

當前推動台灣木構造建築之迷思與法規障礙

陳啟仁

國立高雄大學建築學系教授
國立高雄大學永續居住環境科技中心主任

一、木構造之國際趨勢

城市發展密度的日益增加，導致人們居住環境品質的惡化，因此在近二十年來的城鄉發展過程中，設計的專業者開始思考如何兼顧建成環境(Built environment)的平衡問題，生態與開發強度的平衡，自然生態與人類發展的倫理問題已成為二十一世紀的最大挑戰與課題。過往一些偏狹的建築發展往往過於追求經濟效益與技術的突破，殊不知在發展的另一端已經造成了不可往覆的傷害：舊有地景紋理的破壞，歷史人文軌跡的磨滅與不可再生資源的掠奪。近年來在台灣一連串的環境行動明顯的影響了城鄉的發展風貌，更分別在社群生活、文化歷史與生態永續等面向一一的展現。在實施的手段方面，產生了不同的標章與制度的推行策略如綠建築、綠建材，新的工程邏輯與技術，不但已漸為專業者接受並作為行動的主臬，更轉換為一般人們所接受而成為生活的一種態度。

另一方面，由於全球暖化的危機，節能減碳的策略成為國際社會將環境問題量化的重大行動，其衍生的決策不僅包含產業的節能科技與策略的發展，更涉及人類對生活環境品質、自然生態倫理以及資源循環效益等議題，這也是木構造的堅實論述基礎。

在國際發展方面：木構造建築物在全世界已經有上百年的建造歷史。木構建築的設計和施工也與全球綠建築的趨勢不謀而合。目前新的木構建築少有超過九層樓以上的設計，大部分新的木構建築都限制在五層樓。在北美，根據 IBC 的規定，美國木造住宅一般可建造到 5 層。加拿大 BC 省建築法規允許從自 2009 年起，木造居住建築可以建造到 6 層。2002 在瑞士建造了 6 層樓的全木構造集合住宅，2003 年在奧地利維也納有 400 戶的新市鎮計畫，完全採用木構造建築設計。在英國倫敦，採用交錯集成板技術(CLT)，最近完成了一座 9 層高的木構造綜合性建築。目前世界上最新、最高的全木造建築在挪威的 Kirkenes，除了作為有節能功效的辦公室之外，還作為該鎮的文化中心。

在國際市場方面：根據有關報告，2008 年在美國 10%的非居住建築和 90%的居住建築採用木構造，從總的建造金額來說，同年，在美國 8 億 3 千萬美元的建造量中，大約 45%採用的是木構造建築。大部分北美木構造住宅採用了框組式構

造。日本的住宅一直有八成以上採用木造建築，其中也有相當的比例採用預製的木造房屋系統。

在節能減碳方面，木構造住宅於建造時，與其他型式建築物(如鋼筋混凝土造或鋼構造)相較之下，木構造住宅使用之木材量較多，可發揮「省能源，即 CO₂ 減量效果」與「碳素儲存」效果。樑柱工法木構造建築平均每單位建築面積 CO₂ 排放量約為 47.47 kg/m²，而框組壁工法木構造建築每單位建築面積 CO₂ 排放量約為 57.42 kg/m²。若不計建築工法型式時，全體木構造建築平均每單位建築面積 CO₂ 排放量約為 54.41 kg/m²。每單位建築面積鋼筋混凝土構造建築物與鋼構造建築物的 CO₂ 排放量各為木構造建築的 4.54 倍及 3.64 倍，若以木質構造建築取代鋼筋混凝土與鋼構造建築物時，可削減的 CO₂ 排放量分別約為 388.21 kg/m² 與 339.05 kg/m²，顯示木構造建築在 CO₂ 減量與碳素固定上具有顯著的效果。(塗三賢，2007)

