

第 17 屆核子反應器設施安全諮詢會第 8 次會議紀錄

一、時間：112 年 12 月 29 日（星期五）下午 2 時

二、地點：核能安全委員會 2 樓會議室

三、主席：張似璵

四、出席委員：王朝正、王詩涵、吳文方、林唯耕、周元昉、張欣
黃俊能、蔡克銓、戴明鳳、顏秀慧

（註：委員排序依筆畫遞增）

五、列席人員：

核安會：高斌、趙衛武、何恭旻、許明童、吳景輝、臧逸群、
簡郁珊、黃朝群、賴良斌、郭嘉仁、顏志勳、江建鋒

台電公司：康哲誠、張雄仁、顏昌發、邱鴻杰、施順動慶、董其元、
吳思穎、李紹喜、許婷惟

六、前次會議決議事項辦理情形：

（一）請核安會將本次會議各委員提供之諮詢意見，納入後續核電廠除役安全監督及管制參考。

本次會議決議：同意結案。

（二）請核安會持續督促台電公司積極汲取國際經驗與精進除役技術，並針對所規劃之除役作業積極與公眾溝通，以順遂除役作業之推動。

本次會議決議：同意結案。

七、報告事項：

（一）台電公司對法國核電廠銲道檢修議題之因應措施說明(略)

（二）核安會對法國核電廠銲道檢修議題之管制情形說明(略)

（三）委員發言紀要及回應說明：

委員發言紀要：

1. 針對本次報告之鐳道超音波檢測，是否有考量異質材料所形成介面折射之影響？另考量沿晶應力腐蝕龜裂(IGSCC)成長率，應受實際操作環境及條件影響，台電公司是否有參考相關文獻以評估合理之檢測週期？
2. 使用超音波進行非破壞性檢測是有其解析度之限制，若考慮超出解析度外之裂縫存在可能性，建議應先參考相關文獻及國際經驗，將裂縫成長擴大之安全餘裕時間，納入檢測週期評估規劃。
3. 依國外報告內容，其肇因可能是以熱疲勞為主，是否能透過其他方式預防渦流所導致之熱應力影響？

台電公司回應說明紀要：

1. 本公司核電廠之鐳道超音波檢測，係依據美國電力研究院(EPRI)之相關標準規範執行，其能力驗證項目除包含各種不同管徑，亦含括不同鐳道結構組合方式，檢測人員必須取得相應資格證照方能執行檢測作業，針對異質材料鐳接之鐳道則使用穿透力較強之縱波進行檢測；另參考相關文獻部分，本案核三廠亦有參考 EPRI MRP-458(材料可靠性計畫：壓水式反應器環境下之不銹鋼應力腐蝕裂縫增長率)文件，然就本案報告之執行結果，核三廠並未發現相關應力腐蝕龜裂(SCC)缺陷及熱疲勞龜裂，故後續無依其成長率進行相關檢測週期之評估規劃。
2. 感謝委員的建議，本公司所遵循美國機械工程師協會(ASME)之超音波能力驗證(PDI)制度及技術，其所建立之作業程序書必須能於實務上 100%檢測出所訂定之目標事件，該份程序書方能被認可；檢測誤差方面，檢測人員需依程序進行檢測，

且”瑕疵檢出率”及”深度量測誤差率”皆須達一定標準以上，方能取得 PDI 驗證之能力資格，以確保檢測品質能被控管。

3. 本次報告事件透過晶相分析確認為 IGSCC，依過去核電廠經驗其 IGSCC 之產生是與組件材質、水質含氧量、應力等因素相關，而報告所述法國核電廠之鐳道裂縫係發生於肘管處結構熱分層現象與渦流溫差、及鐳接程序有較大底道(高入熱量)所產生之殘留應力。

核安會回應說明紀要：

針對委員所提彎管渦流之影響，管路內流體因流徑改變，可能會伴隨產生渦流現象，其對管路所造成影響可藉由分析或現場管路位移、振動等情形進行評估，但因目前國外相關資訊有限，本會將持續蒐集國外相關資訊再進行了解。

