

# 核四工程裸露在外鋼筋鏽蝕問題

## 品質查證報告

### 壹、前言

核四建廠工程於八十八年三月十七日取得原能會頒發之核反應器建廠執照，並於同年三月三十一日澆置第一塊混凝土後，核四工程即開始展開，其後歷經八十九年五月二十日經濟部辦理核四再評估，暫緩核四工程各項採購與工程招標，同年十月二十七日行政院宣布核四停建。核四停工期間之品質維護及復工後之品質確保並已引起大眾關切，特別是現場已排紮及鋼筋加工場內裸露在外之鋼筋，因受海風及雨水侵蝕而產生鏽蝕之現象，對續建後工程品質之影響更為大眾所關注。原能會基於核四建廠安全管理之職責，特就核四工程裸露在外鋼筋鏽蝕問題，執行品質查證，以澄清社會各界之疑慮。

## 貳、核四復工原能會之管制措施

核四廠停工期間，原能會仍持續執行駐廠工作及設施品質維護的監督，安全管制上並沒有出現空窗期。行政院於九十年二月十四日宣布核四復工後，原能會即於二月十六日、二月二十日及三月一日相繼召開「核四復工討論會」、「核四工地復工討論會」、以及「核四廠成立時程及規劃作業討論會」，以瞭解台電公司對核四工程接續作業之規劃狀況，並要求台電公司提出復工品質查驗計畫、裸露在外鋼筋抽樣查驗執行結果等事項，以作為核四復工後加強管制作業之參考。

原能會並於九十年三月二十七日至三月三十日組成核四復工品質視察團隊，赴核四工地執行復工品質視察。視察團隊之組成，除原能會及核研所專業人員外，並聘請台灣科技大學黃兆龍教授及中央大學林志棟教授協助。視察項目除復工計畫之品質查驗外，裸露在外鋼筋之品質檢驗亦為本次視察之重點。本次視察結果除提出改善建議要求台電公司加強改善外，原能會將在台電公司完成核四復工品質查證計畫並將執行結果送原能會備查後，再組成視察團隊，就核四工程復工品質執行全面性之查核。有關鋼筋品質之查驗部份謹綜述如后。

## 參、裸露在外鋼筋品質查驗結果

核四工程停工期間，台電公司龍門施工處即於九十年一月五日就停工期間裸露在外鋼筋之品質進行評估，評估項目包括現場勘查已排紮鋼筋鏽蝕情形、研討鋼筋品質之驗證程序與規範、以及必要時可採行之保護措施。

龍門施工處依原訂計畫於九十年二月十四日及二十一日就鋼筋鏽蝕與品質情況進行現場採樣並攝影存證。鋼筋總計取樣 87 支，分布情形如下：

1. 反應器廠房及控制室廠房：共 43 支。汽機廠房：14 支。
2. 鋼筋加工場內：反應器廠房及控制室廠房計 16 支，汽機廠房 14 支，共 30 支。

九十年三月五日所有取樣鋼筋樣品送台灣檢驗科技公司（SGS）試驗。該公司係經中華民國實驗室認證體系認可並持有證書，其有效期間至九十年十二月三十一日。鋼筋取樣 87 支分別進行單位重、節高、節距、間隙寬度、降伏強度、抗拉強度、伸長率等項目試驗，全部合乎 ASTM A615 及 ASTM 370 規定，詳細試驗結果請參見附件。

原能會除審查台電公司裸露鋼筋試驗報告外，並會同學者專

家赴現場實勘鋼筋鏽蝕狀況，現場檢視結果，其鋼筋所產生的鏽蝕乃均勻腐蝕（uniform erosion），約厚 0.1 mm，按照國內外資訊若腐蝕率在 13~530  $\mu\text{m/yr}$  範圍，即 0.013~0.53 mm/yr，其腐蝕厚度仍在安全範圍，因而核四工程裸露在外鋼筋之品質仍符合設計要求。惟為確保後續施工時，鋼筋與混凝土間有最佳結合狀況，建議施工前必須以水刀清洗鬆鏽後才能澆置混凝土。且在施工前，應量測鋼筋直徑，以追蹤量測其腐蝕速率。