台灣木構造的發展現狀與契機

就各個面向看來，木造住宅無疑的就是一種良好的低碳綠建築。強調生態建築的台灣雖然不是國際上主要締約減碳的國家，但若以全球化加速現象的趨勢而言，加上台灣本就是以出口導向的貿易經濟特質看來，產業及產品的環境生態訴求勢必要迎合這個全球性的議題與需求。實際上在台灣，營建業在製造溫室氣體的比例僅次於運輸及重工業，主要肇因於不永續材料的使用(RC 構造的比率高)，能源的高消耗行為(高耗能的材料製程)及營建過程的廢棄物排放(運輸與營建過程)，因此，建築的永續必須從建築計畫各個面向中，去發展創新的思維，尋找實踐的方法及發展的目標。更具體而言，唯有尋找更符合永續生態的建材，透過完整的建築物生命週期分析，以全程的建築環境管理，才能建立永續建築的設計準則與實踐方針。永續建築的主要課題，不再以人為唯一的服務目標，更重視對環境資源的重視、生活健康品質的關注，「有機」與「生態」的概念必然成為 21 世紀的建築發展的主軸議題。

二、台灣發展木建築的迷思

(1) 材料的來源之虞

台灣雖然擁有面積比例極高的森林，在日治時期以來，由南至北也建立了規模完備的林場(太平山、八仙山、阿里山)及相關的開發系統，但終究由於地形陡峭，造成林業成本的增加，加上長期大規模、高密度的墾伐，不但使原本極為珍貴的檜木、肖楠等珍貴樹種消失殆盡，就連帶使經濟價值居次，但提供林產工業及其下游工業(家具、建築、工具)為主力的杉木類木種也元氣大傷，曾經直接或間

接造就台灣過去經濟榮景的產業（傢俱業、工業板材及木工工具機等）因而逐漸式微，甚至出走台灣或近乎消失。

近年來雖然木構造的發展開始受到公私部門的重視及思考，但基於國內的木材來源有限，90%以上的建築用木材皆來倚賴進口；誠然，國外的進口建材已有完善的認證制度及品管水準，但產業的推動絕不僅於商品的交流與交易，還須有自身的研究及策略。現代的營建木材來自於有計畫的人工造林，正確的林產應用是在充分了解森林的生命週期的前提之下為之（樹木在成長階段行光合作用造成碳匯，木材在使用階段也是碳匯！），與破壞森林破壞環境的片面認知並沒有衝突與交集！如果因為可再生資材的推動能帶動國內對永續森林經營的積極度的提升，讓國人重新重視山林資源的可貴，這可貴的綠色資產絕對不會只是孤獨的被遺忘在中央山脈。此外，相關研究也顯示：國內的木材也許在若干力學及物理性質上無法達到歐美木材的標準，但在耐候性及抗蟻性上則有相當可取之處，仍具有應用的可能性！實際上，木建築的推動其實牽動了林產、經濟、工業、環保及營建等領域，非一蹴可及。

(2) 多雨潮濕的氣候環境適合木構造嗎

各類型的建築本來就必須面對各種氣候環境條件的限制或挑戰，現代建築因為材料與設備的進步開始挑戰(克服)氣候與環境，給人們帶來了不受地域氣候條件、不受時間節氣的現制的生活環境，但接踵而至卻也是日益加劇的能源問題、病態建築問題，乃至於全球暖化問題。但在以風土建築為主的年代中，建築依著的地形、氣候、資源與文化等條件渾然而成，以不同的構造系統、不同的空間形式與不同的材料選擇呈現多元與高辨識度的建築。

無獨有偶的，木材幾乎出現在全世界絕大多數建築中，不論是講求斷熱保溫的寒溫帶建築、訴求輕量透風的熱帶建築，在山上，在水濱，都可以看到木質建築的存在經驗。究其原因，除了木材本身輕量的特質(容易操作)與在地資材(永續再生)外，由於木材具備有機材料的特質，其吸收與釋放水分的能力使得對不同環境條件的調節性極佳，國外的研究與實務案例甚多，木建築堪稱是會呼吸的建築。此外，利用木材的低熱傳導特性，是同時能滿足被動式保溫與提供良好自然建材感官效果的唯一選項。

