

建築廢棄物產生量推估之研究（二）

成果報告

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 95 年 1 月

094301070000G3061

建築廢棄物產生量推估之研究(二)

計畫主持人：葉主任秘書世文

協同主持人：黃教授榮堯

研究助理：林政緯、李德威

內政部建築研究所協同研究報告

中華民國 95 年 1 月

ARCHITECTURE & BUILDING RESEARCH
INSTITUTE
MINISTRY OF INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

Quantity Estimation of A Building's CD & W (2)

BY
YE SHI WEN
HUANG RONG YAU
LIN CHENG WEI
LEE DEH WEI

Jan, 2006

目 錄

目 錄	I
表 目 錄	III
圖 目 錄	V
第一章 緒論	VI
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	1
第三節 研究內容與流程	2
第四節 預期成果	4
第二章 文獻回顧	5
第一節 建築廢棄物種類與定義	5
第二節 建築廢棄物產生量推估之需求	5
第三節 國內外建築工程廢棄物推估方式	7
第四節 國內推估建築廢棄物總量	11
第五節 類神經網路應用	13
第三章 修正改善建築廢棄物產生量推估模式	15
第一節 新建工程建築廢棄物產生量推估模式修正	15
第二節 拆除工程建築廢棄物產生量推估模式修正	19
第三節 推估模式之測試—案例分析	25
第四節 介面開發與使用說明	32
第五節 建築廢棄物單位產生量	36
第四章 推估國內建築廢棄物產生量	39
第一節 全國新建工程建築廢棄物產生量之推估	39
第二節 全國拆除工程建築廢棄物產生量之推估	42
第三節 與過往文獻之比較與分析	45
第五章 結論與建議	53
第一節 成果與結論	53
第二節 建議事項	54
參考文獻	55

附錄 A 類神經網路之簡介.....	57
附錄 B 期初報告審查意見與回覆.....	65
附錄 C 期中報告審查意見與回覆.....	68

表 目 錄

表 2-1 近年來建築廢棄物產生數量研究結果.....	7
表 2-2 建築廢棄物產生數量推估方式比較分析.....	10
表 2-3 近年來建築廢棄物數量研究結果.....	11
表 2-4 類神經網路與迴歸分析之比較表.....	13
表 3-1 新建工程產生廢棄物數量影響因子.....	15
表 3-2 建築廢棄物推估模式測試之準確率（新建）.....	17
表 3-3 建築廢棄物數量推估模式較經驗公式準確之資料（新建）.....	18
表 3-4 建築廢棄物數量推估模式較經驗公式不準確之資料(新建).....	19
表 3-5 去年度拆除工程產生廢棄物數量影響因子.....	19
表 3-6 今年度拆除工程產生廢棄物數量影響因子.....	21
表 3-7 拆除工程廢棄物產生量影響因子之重要性程度.....	22
表 3-8 建築廢棄物推估模式測試之準確率（拆除）.....	23
表 3-9 建築廢棄物數量推估模式較經驗公式準確之資料（拆除）.....	24
表 3-10 建築廢棄物數量推估模式較經驗公式不準確之資料（拆除）.....	24
表 3-11 測試廠商相關資料.....	25
表 3-12 聲 O 營造有限公司 案例一.....	26
表 3-13 聲 O 營造有限公司 案例二.....	26
表 3-14 大 O 牙營造有限公司 案例一.....	27
表 3-15 大 O 牙營造有限公司 案例二.....	27
表 3-16 任 O 工程行 案例一.....	28
表 3-17 卓 O 工程有限公司 案例一.....	28
表 3-18 本模型推估之數量與實際產生數量之比較.....	29
表 3-19 本模型推估之數量與現行係數推估數量之數量差異.....	30
表 3-20 本模型推估之數量與現行係數推估數量之差異百分比.....	30
表 3-21 建築廢棄物產生量推估模式之適用範圍.....	33
表 3-22 建築廢棄物產生量推估模式輸入值之定義.....	33

表 3-23 建築物案例基本資料	34
表 3-24 建築物單位面積新建廢棄物產生量	36
表 3-25 建築物單位面積拆除廢棄物產生量	37
表 4-1 全國各縣市之新建工程所產生之廢棄物推估量.....	39
表 4-2 全國各縣市之拆除工程所產生之廢棄物推估量	42
表 4-3 年度樓地板面積之統計	46
表 4-4 文獻回顧與本研究之差異(以 86、88 年高雄縣市為例)	47
表 4-5 文獻回顧與本研究之差異(以全國估算量為例)	47
表 4-6 台北縣 92-93 年建築工程廢棄物產生量.....	49
表 4-7 台北縣各鄉鎮市新建工程廢棄物產生量	50
表 A-1 類神經網路主要模式分類	59

圖 目 錄

圖 1-1 研究流程圖	3
圖 2-1 本研究建築廢棄物之定義	5
圖 2-2 台北縣政府營建廢棄物管理流程	6
圖 3-1 去年度新建工程廢棄物產生量推估模式類神經網路架構圖	16
圖 3-2 今年度新建工程廢棄物產生量推估模式類神經網路架構圖	16
圖 3-3 實際產生量與本研究模式及現行推估之比較圖（新建）	18
圖 3-4 去年度拆除工程廢棄物產生量推估模式類神經網路架構圖	20
圖 3-5 今年度拆除工程廢棄物數量推估模式類神經網路架構圖	22
圖 3-6 實際產生量、本研究模式與現行推估之比較圖（拆除）	23
圖 3-7 本模型推估之數量與實際產生數量之比較	29
圖 3-8 本模型推估之數量與實際產生數量之差異比較	29
圖 3-9 本模型推估之數量與經驗係數推估數量之差異比較	31
圖 3-10 建築廢棄物產生量推估模式介面	32
圖 3-11 建築廢棄物產生量推估系統操作範例圖	35
圖 4-1 各地區新建工程建築廢棄物平均年度產生量統計	40
圖 4-2 新建工程建築廢棄物年度統計	41
圖 4-3 各地區拆除工程建築廢棄物平均年度產生量統計	43
圖 4-4 拆除工程建築廢棄物年度統計	44
圖 4-5 高雄縣市年度拆除廢棄物總量關係圖	46
圖 4-6 全國年度拆除廢棄總量變化	47
圖 4-7 台北縣 92-93 年度各鄉鎮產生量	51
圖 4-8 台北縣行政區域圖	51
圖 A-1 神經細胞結構圖	57
圖 A-2 人工神經元模型	58

摘要

關鍵詞：建築廢棄物、數量推估、類神經網路

台灣地區每年產生大量之建築廢棄物，在永續發展之世界潮流趨勢下，目前政府已將建築廢棄物之減量與再利用列為未來重要施政方向，期望建築廢棄物之再利用率能逐年達到預定目標。但唯有確實掌握建築廢棄物源頭產生之數量，方能落實廢棄物流向與處理再利用之機制，達成建築廢棄物減量與再利用之管理目標。

建築廢棄物產生量之推估不似建築開挖土方可以體積做簡易計算，較難有精確之估算標準，以往相關研究多僅考慮建築面積與用途別等影響因子，但多為較粗略之統計推估，與實際產生量常會有相當程度落差，造成每年產生之真正數量不易掌握，不利於廢棄物之流向管理。

本研究上年度透過影響因子之分析及實際廢棄物產生數量案例資料之蒐集，應用類神經網路分析方法建立建築物新建與拆除工程廢棄物（不含土方）數量推估模式，已具較準確之推估能力。本年度將延續去年度之研究，透過新建與拆除工程廢棄物產生量之案例數據蒐集，以驗證並回饋修正去年度推估系統提昇其準確度與合理性，之後再利用修正後之推估系統，針對近年來國內之建照與拆照資料，推估國內每年建築廢棄物產生數量，分析其變化情形，今年度研究修正改善建築廢棄物產生量推估模式，使推估模式可以推估出單位樓地板面積廢棄物產生量。經過測試驗證後，新建工程於容許誤差率 20% 以內，準確率達 85.71%；拆除工程於容許誤差率 20% 以內，準確率達 100%。本研究之結果可供政府機關更有效掌握新建與拆除工程時所產生之廢棄物數量，健全現行建築廢棄物總量申報管控作業，避免違規棄置情形發生，再配合我國所實施之各項再生利用之措施，可促使國內建築廢棄物減量與再利用之目標得以有效落實。

ABSTRACT

Keyword : Construction, Waste, Quantity, Neural Network

Under the global development of sustainable construction, the government in Taiwan devotes more and more efforts in proper treatment and recycling of construction and demolition wastes. In order for controlling those wastes to go into recycling plants or legal dumping sites, more and more local district authorities demand construction sites to submit a waste treatment plan before starting the work. In the plan they have to estimate the expected quantity of CD&W wastes, and to state clearly where they will go, how they will be treated, and so on. Thus the estimated quantity can serve as a base for wastes monitoring and controlling in the subsequent process.

The objective of this research is to develop a model for quantity estimation of the generated wastes in construction, as well as in demolition of a building. Literature reviews and expert interviews are conducted to identify the major factors determining the quantity of generated CD&W wastes. Those factors include the floor size, the functional purpose, the structural type, the location and the construction price of a building. The Neural Network (NN) method is then employed for the development of the estimating models. Totally 68 cases of building construction, and 71 cases of building demolition are collected for model training and testing. Both the developed NN models, one for construction and one for demolition, reach an accuracy of more than 85% in testing. In addition, a comparison between the developed models and the current most used estimation formula is conducted on testing cases. The results show that the developed models are significantly more accurate in estimating the waste quantity generated in the construction and demolition of a building.

第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

台灣地區每年產生大量之建築廢棄物，在永續發展之世界潮流趨勢下，目前政府已將建築廢棄物之減量與再利用列為未來重要施政方向，期望建築廢棄物之再利用率能逐年達到預定目標。但唯有確實掌握建築廢棄物源頭產生之數量，方能落實廢棄物流向與處理再利用之機制，達成建築廢棄物減量與再利用之管理目標。

建築廢棄物產生量之推估不似建築開挖土方可以體積做簡易計算，較難有精確之估算標準，以往相關研究多僅考慮建築面積與用途別等影響因子，但多為較粗略之統計推估，與實際產生量常會有相當程度落差，造成每年產生之真正數量不易掌握，不利於廢棄物之流向管理。本研究上年度透過影響因子之分析及實際廢棄物產生數量案例資料之蒐集，應用類神經網路分析方法建立建築物新建與拆除工程廢棄物（不含土方）數量推估模式，可根據建築物之構造種類、樓地板面積大小、用途、工程造價、高度等特性，估算該工程產生之廢棄物總量。該推估模式不論針對新建或拆除工程，經測試均可達 85%之準確度，且相較於以往推估方式之準確度僅只於 50~60%之間，本推估系統已具較準確之推估能力。

本年度將延續去年度之研究，透過新建與拆除工程廢棄物產生量之案例數據蒐集，以驗證並回饋修正去年度推估系統提昇其準確度與合理性，之後再利用修正後之推估系統，針對近年來國內之建照與拆照資料，推估國內每年建築廢棄物產生數量，分析其變化情形，以作為政府制定政策之參考。

第二節 研究目的

本研究主要目的如下：

- 驗證並建立建築廢棄物數量推估模式。
- 推估並分析國內近年來建築廢棄物之產生量與變化情形。

第三節 研究內容與流程

本研究之研究流程及內容如圖 1-1 所示，分述如下：

1. 研究動機與目的之確認
2. 實際案例蒐集與整理
利用實地走訪民間各相關處理業者及其施作之工地現場，藉由參觀訪談及紀錄方式，蒐集調查實際新建與拆除工程產生廢棄物數量之資料，以利後續驗證與修正建築廢棄物數量推估系統。
3. 回饋修正建築廢棄物數量推估系統
整理分析所蒐集之實際案例數據，利用此資料修正建築廢棄物數量推估系統，以提昇推估系統之準確率，並降低推估值與實際值之誤差。
4. 產、官、學座談會
期望藉由產、官、學三方，對本研究所建立及修正之推估模式提供建議，以加強本研究分析之深入程度。
5. 各縣市政府近年建照與拆照資料蒐集與整理
實際走訪並蒐集國內各縣市政府近年來之新建執照與拆除執照之資料，將蒐集得來之數據整理，以作為後續推估全國近年建築廢棄物產生數量之用。
6. 推估國內近年建築廢棄物產生量
應用本研究修正後之建築廢棄物數量推估系統，推估國內近年來之建築廢棄物數量。
7. 分析近年來國內每年建築廢棄物產生量之變化情形
經上述步驟後，分析國內每年建築廢棄物產生數量變化之情形，並探討影響此變化之原因。
8. 報告撰寫

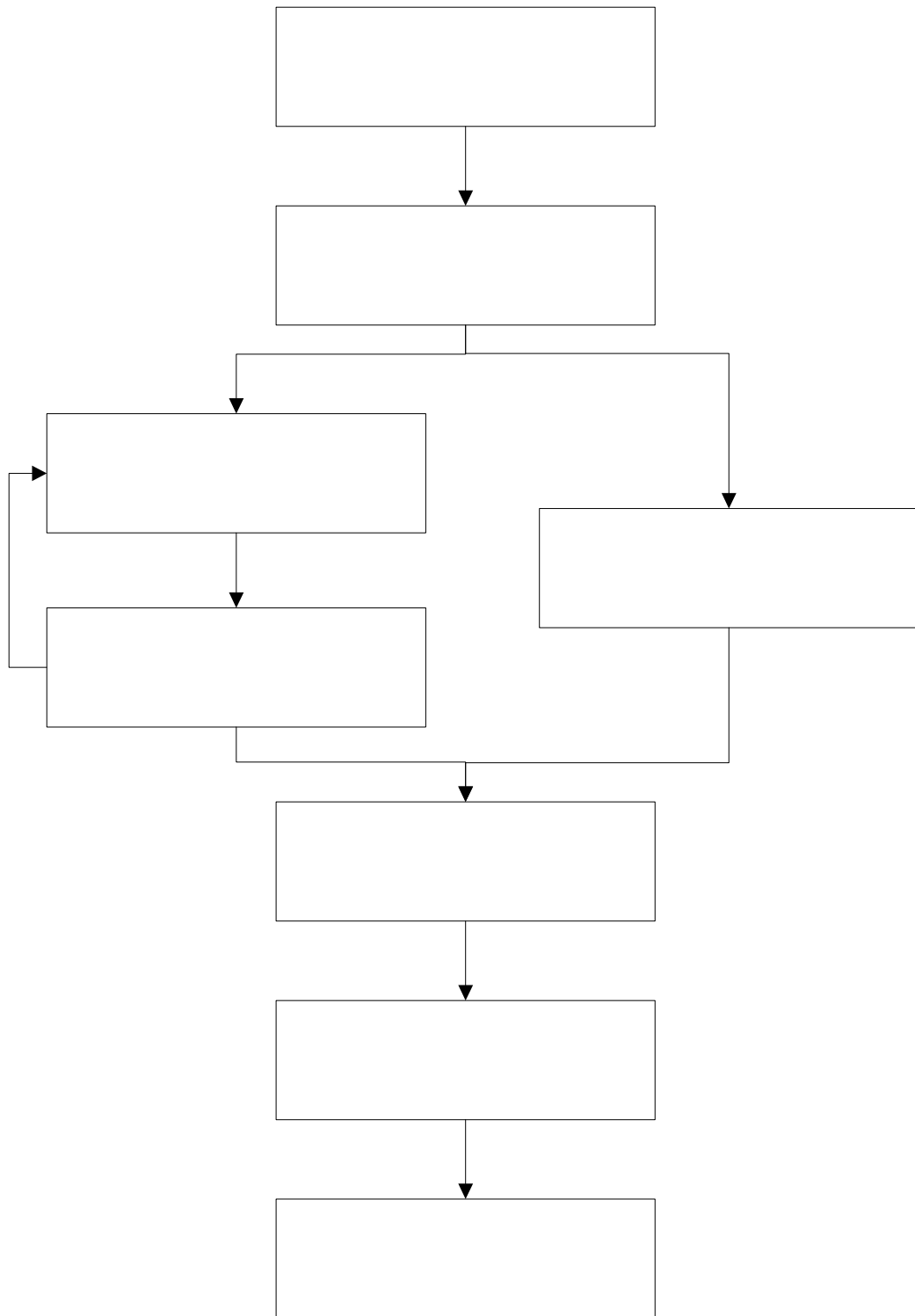


圖 1-1 研究流程圖

3

回饋修正建議

推估

第四節 預期成果

本研究主要預期完成之工作項目如下：

1. 蒐集實際產生建築廢棄物數量之資料。
2. 回饋修正建築廢棄物數量推估系統。
3. 蒐集整理國內近年來建照與拆照案件資料。
4. 推估國內每年建築新建與拆除廢棄物產生數量。
5. 分析檢討近年來每年產生量之變化情形。

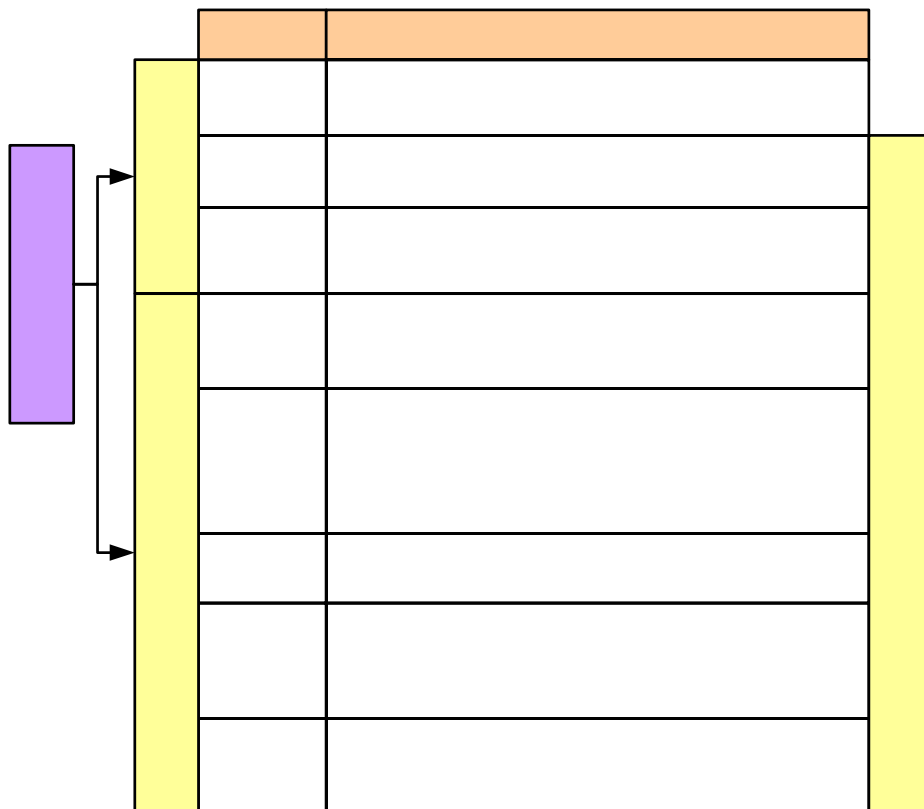
本研究結果將可使政府機關更準確掌握國內每年建築廢棄物產生之數量及其逐年變化情形，以利政策制定推動與成效評估；再者經由回饋修正推估系統，可使其具備更準確實用之推估效果，並可結合與強化現行相關作業申報系統，健全建築廢棄物總量申報管控作業與其流向之有效控制管理，以避免違規棄置情形之發生。

第二章 文獻回顧

第一節 建築廢棄物種類與定義

根據內政部建築研究所報告顯示，建築工程新建或是拆除時所產生之建築副產物，其主要內容包含土方、混凝土塊、磚瓦、廢木料、金屬、玻璃、有害物與其他等。如圖 2-1 所示。

而本研究稱建築廢棄物是指建築新建或拆除工程所產生不包含土方之建築混合物（圖 2-1），包括磚瓦、混凝土塊、廢木料、金屬與玻璃等物質。開挖工程土方因可簡單由開始體積計算，因此不納入本研究推估數量之範圍。



