

立法院第8屆第1會期
教育及文化委員會

核二廠反應爐基座七根螺栓斷裂事件 現 況 報 告

行政院原子能委員會
中華民國 101 年 5 月 3 日

一、事件摘要說明

核二廠 1 號機 EOC-22 大修期間，發現反應爐支撐裙鈹錨定螺栓位於裙鈹內側 1 根螺栓斷裂，2 根螺栓已近斷裂，另尚有 4 根螺栓有裂紋顯示，裂紋深度約 2.5mm，外側螺栓檢測則無異常。3 月 16 日 05：50 核二廠 1 號機進行反應爐模式切換至停機(S/D)時，強震儀 OSG-XE-105 在垂直方向最大加速度達到 0.29g 之紀錄。(如圖 1、2 及表 1)

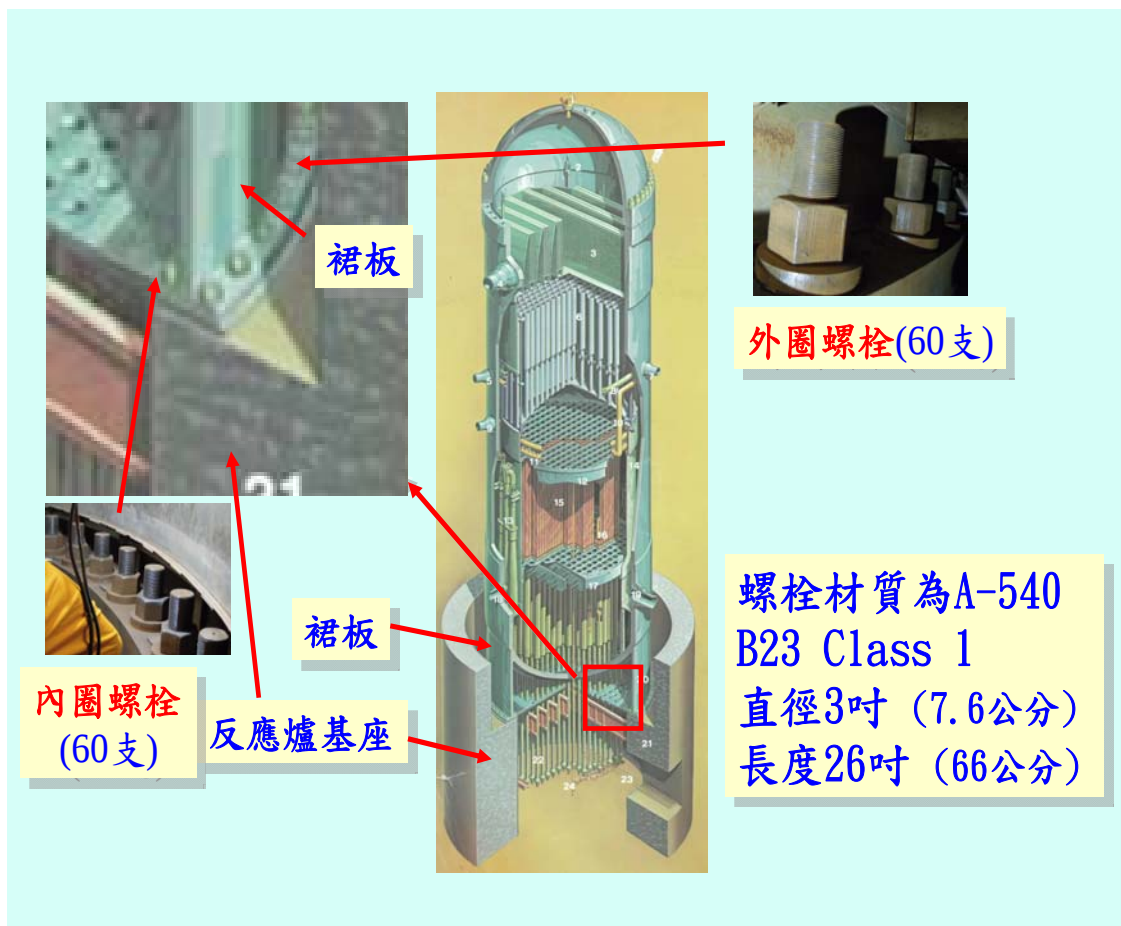


圖 1 反應爐支撐裙鈹錨定螺栓相關位置圖

表 1 不合格螺栓編號及斷裂/裂紋顯示位置

編號	方位度數 (0 度代表南方)	顯示	斷裂/裂紋 (距螺栓 頂部)	斷裂/裂 紋位置
