

鋼結構物之防蝕設計、施工與維護

張 荏 薇

中華顧問工程司正工程師

一、概論：

近年來由於工商發達、人口集中，以及設計施工技術進步，使得工程建設日趨複雜化與高大化。以橋樑工程為例，長跨度、新型式之橋樑（如關渡大橋、重陽大橋）或結構複雜之多層立體高架橋等（如台北市公館圓環立體交叉工程）皆已陸續地在國內興建；建築工程方面，為了充分利用土地，大型、高層建築（如一銀大樓、台電大樓、榮總醫療大樓、台大醫院大樓等）也一棟棟地出現，這都足以顯示國內的工程建設，已朝向長跨、高層、大型之趨勢發展。諸如此類之重大工程建設，一方面由於景觀、環境條件、工期及結構上的需要，另一方面也因鋼結構具有強度高、韌性佳，以及優越之耐震能力等優點，所以採用鋼結構之實例日漸增多。尤其自十餘年前，中國鋼鐵公司成立後，國內已能生產各種品質優良之鋼鐵材料，鋼料不必仰賴國外進口，今後鋼結構之應用，無疑地將更廣泛而普及。

儘管鋼結構具有多重的優點，但是由於鋼鐵無法避免之銹蝕，使得大家對鋼結構之使用心存顧忌，使用管理單位對於鋼結構之維護保養問題，也甚感困擾。尤其台灣位處亞熱帶，屬於海島型氣候，腐蝕問題確實不容忽視。不過，近來由於材料科學進步，開發了不少耐蝕性鋼料，加上防蝕技術突飛猛進，鋼結構之防蝕問題，已有了重大的突破。

。我們若能對鋼結構之腐蝕特性、防蝕塗膜劣化的原因及防蝕方法等有正確的認識，並能作好防蝕設計與施工作業，則必可減少腐蝕之損失及維護管理上的困擾。

本文乃就結構物之防蝕設計、施工及維護等問題作了一些探討，提供大家參考。

二、鋼結構腐蝕的原因與防蝕的方法

2. 1. 腐蝕的原因

腐蝕是金屬與周圍環境發生化學或電化學反應而使金屬產生損害的一種自然反應。鋼結構物存在於自然環中，因有氧與水共存而產生腐蝕；氣溫、濕度、降雨量、二氧化硫濃度、海鹽粒子及其他腐蝕性物質，是支配腐蝕進行速度的重要因素。

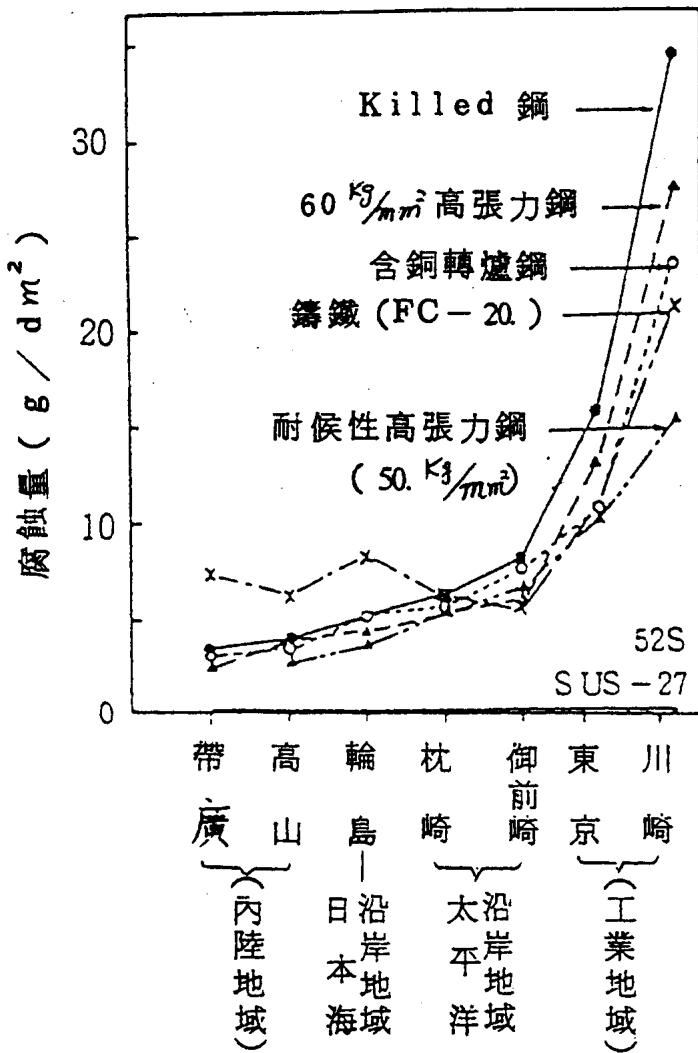
由於台灣位於亞熱帶又屬海島型氣候，高溫、潮濕是一個容易發生腐蝕的環境，尤以近年來都市化與工業化的急速發展，使得大家中的腐蝕因子大量增加，腐蝕問題更是值得大家的重視。

鋼結構物之腐蝕特性與其所處之環境條件關係至為密切。依據「日本陸上鋼骨構造防蝕研究會」在日本全國四個地區、七個地點作暴露試驗的結果顯示（如圖一），同一種鋼料依其暴露環境之不同，腐蝕量也隨著不同，工業地區之

* 原文曾於民國76年6月19日發表於「認識鋼結構」研討會

鋼料腐蝕，較其他地區嚴重。又根據同研究會之報告指出，防蝕塗膜亦受大氣中之各種氣象條件的影響，隨時間之經

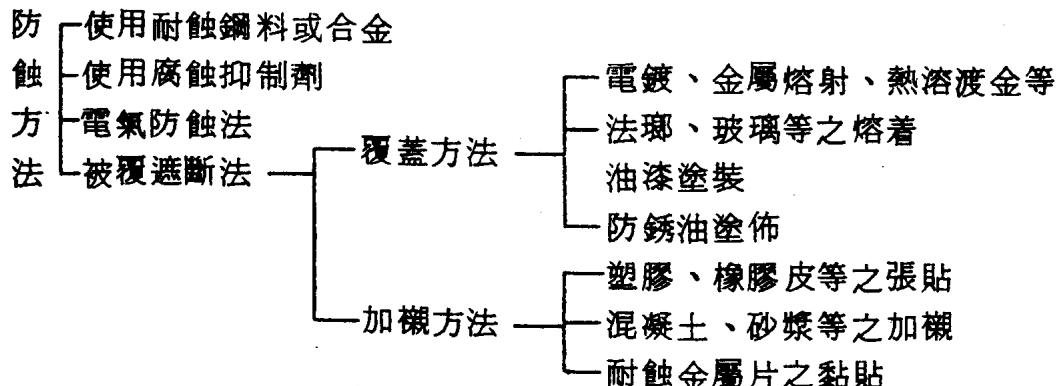
過而逐漸劣化。影響防蝕塗膜劣化之氣象因素，包括紫外線、水份、海鹽粒子、二氧化硫及其他污染性物質等。



圖一 金屬材料之腐蝕量（第五年）

2.2. 防蝕的方法

防蝕的方法依據(a)使用耐蝕鋼料或合金，(b)環境條件處理，(c)隔離腐蝕環境等三項原則，可作如下三分類。



上列防蝕方法中，以使用耐蝕鋼料及油漆塗裝者為多，其中，以油漆塗裝最簡單、有效而且經濟，同時也能收到美化的效果，因此油漆塗裝為目前採用最普通的方法，約佔全部防蝕措施中之65%以上。

三、鋼結構物之防蝕設計

本節主要是以橋樑、工廠、油庫、電力設施、建築、鐵塔等陸上鋼結構物為對象，探討與其相關之防蝕問題，並提供防蝕設計之方法，供大家參考。

3. 1. 防蝕塗裝設計之基本事項

鋼鐵的銹蝕必須有氧與水的共存，才會發生。防蝕塗裝的主要目的，就是利用塗膜來隔離水、氧及其他腐蝕性物質。防蝕塗料是應用不透氣絕緣塗膜與防銹顏料之雙層功能來保護鋼鐵。為達到確實之防蝕效果，在塗裝以前，必須先將附著於鋼鐵表面的腐蝕性物質及可能破壞塗膜之因子徹底清除，在防蝕工程中，表面處理是一項極為重要工作。

