

前言

依據「ISO 9223標準—金屬與合金的腐蝕」，腐蝕的定義是一個漸進式毀壞的過程(尤其是指金屬原料)，起因於該原料和周圍氣態、液態、固態侵蝕性環境之間的化學與/或電氣化學反應，此反應會導致產品失去功能上的性質。據專家的觀點，這就像是癌症一樣，會剝奪一個國家約4%的社會總產值。甚至知名的摩擦學教授彼得·約斯特(Peter Jost)先生也在它的巨作〈約斯特報告〉中說，腐蝕、磨擦和磨耗的問題每年都會為英國帶來巨大的金額損失。以全球的觀點來看，這個將近天文數字的總金額有個明顯的漸進趨勢，是由越來越具侵蝕性的環境所造成的(見表1)。

生鏽螺帽螺栓衍生的 雙重成本

文/Jozef Dominik



表1
每年的材料損失(單位: μm)

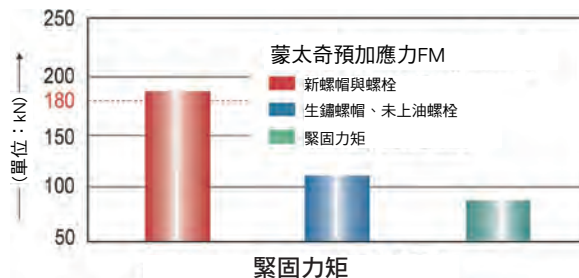
環境	材料			
	鋅	黃銅	銅	非合金的鋼鐵
國內的空氣	1 - 3	≤ 4	≤ 2	≤ 80
市內的空氣	≤ 6	≤ 4	≤ 2	≤ 270
業內的空氣	6 - 20	≤ 8	≤ 4	≤ 170
海洋的空氣	2 - 15	≤ 6	≤ 3	≤ 170

栓合件的腐蝕和其後果

腐蝕無可預防，因為這就是腐蝕進程的自然法則。透過適當的預防措施，可以將損失降到可接受的程度。這與最大程度的栓合件有關聯(見圖1)，因為這有兩個理由。在此案例中，腐蝕不只會造成標準材料的斷裂，還會負面影響緊固的狀態(見圖2)。腐蝕的螺絲與螺帽上增加的摩擦係數就是這一切的起因。如圖3的桑基圖所示，在整個輸入的緊固力矩 M_M 當中，只有 M_{ef} 這一小部分用來產生必須的預加應力。其他的則被消耗掉以克服螺絲頭與螺帽之下的螺紋與接觸面的摩擦力，此摩擦力會轉化成熱。



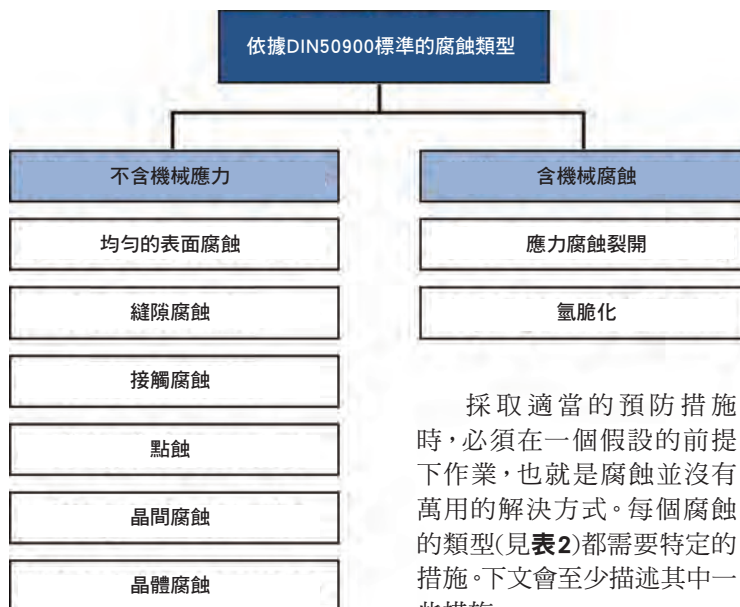
(圖2)



(圖3)



