

木構造建築物設計及施工技術規範修訂之研究

The A Study of the design of wood buildings and construction technology of the the wood-built Specification Revision

主管單位：內政部建築研究所研究

鄭元良¹ 陳啟仁² 劉昕月³ 林光浩³ 林宜瑩³

Cheng Yuan Liang Chen Chi Jen Liou Shin Yue Lin Kuang Hao Lin Yi Ying

¹內政部建築研究所主任秘書

²國立高雄大學創意設計與建築學系副教授

³國立高雄大學創意設計與建築學系班研究生

摘要

本研究透過蒐集美、日等國對木構造建築相關技術規範、研究與技術報告，檢討修訂國內木構造建築規範之內容，力求與國際發展趨勢接軌，並經由實務訪談、專家座談等方式，聚焦探討國內木構造規範內容之適切性、時效性與正確性。

針對中華民國 CNS 之木業規範、標準，以及國外(美日)木規範之修訂內容，檢討現行技術規範中，有關材料規定、結構設計與防火法規等之修正項目，並以提升「木構造建築物設計及施工技術規範」之實用程度為主，以完善之法規基礎做為推動相關產業之手段。

本研究最終成果研提「木構造建築物設計及施工技術規範」修訂之建議條文，未來可作為提送內政部營建署之審議機制之基礎依據，儘速完成增修訂之規範版本。

關鍵詞：木構造建築物設計及施工技術規範、綠建築與綠建材制度、木構造設計材料、國家標準法規

Abstract

In this study, through the collection of the United States, Japan and other countries on the wooden structure building relevant technical specifications, research and technical reports, reviewed and revised the contents of the the domestic timber construction building codes, and strive to integration with the international trend, and through practice interviews, expert discussion, the focus explore the domestic wood structure the normative content of the appropriateness, timeliness and accuracy. The study focus on the CNS Wood norms, standards, and abroad (the United States and Japan) wood specification amendments, review of amendments to the existing technical specifications, material requirements, structural design and fire safety regulations project, and to enhance the wood structure the utility of the design and construction of the building technical specifications "mainly to improve the legal basis as a means to promote related industries.

The final results of this study is to suggest the draft on modifying the "Wood Construction Design and Construction Specifications", which can be used as basis for the review mechanism of the

Construction and Planning Agency of the Ministry of the Interior, submitted as soon as possible to complete the additional and revised the specification version.

Keywords: the Wood Construction Design and Construction Technical Specifications, green building, Wood Structure design materials, Chinese National Standards

一、研究緣起

雖然目前國內木構造建築發展之腳步尚不及歐美日等先進國家，但隨著法規的漸趨成熟，加上市場日需孔急，木構造在國內有十足發展之潛力與空間。作為扮演推動木構造建築重推手之「木構造建築物設計及施工技術規範」應具備完整性、時效性與實用性等特色。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與相關耐震設計規定(如容許韌性容量 R_a 與地震力折減係數 F_u)之條文內容，尚缺乏充分理論或實驗之佐證，且相關內容皆引用早期文獻與 CNS 之規定，因此有必要儘速進行檢討，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，提出本研究之需求。

二、研究方法及過程

本研究方法包括文獻蒐集、訪談與諮詢及學理分析等三項。文獻蒐集將針對最晰之國外(以美日兩國為主)之規範及技術資料做全面性之蒐集，同時透過實務界不同對象之訪談與諮詢，了解目前技術規範之缺失或有待改善之項目，進一步透過學理分析，擬定修正條文之內容。研究之架構如圖一所示。而本研究之相關進行流程如圖 1-2 所示：

