

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個生命週期之耐久性；
- (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為重要之課題，為達此目的，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
	為 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、置換有必要為 A 或 B。		
修補 ↓	A, B, C	A, B, C	A, B, C
	為 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，置換有必要為 A 或 B。		
置換 ↓	A, B, C	A, B, C	A, B, C
	為 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，廢棄有必要為 A 或 B。		
廢棄 ↓	A, B, C	A, B, C	A, B, C
	為 A 或 B 時，判定其劣化程度，進行再利用或廢棄； 為 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為密閉狀態是必要的。		

註：A 為被顧慮的（容易）；B 為有顧慮的（可能）；C 為不被顧慮的（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。若以結構體之劣化為主，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，建築物拆除之原因為機能性降低或不足，而構材方面，老朽化較劣化情形為多。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為數極少，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 CO₂ 含量，依據研究顯示，木質構造建築物所釋出之 CO₂ 含量顯著的比其他構造為少，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為止之預期年數，可作為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) 為達到資源、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。

為防止老朽化之目的，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，如擬作為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為：(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。應以使用構造法為原則，防腐劑處理則應為最低限。

- (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、防水及防濕為重點，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。因為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，故防腐劑處理應為最低限，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，其吸收量區分為 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為之。

(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為直接。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，下列項目為其基本原則：

(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。
基礎構造為木地樑、地板、外牆等，應為耐腐朽之構造，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) 即使為防腐處理材，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，其次分別為西側、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為防腐構法之一。

- (a) 就木材腐朽與其含水率之相關性而言，含水率在 25~35%為臨界點，超過時木材會容易腐朽，因此採用含水率在 25%以下之木材為佳，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為宜。
- (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，在潮濕地區，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 450cm² 內以每 5m 設置一處較為適當。

- (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為慢。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、浴室等亦為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。應以使用構法為原則，藥劑處理方法應為最低限。

- (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，尤其以台灣家白蟻為害最嚴重。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，如此可減低白蟻為害之機會。

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白蟻蝕害之場所如下：

- (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) 將基礎設計成為階梯狀，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，使其構材成為不會濕潤之構造。
- (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) 既使為防蟻處理材，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為阻止其侵入建築物內，而間接方法為防止木材潮濕。阻止白蟻侵入之構法，因屬特殊構造，一般分為(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，亦為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) 為藥餌，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為誘餌，白蟻侵入後才更換為藥餌。「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」為無色、無味，不會污染地下水及環境。