

木構造建築物高度、樓層數相關設計規定檢討研究

Investigation of Design and Building Codes regarding Height and Story of Wooden Building

主管單位：內政部建築研究所

蔡孟廷¹ 黃昭勳² 林法勤³ 陳致呈³

Tsai, Meng-Ting¹ Huang, Chao-Hsun² Lin, Far-Ching³ Chen, Chi-Cheng³

¹ 國立臺灣科技大學建築系

² 國立臺北科技大學建築系

³ 國立臺灣大學森林系

摘要

近年來先進國家在木構造施工技術上之發展迅速，新型態的木質構材（例如工程用膠合材、定向粒片板、與直交集成板等）亦開始廣泛運用。受惠於技術與材料進步，現今木構造可達到的高度與規模已非以往木構造可比擬。然因近年來木構造建築技術發展迅速，前述成果已無法滿足目前業界需求，因此現行法規實有繼續檢討之必要。本研究透過資料及文獻回顧來進行美、日、台木構造法規比較與研析，了解其中之差異，以利進行修訂；統整各國之木構造法規並以其為參考依據，研擬本土型之法規修改草案。邀請專家學者針對本案所提出之法規修正建議進行座談以檢討相關建議之合理性。具體研究成果為針對建築技術規則建議修改條文、針對混合構造之規定，建議進行修訂木構造建築物設計及施工技術規範第 7 章，並新增章節 7.5 暫定北美木構造設計法。針對直交集成板 CLT 之規定，建議於木構造建築物設計及施工技術規範中，新增直交集成板 CLT 之專章。

關鍵詞：建築高度、樓層數、北美木構造、直交集成板

Abstract

Construction of high-rise timber buildings has been proposed worldwide due to the development and advanced application of engineered wood. In Japan, Australia, and all over Europe, engineers are using more wood to reduce the high greenhouse gas emissions during concrete construction. New wood engineering technology makes it's possible to create wooden panels or structure components that can approximate the strength of steel. And the hybrid structure system mixing with wood and non-wood becomes popular due to the efficient utilization of different construction materials based on their major properties.

In Taiwan, the current building regulation governs the height of wooden buildings within 4 story or 14 meters, which limit the potential development of high-rise wooden buildings. Moreover, the seismic design values such as ductility values, load combinations for different structure system vary, making it difficult to design a wooden based hybrid

structure system according to the current building codes. In this study, a comprehensive research regarding the height of wooden building, the seismic design values and material standard are referred based on the literature review, in order to compared the difference of the building code related to construction of wooden buildings between Taiwan and other countries, majorly North American, Europe and Japan. A conclusion and proposed revision to the current building code related to wooden construction are made in this study.

Keywords : building height, building code, IBC, Cross Laminated Timber

一、前言

近年來先進國家在木構造施工技術上之發展迅速，新型態的木質構材（例如工程用膠合材、定向粒片板、與直交集成板等）亦開始廣泛運用。受惠於技術與材料進步，現今木構造可達到的高度與規模已非以往木構造可比擬。內政部建築研究所於 101 年所進行之「木構造建築物設計及施工技術規範修訂之研究」中已就當時國外相關規範（以美國及日本為主）與配合之國內標準進行規範內容之修訂，包括木構造建築之型式、規劃、材料規格、性能、結構計算原則、與相關參數等進行檢討。然因，其中較為迫切之項目包括：

1. 現行法規[2]對於木構造建築之高度限制（建築技術規則之規定為 4 層樓/14 公尺，建築物耐震設計規範之規定為 12 公尺）過於保守（IBC 之規定為 6 層樓/19.8 公尺），且欠缺「混合式構造」（例如 1 至 2 樓為 RC，3 至 6 樓為木結構）與「直交集成板」之規定，不利木構造之推廣。
2. 現行木構造規範中所規定之載重組合與其它規範（例如 RC 及鋼結構）明顯不同，除可能出現載重組合與構材容許應力無法對應的情況外，對於混合式構造（例如建築物中部分採用木結構、部分採用 RC 或鋼結構）之設計亦形成極大的困擾。有鑒於建築物設計載重之不確定性與結構型式（木結構、鋼結構、RC 構造等）並無直接的關聯性，先進國家目前在建築法規上（例如 IBC 及 ASCE 7）對於不同型式構造物的設計載重（包括荷重係數及載重組合）多半採用相同的規定，並訂定對應之構材容許應力計算方式。考慮國內混合式構造日益增多，建議現行規範亦朝相同模式修訂。
3. 現行建築物耐震設計規範中所規定之木構造（承重牆系統：1.具剪力嵌版；2.具對角斜撐）韌性容量（R 值）乃是配合 IBC 規定之載重組合所訂定，而混合構造之 R 值計算亦須配合上述（IBC 之）載重組合規定，因此現行木構造設計規範實有修正之必要。

基於以上考量，本研究中針對現行規範中有關木構造高度、混合式構造、以及直交集成板等規定進行檢討，並提出適當之修訂建議。

二、現行法規檢討

2.1 木構造與混合式木構造建築物之高度限制

現行建築技術規則建築構造編第 171 條之 1 規定「木構造建築物之簷高不得超過 14 m，並不得超過四層樓」；「建築物耐震設計規範及解說」第 1.7 條及表 1-3 中