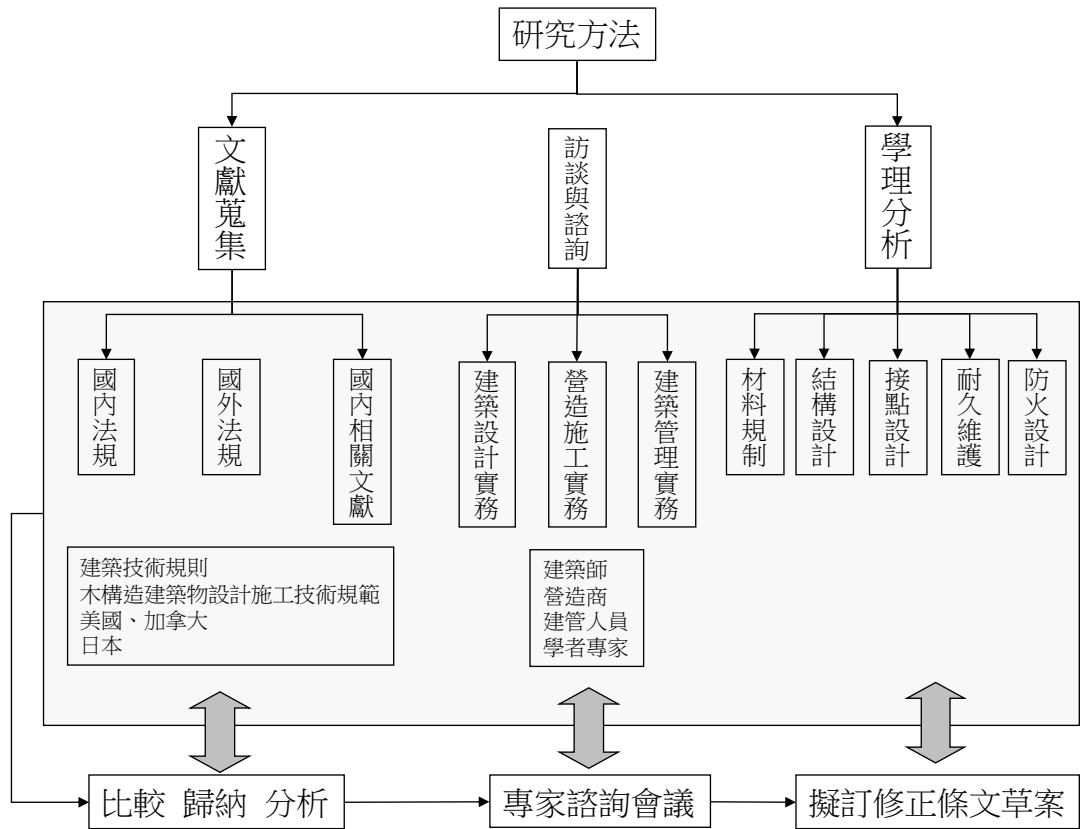


圖 1 研究方法架構

(資料來源:本研究整理)

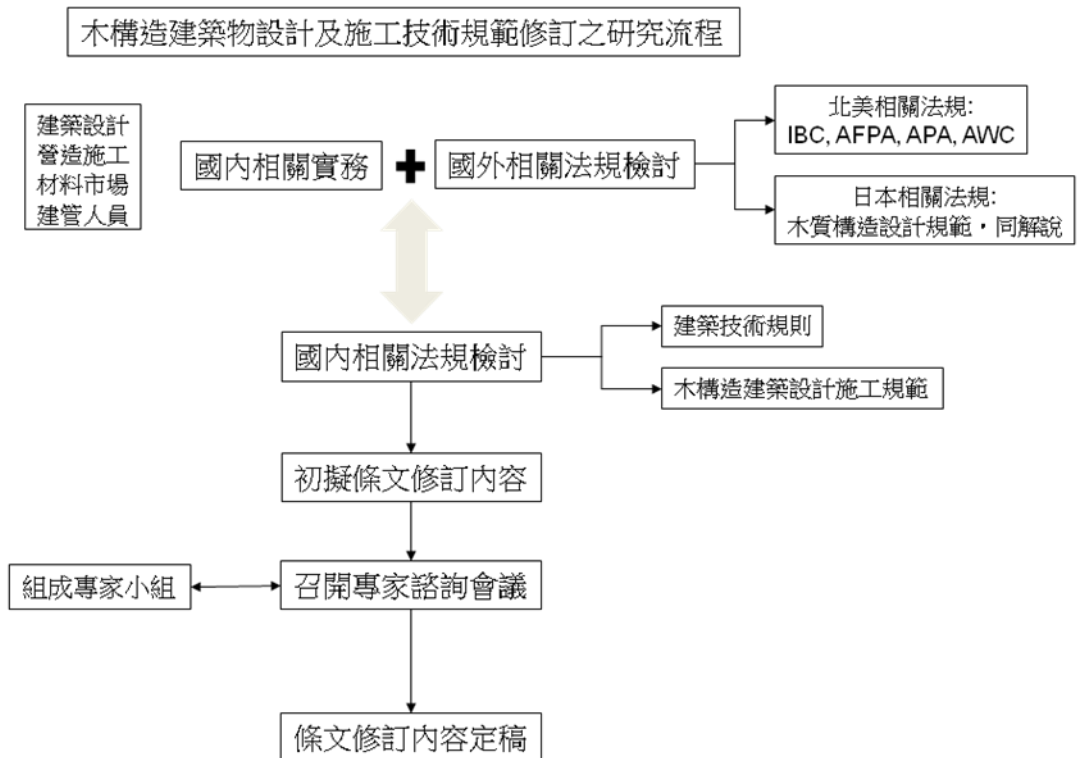


圖 2 研究流程

(資料來源:本研究整理)

