

核三廠二號機反應爐蓋第 40 號螺樁修理報告

台灣電力股份有限公司

中華民國 104 年 12 月 30 日

摘要

台電公司核三廠二號機於 104 年 11 月 12 日第 22 次大修執行反應爐開蓋作業時，發現第 40 號螺樁鬆脫不易；此情形在國外核電廠屬常見情況，僅美國近 18 年來即有 13 起案例。本案屬工程技術問題，並不影響機組安全；台電公司肩負核能機組運轉安全使命，以最嚴謹程序採取完全修復策略處理：先取出螺樁、安裝新螺孔牙套、最後更換全新螺樁，全程經嚴格品質管制與專家獨立驗證程序，全部作業已順利於 12 月 25 日完成，檢測顯示各項檢測結果均合格。

依據國際經驗，類似案例大致有 7 種可能肇因；國內專業研究機構以分析化學成分、觀察金相組織、佐以磁粒檢測、光學顯微鏡和電子顯微鏡等多種技術檢驗，已合理排除多種可能肇因。依現有跡證初步分析，以拆解過程螺牙產生毛邊或磨損之肇因較為可能；台電公司已針對上述之肇因，並考量其它可能之肇因，訂定相關嚴謹改善措施，避免類似問題再次發生。

目 錄

第一章	前言	1
第二章	反應爐蓋螺樁簡介	3
第三章	發現暨處理過程	6
第四章	國外類似案例處理方式	9
第五章	修理作業	12
第六章	螺件檢測結果	21
第七章	肇因調查及改善措施	24
第八章	總結	34
附件一	螺樁移除暨牙套安裝作業查證計畫執行結果	35
附件二	第 40 號螺樁修理作業相關螺件檢測結果	37

第一章 前言

核三廠反應爐壓力容器(Reactor Pressure Vessel, RPV)為美國西屋公司設計製造。反應爐頂蓋係以反應爐蓋螺樁與反應爐槽法蘭鎖緊結合，利用爐蓋與爐槽法蘭間兩只 O 型封環(O-ring)來做爐槽與爐蓋密封，並以 58 支螺樁，將爐蓋與爐槽法蘭鎖緊結合。每次機組大修期間，均需開啟爐蓋、填換燃料後再鎖緊以密封爐蓋。螺樁之旋入拉伸或放鬆旋出作業均依西屋公司建議制定完整周密之標準作業程序書執行。

核三廠二號機第 22 次大修於 104 年 11 月 12 日執行反應爐開蓋作業，順利完成螺帽放鬆後，依程序以氣動工具將螺樁旋出爐槽法蘭螺孔；當執行至第 40 號螺樁時，發生鬆脫不易無法旋出情況。

R1

台電公司核能相關單位，因應此一異常狀況，立即成立工作小組，研擬因應對策，包括洽請西屋公司研提解決方案並派員到廠協助處理、調派友廠有相關經驗人力支援、搜尋國際業界案例參考、接洽國外有相關技術經驗能力廠家及檢修機具資源等，以期順利處理此一異常狀況。

本案例在國內雖屬首次發生，但在國際實屬常見，並不影響機組安全。美國近 18 年即有 13 起案例、計有 27 支螺樁發生類似狀況。國外電廠一般處理程序是評估符合法規安全原則後申請繼續運轉，或將螺樁鋸除、移除螺樁殘根、並檢測螺孔螺牙受損情形，視嚴重程度分別以整修螺牙、有限度移除受損螺牙、完全修復並安裝螺孔牙套等方式處理。

台電公司以嚴謹態度確定在本次大修期間執行修理作業。而在後續作業中，雖測得有效牙數高於最少需求牙數，仍決定採取最高安全標準，以完全修復並安裝螺孔牙套處理。

R1

台電公司於處理本案期間，對所有螺件組(螺帽、螺樁、螺孔、墊片與牙套)執行目視、磁粒與超音波等各種檢查，確認除第 40 號螺樁之法蘭螺孔螺牙在安裝牙套前有 8 牙變形、剪傷等異常情況外，其餘各項檢測結果均合格，機組反應爐蓋螺件完整性符合法規要求。

參酌國際經驗，螺樁鬆脫不易可能肇因包括：法蘭與螺樁未對準、異物入侵、未使用適當的螺牙潤滑劑、螺牙發生毛邊或磨損、腐蝕產物聚積於螺樁或法蘭螺牙、螺樁與反應爐法蘭螺孔之螺牙錯扣、材料成分含有雜質或製程缺陷等。目前跡證顯示以拆解過程螺牙產生毛邊或磨損之肇因較為可能。台電公司已針對上述之肇因，並考量其它可能之肇因，訂定相關嚴謹改善措施，避免類似問題再次發生。

第二章 反應爐蓋螺椿簡介

核三廠反應爐壓力容器(Reactor Pressure Vessel, RPV)為西屋公司設計，用來容納產生核反應的爐心和覆蓋爐心的冷卻水，使爐心產生的熱能藉冷卻水傳遞至蒸汽產生器。反應爐頂蓋係以反應爐蓋螺椿與反應爐槽法蘭鎖緊結合，利用爐蓋與爐槽法蘭間兩只 O 型封環來做爐槽與爐蓋的密封，如圖 1 所示。

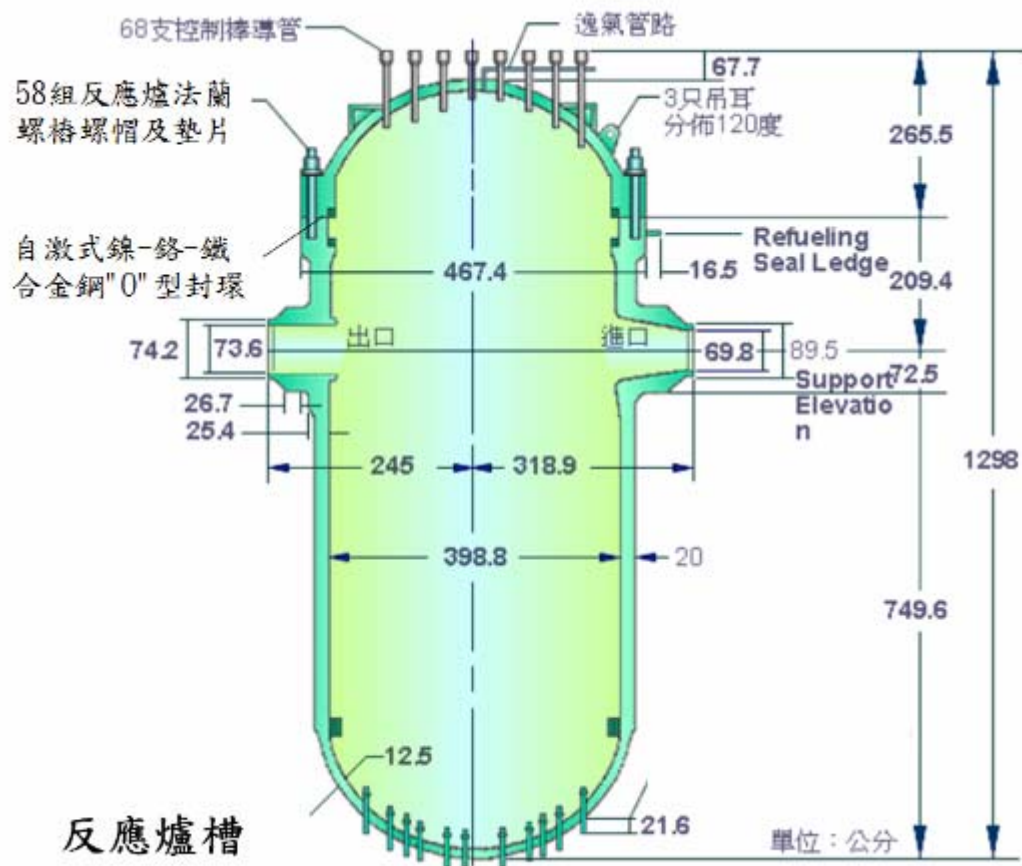


圖 1 核三廠反應爐構造

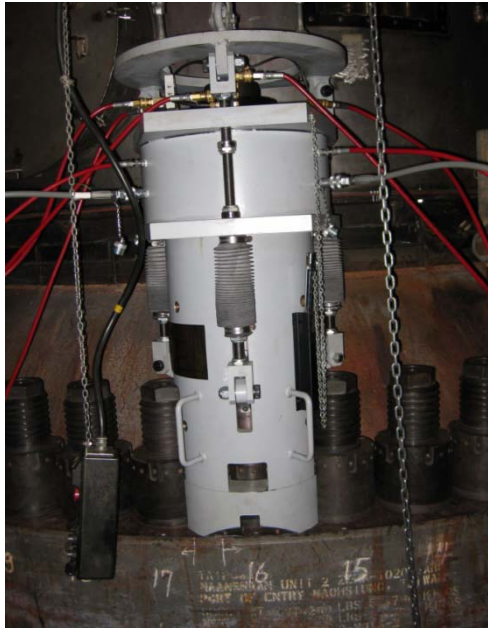
核三廠反應爐蓋螺件總計 58 組，材質及尺寸相關規範如表 1：

表 1 核三廠反應爐蓋螺件材質與尺寸

螺 件	材 質	尺 寸(吋)
螺 椿	SA-540 Type B-24	6 (直徑) × 55.75(長度)
螺 帽	SA-540 Type B-24	8.75 (直徑) × 6.25(高度)
螺椿墊圈	SA-540 Type B-24	6.13(內徑) × 1.19(厚度)