則規定以木構造作為地震力抵抗系統之建築高度不得超過 12 m (具剪力嵌版之輕構架牆) 或 20 m (具對角斜撐之輕構架牆對); 至於美國 International Building Code (IBC) 則是依照建築物之使用類別(occupancy classification and use)及構材防火性能(type of construction)訂定對於建築物之高度限制。排除作為製造或儲存大量高危險性(High Hazard, Group H)物質及收容或矯正機構用途(Institutional, Group I)之建築物, 2018 IBC 中規定「不具備自動灑水系統」(NS)之「大型木構造」(Type IV - HT) 及具備 1 小時防火時效之「一般木構造」(Type V-A)建築物之高度/樓層數上限分別為 19.8 m (65 ft)/五層樓以及 15.2 m (50 ft)/四層樓(見表 2.1)。相形之下, 目前建築技術規則對於木構造高度之規定略顯保守。

有鑒於建築物設計載重之不確定性與結構型式(木結構、鋼結構、RC構造等)並無直接的關聯性, 先進國家目前在建築法規上(例如IBC)對於不同型式構造物的設計載重(包括荷重係數及載重組合)多半採用相同的規定, 並據以訂定對應之構材容許應力。然而現行木構造規範中所規定之載重組合與其它規範(例如RC及鋼結構)明顯不同, 除可能出現與構材容許應力不相容的情形外, 對於混合式構造(建築物中部分採用部分木結構、部分非木結構), 其不同材料間的設計參數更需進行定義。由於現行建築技術規則建築構造編第171條中規定「木構造」包括「以木材構造之建築物或以木材為主要構材與其他構材合併構築之建築」, 因此混合式木構造之高度與樓層數須符合木構造(建築技術規則建築構造編第171條之1)之相關規定; 然而目前IBC中已允許業主在一層鋼筋混凝土結構(Type I - Non-Combustible Construction - concrete)上方建造高度不超過5層之木構造(Type IV - Combustible Construction - wood frame), 使得建築物之整體高度可達6層樓。考慮國內框組式木構造與北美木構造係以相同工法設計及建造, 相關法規可考慮採納IBC對於混合式木構造之高度規定。

2.2 混合式構造之設計

基於使用上的需求, 建築構造在某些狀況下必須使用到兩種(或兩種以上)的結構系統。例如建築物上、下部分分別做為居住及停車用途時, 上部結構可為木構造, 下部結構則可使用 RC 或鋼結構以提供足夠的承載力; 在若干地震或風力載重較大的地區, 業主亦常以 RC、鋼結構、或加強混凝土空心磚構造作為建築物(整體或局部)之側向力抵抗系統。其中影響較大的項目除了前述的建築物高度限制之外, 亦包括結構分析所使用之「載重組合」與「結構系統韌性容量」(R 值)計算。有鑒於建築物設計載重之不確定性與結構型式(木結構、鋼結構、RC構造等)並無直接的關聯性, 先進國家目前在建築法規上(例如IBC)對於不同型態結構物在設計載重上多

半採用相同的規定，並據以制定對應之構材容許應力，因此在混合式構造中各部分之結構分析可採用相同之載重組合。然而國內現行木構造規範中所規定之載重組合與其它規範(例如 RC 及鋼結構)明顯不同，除可能出現設計載重組合(現行木構造設計規範中所規定之設計載重組合源自日本法規)與構材容許應力制定時所假設之載重條件不符合之情形外(現行木構造設計規範中所提供之木質橫隔板與剪力牆容許應力係參考美國法規)，對於混合構造之設計(例如連結木構與混凝土構造之螺栓應力計算)亦造成極大困擾。由於目前國內結構設計法規(例如 RC 及鋼結構)主要參考美國規範，因此本研究建議在混合式構造中，若上部之木結構採用「框組式工法」設計，在設計時應採用 IBC/ASCE 7 規定之載重組合。

表 2.1 IBC 2018 對於建築物之高度限制

TABLE 504.3
ALLOWABLE BUILDING HEIGHT IN FEET ABOVE GRADE PLANE^a

OCCUPANCY CLASSIFICATION	SEE FOOTNOTES	TYPE OF CONSTRUCTION								
		TYPE I		TYPE II		TYPE III		TYPE IV	TYPE V	
		A	B	A	B	A	B	HT	A	B
A, B, E, F, M, S, U	NS ^b	UL	160	65	55	65	55	65	50	40
	S	UL	180	85	75	85	75	85	70	60
H-1, H-2, H-3, H-5	NS ^{c, d}	UL	160	65	55	65	55	65	50	40
	S									
H-4	NS ^{c, d}	UL	160	65	55	65	55	65	50	40
	S	UL	180	85	75	85	75	85	70	60
I-1 Condition 1, I-3	NS ^{d, e}	UL	160	65	55	65	55	65	50	40
	S	UL	180	85	75	85	75	85	70	60
I-1 Condition 2, I-2	NS ^{d, e, f}	UL	160	65	55	65	55	65	50	40
	S	UL	180	85						
I-4	NS ^{d, g}	UL	160	65	55	65	55	65	50	40
	S	UL	180	85	75	85	75	85	70	60
R ^h	NS ^d	UL	160	65	55	65	55	65	50	40
	S13D	60	60	60	60	60	60	60	50	40
	S13R	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	S	UL	180	85	75	85	75	85	70	60