#### 肆、結論

依現場實勘與試驗結果顯示，現場已排紮鋼筋或存放加工場內之鋼筋，皆仍符合設計品質要求。惟澆置混凝土前，應以水刀除去鋼筋浮鏽並應量測鋼筋直徑以追蹤鋼筋腐蝕速率。

## 核四工程已排紮鋼筋試驗結果

### 一、反廠器廠房及控制室廠房

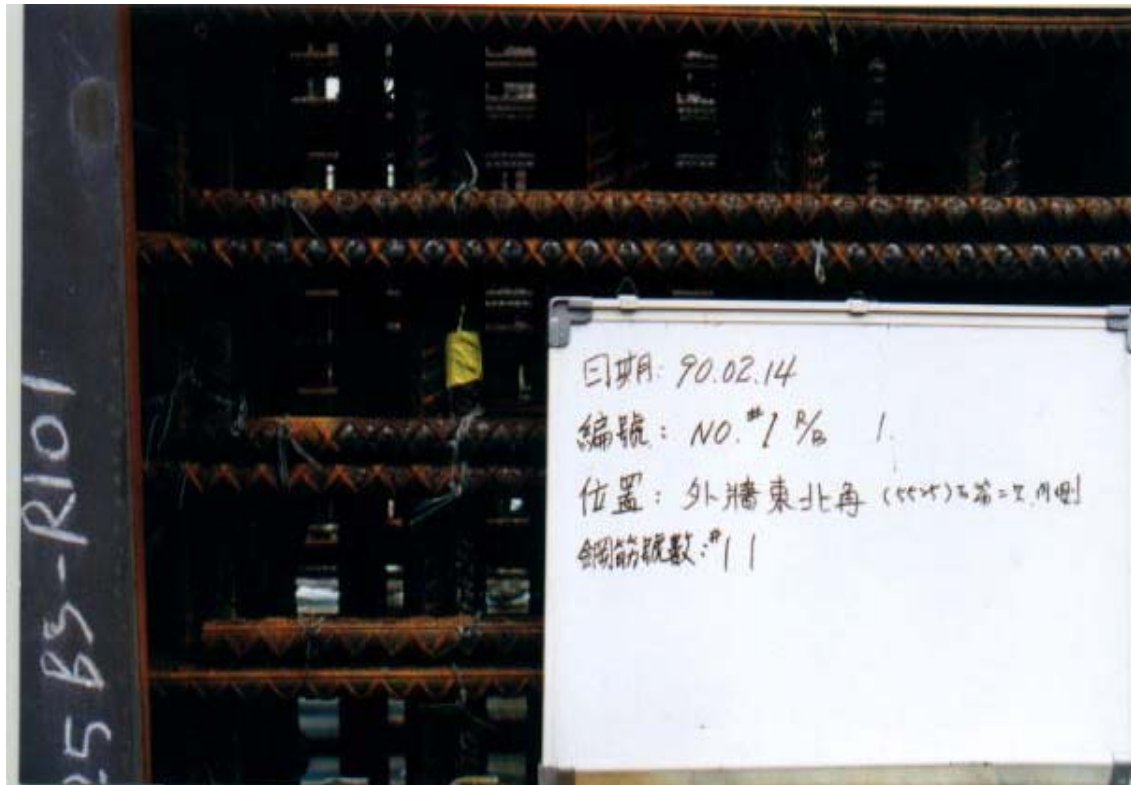
1. 鋼筋抗拉強度介於 90,032PSI 與 106,146PSI 之間，均符合設計需求強度 ( $>90,000$ PSI)。
2. 鋼筋降伏強度介於 60,106PSI 與 74,486PSI 之間，均符合設計需求強度 ( $>60,000$ PSI)。
3. 單位重差值介於 +8.9%與 -2.5%之間，符合 ASTM A615 之規定。
4. 各號數鋼筋之節高均符合 ASTM A615 之規定。
5. 各號數鋼筋之節距均符合 ASTM A615 之規定。

