

## 影響老舊建物補強修繕關鍵因子之評估研究

林怡利\* 林左裕\*\*

**關鍵字：**老屋健檢，補強修繕，整建維護，層級程序分析法，租稅增額融資

### 摘要

台灣建築物屋齡瀕臨「高齡化」之數量日益增加，而直接或間接影響此揭老舊建物損害因子除了地震等天然災害外，尚包括建築物自然老化及人為破壞等因素，進而影響居住者身體健康、居家安全以及經濟發展等問題。本研究目的係針對老舊建築物若欲繼續提供居住服務，同時維持良好機能、結構安全、建築美觀，以及採用環保材料進行修繕補強等問題研究其關鍵因素，並運用層級程序分析法(AHP)得到各指標之相對權重。研究發現：(1) 結構性能對老舊建物補強修繕之影響最為關鍵；(2) 預算財源籌措不易難以達成共識，獎勵補助及減稅措施將成為刺激民眾申請補強修繕之誘因。

老舊建物除了透過都市更新或重建，還可以透過整建維護延長使用期限與強度，然後者為民眾接受度不如前兩者，即使政府訂定相關規則補助獎勵，得到的效果仍不顯著。本研究結論除了指出影響整建維護的關鍵因素，並針對各個面向提出相關政策建議，期望提供政府及業界一落實整建維護的具體可行方案。

### A Study on the Key Factors Affecting the Reinforcement of Old Buildings

Yi-Li Lin\* Tsoyu Calvin Lin\*\*

**KEYWORDS:** Building Structural Inspection, Reinforcement and Repair, Reconditioning and Maintenance, Analytic Hierarchy Process(AHP), Tax Increment Financing(TIF)

### ABSTRACT

The number of "aging" buildings in Taiwan is growing. In addition to the natural disasters, e.g., earthquakes, other factors that may undermine building structure include natural aging and man-made damage. The aging buildings may raise problems of residents' health, living safety and economic development. The purpose of this study focuses on the key factors to keep the essential dwelling functions of an old building working while ensuring its structural safety, architectural aesthetics, and environmental protection at the same time. The relative weights of each evaluation indicators will be decided through using the method of Analytic Hierarchy Process (AHP). This study reaches the following conclusions: 1. "Structural performance" is the most important factor deemed by experts evaluating the necessity of revamping old buildings. The other key factors, ranked in order, include fire prevention, risk of falling objects, and budgetary resources. 2. The government can use incentive subsidies and tax reduction measures to encourage residents to apply for revamping old buildings. Through the conclusions of this study and policy recommendations, it is expected to provide feasible ways to implement the maintenance policy for the relevant industries, government, and academia.

收件日期：2019.09.10；接受日期：2020.01.31

\*政治大學地政系研究所在職專班碩士

Master, Department of Land Economics, National Chengchi University, Taiwan

\*\*政治大學地政系教授(通訊作者 Email: tsoyulin@nccu.edu.tw)

Professor, Department of Land Economics, National Chengchi University, Taiwan

DOI:10.3966/101632122020031110003

## 一、緒論

建築物是人類所建造做為住居、工作與生活等活動的場所，如何讓這個使用場所同時兼顧機能良好、結構安全、建築美觀，以及材料環保等各種社會課題之需求，實為我們生活息息相關的重要性議題。建築物直接或間接產生的危害因子除了地震的天然災害外，也包括自然老化以及人為破壞的因素所導致健康、安全、經濟等問題，國人在面對承受危害後與老舊的建築物(簡稱危老建物)，最簡便的解決方法就是拆除重建，我國內政部營建署在 1998 年發布「都市更新條例」，其大多數案例亦即拆除重建達到都市更新的目的，然而國人居住型態以公寓大廈為主，土地與建築物多為共同持有，所有權人整合不易各種紛爭層出不窮，導致都市更新的進程緩慢而見樹不見林，難以達到都市更新的目的；更進一步談到若建築物未達使用年限就拆除重建，是不符環境保護與永續發展的理念；隨著全球環境保護意識的日益提升，拆除既有建築物及興建新建物過程中所消耗的各類環境資源與產生的二氧化碳量等污染環境的情形，很容易抵銷我們為了保護環境所做的各種努力，因此，以環境保護與永續發展的理念觀之，拆除重建也未必是面對老舊建物唯一的解決方案。對於老舊建物更新的方法並非只有拆除重建，透過「補強修繕、整建維護」的方式不僅可改善居住品質，提升整體環境價值、都市機能，更可增進公共利益、活化地區產業活力與軟體機能效益。

### 1.1 研究動機

根據以上所述老舊建物之結構等安全問題，本研究之研究動機如下：

- (1) 從社會成本及公共安全面向探討，老舊建物可能引發之危害影響甚鉅，耐震評估與補強修繕確實有其急迫性。
- (2) 老舊建物逐年增加，其所面臨之內、外部問題，卻不見有效的補強修繕機制，儘管我國已有相關都市更新、補強修繕或住宅性能評估相

關法令，但仍欠缺廣泛適用於私有建物且有具體實施依據的規範。

- (3) 老舊建物可引發之危害因子影響層面極深且廣，亟需及早建立老舊建築物之相關評估指標，提供老舊建物修補必要性的量化管理及財源籌措的參考。

### 1.2 研究目的

透過文獻調查與專家深度訪談，本研究擬從「安全、機能、環境、經濟」四個面向的觀點，以建構影響老舊建物補強修繕必要性之因子，並發展成一套完整的評估指標架構，具體執行內容描述如下：

- (1) 建立老舊建物補強修繕決策之影響因子。
- (2) 確立老舊建物補強修繕之評估架構，提升老舊建物都市更新、補強修繕具體實施依據的準則。
- (3) 結合財稅制度的修正，以增額稅收及配合都市更新條例相關子法修訂，納入都更基金之運用得以挹注至老舊建物修繕補強等項目，加強急需修繕補強之老舊建物進入到實質修繕階段，達到永續發展的目標。

## 二、理論與文獻回顧

### 2.1 涂爾幹的「社會事實」概念

涂爾幹(Durkheim)認為「每個人追求自身幸福並非社會構成的原因」。涂爾幹強調：「社會先於個人，並且優於個人」。照他的說法，集體意識是使社會凝聚而不崩解的主要因素；如果沒有集體意識力量存在，每個人追求自利的行為將導致混亂與社會的崩解(Durkheim, 1984)。「社會事實」是任何行為方式，無論是否有效，都能夠對個人施加外在約制力的行動方式；或者，是那些存在著、對一個已知社會的全體具有通常性，同時擁有我們自己的存在，獨立於其個體表徵(Durkheim, 1982)。

目前台灣社會對於既有的老舊建物防災沒有共識，不利於解決問題。以涂爾幹的「社會事實」概念，

凝聚人民對「老舊建物防災的社會事實」，所以老舊建物不論是要重建或是整建，首要是喚醒人民的集體意識，有了防災共識推動才會順利。

## 2.2 我國建築物耐震設計規範重要沿革

強震造成人員生命與財產的嚴重損失，造成社會極大的衝擊，亦普遍引起國際上對建築耐震安全的注視，重新檢討相關耐震法規，並積極進行建築耐震能力安全評估工作。臺灣位處地震帶，對建築物耐震設計的考量尤其重要。我國於 1945 年首次公佈建築技術規則做為建築工程規劃、設計、施工之準則，但仍無建築物耐震的相關規範。在早期建築物耐震設計的知識與技術不足，相關的施工規範亦不及目前的技術水準，最初我國的耐震設計相關規定，首於 1974 年 2 月於建築技術規則中，建立專篇，將臺灣各地畫分為強震區、中震區、與弱震區等區域，訂定各區之地震力的設計係數，開啟我國對於建築物耐震設計制訂規範的年代，其主要沿革簡介如表 1 所示。

由表 1 可發現，我國逐年調整耐震設計的準則，耐震設計的要求標準越來越高，現行建築物耐震設計規範對於耐震設計的基本原則，係以「小震不壞、中

震可修、大震不倒」為設計目標，當強震來臨時，建築物不會崩塌，以避免造成嚴重的生命、財產損失。

## 2.3 既有建築物耐震能力評估

臺灣地小人稠，民眾為了求得較大的空間效益，建築物除了往前後兩側加蓋之外，為數最多者是向上加蓋，而且這些建築物在進行加蓋時，絕大部分並沒有對加蓋後之整棟建築物進行結構分析與重新設計，再加上當時的設計與施工均遠不及目前的技術水準與規範要求，易造成強震時許多老舊建築物，因缺乏足夠結構強度又無相應耐震設計承載能力，而承受嚴重的毀損，因此建築物之安全與否實在令人堪慮。九二一集集大地震造成臺灣中部地區許多建築物嚴重倒塌受損，社會大眾開始重視建築物的結構安全；近年來建築物使用與維護管理也陸續暴露出許多的問題，如能在大地震未發生前，即對既有建築物進行耐震能力評估，先行篩選出耐震能力有問題的建築物，並進行耐震補強修繕以提高其耐震能力，則該建築物就不致在地震時發生嚴重破壞，這也是降低地震造成生命財產損失的最有效方式(黃世孟，2008)。

表 1 我國建築物耐震設計規範重要沿革

《建築物耐震設計規範》重要沿革	
1974 年	臺灣開始有耐震設計的相關規定，依據地震發生的機率、規模與震度，將臺灣各地劃分成(強震區、中震區、輕震區)不同的震區。
1982 年	以美國 UBC76 規範為藍本，針對不同用途的建築物，制定不同的重要性等級與「用途係數」。
1989 年	鑒於 1985 年墨西哥大地震的盆地效應，納入地盤總類因素，並考慮垂直地震力，增訂盆地效應的考量，將臺北盆地另外劃分為特別震區。
1997 年	鑒於 1995 年日本阪神大地震的嚴重土壤液化災情，《建築物耐震設計規範》增訂了土壤液化評估方法。
1999 年	921 集集地震發生後，於 1999 年 12 月緊急修訂震區劃分，震區係數皆以最大值 0.33 訂之，經濟部中央地質調查所將車籠埔斷層修訂為第一類活斷層，並修改台北盆地設計反應譜，提高其平台段之放大倍率至 2.5。
2005 年	劃分地震微分區、台北盆地微分區四區，並增訂鄰近斷層建築物的設計地震力。
2011 年	修正台北盆地微分區為三區、進行結構系統與韌性容量、地盤分類準則、週期上限係數 CU 值、建築物間隔要求、隔震建築設計以及土壤液化潛能判定之地表水平加速度等內容進行修訂，於 2011 年 7 月施行，即為目前建築物耐震設計規範現行之版本。