三、現行法規問題與檢討

3.1 現行法規之架構與參考背景：

現行木構造設計與施工技術規範最早版本訂定於中華民國八十四年(1995)十二月十五日由內政部台內營字第 8486750 號函訂頒，隨後於中華民國九十二年(2003)五月一日內政部台內營字第 0920085511 號令修正，自 92 年 5 月 1 日實施，此一版本乃因應木構造之樓層高度由原有之二層樓，修正為樓高四層樓，簷高 14 公尺之規定，為台灣木構造創造發展之契機，其中內容包含現有規範第一章至第八章之內容，獨缺防火設計之規定。中華民國九十七年(2008)十月三十一日在由內政部台內營字第 0970808021 號令修正第九章建築物之防火規定，形成目前法規之完整架構，其章節目錄大綱如下：

- 第一章 總則 (principles)
- 第二章 結構計畫及各部份構造 (structural plan and components)
- 第三章 結構分析 (structural analysis)
- 第四章 材料及容許應力 (materials and allowable stresses)
- 第五章 構材設計 (design for structural elements)
- 第六章 構材接合部設計 (design for timber joints)
- 第七章 框組式構造 (2x4 construction system)
- 第八章 建築物之耐久性與維護計畫 (durability and maintenance)
- 第九章 建築物之防火 (fire protection design)
- 附錄一 使用符號
- 附錄二 鋸製材容許應力與彈性模數之修正
- 附錄三 北美樹種群及其材料分等
- 附錄四 框組式構造之剪力牆與橫隔版設計參數
- 附錄五 剪力牆構法及對應之剪力牆倍率
- 附錄六 國外常用木構造牆壁、樓地板和屋頂系統

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。圖四為技術規範之相關參考架構。

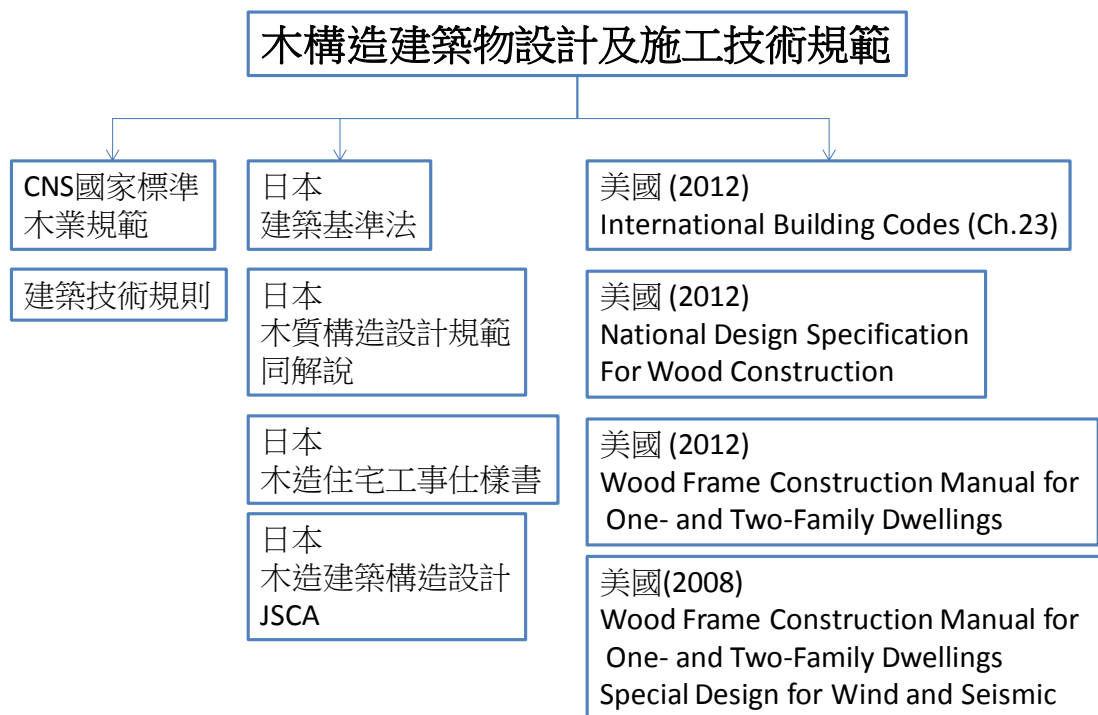


圖 3 規範參考架構

(資料來源:本研究整理)

