

3-10 防腐及蟲蟻防治工程

3-10-1 工程概述

台中火車站之屋架為木構造，經過長時間之使用後，因使用維護不當，包括主棟(大廳、右翼、左翼)、增建右翼、塔樓之屋架都有因白蟻、蛀蟲、黴菌、細菌、植物等生物而衍生之生物性破壞，且損壞情形相當嚴重，根據修復前之調查結果，台中火車站木構件生物性破壞分佈之位置(圖 3-10-1、圖 3-10-2、圖 3-10-3、圖 3-10-4、圖 3-10-5)為：1.右翼屋架：R-E1、R-E2、R-E4、R-F、R-Hb、R-Hf、R-I2。2.左翼屋架：L-E1、L-E3、L-E4、L-Gb、L-Hf、L-I。3.大廳屋架：M-Ab1、M-Ab2、M-Af1、M-Af2、M-Bb、M-Bf。4.增建右翼屋架：nR-Kf、nR-Km、nR-Kb。5.塔屋屋架：T-b。

此次修復工程，有關防腐及蟲蟻防治工程施作對象，包括既有木構件、新作木構件，而施作之項目為新木料 ACQ 防腐處理、舊木料防逆灌注處理(樑頭及端部)、舊木料表面防蟲藥劑塗刷處理(舊有門窗防蟲藥劑塗刷處理)、白蟻生物防治餌站配置。

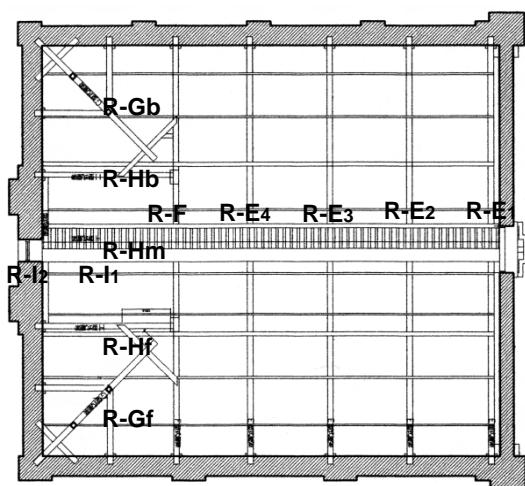


圖 3-10-1 右翼屋架平面圖[3]

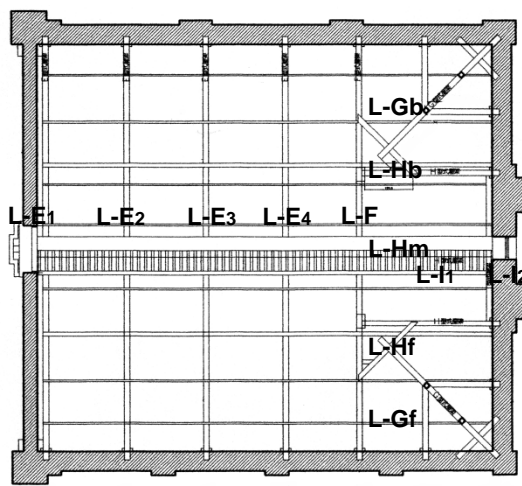


圖 3-10-2 左翼屋架平面圖[3]

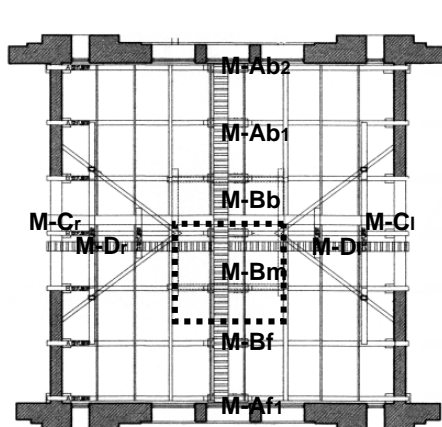


圖 3-10-3 大廳屋架平面圖[3]