Montes-Iturrizaga 等人(2003)考量位於震區之建築物生命週期成本，並提出最佳耐震補強修復策略方案。Kumar (2007)分析地震所造成的損害及腐蝕等效應對鋼筋混凝土構造物生命週期之影響，並提出最佳的維護修繕計畫。我國行政院亦於民國 2000 年核定「建築物實施耐震能力評估及補強方案」，依該方案內容之規定，凡未依 2000 年 5 月 1 日修正發布施行之建築技術規則設計建造之公有建築物，應全面檢視其耐震能力，對不符合現行耐震設計規範之建築物儘速進行結構耐震補強，以維護民眾安全。

日本政府為了讓居民有安全的生活空間，更以實現「大震不倒」的目標，來強化東京的防災、應變能力，並於 2016 年 3 月提出東京都耐震改修促進計畫，特別指定為特定緊急輸送道路，其沿線兩旁的建築物必須特別加強其耐震性能(厲妮妮，2017)。東京耐震改修促進計畫也提出其他要求地震時建築物安全的相關對策，例如掉落物防止對策、天花板掉落防止對策、防止圍牆倒塌對策、防止被關在電梯裡對策、建築物液化對策以及超高層建築物對策，這些對策對降低地震災害程度有極大幫助。日本「建築基準法」第 10 條甚至規定：「...政令所定場所之建築物基地、構造或建築設備，有損壞、腐蝕或其他缺失，若放任不處理可能產生危害安全或衛生上之問題時，特定行政廳得勸告該建築物或基地所有人、管理人或占有人，於一定期限內進行建築物之拆除、遷移、改建、增建、修繕、改造、停止使用或限制使用等與安全或衛生維護有關之措施(蔡玉娟，2015)。

## 2.4 建築物健診檢查與性能評估

曾喜鵬(2008)表示當家戶對住宅內部品質之不滿意度增加時，選擇「現宅改善」之可能性較「遷移換屋」或「不調整」來得高；但若因「現宅改善」無法改變鄰里環境之不滿意時，選擇「不調整」的可能性也較「現宅改善」高。過去在建築市場上，對於建築物的價值認定，只注重區位、交通、公共設施環境、坪數、裝潢等所謂的市場價值，對於建築物在防震、防水、防火、耐久性、安全、舒適、健康、環境等實

體方面的性能，卻疏於確切的評估。

Juan 等人(2008)表示土地供給有限，在建築物的生命週期中，大多數的住戶無疑都會面臨到維護修繕的需求，然而，由於缺乏知識和經驗，要做出相關評估和整建維護的決定並不容易，目前有些研究已經制定並建立了住宅評估的評估標準項目。文一智等(2016)以我國住宅性能評估檢驗項目而言，民眾對實施住宅性能評估的接受度持正面看法，但是對於費用支付之看法在住宅性能之評估上就有很大的差異。

香港政府為處理香港樓宇失修的問題，修訂《2011 年建築物(修訂)條例》，亦已於 2011 年 12 月制定引入強制驗樓計畫及強制驗窗計畫；香港政府規定屋齡達 30 年或以上的私人樓宇的屋主，接獲屋宇署(Buildings Department, BD) 送達法定通知後，要對建築物進行檢驗及修繕，屋宇署可每 10 年及 5 年分別向屋主發出法定通知，規定屋主為其建築物及窗戶作出明訂安排所需檢驗和修繕工程的計畫時程。建築物依其使用機能而有不同的類別，每種類別又有不同的性能要求，由於住宅的數量最為龐大重要，為提升住宅安全品質及明確標示住宅性能，日本政府於 1951 年提出「檢點 30 項住宅不良判定評定法」；英國政府也於 1996~1998 年間進行研究並發展出住宅評估指標系統；美國則於 1998 年公布第八部分出租保證計畫(The Section 8 Rental Voucher and Certificate Program)。Bucon 與 Tomczak (2016)及 Raslanas 等人(2011)亦分別指出法規的不足是造成波蘭及立陶宛的住宅及都市未能提供建物及規劃上充分維護功能的主因之一。

我國內政部則於 2012 年 12 月 25 日訂定「住宅性能評估實施辦法」，將住宅性能評估依下列性能類別，分別評估其性能等級：一、結構安全。二、防火安全。三、無障礙環境。四、空氣環境。五、光環境。六、音環境。七、節能省水。八、住宅維護。並指定財團法人台灣建築中心為評估機構，而制定此「住宅性能評估制度」目的就是用來衡量住宅使用機能的指標，其主要目的是讓人民居住在「安全、健康、便利、舒適、經濟及永續使用」的生活環境，但至今卻未收

到任何申請案件，可見住宅性能評估制度在臺灣尚未受重視，政府對「住宅性能評估制度」的推動，仍有待檢討以及加強宣導教育的必要。

## 2.5 建築物防火避難綜合檢討

建築物本身並不會自動引燃火災，會引起建築物火災最基本原因多數屬人為的使用不慎、疏忽或故意縱火所造成。由火災統計資料分析住宅電氣火災造成之損失及人員傷亡比率最高，此問題為臺灣目前亟欲改善解決之問題，臺灣地區已有許多專家學者著手積極進行相關研究，張寬勇、黃正義(2000)針對都市老舊住宅社區之建築物探討其現行問題，發現電路管線老化及家電使用產品複雜，為火災之主因。鄭宗敏(2007)分析臺灣火災統計資料，表示社區未能落實公寓大廈之維護管理，將門口騎樓巷道大量停放機車，未妥善規劃巷道停放機車之問題，致夜間汽、機車恣意停放，影響救災動線及搶救速度。火勢延燒迅速，逃生路徑遭火煙阻斷，安全梯無法使用，陽台挪為居室或廚房、防火區劃被破壞，室內裝修不具防火效能，民眾缺乏正確防火逃生觀念，安全梯或逃生通道周圍堆滿雜物，及巷道狹窄救災車輛難以靠近等。我國近年來因天然及人為災害所致火災事故層出不窮，除造成居民生命傷亡及財產損失外，也對現場附近民眾及救災人員的生命安全造成嚴重威脅，在防火避難上無疑也是安全提升的重點。

## 2.6 以生命週期觀點探討老舊建物之維護

所謂「建築物的生命週期」(Life Cycle，以下簡稱 LC)就是建築物由新建之初到拆除的期間。大致可分為規劃、設計、發包、施工、營運維護、拆除廢棄等階段。建築物生命週期隨著不同屬性而有不同定義，而且其中有很大的差異，從建築物的物理耐用年限(結構安全的生命週期)、機能耐用年限(空間設備機能的生命週期)、社會耐用年限(社會機能的生命週期)、稅法耐用年限(財稅法的生命週期)等角度可定義不同建築物生命週期的意義。(林憲德,2002)

住宅的平均壽命很難正確調查，通常可以住宅總

戶數除以長期平均每年新建住宅數量來權當其壽命。一般而言，歐美國家的住宅壽命均很長，根據林憲德(2004)研究資料所示，住宅的平均壽命在英國為140年，在美國為103年，在德國則約為80年。加藤氏(1986)對日本數萬棟住宅之拆除年數分佈統計，而推論日本平均住宅壽命為38.2年。另外，林憲德(2002)曾統計臺灣10,859件拆除的建築樣本(其中住宅佔七成)，統計出拆除年數分佈，據此推論建築壽命也是35~40年。臺灣、日本的住宅生命週期只有三、四十年，比起歐美國家住宅之長壽令人十分訝異。此種超短的建築壽命乃是現今亞洲工業化國家的共通現象，亦即因人口大量移動、土地使用變動大、不動產更動頻繁，使大部分未達物理耐用年數的建物被大量拆除重建，造成建築物LC嚴重偏低的現象，更嚴重浪費地球資源。

## 三、研究方法

本研究蒐集國內、外與本研究主題相關之文獻、研究報告，藉由分析所得之資料，進行特性分析、理論導入、系統化的整合與分類，將各個相關領域的評估指標與方法進行彙整的動作，進而挑選與研究較相關之評估指標與方法，作為篩選項目與評估的模式，先進行專家深度訪談後，訂出明確指標後再對學者、政府單位、估價師、建築師、技師等進行問卷調查，最後以層級分析法(Alytic Hierarchy Process, AHP)進行問卷之分析(Saaty, 1980)。

決策者通常需在眾多準則問題中，評估相互關係並權衡輕重順序，進行決策分析。為了解決決策中無法解決的問題，AHP法將複雜的問題系統化及層級化，由目標第一層往下劃分為不同層級，把問題解構為不同層級項目及因素，並將相關層級因素透過相互比較方式調查專家意見，以其專業經驗填寫問卷，再將問卷填答結果經由統計分析求得層級指標權重或優先選擇方案。Medineckienė等人(2010)亦以AHP法進行建物對環境影響之因素分析。

本研究先對12名專家進行深度訪談，訪談對象主要為產、官、學之各專家，最後藉由整合此12位

專家意見，配合國內外相關文獻後製作指標因子架構表，再對各領域專家學者進行問卷及 AHP 分析。

### 3.1 建立層級結構

本研究擬定各階層之影響構面如圖 1 所示，其中第一階層包含安全、機能、環境、經濟等四大面向。第二階層則總共包括十六個指標，在安全面向中包括結構性能、防火避難、墜落物危害、人員防墜；在機能面向中包括無障礙設施、設備劣化程度、防水防潮、管理維護；在環境面向中包括防止災害蔓延、美化市容觀瞻、提高建築節能效率、改善室內環境品質；在經濟面向中包括降低社會成本、提升建築物使

用價值、提振區域經濟、預算財源等。

本研究的專家問卷受訪者以學者、政府單位、估價師、建築師、技師為對象，並將一般民眾(所有權人)也列入調查對象，以其所得之權重做為比較參考值(參閱表 2)。問卷經回收整理後先檢驗回收的專家問卷是否具有的一致性，即各層影響指標分析過程中，是否具相互矛盾之現象，所求得的最大特徵值( $\lambda_{max}$ )必須非常接近影響指標因素之個數。問卷檢測結果之一致性比率(C.R.)及整體層級一致性指標(C.R.H.)均遠小於判斷基準值 0.1，通過一致性之檢測。

