第一章 總 則

1.1 適用範圍

本規範適用於木質構造建築物及木質構造與其他構造併用之建築物的木質結構部分之設計與施工；其他如塔、桅類，或模板、支柱、工作架等臨時構造物之結構設計亦可適用。

【解說】

（一）本規範主要規定木質構造建築物結構及木質與其他構造併用之建築物的木質結構部分之設計與一般施工要求，惟詳細之施工規範須由設計者另訂之。

（1）一般木質構造以容許應力法設計時，於第 4 至 6 章有特別規定。

（2）具一定規模以下之木構造建築物，依第 7 章之特別規定。

（二）木質構造使用之木材屬天然材料，其與鋼筋混凝土造或鋼構造等人工材料之結構不同。因此，進行木質構造之設計及施工時，應充分瞭解其特性。

（1）木質構造具有下列特性：

（a）木材無明顯之降伏點，伸長量亦小，意謂著木材至破壞爲止能吸收之能量較少，有可能發生脆性破壞。

（b）木質構造有接合部存在，此接合部除利用膠合者外，以其他接合扣件接合者，或多或少均會變形（變位或滑動）。

（c）使用此類非韌性材料所建造之結構體，係利用接合部之變形以獲得一些韌性。如圖 1.1-1 所示具有接合部之構造體，其變形量包含「木材之變形與接合部之變形」。若接合部能選用初期剛性高，且會發生降伏變形之接合方法時，此構造體之結構行爲將如圖 1.1-2 所示，具降伏點，又有大變形能量，即由於此接合部之存在，使構造體至破壞爲止，變成可吸收非常大能量（能量在接合部被吸收）之韌性構造體。

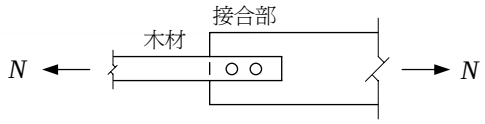


圖 1.1-1 受拉之接合部(特例)

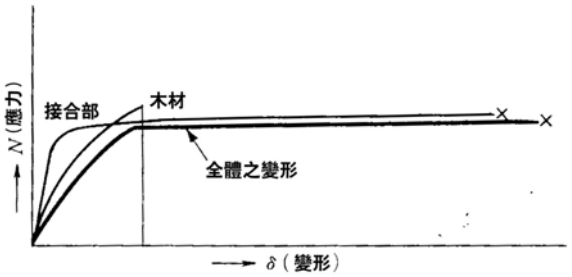


圖 1.1-2 接合部之變形能量（特例）

（2）木質構造之變形限制：

（a）梁

在平時載重狀態下之容許最大（彈性）撓曲，原則上爲 2cm 或 L/300（L 爲跨度，此係針對有振動障害者）以下。另外，潛變後之容許最大撓曲，視不同使用狀況而定。

（b）剪力牆（柱之傾斜）

對於設計地震力或風力所引起之層間變位，原則上在 1/200 rad 以下。

（c）桁架（Truss）

節點一般不完全爲樞接，爲抑制二次彎矩之發生，變形限制是必要的。

1.2 結構構材與接合部之表示法

（1）結構構材以實際尺寸表示，如圖 1.2-1；若以標稱尺度表示，應註明其對應之實際尺寸。

（2）構材接合部位依不同之接合方式，其表示法如圖 1.2-2 至圖 1.2-4。

【解說】

木構造之標稱尺度與其他材料不同，須考慮木材加工損耗與乾燥收縮。以「CNS 14631 框組壁工法結構用製材」爲例，標稱尺度爲 2" ×4"者，其最小尺度爲 38mm × 89mm。

（1）構材表示法圖例：

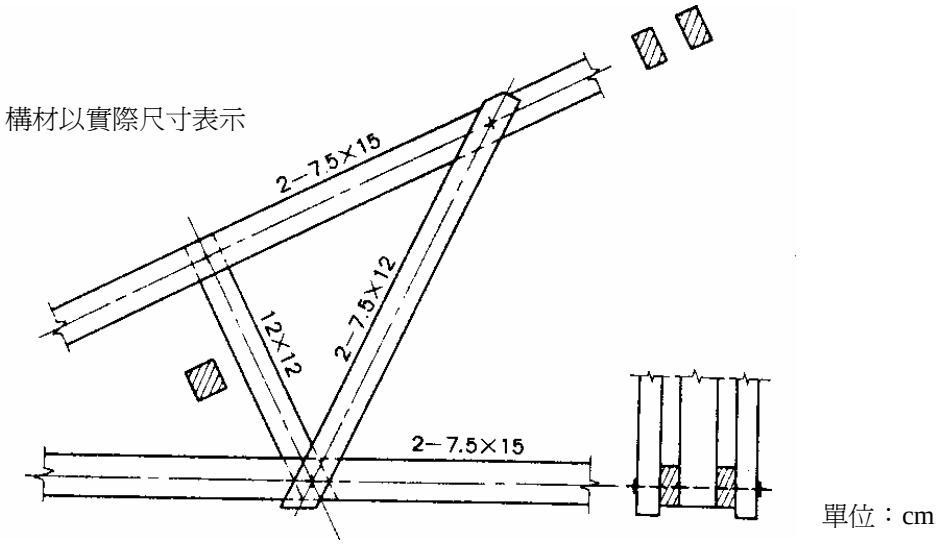


圖 1.2-1 構材表示法

（2）接合部表示法圖例：

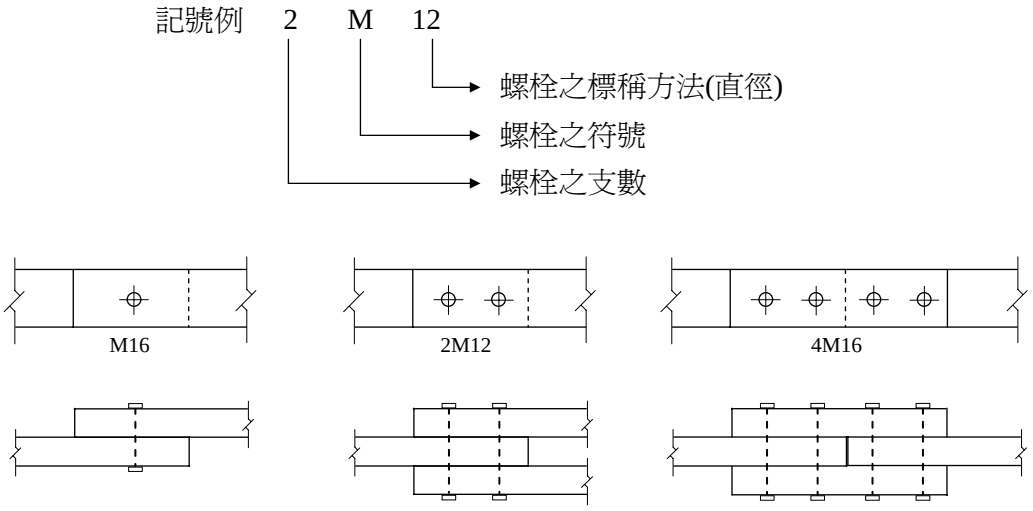
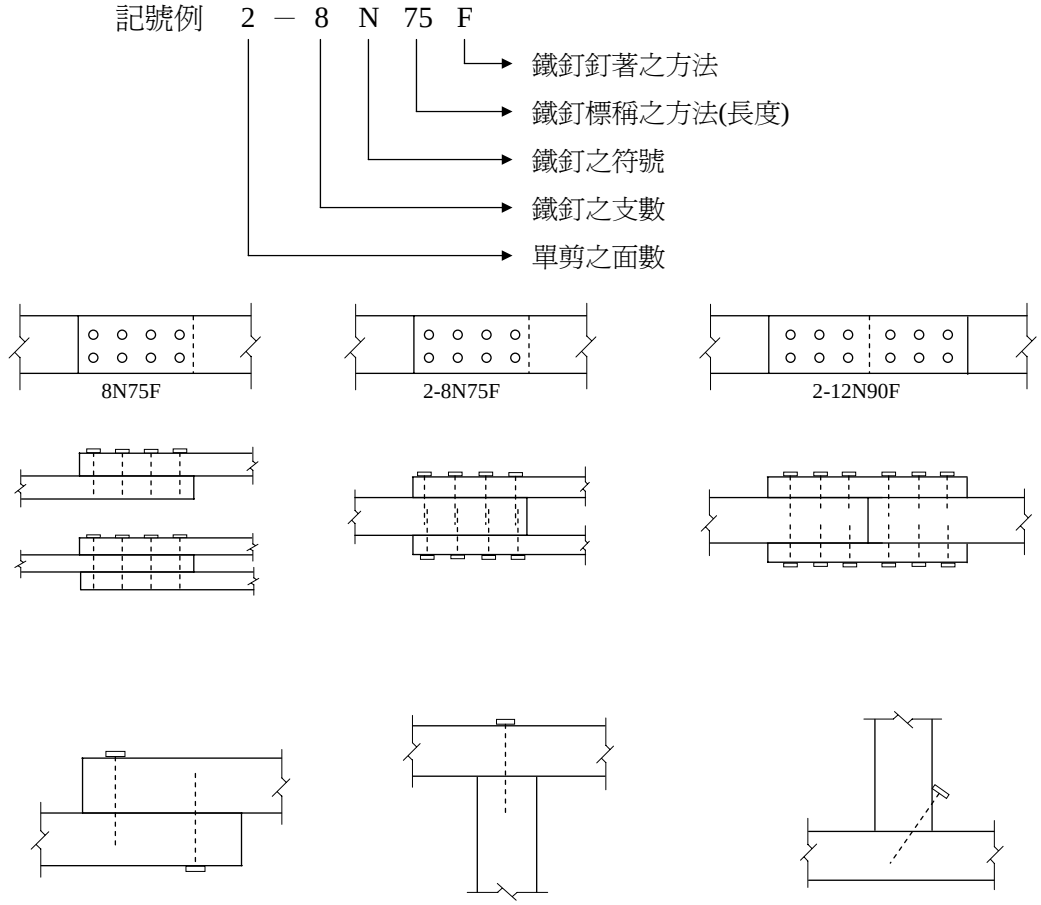


圖 1.2-2 螺栓接合表示例



(a) 木材縱切面釘著(F)　(b) 木材橫切面釘著(E)　(c) 木材傾斜釘著(T)

圖 1.2-3 鐵釘接合表示例

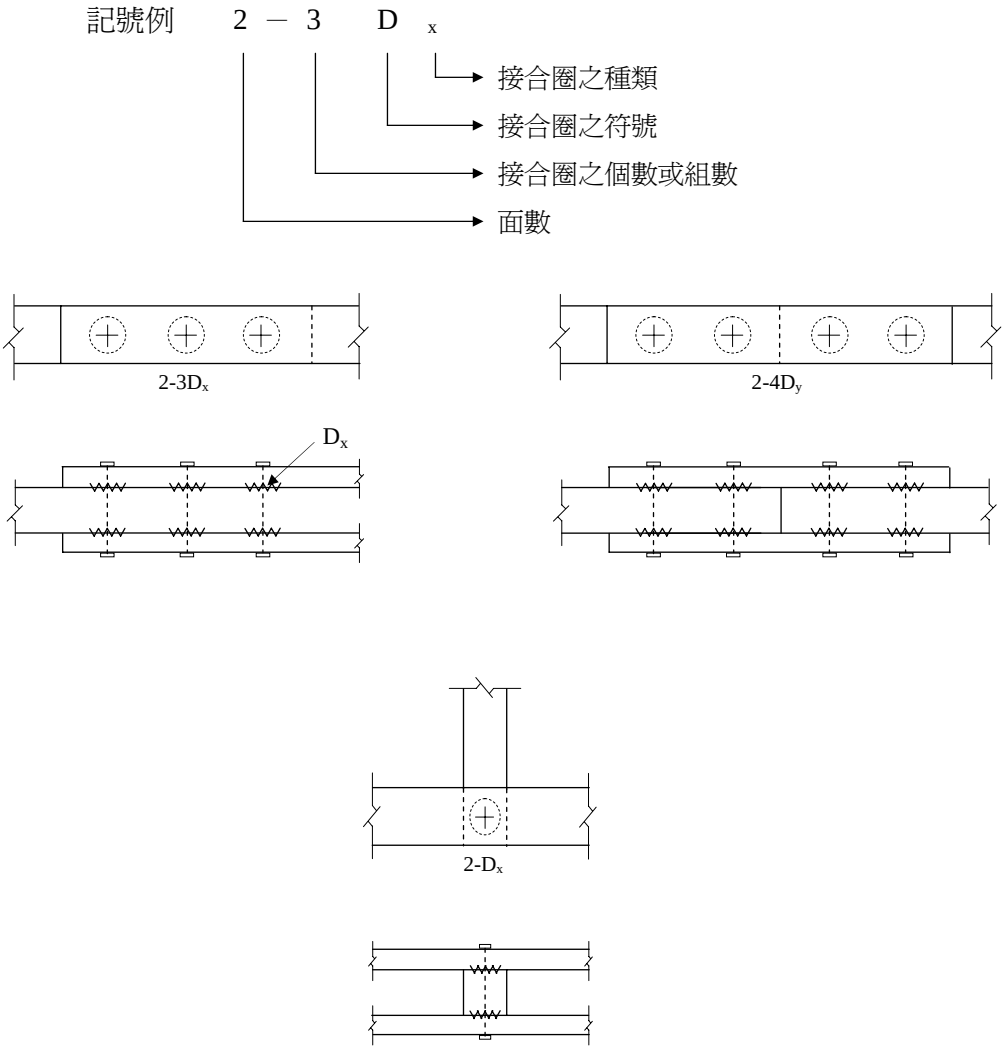


圖 1.2-4 接合圈接合表示例

第二章 結構計畫及各部分構造

2.1 基本原則

2.1.1 建築物整體之結構計畫

建築物應能安全且有效的承受外力作用，梁柱構架、牆及基礎等結構形式及其配置，應考慮載重、外力、應力傳遞、建築物之變形、地盤及水文條件、施工方法等，並依據本節及第 2.2、2.3 節所述方針進行結構計畫。

2.1.2 各部份之結構計畫

基礎、木地檻、梁柱構架、牆（剪力牆）、樓（地）板、屋架等各部份之計畫，應視爲建築物整體結構計畫之一環，需能安全且有效的承受該部分應力，並依據 2.4 節所述方針進行結構計畫。

2.1.3 接合部之計畫

接合部應具有充分之強度及必要之剛性與韌性，其位置及構造應依 6.1 節所述進行計畫。

2.1.4 剛性之確保

選擇不會發生有害變形與振動等之適當結構型式，並應避免接合部鬆動及構材缺損，以確保結構物整體之剛性。

2.1.5 韌性之確保

選擇適當之結構型式與構材接合方式，確保結構物整體之韌性。

2.1.6 施工上之考慮

整體計畫應事先考慮施工方法與程序，避免施工時發生困難，或因施工方法與順序不當，導致不合理的應力與變形產生。

2.1.7 與不同構造之組合

建築物併用不同種類之構造時，應考慮各構造之特性及建築物整體之計畫。另外，不同構造間之接合方式應依據作用在該處之應力及變形進行設計。

2.1.8 對於維護之考慮

（1）結構設計時，爲確保長期之構材耐力，應考慮防腐及防蟻處理。
（2）除依上述規定外，木材於製成應用尺寸及鑽孔後，須經加壓注入或熱浸注入油性防腐劑或水溶性防腐劑，施以防腐處理。
（3）僅在木材表面塗刷護木油或防腐劑者，不得作爲防腐木材；經防腐處理後之木材不得再鋸斷、鑽孔；如因必要再行鋸斷、鑽孔時，應再局部施以防腐處理。

【解說】

圖 2.1-1 表示同一建築物由木質構造與混凝土構造、磚構造或鋼構造等不同種類構造之組合型式。

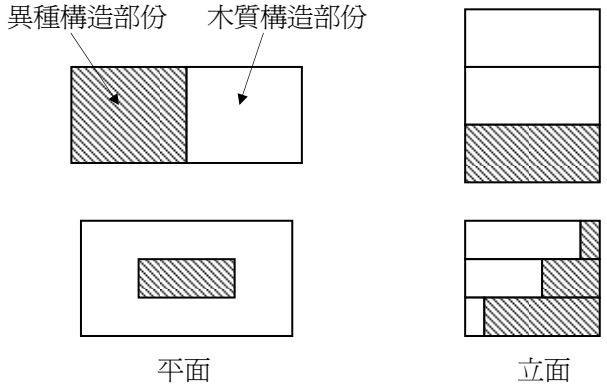


圖 2.1-1 異種構造及其組合

2.2 重力載重計畫

2.2.1 一般事項

（1）方針：對於靜載重、活載重、雪載重等重力載重，應設置梁柱構架或牆（承重牆）抵抗之。
（2）配置：梁柱構架或牆構造應適當配置，使重力載重均等分佈。
（3）結構形式：應能明確掌握各構材應力，同時避免不適當之應力分佈。
（4）挫屈：設計梁柱構架或牆時，應考慮構材不會因重力載重而發生挫屈。
（5）連結材：爲確保面外剛性並防止挫屈、傾倒，各梁柱構架及牆間應加入連結材及斜撐材，如圖 2.2-1 所示。
（6）基礎：基礎之設計應考慮不致發生不均勻沈陷或移動。
（7）注意事項：承受不均等之重力載重時，應考慮其對整體構造之影響。

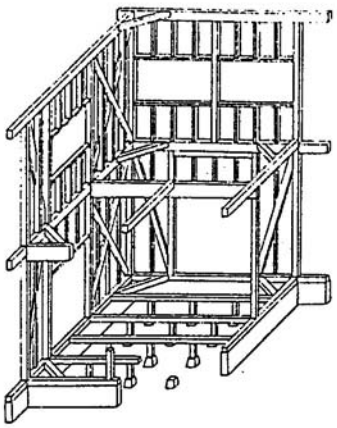
2.2.2 結構形式之注意事項

（1）梁柱構架
（a）接合部位之鬆動應不致使構材產生二次應力。當二次應力不能避免時，應做周詳之考慮。
（b）在受壓構材設置缺口時，應注意其位置與大小，以避免發生挫屈。
（c）在受彎構材設置缺口時，應注意其位置與大小，以確保安全。

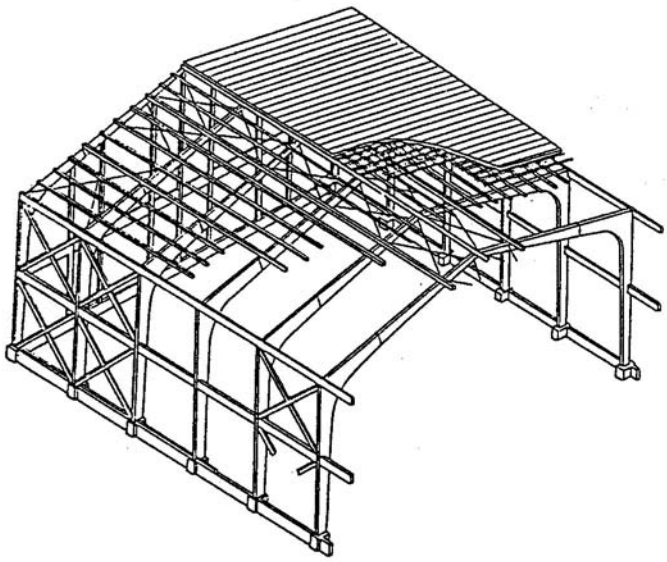
（2）牆結構
（a）承重牆之配置，應儘可能使上下樓層一致，或採用棋盤狀之配置方式。
（b）重力載重局部作用在牆時，應考慮偏心作用。

【解說】

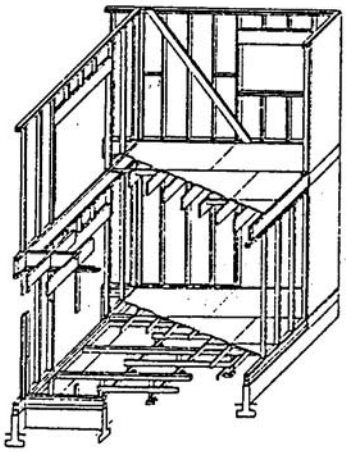
木構造建築物之主要構法包括梁柱構造、集成材構造、框組壁工法、板片構法及原木構造等，如圖 2.2-1 所示。



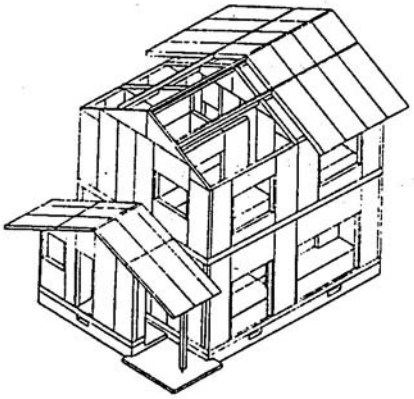
(a) 梁柱構造



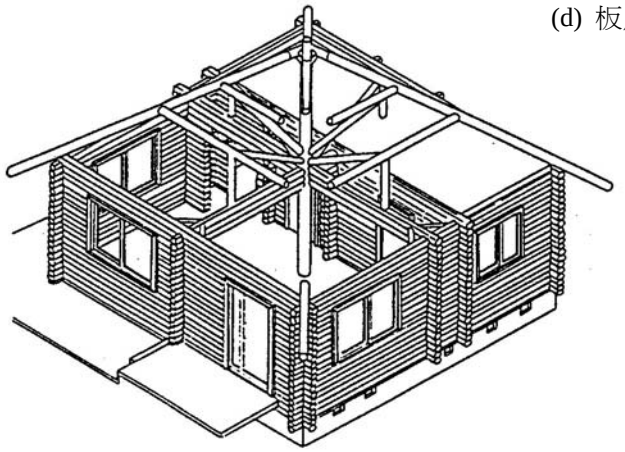
(b) 集成材構造



(c) 框組式構造



(d) 板片構法



(e) 原木構造

圖 2.2-1 木構造建築物之主要構法
(摘自日本建築學會「木質構造設計規準 • 同解說」，1995)

連結材及承重牆之配置方式可分別參考圖 2.2-2 及 2.2-3。

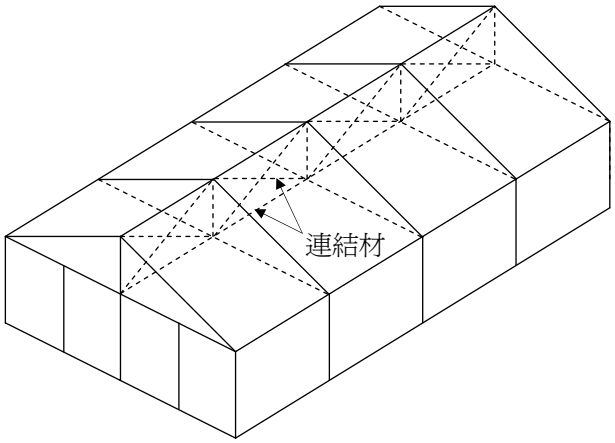
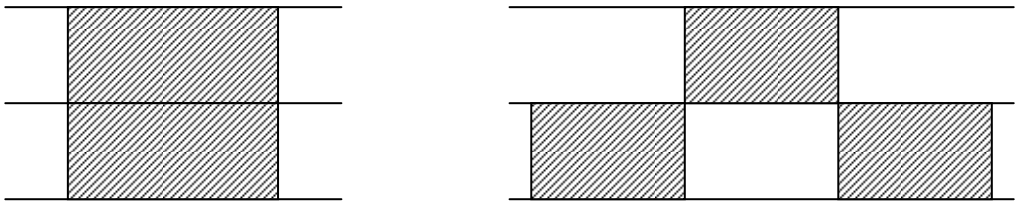


圖 2.2-2 連結材之配置例



(a) 上下樓層一致　　(b) 棋盤狀(checker match)配置

圖 2.2-3 承重牆之立面配置方式

2.3 水平載重（橫向載重）計畫

2.3.1 一般事項

（1）方針：對於地震、風力等水平載重，應設置梁柱構架或牆（剪力牆）及基礎等結構抵抗之。

（2）配置：抵抗水平力之梁柱構架及牆應適當配置，以平均分擔水平載重。如爲不均勻配置時，應使用水平構面連結成一體，並考慮扭轉之影響。

（3）水平構面：水平力係藉由水平構面傳達至梁柱構架或牆及基礎。水平構面之配置應使應力得以均勻分佈。另外，即使各抵抗水平力之構件能均勻分擔水平力，亦應使用水平構面，使其與建築物連結成一體。

（4）水平力之傳達：作用在建築物各部分之水平載重，應能確實傳達至水平構面。

（5）水平構面與梁柱構架、牆及基礎等之接合：接合部應能使作用力由水平構面適當的傳達至梁柱構架及牆等，且具有充分之剛性及強度。

（6）其它：針對風所引起之上昇載重，建築物各部分應有足夠的剛性及強度。

【解說】

（一）配置：針對作用在建築物之水平載重，應使抵抗該載重之各垂直構面能平均負擔爲原則。因此，垂直構面在建築平面能平衡配置實屬必要，如圖 2.3-1 所示。部分爲二樓之平房建築物、垂直構面偏在一側之建築物、以及使用不同水平剛性之垂直構面的建築物等，在地震時容易發生扭轉變形，如圖 2.3-2 所示，此扭轉變形會使載重集中在部分垂直構面上，而其他垂直構面則未能充分分擔水平載重。

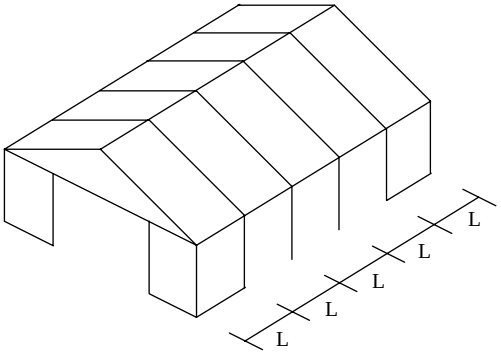


圖 2.3-1 垂直構面良好配置圖例

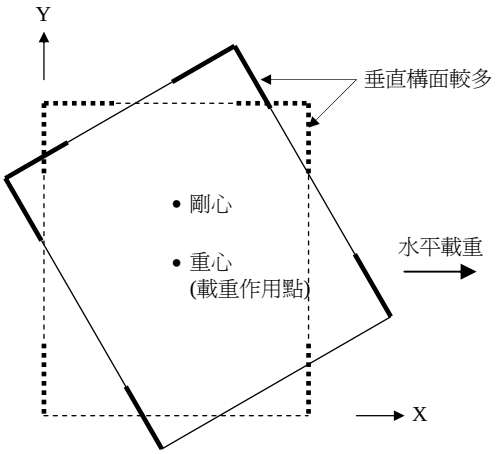


圖 2.3-2 扭轉變形圖例

（1）具有剛性水平構面時

若地板或屋頂等水平構面之剛性高，則可假設爲剛性橫隔版，其扭轉變形可以偏心率表示之。以圖 2.3-2 之建築平面爲例，若具有此剛性水平構面，可將其模擬成如圖 2.3-3 之結構模式；在剛心處，各垂直構面在 XY 兩方向之水平剛性和，可分別模擬成一個彈簧，而扭轉剛性以扭轉彈簧模擬。當水平載重之作用中心（重心）與提供反力之水平剛性中心（剛心）不一致時，此扭轉變形便會發生。此時，扭轉變形可考慮爲以剛心爲中心之位移

與扭轉所引起變位之和。

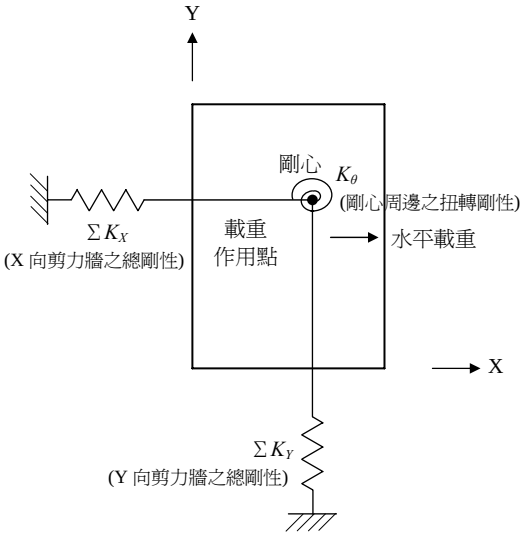


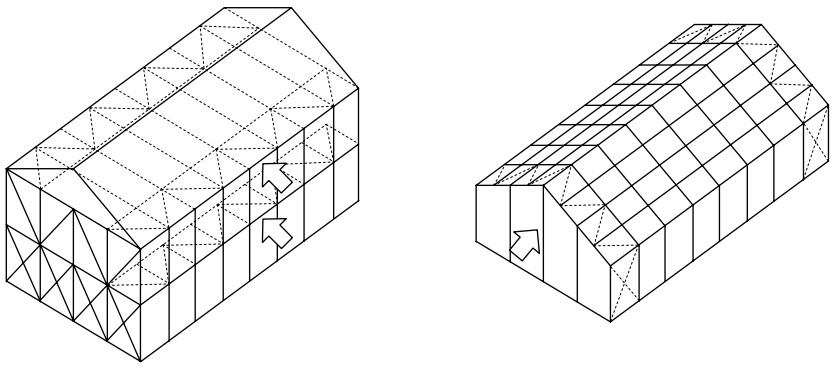
圖 2.3-3 具剛性水平構面之結構模式

（2）具有柔性水平構面時

若地板或屋頂等水平構面之剛性低，則不能使用剛性橫隔版之假設，因爲此類水平構面之剪力變形會伴隨扭轉變形發生。此時，剛心不易求出，以偏心率計算扭轉變形亦有困難。

（二）水平構面

作用於建築物之風壓力會如圖 2.3-4 所示，經由柱、外牆等傳達至地板、屋頂等水平構面。而地震力係由質量慣性產生，一般而言，地板、屋頂比牆壁重許多，地震力主要係作用在地板、屋頂等處。因此，承受水平載重之地板、屋頂等水平構面，需能將此水平載重傳達至剪力牆、梁柱構架等垂直構面。另外，水平載重會以不同角度作用在建築物之水平構面，因此，水平構面不僅需有足夠強度，亦應儘可能提高其水平剛性，使水平載重能有效的傳達至各垂直構面。



(a) (b)

圖 2.3-4 水平載重傳達至水平構面示意圖

（三）水平構面之力的傳達

由於風壓力會如圖 2.3-4 所示，經由柱傳達至水平構面，因此柱斷面及其橫向接合之設計需同時考慮重力載重與水平載重，尤其在樓層較高之建築物的山牆側，柱彎曲之有效長度較大，其斷面常被水平載重控制。

（四）水平構面與剪力牆、梁柱構架之接合

爲使水平力能確實由水平構面傳達至垂直構面，兩構面之接合部可共用構面之梁、桁條等構材。另外，若梁、桁條等設有縱向接合時，水平載重在該縱向接合部所引起之應力如圖 2.3-5 所示，設計時需予考慮。

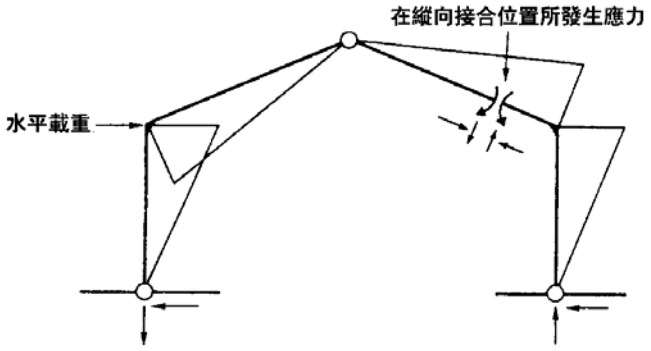


圖 2.3-5 梁、桁條等縱向接合部之應力

（五）其他

建築物之風力設計，除建築結構設計外，尚包括外裝材設計；結構構架與外裝材設計係使用不同之風力係數。在木質構造中，使用邊瓦、簷端、斜屋頂之場合較多，這些部分較易受風害；因此，進行屋頂構材（屋頂舖蓋材、基材、屋架組）之耐風設計時，需使用上昇之風力係數。另外，在強風時，當窗戶或門等開口部被風壓力或飛來物體破壞時，強風會侵入建築物內，使風載重條件與初始設計不同，此點應特別留意。

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。

（b）挫屈：設計軸力構材時，應避免水平力所引起之軸壓力增量使構材發生挫屈。

（2）牆結構

（a）配置：剪力牆在平面及立面上應有良好且平衡之配置。若偏心無法避免時，應考慮扭轉所引起之問題，並檢討各剪力牆之水平力分佈，以確保安全。

（b）剪力牆之間隔：相鄰剪力牆之間隔，應與水平構面之剛性及強度平衡。

2.4 各部分構造

2.4.1 基礎

（1）方針：基礎應能安全的將上部構造支承在地盤上，使其不致產生沈陷、上浮、倒塌、橫向移動等現象。
（2）基礎型式：應考量建築物之規模、重量及地盤特性等，採取適當的構造型式。
（3）基礎構造：原則上採用鋼筋混凝土造，並應與木地樻或柱腳緊結。
（4）基礎版面積：決定基礎版面積之大小時，應避免發生不均勻沈陷，使長期載重所產生之地盤反力均勻分佈，且不超過地層長期容許承載力；短期載重所產生之地盤反力，不超過地層短期容許承載力。地盤軟弱或不均勻時，應特別注意。
（5）與異種構造組合時，依最低層構造之特性設計基礎。

2.4.2 木地樻

（1）木地樻配置：主要耐力結構之梁柱構架及牆下端應設置木地樻。但梁柱構架或牆直接緊結在基礎上，且已考慮耐久性者不在此限。
（2）木地樻之耐力：木地樻對作用在該部分之應力應具有充分之強度及剛性。
（3）木地樻與基礎之緊結：木地樻應與基礎緊結，由梁柱構架或牆傳達至木地樻之應力應能充分傳達至基礎。
（4）木地樻與梁柱構架或牆之接合：木地樻與梁柱構架或牆之接合部應能充分抵抗由梁柱構架或牆所傳達之壓力。梁柱構架或牆所引起之拉力應能確實傳達至木地樻接合部。
（5）木地樻底面高度：木地樻底面通常設置於離地面 20 公分以上之高度，但採用有效之防濕措施者，可酌予減少。
（6）木地樻之防腐：木地樻應依據 8.2 節、8.3 節之規定，施以防腐防蟻處理。

【解說】

（一）地樻材之配置

地樻材將柱之腳部緊結，並與桁條或橫撐材及斜撐材等，共同構成梁柱構架，爲必要之構材。若混凝土基礎與柱斷面或壁式構造之剪力牆直接接觸時，會因吸濕而易使木材腐朽，因此建議設置地樻材。但若已考慮耐久性及結構安全時，可將基礎與梁柱構架或剪力牆直接緊結，此時基礎兼具地樻材之功能。

（二）地樻材之耐力

針對梁柱構架或牆壁所傳遞之作用力，地樻材應具有充分之強度與剛性；除壓力與剪力外，由上部構造傳遞而來之水平力所引起之彎矩亦需注意。

（三）地樻材與基礎之緊結

建築物是藉由基礎定著於地盤上。爲使建築物不會從基礎上滑落、不會因風力而上浮，地樻材應與基礎緊結。緊結鐵件爲埋置於基礎內之錨栓或鐵鈑螺

栓，埋設位置爲拉力或水平力之作用處，即斜撐下端附近及位置易錯開之地檻材縱向接合部或端部附近，其他位置間隔約 2m，以確保固定在基礎上。緊結鐵件應具有充分之強度及剛性，能將由梁柱構架或剪力牆傳達至地檻材之作用力，尤其是拉力及水平力，再傳達至基礎。

（四）地檻材與梁柱構架、剪力牆之接合

確認在地檻材與梁柱構架、剪力牆之接合部所發生之應力種類與大小，正確選用強度及剛性均充分之受壓接合法及受拉接合法（參考圖 2.4-1）。適用於住宅規模之鐵件形狀及尺寸已有規格化製品，如梁柱構架構法用鐵件（標示 Z mark 鐵件）及框組壁工法用接合鐵件（標示 C mark 鐵件）。

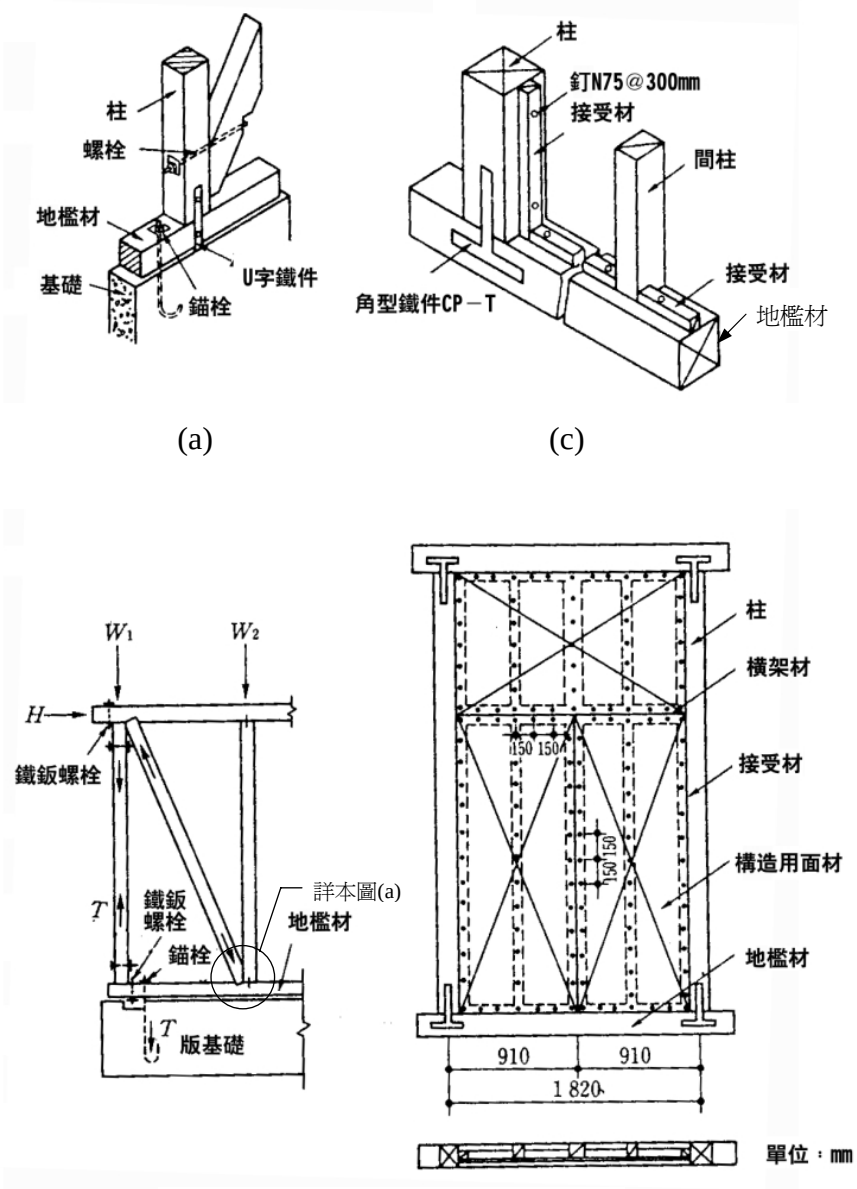


圖 2.4-1　基礎與上部構材之接合

(摘自日本建築學會「木質構造設計規準 • 同解說」，1995)

2.4.3 樓（地）板

（1）樓（地）板之強度及剛性：樓（地）板對於重力載重應具有充分之強度及剛性，並能將作用在樓（地）板之水平載重安全傳達至梁柱構架或牆。

（2）承受重力載重之構造：

（a）樓（地）板之強度及剛性：構成樓（地）板之梁、櫚柵、板、嵌板、樓（地）板基材等受彎構材，應具有充分之彎曲強度及剪力強度。另配合使用目的，應具有充分之剛性，避免發生有害之撓度及振動。

（b）缺口：梁、櫚柵、樓（地）板嵌板應避免缺口，尤其跨度中央部位下方不得設置缺口。不得已設有缺口時，應考量割裂，確保充分之有效斷面。

（c）樓（地）板端部之接合：梁、橫架材、樓（地）板嵌板與其支撐構材之接合部，應能傳達作用在該部分之應力。

（d）組合梁：組合梁之設計應依據 5.4 節之規定。膠合充腹梁等工廠生產之構材，應依其使用規定。

（e）鋼骨梁：鋼骨梁應使用品質、強度具保證者，作爲結構計算時之假設條件。

（3）承受水平載重之構造：

（a）型式：水平構面之構造型式包括水平橫隔版、水平桁架、隅撐材等，依建築物之規模及結構型式加以選擇。

（b）水平橫隔版：配置在外周，相當於梁、桁架等之翼板材（包含接合部），對於水平載重所發生之軸向彎曲，應具有充分之強度及剛性。以結構用面材構成之腹板材，對於水平載重所發生之面內剪力，應具有充分之強度及剛性，且面材本身不得發生挫屈，如圖 2.4-3 所示。

（c）水平桁架：構成水平桁架之各構材斷面，應足以承受因水平載重所引發之應力。桁架各部分之接合應具有充分之強度及剛性。

（d）隅撐材：隅撐材以使用在較小規模之建築物爲原則。隅撐材主要作爲橫架材、牆壁交接處之補強，使用螺栓、鐵釘及其他金屬器具緊結之。安裝隅撐材時，在橫架材及其接合部所發生之應力，應充分考量並確保安全。

（e）水平橫隔版與梁柱構架、牆之接合：水平橫隔版與梁柱構架、牆等其他構造部分之接合，應具有充分之強度及剛性以傳遞應力。

【解說】

（一）梁、地板梁、地板嵌板之端部接合

梁、地板梁、地板嵌板之端部安裝應有足夠長度，使其不會發生壓陷或脫落之危險，且主要之柱與梁的橫向接合處，應使用接合鐵件確實緊結之。梁端部如圖 2.4-2 所示之橫向接合法，在力學行爲上視爲缺口，原則上不予採用。

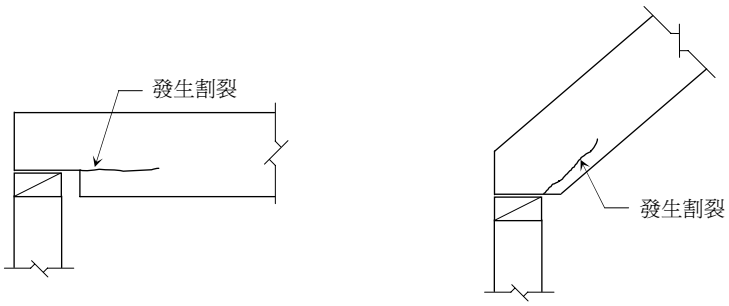
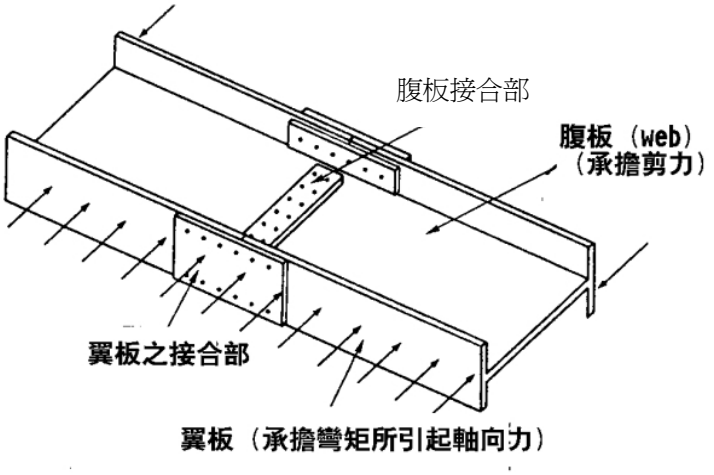


