

核四工程銲接品質管制視察報告

一、前言

根據台電公司 93 年 11 月所提核四廠一號機反應爐壓力容器安裝作業工作規劃報告及承諾，核四廠一號機反應爐壓力容器於吊入反應器基座並完成定位及螺栓固鎖後，隨即展開壓力容器內部充氮、穩定器(Stabilizer)安裝與防撞遮雨棚吊裝等作業。然一號機反應爐壓力容器於 94 年 3 月 28 日完成吊裝、定位、固鎖，4 月 7 日完成壓力容器內部充氮作業，惟用以確保反應爐壓力容器側向穩定性之穩定器安裝作業，卻未如預期迅速完成，並因而影響防撞遮雨棚之吊裝時程。

在穩定器安裝作業進行期間，本會亦曾連續發現一號機 RCCV LINER 第 8&9 層水平銲道及第 10 層垂直銲道，分別出現超過 30%及 50% 檢測不合格率之情形。因此，核四小組派遣邱正哲技士與曹松楠技士以「銲接品質管制」為題，進行專題視察，期以系統性視察方式，提出銲接品質管制上值得改善之處。

本報告分為焊接作業與品質管控機制兩個層面，探討一號機反應爐壓力容器穩定器安裝銲接延宕和 RCCV LINER 銲接缺陷率過高等缺失，以及品質管控機制各個環節，如施工處的經辦課、品質課、核安處品保小組及品質督導小組間的執行面問題。

二、焊接作業缺失

(一)一號機反應爐壓力容器穩定器安裝銲接問題

針對穩定器安裝銲接作業延宕影響反應爐壓力容器安裝完成時程問題，經工程主辦人員提出安裝計畫表說明後，始知原規劃（GE）有關穩定器安裝並非反應爐壓力容器安裝施工項目之一，屬額外增加之安全要求；實際上，反應爐壓力容器安裝在完成氮氣再充填時即告完成。對於穩定器本體安裝銲接作業延宕之問題主要是受模擬驗證作業延宕，以及穩定器基座(Bracket)設計不當需進行修改，影響吊裝作業進行所致。

穩定器之安裝分為基座及穩定器本體安裝等兩階段，在第一階段穩定器基座安裝完成後(4月27日)，緊接著在第二階段穩定器吊裝過程(5月5日開始)，即因發現基座設計不當的問題，而須將已吊裝之穩定器再吊出，以進行基座尺寸調整之補銲作業，再加上週邊準備作業及天候因素延誤影響，8只穩定器之吊裝作業最後至5月30日左右才全部完成。

此後雖然立即開始進行模擬測試之準備作業，但由於施工廠商缺乏模擬測試規劃經驗，在成本考量上有所顧慮，以致規劃準備作業經施工處多次審查、退回及協商後才定案，並決定在現場進行模擬測試。而在模擬測試規劃作業進展受阻期間，為使反應器壓力容器能儘早獲

得一部分之側向支撐力，以增進反應器壓力容器之安全性，施工處在與本會協商並取得共識後，即於 6 月中旬開始對不需進行模擬驗證之穩定器左右銲道部分進行施銲作業。此外，在完成模擬驗證作業規劃後，施工承包商即於 6 月 22 日開始針對一名外籍銲工進行首次模擬驗證測試作業，惟該名外籍銲工於模擬試片完成機械性能測試前，即因故遭承包商遣返。因此承包商於 6 月 29 日再對另一名外籍銲工進行模擬驗證測試，惟該名銲工經兩次驗證測試取得銲接資格並完成兩只穩定器之銲接作業後，又因個人因素不願再進行後續之銲接作業。

因此為避免再因外籍銲工離職或怠工導致暫停施銲之結果，施工廠商乃決定改以國內之銲工進行穩定器銲接工作，惟經 7 月 26 及 28 日之二次(共 6 人次)驗證測試均無人可通過測試後，由於施工廠商已無國內銲工可用，只得再找外籍銲工進行模擬測試，所幸該名外籍銲工經兩次之測試後，取得穩定器內側銲道之銲接資格。