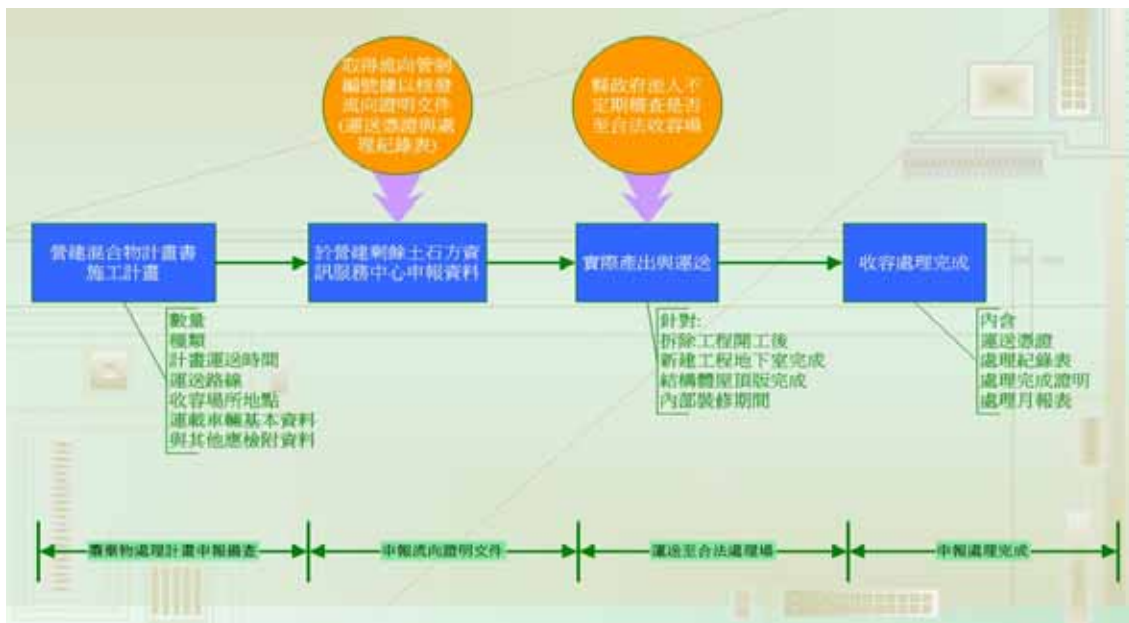
資料來源：【3】、本研究整理

圖 2-1 本研究建築廢棄物之定義

第二節 建築廢棄物產生量推估之需求

政府於民國八十六年開始建置「營建棄填土資訊系統」，主要為蒐集預定產出剩餘土石方工程與需要土石方工程資料，其中亦包含分類為 B8 類之營建混合廢棄

物(磚、混凝土塊、木材、金屬、玻璃、塑膠等)。所申報之資料包含建物基本資料、預計廢棄物產生量與實際產生量【4】、【5】。隨後地方政府亦逐漸將建築工程施工或舊有建築拆除所產生之建築廢棄物納入管理，以避免違規棄置之情形發生。另外，環保署於民國九十四年八月一號起，一定規模工地(工地面積達二千平方公尺、工程金額達五千萬元以上)必須至環保署事業廢棄物管制中心申報流向與產生數量等相關資料。以現行管理建築廢棄物最為完善之台北縣為例，民國九十一年四月一日起實行營建廢棄物申報作業，工程於實際產出營建廢棄物前須提報營建廢棄物處理計畫書，其內容應包含廢棄物預估數量、廢棄物種類、計畫運送路線、收容場所地點、運載車輛基本資料等【4】。台北縣政府營建廢棄物管理流程亦包括(1)營建廢棄物處理計畫書備查(2)申請運送憑證及處理紀錄表(3)營建廢棄物產出運送至合法處理場(4)申報處理完成報告書等作業，其主要內容為廢棄物之預估數量、各階段廢棄物產生數量之實際填報與最終處理完成之廢棄物數量，如圖 2-2 所示。



資料來源：本研究整理、【4】

圖 2-2 台北縣政府營建廢棄物管理流程

政府各級單位雖已逐漸重視營建混合物之申報與流向管理，但若缺乏合理之數量推估方式，將無法確實掌握混合物之產生數量與其流向，使目前各項流向管理制度之實施效果大打折扣。

第三節 國內外建築工程廢棄物推估方式

國內外目前對於建築廢棄物產生數量之統計資料十分有限，尤其缺乏正確案例資料數據，大多是以平均總樓地板面積之方式推估建築廢棄物之產生數量。其中國內外兩研究單位對建築廢棄物產生量推估之研究成果，整理如下表2-1所示：

表 2-1 近年來建築廢棄物產生數量研究結果

種類	研究個案	說明
新建工程	事業廢棄物機構儲存清除處理設施列管計劃 (環保署, 1990)	利用 50 筆建築工程廢棄物產生量之平均求得一單位樓地板面積產生係數 $0.071(\text{m}^3/\text{m}^2)$
	建築產業廢棄物再利用之研究(陳明良, 1996)	透過問卷調查 30 筆建築工程之總樓地板面積與廢材數量得每平方公尺樓地板面積平均排出廢棄物數量為 0.198m^3
	建築施工污染及廢棄物產生現況與調查架構研究 (章裕民, 1998)	利用事業廢棄物機構儲存清除處理設施列管計劃(環保署)與建築產業廢棄物再利用之研究(陳明良)之數據平均得一施工過程廢棄物產生量係數 $0.1345\text{m}^3/\text{m}^2$
新建與拆除	Characterization of Building-Related Construction and Demolition Debris in The United States (U.S. EPA, 1998)	透過拆除案例資料蒐集，取樣年份分佈於 1991-1997，平均統計出住宅與非住宅類建築拆除之單位樓地板面積混合物產生量(住宅類 $0.562 \text{ t}/\text{m}^2$ 非住宅類 $0.757 \text{ t}/\text{m}^2$)。此研究案例資料量有限，住宅類 4 件、非住宅類 23 件。
拆除	建築拆除污染及廢棄物產生現況與調查架構研究 (黃榮堯)	依據構造物之材料使用量(m^3/m^2)加總之後為構造物之整體廢棄物產生係數，高雄市單位樓地板面積拆除廢棄物產生量約為 $1.28\text{t}/\text{m}^2$ ($0.81 \text{ m}^3/\text{m}^2$)。

資料來源：【6】、【7】、【2】、【12】、【1】、本研究整理

一、事業廢棄物機構儲存清除處理設施列管計劃 環保署，1990，【6】

此研究計畫主要針對台灣地區事業廢棄物總量進行調查與推估，其將營建工程廢棄物之種類分類為廢土類與廢材（料）類兩種，廢土類主要指營造或建築行為所產生之廢土、砂、石或污泥等，廢材（料）類主要指營造或建築行為所產生之廢磚塊、混凝土塊、建築拆除碎片、廢瓦片、廢玻璃陶瓷、廢塑膠、廢橡膠或廢金屬類材料等。並將營建工程分類為建築工程、道路工程與管線工程三類，分別以樓層高度、道路、管線長度與挖深等作為可能影響廢棄物產生之因子，此外與工程規模有關之工人數與工程費等亦納入可能之廢棄物產生因子中。透過問卷發放之方式針對廢棄物產生影響因子進行調查，調查對象以登入至「台灣區營造業名錄」中之甲、乙、丙級營造廠為主，並以甲級營造廠商為主要問卷寄發對象，共選取 50 家，乙、丙級營造廠則選取 10 家進行問卷寄發，總計問卷寄發數為 70 家。問卷共計回收 22 份，回收率為 31.4%，回收問卷中包含資料案例筆數總計 50 筆。此研究計畫對所蒐集之 50 筆資料進行廢材產生量推估，利用迴歸之方式對各工程因子進行分析，其相關性之 R^2 皆過低，無法有效應用，故於推估時乃採用調查資料之單位樓地板面積廢材產生量平均值進行推估，推估所得之單位樓地板面積廢材產生量為 $0.071\text{m}^3/\text{m}^2$ 。

此研究因當時資料與方法之限制，故除了樓地板面積外並未考慮其他影響因子，且並未將不適宜之資料進行篩選，如資料筆數中有樓地板面積 $25,400\text{m}^2$ 其所產生之廢棄物數量為 60m^3 ，明顯有不合理之處，上述之缺點皆會影響推估廢棄物數量時之準確度。

二、建築產業廢棄物再利用之研究 陳明良，1996，【7】

此研究將建築工程廢棄物定義為營建廢棄物中有關建築工程於建築物拆除作業及新建建築物於施工期間所附帶產生之廢混凝土塊、廢磚石塊、廢木料（廢木材或廢木屑）、廢金屬、其他等，不包括可以直接或間接作為資源材料之建築工程廢棄土。其中並指出台北都會區合法申報拆除所造成之廢棄物產生量在每年 32 萬 m^3 到 46 萬 m^3 之間。該研究進一步指出以台北地區核發建築使用執照佔全國 23% 之比例反推，得到台灣每年產生之合法申報拆除建築廢棄物則可能在 140 萬~200 萬 m^3 之間，並透過三十份問卷調查之方式計算每單位平方公尺樓地板面積平均產生之廢棄物數量，所得之結果為單位樓地板面積之廢棄物產生量為 $0.198\text{m}^3/\text{m}^2$ 。

此研究除了樓地板面積外並未考慮其他影響因子，且並未將極端值之資料進

行篩選，如資料筆數中有樓地板面積 47.85m^2 其所產生之廢棄物數量為 950m^3 ，明顯有不合理之處。其所得之廢棄物產生量係數偏高，無法表現出實際產生量。上述之缺點皆會影響推估廢棄物數量時之準確度。

三、建築施工污染及廢棄物產生現況與調查架構研究 章裕民，1998，【2】

依據內政部建築研究所之研究調查顯示，於施工過程所產生之建築廢棄物包括整地及基礎工程開挖產生之廢土方與廢磚瓦、混凝土塊、廢木材等，其所得建築廢棄物單位產生量之結果主要利用行政院環保署於民國七十九年針對台灣地區專業廢棄物處理總量推估之 50 筆資料平均值，得單位樓地板面積之平均廢棄物產生量為 $0.071\text{m}^3/\text{m}^2$ 【6】，與利用「建築產業廢棄物再利用之研究」【7】中所調查發放之問卷 30 份，得單位樓地板面積之廢棄物產生量為 $0.198\text{m}^3/\text{m}^2$ ，兩者之平均值求得每單位樓地板面積產生 0.1345m^3 廢棄物數量。

此研究並未考慮任何影響因子，且參考之兩項研究計劃樣本數與時間點均不同，若直接以其兩項研究之結果取其平均值，其所得之結果有待商榷。經本研究人員訪談現場施工單位後，均表示利用此係數推估產生量所得之結果較為偏高，並不符合實際狀況，故此項研究結果仍有需改善之處。

四、美國建築施工與拆除產生廢棄物特性研究 美國環保署，1998，【12】

美國環保署針對美國各州如 Maryland、Oregon、Michigan、Illinois 與 North Carolina、New York 與 Washington 等進行廢棄物產生量之調查，透過各州之營造工程工地之資料進行蒐集，資料主要自 1992~1997 年之營建工程資料，其中包含建築種類、樓地板面積與廢棄物產生量等非住宅與住宅工程進行調查。此研究報告利用住宅類 93 筆資料與非住宅類 5 筆資料進行建築廢棄物產生量之估算，利用每一新建工地所產生廢棄物之總重量加總與樓地板面積之加總相除，得出單位樓地板面積所產生之廢棄物總重量。經由調查結果得知，一般住宅類新建之單位樓地板面積廢棄物產生量大約落於 $12.05\sim 56.5\text{kg}/\text{m}^2$ ，平均為 $21.9\text{kg}/\text{m}^2$ 。非住宅類新建之單位樓地板面積廢棄物產生量大約落於 $8.05\sim 21.05\text{kg}/\text{m}^2$ ，平均為 $19.45\text{kg}/\text{m}^2$ 。另外，該研究蒐集 1991-1997 建築拆除案例住宅類 4 件、非住宅類 23 件，進行建築拆除混合物產生量之估算，計算得建築拆除單位樓地板面積廢棄物產生量住宅類為 $0.562\text{t}/\text{m}^2$ ，非住宅類為 $0.757\text{t}/\text{m}^2$ 。

此研究所考慮影響廢棄物產生量之因子也僅止於樓地板面積，並未考慮其他

影響因子，且此研究所取樣之年份與範圍過於分散，在案例數不多之情況下，影響統計結果之實用性。

五、建築拆除污染及廢棄物產生現況與調查架構研究 黃榮堯，1998，【1】

此研究蒐集高雄市 83~86 年與高雄縣 86 年之合法拆除資料，依據此兩縣市構造物之材料使用量(m^3/m^2)加總之後作為構造物之整體廢棄物產生係數，經調查分析高雄市單位樓地板面積拆除廢棄物產生量約為 $1.28t/m^2$ ($0.81 m^3/m^2$)，高雄縣則為 $1.00t/m^2$ ($0.52m^3/m^2$)，經個別總樓板面積加權後為平均產生量為 $1.25t/m^2$ ($0.79 m^3/m^2$)。另此研究利用單位面積建材用量文獻資料，輔以案例研究方式，推估出各類構造方式之單位拆除樓地板面積廢棄物產生量及成分。推估出我國建築拆除單位樓地板面積產生廢棄物種類以廢混凝土塊 (54.98%)、廢磚瓦 (29.84%)、廢鋼 (6.87%) 仍佔拆除廢棄物之大部分。

此研究依構造物材料設計使用量推估，並未考慮後續裝修改建對最終拆除時混合物產生量之影響。

表2-2彙整各項推估方式與其缺點。

表 2-2 建築廢棄物產生數量推估方式比較分析

研究個案	缺點
事業廢棄物機構儲存清除處理設施列管計劃 (1990)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 並未將不適當之資料剔除(如樓地板面積$25400m^2$所產生之廢棄物數量為$60m^3$) 2. 影響因子除樓地板面積外並未考慮其他影響因子
建築產業廢棄物再利用之研究(1996)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 只考慮樓地板面積為影響因子並未考慮其他影響因子，SRC之資料較少 2. 所得之廢棄物產生係數偏高，無法表現出實際產生量 3. 並無剔除極端值(如樓地板面積$47.85m^2$所產生之廢棄物數量為$950m^3$)
建築施工污染及廢棄物產生現況與調查架構研究(1998)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 並無考慮任何影響因子 2. 兩項研究計劃之樣本數與時間點均不同，故所得資料有待商確 3. 根據現場施工單位表示利用此係數推估產生量所得之結果較為偏高，並不符合實際狀況

Characterization of Building Related Construction and Demolition Debris in The United States(U.S. EPA , 1998)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 影響因子除樓地板面積外並未考慮其他影響因子 2. 取樣年份與範圍過於分散。
建築拆除污染及廢棄物產生現況與調查架構研究(1998)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依建築物材料設計使用量推估,未考慮後續裝修對混合物產生量之影響 2. 鋼構工廠案例較少

資料來源：【6】、【7】、【2】、【12】、【1】、本研究整理

本研究對於建築廢棄物產生量之推估上，將針對上述幾項缺點進行改進，除針對影響因子進行評估與分析外，並將透過建築工程現場廢棄物產生量之紀錄進行資料蒐集，以建立更準確之建築廢棄物推估模式。

第四節 國內推估建築廢棄物總量

表 2-3 彙整近幾年針對國內建築廢棄物產生總量之評估研究資料。各研究對建築廢棄物之定義與資料取得方式皆有所差異，且評估對象與範圍並不一致，造成彼此估算結果不盡相同，亦不易驗證其真確性。

表 2-3 近年來建築廢棄物數量研究結果

種類	數量	備註	資料來源
建築廢棄物	520萬方	含公共工程與建築工程；不含拆除，含剩餘土石方	環保署，民國77年
建築廢棄物	840萬方	由前項研究資料迴歸分析所得	環保署，民國81年
營建廢棄土	2,552萬方	為公共工程與建築工程相加而得；營建廢棄土泛指工程剩餘土方、混凝土塊與磚瓦	中山大學公共事務管理研究所，民國81年

種類	數量	備註	資料來源
營建廢棄土	台北都會1,000萬方；高雄都會500萬方	營建廢棄土泛指工程剩餘土石方、混凝土塊及磚瓦	營建廢棄物處理方案
建築廢棄物	926萬方	含建築物之新建與拆除；不含工程剩餘土石方	陳氏碩論，民國85年
建築廢棄物	1,162萬公噸	僅合法建築拆除廢棄物	建研所，民國87年
營建廢棄物	預估未來幾年內每年產生1,400萬公噸	包含拆除建築廢棄物及建造產生之建築廢棄物，涵蓋所有廢棄物	經濟部礦業司，民國88年
建築廢棄物	2,047萬公噸	含營建廢棄物及剩餘土石方	工研院能資所，民國88年
建築廢棄物	1,361萬公噸	依建研所的產出比例與營建署建築執照統計推算（僅含新建及拆除部分）	康城工程顧問有限公司，民國90年
營建廢棄物	1,195萬公噸	僅含新建及拆除部分	工研院能資所，民國91年

資料來源：【1】、【3】、【7】、【8】、本研究整理

本研究將建立較準確之建築工程廢棄物產生數量推估模式，並透過各縣市政府拆、建照資料之蒐集，據以計算統計並分析國內建築廢棄物產生總量。

第五節 類神經網路應用

近十年來，電腦科技發展迅速，對於數值運算速度提昇，具學習能力之人工智慧 (Artificial Intelligence) 領域中模擬人腦智慧特點和結構的類神經網路乃應運而生。類神經網路系統的基本結構是模仿生物神經網路的資訊處理系統，其使用大量簡單的相連神經元來模仿生物神經網路的能力，神經元從外界或者其他類神經元取得資訊，即各神經處理單元連結之權重值(weight)，透過簡單的運算後輸出其結果至外界環境或者其他神經元。因此決定所有處理單元相互連結的加權值，即完成了整個類神經網路演算系統的結構。類神經網路之相關介紹見附錄 A。

類神經網路具有高速計算及學習能力，可由系統輸入之樣本中擷取其內在規則並建立其間之非線性關係，易於掌握系統之預測、分類等模式，國內外許多研究常用類神經網路於預測工程成本、砂石產生量、營造工程物價指數亦或是於交通流量之預測等，此類之預測或推估研究均有其共通之特性，主要為影響因子或參數均為多數時，而類神經網路技術符合此項要求，適合用於非線性亦或是無法利用數學方程式可求得解之問題上，利用類神經網路內之運算神經元經過高速計算，並透過其學習能力與容錯能力，快速計算出所預測之問題。

亦有學者利用迴歸方式與類神經網路兩種方式所尋求之各種營建工程問題，結果均為類神經網路優於利用迴歸分析所做出之結果；如利用類神經網路與迴規分析估測工程直接成本，則利用類神經網路之誤差值遠較利用迴歸分析求得之工程直接成本來的小，如表2-4所示【10】【11】。

表 2-4 類神經網路與迴歸分析之比較表

案例	結果	
估測碳鋼水管之成本 (Graza、Rouhana1995)	類神經網路 MSE=3.72	迴歸分析 MSE=11.205
工程直接成本之估測 (郭炳煌，2001)	類神經網路 RMS=3.631e06	迴歸分析 RMS=4.979e06

資料來源：【10】、【11】

本研究主要藉由歷史與現地紀錄之拆除案例資料之蒐集，嘗試建立建築物拆除混合物產生量之推估模式，雖然建模可採用之方法眾多，如迴歸分析、案例式

推理、專家系統等，然由於類神經網路具高速計算及學習能力，可由系統輸入之樣本中擷取其內在規則並建立其間之非線性關係，擅於系統之預測、分類等，因此適合應用於非線性亦或是無法利用數學方程式求解之問題上，而本研究建築混合物產生量推估即屬多參數型之非線性問題。因此，本研究將應用類神經網路方式建立建築物新建與拆除廢棄物產生量之推估模式。

第三章 修正改善建築廢棄物產生量推估模式

本研究於去年度計畫，建構初步建築廢棄物產生量推估模式，本年度將持續修正改善推估模式，使得建築廢棄物產生量推估模式更能符合實際產生情形。

第一節 新建工程建築廢棄物產生量推估模式修正

本研究去年度所建置之建築廢棄物產生量推估模式，於新建工程部分，總共蒐集68筆建築工程產生廢棄物數量之資料，其中34筆資料來自統計現場工地實際產生廢棄物數量，另34筆資料為利用蒐集實際工程產生廢棄物數量建構粗步推估模式後，篩選台北縣政府之建築執照資料，以使所選用之資料較符合實際產生量。

新建工程廢棄物數量推估之影響因子係利用訪談多位於建築工程經驗達20年以上之專家，利用現場討論之方式針對影響新建工程產生廢棄物數量之因子進行諮詢，由訪談結果得知建築廢棄物產生量之影響因子包括構造種類種類、建築面積大小、建築用途、裝修材料之使用量、工程造價之多寡、施工管理優良與否及施工法之選擇。然因受限於資料蒐集上之困難，建照上欄位資料無法顯示該工程施工優良與否，施工法選擇等，最後經本研究整理出主要影響因子為總樓地板面積、構造種類、建築物用途及工程造價等四因子，如表3-1所示。