四、結果與分析

目前透過歸納比對相關文獻、實務訪談與問題分析之初步結果，可將法規修改與增補之內容分為四個方向(如圖 4)：

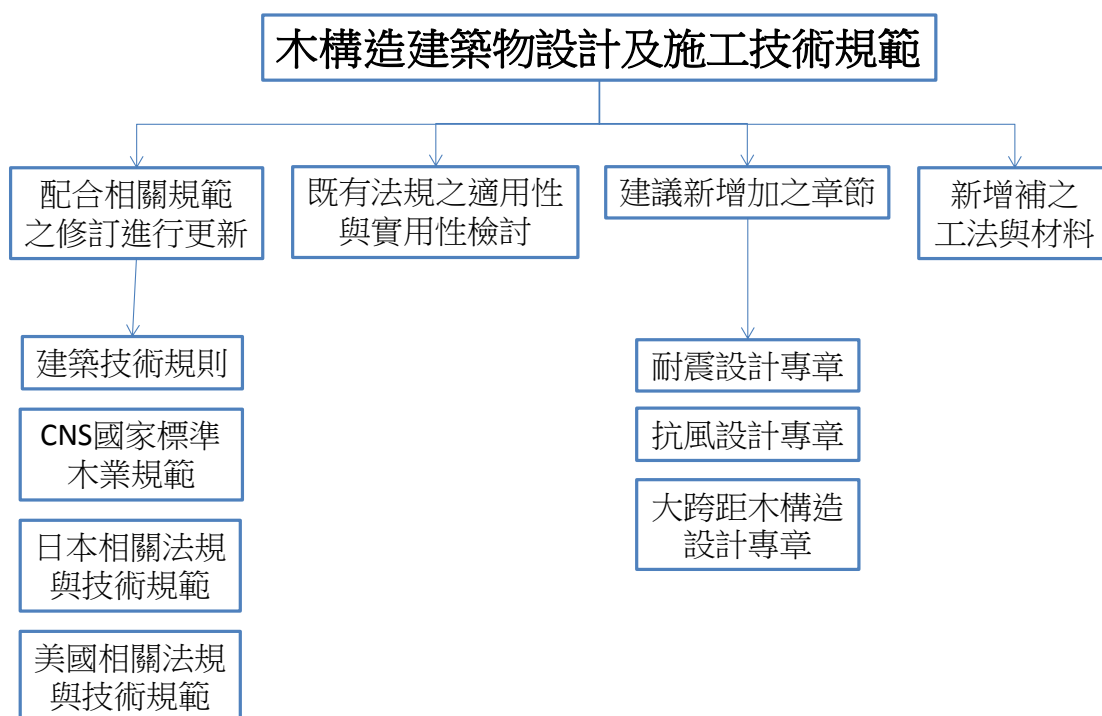


圖 4 法規增補內容之架構

1. 配合相關規範之修訂進行更新

目前針對法規內容已初步提出規範之更新及修正之建議內容，舉例如下：

- (1) 第一章 總則 1-1 適用範圍(解說) (一) 之 (2) 「具一定規模以下之木構造建築物，依第 7 章之特別規定。」修正為「(2) 具一定規模以下之木構造建築物，依建築法第 16 條規定辦理。並增加(3)採用制式工法之木構造建築物，依第 7 章之 7.4 節規定。」
- (2) 第二章 2.3.2 結構形式之注意事項(1)梁柱構架 「(a) 梁柱構架相互之連結：採用梁柱構架單元型式時，各梁柱構架相互間應設置垂直於構面之連結材，以提高梁柱構架之面外剛性。」修正為「(a) 梁柱構架相互之連結：採用梁柱構架單元型式時，各梁柱構架相互間應設置有效連接構面之連結材，以提高梁柱構架之面外剛性。」
- (3) 「4.1.1 結構用木材 (包含製材、集成材、結構板材、結構用組合材等) 之材種、製材分等、製材尺度、材料標準、材質控制、材料保護、分組標示、以及性能認證等，應依中國國家標準及本規範之規定。」中國國家標準應修正為中華民國國家標準，且相關列舉之 CNS 446、CNS 447、CNS 13826、CNS 14429 皆已取消或修訂。