A2	357	斷裂	18.3 吋	螺桿
C6	153	斷裂	21.7 吋	螺牙
D14	15	斷裂	20.0 吋	螺牙
B10	219	裂紋(約 2.5mm)	20.1 吋	螺牙
B13	201	裂紋(約 2.5mm)	19.8 吋	螺牙
C9	135	裂紋(約 2.5mm)	19.5 吋	螺牙
D11	33	裂紋(約 2.5mm)	19.5 吋	螺牙

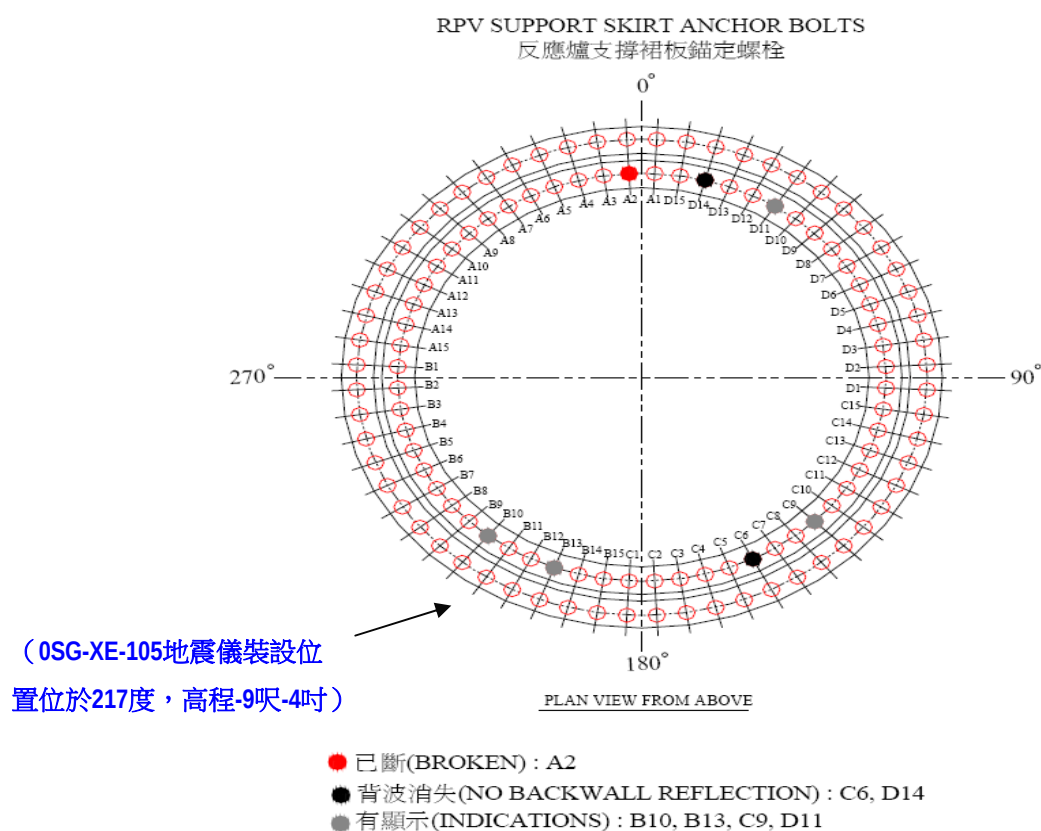


圖 2 反應爐支撐裙板錨定螺栓斷裂相關位置圖

二、原能會管制作為

1. 成立「審查小組」與專案視察

針對此事件，本會除了立即派員調查外，並邀請專家學者組成「核二廠 1 號機反應爐支撐裙板錨定螺栓審查小組」，審查成員專長涵蓋土木、材料、結構、地震、地質及環保等範疇，分別從「螺栓斷裂肇因分