鋼結構防蝕塗裝之首要目的是保護鋼鐵免於銹蝕。因此，我們在從事鋼結構之防蝕設計及選擇塗裝系統時，必須考慮下列各項。

- ① 塗料、塗裝系統必須適合於鋼結構物所處之腐蝕環境條件，鋼料種類、製作過程及作業條件等因素。
- ② 應依據塗裝作業及塗膜所要求之各種性能綜合研判，並考慮、經濟性之平衡，來決定最佳之塗裝系統。
- ③ 選擇檢查、維修及管理容易之塗裝系統。
- ④ 塗裝系，應為已具有良好的實績，且信賴性高者為佳。

鋼結構之防蝕塗裝工程中，塗裝系與塗裝作業是兩位一體的，任何一方面之缺失，皆無法發揮良好之防蝕機能。故在進行防蝕設計時，希望能在兩者皆實施可能之範圍內，選擇最佳且配合良好之防蝕塗裝系統。

表一 影響防蝕效果之因素

| 要因 | 重要性% |
|--------------|------|
| 表面處理之適當及正確性 | 49.5 |
| 塗膜層數及厚度 | 19.1 |
| 塗料種類 | 4.9 |
| 其他因素（環境、氣象等） | 26.5 |

表二 表面處理程度與塗膜壽命

| 表面處理方法與處理程度 | 平均塗膜壽命 |
|-------------|--------|
| 噴砂 Sa 2 1/2 | 6.3 年 |
| 酸洗 | 4.6 年 |
| 手工具除鏽 St 2 | 1.2 年 |

表三 表面處理方法之優劣與

| 處理方法 | | | 長處 | 缺點 | 針對缺點之解決方法 | 施工時間 | 前處理程度 |
|------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------|-------------------|-------|
| 除 除 除 除 除 除 除 除 除 除 | 噴 乾 式 | 完全除黑皮、紅銹，複雜形狀者亦可處理 | 砂、塵埃的飛散厲害 | 週邊要遮蓋以防塵埃飛入，不影響時間（如夜間）噴砂 | 任何時期 | A | |
| | | 完全除黑皮、紅銹，塵埃不飛散，複雜形狀亦可處理 | 比乾式的除銹效率差，抑制劑不適合生銹 | 選擇抑制劑噴砂後立即塗裝防銹劑 | 同上 | A' | |
| | 真空噴砂 | 完全除黑皮、紅銹，塵埃不飛散 | 多凹凸部份及角落處無法充分吸收塵埃 | | 同上 | A | |
| | 鋼珠噴砂 | 完全除黑皮、紅銹，少人工並衛生並可大量處理 | 鋼板外無法除銹，除銹後若放置過久以再生銹 | 立刻塗防銹劑或防銹底漆，進行暫時防銹 | 塗裝直前 | A | |
| | 火焰清淨 | 簡單可除黑皮與有機污物，處理後馬上塗裝即因尚有溫度，故乾燥快 | 黑皮及薄銹，不易除去 | 併用其他方法非常有效 | 同上 | A' | |
| | 套筒清淨 | 被塗物狀態，可改變先端工具，除銹效率好，少發生飛濺，比較容易操作 | 比上述方法效率差 | 操作中之除銹，運動中之部份除銹適用 | 同上 | B | |
| | 銅絲除銹 | 凹凸不平表面，可輕易的清除 | 除銹不完全，黑皮除不掉 | 緊急除銹或小部份補修可用 | 同上 | C | |
| | 鐵絲除銹 | 附着力強之銹或污垢，亦可輕易除掉 | 凹凸不平處除銹無效，大面積除銹亦困難 | 同上 | 同上 | C | |
| | 鎢鏈除銹 | 適於硬銹，舊塗膜的除去 | 大面積除銹困難，軟質者除不掉 | 同上 | 同上 | C | |
| | 自然曝曬 | 黑皮會自然脫落，鋼材而安定，發生孔蝕的比率少 | 需長時間，故要廣面積供曝曬用，紅銹發生相當大 | | | C | |
| 防 防 防 防 防 | 酸洗 | 黑皮、銹，可完全除去 | 處理後需中和，巨大鋼板無法處理 | 立刻塗防銹劑或防銹底漆，進行暫時防銹 | 單位鋼材中 | A' | |
| | 脫脂 | 溶劑脫脂 | 可簡單擦掉 | 廢渣無法除掉 | 焊渣預先用鉛刷除掉，才容易清洗 | 塗裝直前 | — |
| | 短期 防 防 防 防 | 磷酸處理 | 增加上塗性與防銹力，不影響切斷或焊接作業 | 磷酸防銹皮膜很脆，小衝擊亦會掉落 | | 除銹後立即施工 (A~A') | |
| 金屬 金屬 金屬 金屬 金屬 | 金屬伐銹 處理劑 | 增加上塗性與防銹力，高於黏性 | 深度高無法塗裝，耐水性不完全（曝曬期不久） | 已有耐候性良好的長期曝曬型金屬伐銹處理劑供使用 | 同上 | (A) | |

表三中之表面處理程度如下： A：最好 (A' 在 A 之次) B：好 C：效果不十分好

3.2 表面處理

鋼結構物之防蝕塗裝工程中，表面處理是最重要的一項工作。

表面處理得當，將可延長油漆塗膜之耐久性。影響防蝕效果之諸因素中，表面處理幾乎佔了決定性的地位（如表一）。根據 British Iron & Research Association 的試驗報告指出，噴砂處理至 SIS Sa 2½ 級與使用手工具處理至 St2 級後，以同種油漆塗裝，塗膜壽命相差幾達五倍以上（如表二）。

表面處理是油漆塗裝前，將附着於鋼鐵表面之黑皮、鐵銹、污物及其他破壞塗膜之因素或腐蝕性物質等清除的一項工作，它並可使鋼鐵表面有適當之粗糙度，以增加塗膜之附着性。

(1) 表面處理的方法

表面處理的方法有噴砂、動力機具

、手工具及化學藥品等，各種處理方法之優劣點如表三所示。一般新建結構工程大致採用噴砂處理，既有鋼結構物之維修塗裝，則因在工地施工，採用噴砂處理困難，故採動力機具或手工具者為多。

(2) 表面處理標準

表面處理標準以瑞典 SIS (Swedish Corrosion Institute) 及美國 SSPC (Steel Structures Painting Council) 最常被使用。

SIS 將處理標準依處理方法分為二類，第一類為手工或動力工具處理者用 St 表示，第二類為噴砂處理者用 Sa 表示。處理程度分為五級，即 0, 1, 2, 2½ 與 3 等。

0 : 未處理表面

1 : 輕度處理表面

2 : 中度處理表面

表四 表面處理等級及適用標準（日本道路協會）

| 等級 | 適用對象 | 處理前狀態 | 處理程度 | 作業方法 |
|---------|------------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| 清淨度 1 級 | 新結構物之防蝕塗裝 | 全鋼料表面 | 黑皮、銹完全除去，以得清淨之金屬面。 | 噴砂 化學藥品 |
| 清淨度 2 級 | 既有結構物之維修塗裝 | 塗膜劣化、銹蝕極為嚴重之狀態。 | 舊有塗膜及銹蝕除去，鋼鐵表面外露並清淨之。 | 電磨機、鋼絲機等動力工具及人工工具併用。 |
| 清淨度 3 級 | 同上 | 局部銹蝕，活膜（未劣化塗膜）尚有存在之狀態。 | 活膜留存，銹蝕部份清除使鋼鐵表面外露並清淨之。 | 同上 |
| 清淨度 4 級 | 同上 | 塗膜變色或白色亞化狀態。 | 除去粉化物及污物，留下活膜。 | 鋼刷 |

2½：近完整之處理表面

3：完整之處理表面

日本道路協會的鋼橋表面處理等級，依其清淨之程度分為 4 級，其主要內容及適用標準如表四所示。

(3) 表面處理粗糙度

表面處理除可清淨被塗物之表面外，尚可使鋼板表面粗糙，以獲得較佳之附着性。但是鋼板表面太過粗糙，為了填滿粗糙之凹面，將消耗多量之塗料，且凸處亦容易產生膜厚不足的現象，而導致早期銹蝕之發生，因此表面處理之粗糙應適度。根據 Dr. M Kronstein 的實驗報告指出，防蝕所需之最低有效膜厚應為最大表面粗度之三倍。但另有實驗指出，只要較平滑面加塗 25μ 之塗膜厚度，即可獲得與平滑表面相同耐久性之塗膜。