- (4) 4.6.2 解說：由於中國國家標準尚未對針葉樹結構用合板制定標準，因此採用針葉樹結構用合板時，可參考美國 UBC97 之相關規定，其容許應力如表 4.6-5 所示...由於美國 UBC97 之規定已經大幅更新，相關針葉樹結構用合板之規定應可參考 2012 年 IBC 之規定。
- (5) 第七章 7.2 之解說「(一) 建築物防火要求應符合內政部最新頒佈「建築技術規則」之規定。」因已有目前已有第九章防火設計之規定，解說(一)中之內容宜調整。
- (6) 第七章 7.4 之制式工法內容主要參考摘自"Wood Frame Construction Manual for One- and Two-Family Dwellings", 2001 Edition ANSI/AF&PA WFCM-2001) 宜修正為 2012 年之新版。
- (7) 第八章 8.3 防蟻工法之解說內容：「(5) 橫架材、台輪、隅撐梁與二樓梁之橫向接合面及簷桁木(pole plate)之接合面；(6) 陸梁、隔間桁架、合掌、隅撐梁等之承桁木 (wall plate)，以及簷桁木之橫向接合面；」修正為「(5) 橫架材、二樓木地檻、隅撐梁與二樓梁之橫向接合面及簷桁木(pole plate)之接合面；(6) 水平大梁、隔間桁架、人字梁、隅撐梁等之承桁木 (wall plate)，以及簷桁木之橫向接合面；」
- (8) 第九章後「附錄六國外常用木構造牆壁、樓地板和屋頂系統」內容：「木構造牆壁、樓地板和屋頂系統，美國 International Code Council 出版之 2006International Building Code 第 7 章第 720 節表 720.1 (2) 及表 720.1 (3) 列有相關規定...」修正為「木構造牆壁、樓地板和屋頂系統，美國 International Code Council 出版之 2006International Building Code 第 7 章第 721 節表 721.1 (2) 及表 721.1 (3) 列有相關規定」

2. 既有法規之適用性與實用性之檢討

針對既有法規中文字模糊不清、相關規定合理性有疑慮及可加強說明或改寫之條文，逐條檢討，未來將透過座談討論與專家諮詢小組逐一檢視修訂，相關細節詳見附錄五「木構造法規修訂表」。

此外，現有的法規值得檢討及思考之議題包括：

- (1) 先前參考日系之規範內容比例較高，而北美之框組式工法則僅侷限於第七章，與國內市場推展現狀稍有落差。
- (2) 防火法規部分仍不完整，對於樓地板及屋頂之防火設計依據闕如，造成實務設計者之困擾，也形成建管人員判斷之資訊落差。
- (3) 國內結構計算經驗不足，建議未來可編寫範例手冊(可參考附錄六 法規系統性版面整理參考)或試算案例，有助於基礎設計人員之了解，亦能有效提升本規範之實用性。
- (4) 混合式(異質)構造(如木構與 RC 混造)方式雖有提及，但未能明確說明木構造樓層高度限制之計算方式，亦有礙混合式(異質)構造之發展。

- (5) 建議未來法規應將梁柱式工法與框組式工法區隔並列，除較符合國際趨勢外，亦有助於國外相關規範之參考引用，與相關產業之流通順暢。建議未來木構造規範架構如圖十四所示。

3. 建議新增加與調整章節

由於近年來木構造市場在國內發展蓬勃，除傳統之住宅型態外，已擴及大型之公共建築物及橋梁等特殊建築，建議有必要增加規範涵蓋之範圍。又台灣地處災害頻繁地區，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，因此初步建議未來可增加章節有：

(1) 耐震設計與抗風設計專章及解說：

由於目前國內耐震設計與抗風設計皆有特定之規範，包括「建築物耐震設計規範及解說」與「建築物耐風設計規範及解說」兩部。在「建築物耐震設計規範及解說」中，除表 1-3 結構系統韌性容量 R 值未明訂適合木構造之數值外，2.6 工址設計與最大考量水平譜加速度係數一節中，建築物之基本振動週期 T(2-11)是否以其他建築可代表木構造建築結構之計算依據，仍有待檢討。

(2) 大型木構造設計及解說(第九章)：

而由於大型木構造設計規範直接影響木構造之防火設計內容，因此建議將大型木構造新增歸納為 9.3 節中之第(5)類構造型態，相關規定內容則建議如附錄五「木構造法規修訂表」之第九章建議內容。