析」、「結構安全分析」、「周邊組件運轉安全」、「機組起動運轉之安全」、「全面移出爐心燃料」等各方面進行技術性審查（請參考本會 101 年 4 月 16 日立法院教育及文化委員會專案報告）。審查小組於 101 年 4 月 3 日、6 日、25 日執行反應爐支撐裙板錨定螺栓第 1、2、3 次專案審查會議，並分別提出 14、18、49 項審查意見。（反應爐支撐裙板錨定螺栓專案小組審查流程圖如圖 3 所示）

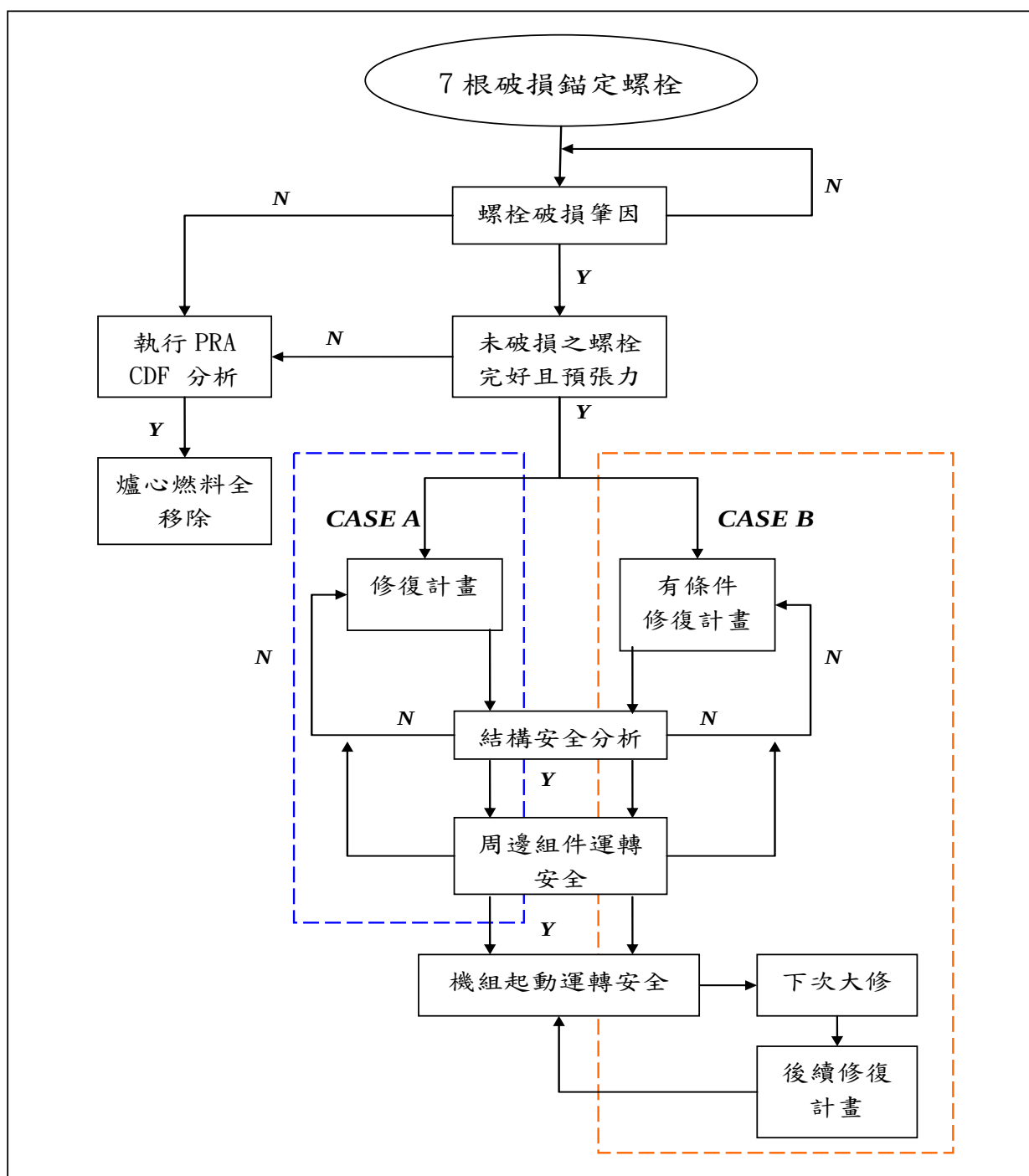


圖 3 反應爐支撐裙板錨定螺栓斷裂專案小組審查流程圖

在上述第 3 次審查會議中，除了請審查委員就相關技術議題提出意見，並由本會彙整為 49 項審查意見，要求臺電公司必須逐項答復澄清外；亦進一步作成下列決議：

- (1) 目前核二廠 1 號機 7 根斷裂或具有裂紋螺栓，斷裂或裂紋方向與反應爐整體顯示有特定方向（南北向），臺電公司須分析並確認可能之原因，並提出澄清說明。
- (2) 此次臺電公司已提出送往核能研究所熱室進行檢驗分析之 3 支斷裂螺栓（A2、C6、D14）初步肇因分析結果，臺電公司須儘速完成其餘 4 支具有裂紋螺栓肇因分析後，將結果陳報本會。
- (3) 原 OSG-XE-105 地震儀應送專業機構檢測，除確認其是否失效外，並應設法釐清其目前量測數據有多少的參考價值，納入技術分析。