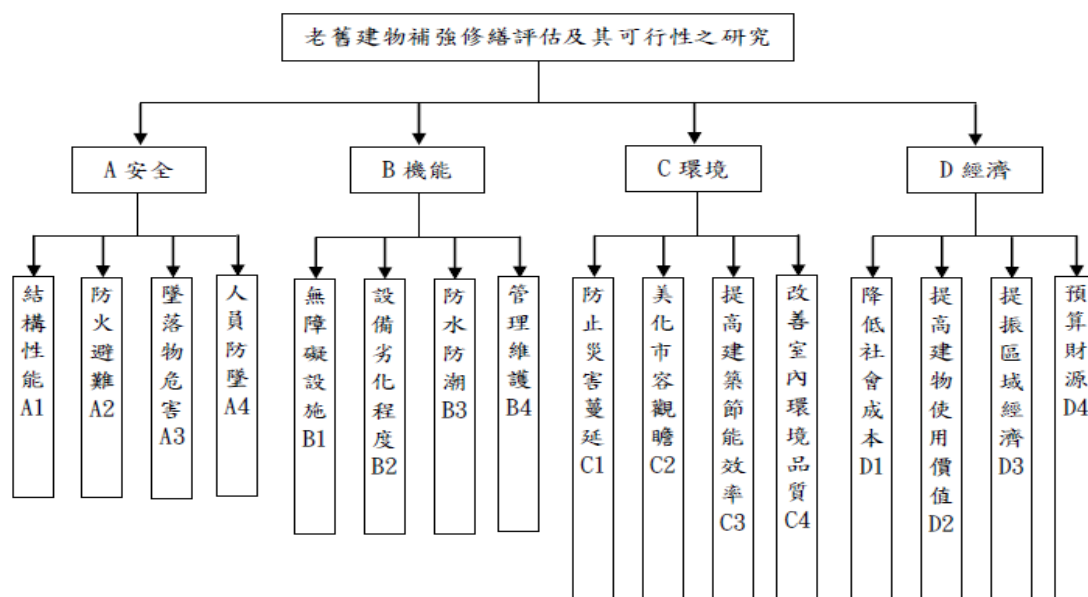


圖 1 老舊建物補強修繕評估各階面向與因子架構圖

表 2 問卷回收情形

受訪者屬性	問卷回收份數	有效問卷 (符合一致性檢定)	無效問卷	有效回覆率
學者	30	20	10	66.67%
政府單位	38	20	18	52.63%
估價師	36	20	16	55.56%
建築師	114	35	79	30.70%
技師	124	60	64	48.39%
專家學者 (小計)	<b>342</b>	<b>155</b>	<b>187</b>	45.32%
一般民眾	<b>80</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	50.00%
總計	<b>422</b>	<b>195</b>	<b>227</b>	46.21%

### 3.2 各影響評估指標之內涵

#### (1)結構性能(A1)

老舊建物因為耐震設計法規與現行之差異因素、結構系統配置不規則或缺陷、結構構件損壞劣化、材料強度老化、不當使用（增修建、違建、提高使用載重…等）等因素，須經由結構安全性能評估來知悉其現有耐震能力。

#### (2)防火避難(A2)

防火安全(裝修材料、防火區劃、防火管理)、避難安全(出入口、走廊通道、直通樓梯、緊急進口)。

惟改善當前老舊建物避難空間、防災路徑、消防設施、道路路形與防火建築等課題，將有助於提升公共安全。

#### (3)墜落物危害(A3)

由於墜落發生之意外為數不少，為了維護自己與家人的安全，檢視窗台、陽台/露台的欄杆或圍牆是否有破損、老舊鬆動、生鏽掉漆、搖晃……等現象。為避免意外墜落或易於攀爬，專家建議窗台、陽台/露台的高度應至少達 140 公分為宜。

#### (4)人員防墜(A4)

內容同上。

#### (5)無障礙設施(B1)

增設電梯、輪椅坡道、導盲磚等無障礙空間，使所有民眾增加便利性。

#### (6)設備劣化程度(B2)

消防設備、給排水設備、瓦斯管線、熱水設備、電氣設備，期透過適當修繕或翻修後，以改善及提昇其性能。

#### (7)防水防潮(B3)

防水是建築工程中很重要的一環，有時因建物老

舊、屋頂或外牆產生裂痕，或是防水層年久失修防水失效，導致種種滲漏狀況。

#### (8)管理維護(B4)

一次性的大規模施做補強修繕，可以減少零星維護不便性，例如：門窗校正、局部防水…等)。

#### (9)防止災害蔓延(C1)

都市防災避難所、設施、消防救災路線、火災延燒防止地帶(阻隔蔓延)、維生管線系統等。

#### (10)美化市容觀瞻(C2)

在建築物未達到重建需求時，透過實施補強修繕、整建維護可於短時間內有效改善居住品質，並重塑建物的新風貌，可以達到符合都市應有之機能、改善都市景觀及居住環境品質。

#### (11)提高建築節能效率(C3)

建築的日常耗能中以空調及照明用電佔了最大比例，在夏日建築物的空調用電比約佔四至五成，而照明用電比高達三至四成，建築物外殼熱負荷比、空調效率比、照明節能比值等...，檢視建築物的保溫與隔熱，減少能源使用，從空調與照明上來談論建築節能最有效果。

#### (12)改善室內環境品質(C4)

長期暴露在噪音環境下，會引起很多不利的身心效應；陽光是控制室內濕度及抑制黴菌滋長的最佳利器；室內環境中空氣污染物與人體健康的關連性高。以音環境、光環境、通風換氣(音、光、氣)與室內建材裝修等四部份為主要評估對象。尤其在室內裝修方面，鼓勵儘量減少室內裝修量，並盡量採用具有綠建材標章之健康建材，以減低有害空氣污染物之逸散，同時也要求低污染、低逸散性、及可循環利用之建材設計。



### (13)降低社會成本(D1)

建築物受震損害時，除了建築物內部的人員傷亡外，鄰近路過建築物的人車，亦可能因墜落物而傷亡。人員傷亡將使其勞動能力喪失或減少，中斷薪資收入，增加醫療費用、撫慰金、保險費用、建築廢棄物處理費…等，造成許多社會問題。如能注重老舊建築物的使用維護，將可提高國家社會整體的效益。

### (14)提高建物使用價值(D2)

透過不斷地對建築物進行維護修繕，於是建築物老劣化、腐蝕情況獲得改善，就能夠延長建築物使用壽命，不會因時間的流逝而價值下跌，而能達成維持建築物價值的目標，形成良性循環。

### (15)提振區域經濟(D3)

透過都市更新(重建、整建維護)的手段，使得都市品質提昇並增進都市機能，讓衰頹的老市區創造發展新契機，獲得再生與再發展的機會，進而創造就業機會、增加家庭收入。

### (16)預算財源(D4)

建築物若未達使用年限就拆除重建，拆除既有建築物及興建新建物過程中所消耗各類環境資源與產生的二氧化碳量等污染環境物體，足以抵銷我們為了保護環境所做的各種努力，也不符環保永續的理念。

當建築物透過耐震評估程序後，如結構須補強者政府應輔導進行補強修繕、整建維護程序；評估須拆除重建者則輔導進行拆除重建程序方式辦理。

- (A) 耐震補強所需費用：包括補強經費、修復經費、補強設計監造費及工程管理費等。
- (B) 重建費用：依建築物工程造價標準單價表。
- (C) 另計項目費用：
  - (a) 拆除工程。
  - (b) 建築設計費、鑑界費、鑽探費、建築相關規費。
  - (c) 公寓大廈管理金、開放空間基金。

(d) 協助開闢公共設施相關費用（含土地成本、地上物拆遷、道路開闢費用）。

(e) 周邊公有建築物維護費用。

(f) 物價調整費。

「巧婦難為無米之炊」，政府財政困窘，政策就難以推動；人民生活不夠充裕，就不可能會費精神花錢去評估住所的問題，也怕發現了問題又須進行補強修繕、整建維護等經費負擔之情事。因此獲得財務上的補助及支援，亦為極重要的因子。

## 四、AHP 分析結果

本研究「影響老舊建物補強修繕關鍵因子」評估體系，包含四大面向、十六項指標因子，進行層級分析法來確認各層級間之因子權重關係，協助政府透過「補強修繕、整建維護」的方式來改善居住品質，提升整體環境價值、都市機能，增進公共利益、活化地區產業活力與軟體機能效益。

### 4.1 影響老舊建物補強修繕評估指標之權重分析

依據調查結果分群分析方式，首先對回收之專家問卷進行整理彙整以整合專家意見，同時檢查其填寫內容之完整性，並利用 Excel 運算，採用幾何平均作為整合，然後建立各層級評估面向或評估指標成對比矩陣，求取優先向量及最大特徵值( $\lambda_{max}$ )。為檢定決策者在成對比較時是否有前後一貫性，須進行一致性檢定，求出一致性指標(C.I.)及一致性比率(C.R.)，成對比較前後具一致性(C.R.  $\leq 0.1$ )求得各層級要素權重。依各專家學者所給予評估因子之數值，整理出各評估面向指標之權重(見表 3~表 6 及圖 2~圖 9)。

為了更落實其應用的可行性，本研究將十六項指標分為「佳」、「中」、「劣」三種選項，得分分別為 1.0、2/3、1/3，乘以 AHP 分析所得權重後，再經過正規化後，加總得評估分數，做為進行補強修繕排序的參考(參見表 5 及表 6)。

問卷分析結果發現，專家一致認為「安全」是最重要的第一層指標，依次為經濟、機能、環境。在十六項評估的次指標中，「結構性能」係專家一致認為最



重要的指標，其餘列為前六項之指標為防火避難、墜落物危害、提高建物使用價值、預算財源、人員防墜、設備劣化程度；其餘的指標為無障礙設施、防水防潮、管理維護、防止災害蔓延、美化市容觀瞻、提高建築節能效率、改善室內環境品質、降低社會成本及