一般認為台灣高溫多濕之氣候條件並不利木造住宅之發展，為國外乾燥少雨或高緯度國家之專屬建築型態，實則不然！相關研究之討論分析告訴我們，不同工法或房屋系統均可在台灣滿足設計及業主之要求，發展合宜之木造住宅，但若能針對台灣各地區之微氣候條件發展更因地制宜之木造住宅設計及其細部構法，必然可使木造住宅在台灣邁向更高之境界，發展真正合乎低碳時代之生態住宅。

(3) 自然災害頻繁的台灣適合木構造嗎

即便是強調生態建築的許多人對於木建築能否抵抗強風與地震仍感到質疑，鋼筋混凝土構造的確比木建築抗風，但長期研究與實證經驗，包括現行木構造設計規範也都針對這個問題做了許多因應之道，加強木構件間的連結金屬扣件與房屋本身的剪力強度，已經可以抵抗最大風速每秒62公尺以上的超級強風。就地震災害而言，921 集集大地震的地震規模為7.3 級，房屋全塌7284 間、半倒5705 間。被損害之房屋主要以土墻結構、磚造結構與混凝土結構房屋為主。而日式既存工法(真壁木造)結構房屋、雖已經歷相當歲月、但其損壞反而輕微，許多由林務局不同時期建造之木造宿舍與民間的木造建築也大多完好無損，證明木質構造建築之半剛性接點特質與耐震能力是足以讓人信賴。

1999年土耳其Duzce大地震(7.2級)時，傳統木構造房屋維持完整與現代RC構造破壞之比照，說明自重較輕，結構韌性較高的木建築的耐震優越性。2010年紐西蘭南島發生7.1級的地震，位於接近震央的基督城的建築損害最為劇烈，但奇蹟式的無一人身亡，究其諸多原因之一是因為基督城幾乎所有的民房一樣，都是所謂的“輕型木結構”，不過一二層高，磚石材料僅僅用於外牆裝飾或房頂的煙囪。在地震中，即使外牆倒塌，也不至於令木結構的整個房子倒塌。紐西蘭88%的民房都是木結構的，所有輕型木結構的房屋都是經過了嚴格的設計，確保符合由地震工程師們制定的抗震標準，“沒有民房倒塌，睡在裡面的人也就因此保住了生命。”媒體如是報導著。國際災害防範委員會主席彼對此“奇蹟”的解釋是，“如果我沒記錯的話，絕大多數紐西蘭人和我們美國加州的人們一樣，住在能高度抗震的輕型木結構的房子裡。”

2011年3月，日本地震所引發的海嘯，對沿海日式木構造的破壞仍令人記憶猶新，但也有採用優良工法的木構造建築倖存之實際案例。事實上，在巨大的天然災害下，難保有哪一種構造建築物能在抵擋海嘯之後，同時禁得起巨震後引起的海嘯。應該積極思考的是，如何以對自然環境最低衝擊的構造方式來生存。

(4) 白蟻與耐久性的問題：

白蟻蛀蝕的確是木構造的一大危害，但白蟻的防治技術近年來已經突飛猛進，除摒棄了過往可能危害基地土壤與人畜安全的高毒性化學藥劑外，白蟻對木質材料的蛀蝕模式與行為也漸漸的被科學化的觀察與研究所明瞭，於是兼具環保與高效率的生物性防治策略已經能有效的控制白蟻的問題。此外，在明瞭了白蟻的好濕熱特性後，適當的房屋設計與使用習慣也是防治白蟻的最佳方法，若能致力於建築物本身良好的通風功能與有效維持木材的低含水率(小於 20%)，就可以大大降

低白蟻的侵蝕機率了。

就耐久性而言，木建築的耐久性不在於材料的「永恆」，而在於材料的永續性（因為它是再生資源），以具有歷史價值的建築物而言，建築形式的保存，營造工法的技藝傳承及文明歷史演進的軌跡，才是真正的不朽。木質材料的耐久性除牽涉到材質本身的物種特性（如樹種與等級）外，材料本身所處的環境條件更有決定性的影響。一般而言，木材本身能安於穩定的長期潮濕或長期乾燥的條件之下，卻無法在劇烈快速的環境溼度變化（直接影響木材的含水率），保有穩定的物理性質，進而影響它的構造功能。殊不知 RC 材料的耐久性極為有限，其因為混凝土中性化、鋼筋鏽蝕等問題，輕則產生防水滲漏等問題，重則營響結構強度，台灣在短短的數十年間存在的無數案例啟能不叫人深思及面對。

