

# 核四工地銲接管制視察報告

行政院原子能委員會核能管制處

中華民國九十六年一月四日

# 目 錄

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 壹、緣起.....             | 1  |
| 貳、核四工程現場銲接管制有關規定..... | 2  |
| 參、視察結果.....           | 8  |
| 肆、檢討與結論.....          | 12 |
| 附件一 核四工地銲接管制視察計畫      |    |
| 附件二 S 級銲道對接銲作業檢驗表     |    |
| 附件三 核能工程注意改進事項        |    |

# 核四工地銲接管制視察

## 壹、緣起

銲接為核四建廠工程作業中主要之施工方法之一，因此其作業品質之良窳對核四建廠之整體施工品質具有重要影響，故本會長期以來即將其列為視察管制之重要執行項目，並持續就歷來視察曾發現之缺失情形，要求台電公司檢討改善其銲接管制之制度及規定，期使銲接管制作業能臻於完善。惟自去(95)年初以來核四工地除發生一號機 B 台緊要柴油機(EDG)因銲接作業不慎導致火損之事件外，本會視察人員亦持續於多次視察作業中發現多項銲接管制有關缺失，顯示工地在現場銲接管理及銲材管制等銲接管制作業執行方面可能已出現若干缺失。僅以五至七月間為例，本會視察人員即於核四工地發現下列銲接管制之缺失：

- 一、於一號機反應器廠房發現一未插電但內有銲條之保溫筒，追查後發現該批銲材原係用於二號機銲接作業者，但遭移用於一號機。此外亦發現該名外籍銲工之褲後口袋中插有銲條，顯示其當時應係被指派在他處進行銲接作業。
- 二、一號機反應器廠房冷卻海水系統(P26)渠道管路之銲接作業，於 6 月 15 日至 19 日間，在品質課之停留查證點均尚未為品質課檢驗人員檢驗合格之情形下，工程經辦部門仍持續准許承商進行底道銲接作業。本項銲接作業後，品質課發現前述期間施銲管節之高低差有不符合規範要求之情形。
- 三、於二號機反應器基座內，發現一棄置未插電，但內有 E8018-G 低氫銲條之保溫桶。

雖然前述有關缺失，均已要求施工處進行檢討與改善，然為確切了解施工處是否針對相關缺失發生之根本原因進行改善與追蹤改善執行成效情形，以避免類似缺失一再重覆發生，影響核四工程整體施工品質，並釐清前述銲接管制之缺失發生，是否僅為少數之疏忽缺失個案。經檢討後認為有需要針對核四工地銲接及管制作業執行情形，進行長期持續性之視察作業，除持續追蹤施工處執行改善措施之落實情形外，並期望藉此長期性之觀察，建立對核四工地銲接管制作業執行情形更全盤完整性之了解，以做為未來管制參考及要求之依據。因此自去(95)年 8 月起，以每周一次之視察頻率原則，長期持續針對核四工地現場銲接管制作業情形進行隨機性之查核。(視察計畫如附件一)

## 貳、核四工程現場銲接管制有關規定

銲接作業為特殊製程之一種，因此其品質管理作業除依一般品保要求與規定執行外，另須同時滿足本會「核子設施品質保證準則」第 13 條及台電公司「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。

核四工程之銲接品質管制制度上，其仍依循核四工程品保方案之設計，以所謂之三級品保制度進行規劃及分工，分別由台電核安處、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。依此一規劃與分工，現場品管管制之執行權責主要在施工處身上，其需負責依品保方案要求精神，建立各項品管管制作業之規定及要求，並監督、查證及查核各工程承包商執行情形。而由於在反應器基座銲接品管缺失案發生後，台電公司亦曾針對此一品質事件中之各項發現，全面檢討修訂其銲接管

制之規定及要求，並承諾落實改善措施及規定。因此除龍門施工處目前既有之鐸接管制有關程序書之各項要求規定外，台電公司針對反應器基座鐸接管品管缺失案發生後，所承諾改善之措施及規定是否仍落實執行，亦為本項視察查核之依據與了解評估之範圍。以下僅將基座案後台電公司現場鐸接管制有關改善承諾與措施，以及核四工地目前鐸接管制權責及要求，重點摘要於下：