表 3-1 新建工程產生廢棄物數量影響因子

項目	影響原因
構造種類	如鋼構造、RC造、磚造、加強磚造、木造等，各型式之構造物所使用之材料均為不同，易影響廢棄物之產生量。
建築用途	如工廠、住宅...等，所使用之構造形式、材料、施工法等均不相同，其所產生之廢棄物亦不同。
總樓地板面積	總樓地板面積與廢棄物產生數量之多寡成一絕對性相關性
工程造價 (裝修材料)	工程造價反應於建築材料上，使用建材不同，所產生之廢棄物數量亦不相同。

經由上述資料蒐集及影響因子分析後，本研究利用人工智慧類神經網路之方法論，建置建築廢棄物產生量推估模式。以表3-1四個影響因子當作類神經網路之輸入層，藉由人工智慧於隱藏層中建立運算式，最後推估出單位產生量(m^3/m^2)，而輸出層之單位產生量則是以三組分類方式表示，即為產生量少、一般產生量及產生量多，類神經網路之架構如圖3-1所示。

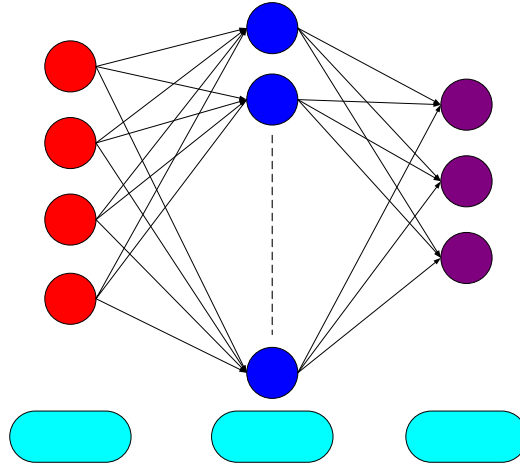


圖 3-1 去年度新建工程廢棄物產生量推估模式類神經網路架構圖

經由訓練與測試後，於54筆訓練資料中，推估結果與實際產生量落於同一組別者，準確率達88.68%，而於14筆測試資料中，準確率則達85.71%。

去年度之推估模式雖已達不錯之準確率，但輸出結果為區間及區間範圍平均值之建議推估係數值，並非單一推估係數值，此會造成業者與縣市政府承辦單位較難有準確之單位產生量係數可遵循。因此本研究今年度持續修正改善建築廢棄物產生量推估模式，將推估模式改善至可直接推估出樓地板面積單位產生量係數，改善後之類神經網路架構圖如圖3-2所示。

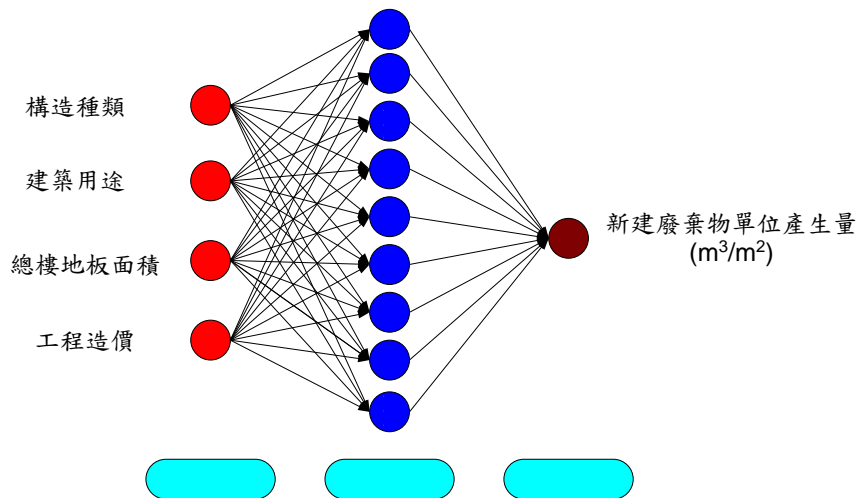


圖 3-2 今年度新建工程廢棄物產生量推估模式類神經網路架構圖

總樓地板

工程

構造

經測試今年度推估模式之準確率，發現於容許誤差在20%以內時準確率達85.71%，25%以內時則可達100%，如表3-2所示。

表 3-2 建築廢棄物推估模式測試之準確率（新建）

容許誤差（%）	筆數	準確率（%）
5%	6	42.86%
10%	8	57.14%
15%	10	71.43%
20%	12	85.71%
25%	14	100%

針對本研究類神經建模時用於測試之14筆案例資料，本研究進一步將所建置之建築廢棄物產生量推估模式與現行國內各界慣用之推估係數（ $0.134 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ）及實際單位產生量做比較，結果如圖3-3所示。結果顯示14筆資料中有10筆較經驗係數推估結果準確，有4筆較經驗公式不準確。

表3-3、表3-4分別進一步檢視較準確與較不準確之筆數，發現在較準確之10個案例中本研究模式所推估出之建築廢棄物產生量與實際產生量平均誤差率為9.0%，相較於現行係數推估數量之平均誤差率為47.5%，明顯較為準確；而在較不準確之4個案件中，本研究推估與現行係數推估結果，誤差率之差異均小於5%。因此，不論從測試案件中較準確之筆數，或從較準確或不準確幅度之分析，本研究推估模型明顯改善現行係數推估之準確度，利用本研究所建置之推估模式估算新建混合物產生量，較接近實際之產生量，可降低使用現行推估係數所產生之誤差。

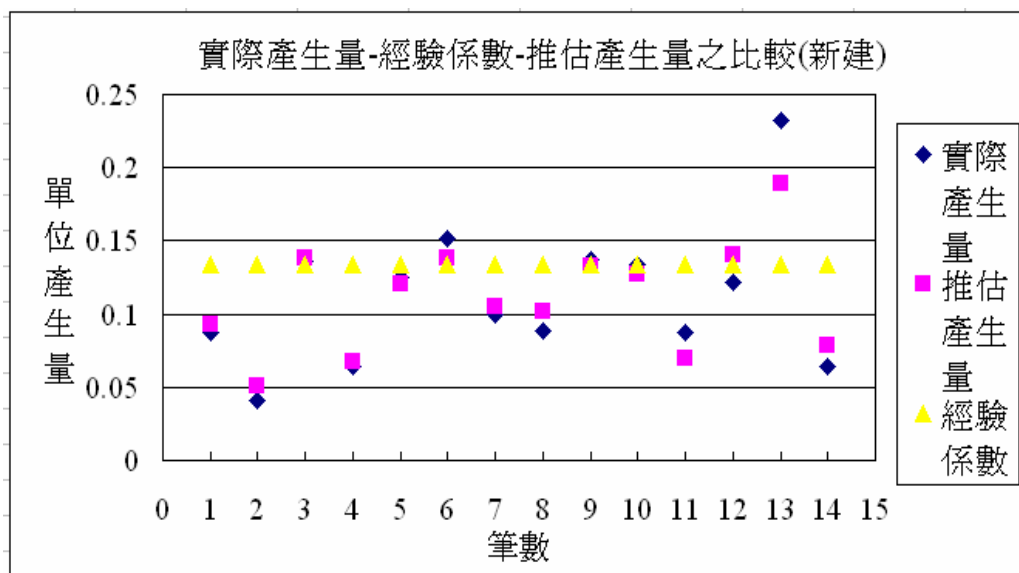


圖 3-3 實際產生量與本研究模式及現行推估之比較圖 (新建)

表 3-3 建築廢棄物數量推估模式較經驗公式準確之資料 (新建)

資料	構造種類	用途	單位樓地板面積實際產生量 (m ³ /m ²)	現行係數推估		本研究模式推估		誤差率比較 (經驗-本研究) (%)
				數值	誤差率 (%)	數值	誤差率 (%)	
一	RC	住宅	0.087	0.134	53.8	0.093	6.7	+47.1%
二	SRC	住宅	0.041	0.134	227.8	0.051	23.9	+203.9%
三	RC	住宅	0.064	0.134	107.9	0.067	3.4	+104.5%
四	RC	住宅	0.125	0.134	7.4	0.121	2.9	+4.5%
五	RC	住宅	0.152	0.134	12.1	0.138	9.2	+2.9%
六	RC	住宅	0.100	0.134	33.0	0.105	4.0	+29.0%
七	RC	住宅	0.089	0.134	17.4	0.102	14.8	+2.6%
八	鋼構	住宅	0.087	0.134	54.1	0.07	19.2	+34.9%
九	RC	住宅	0.232	0.134	42.4	0.189	18.7	+23.7%
十	RC	住宅	0.064	0.134	108.5	0.079	22.7	+85.8%
平均誤差值				47.5		9.0		+38.5%

表 3-4 建築廢棄物數量推估模式較經驗公式不準確之資料(新建)

資料	構造種類	用途	單位樓地板面積實際產生量 (m^3/m^2)	現行係數推估		本研究模型推估		誤差率比較 (經驗-本研究) (%)
				數值	誤差率 (%)	數值	誤差率 (%)	
一	鋼鐵	廠房	0.136	0.134	1.5	0.138	1.8	-0.3%
二	RC	住宅	0.137	0.134	2.0	0.133	2.8	-0.8%
三	RC	辦公	0.134	0.134	0.0	0.127	4.8	-4.8%
四	RC	廠房	0.122	0.134	9.5	0.14	14.5	-5.0%
平均誤差值				3.3		6.0		-2.7%

第二節 拆除工程建築廢棄物產生量推估模式修正

本研究去年度拆除工程總共蒐集61筆拆除工程產生廢棄物數量之資料，其中8筆資料為實地紀錄現場工地實際產生廢棄物數量，另53筆資料為篩選台北縣政府、台中市政府及台南市政府之拆除執照資料後，選取較符合實際單位產生量之數據作為建置推估模式之資料。

至於推估拆除工程廢棄物產生量之影響因子係利用訪談多位於拆除工程經驗達10年以上之專家，利用現場討論之方式針對影響拆除工程產生廢棄物數量之因子進行諮詢，訪談結果可得知建築廢棄物產生量之影響因子包括構造種類、建築面積大小、建築用途、建築物樓層數等，如表3-5所示。

表 3-5 去年度拆除工程產生廢棄物數量影響因子

項目	影響原因
構造種類	如鋼構造、RC造、磚造、加強磚造、木造等，各型式之構造物所使用之材料均為不同，易影響廢棄物之產生量。
建築用途	如工廠、住宅...等，所使用之構造形式、材料、施工法等均不相同，其所產生之廢棄物亦不同。

項目	影響原因
總樓地板面積	總樓地板面積與廢棄物產生數量之多寡成一絕對性相關性
建築物樓層數	相同建築物高度不同樓層數，產生之廢棄物數量亦不相同。

經由上述資料蒐集及影響因子分析後，本研究利用人工智慧類神經網路之方法論，建置建築廢棄物產生量推估模式。以表3-5四個影響因子當作類神經網路之輸入層，藉由人工智慧於隱藏層中建立運算式，最後推估出單位產生量(m^3/m^2)，而輸出層之單位產生量則是以三組分類方式表示，即為產生量少、一般產生量及產生量多，類神經網路之架構如圖3-4所示。

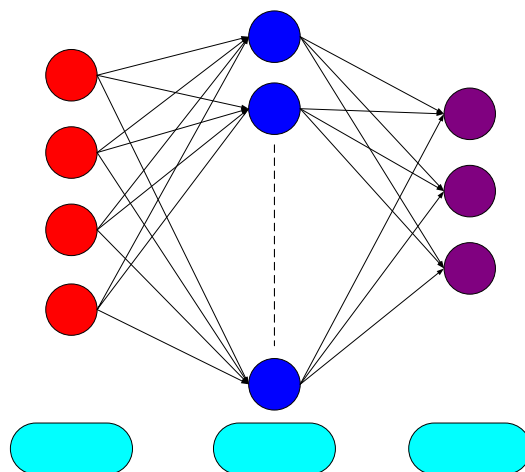


圖 3-4 去年度拆除工程廢棄物產生量推估模式類神經網路架構圖

經由訓練與測試後，於48筆訓練資料中，推估結果與實際產生量落於同一組別者，準確率達89.56%，而於13筆測試資料中，準確率則達84.62%。

去年度之推估模式雖已達不錯之準確率，但輸出結果為區間及區間範圍平均值之建議推估係數值，並非單一推估係數值，此會造成業者與縣市政府承辦單位較難有準確之單位產生量係數可遵循。

本研究今年度先重新調查拆除工程廢棄物產生量之影響因子，透過專家訪談及問卷調查之方式，調查出主要影響拆除工程廢棄物產生量之因子，共計有構造種類、建築物用途、總樓地板面積、建築物高度及所在區域等五個影響因子。此外，經由與多位在拆除工程領域10年以上經驗之專家現場訪談得知，有無地下室

亦會影響拆除工程進行時所產生之廢棄物數量，故本研究將樓地板面積與建築物高度分別區分為地上與地下兩部份，以突顯地下室之存在。本研究另考慮到建築物挑高及各樓層樓地板面積會有所差異之問題，故此兩項影響因子採用平均樓地板面積與平均建築物高度來表示，最後整理所有影響因子如表3-6所示。

表 3-6 今年度拆除工程產生廢棄物數量影響因子

項目	影響原因	
構造種類	如鋼構造、RC造、磚造、加強磚造、木造等，各型式之構造物所使用之材料均為不同，易影響混合物之產生量。	
建築用途	如工廠、住宅...等，教室或工廠建築設計較為簡單，住宅內部設計就較為複雜，其所產生之混合物亦不同。	
平均樓層 樓地板面積	地上	平均樓地板面積不同，其所設計之跨距、樑、柱等結構皆有所不同，其混合物數量亦不相同。
	地下	平均樓地板面積不同，其所設計之跨距、樑、柱等結構皆有所不同，其混合物數量亦不相同。
平均 建築物高度	地上	平均樓層愈高，所支撐之樑、柱設計及外牆高度會隨之改變，造成混合物數量之增加
	地下	平均地下室愈深，其檔土牆、樑、柱、跨距等設計會有所不同，混合物數量會有所不同
所在地段	各地段之住戶，會因其購買之地段緣故，對其建築物有不同之裝潢，所產生之混合物數量將有差異。	

問卷調查是採用模糊德菲法方式進行影響因子重要性程度分析，以便篩選出影響重要之因子。問卷分析結果如表3-7所示。本研究以大部分研究所採用之7.0做為建築物拆除工程混合物產生量影響因子篩選門檻值，篩選出構造種類、建築用途、地上平均樓層高度、地下平均樓層高度等四項因子。另地上及地下樓層平均樓地板面積等兩項因子之幾何平均數因非常接近門檻值7.0，為使推估模式之因子考量能更為完備，故仍將之納入。因此，最後共六項因子將作為後續建構類神經網路推估模式之輸入層因子。

表 3-7 拆除工程廢棄物產生量影響因子之重要性程度

影響因子	最小值	幾何平均數	最大值
構造種類	7	8.23	10
建築用途	6	8.07	10
地上平均樓層樓地板面積	4	6.84	8
地下平均樓層樓地板面積	5	6.98	8
地上平均樓層高度	5	7.64	10
地下平均樓層深度	5	7.27	10
所在區域別	2	4.89	6

另一方面，本研究今年度還增加拆除工程案例資料，連同原有案件總共蒐集 71 筆拆除工程產生廢棄物之資料，其中 12 筆為實地紀錄現場工地實際產生廢棄物數量，另 59 筆資料為台北縣、台中市及台南市政府之拆除執照資料。本研究將以其中 53 筆(3/4)拆除工程資料訓練建構推估模式，另 18 筆(1/4)資料驗證推估模式之準確度。

經由上述資料收集及影響因子分析後，本研究利用人工智慧類神經網路之方法論，建置建築廢棄物產生量推估模式。以六個影響因子當作類神經網路之輸入層，藉由人工智慧於隱藏層中建立運算式，最後推估出一單位產生量 (m^3/m^2)，類神經網路之架構如圖 3-5 所示。

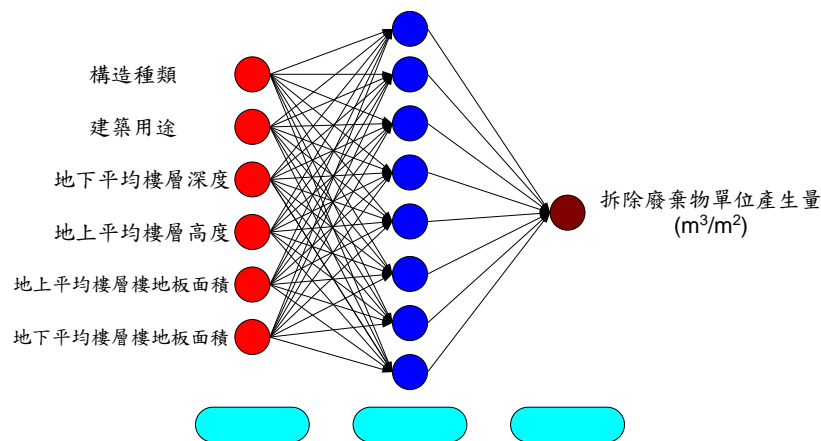


圖 3-5 今年度拆除工程廢棄物數量推估模式類神經網路架構圖

本研究今年度將建築廢棄物產生量推估模式修正改善至可直接推估出樓地板面積單位產生量係數，經 18 筆資料測試推估模式之準確率，發現容許誤差在 15%

以內時準確率達94.44%，20%以內時則可達100%，如表3-8所示。

表 3-8 建築廢棄物推估模式測試之準確率（拆除）

容許誤差（%）	筆數	準確率（%）
5%	13	72.22%
10%	16	88.89%
15%	17	94.44%
20%	18	100.0%

針對本研究類神經網路建模時用於測試之18筆案例資料，本研究進一步將所建置之建築廢棄物產生量推估模式與現行國內各界慣用之經驗係數（ $0.79 \text{ m}^3/\text{m}^2$ ）及實際單位產生量做比較，結果如圖3-6所示。結果顯示在18筆資料中有14筆較經驗係數推估結果準確，有4筆較經驗公式不準確，但進一步檢視較不準確之筆數，發現兩者差異並不大。

經由表3-9及表3-10分析發現，藉由本研究之推估模式推估結果平均誤差率3.8%，而現行推估係數推估結果平均誤差率為15.6%，顯示本研究推估模式較為準確，使推估值更能接近實際單位產生量。

而在其他較不準確之4個案例，由現行推估係數所推算出之平均誤差率為4.6%，本研究模式推估結果為7.8%，誤差率之間差異不大。故本研究所建置之建築廢棄物產生量推估模式推估建築物拆除工程廢棄物單位產生量，較能符合實際單位產生量之情形，且可降低現行推估係數所產生之誤差，拉近與實際單位產生量之數值。

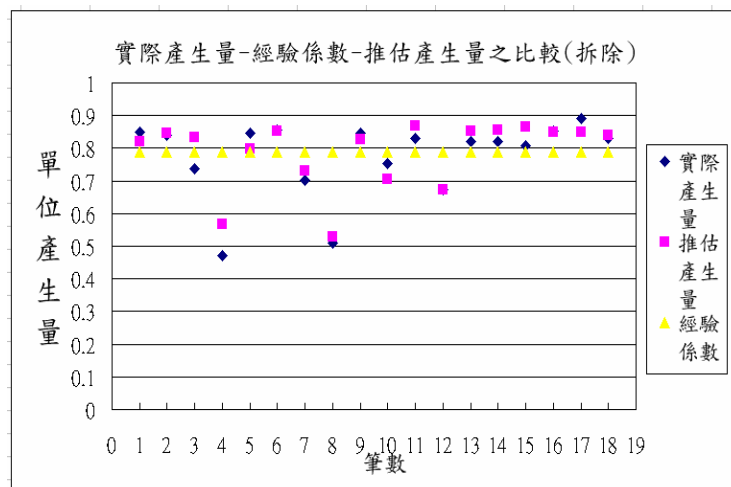


圖 3-6 實際產生量、本研究模式與現行推估之比較圖（拆除）

表 3-9 建築廢棄物數量推估模式較經驗公式準確之資料 (拆除)