提振區域經濟等，則會因為全體專家與雙北市及雙北之外縣市專家評估之評估觀點有少許的差異而會有權重上之差別，不同領域之專家與建物所有權人對不同因素之認知具差異性的結果與趙國鑫、吳韻吾與徐伊婷(2013)之研究一致，主要係因利害關係不同之故。

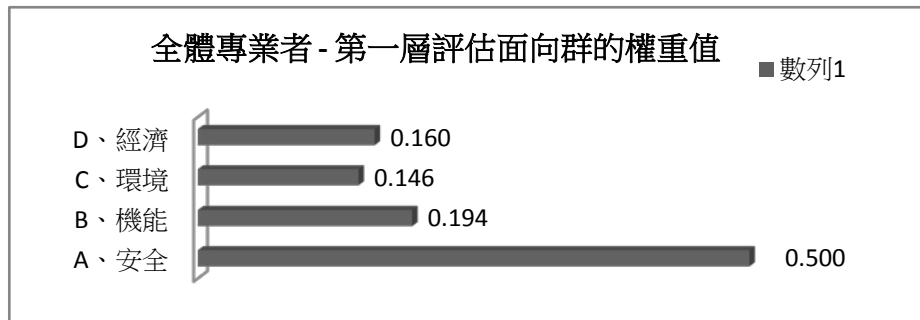


圖 2 全體專業者對第一層評估面向群的權重值分析圖

表 3 專家給予的第一層評估面向群的權重值之排序結果(全體整合)

評估項目	第一層評估面向群的權重值之排序結果													
	全體專家		學者		政府單位		估價師		建築師		技師		一般民眾	
A、安全	<b>0.500</b>	<b>1</b>	0.558	1	0.530	1	0.548	1	0.485	1	0.482	1	0.451	1
B、機能	<b>0.194</b>	<b>2</b>	0.211	2	0.210	2	0.140	3	0.153	3	0.218	2	0.166	3
C、環境	<b>0.146</b>	<b>4</b>	0.123	3	0.138	3	0.213	2	0.130	4	0.138	4	0.093	4
D、經濟	<b>0.160</b>	<b>3</b>	0.108	4	0.123	4	0.099	4	0.231	2	0.162	3	0.291	2

註：一般民眾為非專家，僅供比較參考。

表 4 專家給予的第二層評估指標群的權重值之排序結果(全體整合)

評估項目	第二層評估指標群的權重值之排序結果(原始)													
	全體專業		學者		政府單位		估價師		建築師		技師		一般民眾	
A1、結構性能	<b>0.234</b>	<b>1</b>	<b>0.209</b>	<b>1</b>	<b>0.256</b>	<b>1</b>	<b>0.234</b>	<b>1</b>	<b>0.210</b>	<b>1</b>	<b>0.248</b>	<b>1</b>	<b>0.207</b>	<b>1</b>
A2、防火避難	<b>0.133</b>	<b>2</b>	<b>0.145</b>	<b>2</b>	<b>0.136</b>	<b>2</b>	<b>0.123</b>	<b>2</b>	<b>0.150</b>	<b>2</b>	<b>0.120</b>	<b>2</b>	<b>0.121</b>	<b>3</b>
A3、墜落物危害	<b>0.073</b>	<b>3</b>	<b>0.101</b>	<b>4</b>	<b>0.082</b>	<b>3</b>	0.066	5	0.076	5	<b>0.061</b>	<b>4</b>	<b>0.065</b>	<b>4</b>
A4、人員防墜	0.057	6	<b>0.104</b>	<b>3</b>	0.056	7	0.042	9	0.048	7	0.052	8	0.058	6
B1、無障礙設施	0.045	10	0.050	7	0.054	8	0.041	10	0.030	13	0.049	9	0.049	7
B2、設備劣化程度	0.046	9	0.039	9	0.032	11	0.044	8	0.045	8	0.056	6	0.039	10
B3、防水防潮	0.044	11	0.060	6	0.058	6	0.026	14	0.037	11	0.044	10	0.033	11
B4、管理維護	0.051	8	0.062	5	<b>0.065</b>	<b>4</b>	0.030	12	0.042	9	0.054	7	0.045	8
C1、防止災害蔓延	0.058	5	0.038	11	0.062	5	0.066	6	0.058	6	0.060	5	0.031	12
C2、美化市容觀瞻	0.025	15	0.031	12	0.024	14	0.027	13	0.026	14	0.023	16	0.013	16
C3、提高建築節能效率	0.024	16	0.015	16	0.026	13	0.032	11	0.014	16	0.029	14	0.018	15
C4、改善室內環境品質	0.034	12	0.039	10	0.027	12	<b>0.070</b>	<b>4</b>	0.032	12	0.025	15	0.031	13
D1、降低社會成本	0.034	13	0.017	15	0.021	15	0.056	7	0.038	10	0.034	12	0.065	5
D2、提高建物使用價值	0.057	7	0.029	13	0.038	10	<b>0.101</b>	<b>3</b>	<b>0.083</b>	<b>4</b>	0.044	11	0.041	9
D3、提振區域經濟	0.026	14	0.019	14	0.020	16	0.022	15	0.023	15	0.032	13	0.028	14
D4、預算財源	<b>0.060</b>	<b>4</b>	0.043	8	0.043	9	0.020	16	<b>0.087</b>	<b>3</b>	<b>0.068</b>	<b>3</b>	<b>0.157</b>	<b>2</b>

註：一般民眾為非專家，僅供比較參考。

表 5 以【全體專家】進行評分標準之調整修正值

第二層評估指標群的權重值之排序結果(全體專家)-正規化後						
評估項目	原始權重	佳(1.0)	中(2/3)	劣(1/3)	正規化後加總 (佳中劣)	排序
A1、結構性能	0.234	0.234	0.156	0.078	0.179	1
A2、防火避難	0.133	0.133	0.088	0.044	0.102	2
A3、墜落物危害	0.073	0.073	0.049	0.024	0.056	3
A4、人員防墜	0.057	0.057	0.038	0.019	0.044	5
B1、無障礙設施	0.045	0.045	0.030	0.015	0.034	10
B2、設備劣化程度	0.046	0.046	0.031	0.015	0.036	9
B3、防水防潮	0.044	0.044	0.029	0.015	0.034	10
B4、管理維護	0.051	0.051	0.034	0.017	0.039	8
C1、防止災害蔓延	0.058	0.058	0.039	0.019	0.044	5
C2、美化市容觀瞻	0.025	0.025	0.017	0.008	0.019	15
C3、提高建築節能效率	0.024	0.024	0.016	0.008	0.018	16
C4、改善室內環境品質	0.034	0.034	0.023	0.011	0.026	12
D1、降低社會成本	0.034	0.034	0.022	0.011	0.026	12
D2、提高建物使用價值	0.057	0.057	0.038	0.019	0.044	5
D3、提振區域經濟	0.026	0.026	0.017	0.009	0.020	14
D4、預算財源	0.060	0.060	0.040	0.020	0.046	4

彙整各專家對第二層評估指標群進行評分標準調整修後的權重值之排序結果如表 6 所示：

表 6 第二層評估指標群的權重值之排序結果(正規化)-全體

第二層評估指標群的權重值之排序結果(正規化)														
評估項目	全體專業		學者		政府單位		估價師		建築師		技師		一般民眾	
	A1、結構性能	0.179	1	0.160	1	0.196	1	0.179	1	0.161	1	0.190	1	0.158
A2、防火避難	0.102	2	0.111	2	0.104	2	0.095	2	0.115	2	0.092	2	0.093	3
A3、墜落物危害	0.056	3	0.077	4	0.063	3	0.051	5	0.058	5	0.047	4	0.050	4
A4、人員防墜	0.044	5	0.080	3	0.043	7	0.032	9	0.037	7	0.040	8	0.045	6
B1、無障礙設施	0.034	10	0.038	7	0.041	8	0.031	10	0.023	13	0.038	9	0.037	7
B2、設備劣化程度	0.036	9	0.030	9	0.025	11	0.034	8	0.034	8	0.043	7	0.030	10
B3、防水防潮	0.034	10	0.046	6	0.045	6	0.020	14	0.029	10	0.034	10	0.025	11
B4、管理維護	0.039	8	0.047	5	0.050	4	0.023	12	0.032	9	0.042	6	0.035	8
C1、防止災害蔓延	0.044	5	0.029	11	0.047	5	0.050	6	0.045	6	0.046	5	0.024	12
C2、美化市容觀瞻	0.019	15	0.024	12	0.018	14	0.021	13	0.020	14	0.017	16	0.010	16
C3、提高建築節能效率	0.018	16	0.011	16	0.020	13	0.025	11	0.010	16	0.022	14	0.014	15
C4、改善室內環境品質	0.026	12	0.030	9	0.021	12	0.053	4	0.025	12	0.019	15	0.023	13
D1、降低社會成本	0.026	12	0.013	15	0.016	15	0.043	7	0.029	10	0.026	12	0.050	4
D2、提高建物使用價值	0.044	5	0.023	13	0.029	10	0.078	3	0.064	4	0.034	10	0.031	9
D3、提振區域經濟	0.020	14	0.015	14	0.016	16	0.017	15	0.018	15	0.025	13	0.022	14
D4、預算財源	0.046	4	0.033	8	0.033	9	0.015	16	0.067	3	0.052	3	0.120	2