針對穩定器因缺乏優秀銲工使其歷經 7 次模擬測試方才完成銲工資格再確認之現象，經與工程主辦人員進行瞭解後，發現其亦感知核四工程施作之連續性不足問題，是影響銲工作業情緒及降低優秀銲工參與核四工程之重要因素之一。因此對於亦有不少銲接作業須經模擬驗證後方可執行之反應器內部組件安裝施工，表示將會加強施工作業規劃及管制，減少合格銲工之變動以免影響施工進程及品質。

檢視整個穩定器之安裝銲接過程，雖然受到銲工變動及驗證作業之深切影響，然從工程施工規劃及管理之角度來看，則充分凸顯施工處對穩定器整體安裝流程未能確實掌握，致有些應及早籌備、進行及完成之配套事項未能及時完成，從而影響施工作業之連續性及整體施工計畫之進程。

(二)一號機 RCCV LINER 銲接缺陷率過高問題

針對一號機 RCCV LINER 第 8&9 層水平銲道及第 10 層垂直銲道缺陷率過高問題，經查證新近完成銲接與非破壞檢測之一號機 RCCV LINER 第 9&10 層水平銲道之放射線檢測紀錄，發現其銲道之不合格缺陷率已降至 5% 左右之比率，顯然狀況在本會視察人員積極介入，要求施工處檢討成因進而改善後，已有明顯之成效。

根據視察訪談得知，前述銲道主要缺陷類型經施工處技術人員再次評估及現場修補之發現，已由夾渣修改為氣孔所引起，因此稍早所認定銲工未落實層間除渣之作業缺失，應非導致銲道缺陷率過高之主因。然由銲道氣孔產生之成因，主要與銲接過程保護氣體不足、銲條或銲道母材受溼、污染等有關。依核四工地目前銲條管理情形，應不致有銲條受潮仍使用之情形，因此判斷氣孔之產生，主要應與現場銲接表面不潔、污染以及現場環境條件(如風速過高)等有關，導致銲接氣體不足或失效。

對於安全等級銲道之銲接過程，施工處規定工程主辦課及品質課之檢驗人員需分別針對銲前、中及後之品質狀況與作業情形，須訂定並執行停留點查證工作，且工程主辦課及品質課個別所訂定之品質停留查證點須含括整個銲接過程。因此理論上整個銲接過程，應均會有工程主辦課或品質課之檢驗人員在現場進行巡查管制或檢驗之工作。然依工程經辦課(股)現有之人力，以 RCCV LINER 及基座主辦部門為例，含主管共 10 人(AE 有 8 人) 須同時兼顧三處工地，且其中一處位於中船高雄廠，要長期同時執行工程規劃及品質，以及應有之檢驗巡視作業頻率要求實屬不易。因此，由此次一號機 RCCV LINER 銲接缺陷比率偏高及銲道缺陷類型研判，應與品質檢驗人員未落實執行品質查驗要求有關。

三、品質管控機制

依台電公司「核四工程品質保證方案」之規定，銲接作業屬特殊製程之一種，因此其品質管理作業除依一般品保要求與規定執行外，另須同時滿足「核四工程品質保證方案」第 9 章特殊製程管制之各項品保作業要求。依核四工程品保方案所設計之核四工程品保制度，係依循所謂之三級品保制度進行規劃及分工，即由台電核安處、施工處及工程承包商分別負責品保制度之建制與稽查、施工品質之查證與查核，以及施工品質作業活動之執行。為得悉台電核安處對銲接品管作

業所曾採行之品保稽查措施及執行情形，首先與台電核安處駐龍門施工處品保小組銲接管制有關人員進行訪談，以瞭解其作業規劃及執行狀況。至於施工處在施工品質之查證與查核方面，制度上係透過施工處品質課與工程經辦課，共同分工執行個別訂定之停留查證點(Hold Point)及見證查證點(Witness Point)之方式來達成。因此除訪談品質課電銲管制股股長有關電銲管制及品質查核情形外，亦與土木課(控制廠房鋼構工程)及汽源課(反應器廠房 RCCV LINER 與反應爐壓力容器穩定器)等之工程主辦股長及人員進行訪談，瞭解有關工程問題及品質查證作業之執行情況。此外，也訪談核四工程品質督導會報督導組成員，以瞭解該組運作情況。