資料	構造 種類	用途	單位樓地 板面積實 際產生量 (m^3/m^2)	現行係數 推估		本研究模型 推估		誤差率比較 (經驗-本研究) (%)
				數值	誤差率 (%)	數值	誤差率 (%)	
一	RC	教室	0.510	0.79	54.9	0.529	3.7	+51.2.
二	鋼鐵	工廠	0.472	0.79	67.3	0.566	19.9	+47.4
三	RC	工廠	0.673	0.79	17.4	0.672	0.1	+17.3
四	RC	教室	0.701	0.79	12.9	0.732	4.4	+8.5
五	加強磚	住宅	0.856	0.79	7.7	0.852	0.5	+7.2
六	加強磚	住宅	0.852	0.79	7.3	0.849	0.4	+6.9
七	加強磚	住宅	0.891	0.79	11.3	0.849	4.7	+6.6
八	磚	住宅	0.849	0.79	6.9	0.835	1.6	+5.3
九	加強磚	住宅	0.840	0.79	5.9	0.846	0.7	+5.2
十	RC	住宅	0.845	0.79	6.5	0.828	2.0	+4.5
十一	RC	住宅	0.829	0.79	4.7	0.839	1.2	+3.5
十二	磚	住宅	0.846	0.79	6.6	0.798	5.7	+0.9
十三	RC	住宅	0.822	0.79	3.9	0.853	3.7	+0.2
十四	加強磚	住宅	0.830	0.79	4.8	0.869	4.7	+0.1
平均誤差值				15.6		3.8		+11.8

表 3-10 建築廢棄物數量推估模式較經驗公式不準確之資料 (拆除)

資料	構造 種類	用途	單位樓地 板面積實 際產生量 (m^3/m^2)	現行係數 推估		本研究模型 推估		誤差率比較 (經驗-本研究) (%)
				數值	誤差率 (%)	數值	誤差率 (%)	

一	RC	住宅	0.736	0.79	7.4	0.832	13.0	-5.6
二	RC	住宅	0.808	0.79	2.2	0.866	7.2	-5.0
三	RC	教室	0.754	0.79	4.8	0.704	6.6	-1.8
四	加強磚	住宅	0.821	0.79	3.8	0.856	4.3	-0.5
平均誤差值				4.6		7.8		-3.2

第三節 推估模式之測試—案例分析

透過將本研究推估模式提供實務界之工程業者使用之方式，本節進一步測試本模型之實用性。雖然本研究推估模型可針對新建工程與拆除工程推估其所產生之建築廢棄物總量，但由於新建工程通常工期較長，在本研究執行期間較不易掌握其工程之進行與廢棄物之產生量。反之一般拆除工程耗時較短，於現場實際觀測較為可行，故此階段模型之使用測試主要針對建築物拆除工程之案例進行。

一、使用者對象與範圍

本次測試廠商共有大O牙營造有限公司、聲O營造有限公司、任O工程行、卓O工程公司等四家拆除工程相關業者，相關資料如表3-11所示：

表 3-11 測試廠商相關資料

公司名稱	職稱	年資
大O牙營造有限公司	總經理	20
聲O營造有限公司	總經理	20
任O工程行	負責人	15
卓O工程有限公司	負責人	20

廠商測試模型之步驟如下：

1. 於工程進行前，整理該案例之相關資料，並依序輸入本模型所需之因子。
2. 利用本模型推估該工程案例所產生之建築廢棄物總量。

3. 工程進行時記錄實際產生之建築廢棄物總量。
4. 比較並分析估算結果與實際產量之差異。
5. 針對本推估模型提出具體建議。

二、模型試算資料與分析

根據使用業者所提供之拆除工程實際資料，於拆除工程進行前先運用本研究推估模型估算該工程所產生之建築廢棄物數量，供拆除業者參考。爾後工地進行拆除時，本研究團隊再於現場，紀錄該工程實際所產生之建築廢棄物數量，或由業者提供所紀錄之相關資訊。結果如以下各表所示：

表 3-12 聲 O 營造有限公司 案例一

聲 O 營造有限公司 案例一						
基地位置：新店市中央 6 街 79 號						
工程進行時間：94 年 10 月 1 日						
拆除工程	構造種類	建築物用途	地上平均樓層高度 (m)	地下平均樓層深度 (m)	地下平均樓層樓地板面積(m ²)	地上平均樓層樓地板面積(m ²)
	<input type="checkbox"/> RC <input checked="" type="checkbox"/> 加強磚造 <input type="checkbox"/> 磚造 <input type="checkbox"/> 鋼鐵造	<input checked="" type="checkbox"/> 住宅 <input type="checkbox"/> 工廠 <input type="checkbox"/> 教室 <input type="checkbox"/> 辦公室	3.1	0.8	0	144
單位樓地板面積產生量係數：0.780						
本模式所推估之廢棄物產生量：112.34 m ³						
實際廢棄物產生數量：約 120 m ³						

表 3-13 聲 O 營造有限公司 案例二

聲 O 營造有限公司 案例二						
基地位置：新店市中央 3 街 95 號						
工程進行時間：94 年 10 月 20 日						
拆除	構造種類	建築物用途	地上平均樓層高度 (m)	地下平均樓層深度 (m)	地下平均樓層樓地板面積(m ²)	地上平均樓層樓地板面積(m ²)

工程	<input type="checkbox"/> RC	<input checked="" type="checkbox"/> 住宅	3.1	0.8	0	112
	<input checked="" type="checkbox"/> 加強磚造	<input type="checkbox"/> 工廠				
	<input type="checkbox"/> 磚造	<input type="checkbox"/> 教室				
	<input type="checkbox"/> 鋼鐵造	<input type="checkbox"/> 辦公室				
單位樓地板面積產生量係數：0.777						
本模式所推估之廢棄物產生量：87.07 m ³						
實際廢棄物產生數量：約 95 m ³						

表 3-14 大 O 牙營造有限公司 案例一

大 O 牙營造有限公司 案例一						
基地位置：台北市長安東路 2 段 107 號						
工程進行時間：94 年 10 月 21 日						
拆除工程	構造種類	建築物用途	地上平均樓層高度 (m)	地下平均樓層深度 (m)	地下平均樓層樓地板面積 (m ²)	地上平均樓層樓地板面積 (m ²)
	<input checked="" type="checkbox"/> RC <input type="checkbox"/> 加強磚造 <input type="checkbox"/> 磚造 <input type="checkbox"/> 鋼鐵造	<input checked="" type="checkbox"/> 住宅 <input type="checkbox"/> 工廠 <input type="checkbox"/> 教室 <input type="checkbox"/> 辦公室	3.33	0	0	256
單位樓地板面積產生量係數：0.818						
本模式所推估之廢棄物產生量：1063 m ³						
實際廢棄物產生數量：約 1200 m ³						

表 3-15 大 O 牙營造有限公司 案例二

大 O 牙營造有限公司 案例二						
基地位置：台北市麗水街 18 號						
工程進行時間：94 年 10 月 14 日						
拆除工程	構造種類	建築物用途	地上平均樓層高度 (m)	地下平均樓層深度 (m)	地下平均樓層樓地板面積 (m ²)	地上平均樓層樓地板面積 (m ²)
	<input type="checkbox"/> RC <input checked="" type="checkbox"/> 加強磚造 <input type="checkbox"/> 磚造 <input type="checkbox"/> 鋼鐵造	<input checked="" type="checkbox"/> 住宅 <input type="checkbox"/> 工廠 <input type="checkbox"/> 教室 <input type="checkbox"/> 辦公室	3.0	0	0	169
單位樓地板面積產生量係數：0.845						
本模式所推估之廢棄物產生量：287.37 m ³						
實際廢棄物產生數量：約 300 m ³						

表 3-16 任 O 工程行 案例一

任 O 工程行 案例一						
基地位置：台北市辛亥路 4 段 79 號						
工程進行時間：94 年 10 月 11 日						
拆除工程	構造種類	建築物用途	地上平均樓層高度 (m)	地下平均樓層深度 (m)	地下平均樓層樓地板面積(m ²)	地上平均樓層樓地板面積(m ²)
	<input type="checkbox"/> RC <input checked="" type="checkbox"/> 加強磚造 <input type="checkbox"/> 磚造 <input type="checkbox"/> 鋼鐵造	<input checked="" type="checkbox"/> 住宅 <input type="checkbox"/> 工廠 <input type="checkbox"/> 教室 <input type="checkbox"/> 辦公室	3.33	0	0	112
單位樓地板面積產生量係數：0.843						
本模式所推估之廢棄物產生量：252.98 m ³						
實際廢棄物產生數量：約 250 m ³						

表 3-17 卓 O 工程有限公司 案例一

卓 O 工程有限公司 案例一						
基地位置：汐止市茄苳路 235 號						
工程進行時間：94 年 10 月 7 日						
拆除工程	構造種類	建築物用途	地上平均樓層高度 (m)	地下平均樓層深度 (m)	地下平均樓層樓地板面積(m ²)	地上平均樓層樓地板面積(m ²)
	<input type="checkbox"/> RC <input checked="" type="checkbox"/> 加強磚造 <input type="checkbox"/> 磚造 <input type="checkbox"/> 鋼鐵造	<input checked="" type="checkbox"/> 住宅 <input type="checkbox"/> 工廠 <input type="checkbox"/> 教室 <input type="checkbox"/> 辦公室	3.33	0	0	150
單位樓地板面積產生量係數：0.837						
本模式所推估之廢棄物產生量：251.15 m ³						
實際廢棄物產生數量：約 260 m ³						

由以上使用業者所提供之資料與現地量測統計，可分別將本模型所推估之建築物廢棄物總量、拆除工程實際產生之廢棄物總量、推估與實際數量之間之差異與差異性百分比等整理繪製如表3-18、圖3-7、圖3-8所示：

表 3-18 本模型推估之數量與實際產生數量之比較

業者所提供之案例	推估數量 (m ³)	實際數量 (m ³)	相差值 (m ³)	差異百分比
大O牙營造有限公司 案例一	1063	1200	137	12.9%
大O牙營造有限公司 案例二	287.37	300	12.63	4.4%
聲O營造有限公司 案例一	112.34	120	7.66	6.8%
聲O營造有限公司 案例二	87.07	95	7.93	9.1%
任O工程行	256.98	250	-6.98	-2.7%
卓O工程有限公司	251.15	260	8.85	3.5%

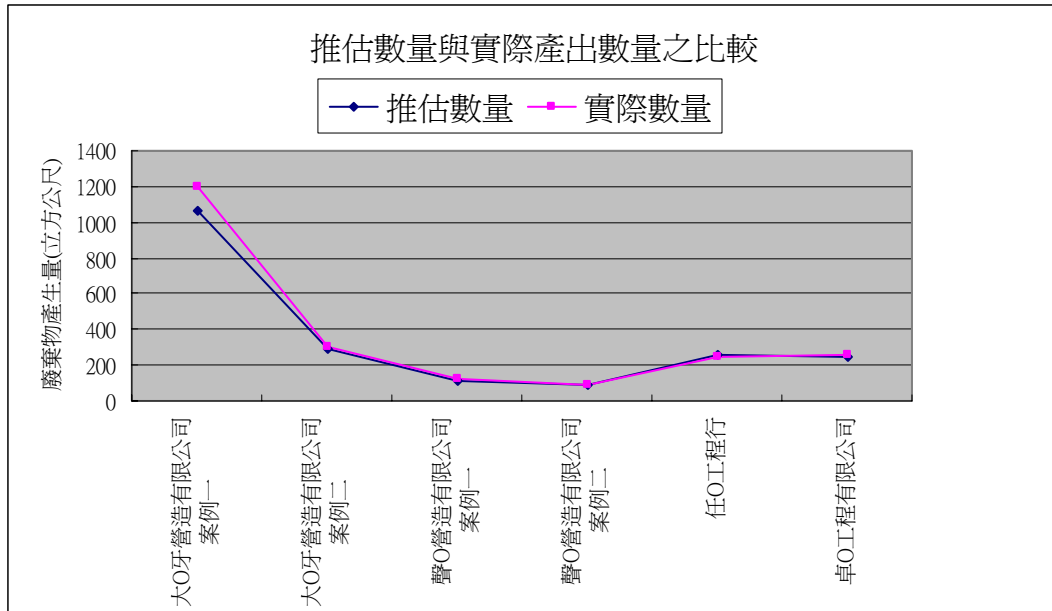


圖 3-7 本模型推估之數量與實際產生數量之比較

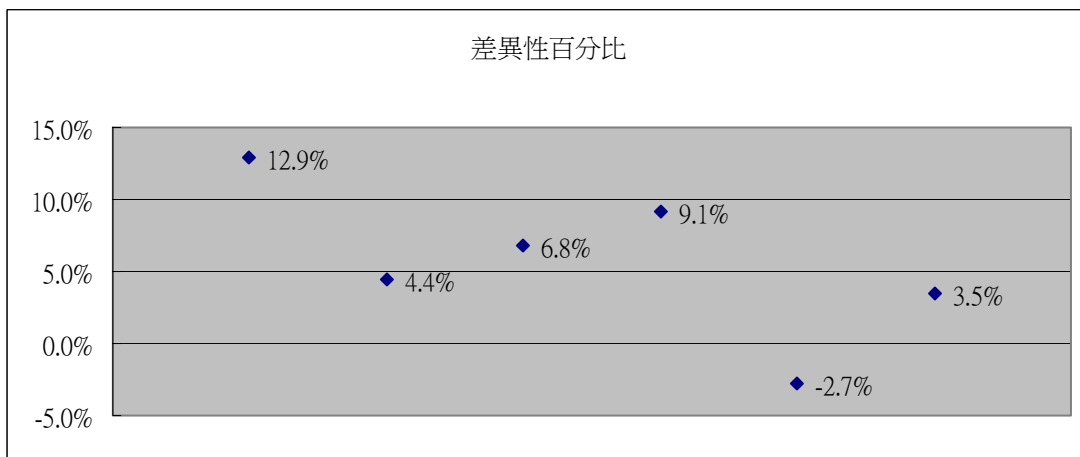


圖 3-8 本模型推估之數量與實際產生數量之差異比較

經過實際的數據與推估數量比較後可發現，就上述六個實際工程案例而言，本研究之推估模式所推估出之建築廢棄物產生量較實際工程之產出量為低，其中五筆差異性於10%以內，其他一筆介於10%至20%以間。但相較於以往利用拆除工程之經驗係數 $0.79\text{m}^3/\text{m}^2$ 而言，本研究所建置之數量推估模式較實際產出值更為準確。下表3-19為針對個案之輸入因子所推估出之轉換係數與現行推估係數之比較與分析，再針對實際量測或業者紀錄之建築廢棄物實際產生數量作逐一比較，兩者之差異百分比如表3-20所示。

表 3-19 本模型推估之數量與現行係數推估數量之數量差異

案例	推估係數	經驗係數	推估數量	現行係數之數量	實際數量
1	0.78	0.79	1063	1027	1200
2	0.777		287.37	268.6	300
3	0.818		112.34	113.76	120
4	0.845		87.07	88.48	95
5	0.843		256.98	284.4	250
6	0.837		251.15	237	260

表 3-20 本模型推估之數量與現行係數推估數量之差異百分比

案例	推估數量與實際之差異	差異百分比	現行係數與實際差異	差異百分比
1	137	11.42%	173	14.42%
2	12.63	4.21%	31.4	10.47%
3	7.66	6.38%	6.24	5.20%
4	7.93	8.35%	6.52	6.86%
5	-6.98	-2.79%	-34.4	-13.76%
6	8.85	3.40%	23	8.85%

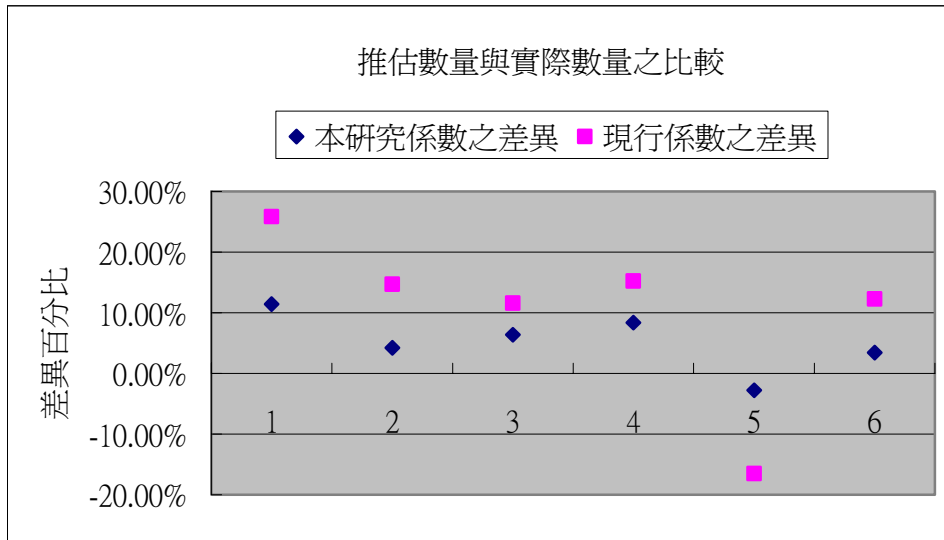


圖 3-9 本模型推估之數量與經驗係數推估數量之差異比較

三、使用者建議事項

本研究所建置之建築廢棄物數量推估模式已提供予部份工程相關業者使用，並實際操作與指導使用者操作推估模式介面。相關業者於實際操作後對本研究模型提出建議，提供本研究團隊日後修正此模型參數，期望其功能更趨於實際單位產生量之數值。綜合彙整意見如下：

1. 使用後發現本模型之推估數量，較以往經驗係數($0.79 \text{ m}^3/\text{m}^2$)之估算量為精準，但相較於實際產出量還是些微差異。建議增加模型資料庫中之學習案例，或提高資料庫案例數據之準確度。
2. 建議未來可將此模型所產生之廢棄物總量加以細分項目，例如廢棄物總量中混凝土之產生數量、廢五金之數量等，以提高後端流向管理與再利用用途之效益。
3. 針對拆除規模不大之個案，以業者過往累積之經驗即可概約估算其廢棄物產生數量。但對於規模龐大之案例，則本研究模型之貢獻度極高。
4. 本研究對業界於實務上使用之貢獻度高，期盼未來此推估模型更趨完善，並提供政府單位與民間業者使用，使國內建築廢棄物之管理機制更為健全。

第四節 介面開發與使用說明

一、建築廢棄物產生量推估模式開發

本研究所建置之建築廢棄物產生量推估模式，為方便使用者使用，本研究將利用類神經網路之訓練與驗證所產生之權重值輸出至EXCEL試算表中，透過EXCEL之自動計算功能將建築廢棄物產生量推估模式建立於EXCEL中。

本研究利用EXCEL功能表中之隱藏功能，將整體類神經網路運算過程，如輸入值之尺度化、中間層運算過程與輸出層尺度化之過程等利用隱藏功能將其簡化如圖3-7所示，讓使用者在使用建築廢棄物產生量推估模式時，可以更為方便操作。

建築工程廢棄物產生量推估模式			
新建工程			
填入輸入值		採用參考之單位樓地板面積產生量係數m ³ /m ²	建築工程廢棄物產生總量m ³
總樓地板面積	497.98	0.102	51.02
構造種類	2		
建築用途	1		
工程金額	2911000		
構造種類請填入代碼(1,2,3,4,5)		RC=1,加強磚造=2,STEEL=3,SRC=4,SS=5	
建築用途請填入代碼(1,2,3,4)		住宅=1,工廠=2,學校=3,辦公大樓=4	
拆除工程			
填入輸入值		採用參考之單位樓地板面積產生量係數m ³ /m ²	建築工程廢棄物產生總量m ³
總樓地板面積	233.65	0.811	189.47
地上平均樓層樓地板面積	77.88		
地下平均樓層樓地板面積	0		
建築物用途	1		
構造種類	1		
地上平均樓層高度	3.33		
地下平均樓層深度	0		
構造種類請填入(1,2,3,4)		RC造=1,加強磚造=2,鋼鐵造=3,磚造=4	
建築物用途請填入(1,2,3)		住宅=1,工廠=2,學校=3	

圖 3-10 建築廢棄物產生量推估模式介面

二、建築廢棄物產生量推估模式之使用說明

使用本研究所建置之建築廢棄物產生量推估模式，可透過圖3-7中左半部區塊輸入新建工程與拆除工程之影響因子數值，除可量化之輸入因子外，不可量化之因子如建築物用途及構造種類，其輸入方式顯示於各推估模式下方區塊。