反應爐蓋螺椿功能為將爐蓋與爐槽法蘭鎖緊結合，鎖緊後螺椿之伸長量必須達到 0.050 吋 ± 0.002 吋，以確保反應爐不發生洩漏。由於螺椿直徑達 6 吋，無法以一般油壓扭力扳手鎖緊或放鬆，必須用油壓拉伸機先將螺椿拉伸再將螺帽鎖緊(或放鬆螺帽)，最後放鬆拉伸機，完成螺椿鎖緊或放鬆程序。核三廠依廠家說明書，制定標準作業程序書來執行拉伸或放鬆反應爐法蘭螺椿，程序概述如下：

- (一) 反應爐槽螺椿在安裝前先執行公、母螺紋整理檢查及潤滑後，利用三台拉伸機各分開約 120°方位，以油壓將對稱三支螺椿同步拉伸鎖緊或放鬆動作。
- (二) 螺椿拉伸鎖緊時，以油壓拉伸機拉長後再旋緊螺帽，分兩階段鎖至額定拉伸量(0.050 吋 ± 0.002 吋)，第三階段將拉伸量未符合要求的螺椿再拉伸，並微調至符合拉伸量。
- (三) 反應爐法蘭螺椿放鬆時，以油壓拉伸機將螺椿拉長後再旋鬆螺帽，過程分兩階段放鬆至全鬆。
- (四) 螺椿安裝旋入螺孔或旋出螺孔時，以氣動工具配合以氣壓活塞缸向上推力補償螺椿重量；使氣動工具在旋出或旋入螺椿時，平衡螺椿之重量，使螺椿在無自身重力壓緊螺孔螺紋的自由狀態下旋出或旋入，減少螺紋間因螺椿重量而產生之摩擦力，相關工具如圖 2 所示。



油壓拉伸機



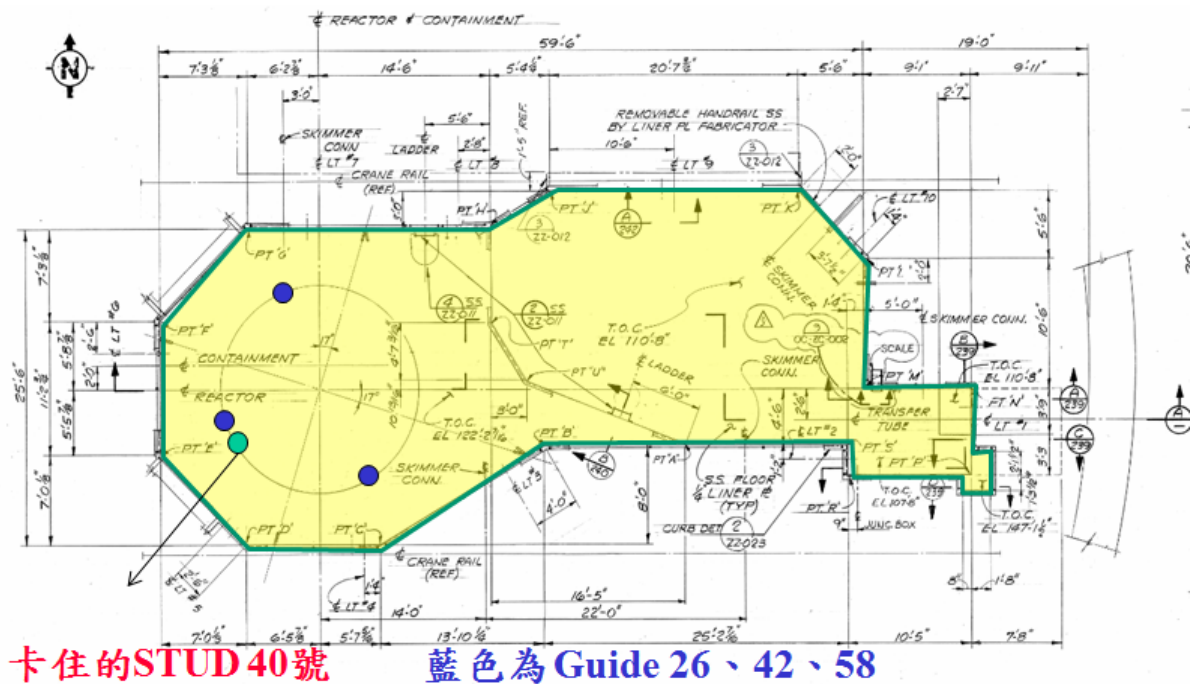
氣動工具

圖 2 螺樁鎖緊作業所用之拉伸機與氣動工具

第三章 發現暨處理過程

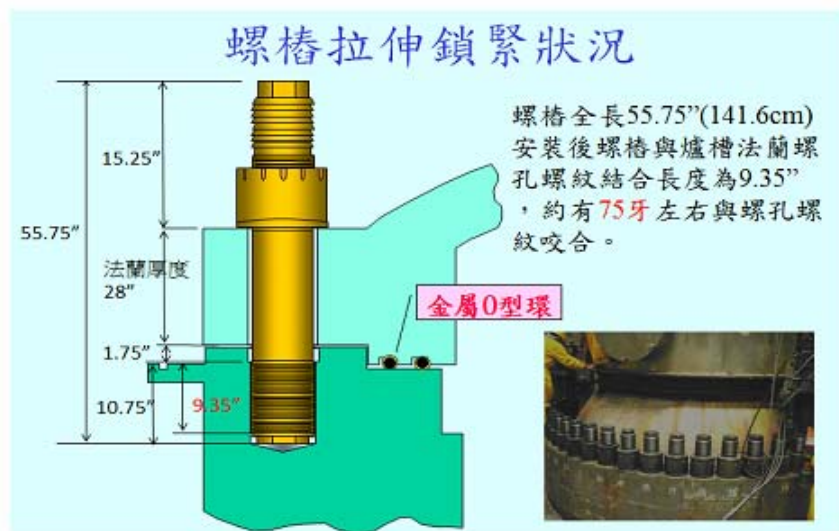
核三廠二號機第 22 次大修於 11 月 12 日執行反應爐開蓋作業，先以油壓拉伸機順利完成 58 支反應爐蓋螺帽放鬆旋出後，再以氣動工具將螺樁一一旋出爐槽法蘭螺孔，以便後續吊離法蘭螺樁動作。當執行至第 40 號螺樁時，發現鬆脫不易無法旋出。為排除問題，工作人員先以旋入模式將第 40 號螺樁順利旋至原先定位，再嘗試以旋出模式將其旋出，結果在約略與前次相同位置處又發生鬆脫不易，決定暫停該支螺樁旋出作業，並繼續進行其他螺樁旋出作業。

俟其他螺樁全數旋出吊離後，再嘗試旋出該螺樁，仍無法順利旋出；現場狀況立即回報後，廠內主管召集會議商議處理對策，並同步洽詢原設計廠家西屋公司提供處理建議。考量繼續強迫旋出，可能會傷及螺牙，故採保守決策停止旋出之動作。

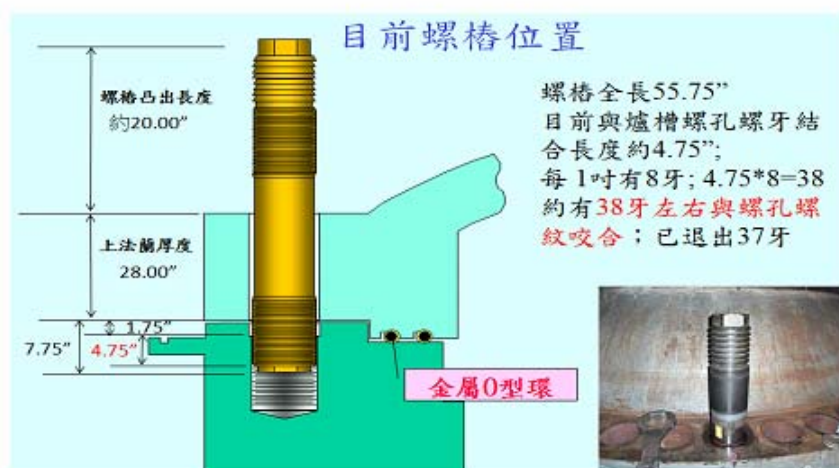


無法順利取出之 40 號螺樁位置圖

反應爐蓋螺樁全長 55.75 吋，正常安裝鎖緊後，螺樁與爐槽螺孔螺牙咬合長度 9.35 吋 (約 75 牙左右)。本次第 40 號螺樁鬆脫不易位置，經量測螺樁凸出上法蘭面長度約 20 吋，推算剩餘未旋出法蘭螺孔之長度為 7.75 吋，扣除法蘭螺孔上緣孔徑較大且無螺牙長度 1.785 吋、及螺樁底部 1.25 吋無螺牙直徑較小部分後，實際剩餘螺樁螺牙與爐槽螺孔螺牙尚咬合長度為 4.75 吋(約 38 牙左右)，如圖 3。



