滿500m	9
			500m以上未滿1km	7
			1km以上未滿1.5km	4
			1.5km以上	1
	可容納避難人數	0.298	避難空間	
			2 m <sup>2</sup> /人以上	10
			1m <sup>2</sup> /人以上未滿 2 m <sup>2</sup> /人	6
	開放空間面積	0.265	有效面積	
			50000m <sup>2</sup> 以上	9
			10000m <sup>2</sup> 以上 未滿 50000m <sup>2</sup>	7
			5000m <sup>2</sup> 以上 未滿 10000m <sup>2</sup>	6
			1000m <sup>2</sup> 以上未滿5000m <sup>2</sup>	3
			未滿1000m <sup>2</sup>	2

AHP 權重

直接在此區評分，AHP 問卷權重是第一份問卷的結果，可參考。

## 【評估項目與準則之評分】

### 第一層級（評估項目）評分

評估項目	AHP 問卷權重	評分
據點有效性	0.164	
據點安全性	0.342	
周邊防災據點	0.074	
據點功能性	0.131	
道路有效性	0.137	
道路安全性	0.152	

### 第二層級（評估準則）評分

#### （一）據點有效性



評估項目	AHP 問卷權重	評估準則	評估準則細項	評分
據點有效性 (0.164)	0.437	到達據點 之距離	未滿 700m	
			700m 以上未滿 1km	
			1km 以上未滿 1.5km	
			1.5km 以上	
	0.298	可容納 避難人數	避難空間	
			3 m <sup>2</sup> /人以上	
			2m <sup>2</sup> /人以上未滿 3 m <sup>2</sup> /人	
			1m <sup>2</sup> /人以上未滿 2 m <sup>2</sup> /人	
	0.265	開放 空間面積	有效面積	
			50000m <sup>2</sup> 以上	
			10000m <sup>2</sup> 以上未滿 50000m <sup>2</sup>	
			5000m <sup>2</sup> 以上未滿 10000m <sup>2</sup>	
			1000m <sup>2</sup> 以上未滿 5000m <sup>2</sup>	
			未滿 1000m <sup>2</sup>	

(二) 據點安全性

評估項目	AHP 問卷權重	評估準則	評估準則細項	評分
據點安全性 (0.342)	0.534	建築物 結構	鋼骨鋼筋混凝土造 (SRC)	
			鋼骨造 (SC)	
			鋼筋混凝土造 (RC)	
			磚石或土塊構造	
			木結構 (老舊)	
	0.266	最近之 危險設施	危險加權半徑：	
			300m 以上	
			268m 以上未滿 300m 未滿 268m	
	0.2	防止 延燒功能	指由防火緩衝樹林帶在避難據點 外圍所提供確保防火功能之區間 長度(m)與據點外圍由不燃化建物 及開放空間所構成區間的長度(m) 兩者總和佔公園外圍周長之比例。	
			95% 以上	
			75% 以上未滿 95%	
			未滿 75%	

(三) 周邊防災據點

評估項目	AHP 問卷權重	評估準則	評估準則細項	評分
周邊防災據點 (0.074)	0.301	與其他避 難據點	半徑 500m 範圍內	
			1 處	
			2 處以上 無	
	0.342	醫療據點	500m 範圍內	
			800m 範圍內	
			1200m 範圍內	
			1800m 範圍內	
			1800m 範圍外	
	0.206	消防據點	500m 範圍內	
			800m 範圍內	
			1200m 範圍內	
			1800m 範圍內	
			1800m 範圍外	
	0.151	警察據點	500m 範圍內	
			800m 範圍內	
			1200m 範圍內	
1800m 範圍內				
1800m 範圍外				