(一)工程主辦課方面

依據品保方案之要求，品質人員應由不負工程進度責任之人員擔任，以維持其作業之客觀與獨立性。然在視察人員根據 RCCV LINER 製程缺陷過高之情形及與工程主辦課人員之訪談中，以及歷來之觀察，發現工程主辦課人員除具有檢驗人員(QC 第一線)之正式職務外，亦又肩負工程進度管控之責任，其職責顯然混淆不清。

(二)施工處品質課方面

品質課之銲接管制主要由電銲品質股執行，目前人力有 14 員(台電員工 5 人，餘為 AE)，配管作業品質查驗也是其工作職掌之一。根

據電鍍品質股人員之說明，對於核四工程之安全相關設備銲接工作，該股人員均會全部執行停留點(銲接前及銲接後)或見證點(銲接進行中)之查證，非安全相關部分則抽樣進行。本次所提之銲接問題是在銲後由非破壞檢測所發現，經檢討原因主要是發生在銲接過程，分工上屬電鍍品質股之品質見證檢驗點。然依以往視察經驗顯示，電鍍品質股通常並不執行此項檢驗作業，雖曾多次建議其應進行一定比率之抽查，然其說明見證檢驗點係業主保留檢驗權之措施，並未規定必須執行，且亦已為經辦課設定為停留檢驗點為由而未予採納。然以一號機 RCCV 內襯鋼板銲接為例，重要銲接工作須持續數日之情形在核四建廠期間當亦不少，如在執行基座銲接過程等停留查證點檢驗方面，以目前經辦課的做法，再加上目前品質課電鍍品質股蜻蜓點水式的查證方式而言，應是導致銲道非破壞檢測不合格率偏高之原因。

(三)駐廠品保小組方面

由於駐廠品保小組負有與台電總處核安處分工之權責，因此，主要承辦事項多偏向與現場包商相關之品質查證及文件審查等工作。訪談中得知現場查證工作如銲接等與品質課之查證工作重疊，並未著眼於全面的品管缺失，無法有效改正銲接品質問題，對施工品質須大力提升之核四工程而言，這項人力分派顯然徒俱形式，對確保品質無甚大助益。

(四)核四工程品質督導會報督導組方面

督導組是在 91 年中配合督導會報（簡稱）所成立，目前成員 11 員(含組長)，均為台電公司各領域之專精且具經驗者，主要工作是每兩個月舉辦一次督導會報，該組之重點工作則在會議中作口頭報告，對工程品質管控無實質做法可適時提出改進或糾正其缺失，並未達到台電公司在核四建廠之初，承諾落實經驗回饋，同時盡到提升品質以奠定良好營運基礎之要求。

四、結語

綜合前面所述之工程主辦課、施工處品質課、駐廠品保小組及工程品質督導會報督導組等訪查結果，就目前之體系編制而言，理應可達到分工互補之處；但在執行面上，卻有疊床架屋或功能不彰之現象。以工程主辦課而言，工程主辦課人員除具有檢驗人員之正式職務外，亦又肩負工程進度管控之責任，職責上顯然有所衝突。至於品質課，則是執行品質管制之第二線，查證活動應以確實執行為主，不宜囿於人力不足卻奢求面面俱到又無力達成之執行方式。於品保小組方面則是確保核四品保制度之落實執行，以維繫制度的完整性，其工作事項雖然相同，但在層次上應以稽查制度執行面之疏失為宜。至於督導組方面，由於其召集人是台電公司主管核能部門之副總經理，層級上更高，著實應扮演監督者的角色，但在面臨工程規劃、協調及督導落實

品保方案等整體性的迫切問題時，從目前的運作上看來並未充分發揮其效能，且無具體或迅速可解決核四建廠當務的機制。以上這些問題，基本上須在做法上加以改變，建議可藉助不同的視察重點或會議加以導正，使銲接品管作業更落實，施工品質得以保障。