註：一般民眾為非專家，僅供比較參考。

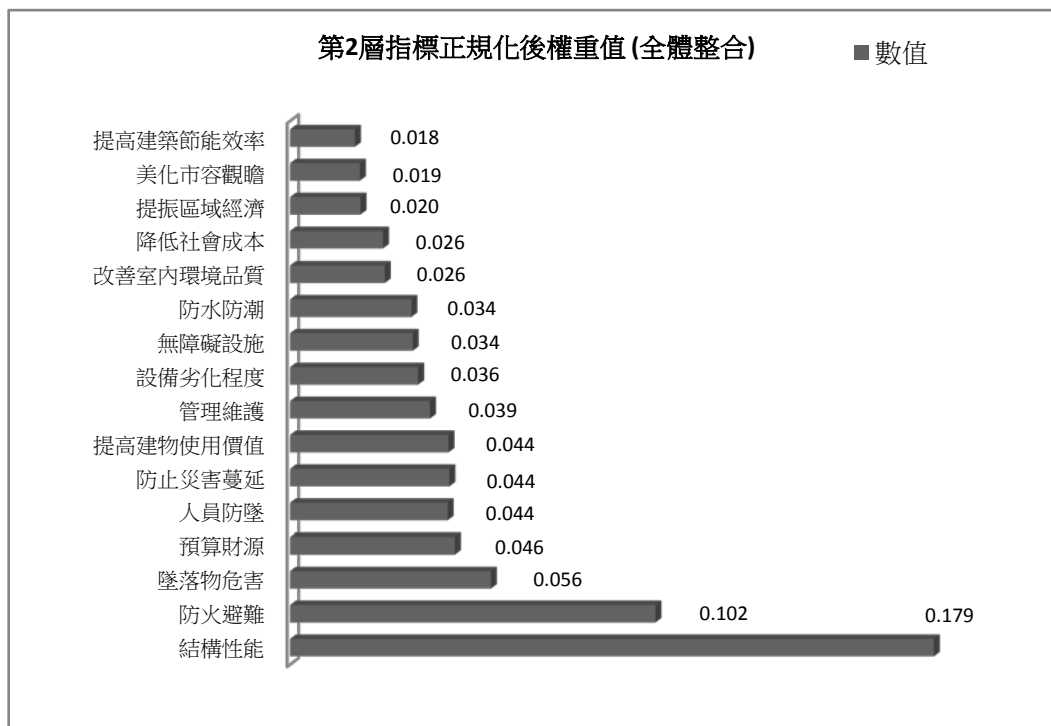


圖 3 全體專家評估之指標優先權重值

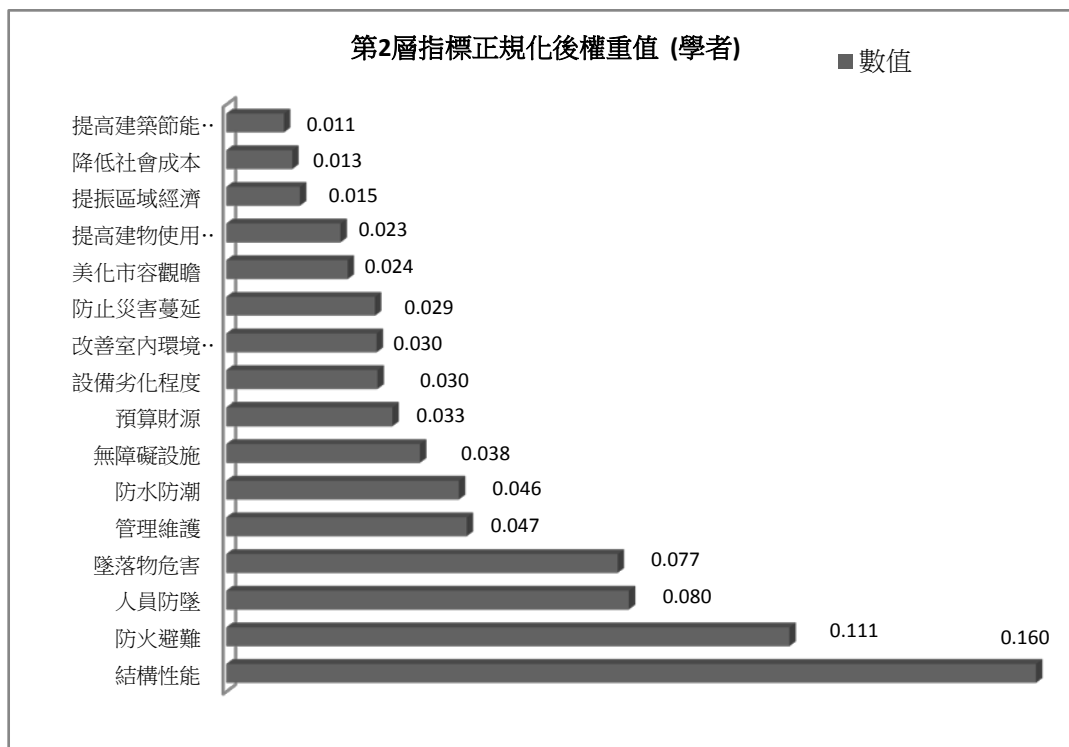


圖 4 學者評估之指標優先權重值

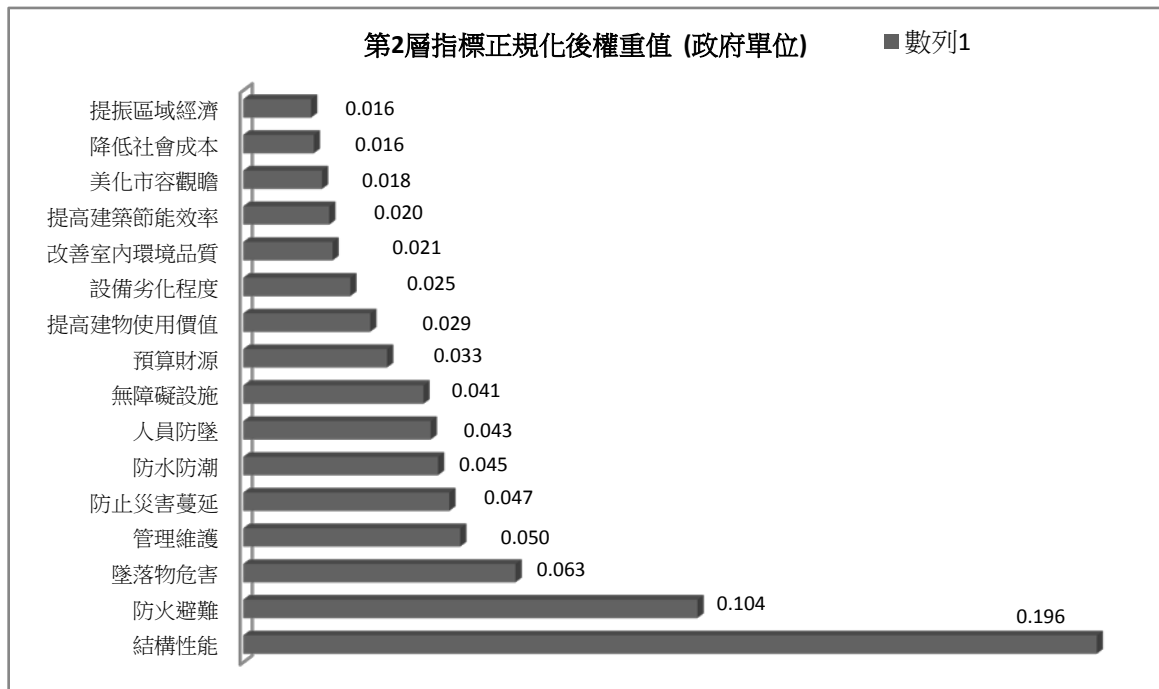


圖 5 政府單位評估之指標優先權重值

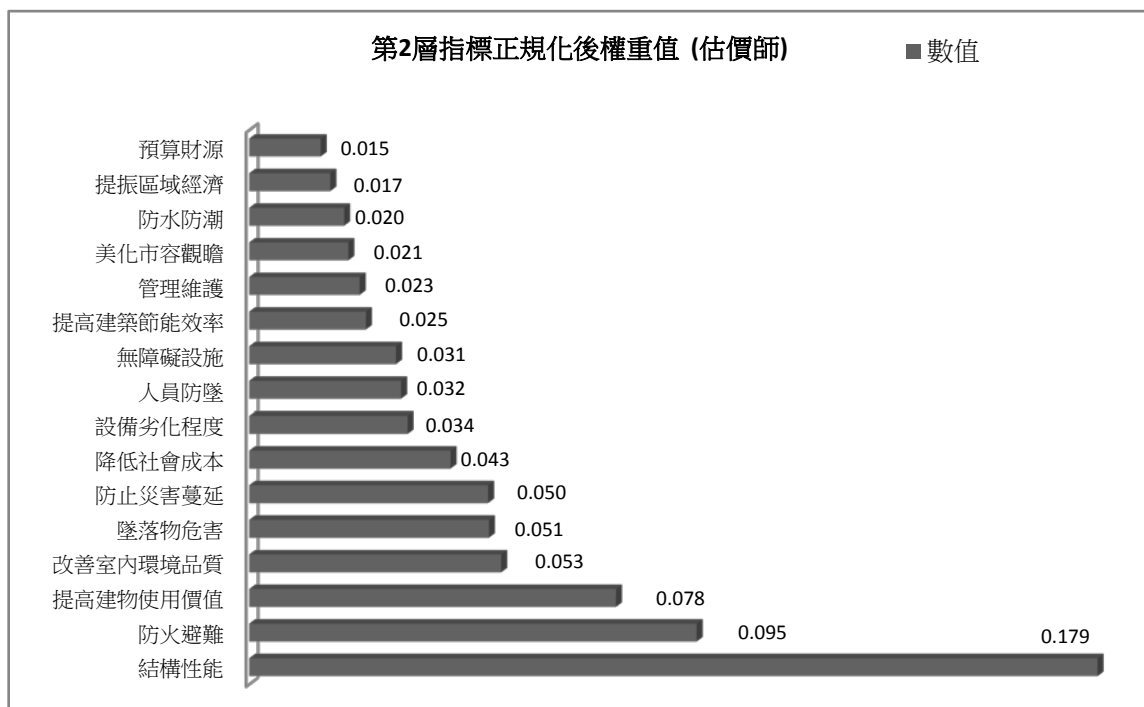


圖 6 估價師評估之指標優先權重值

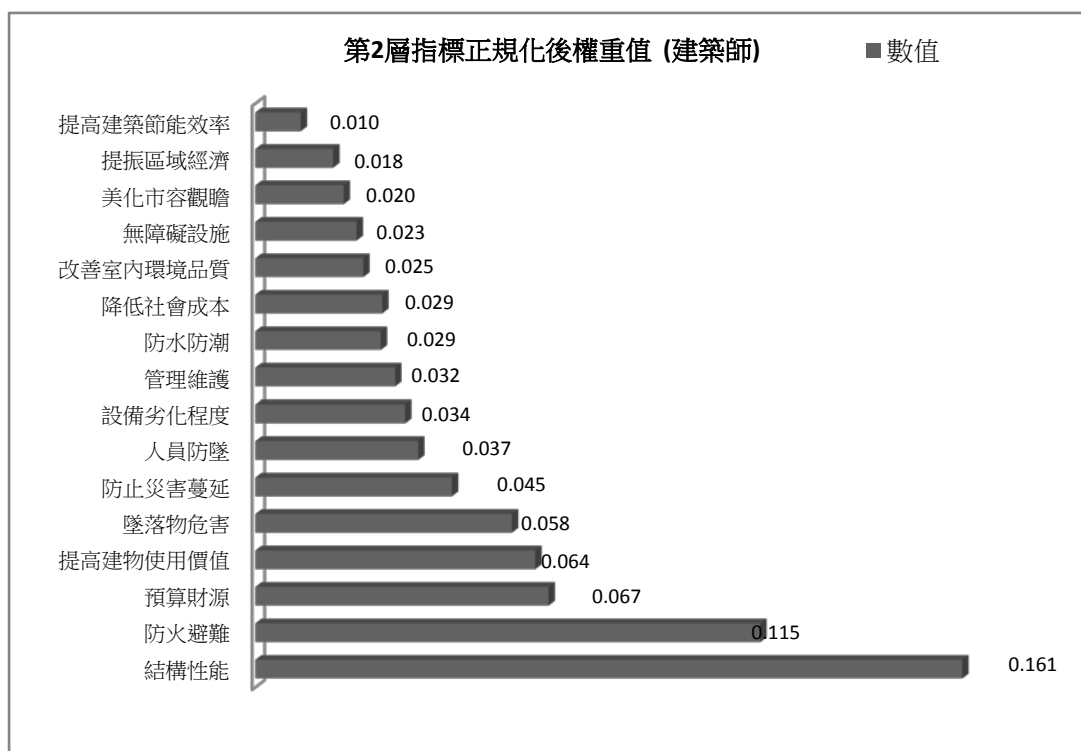


圖 7 建築師評估之指標優先權重值

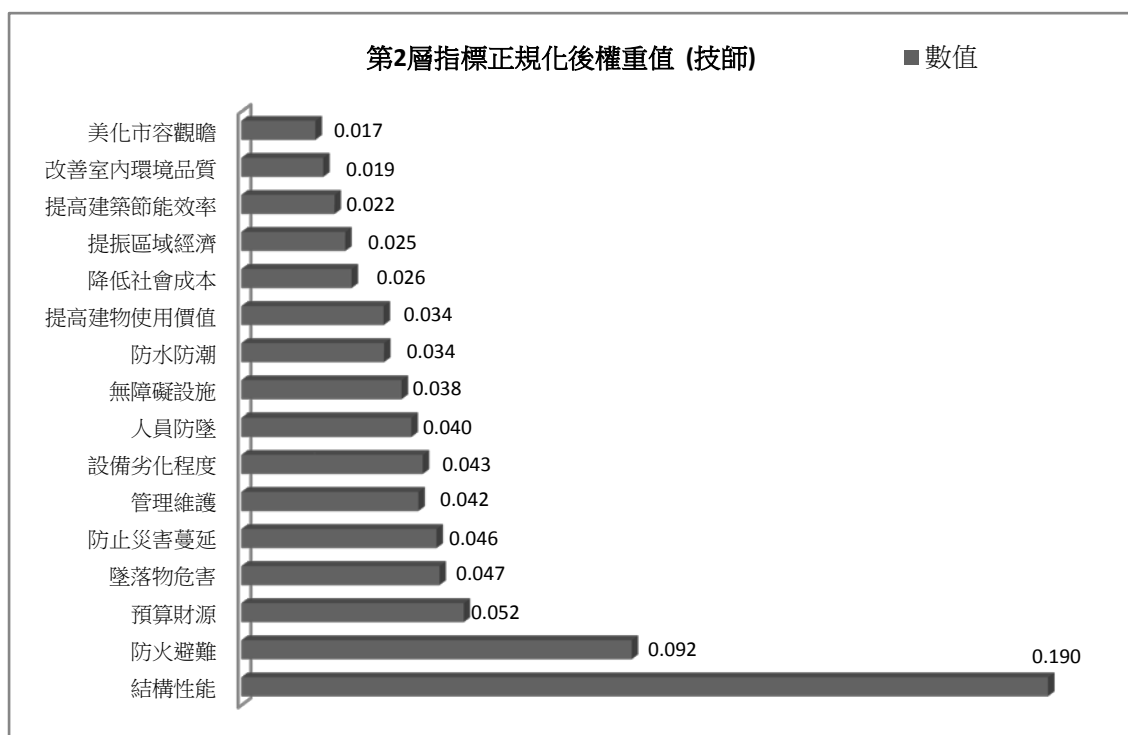


圖 8 技師評估之指標優先權重值

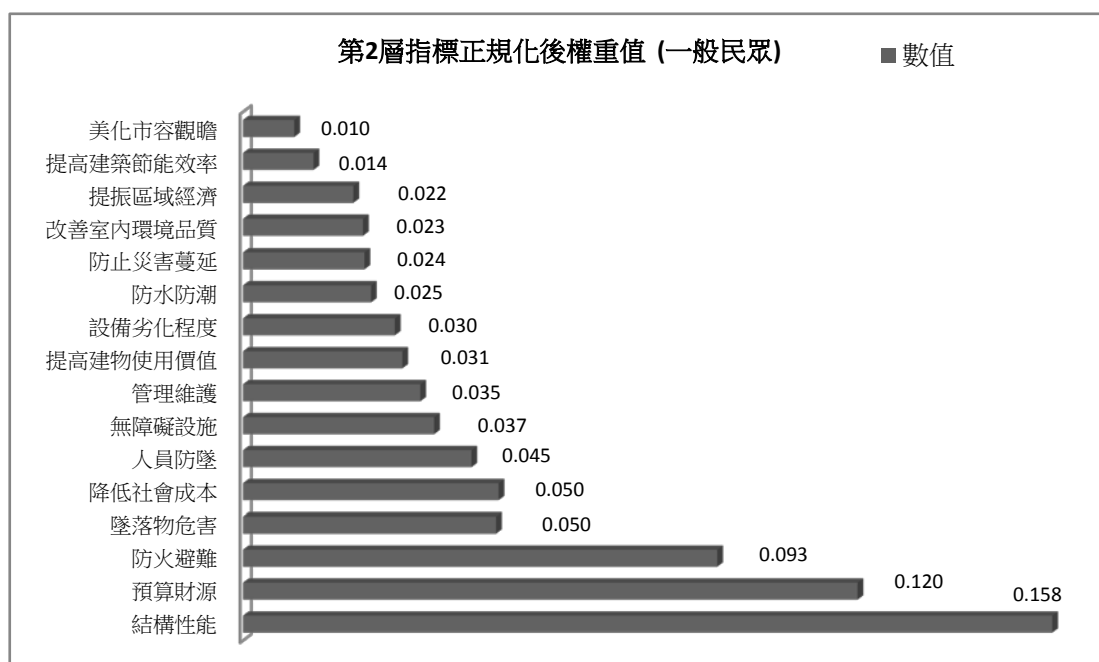


圖 9 一般民眾評估之指標優先權重值

#### 4.2 影響老舊建物補強修繕的關鍵指標

就第一層而言以「安全」面向較受注重，而在第二層方面則以「結構性能」、「防火避難」及「預算財源」為前三項指標佔絕對數值最大者，顯示在考量老舊建物補強修繕時，此三項最為專家學者所重視。「安全」面向所探討之指標有『結構性能』、『防火避難』、『墜落物危害』及『人員防墜』，當這些評估指標之狀況產生惡化時，有疑慮的建築物對於人的生命安全的具有潛在威脅的危害。

##### (1) 結構性能

結構安全性能是維護建築物使用的基本，包含抗震安全性、逃生時間、附屬隔間牆倒塌、結構裂縫、滲水及鋼筋裸露及混凝土剝落..等，建築物機能皆需要主結構體之安全性能支持。