- (4) 臺電公司必須澄清 1 號機剩餘 113 根螺栓結構及功能之完整性是否確保，包括 UT 檢測紀錄應逐根完整保存、預張力是否足夠、安裝是否不當、螺牙是否咬合不當等問題。
- (5) 有關反應爐支撐裙板錨定螺栓破壞力學及疲勞評估，臺電公司應正確採用保守的參數、保守的外力假設與適當的評估方法，再作修訂。
- (6) 考量 UT 檢測螺栓裂縫生成之判視極限能力，臺電公司應考慮目前螺栓具有最惡劣可能之裂縫狀況，提出繼續安全運轉一個週期之安全評估報告。

2. 螺栓斷裂肇因分析

根據臺電公司送往核能研究所熱室進行檢驗分析之 3 支斷裂螺栓（A2、C6、D14）之金相分析結果，其可能受損之肇因初步研判為（如圖 4）：

(1)不當安裝 (Improper Installation)，造成螺桿磨邊龜裂或螺牙(螺牙面) 龜裂(Threads Damage)。

(2)淬火裂紋(Quenched crack)(原始材料瑕疵及熱處理相關)，微孔 (Micro-voids)及微孔連結成裂紋(Micro-voids linked together to form a crack)。

(3)低延展性 Low ductility (原始材料瑕疵及熱處理相關)，脆性沿晶破裂，高硬度測量值，硫化物夾雜物(Sulphide inclusions)現象。