正常鎖緊狀態下螺樁之位置



此次無法順利拆出螺樁之位置

圖 3 40 號螺樁鬆脫不易位置與推估剩餘咬合長度

為因應此狀況，本公司立即成立工作小組，成員包括核三廠、核能發電處、核能安全處、核能技術處與公司外專家等，共同研擬因應對策，包括：洽請設計廠家西屋公司派員到廠協助處理、調派友廠有相關經驗人力支援、研究國際案例處理經驗、接洽國外有相關技術經驗能力廠家及調度檢修機具資源等。

第四章 國外類似案例處理方式

核能電廠大修期間反應爐蓋螺樁鬆脫不易狀況，在國內雖是首次發生；但在國際實屬常見，此類案例純屬工程技術問題，國際間已有標準處理程序及多家專業處理團隊，並不影響機組安全。美國近 18 年即有 13 起案例，計有 27 支螺樁發生類似狀況。

本公司參酌美國核能電廠與西屋公司處理類似案例制定處理流程如圖 4。

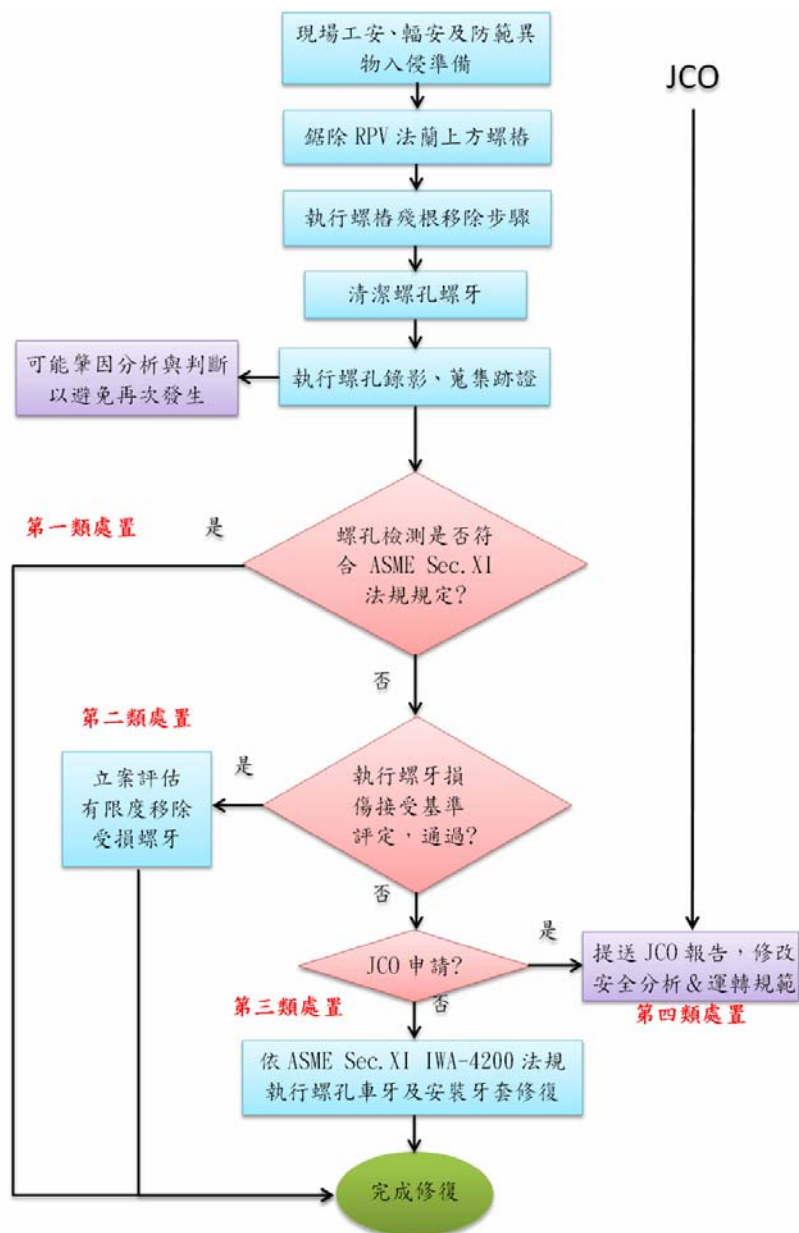


圖 4 反應爐蓋螺樁鬆脫不易處理流程

國外電廠部分案例採取評估符合法規安全原則後申請繼續運轉(第四類處理)；或將螺樁鋸除、移除螺樁殘根、檢測螺孔螺牙受損情形後方能確定後續處理方向：若檢測結果顯示僅有微小螺牙損傷，將以整修螺牙(第一類處理)完成修復；若檢測結果僅有局部少數螺牙受損，將執行螺牙損傷接受基準評定；若通過評定，則採有限度移除受損螺牙(第二類處理)完成修復；若未通過評定，則採安裝螺孔牙套(第三類處理)完成修復。美國核電廠近年發生之螺樁鬆脫不易案例分析如表 2。

表 2 美國近年發生螺樁鬆脫不易案例分析

案例	電廠	反應爐形式	發生年代	鬆脫不易螺樁支數	處理方式
1	D.C. Cook	PWR	1986	1	
2	Catawba	PWR	1989	1	第一類
3	Callaway	PWR	1987	5	第四類
4			1989	5	第一、二類
5			1996	1	第四類
6	Braidwood	PWR	1991	1	第二、四類
7	Comanche	PWR	1992	1	第三類
8	Peak		1994	4	第二類
9	Sequoyah	PWR	1996	1	
10	Seabrook	PWR	1997	1	第二類
11	Byron	PWR	2010	1	第四類
12	Harris	PWR		2	第一類
13	Watts Bar 2	PWR	2013	3	第三類
總計支數				27	

註： 第一類處理：僅整修螺牙

第二類處理：有限度移除螺牙

第三類處理：完全修復並安裝螺孔牙套

第四類處理：評估符合法規安全原則後，申請繼續運轉

美國 4 家核電廠處理相關案例說明如下：

- (一) 1987 年 Callaway 核電廠 1 號機大修時，發現 5 支反應爐蓋螺樁(編號第 2、4、5、7、9 號) 鬆脫不易。電廠評估採取 1 支(第 2 號)螺樁不鎖、其餘 4 支螺樁部分鎖緊措施，經核管會(Nuclear Regulatory Commission, NRC)核准後繼續運轉。
該廠於 1989 年又發現 5 支反應爐槽螺孔(編號第 13、25、39、53、54 號)損傷、且均在法蘭同一側，電廠決定於 1989 及 1992 年分別移除受損螺樁。
該廠又於 1996 年再發生 1 支(第 18 號)螺樁鬆脫不易，該廠評估該支螺樁可承受後續運轉所有應力負荷而無安全疑慮，經核管會同意後繼續發電。
- (二) 1991 年 Braidwood 核電廠 2 號機大修時，發現 1 支反應爐蓋螺樁(第 35 號) 鬆脫不易。經評估剩餘螺牙咬合長度仍足供完全拉伸之用，經評估符合安全後，暫時留置螺樁繼續運轉。直到 1995 年為方便燃料吊運，才切除螺樁上半部與法蘭切齊，2002 年才加工移除剩餘螺樁殘根。
- (三) 1992 年 Comanche Peak 核電廠 1 號機第二次大修時，發現 1 支反應爐蓋螺樁鬆脫不易，電廠嘗試取出螺樁失敗。與此同時，2 號機正進行啟動測試時也發生 4 支螺樁鬆脫不易現象。電廠決定先處理 2 號機狀況，以搪孔旋轉單元(Boring and Whirling Unit, B&WU) 成功移除 4 支螺樁並安裝 1 支牙套;再於 1994 年以相同方法移除 1 號機的螺樁並安裝牙套修復。
- (四) 2010 年 Byron 核電廠 2 號機大修時發現 1 支螺樁(第 11 號) 鬆脫不易。由於核管會在 2001 年已有同意 Wolf Creek 核電廠申請以更新安全評估和運轉規範方式，允許機組在反應爐蓋螺樁 1 支未完全拉伸的狀況下安全運轉的先例。Byron 電廠遂援例申請繼續運轉並獲核管會同意。