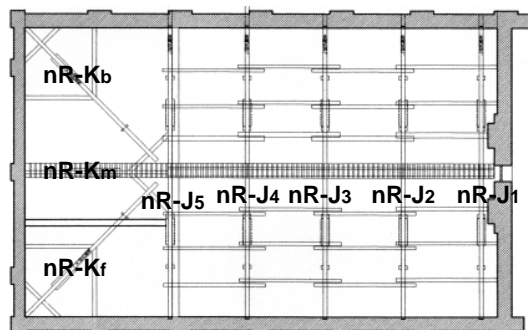


圖 3-10-4 右翼增建屋架平面圖[3]

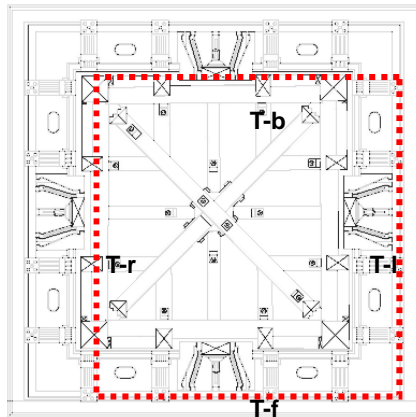


圖 3-10-5 屋塔反射平面圖[3]

3-10-2 修復設計內容

一、調查研究建議修復方式

針對前述之木構件之生物性破壞，調查研究報告內容建議為：

應先改善腐朽菌、柱蟲或白蟻危害情況，既有木構件損壞部份則予以刨鋸清除，並以其他較耐蟲害之木料修補，修補前需加以防腐處理，惟非原建築使用之木構件，若損壞嚴重者，則建議視情況予以更換新材。

二、設計單位修復設計內容

防腐及蟲蟻防治工程之設計內容共四項，包括新木料 ACQ 處理、舊有木料防逆灌注處理(樑頭及端部)、舊有木料表面防蟲藥劑塗刷處理(舊有門窗防蟲藥劑塗刷處理)、及白蟻生物防治，設計之內容除規範於施工規範與說明書外，剖面示意平面及餌站配置圖、A-4 屋架構架型式圖、B-2 屋架構架型式圖中亦標示出施作之部位，及施作之注意事項(表 3-10-1)。

表 3-10-1 設計書圖中之防腐及蟲蟻防治工程內容

十五、防腐及防治蟲蟻工程

(一)注意事項：

- 1.本工程所使用之藥劑均依環保署核准之藥劑。
- 2.承包商於施工前須提施工計畫並由監造單位認可後才可施作。
- 3.本項於現場施作時嚴禁外人進入，維護施工安全及藥劑之管制。
- 4.窗口及眉樑伸入壁體時以白漿拌防蟻藥劑填佈於伸入部份。

(二)新木料 ACQ 處理

- (1)施工要則：新作木料加工完妥，即將其歸類送交防腐工廠，分批實施真空加壓防腐作業，俟乾燥後即可進行木表防護工作。
- (2)藥劑規範
 - a.本項作業應使用銅、烷基銨化合物系木材防腐劑一號（符合 CNS14495）為限。不得使用污染性較高之鉻化砷酸銅系防腐劑。
 - b.藥劑之劑形應為水溶性，不可以油性或乳化性木材防腐劑取代。
 - c.藥劑酸鹼值在 9.5—11.0，比重約為 1.15。
- (3)操作原則：
 - a.依 CNS3000 之規定，以真空加壓充細胞法（BETHELL PROCESS）方式作業。
 - b.木料送進防腐槽之平均含水量應在 22% 以下。
 - c.木料除薄板准用電子乾燥法外，各木料均應以水蒸式乾燥法或自然乾燥方式處理，將水份逐漸降低。