此外，表面處理與防蝕率的關係如圖二所示，這是以 16 種防蝕塗料，塗裝 1 - 3 次之防蝕能力，以數量化評估之結果。防蝕能力是以暴露七個月，完全

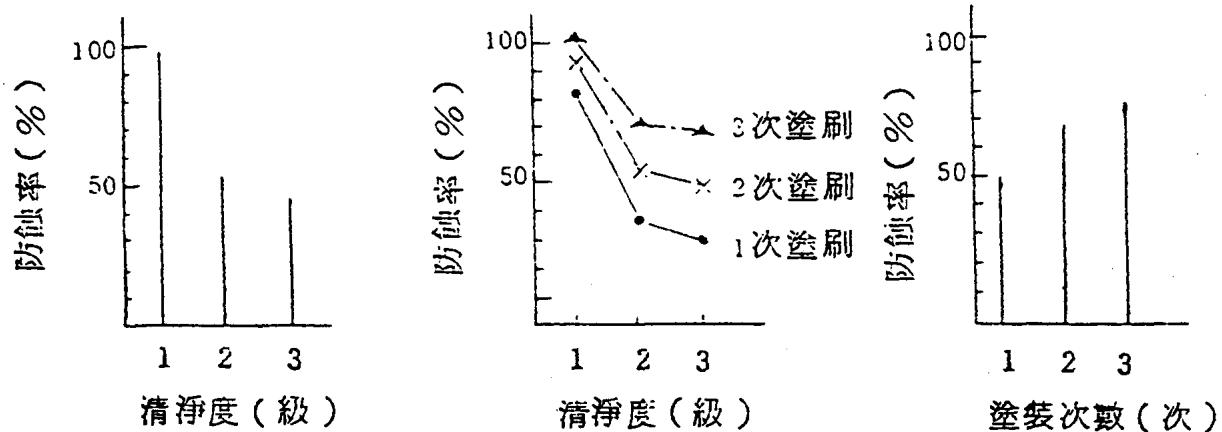
無銹蝕為 100 點，數字越大表示防蝕效果越佳，清淨度 1 級為噴砂處理，2 級為動力工具除銹處理，3 級為鋼刷除銹處理。

防蝕率平估基準如下：

| | | |
|-------|-------|------|
| 100 點 | ..... | 無異狀 |
| 80 點 | ..... | 良好 |
| 50 點 | ..... | 稍劣 |
| 20 點 | ..... | 相當不良 |
| 0 點 | ..... | 極為不良 |

塗膜評估點數以 55 點為使用限度，評估點數與 SSPC-Vis. 2 - 68 T / ASTM D 610 - 68 (1974) 之塗膜劣化率之關係如下：

| | | |
|-------|-------|-------|
| 0 % | ..... | 100 點 |
| 0.1 % | ..... | 80 點 |
| 0.2 % | ..... | 70 點 |
| 0.3 % | ..... | 55 點 |
| 0.4 % | ..... | 40 點 |
| 1 % | ..... | 25 點 |
| 2 % | ..... | 10 點 |
| 5 % | ..... | 0 點 |



圖二 表面處理與防蝕率之關係

3.3. 塗膜厚度之決定

塗膜具有遮斷環境的功能，可阻止腐蝕性物質到達鋼料表面而防止銹蝕之產生。因此，塗膜厚度越大，防蝕耐久性越佳。

根據英國所做的暴露試驗顯示（如圖三），塗膜厚度與耐用年數約成直線關係，由該試驗可得到如下之結論：

①鋼材表面粗糙度為 $40 \sim 50 \mu$ ，故防蝕塗膜之厚度至少要 50μ 以上。

②防蝕塗料必須塗刷二次以上，以使表面粗糙處平坦。

③維持 5 年至少需有 $75 \sim 100 \mu$ 以上之膜厚。

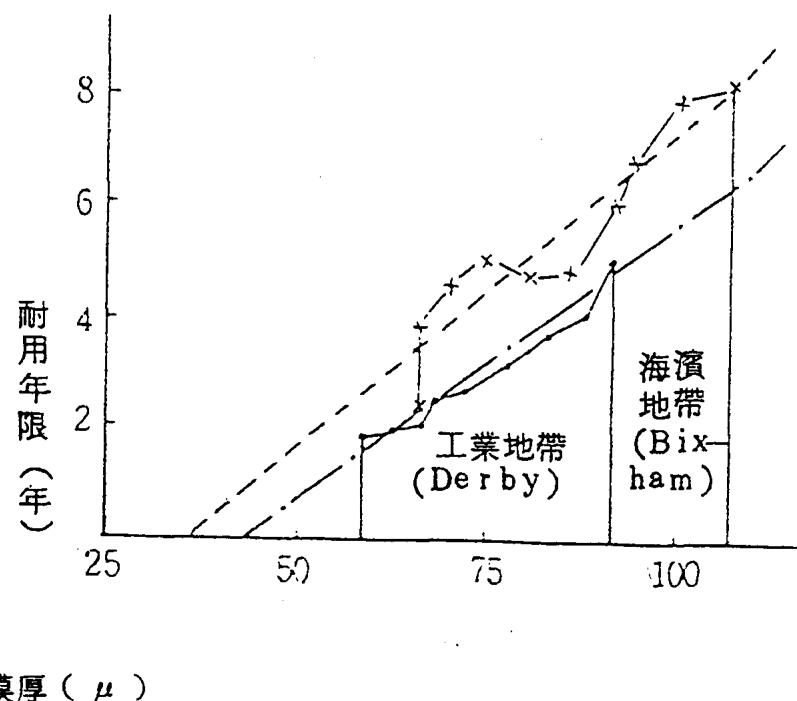
④塗膜厚度依腐蝕條件可作如下之區分：

(a) 輕微腐蝕條件—— 75μ 以上（2~3次塗裝）

(b) 一般工業區區—— 125μ 以上（3~4次塗裝）

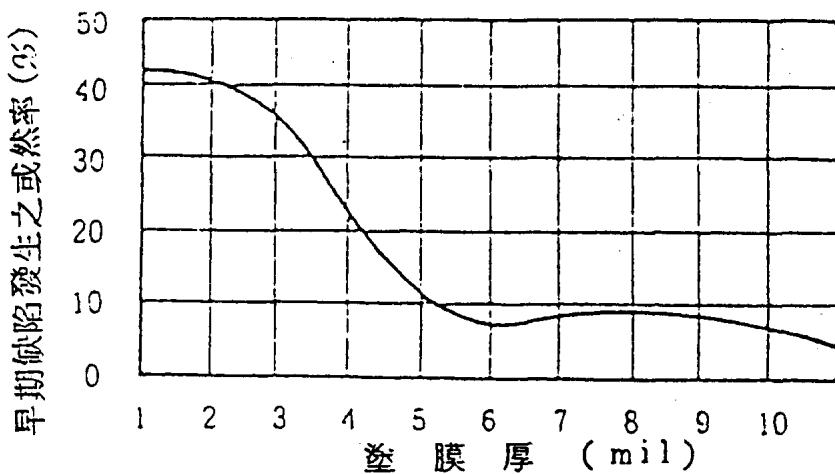
(c) 強烈腐蝕環境—— 250μ 以上（5~6次塗裝）

此外，另依據 R.P.Pierce 以 62 種塗料暴露於各種環境中，所得到之塗膜厚度與早期缺陷產生或照率之關係如圖四，如果要控制早期缺陷產生之或然率在 10% 以下時，則塗膜厚度必須在 5 mil (125μ) 以上。

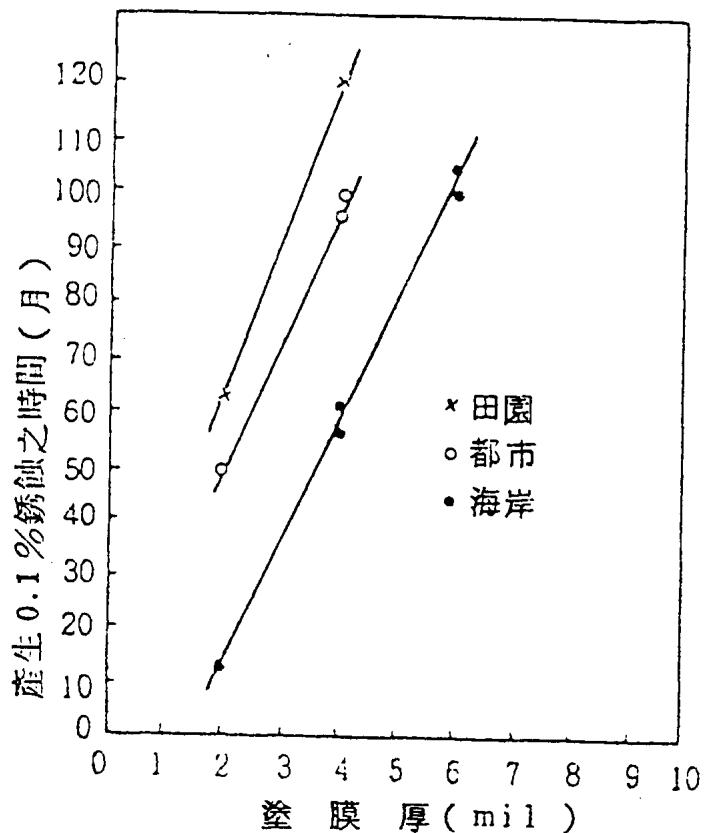


圖三 鋼材耐用年數及膜厚關係

另依在美國的試驗（如圖五）顯示不管在田園、都市、海岸等不同之環境中，都有一共同之結果即，塗膜厚度越大，其耐久性越增。海岸地區之塗膜劣化較快，若欲得到與田園地區相同之耐久性，則其塗膜厚度約需田園地區塗膜厚度之 2 倍。