採用木造的建築就必須接受木材的特質，不朽的概念不是建立在不朽的材料之上（事實上也不存在！），而是以可再生的方式來延續，這是木材為何被賦予建造不朽建築的任務。木材可以被暴露，也可以被掩飾，暴露於外的木材一則須有高度的耐久性，一則須有高度的替代性，但就建築設計而言，保護重要的部位（結構與接點）是永遠不變的鐵律！事實上，在現存的木構造建築中，高品質高抗蟻性的原生木種（如檜木、扁柏）與正確的設計與施工細節（如通風對流、架高的樓板設計）都是善用原生材料並因應台灣風土氣候條件的建築智慧。傳統建築中有利用足夠的出簷保護內縮的屋身與出挑的斗拱結構，也有以尺度極大或耐久性極佳的木材，直接承受環境與氣候的考驗。西方的建築亦然，寒冷地帶的原木建築以厚實的材料尺度表現，傳統的民居有著大出簷與屋基抬高的設計，同樣有著延續建築壽命的功能。

(5) 火害的問題與防火設計

絕對的防火建築是不存在的，火災通常是意外，但火災並不是由火自己本身開始燃燒的。多是因為人為疏失而造成的。常見的錯誤包括超載佈線電路，以及不當使用火柴和電器。木構造被認為只能作為非防火構造，肇因於過往大家熟悉的日式木構造，以輕量的木質框組元素及小斷面的實木組成，加上沒有周延的防火區劃與阻斷機制，無法承受突如其來的火害。

在歐美的國家中，從事救火任務的消防隊員可在木建築的有效防火時效內，進行建築物的內部救火，而對於其他構造建築物，常因無法判斷其防火時效而怯於冒險。例如，沒有特殊防火披覆的鋼構材料，在受燃時的結構強度衰減是木材的三倍，其崩潰的發展程度亦難以預料，而現代木構造的防火設計已有利用安全的燃燒殘餘斷面設計（柱梁式構法）與耐燃構造系統（如框組式構法）等多重防火設計機制，配合現代消防科技的進步以及完善的規範，可以讓人們得以建造安全有保障

的木建築。

三、木建築法規的障礙

1. 我國法規的發展背景

現行「木構造建築物設計及施工技術規範」係由內政部於 85 年 1 月 1 日頒訂與實施，再於 92 與 97 年修正部分條文，惟早期在研擬相關技術規範時，部分有關結構用材料性能等相關內容皆引用國內外文獻與 CNS 之規定，在國際木構造發展日新月異的趨勢之下，許多材料規格性質、結構設計與分析及相關細部規定均已大幅之修訂，因此為推動國內木構造及相關低碳建築形式之發展，有必要儘速進行現行法規之檢討，以期使木構造建築物設計及施工技術規範能更臻完善。

另外，有鑑於木構造於歐美日等國家相關法規較為完備，且與國內現行法規之制定背景關係密切，近年來國際之木構造不論於材料營建產業或學術研究等面向，皆有長足之發展，連帶相關法規部分亦有大幅的修訂與增補。為促進國內木構造發展之國際接軌程度，並完善法規以為推動相關產業之手段，遂有針對現行法規修訂之需求。

現行之「木構造建築設計及施工技術規範」係 92 年以來國內頒布之唯一針對木構造建築之技術規範，其內容組成之架構可分為(1)材料規範、(2)容許應力與結構設計規範、(3)框組式與制式工法規範與(5)防火設計等五部分，其中材料規範部分主要依據為中華民國國家標準(簡稱 CNS 規範)中之木業規範，容許應力與結構設計部分主要參考日本建築學會編定之「木質構造設計規範同解說」中之大部分內容，而框組式與制式工法部分則以美國 IBC 規範及木材協會(American Wood Council, WAWC)訂定之 Wood Frame Construction Manual for One-and –Two Family Dwelling (WFCM)之內容為主。防火設計章節則綜合國內相關研究與實驗成果，並參考國外規範(如美日等國)之防火設計概念與原則訂定之。