圖 2.4-2 端部有切口之梁（左）與具危險性之斜梁支撐例

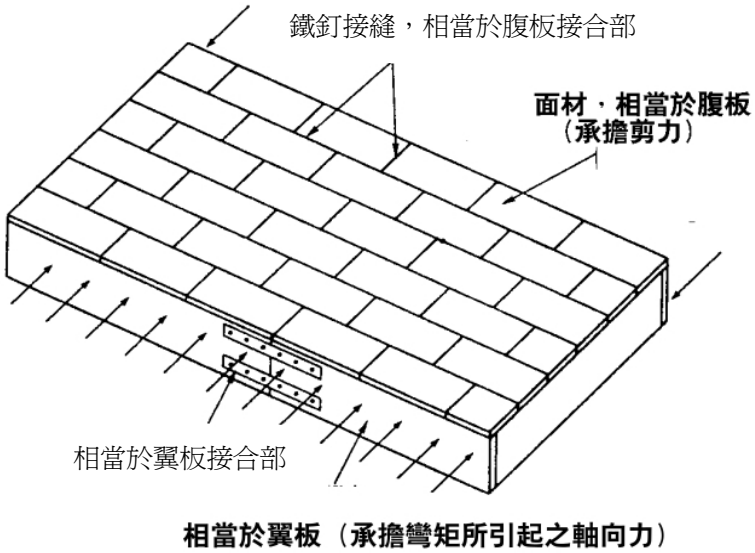
（二）承受水平載重之構造

水平橫隔版（diaphragm）：如圖 2.4-3 所示，水平橫隔版之機制與工型梁相似，其在外周配置之桁條、橫撐材、梁相當於翼板（flange）承擔撓曲應力；面材相當於腹板（web）承擔剪力。以地板作爲水平橫隔版時，地板整體相當於跨度小、深度大之梁，其水平剛性會非常高。

水平橫隔版之變形主要爲剪力變形，其彎曲變形較小。水平橫隔版之設計重點爲設置在橫架材（地板梁、梁等）上面之面材接縫，利用橫架材使面材剪力可確實傳達。相當於翼板作用之外周橫架材若設置縱向接合時，應採用應力能確實傳達且變形較小之接合方法。



(a) 工型梁承受橫力時之應力傳遞機制



(b) 水平橫隔版承受橫力時之應力傳遞機制

圖 2.4-3 工型梁與水平橫隔版之應力傳遞機制
(摘自日本建築學會「木質構造設計規準 • 同解說」，1995)

2.4.4 柱、牆

（1）柱、牆之配置：梁柱構架、牆等構造對於因重力載重、水平載重所引發之應力，應具有充分之強度及剛性，並依建築物規模、結構形式做適當之配置。

（2）承受重力載重之構造
（a）柱、牆等對壓力所引起之挫屈及壓陷應確保安全。
（b）柱

（i）柱之端部接合應能適當傳遞構材所發生之應力。
（ii）單一柱原則上不得分段縱向續接；不得已需設置時，應注意接合方法，確保其安全性。
（iii）柱設有缺口時，應避開中央部分；缺口部分應採取適當之補強措施。

（c）承重牆
（i）由縱框與面材以鐵釘接合之牆壁，若面材之種類與接合方法適當時，框架構材可視爲挫屈防止材。
（ii）縱框與面材膠合之牆壁得考慮應力表皮效應。
（iii）由面材與填充材料構成之牆壁，若由膠合劑等膠合成一體時，可視爲整體構材，並由實驗加以確認。
（iv）組合層疊牆壁之配置，應均等支撐建築物重量，尤其對於挫屈應具有充分之安全性。

（3）承受水平載重之構造
（a）地震力、風力等水平載重作用在建築物所引起之剪力，係由梁柱構架、斜撐、斜支柱、隅撐柱等構材，或構造用面材、抹灰泥牆、組合層疊牆等面材抵抗之。此外，對於風力等面外方向載重亦應能安全承受之。

（b）以線性構材抵抗之構造形式
（i）各構材及接合部應能安全承受水平載重所引發之應力。
（ii）斜撐、斜支柱、隅撐柱等
①梁柱構架、桁梁、木地檻等之接合部，應能安全承受斜撐、斜支柱之作用而引發之壓力、拉力及剪力。
②受壓斜撐之設計，應考慮挫屈與材端之壓陷。牆構面內及構面外之挫屈皆應考慮。
③斜撐端部應採取適當處置以防止鬆動。
④斜撐不得設置有損強度之缺口。
⑤設計含斜支柱之梁柱構材與接合部，應充分考慮斜支柱所發生之應力。

（c）以面材抵抗之構造形式
（i）使用構造用面材之牆壁（剪力牆）
①構造用面材應能達到強度需求，並應有適當之配置。
②構造用面材安裝在梁柱構架、框組、棧木組時，應選擇能發揮預設強度之接合方法。
（ii）抹灰泥牆壁之材料及品質應適當選取，其基材構造應能安全承受作用於抹灰泥牆之水平載重。
（iii）原木層疊牆
①原木層疊牆之材料、品質等，應採用構造耐力效果已確認者。
②原木層疊材相互間之接合，應能安全承受剪力及面外方向載重，且應使原木層疊牆結成一體。
③乾燥所引起之變形，使層疊材相互間產生縫隙時，不得減低其結構強度。

（4）承受複合應力之構材
同時承受彎矩與軸力之構材，應針對複合應力進行設計。

【解說】

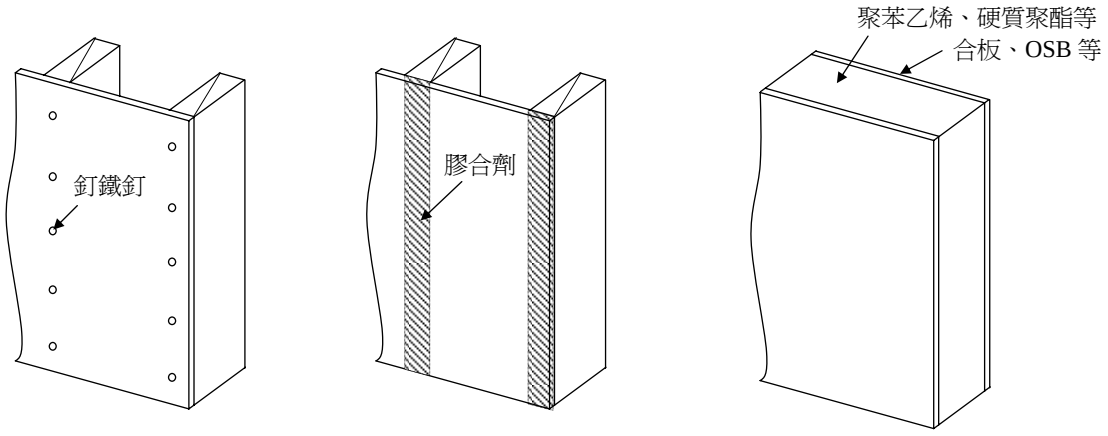
（一）柱、牆等

柱、牆係指除本身自重外，尚需承載及傳遞作用於建築物之其他載重的結構構件。這些部位因重力載重及水平載重之作用，構材斷面會產生軸力、剪力、彎矩等應力；因此，爲使柱、牆能安全抵抗外力作用，適當的配置與接合型式是必要的。

（二）在框組壁工法中，以鐵釘接合縱框與面材之牆壁，縱框需設計成不會因重力載重而引起挫屈；另外，其面材的應力表皮(Stress skin)效果如經實驗或計算確認時，可列入考慮，否則面材不能承受壓力。

由工廠生產之嵌板工法，以膠合劑接合縱框與面材之牆壁，可考慮應力表皮(Stress skin)效果，使面材能抵抗重力載重，計算時可將縱框與嵌板視爲一體，如圖 2.4-4。

以聚苯乙烯（PS）或硬質聚酯（PU）等發泡材作爲合板或定向粒片板（OSB）之心材而形成夾心構造（Sandwich）之構造用嵌板，當面材與填充材料所形成之牆體，經確認係由膠合劑結成一體時，可視爲整體構材進行設計，如圖 2.4-4。



(a) 以鐵釘釘住面材之牆壁　(b) 以膠合劑接合面材之牆壁　(c) 面材與填充材合成之牆壁

圖 2.4-4 牆構造之種類

（三）原木層疊構法等使用木質材料堆積構成之層疊牆壁，其配置應能均勻支撐建築物之重量，對於挫屈應有充分之安全性，其在風力作用下，面外方向之複合應力尤需注意；另外，在開口處、無交叉部之層疊牆部分，對於挫屈易形成弱點，應更加注意，如圖 2.4-5。

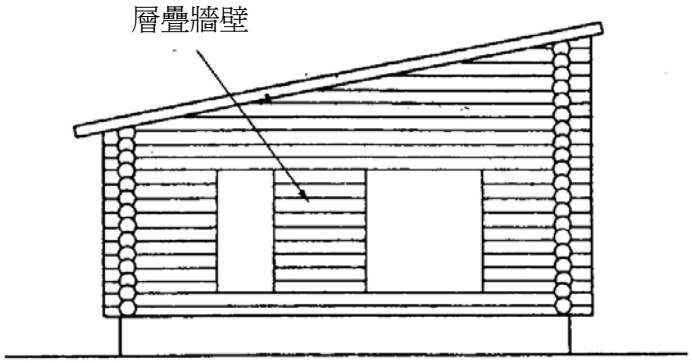


圖 2.4-5 原木層疊構法之牆壁

2.4.5 拱型結構

（1）拱構材：拱構材主要部分含彎曲構材構成之 3 鉸拱或 2 鉸拱型式。

（2）拱構材之梁柱配置：依建築物之規模及拱構材型式做適當之配置。

（3）對於重力載重之計畫
- （a）拱構材應能安全承受重力載重所引起之應力。
- （b）拱構材得設置桁條、椽條、水平斜撐等連結材以傳遞重力載重。
- （c）承受不均勻分布之重力載重時，應就全體構造進行考量。
- （d）框架（骨組）型式應牢固接合。
- （e）柱腳等之接合部不得因剪力而引起割裂。
- （f）相當於柱之拱構材部分，原則上不得有縱向接合；相當於梁之拱構材部分，其縱向接合應避免設置在撓曲應力較大之處。
- （g）與其他構材接合時，應避免拱構材發生缺損。
- （h）柱腳滑動時，應避免使基礎伴隨移動。

（4）對於水平載重之計畫
- （a）拱構材應能安全承受水平載重所引發之應力。彎曲部分之橫向拉應力尤應特別注意。
- （b）拱構材間應在其構面垂直方向配置適當之連結材、斜材。
- （c）使用斜撐材時，應避免拱構材產生缺口。
- （d）屋簷端等應能安全承受局部風壓；山牆應能安全承受面外風壓力。
- （e）柱腳接合部不得因水平剪力而發生割裂。

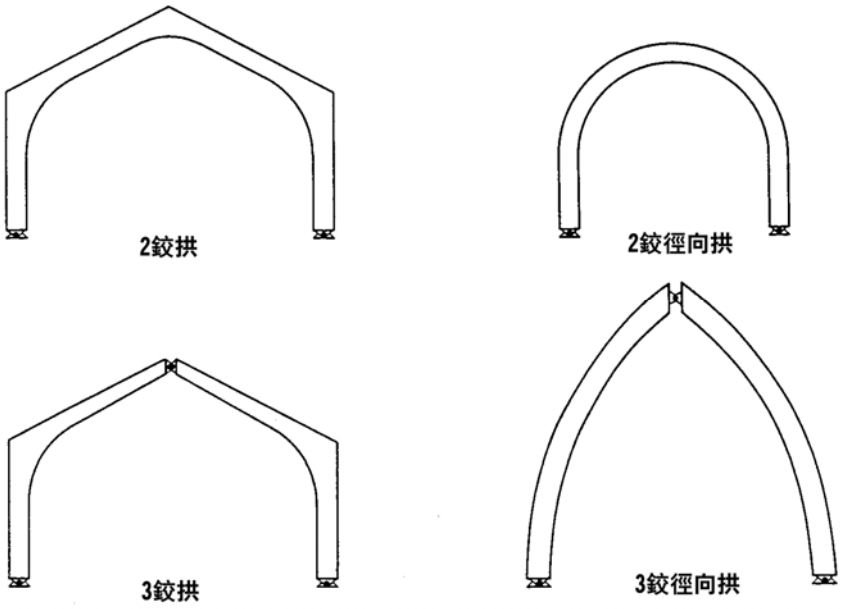
【解說】

（一）拱型結構

拱型（arch）結構爲主要含有彎曲部之 3 鉸拱（3-hinged arch）或 2 鉸拱（2-hinged arch）型式。拱形材之製作，常須依賴集成材，其彎曲部之曲率半徑愈小時，必須使用較薄之集成元。

（二）拱形材構成之構架需承受重力載重及風力、地震力等水平載重所產生之軸力、剪力及彎矩，因此需配合建築物之規模，適當配置拱型結構。

（三）鉸接接合設計係假設該處不承受彎矩，因此構架形式應確實反映接合方式。參考圖 2.4-6(a)、(b)。



(a) 都鐸(Tudor)式拱型構造　　(b) 徑向拱型構造

圖 2.4-6 拱型構造例

（四）拱形材一般個體龐大，不易運輸，常運至現場再接合起來，因此接合位置應選在彎矩較小處，尤其在拱形下部軸力較大部分不可設置接合部。

（五）拱形構造之設計，對於彎矩應檢討撓曲應力，對於剪力應檢討剪應力，對於軸力應檢討軸應力及挫屈。拱形曲率減少方向有撓曲應力作用時，在彎曲部分會發生木材性質上最弱之纖維直交方向拉應力，此應力與曲率半徑成反比例，因此使用曲率大之拱形材時，該應力不得超過橫向容許拉應力。最大橫向拉應力$\sigma_{r\max}$由下式求出：

$$\sigma_{r\max}=\frac{2M}{3\rho bh}$$

其中　ρ：曲率半徑

M：彎矩

b：材寬

h：材深

2.4.6 屋架

（1）屋架之強度與剛性：屋架對於靜載重、活載重、風力等垂直載重應具有充分之強度及剛性，同時應能將風力、地震力等水平載重安全傳達至梁柱構架、牆等構造。

（2）承受垂直載重之構造

（a）構成屋架之構材對於垂直載重應具有充分之強度，並具有適當之剛性。承受壓力之構材應考慮挫屈效應，必要時應設置防止挫屈之連結材。

（b）缺口：屋架梁、棟梁、椽條等受彎構材應避免缺損，尤其在跨度中央部份之受拉側不得設置缺口。不得已設有缺口時，應考量割裂影響，確保充分之有效斷面。另外，屋架各構材應避免缺口。

（c）接合部：屋架構材間及屋架與梁柱構架、牆等之接合，應具有充分之強度，並應避免接合部之鬆動對構架造成有害之變形。

（3）承受水平載重之構造

（a）構成屋架之構材應具有將水平力傳達至梁柱構架、牆等之充分強度及剛性。並應能安全承受風力所引起之上昇載重。

（b）型式：構成屋頂面、屋架梁面之水平隔版的構造形式包括橫隔版、水平桁架、隅撐材等，依據 2.4（3）所述方式抵抗水平力。屋頂面水平向之剛性不足時，應設置屋架斜撐等構造，以增加水平抵抗能力。

（c）橫隔版

（i）橫隔版係於屋頂面將構造用面材直接以鐵釘釘在椽條、棟梁等構成。

（ii）橫隔版所使用鐵釘之種類、間隔，以及面材之種類、厚度等應能安全傳遞面內剪力。

（iii）屋面襯板斜貼時，應注意挫屈並檢討其支持間隔及材厚等。

（iv）由預先膠合之屋頂嵌板等構成之橫隔版，屋頂嵌板本身及嵌板間之接合部應能充分傳遞面內剪力。

（d）水平桁架

（i）水平桁架係設置在屋架梁面或屋頂面。

（ii）構成水平桁架之構材斷面應能抵抗水平力所引發之應力。

（iii）桁架各部分之接合及其與梁柱構架、牆之接合部應具有充分之強度及剛性。

（e）隅撐材

（i）隅撐材以使用在較小規模之建築物爲原則。

（ii）隅撐材主要作爲橫架材、牆壁交接部之補強，其端部接合以螺栓等緊結之。

（iii）採用隅撐材時，於橫架材及橫架材間之接合部所產生之應力，應充分考量並確保安全。

（4）施工中注意事項

屋架之構材及接合部對施工中所發生之應力，應具有充分之強度及剛性，以確保安全。

【解說】

（一）屋架組之強度與剛性

屋架組與地板組同樣作爲水平構面之功能。屋架組承受風力作用時，會產生垂直向上及向下之反力。有些情況下，由於此水平力之作用而使屋架組整體傾倒。因此考慮這些現象而建立結構計畫是必要的（參考圖 2.4-7）。

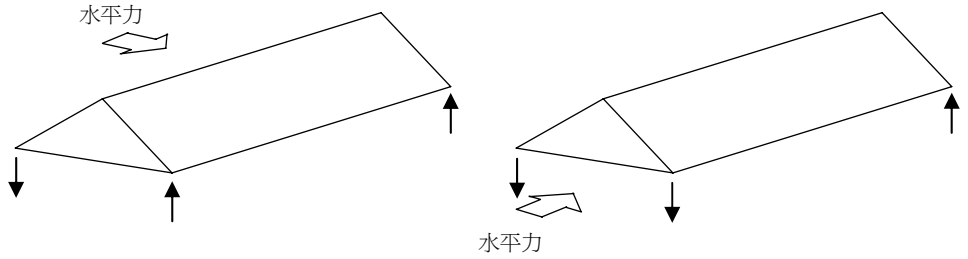
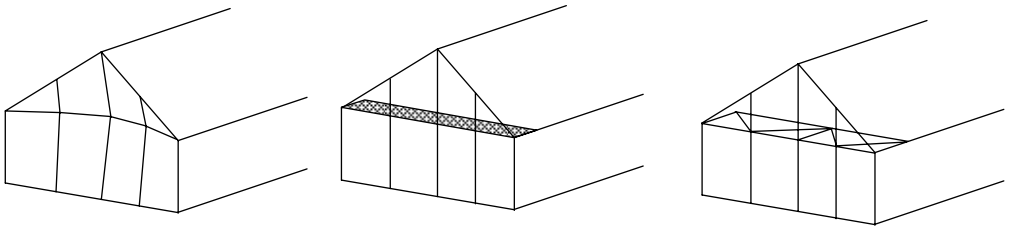


圖 2.4-7 水平力所引起屋架組整體之傾倒

（二）接合部應盡可能使用剛性大之接合方法，對於接合部等之變形所引起屋架組之撓曲，大約爲跨度之 1/200～1/300 即可。

（三）形式：水平構面之構造形式基本上與地板相同，除陸屋頂外，水平構面應選擇以屋頂面構成，或以屋架梁面構成。

（四）山形屋頂等之水平構面以屋頂面構成時，山牆面承受之風力向水平構面之傳達方式需加以考慮。當柱由二樓地板位置直通至屋頂面時，此水平力傳達機制較無問題；然而若設置山牆梁時，柱將不會連通，此時應將山牆梁設計成耐風梁，或設置水平桁架，使山牆面所承受之風力傳達至桁架，如圖 2.4-8。



(a) 山牆梁不具耐風梁時之變形　(b) 以山牆梁作爲耐風梁　(c) 設置水平桁架

圖 2.4-8 山牆面之補強

（五）與垂直構面在同一平面上之屋架部份，其構造方式應能使屋頂面水平力傳達至垂直構面，如圖 2.4-9。

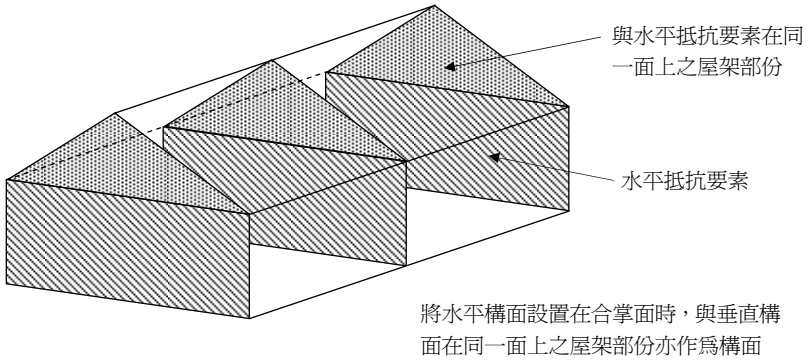


圖 2.4-9 屋頂面之水平力傳達構造

第三章 結構分析

3.1 應力與變形之計算

爲檢討建築物之結構安全，建築物各部分之應力與變形應依據結構力學理論計算求出。

【解說】

（一）建築物承受各種載重組合下之結構安全性有下列三項：

（1）結構各部份所受應力（內力）之強度安全性；
（2）結構各部份避免有害振動之安全性；
（3）結構各部份之變形量避免造成使用功能障礙及影響內外裝飾材之安全性。

（二）基於木質構造之木質材料特性及接合部之半剛性特點，故應以適當之結構分析模式做變形與應力之結構力學計算。

3.2 載重

計算應力與變形所採用之載重，應依據實際狀況且符合建築技術規則之規定。另外，施工載重或其他特殊載重亦應一併考量。

【解說】

木構造與一般習知之鋼筋混凝土造及鋼構造等載重情況有相當不同之特點，設計者須確實瞭解其設計之建築物的特殊性，並詳實估算載重。

（1）靜載重

裝飾材、樓版上舖面材、使用者儲物空間之物件等重量，往往大於結構體之自重。

（2）活載重及施工中載重與風力

活載重須充分考慮建築物之用途目的及載重持續時間，以機率及統計方法決定之。一般木構造建築之結構形式，其靜不定度較低，施工時尤其須注意施工載重及風力之作用。

3.3 應力與變形之分析

3.3.1 應力與變形之分析法

應力與變形之分析應依據結構體之力學特性，採用適當之分析及計算方法。

3.3.2 潛變

潛變所引起之變形對結構體會有相當之影響，應納入考量，尤其是靜不定結構。

3.4 應力分析之假設與注意事項

3.4.1 節點與支承假設

（1）節點假設
節點可爲鉸接合或剛接合。若難以假設爲鉸接合或剛接合時，亦可假設爲彈簧接合或半剛性接合，惟接合部之力傳遞機制、剛性及強度與構材相互間之關係應做適當之考量。

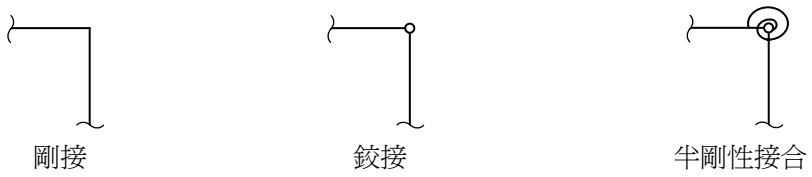
（2）支承假設
支承應依據其特性，假設爲固定、鉸或滾輪支承。若難以假設爲固定、鉸或滾輪支承時，亦可依實際狀況假設爲彈性支承或半剛性支承。

（3）二次應力
節點及支承之假設若與實際狀況不同時，會產生二次應力，應一併考量。

【解說】

木結構之接合部欲達到完全之剛接或固接相當不易，應特別注意，必要時需以實驗證明之。

進行木結構應力分析時，節點之假設包括剛接、鉸接及半剛性接合，支承之假設包括固定支承、鉸支承、彈性支承及半剛性支承，各假設模式如圖 3.4-1 所示。



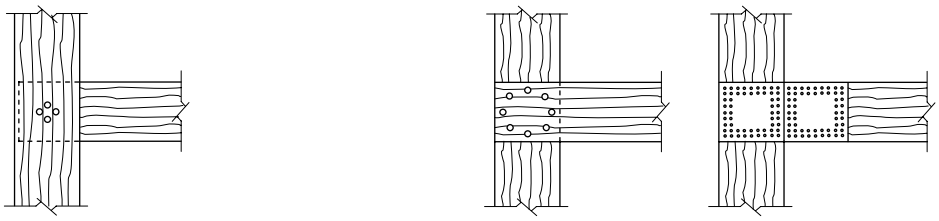
(a) 節點之假設



(b) 支承之假設

圖 3.4-1 節點與支承之假設模式

節點假設屬於鉸接、半剛性或剛性接合之情況，可參考圖 3.4-2。



(a) 鉸接接合例　　(b) 剛性及半剛性接合例

圖 3.4-2 木構造之接合例

3.4.2 構材假設

構成結構體之各構材爲線性材與面材等，於分析時應以適當的構造元素將其模式化。

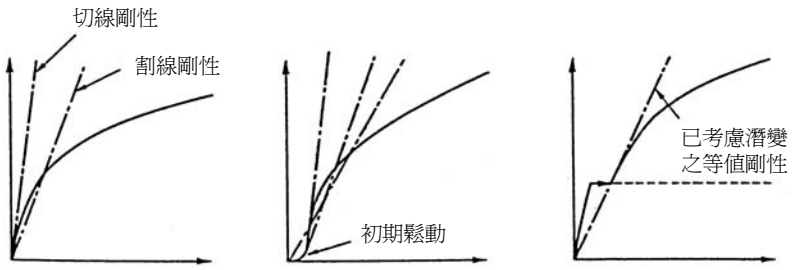
3.4.3 彈性假設

應力與變形原則上依據彈性理論計算。但對於接合部等之局部彈塑性變形、反復應力、接合部鬆動、潛變影響等，應視情況另予考量。

【解說】

（一）構材包括直線構材、曲線構材、曲板及面材等。

（二）接合部之受力及變形有非線性行爲時，需以擬彈性法分析之（採割性勁度），參考圖 3.4-3。



(1) 無初期鬆動　　(2) 有初期鬆動　　(3) 潛變

圖 3.4-3 彈性之假定

3.4.4 結構分析模式

進行結構分析時，應依據建築物結構平面及立面特性，假設成適當之結構分析模式。

【解說】

（一）建築物之結構分析模式需注意以下各點，否則分析結果會有很大之誤差：

（1）接合部之變形較大；

（2）樓板之面內剛性有可能變小；

（3）風與地震易使水平力加大；

（4）耐力牆（承重、抗剪）在抵抗水平力之配置上需注意不可有過大之偏心；

（5）多層構造中，柱在立面之上下有可能不接續（此在初期之結構計畫須極力避免）；

（6）屋頂常使用斜屋面，其剛性與力之傳遞較複雜；

（7）雖然在水平載重下易有較大之層間變位，惟實際的構造物含有裝飾材、複壁、直交壁及直交構架等，也可能使變形減小。

（二）以下是一般常用之結構分析模式：

（1）平面構架模式 1（依勁度分擔水平力）（參考圖 3.4-4）；

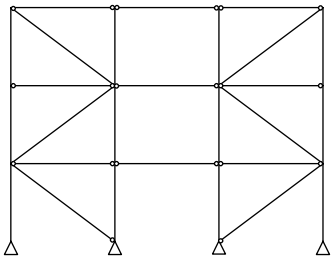


圖 3.4-4 平面構架模式例

（2）平面構架模式 2（依面積分擔水平力）
無剛性樓版時需以三度立體空間分析；

（3）擬立體構架模式（假設有剛性樓板）（參考圖 3.4-5）
樓板剛性高時，偏心較大之建築物易有較大又複雜之三度空間扭轉，故有三度空間結構分析模式之必要；

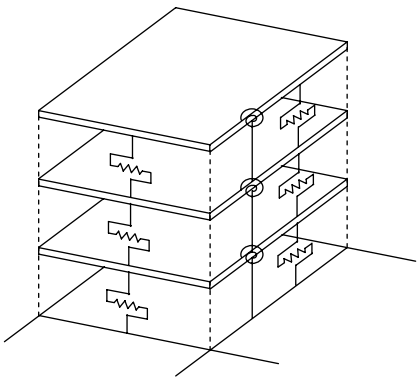


圖 3.4-5 擬立體構架模式例

（4）立體構架模式（樓板以彈性元素模擬）(參考圖 3.4-6)。

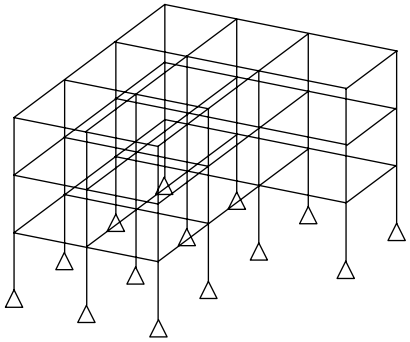


圖 3.4-6 立體構架模式例

3.5 設計應力

3.5.1 設計應力之計算

設計應力係依據建築結構狀況與設計載重，經由結構力學理論分析求得。另外，應考量依據建築物用途之特殊載重、施工中載重或其他載重。

3.5.2 載重組合

構材設計時，應依建築技術規則之規定，以最不利之載重組合所得之應力爲構材之設計應力。

【解說】

木柱或牆等在地面（平地或坡面）以下時，可能另有側土壓或水壓作用，應一併考量。載重組合可參考表 3.5-1 所示。

表 3.5-1 載重組合

載重狀態		一般地區	多雪地區
長期	經常	D+L	$D+L+S_2$
短期	積雪時	$D+L+S_1$	$D+L+S_1$
	暴風時	D+L+W	D+L+W $D+L+S_3+W$
	地震時	D+L+E	$D+L+S_3+E$
	火災時	D+L	$D+L+S_2$

符號　D：靜載重；

L：活載重（有施工載重時應計入）；

S_1：雪載重，依屋頂斜率或落雪情況得適當折減；

S_2：多雪地區之雪載重（最深積雪量之值的 70%），依屋頂斜率或落雪情況得適當折減；

S_3：多雪地區之雪載重（最深積雪量之值的 35%），
依屋頂斜率或落雪情況得適當折減；

W：風力；

E：地震力。

其他載重包括施工載重、側土壓及水壓等。

第四章 材料及容許應力

4.1 結構用木材

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。

4.1.2 中國國家標準未規定之新材料或混合材料，如由被授權認可之機構依經驗、模型或測試結果，判定其確能提供相同或更佳之安全性或耐久性，提出認證而經主管機關認可者，則該材料應被視爲符合本規範。

4.1.3 有關材料試驗、性能規格評定、以及外國認證之採認等之申請認可事項，應依建築技術規則總則編第四條之規定。

【解說】

中國國家標準已公佈施行之相關標準如下：

CNS 442 木材之分類
CNS 444 製材之分等
CNS 446 針葉樹製材尺度
CNS 447 闊葉樹製材尺度
CNS 11031 結構用集成材
CNS 11032 化妝構造用集成材
CNS 11667 商用木材名稱
CNS 11671 結構用合板
CNS 13826 造林木針葉樹製材分等
CNS 14429 針葉樹合板
CNS 14495 木材防腐劑
CNS 3000 木材之加壓注入防腐處理方法
CNS 14646 結構用單板層積材
CNS 14647 結構用木質板
CNS 14630 針葉樹結構用製材
CNS 14631 框組壁工法結構用製材
CNS 14632 框組壁工法結構用縱接材
CNS 14633 框組壁工法結構用針葉樹製材之靜曲應力分等
CNS 加壓式防腐處理木地檻（審訂中）
CNS 木材防腐劑吸收量之測定方法（審訂中）

4.2 結構用木材之品質

4.2.1 常用樹種分類

適用本規範之結構用木材常用樹種分類如表 4.2-1 所示。

表 4.2-1 常用樹種分類

針闊葉樹別	類別	樹 種
針葉樹	Ⅰ類	花旗松、俄國落葉松
	Ⅱ類	羅漢柏、扁柏、羅森檜、南方松(1)
	Ⅲ類	赤松、黑松、落葉松、鐵杉、北美鐵杉、南方松(1)、世界爺
	Ⅳ類	冷杉、蝦夷松、椴松、朝鮮松、柳杉、西部側柏、雲杉、杉木、台灣杉、放射松
闊葉樹	Ⅰ類	樫木
	Ⅱ類	栗木、櫟木(2)、山毛欅(2)、欅木、油脂木、冰片樹、硬槭木
	Ⅲ類	柳桉

註：(1) 硬木類之南方松歸屬Ⅱ類，軟木類之南方松歸屬Ⅲ類；
(2) 櫟木、山毛欅之平均年輪寬在 1mm 以上。

4.2.2 等級

（1）結構用木材等級區分爲（a）普通結構材、（b）上等結構材等兩種等級。

（2）等級條件

(a) 普通結構材所使用木材之品等，以 CNS 14630 針葉樹結構用製材及 CNS 14631 框組壁工法結構用製材所列之二級、三級、標準級、普通級材，以及 CNS 444 闊葉樹中等及下等材爲原則。

(b) 上等結構材所使用木材之品等，以 CNS 14630 針葉樹結構用製材（缺點條件應滿足表 4.2-2）及 CNS 14631 框組壁工法結構用製材所列之特級、一級、結構級材，以及 CNS 444 闊葉樹上等材且無闊葉樹特有之缺點（脆心材等）爲原則。

表 4.2-2 上等結構材比重、年輪寬、缺點之條件

樹種		氣乾比重 (含水率 15%) 最小值	平均年輪寬最大值 (mm)	節徑比最大值（%）	弧邊最大值（%）	纖維的斜度最大值	反翹最大值
針葉樹	Ⅰ類	0.5	6	受拉材 20 受彎材 20 受壓材 30	受拉材 受彎材 15 受壓材 但在受彎材跨距中央 1/3 部分爲 10	受拉材 1/16 受彎材 1/16 受壓材 1/12	受壓材 2/1000
	Ⅱ類						
	Ⅲ類						
	Ⅳ類	0.43					

（3）使用規定

(a) 結構用木材需使用上項(2)所示等級之材料。

(b) 重要結構部份需採用上等結構材。

(c) 使用上等結構材時，除需在設計圖上詳加註明外，需注意於施工現場確實施作，並需對明示使用部位進行檢測。

（4）等級標示

製材商品應依主管機關指定分級制度予以評定，並依規定標誌標示於材品上。

4.2.3 木材之乾燥

結構用木材應採用乾燥木材，其平均含水率在 19%（含）以下。

4.2.4 配材及選材

（1）配材

在工地配材時，應注意下列事項：

(a) 承受巨大拉力之構材，應使用缺點少之木材；承受巨大壓力之構材，應使用裂痕或反翹等缺點少之木材；受彎構材中央附近應避免有缺點。

(b) 使用接合鐵件部位，宜避免角隅缺損之材料。

(c) 材料開孔處應做適當保護。

（2）選材

(a) 主要構造部位有腐朽疑慮時，應使用耐腐性大之木材或使用防腐處理材。

(b) 避免使用未成熟材比例過高之木材。

(c) 從工廠製作再運送至工地之木材應詳加檢視，有保護不周而致損傷之材料應不予採用。

【解說】

一般樹木之未成熟材（juvenile wood）與成熟材（mature wood）之分界約在 20 年左右，即樹齡在 20 年以內部份爲未成熟材，其密度較低，強度較差，且變異性大，較不適合作爲結構材之用途。

4.3 木材之容許應力

4.3.1 纖維方向之容許應力

（1）普通結構材

普通結構材纖維方向之容許應力，依表 4.3-1(a)。

表 4.3-1(a) 普通結構材纖維方向之容許應力（單位：kgf/cm^2）

樹種		長期容許應力				短期容許應力
		${}_Lf_c$	${}_Lf_t$	${}_Lf_b$	${}_Lf_s$	${}_Sf$
針葉樹	Ⅰ類	75	55	95	8	長期容許應力之 2 倍
	Ⅱ類	70	55	90	7	
	Ⅲ類	65	50	85	7	
	Ⅳ類	60	45	75	6	
闊葉樹	Ⅰ類	90	80	130	14	
	Ⅱ類	70	60	100	10	
	Ⅲ類	70	50	90	6	

註：氣乾比重在 0.3 以下之柳杉、杉木、台灣杉取表中之值的 70%。

（2）上等結構材

（a）針葉樹纖維方向之容許應力，依表 4.3-1(b)。

（b）CNS 444 闊葉樹製材分等列爲上等材且無闊葉樹特有缺點（脆心材等）之樹種，取表 4.3-1(a)中所對應樹種之值的 1.25 倍。

表 4.3-1(b) 上等結構材（針葉樹）纖維方向之容許應力（單位：kgf/cm^2）

樹種		長期容許應力				短期容許應力 ${}_Sf$
		${}_Lf_c$	${}_Lf_t$	${}_Lf_b$	${}_Lf_s$	
針葉樹	Ⅰ類	90	65	120	10	長期容許應力之 2 倍
	Ⅱ類	85	65	110	9	
	Ⅲ類	80	60	105	9	
	Ⅳ類	75	55	95	7	

4.3.2 纖維垂直方向之容許壓應力

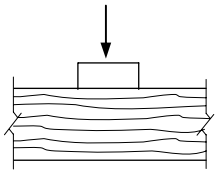
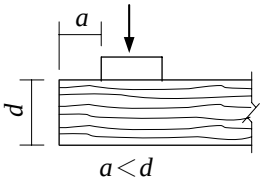
（1）木材纖維垂直方向之容許壓縮（壓陷）應力，依表 4.3-2 之值。

表 4.3-2 木材纖維垂直方向之容許壓縮應力（單位：kgf/cm^2）

樹種		長期容許應力		短期容許應力 $_Sf$
		容許部分壓縮（壓陷）應力 $_Lf'_{c\perp}$	容許全面壓縮應力 $_Lf_{c\perp}$	
針葉樹	Ⅰ類	30	9.5	長期容許應力之 2 倍
	Ⅱ類	25	9.0	
	Ⅲ類	25	8.0	
	Ⅳ類	20	7.5	
闊葉樹	Ⅰ類	40	18	
	Ⅱ類	35	14	
	Ⅲ類	30	14	

（2）不同施力狀態下，容許部份壓縮應力之調整係數依表 4.3-3 之規定。

表 4.3-3 木材纖維垂直方向容許部分壓縮（壓陷）應力之調整係數

樹　種	容許部分壓縮（壓陷）應力之調整係數	
針葉樹	1.00	0.80
闊葉樹	1.00	0.75
施力狀態	(a) 木材中間部分之壓陷 	(b) 木材端部之壓陷 

4.3.3 纖維傾斜方向之容許壓應力

（1）在木材中間部份之壓陷，若施力方向與纖維方向之角度 θ 爲 0°至 10°時，取表 4.3-1(a)之 $_Lf_c$ 值；θ 爲 70°至 90°時，取表 4.3-2 之 $_Lf'_{c\perp}$ 值；θ 介於 10°至 70°時，取直線內插之值。

（2）木材端部之壓陷，取表 4.3-2 之值乘上表 4.3-3（b）之調整係數後所得之值。

（3）全面壓縮時，施力方向與纖維方向之角度 θ 爲 0°至 10°時，取表 4.3-1(a)之 $_Lf_c$ 值；θ 爲 70°至 90°時，取表 4.3-2 之 $_Lf_{c\perp}$ 值；θ 介於 10°至 70°時，取直線內插之值。

【解說】

纖維傾斜方向之容許壓應力，不同傾斜角度之直線內插係數可參考表 4.3-4。

表 4.3-4 傾斜於纖維方向之容許應力係數

			0°-10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°-90°
木材中央部份壓陷	針葉樹	Ⅰ	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
		Ⅱ	1.0	0.89	0.784	0.678	0.572	0.466	0.36
		Ⅲ	1.0	0.895	0.792	0.689	0.586	0.483	0.38
		Ⅳ	1.0	0.89	0.778	0.666	0.554	0.442	0.33
	闊葉樹	Ⅰ	1.0	0.925	0.832	0.739	0.646	0.533	0.44
		Ⅱ	1.0	0.915	0.832	0.749	0.666	0.583	0.5
		Ⅲ	1.0	0.9	0.804	0.708	0.612	0.516	0.42
木材全面壓陷	針葉樹	Ⅰ	1.0	0.855	0.71	0.565	0.42	0.275	0.13
		Ⅱ	1.0	0.855	0.71	0.565	0.42	0.225	0.13
		Ⅲ	1.0	0.85	0.704	0.558	0.412	0.266	0.12
		Ⅳ	1.0	0.855	0.71	0.565	0.42	0.225	0.13
	闊葉樹	Ⅰ	1.0	0.87	0.742	0.614	0.486	0.358	0.23
		Ⅱ	1.0	0.865	0.732	0.599	0.466	0.333	0.2
		Ⅲ	1.0	0.865	0.732	0.599	0.466	0.333	0.2

4.3.4 容許應力之增減

（1）經常在濕潤狀態者，取表 4.3-1 或表 4.3-2 之值的 70%。

（2）直接暴露在雨水者，視實際狀態可減低至 80%。

（3）臨時性結構物

3 個月以內之臨時性結構物，其長期容許應力得取表 4.3-1 之值的 1.2 倍。

（a）如變形不構成問題時，積雪載重得依最深積雪量計算。

（b）此項規定不適用於彈性模數。

（4）剪斷

不會隨著木材割裂造成剪斷破壞時，容許剪應力得增大至表 4.3-2 所示之值的 1.5 倍。

（5）壓陷

（a）允許少量壓陷變形之結構物，容許壓陷應力得增加表 4.3-2 所示之值的 50%以內。

（b）變形較爲重要之結構物，得依容許壓陷應力之狀況予以折減。

（c）受壓面爲弦徑切面時，取表 4.3-2 所示之值的 2/3。

4.3.5 依非破壞檢測之木材的容許應力值

由非破壞檢測所得受彎彈性模數之參數，若對應於各種強度之統計關係已被充分確認，得使用其結果推導容許應力值。

4.4 木材之彈性模數及潛變

4.4.1 木材纖維方向之彈性模數

木材纖維方向之彈性模數，取表 4.4-1 所示之值。但主要構材若單獨使用或重視剛性之構材，在計算變形時，其 $E_{//}$值取表 4.4-1 所示值之 80%。另外，以分等機械設備（grading machine）實測彈性模數時，得使用其量測值。

表 4.4-1 木材纖維方向之彈性模數（單位：$10^3 kgf/cm^2$）

樹種		$E_{//}$	
		普通結構材	上等結構材
針葉樹	Ⅰ類	100	110
	Ⅱ類	90	100
	Ⅲ類	80	90
	Ⅳ類	70	80
闊葉樹	Ⅰ類	100	110
	Ⅱ類	80	90
	Ⅲ類	70	80

註：氣乾比重在 0.3 以下之柳杉、杉木、台灣杉取表中之值的 70%。

4.4.2 木材纖維垂直方向之彈性模數

木材纖維垂直方向之彈性模數，取表 4.4-1 所示 $E_{//}$值的 1/25。

4.4.3 剪斷彈性模數（剛性模數）

木材之剪斷彈性模數，取表 4.4-1 所示 $E_{//}$值的 1/15。

4.4.4 木材之潛變

木材之潛變特性會受到載重大小、施力方式、持續期間，以及木材使用場所之溫濕度條件的影響，因此應針對這些因素進行設計。

（1）固定之持續載重經長期間作用時，在氣乾狀態下，其變形以 2 倍進行設計；於濕潤狀態或乾濕重覆條件下，其變形以 3 倍進行設計。

（2）在氣乾狀態下，斷續反復載重作用，且負載至下一次負載間之潛變可充分回復時，潛變變形計算可適用重疊原理。

木構造建築物設計及施工技術規範部分規定修正規定

4.5 結構用集成材之容許應力與彈性模數

4.5.1 結構用集成材樹種分類

結構用集成材之分類如表 4.5-1 所示，應符合 CNS 11031 結構用集成材之規定。

表 4.5-1 結構用集成材之樹種分類

樹種分類	樹 種
1	硬槭木、樺木、山毛欅、櫟木、欅木、油脂木或具同等強度之樹種
2	光臘樹、榆樹或具同等強度之樹種
3	扁柏、花柏、落葉松、日本赤松、日本黑松、羅森檜、南方松、花旗松或具同等強度之樹種
4	鐵杉、阿拉斯加扁柏、鉛筆柏、放射松或具同等強度之樹種
5	冷杉、雲杉、柱松、黃松、歐洲赤松、柳桉或具同等強度之樹種
6	柳杉、台灣杉、杉木、西部側柏或具同等強度之樹種

4.5.2 結構用集成材之容許應力

（1）纖維方向之容許應力

結構用集成材纖維方向容許應力，依表 4.5-2、表 4.5-4 至表 4.5-6 之規定。

（2）纖維垂直方向之容許壓陷應力

結構用集成材纖維垂直方向之容許壓陷應力，依表 4.5-3 之規定。

（3）纖維傾斜方向之容許壓應力

結構用集成材纖維傾斜方向之容許壓陷應力，施力方向與纖維方向之角度 θ 爲 0°至 10°時，取表 4.5-4 之 ${}_{L}f_{c}$ 值；θ 爲 70°至 90°時，取表 4.5-3 之值；θ 爲 10°至 70°間取直線內插之值。

