

參加 Corrosion/95 年會紀要

賴玄金*

今年NACE第50屆年會於3月26-31日在美國佛州奧蘭多市(Orlando, Florida)舉行，與會人士多達4800人，併行的會議廳多達46個，是個探討腐蝕問題最全面性，也是最大的會議。大會中包括NACE各會員委員會的各項活動、技術委員會的討論會、專題演講、論文發表、論文海報(poster)以及相當重要的廠商展覽等活動。筆者因計畫執行需要奉派出席該次會議，以上就依筆者參予之大會論文討論、專題演講以及廠商參展部分作一介紹。

一、論文方面

本次技術論文的發表篇數大約有600篇(不含poster、專題討論)，論文發表之Session由NACE的各技術委員會及研究委員規劃決定。其領域包含的項目有T-1石油生產的腐蝕控制，T-2能源技術相關的腐蝕，T-3腐蝕科學及技術，T-5製程工業的腐蝕問題，T-6保護塗層及內襯，T-7水所引起的腐蝕，T-8煉油工業的腐蝕，T-9軍事、航太及電子設備的腐蝕控制，T-10地下物的腐蝕控制，T-14運輸工業的腐蝕。以上的項目幾乎包含了腐蝕技術應用的領域，而本次筆者赴會目的，希望對大氣及RC腐蝕的問題多加了解，因此無法全部參予。而有關大氣及RC腐蝕相關的論文，則大部份集中在T-3的會議中討論，就此方面相關的論文內容既述如下。

目前ISO 9223針對大氣腐蝕的分類，例如由

環境因素(氯離子、二氧化硫、溼潤時間)及平板試片的試驗來推算其腐蝕性環境類別的方法已廣被接受，本次會議提出的大氣腐蝕分類報告的有南非、歐洲(捷克為主)、阿根廷、墨西哥及加勒比海地區，值得一提的是美國由於環境保護的嚴格要求，目前在都市及工業區的大氣腐蝕速率皆大幅降低。

除了大氣腐蝕現況的調查之外，目前也在積極的應用大氣腐蝕的偵測技術來偵測環境因素及腐蝕速率，此次被提及的技術包括ACM (Atmospheric Corrosion Monitoring)、TOW (Time of Wetness)、SAW (Surface Acoustic Wave Spectroscopy)、LPR、EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy)、QCMB (Quartz Crystal Microbalance)、以及TACS (Total Atmospheric Corrosion Sensor)等。未來TACS應會大量的推廣。

而對於抗大氣腐蝕的塗料方面，目前鉻酸鹽類(chromates)在美國大部份地區已禁止使用，含鉛的塗料已不准用，有機溶劑在各各州都有許多使用上的限制，含鎘的使用量亦已逐件降低。在金屬方面，可能因重金屬引起的環境污染問題如銅及鋅(如用於建築物的屋頂及排水管、溝等)可能會漸被禁止或限制使用。雖然不銹鋼目前尚未被證實其含Ni、Cr之腐蝕產物對人體的危害，但使用上的限制也漸會受到重視。目前美國使用中的舊橋，如何採取有效的表面處理及塗

* 工業材料研究所防蝕技術實驗室主任
兼中華民國防蝕工程學會秘書長

層技術目前極為迫切需要。另外美國的許多古蹟，如石彫及銅像等，因無法使用噴砂處理（會破壞原來的外觀），其經大氣腐蝕後之表面處理技術與開發目前亦有其迫切需要性。

鋼筋混凝土(RC)的腐蝕問題在美國非常普遍，根據統計，美國每年因腐蝕所造成的經濟損失約佔全國生產毛額(GNP)的4%，而其中的RC腐蝕問題則又佔其1/4，可估計目前在美國約有1%GNP的經濟損失是因RC腐蝕所造成。目前全美國約有60萬座橋（大部份為RC結構），根據1990年的統計，其屬於非常嚴重劣化的橋樑即佔50%以上，且有每年遞增的趨勢。本次大會談到的RC腐蝕及防蝕相關的論文約有30篇，其中有不少案例值得參考，如紐約世貿中心停車場樓板(Slab)的陰極防蝕(CP)設計採用的鈦網置放在二層鋼筋之間，Oregon市區拱橋的腐蝕及表面Zn、Ti熔射CP示範、華聖頓特區的預力鋼筋結構的防蝕設計、佛羅里達州橋樑的CP設計、大型海水水族館RC防蝕設計、海中RC結構防蝕設計等等許多例子，可明顯地看出RC的陰極防蝕設計在美國已十分普遍。其中被許多論文提到紐約世貿中心停車場的RC腐蝕問題，其肇因除了由冬天除雪的鹽份造成腐蝕之外，電鐵的雜散電流(Stray Current)亦是另一重要因素。針對其防蝕設計值得一提的是，其腐蝕及防蝕評估步驟非常詳細，鈦網的設計壽命約為100年（以100mA/m²電流密度來設計）。