2. 美日法規的相關參考依據

美國的框組式工法明述於 International Building Code 之 2301.2.3 Conventional light-frame wood construction 一節，規範中提到所謂的 Conventional light-frame wood construction 系指一定規模以下之房屋構造，採用典型的型式與工法時，不需要做客製之載重設計與分析。因此可根據過往的工程實務與經驗累積之制式工法為之。根據 Wood Frame Construction Manual for One- and Two-Family Dwellings (簡稱 WFCM)2012 年版本中，框組式工法的建築內容分為 Engineered Design 與 Prescriptive Design 兩類，分別對房屋系統中的各部位作量化原則性之規定，比

較如表 1 與表 2。WFCM 即為我國「木構造設計與施工規範」中第七章 7.4 制式工法中主要參採之主要依據。

WFCM 規範中對建築相關之規模、材料尺寸、樓版與牆之構築原則等皆有完整之規定及標準構法，其精神則在於限制一定尺度下之木構造房屋建築可以據以設計，並免除繁複之工程計算，利於木構造住宅之推動。

由 International Code Council(ICC)制定之 International Building Code (IBC)中之 23 章針對木構造之設計有基本之要求。IBC 之前身為 the BOCA National Building Code, Standard Building Code(SBC)與 Uniform Building Code(UBC)，IBC 針對木構造設計之方式有三：容許應力設計(Allowable Stress Design, ASD)、載重與強度因子設計(Load and Resistance Factor Design, LRFD)及傳統設計(Conventional Design)。

美國之 National Design Specification (NDS)for Wood Construction 也針對木構造部分，就容許應力設計(Allowable Stress Design, ASD)與載重與強度因子設計(Load and Resistance Factor Design, LRFD)作相關之規定。NDS 之 Supplement 中有所有材料規格與設計值之表列，提供實際設計之量化數據。另外有 Special Design Provisions for Wind and Seismic (SDPWS) 2008 針對風及地震之木構造設計提供設計基礎資訊及依據。同樣的 American Forest & Paper Association (AF&PA)另外制定有 Details for Conventional Wood Frame Construction 針對傳統之框組式木構造提供了詳細的參考資訊。

日本 2012「集成材の日本農林規格」(平成 24 年修訂)針對集成材之材料物理及力學性質之等級有最新之修正，其與我國 CNS 木業規範之內容接近。日本針對木構造設計之上位法規依據主要依據來自「建築基準法」，而實際之木構造設計準則以日本建築學會編定之「木質構造設計規範同解說」為主。2006 年版已有更新，如附件三「木質構造設計規準・同解說(2006 年版、第 4 版第 1 刷)正誤表」。此外日本的住宅金融普及協會亦制定了「木造住宅工事仕様書, 2008」與「軸組壁工法住宅工事仕様書, 2008」兩部規範，分別針對傳統之柱樑式工法及框組式工法明定相關規範，並配合規範內容提供詳實之設計細部解說與參考。於實務而言，上述兩冊為最普遍之木造住宅之設計規範，其與金融貸款及物產保險等機制亦息息相關，凸顯日本木構造推動之市場及制度配套體系之完整性，值得國內參考。

3. 問題面向

筆者今年度有幸參與內政部建築研究所之「木構造施工與技術規範法規修正之檢

討」的研究工作，期間對不同的產官學研等不同領域進行了專家諮詢與座談，針對

- 材料應用與法規之關係
- 法規支援建築設計之程度
- 法規技術性(條文)內容之檢討
- 木構造建築之發展願景及觀感

等面向進行討論與意見交換，歸納了以下的重點：

(1) 現行木構造規範內容之結構性問題

現行法規內容原以日本之梁柱式木構造設計為主，僅於第七章中敘及北美盛行之框組式工法及制式工法，與國外現有將柱樑式工法、框組式工法及大型及特殊木構造皆有其特有完整之規範相較，實顯不足，長久以往，對不同之材料規格、設計工法及法規訴求，亦易造成混淆並阻礙木構造之發展。延續上述觀點，本法規應有完整之資訊，就不同工法、不同結構設計、不同之材料規格及不同之建築管理限制(包括防火設計)等，進行結構式之調整。