圖四 塗膜厚度與早期缺陷發生或然率之關係



圖五 防蝕塗裝之膜厚與耐久性

此外，依據日本鐵道技術研究所長期間在海上所作之重防蝕塗裝系耐久性試驗結果顯示，重防蝕系為防止早期塗膜缺陷之發生，其平均膜原約在 $250\mu\text{m}$ 以上。

如上所述塗膜厚度與耐久性關係至

鉅，故在進行防蝕塗裝設計時，為得到預期之耐久性，必須慎重決定最小塗膜厚度。由於鋼結構通常斷面較為複雜，為確保所需之塗膜厚度，對於容易產生膜厚不足之處，如斷面邊緣、焊道等部份，應先行塗裝，並須特別注意施工。

3.4. 鋼結構物之塗裝系統

鋼結構防蝕塗裝系統選擇時，除應考慮其設置地點之環境條件及該環境下塗膜之耐久性外，對於鋼構造物之製作方法，施工過程等相關工作也應了解。

以橋樑、工廠及鋼骨建築等為代表之鋼結構物，一般皆屬大型，塗裝作業環境往往不得不在室外進行，故溫度、濕度等條件之控制較為困難。因此，在選擇塗裝系統時，對於作業環境之條件因素也應加予考慮。

1. 塗裝系統之構成

塗裝系統的構成，一般包括表面處理、底漆中塗漆及面漆等部份。為使塗裝工程能長期地經持良好的防蝕效果及美觀，一般油漆塗膜應具有下列之性能：

- ① 塗膜厚度要足夠。
- ② 與鋼料密接良好（密接性）。
- ③ 優越之防蝕效果（防蝕性）。
- ④ 因氣象作用之劣化或損耗小（耐候性）。
- ⑤ 防止水之滲透（耐水性）。
- ⑥ 對污染物質抵抗力大（耐藥品性）。
- ⑦ 塗膜均一性。

僅由一層塗膜或一種塗料要滿足上列各項性能是不可能的，故塗裝應分數層實施，方可獲致符合需求之完整塗膜。一般而言，上層塗膜（面漆）應具有良好之耐候性、耐水性、耐藥品性、並須含有着色顏料之塗料；底層塗膜（底漆）應採用具有優越防蝕性、密接性之塗料；而中塗漆則應為對面漆、底漆具媒介作用，以調和兩者之相異性及緩和顏色之激變性之塗料。這種以不同性能之塗料分層塗刷，來發揮塗裝之防蝕功能之組合，就是塗裝系統。

2. 塗裝系統之分類

塗裝系統可分為外露用與內面用二

類。外露用塗裝系之選擇，應考慮設立地點之環境腐蝕因子與其強弱，以及維修難易度等因素。外露用塗裝系為顧慮構件在運輸、架設或混凝土施工時，可能遭受損傷或污染，一般分為工場塗裝及工地塗裝兩部份。近年來，長跨度橋樑等維修不易之鋼結構物，已漸趨向於選用長期防蝕之塗裝系統。

鋼構件之內面（如箱樑之內面）塗裝，因與架設位置之環境關係較小，亦無日光、雨風等之侵襲，但因易產生結露或湛水，維修亦較麻煩，故可採用耐久性良好之環氧柏油漆（Tar-Epoxy）。以下僅以新設鋼橋為例，提供日本道路協會建議之塗裝系統，供大家參考（表五～七），該表中A及B之塗裝系統亦為日本建築學會所認可，適用於建築物鋼骨結構防蝕之用。

從表列之塗裝系，我們可獲下列數點結論：

- ① 塗裝系統分為外露用與內面用兩類。
- ② 外露用再細分為一般（A與B）及長期防蝕（c）兩種型態。
- ③ 外露用之A～C適用範圍如下：
 - A：環境腐蝕因子不強之區域。
 - B：海岸地區或重化學工業地區等環境腐蝕因子強烈的地區。
 - C：長期防蝕型（跨海、或其他長跨徑橋樑等檢查、維修不易之鋼結構物）。
- ④ 內面用依橋樑施工時有無加熱，區分為D及E類。
 - D：閉合斷面之內面（如箱樑）。
 - E：同上，惟因使用鋼橋面鍛之橋樑，由於瀝青面層施工，必須同時要求耐熱性，故此類塗裝系適用於鋼橋面鍛之內側。
- ⑤ 塗裝作業分為工廠塗裝與工地塗裝兩大部份，並明定每層油漆間隔時間。

表五 外露用一般塗裝系（日本道路協會鋼橋塗裝便覽）

| 塗裝系 | 表面處理 | | 工廠塗裝 | | 工地塗裝 | |
|-----|-----------------------|----------------|----------------|--------|------------------------|---------------------|
| | 一次處理 | 間隔 | 底漆 | 間隔底漆 | 底漆 | 間隔 |
| A | 長曝型 1. 日 底漆 1 種 | 紅丹防鏽 底漆 1 種 | 紅丹防鏽 底漆 2 種 | 6 個月內 | — | 長油性酚 酸酐樹脂 中塗漆 |
| | | | 鉛系防鏽 | | 鉛系防鏽 2. 日 底漆 1 種 | 1. 日 面漆 |
| | | | 鉛系防鏽 底漆 1 種 | | 10. 日 | 10. 日 |
| B | 噴砂 | 鉛系防鏽 底漆 | 鉛系防鏽 底漆 | 12 個月內 | 長油性酚 酸酐樹脂 中塗漆 | 長油性酚 酸酐樹脂 面漆 |
| | | | 2. 日 底漆 | | MIO 塗料 | 1. 日 面漆 |
| B | 鋅粉 底漆 | 2. 日 底漆 | 2. 日 底漆 | 10. 日 | 氯化橡膠 系中塗漆 | 氯化橡膠 系面漆 |
| | | | 2. 日 底漆 | | 10. 日 系底漆 | 10. 日 |

表六 外露用長期防蝕塗裝系（日本道路協會鋼橋塗裝便覽）

| 塗裝系 | 表面處理 | 工廠塗裝 | | | | | | 工地塗裝 | | |
|-----|------|------|-----|------------|-----|------|-----|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | 間隔 | 底漆 | 間隔 | 底漆 | 間隔 | 底漆 | 間隔 | 中塗漆 | 面漆 |
| C 1 | 鋼板 | 一次處理 | | | | | | | 氯化橡膠 系面漆 | 氯化橡膠 系面漆 |
| | | 鋅粉 | 2.日 | 厚塗型鋅 底漆 | 2.日 | 中間黏層 | 1.日 | 氯化橡膠 底漆 | 1.日 氯化橡膠 系中塗漆 | 1.日 氯化橡膠 系面漆 |
| | | 噴砂 | 6個月 | 粉底漆 | 10日 | | | 10日 環氧樹脂 底漆 | 12個月 環氧樹脂 MI0塗料 | 1.日 聚胺基甲 酸樹脂中 塗漆 |
| C 2 | 噴砂 | 一次處理 | | | | | | | 10日 酚樹脂 MI0中塗 漆 | 10日 氯化橡膠 系面漆 |
| | | 鋅粉 | 2.日 | 厚塗型鋅 底漆 | 2.日 | 中間黏層 | 1.日 | 環氧樹脂 底漆 | 2.日 環氧樹脂 MI0塗料 | 1.日 聚胺基甲 酸樹脂面 漆 |
| C 3 | 噴砂 | 一次處理 | | | | | | | 10日 酚樹脂 MI0中塗 漆 | 10日 氯化橡膠 系面漆 |
| | | 鋅粉 | 2.日 | 厚塗型鋅 底漆 | 2.日 | 短曝型伐 | 4小時 | 酚樹脂鋅 鉻黃防銹 底漆 | 1.日 酚樹脂 MI0中塗 漆 | 1.日 氯化橡膠 系面漆 |