(四) 據點功能性

評估項目	AHP 問卷權重	評估準則	評估準則細項	評分
據點功能性 (0.131)	0.142	物資 存放空間	有存放空間且很足夠	
			有存放空間但不足夠	
			無存放空間	
	0.215	照明及 電力設備	有夜間照明且很足夠	
			有夜間照明但不足夠	
			無夜間照明	
			有電力設備且很足夠	
			有電力設備但不足夠	
			無電力設備	
	0.143	通訊設備	無線電：	
			電話：	
			電視：	
			網路：	
	0.239	基本 醫療設施	有醫療設施且很足夠	
			有醫療設施但不足夠	
			無醫療設施	
	0.261	盥洗如廁 設施	具備浴室及廁所	
			具備浴室或廁所	
兩者皆無				

(五) 道路有效性

評估項目	AHP 問卷權重	評估準則	評估準則細項	評分
道路有效性 0.137	0.41	道路 可用寬度	道路寬度	
			15m 以上	
			12m 以上未滿 15m	
			10m 以上未滿 12m	
	0.59	替代道路 系統	其他道路系統	
			3 條以上	
			2 條	
			1 條	

(六) 道路安全性

評估項目	AHP 問卷權重	評估準則	評估準則細項	評分
道路安全性 0.152	0.233	避難 人口密度	每人面積(m <sup>2</sup> /人)	
			2.32 以上	
			1.39 以上未滿 2.32	
			0.93 以上未滿 1.39	
			0.46 以上未滿 0.93	
	小於 0.46			
	0.234	道路旁 之障礙物	每100m障礙物數量	
			未滿 8 個	
			8 個以上未滿 11 個	
			12 個以上未滿 15 個	
	0.237	兩旁落下 物危機	每 100m	
			未滿 20 個	
			21 個以上未滿 30 個	
			31 個以上未滿 40 個	
	0.296	陸橋、 高架橋	具備陸橋與高架橋	
			具備陸橋或高架橋	
兩者皆無			1	

※建議：

問卷至此，感謝您的不吝賜教，最後再次誠摯感謝您的協助與寶貴意見，謝謝您！

## 【評估層面參考依據】

評估層面	評估項目	評估準則	評等標準	參考說明
避難據點選擇	據點有效性	到達據點之距離	(1) <700m： (2) 700m~1km： (3) 1km~1.5km： (4) >1.5km：	「都市開放空間防災避難系統建立之研究－防災公園綠地系統規劃及設置探討」，郭瓊瑩、王秀娟（2000）
		可容納避難人數	(1) 避難空間 $\geq 3\text{m}^2/\text{人}$ ： (2) 避難空間 $2\text{m}^2/\text{人}\sim 3\text{m}^2/\text{人}$ ： (3) 避難空間 $1\text{m}^2/\text{人}\sim 2\text{m}^2/\text{人}$ ： (4) 避難空間 $< 1\text{m}^2$ ：	財團法人都市綠化技術開發機構，「防災公園·設計準則」，（1999）
		開放空間比	(1) 有效面積 $50000\text{m}^2$ 以上： (2) 有效面積 $10000\text{m}^2$ 以上： (3) 有效面積 $5000\text{m}^2$ 以上： (4) 有效面積 $1000\text{m}^2$ 以上：	顏美鉛（2007），總面積與建蔽率之乘積即為有效面積。而以都市開發過程之開放空間被佔用之情形很常見，所以還需將建蔽率加成計算。
	據點安全性	建築物結構	(1) 鋼骨鋼筋混凝土造（SRC）： (2) 鋼骨造（SC）： (3) 鋼筋混凝土造（RC）： (4) 加強磚造： (5) 磚石或土塊構造： (6) 木結構：	「結構修復及補強技術手冊－結構評估表」，陳亮全、邱昌平（1989）
		鄰近危險設施	(1) 危險加權半徑 300m 外： (2) 危險加權半徑 268~300m： (3) 危險加權半徑 268m 內：	歐秀玲（2000）對加油站事故影響半徑推估結果
		防止延燒功能	指由防火緩衝樹林帶在避難據點外圍所提供確保防火功能之區間長度(m)與據點外圍由不燃化建物及開放空間所構成區間的長度(m)兩者總和佔公園外圍周長之比例。 (1) 比例>95%： (2) 比例75%~95%： (3) 比例<75%：	財團法人都市綠化技術開發機構，「防災公園·設計準則」，（1999）
	周邊防災據點	避難據點	半徑 500m 範圍內， (1) 1 處： (2) 2 處以上：	防災生活避難圈劃設標準，以服務半徑 500m 推估，避難據點處數越多越能相互支援
		醫療據點	(1) 500m 範圍內： (2) 800m 範圍內： (3) 1200m 範圍內： (4) 1800m 範圍內： (5) 1800m 範圍外：	防災生活避難圈劃設標準，以服務半徑推估距離醫院越近越佳
		消防據點	(1) 500m 範圍內： (2) 800m 範圍內： (3) 1200m 範圍內： (4) 1800m 範圍內： (5) 1800m 範圍外：	防災生活避難圈劃設標準，以服務半徑推估距離消防隊越近越佳