2.3 混合式構造之結構系統韌性容量

現行建築物耐震設計規範第 2.9 節中規定，若同一棟建築物具有不同結構系統時：

- 任一樓層設計所用之 R 值不得大於該方向其上樓層所用之 R 值(若該層以上靜載重少於建築物全部靜載重百分之十者不在此限)(圖 2.1)
- 結構物之設計以下列兩種方法擇一使用：
 1. 整個建築物以最小的 R 值設計(圖 2.2)
 2. 符合 2.1 節所定義剛性建築物上具柔性建築物者，可依下列所述設計之：
 - (1) 視剛性建築物上之柔性建築物為獨立之建築物，採用適當之 R 值
 - (2) 下面剛性建築物視為獨立之建築物，採用適當之 R 值。柔性建築物傳入之地震力，

須將其總橫力以柔性建築之R值除以剛性建築物之R值的比例放大之

(3) 單方向有承重牆之建築物，另一方向採用之R值不得大於有牆方向之R值。

以上規定均源自 IBC (2018 UBC 中已刪除最後一項「單方向有承重牆之建築物，另一方向採用之 R 值不得大於有牆方向之 R 值」之規定)，惟 IBC 中對於結構系統設計地震力之計算係將彈性地震力直接除以 R 值，而現行規範則是將彈性地震力除以「結構系統地震力折減係數」(Fu)後再視情況進行調整，因此後者中之設計地震力與 R 值並無明確的比例關係。由於現行規範對於混合式構造之 R 值與設計地震力之計算方式在學理上不盡完備，加上近年來 IBC 對於結構系統之 R 值定義及數值進行了相當幅度的更新，建議主管機關可對建築物耐震設計規範之相關規定進行修正。