表七 內面用塗裝系（日本道路協會鋼橋塗裝便覽）

| 塗裝系 | 表面處理 | 工 廠 塗 裝 | | | | |
|-----|----------------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|
| D | 與外露用 塗裝系表 面處理同 | 環氧柏油 樹脂塗料 | 1.月 7.日 | 環氧柏油 樹脂塗料 | 1.日 7.日 | 環氧柏油 樹脂塗料 |
| E | 鋼板噴砂 + 鋅粉底漆 | | | | | 厚塗型鋅粉底漆 |

註：E系僅適用於鋼橋面板之內側。

3.5. 耐候性鋼料之使用

耐候性鋼料是在普通鋼成份中，加入銅、鉻、磷等金屬元素之一種低合金鋼。它暴露於大氣中，表面將形成緻密性高之良性鐵錆層，由於此種安定化之鐵錆被覆於鋼料表面，阻止了鋼料繼續氧化作用，而達到防蝕的功能。故耐候性鋼料，不需油漆塗裝，在一般之環境條件下亦可使用。

但是耐候性鋼料如無塗裝處理，在緻密錆層形成以前，將有錆水或浮錆之產生而妨礙美觀，造成污染。故在一般使用時，也作防蝕塗裝或錆層安定化處理。在空氣污染嚴重或鹽份高的地區，使用耐候性鋼料時，仍須實施防蝕塗裝，不過其塗膜之壽命將是普通鋼之二倍以上，在維修窮理上仍然相當有利。

有關耐候性鋼在使用時之注意事項及一些特性簡述如後。

1. 耐候性鋼無塗裝使用時應注意下列事項：

- (a) 添加金屬元素時，除應考量鋼料耐蝕性之增進外，亦應注意避免影響鋼料之機械性能與焊接性。
- (b) 使用前對於建造地點之二氧化硫濃度、海鹽粒子（氯離子）、風、日

照量、降雨量、濕度、氣溫等環境、氣象條件，應先加予檢討。

(c) 易受潮濕、水滯留之部位，或受污水、土砂影響之部份，因安定鐵錆層形成困難，無塗裝使用時，應加檢討。

2. 耐候性鋼於下列處所，不得以無塗裝使用：

- (a) 水中、土中等經常潮濕之處。
- (b) 海水、潮汐波及之處。
- (c) 鋼料表面經常磨損之處。
- (d) 強酸性之化學工廠及硫磺水附着之處。
- (e) 煙囪附近，二氧化硫濃度極高之處。

3. 耐候性鋼之表面處理方法

- (a) 黑皮狀態
- (b) 黑皮除去
- (c) 除去黑皮，並作鐵錆安定化處理。
- (d) 除去黑皮，實施塗裝。（塗裝使用）

4. 耐候性鋼之顏色變化

(a) 無塗裝使用

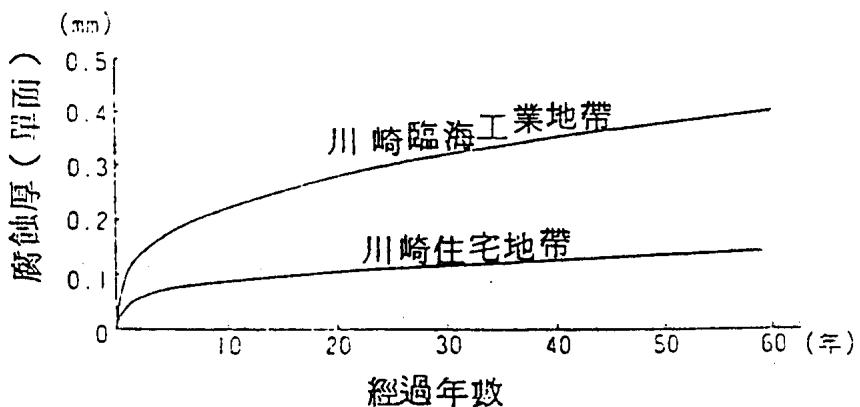
依黃褐色—赤褐色—黑褐色之過程變化。海岸地區約1年左右成為黑

褐色；內陸地區約3~4年形成略帶赤色之黑褐色而呈穩定。

(b) 鐵錫定化處理

因實施黑褐色處理，故在完工後或安定化以後，大致同為黑褐色，顏色變化不顯著。

5. 耐候性鋼之腐蝕量變化



圖六 耐候性鋼之腐蝕量變化

3.6. 塗裝顏色與景觀

鋼鐵可建造出雄偉美觀之結構物，容易與自然景觀互相調和，其主要原因是鋼結構除具有一精巧之外型外，還能夠塗上優美之顏色。防蝕塗裝是提供色彩、增進美觀的主要方法。故我們在選擇塗料色彩時，應充分掌握建造地點周邊景觀之特色，使結構物能與周圍自然景觀相容、相調和，形成一個新的景觀美。

以日本興建中的本州四國連絡橋為例，該橋樑工程因位於聞名於世的瀨戶內海國家公園內，對於維護自然景觀的需求特別重視。該工程在橋樑外型與色彩選定時，曾費盡心力，除了先進行基本問卷調查外，並結合環境景觀、色彩藝術等相關學者專家的意見，依據不同的天候（晴、雨、陰）與季節變化（春、夏、秋、冬），製成各種模型，反覆研討，以尋求與景觀環境、天候及季節

耐候性鋼之腐蝕量變化依其化學成份、自然環境、形狀、部位而異。若依日本鋼管公司在1960年代所作之試驗片長期暴露實結果，以重回歸分析，則耐候性鋼之腐蝕量變化，可作如圖六所示之推定。

變化等自然條件，最能相容、相調和之結構外型與色彩。任何工程建設基本上或多或少將與自然景觀有所衝突，但是如何使彼此相容、相調和，以呈現另一個新的景觀美，仍然是可以辦得到的。

鋼結構物常見於我們生活之中，它也常成為一個地區之地標，例如剛屆滿50歲之金門大橋是舊金山的表徵，巴黎鐵塔、東京鐵塔亦復如此。國內的關渡大橋也漸成為大家所熟知之地標。因此，我們在進行鋼結構物之防蝕設計時，應有一個觀念「鋼結構塗上油漆的目的，除了防蝕之外，還有一個美化環境的任務」，這樣才能夠使鋼結構之形象日漸提昇，易被大家所接受。