d.木料端點應使用防裂劑披覆，使裂面不致因加壓或壓力之因素，使裂縫擴張。

(4)作業方式

採用充細胞處理法依據經濟部標準檢驗局 CNS3000 其過程如下：

木材進入處理槽中先抽真空 50 分鐘以上，排氣度 560mmHG 以上。

· 導入藥水直到處理槽九分滿為止約 60 分鐘。

· 加壓開始，壓力強度為 4kgf/cm²~14 kgf/cm² 恒壓時間亦均視木材型狀及樹種而定，為 120 分。

· 藥水從處理槽抽出約 80 分鐘。

· 最後一道程序再抽真空 30 分鐘以上。

待木材防腐藥液滴乾潔淨後即出槽接管養生（至少 7 日以上）。

加壓處理過程如下圖所示（作業廠商均需提供加壓處理過程顯示表，並經作業員及作業廠商簽認章）。

圖一：顯示在同一時間內防腐劑逐漸被木材吸收。

圖二：顯示防腐槽內壓力在充細胞加壓時的變化。

(5)注意事項

a.廠商需提出進口完稅證明及原廠檢驗合格資料。

b.防腐槽（CYLINDER）其容量及配備請廠商提供資料審核是否合乎環保及安全規定。

c.所有作業流程均由廠商配合作業廠商製作施工作業流程表及紀錄表(含過程照片)計參份，提報業主及監造單位備查，並於列入施工紀錄報告書。

d.所有木料進行 ACQ 防腐作業前均是加工完成（含榫頭）之木料，故進行作業前需將榫頭作好保護設施，未加工之木料不得先行 ACQ 作業再加工。

e. ACQ 處理進行前須做前乾燥。

f. ACQ 處理進行前、中、後之各階段分別為前乾燥度、防腐槽容量、防腐完成養生等，廠商須會同監造單位查驗。

注入量之規定依 CNS3000 相關標準，建議木構材吸收量依【木材使用環境與危害分級】分別為 1.3 kg/m³（K2），2.6 kg/m³（K3），5.2 kg/m³（K4）以上（表）。在防腐劑滲透深度之檢驗，可自每次處理之木材中，任選一定比例樣木由兩端向內約 1/3 長度處，各鑽取木條一支，以檢試其藥劑滲透深度。防腐劑吸收量之檢驗可依 CNS880375 相關規定要求之。出廠前，請監造單位配合於工廠現場取樣，送具公信力之國內外單位，依 CNS 規定或相關可信賴之方法檢驗之。工程於竣工時，施工廠商須提出工程紀錄，以供相關單位查驗，其工程紀錄內容包括：施工紀錄匯編成冊，施工過程文字及圖片之雙重紀錄，以及文稿詳載施工時間、過程、方式、內容及結果報告。

表：依 CNS 3000 木材之加壓注入防腐處理方法中之【木材使用環境與危害分級】

危害分級	使用環境	不同使用環境木材遭危害之可能總類			
		蟲蟻	真菌	吸水吸濕	軟腐
K1	木材處於室內，且無蟲蟻危害之虞，或室內屋濕度可加以控制。	無	無	無	無
K2	木材處於室內，室內相對溼度均佈，且≤70%。	有	無	無	無
K3	1.木材處於室內，室內相對溼度均佈，且>70%。 2.木材處於室內潮濕範圍，木材有防水處理。 3.木材處於室外，但無直接受天候劣化。	有	有	無	無
K4	1.木材處於室外，並直接受天候劣化，但無持續接觸水與地。 2.木材處於室內潮濕處。	有	有	有	無
K5	木材處於室外，無保護，且長期間暴露於溼潤環境或接觸土壤。	有	有	有	有

表：建議使用防腐藥劑與處理方式

危害等級	建議使用藥劑	建議施作工法	吸收量基準
K2	ACQ	工廠真空加壓處理	1.3kg/m ³ 以上
K3	ACQ	工廠真空加壓處理	2.6kg/m ³ 以上
K4	ACQ	工廠真空加壓處理	5.2kg/m ³ 以上

(三)舊有木料防逆灌注處理(榫頭及端部)

1.施工要則：本體建物之棟架、樑柱、窗框等屬木結構部份，實施防逆加壓注射藥劑。針對現場生物形態埋射防逆形膠彈，以流量計數器控制藥劑使用量。

2.藥劑規範：Bifenthrin 或同等品。

(1)本項工程屬責任施工，藥劑須取得環境保護署核准，或曾使用於古蹟工程達五年以上，且無副作用產生，經監造單位認可後方得使用。

(2)本項工程限用溶劑型藥劑，調配稀釋靜置六十分鐘後不得有沉澱及分層現象。

(3)藥劑進場前得進行同批採樣抽驗，送標準檢驗局化驗，如經化驗成份與標示不符時（依環境用藥有效成份含量容許誤差標準判定），當立即停止使用，並以偽劣藥劑處份。該項工程除不予計價外，並追究廠商應負之責。