##### (2) 防火避難

防火避難指標的權重因子排序結果為第二高，老舊建物受限於既有硬體設施改善困難，要達到一定的公共防災安全性，改善消防設備為重要的課題。

##### (3) 預算財源

民間的集合住宅，結構性能提升的補強工作，難以順利推展，除了產權分散導致意見不一致，最主要的原因，是預算財源的不足，從問卷調查一般民眾的權重結果顯示預算財源為第二優先項目可以得到驗證。

不同的專家及民眾的答卷結果經分析後，對指標重視的程度不同，頗值深入探討。建築師與技師係在專業人員中與本研究之建築物設計及安全性有極密切之關係，幾乎所有合法建築構造物之設計、施工、請領執照、管理、補強、拆除等，建築物壽命中之使用及管理事項，均出自於這類專業技術人員之手。因此，建築師與技師這兩類專業人員均對於建築物的「結構性能」勢必最為重視，尤其結構體之安全及耐用性能，使建築物可藉由裝設設備的功能以及材料裝修，充分發揮其使用性能之基礎與根本，結構性能指標關係著他們對業者與使用者(公眾)需負擔其生命安全的最大責任。同樣屬於專業人員的估價師，亦發現與建築師及技師之權重衡量邏輯相似，均都將「結構性能」這項指標列為權重最重要的項目，儘管估價師

並未參與建築物的設計與施工，但結構性能代表建物對使用者與公共安全及社會價值極為重要。

而「預算財源」同樣均為建築師與技師相對重視的指標，在設計階段建築師與技師往往會因為業主的預算額度影響設計以及結構系統的種類，有好的預算則可以考慮隔震、制震，增加安全性與舒適度，在美觀上更可以有突破性考量；遇到預算不足則得一再精簡設計規模、可能方案也受到限制，使得設計、用途及美觀亦受侷限，因此建築師與技師對於實務面的預算財源是相對敏感的，預算過低可能無法成案。此結果亦呼應了黎昌憲與郭斯傑(2013)之研究結果---在有限的預算下，應尋找出關鍵項目，控管(學校建物的)維護費用。