第五章 修理作業

雖然美國核電廠對於反應爐蓋螺樁鬆脫不易之處理方式，部分以評估不影響機組安全、申請繼續運轉。但台電公司肩負核能機組運轉安全使命，決定採取：排除繼續運轉申請(第四類處理)，務必在本次大修期間執行修理作業之謹慎策略。而在後續作業中，雖測得有效牙數高於最少需求牙數，仍決定採取高安全標準，進行完全修復並安裝螺孔牙套(第三類處理)之方式。

R1

一、修理程序

本次修理作業分為移除螺樁與安裝螺孔牙套兩大步驟，分別由原設計廠家西屋公司與國外具備安裝牙套經驗之公司執行。執行依據為核三廠「二號機反應爐蓋螺樁修理工作程序書」(SP 104-PP-05)，執行結果已依品保程序審查合格，相關資料保存於電廠內。

重要程序說明如下：

(一) 先備條件：

1. 確認所有爐心燃料均已移置於用過燃料池。
2. 確認反應爐蓋已吊離、上內部組件已吊置於下池，並確認更換燃料池下池滿水，水位保持約 122 呎。
3. 確認反應爐水位正確、工作區域已完成除污。
4. 移除編號 38、39、41 螺孔塞及位於螺樁編號 42 之導桿，避免與施工機具發生干擾。
5. 確認爐心已覆蓋防止異物入侵蓋板，並完成相關防止異物入侵措施。
6. 確認作業現場輻射防護屏蔽已架設、人員安全防護設施已完成。
7. 確認機具所需氣、電源完備。
8. 確認西屋公司工作人員已取得相關資格認證。

(二) 螺樁移除程序

螺樁移除程序可分為：鋸切 (Sawing)、殘根鑽孔(Drilling through hole)、殘根搪銑(Boring)、移除殘根(Remnant Removal)與螺孔螺牙檢測評估(Evaluation)等 5 階段，如圖 5- 8 所示。



螺樁切除作業



螺樁切除後超音波檢測

圖 5 螺樁鋸切與超音波檢測



圖 6 螺樁殘根鑽孔



圖 7 殘根搪銑



圖 8 移除殘根

(三) 螺孔牙套安裝程序

螺孔牙套安裝程序分為：螺孔頂部擴孔、移除現有螺孔螺紋、車製螺牙、磨削與清理螺孔螺紋、檢查螺孔螺紋區域與安裝牙套等 6 階段，安裝完成之牙套如圖 9。

本次螺孔牙套安裝作業係國內首例，台電公司積極尋找原廠與國外專業廠家合作辦理。為確保工作完美，要求廠家須先執行模型試作、驗證程序，並對工作人員訓練。惟 104 年 12 月 24 日 05:00 左右，國外專業廠家現場工作人員回報，在安置牙套後，以安裝工具鎖至要求磅數範圍內，開始執行定位銷鑽孔時，發現牙套與法蘭有極微小相對轉動位移(約 1.6°)，現場立即暫停作業，回報國外專業廠家總公司，提供解決方案。檢討後發現原因乃模型試作環境不同，倍力扳手之施力點方向差異，造成扭力扳手讀數正確，但實際鎖磅未達要求數值所致。原因確認後重新依正確方式施作，順利於 25 日 05:00 完成安裝。

R1



圖 9 完成之螺孔牙套與定位銷(dowel pin)

(四) 修理作業時程

1. 12/12 00:15 爐槽防止異物入侵(FME)蓋板安裝完成。
2. 12/12 04:00 完成螺樁工作區 FME、輻防設置作業。
3. 12/12 12:00 螺樁工作區符合國外廠家機具設置需求。
4. 12/12 19:35~20:25 第 40 號螺樁切斷。
5. 12/13 02:00~15:45 完成第 40 號螺樁鑽孔 (drilling)。
6. 12/13 21:10~12/14 01:50 完成第 40 號螺樁搪孔 (milling)。
7. 12/14 02:00~02:55 第 40 號螺樁取出斷片。
8. 12/14 04:30 第 40 號螺孔清理完成。
9. 12/19 完成第 40 號螺孔牙套驗收。
10. 12/19~12/21 完成牙套安裝廠內實物模擬(MOCK UP)訓練。
11. 12/21 14:00 完成工作現場環境狀況(FME、輻防、工安、工作支援準備)的聯合巡查及再確認符合計畫書需求。
12. 12/21 15:00 施工機具運入圍阻體，開始安裝工作。
13. 12/21 21:00 完成施工機具安裝測試工作。
14. 12/22 17:30 開始進行第 40 號螺孔牙套安裝。
15. 12/25 05:00 完成第 40 號螺孔牙套安裝。
16. 12/25 08:00 完成第 40 號螺孔及牙套的目視檢測(VT)及超音波檢測(UT)。

二、品質查證作業

(一) 施工人員資格查核結果

1. 施工人員皆已參加實物模擬(MOCK UP)訓練並通過操作資格認可。
2. 施工人員皆依本廠規定參加開工前重點講習及工作前工具箱會議
3. 執行目視檢測(VT)人員符合 VT-1 中級檢測師資格，執行磁粒檢測(MT)、超音波檢測(UT)等檢測人員均符合中級檢測師資格。
4. 工作場所負責人在現場擔任指揮、監督及協調工作。
5. 現場工作全程依據程序書步驟逐一執行，工作人員確實應用人員疏失防範技巧預防疏失。
6. 依據查證計畫執行，執行特殊程序書內重要步驟訂定之查證點查證，並依據法規修理計畫 R/R-1040236 規畫，執行現場查核。

(二) 防止異物入侵(Foreign Material Exclusion , FME)措施查核

1. 工作區域依計畫建立管制圍籬，並由經訓練合格之 FME 管制員全程管控人、物之進出。
2. 螺樁所在區域工作範圍設置帳篷，嚴格管控進出人員、器材，除作為 FME 防護外，並防止螺樁碎屑之意外攜出。
3. 施工過程產生之鐵屑均已完整收集並秤重，確認無碎屑殘留。

(三) 螺樁移除暨牙套安裝作業依查證計畫執行，執行特殊程序書內重要步驟訂定之查證點查證，並依據法規修理計畫 R/R-1040236 查核規畫執行，查核結果如附件一。

三、作業安全風險管理

(一) 工作區組件完整性防護措施

反應爐為核電廠最重要組件，鄰近區域亦有相關重要組件，執行螺樁移除及牙套安裝作業時，必須做好適當防護，確保周遭設備完整：

1. 爐槽 O 型封環止漏面防護：特別設計一反應爐槽蓋板，蓋住爐槽開口，並於蓋板與 O 型封環止漏面位置，鋪設一層橡膠墊片，確保 O 型封環止漏面不會受到碰撞或損傷。
2. 爐槽法蘭螺孔防護：施工期間鄰近第 40 號螺孔因安裝機具，必須移除現有螺孔塞，再另行裝設改良式螺孔塞，以避免施工過程異物掉入螺孔或碰傷螺孔。
3. 更換燃料池襯板完整性：施工位置位於更換燃料池內，機具重件吊掛作業均有專人指揮，做好碰撞防護措施。

(二) 防止異物入侵措施

1. 比照燃料吊運期間，依程序書 161.1 建立燃料填換區 ZONE 1 方式管制。
2. 以不銹鋼板覆蓋蓋住爐槽開口，上方覆蓋輕質帆布。
3. 施工機具採圍籬式組合，加工碎屑集中在機具圍籬組件內，防止加工碎屑溢出。
4. 工作區架設帳篷，工作人員在防護衣外再加塑膠布圍兜，離開時除脫除衣物外，再以高強度磁鐵吸附，避免將鐵屑帶至工作區外。
5. 建置真空吸塵抽氣設備，隨時清除飛散於空氣或地面碎屑。
6. 工具機旁架設高強度磁鐵，吸附掉落之鐵屑。
7. 鑽/銑過程使用之冷卻液以真空吸塵抽氣設備完整收集。
8. 完工後以吸塵設備完整清理乾淨施工區域。
9. 施工過程產生之鐵屑均完整收集並秤重，比對螺樁重量差異。

(三) 輻射防護作業

1. 本次螺樁修理為大修新增特殊工作，為抑低人員劑量，在反應器爐槽法蘭面正上方鋪設多層鉛毯屏蔽，且反應爐內水位補充至最高，以抑低空間劑量率。
2. 人員汙染及空氣輻射濃度管制：燃料更換池事先進行除汙，池壁及工作區均維持在低汙染環境，再以真空吸塵抽氣設備隨時清除飛散於空氣或地面碎屑，故未發生人員體內、體外汙染之情事。
3. 本修理作業預估之集體有效劑量約為 125 人-毫西弗，實際劑量約為 133 人-毫西弗。此乃因為牙套安裝期間重複核測 O 型環壓緊之適當性、非破壞檢測數量、頻次及工時較預期為多，且參與工作程序驗證及品質查證數量亦超出預計的工時，導致人員接受劑量增加。

R1

(四) 工安措施

1. 檢修作業開工前召開工前協議組織會議、工具箱會議及預知危險（TBM-KY）等，說明工作環境危害與工作方法。
2. 作業期間特別加強防墜、防滑、防感電、吊掛作業與人員防護用具配戴等安全措施。