新建工程與拆除工程推估模式所適用之範圍及各項參數輸入時之判定如下表3-21、3-22所示。

表 3-21 建築廢棄物產生量推估模式之適用範圍

新建工程	構造種類	建築物用途	總樓地板面積		工程造价	
	RC、SRC 造、鋼構造、加強磚造、鋼鐵造	住宅、工廠、辦公大樓、教室	330~216,406 m ²		321,400~296,000,000 元	
拆除工程	構造種類	建築物用途	地上平均樓層高度	地下平均樓層深度	地下平均樓層樓地板面積	地上平均樓層樓地板面積
	RC、加強磚造、磚造、鋼鐵造	住宅、工廠、教室	2.9~9.68 m	0~3.2 m	40.77~37,197m ²	0~1,339m ²

表 3-22 建築廢棄物產生量推估模式輸入值之定義

類別	輸入因子	定義
新建工程	構造種類	<ul style="list-style-type: none"> ● RC輸入1 ● 加強磚造輸入2 ● 鋼鐵造輸入3 ● SRC輸入4 ● SS 輸入 5
	建築物用途	<ul style="list-style-type: none"> ● 住宅輸入1 ● 工廠輸入2 ● 學校輸入3 ● 辦公大樓輸入 4
	總樓地板面積	依實際總樓地板面積大小輸入數值
	工程造价	依工程完工後移交之金額輸入

拆除工程	構造種類	<ul style="list-style-type: none"> ● RC造輸入1 ● 加強磚造輸入2 ● 鋼鐵造輸入3 ● 磚造輸入 4
	建築物用途	<ul style="list-style-type: none"> ● 住宅輸入1 ● 工廠輸入2 ● 學校輸入 3
	地上平均樓層樓地板面積	地上總樓地板面積除以地上樓層數
	地下平均樓層樓地板面積	地下室總樓地板面積除以地下樓層數
	地上平均樓層高度	以地上建築物總高度除以地上室樓層數
	地下平均樓層深度	以地下室總深度除以地下室樓層數

三、案例分析

本節將以一個新建併拆除工程案例介紹如何使用本系統。案例建築物地點位於台北縣三重市市區，為一棟約30年之建築物，緊鄰隔壁住戶，且建築物於巷道內，大型拆除機具難進入，當此建築物拆除完畢後會在現場新建一棟建築物，其拆除建築物及後續新建之建築物資料如表3-23所示。

表 3-23 建築物案例基本資料

拆除工程						
總樓地板面積 (m ²)	有無地下室	建築物高度	樓層數	構造種類	建築用途	工程造價
233.65	無	9.99 m	3	加強磚	住宅	—
新建工程						
總樓地板面積 (m ²)	有無地下室	建築物高度	樓層數	構造種類	建築用途	工程造價
497.98	無	20 m	6	RC	住宅	2,911,000

將上述資料輸入推估模式中，於新建工程方面，將總樓地板面積輸入497.98m²，構造別輸入1，用途別輸入1，工程造價輸入2911000元；於拆除工程方面，因無地下室故先將總樓地板面積與建築物高度除以3，即為3.33m平均樓層高度及77.88m²平均樓層樓地板面積，輸入時用途別輸入1，構造別輸入2，因無地下室所以地下平均樓層樓地板面積與地下平均樓層深度皆為0。依照數量推估模式之輸入項目各自填入資料，經由EXCEL之自動計算功能，其結果將輸出至中間之區塊。

經由推估模式求得之結果，建築物拆除工程產生廢棄物數量係數為0.852m³/m²，產生總量為199.06m³；建築物新建工程產生廢棄物數量係數為0.126m³/m²，產生總量為62.66m³，其操作結果如圖3-11所示。

建築工程廢棄物產生量推估模式				
新建工程				
輸入輸入值		採用參考之單位樓地板面積產生量係數m ³ /m ²		建築工程廢棄物產生總量m ³
總樓地板面積	497.98	0.126		62.66
構造種類	1			
建築用途	1			
工程金額	2911000			
構造種類請填入代碼 (1,2,3,4,5)		RC=1,加強磚造=2,STEEL=3,SRC=4,SS=5		
建築用途請填入代碼 (1,2,3,4)		住宅=1,工廠=2,學校=3,辦公大樓=4		
拆除工程				
輸入輸入值		採用參考之單位樓地板面積產生量係數m ³ /m ²		建築工程廢棄物產生總量m ³
總樓地板面積	233.65	0.852		199.06
地上平均樓層樓地板面積	77.88			
地下平均樓層樓地板面積	0			
建築物用途	1			
構造種類	2			
地上平均樓層高度	3.33			
地下平均樓層深度	0	RC造=1,加強磚造=2,鋼鐵造=3,磚造=4		
構造種類請填入(1,2,3,4)		住宅=1,工廠=2,學校=3		

圖 3-11 建築廢棄物產生量推估系統操作範例圖

第五節 建築廢棄物單位產生量

根據上述3.1與3.2節所建構之建築廢棄物產生量推估模式，本研究進一步針對構造用途別與構造型式建立其平均單位樓地板面積廢棄物產生量 (m^3/m^2)，如表3-24、表3-25所示。因受限於所蒐集之資料範圍有限，目前僅能先針對用途別加構造別組合建立平均單位產生量，但該兩因子亦為影響廢棄物產生量最大之主要因子。

表 3-24 建築物單位面積新建廢棄物產生量

新建工程		
構造別	用途別	單位產生量 (m^3/m^2)
RC 造	住宅	0.124
	廠房	0.081
	辦公大樓	0.098
	學校	0.098
SRC 造	住宅	0.135
	廠房	0.105
	辦公大樓	0.107
鋼構造	住宅	0.103
	廠房	0.106
	辦公大樓	0.090
鋼鐵造	住宅	0.090
	廠房	0.102

表 3-25 建築物單位面積拆除廢棄物產生量

拆除工程		
構造別	用途別	單位產生量 (m ³ /m ²)
加強磚造	住宅	0.852
	工廠	0.741
RC 造	住宅	0.822
	工廠	0.670
	教室	0.704
磚造	住宅	0.740
鋼鐵造	住宅	0.649
	工廠	0.610

第四章 推估國內建築廢棄物產生量

本研究針對全國各縣市政府單位，進行近年建築執照與拆除執照資料之蒐集與調查，再利用本研究建置之建築廢棄物產生量推估模式，推估全國每年產生之建築廢棄物總量，並分析其變化情形。

第一節 全國新建工程建築廢棄物產生量之推估

依內政部營建署所公佈之歷年全國各縣市建築工程建築執照年度統計資料，再應用本研究所建置之新建建築廢棄物產生量推估係數（表3-24），估算全國各縣市於民國八十九年至民國九十三年新建工程所產生之建築廢棄物總量，並依北、中、南、東部地區加以歸類分析，結果整理如表4-1、圖4-1及圖4-2。

表 4-1 全國各縣市之新建工程所產生之廢棄物推估量

地區	縣市別	89年	90年	91年	92年	93年
北部	台北縣	341,761	185,054	203,234	324,179	512,636
	桃園縣	758,517	292,989	351,399	381,819	773,726
	新竹縣	153,387	83,837	104,708	171,479	256,716
	苗栗縣	61,544	53,467	54,932	84,583	75,124
	基隆市	130,307	28,255	22,850	22,017	36,989
	新竹市	93,362	44,276	38,840	36,161	57,311
	台北市	411,301	317,550	312,791	233,396	339,855
	小計	1,950,179	1,005,428	1,088,754	1,253,633	2,052,356
中部	台中縣	288,984	198,674	214,461	157,212	249,224
	彰化縣	127,461	90,151	92,152	88,478	127,420
	南投縣	159,651	66,474	14,572	57,972	54,142
	雲林縣	150,533	204,169	148,601	126,011	127,861
	台中市	226,817	100,968	133,457	205,234	259,213
	小計	953,446	660,435	603,244	634,908	817,860
南部	嘉義縣	130,977	74,706	61,929	57,888	82,758
	台南縣	123,149	96,542	181,227	123,261	212,896

	高雄縣	148,724	112,569	92,000	173,049	404,763
	屏東縣	50,705	60,589	88,276	112,906	129,748
	嘉義市	38,338	31,120	34,705	43,160	49,957
	台南市	177,129	83,784	120,169	158,920	180,856
	高雄市	131,028	102,216	212,001	556,070	847,777
	小計	800,051	561,527	790,307	1,225,255	1,908,755
東部	宜蘭縣	46,545	56,996	33,237	54,060	72,607
	台東縣	23,297	16,975	12,156	27,824	16,120
	花蓮縣	101,750	57,869	51,622	52,210	49,877
	小計	171,592	131,840	97,016	134,094	138,604
全國年度總量		3,875,268	2,359,231	2,579,320	3,247,890	4,917,575
成長量			-1,516,037	220,090	668,570	1,669,685
成長百分比			-39.12%	9.33%	25.92%	51.41%

單位：立方公尺

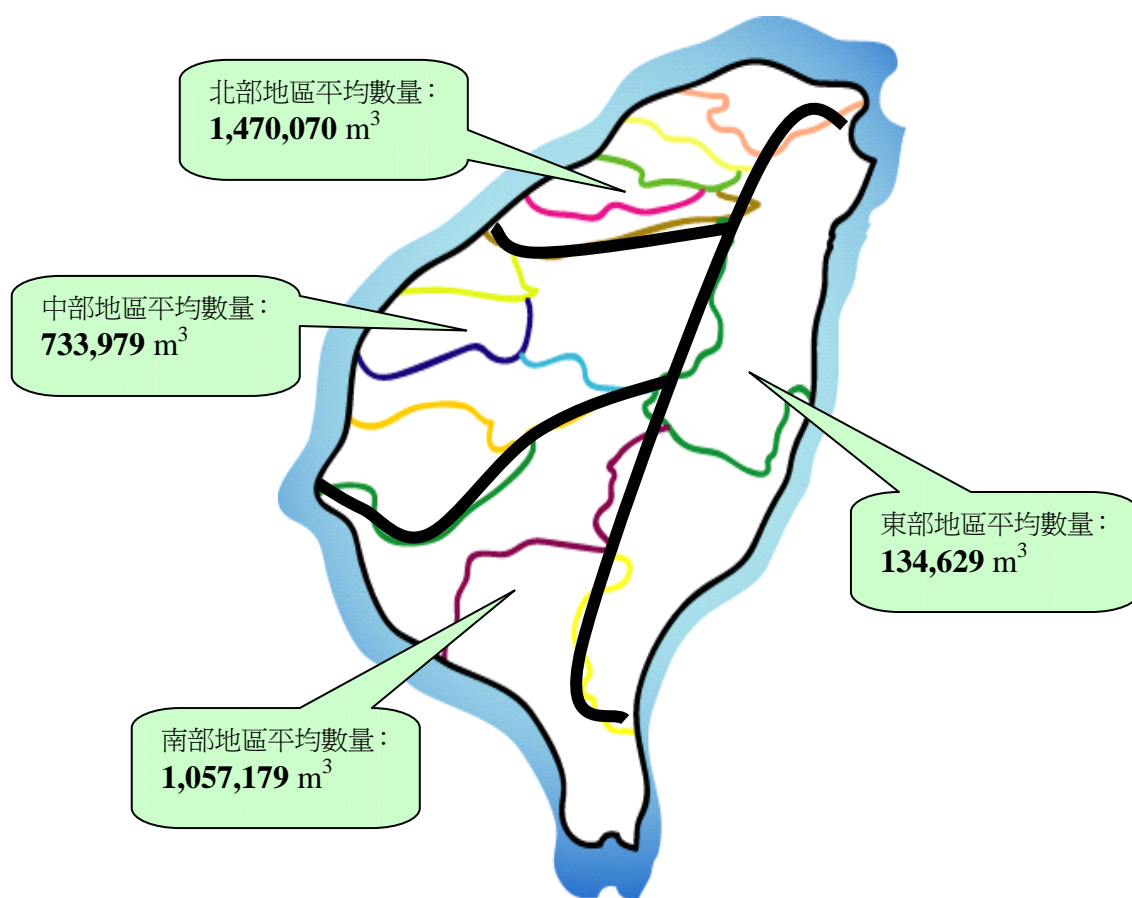


圖 4-1 各地區新建工程建築廢棄物平均年度產生量統計

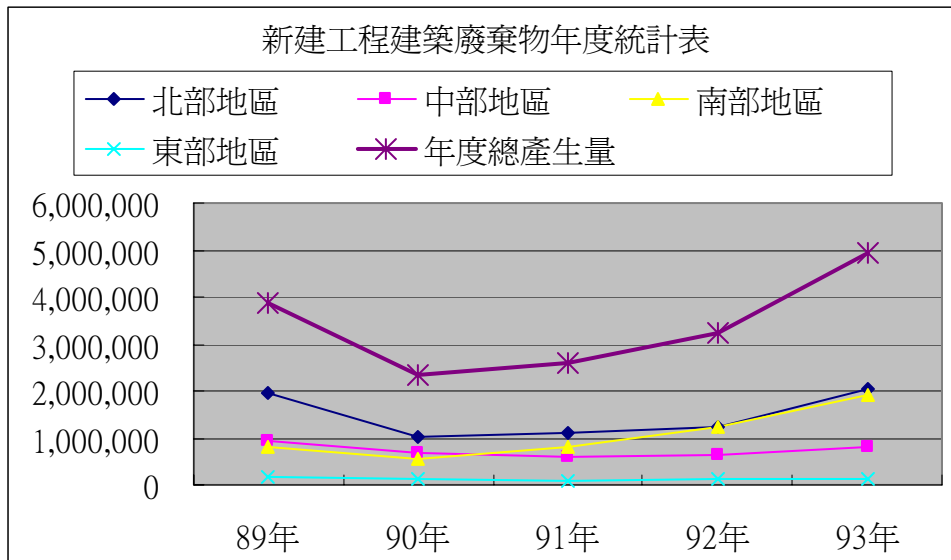


圖 4-2 新建工程建築廢棄物年度統計

國內新建工程廢棄物產生量在民國八十九年至九十三年間每年約產生 2,360,000m³至4,920,000 m³，平均為3,400,000 m³。民國八十九年至九十年間各地區之建築廢棄物產生量明顯下降，反映當年營建業景氣下滑之趨勢。而於民國九十年以後，新建工程之建築廢棄物總量有逐年增加之趨勢，其中九十至九十一年之成長量為220,090m³，成長百分比為9.33%；九十一至九十二年之成長量為668,570m³，成長百分比為25.92%；九十二至九十三年之成長量為1,669,685m³，成長百分比為51.41%，為三年中成長比例最高之年度。

各區中以南部地區成長最為顯著，九十二及九十三年之產生數量已接近北部地區產生量。回顧相關研究報告與政策執行，南部地區近年執行多項都市計劃與社區發展，故新建工程之廢棄物產生量相對增加。

分析近年北部地區各縣市產生量，以桃園縣、新竹縣市之成長量為最高，此現象與政府推動地方建設相關。例如新竹科學園區之開發帶動新竹、桃園週邊等地之營建市場。此外，相較於台北市之產生量，台北縣近年之產生數量變化亦大，根據相關業者表示，北市建設趨於飽和，故近年逐漸向北縣周邊擴張，因此帶動北縣地方建設。

中部與東部地區之新建工程廢棄物產生量則變化不大。東部地區近年多以觀光產業為主，大規模之房屋建設與都市開發計畫相對較少。

第二節 全國拆除工程建築廢棄物產生量之推估

同樣依內政部營建署所公佈之歷年全國各縣市建築工程拆除執照年度統計資料，再應用本研究所建置之建築拆除廢棄物產生量推估係數（表3-25），估算全國各縣市於民國八十八年至民國九十三年建築拆除所產生之廢棄物總量，並依北、中、南、東部地區加以歸類分析，結果整理如表4-2、圖4-3及圖4-4。

表 4-2 全國各縣市之拆除工程所產生之廢棄物推估量

地區	縣市別	88年	89年	90年	91年	92年	93年
北部	桃園縣	61,737	64,208	18,531	49,711	107,394	55,784
	苗栗縣	71,938	20,345	11,827	19,455	44,230	1,798
	新竹市	97	1,771	1,030	15,504	35,303	22,018
	台北縣	1,040,092	666,827	112,348	105,621	154,474	192,018
	新竹縣	34,576	18,567	7,812	15,422	30,824	48,168
	基隆市	39,055	32,670	13,748	9,640	5,608	31,239
	台北市	77,444	171,903	86,398	62,346	97,000	125,847
	小計	1,324,939	976,290	251,694	277,699	474,834	476,872
中部	台中縣	45,064	50,060	60,499	36,504	42,618	47,061
	彰化縣	25,896	28,766	34,764	5,419	22,394	28,936
	南投縣	21,402	51,966	38,135	22,653	15,797	18,998
	雲林縣	79,810	5,490	2,225	319	177	228
	台中市	8,714	14,039	43,948	74,586	62,531	59,392
	小計	180,886	150,320	179,571	139,482	143,516	154,614
南部	台南縣	75,978	21,446	7,771	45,460	64,118	55,080
	高雄縣	19,683	33,221	13,099	47,742	47,742	59,239
	嘉義縣	89,170	31,987	8,493	6,601	19,343	9,830
	屏東縣	30,861	14,415	103,636	22,777	118,581	279,565
	嘉義市	41,353	41,242	12,668	28,007	12,306	31,733

	台南市	67,113	51,788	24,048	22,864	85,311	58,710
	高雄市	120,479	89,005	71,098	73,768	72,051	134,074
	小計	444,637	283,103	240,812	247,220	419,453	628,231
東部	宜蘭縣	36,232	19,503	29,717	5,419	25,821	110,116
	台東縣	345	9,097	9,036	3,661	8,620	4,777
	花蓮縣	31,582	25,401	11,376	8,755	15,566	21,293
	小計	68,159	54,000	50,129	17,835	50,007	136,185
全國年度總量		2,018,621	1,463,714	722,206	682,236	1,087,811	1,395,903
成長量			-554,906	-741,508	-39,970	405,575	308,092
成長百分比			-27.49%	-50.66%	-5.53%	59.45%	28.32%