(4)藥劑未使用前均應有完整之標示，製造日期不得有模糊現象，使用之未效期亦不得少於一個月。

(5)藥劑之許可文件及物質安全資料表應附於施工計畫書內。

(6)使用藥劑之調配不得使用水或柴油做為基質，應使用天然安全溶劑，其物質安全資料表亦須附於計畫書內。

3.操作原則：

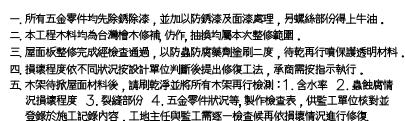
(1)本項工程應待木構件編號完整及細部檢測完成後進行。

(2)木料灌注方位為木料與牆身接觸點、木料與木料銜接點及木料產生蟻道上方，或有白蟻活動區域（如蟻巢），直徑 10 公分以上之木料，灌注孔應至少四處以上。

(3)木料鑽孔深度不得大於木料之半徑以上，亦不得小於 1/5 以下，使用其他加大口徑低壓灌注方式，或足以影

- (4)採埋設防逆膠彈高壓灌注方式，膠彈色澤應交監造單位選定色澤，膠彈為一體成型之塑膠材質，採三向出藥孔，公型膠彈埋入木料與切口平行處，預留灌藥嘴供灌槍咬合，該樣品應附於計畫書併由監造單位審驗後，方得進廠使用。
- (5)防逆膠彈之防逆閥，須為不銹鋼圓珠型，膠彈尺寸為全長 4.5 公分±1 公分，突出木料切口咬嘴之長度為 1 公分以下。
- (6)灌注藥液量均應以電子液晶計量器，精密計算實際注射之各分量及總量，詳實登錄現場管控簽驗單內。
- (7)調配稀釋藥劑及注射點，必須由具古蹟現場實際工作經驗之專業技術人員處理，施工計畫書及紀錄登錄並為同一人，應接受監造單位及工地主任之諮詢，不得拒絕答覆。
- 4.工程紀錄：本工程於竣工時，承作廠商須提出工程紀錄，以供相關單位查驗，其工程紀錄內容如下：
- (1)每日之施工紀錄簽驗單彙編成冊、(2)施工過程文字及圖片紀錄。(現場至少應拍攝：灌注器材、濕度儀、流量器等)、(3)施作區域平面圖、(4)防逆膠彈使用清冊、(5)灌注孔公型膠彈圖示、(6)藥劑灌注自主檢查表。
- 5.廠商繳驗資料：
- (1)責任施工者合法證照、(2)施工計畫書、(3)藥劑許可證及物質安全資料表、(4)藥劑標示仿單或樣張、(5)藥劑檢驗合格證明、(6)防逆膠彈進口完稅證明。
- 以上資料經監造單位檢定後，方得入場施工。
- 6.工程保證：本項工程為廠商責任施工，完工後應開立五年之保證書。
- (四)舊有木料表面防蟲藥劑刷塗處理(舊有門窗防蟲藥劑刷塗處理)
- A.施工要則：現場舊木構件經表面清除乾淨後，以防蟲殺菌防腐藥劑施作，使蟲菌無法輕易附著於木料之上。
- B.材料規範：
- a.本項工程屬責任施工故不指定使用之材料，唯應合乎環保標準，不得有害於人體健康及環境衛生。(環保署認可藥劑)
- b.應採用無溶劑型之水性或懸著性藥劑，使木構件表面漆料保持完整。亦不致損傷木材之外觀。
- c.廠商應於施工前，將材料使用說明及物質安全資料表並入施工計畫書供審查。
- d.藥劑未使用前應有完整之中文標示，製造日期不得有模糊現象，使用之未效期亦不得少於六個月。
- e.預估材料用量須一次備足進場，供監造單位查驗。
- C.操作原則：