（4）纖維垂直方向之容許拉應力

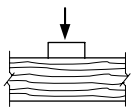
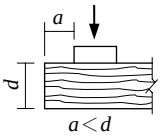
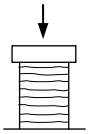
結構用集成材纖維垂直方向之容許拉應力，取表 4.5-2 之 ${}_{L}f_{sx\text{-}x}$ 值的 1/3。

表 4.5-2 結構用集成材纖維方向之容許剪斷應力（單位 kgf/cm^2）

樹種分類	長期容許剪斷應力 $_Lf_s$		短期容許剪斷應力 $_Sf_s$
	$_Lf_{sx\text{-}x}$ (1)	$_Lf_{sy\text{-}y}$ (1)	
1	16	14	長期容許應力之 2 倍
2	14	12	
3	12	10	
4	11	9	
5	10	8	
6	10	7	

註：(1)x-x 軸指載重方向或撓曲方向與層積面垂直時，y-y 軸爲平行時。

表 4.5-3 結構用集成材纖維垂直方向之容許壓陷應力（單位：kgf/cm^2）

樹種分類	長期容許壓陷應力 $_Lf_{c\perp}$			短期容許壓陷應力 $_Sf_{c\perp}$
	容許壓陷應力 $_Lf_{c\perp}$		容許壓應力 $_Lf_c$	
	（a）在構材中間之壓陷 	（b）在構材端部之壓陷  1. d≧100mm a≦100mm 2. d＜100mm a≦d	（c）全面壓縮 	
1	36	27	14	長期容許應力之 2 倍。
2	32	24	13	
3	27	22	10	
4	25	20	9	
5	22	17	8	
6	20	16	7	

4.5.3 容許應力之增減

（1）濕潤及直接暴露在雨淋下之結構物、臨時性結構物，得比照 4.3.4 節所述之木材（普通結構材及上等結構材）容許應力增減幅度處理。
（2）結構用集成材之容許剪應力不作調整。
（3）允許少量壓陷變形之結構物，容許壓陷應力得依表 4.5-3 值增加 50%以內。變形較重要之結構物，容許壓陷應力應依狀況折減之。

4.5.4 結構用集成材之彈性模數與潛變

（1）纖維方向之彈性模數
結構用集成材纖維方向之彈性模數取表 4.5-4、表 4.5-5 及表 4.5-6 之值。另外，集成材之彈性模數亦可使用其實測值，或從各層集成元之實測值計算求得。

（2）纖維垂直方向之彈性模數
結構用集成材纖維垂直方向之彈性模數，取表 4.5-4、表 4.5-5 及表 4.5-6 之 $E_{//y\text{-}y}$ 值的 1/25。

（3）剪斷彈性模數
結構用集成材之剪斷彈性模數，取表 4.5-4、表 4.5-5 及表 4.5-6 之 $E_{//y\text{-}y}$ 值的 1/15。

（4）潛變
結構用集成材之潛變變形得比照 4.4.4 節所述木材（普通結構材及上等結構材）之處理方式。

表 4.5-4 結對稱異等級結構用集成材之長期容許應力及彈性模數

強度等級	長期容許應力(kgf/cm^2)				彈性模數 E// x-x (10^3 kgf/cm^2)	彈性模數 E//y-y (10^3 kgf/cm^2)
	$_Lf_c$	$_Lf_t$	$_Lf_{bx\text{-}x}$	$_Lf_{by\text{-}y}$		
E170-F495	125	110	165	118	170	155
E150-F435	110	95	145	102	150	135
E135-F375	100	85	125	92	135	120
E120-F330	85	75	110	80	120	110
E105-F300	75	65	100	72	105	95
E95-F270	70	60	90	68	95	85

E85-F255	65	55	85	60	85	75
E75-F240	60	50	80	52	75	65
E65-F225	55	45	75	50	65	60

註:長期容許應力之值係用於厚度 30 公分以下之集成材;厚度超過 30 公分之集成材,需將表中數值乘上尺寸調整係數 (30/厚度)1/9 求得容許應力值。(厚度單位:cm)

表 4.5-5 非對稱異等級結構用集成材之長期容許應力及彈性模數

強度等級	長期容許應力 (kgf/cm^2)						彈性模數 $E_{//x-x}$ (10^3 kgf/cm^2)	彈性模數 $E_{//y-y}$ (10^3 kgf/cm^2)
	${}_Lf_c$	${}_Lf_t$	正彎曲		負彎曲			
			${}_Lf_{bx-x}$	${}_Lf_{by-y}$	${}_Lf_{bx-x}$	${}_Lf_{by-y}$		
E160-F480	120	105	160	106	115	106	160	145
E140-F420	105	90	140	90	95	90	140	130
E125-F360	95	80	120	80	85	80	125	115
E110-F315	80	70	105	72	80	72	110	100
E100-F285	75	60	95	64	75	64	100	90
E90-F255	70	60	85	60	70	60	90	80
E80-F240	60	50	80	50	65	50	80	70
E70-F225	55	45	75	46	60	46	70	60
E60-F210	50	45	70	44	55	44	60	55

註:(1)長期容許應力之值係用於厚度 30 公分以下之集成材;厚度超過 30 公分之集成材,需將表中數值乘上尺寸調整係數 (30/厚度)1/9 求得容許應力值。(厚度單位:cm)

(2)正彎曲係指將彈性模數較大之集成元置於拉伸側;負彎曲則指將彈性模數較大之集成元置於壓縮側。

表 4.5-6 同等級結構用集成材之長期容許應力及彈性模數

集成元層積數	強度等級	長期容許應力 (kgf/cm^2)			彈性模數 $E_{//x-x}$ 及 $E_{//y-y}$ (10^3 kgf/cm^2)
		${}_Lf_c$	${}_Lf_t$	${}_Lf_b$	
4 以上	E190-F615	165	145	205	190
	E170-F540	150	130	180	170
	E150-F465	130	115	155	150
	E135-F405	110	95	135	135
	E120-F375	100	85	125	120
	E105-F345	95	80	115	105
	E95-F315	85	75	105	95
	E85-F300	80	70	100	85
	E75-F270	75	65	90	75
	E65-F255	70	60	85	65
3	E190-F555	150	145	185	190
	E170-F495	135	130	165	170
	E150-F435	120	115	145	150
	E135-F375	100	95	125	135
	E120-F330	90	85	110	120
	E105-F300	85	80	100	105
	E95-F285	80	75	95	95
	E85-F270	75	70	90	85
	E75-F255	65	65	85	75
	E65-F240	60	60	80	65
2	E190-F510	150	145	170	190
	E170-F450	135	130	150	170
	E150-F390	120	115	130	150
	E135-F345	100	95	115	135
	E120-F300	90	85	100	120
	E105-F285	85	80	95	105
	E95-F270	80	75	90	95
	E85-F255	75	70	85	85
	E75-F240	65	65	80	75
	E65-F225	60	60	75	65

註：長期容許應力之值係用於厚度 30 公分以下之集成材；厚度超過 30 公分之集成材，需將表中數值乘上尺寸調整係數 (30/厚度)1/9 求得容許應力值。(厚度單位：cm)。

【解說】

表 4.5-4 至 4.5-6 中列出之集成材的可能組合。透過不同集成元組合即可找到滿足所有設計情況的集成材之組合。但是並非所有表列強度等級的結構用集成材皆可取得。因此設計時應先確認所選用的集成材是可以取得的，以避免當建築物完成設計或發包施工時，才察覺材料無法取得必須重新檢討設計之困境。

4.5.5（刪除）

4.5.6（刪除）

4.6 結構用合板之容許應力與彈性模數

4.6.1 本節適用於依據 CNS 11671 結構用合板之規定所製造之合板；未能符合 CNS 標準之合板，其容許應力應由計算或實驗求得。

4.6.2 結構用合板之容許應力

（1）CNS 標準所規定結構用合板 1 級之容許應力，依表 4.6-1、4.6-2、4.6-3 所示之值。

（2）CNS 結構用合板之規定條件中，以柳桉單板構成之合板，其容許應力依表 4.6-4 之規定。

（3）針葉樹結構用合板之容許應力，得參考其他國家之標準。

表 4.6-1 面板纖維平行方向之容許應力
（結構用合板 1 級，外觀之全斷面）（單位：kgf/cm^2）

厚度 (mm)	層積數	長期容許應力									短期容許應力 $_Sf$
		彎應力 $_Lf_b$			拉應力 $_Lf_t$			壓應力 $_Lf_c$			
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	
5.0	3	105	95	85	65	60	55	45	40	40	長期容許應力之 2 倍
6.0	3	95	90	80	55	50	45	40	35	35	
7.5	5	85	80	70	60	55	50	40	40	35	
9.0	5	80	70	65	50	45	40	35	35	30	
12.0	5	65	60	55	50	45	40	35	35	30	
15.0	7	60	55	50	40	35	30	30	25	25	
18.0	7	60	55	50	50	45	40	35	35	30	
21.0	7	65	60	55	50	45	40	35	35	30	
24.0	9	65	60	55	50	45	40	35	35	30	

註：編號 A、B、C 參考 CNS－結構用合板標準

表 4.6-2 面板纖維垂直方向之容許應力

（結構用合板 1 級，外觀之全斷面）（單位：kgf/cm^2）

厚度 (mm)	層積數	長期容許應力									短期容許應力 $_Sf$
		撓曲應力 $_Lf_b$			拉應力 $_Lf_t$			壓應力 $_Lf_c$			
		A	B	C	A	B	C	A	B	C	
5.0	3	20	20	20	35	35	35	25	25	25	長期容許應力之 2 倍
6.0	3	35	35	35	45	45	45	35	35	35	
7.5	5	30	30	30	35	35	35	25	25	25	
9.0	5	40	40	40	45	45	45	35	35	35	
12.0	5	50	50	50	45	45	45	35	35	35	
15.0	7	50	50	50	55	55	55	40	40	40	
18.0	7	50	50	50	45	45	45	35	35	35	
21.0	7	45	45	45	45	45	45	35	35	35	
24.0	9	45	45	45	45	45	45	35	35	35	

表 4.6-3 與面板纖維方向成 45°方向之容許應力

（結構用合板 1 級，外觀全斷面）（單位：kgf/cm^2）

應力種類		對於面板纖維方向之應力的方向	長期容許應力				短期容許應力 $_Sf$
			$_Lf$	A	B	C	
受拉		45°	$_Lf_t$	18	16	15	長期容許應力之 2 倍
受壓		45°	$_Lf_c$	24	23	22	
壓陷		與表面垂直	$_Lf_{c\perp}$	20	20	20	
剪斷	面內板厚方向	0°，90° 45°	$_Lf_s$	14 28	13 26	12 24	
	層內平行方向 (rolling shear)	0°，90° 45°	$_Lf_r$	4 5	4 5	4 5	

表 4.6-4 柳桉單板之長期容許應力值(1)與合板之計算法（單位：kgf/cm^2）

應力種類			應力與面板纖維方向所成之角度	合板之等級（A、B、C）與單板之容許應力			合板之計算法(2)
				A	B	C	
受彎		f_b	0° 90°	110 90	100 90	90 90	$f_b \cdot Z_0/Z_p$ $K^{(3)} \cdot f_b \cdot Z_{90}/Z_p$
受拉		f_t	0° 90° 45°	110(4) 90 18	100(4) 90 16	90(4) 90 15	$f_t \cdot A_0/A_p$ $f_t \cdot A_{90}/A_p$ f_t(6)
受壓		f_c	0° 90° 45°	75(5) 65 24	70(5) 65 23	65(5) 65 22	$f_c \cdot A_0/A_p$ $f_c \cdot A_{90}/A_p$ f_c(6)
壓陷		$f_{c\perp}$	與表面垂直	20	20	20	$f_{c\perp}$(6)
剪斷	面內板厚方向	f_s	0°，90° 45°	14 28	13 26	12 24	f_s(6)
	層內平行方向	f_r	0°，90° 45°	4 5	4 5	4 5	f_r(6)

註：（1）短期容許應力爲長期容許應力之 2 倍。

（2）A_0：應力方向與面板纖維方向平行之單板斷面積總和。
A_{90}：應力方向與面板纖維方向垂直之單板斷面積總和。
A_p：合板之全斷面積 $A_p=A_0+A_{90}$
I_0：應力方向與面板纖維方向平行之單板對合板中立軸之斷面慣性矩總和。
I_{90}：應力方向與面板纖維方向垂直之單板對合板中立軸之斷面慣性矩總和。
I_p：合板之斷面慣性矩，$I_p=I_0+I_{90}$
Z_0：應力方向與面板纖維方向平行之單板斷面係數，$Z_0=2I_0/hp$，hp 爲合板厚度。
Z_{90}：應力方向與面板纖維方向垂直之單板斷面係數。
Z_p：合板之斷面係數，$Z_p=2I_0/hp$
（3）三層合板時，K＝1.5；五層以上時，K＝1.0。
（4）適用於三層合板，五層以上時應減 10kgf/cm^2。
（5）適用於三層合板，五層以上時應減 5 kgf/cm^2。
（6）全斷面有效。

【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：

表 4.6-5 針葉樹結構用合板之容許應力（kgf/cm^2－正常載重）

應 力	表層單板之樹種類別[5]	防水用膠合劑		非防水膠合劑
		潮濕[1]	乾燥[2]	乾燥[2]
1. 受彎纖維應力 (f_b)； 平行各層平面之拉力 (f_t)； 面板纖維方向與跨距平行或垂直 (與面板木理成 45°時使用 $^1/_6\ f_t$)	1	83	115	115
	2,3	57	84	84
	4	21	78	78
2. 平行各層單板之壓力（f_c）； 與面板纖維方向平行或垂直(與面板木理成 45°時使用 $^1/_3\ f_c$)	1	63	108	108
	2	47	77	77
	3	40	69	69
	4	40	66	66
3. 垂直板面之剪斷強度（f_s）[3]； 與面板纖維方向平行或垂直(與面板木理成 45°時使用 2 f_s)	1	10.8	13.3	11.2
	2,3	8.4	9.8	8.4
	4	7.7	9.1	8.0
4. 各層單板間之水平剪斷強度（f_r）； 與面板纖維方向平行或垂直(與面板木理呈成 45°時使用 $1^1/_3\ f_r$)	海水用	4.4		5.2
	結構用	3.4	3.9	
	其它[4]	3.0	3.7	3.3
5. 承壓力（在板面上）； 與各層平面垂直	1	14.7	23.9	23.9
	2,3	9.4	14.7	14.7
	4	7.3	11.2	11.2
6. 各層平面之受彎彈性模數； 面板纖維方向與跨距平行或垂直	1	105,000	126,000	126,000
	2	91,000	105,000	105,000
	3	77,000	84,000	84,000
	4	63,000	70,000	70,000

註：(1) 潮濕情況指含水率爲 16%或更高。
(2) 乾燥情況指含水率低於 16%。
(3) 在適當條件下，f_s應力可以增加。
(4) 厚度超過 16 ㎜之四層合板，其應力減少 25%。
(5) 跨距分等如下表所示：

厚度（mm）	C-C 和 C-D							木墊板和 C-C 修補合板			
	12/0	16/0	20/0	24/0	32/16	40/20	48/24	16″o.c	20″o.c.	24″o.c	48″o.c
7.9	4	3	1								
9.5			4	1							
11.9*，12.7				4	1			1			
15，15.8					4	1		4	1		
18.2，19						4	1		4	1	
22.2							3			3	
28.5											1

*：厚度不適用於合板及 C-C 修補合板。

4.6.3 結構用合板之彈性模數

CNS 所規定結構用合板 1 級、2 級之彈性模數及剪斷彈性模數，依表 4.6-6、表 4.6-7 所示之值。柳桉單板構成之合板依表 4.6-8 之規定。

表 4.6-6 結構用合板之彈性模數及剪斷彈性模數（單位：10^3 kgf/cm^2）

厚度 (mm)	層積數	彈性模數（E）				剪斷彈性模數（G）	
		受彎		受拉及受壓			
		0°	90°	0°	90°	0°，90°	45°
		A，B，C	A，B，C	A，B，C	A，B，C	A，B，C	A，B，C
5.0	3	85	5	55	35	4	25
6.0	3	80	10	45	45		
7.5	5	70	20	55	35		
9.0	5	65	25	45	45		
12.0	5	55	35	45	45		
15.0	7	50	40	35	55		
18.0	7	50	40	45	45		
21.0	7	55	35	45	45		
24.0	9	55	35	45	45		

註：0°、90°、45°係指應力與面板纖維方向所成角度

表 4.6-7 結構用合板 2 級平行面板纖維方向之受彎彈性模數（單位:10^3kgf/cm^2）

厚度（mm）	彈性模數
5.0	65
6.0	60
7.5	55
9.0	50
12.0 , 15.0, 18.0, 21.0, 24.0	40

表 4.6-8 柳桉單板之彈性模數（短期）（單位：$10^3 kgf/cm^2$）

彈性模數之種類	應力與面板纖維方向所成角度	合板之等級（A，B，C）與單板之彈性模數			合板之計算法
		A	B	C	
彈性模數 E	0°，90°	90	90	90	$E(I_0/I_p)$，$E(I_{90}/I_p)$
剪斷彈性模數 G	0°，90° 45°	4 25	4 25	4 25	全斷面 (1)

註：(1) 表中之值直接做爲合板之值。

4.6.4 含水率所引起容許應力值之調整

合板之含水率在 15% 時，容許應力與彈性模數依表 4.6-1 至表 4.6-8 所示之值，若 12 個月期間之平均含水率在 25%以上時，則依表 4.6-9、表 4.6-10 之調整係數乘上表 4.6-1 至表 4.6-8 之值求得。

表 4.6-9 容許應力之調整係數（含水率 25%以上）

應力種類	調整係數
受彎、受拉、剪斷	0.6
受壓	0.4

表 4.6-10 彈性模數之調整係數（含水率 25%以上）

彈性模數種類	調整係數
彈性模數	0.8
剪斷彈性模數	0.6

含水率在 15%與 25%之間時，容許應力與彈性模數之調整係數依直線內插求得。

4.6.5 設計上之注意事項

（1）挫屈：承受壓力或剪力之合板，需檢討挫屈之安全性。
（2）面內受彎：合板承受面內彎矩時，受彎之最外纖維應力值應小於合板容許拉應力。
（3）滾動剪力及應力集中：合板承受面外彎矩時，或合板與木材等膠合構成之部材，應檢討滾動剪力或應力集中現象。

4.7 結構用接合鐵件

4.7.1 鋼材之一般規定

結構用接合鐵件使用之鋼材應符合中國國家標準；無中國國家標準適用之材料，應依國家標準鋼料檢驗通則及相關檢驗測試標準，或中央主管建築機關認可之國際通行檢驗規則檢驗，確認符合其原標示之標準，且證明達到設計規範之設計標準。

使用鋼材由國外進口者，應具備原製造廠之品質證明書，並經認可之檢驗機關，依國家標準或國際通行檢驗規則檢驗合格，證明符合設計規範之設計標準。

【解說】

（一）相關之中國國家標準包括：

CNS 2608.G52 標準鋼料檢驗通則

CNS 2473 一般結構用軋鋼料

SS400，SS490，SS540

CNS 2947 熔接結構用軋鋼料

SM400A，SM400B，SM400C，SM490A，SM490B，SM490C，SM490YA，SM490YB，SM520B，SM520C，SM570

CNS 4269 耐大氣腐蝕熔接結構用熱軋鋼料

SMA400AW，SMA400AP，SMA400BW，SMA400BP，SMA400CW，SMA400CP，SMA490AW，SMA490AP，SMA490BW，SMA490BP，SMA490CW，SMA490CP，SMA570W，SMA570P

CNS 6183 一般結構用輕型鋼

SSC400

（二）結構用接合鐵件除符合中國國家標準之製品外，可使用符合美國 ASTM 或日本 JIS 規定之同級品；同級品認定之方法，依中央主管建築機關之規定。

4.7.2 鋼材之材質及基準強度與容許應力

鋼材之基準強度（F 值）如表 4.7-1 所示；容許應力如表 4.7-2 所示。未列於表中之鋼材規格，其材質得比照一般結構用軋鋼料之規定，在常溫下受彎時，其外側不得發生龜裂。

表 4.7-1 鋼材之基準強度（F 值） （單位：kgf/cm^2）

鋼材種別 / 厚度（mm）	一般結構用			溶接結構用			
	SS 400 STK 400 STKR 400 SSC 400	SS 490	SS 540	SM 400 SMA 400	SM 490 SM 490 Y SMA 490 STKR 490 STK 490	SM 520	SM 570
厚度 40mm 以下	2400	2800	3800	2400	3300	3600	4100
厚度超過 40mm 者	2200	2600	—	2200	3000	3400	4100

表 4.7-2 鋼材之容許應力 （單位：kgf/cm^2）

容許應力 / 種類	長期容許應力				短期容許應力			
	壓縮	拉伸	彎曲	剪斷	壓縮	拉伸	彎曲	剪斷
一般結構用鋼材 熔接結構用鋼材	$\frac{F}{1.5}$	$\frac{F}{1.5}$	$\frac{F}{1.5}$	$\frac{F}{1.5\sqrt{3}}$	長期容許應力之 1.5 倍			

4.7.3 接合鐵件

接合鐵件之材質及尺寸詳本規範第六章構材接合部之設計。

第五章 構材設計

5.1 一般規定

5.1.1 應力計算

各構材之斷面應力，應小於第 4.3 節至 4.6 節規定之容許應力值。

5.1.2 剛性檢討

設計結構物各構材及接合部時，其受力後之變形不得妨礙建築物使用性。

5.1.3 結構物之增強

在考量結構設計之假設條件、製造及施工狀況、材料缺點、劣化等因素時，結構物構材及接合部必要時得予增強之。

【解說】

（一）由結構計算所得各構材之應力最大值（$_L\sigma$ 及 $_S\sigma$），皆不得大於相對應之長期與短期容許應力（$_Lf$ 及 $_Sf$），即：

$$_L\sigma \le {}_Lf$$
$$_S\sigma \le {}_Sf$$

（二）構材與接合部除強度上需滿足安全性外，尚需避免因剛性不足引致之使用性障礙，例如樓板梁振動過大引起之不適感或作業障礙、門窗等開關之障礙、天花粉飾材之龜裂等，故剛性或撓度之計算檢討乃爲必要。

（三）在設計風力或地震力作用下，各構材之應力將有可能達到比例限度，屆時變形量將劇增，應力之容許餘裕不多，故需注意因計算上之誤差或其他考慮不周而引起這類之問題。另外，如木材腐朽等可能發生之劣化現象亦需考慮，尤其是重要之結構體，應以增加斷面來因應。

5.2 受拉構材

5.2.1 斷面設計

受拉構材之斷面積依（5.1）式計算

$$\frac{N}{A_e} \leqq f_t \qquad (5.1)$$

式中 N：設計用軸拉力（kgf）；
A_e：依 5.2.2 節規定之有效淨斷面積（cm^2）；
f_t ：容許拉應力（kgf/cm^2）。

5.2.2 有效淨斷面積

（1）受拉構材之有效淨斷面積，應由全斷面積中扣除斷面欠缺總和（包含切口、孔洞、榫槽及螺栓、接合圈等接合器所產生之斷面欠缺），對應各欠缺狀況採取適當之折減值。

（2）受拉構材之斷面欠缺總和應在全斷面積之 1/4 以下。

5.2.3 注意事項

在受拉構材材端之接合部，應檢討木材之剪斷、劈裂等安全性。

【解說】

（一）斷面計算

木材之節、構材中所設之切口或孔洞等，致使斷面欠缺、偏心，使其在拉力作用下，構材之強度減低，故有效斷面積之計算有其必要。

（二）有效斷面積之計算

（1）切口

在木材邊緣形成切口時，會引起應力偏心，軸向拉伸強度會顯著降低。切口處之有效淨斷面積 A_e，依（5.2）式求出（參考圖 5.2-1）。

$$A_e = b（h-h'）\times 0.5 \qquad （5.2）$$

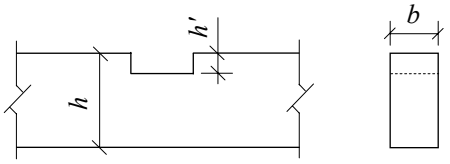


圖 5.2-1 切口斷面

（2）開孔

受拉構材中央部位存有如圖 5.2-2 所示圓孔時，其有效淨斷面積 A_e，依（5.3）式求出。但圓孔位置由中央部位偏向構材邊緣時，其有效淨斷面應再予折減。

$$A_e = (1-\sqrt{\varphi / h}\ ) bh \qquad （5.3）$$

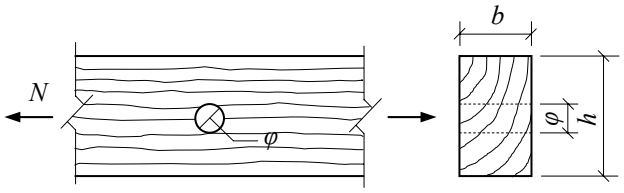


圖 5.2-2 受拉構材之圓孔

（三）設計木材之拉力接合時，應使應力能完全傳遞及確保必要之剛性。木材中年輪之傾斜、節或乾裂等存在時，其強度及安全性會降低。圖 5.2-3 所示之接合部，因會受偏心應力作用，可取充分之餘長，以墊木與輔助螺栓加固之即可。

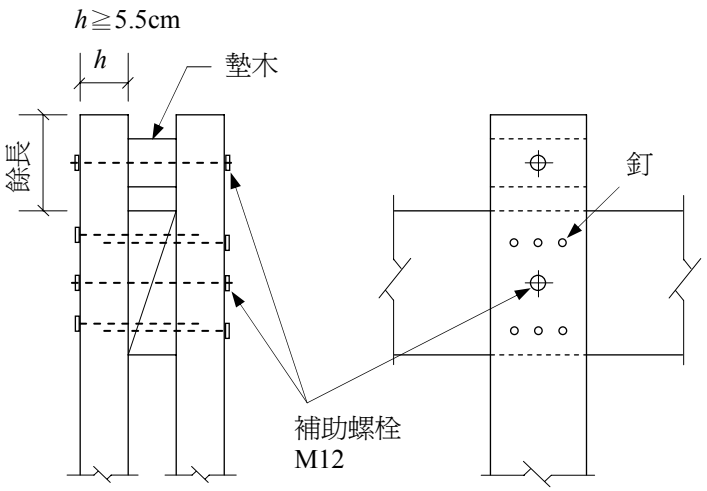


圖 5.2-3 受拉構材之材端加固範例

5.3 受壓構材

5.3.1 斷面設計

受壓構材之斷面設計，其挫屈應依 5.3.2 及 5.3.3 節之方法檢核；端部與其它構材接觸面之部分受壓（壓陷）應依 5.3.4 節計算。

【解說】

針對受壓構材，其對於挫屈之安全性檢核應屬必要；在長期持續載重作用下之潛變，於設計時應核算之；另外，與其他構材正交之接合部，接觸面構材之部分壓陷亦需檢討。

5.3.2 單一受壓構材

（1）承受軸方向中心載重之單一受壓構材，其斷面依下式計算

$$N/A_g \leqq f_k \qquad (5.4)$$

式中 N：設計用軸壓力（kgf）；
A_g：全斷面積（cm^2）；
f_k：容許挫屈應力（kgf/cm^2）。

（2）容許挫屈應力 f_k

（a）容許挫屈應力 f_k 值依（5.5）式計算

$$f_k = \eta f_c \qquad (5.5)$$

式中　η：挫屈折減係數；
　　f_c：容許壓應力（kgf/cm^2）。

挫屈折減係數 η 與構材細長比 λ 有關，依下式計算

$$\left.\begin{array}{ll} \lambda \leqq 30 & \eta = 1 \\ 30 < \lambda \leqq 100 & \eta = 1.3 - 0.01\lambda \\ 100 < \lambda & \eta = 3000/\lambda^2 \end{array}\right\} \qquad (5.6)$$

（b）λ 在 100 以上，由實驗求得彈性模數時，短期容許挫屈應力 ${}_sf_k$ 依下式求之

$${}_sf_k = \pi^2 E/\lambda^2 \qquad (5.7)$$

式中　E：設計用彈性模數（kgf/cm^2）；
　　對於各個材料進行試驗時 $E = 2/3\ E_0$，
　　抽樣試驗時 $E = 1/2\ E_0$，E_0 爲實驗求出之彈性模數。

（3）細長比

受壓構材之細長比 λ 依下式計算，但 λ 在 150 以下。

$$\lambda = l_k/i \qquad (5.8)$$

$$i = \sqrt{(I/A)} = h/3.46 \quad \text{矩形斷面構材}$$
$$= D/4.0 \quad \text{圓形斷面構材}$$

式中　λ：受壓構材之細長比；
　　l_k：（4）項所示之挫屈長度（cm）；
　　i：挫屈方向之斷面迴轉半徑（cm）；
　　I：挫屈方向對總斷面積之斷面慣性矩（cm^4）；
　　A：總斷面積（cm^2）；
　　h：矩形斷面在挫屈方向之厚度（深）（cm）；
　　D：圓形斷面之直徑（cm）。

（4）挫屈長度

受壓構材之挫屈長度 l_k，依構材長度及材端狀況而定。

（a）構材兩端不會移動，且材端可視爲鉸支承時，其挫屈長度 l_k 與構材長度相等。

（b）構材材端會移動，或構材變形受束制，或材端迴轉受束制時，視其狀況將挫屈長度予以增加或減小。

（c）一般情形可依下列方式計算

(i) 柱構材取主要構架間之中心距離。

(ii) 桁架構材構面內之挫屈取節點間之距離，構面外之挫屈，取不會發生側移之支承間（如斜撐、桁條、斜角撐等）距離。

(iii) 斜角撐、斜撐、支柱等，取其構材長。

(iv) 構材之兩端分別承受大小不同軸向壓力 N_1 及 N_2（$N_1 > N_2$）時，挫屈長度 l_k 依（5.9）式計算，（5.4）式之 N 取較大之軸壓力 N_1。

$$l_k = l\,(0.75 + 0.25\frac{N_2}{N_1}) \qquad (5.9)$$

【解說】

（一）構材之斷面若有較大之欠損（如孔穴等），則因作用力之偏心會產生彎矩，故需依 5.5.2 節受彎壓構材之規定核算。

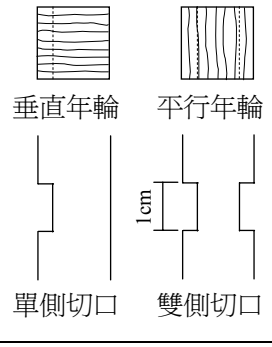
（二）細長比

有切口之受壓構材，由模型試驗例得知，其挫屈載重實驗值與殘存斷面之歐勒（Euler）挫屈載重比值（即挫屈載重比），有相當大之變化，表 5.3-1 可供參考。

表 5.3-1 含切口時之挫屈載重比（單側挫屈變形，λ=100）

切口欠損率	雙側切口		單側切口	
	垂直於年輪	平行於年輪	垂直於年輪	平行於年輪
0	0.57	0.46	0.57	0.46
1/4	1.28 (0.53)	1.02 (0.42)	1.03 (0.43)	1.21 (0.50)
1/3	1.58 (0.47)	1.66 (0.49)	1.27 (0.38)	1.28 (0.38)
2/5	2.07 (0.45)	2.32 (0.50)	1.43 (0.31)	1.54 (0.33)

1. 試體 3cm×3cm×80cm
2. 切口



註：（）內之值爲實驗挫屈載重與使用無切口斷面算得歐勒（Euler）挫屈載重之比值。

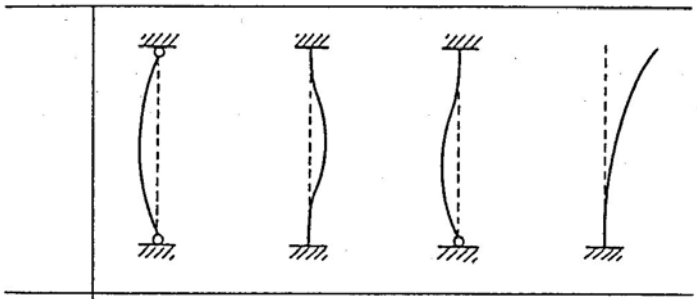
（三）挫屈長 l_k

柱之挫屈長度係依柱端之支持狀況而定，如表 5.3-2 所示，l_k 之定義係由下列之歐勒（Euler）公式而得。

$$P_k = \frac{c\pi^2 EI}{l^2} = \frac{\pi^2 EI}{\left(\frac{l}{\sqrt{c}}\right)^2} = \frac{\pi^2 EI}{l_k^2}$$

挫屈長 $= l_k = \frac{l}{\sqrt{c}}$，式中 l 爲實長。

表 5.3-2 挫屈長度



l_k	l	$0.5l$	$0.7l$	$2l$
c	1	4	1/2	1/4

(1) 柱構材

對於普通柱子，其兩端橫架材之心至心距離，可取其實長爲l_k；有隅撐之柱子，在構面內之挫屈，其l_k依下式求出：

$$l_k = q\left(h - \frac{h'}{2}\right)$$

其中 q 依表 5.3-3 之值。

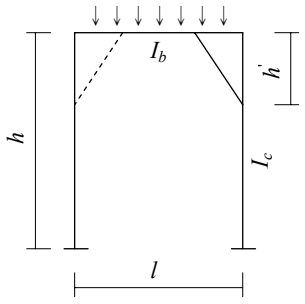
表 5.3-3 q 值

剛比 $k = \frac{K_{bc}}{K_c}$		0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	∞
I	柱頭可水平位移	∞	2.64	2.33	2.22	2.17	2.13	2.11	2.08	2.00
II	柱頭無水平位移	1.00	0.92	0.88	0.84	0.82	0.80	0.79	0.78	0.70

註：$K_c = I_c / h$

$K_{bc} = s \cdot c \cdot K_b$

$$s = \frac{1}{1 + 4E_b \cdot K_b \cdot \alpha \cdot c}$$



式中 I_c：柱斷面之慣性矩

I_b：梁斷面之慣性矩

K_b：梁之剛度($= I_b / l$)

s：剛性折減率

c：隅撐僅可受壓或受拉時，取 0.75；可受壓亦可受拉時，取 1.5

E_b：梁之彈性模數

α ：詳表 5.3-4

表 5.3-4 隅撐節點之角變率 α (1/kgf · cm)

隅撐爲平頭式接合(螺栓緊結)	$(2.5 \sim 1.7)\times 10^{-7}\ \frac{h'\text{cm}}{50\text{cm}}$
隅撐爲雙夾式接合(螺栓緊結)	$(2.9 \sim 2.0)\times 10^{-7}\ \frac{h'\text{cm}}{50\text{cm}}$

(2) 桁架構材

桁架各構材之挫屈長，可取變位受拘束之支點間距離。如圖 5.3-1 所示桁架之上弦材，於面內挫屈時，l_k 取 AB 間距離；於面外挫屈時，則取間距離 AC。若圖中上弦材兩半之壓力不同時，可用(5.9)式算出 l_k 。

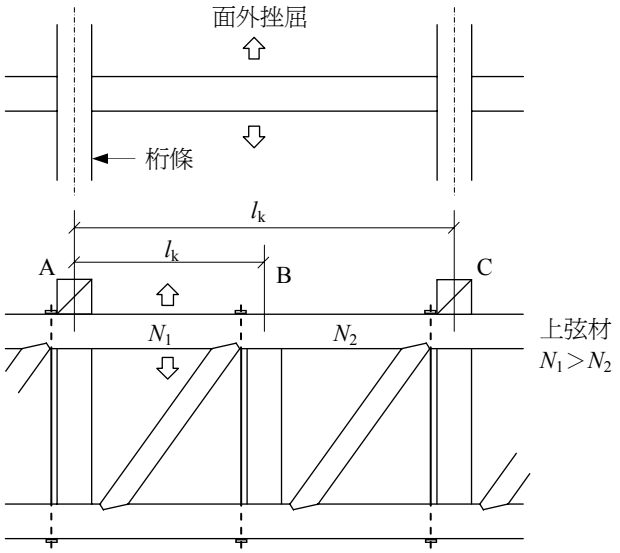


圖 5.3-1 桁架構材之挫屈長

5.3.3 複合受壓構材

（1）計算式

承受形心載重之複合受壓構材斷面，比照單一受壓構材計算。在計算細長比時，有效斷面慣性矩 I_e 取下述之值。但個別主材全長之細長比在 200 以下，間隔墊塊間之個別主材細長比在 60 以下。

（a）形心主軸 x-x，取各主材之斷面慣性矩之和；

（b）形心主軸 y-y，取下式所示之有效斷面慣性矩（參考圖 5.3-2）。

$$I_e = \xi \Sigma I_1 \qquad (5.10)$$

式中 ΣI_1 ：平行 y-y 軸、相對於各主材重心軸之各主材斷面慣性矩之和；

ξ ：斷面慣性矩之有效率，依（2）項計算之。

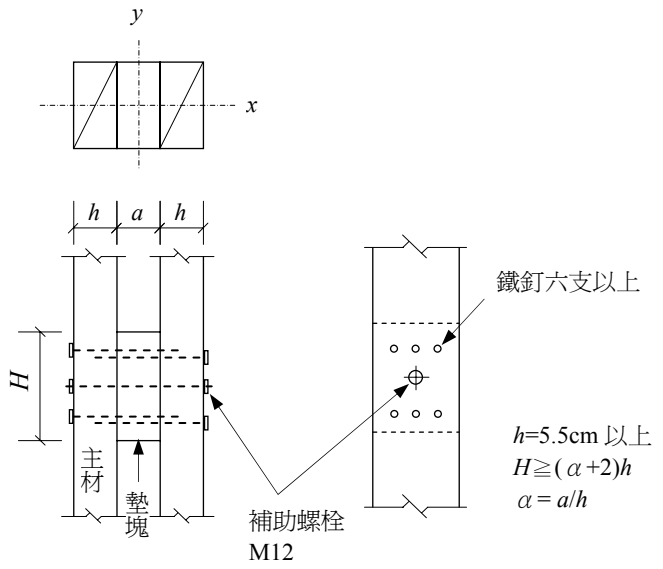


圖 5.3-2 間隔墊塊之接合

（2）斷面慣性矩之有效率 ξ

ξ 值由（3）項求得之剛比 k 及空腹率 α（$\alpha = a/h$，a 及 h 如圖 5.3-2 所示），配合下列各項決定之。

（a）由二主材構成，在兩端或兩端與中央由墊塊分隔時，依表 5.3-5 求得。

（b）由二主材構成，在兩端及三分點以上由墊塊分隔時，或類似構造者，由表 5.3-6 求得。

（c）主材數三根以上，兩端及三分點以上由墊塊分隔時，取表 5.3-6 之值的 1.2 倍。

表 5.3-5 墊塊配置在兩端或兩端及中央時之有效率 ξ

k \ α	0	≦1
0.5	1.5	1.7
1	1.8	2.2
2	2.0	2.6
3	2.1	2.8
5	2.2	3.1
10 以上	2.3	3.4

表 5.3-6 墊塊配置在兩端及其間三分點以上時之有效率 ξ

k \ α	0	1	2	3
0.5	1.7	2.2	2.4	2.5
1	2.0	3.0	3.3	3.5
2	2.4	3.9	4.7	5.0
3	2.6	4.5	5.7	6.3
5	2.8	5.2	6.8	7.8
10	3.0	6.0	8.1	9.8
20	3.1	6.7	9.2	11.4
30	3.1	7.0	9.7	12.3

（3）墊塊之剛比

（a）使用釘接合時，墊塊之剛比 k 依下式計算之。但墊塊之長度爲（α+2）h 以上，且所需釘接合應具足夠強度。

$$k = v\,\overline{\alpha} \cdot P \cdot l / EA_1 \qquad (5.11)$$

$$\overline{\alpha} = 2(\alpha+1)(1+0.25\alpha)/(\alpha+2) \qquad 〔參考表 5.3-7〕$$

式中 E、A_1、l：分別爲主材之彈性模數（kgf/cm^2）、斷面積（cm^2）及長度（cm）；

P：墊塊單面與主材接合之釘的短期容許剪力（kgf）；

v：釘接合種類之係數，一般採用 35 (cm^{-1})。

表 5.3-7 （5.11）式之 $\overline{\alpha}$ 值

α=（a/h）	$\overline{\alpha}$
0	1.00
1	1.65
2	2.25
3	2.80

（b）使用膠合劑接合時，墊塊之剛比 k 依下式計算之。但墊塊與主材應爲相同材質及寬度，長度應爲（α+1）h 以上。

$$k = 0.05\,\overline{\alpha_g} \cdot l / h \qquad (5.12)$$

$$\overline{\alpha_g} = (\alpha+1)(1-\alpha/30) \qquad 〔參考表 5.3-8〕$$

式中l、h：分別爲主材長度（cm）、厚度（cm）。

表 5.3-8 （5.12）式之 $\overline{\alpha_g}$ 值

α	$\overline{\alpha_g}$
0	1.00
1	2.00
2	2.80
3	3.60

【解說】

於兩平行之主材間置入數個間隔墊塊（繫材）而成複合受壓構材，如圖 5.3-3 所示。

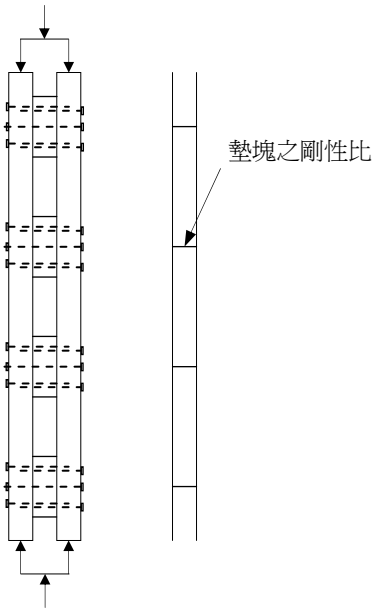


圖 5.3-3　含間隔墊塊之複合構材

5.3.4 構材之接觸面檢核

構材接觸面之部分受壓（壓陷）依下式檢核：

$$N/A \leq f_{c\theta} \qquad (5.13)$$

式中　N：設計用軸壓力在接觸面垂直方向之分力（kgf）；
A：接觸面積（cm^2）；
$f_{c\theta}$ ：與纖維成θ角方向之容許部分壓（壓陷）應力（kgf/cm^2）。

【解說】

在接觸面之部分壓陷以（5.13）式檢核。此外，側交接合處之變形對結構物整體之影響很大，故此處需確保具有充分之剛性。圖 5.3-4 中合掌構材與陸梁構材接合處，需設計陸梁具有較大之壓縮部，使其耐力足以避免產生剪斷破壞。

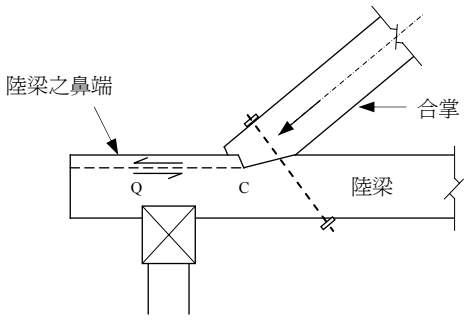


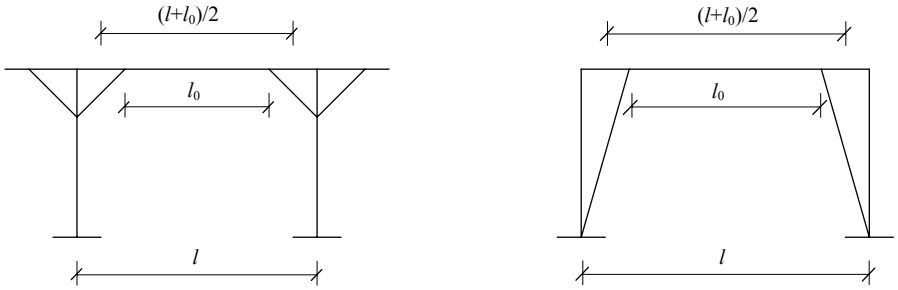
圖 5.3-4 合掌構材之接合面

5.4 受彎構材

5.4.1 受彎構材之跨度

（1）無隅撐時，受彎構材之跨度爲支點中心間距離 l。

（2）採隅撐或類似構造方法時，取（$l + l_0$）/2。（參考圖 5.4-1）



(a) (b)