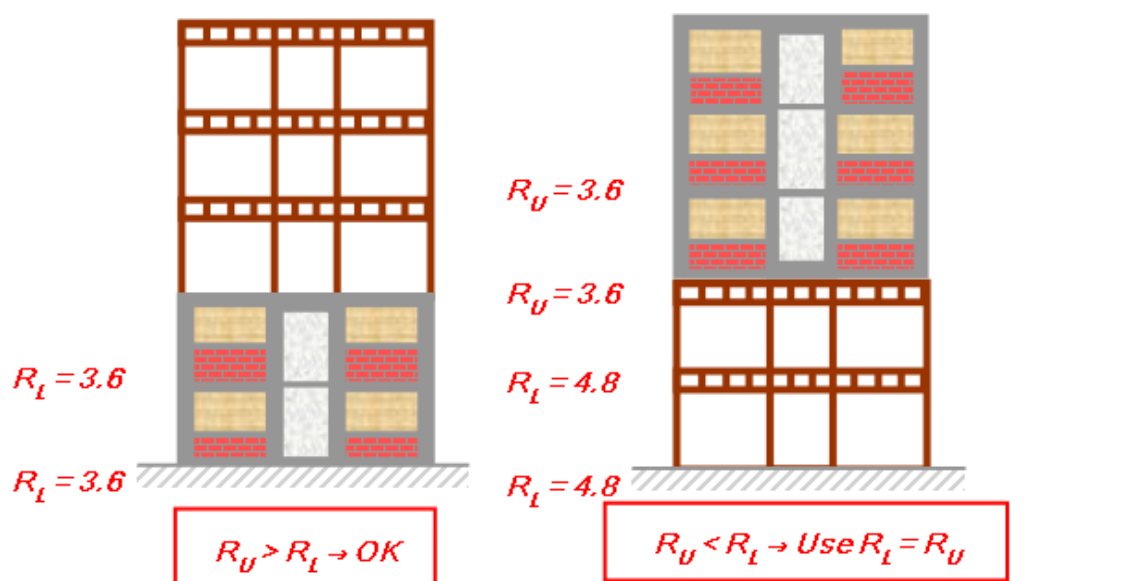


圖 2.1 任一樓層設計所用之 R 值不得大於該方向其上樓層所用之 R 值

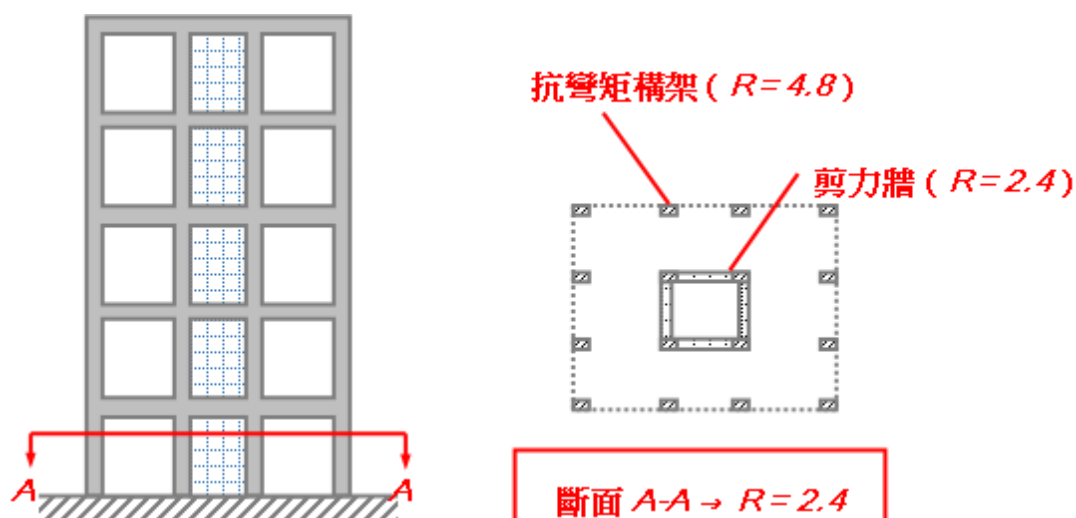


圖 2.2 同一建築物具有不同結構系統時，整棟建築物可用最小的R值設計

三、法規及規範之新增/修訂建議

3.1 建築技術規則修訂建議(三段式修訂建議)

參考前述國外木構造法規之檢討，建議針對我國目前在木構造建築發展上，主要造成滯礙或發展之建築技術規則條文進行修訂或增減。本研究建議針對以下條文進行修訂，修訂之建議及理由說明如表3.1。

表 3.1 建築技術規則建築構造篇部分修正條文案草案對照表

修正規定	現行規定	說明
<p>第一百七十一之一條 木構造建築物依建築物使用類別，簷高及樓高應符合規範者要求。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。</p>	<p>第一百七十一之一條 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。</p>	<p>註：參考說明*之簷高及樓高建議表。</p>
<p>第一百七十二條 木構造建築物之設計，得採容許應力設計法、載重及強度設計法、或其他經中央主管建築機關認可之設計法。(參考建技規則 374 條之一)</p> <p>木構造建築物之構件應能承受依本編第一章規定之各種載重、地震力、風力、及其它規定作用力之組合，並符合所採用之設計方法及設計規範之規定。(參考建技規則 375 條)</p>	<p>第一百七十二條 木構造建築物之各構材，須能承受其所承載之靜載重及活載重，而不超過容許應力。</p> <p>木構造建築物應加用斜支撐或隅支撐或合於中華民國國家標準之集成材，以加強樓版、屋面版、牆版，使能承受由於風力或地震力所產生之橫力，而不致傾倒、變形。</p>	<p>(1)第一、二項未修正。</p> <p>(2)新增第三項容許採用其他符合規範之構法。</p>
<p>第一百七十三條</p> <p>木構材不得用於承載磚石、混凝土或其他類似建材之靜載重及由其所生之橫力。</p> <p>若木構材承載前款所稱之靜載重及橫力，經分析後符合規範要求者，不受前款規定限制。</p> <p>或刪除</p>	<p>第一百七十三條 木構材不得用於承載磚石、混凝土或其他類似建材之靜載重及由其所生之橫力。</p>	<p>(1)木構材承受之靜載重與橫力應無須考量其來源。</p> <p>(2)新增第二項容許採用其他符合規範之構法。</p>
<p>建議刪除</p>	<p>第二百零三條 木屋架之設計應符合左列規定：</p> <p>一、跨度五公尺以上之木屋架須為桁架，使其各構材分別承受軸心拉力或壓力。</p> <p>二、各構材之縱軸必須相交於節點，承載重量應作用在節點上。</p> <p>三、壓力構材斷面須依其個別軸向支撐間之長細比設計。</p>	<p>目前國內外以膠合或其它方式製作之木質構材已普遍用於跨度 5 公尺以上之屋架結構，此條文恐已不合時宜。現行規範對於木質桁架之構材設計及接合已有明確規定，建議回歸規範規定。</p>

*說明：簷高及樓高建議表(*為 IBC 現行標準)

建築物使用類別		灑水裝置	HT(重木結構)				LWF(輕木結構)			
			樓層		簷高		樓層		簷高	
			建議	IBC*	建議 (m)	IBC* (foot)	建議	IBC*	建議 (m)	IBC* (foot)
A (A*)	公共 集會類	有	4	4	24	85	3	3	14	60
		無	3	3	18	65	2	2	12	40
B (B*)	商業類	有	6	6	24	85	3	3	14	60
		無	5	5	18	65	4	4	12	40
C (S*)	工業 倉儲類	有	5	5	24	85	2	2	14	60
		無	4	4	18	65	3	3	12	40
D (E*)	休閒 文教類	有	4	4	24	85	2	2	14	60
		無	3	3	18	65	1	1	12	40
E (I*)	宗教 殯葬類	有	5	5	24	85	3	3	14	60
		無	4	4	18	65	2	2	12	40
F (I*)	衛生福生 更生類	有	5	5	24	85	3	3	14	60
		無	4	4	18	65	2	2	12	40
G (B*)	辦公 服務類	有	6	6	24	85	3	3	14	60
		無	5	5	18	65	4	4	12	40
H (R*)	住宿類	有	5	5	24	85	3	3	14	60
		無	4	4	18	65	3	3	12	40
I (H*)	危險 物品類	有	4	4	18	65	3/3*	3	12	40
		無								