- a.作業前廠商應以局部區域塗佈藥劑，靜待三日以確定藥劑之反應，如有不良反應時；即不得繼續施作。該部份經由業主及監造單位認可後，始得全面施工。
- b.施工前應作好木料之清理作業，清潔劑亦不得使用強酸鹼藥劑等。
- c.木料已遭受腐菌影響時，應找出發生菌之原因，是否已予排除？菌腐之深度是否已達於木料內部？以上兩項工作均經確認後方可實施本項作業。
- d.木料表面之菌若無法於一次徹底清除時，可進行二度或多次清除，應完全清除後，再待乾燥始可噴塗藥劑。
- e.藥劑進行中之室內，應施行風力攪拌作業，使稀釋液得以在最短時間內揮發。作業完成後，繼續實施木料乾燥作業，一公分內之木料濕度降至 25% 以下，始得停止作業。
- D.工程紀錄：
- 本工程於竣工時，承作廠商須提出工程紀錄，以供相關單位查驗，其工程紀錄內容如下：
- 每日之施工紀錄簽驗單彙編成冊、· 施工過程文字及圖片紀錄、· 施作區域平面圖、· 局部區域施作前後比對照片。
- E.廠商繳驗資料：
- 責任施工者合法證照、· 施工計畫書、· 藥劑許可證及物質安全資料表、· 藥劑標示仿單或樣張、· 檢驗合格證明。
- 以上資料經監造單位檢定後，方得入場施工。
- F.本項工程為廠商責任施工，完工後依本工程合約保固期限。
- (五)白蟻生物防治法
- 1.使用藥劑：
- (1)全部使用藥劑必須持有物質安全資料表及原廠說明文件。
- (2)採用生物防治法白蟻巢消滅系統(藥劑成份為：C10H6F17NO2S)或同等品，必須具有持續偵測之效果。
- 2.作業原則：
- (1)地上型：
- a.在白蟻蟻道上，白蟻危害地方(以高敏感度的白蟻偵測器檢查)，在不妨礙觀瞻處直接貼上地上型白蟻餌劑供白蟻取食。
- b.地上型餌劑貼附前，必須進行生物活體檢測，並經生物學者複查，提出具體建議。
- c.地上型餌劑應使用透明膠材，可直接觀察白蟻取食情形。
- d.地上型餌劑貼附後，無白蟻取食餌劑，該款項不預付。但餌站可移作其他位置續用。
- e.具有時效性之餌劑應提供有效期之證明，不得使用過期餌劑。
- f.地上型餌劑每二個星期檢查乙次，食餌劑剩 1/2 以下時，必須在原來餌劑上貼第二層餌劑。
- g.定期持續檢查並適時補充餌劑，直到沒有白蟻取食為止。
- h.檢查時要觀察工蟻和兵蟻的比例與白蟻顏色。
- i.待消滅白蟻後，定期二個月持續追蹤乙次至保固期滿。
- (2)地下型：
- a.沿建築物四周以土壤為埋設目標：使用三槽式的餌站，在水泥、柏油或堅硬地面則埋設單槽餌站，各埋設點均依原設計圖放置，如因地質環境不適放置時，則應報經監造單位核可始得更動位置。
- b.三槽式白蟻生物餌站深度 22cm±1cm，直徑為 26cm±1cm，單槽式白蟻生物餌站深度 22cm±1cm，直徑為 17cm±1cm，以上均為多孔式塑膠材質。
- c.三槽式餌站放入木餌為原廠供應多溝式木餌一支，本案使用木種一支，及預放藥餌槽一支，共計三支。
- d.洞內插入捕蟻站，捕蟻站內放多溝式的偵測木材(美國原裝進口)，白蟻餌站必須用專用鑰匙將蓋子鎖緊。