委員發言紀要：

1. 請台電公司說明本次報告事件法國核電廠及國內核電廠之非破壞性檢測人員，是委外或是公司內核電廠專用之團隊執行？台電公司相關執行人員是否皆有通過 PDI 資格？
2. 請台電公司說明本次報告事件法國核電廠與國內核電廠，對於底道鐳道作法之差異性。
3. 請台電公司說明簡報內容相關鐳道「檢測率大於法規要求之 25%」，是否符合本次事件清查之要求？另請一併說明抽查檢測之邏輯標準。

台電公司回應說明紀要：

1. 本公司目前針對國內核電廠一、二級管路之非破壞性檢測部分，皆是由通過第三方之超音波能力驗證人員組成專門執行團隊，其人員包含本公司內部及外部協力廠商；法國因自成一套核能法規體系，故不像國內核電廠皆依循美國制度執行，直

至本次報告事件發生後才於 2023 年將美國部分 PDI 制度規定納入；另外本公司相關執行人員皆有取得 PDI 證照。

2. 依據壓水式反應器業者組織(PWROG)調查結果，該法國核電廠係使用大型底道(高入熱量及高應力)，而本公司核電廠係依照美國 ASME 規章執行底道氫鐳(鐳根小、低入熱量及低應力)。
3. 本公司按美國 ASME 規章要求依風險告知(Risk Informed)研究結果，來挑選核電廠之初始檢測之鐳道，並於未來 10 年對相同標的持續監測追蹤；依據本公司核三廠第四個十年運轉期間之檢測計畫，已完成本次事件相關管路進行風險分級，並對高風險管段及中風險管段之鐳道進行全檢測，其檢測數量已超過規範對於全管段鐳道 25%檢測率之要求；另依照規範，針對不同級別之組件鐳道(例如 Class1、Class2)有不同之擴大檢測要求。

核安會回應說明紀要：

有關鐳道檢測監控方式，核電廠安全系統設計採多重性原則，其管路材質、鐳接、安裝等製程係依 ASME 設計規範施作，營運期間則亦依 ASME 規章分類原則挑選關鍵位置進行鐳道檢測追蹤，若發現鐳道存有瑕疵時，則將進一步擴大監測，以達長期有效之監控。

委員發言紀要：

1. 針對簡報內容機組系統#1-BH 之”無鏟修數量”，請台電公司進一步澄清說明。
2. 鑒於台灣地區屬於地震帶，地震發生時是否有可能對管線鐳道造成急速之應力破壞？

3. 請台電公司說明國內沸水式(BWR)及壓水式(PWR)核電廠，對於鐸道超音波檢測之規劃是否有所差異？

台電公司回應說明紀要：

1. 感謝委員指正，所提”無鏟修數量”係針對管內壁鏟修之清查紀錄，而未納入管外鐸道修理之處理紀錄。
2. 本公司對於鐸道超音波檢測策略，仍是依循美國 ASME Code Section XI 等規範，其中針對不同風險組件及特殊情形(例如異質材料鐸道)之檢測頻率與檢出率均有明確規範。
3. 目前國內 BWR 及 PWR 核電廠均依照美國 ASME 相關規範要求執行而無所差異。美國 BWR 核電廠早期因組件材質、水質含氧量等因素而導致 IGSCC 產生，在累積一定經驗後發展出一套成熟之 IGSCC 檢測及解決方法，但法國是以 PWR 核電廠為主而無前述美國之相關經驗及規範要求，二國在技術交流後對於本次事件之肇因解決仍有相當幫助。

核安會回應說明紀要：

有關地震對於管線鐸道之安全餘裕，核電廠安全系統管路係依 ASME 設計規範，其已考量管路在各種運作下所承受負荷，包括自重、工作應力、地震力等，並保有相當的安全餘裕。本會於 103 年要求台電公司針對山腳斷層與恆春斷層，重新檢視核一、二、三廠安全停機路徑之耐震餘裕檢討評估及補強措施；另因應日本福島事故後之核電廠總體檢，本會已要求台電公司重新評估地震危害及加速耐震評估程序，並進行必要之改善，以維持相關管路耐震能力。

八、決議事項：

- (一)請核安會將本次會議各委員提供之諮詢意見，納入後續核電廠運轉安全監督及管制參考。

(二)請核安會持續督促台電公司關注國際間研究、調查及檢測技術/
計畫精進之結果。

九、散會：下午 16 時 00 分。

註：本次會議為本屆最後一次會議。