

鄉村住宅木質構造建築設計

木材是具有生命的材料，如同上帝所造的其它生物一般，有生有死，有枯有榮。每塊木材都記錄著它成長歲月的痕跡，春夏秋冬、乾旱、暴風都會在木材的年輪上留下記錄。就像人一樣，沒有兩塊木材長得一樣。不同的樹種有不同的特性、強度、與香味。因為木材具有這種複雜獨特的性質，即使在科技文明日新月異的今日，人們還是喜歡用木材來製作傢俱、建造住屋。尤其是在科技愈發達的國家，如北歐、美國、日本，愈傾向於使用木材來蓋住宅。反而是開發中的國家，倒是迷戀人造的鋼骨、水泥及玻璃等材質。

我們的祖先也曾擅於用木材蓋房子。翻開中國建築史，不論是住宅、宮殿、亭台樓閣，都離不開木材。我們也以祖先所發明的木構系統為榮。日本人遠在唐朝（618~906）時就派人去中國留學，回日本仿長安規劃了京都，也學中國的傳統木造工法建造房屋。奈良的東大寺（751 年建，1709 年重建）就是昔日所留下來的紀錄。

台灣的傳統建築也是沿襲中國的木構造。我們所引以為榮的柱式、斗拱，也是昔日唐山過台灣時，先人所帶來的木構造系統。這個木構造系統在台灣一直被沿用至日治時代（1895~1945）。日本人統治台灣時，也把他們在明治維新（1868），向西方學來的木構造系統，運用在台灣的許多公共建築（如集集火車站）。

台灣自光復後至今，木構造建築幾乎只殘存在閩南傳統建築（historic building）及日式建築之中。磚及鋼筋混凝土構造成為蓋房子不可取代的工法。四、五十年來，除了修復古蹟之外，木構造幾乎無人去探討。業界對木材的種類、特性及工法不只陌生，甚至存有似是而非的認知。許多人認為台灣的氣候不適合木構造，東方木構造榫接比西方的金屬接頭高明，木構造防火性能差，木構造使用年限低…等。木頭可以來蓋房子嗎？好像只有小時後堆積木的印象。用木頭蓋房子，好像是過去式，落伍了！現在要蓋洋房，當然要用鋼筋混凝土才堅固，才耐久，也才有夠氣派。

學校裏當然也曾提到木構造，但只限於中國建築史或台灣的一些古厝、廟宇。大家對聰明的祖先不用一根釘子就能組成的斗拱，讚嘆不已！對近代西方木構造用金屬鐵件接頭，感到不屑。

當我們仍在爭論東西文化孰優孰劣之時，西方的科技文明發展未曾停頓。歐洲的清教徒移民至美洲後，將科技文明、民主典章發展至今，使得北美在許多科技的成就反而超越歐洲。在房屋科技上（Building Science），美國除了將歐洲的大木構造（Heavy Timber）帶入美洲之外，也發展了一套獨特的 2x4 框組壁木構工法，而成為北美今日住宅的主要構造方式。

2x4 框組壁木構工法是美國在十九世紀前半葉，因水力鋸木廠的發展及利用機器製造釘子，使得製材與鐵釘可量產而價格便宜，最後取代了大木構造，成為住宅的主流。2x4 框組壁木構工法發展至今，已不再只是一般人所粗淺認知的木

構造。它其實代表人對自然界定律的認識，而發展出一套具有彈性的建築構造，以因應各種不同的自然環境，並滿足現代人對居住高品質的要求。2x4的工法能在冰天雪地的阿拉斯加存活，也適用於炎熱潮濕的佛羅里達；能對抗加州的強震，也能禁的起大西洋岸每年夏天到秋天颶風（Hurricane）的侵襲。它是經濟的、易施工的，也能整合現今高科技的設備於其中。也因此，在北美這個富裕且對生活品質要求頗高的消費市場中，2x4框組壁木構工法成為不可取代的主流。

在北美，面對多雨潮濕的氣候地區，他們發展出所謂 Rain screen（擋雨層）外牆工法。這套系統其實早已在帷幕牆及汽車工業中被廣泛運用（例如汽車車門與車體之間的防水）。但在一般的住宅建築中，則是過去十年，才廣泛運用在多雨潮濕氣候地區的外牆（如溫哥華）。

西方的木構造，原來一開始也是榫接的，不用一根釘子。工業革命後，鍊鐵技術的發展，才漸漸使用金屬接頭取代榫接。到後來鋼鐵的普及，除了修復古蹟外，金屬接頭已全然取代榫接。