四、品保稽查結果

為確保第 40 號螺樁修理計畫的落實與施工品質，由負責監督大修安全的大修總處審查工作組成立專案稽查組織，並擬訂品保稽查計畫，自第一階段的螺樁移除至第二階段的裝設新牙套作業，由專案稽查人員依據電廠「反應爐蓋螺樁修理作業程序書」，完成稽查任務。稽查結果確認「人員作業安全」、「輻射安全與輻射劑量合理抑低」、「防範異物入侵系統」、及「電廠品質查證點驗證」等各項目，均符合作業程序書規範。稽查內容及結果敘述如下：

(一) 人員作業安全

個人工業安全基本防護裝備包括安全帽、工安鞋、護目鏡、及耳塞，均依照電廠工業安全規範予以配戴。現場作業過程中機具及器材往下方爐穴區域的吊掛安全、電源保護開關及漏電斷路器的設置、及上下護梯時的防墜行為等均被遵循，符合程序書規範。

(二) 輻射安全與輻射劑量合理抑低

作業人員均依程序書規範於事前完成電廠所規劃的勤前講習，強調輻射安全規範及行動，包括人員劑量計佩戴、防護衣物穿著、進出輻射防護管制站的劑量登錄、辨識並遠離高輻設點、以及輻射異常的應變行動等。

輻射劑量合理抑低措施，包括確認反應爐水位升至 122 呎高度藉以抑低作業區域的輻射強度、設置輻射屏蔽及低劑量率的人員候工區、及掛設具聲響警報功能的數字型區域輻射監測儀等，使滿足個人與集體輻射劑量合理抑低的目標，符合程序書規範。

本項作業之集體有效劑量因螺孔之非破壞檢測數量、頻次及工時較預期為多，且因參與工作程序驗證及品質查證數量亦超出預計的工時，造成超出預估值約 6.32%的結果。惟此等藉以保證施工品質的工時數量差異非屬作業現場劑量合理抑低管理機制之缺陷，故在本項品保稽查結果中不另檢討。

R1

(三) 防範異物入侵系統

異物入侵防範措施，包括管制區的設立以及設置前作業環境鬆散物件的清理、管制員的配置及進出物件的管制與登錄、螺樁鑽搪作業屑渣收集、及施工後現場清理及再確認等行動，均符合程序書的規範。

(四) 電廠品質查證點驗證

在移除螺樁及安裝牙套過程中，確認施工人員均依據電廠「反應爐蓋螺樁修理作業程序書」的步驟施作。程序書所規範的品質查證點以及施工人員的施作後簽名，均由電廠品質組、專案稽查小組

成員、以及檢測及測試獨立監察員予以現場查證，查證結果符合程序書規範。

R1

此外，施工前完成各類施工任務的人員訓練紀錄查驗，包括施工人員的職前模擬實作訓練與紀錄、人員技術資格符合、以及檢測隊執行探傷檢測人員資格等，均符合程序書規範。

第六章 螺件檢測結果

一、檢測法規要求

核三廠二號機重要系統構件之非破壞檢測與各項測試，係依據美國機械工程師學會鍋爐及壓力容器規章第十一部(ASME B&PV code Sec. XI) 2007 年版(含 2008 年增訂版)相關規定辦理。

核三廠二號機反應爐爐蓋螺件共 58 組，每組包含螺帽、螺樁、法蘭螺孔與墊片各 1 件，本次修復後新增螺孔牙套 1 件。反應爐螺樁公稱直徑 6 吋，依前揭法規要求，屬核能一級構件，於 TABLE IWB-2500-1 歸類為 B-G-1，檢測項目包括：(1) 項目 B6.10 螺帽與項目 B6.50 墊片、牙套：執行第一類目視檢測(VT-1)；(2) 項目 B6.20 螺樁：磁粒檢測(MT)；(3)項目 B6.40 法蘭螺孔：執行手動超音波檢測(MUT)，以上均已編定在第四個十年運轉期間檢測計畫內；本次新增牙套亦將修訂前述計畫納入排程。

二、檢測過程與檢測結果

台電公司為因應本案執行之非破壞檢測過程與結果說明如下：

(一) 螺樁移除前(104 年 11 月 19 日至 104 年 12 月 13 日)

1. 依「大修運轉期間檢測計畫管制表」，反應爐蓋螺件檢測項目為：第 1~10 號螺帽與墊片執行第一類目視檢測(VT-1)，螺樁磁粒檢測(MT)與法蘭螺孔手動超音波檢測(MUT)。
2. 「大修運轉期間檢測計畫管制表」以外之檢測項目(非法規要求)為：

(1) 增加檢測項目：

- a. 54 個法蘭螺孔螺牙目視檢測(除 3 只導引桿及第 40 號螺孔外)。
- b. 除第 1~10 號前述已完成以外，其餘 47 個螺帽與墊片(第

40 號除外)之第一類目視檢測。

- c. 除第 1~10 號前述已完成以外，其餘 47 根螺樁(第 40 號除外)拆卸後磁粒檢測。

(2) 配合修理檢測項目：

- a. 執行第 39、40、41 號法蘭螺孔手動超音波檢測。
b. 第 40 號螺樁切斷後，自切斷面執行殘留螺樁手動超音波檢測，結果無任何顯示。

R1

3. 上述檢測除殘留螺樁檢測供參考外，其它檢測結果均合格。

(二) 移除螺樁後、修理螺孔前(104 年 12 月 14 日至 12 月 21 日)

1. 執行第 39、40、41 號法蘭螺孔目視檢測，發現第 40 號法蘭由上往下算 5.5 - 6.5 吋區域共 8 牙(螺牙第 28-35 牙)全圓周 360 度螺牙有變形、剪傷等現象；第 39、41 號法蘭螺孔檢測結果合格。
2. 執行第 39、40、41 號法蘭螺孔手動超音波檢測，檢測結果均合格。
3. 新購牙套外螺牙磁粒檢測及內螺牙第一類目視檢測，檢測結果合格。

(三) 修理螺孔至完成安裝牙套期間 (104 年 12 月 22 日至 12 月 25 日)

1. 法規要求之運轉前檢測：第 40 號新螺樁運轉前磁粒檢測、新螺帽運轉前第一類目視檢測、新墊片運轉前第一類目視檢測、法蘭螺孔於完成牙套安裝後執行運轉前手動超音波檢測、法蘭螺孔牙套於安裝完成後執行內螺牙運轉前第一類目視檢測。
2. 第 40 號法蘭螺孔完成牙套安裝後，執行第 26、39、40、41、42、58 號法蘭螺孔螺牙共 6 孔目視檢測與執行第 39、41 號法蘭螺孔手動超音波檢測。
3. 上述檢測結果均合格。

(四) 第 40 號螺樁移除與螺孔修理作業後，更換之新螺樁、螺帽、墊片與新增牙套及法蘭螺孔所執行之各項檢測均合格。

以上各項檢測項目、方法、日期、報告編號以及檢測結果，列表如附件二。

第七章 肇因調查及改善措施

台電公司於發現本案後，隨即收集國際類似事件處理經驗，規劃螺樁取出時證據保留程序，並與國內專家研議相關檢測項目，俾便釐清肇因，訂定適切改善措施，避免類似案例再次發生。

一、目視檢驗確認螺樁受損區域

(一) 保留螺樁殘根

台電公司於螺樁切除後執行鋸切面之超音波檢測，檢查螺樁、螺牙是否有應力過當或製造瑕疵，造成螺樁受損之起始點。並要求在後續搪孔及夾取過程必須避開這些點，完整保留螺樁殘根的損壞面，以利後續肇因分析調查。

移除螺樁前，西屋工作人員先進行模擬訓練，確認重要施工參數，務求儘可能保留螺樁殘根完整，以提供肇因分析使用。

(二) 檢查螺樁殘根

根據目視檢查結果，確認螺樁損傷區域為最底部 1-3 牙及第 8 牙，如圖 10 所示。



圖 10 目視檢驗確認螺樁損傷區域

(三) 目視檢查螺孔螺牙

台電公司在移除螺樁後、螺孔巡牙前後，均執行拍照錄影存證，巡牙後執行目視檢查，保存螺牙受傷證據及整修後結果。根據目視檢查結果，確認法蘭螺孔損傷區域為法蘭面向下深度約 5.5 - 6.5 吋處共 8 牙，如圖 11 所示。但執行超音波檢測(UT)時並未發現螺牙母材有異常瑕疵。