## 一、基座案後台電公司現場鐸接管制有關改善承諾與措施

### (一)現場鐸工管理

鐸工作業時承包商監工人員應在場，施工處人員亦應查核鐸工資格情形

### (二)鐸材管理

- 1.每日完成鐸材使用情形之記錄與統計，並與每週進行之庫存盤點情形進行比對。
- 2.包商監工及施工處檢驗人員應確實查核鐸材使用時限狀況及保溫筒使用情形。
- 3.承包商及施工處應定期、不定時查核鐸材管制作業(儲存、發放、回收)及紀錄執行情形。

### (三)鐸接過程管理

- 1.承包商增加現場管控人員，鐸接與檢驗文件(WPS、檢驗表、圖面)及鐸材領用文件應置於鐸道附近。
- 2.包商監工及施工處檢驗人員除應查核鐸工領用之鐸材數量是否合

理與領用兩種以上鐸材之情形外，對於鐸接前、中、後之檢驗與巡查作業，亦應每日執行，並即時將結果記載於檢驗文件上。

3. 為防止鐸材誤用除於鐸道附近，以不同顏色之油漆標示所用鐸材之種類(強度)外，並逐一標示鐸道編號。

#### (四)鐸接紀錄管理

1. 鐸材之發放以單一鐸道為基準，不以系統族群鐸道為基準，即不得有多口鐸道共用同一張鐸材領用表之情形。
2. 施工處檢驗人員應核對鐸材領用表與鐸接檢驗表之記載內容是否完整一致(如：鐸道號碼、鐸材種類與爐/批號資訊、程序書、鐸工等)

#### (五)檢驗管理

1. 各級承包商應對其上層業主建立檢驗點之通告系統，如中船對新亞、新亞再對施工處(台電)
2. 施工處檢驗人員每日應提報其檢驗工作情形。
3. 檢驗工作權責之檢討修改，如廠家製造檢驗改由工程經辦課執行，品質課進行不定期性之查核。

#### (六)訓練與人力

1. 加強人員之訓練與素質，除針對有關人員加強其應有之品質訓練及將基座案列為訓練內容外，對承包商與施工處之檢驗人員要求其應為具美國鐸接協會鐸接檢驗師(CWI)資格之人員或為台電公司考訓合格之檢驗人員。

2. 增加銲材管理員、監工人員、承包商及施工處檢驗人員等管制人力，如：新亞及施工處駐廠檢驗人員各由 1 名，增加為 2 名。

## 二、核四工地銲接管制權責及要求

### (一)銲材管制

1. 管制依據：LMP-QLD-021「承包商銲接材料管制作業程序書」

2. 管制權責：

#### (1)承包商：

- a. 銲接材料之採購及管制。
- b. 設置銲材管制室，並派專人負責銲接材料之儲存、收發料作業。
- c. 現場使用之管制。

#### (2)品質課：

- a. 承包商之銲接材料驗收報告、材質證明書及銲接材料管制作業程序書之審查。
- b. 每月不定期查核承包商銲材管制室之銲材管制作業。

3. 重要管制規定：

- (1) 銲材管制室需有良好之儲存環境，並派專人專職負責管制。
- (2) 被覆銲條若暴露於大氣中而受潮，但未超過規定時間時，應於使用前置入烤箱內依規定之溫度、時間烘乾，且以一次為限。
- (3) 銲材管制室之銲材保溫箱若斷電致使銲材低於或等於室溫，則銲材視同受潮。

- (4) 鐸工不可同時領用同一規格但不同分類之鐸接材料。
- (5) 被覆鐸條攜至工作地點使用時，需使用手提式保溫筒加熱保溫。
- (6) 隔夜未使用完之低氫素系被覆鐸條視為嚴重受潮應辦理退料後丟棄，不可再使用。
- (7) 承包商應每日依鐸接熔填材料領用表內領用/回收之鐸條數量，製表記錄當日鐸條之用量。
- (8) 工地用鐸材領用單承包商應每日下班或隔日上午前送品質課乙份。

## (二) 鐸接檢驗與現場巡查

1. 管制依據：LMP-QLD-011「鐸接作業檢驗程序書」

2. 管制權責：

(1) 承包商：提出鐸接作業檢驗表並執行自主檢查

(2) 經辦課/品質課：

- a. 審查承包商提交之鐸接作業檢驗表後交由承包商保管。
- b. 鐸接作業檢驗見証點及檢驗停留點之訂定。
- c. 鐸接作業之檢驗。
- d. 鐸接作業檢驗表紀錄之審查。
- e. 審查承包商之鐸接作業檢驗程序書。