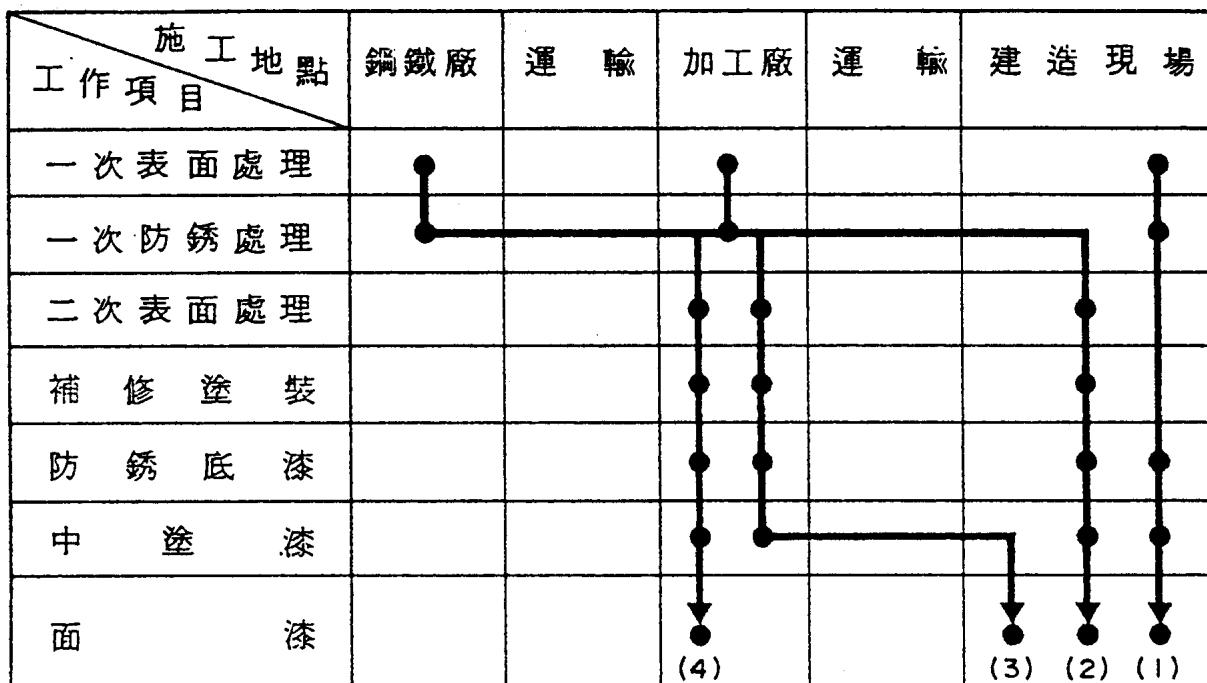
四、防蝕塗裝之施工

4.1. 塗裝作業程序

新設鋼結構物之塗裝作業程序，依

施工地點可作如表八之分類。

表八 塗裝作業程序之分類



4.2. 塗裝作業條件

有下列條件之一者，應禁止塗裝作業之進行。

- (1) 塗裝場所氣溫 5 °C 以下或濕度 85 % 以上時。
- (2) 塗裝時或塗膜乾燥前有降雨、強風之虞時。
- (3) 炎夏之鋼板表面溫度高，塗膜有發泡之虞時。
- (4) 其他經判斷有不利於塗膜乾燥或污染或影響附著等環境條件存在時。

4.3. 塗裝施工注意事項

- (1) 鋼料在使用前，應先以噴砂法澈底清除銹片、鬆屑、油脂、塵垢及一切有害之附著物，以確保鋼料之油漆防銹效果，直至鋼料露出光潔表面，及符合美國 Steel Structures painting Council 規範 SSPC-SP-10 之規定為止。噴砂、處理後之表面粗度不得超出 25 ~ 75 μm。在噴砂處理前

，所有焊接處、角縫、焊渣及其他不整齊之處均應先予磨平或補焊，直至與母材平整光滑為止。在角縫或栓孔內之砂粒應特別注意，務須清除乾淨。

- (2) 在進行鋼構材表面之清除工作過程中，不得損及鋼料。鋼料表面於澈底洗淨後，應立即塗敷第一度防銹底漆妥加保護，然後焊製裝配。如於塗敷防銹底漆前鋼料表面已生銹時，應依規定標準重做噴砂處理。
- (3) 所有油漆工作，應俟下層油漆完全乾燥後，始可油漆其上層。塗敷油漆時，其漆面均應光滑均勻，不得有某處積漆過多之現象。
- (4) 用手刷法塗漆時，漆刷之運用，應使漆層光滑均勻，且與金屬面或已有之漆面密切接觸，並應使油漆能深入所有角縫與孔隙。
- (5) 用噴射法時，應使用動力噴射設備均勻施噴，噴射塗敷之油漆，必要時應

- 立即再加手刷，以消除皺紋散裂，俾能有均勻之漆面。
- (6)如工作場所附近揚起之灰塵過多，足以影響油漆工作時，應採取一切有效措施，以防塵垢沾污新漆或未漆之鋼料表面。
- (7)未指定油漆之處所，不得沾上油漆，如不慎被油漆沾污時，應即予以清洗。

- (8)鋼構材表面經噴砂處理後，應以真空吸塵器及毛刷等，將所沾灰塵及消耗之砂粒清除乾淨。
- (9)於油漆工作施工時，所有從事或協助噴漆之人員，均應配帶防毒面罩。
- (10)下列部位在工廠不予油漆：
- (a)工地焊接處，在焊接線之兩側各100 mm 之範圍內。
 - (b)摩擦式強力螺栓接合部之摩擦面。
 - (c)預定實施工地超音波檢查部分。
 - (d)埋入混凝土或與混凝土密接部份。
 - (e)實施噴佈式防火被覆之處。

惟上列(a)(b)(c)項在各該工作完成後，應依規定做表面處理及油漆塗裝工作

五、鋼結構物防蝕塗裝之維修

鋼結構物裝的目的在於保護與美觀。由於油漆塗膜將隨著時間的經過而劣化，漸漸喪失防蝕效果並使外觀惡化，故鋼結構物經過一段時間，即需作維修性塗裝，以維持其應有的機能與耐久性。

5.1. 塗膜產生劣化現象的原因及其對策

油漆塗膜產生劣化現象的主因如下：

- 1.腐蝕性氣體（氧、臭氧、二氧化碳、硫化氫等）。
- 2.腐蝕性液體（海鹽水、酸、鹼性液體等）。
- 3.固體（鐵粉、砂塵、其他固體微粒等）。
- 4.光線（紫外線、太陽幅射熱等）。

塗膜受到上述原因的影響，將會顯示出光澤減少、氧化、白亞化變退色、起泡、剝落、生鏽等劣化現象，進而喪失塗膜之功能。塗膜劣化之現象及其主要原因，如表九所示。

表九 塗膜劣化的原因及其處理方法

| 缺 陷 | 現 象 | 原 因 | 防 範 與 處 理 法 |
|----------------------|--------------|------------------------------|------------------------------|
| 變 黃 Yellowing | 白色或淡色漆膜之變黃現象 | 使用桐油、亞麻仁油與苯酚樹脂製成之油漆或調配過量乾燥劑。 | 白色或淡色油漆避免使用易變黃性樹脂製造並控制乾燥劑用量。 |
| 變 色 Discoloration | 塗膜變色 | 使用有機性顏料者較易變色 | 淡色塗裝應選用不變色顏料 |
| | | 含鉛或銅類顏料油漆之與硫化氫接觸變黑。 | 有硫化氫產生環境應避免使用鉛或銅系顏料。 |

| | | | |
|------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| | | 水泥、白灰、或化學品之接觸變色。 | 使用耐鹼性或各適當之耐藥品性漆塗料。 |
| | | | 使用適當耐藥品性油漆做重塗。 |
| 龜裂 Cracking | 塗面產生裂紋、輕者稱爲 Checking 嚴重者稱爲 Cracking 。 | 塗膜太厚。 | 避免過份厚塗。 |
| | | 下層漆未乾。 | 待下層漆乾透後再做上層塗裝。 |
| | | 上、下層塗裝之配合不當，性質不合。 | 慎重考慮塗裝系統，避免異種油漆之疊層塗裝。 |
| | | 溫度急激下降。 | 氣溫突然下降時應停止施工。 |
| | | | 除去龜裂漆膜重做塗裝。 |
| 起泡 Blistering | 塗膜發生起泡浮腫現象。 | 因生鏽扛起漆膜。 | 做完整表面處理與防銹塗裝。 |
| | | 被塗面有水份，或吸潮性物質之附着，以及塗裝器具內有水份之存在。 | 做完整表面處理與塗裝器具之清理。 |
| | | 船底之鋅陽極附近因氫氣瓦斯之起泡或在陰極產生之鹼性物質引起之起泡。 | 施塗適合陰陽極防蝕之塗料，並控制防蝕電流，不要變爲過電腐蝕。 |
| | | 厚塗型油漆之連續使用。 | 按規定塗裝間隔施工。 |
| | | | 除去有起泡漆膜重做塗裝。 |

表九（續）

| | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| 生 銹 Rusting | 產生鐵銹 | 處面處理不當。 | 做完整表面處理，除去黑皮，鐵銹，水份以及其他異物。 |
| | | 塗料性能不良。 | 選用品質優良產品。 |
| | | 漆膜厚度不足或施工不良。 。 | 按規定漆膜厚度施工，不要有漏塗情事發生。 |
| | | | 除去漆膜重做表面處理與塗裝。 |
| 剝 離 Lifting (Scaling) | 底面與漆 膜或漆膜 與漆膜間 之剝離現 象。 | 被塗面有油、水份或鐵銹 之存在。 | 做完整表面處理。 |
| | | 底層漆之過份暴露與硬化 。 | 在規定塗裝間隔時間內做塗裝。 |
| | | 下層漆與上層漆之配合不 良。 | 考慮塗料系統，盡量避免 做異種或不同廠牌油漆之 疊層塗裝。 |
| | | 工程錯誤，例如無W／P 之氯乙烯系油漆塗裝。 | 按規定塗裝工程施工。 |
| | | 異種塗料之混合。 | 避免不同系統或廠牌油漆 之混合。 |
| | | 潮濕木材，或從背面吸收 了水份之木材正面塗裝。 | 選用乾燥木材，不做單面 塗裝。 |
| | | 過份平滑之金屬面塗裝。 | 用噴砂或砂紙磨粗後施工 。 |
| | | | 除去剝離漆膜重做塗裝。 |

| | | | |
|-------------------------|--------------|------------------------|--------------------------------------|
| 皺 紋 Wrinkling | 塗膜有起 皺現象。 | 過份厚塗，造成表乾裏不 乾現象。 | 避免過份之厚塗塗裝。 |
| | | 下層漆未乾。 | 待下層漆乾透後（待規定 塗裝間隔時間過後）再做 上層漆塗裝。 |
| | | 乾燥劑用量太多。 | 控制乾燥劑用量。 |
| | | 為了促進乾燥，將塗面加 熱或直曬太陽。 | 避免急激加熱。 |
| | | 用砂紙磨平後重塗。 | |