(2) 異質構造的樓層限制

現行技術規則第 171-1 條規定：「木構造建築物之簷高不得超過十四公尺，並不得超過四層樓。但供公眾使用而非供居住用途之木構造建築物，結構安全經中央主管建築機關審核認可者，簷高得不受限制。」而在設計規範中針對現有木構造之異質(混合式)構造之高度限制應該重新仔細檢討其定義，原四層樓高之基線是否指由地平水準線(GL)計算起，亦或由底層之 RC 構造層算起。此舉可以有效提升木構造建築之市場出路，也符合國際間的發展，混合式構造不但適合於住宅建築，也提供既有建築整建或合法增建之選項，

(3) 防火設計問題

現有規範中之防火設計內容為侷限木構造發展之主要因素之一，除缺乏樓地板與屋頂系統之防火設計規定外，國外權威單位(UL)認可且應用多年之標準工法尚未能納入我國之規範，對木構造之建築設計造成許多建管之疑慮，亦有礙產業之發展。目前國內最常採用之性能設計制度成然可以彌補此一不足，但法規外的系統工法或新材料的引進必須耗費成本進行燃燒驗證，造整體建築成本提升，短期內也不利於市場競爭力。

(4) 大型木構造與新材料工法

由於國內近年來大型木構造公共建築之發展建有蓬勃之趨勢，且即能表現配合低碳城鄉建設之訴求。除了一般之住宅型態外，已漸漸擴及大型建築物及橋梁等公共建築，有鑑於此，木構造之開放性及創意也應被鼓勵。建議規範中應增加大型木構造之設計規定(尤其是結構設計與防火設計等內容)。另考量台灣地處災害頻繁之地區，有必要針對耐震設計及抗風設計等相關內容，作擴大之規範及論述，以利於推動木構造建築之實際應用。

五、 解決之道

1. 提升對材料的專業認知程度

台灣近幾十年來的建築與設計科系訓練體系中，缺乏天然材料（其實被視為“非現代”材料）的專業知識傳授，木材的專業知識只有在森林與木材相關科系的大專教學系統當中，最亟需補強的建築與土木教育中仍然闕如。傳統的課程設計又缺乏跨領域的接觸，本來講求資材多樣性的設計專業，卻因此與木材失之交臂！已經投入實務工作的專業者對木構造的知識成長僅能依賴「作中學」的經驗法則，在厚實成熟的設計與施工經驗之前，不是付出了慘痛的代價，就是對木材提早失去的興趣與信賴。材料本應為設計專業者率先掌握的重要元素，今天只淪為眾多型錄的選項工作，專業性卻全交給材料廠商（在此並不質疑廠商的專業度，訴求的是設計者的主宰程度），放眼國際的建築專業視野，現代台灣建築專業者的設計水準並不落後，但市場面呈現的建築態勢卻與國際趨勢背道而馳且瞠乎其後。

2. 正確的設計與工法原則

許多木作工程的細部設計中，明顯仍有許多觀念的混淆與錯誤，木材無論如何是要被保護的材料，但不意味所有的木材都需要被施予防腐處理。木材是怕水的材料，但最脆弱時刻的是乾溼轉換之間。木材是異向性材料，各方向的強度、膨脹係數與變形特質都不同。例如防腐南方松曾經是台灣最普遍的景觀用材，但其原材不是耐久性最好的，或是力學強度最好的，但如同許多美國進口的木材，在良好的品管認證制度下，可以提供絕大多數木料的要求。台灣檜木曾經是人人稱羨的上等材料，也是不需要防腐的木材，但其力學性能也不是最好的，卻是最穩定與耐久性極佳的木料。不同緯度、不同環境生長的同屬樹種，就會有不同的性能與特質，眾人也不應有「檜木的迷思」！要訴之結構的功能，還是美學上的考量（色澤與質感），設計的標的明確時，沒有最好的木材，只有最合適的木材。