然而，估價師雖亦認為結構性能為重要指標，與建築師及技師之看法一致，但估價師在「預算財源」這項指標給予的權重卻極低，認為預算財源最不重要。此差異可能由於估價師在判定一棟建築物的價值之前，首先須確認該棟建築物是安全且不會有危害的，一旦估價師發現建築物的結構性能有疑慮，估價師將會給予該建築物低度的價值評估。因此估價師對於預算財源指標的看法，與建築師及技師的看法在此項目有不同觀點，估價師在其專業考量下，不必考慮興建初期或使用維護過程之預算財源，估價師對該建築物是否有相關或足夠預算去整修建物，以提昇建物的價值並不考量為影響現況價值之因素。亦即當建築物所有權人啟動適當的維修、美化、補強之後，估價師可在結構安全等條件無虞下，評估建築物之價值。

而一般民眾所評估的指標權重，排序第一順位為「結構性能」，「預算財源」則為第二順位；可以理解私有建築物住戶認知耐震能力不足會有安全上疑慮，以及結構性能提升之補強工作為建築物重要首務，然政府在推動建築物補強工作，實際上卻面臨執行上之困難及實務上難以推展的窘境，原因除了產權分散導致意見不一，最主要的原因，則是防災整建的財源以及面臨需搬遷等其他執行衍生需增加額外預算問題。

綜上所述，本研究發現：(1) 結構性能對老舊建

物補強修繕之影響最為關鍵；(2) 預算財源籌措不易難以達成共識，需提供獎勵補助或減稅措施為鼓勵民眾申請補強修繕之誘因；(3) 針對建築物老化後產生損壞之自然物理現象，平日須配合常態性維護保養工作，可提升建築物的抗老化性能及延長大規模整修之週期；(4) 台灣社會對於既有的老舊建物防災沒有共識，政府應建立相關法令來支持開放資料，透過資訊的傳達提升民眾的危機意識。

## 五、結論與建議

依 AHP 權重排序可得知「安全」為最重要面向，其中更以「結構性能」、「防火避難」、「墜落物危害」這三項指標最為重要，所謂「預防優於救災、離災又勝於防災」，因此在預防勝於治療的前提下，唯有平時做好防災整備工作，故建議「擬定各項防災及日常維護管理原則及檢修頻率」、「老舊建物防火避難對策」。

台灣仍有多數的老舊建築物存在著耐震能力不足的問題，「安全」既是大家所認為最重要的共識，為能全面推動減震防災的政策，故建議政府應加速通過『既有合法建築物耐震評估及補強促進條例』之立法程序。

然而，結構性能提升的補強工作，難以順利推展，除了產權分散導致意見不一致，最主要的原因，是預算財源的不足以及補強期間臨時搬遷的安置問題。老舊建物要更新重建需要等待經費、遷移安置，整合實為不易，為了要確保建築物結構安全與民眾之生命安全，且於在有限的經費中必須發揮最大之效益，老屋健檢財源籌措，需要政府實施獎勵、甚至是強制的相關配套措施，以下具體歸納。

### 5.1 擬定各項防災及日常維護管理原則及檢修頻率

建築物老化後產生損壞原為建築材料之自然物理現象，對於老舊建築物而言，平日配合常態性的進行維護保養的工作，一方面可提升建築物的抗老化性能，二方面可提高效率節約資源以延長大規模整修之週期。



### 5.2 老舊建物防火避難對策

加強推動建築物防火安全教育養成、輔導民眾定期進行居家電氣設施自主檢查以抑制災害發生。老舊社區公寓應強制規定該類建築成立公寓大廈管理委員會，針對未符合安全之建築設施應配合優先依「舊有(原有合法)建築物防火避難設施及消防設備改善辦法」要求改善之。

### 5.3 加速通過「既有合法建築物耐震評估及補強促進條例(草案)」立法程序

老舊建築存在耐震能力不足的問題，透過結構補強事前減災概念，以提升既有建築耐震能力；為能全面推動減震防災的政策，實有必要全盤考量，制訂完整法令機制，建議完整減震防災配套措施，加速通過『既有合法建築物耐震評估及補強促進條例(草案)」立法程序。

- (1) 經列管之私有建築物，被判定為應辦理耐震補強之建築物，耐震評估義務人未於規定期間內申請改善者，應處以罰鍰，並得按次累罰，直至取得補強許可止。
- (2) 鑒於補強與否難以從外觀認定，建議符合耐震標準之建築物除於建物外部顯著處張貼標示

外，並由主管機關於資訊公開平台定期公告建物耐震評估或補強結果，協助民眾辨識；且在買賣移轉契約的應記載事項上，應該加上耐震能力註記事項。

- (3) 供公眾使用之建築物，負有確保每一位進入該建築物空間第三者安全之義務，耐震補強義務人未於期限內拿到已完成耐震評估證明，應停止開放供公眾使用，建議可以「未取得建物耐震備查或建物補強證明者，不得繼續營業」做為處罰。

### 5.4 籌措財源支援老舊建物補強修繕、整建維護

政府財政資源有限，為兼顧財政負擔能量及整體資源運用效率，因此政府應有自主與充沛之更新財源，建議可運用「租稅增額融資」(Tax Increment Financing, TIF) 機制，以籌措財源(Weber, 2007)。

政府當務之急是瞭解 TIF 制度，將其導入我國透過都市計畫變更搭配增額稅收的可能性以達到此財政補貼的自償效果，且透過增額稅收後取得之稅金亦可運用在除了整建維護外其餘的公共建設(參閱圖 10、11)。

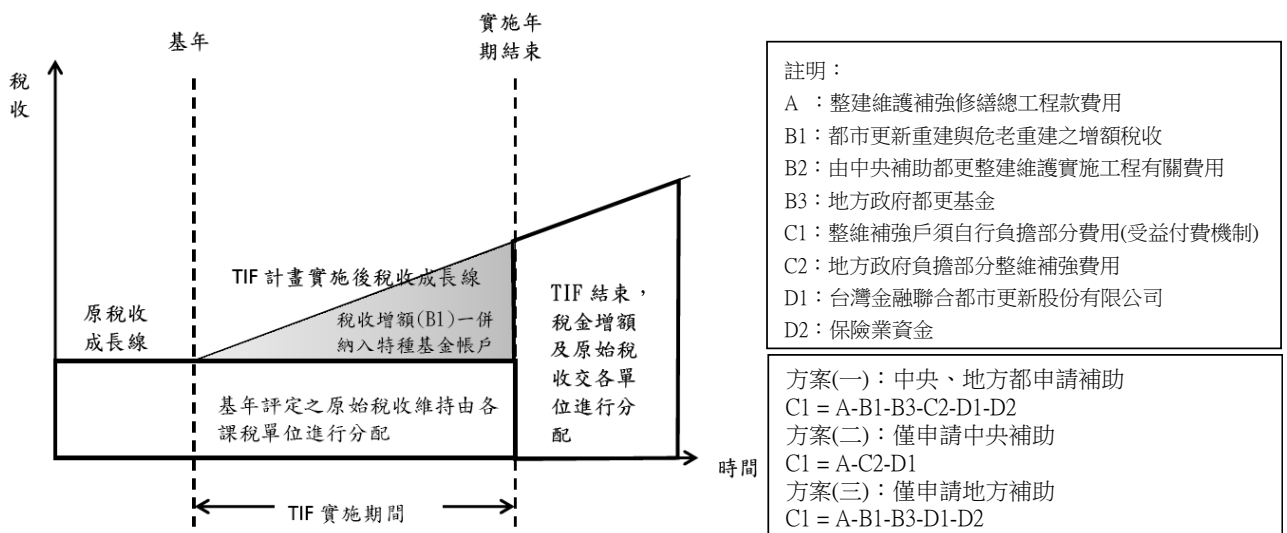


圖 10 稅收增額融資(TIF)之實施概念圖

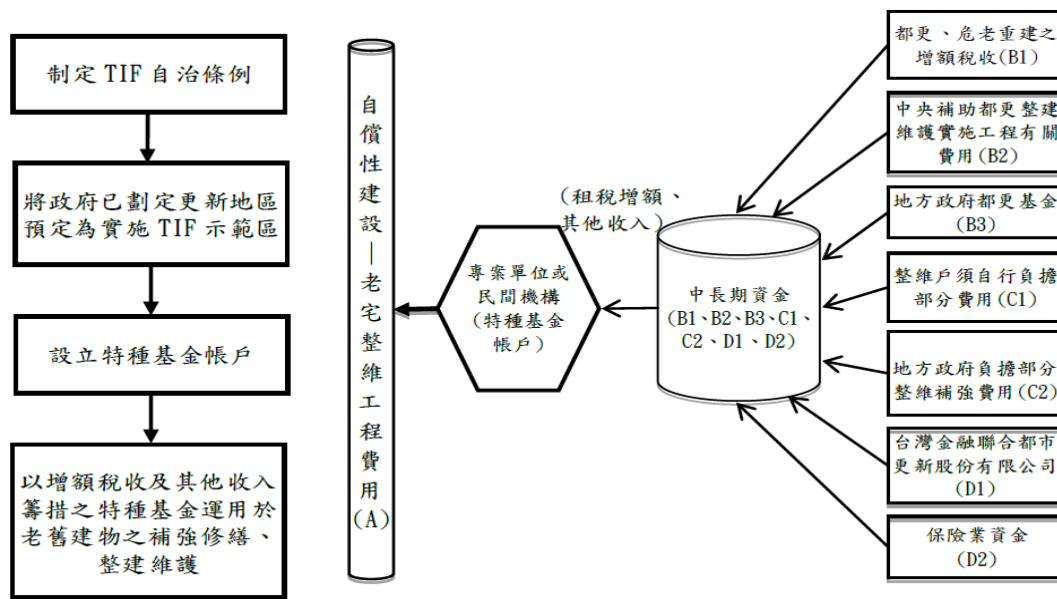


圖 11 籌措「特種基金」運用於老舊建物之補強修繕、整建維護

本研究建議於政府已劃定更新地區透過都市計畫細部計畫變更後調整為預定實施 TIF 示範區域，在此更新地區同時允許拆除重建及整建維護 2 種實施方式。可以將整維戶分擔之修繕費用列入當年度所得稅列舉扣除額、抑或整維完成後 3 年內移轉減徵土地增值稅，以增加住戶同意辦理整建維護之誘因。享受此受益付費的所有權人，也並非無須負擔義務，除了自行負擔的外，建議於該受益的標的物之財產權予以限制(例如於謄本上予以註記領取本受益費)以示公平。現行臺灣金融聯合都市更新服務股份有限公司已提供老舊建物重建時所需專案融資，建議可以增加其服務項目，納入老舊建物修繕補助貸款來提供需要資金的所有權人另一條財源補貼。