圖 5.4-1 含隅撐之構材

5.4.2 受彎構材所需剛性

受彎構材承受載重後，其所需之剛性依表 5.4-1 之規定。對於梁深較大之梁，在計算其撓度時，應考慮剪力變形之影響。

表 5.4-1 受彎構材之剛性 （l：跨度）

種類		所需剛性
一般狀況 (一般載重或短期雪載重)	梁	初期變形之最大撓度在 l/300 以下，且在 2cm 以下
	桁條類	初期變形之最大撓度在 l/200 以下
其他狀況	長期承載全載重之梁	潛變後之最大撓度在 l/300 以下
	1. 大跨距之受彎構材、設有溝槽之橫架材或施設易發生龜裂之裝修材。 2. 承載因傾斜會發生障礙之物的受彎構材。 3. 斜率極小之屋頂所使用之桁條及吊車梁等。	潛變後之撓度需不造成使用性之障礙
	支承會發生機械振動之樓板梁	包含梁在內之樓板基本振動周期應避開機械振動周期

【解說】

構材之撓度限制，亦可參考美國 International Building Code (IBC) 2000 之規定，如表 5.4-2 所示。

表 5.4-2 撓度限制[(a)(b)(c)]

構造	L	S 或 W[(f)]	D+L[(d)(g)]
屋頂構件[(e)]：			
支撐石膏材質之天花板	*l* /360	*l* /360	*l* /240
支撐非石膏材質之天花板	*l* /240	*l* /240	*l* /180
無天花板	*l* /180	*l* /180	*l* /120
樓板構件	*l* /360	—	*l* /240
外牆及內部隔間			
有脆性材料飾面	—	*l* /240	—
無脆性材料飾面	—	*l* /120	—
農舍（農業建築）	—	—	*l* /180
溫室（花房）	—	—	*l* /120

註：(a) 以冷軋型鋼板片製成之結構性屋頂及外牆，其在總載重作用下之撓度不得大於 *l* /60；支承冷軋型鋼板屋面之次要屋頂構件，其在活載重作用下之撓度不得大於 *l* /150；支承冷軋型鋼板牆面之次要牆構件，其在設計風力作用下之撓度不得大於 *l* /90；對屋頂而言，此例外狀況僅適用於冷軋型鋼板上無覆蓋材料。

(b) 高度未超過 180 公分之內部隔間，以及具柔性、摺疊式與可移動式之隔間，不受本表之限制；內部隔間之撓度控制條件依作用其上之水平力而定。

(c) 玻璃支承另依其他相關規定。

(d) 建造時含水率小於 16%且在乾燥環境下使用之木結構構件，其撓度計算得以 L+0.5D 取代 L+D。

(e) 上述撓度並未考慮積水狀況；屋面若無適當之斜度以利排水時，則應額外考慮積水狀況。

(f) 計算撓度限制時，風力得採用「組件及被覆面」載重之 0.7 倍。

(g) 對鋼結構構件而言，得不考慮其靜載重。

5.4.3 單一受彎構材

（1）撓曲應力計算

受彎構材之斷面依下式計算

$$\frac{M}{Z_e} \leqq f_b \times C_f \qquad (5.14)$$

式中　M：設計用彎矩（kgf・cm）

f_b ：容許撓曲應力（kgf/cm^2）

C_f：尺寸調整係數（梁深 30cm 以下，取 1.00）

Z_e：有效斷面模數（cm^3）

（a）有效斷面模數之計算

有效斷面模數，依（5.15）式計算。

無缺口者　　Z_e＝全斷面模數 Z
受壓側有切口者　Z_e＝淨斷面模數 Z_0（參考圖 5.4-2）
受拉側有切口者　Z_e＝0.6×淨斷面模數 Z_0（參考圖 5.4-3）　（5.15）
（受拉側之切口不得大於受彎構材深度之 1/4）

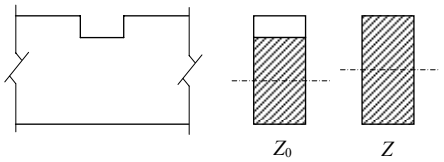


圖 5.4-2 受壓側有切口

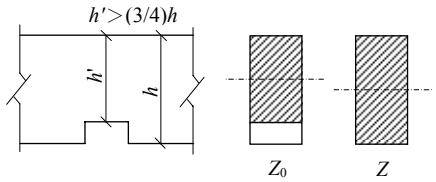


圖 5.4-3 受拉側有切口

（b）尺寸調整係數之計算

梁深超過 30cm 之受彎構材，其尺寸調整係數 C_f 依下式計算。

$$C_f = C_l \times C_h \times (\frac{30}{h})^{1/9} \qquad (5.16)$$

式中　C_l ：載重調整係數，一點集中載重時取 1.08，等均布載重時取 1.0，三分點載重時取 0.97；
C_h ：跨度/梁深之調整係數（參考表 5.4-3）；
h：受彎構材（梁）深（cm）。

表 5.4-3 跨度/梁深之調整係數

跨度/梁深	調整係數 C_h
7	1.06
14	1.02
21	1.00
28~35	0.98

（2）剪應力之計算

受彎構材之剪應力依下式計算。

$$\frac{\alpha Q}{A_e} \leqq f_s \qquad (5.17)$$

式中　α ：由斷面形狀決定之，矩形取 3/2，圓形取 4/3；
Q：剪力（kgf）；
f_s：容許剪應力（kgf/cm^2），受彎構材支點處無切口時，其容許剪應力可採用不會劈裂所對應之值（1.5 倍）。
A_e：有效斷面積。

受彎構材支點附近之有效斷面積依下式計算：

無缺口者　　A_e：全斷積 A

在受壓側有切口者　A_e：淨斷面積 A_o（參考圖 5.4-4）

在受拉側有切口者　A_e：(淨斷面積 A_o)^2/全斷面積

（參考圖 5.4-5）　　（5.18）

（受拉側之切口不得大於受彎構材深度之 1/3）。

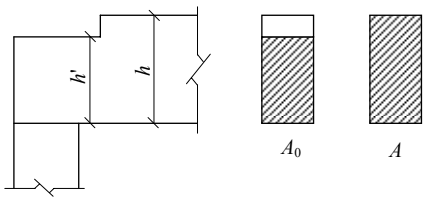


圖 5.4-4 受壓側有切口（端部）

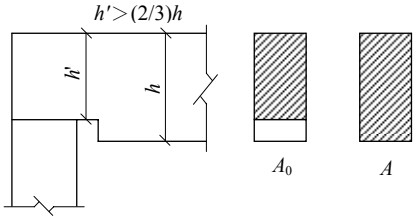


圖 5.4-5 受拉側有切口（端部）

（3）剛性

托梁撓度計算所使用斷面慣性矩可不考慮端部等之局部切口；另外，工字形、箱形等斷面應考慮剪力變形。

（4）側撐材

使用深度大於寬度之受彎構材時，應依表 5.4-4 之規定，在支承處或在支點間設置側撐材，以防止側面變形。

表 5.4-4 側撐材之設置

構材厚度/寬度	支承或支點間之側撐材
未滿 2.5	不需要。
2.5 至 4.0	束制兩端支承之側向移動及迴轉。
4.0 至 5.0	在支點間至少一處設置椽條或鋼棒之側撐材。
5.0 至 6.5	束制兩端支承之側向移動及迴轉，且受彎構材之受壓側以地板材或地板櫚柵材聯結之
6.5 至 7.5	在支點間設置繫材或側撐材，間距不得大於梁深之 8 倍。
7.5 至 9.0	束制兩端支承之側向移動及迴轉，且受彎構材之受壓側及受拉側以板或地板櫚柵材聯結之。

（5）橫向挫屈所引起容許撓曲應力值之折減

厚度較大之受彎構材有發生橫向挫屈之虞時，其容許撓曲應力值，依下式折減。

$$f_{b'} = C_b \times f_b \qquad (5.19)$$

式中　$f_{b'}$：折減後之容許撓曲應力值（kgf/cm^2）；

C_b：橫向挫屈調整係數；

f_b：容許撓曲應力（kgf/cm^2）

橫向挫屈調整係數，依（5.20）、（5.21）式與表 5.4-5 計算。

$$C_s = \sqrt{\frac{l_e h}{b^2}} \qquad (5.20)$$

$$C_k = 0.8\sqrt{\frac{E_{//\,y-y}}{{}_L f_{b\,x-x}}} \qquad (5.21)$$

式中 C_s：受彎構材之橫向挫屈細長比

C_k：橫向挫屈係數

l_e：有效橫向挫屈長度（cm）（依表 5.4-6）

h：受彎構材厚度（深度）（cm）

b：受彎構材寬度（cm）

$E_{//y\text{-}y}$：彈性模數（kgf/cm^2）（y-y 軸）

${}_L f_{bx\text{-}x}$：長期容許撓曲應力（kgf/cm^2）（x-x 軸）

表 5.4-5 橫向挫屈調整係數

受彎構材之橫向挫屈細長比 C_s	橫向挫屈調整係數 C_b
$C_s \leqq 10$	1.0
$10 < C_s \leqq C_k$	$1-\frac{1}{3}(\frac{C_s}{C_k})^4$
$C_k < C_s \leqq 50$	$\frac{0.4E_{//y\text{-}y}}{(C_s)^2 \cdot f_b}$
$50 < C_s$	不容許

表 5.4-6 有效橫向挫屈長度

梁之種類	橫向挫屈長度 l_o	載重種類	有效橫向挫屈長度 l_e
簡支梁	側撐材間距	中央集中 兩端等彎矩 等均佈 任意	$1.6l_o$ $1.85l_o$ $1.9l_o$ $1.9l_o$
懸臂梁	懸臂段之長度	等均佈 集中自由端 任意	$1.25l_o$ $1.7l_o$ $1.9l_o$

（6）雙向彎曲

承載與主軸傾斜之外力時（參考圖 5.4-6），其撓曲應力依下式計算。包含各主軸在內，面內彎曲亦比照計算。

$$\frac{M_x}{Z_{ex}}+\frac{M_y}{Z_{ey}}\leqq f_b \qquad (5.22)$$

式中　M_x：y 向分力 P_y 所引起之彎矩；
M_y：x 向分力 P_x 所引起之彎矩；
Z_{ex}：X 軸之有效斷面模數；
Z_{ey}：Y 軸之有效斷面模數。

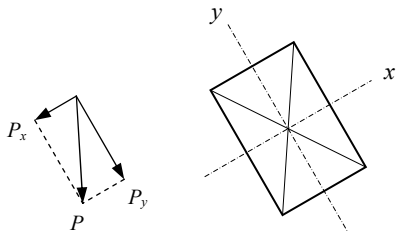


圖 5.4-6 承載與主軸傾斜之外力

5.4.4 重疊梁與空腹重疊梁

（1）互相平行之主材間，以扣件固定之重疊梁及空腹重疊梁，可將扣件之位置視爲設有腹材之剛架梁，而計算其應力及剛性。

（2）採壓入式抗剪扣件之重疊梁
承受等均佈載重時，若只考慮振動障害所要求之撓度限制，其設計可依下式概算之。

（a）主構材之斷面（圖 5.4-7）：採用 2 支主材或 3 支主材時，各應滿足下列條件：

2 支主材時
$$bh^2 \geqq \frac{0.25wl^2}{f_b} \qquad (5.23)$$
$$bh^3 \geqq \frac{8.4\,wl^3}{E} \qquad (5.24)$$

3 支主材時
$$bh^2 \geqq \frac{0.14\,wl^2}{f_b} \qquad (5.25)$$
$$bh^3 \geqq \frac{3.2wl^3}{E} \qquad (5.26)$$

式中　w：等均佈載重（kgf/cm）；
b,h：主材之寬度及厚度（cm）；
l：跨度（cm）；
f_b：長期容許撓曲應力（kgf/cm2）；
E：彈性模數（kgf/cm2）。

（b）扣件數目 m 依下式計算之，扣件應等間隔配置在梁之支點至跨度 1/4 之間。

2 支主材時　　$m \geqq \dfrac{wl^2}{14P_c h}$　　（5.27）

3 支主材時　　$m \geqq \dfrac{wl^2}{24P_c h}$　　（5.28）

式中　m：在半跨度中每一接合面之扣件數；
P_c：每一個接合扣件之長期容許剪力（kgf）。

（3）膠合重疊梁

全接合面膠合之膠合重疊梁，其應力及剛性之計算依 5.4.3 節（單一受彎構材），一般依下述方法檢核：

（a）撓曲應力及剪斷應力之計算，可將梁視爲單一受彎構材進行。
（b）撓度計算所使用之斷面慣性矩，係視爲單一受彎構材計算之。

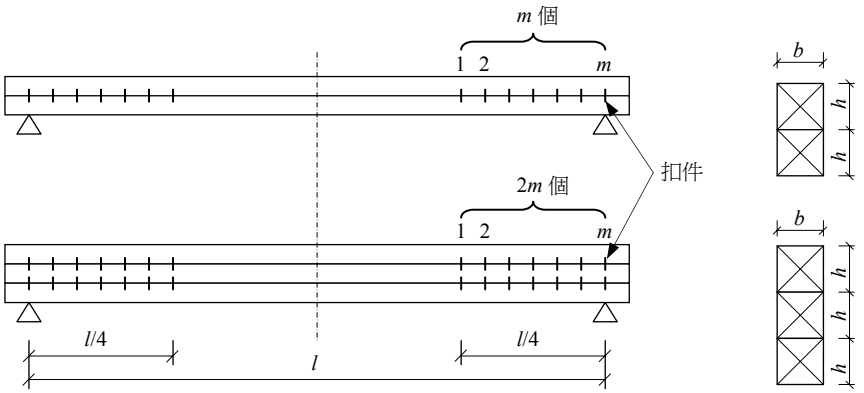


圖 5.4-7 重疊梁

【解說】

採壓入式抗剪扣件之重疊梁的概要設計方法，應用於如辦公室或教室等樓板梁，其短期勁度之最大撓度爲 $l/300$ 或 2 公分。若最大活載重長期著或潛變發生後之撓度有嚴格限制之特殊載重等，則需避免使用此概算法。

（1）比照單一斷面受彎構材計算撓曲應力時，其有效斷面模數 Z_e 爲：

2 支主材時　　$Z_e=0.75Z$

3 支主材時　　$Z_e=0.6Z$

其中 Z 爲完整斷面之斷面模數，例如：$Z=\dfrac{b(2h)^2}{6}$ 或 $Z=\dfrac{b(3h)^2}{6}$，以 $\dfrac{M}{Z} \leq f_b$，而 M 取 $\dfrac{wl^2}{8}$ 用於計算 bh^2。

於計算撓度時，有效斷面慣性矩 I_e 之計算如下：

2 支主材時　　I_e=0.7I

3 支主材時　　I_e=0.55I

其中 I 爲完整斷面之斷面慣性矩，以撓度 $\frac{5wl^4}{384EI_e} \le \frac{l}{300}$ 用於計算 bh^3。

（2）扣件數爲 m 時，每一扣件所受之剪力 $_LP$ 依下式計算：

$$_LP = n \cdot \frac{(1-C)M}{m} \cdot \frac{1}{h}$$

其中，2 支主材時 $n = \frac{3}{4}$，3 支主材時 $n = \frac{4}{9}$，而(1-C)爲依扣件之剛性及數目 m 而決定之值。以 $M = \frac{wl^2}{8}$，(1-C)=0.75~0.8 代入，可得公式（5.27）及（5.28）。

5.4.5 桁架梁

（1）桁架梁應考量梁腹構材側向接合之變形、弦材縱向接合之變形、各構材之伸縮及在弦材所發生之二次撓曲應力，各構材之應力值不得超過容許應力，且不得產生不適當之撓度或振動障害，使其保有既定之剛性。

（2）弦材之應力依下式計算：

受壓弦材　　$\sigma_c = \frac{1}{\eta} \cdot \frac{N_e}{A_e} \pm \frac{f_c}{f_b} \cdot \frac{M_1}{Z_{e1}} \cdot \frac{1}{C_f}$

受拉弦材　　$\sigma_t = \frac{N_e}{A_e} \pm \frac{f_t}{f_b} \cdot \frac{M_1}{Z_{e1}} \cdot \frac{1}{C_f}$　　（5.29）

式中　M_1：整支弦材視爲單一受彎構材以承受其分擔載重所產生之彎矩（kgf・cm）；

N_e：純桁架承受其分擔載重作用時（各節點視爲鉸接）各構材所產生之軸向力（kgf）；

η：與受壓弦材（節點間）之細長比相關之挫屈折減係數（參考 5.3.2 節（2）（b）項）；

A_e：弦材之有效斷面積（cm^2）（受拉弦材參考 5.2.2 節，受壓弦材一般取全斷面）；

Z_{e1}：上下弦材考慮爲單一受彎構材時之有效斷面模數（cm^3）。

（3）桁架梁之撓度

桁架梁之撓度由下式計算之：

$$y = \Sigma \frac{\overline{N} N_e}{E A} l + \Sigma \overline{N} \Delta \qquad (5.30)$$

式中　N_e：與（5.29）式相同；

$\overline{N}$：在欲求撓度之點加單位力時，各構材所產生之內力值；

A,l：桁架梁各構材之斷面積（cm^2）與長度（cm）；

E：構材之彈性模數（kgf/cm^2），但求彈性撓度時取表 4.5 之值，求潛變後之撓度取表 4.5 之值減 50%。

Δ：由於軸力 N_e，在接點所發生構材軸向之相對變位（cm）。

（4）桁架梁設計之注意事項

（a）爲避免發生經常性振動障礙，必要之桁架梁深依下列規定，桁架梁之梁腹構材的傾斜量應在l/j=1.5 左右（參考圖 5.4-8）。

壓入式接合圈之側向接合時 j≧ l/10

釘接側向接合及對接側向接合時 j≧ l/12

式中　j：上下弦材之中心距離；

l：節間距。

（b）桁架梁之梁腹構材，其接合有鬆動之虞時，應預先加載載重，或經適當處理以防鬆動。

（c）在弦材節點之間有載重時，應採用支柱構材使弦材不會發生彎曲（參考圖 5.4-9），或考慮納入弦材之彎曲變形進行設計。

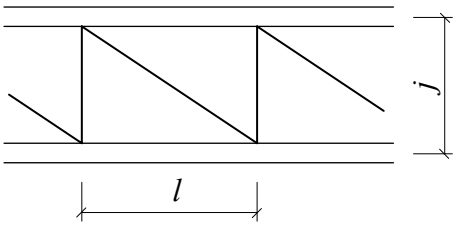


圖 5.4-8　具梁腹斜材之桁架梁

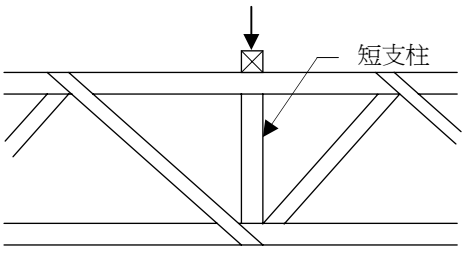


圖 5.4-9　弦材節點間有載重之情況

5.4.6 釘接充腹梁

（1）釘接合：構材之釘接合方法依 6.2 節〔釘接合〕之規定。

（2）腹板片以斜向釘接於上下弦材之充腹梁，腹板片僅承受平行於其纖維方向之張應力，應依其構造適當計算之。

（3）含有等間隔配置之短支柱材，且在對角線方向用腹板釘接之充腹梁，如圖 5.4-10 所示，圖中 B 間之腹板視爲桁架之單一受拉構材計算之。

（4）腹板以結構用合板釘接之充腹梁，應考量結構用合板之剛性及強度性質，依據等值斷面形狀之箱形或工形梁計算之。此外，應力與撓度之計算，應考慮合板之變形、釘接合部位之變形及弦材之彎曲剛性。

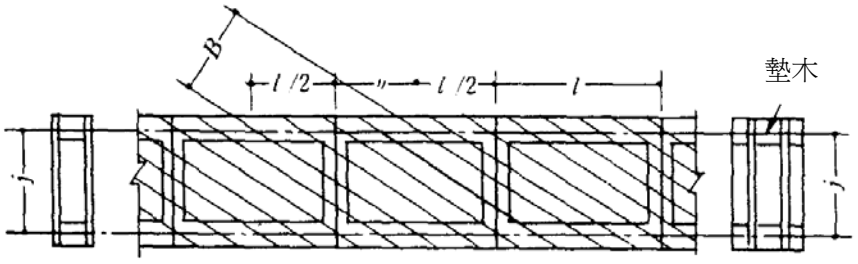


圖 5.4-10 釘接充腹梁

5.4.7 膠合充腹梁

（1）膠合接合：構材之膠合方法依 6.13 節膠合接合之規定。

（2）斜向腹板膠合上下弦材之充腹梁

（a）應考慮腹板承受纖維方向之應力，依其構造計算之，但在膠合處需考慮因梁之變形而發生之二次應力。

（b）弦材之縱向接合使用膠合接合時，應考慮由於梁之撓度而產生之撓曲應力。

（3）含有等間隔配置之短支柱材，且在對角線方向用腹板膠合之充腹梁，其構材應力依釘接充腹梁計算之。

（4）腹板使用結構用合板之膠合充腹梁

（a）應考慮結構用合板之剛性與強度性質，以等值斷面之箱形或工字梁計算之。

（b）應力及撓度之計算，應考慮合板之變形及弦材之彎曲剛性。

【解說】

合板膠合充腹梁之圖例及其弦材與合板腹板之配置，可參考圖 5.4-11 及圖 5.4-12。

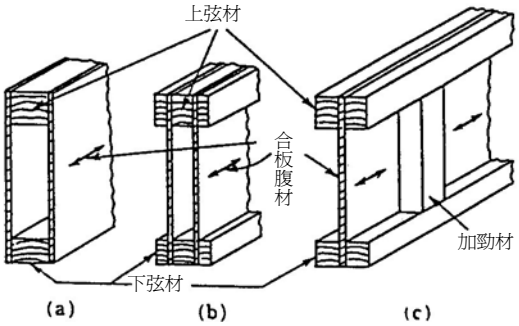


圖 5.4-11 合板膠合充腹梁模式圖

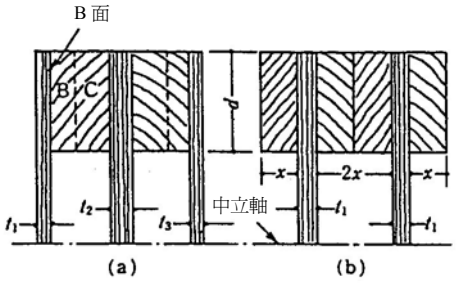
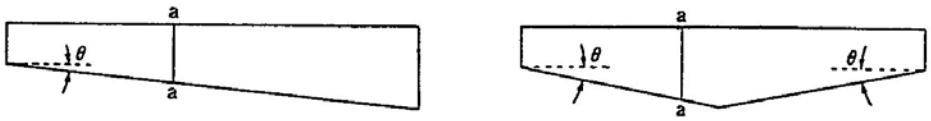


圖 5.4-12 弦材與合板腹板之配置圖

5.4.8 變斷面受彎構材（集成材）

（1）承受彎曲之變斷面構材，如圖 5.4-13 所示，其外緣撓曲應力及剪應力，在 θ 值不大時，任意斷面 a-a 得使用 5.4.3 節之規定公式計算之。

（2）θ 值較大時，應考慮外緣撓曲應力、剪應力及垂直方向之受拉應力而設計之。



(a) 單側變斷面梁　　(b) 雙側變斷面梁

圖 5.4-13 變斷面受彎構材

5.4.9 局部彎曲構材（集成材）

（1）彎曲部分之容許撓曲應力 f_b' 依下式計算：

$$f_b' = kf_b \qquad (5.31)$$

$$k = 1\text{-}2000(t/\rho)^2 \qquad (5.32)$$

式中　t：集成材之集成元厚度（cm）；
　　ρ ：彎曲中心線之曲率半徑（cm）。

（2）梁深固定之矩形斷面受彎構材承受彎矩時，在半徑方向所發生之最大應力依下式計算：

$$\sigma_R = \frac{3M}{2\rho bh} \qquad (5.33)$$

式中　σ_R ：半徑方向應力（kgf/cm^2）；
　　M：彎矩（kgf・cm）；
　　b：構材寬度（cm）；
　　h：構材斷面深（cm）；
　　ρ ：彎曲材中心線之曲率半徑（cm）。

（a）彎矩作用使梁彎曲度減少時（增加曲率半徑），σ_R 爲受拉，其值應爲集成材容許剪應力值之 1/3 以下。

（b）彎矩作用使梁彎曲度增大時（減少曲率半徑），σ_R 爲受壓，其值應爲集成材纖維垂直方向之容許壓縮應力值以下。

（3）矩形變斷面之受彎構材承受彎矩時，半徑方向所發生之最大應力依下式計算：

$$\sigma_R = k_\rho \frac{6M}{bh} \qquad (5.34)$$

式中　k_ρ ：半徑方向應力係數；

$$k_\rho = A + B\left(\frac{h}{\rho_m}\right) + C\left(\frac{h}{\rho_m}\right)^2 \qquad (5.35)$$

式中　ρ_m：彎曲部分中央之曲率半徑（參考圖 5.4-14）；
　　A，B，C：表 5.4-7 所示之係數。

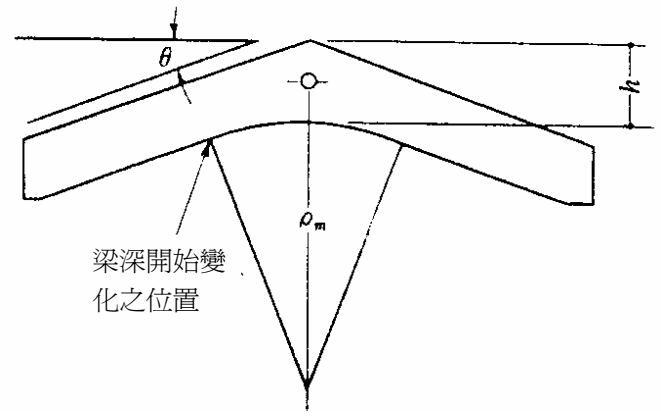


圖 5.4-14 變斷面局部彎曲構材

表 5.4-7 計算彎曲構材半徑方向應力之係數（k_ρ）

θ（角度）	A	B	C
（0.0）	（0.0）	（0.2500）	（0.0）
2.5	0.0079	0.1747	0.1284
5.0	0.0174	0.1251	0.1939
7.5	0.0279	0.0937	0.2162
10.0	0.0391	0.0754	0.2119
15.0	0.0629	0.0619	0.1722
20.0	0.0893	0.0608	0.1393
25.0	0.1214	0.0605	0.1238
30.0	0.1649	0.0603	0.1115

註：θ 爲彎曲構材與水平夾角（參考圖 5.4-14）

5.5 承受複合應力之構材

5.5.1 受彎拉構材

同時承載彎矩及拉力構材之斷面依下式計算：

$$\frac{N}{A_e}+\frac{f_t}{f_b}\cdot\frac{M}{Z_e C_f}\leqq f_t \qquad (5.36)$$

式中　N：設計用軸向拉力（kgf）；
M：設計用彎矩（kgf・cm）；
A_e：有效斷面積（cm^2）；
Z_e：有效斷面模數（cm^3），單一構材參照 5.4.3 節，複合構材則依其結合方法取其適當值；變斷面集成材以受拉側斷面模數爲實斷面計算之；
C_f：尺寸調整係數；
f_t：容許拉應力（kgf/cm^2）。
f_b：容許撓曲應力（kgf/cm^2）

5.5.2 受彎壓構材

同時承載彎矩及壓力構材之斷面依下式計算：

$$\frac{N}{A_e}+\frac{\eta f_c}{f_b}\cdot\frac{M}{Z_e C_f}\leqq \eta f_c \qquad (5.37)$$

式中　N：設計用軸向壓力（kgf）；
M：設計用彎矩（kgf・cm）；
A_e：淨斷面積（cm^2）；
f_c：容許壓應力（kgf/cm^2）；

f_b ：容許撓曲應力（kgf/cm^2）；

Z_e ：有效斷面模數（cm^3），單一構材參照 5.4.3 節，複合構材依其結合方法取適當值；

C_f ：尺寸調整係數；

η ：挫屈折減係數，參照 5.3.2 節（2）項（a）。

第六章 構材接合部設計

6.1 一般規定

6.1.1 容許應力與使用應力

（1）本節適用於機械性接合，包括 6.2 節至 6.12 節所述之接合器，但 6.13 節之膠合接合除外。決定機械性接合部位之容許應力時，應考慮接合部位之樹種（比重）、設計斷面、載重角度、接合扣件之配置間距、載重條件、偏心、木材接合部位之含水率等。

（2）短期容許應力依長期容許應力乘上係數求得。

（3）接合部位之使用應力依其容許變形量，在容許應力內訂定之。

6.1.2 樹種分類及基準比重

進行接合部位之設計時，木材之樹種依其基準比重區分爲表 6.1-1 所示三群。

表 6.1-1 接合部位設計所使用樹種群與基準比重（下限比重）

樹 種 群		基準比重
J1	花旗松、黑松、赤松、落葉松、鐵杉、南方松、俄國落葉松	0.42
J2	美檜、北美鐵杉、羅漢松、扁柏、冷杉、羅森檜、紅檜	0.37
J3	蝦夷松、椴松、朝鮮松、雲杉、柳杉、西部側柏、台灣杉、杉木、放射松、西部黃松、長葉世界爺	0.32

註：樹種群內之基準氣乾比重（含水率 15%爲下限比重），依下式求出：基準比重＝平均比重－（1.645 ×標準差），未列於表中之樹種得依此式計算之。

6.1.3 載重角度

載重角度爲施加於一個接合扣件之外力合力方向與構材長軸之夾角。載重角度介於 0°與 90°間之容許應力依下式計算：

$$R_\theta = \frac{R_0 \cdot R_{90}}{R_0 \sin^2\theta + R_{90}\cos^2\theta} \qquad (6.1)$$

式中 R_θ：角度 θ 時之容許應力；
R_0：纖維平行方向之容許應力；
R_{90}：纖維垂直方向之容許應力；
θ：載重角度（度）。

【解說】

（一）釘、榫(dowel)類之容許耐力，取容許變位所對應之耐力 P_δ 與（最大載重）/（安全係數 ν）二者之較小值爲佳。如圖 6.1-1 所示之 A、B 兩種接合器的載重－變位曲線，A 接合器以 ${}_AP/\nu$ 爲容許耐力設計即可，但 B 接合器因變位較大，有必要取 ${}_BP_\delta$ 爲容許耐力進行設計。

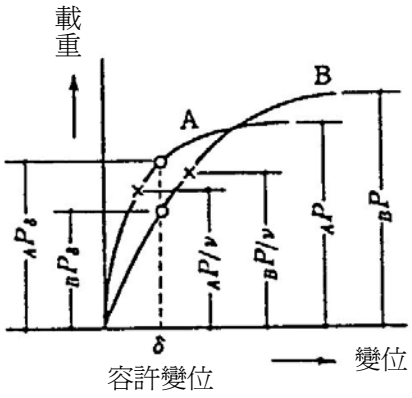


圖 6.1-1 容許耐力與使用耐力

容許變位 δ 及安全係數 ν 之值，應依結構物或框架之型式及使用目的而定。例如，設計屋架(truss)型式之結構物時，應先決定其在預定載重作用下之容許變形，再求出其相對應之各接合部的容許變形量，例如屋架使用金屬板接合時，其容許變位 δ 爲 0.38㎜。

（二）載重角度（載重及木材纖維方向所成角度）

木材爲直交異方性材料，木材強度會隨著木材纖維及載重所成角度增大而減低，其變化趨勢如圖 6.1-2 所示，此關係可以 Hankinson 式表示，即（6.1）式。接合部之耐力亦可比照木材強度做相同之考量。

6.1.4 接合扣件之配置

（1）接合扣件間距係指扣件之中心距離，分爲縱距及橫距，如圖 6.1-2 所示。

（2）邊距爲接合扣件中心至構件最近邊緣之距離，分爲載重承擔側邊距（圖 6.1-3 (a) 之 A）與載重非承擔側邊距（圖 6.1-3 (a) 之 B）兩種。

（3）端距係自接合扣件中心至構材端部之距離，如圖 6.1-3 (a) 之 C。構材端部被切斷成傾斜時，其爲自接合扣件中心偏移 D/4（D 爲扣件直徑）之點至端部之距離，如圖 6.1-3 (b) 之 C。

（4）接合扣件之間距、邊距及端距應適當配置，使接合扣件發揮必要之耐力。

（5）接合扣件軸指在接合部位之同一面內，相鄰兩個接合扣件中心之連結線；接合扣件軸角度指接合扣件軸與構材長軸之夾角，在決定接合扣件之配置間距時，須考慮到此角度。

【解說】

接合扣件之間距、邊距及端距定義，如圖 6.1-2 及 6.1-3 所示。

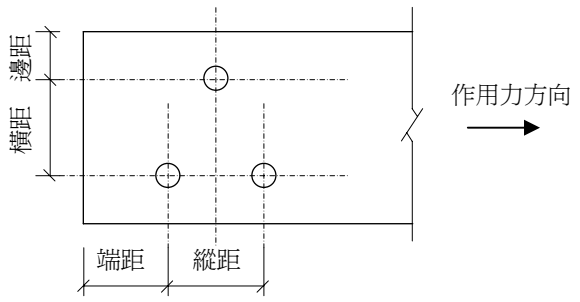


圖 6.1-2 接合扣件之間距、邊距及端距

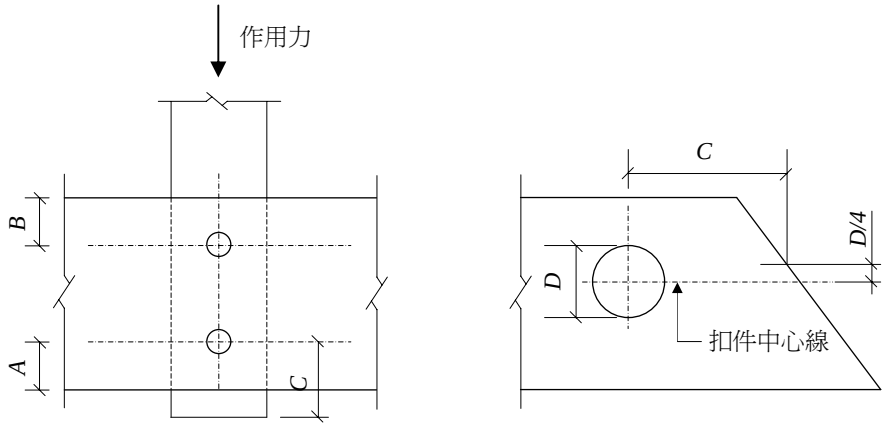


圖 6.1-3 扣件位置邊距及端距

6.1.5 偏心

主要接合部之接合器配置，應使力作用線通過接合器（群）之重心；若無法通過重心時，應考慮偏心影響。

【解說】

數支受軸力之構材接合時，應使各重心軸交會於一點，否則應考慮由於偏心所生之撓曲應力。

6.1.6 含水率

設計時若考慮施工或使用狀態下，木材之平均含水率無法保持在 19%以下時，接合部位之容許應力應予減少 1/3。

6.1.7 接合部之剪應力

以裂環、剪力板、螺栓及穿孔釘等接合之構材，如圖 6.1-4 所示，當載重角度大於 0°時，接合部剪應力 F_v 依下式求出，且應小於構材之容許剪應力。

$$F_v = k\frac{3Q}{2bh_e} \qquad (6.2)$$

式中　Q：構材之剪力，取 Q_1、Q_2 中較大值（圖 6.1-4）；

θ：載重角度；

b：構材寬度；

h_e：構材之深度減去載重非承擔側邊距之值（接合器爲裂環及剪力板時，係指從邊緣至最近之邊緣；爲螺栓時則指從邊緣至最近螺栓中心之距離）。

k：接合部位端距；當 C 爲構材深度之 5 倍以上時，k 取 2/3（插入鋼板接合形式時，k 取 1.0），未達 5 倍時，$k = h/h_e$。

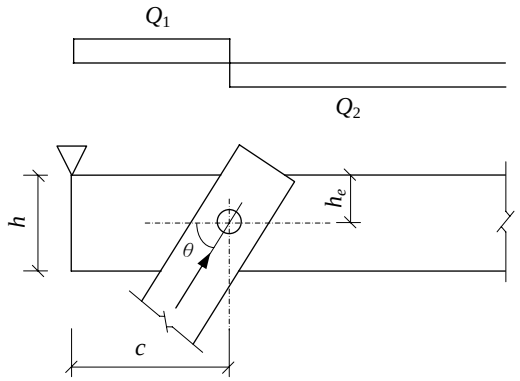


圖 6.1-4　接合部位之剪應力

6.1.8 接合扣件群之容許應力折減

接合部位有多個接合扣件並列配置在載重方向時，其容許應力應依一列中之接合扣件數目折減。如圖 6.1-5 所示，接合扣件成交錯配置時，列間距 y 比接合扣件之最短距離 x 的 1/4 爲小時，此二列得考慮成一列，適用折減係數。

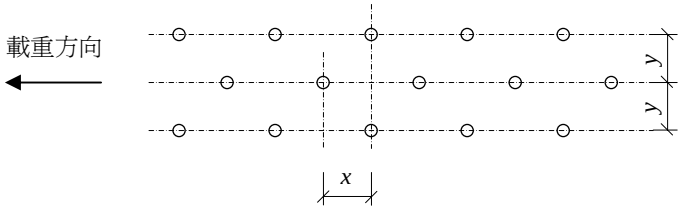


圖 6.1-5　接合扣件群

【解說】

多個接合扣件在載重方向並列配置時，由於孔洞或接合部位構材之變形的影響，使施加於各個接合扣件之作用力會不同，因此，接合部之耐力不能以各個接合扣件之耐力和表示，需予適當之折減。

依美國 NDS(National Design Specification for Wood Construction)之規定，對於一列中之接合扣件個數之折減係數如表 6.1-2 及表 6.1-3 所示。

表 6.1-2 折減係數（木材側材）

A_1/A_2*	$A_1(in^2)$#	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0.5	<12	1.00	0.92	0.84	0.76	0.68	0.61	0.55	0.49	0.43	0.38	0.34
	12~19	1.00	0.95	0.88	0.82	0.75	0.68	0.62	0.57	0.52	0.48	0.43
	>19~28	1.00	0.97	0.93	0.88	0.82	0.77	0.71	0.67	0.63	0.59	0.55
	>28~40	1.00	0.98	0.96	0.92	0.87	0.83	0.79	0.75	0.71	0.69	0.66
	>40~64	1.00	1.00	0.97	0.94	0.90	0.86	0.83	0.79	0.76	0.74	0.72
	>64	1.00	1.00	0.98	0.95	0.91	0.88	0.85	0.82	0.80	0.78	0.76
1.0	<12	1.00	0.97	0.92	0.85	0.78	0.71	0.65	0.59	0.54	0.49	0.44
	12~19	1.00	0.98	0.94	0.89	0.84	0.78	0.72	0.66	0.61	0.56	0.51
	>19~28	1.00	1.00	0.97	0.93	0.89	0.85	0.80	0.76	0.72	0.68	0.64
	>28~40	1.00	1.00	0.99	0.96	0.92	0.89	0.86	0.83	0.80	0.78	0.75
	>40~64	1.00	1.00	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88	0.85	0.84	0.82	0.80
	>64	1.00	1.00	1.00	0.99	0.96	0.93	0.91	0.88	0.87	0.86	0.85

註：(1) A_1：構材斷面積

(2) A_2：側材斷面積和

*：$A_1/A_2>1.0$ 時，；$0<A_1/A_2<1.0$ 時，

#：$A_1/A_2>1.0$ 時，

表 6.1-3 折減係數（鋼板側材）

A_1/A_2	$A_1(in^2)$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2~12	5~8	1.00	0.78	0.64	0.54	0.46	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
	9~16	1.00	0.85	0.73	0.63	0.54	0.48	0.42	0.38	0.34	0.30	0.26
	17~24	1.00	0.91	0.83	0.74	0.66	0.59	0.53	0.48	0.43	0.38	0.33
	25~39	1.00	0.94	0.87	0.80	0.73	0.67	0.61	0.56	0.51	0.46	0.42
	40~64	1.00	0.96	0.92	0.87	0.81	0.75	0.70	0.66	0.62	0.58	0.55
	65~119	1.00	0.98	0.95	0.91	0.87	0.82	0.78	0.75	0.72	0.69	0.66
	120~199	1.00	0.99	0.97	0.95	0.92	0.89	0.86	0.84	0.81	0.79	0.78
12~18	17~24	1.00	0.94	0.88	0.81	0.74	0.67	0.61	0.55	0.49	0.43	0.37
	25~39	1.00	0.96	0.91	0.86	0.80	0.74	0.68	0.62	0.56	0.50	0.44
	40~64	1.00	0.98	0.94	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.67	0.62	0.58
	65~119	1.00	0.99	0.96	0.93	0.90	0.86	0.82	0.79	0.75	0.72	0.69
	120~199	1.00	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92	0.89	0.86	0.83	0.80	0.78
	200 以上	1.00	1.00	1.00	0.98	0.97	0.95	0.93	0.91	0.90	0.88	0.87
18~24	40~64	1.00	1.00	0.96	0.93	0.89	0.84	0.79	0.74	0.69	0.64	0.59
	65~119	1.00	1.00	0.97	0.94	0.92	0.89	0.86	0.83	0.80	0.76	0.73
	120~199	1.00	1.00	0.99	0.98	0.96	0.94	0.92	0.90	0.88	0.86	0.85
	200 以上	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.96	0.95	0.93	0.92	0.92	0.91

24~30	40~64	1.00	0.98	0.94	0.90	0.85	0.80	0.74	0.69	0.65	0.61	0.58
	65~119	1.00	0.99	0.97	0.93	0.90	0.86	0.82	0.79	0.76	0.73	0.71
	120~199	1.00	1.00	0.98	0.96	0.94	0.92	0.89	0.87	0.85	0.83	0.81
	200 以上	1.00	1.00	0.99	0.98	0.97	0.95	0.93	0.92	0.90	0.89	0.89
30~35	40~64	1.00	0.96	0.92	0.86	0.80	0.74	0.68	0.64	0.60	0.57	0.55
	65~119	1.00	0.98	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.72	0.68	0.65	0.62
	120~199	1.00	0.99	0.97	0.95	0.92	0.88	0.85	0.82	0.80	0.78	0.77
	200 以上	1.00	1.00	0.98	0.97	0.95	0.93	0.90	0.89	0.87	0.86	0.85
35~42	40~64	1.00	0.95	0.89	0.82	0.75	0.69	0.63	0.58	0.53	0.49	0.46
	65~119	1.00	0.97	0.93	0.88	0.82	0.77	0.71	0.67	0.63	0.59	0.56
	120~199	1.00	0.98	0.96	0.93	0.89	0.85	0.81	0.78	0.76	0.73	0.71
	200 以上	1.00	0.99	0.98	0.96	0.93	0.90	0.87	0.84	0.82	0.80	0.78

註： A_1、A_2 同表 6.1-2。

6.1.9 共同注意事項

（1）接合部所使用之鋼板及其銲接，應依鋼構造設計規範及銲接要求之規定。

（2）各接合部位應依結構計畫施作，並應考慮因結構物之變形而於接合部發生之二次應力。

（3）接合部位之設計，應能安全承載外力且能確保必要之剛性。

（4）重視剛性之結構物，於變形計算時應考慮接合部之變形。

（5）在同一處接合部位使用不同之接合法時，除經實驗證實外，兩者之容許應力不得疊加。另外，凹凸所引起構材相互之壓陷與其他接合法之應力，亦不得疊加。

（6）本章未規定之接合扣件，其容許應力應由實驗決定之。

（7）接合部位所使用之金屬扣件，應依建築物及金屬扣件之使用條件、期望之耐用年數等，施以必要之防銹處理。

【解說】

在同一處接合部位使用不同之接合法時，兩者之容許應力不得疊加。以釘與螺栓在同一接合部位併用爲例，其各個單獨使用時，載重－變位曲線如圖 6.1-6 所示，A 點及 B 點分別表示釘與螺栓之容許耐力；當二者併用時，此二容許耐力不能疊加，因爲當變位爲 δ 時，釘達到其容許耐力 A 點，而此時螺栓僅達到 A'點之抵抗力，故此接合部位應取同一變位下之抵抗力之合。同理，木材榫頭接合之接觸耐力與其他接合扣件之容許耐力亦不能疊加，例如屋架之合掌末端的螺栓容許耐力與合掌及陸梁間之切口的接觸耐力，二者不能直接相加。