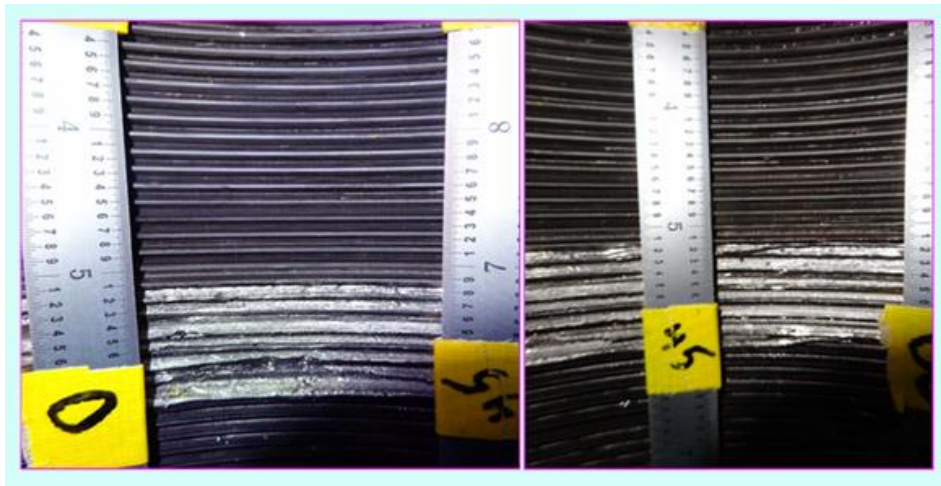
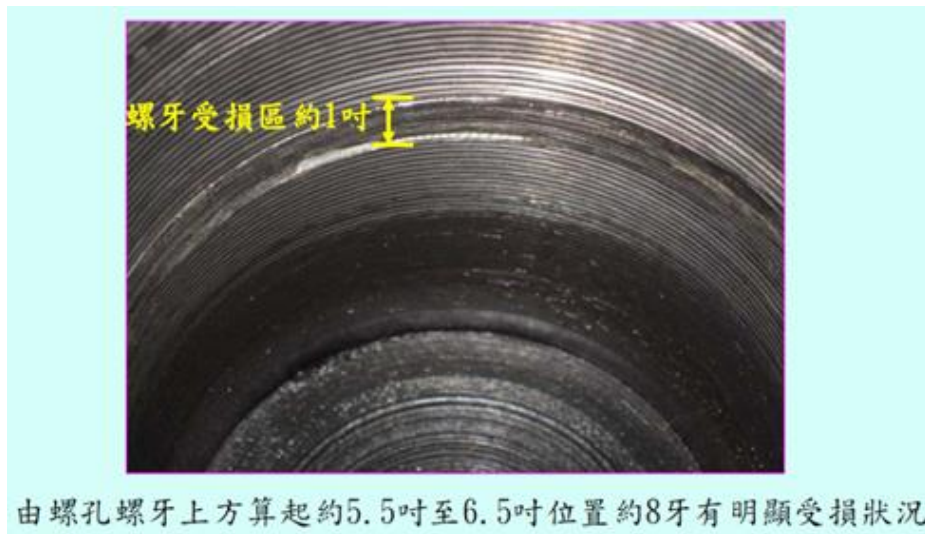


圖 11 目視檢驗確認螺孔螺牙損傷區域

(四) 複製膜電子顯微鏡檢查

針對反應爐第 40 號法蘭螺孔損傷 8 牙部分，利用非破壞複製膠膜 (replica) 方式，複製其 3-D 損傷形態，安排以高倍率電子顯微鏡執行詳細的檢查，如圖 12。

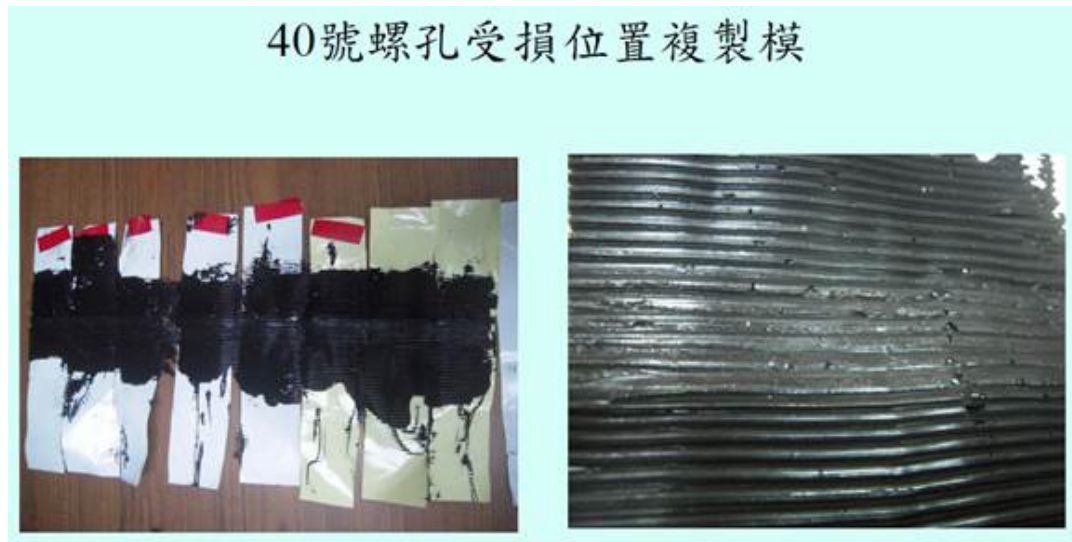


圖 12 對螺孔損傷處採取複製膠膜

(五) 其他螺孔螺牙目視檢查

為確定其他螺孔不致發生類似狀況，台電公司對第 40 號螺孔以外其他 57 支螺孔執行目視檢測，並對原排程 10 支螺孔執行超音波檢測。

結果顯示僅第 15 號螺孔螺牙於最上方第 1 牙有疑似變形(長約 0.25 吋)，仍符合法規要求，並不影響功能；其餘 56 支螺孔均未發現螺牙有變形、剪傷、腐蝕、破碎等異常情況。

二、 螺樁鬆脫不易可能肇因探討

綜合美國電廠案例^{1,2}、美國電力研究院^{3,4}與西屋公司經驗等，螺樁鬆脫不易的可能原因歸納為：

1. 法蘭與螺樁未對準
2. 異物入侵(如硬質碎屑等)
3. 未使用適當的螺牙潤滑劑
4. 螺牙發生毛邊或磨損
5. 腐蝕產物聚積於螺樁或法蘭螺牙
6. 螺樁與反應爐法蘭螺孔之螺牙錯扣
7. 材料成分含有雜質或製程缺陷

-
1. US Nuclear Regulatory Commission (2014), *Advisory Committee on Reactor Safeguards Plant License Renewal Subcommittee Callaway Plant, Unit 1*, **ML14168A171**.
 2. US Nuclear Regulatory Commission (2014), *Responses to NRC Requests for Additional Information, Set 24, dated May 19, 2014, related to the Byron Station, Units 1 and 2, and Braidwood Station, Units 1 and 2, License Renewal Application*, **ML14160A871**.
 3. Electric Power Research Institute (1988), *Degradation and Failure of Bolting in Nuclear Power Plant*, **NP-5769**.
 4. Electric Power Research Institute (1985), *Equipment for Removing Seized Closure Studs From Reactor Pressure Vessels*, **NP-3950**.

三、初步肇因分析

(一) 各種肇因之可能性分析如下：

1. 法蘭與螺樁未對準

若法蘭與螺樁未對準，應在螺樁或法蘭面發現摩擦痕跡，螺樁安裝後與法蘭孔保持一定間隙，故不會有未對準現象。第 40 號螺樁在上次大修期間拆裝並未發生碰撞，且本次大修期間安裝旋入螺樁與執行拉伸鎖緊時正常。研判本項並非肇因。

2. 異物入侵(如硬質碎屑等)

可能於塗刷螺牙潤滑劑時將微細雜質帶入，或因 N-5000 (高黏滯性) 塗層太厚而沾黏微細異物。但依國內專業機構目前所做的金相分析結果顯示，所有的硬質碎屑皆為螺樁和螺孔磨耗之產物，並未發現外來物。依目前證據顯示異物入侵可能性不高，研判本項並非肇因。

3. 未使用適當的螺牙潤滑劑

由於核三廠長久以來均使用 EPRI NP-3950 號報告所建議螺樁潤滑劑之一，為 NEOLUBE，此次移出不易之第 40 號螺樁也依照程序書使用此種潤滑劑無誤，再由拆解下之螺樁及螺孔表面檢查，除第 40 號螺樁螺孔受損螺紋外，其餘螺紋均正常光滑，且螺樁最初可正常旋出，前次鎖入此螺樁亦無旋入不易之報告，故研判本項並非肇因。

4. 螺牙發生毛邊或磨損

螺樁於每次大修整理螺牙，但對於螺孔僅執行清孔及巡牙，未做直接影像或目視檢查，無法判斷是否存在毛邊、變形或磨損狀況。國內專業機構金相分析顯示螺樁第 8 牙之牙峰區嚴重擠壓變形，而牙根位置維持原本加工形狀，由此推論第 8 牙受損應係磨擦黏結(galling)結果，並非破壞起始的區域之一。螺孔螺牙複製膜觀察結果，發現嚴重損傷區的下方螺牙較上方螺牙存