### 參考文獻

- 內政部建築研究所(2014)。國際重大震災經驗啟示及建築耐震設計規範因應之研究。新北市：內政部建築研究所。
- 內政部營建署(2018)。住宅性能評估實施辦法。台北市：內政部營建署。
- 文一智，林采璇，郭智豪(2006)。我國住宅性能評估檢驗項目之研究。物業管理學報，7(2)，29-40。
- 林憲德(2002)。淺談建築生命週期評估。成大建築簡訊，28(1)，1-8。
- 林憲德(2004)。我愛綠建築：健康又環保的生活空間新主張(pp.50-51)。台北市：新自然主義股份有限公司。
- 張寬勇，黃正義(2000)。都市老舊住宅社區火災防制對策及防火技術之研究。新北市：內政部建築研究所。
- 曾喜鵬，薛立敏(2008)。家戶住宅消費調整選擇行為之研究—台灣地區擁屋家戶的實證分析。台灣土地研究，11(2)，105-125。
- 黃世孟，李姿葶，江立偉，陳智偉，陳季妙(2008)。建築業主對設施健診認知與實施建築強制檢查辦法之分析。中華民國建築學會第二十屆第二次建築研究成果發表會論文集(pp. 1-6)。
- 趙國鑫，吳韻吾，徐伊婷(2013)。建築物外牆整建因素與管理機制之研究。物業管理學報，(4)，51-64。
- 厲妮妮(2017)。赴日本考察既有建築耐震補強及延壽計畫推動制度。新北市：內政部建築研究所。
- 蔡玉娟(2015)。日本『既存不適格建築物』管理法制與問題探究-兼論對我國『原有合法建築物』管理法制的檢視與反思」。建築學報，(93)，89-103。

- 鄭宗敏(2007)。《建築物防火安全管理與風險分析之研究》。未出版之博士論文。國立臺北科技大學工程學院工程科技研究所，臺北市。
- 黎昌憲，郭斯傑(2013)。以生命週期觀點建構教學大樓建築之維護成本預測模型。《物業管理學報》，4(1)，21-30。
- 加藤裕久，小松幸夫(1986)。木造専用住宅の寿命に関する調査研究--累積ハザード法による寿命推定。《日本建築學會計畫系論文報告集》，(363)，20-26。
- Bucon, R., & Tomczak, M. (2016). Supporting building administrator's decisions in determining maintenance costs of residential buildings. *Engineering Structures and Technologies*, 8(1), 15-22.
- Cheng, T. M. (2007). *A Study on Fire Safety Management and Risk Evaluation for the Building*. Unpublished Doctoral Dissertation. Graduate Institution of Engineering Technology, National Taipei University of Technology.
- Durkheim, E. (1982). *The Rules of Sociological Method* (pp. 58-59). NY, USA: Free Press.
- Durkheim, E. (Trans. by W.D. Halls) (1984). *The Division of Labour in Society*(pp. 38-39). London, UK: MacMilla.
- Juan, Y. K., Kim, J. H., Roper, K., & Castro-Lacouture, D. (2009). GA-based Decision Support System for Housing Condition Assessment and Refurbishment Strategies, *Automation in Construction*, (18), 394-401.
- Kato, Y., & Yukio, K. (1986). *A Statistical Study on Life Time of Japanese Wooden Houses*. Japan: Architectural Institute of Japan.
- Medineckienė, M., Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2010). Sustainable construction taking into account the building impact on the environment. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 18(2), 118-127.

- Montes-Iturrizaga, R., Heredia-Zavoni, E., & Esteva, L. (2003). Optimal maintenance strategies for structures in seismic zones. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 32(2), 245-264.
- Ramesh, K. (2007). *Effect of Cumulative Seismic Damage and Corrosion on the Life-cycle Cost of Reinforced Concrete Bridges*. Master of Science, Texas A&M University.
- Raslanas, S., Alchimoviene, J., & Banaitiene, N. (2011). Residential areas with apartment houses: Analysis of the condition of buildings, planning issues, retrofit strategies and scenarios. *International Journal of Strategic Property Management*, 15(2), 152-172.
- Tseng, H. P., & Hsueh, L. M. (2008). Households' behavior and housing adjustment strategies--An empirical analysis of homeownership households in Taiwan. *Journal of Taiwan Land Research*, 11(2), 105-125.
- Weber, R., & Goddeeris, L. (2007). *Tax Increment Financing: Process and Planning Issues*. Lincoln Institute of Land Policy.
- Wen, I. J., Lin, T. H., & Kuo, C. H. (2016). A Study on the Inspection Items of Housing Performance Assessment in Taiwan. *Journal of Property Management*, 7(2), 29-40.
- Yoram, W., & Thomas, L. S. (1980). Marketing applications of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 26(17), 641-745.

## REFERENCES in English

- Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior (2014). *A Study on Enlightenment from International Major Earthquake Experiences and Response to Building Seismic Design Code*. New Taipei City: Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior.
- Bucon, R., & Tomczak, M. (2016). Supporting building

- administrator's decisions in determining maintenance costs of residential buildings. *Engineering Structures and Technologies*, 8(1), 15-22.
- Chang, K. Y., & Huang, C. Y. (2000). *A Study on the Strategies for Fire Prevention of Old Housings in Urban Community*. New Taipei City: Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior, Taiwan
- Chao, K. H., Wu, Y. W., & Hsu, I. T. (2013). Research on factors of external wall renovation and management mechanism. *Journal of Property Management*, 4, 51-64.
- Cheng, T. M. (2007). *A Study on Fire Safety Management and Risk Evaluation for the Building*. Unpublished doctoral dissertation. National Taipei University of Technology, Taipei City.
- Cheng, T. M. (2007). *A Study on Fire Safety Management and Risk Evaluation for the Building*. Unpublished Doctoral Dissertation. Graduate Institution of Engineering Technology, National Taipei University of Technology.
- Construction and planning Agency Ministry of the Interior (2018). *Housing Performance Assessment Implementation Measures*. Taipei City: Construction and planning Agency Ministry of the Interior.
- Durkheim, E. (1982). *The Rules of Sociological Method* (pp. 58-59). NY, USA: Free Press.
- Durkheim, E. (Trans. by W.D. Halls) (1984). *The Division of Labour in Society*(pp. 38-39). London, UK: MacMilla.
- Huang, S. M., Li, Z. T., Jiang, L. W. , Chen, Z. W., & Chen, J. M. (2008). The analysis of the building owner's acknowledgement of facilities' healthy examinations and methods of executing forcible examinations. *Proceedings of 20th AIROC Research Reports* (pp. 1-6). Taipei: AIROC.
- Juan, Y. K., Kim, J. H., Roper, K., & Castro-Lacouture, D. (2009). GA-based Decision Support System for Housing Condition Assessment and Refurbishment Strategies, *Automation in Construction*, (18), 394-401.
- Kato, Y., & Yukio, K. (1986). A statistical study on life time of Japanese wooden houses. *Journal of Architecture and Planning, AIJ*, (363), 20-26.
- Kato, Y., & Yukio, K. (1986). *A Statistical Study on Life Time of Japanese Wooden Houses*. Japan: Architectural Institute of Japan.
- Li, C. S., & Guo, S. J. (2013). Maintenance cost prediction model for university buildings--Life cycle perspective. *Journal of Property Management*, 4(1), 21-30.
- Li, W. W. (2017). *The Study of Seismic Reinforcement of Existing Buildings and to Promote the System of Life Extension Program in Japan*. New Taipei City: Architecture and Building Research Institute, Ministry of the Interior.
- Lin, H. T. (2002). Talking about building life cycle assessment. *Architecture News, NCKU, Taiwan*, 28(1), 1-8.
- Lin, H. T. (2004). *I Love Green Building: New Propositions for Healthy and Environmentally Friendly Living Space* (pp. 50-51). Taipei : New naturalism Co., Ltd.
- Medineckienė, M., Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2010). Sustainable construction taking into account the building impact on the environment. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 18(2), 118-127.
- Montes-Iturrizaga, R., Heredia-Zavoni, E., & Esteva, L. (2003). Optimal maintenance strategies for structures in seismic zones. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 32(2), 245-264.
- Ramesh, K. (2007). *Effect of Cumulative Seismic Damage and Corrosion on the Life-cycle Cost of*

*Reinforced Concrete Bridges*. Master of Science,  
Texas A&M University.

Raslanas, S., Alchimoviene, J., & Banaitiene, N. (2011).

Residential areas with apartment houses: Analysis of  
the condition of buildings, planning issues, retrofit  
strategies and scenarios. *International Journal of  
Strategic Property Management*, 15(2), 152-172.

Tsai, Y. C. (2015). Management and legal issues on

existing non-conforming buildings in Japan--  
Including the examination of Taiwan's existing legal  
buildings administrative situation. *Journal of  
Architecture*, (93), 89-103.

Tseng, H. P., & Hsueh, L. M. (2008). Households'

behavior and housing adjustment strategies—An  
empirical analysis of homeownership households in  
Taiwan. *Journal of Taiwan Land Research*, 11(2),  
105-125.

Tseng, H. P., & Hsueh, L. M. (2008). Households'

behavior and housing adjustment strategies--An  
empirical analysis of homeownership households in  
Taiwan. *Journal of Taiwan Land Research*, 11(2),  
105-125.

Weber, R., & Goddeeris, L. (2007). *Tax Increment*

*Financing: Process and Planning Issues*. Lincoln  
Institute of Land Policy.

Wen, I. J., Lin, T. H., & Kuo, C. H. (2006). A study on

the inspection items of housing performance  
assessment in Taiwan. *Journal of Property  
Management*, 7(2), 29-40.

Wen, I. J., Lin, T. H., & Kuo, C. H. (2016). A Study on

the Inspection Items of Housing Performance  
Assessment in Taiwan. *Journal of Property  
Management*, 7(2), 29-40.

Yoram, W., & Thomas. L. S. (1980). Marketing

applications of the analytic hierarchy process.  
*Management Science*, 26(17), 641-745.