3.2 木構造建築設計及施工技術規範「北美木構造工法」增訂建議

現行木構造施工及設計規範中，木結構之設計標準主要參考日本建築基準法中木結構設計章節，因此對於日式軸組工法有詳盡的介紹及設計方法的提供。然而，我國常見之木構造工法中，除了日式軸組工法外，另有北美的 2x4 工法的施工案例。雖然在我國的木構造施工及設計規範中第 7 章已有明訂框組壁式工法之章節，然而對於設計方法及施工準則並無詳細描述。有鑒於此，本研究參考 IBC (International Building Code) Chapter 23 之規定條文，建議於木構造建築物設計及施工技術規範第 7 章中，新增章節 7.5 「北美木構造設計法」。本研究首先針對 IBC 第 23 章中之條文內容，翻譯對照條文收錄在本研究中，提供後續增訂及條文本土化時之參考依據。

3.3 木構造建築設計及施工技術規範「CLT 專章」增訂建議

直交集成板 Cross Laminated Timber (CLT) 為近年來用於建造高層木建築之主要材料，主要發源於中歐，目前則廣泛應用於世界各地。直交集成板有固碳永續、施

工快速、及加工容易等優點。我國在近幾年亦有部分以此材料設計及興建的建築。有鑑於本木構造材料不同於以往之原木、集成材、或其他工程木材等材料，因此，建議於木構造建築設計及施工技術規範中，增訂「CLT 專章」，以利民間業者推廣及應用。然而，由於目前先進國家中，對於 CL 之結構設計及具體規範均在研擬中，並且國內 CLT 之 CNS 標準並未完成。因此，本研究針對 CLT 之設計原則及各國現有的法規進行比較說明，並建議日後於規範中增訂以下章節。

3.3.1 CLT 的定義及用途

CLT 為一種預製的工程木材，由不少於三層的實心鋸製材(solid-sawn lumber)或結構複合木材(structural composite lumber)組成，其中相鄰的層是正交方向(cross oriented)的並用結構粘合劑粘合以形成實木元件。板材之尺寸可以依設計需求訂製。

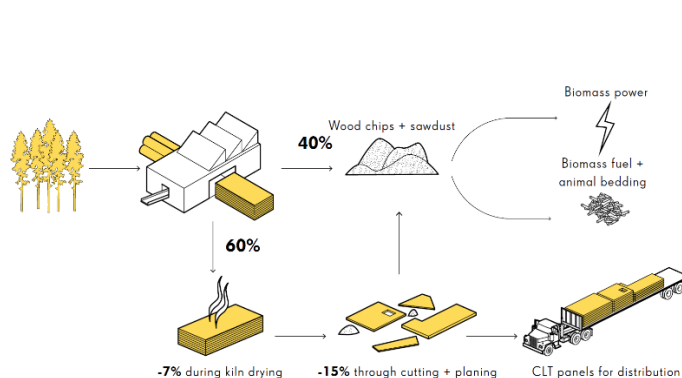


圖 3.1 CLT 之生產及製作流程

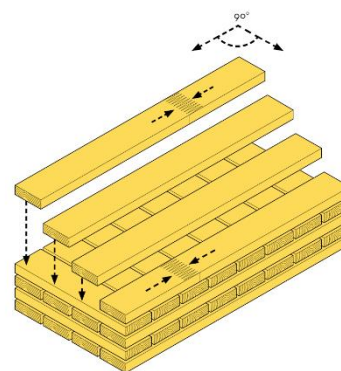


圖 3.2 CLT 之膠合原則

3.3.2 各國 CLT 適用規定

目前各國針對 CLT 之法規大多在研擬階段，因此關於各國之 CLT 相關規定，北美可參考 NDS、CLT Handbook 之相關規定，日本可參考 CLT 關連告示等解說書、CLT 建築施工設計手冊等相關規定，歐盟則可參考 Euro Code EN 16351:2015 Timber structures-Cross laminated timber. Requirements。

3.3.3 結構性能及分析原則

理論上，當 CLT 達到相當厚度時，可視為一組僅受面內作用之剛體，當受到靜力側推的情況下，各獨立之 CLT 沿著底部之角隅接合(bracket connection / hold-downs)向上部進行轉動行為(rocking)，產生層間位移。由圖 3.1 中，CLT 之基本構造系統及接合形式可知，在 CLT 產生剛體轉動行為時，靜力側推下之主要力學傳遞模式為透