避水、通風、材料分工是木構造在景觀與建築設計中的重要手法，木材是謙卑的、敏感的、細膩的，需要更多的設計心思，更需要認真的施工品質。台灣當代有許多好的設計師，國內也一直有高水準的木作基礎，但這個產業（優勢）好像在消失，投入的專業者好像又不夠專業？所有的工法跟建造 RC 構造的邏輯一樣，不注重細節的表現與精進，只被成本與標準化，但還是沒反省當下的問題及亟思解決之道！

3. 推動材料的專業認證

由於過往台灣的林業開發已趨飽和，現在有超過 90%的商用木材多仰賴進口。而依照國外的林產制度，嚴格的要求各等級的木材絲毫沒有困難，進口的木料都能獲得原產地的認證（包括永續林木與材料等級）。市場上常見的針葉木，由於多來自資訊發達與制度完善的美加地區，在實務的使用上幾乎沒有任何疑慮，但在景觀工程中常見的硬木（熱帶木材）則複雜許多；由於熱帶木種類為針葉樹十數倍之多，過往在台灣又缺乏應用經驗，看似功能符合的木材，在實際操作或完工使用後才發現落差甚大，這也肇因於專業知識的匱乏與認證制度的闕失。

此外，依照永續發展的原則，能使用在地資源的條件具足嗎？可能性又如何？國產的木材雖然為數不多，但仍不乏獨特性、有品質，並符合需求的樹種，如還有大量的杉木及柳杉，雖然各項性質稱不上上等，但經濟利用價值仍高，唯獨缺乏有效的認證機制，雖然國家規範早有明訂，但卻無統一的認證或標章制度，導致使用者往往需負擔額外的認證程序及費用，或根本缺乏客觀的等級確保機制，長久以往只會讓人卻步而逐漸放棄國產木材。事實上，繼續全面仰賴進口木材事小，但當台灣需要用外匯與更高的社會成本來購買二氧化碳的排放權時，代價就不斐了！

4. 建築管理制度與公共資源的投入

國內木建築的發展仍極具潛力，縱使相關規範使用或解讀的經驗不足，但國家既然也有低碳產業的倡議與政策，在建築發展上即當全力支持木構造之推動，於此，地方建築管理人員縱有對木構造法規生疏之虞，每年仍有積極的國際團體(如美國在臺協會與美國工程木材協 APA 等)與不同學術機構(中華木質構造建築協會、高雄大學等)之推廣活動或講習研討，提供最新的產業與技術資訊，卻相對較少有公部門人員與會，間接也導致產業發展認知與公共部門缺乏對話機會，也造成實務執行時的障礙。

此外，雖然在國外的木構造結構設計(如耐震與抗風之力學行為)與防火設計均已相當成熟，也有世界級的木構造建築案例，但國內相關研究仍然相當貧乏，學術

單位所能獲得之資源相當有限，木構造議題也難以進入中央級的研究主軸中，在國外法規引用仍相當謹慎保守的現狀下，又缺乏深耕本土的研究累積，如何提升產業？

結論 - 木材是綠建材！木構造更是綠建築！

綠建築與綠建材都是台灣行之有年的制度，也是台灣推動建築永續的主要動力與工具，但依現行建築技術規則中規定之綠建材（第 322 條）內容，雖然有回收木材再生品，但卻還未能包含天然之木竹構造，導致目前滿足率建築材料比例之捷徑，就是以水性塗料塗佈在不綠色的 RC 構造上。就現行綠建築標章規定亦然，木構造雖然可以在二氧化碳減量尚有少許貢獻，但在以檢討使用階段能源 (operational energy) 為主的制度中，建築的全生命週期沒有被討論，因此，(木材)材料的選擇以及(乾式)工法的改變，所能創造的節能效益與環保生態並沒有被鼓勵，姑且還不論木構造建築在現代空調系統中可能創造的系統節能效益，在國內也沒有研究資源的投入與評估，已經在國外慢慢發酵的建築全生命週期議題，台灣可能又要苦苦追趕了。

附註：感謝內政部建築研究所 101 年專案研究之成果資料與劉昕月小姐之碩士論文(高雄大學)成果資料之提供。