3. 重要管制規定：

(1) 鐸道檢驗點訂定比率要求：

- a. 安全級(S 級)對接鐸道：依 QLD-011-01「S 級鐸道對接鐸作業檢驗表」(附件二)



原則：經辦課列為停留查證點(H 點)者，品質課即為見證點(W 點)，反之亦同。即品質課與工程經辦課共同分工執行其所各別訂定之停留點及見證點。

b. S 級其他銲道及非 S 級銲道：

LMP-QLD-003「檢驗辦法作業程序書」(H 點及與 W 點之合計比率不得少於下表中之比率)

| 檢驗點種類<br>工程品保分級 | 見證點/停留點<br>Witness/Hold point |     |               |        |
|-----------------|-------------------------------|-----|---------------|--------|
|                 | 經辦課                           |     | 品質課           |        |
| S 級             | 停留點                           | 20% | 停留點           | 10%    |
|                 | 見證點及停留點<br>合計                 | 70% | 見證點及停留點<br>合計 | 40%    |
| R/G 級           | 停留點                           | 20% | 停留點           | 10%/0% |
|                 | 見證點及停留點<br>合計                 | 50% | 見證點及停留點<br>合計 | 30%    |

- (2)雖以書面（含檢驗表）告知之各項檢驗點，於銲接工作即將進行時，承包商必須另行口頭（含電話）通知甲方派員檢驗。
- (3)已完成檢驗之項目，若其後續銲接作業因故中斷超過兩個月以上，則於接續銲接時，必須重新檢驗。
- (4) 被覆銲條(高纖維素系除外)攜至工地使用時必須置於手提式保溫筒內加熱保溫（125F Min.）。
- (5) 銲接前應將銲端口 1 吋內接頭及母材表面之銹蝕、油漆及污物等全部清除乾淨，才進行銲接作業。
- (6)銲接時，銲接作業檢驗表、銲接程序規範書(WPS)及銲條領料單應攜至工作場所參考使用。

- (7) 銲接作業之下方若有機電設備、電纜或人員通道，必須敷設不燃性遮蔽物，避免設備或人員受到傷害。
- (8) 在強風或下雨等惡劣氣候下，未做適當遮蔽措施不得進行銲接作業。
- (9) 現場銲接作業巡查每週至少三次。

### 參、視察結果

視察作業自去(95)年 8 月 10 日於領隊賴科長尚煜率領視察小組首次赴現場執行查核作業後，即依視察規劃以每週一次之原則赴工地執行視察作業，並持續執行至去(95)年 12 月 6 日(共 18 週)。其間除配合本會其他視察計畫及重要訓練作業執行之影響而暫停 3 次外，共計執行 15 次。而在現場視察執行時，視察人員基本上每次僅針對一處作業現場進行查核，以避免現場作業人員有所預期，並減低對現場施工作業之干擾。

依據視察過程之發現，視察人員雖未於每次視察中均發現有不符合規定要求之情形，然由缺失發現之比率及持續出現情形顯示，工地銲接管制作業執行品質及落實情形已漸有失控情形。歸納視察發現之銲接管制缺失情形大致可分為下列幾類：停留檢驗點未執行即進行銲接之後續作業、銲工未在指定銲道進行銲接作業、不合格人員使用非程序書規定銲接方法與銲材而執行銲接作業、應回收管制銲材未繳回而隔日又再次使用、現場銲材移用、檢驗記錄作業不確實及現場未依規定使用銲材保護器具等。具體之視察發現摘述如下：

- 一、8 月 10 日於二號機反應器廠房巡查燃料池淨化與冷卻系統(G41)管路銲接作業時，發現施工處之檢驗表未放置於現場。

二、8 月 24 日查核一號機 RHR 管路銲道修補作業時，發現當時在場之承商監工人員連續於經辦課未執行其停留查證點(兩項，缺陷位置確認及補銲開槽面檢查)，即准許作業人員進行缺陷磨除及補銲作業。

三、8 月 31 日於開立預製廠，發現施工處「非 S 級銲道對接銲接作業檢驗表」(汽機廠房冷卻水；TBCW 系統)之檢驗結果雖已簽署符合，但檢驗人員卻均未簽名及註記查證時間。