5.2. 塗膜劣化調查

塗裝系統的選定及塗裝作業即使都毫無偏差，塗膜也將隨著時間之經過而劣化。由於目前尚無防止塗膜劣化的方法，故為了維持塗膜應有之機能，在塗膜劣化程度尚未達到容許限度以前，即應進行維修塗裝，更新已劣化之塗膜。因此，定期實施檢查，掌握塗膜劣化程度及其原因，是件相當重要的事。

塗膜調查時間依美國 SSPC 之建議，是塗裝後第一年每三個月一次，第二年每六個月一次，以後每年一次。最初之第一、二年，調查間隔較短的原因，是若能早期發現因施工或塗膜損傷引起之缺陷，並即時處理，將可大幅降低日後之修補費用，延長塗膜之壽命，故塗膜調查間隔在塗膜完成初期，是越短越有利。此外，在颱風或梅雨季節，因強風或長期降雨，易使塗膜產生缺陷，在該時期過後也是塗膜調查之適當時期。

5.3. 維修塗裝時期之判定

塗膜劣化至何種程度，才是維修的

適當時期呢？這個問題因涉及鋼結構物之規模、環境條件、施工難易度、使用年限及經費等因素，是難有一絕對的標準。不過，一般認為當塗膜粉化並開始有點狀銹蝕時（銹蝕之發生約佔全面積之 0.5 % 時）是維修塗裝的適當時機。

為使能進一步了解維修塗裝時期之判定，特以日本國有鐵路之「塗膜劣化度判定基準」說明之。該基準將塗膜劣化現象分為剝離、龜裂、起泡、生銹、粉化等五種，再根據其劣化程度分為 6 個等級，製成一個評分標準表（如表十），並附有彩色照片樣本對照。若各種劣化評分分數累計達 25 以上，即可判定需作維修塗裝。

根據日本國鐵對鐵路橋樑之防蝕調查結果，維修塗裝之適當年數，依地區環境而異，如下所示。

- ◎ 海岸地區 3.9 年
- ◎ 工業地區 6.0 年
- ◎ 田園地區 6.9 年
- ◎ 山間地區 7.8 年

表十 塗膜劣化度判定基準(日本國有鐵路)

| 劣化現象 劣化度 | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. |
|-------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|------|
| 剝離 | 2. | 4. | 6. | 8. | 10. | 20. |
| 龜裂 | 3. | 6. | 9. | 12. | 15. | 30. |
| 起泡 | 5. | 10. | 15. | 20. | 25. | 50. |
| 銹蝕 | 10. | 20. | 30. | 40. | 50. | 100. |
| 粉化 | 判定已粉化中者：3分 可見底漆程度之粉化者7分 | | | | | |

若以經濟性為評估依據，則依日本阪神道路公園之研究報告，維護塗裝以6年為週期最為有利（圖七）。

此外，日本道路協會鋼橋塗膜劣化度判定標準如表十一所示，亦可供作橋樑等陸上鋼結構物判定塗膜劣化程度之依據。

一般維修塗裝可分為①全面性維修塗裝②局部性維修塗裝③應急性維修塗

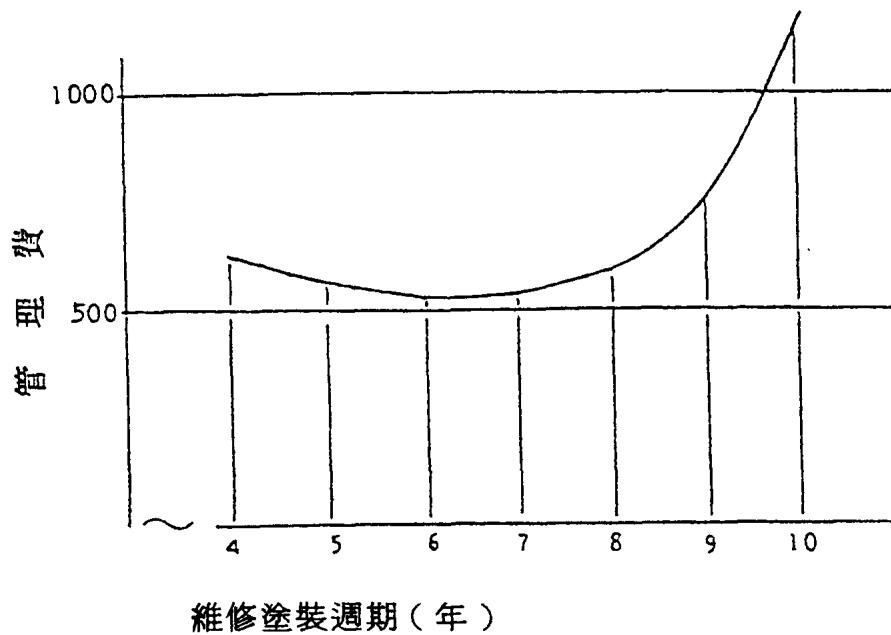
裝等三類。將其維修塗裝時期之判定說明如下：

①全面性維修塗裝時期之判定，可依前述「銹蝕之發生面積佔全面積之0.5%程度」時為準，但是若為除去銹蝕及劣化塗膜所需作表面處理面積，已達全面積5~30%時，亦宜考慮作全面維修塗裝工作。銹蝕發生程度之評定標準，可參考美國SSPC之規定。

表十一 日本道路協會鋼橋塗膜劣化度判定標準與ASTM標準對照表

| 日本道路協會劣化度標準 | | 相當於ASTM標準級別 |
|-------------|-------------------------|--------------------------|
| 劣化度 (1) | 生銹情況嚴重，塗膜龜裂起泡、剝落大致全面發生。 | 生銹D610-68 No.4以上 |
| | | 龜裂D660-44、D661-44 No.6以上 |
| | | 起泡D714-56、8D、6D、4M、2M以上 |
| | | 剝落D772-47、D913-51、No.6以上 |

| | | |
|------------|-----------------------|--------------------------------|
| 劣化度 (2) | 部份的點狀生鏽和塗膜的龜裂、起泡、剝落發生 | 生鏽 D610 - 68 №. 6 以上 |
| | | 龜裂 D660 - 44、D661 - 44、№. 8 以上 |
| | | 剝落 D772 - 47、D913 - 51、№. 8 以上 |
| | | 起泡 D714 - 56、8MD、6M、4F、2F 以上 |
| 劣化度 (3) | 生鏽發生幾乎沒有，只有塗膜變色、粉化現象。 | 粉化 D659 - 44 №. 6 以上 |