R1

在更嚴重的刮傷和擠壓變形。由各項分析結果推測損壞情境為螺牙發生毛邊或磨損，於螺樁退出作業時，螺樁底部螺牙與螺孔磨擦，產生細小磨屑並逐漸累積至相當體積，終致發生嚴重 galling 現象，使得螺樁無法順利退出。研判本項為可能肇因。

5. 腐蝕產物聚積於螺樁或法蘭螺牙

檢查拆解下之螺樁及螺孔表面，發現表面乾淨未有硼酸殘留物。另依國內專業機構目前所做的分析結果顯示，亦未發現腐蝕產物跡證，研判本項並非肇因。

6. 螺樁與反應爐法蘭螺孔之螺牙錯扣

當螺樁公螺牙旋入螺孔母螺牙有歪斜現象時，則有螺牙錯扣可能。當發生螺牙錯扣時，則會有進入幾牙後再也旋不動的情形。此次第 40 號螺樁於前次安裝時可完全旋入螺孔，研判本項並非肇因。

R1

7. 材料成分含有雜質或製程缺陷

反應爐第 40 號螺樁和其法蘭螺孔之損傷情形，經由目視檢查、磁粒檢測、複製膜觀察、光學顯微和電子顯微鏡分析、微硬度測試等多項分析工作，由各項結果歸納如下：

(1) 螺樁材料符合規範，未發現瑕疵，因此材質與肇因無關。

a. 未發現表面裂縫(包含螺牙根部的裂縫)、或可能造成材料劣化之異常現象；推測該螺樁不存在製造瑕疵，也未發現運轉可能產生的腐蝕、疲勞裂縫、應力腐蝕裂縫等表面瑕疵。

b. 為均勻的回火麻田散鐵組織，硫化錳介在物含量不多。

c. 材料強度(由硬度值推算)符合 ASME SA540 B24 材料規範。

(2) 螺樁的強度較高，故螺牙損傷程度較輕微。

a. 損傷螺牙皆有明顯的擠壓變形，而且可能鑲入螺樁碎片

R1

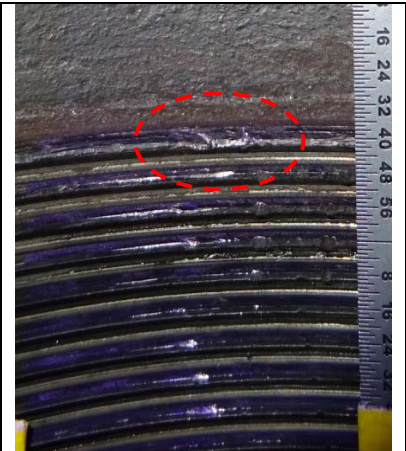
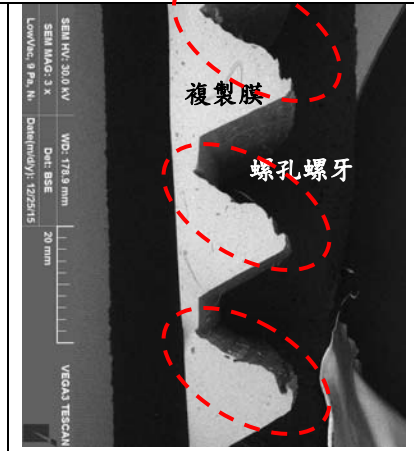
或螺孔碎片。但未發現腐蝕生成物或其他外來物顆粒。

- b. 螺樁第 1~3 牙(由下向上數)發生嚴重損傷，其中第 1 牙甚至有一段螺牙完全脫離(見圖 13)，並受到嚴重擠壓而成團狀。其他損傷螺牙僅有牙峰處發生變形，但牙根處形狀仍完整良好。

(3) 螺孔的強度較低，故螺牙受到嚴重損傷。安裝牙套時，螺孔螺牙皆已切削除去，其螺牙損傷形態由複製膜觀察之。

- a. 複製膜沾黏的金屬碎片以螺孔碎片居多，螺樁碎片較少。
b. 螺孔嚴重損傷區之牙谷及牙峰皆有明顯擠壓變形之形貌，而其下方螺牙較上方螺牙存在更嚴重的刮傷和擠壓變形。
c. 螺孔螺牙之下方斜面遭受刮損，而上方斜面則仍完整(見圖 13)。

R1

		
螺樁殘根取出後，目視檢查發現法蘭螺孔的上方第 1 牙遭撞擊而向下變形	螺樁下方第 1 牙之缺口可能為安裝時產生撞擊損傷，之後退出作業時遭受強力擠壓之結果	螺孔螺牙之複製膜觀察發現螺牙下方斜面遭受刮損，而上方斜面完整(複製膜與實際螺孔螺牙為凹凸相反形態)

R1

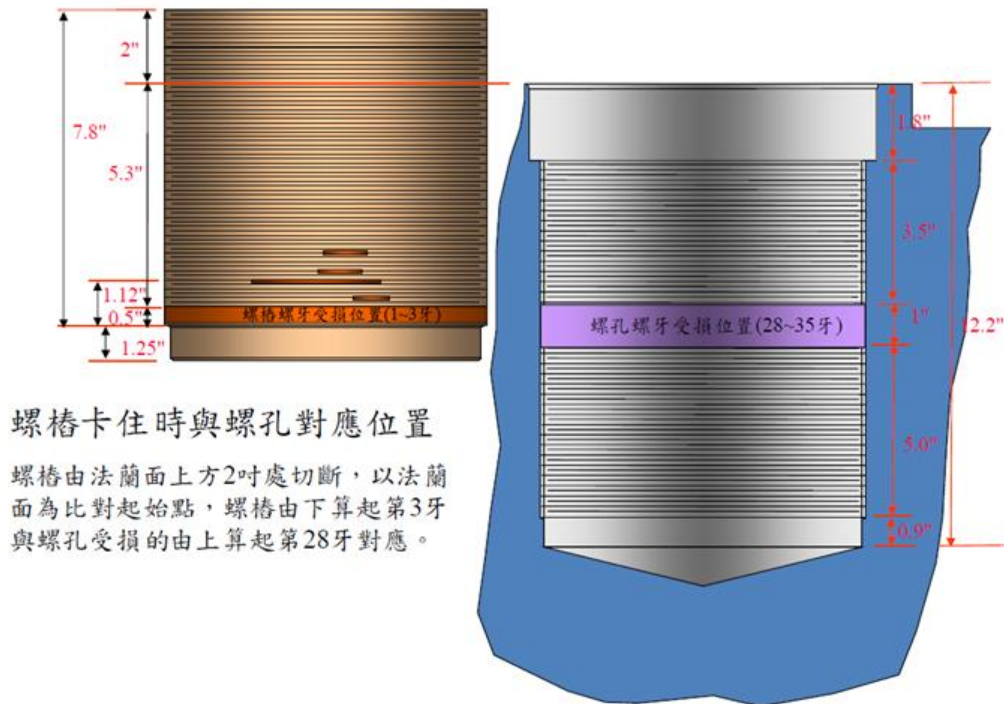
圖 13 螺樁及螺孔螺牙破損表面及截面圖

根據以上結果綜合研判，材料雜質或製程缺陷並非肇因。

(二) 研判肇因為螺牙發生毛邊或磨損，故障情境描述如下：

第 40 號螺樁前次安裝時，可能因操作不順而與法蘭螺孔發生碰撞，造成螺孔上方第一牙螺牙向下變形和螺樁下方第一牙螺牙向上變形的損傷結果。對於第 40 號螺樁旋入作業尚不構成障礙，但在第 22 次大修螺樁退出時，螺樁第 1 牙之向上變形區與螺孔螺牙之下方斜面產生過巨的刮磨損傷，不斷產生細小磨屑，並逐漸累積至相當體積，終致旋轉至螺孔第 28~35 牙處(由上向下數)發生嚴重的 galling 現象，使得螺樁無法順利退出。

R1



註：磨擦黏結(galling)為兩個金屬表面相對運動，因對磨所磨出之硬質顆粒所引致。當兩個金屬接觸面之高峰點承受極大壓應力，在缺乏適當潤滑狀況下，強行拉/推使產生相對運動，強度大的材料會將強度小的材料拉扯而斷裂，斷裂細屑不斷遭受輾壓而硬化。此硬化細屑在相對運動過程中，不斷磨擦黏結被持續刮出之兩個金屬母材的細屑，最終造成對磨件之局部黏結。

