

表面處理與防蝕技術

陳文源

以鐵為中心的金屬，廣泛又大量的利用於人類的日常生活及各種產業活動上，是現代社會不可缺少之極重要材料。可惜這些金屬的共通缺點是銹蝕現象，日常我們常見汽車外殼、鋼架或機械設備，鋼纜乃至馬口鐵等，經使用或儲放一段時間後都會發生嚴重的腐蝕破壞，腐蝕的發生不僅破壞原有的美觀；更會破壞其功能；降低使用年限，並危害使用者的生命安全。因此腐蝕的研究與防蝕技術的開發，已成為現代工業與人類生活上不可忽視的大事。

金屬腐蝕的定義是金屬處於周圍介質的化學作用或電化學作用而變色變形，進一步的腐蝕進行使金屬強度性能降低，以至機械、設備、結構物等完全損壞不堪使用，通常金屬在大氣中由於氧、水份及其他污物而引起的腐蝕稱為生銹，其防止對策即稱防銹，近年來工業之發達在腐蝕性化學氣體或液體瀰漫下腐蝕之發生因素更複雜，故這些化學物而發生的銹蝕或高溫下的腐蝕與海水中及地下腐蝕區域之錯雜引起嚴重的侵蝕破壞，針對這些工作之對策即稱防蝕。

所以今天我們在這進步的工業社會裡，金屬類之使用與延長其壽命上，不再僅限於防蝕，而應講求的是防蝕工作，由於本省處於亞熱帶海洋氣候區域，係屬高溫，高濕且有季節性海風吹襲所帶來的大量海鹽粒子，加以工廠排放的化學氣體，腐蝕環境尤為惡劣，有些先進國家所發展使用成功的防蝕材料及防蝕技術就不一定能適用在國內。

由於環境的不同，所採取的防蝕技術也有所不同，過去單靠塗料塗裝來防銹蝕已無法達

到防蝕的目的，必須輔以其他更有效的防蝕方法，如熔融鋅、金屬熔射、化學內襯及電氣防蝕等複合化防蝕技術才能達到一勞永逸之防蝕效果；如何使這種防蝕技術有效而生根，今後必須集合統籌運用並瞭解其特長以收事半功倍之效果，在不同環境下配合不同複合防蝕技術，除了實驗室之促進試驗方法外，在各地要進行實際的現場試驗，才能確立其有效的防蝕效果。

金屬的表面曝露於大氣壓下或水中、海水中、化學液中或地下，所直接接觸到的就是水和氧，再加上化學物與細菌甚至不同金屬，以致發生銹蝕是不容置疑的，如果在這些金屬表面給於適當的防蝕方法，選擇適用的防蝕材料，做嚴密的施工即可達成防蝕目的。依許多經驗，防蝕工作成功之要件如下：

1 了解被防蝕金屬之一切條件—

如金屬的種類成份、構造、形狀大小，施工前放置場所的環境與施工後及將來使用之環境。

2 了解各種防蝕材料—

如內襯材料或塗料性能、抑制劑性能、電氣防蝕各種電極之性能規格，依其防蝕的目的選擇適用材料。

3 適當而正確之表面前處理—

據先進國家防蝕技術專家實際統計防蝕工作，影響防蝕材料壽命與效果中最大者莫過於前處理。

影響防蝕效果之各種主要因素如下表：

主要因素	影响百分率
表面前處理之適當與正確性	49.5
防蝕膜厚與層數	19.1
防蝕材料的種類	4.9
其他因素(如環境變化、氣象等)	26.5

前處理中最有效的方法是噴砂法，其次是酸洗法，再來是化學處理法。在噴砂中常被忽略之點是表面粗糙度，最適當的表面粗糙度是 $20\mu \sim 80\mu$ ，因其給予防蝕材料與金屬表面之附着力是最適當又防蝕效果上亦最正確，防蝕技術上防蝕材料對表面之附着力會決定其他一切，按 Mr. F. London 之附着理論