四、9 月 22 日查核核島區消防系統管路銲接作業發現

(一)經辦課之停留查證點尚未執行，品質課即搶先執行其銲前停留查證點之作業並先簽署結果。

(二)領料單填寫不實：領料單寫惰性氣體鎢電極電弧(GTAW or TIG)銲條 10 條，實際卻領 11 條。

(三)銲條外表明顯有污染、氧化情形，顯示銲材儲存環境可能不佳，亦或可能為前幾日剩餘未回收之銲條，當日自行再重複使用者。

(四)銲工將銲條剪成數段並以銲渣/條尾回收筒盛裝，使未回收(或廢棄)之銲條與當日領用之銲條混在一起(其中亦夾雜有較粗之銲條，應非當日發出之銲材)，未依規定使用專用器具盛裝。

(五)於前述情形下，除少數仍有編號標示者外，大多數之銲條應已無法確認何者為當日領用，但銲工仍照常取用銲條，並於搓一搓銲條後即進行銲接作業，此恐有錯用銲條之虞。

五、9 月 27 日於二號機反應器廠房 EL.12300，發現有 9 口銲道之承商自主查對表之銲道 VT 檢測雖尚未執行，但檢驗表有關欄位均已蓋「符合」章；而施工處之銲道檢驗表，雖亦有相同之情形，

但檢驗人員尚未簽名。

六、11月1日於一號機反應器廠房南側發現一名工作人員以未具資格且非施工圖允許之銲接方法進行銲道缺陷之補銲，經再查證後發現該工作人員所用之銲接機具及銲材，皆取自在旁進行其他工程銲接作業之銲工。

七、11月2日赴品質課查核管制作業執行情形，有以下發現：

(一)依施工處程序書規定，各承包商須將銲材領料單中之一聯，每日送施工處品質課。惟抽查前(10)月份之紀錄，發現所有廠商均未能依規定每日送達，且當時亦仍有約半數廠商整個(10)月份之銲材領料單均未送至施工處品質課，但品質課均未採取任何作為。而亦因此項作業之延誤，導致10月份之銲工資格定期清查作業無法執行。

(二)依施工處程序書規定，品質課每月至少須查證一次各承包商銲材管制室之作業，惟發現品質課對當月無銲接工作之廠商，即未依規定執行查證；惟考量承包商雖於當月暫時無銲接作業，但銲材管制室仍有銲材儲存，因此該期間銲材仍應繼續依規定執行管制作業，以維持銲接作業再次開始時銲材之品質。

(三)另針對撤遷之銲材管制室，發現品質課未查證其銲材之清算及離廠事宜，為免品質不符之銲材有不當流用之情形發生，故銲材管制室撤遷時應書面通知品質課，以便施工處查核其銲材清算及離廠事宜。

八、11月8日上午9時30分時，原欲會同本會駐廠人員及稍早前於反應器廠房剛完成某一鋼筋加混凝土包封容器牆(RCCV WALL)穿

越管銲接檢驗作業之銲品股人員，至該 RCCV WALL 穿越管銲接位置處，查證檢驗作業執行情形，然因銲品股人員無法再找到該處作業地點，遂臨時改於高程 EL+12300、EL+4800 及溼井區域進行查核，結果發現：

(一)測溫計(No.2220-12/H02070838K)之校正時間(2004.6.12)已超過規定期限 1 年，卻仍在使用的。

(二)正進行銲中作業之 1E51-MPEN-0005-FW-040051 銲道，其銲道編號打印錯誤為 1"G"51-MPEN-0005-FW-040051，與其 N-STAMP 銘牌所顯示之系統編號不一致，經辦課及品質課檢驗人員曾多次進行檢驗卻均未發現。

九、11 月 9 日於二號機反應器廠房 EL12300 處查核該區域之鋼構銲接作業時，發現有名銲工所使用之銲材非其所領用之銲材，再查對其所銲接之銲道是否與銲材領用單上所列者是否一致時，又發現其當時正銲接之銲道附近並無任何銲道編號標示，經詢問，其亦無法明確答覆其所施銲之銲道號碼為銲材領用單上所列之那一口銲道，由於現場除並未規定備有圖面，亦未見有台電施工處或承包商人員，可供查對或詢問其作業之正確性。

十、11 月 18 日於一號機反應器廠房 EL+23500 區域發現，執行銲接作業之銲工未攜帶銲材領用單至現場，而將其放置於中船銲材室，視察人員詢問該銲工後，發現其似亦不太了解其所進行之作業為初次銲接或修補作業。由於現場亦無台電施工處或承包商人員，以及有關之檢驗文件可供查閱，乃再赴承包商銲材室及辦公室了解。經查該銲材領用單雖有開立，但置放於銲材室，另由該銲道之檢驗表發現施工處經辦課及品質課人員，雖均曾於當日稍