(3) 將外權威單位(UL)認可且應用多年之標準防火設計工法納入正式之規範內容中：

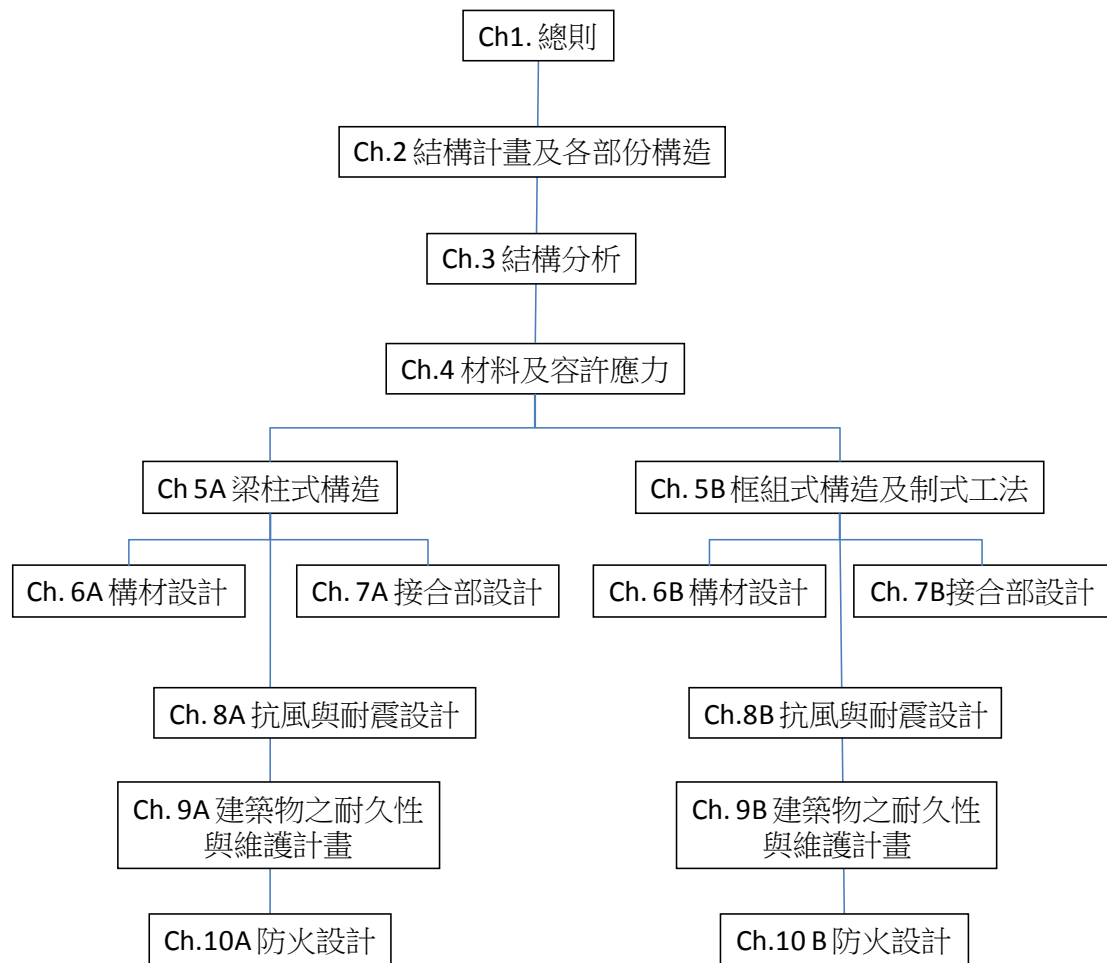


圖 5 建議未來木構造規範架構

4. 新增補之工法與材料

國際上近年來在木構造領域中之發展迅速，許多新的高性能木構造材料及工法如雨後春筍般的出現，例如源自歐洲的「縱橫多層次實木結構積材」(Cross Laminated Timber, 簡稱 CLT)之研發已突破傳統木建築之規模及型式。在國外許多低碳建築設計案例中也大放光彩，更有國家如：加拿大、日本等國家已全力推廣或輔導產業投入 CLT 的研發及應用。圖五為 CLT 材料及構造系統示意，圖六為加拿大設計之 30 層樓 CLT 高樓建築案例。



圖 5-2 CLT 結構型態及系統

(資料來源：<http://bruteforcecollaborative.com/wordpress/2011/06/09/a-clt-blog/>,
<http://eckproperties.com/?cat=1>)



圖 5-3 高層之 CLT 建築案例

(資料來源：

<http://www.treehugger.com/green-architecture/tall-wood-architect-gives-away-technology-build-wood-buildings-thirty-storeys-high.html>)

目前國內已引入 CLT 材料(圖七)，但仍須以新材料新工法之評定方式進行結構與防火之性能，所需負擔之財務較重，建議可將此類工法列入章節解說中。同樣的，國際間有許多符合國家標準或相關認證機構之特殊工法或材料，建議可列入解說或規範附錄中，有助於我國規範之國際接軌，並收鼓勵創新木構造設計之效益。