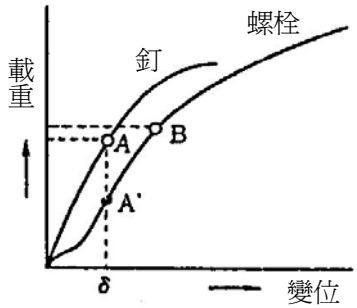


圖 6.1-6 釘及螺栓接合部之載重－變位曲線

6.2 釘接合

6.2.1 釘的品質

釘之品質應依據 CNS（圓鐵釘及粗圓鐵釘）之規定，其未規定者以試驗決定之。

6.2.2 釘之容許剪力

（1）單剪接合之容許剪力

釘入木材側面之鐵釘（與纖維成垂直方向），不論外力方向，其單剪之長期容許剪力依下式求出，單剪之短期容許剪力爲長期之 2 倍。

$$P = kd^{1.8} \qquad (6.3)$$

式中　P：單剪之長期容許剪力（kgf）；

k：依表 6.1-1 分類之樹種群而定之係數，對於 J1、J2 及 J3 各取 255、230 及 200；

d：釘徑（cm）。

側材厚度應爲釘徑之 6 倍以上，釘長爲側材厚度之 2.5 倍以上。

（2）雙剪接合之容許剪力

釘入木材側面之鐵釘，其雙剪接合之容許剪力得取單剪容許剪力之 2 倍；惟各構材厚度應爲釘徑之 6 倍以上，且釘應貫通三構材，或釘入第三支構材深度爲釘徑之 9 倍以上。

（3）容許剪力之增減

（a）受拉構材端部之釘的容許剪力，得依下述比例折減：

(i) 與外力同方向之單列釘數在 10 支以上時，折減 10%；

(ii) 與外力同方向之單列釘數在 20 支以上時，折減 20%。

（b）側材爲鋼板（厚度爲釘徑之 0.4 倍以上）時，其容許剪力可增加 25%。

（c）接合異樹種之構材（在針葉樹間）時，其容許剪力應依剪力較小樹種之值。

（d）施工中或使用狀態下，木材之含水率在 19%以上時，適用 6.1.6 節之規定。

（e）釘接方法採用木材橫切面釘接及傾斜釘接者，其容許剪力應各折減 1/3 及 1/6。

（f）釘子使用於易生銹之環境時，應採用經適當防銹處理之鐵釘。

（4）注意事項

（a）釘接支數：

釘接合每處之釘接支數應爲 2 支以上。

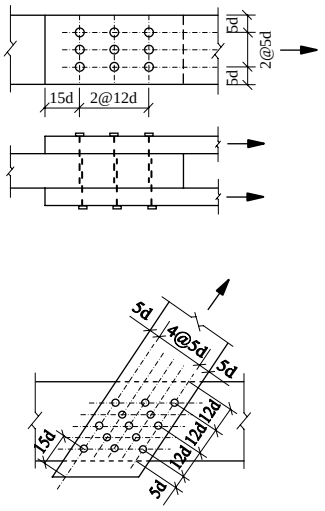
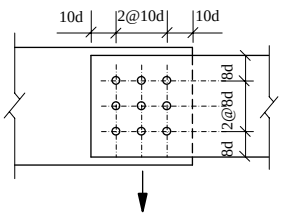
（b）釘子之配置

釘配置之最小間距，依表 6.2-1 之規定。釘在構材纖維方向應採錯列式釘接方式。

（c）考慮割裂

對於薄板或容易割裂之構材，爲防止釘接時產生割裂，在平行於纖維方向宜採用較大之間距。

表 6.2-1 鐵釘在構材配置之最小間距，cm （d：釘徑）

外力平行纖維方向	外力方向	釘間距 12d	
		釘受壓側之端距 15d	
	外力之直角方向	釘列間距 5d	
		邊距 5d	
外力垂直纖維方向	外力方向	釘間距 8d	
		邊距 8d	
	外力之直角方向	同一纖維之釘間距 10d	
		端距 10d	

6.2.3 以合板爲側材之釘容許剪力

（1）單剪接合之容許剪力

釘入木材側面之鐵釘（與纖維成垂直方向），不論外力方向，其單剪之長期容許剪力依（6.3）或（6.4）式計算，取較小值；單剪之短期容許剪力爲長期之 2 倍。

$$P = 187\rho_p^{1.5} \cdot t^{0.75} \cdot d_h^{1.7} \qquad (6.4)$$

式中　P：單剪之長期容許剪力（kgf）；

d_h：釘頭部之直徑（cm）；

ρ_p：合板之比重；

t：合板之厚度（cm）。

ρ_p 值可使用表 6.1-1 之數值，柳桉合板與 J1 同等。兩種以上樹種所構成之合板，應取較低值。另外，釘入主構材之釘長應爲釘徑之 9 倍以上，且爲側材厚度之 1.5 倍以上。此容許剪力可適用於釘徑爲 2.7mm 以上之鐵釘。

（2）雙剪接合之容許剪力

釘入木材側面之鐵釘，其雙剪接合之容許剪力得取單剪容許剪力之 2 倍；惟釘子應貫穿合板，在釘徑 5 倍以上部分須折彎。

（3）合板之釘子配置

釘子之間距、邊距及端距應適當配置，即使在短期容許剪力之 2 倍外力作用下，合板亦不得剪斷。

（4）容許剪力之增減

合板當作側材時，得依 6.2.2（3）節之規定，將容許剪力折減。

【解說】

本節之規定係針對以合板做連接板、合板釘接構成之組合梁、具表皮應力之板(stress-skin panel)、剪力牆、水平構面等構材之接合部爲對象。

側材使用合板時，不會像使用製材時會發生割裂，但若合板厚度較薄或合板比重較低時，會發生釘頭貫穿(punch shear)合板之破壞模式，使接合耐力減低。（6.4）式之容許剪力計算式，係以厚度爲 5mm 以上之構造用合板爲對象，經實驗後誘導而得者。

表 6.2-2 表示樹種群 J1（花旗松、落葉松、柳桉等）之構造用合板，以 CN 鐵釘釘接時之容許剪力。

表 6.2-2 樹種群 J1 之構造用合板以 CN 鐵釘釘接時之容許剪力（單剪、長期）

單位：kgf

釘	製材樹種群	合板厚度（mm）			
		7.5	9	12	15 以上
CN 50	J1	21	24	27	27
	J2	21	24	24	24
	J3	21	21	21	21
CN 65	J1	23	26	33	35
	J2	23	26	32	32
	J3	23	26	27	27
CN 75	J1	27	31	39	44
	J2	27	31	39	40
	J3	27	31	34	34
CN 90	J1	32	37	46	51
	J2	32	37	46	47
	J3	32	37	40	40

註：粗框內之容許剪力係由貫穿剪力控制

6.2.4 容許拉拔力

（1）釘之容許拉拔力

釘入木材纖維直角方向之鐵釘，其長期容許拉拔力依下式求出；被釘入之木材厚度應爲釘徑之 6 倍以上，釘入後木材不得發生割裂。短期容許拉拔力爲長期之 2 倍。

$$P_w = 150\rho^{2.5} d \cdot l \qquad (6.5)$$

式中 P_w：長期容許拉拔力（kgf）；

ρ：木材之氣乾比重（可使用表 6.1-1 之數值）；

d：釘徑（cm）；

l：釘入深度（cm）。

（2）容許拉拔力之增減

施以表面加工或表面處理之特殊釘，其容許拉拔力依實驗決定。

（3）注意事項

（a）主要構材應避免由鐵釘直接承受拉拔方向作用力。

（b）釘入木材橫斷面處之鐵釘，不得用於抵抗拉拔作用。

（c）側材抵抗釘頭貫穿之強度如較拉拔力爲小時，釘頭貫穿抵抗強度應作爲鐵釘接合部之耐力。

【解說】

拉拔力係藉由木材與鐵釘間之摩擦阻抗而產生，因此受到木材比重、割裂、釘徑、釘入深度、釘端狀況等影響，木材之比重依實際狀態取表 6.1-1 所示之值即可；

另外，釘接時木材有可能發生割裂，因此規定木材之最小厚度應爲釘徑之 6 倍以上。

6.3 木螺絲釘接合

6.3.1 木螺絲釘之品質

木螺絲釘應依中國國家標準之規定。

【解說】

木螺絲釘及鐵釘同爲簡便且效果高之接合器，除家具、裝修外，在建築結構中亦廣泛使用。在本規範中，將木螺絲釘列入結構接合扣件之一，其接合設計需檢核容許剪力與容許拉拔力。木螺絲釘之尺寸繁多，其材質包括鐵、不銹鋼、黃銅等，可參照 CNS 之相關規定。

6.3.2 容許剪力

（1）單剪接合之容許剪力

在木材側面拴入木螺絲釘，不論外力方向，其單剪之長期容許剪力依下式求出；側材厚度應爲木螺絲釘標稱直徑之 6 倍以上，木螺絲釘長度應爲側材厚度之 2.5 倍以上；單剪之短期容許剪力爲長期之 2 倍。

$$P = 870\,\rho^{1.8} d^2 \qquad (6.6)$$

式中　P：單剪之長期容許剪力（kgf）；

ρ ：木材之氣乾比重（可使用表 6.1-1 之數值）；

d：木螺絲釘之標稱直徑（cm）。

（2）以木螺絲釘接合之側材使用鋼板（厚度爲木螺絲釘標稱直徑之 0.4 倍以上）時，其容許剪力可增加 25%。

（3）在木材橫切面拴入木螺絲釘之單剪容許剪力，取木材側面拴入時之 2/3 值。

（4）容許剪力之增減得比照 6.2 節之規定。

（5）異樹種之木材接合時，其容許剪力取耐力較小之樹種所對應之值。另外，以木材以外之材料作爲側材時，其接合依實驗而定。

6.3.3 容許拉拔力

（1）木螺絲釘之容許拉拔力

在木材纖維垂直方向拴入之木螺絲釘，其長期容許拉拔力依下式求出。短期容許接拔力爲長期之 2 倍。

$$P_w = 130\,\rho^{1.5} l\,d \qquad (6.7)$$

式中　P_w：長期容許拉拔力（kgf）；
ρ：木材之氣乾比重（可使用表 6.1-1 之數值）；
l：螺紋部之拴入深度（cm）；
d：木螺絲釘之標稱直徑（cm）。

（2）主要結構構材應避免使用木螺絲釘直接承受拉拔力。

（3）在木材橫切面拴入之木螺絲釘，不能用於抵抗拉拔作用。

（4）拴入高比重闊葉樹之木螺絲釘易受拉破斷，其容許拉拔力不得超過木螺絲釘谷徑之拉斷強度。

（5）注意事項
（a）木螺絲釘接合之導引孔徑依表 6.3-1 之規定；導引孔深度爲拴入主構材深度之 2/3 左右。
（b）木螺絲釘應使用適當工具拴入，不得以鐵鎚敲打。
（c）爲使木螺絲釘容易拴入且不使木螺絲釘損傷，得使用潤滑油。

表 6.3-1 導引孔直徑

樹種	導引孔直徑	
	主構材	側材
針葉樹	0.6d	0.8d
闊葉樹	0.8d	1.0d

d：木螺釘之標準直徑（cm）

【解說】

針對比重高之樹種，木螺絲釘有發生拉伸破斷之虞，因此其容許拉拔力不得超過木螺絲釘谷徑之拉伸破斷強度。

以木螺絲釘接合時，木螺絲釘不能如鐵釘一樣以敲打方式釘入，而應使用適當之工具拴入。在拴入木螺絲釘前，得先預鑽如表 6.3-1 所示直徑之導引孔，其深度爲木螺絲釘拴入深度之 2/3。使用在針葉樹及闊葉樹之導引孔直徑會改變，而木螺絲釘拴入比重較大之闊葉樹時，木螺絲釘因有拉伸破斷之虞，故當栓入困難或避免木螺絲釘損傷時，得使用潤滑油。

6.4 螺栓接合

6.4.1 螺栓、螺帽及墊圈之尺寸及品質

（1）品質與尺寸
螺栓及螺帽應依 CNS 3121（六角頭螺栓）及 CNS 3128（六角螺帽）之規格。螺栓所使用之墊圈尺寸及厚度依表 6.4-1 之規定。

表 6.4-1 螺栓墊圈之尺寸及厚度（mm）

螺栓直徑 / 墊圈的大小		8	10	12	16	20	24
受拉螺栓	厚度	4.5	4.5	6	9	9	13
	角形墊圈之一邊	40	50	60	80	105	125
	圓形墊圈之直徑	45	60	70	90	120	140
受剪螺栓	厚度	3.2	3.2	3.2	4.5	6	6
	角形墊圈之一邊	25	30	35	50	60	70
	圓形墊圈之直徑	30	35	40	60	70	80

（2）形狀

（a）螺栓頭應與螺栓一體成形。

（b）螺栓拴緊時之作用長度應使螺帽至少突出二圈螺牙。

6.4.2 螺栓接合之容許拉力

螺栓接合之長期容許拉力依（6.8）與（6.9）式計算，取較小值，墊圈應具有充分之厚度，使其不會發生有害變形；短期容許拉力依（6.8）式所得值之 1.5 倍或（6.9）式所得值之 2 倍計算，取較小值。

$$P_t = 0.5\,F A_z \qquad (6.8)$$

$$P_t = f_e A_w \qquad (6.9)$$

式中 P_t：螺栓接合之長期容許拉力（kgf）；

F：螺栓鋼材之基準強度（依 4.7 節強度區分之螺栓強度應爲 2400 kgf/cm^2 以上）；

f_e：木材之長期容許壓陷應力（kgf/cm^2）；

A_z：螺栓斷面積；

A_w：墊圈之面積。

6.4 螺栓接合

6.4.3 螺栓接合之容許剪力

（1）螺栓承受剪力時，由於螺栓與螺栓孔有間隙存在，應避免結構部位引起有害之滑動。

（2）螺栓接合之容許剪力

（a）螺栓接合之長期容許剪力依下式求得。短期容許剪力爲長期容許剪力之 2 倍。

$$P_a = \frac{1}{3} P_y \qquad (6.10)$$

式中　P_a：螺栓接合之長期容許剪力（kgf）；
P_y：螺栓接合之降伏力（kgf）。

（b）螺栓接合之降伏力依（6.11）式求得：

$$P_y = C \cdot F_e \cdot d \cdot l \qquad (6.11)$$

式中　P_y：螺栓接合之降伏力（kgf）；
F_e：主構材之承壓強度（kgf/cm^2），取主構材長期容許壓應力 ${}_Lf_c$ 之 3 倍。(${}_Lf_c$ 在木材纖維方向依表 4.3-1 及表 4.5-4、4.5-5、4.5-6，木材纖維垂直方向依表 4.3-2 及表 4.5-3，與木材纖維方向成傾斜時，取 4.3.3 節所示數值)；
l：主構材厚度（cm）；
d：螺栓直徑（cm）；
C：依接合形式與其破壞形式而定之係數。

（c）係數 C 值與接合形式有關（參照圖 6.4-1），依下列（i）至（v）所述方式計算之：

（i）木材之主構材及木材側材之接合（取下述中較小值）：

$$2\alpha\ \beta\ ,\ 1\ ,\ \sqrt{\frac{8\alpha^2\beta^2(1+\beta)}{(2\beta+1)^2}+\frac{8\beta\ \gamma\ (\frac{d}{l})^2}{3(2\beta+1)}}-\frac{2\alpha\ \beta}{2\beta+1}\ ,\ \frac{d}{l}\sqrt{\frac{8\beta\ \gamma}{3(1+\beta)}}$$

（ii）木材之主構材及鋼板側材之螺栓接合（取下述中較小值）：

$$1\ ,\ \frac{d}{l}\sqrt{\frac{8\gamma}{3}}$$

（iii）在木材之主構材中央插入鋼板之螺栓接合（取下述中較小值）：

$$1\ ,\ \sqrt{2+\frac{8}{3}\gamma\,(\frac{d}{l})^2}\ -1\ ,\ \frac{d}{l}\sqrt{\frac{8}{3}\gamma}$$

（iv）單面剪斷螺栓（木材與木材）（取下述中較小值）：

$$1\ ,\ \alpha\ \beta\ ,\ \sqrt{\frac{\beta+2\beta^2(1+\alpha+\alpha^2)+\alpha^2\beta^2}{1+\beta}}\ -\beta(1+\alpha)\ ,$$

$$\sqrt{\frac{2\beta(1+\beta)}{(2+\beta)^2}+\frac{2\beta\ \gamma\ (\frac{d}{l})^2}{3(2\beta+1)}}\ -\frac{\alpha\ \beta}{2+\beta}\ ,$$

$$\sqrt{\frac{2\beta(1+\beta)}{(2+\beta)^2}+\frac{2\beta\ \gamma\ (\frac{d}{l})^2}{3(2\beta+1)}}\ -\frac{\alpha\ \beta}{2\beta+1}\ ,\ \frac{d}{l}\sqrt{\frac{2\beta\ \gamma}{3(1+\beta)}}$$

（v）單面剪斷螺栓（木材與鋼板）（取下述中較小值）：

$$1，\sqrt{2+\frac{2}{3}\gamma\ (\frac{d}{l})^2}-1，\frac{d}{l}\sqrt{\frac{2}{3}\gamma}$$

以上各式中之符號定義如下：

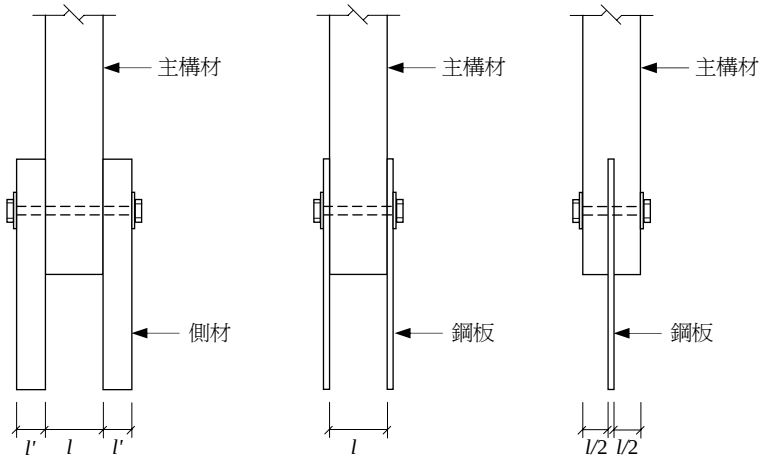
α ：側材厚度/主構材厚度（l'/l）；

β ：側材與主構材之支壓強度比（F_e'/F_e）；

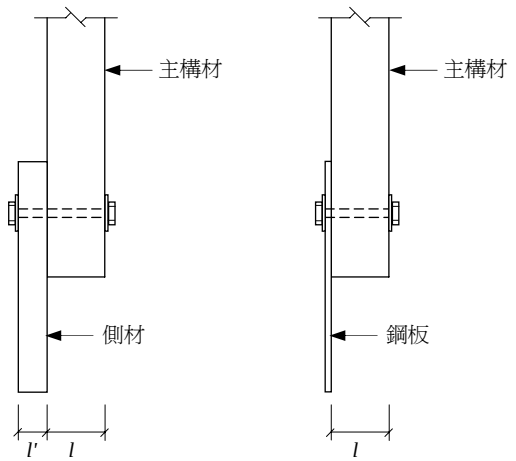
γ ：螺栓鋼材之基準強度與主構材之支壓強度比（F/F_e）；

F：螺栓鋼材之基準強度（kgf/cm^2）；

F_e 及 F_e' ：主構材及側材之承壓強度（kgf/cm^2），取其長期容許壓應力 f_c 及 f_c' 之 3 倍。(f_c 及 f_c' 在木材纖維平行方向取表 4.3-1 及表 4.5-4、4.5-5、4.5-6 之值，木材纖維垂直方向取表 4.3-2 及表 4.5-3 之值，與纖維成傾斜時，取 4.3.3 節所示值)。



(a) 雙剪(木材側材)　(b) 雙剪(鋼板側材)　(c) 雙剪(鋼板插入)



(d) 單剪(木材與木材)　(e) 單剪(木材與鋼板)

圖 6.4-1 承受剪力之螺栓接合形式

（3）螺栓接合之容許剪力折減

使用兩支以上螺栓接合時，若施工時螺栓與螺栓孔能密接，其容許剪力得取各螺栓接合之容許耐力和；但使用支數更多時，考慮外力作用條件及使用狀況，其容許剪力應適當折減。

【解說】

本節針對圖 6.4-1 所示之接合形式，假設其降伏模式如圖 6.4-2 所示，在各種模式中，由力的平衡條件求出對應之降伏載重。一般螺栓之降伏特性與材厚及螺栓徑之比（l/d）成比例。木材厚度比螺栓徑爲小時，木材會因壓陷而達到降伏點；木材厚度比螺栓徑爲大時，在木材因壓陷而降伏時，假定螺栓因彎曲亦同時達降伏點。本規範規定木材之承壓強度，在木材纖維方向取表 4.3-1 及表 4.5-4、4.5-5、4.5-6 之容許壓應力的 3 倍；木材纖維垂直方向取表 4.3-2 及表 4.5-3 之容許壓陷應力的 3 倍；與木材纖維方向成傾斜時，取中間值。

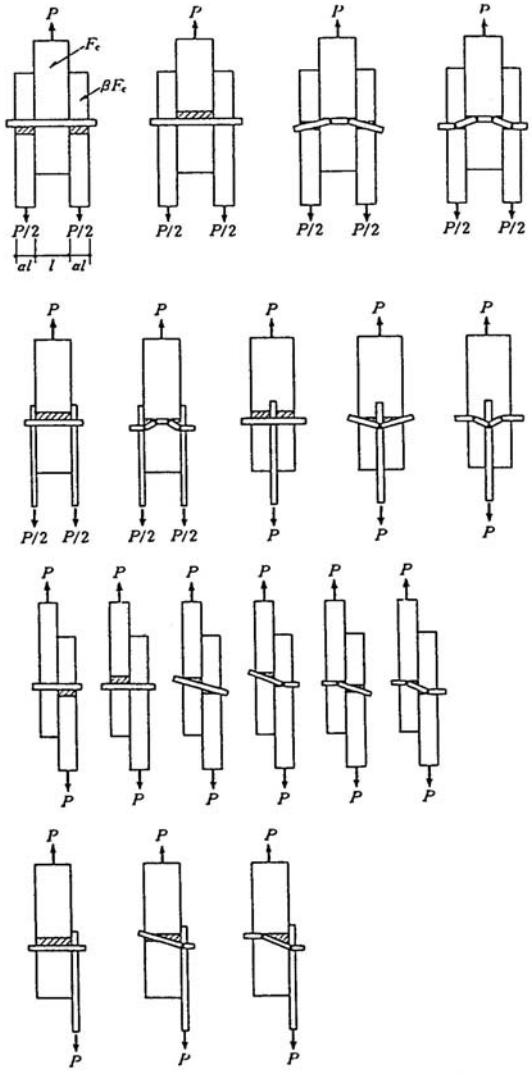


圖 6.4-2 各種接合形式之降伏模式
(摘自日本建築學會「木質構造設計規準 • 同解說」，1995)

6.4.4 承受剪力之螺栓配置

（1）承受剪力之螺栓配置依表 6.4-2 之規定。

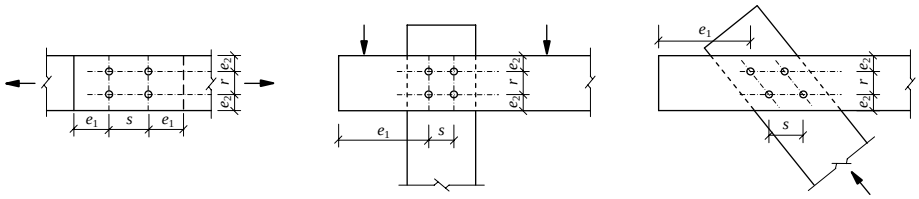
（2）l/d 較小時，e_1 及 s 值應取較表 6.4-2 所定之值爲大；e_2 及 r 值係考慮外力之作用條件及使用狀況，取適當之值。

（3）構材承受拉力之接合部，構材有效斷面積之拉應力不得超過容許拉應力。

（4）除木材纖維平行方向以外，承受外力之接合部，以（6.2）式所得之剪應力，不得超過構材之容許剪應力。

表 6.4-2 承受剪力之螺栓配置

距離間距	加 力 方 向		
	纖維方向	纖維之垂直方向	中間角度
s	7d 以上	3d（l/d=2） 3d～5d（2≦l/d＜6） 5d 以上（l/d≧6）	依角度相對應的取纖維方向與纖維成直角方向值之中間值
r	3d 以上	4d 以上	
e_1	7d 以上（載重承擔側） 4d 以上(載重非承擔側)	7d 以上	
e_2	1.5d 以上 l/d＞6 時爲 1.5d 以上，且 r/2 以上	4d 以上（載重承擔側） 1.5d 以上(載重非承擔側) 依（6.2）式進行檢討	



6.4.5 注意事項

（1）在螺栓接合部附近有節、木理傾斜等缺點時，容許耐力應適當折減。

（2）螺栓接合部有隨木材之乾燥而使接合部發生鬆動之虞時，應使用乾燥之木材。不得已而使用未乾燥材時，應考量螺栓可隨時重新拴緊之措施，且應注意乾燥可能引起之劃裂。

（3）承受剪力之螺栓接合部，應注意下述事項：

（a）接合部施工時，應使各構材之鑽孔孔徑一致，且盡量使螺栓與孔密著。

（b）拴緊螺栓時，將使螺栓本身產生適當之拉力，一般墊圈會稍許壓陷入木材。

（c）重視結構變位之接合部，應使用直徑大之螺栓；而重視結構極限強度之接合部，則應使用直徑小之螺栓。

（d）在木材之纖維垂直方向及木材纖維之傾斜方向施加外力時，應考量不會發生劈裂（割裂）之適當措施，且應適當折減其容許耐力。

【解說】

螺栓孔應儘可能與螺栓徑一致，尤其是節點較多或重視結構剛性之構架，使其不會因螺栓孔與螺栓之間隙而引起初期滑動。另外，在同一接合部使用多個螺栓時，若螺栓孔及螺栓間有間隙存在，螺栓之耐力不可疊加，尤其當木材厚度比螺栓徑爲

小時，其極限耐力會顯著降低，因此容許耐力減低是有必要的，例如使用 $l/d=4$ 之螺栓 6 支，且在作用力方向（木材纖維方向）配置成一列時，其耐力會減低 40%。

6.5 突端螺釘接合

6.5.1 突端螺釘之品質

本節適用於使用規格化材質及形狀之突端螺釘接合。

【解說】

突端螺釘（lag screw）亦稱大木螺釘，其形狀依製造團體之標準或德國 DIN 標準，參考圖 6.5-1，材質可參考 JIS G3507 所規定之冷間壓延用碳素鋼線材 SWRCH10R 或具有同等以上之強度者。

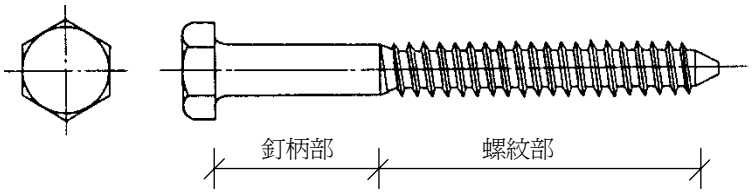


圖 6.5-1 突端螺釘之形狀

6.5.2 突端螺釘接合之容許剪力

（1）以鋼板爲側材且於木材纖維方向承受外力時，突端螺釘接合之長期容許剪力依下式求出；短期容許剪力爲長期之 2 倍。

$$\begin{aligned} &4 \leqq l/d \leqq 10 \text{ 時} && P_a = 62\rho d l \\ &l/d > 10 \text{ 時} && P_a = 625\rho d^2 \end{aligned} \qquad (6.11)$$

式中 P_a：突端螺釘接合之長期容許剪力（kgf）；
d：突端螺釘之軸徑（cm）；
l：突端螺釘之拴入長度（cm）；
ρ：木材之氣乾比重（可使用表 6.1-1 之值）。

上述之容許剪力適用於鋼板厚度至 13mm 爲止者，厚度超過 13mm 時，以突端螺釘拴入長之比折減。鋼板材質依鋼構造設計規範之規定。

（2）在木材纖維之垂直方向承受外力時，突端螺釘之容許剪力爲在纖維平行方向承受外力時之耐力的 1/2。

（3）在接合部使用多數個突端螺釘時，其容許剪力應適當折減。

（4）突端螺釘接合之容許剪力與含水率有關，應依 6.1.6 節進行調整。

（5）載重角度在 0°與 90°之間時，可適用（6.1）式。

（6）突端螺釘拴入木材橫切面時，其容許剪力取拴入側面時之 2/3。

6.5.3 突端螺釘接合之容許拉拔力

（1）突端螺釘之螺紋每單位長度之長期容許拉拔力 P_w，依下式求出；但需確認突端螺釘之螺紋根部（螺絲谷部）不會超過容許受拉應力。短期容許拉拔力爲長期之 2 倍。

$$P_w = 60\rho^{0.8}d \qquad (6.12)$$

式中 P_w：突端螺釘接合之長期容許拉拔力（kgf/cm）；
ρ：木材之氣乾比重（可使用表 6.1-1 之值）；
d：突端螺釘之直徑（cm）。

（2）主要結構部分應避免使用突端螺釘直接抵抗拉拔力。不得已使用時，不能超過側面拴入之值的 3/4。

6.5.4 同時承受剪力與拉拔力

載重以斜角施加於木材表面時，突端螺釘接合會同時承受剪力與拉拔力，應將剪力與拉拔力分開檢討。

6.5.5 突端螺釘之配置及墊圈

突端螺釘之配置間距、邊距及端距、以及使用墊圈，得適用相同直徑之螺栓的規定。

6.5.6 注意事項

（1）釘柄之導引孔與釘柄直徑相同，其長度與釘柄爲同尺寸。螺紋部之導引孔部份，樹種群 J1 爲螺釘徑之 60～75％，其他樹種群爲 40～70％，其長度至少與螺紋部之長度相同。

（2）突端螺釘應利用其導引孔以螺絲起子拴入，不得用鐵鎚敲入；爲使其容易拴入，可使用潤滑油。

6.6 穿孔釘接合

6.6.1 穿孔釘之品質

穿孔釘之品質應依據 CNS（圓鋼）之規定或同等級以上者。

【解說】

穿孔釘之形狀及應用範例可參考圖 6.6-1 所示。

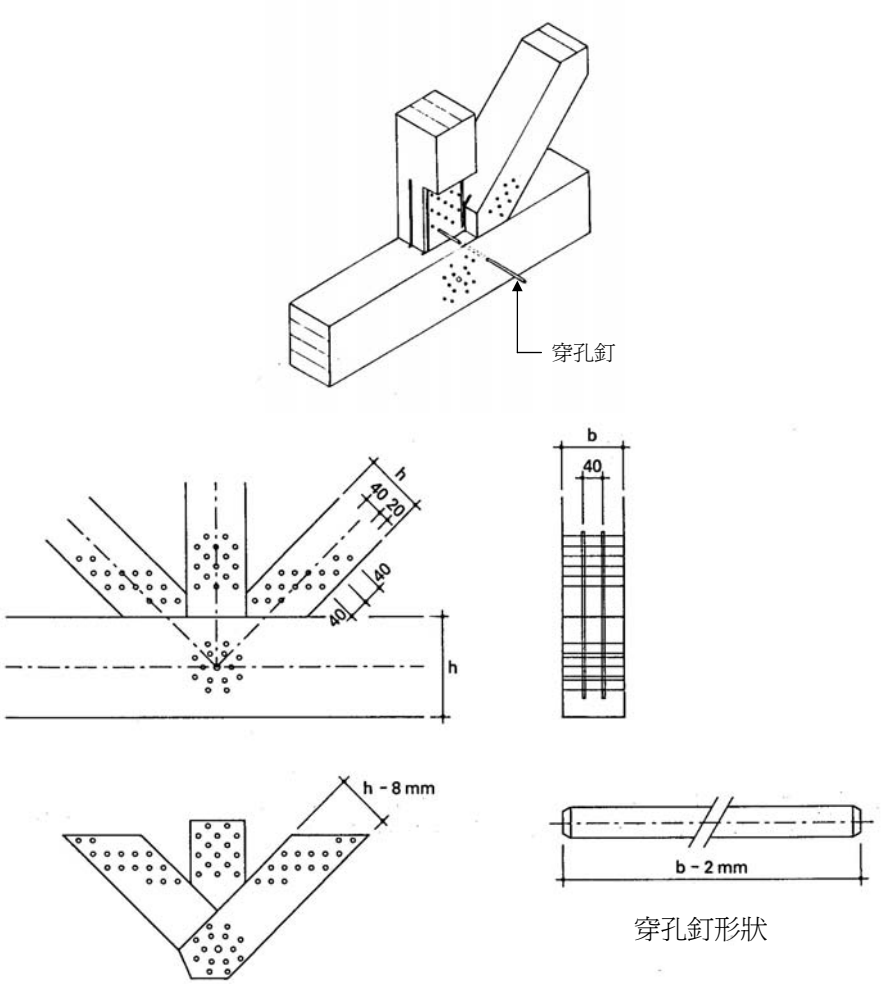


圖 6.6-1 穿孔釘之形狀及應用範例

6.6 穿孔釘接合

6.6.2 穿孔釘接合之容許剪力

（1）穿孔釘接合之長期容許剪力依下式計算之。短期容許剪力爲長期容許剪力之 2 倍。

$$P_a = \frac{1}{3} P_y \qquad (6.13)$$

式中 P_a：穿孔釘接合之長期容許剪力（kgf）；
P_y：穿孔釘接合之降伏強度（kgf）。

（2）穿孔釘接合之降伏強度依下式求出：

$$P_y = C \cdot F_e \cdot d \cdot l \qquad (6.14)$$

式中 P_y：穿孔釘接合之降伏強度（kgf）；

F_e：主構材之承壓強度（kgf/cm^2），爲主構材之長期容許壓應力 f_c 之 3 倍。（f_c 值在木材纖維平行方向取表 4.3-1 及表 4.5-4、4.5-5、4.5-6 之值，木材纖維垂直方向取表 4.3-2 及表 4.5-3 之值，木材纖維傾斜方向取 4.3.3 節及 4.5.2 節所示之值）

l：主構材厚度（cm）；

d：穿孔釘之軸徑（cm）；

C：依接合形式與破壞形式所定之係數。

（3）係數 C 值與接合形式有關（參照圖 6.6-2），依下列（a）至（c）所述方式計算之：

（a）木材之主構材及木材側材之接合（取下述中較小值）：

$$2\alpha\beta \text{，} 1 \text{，} \sqrt{\frac{8\alpha^2\beta^2(1+\beta)}{(2\beta+1)^2}+\frac{8\beta\gamma\left(\frac{d}{l}\right)^2}{3(2\beta+1)}}-\frac{2\alpha\beta}{2\beta+1} \text{，} \frac{d}{l}\sqrt{\frac{8\beta\gamma}{3(1+\beta)}}$$

（b）在木材之主構材中央插入鋼板之接合（取下述中較小值）：

$$1 \text{，} \sqrt{2+\frac{8}{3}\gamma\left(\frac{d}{l}\right)^2}-1 \text{，} \frac{d}{l}\sqrt{\frac{8}{3}\gamma}$$

（c）單剪接合（木材與木材）（取下述中較小值）：

$$1 \text{，} \alpha\beta \text{，} \sqrt{\frac{\beta+2\beta^2(1+\alpha+\alpha^2)+\alpha^2\beta^{-2}-\beta(1+\alpha)}{1+\beta}} \text{，}$$

$$\sqrt{\frac{2\beta(1+\beta)}{(2+\beta)^2}+\frac{2\beta\gamma\left(\frac{d}{l}\right)^2}{3(2+\beta)}}-\frac{\beta}{2+\beta} \text{，}$$

$$\sqrt{\frac{2\alpha^2\beta^2(1+\beta)}{2(\beta+1)^2}+\frac{2\beta\gamma\left(\frac{d}{l}\right)^2}{3(2\beta+1)}}-\frac{\alpha\beta}{2\beta+1} \text{，} \frac{d}{l}\sqrt{\frac{2\beta\gamma}{3(1+\beta)}}$$

以上各式中之符號定義如下：

α：側材厚度/主構材厚度（l'/l）

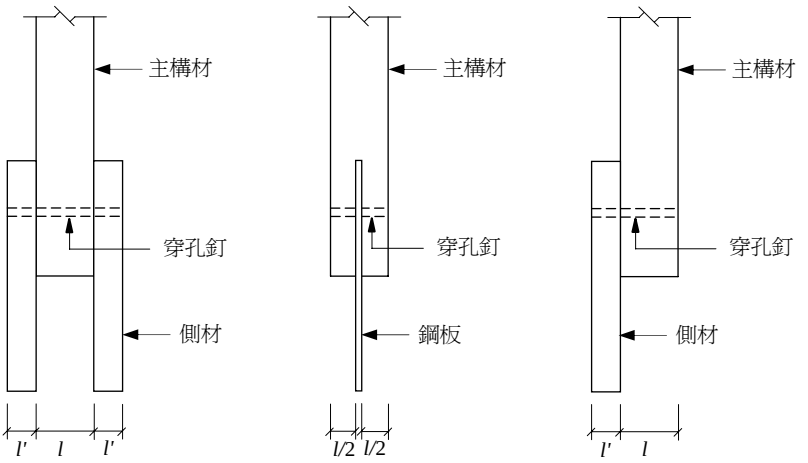
β：側材與主構材之承壓強度比（F_e'/F_e）

γ：穿孔釘之鋼材的基準強度與主構材之承壓強度之比（F/F_e）

F：穿孔釘之鋼材的基準強度（kgf/cm^2）

F_e 及 F_e'：主構材及側材之承壓強度（kgf/cm^2），分別取其長期容許壓

應力 f_c 及 f_c' 之 3 倍。（f_c 及 f_c' 之值在木材纖維平行方向取表 4.3-1 及表 4.5-4、4.5-5、4.5-6 之值，木材纖維垂直方向取表 4.3-2 及表 4.5-3 之值，木材纖維傾斜方向取 4.3.3 節及 4.5.2 節所示之值）。



(a) 雙剪(木材側材)　(b) 雙剪(鋼板插入)　(c) 單剪(木材與木材)

圖 6.6-2 承受剪力之穿孔釘的接合形式

（4）容許剪力之折減

使用 2 支穿孔釘以上之接合，若施工時穿孔釘與導引孔能密接，其容許剪力得取各穿孔釘接合之容許剪力和。但使用支數更多時，考慮外力之作用條件及使用狀況，其容許剪力應適當折減。

【解說】

本節有關穿孔釘接合之容許剪力的規定與螺栓接合相同，係根據降伏理論，將降伏強度的三分之一作爲長期容許剪力。因此，穿孔釘接合與螺栓接合一樣，需注意木材有剪斷或割裂而發生破壞之狀況。

穿孔釘接合與螺栓接合不同之處，在於其沒有相當於螺栓頭、螺帽及墊圈等部份，在大變形時，無法如同螺栓能承受拉力，因此對於與木材纖維平行方向之載重，將看不到於其降伏後載重承擔能力之上升，既使穿孔釘之間距、邊距、端距皆充分時，其極限強度亦約略與降伏強度相同。本規範中，木材之承壓強度取容許壓應力之三倍，因此計算所得之降伏強度較實際降伏強度略低，極限強度考慮爲短期容許耐力之 1.5 倍左右。

對於與木材纖維垂直方向之載重，若穿孔釘之間距、邊距、端距皆充分時，因穿孔釘之壓陷變形使其耐力提升之故，其極限強度會與纖維平行方向加載之情況相同。

第七章 框組式構造

7.1 一般規定

7.1.1 木構造建築物採用框組式構造時，其材料、構造及工程設計應符合本章及本規範之規定；框組式構造主要包括橫隔版、牆壁及屋架等，各部份框組構造通常由平行木構材排列構成，以共同支撐外力作用。

7.1.2 國際上既有之框組式構造制式工法，其工程設計與施工及技術手冊經中央建築主管機關依規定認可者，得依本章之規定逕行引用。

7.1.3 採用本章未引用之其他規格標準之材料與構造，應符合本規範其他章節之規定。

7.1.4 建築物之載重及變形控制應依第三章及第五章之規定。

7.2 材料

7.2.1 本章規定之結構用構材、木質面材及扣件等，均應符合本規範之規定。

7.2.2 結構構材、組件及木質蓋板等必須保護之部分，應以符合本規範及國家標準相關防火法令之規定，並應施作必要之防腐及防蟻處理。

【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。

（二）防腐及防蟻處理應符合中國國家標準 CNS 3000 之規定。

依據其他國際認可之同等標準，應經審核評定適用後始得應用於木構架建築物。可參考 American Wood Preservers Association 之相關標準如下：

（1）AWPA C1, All Timber Products – Preservative Treatment by Pressure Process（所有防腐處理材--防腐劑壓力處理法）；

（2）AWPA C15, Wood for Commercial-Residential Construction Preservative Treatment by Pressure Process（商業-住家建築用木材防腐劑壓力處理法）。

7.2.3 製材、木質板材等應符合下列中國國家標準及本章之規定。

CNS 11031 結構用集成材；
CNS 11032 化妝構造用集成材；
CNS 14631 框組壁工法結構用製材；

CNS 14632 框組壁工法結構用縱接材；
CNS 14633 框組壁工法結構用針葉樹製材之靜曲應力分等；
CNS 11671 結構用合板；
CNS 11621 結構用木質板材。

7.2.4 符合其他國際間認可之材料標準、或採用經認可之替代性或專利性構材製品、扣件及接合物等，須經中央建築主管機關依相關法令及本規範之規定審核認可後，方得使用。

7.2.5 經中央主管機關認可之替代性或專利性之木製品，應於產品上標示下列事項：

（1）材料之製造者；
（2）生產日期及地點；
（3）獨立認證之第三者檢驗單位之標章。
（4）中央主管機關之認可文號或標章。

7.2.6 以指接結構製材取代非指接材或實木鋸製材，應依據該產品標準並經設計人同意後始得採用。

【解說】

可參考之其他材料標準如下：

（1）製材

（a）目視分等製材

Japanese Agricultural Standards, JAS 600 木構架工法結構用製材；

由具認證資格之北美法則制定機構頒布之製材標準分等法則，例如：

國家製材分等局(National Lumber Grading Authority, NLGA)；
東北區製材生產協會(Northeast Lumber Manufacturers Association)；
北方針葉樹製材局(Northern Softwood Lumber Bureau)；
紅杉檢驗處(Redwood Inspection Service)；
南方松檢驗局(Southern Pine Inspection Bureau)；
西岸製材檢驗局(West Coast Lumber Inspection Bureau)；
西部林產協會(Western Wood Products Association)。

（b）機械分等製材

Japanese Agricultural Standards, JAS 702 木構架工法用之機械應力分等結構製材；

由具認證資格之北美法則制定機構頒布之製材機械分等法則，例如：

國家製材分等局(National Lumber Grading Authority, NLGA)；
南方松檢驗局(Southern Pine Inspection Bureau)；
西岸製材檢驗局(West Coast Lumber Inspection Bureau)；
西部林產協會(Western Wood Products Association)。

（c）指接製材

Japanese Agricultural Standards, JAS 701, 木構架工法結構用指接製材；

下列北美機構曾頒布指接製材標準：

國家製材分等局(National Lumber Grading Authority, NLGA)；

南方松檢驗局(Southern Pine Inspection Bureau)；

西岸製材檢驗局(West Coast Lumber Inspection Bureau)；

西部林產協會(Western Wood Products Association)。

（2）木質板材

（a）合板

Canadian Standards Association , CSA O121, Douglas Fir Plywood（花旗松合板）;

Canadian Standards Association , CSA O151, Canadian Softwood Plywood（加拿大針葉樹合板）;

Voluntary Product Standard PS 1-95, Construction and Industrial Plywood（結構與工業合板）;

Voluntary Product Standard PS 2-92, Performance Standard for Wood-Based Structural Use Panels（木質結構用板材之使用性標準）。

（b）定向粒片板 (Oriented Strand Board, OSB)

