

核二廠1號機反應爐支撐裙鉸 錨定螺栓斷裂事件 聽證會

案情報告

報告人：核能管制處處長陳宜彬
行政院原子能委員會



中華民國101年5月18日

簡 報 大 綱

一、反應爐支撐裙鈑與螺栓概述

二、螺栓斷裂事件發現始末

三、本案目前現況：

- ∞ 7根斷裂螺栓更換作業概況

- ∞ 113根未斷裂螺栓檢測結果

- ∞ 斷裂螺栓肇因分析結果



一、反應爐支撐裙鈑與螺栓概述



螺栓規格與施加預張力

- 錨定螺栓規格為ASTM **A-540** Gr. B23 Class 1，直徑**3吋**，長度**26吋**。
- 安裝狀況：螺栓下半部錨定於支撐結構混凝土內，上半部以螺帽與墊圈加鎖於反應爐支撐裙板，設計要求應保有預張力**510 千磅 (kips)**以上。
- 螺栓數量：內圈、外圈各60支，共120支。

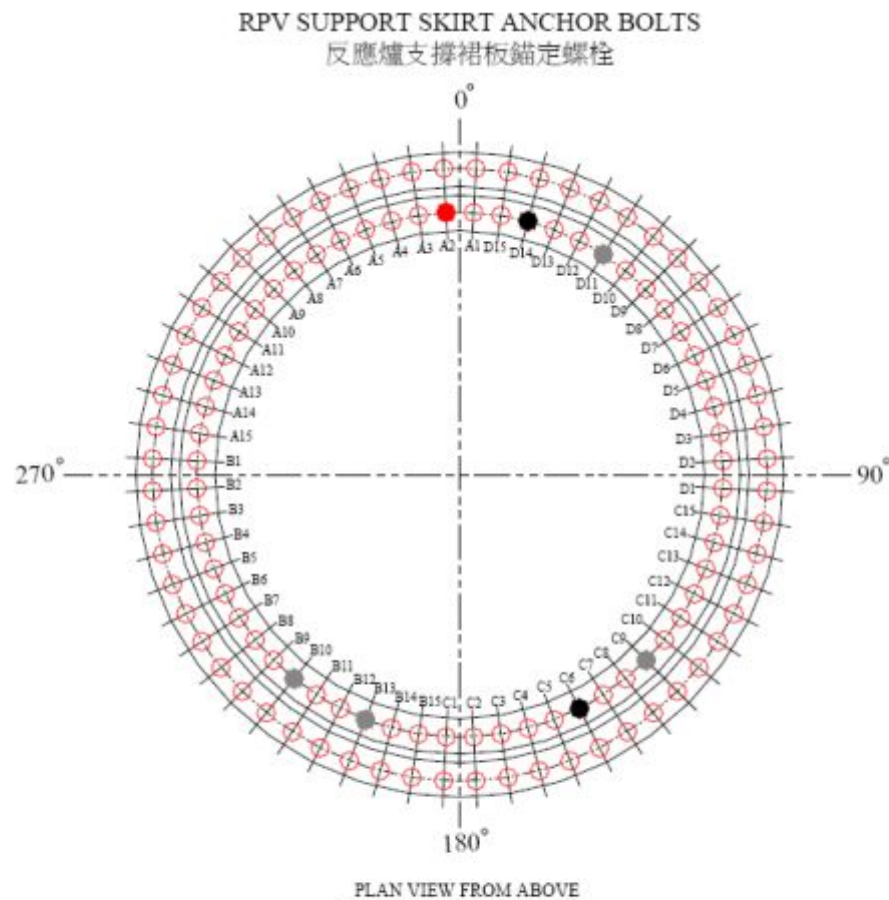
二、螺栓斷裂事件發現始末

- 台電公司核能二廠於3月23日(五)發現1號機支撐裙鈹內圈錨定螺栓有1根(A2)已斷後，即通報本會駐核二廠辦公室，同日下午16時並由本會駐核二廠視察員將正式文件回報本會。
- 3月24日(六)電廠利用週末時間以超音波檢測(UT)方式清查剩餘119根螺栓，發現內圈螺栓另有2根（編號C6及D14）接近斷但尚未拔起，此外尚有4根（編號B10、B13、C9及D11）UT檢測發現裂紋顯示，裂紋深度研判約2.5 mm，因為例假日，故電廠於3月26日(一)再次通報本會。