$$\epsilon = \frac{n \pi r}{6 d^2}$$

ϵ 是附着力

n 是表面上附着之材料單位面積內數量。

r 是材料之粒子半徑。

d 是防蝕材料膜與金屬表面間之距離。

依據此理論

$d = 0$ 即金屬表面除銹完全沒一點污塵物時，使防蝕膜完全與金屬附着的無間隙。

這時 $\epsilon = \infty$ ，附着力變無限大，故噴砂至 SSPC-SP5 或 SIS Sa3 是必要的。

4. 防蝕施工技術一

隨著防蝕工作之需要，施工設備與器具亦朝著實用而省力化、合理化，針對某一施工應注意事項：

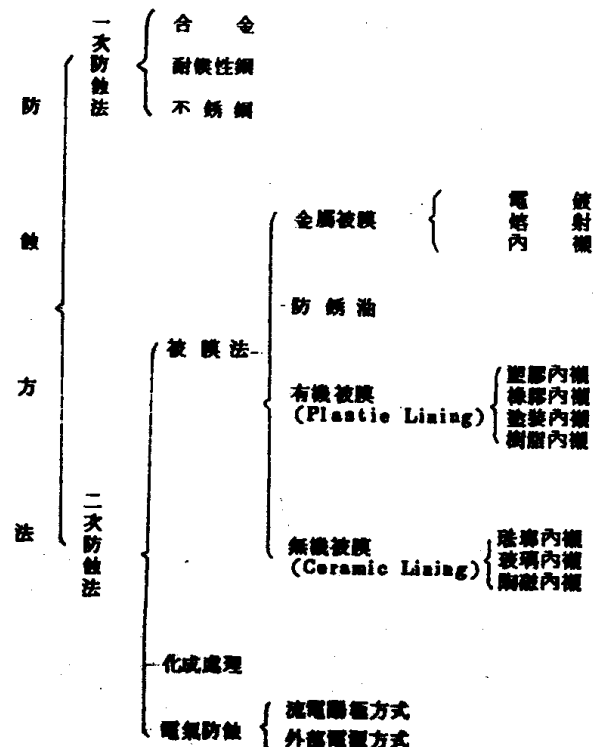
第一要選擇適用機具才可：例如，塗料中的無機鋅底漆，專用無氣機，是針對前處理後的第一道底漆而開發，但許多施工者都忽略其重要性而亂用一般塗料用之無氣機充其濫用，以致鋅粉量附着量低而又發生垂流，隱蔽力小，只埋怨塗料產品不良，孰不知，此種底漆鋅粉含量高達80%以上，因比重大

而極易沈澱，故為此施工機械專家辛苦開發了適用的無氣噴機棄而不用，結果底塗工作不符需要，防銹力減低，縮短了整個防蝕系統之保證。

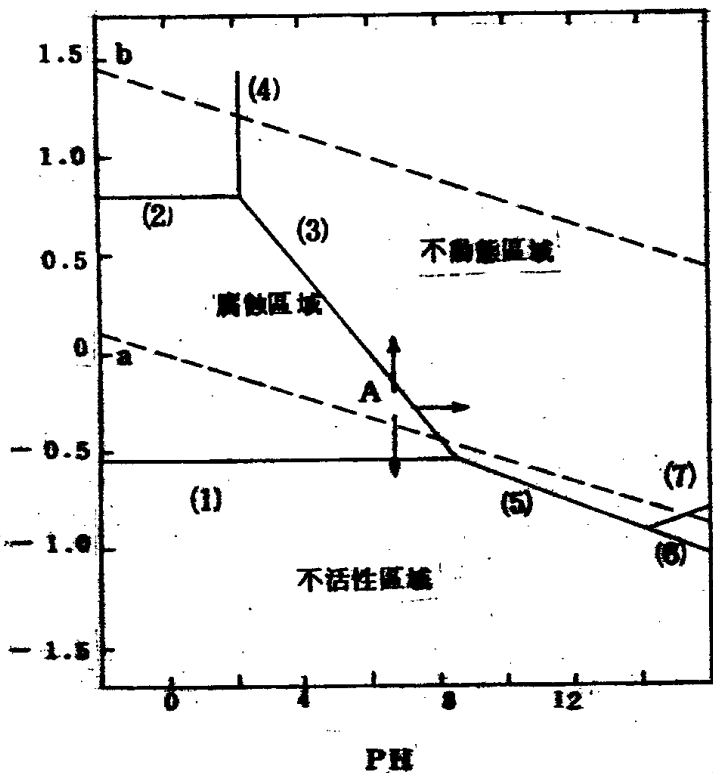
第二施工中尤其要注意氣象變化：例如，濕度85%以上，溫度 5°C 以下或 40°C 以上不可塗裝，因易發生塗裝缺陷，最嚴重者水分或污物之滲入或硬化不良，影响整個塗裝防蝕系統。

最近發生之埋設鍍鋅管之生銹問題在此舉例說明其重要性；埋設管經施工一年後而發生孔蝕，經調查後發現有二大原因，第一個原因是鍍鋅管廠商在脫脂不完全下酸洗，又沒選擇適用之抑制劑以致產生氫脆化而易發生孔蝕。第二個原因是雖然用防蝕帶包覆鍍鋅管上，但施工情形不良，有些地方防蝕帶沒卷覆到，光是一小間隙沒包覆好就容易發生電位差，若不幸那一地方恰巧是有氫脆化發生點，隨而發生了不可避免之孔蝕；類似施工之疏忽或不按規定而發生之腐蝕甚多。

表面處理防蝕技術可分為下列之防蝕方法：



可選擇幾種複合防蝕方法根據 Palube 圖，如下圖：



使被防蝕物帶入不動態區域或不活性區域，亦即提高 PH 7~12 把金屬電位降低到其防蝕電位下，即不會腐蝕。

綜合以上方法，要使防蝕工作達成完全境界，需重視二大因素：

第一個因素是（前處理要完全正確）注重附着力，金屬製品形狀種類多，用途又千差萬別，要選擇符合用途之前處理；大體上前處理分為化學的方法與物理的方法，目的都是提高防蝕膜之附着性與附蝕性。