早前執行該鐸道之檢驗作業，但均未發現鐸工未依規定帶鐸材領用單至現場。

十一、12月6日於一號機反應器廠房 EL+23500 區域，發現鐸工於未作好防護措施之環境下，仍於雨中且鐸道附近及地面均有積水之情形下進行鐸接作業，易導致鐸道熔合不良、氣孔等品質受損之情形。



#### 肆、檢討與結論

一、一般而言鐸接作業之結果對設備組件之品質具有相當程度之不可回復性，且若作業過程中之品質管制不佳或有疑慮時，欲事後確認亦相當困難，是以對於鐸接作業之管制，應著重於對施作過程中之監察管制，而非事後之檢查測試，以確認有關技術與作業要求能實際落實於施作過程中，確保鐸接後之設備組件能符合設計所欲達成之性能。

二、目前核四工程之鐸接管制規定及要求，在歷經基座案之檢討改進，以及本會長期視察要求與施工處之持續改善努力下，基本上

已相當完整，並符合技術及品保法規之要求。由視察發現核四廠建廠相關銲接作業之缺失，已違反台電公司於基座案中所提之多項現場管理與銲接改善措施及承諾，以及工地大多數之銲接管制之基本要求，並遍及於銲材收發、銲前、中、後之作業，以及各級管制與檢驗人員，且有一再重複發生之情形，顯示工地整體銲接管制之執行與系統運作，已出現全盤性之問題，並有逐漸失效之趨勢。

三、而由視察過程中令視察人員明顯感受到之，現場管制鬆散（現場多未見承包商監工人員亦或施工處檢驗人員）、管制作業側重結果之檢驗輕忽對過程之監察管制、檢驗與管制作業品質與落實性尚待加強、銲工與承包商監工人員乃至檢驗人員缺乏核能品保觀念與對核能品質嚴格性之了解等情形來看，目前工地整體之銲接管制品質及執行情形，是否能符合「核四工程品質保證方案」第 9 章特殊製程管制之品保作業要求，甚或本會「核子設施品質保證準則」第 13 條之規定，恐不無疑慮。

四、依本會於基座案後持續對有關改善措施所做之視察結果來看，做好銲接管制應是不為而非不能，端賴台電公司管理階層之決心與現場作業人員是否能落實執行其作業權責而已。

五、雖然在制度上，核四工地之銲接品管及品保人員，包括工程經辦課之經辦檢驗人員及品質課銲接品質股(銲品股)之人員，然由於工程經辦課亦肩負若干工程進度之壓力，因此工地銲接管制品保人力基本上應是仍以銲品股之人員為主。目前其含股長共有 14 名(其中除 7 名為台電正式員工外(5 名分類，2 名評價)，其餘均為 AE 人員)，然依其內部分工情形顯示，其執行現場銲接品管及

檢驗之人員實際上僅 12 位，且除執行工地銲接品管及品保作業外，亦負責配管課經辦工程之品管檢驗工作。由工作量來看，每人需負責一~二個股(汽源或配管課)或至少一個課(土、儀、電、輔機)之品質及銲接檢驗作業，此一人力是否足以承擔未來趕工及現場配管施工(Field Run)檢驗工作量，並維持應有之作業品質，以前述視察之發現及與核二建廠期間銲接品管直接人力多達百名之情形相比較，其結果恐不甚樂觀，因此建議台電公司應及早增加人員，並給予其應有之訓練與經驗養成時間，以確保其檢驗與管制作業之品質。

六、基於視察過程中之各項發現及前述之評估，顯示核四工地之銲接管制執行情形已遠低於其所承諾之品質水準，且不符有關之品保管制應有之要求。針對此一結果狀況，本會除開立核能工程注意改進事項(AN-LM-96-01)各項視察發現函請台電公司請其通盤檢討改善其作業品質外，並要求落實現場管理作業之執行及增加現場作業巡查之比例外，亦將持續執行核四工地銲接管制視察計畫，以追蹤監督台電公司改善情形，並將著重於對現場管理及現場巡查作業執行情形之查核。

註：本報告限於篇幅，附件部分並未附上，如有任何疑問，請洽本會賴尚煜科長，  
Tel：02-2232-2140