

## 六年國建等各項建設 之防蝕重要性及其技術檢討

莊秋明\* 論述

世界各國每年因金屬腐蝕所耗費之資源大多已達或超過國民生產毛額(GNP)之百分之四。台灣為一海島，氣候炎熱潮濕為易腐蝕環境，金屬之腐蝕應較他國為甚。以我國為例，民國81年國民生產毛額(GNP)約為新台幣伍萬參仟貳佰伍拾柒億元，如以百分之四計算，我國每年因腐蝕所遭致之損失約為貳仟壹百參拾億元。如能施予適當之防蝕設施，最保守估計至少可將腐蝕損失從百分之四減為百分之三，即將可節省約710億元。由此可見防蝕之重要及必要性。據國外統計分析估計全世界因腐蝕損失金額中，機械部門之損失額最大約佔40%，交通運輸部門約佔19%，建設部門約佔17%，化學工業部門約佔15%，其他為能源部門與金屬精鍊部門之腐蝕損失。

國內各公私立機構或有關人員，以前或目前對構造物、設備及機具等之防蝕工作未予重視，導致能以防蝕技術防阻腐蝕而未及時防止，以致損壞影響生產，阻礙交通，危害公共安全或廢棄及拆除重建，耗費鉅大公私費用，浪費不少國家資源。

在自然界中鋼鐵屬易獲得而可大量生產，且又比較其他金屬廉價之金屬。因鋼鐵

之強度，延展性優，不僅可作為我們居家生活中不可缺少之材料，且一般公共建設亦必多用之材料。惟鋼鐵最大之缺點是在大氣中易銹蝕而損壞。

六年國建等國內各項建設中採用材料都離不開採用鋼鐵材料，諸如鋼筋混凝土橋，港灣構造物等內部鋼筋腐蝕導致構造物損壞，大氣中鋼橋等構造物腐蝕損壞，鐵路電氣化，高速鐵路及捷運交通等之電蝕及大氣腐蝕之損壞致無法運作等問題均須事先完善規劃。設計及施工更須考慮防蝕設施，以節省完工後之維護費用及人力，時間，進而維公共安全及交通順暢。

眾所知，大氣中之鋼鐵構造物或採用鋼鐵作為加筋材料之結構物，習慣上除採用水泥混凝土防止其腐蝕外，尚有採用油漆塗裝或其他化學塗裝，包紮防蝕帶，熔射抗蝕金屬保護層，加厚構材設計厚度，來延長使用壽命及採用耐候抗蝕金屬材料或鍍防蝕金屬保護層及抑制劑等以防治腐蝕增長使用壽命。上述防蝕設施由於下列理由(1)經濟造價問題，如採用抗蝕合金屬材料及熔射抗蝕保護層等費用昂貴，(2)耐候抗蝕鋼(Corten Steel)因初期銹層之形成不美觀(目前已採

\*公路局副技術長兼副處長

銹安定化處理來克服)及不適用於強風雨及含鹽份多之空氣地區構造物,故其表面仍須塗裝防護與一般鋼材之防蝕設施相同惟初期造價較高(但塗裝後與碳鋼者相比,壽命延長許多), (3)增加設計厚度或加大構材尺寸導致增加建造費用而不經濟且任其腐蝕不易控制尺寸之均勻性,不遮蔽部份亦不美觀或有時受本身載重之限制, (4)大氣構造物中滲用抑制劑防蝕,常因保護層之龜裂而減低或失去防蝕功效, (5)塗裝或包紮化學材料在大氣中因受紫外線或自然天候侵蝕下壽命短效果低。惟一般人有施工方便及經濟之不準確之觀念下,迄今鋼鐵構造物除少數採用熱浸鍍鋅外仍大部份採用塗裝法防蝕,其中油漆塗裝防蝕法最為普遍。雖然塗裝法依不同腐蝕環境採用不同塗裝材料及施工方法,各國亦努力研究改進其防蝕效果和耐用性,但終歸於化學材料抵抗不了長期紫外線及自然力之侵蝕大原則下與工地施工上很難控制之品管下,目前發展號稱耐用10年以上之最佳塗裝材料經塗裝後仍須每年檢查修補局部之鋼材腐蝕,平均每隔5年須全面重新塗裝一次。目前較佳之工料塗裝費約500元/m<sup>2</sup>以上(含前處理),每年局部之維修費約2%之原塗裝費計10元/m<sup>2</sup>,及每隔5年重新整修及全面重漆費共約650元/m<sup>2</sup>(含鷹架及除銹)如以50年之防蝕維修費計算 $500 + 10 \times 50 + 650 \times \frac{50}{5} = 7,500$ 元/m<sup>2</sup>。以鋼鐵構造物如鋼橋防蝕效益而言,熱浸鍍鋅量650g/m<sup>2</sup>之費用約600元/m<sup>2</sup>,以位於沿海易腐蝕環境地帶之鍍鋅鋼橋為例,依據國外實物實地量測資料統計分析結果鍍鋅腐蝕率為11-14g/m<sup>2</sup>/year,平均每年以腐蝕率13g/m<sup>2</sup>計算至少耐用50年不銹蝕免維修(台電高電壓線鍍鋅鋼架鐵塔,自日據時代建造至今已超過60年以上而無銹蝕亦可作為證明之

依據),以油漆塗裝防蝕維修50年之費用7500元/m<sup>2</sup>而言,熱浸鍍鋅鋼橋之防蝕經濟效益顯然遠比油漆塗裝鋼橋為佳為鐵之事實。茲舉本省位於近海邊地帶易腐蝕環境內數座鋼橋及鋼筋混凝土橋為例說明如下:

本省西螺大橋每年局部檢查維護,每隔4-5年全面大維修塗裝防蝕經不到40年之重複防蝕,花費鉅額維護費後現已銹損嚴重導致早已限制汽車載重,無法正常維持交通終將棄橋。位於台北社仔之重陽大橋完工迄今約2年亦已開始腐蝕,該二橋當初如採用熱浸鍍鋅防蝕相信不會如此提早腐蝕或縮短使用壽命。台北關渡大橋亦正腐蝕中,該橋鋼材面積約85000m<sup>2</sup>,如以上述塗裝防蝕維修費估算50年後之防蝕維修橋共高達 $7500 \times 8500 = 637,500,000$ 元,如採用熱浸鍍鋅防蝕比較50年後之油漆塗裝防蝕維修費約可節省 $(7500-600) \times 8500 = 586,500,000$ 元。至於混凝土構造物,如澎湖跨海大橋及位於本省海邊地帶,如金山附近之鋼筋混凝土橋自完工後不達10年,即因內部鋼筋之腐蝕而龜裂,花費鉅額防蝕維修費,一再重複防蝕維修終後仍逃不過拆橋重建之命運。位於海邊之鋼筋混凝土橋等構造物當初設計時如能考慮防蝕設施例如採用抗硫酸鹽水泥,增加鋼筋保護層厚度,減低水灰比及採用防蝕處理鋼筋如熱浸鍍鋅或環氧樹脂鋼筋並注意工程品質,相信不會如此早腐蝕龜裂,而能達設計使用年限之要求。

綜上所述,為國內六年國建等各項建設節省往後之鉅額防蝕維護費及人力,時間,並維護公共安全,增進交通之順暢,此時此地應該喚起有關主管人員重視及瞭解防蝕工作之重要性與培育防蝕技術人員。在工程之規劃、設計及施工上應事先考慮及採用何種防蝕設施為各項建設中當務之急。