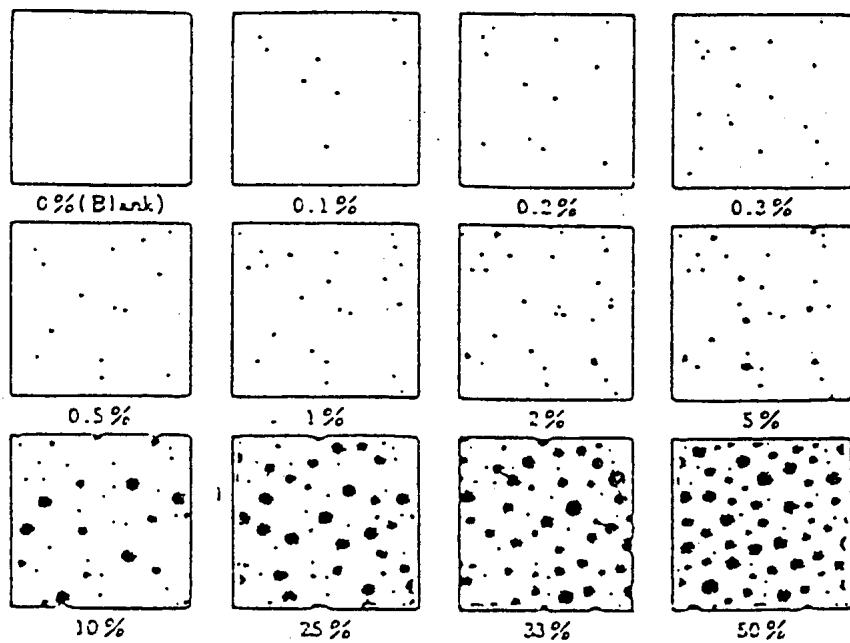
圖七 維修塗裝週期與管理費用之關係

②腐蝕並非整體結構物同一速度進行，局部性的腐蝕將使構件產生缺陷，而影響整個結構物之使用年限。因此，如能對腐蝕顯著部份，實施局部性或應急性之維修塗裝，將可延長全面性維修塗裝之期間。鋼結構物在作例行性檢查或作其他調查是，如發現鋼料已有局部性腐蝕現象時，即可視實況需要，判定為局部性維修或應急性維

修塗裝之時期。

5.4. 維修塗裝之表面處理及塗裝系統之選擇

維修塗裝因須在已建造完成之工地施工，故受施工期間及工地環境之影響甚大。因此維修塗裝之表面處理及塗裝系統之選擇，必須考慮維修前塗膜之劣化程度，方可決定。維修塗裝所採用之表面處理方法，應視鋼板表面塗膜劣化



圖八 美國 S S P C 鎹蝕發生程度評定標準

及鎹蝕程度而定，一般可參考第 3.2.節表四所示之日本道路協會「鋼橋表面處理等級及其適用標準」，既有鋼結構物之維修塗裝一般採用清淨度 2 ~ 4 級。

維修塗裝適用之油漆系統，以與舊塗膜相同之塗裝系統為佳，但因維修塗裝係在架設現場施工，故難有理想之表面處理，且亦受環境因素影響。因此，在選擇塗裝系統時，應配合現場之各項因素，才能決定。

表十二所示者為各種塗料重塗之適合性，可供維修塗裝時選定塗料種類之參考。有關維修塗裝系統，以日本道路協會鋼橋維修塗裝為例如表十三所示，該表係配合第 3.4.節表五所列之塗裝系統。

表十二 各種塗料重塗之適合性

(A) 短期塗裝間隔時

| 上塗 塗料種類 底塗 塗料種類 | 油性系 | 油性合成系 | 酚酸樹脂系 | 聚乙稀樹脂系 | 氯化橡膠系 | 環氧化脂系 | 變性環氧化脂系 | 無機鋅粉系 | 聚丙烯腈環氧化脂樹脂系 | 聚氨基甲酸酯樹脂系 |
|--------------------------|-----|-------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|-------------|-----------|
| 油性系 | ○ | ○ | ○ | × | × | × | × | × | × | × |
| 油性合成系 | ○ | ○ | ○ | × | × | × | × | × | × | × |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 醋酸樹脂系 | ○ | ○ | ○ | × | × | × | × | × | × | × | × |
| 聚乙烯樹脂系 | | | △ | ○ | ○ | × | × | × | × | × | × |
| 氯化橡膠系 | | | △ | × | ○ | × | × | × | × | × | × |
| 環氧樹脂系 | | | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ | |
| 變性環氧樹脂系 | | ○ | ○ | × | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ | |
| 無機鋅粉系 | × | × | × | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 聚丙烯腈環氧樹脂系 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ | |
| 聚氨基甲酸酯樹脂系 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ | |

註 1.: 要在變性環氧樹脂塗料、底漆重塗面漆時，需造表面粗糙度（經 5 天以上時），若環氧柏油塗料當底漆時，其上塗料時會發生滲色。

2.: 無機鋅底漆的上塗需中漆之薄膜塗裝 (Mist Coat)。

(B)長期塗裝間隔時

| 上 底 塗 塗 塗 料 種 類 | 油 性 系 | 油 性 合 成 系 | 醋 酸 樹 脂 系 | 聚 乙 烯 樹 脂 系 | 氯 化 橡 膠 系 | 環 氧 樹 脂 系 | 變 性 環 環 樹 脂 系 | 無 機 鋅 粉 系 | 聚 丙 烯 腈 環 氧 樹 脂 系 | 聚 氨 基 甲 酸 酯 樹 脂 系 |
|--------------------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 油性系 | ○ | ○ | ○ | | ○ | | | × | | |
| 油性合成系 | ○ | ○ | ○ | | ○ | | | × | | |
| 醋酸樹脂系 | ○ | ○ | ○ | | ○ | | | × | | |
| 聚乙烯樹脂系 | | | △ | ○ | ○ | × | × | × | × | × |

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 氯化橡膠系 | × | × | × | × | ○ | × | × | × | × | × | × |
| 環氧樹脂系 | × | × | × | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ | |
| 變性環氧樹脂系 | | ○ | ○ | × | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ | |
| 無機鋅粉系 | × | × | × | × | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 聚丙烯晴環氧樹脂系 | × | × | × | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ | |
| 聚氨基甲酸脂樹脂系 | × | × | × | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ | |

註 1. : 如上表 (A) 之註 1. 。

評價：○可重塗

2. : 如上表 (A) 之註 2. 。

△有條件的可重塗。

3. : 依塗料品質結果亦有不同上表者。

×不可重塗者。

表十三 維修用塗裝系 (日本道路協會鋼橋塗裝便覽)

| 塗裝系 | 舊塗裝系 | 底漆 | | | | | | 中面塗漆 |
|-------|-----------------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|---------|
| | | 第一層 | 間隔 | 第二層 | 間隔 | 第三層 | 間隔 | |
| a | A - 1 | 鉛系防銹底漆 | 2.日 10.日 | 鉛系防銹底漆 | 2.日 10.日 | | | 同 A - 1 |
| | A - 2 | | 3.日 10.日 | | 3.日 10.日 | 酚樹脂MIO塗料 | 3.日 10.日 | |
| | A - 3 | | | | | | | |
| b - 1 | B - 1 | 環氧樹脂底漆 | 2.日 10.日 | 環氧樹脂底漆 | 2.日 10.日 | | | 同 B - 1 |
| b - 2 | B - 2 | | 2.日 10.日 | | 2.日 10.日 | | | |
| d | A - 1 A - 2 D | 環氧柏油樹脂塗料 | 2.日 10.日 | 環氧柏油樹脂塗料 | 2.日 10.日 | 環氧柏油樹脂塗料 | | |
| g - 1 | 鋅粉底漆、油性防銹漆、酚酸酐樹脂漆等適用。 | 鉛酸鈣防銹漆 | 1.日 10.日 | 鉛酸鈣防銹漆 | 1.日 10.日 | | | 同 A - 1 |
| g - 2 | | 酚樹脂系底漆 | 1.日 10.日 | 酚樹脂系底漆 | 1.日 10.日 | | | |

註：(1)表面處理為清淨度 1 級，2 級者，依上表實施。

(2)表面處理為清淨度 3 級者：

銹蝕除去部份：依上表實施。

活膜（未劣化塗膜）殘存部份：可省略上表之第一層底漆。

(3)表面處理為清淨度 4 級者：

銹蝕除去部份：件上表實施。

活膜殘存部分：可省略上表之底漆部份。

(4)舊塗裝系另見表五～表七。

六、結語

腐蝕及維護問題是鋼結構物最感困擾的事，也往往成為大家不願使用鋼結構的主要原因。從鋼鐵之腐蝕特性、防蝕方法及塗膜劣化機構觀之，欲以油漆塗裝來使鋼結構物達到永久免維護（Maintenance Free）的目標，是不太可能的事，但這不僅是鋼鐵材料如此，其他之非金屬材料如混凝土造、石造、木造等之結構物，也同樣的不可能永久免予維護的。

近年來防蝕技術日新月異，若能組合多種防蝕塗料，運用複合防蝕技術，增強防蝕、防銹機能，並以機械化，自動化來消除塗裝作業可能產生之缺失，相信在不久的將來，10～20 年長期免維護之防蝕方法，將不難出現。

附記：

筆者是學結構工程的，並不是學材料，也不是學化學的。本文是以個人多年來從事國內重大鋼結構工程之設計工作，所蒐集的一些資料及一點經驗與看法，提供出來就教於諸位先進。