過接合鐵件之變形產生抵抗靜力側推之作用力，CLT 系統之遲滯迴圈亦主要由此部分的力學行為模式產生。整體力學傳遞機制及變形行為可由圖 3.2 中之模擬圖表現，接合鐵件所受到之外力亦可由以下推導式得到概略的描述。由上述 CLT 在靜力側推下之行為可知，CLT 之整體結構性能評估主要針對 CLT 為剛體條件下進行，因此 CLT 之膠合厚度是否可有效率地提供靜力側推情況下外力之抵抗能力，為其重要因素。

$$F(D) = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{H} f_i(d_i) + \frac{L}{2H} G \quad \text{and} \quad d_i = \frac{l_i}{H} D \quad (1)$$

另外，轉動行為(rocking)過程中，接合鐵件(bracket connection / hold-downs)對於 CLT 之束制能力則影響 CLT 整體遲滯迴圈的表現，對實驗完成後之數值分析模型的建立有著深遠的影響。然而，台灣由於無 CLT 生產工廠，材料仰賴國外進口。因此，CLT 的長寬尺寸受到貨櫃影響甚大，長向板須由若干較短之 CLT 利用卡榫或鐵件等方式接合而成。亦即各 CLT 板材間之卡榫或鐵件接合對於各板材間之獨立轉動行為具有束制能力，對於 CLT 在靜力側推下之遲滯迴圈的表現有一定程度影響。

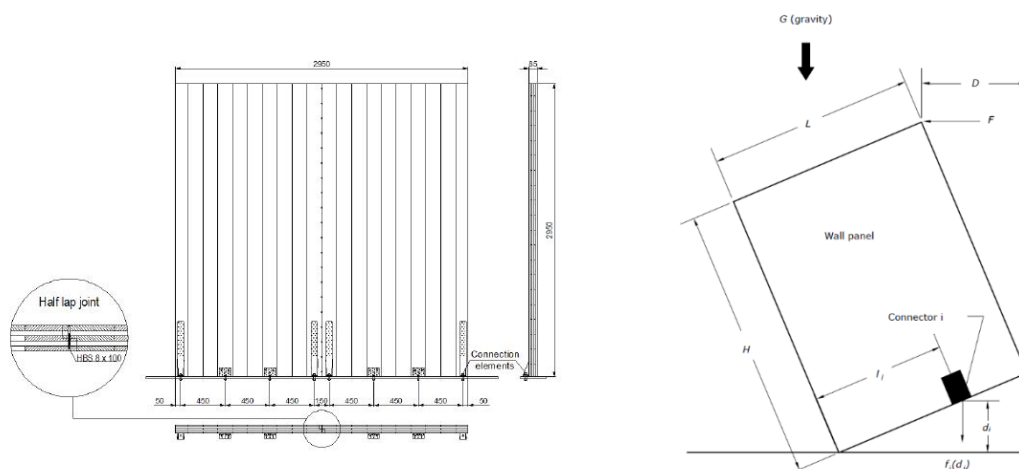


圖 3.1 CLT 之基本構造系統及接合形式[16] 圖 3.2 CLT 靜力側推下之變形行為[17]

(1) 北美 CLT 結構設計原則

目前大多數國家對於 CLT 的強度模擬方法為根據實驗結果，建立數值分析模擬模型，用以模擬 CLT 之遲滯迴圈行為，檢證數值模擬與實驗結果之差異，得到合理的模擬結果應用於建築結構設計上。在北美的 CLT 結構設計上，根據 CLT Handbook 2013 US Edition，透過 32 組不同高寬比、不同接合件之形式等進行牆體在靜力加載下之側推實驗，藉此得到在不同高寬比、不同接合件等條件下之牆體降伏強度、降伏變形、

極限強度、極限變形等資訊。並透過數值模擬的方式檢證模型與實驗結果之吻合度，藉以得到接合部強度及結構計算時之基礎數據。

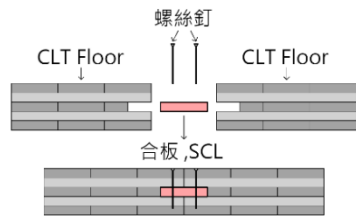
(2) 日本CLT結構設計原則

在日本的 CLT 設計上，主要引用「日本住宅・木材技術センター」及「一般社団法人 CLT 協會」所制訂發行的 CLT 關連告示等解說書及 CLT 建築物之施工手冊，其中亦透過不同高寬比、不同接合件之形式等之 CLT 牆體，在靜力加載下之側推實驗，藉此得到在不同高寬比、不同接合件等條件下之牆體降伏強度、降伏變形、極限強度、極限變形等資訊。並將此資訊進行規格化的制式表列，藉以提供設計者結構設計上之強度資料。然而除了以上所提及之表列規格化結構強度估算表之外，根據「日本住宅・木材技術センター」所制訂容許應力設計法之彈塑性模型推算法，亦可根據以下四種方式推算 CLT 之分析模型的降伏點，以推算方式中求得之降伏點最小值為理論值。此外，除了上述四種方法外，亦可利用加載-變形之遲滯迴圈所包覆之包絡線進行推導求得完全彈塑性模型之降伏耐力，如圖 所示。利用容許應力設計法之彈塑性模型推算法所求得 CLT 不同組構條件加載下之降伏耐力值(彈性階段)及極限耐力值(塑性階段)後，將彈塑性曲線代入結構分析軟體建立分析模型，進行非線性靜力推覆分析(Pushover)，得到實驗結果及理論推導式下之模擬結果檢證，提供設計單位或未來法規制定上之參考依據。