CAN/CSA-O325, Construction Sheathing（建築用覆蓋板）;

Voluntary Product Standard PS 2-92, Performance Standard for Wood-Based Structural Use Panels（木質結構用板材之使用性標準）。

（c）集成材 (Oriented Strand Board, OSB)

ANSI/AITC A190.1, American National Standard, Stractural Glued Laminated Timber（結構用集成材）。

7.2.7 本章所使用之釘及其他扣件，應符合中國國家標準或經認可之其他國家標準之規定，並應符合本規範 6.2 節至 6.10 節之規定。

7.3 工程設計法

7.3.1 結構構材與構架及其他位於載重路徑之構材與構架之設計，應能安全承受施工及使用期間預期作用其上之任何載重，使其不超過容許之應力與撓度。不規則建築物之形狀效應及抵抗側向力單元之剛度應予以適當考量。

7.3.2 建築物基礎應能提供建築物安全之錨定，並安全承受第三章規定之載重，且使基礎估計之總位移及相對位移小於建築物之容許位移。

7.3.3 除設計圖許可或經設計、監造人核可外，木結構構材不得做切口、鑽

孔或其他減弱強度之處置。

【解說】

（一）建築物安全之錨定，得參考圖 7.3-1 及圖 7.3-2：

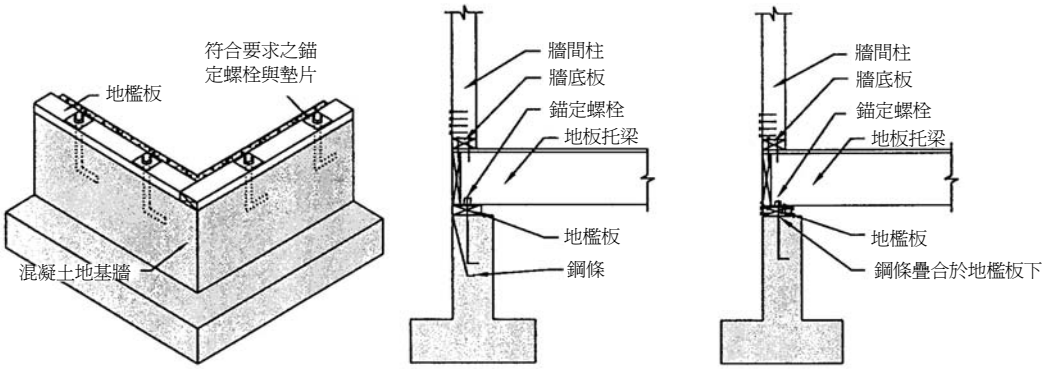


圖 7.3-1 地檻板於混凝土地基牆之錨定

（摘自"Wood Frame Construction Manual for One- and Two-Family Dwellings", 2001 Edition ANSI/AF&PA WFCM-2001）

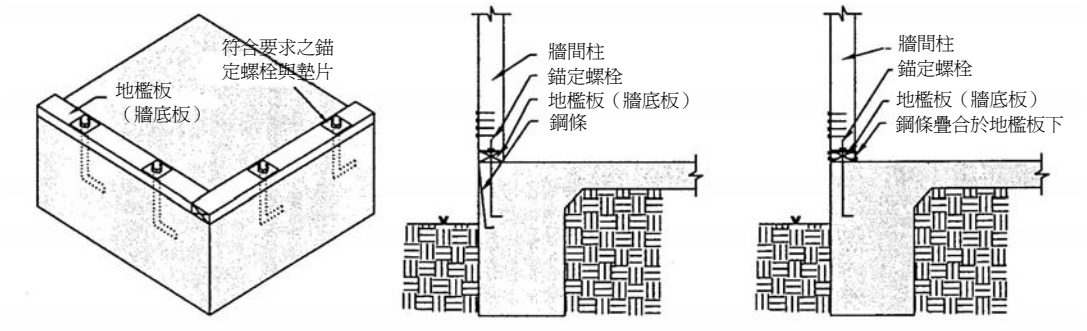


圖 7.3-2 地檻板於地面板塊之錨定

（摘自"Wood Frame Construction Manual for One- and Two-Family Dwellings", 2001 Edition ANSI/AF&PA WFCM-2001）

（二）建築物之切口，得參考圖 7.3-3 及圖 7.3-4：

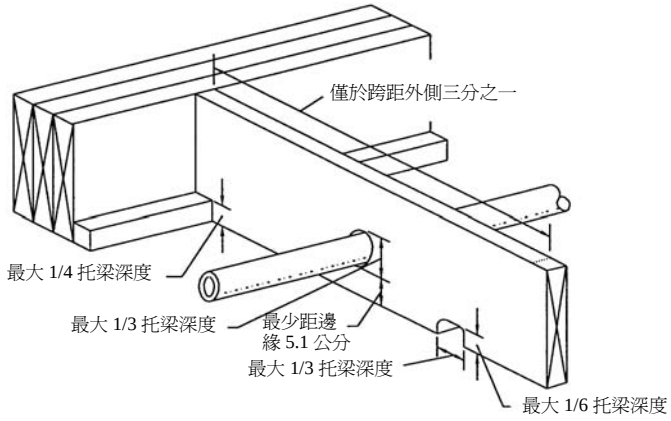


圖 7.3-3 實木鋸製材托梁與椽條切口與鑽孔之限制
（摘自"Wood Frame Construction Manual for One- and Two-Family Dwellings", 2001 Edition ANSI/AF&PA WFCM-2001）

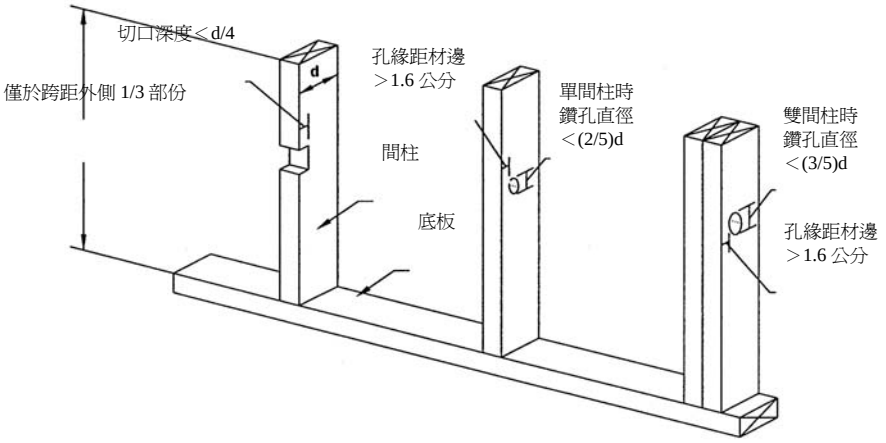


圖 7.3-4 牆間柱切口與鑽孔之限制
（摘自"Wood Frame Construction Manual for One- and Two-Family Dwellings", 2001 Edition ANSI/AF&PA WFCM-2001）

7.3.4 框組式構造之耐震設計，依下列事項辦理：

（1）一般規定

（a）耐震設計應依據建築物耐震設計規範之規定，以及本節之補充條款進行。

（b）釘著之剪力牆與橫隔版之抗剪力應依據第 7.3.6 節至 7.3.9 節之規定。

（2）基本振動周期

木構造建築物之基本振動周期（單位：秒）可依下列經驗公式計算：

$$T = 0.05\ h_n^{0.75} \qquad (7.1)$$

式中 h_n = 由基面至結構物最高層之高度，m。

（3）剪力牆與橫隔版

（a）通則

（i） 剪力牆與橫隔版設計，應依據以結構用木質板材釘著之剪力板之規定。

（ii）爲達到韌性及側向強度需求而使用符合其他標準之鐵釘、長釘、螺栓等替代方法時，應以公認之力學原理分析之。

（iii）剪力牆之最大高寬比應小於 2：1。上述剪力牆高度係指由剪力牆下方橫隔版之頂部至剪力牆上方橫隔版系統底部之最大淨高。

（iv）橫隔版之最大跨距與寬度比詳表 7.3-1。

表 7.3-1 橫隔版之最大長寬比（水平及傾斜橫隔版）

型式	最大長寬比
木結構版片，所有邊緣釘接	4:1
木結構版片，省略中間接點之橫擋	3:1
對角方向舖設覆蓋版，單層	3:1
對角方向舖設覆蓋版，雙層	4:1

（v）橫隔版周圍應以適當之邊界構材錨定與接合，以將橫隔版中之應力安全傳遞至結構物之基礎。

（vi）橫隔版若承受水平集中載重，應有適當之匯集構材及界面，以避免應力集中；上述之集中載重若由地震力造成，則匯集構材之設計須依據建築物耐震設計規範之相關規定。

（b）抗傾覆

當剪力牆所承受之實際靜載重不足以抵抗側向力所造成之傾覆力矩時，應以錨定裝置提供足夠之抵抗力並傳遞至基礎。

（c）橫隔版與混凝土牆或混凝土空心磚牆之錨定

（i） 當以木質橫隔版提供混凝土牆與混凝土空心磚牆之側向支撐時，木構件應錨定於此類牆壁上，錨定裝置應直接連接牆及橫隔版，並抵抗牆體所產生之側向力，且側向抗力以牆長計不得小於 306 kgf/m。

（ii）上述之錨定不得採用斜釘或會被拔出之鐵釘，且木質構材不得用來抵抗垂直木紋之拉應力。

（iii）以混凝土或混凝土空心磚牆作爲剪力牆時，其設計應參考相關之設計規範。

7.3.5 壁量

為使框組式構造能充分抵抗作用在建築物之水平力，各樓層雙向需配置足夠之剪力牆量，並儘量使樓層重心與剛心重合，以降低因偏心而產生之額外扭矩。

【解說】

框組式構造之剪力牆抗剪力計算方式得依據第 7.3.6 規定計算。以下針對框組式構法之壁量說明，係參考日本建築學會出版之「木質構造設計規準・同解說」，將最低必要剪力牆量以「剪力牆倍率」表示。

剪力牆抵抗地震力或風力等水平載重之能力，隨構成剪力牆之材質、材厚、接合法等而異，其耐力大小相對於一定基準之比率表示者，稱為「剪力牆倍率」，通常將剪力牆之水平長度 1m 能負擔 130kgf 時，其剪力牆倍率訂為 1，即

剪力牆倍率 1=130 kgf/m

剪力牆量便依據剪力牆倍率 1 之剪力牆的水平長度加以換算求得（不同構法之剪力牆其對應之剪力牆倍率可參考附錄五）。表 7.3-2 所示對地震力之必要剪力牆量，係依據下列假設計算而得：

（1）屋頂靜載重：90 kgf/m^2（輕型屋頂為 60 kgf/m^2）；

（2）樓板靜載重：50 kgf/m^2；

（3）牆壁載重：建築物每單位樓地板面積為 60 kgf/m^2；

（4）積載載重：每單位樓地板面積為 60 kgf/m^2；

（5）樓地板面積與屋頂面積之比為 1.3；

（6）地震力係數為 0.2，垂直高度方向之分佈為 A_i 分佈，

$$A_i = 1 + \left(\frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} - \alpha_i\right)\frac{2T}{1+3T}$$

針對二層建築物，取α_2=0.3（二樓部份），T=0.2，則 $A_2 \fallingdotseq 1.4$；三層建築物，取α_3=0.2（三樓部份），α_2=0.6（二樓部份），T=0.3，則 $A_3 \fallingdotseq 1.6$，$A_2 \fallingdotseq 1.2$；

（7）非剪力牆部分之負擔率為 33.3%。

表 7.3-2 框組式構法對地震之必要剪力牆量例

		各樓層單位樓地板面積之剪力牆量（單位：cm/m^2）							
		除地面層外，樓層數爲 1 之建築物	除地面層外，樓層數爲 2 之建築物		除地面層外，樓層爲 3 之建築物，惟 3 樓部分不設剪力牆，該部分爲屋架，且 3 樓地板面積爲 2 樓地板面積之 1/2 以下		地面層除外，樓層數爲 3 之建築物（左欄所示建築物以外者）		
			1 樓	2 樓	1 樓	2 樓	1 樓	2 樓	3 樓
多雪區以外之建築物	屋頂爲金屬板、石板、石棉浪板、木板及其他類似之輕型材料者	11	29	15	38	25	46	34	18
	上述以外之屋頂材料覆蓋者	15	33	21	42	30	50	39	24
多雪區之建築物	積雪量最深在 1m 之區域	25	43	33	52	42	60	51	35
	積雪量最深超過 1m，未滿 2m 之區域	25 與 39 間之直線內插值	43 與 57 間之直線內插值	33 與 51 間之直線內插值	52 與 66 間之直線內插值	42 與 60 間之直線內插值	60 與 74 間之直線內插值	51 與 68 間之直線內插值	35 與 55 間之直線內插值
	積雪量最深在 2m 之區域者	39	57	51	66	60	74	68	55

7.3.6 框組式構造之剪力牆抗剪力得依下列方式計算：

（1）以木質結構覆蓋板材釘著之剪力牆，其抗剪力之計算如下：

$$V = \Sigma V_d L_s \qquad (7.2)$$

式中： $V_d = \nu_d(K_{SF}J_{sp}J_{ub})$；

ν_d = 採用木質結構覆蓋板材之剪力牆的抗剪強度（參考附錄表四-2），kgf/m；

L_s = 平行載重方向之剪力牆長度，m；

K_{SF} =使用條件係數；乾燥使用條件(一年期間平均平衡含水率爲 15%或以下，且不超過 19%者) 取 1.0；潮濕使用條件(乾燥條件以外者) 取 0.75；

J_{sp} = 框架材質之樹種係數 $= (1 – (0.5 – SG)) \leqq 1.0$，其中 SG 爲樹種群組之比重，參考附錄表四-1 所示；

J_{ub} = 水平向覆蓋、無橫檔剪力牆之強度修正係數，參考附錄表四-3。

（2）當同材質或不同材質覆蓋板用於剪力牆之兩面時，剪力牆各面之抗剪力得以累計。

（3）剪力牆上有開孔時，開孔處應以構材及連結件補強，上述補強應以和理之力學原理爲之，以順利傳遞開孔周圍之應力。

（4）開孔剪力牆之抗剪力應爲各段剪力牆之總和。但不包括開孔部份之牆段。各剪力牆段應能個別抵抗作用其上之傾覆力矩。

7.3.7 框組式構造之橫隔版的抗剪力得依下列方式計算：

作用於橫隔版之剪力可假設爲均勻分布於橫隔版全寬。其設計抗剪力得依下式計算：

$$V = V_d\, d_n \qquad (7.3)$$

式中：$V_d=\nu_d(K_{SF}J_{sp})$；

ν_d=採用木質結構覆蓋板材之水平橫隔版的抗剪強度（參考附錄表四-4），kgf/m；

K_{SF}=使用條件係數；乾燥使用條件(一年期間平均平衡含水率爲 15%或以下，且不超過 19%者) 取 1.0；於潮濕使用條件(乾燥條件以外者) 取 0.75；

J_{sp}=框架材質之樹種係數 $= (1 – (0.5 – SG)) \leqq 1.0$，其中 SG 爲樹種群組之比重，參考附錄表四-1 所示者；

d_n=平行載重方向之橫隔版淨深，m。

7.3.8 框組式構造之剪力牆弦材得依下列方式計算：

（1）剪力牆弦材之軸向力 P_r，得依下式計算：

$$P_r = \frac{M}{d} \qquad (7.4)$$

式中： M =間柱弦材另一端所測得之力矩；
d =剪力牆兩端錨定連接處之中心距離。

（2）剪力牆弦材於剪力牆全長應爲連續。剪力牆之覆蓋板不得作爲剪力牆弦材拼接之用。

7.3.9 框組式構造之橫隔版弦材得依下列方式計算：

（1）垂直於載重方向之周邊框架可視爲橫隔版弦材。弦材與其連接部之設計，應能承受橫隔版之最大彎矩。

（2）橫隔版弦材之軸向力得依下式計算（參考圖 7.3-5）：

$$P = M_1/d \pm M_2/a \qquad (7.5)$$

式中： M_1 =沿橫隔版全長所施加之力矩，kgf-m；
d =平行於載重方向之橫隔版尺寸，m；
M_2=沿橫隔版開孔長度所施加之力矩，kgf-m；
a=沿載重之方向開孔邊緣至橫隔版弦材之距離，m。

（3）針對承受均佈載重之簡單支承橫隔版，M_1 及 M_2 爲：

$$M_1 = wL^2/8 \qquad (7.6)$$
$$M_2 = w_e b^2/12 \qquad (7.7)$$

式中： w =施加於橫隔版之側向載重之和，kgf/m；
L =垂直於載重之橫隔版長度，m；
w_e=橫隔版邊緣所承受之側向載重；
b=垂直於載重之開孔長度。

（4）橫隔版弦材於橫隔版全長應爲連續。當弦材不連續時，弦材應予拼接以承受軸向載重。橫隔版之覆蓋板不得作爲橫隔版弦材拼接之用。

【解說】

應用本節橫隔版弦材之軸向力計算公式時，各參數之定義如下圖所示，其中 w_e 得以 w/2 估計之。

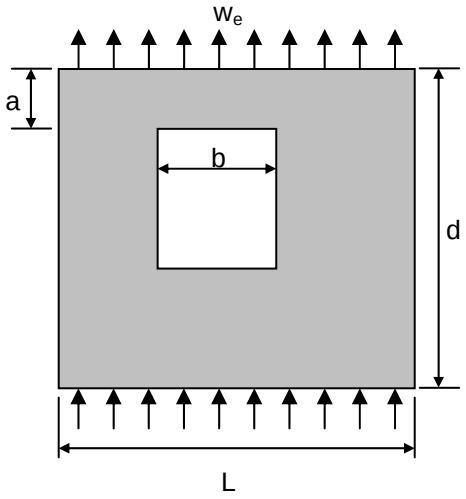


圖 7.3-5 框組式構造之橫隔版弦材圖例

7.3.10 框組式構造之剪力牆及橫隔版的細部得依下列規定辦理：

（1）框架構材之厚度應至少爲 38 mm，牆間柱之中心距不得超過 455mm。

（2）鄰接之覆蓋板邊緣應固定於框架構材上。

（3）除橫隔版或剪力牆之邊緣部份外，木質橫隔版及剪力牆應以不小於 900 mm x 1800 mm 尺寸之木質結構板材建構之。

（4）於接近邊緣、開孔及其他框架變化處，覆蓋板之最短邊尺寸不得小於 300 mm，否則覆蓋板所有邊緣均須以框架或橫擋支撐。

（5）剪力牆於所有覆蓋板邊緣均應配置框架構材或橫擋。凡覆蓋板寬度不及 300 mm 者均應予橫檔支撐。

（6）可能受到經常潮濕條件之鐵釘，應具有保護性之被覆層以防止腐蝕。

（7）鐵釘釘著處距覆蓋板邊緣不得少於 10 mm，沿覆蓋板內部框架（或橫擋）之釘距不得超過 300 mm。上述鐵釘應牢固地釘入構材中，但不應釘著過力而陷入覆蓋板中。

7.4 制式工法

7.4.1 框組式構造應依第 7.3 節工程設計法之規定設計施工，惟符合下列條件之建築物，得依 7.1.2 節規定之認可程序通過的制式工法設計施工。

（1）單棟建築物之總樓地板面積不得超過 600 m^2 且長寬均不得超過 24m；
（2）建築物之高度應不超過三層或平均屋頂高不超過 10 m，平均屋頂高度之定義參考圖 7.4-1；

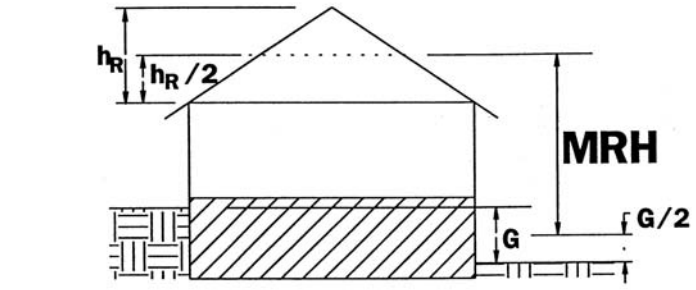
（3）各框架內之構材間距不得超過 610 mm；
（4）橫隔版或屋頂構架之單一跨距不得超過 8 m；
（5）單層承重牆高度不得超過 3 m；
（6）單層非承重牆高度不得超過 6 m；
（7）椽條出簷不得超過椽條跨距三分之一或 610 mm，參考圖 7.4-2；
（8）斜屋頂懸出山牆部份，不得超過桁條長度之半或 610 mm（參考圖 7.4-3）；若斜屋頂出山牆部採用牆板繫條者，則不得超過 310 mm（參考圖 7.4-4）；
（9）屋頂之坡度不得超過 45°。

7.4.2 制式工法之結構應詳盡規劃，其抗風壓及抗地震之設計條件，均應依建築技術規則之規定辦理。

7.4.3 除技術手冊另有允許者外，使用替代產品或其他基礎錨定系統，均應符合第 7.3 節之規定。

【解說】

框組式構造建築物之樓層數計算與平均屋頂高度（MRH）定義，如圖 7.4-1 所示。另外，屋頂面懸出牆面之長度規定，參考圖 7.4-2 至 7.4-4。



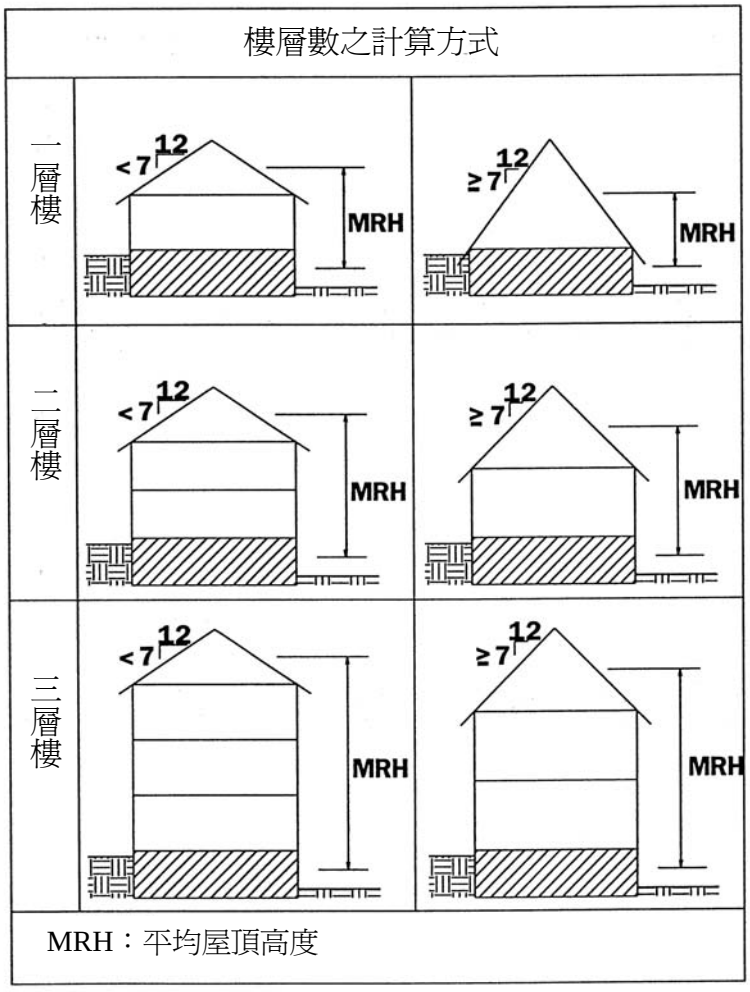


圖 7.4-1 樓層數及平均屋頂高度之定義

（摘自"Wood Frame Construction Manual for One- and Two-Family Dwellings", 2001 Edition ANSI/AF&PA WFCM-2001）

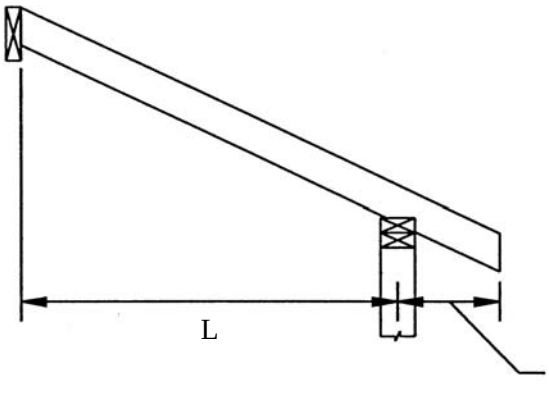
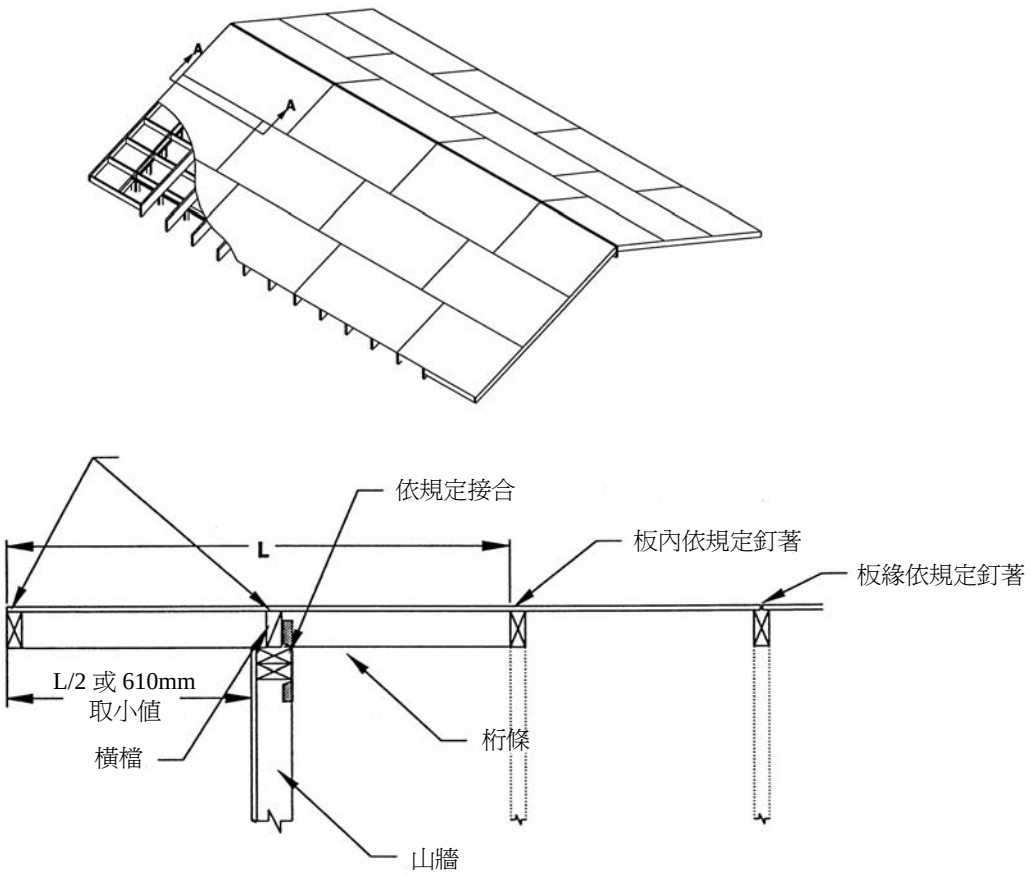


圖 7.4-2 椽條出簷長度限制

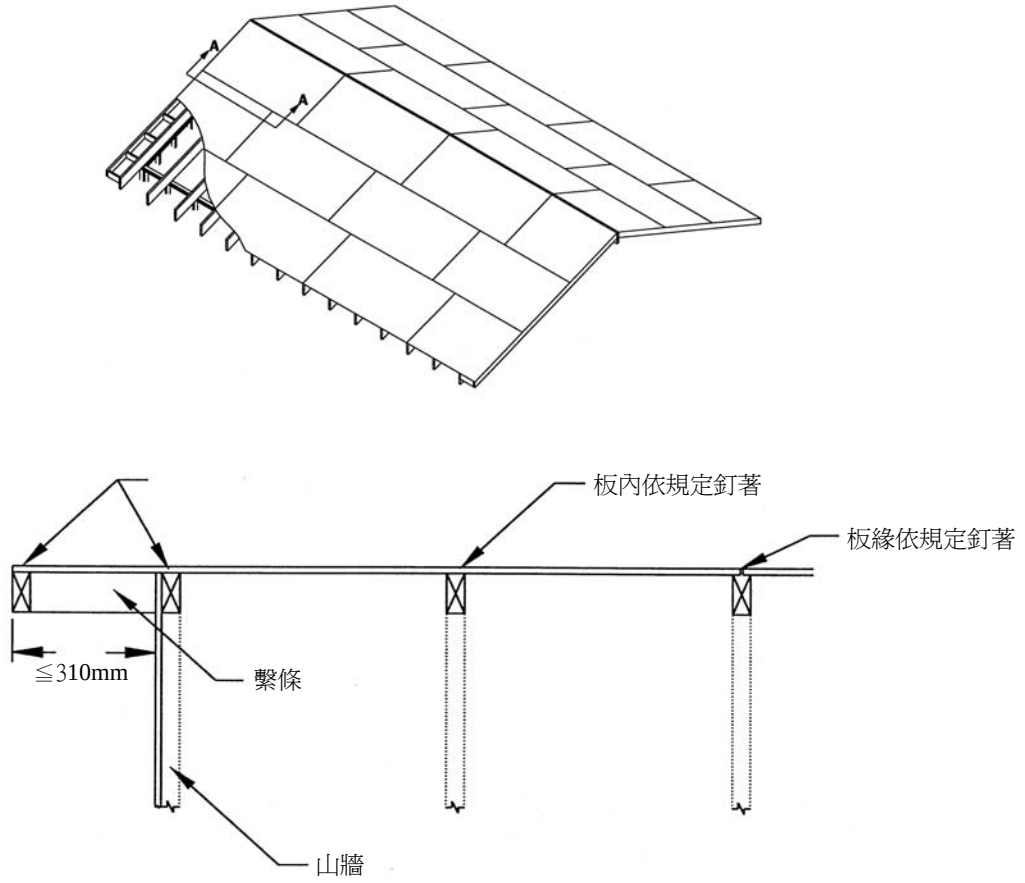
（摘自"Wood Frame Construction Manual for One- and Two-Family Dwellings", 2001 Edition ANSI/AF&PA WFCM-2001）



斷面 A-A

圖 7.4-3 斜屋頂懸出山牆長度之限制－使用桁條

（摘自"Wood Frame Construction Manual for One- and Two-Family Dwellings", 2001 Edition ANSI/AF&PA WFCM-2001）



斷面 A-A

圖 7.4-4 斜屋頂懸出山牆長度之限制－使用繫條
（摘自"Wood Frame Construction Manual for One- and Two-Family Dwellings", 2001 Edition ANSI/AF&PA WFCM-2001）

第八章 建築物之耐久性與維護計畫

8.1 耐久性與維護計畫

8.1.1 耐久計畫之基本方針

（1）建築物之耐久性，須於建築及結構之規劃設計時充分考量，並由適切之施工、使用及維護管理來確保整隔生命週期之耐久性；

（2）須製訂周詳之維護管理計畫，並由使用者遵循實施。

【解說】

木質構造建築物不僅在構造方式具多樣化，其用途亦由住宅擴大至各類型建築，例如體育館、文化中心、紀念性建築物等公共建築，以及倉庫、工廠、餐廳、事務所等商用建築，因此其耐久性之提升已成爲重要之課題，爲達此目的，除木材或木質部材之防腐與防蟻對策外，有必要導入所謂的耐久計畫。

建築物係依據相關之耐久性目標，進行設計、施工及維護管理，而耐久性目標，除耐用年數外，其他如使用性能、經濟性、維護性及資源、能源之有效利用等，均應一併設定。

建築物之耐久性會受到規畫、設計、以至於施工、使用、維護等各階段對耐用性所考慮程度之影響。也就是說，即使在規畫設計階段已考慮耐久性問題，若施工不當、維護不周時，建築物亦無法達到預定之耐久性。反之，即使有適當之維護計畫，於規畫設計時未充分考量耐久性問題，建築物同樣無法達到預定之耐久性。另外，以環境保護觀點而言，廢棄物之安全性與資源之再利用亦有必要一併考慮。因此針對建築物之耐久性課題，關鍵在於對建築物整個生命週期中，各階段維護管理計畫之認知與瞭解，表 8.1-1 即說明耐久性計畫中，各階段相對應之必要步驟與基本方針。

表 8.1-1 耐久性判定及維護管理

維護管理	耐久性判定		維護管理主體者之判定
	設計、施工	材料	
檢查	A，B，C	A，B，C	A，B，C
↓	爲 C 時，應特別重視建設時之管理，並斟酌時間進行修補、置換，修補、置換有必要爲 A 或 B。		
修補	A，B，C	A，B，C	A，B，C
↓	爲 C 時，應特別重視定期檢查，判定其劣化程度，必要時需進行置換，置換有必要爲 A 或 B。		
置換	A，B，C	A，B，C	A，B，C
↓	爲 C 時，參照設計時所假定之使用環境的耐久年數，判定劣化程度，必要時進行廢棄，廢棄有必要爲 A 或 B。		
廢棄	A，B，C	A，B，C	A，B，C
↓	爲 A 或 B 時，判定其劣化程度，進行再利用或廢棄； 爲 C 時，廢棄物不會引起環境污染，進行回收、再資源化之利用，材料與製品之維護管理爲密閉狀態是必要的。		

註：A 爲被顧慮的（容易）；B 爲有顧慮的（可能）；C 爲不被顧慮的（困難）。

8.1.2 考慮耐久性之規劃設計方法

（1）設定建築物之耐用年限
耐用年限係對建築物整體及各部位、構件與機器等各別推定之，依劣化程度判定之耐用年數或依腐化程度判定之耐用年數，取其較小值。

（2）考慮耐久性之規劃設計方法係依所設定之耐用年數實施之。若以結構體之劣化爲主，判定其耐用年數時，設計上應考量防止腐化之目的，制訂適當之增改建築計畫及解體材再利用等變通性。

【解說】

依據日本對住宅之實際調查顯示，建築物拆除之原因爲機能性降低或不足，而構材方面，老朽化較劣化情形爲多。近年來日本住宅重建多導因於腐朽或受白蟻侵害，因顧慮建築物安全而被拆除者爲數極少，而且許多被拆除之建築物屋齡極短，可說是缺乏耐久計畫所造成的。由於木質構造建築物之用途與規模均已日益擴大，相關之耐久計畫漸趨重要。目前各先進國家對建造建築物所造成之能源消耗問題相當重視，尤其是所釋出與地球溫暖化有關之 CO_2 含量，依據研究顯示，木質構造建築物所釋出之 CO_2 含量顯著的比其他構造爲少，而其結構體自重更小；因此，在資源節約或地球環保之課題中，木質構造建築物將可發揮相當大之功能；而從廢棄物之減量考慮，耐用年數之提升將具更大之意義。

建築物規畫、設計時之目標耐用年數，應考量下列項目設定之：

（1）目標耐用年數係與建築物整體及其構材、組件等劣化所引起之性能、機能降低、以及經濟效益不佳或老朽化有關，從建築物完工後至下述狀態爲止之預期年數，可作爲耐用年數等級之判定標準。針對具文化、學術或紀念價值之建築物亦有必要充分考量。

（a）建築物整體有必要進行大規模修建、改建或廢棄之狀態。

（b）各構材、組件等有必要進行大規模修繕、置換或更新之狀態。

（2）目標耐用年數係由建築物整體及其構材、組件等、以及建築物空間用途與材質等決定之，其耐用年數需整合至期望值。

（3）爲達到資源、能源之有效利用與優質建築物之目的，目標耐用年數應盡可能延長，而生命週期內之能源與成本消耗應盡可能降低。

爲防止老朽化之目的，於設計個別住宅時，應同時考慮增改建之變通性計畫，例如日本世紀房屋系統(century housing system, CHS)之構想。木造建築物拆除後之構材再利用於建築物時，如擬作爲木材原料之多樣性使用時，其拆除方法、廢棄或階段性利用等應充分考量。

影響建築物耐久性之要因爲：（1）使用材料之耐久性能，如斷面尺寸及防腐、防蟻處理等；（2）使材料劣化之外力條件，如腐朽菌之生物劣化、浸水或沾水部位之劣化及接合鐵件在海岸或溫泉區之腐蝕等；（3）建築物各部之構法，如材料避免進水之構法、水分或濕氣侵入後易排出屋外之構法、水分侵入後不易與材料直接接觸之構法等，前述之構法可採用架高之基礎或 RC 構築，其他如採取通氣容易之外壁、有多個換氣孔之筏基或屋頂等；（4）耐久性相關之施工管理（含檢查），包括材料性能確認、材料之儲存及施工條件等；（5）建築物之維護管理。

8.2 防腐工法

8.2.1 防腐工法之種類

木質構造建築物之防腐工法，包括運用適當之構造方法、以及將木材及木質材料經由防腐藥劑處理之方法。應以使用構造法爲原則，防腐劑處理則應爲最低限。

（1）利用構法

對於建築物之屋頂、內外牆、地板開口構材、排水周邊部位等，應設置防雨、防水、防露設施；而對於屋架、梁柱、牆壁組、地板組之內部，應保持乾燥並兼顧換氣與除濕。

（2）利用防腐劑處理法

使用木材防腐劑，施以加壓注入、浸漬、噴塗等處理。

【解說】

木材腐朽菌之繁殖條件包括氧、溫度、水分及營養源，其中任何一項欠缺時，即可達到木材之防腐功效。木質構造建築物可利用構法使木材及水分分離，以防雨、防水及防濕爲重點，亦可擴及止雨、止水之效能；另外，亦可將木構材以防腐劑處理，使其營養源毒性化，皆可達到防腐之目的。

防腐工法雖然包括利用構造方法與木質材料防腐劑處理等二種方法，但應避免單獨依賴藥劑處理，而應盡可能利用構造方法。因爲藥劑毒性對於使用階段之安全性或拆除後再利用時之安全性尚有不少是未知者，故防腐劑處理應爲最低限，中國國家標準 CNS 3000 即規定防腐藥劑使用於不同環境之材料時，其吸收量區分爲 K1, K2, K3, K4 及 K5 等五種。另外，藥劑處理所引起之環境污染，對於生態等影響亦須考慮；而施工時、使用時及拆除廢棄時亦應妥善管理，尤其是施工或廢棄時，應由具相關資格之專家爲之。

（1）採用構法

此係防止水分侵入構造體，或遭浸透時儘快使水分乾燥之方法，尤其指屋頂面、外牆面、基礎、窗戶出入口部、落水管處等有水分侵入之虞者，由於水分侵入後含有濕氣，因此屋架組內、外牆內、地板組內之換氣、乾燥應多加注意。

（2）利用防腐劑處理法

以防腐實例而言，對易腐朽處之部材進行防腐劑處理，其防腐效果比利用構造方法更爲直接。防腐劑之防腐效果係依其種類、濃度及處理方法之不同而異，並因而影響到建築物之耐久性。

8.2.2 防腐工法之實施

選擇與建築物周圍環境、建地條件、建築物構法、用途、規模及目標耐用年限相對應之防腐工法加以實施。實施防腐處理時，下列項目爲其基本原則：

（1）利用構法

（a）主要部分之木材應使用乾燥材。

（b）對於特別容易腐朽之場所，應使用耐腐朽性佳之木材。
基礎構造爲木地檻、地板、外牆等，應爲耐腐朽之構造，並應設置適當之換氣口。

（c）廚房、浴室等排水周圍部分，應施予防水措施，並應注意使水分不會滯留且容易乾燥。

（d）屋架組內之換氣，必需設置相對應之換氣口，並注意防露。

（2）利用防腐劑處理法

（a）木材防腐劑及其吸收量，應依 CNS 14495「木材防腐劑」及 CNS 3000「木材之加壓注入防腐處理方法」之規定。

（b）木材防腐劑處理應考量處理效果、安全管理及施工性等，選擇適當之方法。

（c）即使爲防腐處理材，對於橫向接合處或縱向接合處之加工部分，應進行再處理。
（d）施工時，防腐處理材之養生、藥劑之保管、作業場所之安全性等，應充分注意。

【解說】

一般木質構造建築物容易發生腐朽之場所，包括：

（1）一般日照、通風不良之場所；
（2）易暴露在雨水之部分，例如直接接觸外面之外牆、簷端等；
（3）經常接觸水之場所，如水分容易發生滯留之流理台、廁所、浴室等；
（4）北側最易發生腐朽，其次分別爲西側、東側及南側；
（5）塗抹水泥砂漿之大壁構造比真壁構造容易腐朽；
（6）有可能產生內部結露之處；
（7）與鐵件接觸，其表面有可能產生結露之處。

因此，容易發生構材腐朽之部位如下：

（1）與混凝土、磚石、土壤及其他類似含水物質接觸或埋入之構材；
（2）鄰近給、排水管之木質構材部份；
（3）外牆內易使水分滯留之底部構材，如地檻、柱及斜撐之底部等；
（4）塗抹水泥砂漿之基礎部；。
（5）地板托梁及地板欄柵；
（6）柱與窗台之橫向接合部份。

由於木質構造建築物之耐久性會隨周圍環境、建地條件、構法、木材防腐劑種類、濃度及處理方法等之不同而異，因此於設計時便須注意此點，選擇適當之防腐工法。

（1）利用構法

屋頂、外牆及出入口部等之雨蓬、以及浴室、流理台等之止水設施等，均與防腐效能有關；而地板、牆內、屋架內之通風方法亦爲防腐構法之一。

（a）就木材腐朽與其含水率之相關性而言，含水率在 25~35%爲臨界點，超過時木材會容易腐朽，因此採用含水率在 25%以下之木材爲佳，構造材之含水率應在 25%以下。
（b）不同樹種之木材，其對腐朽菌之抵抗程度亦不同，在易腐朽之部位（如地檻等），選用耐腐朽之樹種（如羅森柏、扁柏或檜木等），可達到適材適用之目的。另外，樹木之邊材及心材的耐腐朽性不同，心材的耐腐朽性較佳，因此在易腐朽部位以選用心材爲宜。
（c）卵石基礎固然在耐震上有所助益，但由於地盤之吸濕效應，使地檻材非常容易發生腐朽，因此需考慮地板下方之通氣，通常將地板設置在地盤面 20cm 以上之高度，在朝濕地區，此數值可能需再提高；換氣口之數目依基地之乾濕程度而異，在 450cm^2 內以每 5m 設置一處較爲適當。

（d）塗抹水泥砂漿或貼磚石之外牆構造，對於一次侵入牆內之雨水，其乾燥時間比橫木板牆構造爲慢。因此，木材含水率會變高，腐朽菌會因而蔓延，危害甚大，因此牆內必須設有充分之通氣構造，以加速木材乾燥。

（e）流理台、浴室等亦爲木質構材容易腐朽之場所，水分容易侵入牆體，因此牆內必須設有充分之通氣構造，或進行必要之防腐處理。

（f）屋頂漏水易使屋架組構材發生腐朽，需特別注意；山牆部分可設置換氣口，幫助空氣流通。

（2）利用防腐劑處理法

木材實施防腐劑處理時，需考慮藥劑之防腐效果及其持續性、浸透性，以及其對金屬類之腐蝕性與處理後之木材對火之危險性、塗裝性、著色之有無、處理之難易及對人體之影響等，再決定防腐劑之種類、濃度及處理方法。

8.2.3 設計上之注意事項

（1）外牆使用疏水性之材料。
（2）必須考慮排水及雨水之收集。
（3）避免雨水收集不良之設計。
（4）避免屋頂形狀複雜，並盡可能避免內落水管。
（5）屋頂遮陽板在不會妨礙採光及構造的範圍內，盡可能突出較多部分。

8.3 防蟻工法

8.3.1 防蟻工法種類

木質構造建築物之防蟻工法，包括運用適當之構法、將木材及木質材料等利用防蟻藥劑處理之方法、以及土壤處理法。應以使用構法爲原則，藥劑處理方法應爲最低限。

（1）利用構法

構造上應有適當之防雨、防水、防露設計，並設置白蟻無法由土壤侵入建築物內部之措施與設計。

（2）利用防蟻劑處理法

使用木材防蟻劑，施予加壓注入、浸漬、噴塗、以及塗布等處理，應依據 CNS 3000「木材之加壓注入防腐處理方法」及 CNS「木材防腐劑處理吸收量之測定方法」之規定。