至於另外有裂紋顯示之 4 支螺栓 (B10，B13，C9，D11) 受損原因 仍有待分析研判 (如圖 5)。

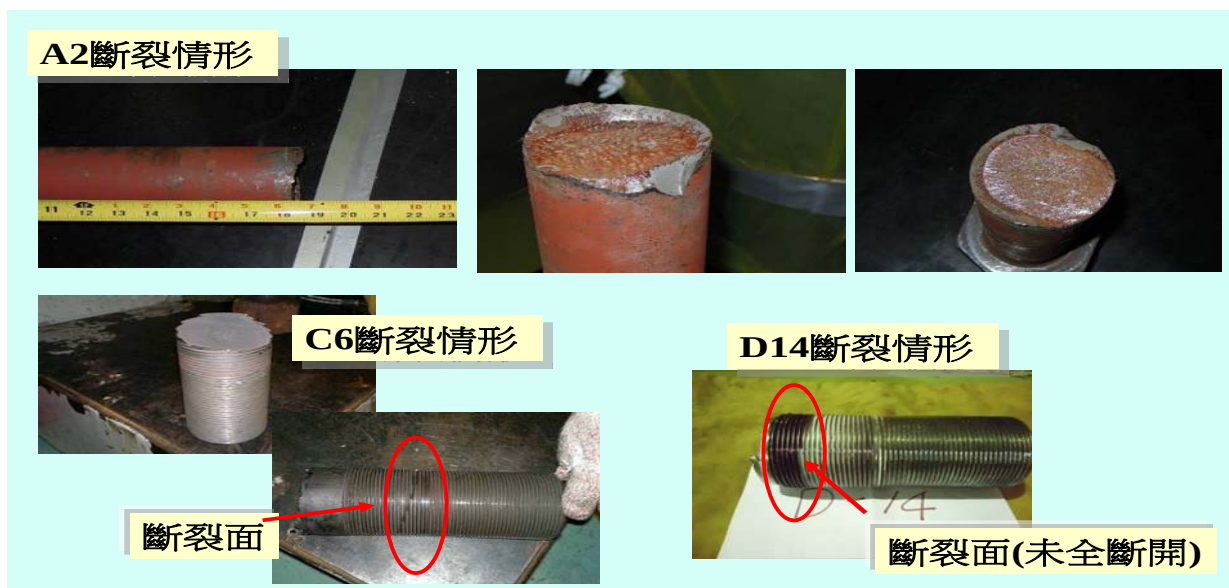


圖 4 三支螺栓斷裂情形

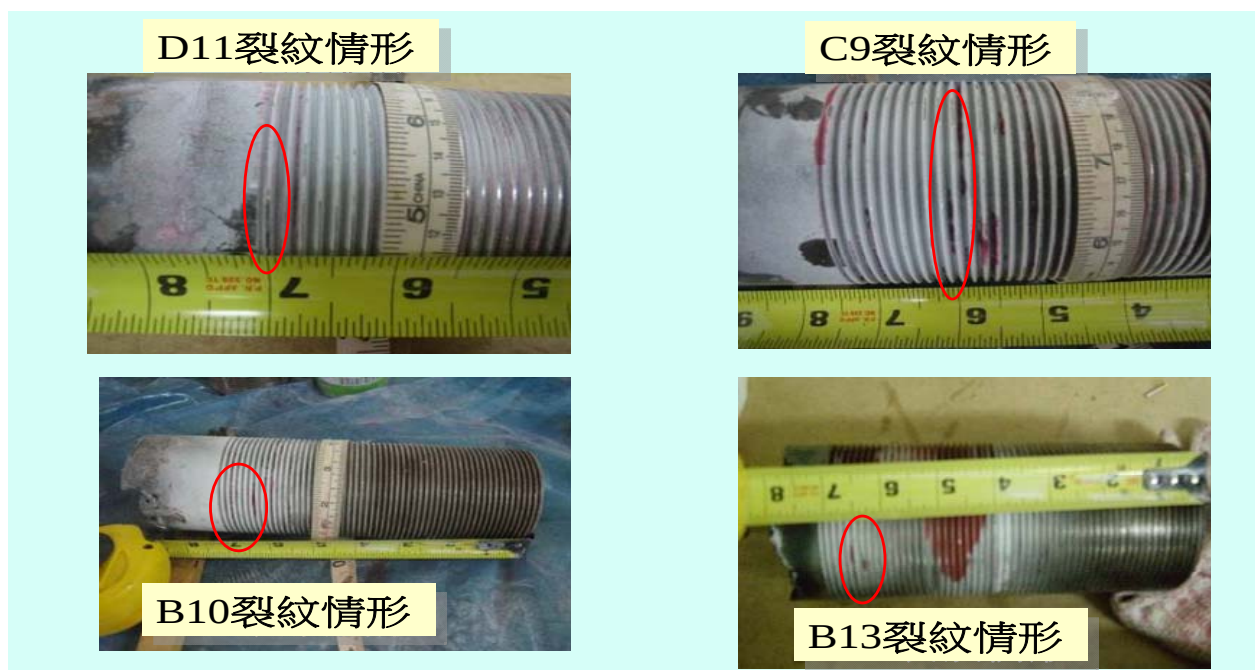


圖 5 四支有裂紋瑕疵之螺栓照片

三、結語

本案尚在本會審查中，目前臺電公司已將 7 支錨定螺栓依原設計規範全部更換新品，但肇因分析、機組起動運轉安全、與修復過程之安全均有尚待澄清事項。確保核能安全為本會之首要職責，本會向來均以最謹慎的態度，嚴密把關。面對此次核二廠 1 號機反應爐基座七根螺栓毀損問題，亦是如此。