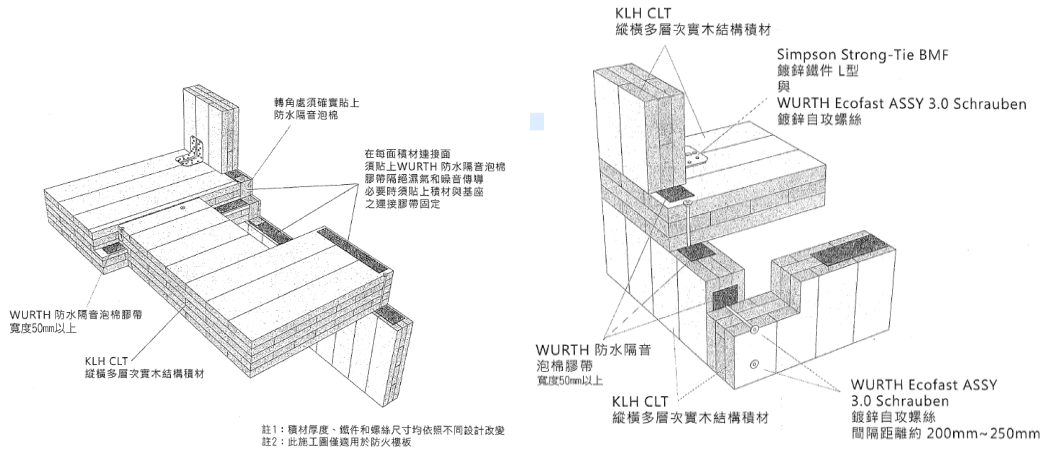


圖 6 CLT 相關評定內容及材料工法說明

五、研究結論與建議

一、結論

- (1) 本研究透過蒐集美、日等國對木構造建築相關技術規範、研究與技術報告，檢討修訂國內木構造建築規範之內容，力求與國際發展趨勢接軌，並經由實務訪談、專家座談等方式，聚焦探討國內木構造規範內容之適切性、時效性與正確性。
- (2) 針對中華民國 CNS 之木業規範、標準，以及國外(美日)木規範之修訂內容，檢討現行技術規範中，有關材料規定、結構設計與防火法規等之修正項目，並以提升「木構造建築物設計及施工技術規範」之實用程度為主，以完善之法規基礎做為推動相關產業之手段。
- (3) 本研究最終成果研提「木構造建築物設計及施工技術規範」修訂之建議條文，未來可作為提送內政部營建署之審議機制之基礎依據，儘速完成增修訂之規範版本。

二、建議

本研究重要建議事項，依實際需求及執行時效分述如下：

短期可執行之議題有二：

建議一、編寫規範使用手冊及構造試算案例，以提升規範之理解與使用程度

主辦機關:內政部建築研究所

協辦機關: 內政部營建署

國內木結構計算經驗不足，建議未來可編寫範例手冊或試算案例，有助於基礎設計人員之了解，亦能有效提升本規範之實用性。

建議二、於防火設計章節中解說內容增列之國際認可防火設計與系統

主辦機關:內政部營建署

協辦機關:內政部建築研究所

防火法規部分仍不完整，對於樓地板及屋頂之防火設計依據闕如，造成實務設計者之困擾，也形成建管人員判斷之資訊落差。建議將外權威單位(UL)認可且應用多年之標準防火設計工法納入正式之規範（解說）內容中。

中長期可執行之重要建議有二：

建議三、增加大型公共木構造之技術規範內容，以因應國家建設與市場需求

主辦機關:內政部營建署

協辦機關:內政部建築研究所

近年來木構造市場在國內發展蓬勃，除傳統之住宅型態外，已擴及大型之公共建築物及橋梁等特殊建築，建議有必要增加規範涵蓋之範圍。又台灣地處災害頻繁地區，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，

建議四、修訂並調整現有木構造技術規範之章節架構

主辦機關:內政部營建署

協辦機關:內政部建築研究所

先前參考日系之規範內容比例較高，而北美之框組式工法則僅侷限於第七章，與國內市場推展現狀稍有落差。建議未來法規應將梁柱式工法與框組式工法區隔並列，除較符合國際趨勢外，亦有助於國外相關規範之參考引用，與相關產業之流通順暢。