（3）土壤處理法

對於接觸建築物之部分土壤，進行藥劑處理，以防止白蟻從土壤侵入建築物。

【解說】

國內常見之白蟻有台灣家白蟻、黃肢散白蟻、黑翅土白蟻、乾木白蟻等，尤其以台灣家白蟻爲害最嚴重。溫度、濕度（水分）、氧氣等乃昆蟲繁殖之必要條件。因此，可從調節室內溫濕度與通風等環境控制方法著手，將室內相對濕度長期間維持在 80%以下，則木材含水率可保持在 16%以下，如此可減低白蟻爲害之機會。

白蟻危害係依白蟻種類之不同，其蝕害場所、範圍及程度亦不同；另外，即使同一種白蟻，亦會受氣候及地域性影響，其蝕害程度亦不同。因此，進行防蟻工法時，應事前調查建築基地周邊之蝕害狀況後，再決定防蟻工法之種類及處理場所。木構造建築物易遭台灣家台蟻蝕害之場所如下：

（1）地檻、隅撐地檻、地板托梁、一樓地板墊頭梁及地板支柱、窗台；
（2）柱、間柱及斜撐之下部；
（3）下方被覆材、基礎材之下部；
（4）柱及橫架材之接合部；
（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；
（7）大壁內部之構材。

台灣家白蟻、黃肢散白蟻均會由土壤中侵入屋內，將其侵入路途遮斷之方法包括利用構造法與土壤處理法。

8.3.2 防蟻工法之實施

防蟻工法依白蟻種類、鄰接建築物蝕害程度、周圍環境、建地條件，建築物構法、用途、規模以及預定耐用年數等情況，實施相對應之方法。

（1）構法
- （a）將基礎設計成爲階梯狀，使木地檻與基礎之接觸減少。
- （b）設置防蟻之被覆金屬板，以防止白蟻由地面侵入。
- （c）地板下面地盤鋪設混凝土。
- （d）注意地板下方、牆壁內部、屋架組內之換氣。
- （e）廚房、浴室及洗臉台等之排水周圍部分，盡可能集中在一處，使其構材成爲不會濕潤之構造。

（2）防蟻劑處理法
- （a）木材防蟻劑應依 CNS 14495「木材防腐劑」之標準。
- （b）木材防蟻處理應考量處理效果、安全管理及施工性等，選擇適當之方法。並依據 CNS 3000「木材之加壓注入防腐處理方法」及 CNS「木材防腐劑處理吸收量之測定方法」進行。
- （c）既使爲防蟻處理材，對於橫向接合處或縱向接合處之加工部分，應進行再處理。

（d）施工時，應充分注意防蟻處理材之養護、藥劑之保管、作業場所之安全性。

（3）土壤處理法

施工時，應由專業人員進行，並需充分注意其養護、藥劑之保管及作業場所之安全性。

【解說】

（1）構法

利用構法防蟻的直接方法爲阻止其侵入建築物內，而間接方法爲防止木材潮濕。阻止白蟻侵入之構法，因屬特殊構造，一般分爲(a)、(b)、(c)三種。而間接方法可適用與防腐相同之方法。

（2）木材防蟻處理法

遭白蟻蝕害之部位多與腐朽場所重合，因此，防蟻與防腐效果應同時具備。

（3）土壤處理法

土壤處理法因使用藥劑（如陶斯松），有危害環境及污染地下水之可能性，且其藥效會隨時間經過而降低。

白蟻是社會性昆蟲，亦爲自然生態系之一份子，環境中白蟻族群的大小，係判斷建築物受害機率的重要指標。依據族群調查與環境監控，利用各種陷阱誘捕白蟻，進而在陷阱中，施放系統性藥劑，以降低族群數及族群大小。「蟻巢滅餌劑防治系統」（Sentrison Colony Elimination System）係採用昆蟲生長調節劑中之六伏隆（Hexaflumuron）爲藥餌，以 0.5%極低劑量添加於白蟻誘餌的紙卷內，以佈餌方式置於白蟻已侵入或可能侵入的地點。施作時室內直接放置在餌盒，室外土壤下則以木材爲誘餌，白蟻侵入後才更換爲藥餌。「六伏隆」可抑制幾丁質合成，使白蟻最終因不能正常蛻皮而死亡，將此昆蟲生長調節劑製作成誘餌，誘引白蟻自行取食再帶回蟻巢內，然後傳播至整個蟻巢，白蟻最終因不能正常蛻皮而達到滅絕整個蟻巢的效果。「六伏隆」爲無色、無味，不會污染地下水及環境。

第九章　建築物之防火

9.1 一般規定

木構造建築物之防火設計及施工,除應依建築技術規則建築設計施工編第三章規定外，其構造系統之防火設計依本章規定。

本章規定以外之其他火災安全防護措施（防火設計），應經中央主管建築機關認可。

【解說】

建築法規基於公共安全，對於一定使用用途、樓層數及規模大小之建築物要求須為防火構造建築物，此規定於建築技術規則設計施工編第六十九條，但工廠建築除依C類規定外，作業廠房樓地板面積，合計超過五十平方公尺者，其主要構造，均應以不燃材料建造。木構造建築物亦須符合此規定。

其他特殊構造系統之防火設計,適用建築技術規則確有困難者或尚無建築技術規則及中華民國國家標準適用者，可檢具申請書及性能規格評定書，向中央主管建築機關申請辦理建築新技術新工法新設備及新材料認可申請。

9.2 木構造建築物防火規劃基本原則

木構造建築物為非防火構造者，應依下列事項，考量必要之防火措施：

（1）防火區劃依規定設置,以各種構造及防火設備區隔達到規定之防火時效。

（2）內部裝修依相關內部裝修限制設計。

（3）外牆及屋頂，以使用不燃材料建造或覆蓋為原則。

（4）走廊、通道及出入口應符合逃生避難安全要求。

（5）防火間隔依規定留設，避免火災延燒至鄰棟建築物。

木構造建築物為防火構造者，除依上項規定外，並須考量主要構造之柱、樑、承重牆壁、樓地板及屋頂應具備規定之防火時效。

【解說】

木構造建築物依建築技術規則建築設計施工編規定，需考量必要之防火措施。木構造建築物防火安全設計之一般目的，為抑制火災引起的危險造成建築物本身與鄰棟建築物中的人員傷亡及財產損失。設計之考量，應以防止突發性火災的發生，及避免在火災發生後造成之人員傷亡與財產損失。木構造建築物防火規劃基本原則如下：

（一）防火區劃設置規定如下：

（1）木構造建築物屬防火構造者，依建築技術規則建築設計施工編第七十九條規定：

其總樓地板面積在一、五〇〇平方公尺以上者，應按每一、五〇〇平方公尺，以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板區劃分隔。防火設備並應具有一小時以上之阻熱性。

前項應予區劃範圍內，如備有效自動滅火設備者，得免計算其有效範圍樓地板面積之二分之一。

防火區劃之牆壁，應突出建築物外牆面五十公分以上。但與其交接處之外牆面長度有九十公分以上，且該外牆構造具有與防火區劃之牆壁同等以上防火時效者，得免突出。

建築物外牆為帷幕牆者，其外牆面與防火區劃牆壁交接處之構造，仍應依前項之規定。

（2）木構造建築物屬非防火構造者，依建築技術規則建築設計施工編第八十一條規定：其總樓地板面積應按每五〇〇平方公尺，以具有一小時以上防火時效之牆壁予以區劃分隔。

連棟式木構造建築物屬非防火構造，依建築技術規則建築設計施工編第八十四條規定：建築面積超過三〇〇平方公尺且屋頂為木造等可燃材料建造之屋架時，應在長度每十五公尺範圍內以具有一小時以上防火時效之牆壁區劃之，並應突出建築物外牆面五十公分以上。但與其交接處之外牆面長度有九十公分以上，且該外牆構造具有與防火區劃之牆壁同等以上防火時效者，得免突出。

（二）木構造建築物之內部裝修材料，依建築技術規則建築設計施工編第八十八條規定。

（三）木構造建築物屬非防火構造者，外牆及屋頂應使用不燃材料建造或覆蓋，依建築技術規則建築設計施工編第八十四條之一規定。但符合同編第一百十條之一第二項者，不在此限。

（四）木構造建築物之走廊、通道及出入口，應依建築技術規則建築設計施工編第四章第一節出入口、走廊、樓梯之規定設計。

（五）防火間隔設置規定如下：

（1）木構造建築物屬防火構造者，其防火間隔應依建築技術規則建築設計施工編第一百十條規定。

（2）木構造建築物屬非防火構造者，其防火間隔應依建築技術規則建築設計施工編第一百十條之一規定。

（六）木構造建築物屬防火構造者其主要構造之柱、樑、承重牆壁、樓地板及屋頂之防火時效，依建築技術規則建築設計施工編第七十條規定。

9.3 木構造防火設計

（1）梁柱構架

（a）構材之最小斷面應依防火時效設計，於時效內燃燒之殘餘斷面須

符合結構設計承載能力所需之最小斷面尺寸規定。

(b) 不同材種集成材燃燒炭化深度依表9.3-1。但經中央主管機關認可者得依認可炭化深度辦理。

(c) 木構材接合部位以金屬扣件接合時，應使用適當之防火被覆材或將金屬扣件設置於規定防火時效之安全斷面內，以確保接合部之強度。

(2) **框組壁式**

(a) 壁體、樓板及屋頂之主構材斷面應符合該系統相關設計及施工規範最小斷面尺寸之規定。

(b) 防火被覆用板材與填充材等應於防火時效內能維持壁體或樓板之防火性能。兩側採用厚度為15㎜以上之耐燃一級石膏板材或厚度為12㎜以上之耐燃一級矽酸鈣板之防火被覆用板材，與壁內填充材為厚度50㎜以上密度60kg/m^3以上之岩棉所構成壁體，防火時效可認定為一小時。

(c) 防火被覆用板材之接縫處理，應於規定防火時效內能維持板材間接縫密合狀態外，並於接縫內側須設置能阻擋延燒之材料，以達設計之防火性能。

(d) 在牆壁、天花板、樓板及屋頂內中空部位等相互交接處，應設置阻擋延燒構造，避免火燄之竄燒蔓延。

(3) **原木層疊(Log House System)**

原木層疊系統除依梁柱構架系統考慮炭化率計算構材之安全斷面與接合部依梁柱構架系統規定處理外，其餘依相關設計及施工規範處理。

(4) I型托樑、桁架及其他構造系統之防火設計，應經中央主管建築機關認可。

【解說】

(一) 梁柱構架系統防火設計

柱、梁、間柱、橫撐木等主構架所使用的構材，若未設置防火被覆時，應預估防火時效內構材之燃燒炭化深度，設計適當之斷面尺寸，使於規定防火時效內燃燒之殘餘斷面(即安全斷面)仍具備結構應有之承載能力。木材之炭化深度，係假設炭化率(火災發生時，從木材表面向內部燃燒炭化之速度)固定，將其乘上持續燃燒時間後求得。

國內實際以CNS12514「建築物構造部份之耐火試驗法」進行5種材種集成材炭化深度實驗，燃燒時間為30、60分鐘，實驗結果如表9.3-1。所以根據實驗結果建議其他材種集成材1小時炭化深度設定為50㎜以上，半小時為25㎜以上，非集成材1小時炭化深度設定為60㎜以上，半小時為30㎜以上。若不依此數據設計，

得採用經中央主管機關認可之實際實驗值設計。如非採炭化深度設計之火災安全防護措施，則應經中央主管機關認可。

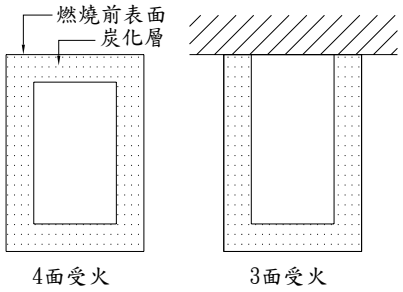


圖9.3-1 木材燃燒炭化深度示意圖



圖9.3-2 木材三面受火1小時燃燒後情況

表9.3-1 不同材種集成材燃燒實驗炭化深度

材種		實驗時間	側邊炭化深度	底部炭化深度	備註
集成材	杉木	30分鐘	20.0 mm	23.5 mm	1. 實驗方法採CNS12514「建築物構造部份之耐火試驗法」。 2.試體三面受火。 3. 30分鐘實驗：試體斷面尺寸260 mm x 140 mm 4. 60分鐘實驗：試體斷面尺寸260 mm x 203 mm
		60分鐘	43.4 mm	46.0 mm	
	柳杉	30分鐘	20.4 mm	21.5 mm	
		60分鐘	42.1 mm	46.8 mm	
	台灣杉	30分鐘	22.7 mm	23.5 mm	
		60分鐘	45.4 mm	49.0 mm	
	花旗松	30分鐘	19.2 mm	20.8 mm	
		60分鐘	37.4 mm	37.9 mm	
	南方松	30分鐘	17.0 mm	17.2 mm	
		60分鐘	32.8 mm	34.0 mm	
	其他材種	30分鐘	25mm		
		60分鐘	50mm		
非集成材		30分鐘	30mm		
		60分鐘	60mm		

木構材接合部之設計應注意保護金屬扣件，避免火災持續燃燒期間因受火害之高溫影響，使金屬扣件強度衰減，導致接合功能之喪失。因此若使用金屬扣件接合時，應設置足夠厚度之防火被覆保護金屬扣件，或將接合金屬扣件設置在具防火時效之構材安全斷面內側。

（二） 框組壁式系統防火設計

框組壁式系統之壁體防火依下列規定設計：

（a）框組壁式2x4工法之最小間柱斷面為38 mmx89 mm，牆間柱之中心距不得超過455mm。

（b）框組壁式2x6工法之最小間柱斷面為38 mmx140 mm，牆間柱之中心距不得超過610mm。

（c）常見防火被覆用板材之種類及最小厚度，可採用厚度為15mm以上之耐燃一級石膏板材（符合CNS4458）或厚度為12mm以上之耐燃一級矽酸鈣板（符合CNS13777）等。

（d）壁內填充材可採用密度60kg/m^{3}以上之岩棉（符合CNS9659），最小厚度50mm。

（e）依上述規定建造者可認定具有1小時防火時效。

（f）當火災發生時，防火被覆用板材之接縫部份很容易成為防火上之弱點，因此除接縫處之密合要求之外，接縫內側得設置足夠斷面之木材等能阻擋延燒之材料，以達到充分之防火效能。

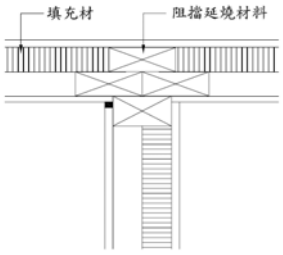


圖9.3-3防火被覆用板材接縫部份與阻擋延燒材料示意圖範例（一）

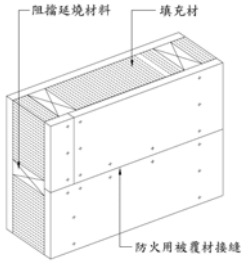


圖9.3-4防火被覆用板材接縫部份與阻擋延燒材料示意圖範例（二）

（g）牆壁、天花板、樓板及屋頂內中空部位因位於防火被覆板材之內側，一旦火舌進入後，很容易成為延燒之路徑，應在其內部做適當區劃，或於構造相互交接處設置阻擋延燒構造，使火舌即使進入後亦不會竄燒擴大至其他區劃或構造。所使用之阻擋延燒構造，應採用具有足夠斷面之木材或耐燃材料。

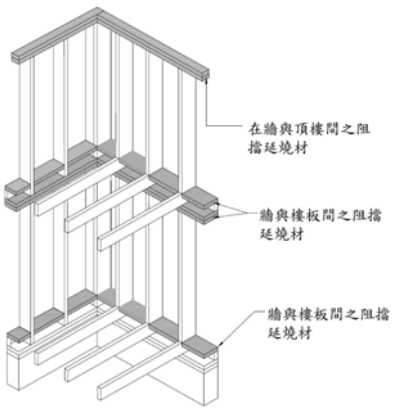


圖9.3-5 框組壁式系統延燒阻擋構造

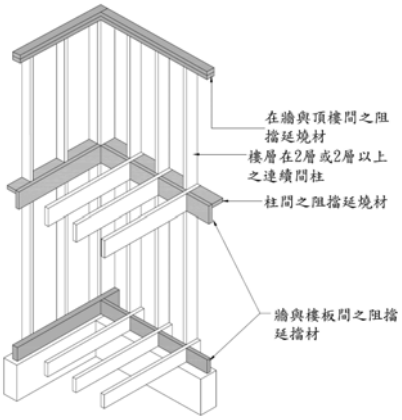


圖9.3-6 框組壁式系統延燒阻擋構造

示意圖（一）　　示意圖（二）

（h）國外常用木構造牆壁、樓地板和屋頂系統可參考附錄六，於國內採用仍須經中央主管建築機關認可。

（三） 原木層疊系統防火設計

原木層疊系統係指以原木、製材或其他類似木材在水平堆積成牆壁之建築物的工法。

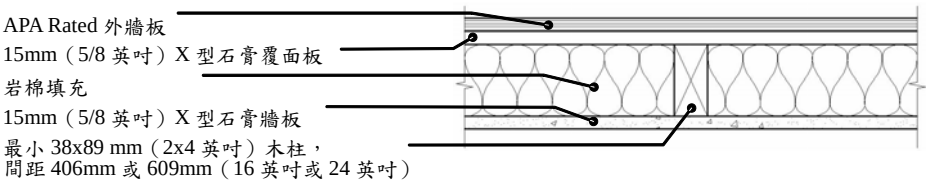
結構構材之斷面防火設計與前述梁柱系統相同，即構材未設置防火被覆材時，應預估防火時效內構材之燃燒炭化深度，設計適當之斷面尺寸，使燃燒後之殘餘斷面（即安全斷面）仍具備應有之承載能力，並確認該安全斷面所承受之長期應力不超過短期容許應力，1小時燃燒炭化深度設定為60㎜以上。

附錄六　國外常用木構造牆壁、樓地板和屋頂系統

木構造牆壁、樓地板和屋頂系統，美國International Code Council出版之2006 International Building Code第7章第720節表720.1（2）及表720.1（3）列有相關規定，需再經檢討以符合我國法令規定，方可於我國使用，如欲參照所列系統設計施工，應經中央主管建築機關認可。

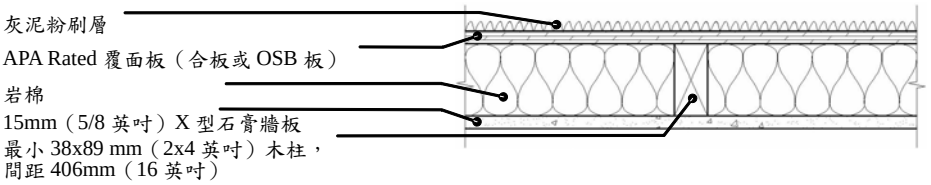
依據美國APA「Fire Rated Systems - Design/Construction Guide」經防火時效實驗驗證通過的承重牆壁、樓板及天花板構造，舉例如下，採用仍須經中央主管建築機關認可：

附圖六-1　具1小時防火時效之承重外牆構造



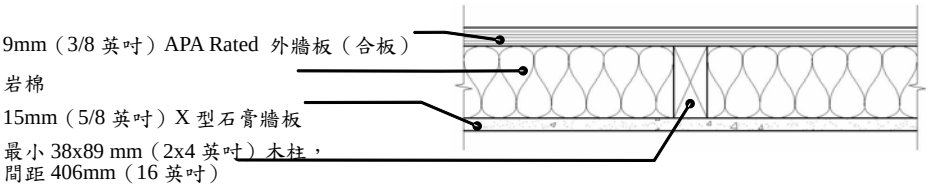
（a）

（參考：1997 Union Building Code Tab. No. 7-B, 1999 Standard Building Code sec. 701.5.2）



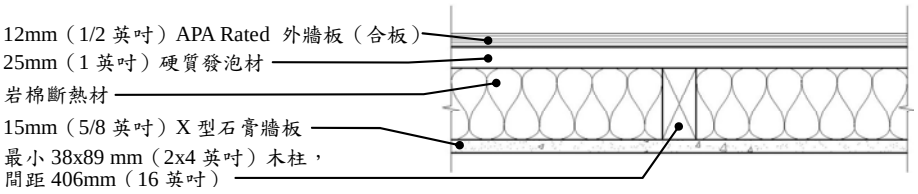
（b）

（參考：2003 International Building Code Table 720.1(2), sec. 2.2.2 of ICC Evaluation Service Inc., Report No.ER-1952）



（c）

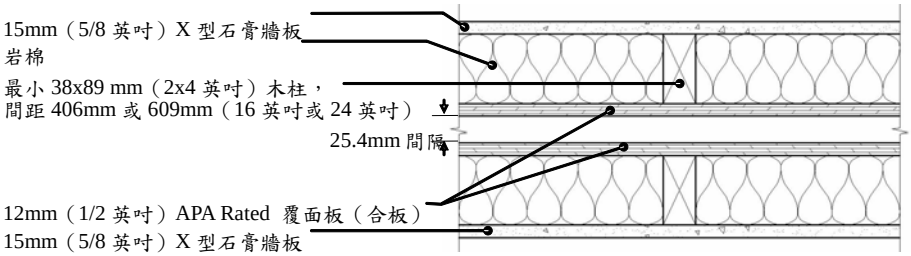
(參考：Section 721-6 of International Residential Code, Section 709.6.2.4 of the International Building Code, Section 6.2 of Guidelines for Determining Fire Resistance Ratings of Building Building Elements（BOCA International, Inc./1994/）)



（d）

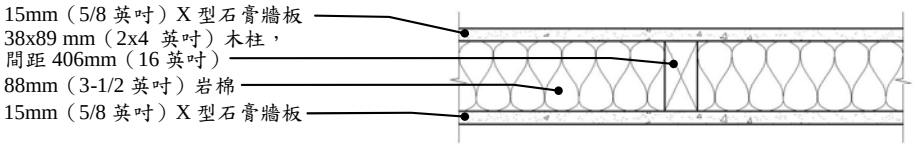
(參考：UL design No. U326, U330（如圖）, U335（如圖）, Underwriters Laboratory Inc. (U.L.) Fire Resistance Directory)

附圖六-2 具 1 小時防火時效之室內承重牆

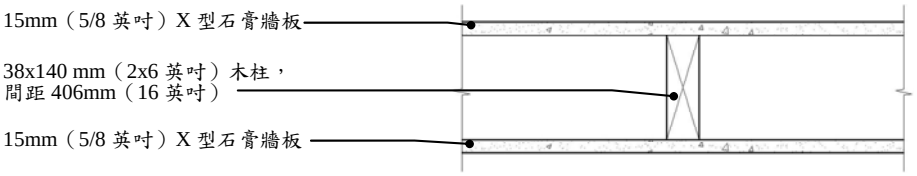


（a）

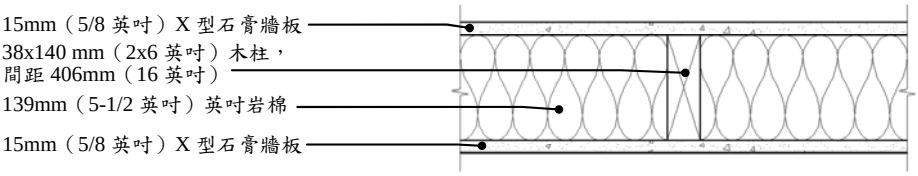
(參考：UL design No. U339, U341（如圖） Underwriters Laboratory Inc. (U.L.) Fire Resistance Directory)



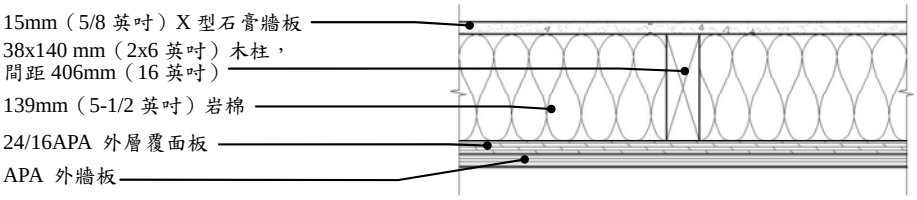
（b）



（c）

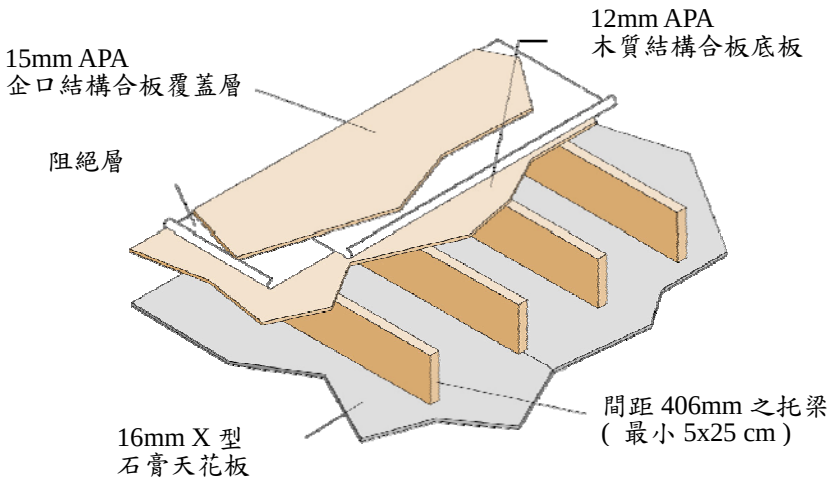


（d）

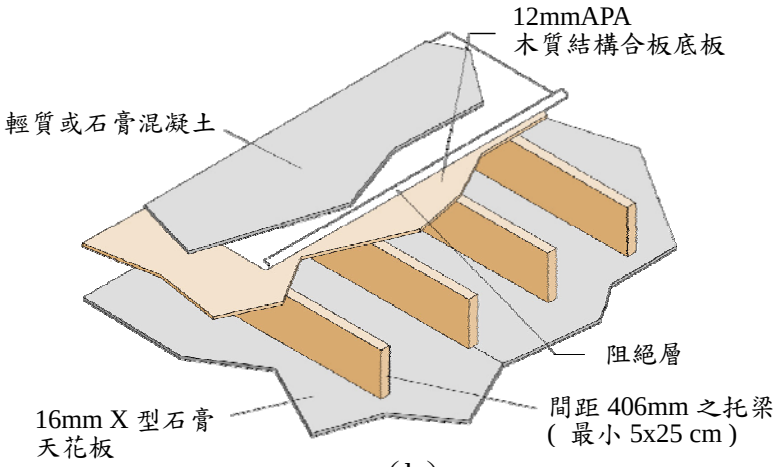


（e）

附圖六-3　具1小時防火時效之樓板及天花板構造

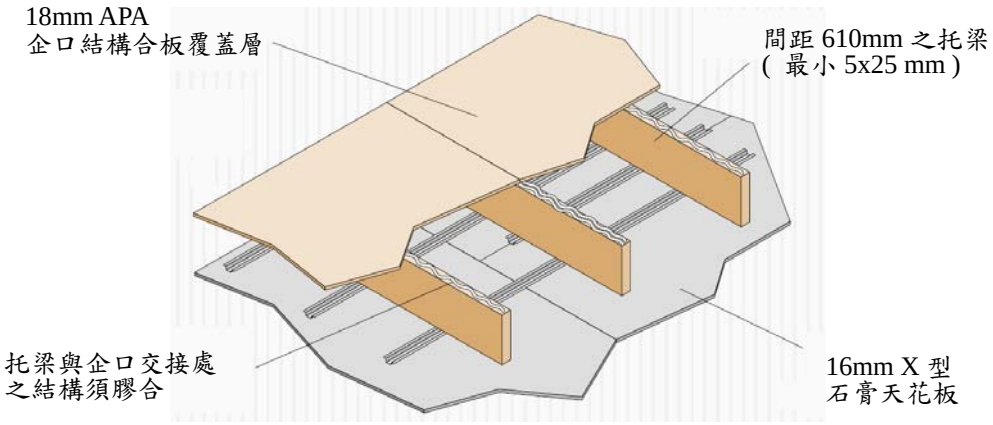


（a）



（b）

（參考：Underwriters Laboratory U.L. Design Nos. L001, L003, L004, L005, L006, L201, L202, L206, L209, L210, L211 (2 hr), L212, L501, L502, L503, L505 (2 hr), L511 (2 hr), L512, L514, L515, L516, L519, L522, L523, L525, L526, L533, L535, L536 (2 hr), L537, L541 (2 hr) and L545. Alsosee U.L. Design Nos. L524 with steel joists spaced 24" o.c., L521 with wood trusses spaced 24" o.c. and L549 with steel trusses spaced 48" o.c.）

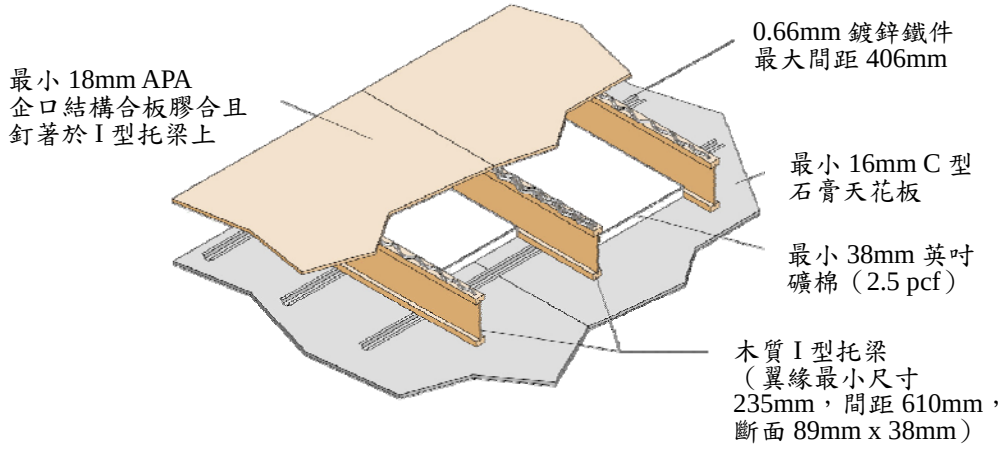


（c）

（參考：Underwriters Laboratory U.L. Design No. L513. Also see U.L. Design Nos. L504 for stressed-skin panel (5/8" APA RATED STURD-I-FLOOR or SHEATHING plywood with joists spaced 12" o.c.); L507 for 5/8" APA RATED STURD-I- FLOOR plywood with joists spaced 16" o.c.; L508 for1-1/8" APA RATED STURD-I-FLOOR plywood with joists spaced 48" o.c.; and L539, L540 with joists spaced 16" or 24" o.c. and separateceiling assembly (for modular housing units). Also see U.L. Design Nos. L524 and L543 with steel joists spaced 19.2" or 24" o.c. (L543 withseparate ceiling assembly).）

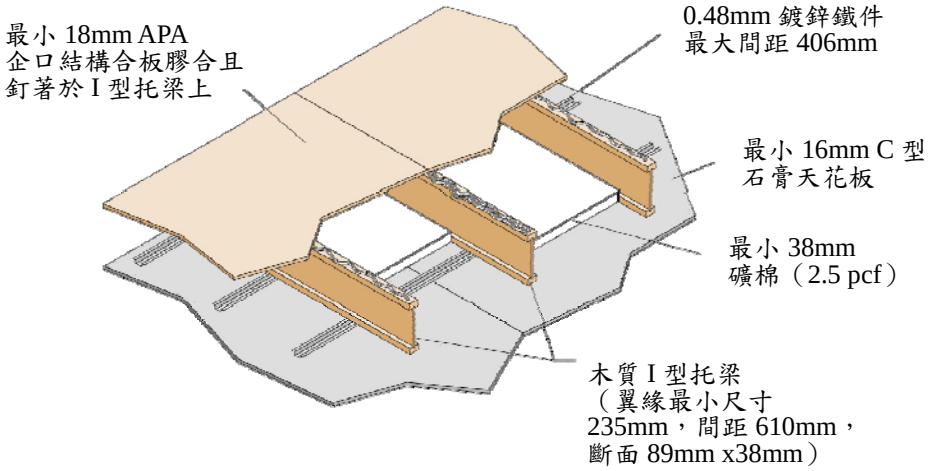
單層 I 型托梁或桁架樓板系統

（參考：U.L. Design Nos. L528, L529, L534, L542 and L548 with trusses or L544 with I-joists spaced 24" o.c. maximum. Also see GA File No.FC5512 for generic, nonproprietary truss assembly.）



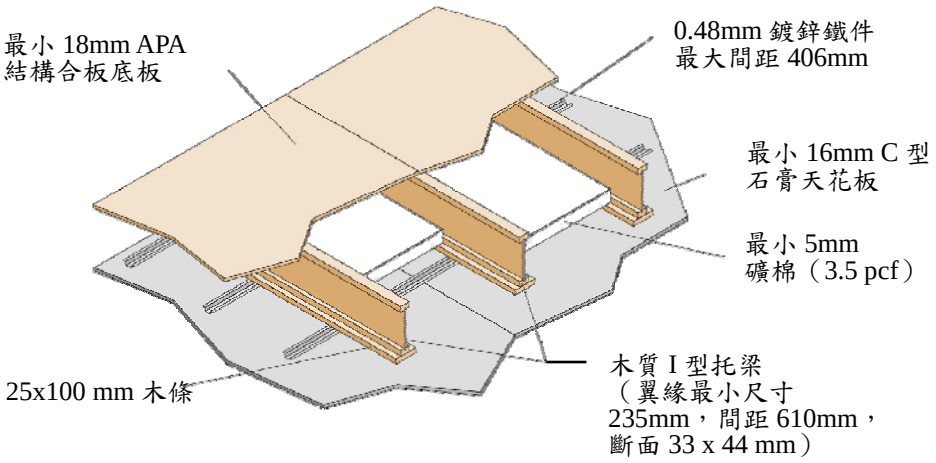
（d）

（更多細節參考：AF&PA DCA 3 Assembly WIJ-1.1）



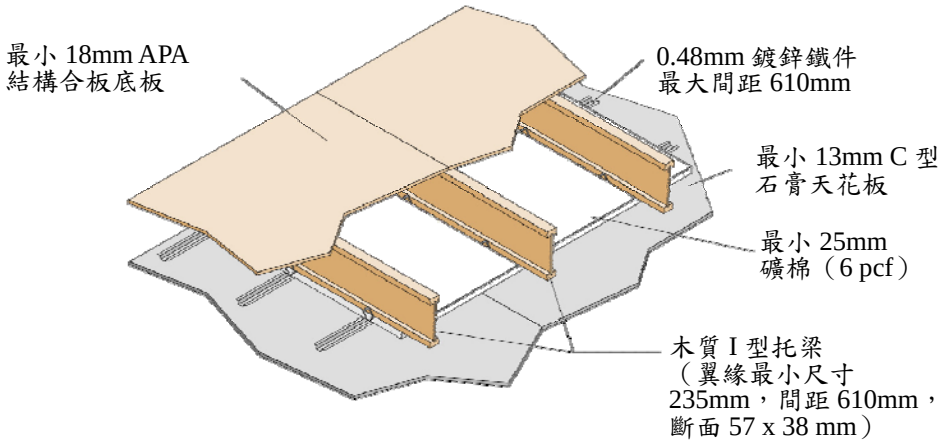
（e）

（更多細節參考：AF&PA DCA 3, Assembly WIJ-1.2）



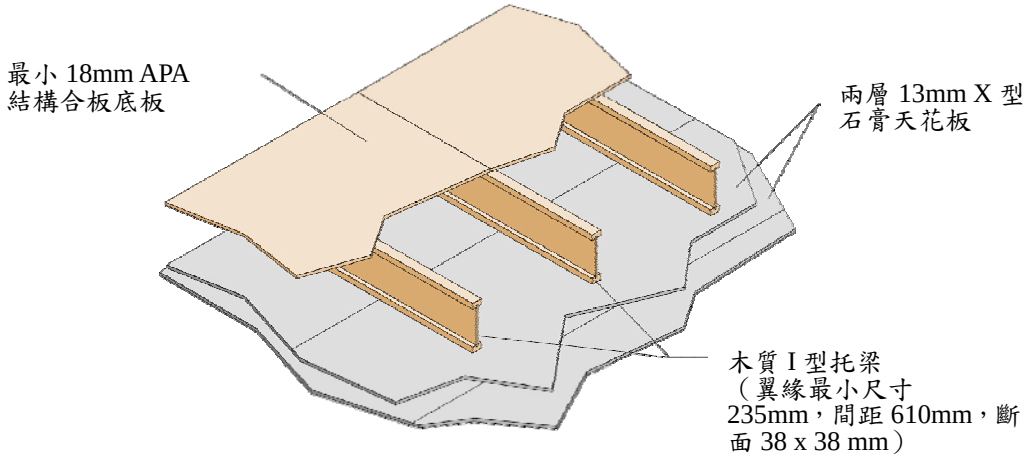
（f）

（更多細節參考：2003 IBC Table 720.1(3), Item No. 24-1.1）



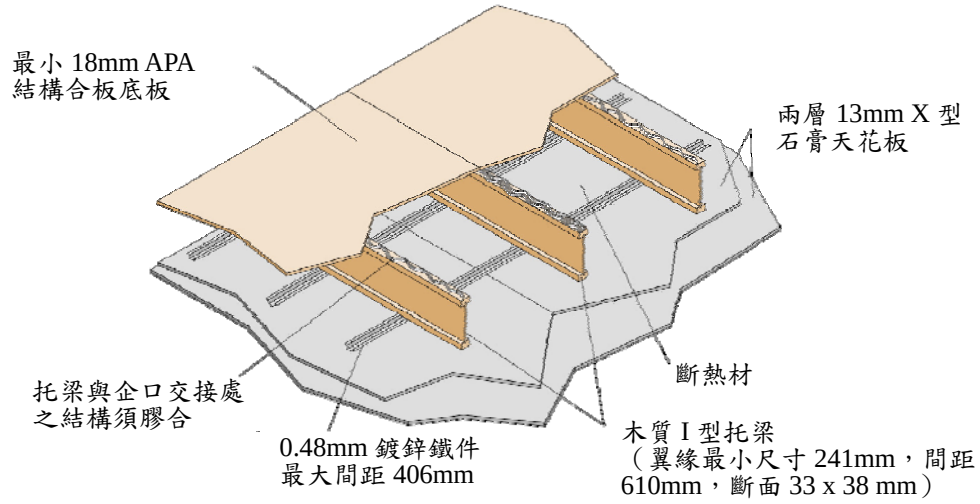
（g）

（更多細節參考：AF&PA DCA 3, Assembly WIJ-1.4）



（h）

（更多細節參考：AF&PA DCA 3, Assembly WIJ-1.5）



（i）

（更多細節參考：AF&PA DCA 3, Assembly WIJ-1.6）

附錄一 使用符號

本規範所示之計算式、圖、表中之符號，除特殊規定外，其意義如下：

A：斷面積或面積（cm^2）
b：材寬（cm）
C：地震層剪斷係數或調整係數
D 或 d：圓形斷面之直徑（cm）
E：彈性係數（kgf/cm^2）
e：偏心距離（cm）
F：材料強度（kgf/cm^2）
f：容許應力（kgf/cm^2）
G：剪斷彈性係數（kgf/cm^2）
g：重力加速度（980 cm/sec^2）
h：構材厚度（cm）
I：斷面慣性矩（cm^4）
i：迴轉半徑（cm）
l：構材長度（cm）
l_k：挫屈長度（cm）
M：彎矩（tf-m，kgf-cm）
N：軸力（tf，kgf）
n：頻率（Hz）
p：集中載重（tf，kgf）
p_a：容許耐力（tf，kgf）
Q：剪力（tf，kgf）
q：風之速度壓（kgf/m^2）
S：斷面面積力矩（cm^3）
T：振動週期（sec）
t：板厚（cm），或溫度（℃）
w：均佈載重（tf/m，kgf/m）
Z：斷面模數（cm^3）
r：比重
δ：撓度（cm）
λ：細長比
υ：波松比，或安全係數
ρ：曲率半徑（cm），或是密度（g/cm^3）
σ：垂直應力（kgf/cm^2）
τ：剪應力（kgf/cm^2）
η：挫屈折減係數

〔符號註腳〕

b：彎曲	例：f_b，F_b
c：壓縮	例：f_c，F_c
e：有效	例：A_e
g：全體	例：A_g
k：挫屈	例：f_k，F_k
L：長期	例：${}_Lf_c$，${}_Lf_t$，${}_Lf_b$，${}_Lf_s$
max：最大	例：M_{max}
min：最小	例：l_{min}
r：所需	例：A_r
S：短期	例：sf_c，sf_t，sf_b，sf_s
s：剪斷	例：f_s，F_s
t：拉力	例：f_t，F_t
θ：與材料纖維等之方向所夾之角度	例：$f_{c\theta}$
//：平行於材料之纖維方向	例：$E_{//}$
⊥：垂直於材料之纖維方向	例：$E_{\perp}$

附錄二 鋸製材容許應力與彈性模數之修正

附表二-1 製材尺寸與最終用途之修正係數

受調整之性質		容許應力彈性模數		載重持續時間		載重共享		製材尺寸		使用條件		藥劑處理
F_b	=	f_b	×	K_D	×	K_{Hb}	×	K_{Zb}	×	K_{Sb}	×	K_T
F_c	=	f_c	×	K_D	×	K_{Hc}	×	K_{Zc}	×	K_{Sc}	×	K_T
F_t	=	f_t	×	K_D	×	K_{Ht}	×	K_{Zt}	×	K_{St}	×	K_T
F_v	=	f_v	×	K_D	×	1.0	×	1.0	×	K_{Sv}	×	K_T
$F_{c\perp}$	=	$f_{c\perp}$	×	K_D	×	1.0	×	1.0	×	$K_{S\perp}$	×	K_T
E	=	E'	×	K_D	×	1.0	×	1.0	×	K_{SE}	×	K_T

附表二-2 載重持續時間修正係數，K_D

性　質	短　　期				標準期	永久
	積雪載重	施工載重	風壓及地震力	衝擊載重		
靜曲	1.2	1.3	1.6	2.0	1.0	0.7
壓縮平行於纖維方向	1.2	1.3	1.6	2.0	1.0	0.7
拉伸平行於纖維方向	1.2	1.3	1.6	2.0	1.0	0.7
剪力平行於纖維方向	1.2	1.3	1.6	2.0	1.0	0.7
其他性質	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

備註：(1) 短期係對應於極度風壓或地震之設計載重。暫時性支架或模板構架、施工不超過 7 天、以及衝擊性載重均屬之。

(2) 標準期係指特定載重期間超過短期載重，但比永久載重爲短者。包括積雪載重、居住活載重，及與上述之結合者。

(3) 永久期係指構材承受之特定載重或多或少具連續性者。包括靜載重或靜載重加上與靜載重特性類似之活載重。此類載重包括水槽或儲物槽內之液體或粒狀物體重量；如土壤等作用於擋土牆之側壓力；以及如散裝儲存物等持續性作用於地板之載重。固定機器所產生之載重亦視爲永久性載重。

附表二-3 載重共享修正係數，K_H (1)

性質		目視分等製材	機械分等製材	組合梁(2)
K_{Hb}	靜曲	1.2	1.1	1.1
K_{Hc}	平行於纖維方向壓縮	1.1	1.1	1.0
K_{Ht}	平行於纖維方向拉伸	1.0	1.0	1.0
K_H	其他性質	1.0	1.0	1.0

備註：(1) 應用於 3 個或更多大致平行之鋸製材構材，其間距不超過 610 mm，構材之排列能相互支撐所施加之載重。

(2) 由 2 個或更多相同深度之個別構材，以扣件或膠合成組合梁，使全梁具共同之撓曲者，其容許應力得乘以載重共享修正係數 K_{Hb}，此係數適用於目視分等或機械分等之製材。

附表二-4 尺寸修正係數，K_Z

等級	寬度(mm)	靜曲, K_{Zb}		平行纖維方向壓縮,K_{Zc}	平行纖維方向拉伸, K_{Zt}	其他 K_Z
		38 及 64	89			
精選結構材、一等、二等三等、間柱材	89 及以下	1.5	1.5	1.15	1.5	1.0
	114	1.4	1.4	1.1	1.4	1.0
	140	1.3	1.3	1.1	1.3	1.0
	184	1.2	1.3	1.05	1.2	1.0
	235	1.1	1.2	1.0	1.1	1.0
	286	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0
	337 及以上	0.9	1.0	0.9	0.9	1.0
工程標準材 (1)	89 及以下	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
機械分等材	所有尺寸	1.0	-	1.0	1.0	1.0