單位：立方公尺

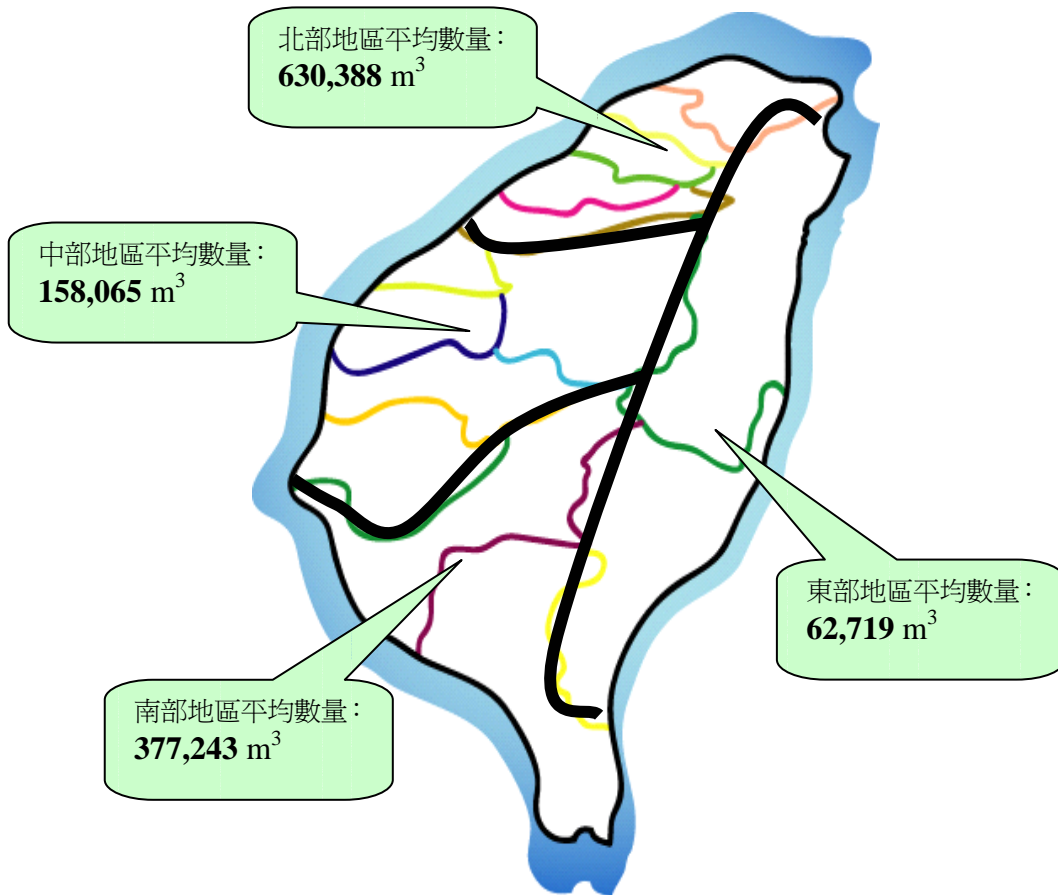


圖 4-3 各地區拆除工程建築廢棄物平均年度產生量統計

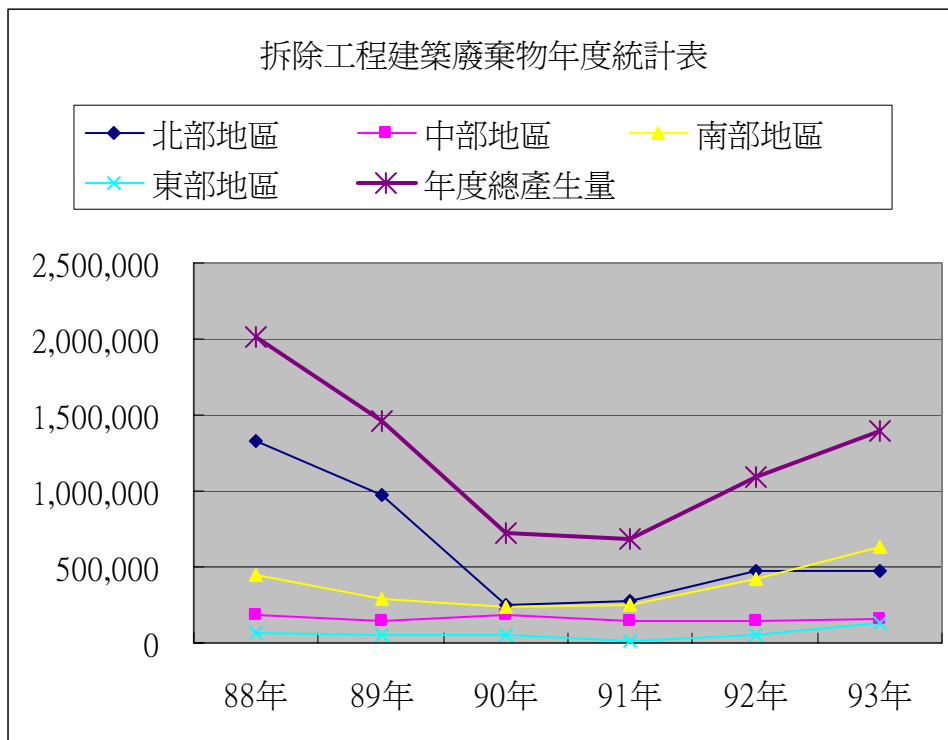


圖 4-4 拆除工程建築廢棄物年度統計

國內拆除工程廢棄物產生量在民國八十八年至九十三年間，每年約有680,000 m³至 2,020,000 m³，平均產生量1,230,000 m³。大體而言，民國八十八至九十一年間拆除工程之建築廢棄物總量有逐年遞減之趨勢。其中八十八至八十九年之拆除廢棄物數量減少554,906 m³，減少百分比為27.49%；八十九至九十年廢棄物數量減少741,508m³，減少百分比為50.66%，為遞減比例最高之年度；而九十至九十一年之拆除廢棄物數量減少39,370m³，減少百分比為5.53%。此趨勢可對應新建工程廢棄物產生量之結果，新建工程廢棄物於民國八十九年至九十年之產生量亦呈現遞減趨勢，再次反映出該年度間營建業處於不景氣狀態，各項工程案件包括新建工程與拆除工程皆逐年減少。

而於民國九十一年至九十三年間，拆除工程之建築廢棄物總量則有逐年遞增之趨勢。其中九十一至九十二年之拆除廢棄物成長量為405,575m³，成長百分比為59.45%；而九十二至九十三年之成長量為308,092m³，成長百分比為28.32%。此趨勢亦可對應同期間新建工程廢棄物產生量之變化趨勢，反映出該年度間建築業景氣逐漸復甦。

本研究進一步分析與整理民國八十八年至九十三年度各地區之拆除工程廢棄物產生量變化情形。如圖4-4所示，民國九十一年起各地區之建築拆除廢棄物之產

生數量明顯增加，其中又以南部地區之增加量最為顯著。回顧相關研究報告與政府單位之政策執行，南部地區近年執行多項公共建設，例如高雄捷運系統之興建，以及許多針對南部地區開發之都市計劃與社區發展等，故既有建築物之淘汰率提升，亦影響南部地區拆除工程所產生之廢棄物總量之變化。

北部地區民國八十八至九十年間之拆除廢棄物產生量明顯較其他地區高出許多，此現象反映北部地區房屋淘汰時間較其他地區早，大規模更新後剩餘欲淘汰之數量相對減少。東部地區於九十三年拆除廢棄物產生量有些微提升。中部地區於民國八十八年發生921集集大地震，造成上萬棟房屋毀損倒塌，於震後拆除約兩萬六千棟四層以下受損或倒毀之房屋。而根據南投縣政府建築管理課人員表示，921地震之發生屬於緊急狀況，當時面對上萬棟危險建築物之拆除作業，採用報備方式辦理即可，藉此縮短行政程序以減少危險建築物對人民之危害，此與以往一般申報拆建照之程序並不相同。故921地震所產生之拆除廢棄物並無反映於本研究數據中。

第三節 過往文獻之比較與分析

回顧過往相關文獻，其中民國八十七年內政部建築研究所委託之研究計畫案『建築拆除污染及廢棄物產生現況與調查架構研究』中亦有提及相關研究，該研究目的為粗估全國建築廢棄物所產生之數量，研究方法係利用實地蒐集高雄市於民國八十三年至八十六年每年平均核發之各類建築拆除執照樓地板面積，共計1,961,711平方公尺，以及利用高雄縣八十六年之拆除執照所紀錄之樓地板面共計92,648.7平方公尺，進一步推估兩縣市之建築廢棄物之數量。

根據研究報告結果可估得高雄市之建築拆除廢棄物產量為2,505,780噸(1,598,226 m³)/年，高雄縣之建築廢棄物產量為93,062噸(47,914 m³)/年。再利用全國各縣市人口密度之差異，推估全國之建築廢棄物產生量，若以高雄市以及高雄縣每人每年建築拆除廢棄物發生量分別依市級以及縣級人口數推估，可推估出我國每年建築拆除廢棄物產生量約為116,22,443噸/年，大約為7,264,111 m³/年。

本研究利用所建置之估算模型，針對全國建築廢棄物之產生量作估算。經研究發現，影響廢棄物產生量之主要因子為建築物之總樓地板面積，故本研究試蒐集國內各縣市之年度樓地板面積資料，目前該資料蒐集以營建署資訊服務網所提

供之年度統計資料為主，統計資料範圍自民國八十八年至九十三年，並依照各縣市區別整理出新建與拆除工程之總樓地板面積數據，提供相關使用者參考。本節內容試將兩研究成果做相互之比較，由於文獻係針對拆除工程作探討，故在此本研究以拆除工程資料做為比較之對象。試取相近年度之統計量為分析依據，相關統計資料如下表4-3所示：

表 4-3 年度樓地板面積之統計

	文獻回顧	本研究					
年度	86	88	89	90	91	92	93
高雄市	1,961,711	162,928	122,477	97,606	100,126	99,650	82,978
高雄縣	92,648.7	26,828	28,043	17,656	18,358	62,795	186,341

資料來源：【1】、本研究整理

單位：平方公尺

由表4-3整理可發現，以高雄市與高雄縣之資料分析討論，文獻回顧於民國八十六年之拆除樓地板面積分別為1,961,711平方公尺與92,648.7平方公尺，而本研究所推算之拆除建築廢棄物產生量，同樣以高雄市及高雄縣兩都市，以民國八十八年為例，數量分別為162,928平方公尺與26,828平方公尺，兩年度產生數量差異甚大，再依據其他年度之廢棄物產生量統計並繪製關係圖如下圖4-5所示：

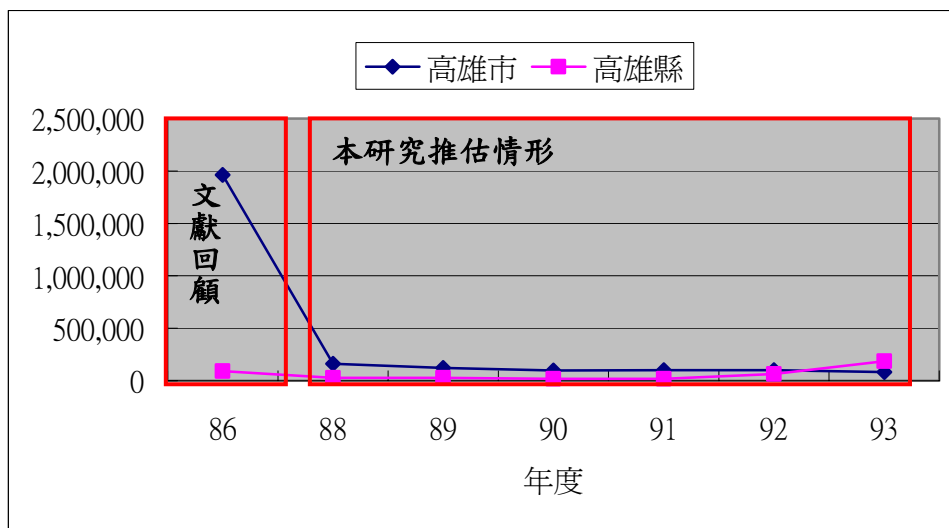


圖 4-5 高雄縣市年度拆除廢棄物總量關係圖

單分析高雄縣市單一年度之拆除廢棄物產生量發現，其數量差異性甚大。進而推估全國之拆除建築廢棄物產生量，此差異趨勢亦存在。相關年度之

統計變化如下圖4-6所示。

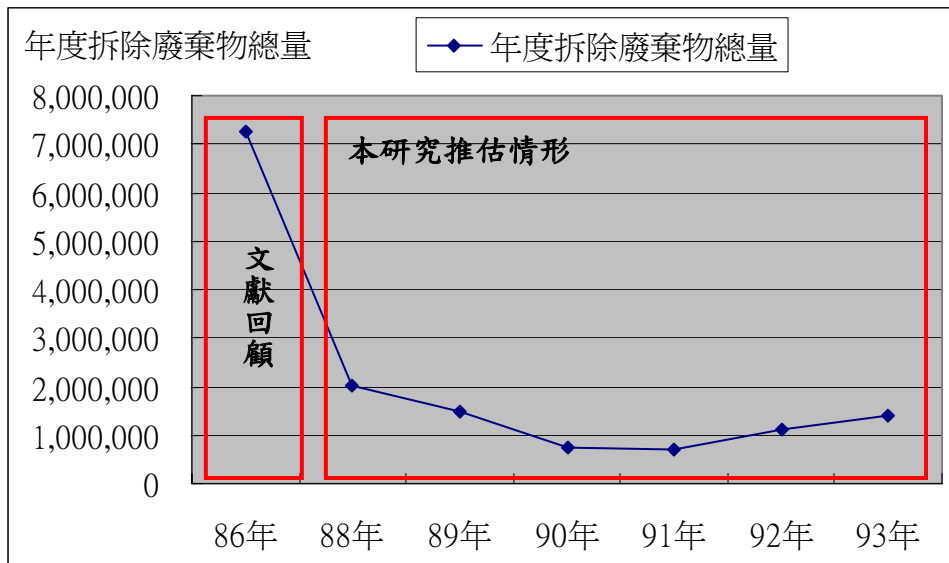


圖 4-6 全國年度拆除廢棄物總量變化

由於新建工程之工程時間較長，規模較大之個案甚至工期長達數年，故過往相關研究並無特別針對新建工程之建築廢棄物產生數量作探討。本章節就以過往文獻與本研究結果之拆除工程年度所產生數量做分析，藉由相關資料蒐集、專家訪談之方式，試比較與解釋其中之差異性。

表 4-4 文獻回顧與本研究之差異(以 86、88 年高雄縣市為例)

	文獻回顧	本研究	相差比例	相差值
年度	86	88	(86年/88年)	
高雄市	1,598,226	120,479	13.26 倍	1,477,747
高雄縣	47,914	19,683	2.43 倍	28,231

資料來源：【1】、本研究整理

單位：立方公尺

表 4-5 文獻回顧與本研究之差異(以全國估算量為例)

	文獻回顧	本研究	相差比例	相差值
年度	86	88	(86年/88年)	
全國	7,261,111	2,021,892	3.59 倍	5,239,219

資料來源：【1】、本研究整理

單位：立方公尺

由上表4-4與表4-5可得，兩研究分別於八十六年度與八十八年度之差異大。以地區性分析，高雄市於86年之拆除廢棄物產量為1,598,226 m³，88年降低為120,479 m³，約為86年數量之1/13.2。高雄縣於86年之拆除廢棄物產量為47,914 m³，88年降低為19,683 m³，約為86年數量之1/2.4。全國之推估量於86年之拆除廢棄物產量為7,261,111 m³，88年降低為2,021,892 m³，約為86年數量之1/3.59。本研究針對此差異性進行相關資料分析與專家意見訪談，試以取得資料差異之原因。

本研究進行專家訪談主要以內政部營建署建管組人員與各縣市政府拆照建照資料之承辦人員為受訪對象，經過討論與分析，分別將結果歸納為以下對象加以探討：

1. 社會面

文獻回顧之研究所統計推估之拆除建築物產生數量為民國八十三年至八十六年之年度平均值，而本研究報告所推估之產生量係依據內政部營建署自民國八十八年至今所統計之資料，時空背景不盡相同。一般而言，建築執照與拆除執照之核發數量可被視為房屋建築生產活動之領先指標，其變動狀況足以反映國內營建市場之發展趨勢。民國八十三年至八十六年國內正處於房地產熱潮，全國各地建築推案熱絡，相對該期間之新建、拆除工程數量提高，故文獻所統計之資料亦升高。相較於本研究報告所引用之統計資料時間為民國八十八年至九十三年，由趨勢圖可發現，自民國八十八年之後國內之拆建照核發統計有逐年下降現象，民國九十年以後才有成長趨勢。此恰好反映營建業當時受大環境之影響，拆建案案件相對減少，而近幾年(91-93年)景氣稍回溫，拆建照核發數量亦有成長趨勢。

2. 執行面

本研究於執行期間實地走訪基隆市、台北縣、新竹縣、南投縣以及嘉義縣等五縣市並訪談該縣市政府管理拆建照人員。經訪談後發現，目前國內政府雖有拆建照之管理機制，但執行至今仍無法完全掌握該地區所有工程案例之實際申報情形，例如拆除工程於進行前即未對縣市政府申報、申報資料不確實等，或部分新建工程於整地期間所拆除之既有建築物，並未確實申報拆併建執照。根據台北縣政府建築管理課承辦人員表示，一般業者進行拆併建工程往往都將拆除過程所產生之建築廢棄物同新建階段一併申報，因此該個

案之拆除階段廢棄物產生數量較不易獲得，甚至無從得知。另一方面，本研究現階段針對拆建執照之樓地板面積進行建築廢棄物之估算，尚未包括無申請執照之違章建築與一般民間裝潢修繕所產生之廢棄物數量。上述情事於學術研究階段較無法掌握，故本研究引用之統計資料必須排除不可控制因素，推估時所依據之資料以政府單位所公佈之年度統計資料為主。

第四節 都會區建築廢棄物產生量之分析—以台北縣為例

如上節所述，雖然確切且真實之建築資料不易取得，或是歷年來登記資料有所缺漏、錯誤等問題，導致實際較可靠之相關資料不易掌握。若可取得正確數值，本研究之推估模型可進行各地區之建築廢棄物產生量之推估，進一步分析推估結果更可提供相關主管單位對於未來建築廢棄物之流向管理、處理場之設置與年度廢棄物數量統計等政策施行之考量。本研究示範利用現有蒐集之資料進行建築廢棄物之推估，可將此推估與分析方法提供相關單位作為未來管理上之參考。

利用本研究建置之建築廢棄物產生量推估係數表，將所蒐集而來之台北縣政府建築與拆除執照資料，逐筆計算並重新推估其建築廢棄物產生量。新建與拆除工程廢棄物產生量之推估結果如表 4-6 所示。

表 4-6 台北縣 92-93 年建築工程廢棄物產生量

種類 年度	新建工程	拆除工程
92 年	324,179 m ³	154,474 m ³
93 年	512,636 m ³	192,018 m ³
成長比例	58.1%	24.3%

利用縣境內各鄉鎮市人口密度之差異，進而推估台北縣各鄉鎮市 92 至 93 年度之新建與拆除工程廢棄物產生總量，如表 4-9 所示。本研究欲藉由推估台北縣各鄉鎮市廢棄物產生量，分析此兩年間各鄉鎮市廢棄物產生之情況，探討台北縣境內所設置合法處理廢棄物之處理場，數目、位置及處理量是否適宜。後續推估全國每年產生量時，也將依循此方式分析國內各縣市之廢棄物處理情形。

由表 4-7 與圖 4-7 之分析發現，台北縣 92 至 93 年平均總產生量約為 59 萬 m³，依兩年平均總產生量得知，每年台北縣建築廢棄物產生量較龐大之鄉鎮市為板橋市、三重市、永和市、中和市、新莊市、新店市、土城市、蘆洲市、樹林市、鶯

歌鎮、三峽鎮、淡水鎮、五股鄉、泰山鄉及林口鄉等，集中於台北縣行政區域之左半部，如圖 4-8 所示。此些鄉鎮市所產生之廢棄物數量佔台北縣每年廢棄物總量之 96%，如此龐大之廢棄物若未妥善處理，將使環境生態受到嚴重污染。

表 4-7 台北縣各鄉鎮市新建工程廢棄物產生量

	92 年		93 年		92-93 年 平均總產生量
	新建工程	拆除工程	新建工程	拆除工程	
板橋市	11,425	1,686	37,370	6,744	28,613
三重市	12,513	29,182	17,133	40,610	49,719
永和市	7,616	5,246	12,885	10,527	18,137
中和市	21,689	6,244	22,169	8,157	29,130
新莊市	35,233	3,496	55,146	14,111	53,993
新店市	35,937	40,221	78,540	36,285	95,492
土城市	8,513	5,459	11,596	4,666	15,117
蘆洲市	32,400	43,020	29,371	38,748	71,770
汐止市	7,705	1,934	10,089	3,588	11,658
樹林市	24,085	1,405	26,970	1,899	27,180
鶯歌鎮	17,202	443	12,549	422	15,308
三峽鎮	27,909	0	49,110	295	38,657
淡水鎮	22,321	5,051	24,310	6,230	28,956
瑞芳鎮	332	210	1,039	432	1,007
五股鄉	13,072	476	29,767	570	21,943
泰山鄉	17,333	215	23,321	1,248	21,059
林口鄉	14,425	560	37,385	1,787	27,079
深坑鄉	922	548	6,028	1,045	4,272
石碇鄉	0	0	53	280	167
坪林鄉	0	0	0	311	156
三芝鄉	288	135	233	153	405
石門鄉	128	353	40	0	261
八里鄉	4,469	660	7,743	1,553	7,213
平溪鄉	0	0	0	0	0
雙溪鄉	0	0	0	0	0
貢寮鄉	132	564	62	296	527
金山鄉	876	0	1,537	1,082	1,748
萬里鄉	102	562	226	940	915
烏來鄉	0	0	0	0	0

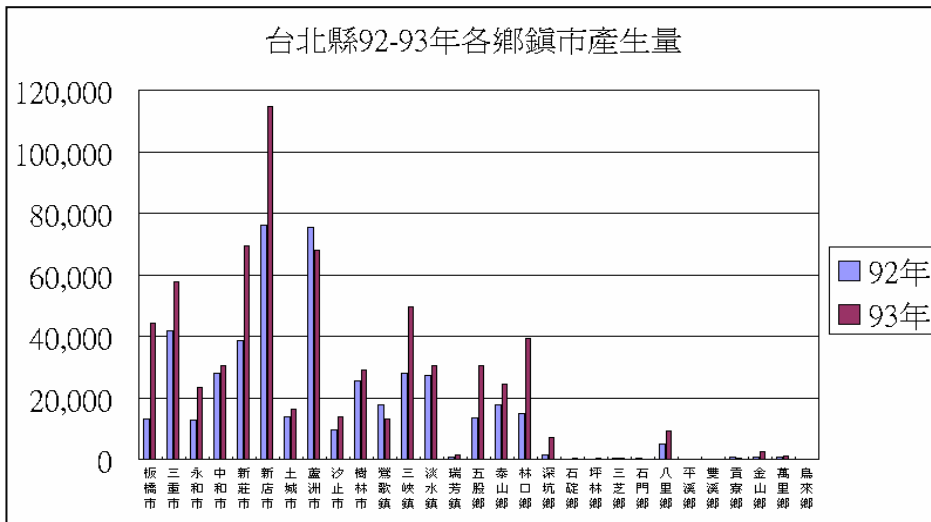


圖 4-7 台北縣 92-93 年度各鄉鎮產生量



圖 4-8 台北縣行政區域圖

台北縣境內目前合法允許收受處理廢棄物之業者，依營建剩餘土石方資訊服務中心記載，共計有陽光城市營建廢棄物資源回收處理場與聯安營建廢棄物資源再利用處理場等兩家，分別座落於鶯歌鎮與樹林市，年允許處理量分別為 144,000m³ 及 360,000m³，共計台北縣每年可處理 504,000m³ 之建築廢棄物。此兩家處理業者廠區位置是位於台北縣廢棄物產生量最多之區塊，座落於此區位可縮短廢棄物運至場區之距離，另節省拆除業者之運輸費。