	據點功能性	警察據點	(1) 500m 範圍內： (2) 800m 範圍內： (3) 1200m 範圍內： (4) 1800m 範圍內： (5) 1800m 範圍外：	防災生活避難圈劃設標準，以服務半徑推估距離派出所越近越佳
		物資存放空間	(1) 具備庫房： (2) 具備儲存場： (3) 兩者皆無：	顏美鉛 (2007)。指是否具備可作為儲放及臨時堆置食物與物資之場所
		照明及電力設備	(1) 具備夜間發照明： (2) 具備臨時發電機： (3) 兩者皆無：	指是否具備夜間照明以供人員如廁盥洗，與臨時發電設施
		通訊設備	(1) 無線電： (2) 電話： (3) 電視： (4) 網路： (5) 衛星通訊：	
		基本醫療設施	(1) 具備醫療室： (2) 無醫療室：	顏美鉛 (2007)。
		盥洗如廁設施	(1) 具備浴室： (2) 具備廁所： (3) 兩者皆無：	顏美鉛 (2007)。指是否具備生活必要之浴室、廁所設施而言。
避難路徑指定	道路有效性	道路可用面積	(1) 道路寬度 > 15m： (2) 道路寬度 12~15m： (3) 道路寬度 10~12m： (4) 道路寬度 < 8m：	葉光毅 (1998)。
		替代道路系統	(1) 3 條道路系統以上： (2) 2 條道路系統： (3) 1 條道路系統：	
	道路安全性	避難人口密度	(1) >2.32(m <sup>2</sup> /人)： (2) 1.39~2.32： (3) 0.93~1.39： (4) 0.46~0.93： (5) <0.46：	John J. Fruin (1987), "Pedestrian Planning and Design"。利用實驗觀察人流的速度與密度，訂出行人流的服务水準。
		道路旁之障礙物	(1) 8 個以下/100m： (2) 8-11 個/100m： (3) 12-15 個/100m： (4) 16 個以上/100m：	
		兩旁落下物危機	(1) 20 個以下/100m： (2) 21-30 個/100m： (3) 31-40 個/100m： (4) 41 個以上/100m：	「都市窳陋地區環境災害評估方法之研擬」，何明錦、陳建忠、李威儀(2007)。
		陸橋、高架橋	(1) 具備陸橋： (2) 具備高架橋： (3) 兩者皆無：	顏美鉛 (2007)。

## 【附錄三】

# AHP 一致性檢定計算範例



## 第一部分專家問卷：AHP 專家問卷特徵向量及一致性檢定計算表

(以問卷編號 1 為例)

\*AHP 問卷基本格式及數值轉換

影響因子 (A)	非常 重要	重 要	比 較 重 要	稍 微 重 要	一 樣 重 要	稍 微 重 要	比 較 重 要	重 要	非 常 重 要	影響因子 (B)
權重值	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	權重值
數值轉換	5	4	3	2	1	0.5	3.33	0.25	0.2	數值轉換