參考文獻

1. 任憶安、塗三賢、吳萬益，1998，〈台灣木構造房屋建築市場現況調查分析〉，台灣林業科學，13卷第四期，p.351~p.363，1998.12
2. 日本建築學會，1999，〈木質構造設計規範同解說〉，日本建築學會
3. 業民權，2000，〈國內木構造建築物設計與施工技術規範之應用探討〉，木質建築，第4期，p.165~p.169
4. 經濟部標準檢驗局，2001，〈綠建築系列研討會：木質構造建築之耐震性、安全性、居住性論文集〉，中華民國木質構造建築協會
5. 蕭江碧等，2002，〈木構造建築技術參考手冊之編訂〉，內政部建築研究所
6. 王松永，2003，〈木質環境科學〉，國立編譯館
7. 陳啟仁、張紋韶，2003，〈認識木建築〉，木馬出版
8. 林俊榮，2005，〈台灣西式木構造住宅類型之研究〉，成功大學碩士論文
9. 洪育成、蕭瑞綺，2005，〈台灣木建築〉，木馬出版
10. 陳鎮山，2006，〈臺灣框組壁木構造住宅施工品質管理之研究〉，成功大學碩論
11. 鍾學淵，2006，〈框組式木構造之開放性研究〉，高雄第一科技大學碩士論文
12. 內政部，2007，〈建築技術規則—建築構造編第四章木構造〉，營建雜誌社
13. 林法勤、塗三賢，2008，〈台灣木構造房屋建築市場現況〉，林業研究專訊，VOL.14 NO.6
14. 美國木材協會，2004，〈單一及雙拼住宅之木結構建築手冊—高風力及地震台灣版〉，內政部營建署
15. 陳昶源、林法勤、王松永，1999，〈臺灣木質構造房屋用料分析及其成本之探討〉，林產工業，第18卷第2期，p.145~p.154
16. 陳啟仁，2007，〈現代木構造國內外發展近況〉，台灣建築，p83~p.87
17. 塗三賢、王松永，2007，〈以計畫行為理論分析消費者對木構造房屋的消費者意向〉，台灣林業科學，22(2)：p.173~p.181
18. Kesik、Tedodore Jonathan，1998，〈加拿大木結構房屋構造〉，加拿大房貸與住屋公司，

加拿大

19. 加拿大房貸與住屋公司，房屋建築術語總匯，加拿大房貸與住屋公司，1987
20. 陳啟仁，建築結構體耐火耐震性能研究（二）木構造防火基準之國際比較研究，內政部建築研究所，民國92.12
21. 財團法人中央營建技術顧問研究社，台灣地區發展木結構建築可行性之研究，全美林產品協會，民國83
22. 美國農業部林業處，木結構房屋施工，美國農業部林業處，民國78.9
23. 營建雜誌社，木構造建築物設計及施工技術規範，營建雜誌社，民國92
24. 建築技術規則，營建雜誌社，民國99
25. 葉世文、曾俊達、陳啟仁，2004，“木構造區劃牆耐火性能設計與驗證研究”內政部建築研究所九十三年度研究計畫聯合研討會-安1主題，內政部建築研究所，台北。
26. 木質構造設計規範·同解說，日本建築學會，2006
27. 木造住宅工事仕様書，住宅金融普及協會，2008
28. 軸組壁工法住宅工事仕様書，住宅金融普及協會，2008
29. 木造建築構造之設計，日本建築構造技術者協會，2004
30. Wood Design Manual，Canadian Wood Council Ottawa Canada，1995
31. Breyer, Donald E，1988，〈Design Of Wood Structures〉，McGraw-Hill Book
32. Bruce, P，1998，〈Rising damp treatment. The symposium of historic monuments preservation science〉，Taiwan, Taipei，pp.68-73.
33. Wood Design Manual，Canadian Wood Council Ottawa Canada，1995
34. Fire-Rated system，APA-The Engineeringd Wood Association，1999
35. Fire Rated Wood Floor and Wall Assemblies，AMERICAN FOREST & PAPER ASSOCIATION，1999
36. American Wood Council，Engineered and Traditional Wood Products Introduction to Post Frame Building Systems，Harvey B. Manbeck, P.E., PhD
37. National Design Specification® (NDS®) for Wood Construction ANSI/AWC NDS-2012 developed by the American Wood Council's (AWC)
38. Wood Design Standards Committee and is referenced in the 2012 International Building Code (IBC).
39. 2012 NDS Supplement: Design Values for Wood Construction，Special Design Provisions for Wind and Seismic (SDPWS) 2008
40. The AF&PA/ASCE 16-95 Standard for Load and Resistance Factor Design (LRFD) for Engineered Wood, 1996
41. 2012 Wood Frame Construction Manual (WFCM) for One- and Two-Family Dwellings by the American Wood Council's (AWC) Wood Design Standards Committee and is referenced in the 2012 International Building Code.
42. Design of Wood Frame Buildings for High Wind, Snow, and Seismic Loadings