本研究所推估出廢棄物產生量為新建與拆除工程所產生之總量，包含金屬等高價值回收物，一般民間回收體系，並不會將這些高價值回收物送入廢棄物處理場，依據建研所 87 年之研究新建工程廢棄物金屬約佔 11%，拆除工程約佔 0.74%

【1】、【2】，故建築廢棄物高價值回收物約有 45,840m³，則送入合法廢棄物處理場之數量則約有 524,637 m³，但台北縣目前合法廢棄物處理場年許可處理量不足以應付每年產生之廢棄物數量，將造成無法處理之廢棄物可能被運至外縣市廢棄物處理場或非法處理場所，如砂石棧場等，若是被運至外縣市廢棄物處理場仍可管控其流向，若運至非法處理場所則無法管制其處理完成之流向，可能發生隨意傾倒棄置之情事。

欲使建築廢棄物完全進入處理與再利用之體系，需確實掌控建築廢棄物流向，防止隨意棄置傾倒情事發生。鼓勵業者於工地現場進行廢棄物減量工作，以減少廢棄物產生量。假若條件允許下或可考慮增設處理場所以消化多餘之建築廢棄物數量。

第五章 結論與建議

第一節 成果與結論

本研究之成果與結論如下：

一、建置與修正建築廢棄物產生量推估模式：

1. 本研究今年度修正改善建築廢棄物產生量推估模式，使推估模式可以推估出單位樓地板面積廢棄物產生量。經過測試驗證後，新建工程於容許誤差率 20% 以內，準確率達 85.71%；拆除工程於容許誤差率 20% 以內，準確率達 100%。
2. 本研究利用類神經網路所建置之建築廢棄物數量推估模式提供予工程業界測試使用，使用者操作後認為本模型較以往利用經驗公式所推估之係數更為準確。尤其針對規模較為龐大之工程案例中，本研究模式更具價值。
3. 本研究利用所建置模型推算建築物廢棄物產生量，再整理出依新建或拆除工程不同構造、用途所對應之推估係數表如下，未來可提供相關單位利用此係數表估算建築物廢棄物之產生數量，並更能有效地掌握及管理建築廢棄物之流向。

新建工程		
構造別	用途別	單位產生量 (m^3/m^2)
RC 造	住宅	0.124
	廠房	0.081
	辦公大樓	0.098
	學校	0.098
SRC 造	住宅	0.135
	廠房	0.105
	辦公大樓	0.107
鋼構造	住宅	0.103
	廠房	0.106
	辦公大樓	0.090
鋼鐵造	住宅	0.090
	廠房	0.102

拆除工程		
構造別	用途別	單位產生量 (m^3/m^2)
加強磚	住宅	0.852
	工廠	0.741
RC 造	住宅	0.822
	工廠	0.670
	教室	0.704
磚造	住宅	0.740
鋼鐵造	住宅	0.649
	工廠	0.610

4. 針對本研究所建置之建築廢棄物數量推估模式，目前已利用 Excel 開發使用者之操作介面，該介面操作簡便，並已提供業者測試使用，未來更可提供相關管理單位操作使用。

二、推估並分析國內建築廢棄物之產生量與變化量

1. 本研究已蒐集並建檔完成國內各縣市歷年新建與拆除執照統計資料。
2. 依政府單位所公佈之年度統計資料，利用本研究所建置之推估係數表進行全國建築廢棄物之產生數量，以及全國各地區之產生數量與變化量作比較。全國建築工程所產生之建築廢棄物產生量在民國八十九年至九十三年間每年約產生 3,100,000m³ 至 6,310,000m³，平均為 4,470,000m³。
3. 本研究利用所建置之推估係數表估算台北縣都會區之建築廢棄物，進而推算縣內各鄉鎮之廢棄物產生量，並探討境內合法營建混合物收容處理場之處理能量，分析台北縣內建築廢棄物之分布與平衡情形。未來亦可利用此法推估與分析國內各縣市之建築廢棄物產生量。

第二節 建議事項

1. 未來結合環保署事業廢棄物申報系統之申報資料，擴大本模型之樣本資料庫。
2. 未來研究可考慮強化本模型之功能，進一步推估新建或拆除工程所產生之廢棄物各項組成成分(木料、金屬等)之產生數量，提升實務使用與推廣再利用之效能。
3. 應用本研究模式推估全國各縣市每年產生廢棄物之數量，並分析各縣市廢棄物處理流程，合法廢棄物處理場所數目、位置及處理量是否適宜，未來提供各級主管機關擬定收容處理場之相關管理機制，以達全回收零廢棄之理念。

參考文獻

1. 黃榮堯，”建築拆除污染及廢棄物產生現況與調查架構研究”，內政部建築研究所，中華民國八十七年。
2. 章裕民，”建築施工過程污染及廢棄物產生現況與調查架構研究”，內政部建築研究所，中華民國八十七年。
3. 李崇德，”建築廢棄物回收系統制度之研究”，國立中央大學碩士學位論文，中華民國九十年十二月。
4. 台北縣政府，”營建剩餘土石方資源回收處理再利用與土資場設置管理講習會暨營建剩餘土石方資源回收處理再利用宣導會論文專輯”，中華民國九十二年。
5. 胡文山，台北縣營建工程剩餘土石方處理問題之探討，中華大學建築與都市計畫學系碩士學位論文，中華民國八十八年六月。
6. 行政院環保署，”事業機構廢棄物儲存清除處理設施列管計畫（一）”，中華民國七十九年。
7. 陳明良，”建築產業廢棄物再利用之研究”，台灣科技大學碩士論文，中華民國八十五年六月。
8. 工研院，”建築廢棄物來源、產生總量推估、分佈狀況、清理再利用體系規劃”，中華民國八十九年。
9. 蕭登元，「工業生態學中物質流系統之研究—以台灣地區砂石為例」，國立台灣大學博士論文，2003.01。
10. 郭炳煌，「以統計方法與類神經網路模式預估工程直接成本之研究」，國立高雄第一科技大學碩士學位論文，2001.06。
11. Graza, G.M and Rouhana, K.G., ”Neural Networks Versus Parameter-Based Applications in Cost Estimating”，Cost Engineering，Vol.37, pp.14~18，1995.
12. U.S.EPA，”Characterization of Building-related Construction and Demolition Debris in the United States. Report No. EPA530-R-98-010”，1998

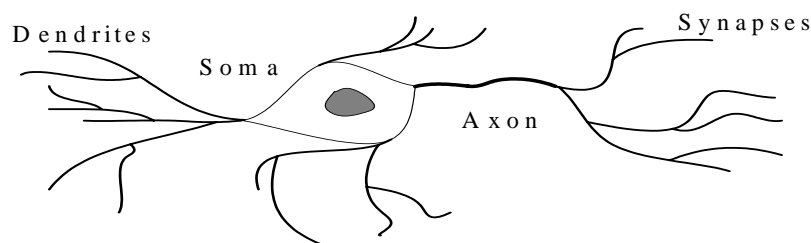
13. 內政部營建署全球資訊網站。 <http://www.cpami.gov.tw/index.php>
14. 行政院環保署全球資訊網站。 <http://www.epa.gov.tw/main/index.asp>

附錄 A 類神經網路之簡介

一、類神經網路概述

類神經網路系統基本結構為模仿生物神經網路資訊處理系統，眾多文獻均對類神經網路做過不同的定義，其皆大同小異，在此引用葉怡成(1993)之定義：「類神經網路是一種計算系統，包括軟體與硬體，它使用大量簡單的相連神經元來模仿生物神經網路的能力。神經元是生物神經元的簡單模擬，它從外界或者其他類神經元取得資訊，並加以非常簡單的運算，並輸出其結果到外界環境或者其他神經元」。由於其知識儲存於網路架構中，即各神經處理單元連結之權重值(weight)，因此要決定了所有處理單元相互連結的加權值，即完成了整個類神經網路演算系統的結構【1】。

類神經網路模式是一種模仿生物神經網路的知識學習過程，而自然界中高等生物之生物神經網路，是由大量簡單的神經細胞或神經元(neurons)組成，各神經元經由連結構成一個複雜網路，使其能夠從外在環境中學習適應。神經元是人腦組織的基本單元，人類大約有1011個神經元組成巨大的腦系統，圖A-1表示一個神經細胞的結構【2】。



資料來源：【3】

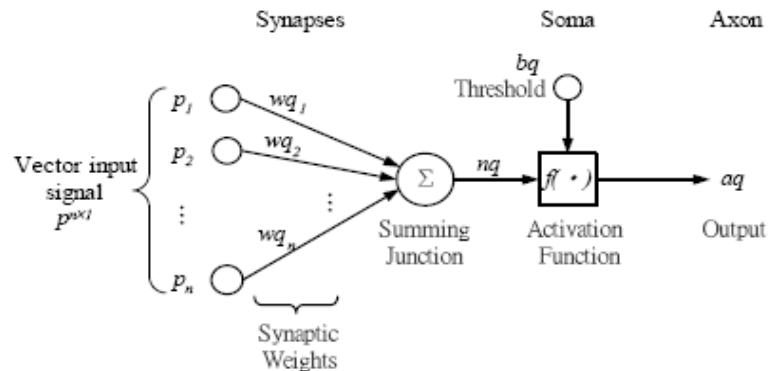
圖 A-1 神經細胞結構圖

1. 神經核(Soma)：神經細胞成核狀的處理機構。
2. 神經軸(Axon)：神經細胞向外伸出的最長一條分支，呈軸索狀的輸送機構，屬於細胞輸出端。
3. 神經樹(Dendrites)：神經細胞向外伸出的其他許多分支，它屬於細胞的輸入節點，接受激發的訊號(或稱神經衝動)。
4. 神經節(Synapse)：神經軸輸出和神經樹輸入相互連結的點狀介面。

類神經網路是由許多的人工神經細胞(Artificial Neurons)所組成，人工神經細胞又稱為類神經元、人工神經元、處理單元(Processing Element, PE)，見圖A-2。

其結構包括：

1. 一組類似突觸的連結：每一個連結擁有一個權重 (Synaptic Weight)，以表現連結的強度。
2. 集成結點 (Summing Junction)：將輸入值與權重的乘積進行加成的動作，此部份的運算是屬於線性的。
3. 轉移函數 (Transfer Function)：功用在於限制輸出訊號的強度，並對訊號進行某種轉換後再將訊號送給另一個人工神經元。



資料來源：【3】

圖 A-2 人工神經元模型

二、類神經網路之分類

目前類神經網路可依學習策略分類與網路架構分類兩種：

(一) 依學習策略分類

可將它們分成四個種類，監督式(Supervised Learning Network)、非監督式學習網路(Unsupervised Learning Network)、聯想式學習網路(Associate Learning Network)、最適化應用網路(Optimization Application Network)，並由下表A-1中列舉幾種學習策略分類的主要模式。

1. 監督式學習(Supervised Learning Network)：從問題領域中取得訓練範例(有輸入變數值，也有輸出變數值)，並從中學習輸入變數與輸出變數的內在對應規則，以應用於新的範例(只要有輸入變數值，而需推論輸出變數值的應用)。

表 A-1 類神經網路主要模式分類

網路類型	模式
監督式學習網路	感知機網路 (Perceptron Network)
	倒傳遞網路 (Back propagation Network)
	機率神經網路 (Probabilistic Neural Network)
	學習向量化網路 (Learning Vector Quantization)
	反傳遞網路 (Counter propagation Network)
非監督式學習網路	自組織映射網路 (Self Organization Feature Mapping)
	自適應共振理論 (Adaptive Response Theory Network)
聯想式學習網路	霍普菲爾網路 (Hopfield Neural Network)
	雙向聯想記憶網路 (Bi-directional Associative Memory)
最式化應用網路	霍普菲爾-坦克網路 (Hopfield-Tank Neural Network)
	退火神經網路 (Annealed Neural Network)

資料來源：本研究整理、【3】

2. 非監督式學習(Unsupervised Learning Network)：從問題領域中取得訓練範例(只有輸入值)，並從中學習範例內在集群規則，以應用於新的範例(有輸入變數值，需推論它與那些訓練範例屬於同一集群的應用)。
3. 聯想式學習(Associate Learning Network)：從問題領域中取得訓練範例(狀態變數值)，並從中學習範例的內在記憶規則，以應用於新的範例(只有不完整的狀態變數值，而需推論其完整的狀態變數值的應用)。
4. 最適化應用網路(Optimization Application Network)

(二) 依網路架構分類

1. 前向式架構(Forward)：神經元分層排列，形成輸入層、隱藏層與輸出層；每一層只接受前一層的輸出當作輸入者，稱前向式架構。
2. 回饋式架構(Feedback)：從輸出層回饋到輸入層，或層內各處理單元間有連接者，或者神經元不分層排列，只有一層，各神經元均可相互連接者稱回饋式架構【3】。

三、類神經網路之基本架構

(一) 網路基本架構

類神經網路組成的基本單位為處理單元，經由處理單元組成「層」(Layer)，再經由層組成「網路」(Network)。

(二) 輸入與輸出值

類神經網路之輸入與輸出必須要能夠反應問題的特性，通常都會以應變數與自變數間所存在關係來解釋，表示兩者之間所存在的關係，因此在構建網路模式時的第一要件便是確立出目標（輸出值），並且尋找解釋變數(輸入值)，釐清各變數對於輸出值相關的程度，要有效的解釋輸出值則在輸入變數時就必須變數作謹慎的選擇，並且視各問題性質而定。

(三) 轉換函數

轉換函數的作用是要模仿神經元在受到刺激之後所產生的反應大小適當的轉換輸入與輸出的關係；一般常用的轉換函數可分為兩種型態，一為離散型轉換函數如線性函數(Linear Function)、階梯函數，一為連續型轉換函數如雙曲線正切函數(Hyperbolic Tangent Function)、雙曲線函數(Sigmoid Function)等。其中最常使用之轉換函數為S型雙曲線函數(Sigmoid Function)，如下所示：

$$\text{Sigmoid} = f(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

(四) 學習過程

類神經網路與人腦所具有學習功能，透過不斷的學習調整連結權重，來達到預期的輸出結果。經由網路反覆進行訓練過程達到訓練出來的數值與實際上所期望的數值能相當接近或是在某一可忍受的範圍之內，亦即由能量函數(Energy Function)推導使兩者之間的誤差能最小化。要達到能量最小化乃是透過不斷的訓練從誤差去學習降低輸出值與實際值間之差距，下式便是用來衡量學習誤差的公式 (Error Function)。

$$E = \frac{1}{2} \sum (d - o)^2$$

d：期望輸出值(Desired Output)

o：網路輸出值(Real Output) 【2】

(五) 學習法則

類神經網路透過學習過程來判定網路是否要繼續學習或者已經達到可容忍的誤差範圍而停止學習，若未達到標準而繼續學習則以調整權重值，一般來說，最常被用來使用之學習法則有兩種：

1. On-line：每學習一個範例，網路權重就更新一次，每次均用修正過後之權重，直至結束為止。
2. Batch：每載入一個訓練範例時即計算權重的變化量，但並無立即更新權重，當訓練結束後再修正權重，下次訓練時則用修正後之權重【3】。

四、類神經網路之特性

類神經網路具有以下幾點特性：

1. 高速計算能力：由於生物神經網路的神經元皆有獨立處理資料的能力，因此資料在網路中是在同一時段中，以平行的方式被處理。原因在於人腦的計算架構為巨量平行架構，大約有10¹¹那麼多的連結，若再加上每根以平行方式連結進行運作，同時可以處理較多資料，加快處理速度。
2. 學習能力：生物神經網路的連結是柔性的，即神經元間的連結是透過神經節，而神經節本身是可調整的，因此生物神經網路具有強大的學習能力，但對使傳統電腦具有學習能力則困難重重。
3. 容錯能力：生物神經網路如果有少數神經元或連結受損，並不損及其正常功能，其原因在於生物神經網路資訊儲存是分散式記憶(Distributed Memory)，也就是資訊散佈在許多連結（神經節）上。因此即使小部份連結受損，並不會造成嚴重的後果，而僅是造成功能略為降低。也因為分散記憶的關係，對於不完整或有雜訊的輸入也能正確的處理，亦即具有模糊推論(Fuzzy Reasoning)的能力。
4. 數學模式簡單化：以類神經網路設計動態決策行為模式時，並不需要系統之數學模式，只要有足夠之系統輸入輸出對資料即可訓練。該點相較傳統需要仰賴精確數學模式之方法完全不同，故對有極其複雜動態決策行為模式而言，類神經控制有著極其便利的優點。
5. 大容量記憶能力：類神經網路是高度連結的網路，可將高維度的映射以

較少的神經元來完成，因此具有驚人的記憶容量【4】。

五、倒傳遞演算法

在目前類神經網路預測模式的實用中，最普遍使用及最具代表性的學習演算法，為監督式學習中的「倒傳遞網路演算法(Back Propagation)」，或簡稱為BP演算法。該演算是一種具有學習能力的多層前饋型網路(Feed-Forward Net)，而所謂前饋型網路，即該網路神經元乃分層排列，包含輸入層、隱藏層、及輸出層，且每層只接受前一輸出作為輸入，層內之處理單元則互為獨立且不相連結，最常採雙彎曲函數(Sigmoid Function)作為神經元的非線性函數，可處理輸入與輸出之間的非線性映射關係。另該演算法主要將「最陡坡降法(The Gradient Steepest Descent Method)」的原理概念加入隱藏層的處理單元中，並作為模型輸出與目標輸出間之誤差函數(Error Function)最小化的迭代運算法【5】。

倒傳遞演算法為差距法則(Generalized Delta Rule)，以網路輸出值與範例輸出值之差值作為修正網路中各神經元間連結權重的依據。若在輸出層無法得到期望的輸出，則誤差訊號將沿原連接通路返回，透過修改各層神經元的權重，期能使誤差函數值達到容忍誤差容忍範圍之內而停止或達到設定的訓練次數而停止，一般給定一誤差函數(或稱能量函數)表示學習之品質，其誤差函數如2.5.3小節所表示之。

類神經網路學習過程通常以一次一個訓練範例的方式來進行，直到學習完所有的訓練範例，稱為一個學習循環(Learning Cycle)，一個網路訓練成功通常需要上百個或上千個訓練範例，將訓練範例反覆學習不斷修正直到收斂為止。

倒傳遞網路中有幾個重要參數，包括隱藏層處理單元數目、隱藏層層數、學習速率與慣性因子，分別說明如下：

1. 隱藏層處理單元數目：

通常隱藏層處理單元之數目越多收斂越慢，但可達到更小的誤差值，特別是「訓練範例」誤差。但超過一定數目後，再增加則對降低「測試範例」誤差幾乎沒幫助，徒然增加執行時間。這可解釋成隱藏層處理單元之數目太少，不足以反映輸入變數間的交互作用，因而有較大的誤差，而數目越多，雖然可達到更小的

誤差值，但因網路較複雜，因而收斂較慢。為平衡品質與成本，以取適當的數目為宜。一般而言，隱藏層處理單元數目的選取原則如下：

- A. 公式1：隱藏層單元數目=(輸入層單元數+輸出層單元數)/2
公式2：隱藏層單元數目=(輸入層單元數+輸出層單元數)
公式3：隱藏層單元數目=(輸入層單元數+輸出層單元數)×2
- B. 問題雜訊高，隱藏層單元數目宜少。
- C. 問題複雜性高，隱藏層單元數目宜多。
- D. 測試範例誤差遠高於訓練範例誤差，隱藏層單元數目宜減少；反之，宜增加。