表2



採取適當的預防措施時，必須在一個假設的前提下作業，也就是腐蝕並沒有萬用的解決方式。每個腐蝕的類型(見表2)都需要特定的措施。下文會至少描述其中一些措施。

均勻的表面腐蝕

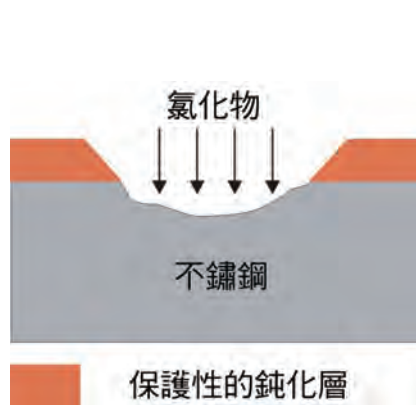
栓合件的統一表面腐蝕(圖1)是腐蝕的類別中危險性最低的,因為它會均勻地侵蝕零件的表面,且肉眼可見。它的起因是大氣濕度的影響和Cl⁻與SO₄⁻等等的侵蝕性元素。諷刺的是,有時這很有用處的,因為它會鎖固住栓合件以避免自然發生的衰變。

預防措施:

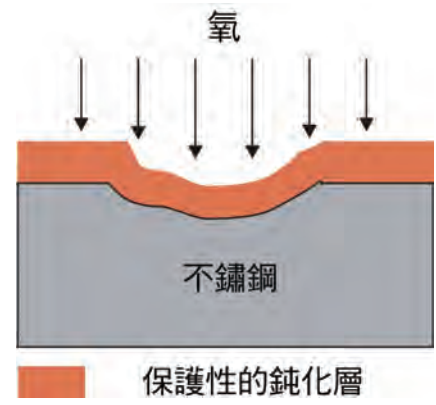
- 保護塗層,例如鋅和鉻等等
- 不鏽鋼
- 通風
- 常態視覺管控,有需要的時候就刷乾淨或換新

點蝕

點蝕可能會在浸在中性或海水等主要含氯化物(Cl⁻)酸性溶液的不鏽鋼發生。它的定義是在原本的鈍化表面上出現局部的侵蝕(直徑在微米與毫米之間)。小小的表面缺陷就能引發點蝕(圖5)。顯然地,不起眼的腐蝕會引起更嚴重的腐蝕,例如晶間腐蝕、穿晶腐蝕或應力腐蝕龜裂。



(圖5)



(圖6)

縫隙腐蝕

由於毛細管作用力的影響,每條裂縫(邊界或接觸點)都會吸收濕氣。這個過程的結果就是典型的紅褐色腐蝕,會局部出現在栓合件邊界的周圍。

預防措施:

- 使用結合了法蘭的多功能接合元件來減少接觸面的數量
- 讓接觸面平順
- 減少使用墊片

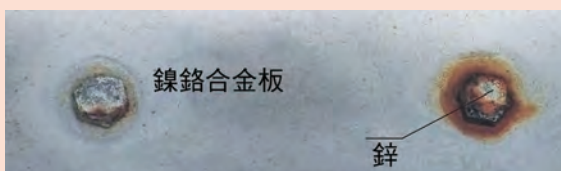
預防措施:

- 提供足夠的氧氣以復原保護性的鈍化層(圖6)
- 控制酸鹼值、氯化物濃度和溫度
- 使用那些對所處環境有高抗力的材料。使用促進材料的抗點蝕力的化學元素: 鉻、鉬、氮
- 使用陰極保護法

接觸腐蝕

在周遭環境作為電解物的狀態下,兩種擁有各種可能性的金屬共同接觸時,(電流或雙金屬的)接觸腐蝕(圖4)就會發生。

(圖4)



預防措施:

- 基礎原料、接合元件的保護塗層應該要同於或優於接合的物件。
- 結構元件的表面應該要大於較優的接合元件的表面
- 可能的話,使用隔離的墊片。

氫脆化

氫脆化的定義是一種由載荷的結構中的氫引起的金屬退化,這是起因於原子形式的氫擴散到金屬的晶格。這是金屬材料退化的現象當中最危險的一種,就算是用來生產栓合件的鋼材也不例外。受此層面影響的關鍵零件包括等級10.9和12.9的螺栓螺帽、彈性墊片和軸專用扣夾。

電鍍程序常會把氫加入扣件中,此時氫會在酸洗或除垢過程中被吸收進扣件裡。

預防措施:

- 透過熱浸而非電流的方式為重要的零件鍍鋅
- 若被嚴格要求採用鍍鋅作業,那就在短時間內使用乾淨的表面來執行程序
- 以退火來去除氫脆化

結論

如本文所示,腐蝕有多種的形式,每種形式都遵循自身的機制。選擇合適的預防措施的主要前提是假設對這機制有所認知。這對栓合件的情話來說特別重要,因為在此情況下的腐蝕的傷害性更多出一倍。一方面它會損害材料,另一方面由於摩擦係數的改變,它會負面地影響組裝的狀態。 ■