在那看似簡易的 2x4 木構工法其實背後隱藏了深奧的知識，這知識是對隱藏在自然界中的物理與化學法則認知後，所產生的對應工法。包括下雨時，如何將雨水排用，如何斷開毛細現象，如何防止水蒸氣（Vapor）進入構造，如何利用重力在等壓層中將滲入的水排出。在思考這些細部時，你會想到牛頓、虎克、道爾頓（Dalton）等推動工業革命的大師。也會理解為何 Mies 會說“God is dwelling in the Detail”。相對的在台灣，我們最常見的構造方式就是用混凝土將房子糊起來，怕漏水，再用 Silicone 或 PU 糊起來，這一再圍堵的防水方式，讓我想起魚鱗（大禹的父親）的治水方式——終歸失敗。

這也是多年來，很多業者將北美的木構造引進台灣時，或因不了解正確的工法程序，或省略了一些關鍵的細節，以致於不到幾年後，房子便開始腐朽，也因此造成許多人誤認為北美的木構造不適合台灣的氣候。然而，就氣候而言，以美國佛羅里達州的 MIAMI 為例，年降雨量、溫度、溼度與台中幾乎一樣，每年也都有颶風來襲，但木構建築卻仍是當地住宅的主流。

其實這關鍵在於等壓層（Rain-screen pressure equalized space）的設置及防潮層（Vapor Barrier）的位置。在紐約州與佛羅里達州，防潮層設置的位置剛好相反。若把華盛頓州的組合方式一成不變拿來台灣，必定失敗。曾經有美國本土建築師在夏威夷設計旅館，結果一直有漏水問題卻找不出原因，後來才發現原來防潮層放錯位置了！是結露水的問題而不是漏水的問題。這建築師忘了夏威夷是潮濕溫暖的氣候地區，與美國本土會下雪的區域不同的！

結露水的現象對一般在台灣受教育的人來說，好像只存在中學的物理課本及大專聯考。對一位建築師而言，結露水如何產生，如何排出似乎事不關己，這是因為台灣的建築過去未曾考慮隔熱層的設置。然而隨著房屋性能要求加高，隔熱性及氣密性改善之後，在台灣炎熱潮濕的大氣之下，只要冷氣一開，室外的水蒸氣便開始往室內移動，一旦到達結露點，水便產生了！

過去在 RC 建築中，大家對這種反潮的現象是忍受而不知所措。反正 RC 不會

因潮濕而倒塌。至於室內裝修因潮濕受損，再換就是；因潮濕長霉引起氣喘只能怪自己體質不佳。然而木構造建築對這種受潮現象卻一點也不容忍受，水一旦進入壁體，陷在其中，霉菌、白蟻便隨之而來。北美的木構造為了解決房子受潮的問題，其實也同時提供了使用者健康舒適的環境。這是在台灣建築業界的人很少能體會的。也因此房屋市場上，我們只看到大多業者，除了高喊一些空泛的綠建築“口號”及使用頂級的馬桶廚具之外，好像端不出可與北美住宅相同品質的產品。這種情況好像又回到滿清時期，我們只看到西方船堅炮利的表象，卻無法真正了解隱藏在其中的精髓。

在本土相關技術資源匱乏之時，唯一的方法就是放下身段往外取經，而不是閉門造車。日本在明治維新時就是學得“徹底”，才能把中國遠遠的甩在後頭。日本在明治維新時向西方學來的木構造系統，與之前向中國所學的，最大差異之一是“鐵件的運用”。我們一向很自傲於祖先能不用一釘一鐵，只靠精巧的榫接，就能建造屋宇，甚至輕視西方的木構金屬接頭。然而我們若看看西方的歷史建築，木構造的接頭竟然也是榫接的！雖不似東方傳統木構的華麗精緻，榫接的原則竟然類似。但為何西方後來放棄榫接而改用金屬接頭？這關鍵的年代在於歐洲在文藝復興之後 1600~1800 的兩百年間。這兩百年間，歐洲的科學家如伽利略（1514~1642），刻卜勒（1571~1630），牛頓（1642~1727）紛紛發現了上帝創造宇宙萬物，隱藏在其中的原則與定律。運用這些原則與定律，煉鐵、機械、蒸汽機在十八世紀被發明而促成了英國的工業革命。也因這巨大的變革，改變了人類的生活與文明。煉鐵與機械的發展，不只使西方船堅炮利，在房屋的構造上，鐵件的運用，使得木構建築更具彈性且堅固，又可大量生產滿足市場的增長。

東方錯過了工業革命，以至在科技、工業、經濟上頓時處於劣勢。然而日本在黑船事件後，推動「明治維新」向西方學習，而趕上工業革命的列車。中國當時卻只有「百日維新」，而拒絕搭上文明的列車，使得整個國家停滯不進。這景況讓我想起聖經上『在前的要在後，在後的要在前』。