在偏重研究方面，RC表面的Ti熱熔（做為陽極面）的效果，目前仍在評估中，且其表面粗糙的問題仍待克服。鋼筋Epoxy塗層的電化學交流阻抗(EIS)研究可顯示其抗蝕效果。英國新發展的定電流脈波(Galvanostatic pulse)法測量鋼筋腐蝕速率，目前已在現場試用階段，若現場可行將可節省檢測時間。商業化的RC氯離子檢測儀器與AASATO T260比較結果，發現C-1含量在0.01%以下時，檢測儀器的可靠度非常低。



NACE Corrosion/95年會會場——奧蘭多市文化中心
（左起分別為賴玄金、吳覺宇、魏豐義）

RC中長期使用的電極，如MnO₂、Pb、C、MgO等經一年測試後的比較結果仍未有優劣之定論，但其受pH值、溫度及含氧量（尤其是C）影響程度仍需作長期評估。

二、專題演講方面

本次大會有一個極重要的專題演講及討論題目「美國環保署(EPA)對地下儲槽的法令」，由EPA之OUST (Office of Underground Storage Tank)負責規範草擬的Joshna Baylson主講。EPA於1988年發佈的40CFR 280、281美國聯邦法規中，即針對地下儲槽（包括其相關管線）的技術方面要求加裝防蝕設施(CP)以及預防洩漏及溢流的裝置，此法規要求在1998年12月前所有的地下儲槽(UST)系統都需要完成上述的規定，假使UST不符合此項要求，一定要設法改善(Upgraded)，更換(replaced)，或者關閉(closed)。

由於UST洩漏造成的環境污染是一直在擴散中的問題，諸如儲槽內的物質洩漏後會污染地下水對於人體健康、安全和環境的危害，不容政府單位忽視。據美國的調查已有27萬個UST有洩漏問題，在1994年整年中就有3萬4千個個

案。EPA估計目前全美國共有1.2百萬個UST，經石油設備協會(PEI)於1994年底評估結果僅有40萬個UST同時有具防止洩漏及防蝕裝置，其餘的80萬個UST(含管線)勢必於1998年底前進行改善，更換或者關閉。由此可見美國在未來不到4年內的UST改善工程費用將非常可觀。EPA在此會議中並有正式的發佈，強調1998年的期限將不會延長，而且美國各州及地方政府皆無權延長此期限，而UST的業主及雇員若在期限內無法完成所要求的設施，將會因違反聯邦及州政府法令而受到懲罰。

另外40 CFR 280、12法規中規定需要有「Corrosion Expert」和「Cathodic Protection Tester」來安裝並測試UST的CP裝置，且對CP之有效性需進行追蹤。根據EPA對Corrosion Expert的資格認定是必需經註冊為地下管線貯槽防蝕經驗及受過相關教育的專業工程師(PE)，或者是經NACE認可或授證的腐蝕專家。而Cathodic Protection Tester則不必具有PE或NACE認證資格。此項規定詳見1994年12月份的Material Performance Magazine。

三、廠商展示(Material Performance and Corrosion Show)

本次參展的廠家共有266家，包括腐蝕相關的測試儀器，非破壞檢測設備，防蝕控制設備及配件，耐蝕材料，塗裝、防蝕包覆及內襯，腐蝕抑制劑，RC防蝕設計，以及一般性的腐蝕檢測服務公司及機構。展出的內容包括樣品、設備、影片、技術資料及業務資料等。本次開會期間筆者特地抽空參觀廠商展示，將較特殊者介紹如

下：

在RC方面，Cortec發展出鋼筋腐蝕抑制劑可直接噴在鋼筋表面或混凝土表面。另外亦有有機氯離子去除劑可處理金屬表面或RC中的氯離子。美國聯邦高速公路局FGWA出版了與RC檢測防蝕儀器的相關目錄可供訂購。Coating方面，有較特殊的水中塗裝技術並已應用於許多核能電廠的Suppression pool。耐高溫的塗料在石化廠的應用，目前已趨於普遍，耐溫程度可至1400°F。另外濕式噴砂設備加上特殊的添加劑可減少50%的砂用量。CP方面，目前已有衛星通訊系統可做為遙控(Remote Control)之設計，美國目前已使用，台灣將於最近引進此通訊系統，但是否可應用在國內的CP方面則有待評估。CP各種耐環境之開關箱及零件可提供各種設計參考。硫酸還原菌的快速測試包可在現場迅速地做細菌腐蝕成因而之鑑定。此外化工廠冷卻系統之除垢抑制劑，可簡易拆除的管線、反應器、塔槽之EPA檢驗孔包覆設計，快速管線包覆及下水管道管線包覆的材料亦可供目前管線施工單位及業者之參考。

四、結語

NACE年會的活動包括了腐蝕防蝕各項技術的發展、應用、工程、法規，以及商業資訊等，對於有心從事防蝕工作的人員而言，是一個值得參加的會議。藉由此次參加Corrosion/95年會可了解到國外防蝕工作的新趨勢是與環境保護有相當密切的關係，若國內防蝕學術單位及工程界也能把握這種趨勢推動本土化在環境保護相關的防蝕技術，相信對國內居住環境品質的提昇一定會有極大的貢獻。