1 化學的前處理

採用碱洗、溶劑、界面活性劑、乳化液之脫脂去除，降低表面張力，而後採用塩酸、硫酸或磷酸等加適當之抑制劑來達成除蝕目的。

2 物理的方法

使用鋼粒、砂砂等噴射，使金屬表面活性化，不僅除蝕又使表面粗糙度達到標準，增加附着力與防蝕性。

前處理程度多採用美國鋼結構協會規定之標準 SSPC 與瑞典之 SIS 規定，如下表

表面處理程度與作業方法

表面處理程度	作業方法	相關規格
第一種清潔度 黑皮、銹垢、舊塗膜點全除掉，使金屬表面清淨。	噴砂	SSPC-SP 5 SSPC-SP 6 SSPC-SP10
	酸洗	SSPC-SP 8
第二種清潔度 銹舊塗膜除掉，使鋼表面露外，但凹部或狹縫部，仍有少數銹與舊塗膜殘存。	電磨機等動力工具與手工具併用	SSPC-SP 3
第三種清潔度 銹除掉已劣化之塗膜，露出鋼面，但留有未劣化塗膜（活膜）。	同上	SSPC-SP 2
第四種清潔度 除掉已劣化者與不良污塵，而留下活膜。	同上	——

塗裝前鋼材表面處理的各種基準

SSPC (注1)	SIS (注2)	BS 4232(注3)	NACE (注4)	JSRA SPSS (注5)	標準除銹率(注6)
白色金屬清潔度 SP-5	Sa 3	一級 (NIL)	No. 1	Sh 3 Sd 3	99.9% 以上 (-NIL)
接近白色金屬清潔度 SP-10 (95% 以上)	Sa 2 ½	二級 (95%以上)	No. 2	Sh 2 Sh 2	95% 以上 (-99)
商業上清潔度 SP-6	Sa 2	三級 (80%以上)	No. 3	Sh 1 Sh 1	67% 以上 (-80)
鋼刷清潔度 SP-7	Sa 1		No. 4		
動力工具清潔度 SP-3	St 3			Pt 3	
手工具清潔度 SP-2	St 2				
施工條件及除銹 率等用文章表現 SP-10	有照片	()內表除銹率		有照片及 Pt2·Pt1	()內是最嚴重下 之除銹率

(注1) STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL

(注2) SVENSK STANDED SIS 05 5900-1967

(注3) BRITISH STANDARD

(注4) NATIONAL ASSOCIATION OF CORROSION ENGINEERS

(注5) 日本造船研究協會(塗裝前鋼材表面處理基準)

STANDARD FOR THE PREPARATION OF STEEL SURFACE PRIOR TO PAINTING

(注6) THE SOCIETY OF NAVAL ARCHITECTS AND MARINE ENGINEERS 發行(1969,12)之
ABRASIVE BLASTING GUIDE FOR AGED OR COATED STEEL SURFACES之標準值,又
依表面狀態除銹率

第二個因素是注重防蝕力,金屬之不安定其表面都易形成陰陽二極,如下表:

為防止腐蝕電流之產生,亦即如下式

$$I = \frac{(E - P)}{R}$$

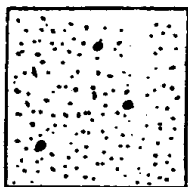
I 為腐蝕電流

E 為金屬表面之電位

R 為金屬表面之電阻

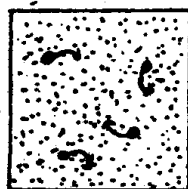
P 為分極

若把腐蝕電流變成零,亦即陰陽二極電位平衡而不腐蝕,如塗料應使用塗膜產生高電阻之高分子當展色劑,因若 $R = \infty$ 亦即腐蝕電流 $I = 0$ 即不通過;再加以選擇產生替身作用之金屬



鐵表面

局部腐蝕
陽極部份固定



全面腐蝕
陽極部份會移動

粉來當陽極達到電氣防蝕目的，或選擇產生分極之顏料，如紅丹、鉍鉻黃等使電位差為零，即腐蝕電流 I 即不發生，亦即達到防蝕目的。防蝕膜的保護被防蝕體主要是遮蔽外來離子或氧、水與化學氣體等到金屬中，故高電阻之防蝕膜，採用化學性能與物理性能都優秀才可，高電阻沒針孔，即可達到此目的，又防蝕膜中亦有化學作用，使外來有害物質中和或與之反應轉為安全之化合物之性能者，常使金屬表面保持不動態區域與不活性區域，即可達成目的。總之，金屬表面唯有靠適當之防蝕技術來防蝕延長其壽命，保護被防蝕體而增加其機能性之附加價值，在這日益變化之科學發達時代中，可使國家社會節省許多資源與能源。

作者：柏林公司總經理

本會常務理事

中國化學學會高雄分會理事長