一、建立「評估項目」成對比較矩陣

		A	B	C	D	E	F	$n\sqrt{\Sigma e}$	$W_i$	$W'$	$\lambda$	C.I.	C.R.
		e1	e2	e3	e4	e5	e6						
A	e1	1	0.333	3	2	0.333	0.25	0.742	0.109	0.685	6.470	0.09	0.08
B	e2	3	1	3	2	2	0.25	1.442	0.199	1.329	<b>OK</b>		
C	e3	0.333	0.333	1	0.333	0.333	0.25	0.381	0.053	0.339			
D	e4	0.5	0.5	3	1	0.5	0.333	0.707	0.10	0.623			
E	e5	3	0.5	3	2	1	0.5	1.285	0.176	1.144			
F	e6	4	4	4	3	2	1	2.696	0.363	2.461			

二、建立「據點有效性」評估準則成對比較矩陣

		A	B	C	$n\sqrt{\Sigma e}$	$W_i$	$W'$	$\lambda$	C.I.	C.R.
		e1	e2	e3						
A	e1	1	3	4	2.289	0.633	1.909	3.009	0.005	0.008
B	e2	0.333	1	1	0.693	0.192	0.578	<b>OK</b>		
C	e3	0.25	1	1	0.630	0.175	0.525			

三、建立「據點安全性」評估準則成對比較矩陣

		A	B	C	$n\sqrt{\Sigma e}$	$W_i$	$W'$	$\lambda$	C.I.	C.R.
		e1	e2	e3						
A	e1	1	4	3	2.289	0.623	1.891	3.018	0.009	0.016
B	e2	0.25	1	0.5	0.5	0.137	0.413	<b>OK</b>		
C	e3	0.333	2	1	0.873	0.239	0.722			

四、建立「周邊防災據點」評估準則成對比較矩陣

		A	B	C	D	n√Σe	W <sub>i</sub>	W'	λ	C.I.	C.R.
		e1	e2	e3	e4						
A	e1	1	2	3	3	2.06	0.450	1.841	4.072	0.024	0.026
B	e2	0.5	1	2	2	1.189	0.260	1.066	OK		
C	e3	0.333	0.5	1	0.5	0.537	0.120	0.485			
D	e4	0.333	0.5	2	1	0.76	0.171	0.691			

五、建立「據點功能性」評估準則成對比較矩陣

		A	B	C	D	E	n√Σe	W <sub>i</sub>	W'	λ	C.I.	C.R.
		e1	e2	e3	e4	e5						
A	e1	1	0.333	2	0.5	0.333	0.644	0.112	0.570	5.177	0.044	0.039
B	e2	3	1	3	2	0.5	1.552	0.260	1.366	OK		
C	e3	0.5	0.333	1	0.333	0.333	0.450	0.080	0.405			
D	e4	2	0.5	3	1	0.333	0.999	0.172	0.890			
E	e5	3	2	3	3	1	2.220	0.377	1.986			

六、建立「道路有效性」評估準則成對比較矩陣

		A	B	n√Σe	W <sub>i</sub>	W'	λ	C.I.	C.R.
		e1	e2						
A	e1	1	0.25	0.5	0.2	0.4	2	0	0
B	e2	4	1	2	0.8	1.6	OK		

七、建立「道路安全性」評估準則成對比較矩陣

		A	B	C	D	n√Σe	W <sub>i</sub>	W'	λ	C.I.	C.R.
		e1	e2	e3	e4						
A	e1	1	0.333	0.5	3	0.841	0.193	0.799	4.168	0.056	0.062
B	e2	3	1	2	3	2.060	0.442	1.861	OK		
C	e3	2	0.5	1	2	1.189	0.255	1.082			
D	e4	0.333	0.333	0.5	1	0.485	0.111	0.450			

## 【附錄四】

準則評等問卷  
分數統計結果