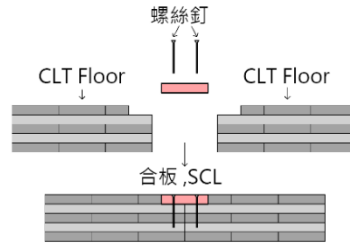
3.3.4 主要接合形式

由於CLT結構主要由接合鐵件進行各板材間的接合，並透過接合鐵件傳遞CLT板間所產生的內力，因此接合鐵件的形式對於整體結構表現及強度有著深遠的影響。當牆板用來承受水平作用力時，參考北美、歐洲、日本等，對於牆體在水平作用力的評估標準，其強度及性能依ASTM E-2126-11、ISO16670、JIS等方法進行試驗並取得證明者，其試驗結果適用於CLT牆板設計。各板材或其他部位接合部通過上述ASTM、ISO、JIS、JAS等試驗標準，試驗結果則適用於CLT之結構設計。其中，北美CLT Handbook US Edition、以及日本CLT建築施工設計手冊等，已透過上述之實驗方法，將部分制式工法之接合形式及強度估算進行整理。本研究參考北美CLT Handbook US Edition、以及日本CLT建築施工設計手冊，將CLT建築中主要部位的接合形式整理如下以供參考。

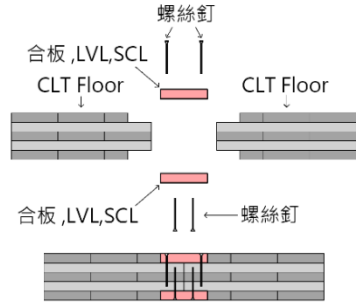
內部塞縫片 internal spline



單面塞縫片 Single Surface Spline



雙面塞縫片 Double Surface Splines



半搭接 Half-lapped Joint

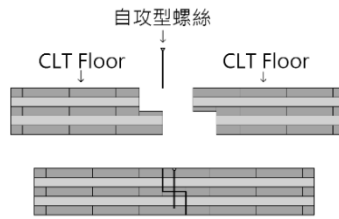
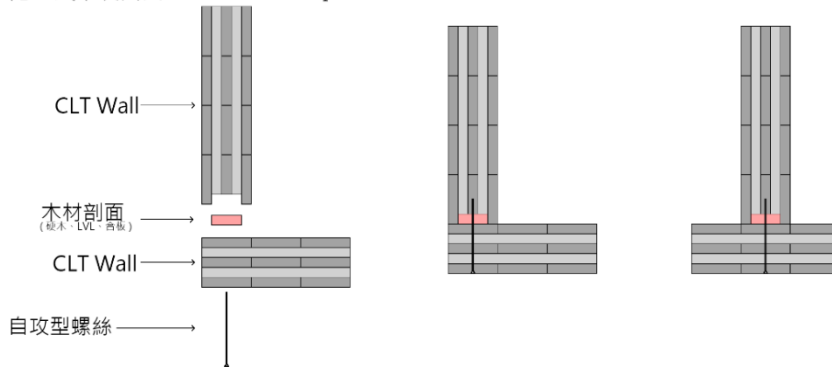


圖 4.5(a) Floor to Floor 主要接合形式

木材剖面 wooden profiles

隱匿式木製剖面 concealed wooden profile



邊緣加固木製剖面 Edge Protecting Wooden Profile

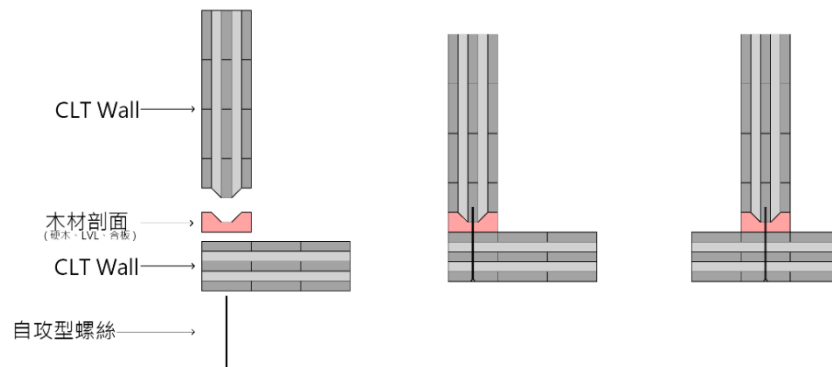


圖 3.3 Wall to Floor 主要接合形式

接合形式	鋼板螺絲接合	接合鐵件	TB-90或TB-150、 STS · C65:18支、構造用基礎螺栓固定M16(ABR490)
接合部位	基礎-牆板		
使用構件	與牆板接合	TB-90時，杉木 Mx60-3-3或S60-3-3 TB-150時，杉木 Mx60-5-5或S60-5-5	
	與基礎接合	限高90mm。若無材料指定，選擇材料時需注意耐久性和因重量下陷的問題	