七根螺栓編號及斷裂顯示位置

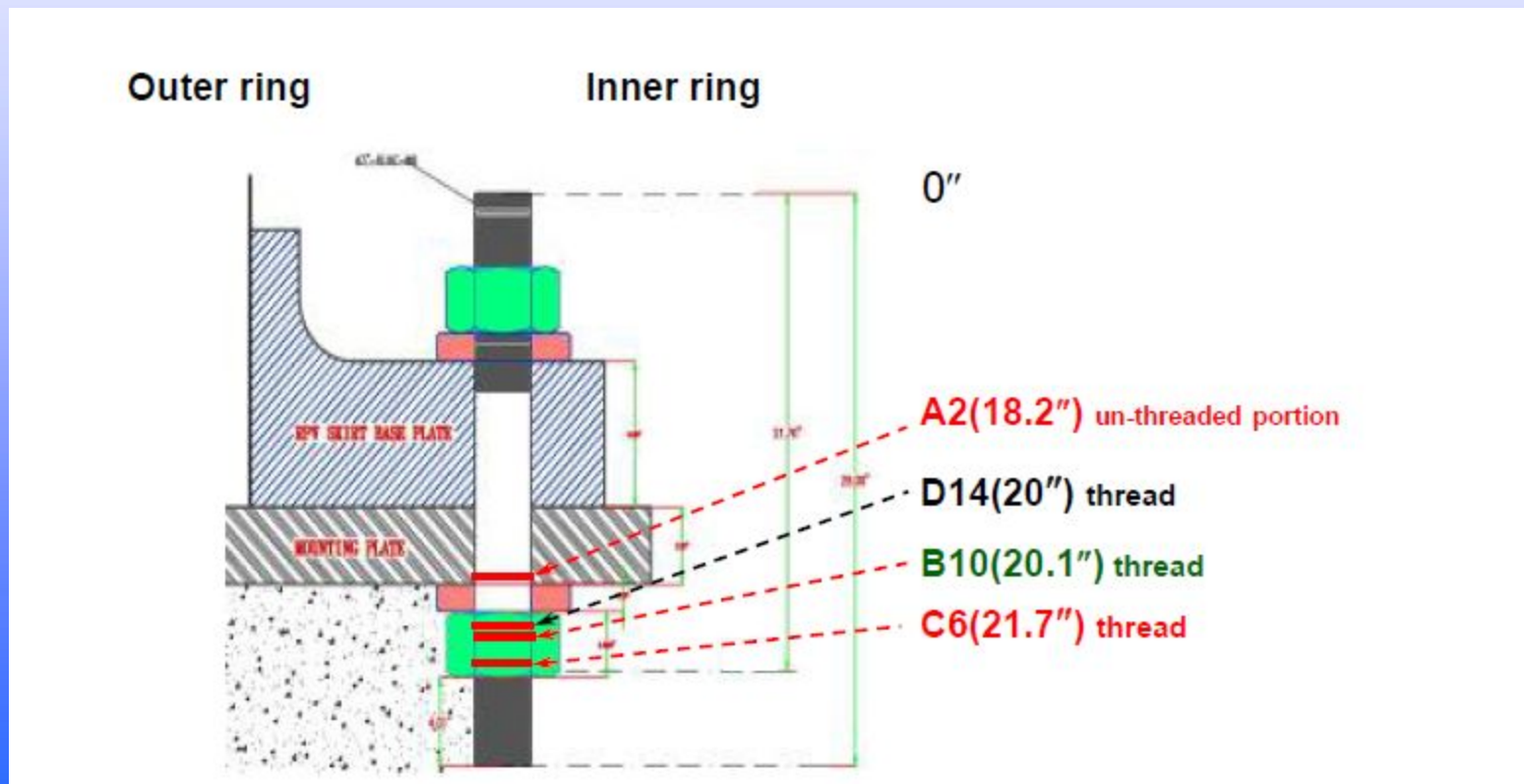
編號	方位度數 (0度代表南方)	顯示	斷裂/裂紋顯示位置 (距螺栓頂部)
A2	357	已斷	螺桿(18.3吋)
C6	153	接近斷	螺牙(21.7吋)
D14	15	接近斷	螺牙(20.0吋)
B10	219	裂紋(約2.5mm)	螺牙(20.1吋)
B13	201	裂紋(約2.5mm)	螺牙(19.8吋)
C9	135	裂紋(約2.5mm)	螺牙(19.5吋)
D11	33	裂紋(約2.5mm)	螺牙(19.5吋)

七根斷裂螺栓分佈位置



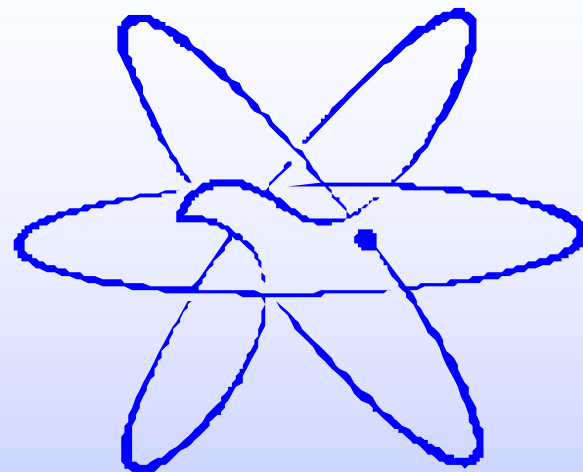
- 已斷(BROKEN) : A2
- 背波消失(NO BACKWALL REFLECTION) : C6, D14
- 有顯示(INDICATIONS) : B10, B13, C9, D11

4根斷裂錨定螺栓之裂面位置圖如下，其餘3根(B13，C9，D11)斷裂位置與B10、D14位置相近，亦在下部螺牙位置。



三、本案目前現況

- 7根斷裂之螺栓已全數完成新品更換。
- 其餘113根未斷裂螺栓以560 千磅(kips)(設計預張力510 千磅，外加10%)，查驗螺栓仍處於設計預張力狀態。
- 台電公司提出之螺栓斷裂肇因為應力腐蝕龜裂(Stress Corrosion Cracking, SCC)，成因包括：當時安裝工法造成應力集中或表面缺陷、階段性腐蝕環境，再加上材料瑕疵（例如：硫化物夾雜），因而產生不同長度之沿晶裂紋。
- 機組運轉後，初始裂縫較深之螺栓，預張力降低，運轉中承受較高疲勞負荷，疲勞裂縫成長速率相對偏高，疲勞裂縫持續增長直到斷裂。而具有微裂縫之螺栓，仍然維持大部份預力，只有部份運轉之疲勞負荷傳遞至螺栓，在運轉疲勞應力下，無裂紋成長或成長速率極為緩慢。
- 對於目前未達超音波檢測可辨識之微裂縫，預期其成長速率緩慢，台電公司規畫於每次大修（18個月）期間執行螺栓結構完整性超音波檢測，以持續追蹤裂紋成長。



簡報結束