備註：(1) 機械分等材之尺寸係數於所有性質均應爲 1.0，參見附表三-3 之等級。

附表二-5 使用條件係數，K_S

性質		K_s	
		乾燥使用(1)	潮濕使用(2)
K_{Sb}	靜曲	1.0	0.8
K_{Sc}	壓縮平行於纖維方向	1.0	0.8
K_{St}	拉伸平行於纖維方向	1.0	0.9
K_{Sv}	縱向剪力	1.0	0.9
$K_{Sc\perp}$	壓縮垂直於纖維方向	1.0	0.7
K_{SE}	彈性係數	1.0	0.9

備註：(1) 乾燥使用係指一年內平均平衡含水率爲 15%或以下且不超過 19%之條件。

(2) 潮濕使用係指除所有乾燥條件外之使用條件。

附表二-6 藥劑處理, K_T

處理之產物	K_T
未處理製材	1.0
防腐劑處理(1)之表面未割裂製材	1.0
防腐劑處理(1)之表面割裂製材，厚度 89 mm 或以下	
(a) 彈性係數	0.9
(b) 其他性質	0.8
防火處理之製材	詳備註(2)

備註：(1) 如所用之藥劑具有潛在之強度或剛度減低性質者，見註(2)

(2) 防火藥劑或其他潛在強度減低藥劑處理之製材，其強度與剛性應基於有記錄之測試結果，且測試應有時間、溫度及含水率等效應之考量者。所選之測試步驟與結果之分析，應能顯示採用此處理材所造之建物對於其特定用途之安全性及維護性均無礙。

附錄三 北美樹種群及其材料分等

附表三-1 北美樹種群組

商用名稱	一般名稱	學名
花旗松-落葉松 Douglas Fir-Larch	花旗松 西部落葉松	Pseudotsuga menziesli Larix occidentalis
北方花旗松-落葉松 Douglas Fir-Larch (North)	花旗松 西部落葉松	Pseudotsuga menziesli Larix occidentalis
鐵冷杉 Hem-Fir	加州紅冷杉 大果冷杉 高冷杉 太平洋銀冷杉 西部鐵杉 白冷杉	A. magnifica A. grandis Abies procera A. amabilis Tsuga heterophylia Abies concolor
北方鐵冷杉 Hem-Fir (North)	太平洋銀冷杉 西部鐵杉	Abies amabilis Tsuga heterophylla
雲杉-松-冷杉 Spruce-Pine-Fir	毛果冷杉 膠冷杉 黑雲杉 思格曼雲杉 傑克松 柱松 紅雲杉 白雲杉	Abies lasiocarpa Abies balsamea Picea mariana Picea engelmannnli Pinus banksiana Pinus contora Picea buens Picea glauca
南方松 Southern Pine	德達松、火炬松 長葉松 短葉松 溼地松	Pineus taeda Pinus palustris Pinus echinata Pinus elliottii
其他北美材種	任何包括於認證之北美製材分等之樹種，包括上列樹種	

附表三-2 目視分等材之容許應力及彈性模數

樹種與等級	最大尺寸	北美生長之樹種設計值(kgf/cm^2)					
		靜曲	平行纖維方向壓縮	平行纖維方向拉伸	縱向剪力	垂直纖維方向壓縮	彈性模數
		f_b	f_c	f_t	f_v	$f_{c\perp}$	E
花旗松-落葉松							
精選結構材	286mm	105	120	70	13	44	130,000
一等		70	105	47	13	44	120,000
二等		63	95	40	13	44	110,000
三等/間柱材		37	54	23	13	44	100,000
工程材	89mm	70	116	46	13	44	110,000
標準材		40	98	26	13	44	100,000
北方花旗松-落葉松							
精選結構材	286mm	95	134	58	13	44	130,000
一等		60	98	35	13	44	110,000
二等		60	98	35	13	44	110,000
三等/間柱材		33	58	21	13	44	100,000
工程材	89mm	67	127	40	13	44	110,000
標準材		37	102	23	13	44	100,000
鐵冷杉							
精選結構材	286mm	98	105	65	11	28	110,000
一等		69	95	44	11	28	110,000
二等		60	91	37	11	28	90,000
三等/間柱材		35	51	21	11	28	80,000
工程材	89mm	69	109	42	11	28	90,000
標準材		39	91	23	11	28	80,000
北方鐵冷杉							
精選結構材	286mm	91	120	54	10	28	120,000
一等		70	102	40	10	28	110,000
二等		70	102	40	10	28	110,000
三等/間柱材		40	60	23	10	28	100,000
工程材	89mm	81	123	46	10	28	110,000
標準材		46	105	25	10	28	100,000
南方松	從缺						
精選結構材	286mm	134	127	74	12	40	130,000
一等		88	112	47	12	40	120,000
二等		69	102	39	12	40	110,000
三等/間柱材		40	58	23	12	40	100,000
工程材	89mm	77	127	44	12	40	110,000
標準材		44	105	25	12	40	90,000
雲杉-松-冷杉							
精選結構材	286mm	88	98	49	9.5	30	110,000
一等		62	81	32	9.5	30	100,000
二等		62	81	32	9.5	30	100,000
三等/間柱材		35	46	18	9.5	30	80,000
工程材	89mm	70	98	35	9.5	30	90,000
標準材		39	81	19	9.5	30	80,000
其他北美樹種							
精選結構材	286mm	63	74	28	7.7	24	80,000
一等		42	60	19	7.7	24	80,000
二等		42	60	19	7.7	24	70,000
三等/間柱材		25	35	11	7.7	24	60,000
工程材	89mm	28	62	12	7.7	24	60,000
標準材		12	40	5.3	7.7	24	60,000

備註：表列數字係基於下列標準條件： (a)286 mm 之較大尺寸(見附表二-4)；
(b)乾燥使用條件(見附表二-5)；
(c)標準載重期間(見附表二-2)。

附表三-3 機械分等製材之容許應力及彈性模數

分類名稱	尺寸(1)	設計數值(kgf/cm²) 靜曲 f_b	平行纖維方向壓縮 f_c	平行纖維方向拉伸 f_t	縱向剪力(3)(4) f_v	垂直纖維方向壓縮 $f_{c\perp}$	彈性模數 E
機械應力分等(MSR)製材							
1200f-1.2E		84	98	42			80,000
1450f-1.3E		102	114	56			90,000
1500f-1.4E		105	116	63			100,000
1650f-1.5E		116	120	72			110,000
1800f-1.6E		127	123	83	見註(3)及(4)	見註(3)及(4)	110,000
1950f-1.7E	見註(2)	137	127	97			120,000
2100f-1.8E		148	132	111			130,000
2250f-1.9E		158	135	123			130,000
2400f-2.0E		169	139	135			140,000
2550f-2.1E		179	142	144			150,000
2700f-2.2E		190	148	151			150,000
機械評量製材(MEL)							
M-10		98	112	56			80,000
M-19	見註(2)	141	128	91	見註(3)(4)	見註(3)(4)	110,000
M-23		169	135	134			130,000

備註：(1) 表列數字係基於下列標準條件： (a) 乾燥使用條件(見附表二-5)；

(b) 標準載重期間(見附表二-2)

(2) 厚度爲 38 mm、寬度爲 38 mm（含）以上。

(3) 採用目視分等製材於適當樹種群組之對應數值。

(4) 機械分等製材之等級於垂直木紋方向壓縮及縱向剪力，可能具有較表中所示者較高之容許應力值。當某等級材之相對密度超過樹種平均值，並且控制作爲品質及品質管制計畫一部份者，其垂直於木紋方向之壓縮與縱向剪力之容許應力值可以計算求得。

附錄四 框組式構造之剪力牆與橫隔版設計參數

附表四-1 框架構材之比重

材種組合	絕乾比重(1)(2)
生長於北美之樹種	
花旗松-落葉松	0.50
北方花旗松-落葉松	0.49
鐵冷杉	0.43
北方鐵冷杉	0.46
雲杉-松-冷杉	0.42
南方松	0.55
其他北美材種	0.35

備註：(1) 比重或相對密度係基於絕乾時之重量與體積。

(2) 機械分等製材 (機械應力分等或機械評估製材) 之等級可能較所顯示之比重值高。

附表四-2 框架構材相對密度大於或等於 0.50 之剪力牆的抗剪強度(kgf/m), v_d

最低標稱覆蓋板厚度 mm	最低釘著穿入框架材深度 mm	普通鐵釘標稱直徑 mm	覆蓋板直接固定於框架上者			
			覆蓋板邊緣之釘著間距 (mm)			
			150	100	75	50
7.9[9]	32	2.8	268	402	521	670
9.5	32	2.8	298	446	580	760
9.5[4]	35	3.3	327	476	610	789
11.1[4]	35	3.3	357	521	670	871
11.9[4]	35	3.3	387	566	729	952
11.9	38	3.7	461	685	893	1146
15.0	38	3.7	506	759	990	1295

備註：(1) 表列抗剪強度適用於釘著之木質結構合板所構成之剪力牆於乾燥狀態及含風力或地震力等短期載重作用下之承載力計算；對於標準載重狀況下，該抗剪強度應予折減。

(2) 所有覆蓋板之邊緣均以 38 mm 或更寬之構材補強。除不具斜撐之水平覆蓋板外，覆蓋板可水平或垂直裝設，沿框架中間構材之釘著中心距爲 300 mm。

(3) 當覆蓋板使用於牆之兩面，且釘著間距於兩面均少於 150 mm 時，覆蓋板之接縫應錯開，使其位於不同之框架構材上，或框架材應爲 64 mm 或更寬，兩面之釘著應交錯配置。

(4) 當 9.5 或 11.0 mm 覆蓋板以最小釘著深度 38 mm 直接使用於框架上時，當牆間柱中心距不超過 400 mm 時，表中所示之剪力值得予提高，分別如 11.0 與 12.5 mm 覆蓋板所對應之值。

(5) 於 12.7 mm 或 15.9 mm 石膏板上施加覆蓋板時，只要符合最小釘著深度(於構材中)條件，則可採用同厚度覆蓋板直接釘於框架時之抗剪強度。

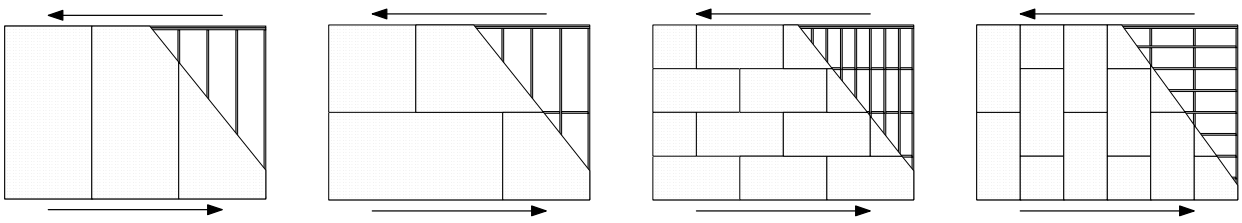
(6) 當釘中心距爲 50 mm 時，用於相鄰覆蓋板邊緣之框架構材寬應爲 64 mm 或更寬，且釘著點應交錯配置。

(7) 若採用直徑 3.7 mm 之鐵釘，其貫入框架構材深度達 38mm（含）以上，且釘中心距 爲 75 mm 時，用於相鄰覆蓋板邊緣之框架構材寬應爲 64 mm 或更寬，且釘著點應交錯配置。

(8) 當剪力牆係以直徑與表列不同之鐵釘(如氣動釘)所構成者，其設計承載能力應乘以係數$(d_1/d_2)^2$，其中 d_1 爲非標準釘之直徑，d_2 爲表列標準釘直徑。

(9) 當覆蓋板直接使用於框架做爲外牆時，建議最小厚度應爲 9.5 mm。

(10) 設計強度在 521 kgf/m 以上之剪力牆，所有位於覆蓋板邊緣之框架構材（包括木地檻）厚度應爲 64mm（含）以上，且釘著點應交錯配置。



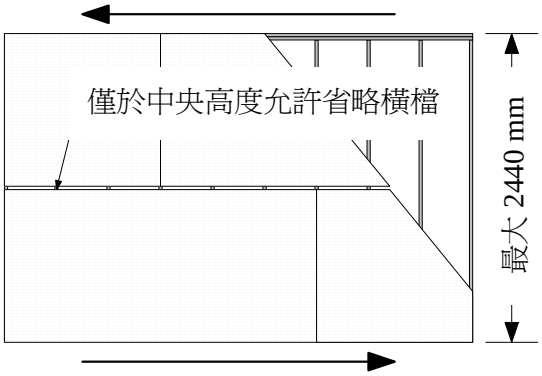
垂直向覆蓋板，無橫檔　　水平向覆蓋板，有水平橫檔　　水平向覆蓋板，有水平橫檔　　水平框架之垂直向覆蓋板，有橫檔

附表四-3：水平向覆蓋板無橫檔剪力牆之強度修正係數，J_{ub}

支撐邊緣之	中間間柱之	間柱之間距 (mm)			
釘距(mm)	釘距(mm)	300	400	500	600
150	150	1.0	0.8	0.6	0.5
150	300	0.8	0.6	0.5	0.4

備註：(1) 無橫檔剪力牆之抗剪強度係以有橫檔剪力牆於覆蓋板邊緣釘距爲 150 mm 及沿框架中間構材釘距爲 300 mm 時之抗剪強度乘以強度修正係數而得。

(2) 位於强震區之木構造建築物，其做爲抵抗地震力之剪力牆，不得使用無橫擋剪力牆。



附圖四-1 剪力牆採用水平覆蓋板且無橫檔者

附表四-4 橫隔版配置於框架材比重大於 0.50 時之剪切強度(kgf/m)，v_d

一般釘直徑 mm	鐵釘釘入木框架最小深度, mm	覆蓋板最小標稱厚度 mm	框架構材最小寬度 mm	具橫檔之橫隔版				不具橫檔之橫隔版	
				橫隔版邊界(全部)及連續覆蓋板平行於承載邊緣(範例 3、4)之釘距(mm)				有支撐邊緣 最大釘距 150 mm	
				150	100	64	50[1]	載重垂直於無橫檔之邊緣及連續覆蓋板接頭(範例 1)	其他之構造(範例 2,3 及 4)
				於其他覆蓋板邊緣之釘距 (mm)					
				150	150	100	75[2]		
2.84	31	7.9	38	253	335	499	566	223	164
			64	283	372	566	640	253	186
		9.5	38	275	372	558	625	246	186
			64	313	417	635	707	275	208
3.25	35	9.5	38	357	476	714	811	320	238
			64	402	536	804	908	357	268
		11.0	38	379	506	752	856	342	253
			64	424	566	848	960	379	283
		12	38	402	536	789	893	357	268
			64	446	595	893	1005	394	298
3.66[2]	38	12	38	432	573	856	975	379	283
			64	484	640	967	1094	432	320
		15	38	476	632	952	1086	424	320
			64	536	714	1071	1220	476	357
		18	64	不允許	960[3]	1391[3]	不允許	不允許	不允許
			89	不允許	1116[2]	1600[3]	不允許	不允許	不允許

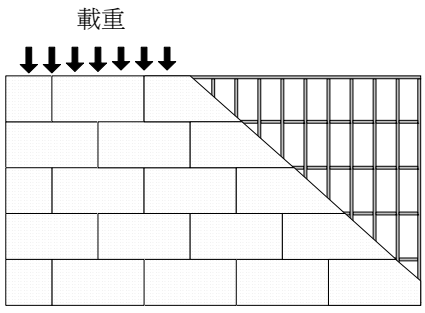
備註：(1) 當釘中心距爲 50 mm 時，鄰接覆蓋板邊緣之構材寬應爲 64 mm 或更寬（或以兩根 38 mm 寬之構材連接成組合柱，以傳遞剪力），釘著點應交錯配置。

(2) 當採用直徑 3.66 mm 鐵釘，中心距爲 75mm 或以下時，鄰接覆蓋板邊緣之構材寬應爲 64 mm 或更寬（或以兩根 38 mm 寬之構材連接，以傳遞剪力），釘著點應交錯配置。

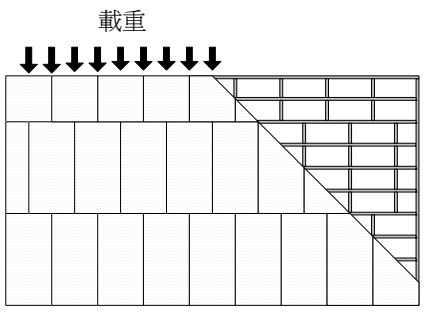
(3) 應採用兩排扣件。

(4) 表列數值係基於乾燥使用條件及含風力或地震力等短期載重作用下之承載力計算，並應用於釘著之木質結構板材者。沿框架中間構材之釘距爲 300 mm。

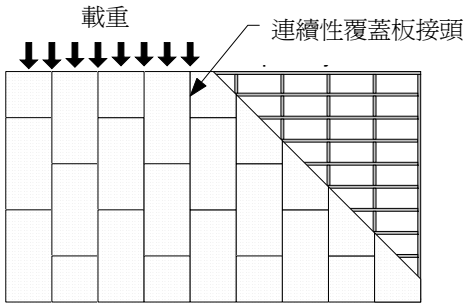
(5) 當橫隔版係以與表列不同之鐵釘（如氣動釘）製造時，則實際設計承載能力可將表列數值乘以$(d_1/d_2)^2$，其中 d_1 爲非標準釘之直徑，d_2 爲標準釘之直徑。



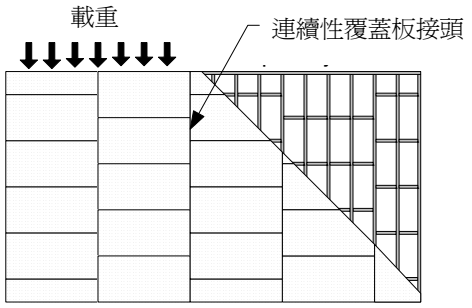
範例一：垂直框架，水平橫檔



範例二：水平框架，垂直橫檔



範例三：水平框架，垂直橫檔



範例四：垂直框架，水平橫檔

附錄五 剪力牆構法及對應之剪力牆倍率

附表五-1 梁柱構架之剪力牆及其對應之剪力牆倍率參考例

構法種類	剪力牆參考倍率
(1) 使用抹灰泥牆、木板條或其他類似材料，在柱與間柱之間採單面釘著之牆壁	0.5
(2) 使用木板條或其他類似材料，在柱與間柱之間採雙面釘著之牆壁	1.0
(3) 斜撐使用單根 1.5 公分厚、9 公分寬之木材，或直徑 9 公厘之鋼筋，或具同等強度以上之構材	1.0
(4) 斜撐使用單根 3 公分厚、9 公分寬之木材，或具同等強度以上之構材	1.5
(5) 斜撐使用單根 4.5 公分厚、9 公分寬之木材，或具同等強度以上之構材	2.0
(6) 斜撐使用單根 9 公分之角材，或具同等強度以上之構材	3.0
(7) 斜撐使用兩根第(3)至(5)項所述之構材，並採對角線交叉方式安裝	第(3)至(5)項數值之 2 倍
(8) 斜撐使用兩根第(6)項所述之構材，並採對角線交叉方式安裝	5.0
(9) 其他具有與上述第(1)至(8)項同等以上強度之構法	0.5 至 5.0 間由主管機關認定
(10) 合併使用第(1)或(2)項所述之牆壁與第(3)至(7)項所述之其中一種斜撐	第(1)或(2)項數值與第(3)至(7)項所對應數值之和

附表五-2 框組式構法之剪力牆及其對應之剪力牆倍率參考例
（區劃面積在 40 m^2 以內）

構法種類				剪力牆參考倍率
材料	斷面尺寸 (mm)	釘子	釘支數或間距(mm)	
(1) 斜撐	18x89	CN65	上、下框及豎框各 2 支	0.5
(2) 製材（橫向貼面）	13x210	CN50		
(3) 金屬網片	厚度 0.4	CN50	外周部@100 中間部@200	1.0
(4) 石膏板	厚度 12	GNF40	外周部@100 中間部@200	1.5
(5) 製材（斜向貼面）	13x210	CN50	上、下框及豎框各 2 支	
(6) 硬質木片水泥板	厚度 12	CN50	外周部@100 中間部@200	2.5
(7) 硬質纖維板	厚度 5	CN50		
(8) 結構用合板（結構用合板 2 級）	厚度 7.5	CN50		
(9) 結構用嵌板	—	CN50	外周部@100 中間部@200	3.0
(10) 粒片板	厚度 12	CN50		
(11) 硬質纖維板	厚度 7	CN50		
(12) 結構用合板（結構用合板 1 級）	厚度 7.5	CN50		
(13) 結構用合板（結構用合板 2 級）	厚度 9	CN50		
(14) 結構用合板（結構用合板 1 級）	厚度 9	CN50	外周部@100 中間部@200	3.5

備註：(1) 在剪力牆兩面分別採用表列之壁材時，其剪力牆倍率可取各個倍率之和，但總倍率不得超過 5.0。

(2) 石膏板壁面用釘可使用 FN45、WSN 或 DTSN 代替 GNF40。

(3) 區劃面積超過 40 m^2 時，剪力牆構法及對應之剪力牆倍率參考附表五-3。

附表五-3 框組式構法之剪力牆及其對應之剪力牆倍率參考例（區劃面積超過 40 m^2）

構法種類				剪力牆參考倍率
材料	斷面尺寸 (mm)	釘子	釘支數或間距(mm)	
(1) 斜撐	18×89	CN65	上、下框及豎框各 2 支	0.5
(2) 石膏板	厚度 12	GNF40	外周部@100 中間部@200	1.0
(3) 硬質纖維板	厚度 5	CN50	外周部@100 中間部@200	2.5
(4) 結構用合板（結構用合板 2 級）	厚度 7.5	CN50		
(5) 結構用嵌板	—	CN50	外周部@100 中間部@200	3.0
(6) 粒片板	厚度 12	CN50		
(7) 硬質纖維板	厚度 7	CN50		
(8) 結構用合板（結構用合板 1 級）	厚度 7.5	CN50		
(9) 結構用合板（結構用合板 2 級）	厚度 9	CN50		

備註：(1) 在剪力牆兩面分別採用表列之壁材時，其剪力牆倍率可取各個倍率之和，但總倍率不得超過 5.0。

(2) 石膏板壁面用釘可使用 FN45、WSN 或 DTSN 代替 GNF40。

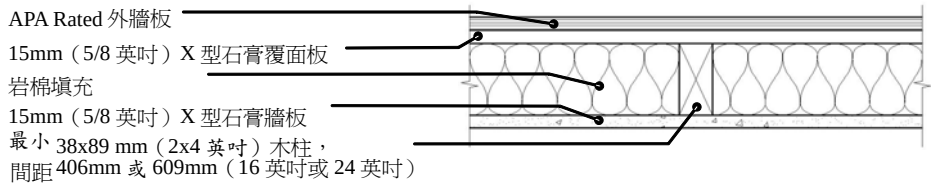
(3) 區劃面積在 40 m^2 以內時，剪力牆構法及對應之剪力牆倍率參考附表五-2。

附錄六　國外常用木構造牆壁、樓地板和屋頂系統

木構造牆壁、樓地板和屋頂系統，美國 International Code Council 出版之 2006 International Building Code 第 7 章第 720 節表 720.1（2）及表 720.1（3）列有相關規定，需再經檢討以符合我國法令規定，方可於我國使用，如欲參照所列系統設計施工，應經中央主管建築機關認可。

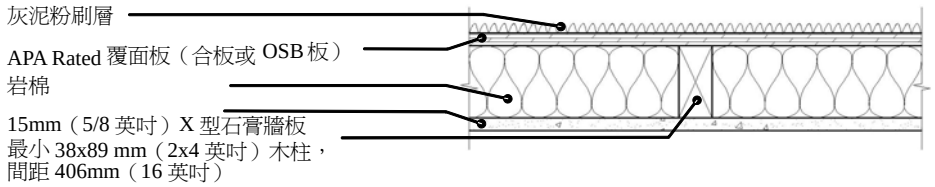
依據美國APA「Fire Rated Systems - Design/Construction Guide」經防火時效實驗驗證通過的承重牆壁、樓板及天花板構造，舉例如下，採用仍須經中央主管建築機關認可：

附圖六-1　具 1 小時防火時效之承重外牆構造



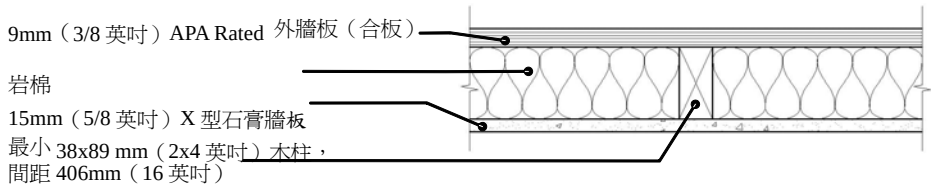
（a）

（參考：1997 Union Building Code Tab. No. 7-B, 1999 Standard Building Code sec. 701.5.2）



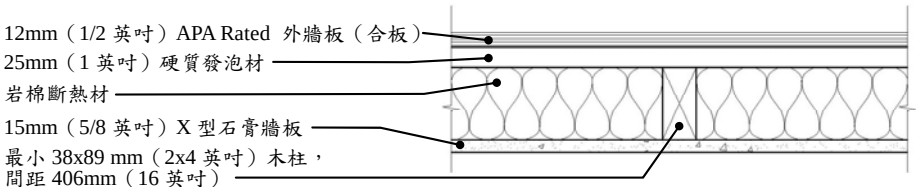
（b）

（參考：2003 International Building Code Table 720.1(2), sec. 2.2.2 of ICC Evaluation Service Inc., Report No.ER-1952）



（c）

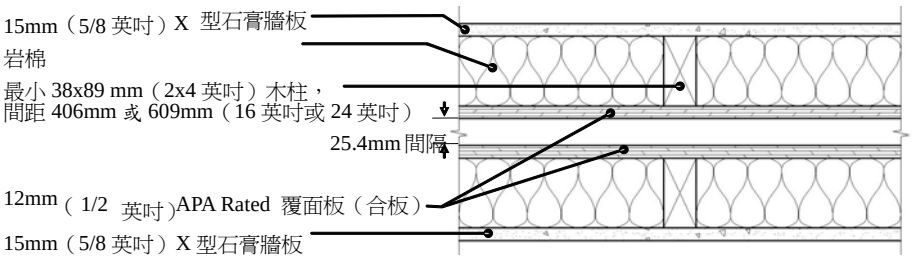
(參考：Section 721-6 of International Residential Code, Section 709.6.2.4 of the International Building Code, Section 6.2 of Guidelines for Determining Fire Resistance Ratings of Building Building Elements（BOCA International, Inc./1994/）)



（d）

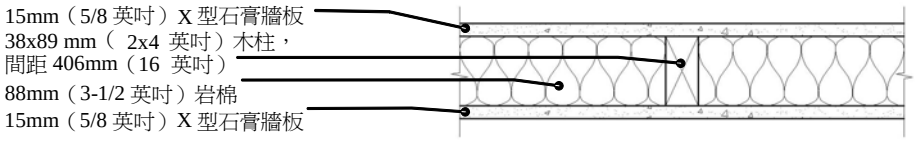
(參考：UL design No. U326, U330（如圖）, U335（如圖）, Underwriters Laboratory Inc. (U.L.) Fire Resistance Directory)

附圖六-2　具 1 小時防火時效之室內承重牆

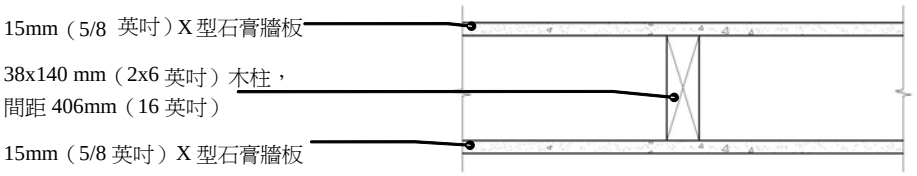


（a）

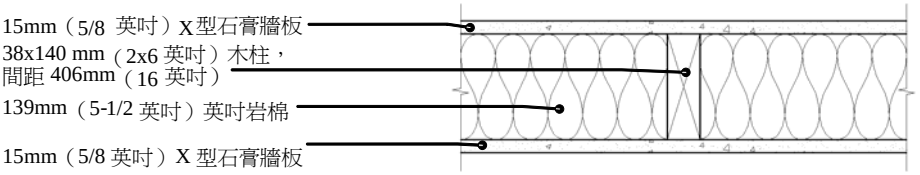
(參考：UL design No. U339, U341（如圖） Underwriters Laboratory Inc. (U.L.) Fire Resistance Directory)



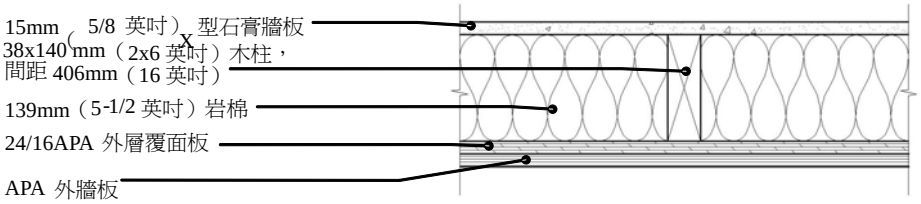
（b）



（c）

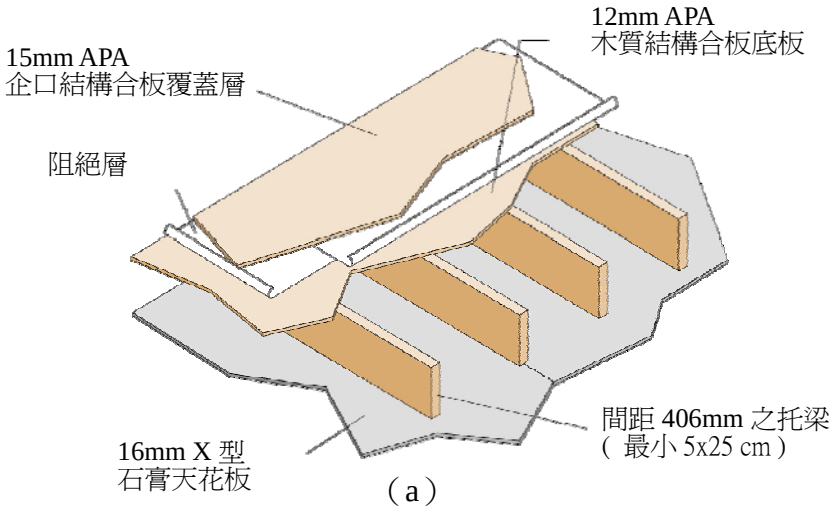


（d）

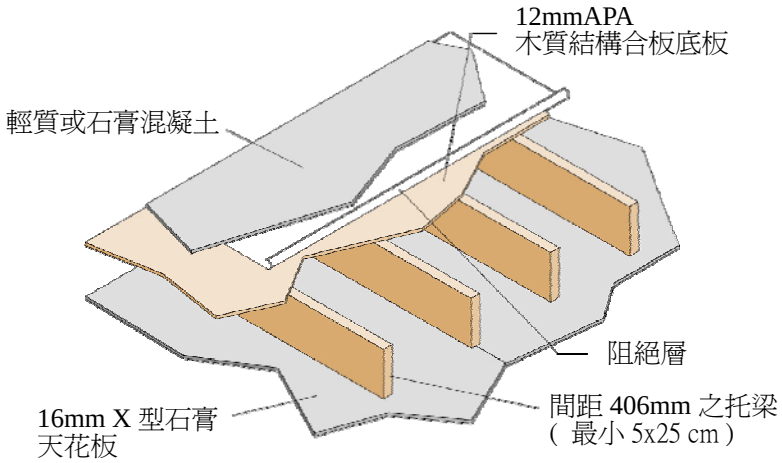


（e）

附圖六-3　具 1 小時防火時效之樓板及天花板構造

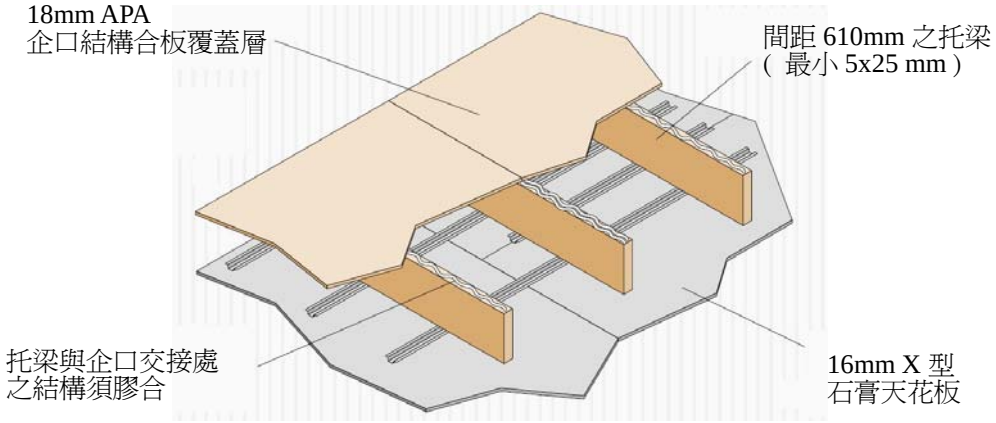


（a）



（b）

（參考：Underwriters Laboratory U.L. Design Nos. L001, L003, L004, L005, L006, L201, L202, L206, L209, L210, L211 (2 hr), L212, L501, L502, L503, L505 (2 hr), L511 (2 hr), L512, L514, L515, L516, L519, L522, L523, L525, L526, L533, L535, L536 (2 hr), L537, L541 (2 hr) and L545. Alsosee U.L. Design Nos. L524 with steel joists spaced 24" o.c., L521 with wood trusses spaced 24" o.c. and L549 with steel trusses spaced 48" o.c.）

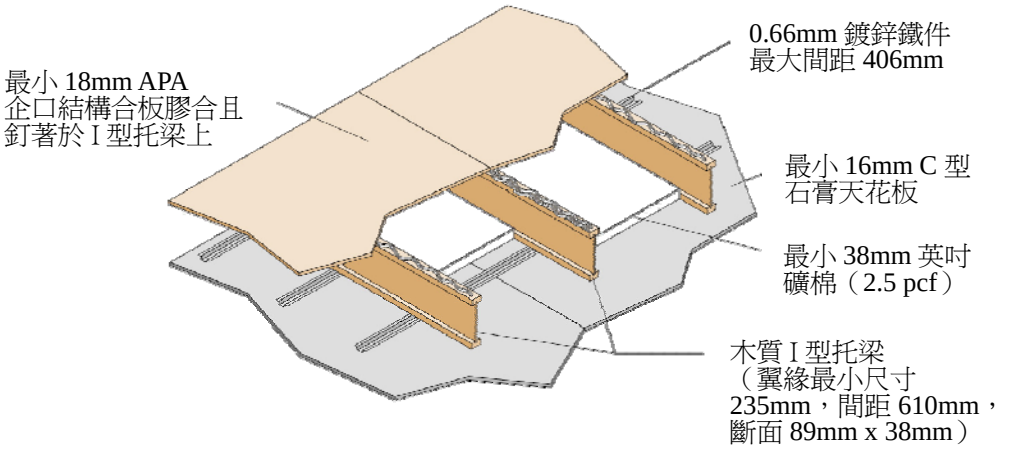


（c）

（參考：Underwriters Laboratory U.L. Design No. L513. Also see U.L. Design Nos. L504 for stressed-skin panel (5/8" APA RATED STURD-I-FLOOR or SHEATHING plywood with joists spaced 12" o.c.); L507 for 5/8" APA RATED STURD-I- FLOOR plywood with joists spaced 16" o.c.; L508 for1-1/8" APA RATED STURD-I-FLOOR plywood with joists spaced 48" o.c.; and L539, L540 with joists spaced 16" or 24" o.c. and separateceiling assembly (for modular housing units). Also see U.L. Design Nos. L524 and L543 with steel joists spaced 19.2" or 24" o.c. (L543 withseparate ceiling assembly).）

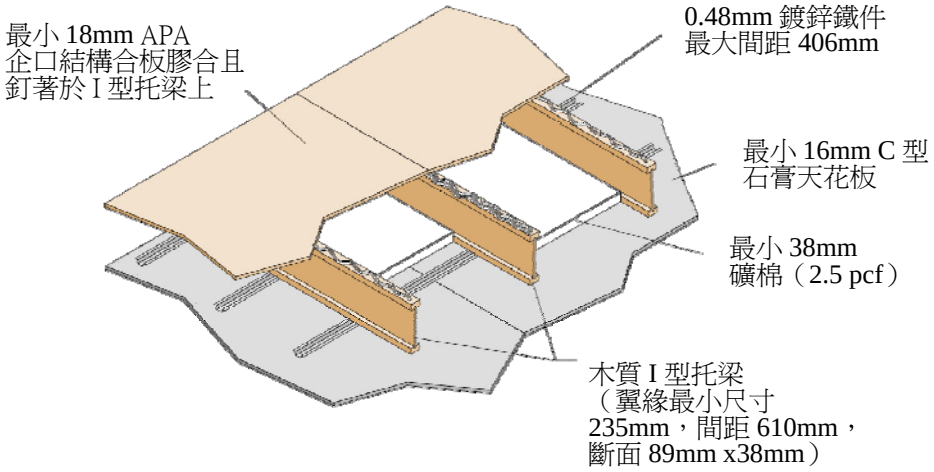
單層 I 型托梁或桁架樓板系統

（參考：U.L. Design Nos. L528, L529, L534, L542 and L548 with trusses or L544 with I-joists spaced 24" o.c. maximum. Also see GA File No.FC5512 for generic, nonproprietary truss assembly.）



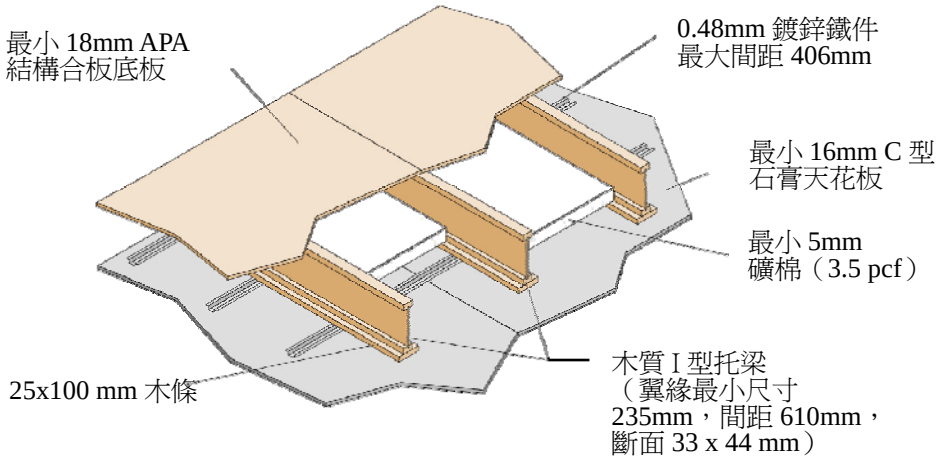
（d）

（更多細節參考：AF&PA DCA 3 Assembly WIJ-1.1）



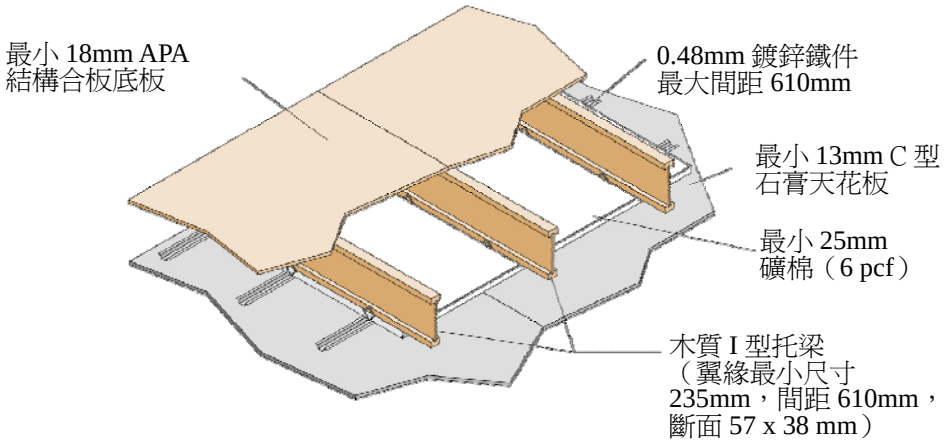
（e）

（更多細節參考：AF&PA DCA 3, Assembly WIJ-1.2）



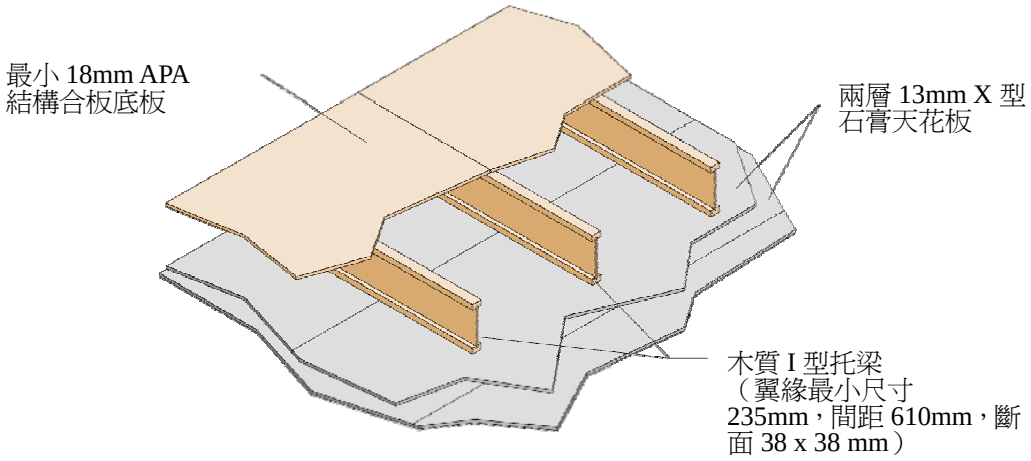
（f）

（更多細節參考：2003 IBC Table 720.1(3), Item No. 24-1.1）



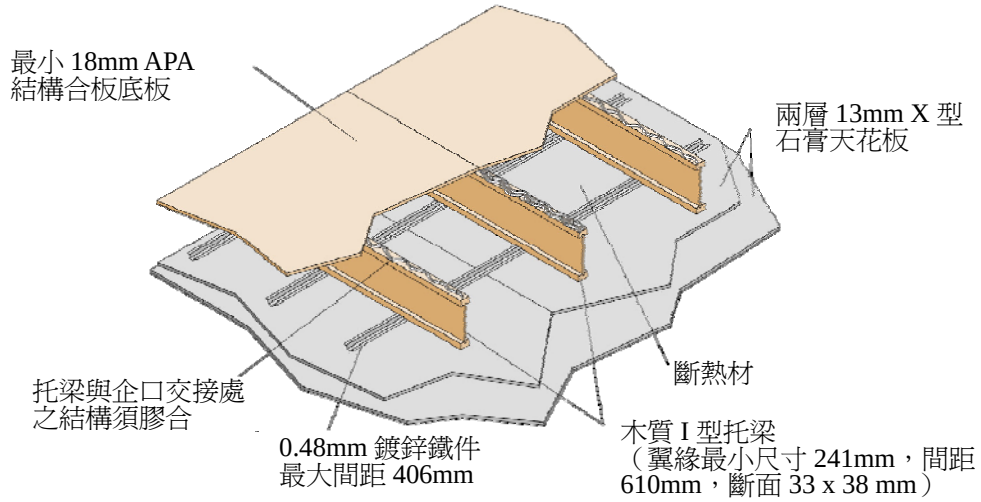
（g）

（更多細節參考：AF&PA DCA 3, Assembly WIJ-1.4）



（h）

（更多細節參考：AF&PA DCA 3, Assembly WIJ-1.5）



（i）

（更多細節參考：AF&PA DCA 3, Assembly WIJ-1.6）