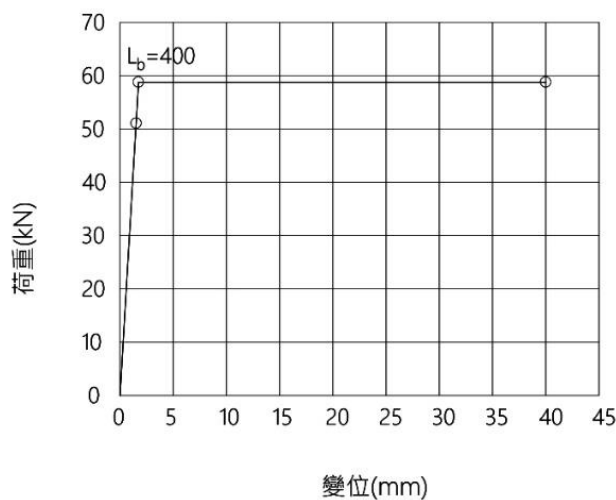


圖 3.4 基礎-牆板之標準接合部及強度

四、結論與建議

本研究之具體成果，首先為針對建築技術規則建議修改條文，包含以下項目：

1. 建議修改建築技術規則第 171-1 條
 - 修改方向：根據不同機能或工法等進行樓高限制的分類工法及設計原則由規範定義
2. 建議將建築技術規則第 173 條刪除
 - 本條規定木構材不得用於承載磚石、混凝土或其他類似建材之靜載重及由其所生之橫力。因不合時宜，因此建議刪除
3. 建議修改建築技術規則第 203 條或刪除
 - 跨度五公尺以上之木屋架須為桁架，使其各構材分別承受軸心拉力或壓力。
 - 本條因不合時宜因此建議刪除
4. 其他建議修訂條文等

針對混合構造之規定，建議進行下述之修訂：

1. 於木構造建築物設計及施工技術規範第 7 章新增章節 7.5 北美木構造設計法。
2. 由於現行木結構設計組合載重與 RC 造及鋼構造不同，因此混和構造之木結構若以框組壁式工法設計時，建議載重組合參考 IBC 之設計規定，以不同設計法之(ASD/LRFD)之組合載重做為設計用，因此 R 值可參考 IBC 規定計算。
3. 軸組造工法(現行規範之主要工法)因為 R 值及組合載重與現行 RC 造及鋼構造有所差異，建議不進行混和構造的設計法及規範的新增及修訂。
4. 上下結構形式不同及平面結構形式不同時之 R 值計算亦可參考 ibc 規定。

針對直交集成板 CLT 之規定，建議進行下述之修訂：

1. 於木構造建築物設計及施工技術規範中新增直交集成板 CLT 之專章
 - (1) 參考 NDS chapter10 pp60-62 進行 CLT 之定義。
 - (2) 主要參考北美 NDS、CLT Handbook，日本 CLT 關連告示等解說書、CLT 建築施工設計手冊，及歐盟 EN 16351:2015 Timber structures-Cross laminated timber. Requirements 等資料，說明美日歐目前之設計方法、實驗結果、及典型接合部等。

(3) 直交集成板CLT專章之章節增訂建議。

參考文獻

1. 內政部建築研究所(2012)，「木構造建築物設計及施工技術規範修訂之研究」。
2. 內政部(2019)，「建築技術規則」。
3. 內政部(2011)，「木構造建築物設計及施工技術規範」。
4. 內政部(2017)，「混凝土結構設計規範」。
5. 內政部，「鋼構造建築物鋼結構設計技術規範-(一)鋼結構容許應力設計法規範及解說」，民國 99 年。
6. 內政部(2010)，「鋼構造建築物鋼結構設計技術規範-(二)鋼結構極限設計法規範及解說」。
7. 內政部(2007)，「建築物磚構造設計及施工規範」。
8. 內政部(2015)，「冷軋型鋼構造建築物結構設計規範及解說」。
9. 內政部(2011)，「建築物耐震設計規範及解說」。
10. ICC. (2018) International Building Code - Code and Commentary. International Code Council; Country Club Hills, IL, USA.
11. ASCE. (2016) Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures. ASCE/SEI 7-16; American Society of Civil Engineers; Reston, VA, USA.
12. AWC. (2018) Manual for Engineered Wood Construction, 2018 Edition. American Wood Council, Leesburg, VA, USA.
13. AWC. (2014) Special Design Provisions for Wind and Seismic, 2015 Edition. American Wood Council, Leesburg, VA, USA.
14. AWC. (2017) NDS for Wood Construction, 2018 Edition. American Wood Council, Leesburg, VA, USA.
15. AWC. (2018) NDS Supplement: Design Values for Wood Construction, 2018 Edition. American Wood Council, Leesburg, VA, USA.
16. Luca Pozza, Roberto Scotta, Davide Trutalli, Mario Pinna, Andrea Polastri and Paolo Bertoni. (2014) Experimental and Numerical Analyses of New Massive Wooden Shear-Wall Systems, Buildings, Vol 4, pp 355-374.
17. CLT Handbook (USA Edition) (2013) The American Wood Council and FPIInnovations