### 二、汽機廠房

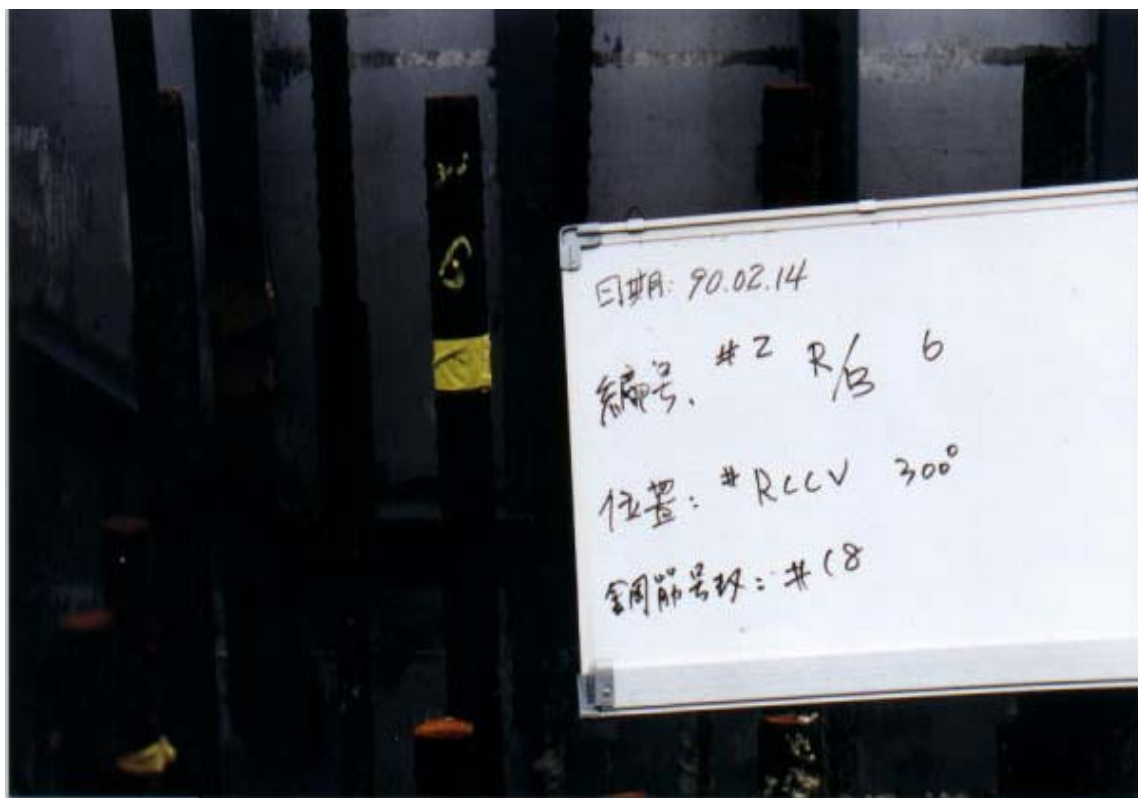
1. 鋼筋抗拉強度介於 91,113PSI 與 101,438PSI 之間，均符合設計需求強度 ( $>90,000$ PSI)。
2. 鋼筋降伏強度介於 60,135PSI 與 71,215PSI 之間，均符合設計需求強度 ( $>60,000$ PSI)。
3. 單位重差值介於 +5.7%與 -2.7%之間，符合 ASTM A615 之規定。
4. 各號數鋼筋之節高均符合 ASTM A615 之規定。
5. 各號數鋼筋之節距均符合 ASTM A615 之規定。

### 三、鋼筋加工場內

1. 鋼筋抗拉強度介於 90,913PSI 與 105,890PSI 之間，均符合設計需求強度 ( $>90,000$ PSI)。
2. 鋼筋降伏強度介於 61,002PSI 與 75,041PSI 之間，均符合設計需求強度 ( $>60,000$ PSI)。
3. 單位重差值介於 +1.6%與 -3.3%之間，符合 ASTM A615 之規定。
4. 各號數鋼筋之節高均符合 ASTM A615 之規定。
5. 各號數鋼筋之節距均符合 ASTM A615 之規定。



(圖一) 一號機反應器廠房外牆 #11 鋼筋現場取樣位置圖



(圖二) 二號機反應器廠房 RCCV #18 鋼筋現場取樣位置圖





(圖三) 原能會會同專家學者赴現場實勘鋼筋取樣試驗後樣品破壞情形



(圖四) 原能會會同專家學者赴反應器廠房現場實勘鋼筋鏽蝕情形





(圖五) 原能會會同專家學者赴汽機廠房現場實勘鋼筋鏽蝕情形



(圖六) 一號機汽機廠房基礎第三區塊之水刀除銹現況景一



(圖七) 一號機汽機廠房基礎第三區塊之水刀除鏽現況景二



(圖八) 一號機汽機廠房基礎第三區塊之水刀除鏽現況景三





(圖九) 一號機汽機廠房基礎第三區塊之水刀除鏽鏽後現況



(圖十) 反應器廠房第二次進行每月一次外露鋼筋直徑量測以追蹤鋼筋腐蝕速率現況圖