-
- 剖面示意平面及車站配置圖 S:1/200



3-10-3 施工與品管計畫內容

修復施工內容包括防逆灌注、真空加壓防腐二部份，除說明施工之流程及檢驗品管之時間點外，也對施工之要領進行規範(表 3-10-2)。

表 3-10-2 施工與品管計畫中之防腐及蟲蟻防治工程內容

4.16. 防逆灌注	4.17 真空加壓防腐
A. 流程圖	A. 流程圖
<p>圖十七 防逆灌注流程圖</p>	<p>圖十八 真空加壓流程圖</p>
B. 施工要領	B. 施工要領
<ol style="list-style-type: none"> 1. 於壁點和接頭端點鑽孔埋入公型 9.5mm ϕ 之防逆膠彈。 2. 使用有流量顯示之噴槍。 3. 用孔徑 15mm 之鑽頭鑽孔。 4. 每接頭鑽一孔。 5. 以 15kg/cm 壓力注藥。 6. 每一灌入點停留至少十秒。 7. 藥液量應大於 200cc。 8. 木料乾裂時，加大注藥量。 	<ol style="list-style-type: none"> a. 木料於處理前，先確認材料種類及品質是否合乎要求，並完成必要之加工作業，減低處理後之切削鉋鋸工作，以減低對防腐層之破壞 b. 木料處理前先進行乾燥程序，將木料陰乾，確認含水率小於標準值。 c. 確認防腐藥劑是否為指定藥劑，且成分、性質濃度等是否合乎規定 d. 應將木料確實分隔堆疊於處理台，以利藥劑之注入 e. 真空加壓處理依 CNS 之程序施作 f. 詳實紀錄真空加壓處理檢查表，控制品質要求 g. 木料防腐處理完成後，應清除殘留藥劑 h. 確實的完成養生程序 i. 防腐後之木料應存放於通風乾燥位置，不可讓其潮濕及雨淋

3-10-4 主要施工廠商及人員

防腐及蟲蟻防治工程之施作廠商為欣聯害蟲防治系統有限公司。



3-10-5 施工紀錄

一、施工時程

防腐及蟲蟻防治工程施工時程														
年	2004年				2005年									
月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
預定施工時程								■		■	■			
實際施工時程							■	■	■		■			

二、施工紀錄

<p>使用電動鑽孔機於構件端部鑽孔。</p>		
<p>注射頭長度比五十元硬幣小，使用榔頭將注射頭打入木構件之已鑽孔內。</p>		
<p>以高壓防逆灌注機將藥劑由注射頭高壓灌入木構件，並注意藥劑是否充分滲入。</p>		
<p>天溝底板防潮防腐塗刷。</p>		
<p>將進行ACQ防腐處理之構件編號，構件與構件之間以角材隔離。</p>		

<p>進入壓力槽前需確認木構件之含水率。</p>		
<p>以堆高機依序將擬進行防腐處理之木料送入防腐壓力槽內。</p>		
<p>木料進入壓力槽後，關閉槽門，注入藥劑，並調整壓力槽之壓力。</p>		
<p>防腐處理後之木料進行抽樣，以檢驗藥劑是否充分滲入木構件內部。</p>		

3-10-6 小結

比較修復設計內容、施工單位之施工計畫內容、及實際施工記錄結果，可發現本項工程施作項目與設計內容有所差異，亦即真正施作部份為防逆灌注、與 ACQ 真空加壓防腐二部份，原規劃設計之白蟻生物防治則未施作。

本項工程之性質並非既有構件之整修或復原，其施作目的在防止建築物構件受到破壞，並延長建築物及構件之壽命，故施作之重點應確保施作結果能夠達成設計之目

標。而從整個施工紀錄結果來看，防逆灌注及 ACQ 真空加壓防腐施作過程各有一些地方需審慎檢討，方能確保防腐及蟲蟻防治之效果，分別為：

- 1.防逆灌注藥劑是否充分滲入木構件之條件取決於灌注之壓力、灌注時間、以及木材本身纖維孔隙大小、含水率，惟施作之專業廠商並未就台中火車站木構架材料之特性進行評估，施作之灌注條件仍與國內其他修復案例完全相同，導致高壓灌注施作後只見灌注孔旁藥劑流出，而無法研判藥劑是否充分滲入木構件內。由於木材之孔隙甚小，短時間內以高壓灌注藥劑時，藥劑滲入之成效將因木材內部孔隙壓力驟增而降低，而由相關研究[11]之成果也驗證此項推論，因此建議未來相關工程進行此施工項目時，應就木材種類之差異，選擇不同之灌注壓力與灌注時間來施作。
- 2.ACQ 真空加壓防腐處理之藥劑滲入與木材含水率有極大之關連，因此木材在進防腐處理壓力槽前之含水率檢測，可能成為確保藥劑是否真的進入木構件之基本條件。而由施工之記錄結果顯示，此次檢測 ACQ 真空加壓防腐木構件含水率使用之儀器容量，約只能檢測深度約 2cm 左右，僅適用於板材之含水率之檢測，對於構架斷面較大之木構件恐無法量測到構件斷面中央部位真正之含水率，故如何檢測斷面尺寸較大木構件之含水率，可能是相關工程進行 ACQ 真空加壓防腐時需面對之問題。