R1

四、改正行動及預防再發生措施

(一) 針對本案肇因，台電公司訂定改善措施如下：

1. 每次大修拆出螺樁後，清理螺樁螺牙後執行目視檢查，並以螺帽巡牙，對破損螺牙、變形螺牙、毛邊、擦傷壓痕等進行整修並將異常狀況及處理結果紀錄程序書。
2. 如果發現螺樁受損，對應之螺孔要詳細檢查是否也有受損，並做必要之整修，留存紀錄。
3. 螺孔清理後，對螺樁檢查發現有損傷時，應目視檢查其對應之螺孔，並以 go-gauge 檢查，確認螺牙完整性。
4. 安裝螺樁時，以氣壓活塞缸抵銷螺樁重量，避免撞到傷到第一牙。並於旋入或旋出螺樁時，以吊車控制活塞缸活塞伸出量約行程一半，確保補償重量之功能；安裝時對準螺孔，避免傾斜造成錯牙旋入而傷到螺牙；旋入螺樁時，先以手動旋入 3 牙確定過程順暢後，才用氣動工具旋入。
5. 旋入螺樁時，若發現不正常摩擦力增大，調整重量抵消設備無法改善時，以正常扭力旋出螺樁，檢查螺樁及螺孔，找出磨擦增大原因，無法排除時必須尋求協助，不可強行旋入。

(二) 對於前述其他文獻所提肇因，雖已排除與本案關係，台電公司仍訂定相關防範措施如下：

1. 法蘭與螺樁未對準：回裝螺樁前必須手動緩慢對準螺孔，確定過程未發生碰撞，先以手動旋入 3 牙確定過程順暢後，才用氣動工具旋入。
2. 防止異物入侵：回裝螺樁前使用刷輪，配合轉動馬達，依程序書訂定之清孔時間及移動速度做螺孔螺牙的有效清理，並以吸塵器移除所有的異物。
3. 不正確或無螺牙潤滑：為求更佳之螺牙間潤滑性，改使用 EPRI NP-3950 建議的 Loctite N-5000 潤滑劑，並依西屋技訊

R1

WCAP-9464 指引，塗佈潤滑劑時，以尼龍不斷線纖維薄薄的塗一層，避免厚塗；螺帽及螺孔的母螺牙不要塗潤滑劑。

4. 腐蝕造成副產物於螺樁或法蘭螺牙處積聚：每次螺樁退出後，檢查螺樁與螺孔清潔度與是否積存腐蝕產物。
5. 螺樁與反應爐法蘭螺孔之螺牙錯扣：回裝螺樁時，先以手動旋入 3 牙確定過程順暢沒有錯扣後，才用氣動工具旋入。
6. 材料成分含有雜質或製程缺陷：持續遵照核能品保方案執行採購及維修作業。

R1

第八章 總結

本次台電公司核三廠二號機第 40 號螺樁修理作業屬工程技術問題。台電以審慎程序採取完全修復處理，全程經嚴格品質管制與專家獨立驗證程序，全部作業已順利於 12 月 25 日完成，修理後之各項檢測結果均合格。

R1

台電公司委請國內專業研究機構以分析化學成分、觀察金相組織、佐以磁粒檢測、光學顯微鏡和電子顯微鏡等多種檢驗技術分析可能肇因，依現有跡證初步分析，以拆解過程螺牙產生毛邊或磨損為較可能之肇因。

台電公司已針對上述之肇因，並考量其它可能之肇因，訂定相關嚴謹改善措施，避免類似問題再次發生。

附件一 螺樁移除暨牙套安裝作業查證計畫執行結果

項目說明	查證點內容	對應步驟	查證方式	查證結果	備註
一、螺樁 移除程序	1.廠商工作人員現場施作前，已完成實物模擬訓練。	104-PP-05 程序書步驟 3.1	相關實施文件審查及現場查對	合格	
	2.所使用之量具，在使用期限內。	104-PP-05 程序書步驟 3.5	校正報告審查	NA	移除過程未使用量具
	3.執行非破壞檢測(VT/UT/MT)人員資格符合規定。	104-PP-05 程序書步驟 3.3	資格證明查對暨檢測結果審查	合格	
	4.螺樁移除過程之搪孔(Milling)程序。	104-PP-05 程序書步驟 7.3	現場查證。	合格	
二、牙套 安裝程序	1.所使用之量具，在使用期限內。	104-PP-05 程序書步驟 3.5	校正報告審查	合格	
	2.廠商加工設備安裝，對心符合要求。	104-PP-05 程序書步驟 7.8.1.(4)	現場查證	合格	
	3.牙套安裝前，廠商執行螺孔螺牙之目視檢測、GO/NO-GO gauge 測試及 roughness 檢查。	104-PP-05 程序書步驟 7.8.1.(13)	現場觀察查對	合格	
	4.牙套安裝後，廠商執行扭矩檢查。	104-PP-05 程序書步驟 7.8.2.(8)	現場觀察查對	合格	

	5.牙套安裝後，台電針對螺孔螺牙之 UT 完整性檢測及牙套內螺牙 VT 檢測人員資格符合規定。	R/R 第 5、6 項	資格證明查對暨檢測結果審查	合格	
三、第 40 號螺樁更換新品 (R/R-104 0236)	1.開立輻射工作許可。	R/R 第 1 項	RWP 文件審查	合格	
	2.螺樁新品 PSI-MT 檢測。	R/R 第 3 項	資格證明查對暨檢測結果審查	合格	
	3.螺樁螺帽墊片 PSI-VT-1 檢測。	R/R 第 4 項	資格證明查對暨檢測結果審查	合格	
	4.牙套安裝後法蘭螺牙 PSI-UT-檢測及牙套內螺牙 VT-1 檢測。	R/R 第 5 項	資格證明查對暨檢測結果審查	合格	
	5.螺樁新品安裝拉伸。	R/R 第 7 項	現場查證	合格	
	6.牙套圖面新增。	R/R 第 8 項	圖面文件審查	合格	

附件二 第 40 號螺樁修理作業相關螺件檢測結果

1. 第 22 次大修計畫檢測項目

項目	檢測測件	檢測方法	檢測日期	報告編號	檢測結果	備註
1	螺帽(#1~10)	VT-1	104/11/19	101020(5)	合格	
2	螺樁(#1~10)	MT	104/11/20	101060(6)	合格	
3	螺孔(#1~10)	MUT	104/12/09	101080(3)	合格	
4	墊片(#1~10)	VT-1	104/11/19	101100(7)	合格	

2. 新增目視檢測項目

項目	檢測測件	檢測方法	檢測日期	報告編號	檢測結果	備註
1	螺帽(#11,12,38,39,41,42)6 個	VT-1	104/11/27	10411137	合格	
2	墊片(#11,12,38,39,41,42)6 個	VT-1	104/11/27	10411137-1	合格	
3	螺帽(#13~37、43~58)41 個	VT-1	104/12/11	10412014	合格	
4	墊片(#13~37、43~58)41 個	VT-1	104/11/27	10412014-1	合格	
5	螺孔(1~25,27~39,41,43~57)54 孔	VT	104/12/12	10412019	合格	
6	螺孔(#40)1 孔	VT	104/12/14	10412030	異常	第 28~35 共 8 牙變形剪傷
7	螺孔(#39,41)2 孔	VT	104/12/14	10412030-1	合格	
8	牙套(8113-GN-001,002)2 個	VT-1	104/12/19	10412035	合格	
9	螺孔(26,39~42,58)6 孔	VT	104/12/25	10412041	合格	

3. 新增磁粒檢測項目

項目	檢測測件	檢測方法	檢測日期	報告編號	檢測結果	備註
1	螺樁(#11,12,38,39,41,42)6 根	MT	104/11/27	10411137	合格	
2	螺樁(#49~53)5 根	MT	104/12/03	10412014	合格	
3	螺樁(#54~58)5 根	MT	104/12/04	10412014-1	合格	
4	螺樁(#19,21,22,25,43~48)10 根	MT	104/12/07	10412014-2	合格	
5	螺樁(#13~15,17~18,20,23~24, 26~27)10 根	MT	104/12/08	10412014-3	合格	
6	螺樁(#16,28~37)11 根	MT	104/12/11	10412014-4	合格	
7	牙套(8113-GN-001,002) 2 個	MT	104/12/19	10412035	合格	

4. 新增超音波檢測項目

項目	檢測測件	檢測方法	檢測日期	報告編號	檢測結果	備註
1	螺孔(#40 移除前)1 孔	MUT	104/12/09	10412026	合格	
2	螺孔(#39,41；#40 移除前)2 孔	MUT	104/12/12	10412026-1	合格	
3	螺樁(#40 切斷面至下螺牙底)1 支	MUT	104/12/12	10412029	合格	
4	螺孔(#40 移除後)1 孔	MUT	104/12/14	10412030	合格	
5	螺孔(#39,41；於#40 移除後)2 孔	MUT	104/12/14	10412030-1	合格	
6	螺孔(#39,41；於#40 修復後)2 孔	MUT	104/12/25	10412042	合格	

5. 第 40 號螺件牙套安裝完成後運轉前檢測(PSI) 項目：

項目	檢測測件	檢測方法	檢測日期	報告編號	檢測結果	備註
1	新螺帽(#40)	VT-1	104/12/24	101021(2)	合格	
2	新螺樁(#40)	MT	104/12/24	101061(3)	合格	
3	新螺孔(#40)	MUT	104/12/25	101081(1)	合格	
4	新墊片(#40)	VT-1	104/12/24	101101(4)	合格	
5	新牙套(#40)	VT-1	104/12/25	101102(5)	合格	