2. 隱藏層層數

通常隱藏層之數目為一層到二層時有最好的收斂性質，太多層或者太少層其收斂結果均較差。這可解釋成沒有隱藏層不能反應此問題輸入單元間的交互作用，因而有較大的誤差；而有一、二層隱藏層已足以反應此問題的輸入單元間的交互作用，更多的隱藏層反而使網路過度複雜，造成更多局部最小值，使得在修正網路加權值時更易掉入一個誤差函數的局部最小值，而無法收斂。依據經驗，一般問題可取一層隱藏層，較複雜的問題則取二層隱藏層。但有一點必須注意；在用倒傳遞網路求解問題時，一定要先用無隱藏層架構試作，如果其精確性比有隱藏層者為佳，則此問題必不適合用倒傳遞網路解，其理由為無隱藏層架構的倒傳遞網路其效果接近統計學上一些有「線性」假設的方法，例如線性迴歸、區別分析，因此無理由用一個複雜的網路解答去取代一個有明確公式的統計學解答。

3. 學習速率

通常學習速率太大或太小對網路的收斂性質均不利。這可解釋成較大的學習速率，有較大的網路加權值修正量，可較快逼近函數最小值，但過大的學習速率將導致網路加權值修正過量，造成數值振盪而難以達到收斂的目的，因此學習速率的大小對學習有很大的影響。由經驗顯示，學習速率在相當大的範圍均有很好的收斂性，在此範圍內，學習的結果對學習速率並不敏感。依據經驗取0.5，或0.1到1.0間的值作為學習速率的值，大都可得到良好的收斂性。但仍有些問題的適當學習速率可能低到0.01以下或高到10以上。上述這些參數都有一些經驗值，然而，假使參數的設定一旦變動，學習的效果與精度可能會有很大的差異；因此，本研

究將先以經驗值進行實證，然後調整各參數值以比較結果之差異，再決定適合本研究之參數值。

4. 慣性因子

通常慣性因子太大或太小均對網路之收斂不利，通常在學習過程中，慣性因子可採取較大之初始值，在於網路之訓練過程中逐漸減小之方式設定，一般採用在每一學習循環完畢即將慣性因子乘以一小於1.0之係數（例如0.95）之方式，逐漸縮小慣性因子，但不小於預設之慣性因子之下限。依據經驗：初始值=0.5，折減係數=0.95，下限值=0.1。

參考文獻

1. 葉怡成，「應用類神經網路」，儒林圖書，1993
2. 黃志偉，「高速公路肇事處理時間預測之研究-應用類神經網路分析」，國立中央大學碩士論文，2002.06。
3. 羅華強，「類神經網路-MATLAB 之應用」，清蔚科技，2001.01。
4. 蕭登元，「工業生態學中物質流系統之研究—以台灣地區砂石為例」，國立台灣大學博士論文，2003.01。
5. 高仲仁，「運用類神經網路進行隧道岩體分類」，國立中央大學碩士論文，2001.06。

附錄 B 期初報告審查意見與回覆

委員意見	回覆
戴工務員昌毅	
1. 建請提出本研究計畫之準確度及誤差值	● 已於報告第三章說明模型精確度與誤差值之分析與比較。
王建築師立信	
1. 對於本計畫之研究除新建、拆建工程外，建議須另考慮室內裝修所產生之廢棄物。	● 本研究本年度僅先針對新建及拆除工程建立推估模式，目前裝修工程廢棄物產生量案例不易蒐集，但未來逐步納管後可進行類似推估模式建立之研究。
2. 影響因子之造價不一定與廢棄物成正比，如鋼構造價比鋼筋混凝土高，但廢棄物則鋼構卻比鋼筋混凝土少。	● 將納入後續研究參考。
3. 有關影響因子，在新建工程方面，建議考慮有、無地下室等兩個層面。	● 將納入後續研究考量。
4. 請考量新建工程施工中，部分產生廢棄物如廢鋼筋、水泥袋等，工地已賣給回收商，此部分已無廢棄物產生之問題。	● 本研究目前所推估之廢棄物總量為整體產生量，並不考慮可回收部份。
5. 本研究團隊成員均偏土木，建議增加實務界人士參與，如營造業、建築師業界等，以求嚴謹。	● 本研究期間歷次專家會將邀請相關實務界人士參與。
呂助理環境技術師正期	
1. 有關建築廢棄物產生量推估，為營建資源妥善管理之重要基礎，本計畫就過去國內已應用多年之推估因子再進一步研究改進，有其重要性。	● 謝謝指教。
2. 本署未來將就營建工地進行列管，就推估模式有其重要性，未來相關研究成果，請貴所提供本署參考。	● 遵照辦理。
王教授松永（蔡教授明哲代）	
1. 建築廢棄物產生量之推估的確不易，但可依新建工程時所投入量為基本。依日本對於三種主要構造建築，每 1m ² 地板面積所投入木質材料各為，木造建築：0.1737m ³ /m ² 、鋼筋混凝土造：0.02819m ³ /m ² 、鋼骨造：0.04141m ³ /m ² 。另最近日本「建設資材，勞動力需要實態調查」資料，建築之木材投入量原單位為木造建築：0.204m ³ /m ² 、非木造建築：0.026m ³ /m ² 。確實依建築構造之不同，單位面積所投入木材量無異。尤其廢木材部分來自地板或裝潢材料，不過雖如此，依其比例推估，廢木材數量也不會差太大。	● 感謝提供資料，將納入本研究考量。

<p>2. 國內木質建築所佔比例雖不大，但為因應綠建築之推動，今後木質建築之數量應會增加，隨之其廢木料量之推估亦需要，如樑柱構造工法、框組壁工法及原木堆疊工法等，如有資料，對於其再生利用將有幫助。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 雖然木構造之研究很重要，但目前木構造案例很少，現階段恐怕將無足夠案例進行推估。
<p>江教授哲銘</p>	
<p>1. 建築廢棄物推估系統完成，貢獻大。 2. 建議對於建築廢棄物，可細分項目，如主結構（鋼筋混凝土、鋼構），次結構（內裝修）等等。另外可考慮發展（或另案研究）拆除執照核准條件，可依廢棄物再利用率予與核准，除減量外，亦可鼓勵發展拆除技術及相關拆除衍生性綠色產業。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 謝謝指教。 ● 目前本研究所推估之廢棄物數量為工程產生之總量，尚無針對各種類細項進行推估。細部項目之估算更助於往後分類之效率與管理，未來可納入後續研究之參考。
<p>李理事長世雄</p>	
<p>1. 建築物之目的因功能之不同、設計及工法也會不相同，使用之建材及數量也因此大有區別，要推估其所產生的廢棄物固然有上述資料作為參考，但實際進入工地探訪蒐集應為最能反映實際之方法。 2. 建議本計畫將各種不同型式及用途之建築物分類，再計算其產出之廢棄物數量，當有較多統計數量資料後，自然客觀許多，較不易因各類建住廢棄物合併計算而失其準則，如此將可更嚴謹訂定出，何類型之建築物應會產出多少廢棄物，如：公寓、醫院、飯店、工廠、辦公大樓等。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 本推估模型之資料來源部份來自於工程現場之量測，其餘資料來自業者提供之實際案例數據。 ● 將納入後續研究考量，謝謝指教。
<p>林教授景崎</p>	
<p>1. 本研究之目的在掌握建築廢棄物產生源頭之推估，以類神經網路方法，針對新建及拆除等兩大類來進行分析，新建工程之廢棄物推估準確率達 85.71%，拆除工程之廢棄物達 84.62% 準確性相當高。 2. 對於本計畫推估模式之準確率，建議應將準確度考慮進去，否則易造成誤解。 3. 有關影響因子之研究相當具有意義，建議研究方向可朝向住宅、辦公大樓、醫院、學校等影響因素之預估，較具準確性。 4. 基於推估之準確性與取樣數之多寡有關，在各種不同類別之數據愈多應更具可信度，建議提供回歸分析來驗證其標準誤差值。</p>	<p>--</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 將納入本研究考量。 ● 將納入本研究考量。 ● 類神經網路方法本身設計有訓練及測試之機制，一般多不會再以迴歸或其他方法進行驗證。
<p>章教授裕民（書面意見）</p>	

<ol style="list-style-type: none"> 1. 所提構想與執行方式誠屬可行，惟執行初宜蒐集完整目前國內環境法令對「廢棄物」與「資源物」之界定（近期應有可能將廢清法與資再法合併）。 2. 建議參考環保署於 93 年委託營建研究院所完成之國內營建廢棄物調查報告，供事先釐清國內目前建築廢料（土）之真正流向與排棄方式。 3. 廢棄與回收兩管道，在目前國內建築業不易釐清，執行時宜對所謂之「建築廢棄物」應有所研析，至少不能遠離國內實情，尤其施工中或拆除作業之差異。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 已於 2.1 節明確定義本研究所稱廢棄物範疇。 ● 納入本研究考量。 ● 納入本研究考量。
<p>陳組長瑞鈴</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 對於本計畫執行，應增提建議方案，將近兩年研究完成之完整推估模式，摘要給縣市政府納入參考。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 遵照辦理。
<p>結論</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫預期成果，請擬定建議方案，將近兩年研究完成之推估模式，摘要說明給縣市政府參辦。 2. 本案研究方向具體可行，惟推估之準確度，請顯示出誤差值部分，並提供回饋分析來驗證其標準誤差值。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 遵照辦理。 ● 遵照辦理。

附錄 C 期中報告審查意見與回覆

委員意見	回覆
陳技師育聖	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究團隊於本案收集相當多的寶貴資料，值得肯定 2. 因本案使用類神經網路為工具，其對於原始資料之準確度較為敏感，建議研究團隊可持續收集相關資料，以便其預測準確度更為提高。 3. 針對美國建築施工與拆除產生廢棄物特性研究中使用單位均為英制單位(磅/平方英尺)，建議修正為公制，以便於其他材料做比對。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 謝謝委員的肯定與指教 ● 納入後續研究考量。 ● 已修正為公制單位(P.9-P.10)。
戴工務員昌毅	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫之推估系統完成，未來可與行政院環保署申報資料比較，可分析此推估模式之誤差率及準確度。 2. 對本計畫執行面，建議將完成之完整推估模式給各縣市政府及各公會所(營造公會、建築公會)納入參考。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 納入後續研究建議。 ● 遵照辦理。
陳組長文卿	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫已於 93 年建立推估模式，94 年再作修正但是報告中只有陳述推估結果，但對模式之說明欠缺較詳盡之說明。 2. 模式之合理性及實用性取決於建立時輸入數據之量及代表性，建議應提供合理之說明。 3. 資料收集不應以研究者自己方便取得之來源為限，應先設定目標(數量及種類)再克服困難以達成目標，如 P.28 表 4-1 全國各縣市政府資料收集現況中，雖有部份縣市未回應，但若認為很重要則不應就此放棄。 4. 針對計畫國內外建築工程廢棄物推估方式(P.7)中，各項研究個案均以「此研究」字語開場敘述，建議明確指出引用資料來源。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 針對本研究所使用之類神經網路方法已於附錄加入較詳細之介紹說明。 ● 已於報告第三章加強說明案例資料之來源。 ● 感謝指教，本研究已儘量透過各種管道蒐集新建、拆除廢棄物產生量及相關資料，所建置推估模式已獲致不錯之推估準確率。 ● 已於個案研究回顧段落前標明資料來源出處。
楊教授冠雄	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 本研究所使用之推估模式相當良好，建議再考慮給予各影響因子不同之權重，可增加其準確度。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 感謝指教，所建置類神經網路模型已隱含各因子間不同之權重關係。

華院長志強(書面意見)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫之研究成果，未來可供主管機關參考，有助於廢棄物流向管理制度實施。 2. 有關推估所得數據中，建議顯示廢棄物再利用情形，以增加其實用性。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 謝謝委員的肯定與指教 ● 本研究本年度以建立推估模型，並推估全國數量推估為主要工作項目，後續研究可將廢棄物再利用情形納入分析，更增加推估模型之實用性。
鄭秘書長期霖	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 建築廢棄物產生量與未來實施之工法有直接關係，建議引入推估之因子中。 2. 綠建築推動，鼓勵舊有建築更新，由既有建築佔 97-98%之建築數量來說，室內裝修之建築廢棄物應列入未來推估之範圍進行研究。 3. 建議結合營建公會或相關公會，進行實質建築廢棄物追蹤整合，以回應推估之準確性。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 如 3-1 所述，雖然施工方法可能影響廢棄物產生數量，但受限於所蒐集拆建照案例並未記錄其所使用工法，故目前所建置之模式並未考量此因子，但模式仍以具備不錯之推估準確率。 ● 本研究本年度僅先針對新建及拆除工程建立推估模式，目前裝修工程廢棄物產生量案例不易蒐集，但未來逐步納管後可進行類似推估模式建立之研究。 ● 如 3-3 所述，本研究所建置模式已提供給業者測試使用，初步獲致不錯之回應。
蕭理事長江碧	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 針對木質廢棄物單位計算，以每平方公尺/噸或每平方公尺/立方公尺，何者較準確，請檢討。 2. 針對圖 2-1(P.5)建築廢棄物之定義，並未含磚瓦與混凝土塊，與現況有出入，請說明。 3. 有關影響因子之研究相當具有意義，建議研究方向可朝向住宅、辦公大樓、醫院、學校等影響因素之預估，較具準確性。 4. 本計畫預期成果中，含修正去年之推估系統成果，惟報告中並未說明隱藏層之因子，請說明。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 重量比體積應較能反應廢棄物數量真正之多寡，但配合實務界一般多以體積為計量管制單位，故本研究沿用 m^3/m^2 之計測單位。 ● 2.1 節已說明本研究所稱廢棄物實指”混合物”，包括混凝土塊及磚瓦。 ● 未來若能配合政府相關單位管制蒐集更多案例資料，便可針對不同類型建築物廢棄物產生量因子進行進一步的分析。 ● 隱藏層僅為類神經方法運算過程中所運用的參數設計，其本身之神經單元並不具實質意義。
結論	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 為保有推估模式客觀之樣本性，可結合營建公會之資料，以增加輸入資料之數量，並進行實質之建築廢棄物追蹤整合，以加強模式應用之準確度。 2. 對於所使用的推估模式內容希望能再做更詳盡的說明，使運算過程能更清楚及增加其實用性。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 目前各單位資料多為應用已往研究(新建 $0.1345m^3/m^2$，拆除 $0.79 m^3/m^2$)所推估之數量，對本研究幫助不大，但本研究已儘量透過各種管道蒐集可用案例，並已獲致不錯的推估準確度。 ● 已於附錄加入類神經網路方法之介紹與說明，以增加讀者對本研究模式之瞭解。

附錄 D 期末報告審查意見與回覆

委員意見	回覆
王教授松永(蔡教授明哲代)	
<ol style="list-style-type: none"> 研究團隊於本案收集相當多的寶貴資料，值得肯定。 未來是否能涵蓋古蹟及歷史建築修復工程之建築廢棄物產生量推估。 建築廢棄物中有害物，例如木材防腐劑 CCA，其濃度容限何在?其他如 PCP 雜酚油等亦是重要有害物，請補充。 本推估模式測試案件之數量要多少筆，方可合乎統計上之意義。 本研究所採用之案例未包含木構造之建築物。 請參考單位產生量以 M^3/M^2 或 T/M^2 表示比較符合推估模式。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 謝謝委員的肯定與指教。 ● 目前受限於案例之蒐集，本研究目前所估算之對象尚未包括古蹟及歷史建築之案件。 ● 建築廢棄物有害物之分析非本計劃之研究重點，建議可納入後續研究之考量。 ● 本研究模型建構所使用之推估工具為類神經網路，該模型測試階段之案件數量一般為總案件數量之四分之一。 ● 目前案例蒐集之限制，本研究目前所蒐集之案例尚未包括木造建築物之案件。 ● 本研究所蒐集之案件與目前業界之使用多以體積為度量單位。
許總經理銘嘉	
<ol style="list-style-type: none"> 本研究成果對實務使用貢獻大，建議推廣於相關單位使用。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 謝謝委員的肯定與指教。
交通部公務總局揚助理工務員昇樺	
<ol style="list-style-type: none"> 建築廢棄物數量，建議細分為再生與非再生資源，會較具實用性。 建築廢棄物推估模式目前係利用 EXCEL 試算，建議建立一套更完備資訊系統，才能分年記錄交叉比對，並將其數量化、圖表化，以利追蹤，並有助於機關建立廢棄物流向管理。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 本研究之推估模型目前可估算建築物整體廢棄物之總產生量，尚未針對廢棄物之細項進行推估。 ● 納入後續研究方向。
中華民國建築師公會全聯會王建築師立信	
<ol style="list-style-type: none"> 推估模式中新建與拆除廢棄物數量分南、中、北三區，建議以台灣地圖區分三區範圍。 研究報告書顯示北區掩埋及廢棄物收容廠所大於其產生量，與實務界之認知有所落差，請說明。 針對計畫中一些統計資料，建議列出處。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 於成果報告第四章內容針對全國建築廢棄物之數量推估已置入台灣地圖示意。 ● 本研究於成果報告予以修正。 ● 已於成果報告書中補充統計資料之出處。
標準局	
<ol style="list-style-type: none"> 實例操作部分所引用之案件多無地下室，建議未來擴大蒐集案件與案件種類。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 納入後續研究方向。
營建署建管組戴公務員昌毅	
<ol style="list-style-type: none"> 本計劃之研究成果希望可提供本署使用，使本 	<ul style="list-style-type: none"> ● 配合建研所辦理。

<p>署能有效管理營建廢棄物之再利用相關業務。</p> <p>2. 本研究之歸率模式係以體積(M³)為單位，建議增列重量單位，方便現階段行政院環保署所推動三階段列管營建廢棄物之政策，提供業者參考數據。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 本研究所蒐集之案件與目前業界之使用多以體積為度量單位。
<p>行政院環保署廢管處旅助理環境技術師正期</p>	
<p>1. 本計劃相關係數，建議提供重量計算數據，另體積與重量推估是否有差異，請說明。</p> <p>2. 本研究相關成果，建議能提供給相關機構參考。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 本研究所蒐集之案件與目前業界之使用多以體積為度量單位。 ● 配合建研所辦理。
<p>財團法人中華建築中心李經理明賢(書面建議)</p>	
<p>1. 報告中缺英文摘要，請補充。</p> <p>2. 本計劃之研究成果主要包含『建置與修正建築廢棄物產生量推估模式』與『推估並分析國內建築廢棄物之產生量與變化量』兩部份。累積歷年 68 筆新建工程、61 筆拆除工程與今年新增 10 筆拆除案例，利用類神經網路分析所得 EXCEL 推估系統鎖得單位產生量(M³/M²)係數斯乎僅與構造及用途有關，建議宜隨樣本數之增加隨時檢討該產生細數之正確性。另推估國內建築廢棄物產生量，新建平均為 3,400,000M³，而拆除平均為 1,230,000 M³，數據異常，建議轉換成重量單位，以提供相關單位參考。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 於成果報告書中補充英文摘要。 ● 增加樣本數並隨時檢討該產生細數之正確性可納入後續研究方向。成果報告第四章內容已針對本研究之成果與可能影響之因素作分析與說明。本研究所蒐集之案件與目前業界之使用多以體積為度量單位，未來可視蒐集之資料類型轉換為重量單位。
<p>建研所陳組長瑞鈴</p>	
<p>1. 針對本案之研究，各縣市政府應有很大需求，今年年中即有桃園縣政府來函詢問如何推估，作為訂定推定之參考，所以今年成果將可進一步提供機關團體更精確推估參考。</p> <p>2. 環保署今年八月即開始要求廢棄物產生者申報相關資料，本案有否利用該推估模式來試算測驗？</p> <p>3. 本研究今年度之成果說明新建與拆除工程之廢棄物數量與以往研究差異大，建議於成果報告多加說明因素。</p> <p>4. 針對簡報中建築廢棄物收容廠所可負荷之說法，似乎過於淡化，請說明。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 配合貴所辦理。 ● 本研究目前所採用之資料來自營建署之統計數據，未來可考慮針對環保署之申報資料進行推估測驗。 ● 於成果報告第四章內容已針對本研究成果與過往文獻之差異作分析與比較。 ● 本研究於成果報告予以修正。
<p>建研所丁所長育群</p>	
<p>1. 本案之推估模式僅顯示總量並無分類。廢棄物產生即在現場分類，如推估模式改採分類方式進行，將更精確實用。</p> <p>2. 建議未來可掌握主要都會地區做分析。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 本研究成果為推估建築廢棄物產生量之總量，與現場分類機制不互相違背。 ● 於成果報告第四章內容已針對都會區台北縣作建築廢棄物產生數量與處理場容量之分析。