在台灣推動木構造還有另一個困擾，就是防火認定的問題。國人對木構造觀念，仍停留在過去日式宿舍，及早期台灣傳統木構的時代，這兩種木構的防火性能的確是很差。然而北美的大木構造（Heavy Timber）在加拿大法規被認定具有 45 分鐘的防火時效，在美國的 UBC Code，Heavy Timber 自成一類，例如可供集會場所（1000 人以下，2 樓以下，面積小於 1254m²），或供中小學校（2 樓以下，面積小於 1876m²），或供旅館、公寓（4 樓以下，面積小於 1254m²）。在此類構造中，那些裸露的木材是不需加任何防火板、防火漆的。如果加設消防撒水系統，樓地板面積可再增加 2~3 倍。

如果我們的建管及消防單位能對北美大木構造（Heavy Timber）的防火功能有更進一步的認識，而且對先進國家的工法及材料可直接認證，那才能鼓勵業主使用木構造，因為一般人採用木構造，就是希望在室內可看到、摸到木頭，但一聽到要做防火測試，或新材料新工法曠日費時的行政流程，便多放棄使用木材。即使如膠合樑（Glulam）在北美及歐洲國家有絕佳的結構、防火表現，在台灣也

窒礙難行。北美的 2X4 木構工法看似簡單，其實背後隱藏了高度的科學知識，使得木構建築可成為耐久性的建築。這種新的木構工法，結合了石膏板，使得木構造可達到 1 至 2 小時的防火時效。然而我們業界對木構造的認識，仍停留在半世紀前的歷史建築，認為木構造都是不耐久，不防火的！業界的無知，造成消費者的怯步。建築及消防法規的訂定，也因對現代木構造的認識不清，而訂出不合時宜的限制！以致現今台灣的建築法規成為現代木構工法引進台灣的最大障礙！

法規的障礙與業界的無知，使得台灣的消費者，無緣享受健康舒適的木構造住宅，而多只能選擇高耗能，高污染的混凝土構造。法規的障礙也使得業者怯步！由過去的歷史，我們知道，清朝的鎖國政策，不只使自己孤立，更造成國家競爭力的衰退。在今日，法規的障礙與貿易的壁壘也是某種型態的鎖國現象啊！

令我憂心的，是台灣的態度與遠見 (Vision) 在哪裡？其實早在十多年前，美國在擴展日本市場時，就想把 2X4 的木構工法銷到台灣。然而當時台灣不論在業界或學界，對現代木構造的認知仍是一片空白。因木構造在台灣光復後就呈現斷層狀態。我們建築界只知用混凝土糊出一棟棟的房子，然後靠防水劑或 Silicon 塗塗抹抹來包覆外牆，甚至有人無知的認為外牆可以靠磁磚來達到防水功能。我們不明瞭建築是一種組裝 (Assembly) 的藝術與科學。認為木構造的引進只是引入一推木材。但我們所看不見的，是引進新的工法背後的技術與知識。我們還不了解在設計外牆的構造時，面對的不只是水的存在及風的壓力，還有毛細現象，結露現象，重力及水蒸氣壓力 (Vapor Pressure) ….. 等等。

木構造無法在台灣推動，對我們自己更大的損失是生態與環保。煉鋼、石化、水泥業都屬高耗能高污染的工業，在京都議訂書的規範之下，這些產業早晚是得外移的。我們若一時屈於財團的壓力而不願面對現實，未來在國際上遭到貿易制裁時，就由不得自己了！

台灣溼熱的氣候與白蟻問題，其實反成為台灣進軍全球木構造市場的最佳條件！

台灣若能修改不合時宜的法規限制，一樣可像日本，藉北美技術的轉移，提昇我們房屋科技的層次。同時針對台灣獨特溼熱多雨的氣候，修正北美的木構工法。因為地處溫帶的加拿大與日本，目前還不熟悉如何處理溼熱地區的建築外殼 (Building Envelope) 設計。美國大多數的業者也沒有這些經驗。台灣的氣候條件，反而成為最佳的實驗室。另外就是針對白蟻的防治。台灣的家白蟻

(Formosan Termite) 在二次世界大戰後，遠渡重洋，入侵美國南方區域，成為對木構造最具破壞力的蟲害。北美木構的防蟲防腐處理，都是以台灣的家白蟻為終極目標。加拿大在研發木材防腐技術時，還需借用夏威夷當作實驗室，因為加拿大本土並無台灣家白蟻的存在。台灣政府若能整合建築、林業及植物病蟲害的團隊，針對台灣家白蟻的防治，研發有效策略，必可在這領域獨步全球。

針對台灣獨特的環境，改良後的木構造，可適用在中國華南沿海各省。目前北美及日本的業者對這個領域的探討仍未成熟，台灣是有很好的機會，成為領導者。但良機稍縱即逝，端視台灣的政府與業者有無遠見與智慧了！

