

(出國類別：開會)

參加 WANO-TC 「維護基礎專業研討會」

服務機關：台灣電力公司核能發電處

台灣電力公司第三核能發電廠

姓名職稱：劉水苔 機械主管

王彥傑 電氣經理

派赴國家：日本

出國期間：108 年 04 月 09 日至 108 年 04 月 12 日

報告日期：108 年 05 月 29 日

目 錄

壹、出國目的	1
貳、任務過程(維護基礎專業研討會)	2
一、維護基本功與行為	3
二、防止異物入侵(FME)	4
參、心得及建議	7

壹、出國目的

參加由世界核能運轉協會東京中心(World Association of Nuclear Operation-Tokyo Centre, WANO-TC)所舉辦之參加 WANO-TC 「維護基礎專業研討會」，出國期間自 108 年 04 月 09 日至 108 年 04 月 12 日，共計 4 天。

WANO-TC 所舉辦之「維護基礎專業研討會」，WANO 主要目的是基於同業評估之結果，發現電廠普遍存在維護基本技術及知能之不足，特請專家針對上述問題提供一些指導方針，另亦請參加之會員發表吊掛作業及防範異物入侵作為經驗交流，希望藉由此次研討會汲取同業優良經驗提升公司之維護技能。

本研討會除台電公司參加外，尚有來自 WANO 會員包括美國 INPO、法國、日本、大陸、韓國、印度、巴基斯坦、阿拉伯國家等核電廠代表，本公司介紹核電廠防範異物入侵作法做為經驗交流，希望藉由此次研討會汲取同業優良經驗提升公司之維護基本功技能，各國亦推代表進行實務經驗簡報，再透過 Q & A 集體議題討論提出各組想法，代表發言貢獻相關經驗交流，吸收各國不同思考模式及實務可行做法，期望會員均能達到核能高穩定運轉境界。

貳、任務過程

奉派至日本東京(WANO-TC)，參加「維護基礎專業研討會」，為期 2 天，詳細過程及工作內容如下表：

起始日	迄止日	地點	工作內容
1080409	1080409		往程(台北-東京)
1080410	1800411	東京	維護基礎專業研討會(WANO-TC)
1080412	1080412		返程(東京-台北)

以下將就工作管理研討會內容擇要說明。

維護基礎專業研討會為期 2 天，從 04 月 10 日至 04 月 11 日，會議議程第一天首先由 WANO-TC 人員針對維護領域相關 AFI 及 OE 進行分析，美國 WANO-AC 人員報告維護領導之維護基本功及技能，三門電廠人員報告維護基本功實行經驗。法國 WANO-PC 人員也分享維護基本功基本原則。大修期間維護主管亦扮演核心關鍵角色，工作套件在大修前中後之準備管理，電廠人員各自亦須擁有專業技能，專家評論可以防範事件發生。

第二天起先由 WANO-TC 專家布萊恩(Bryant Hearne)針對近年來異物入侵對核能電廠之影響及其肇因評估介紹，再由巴基斯坦、台灣及韓國就各電廠之防止異物入侵之作為簡報經驗交流。

最後 WANO TC 經理召集與會者做 Q &A 問題討論，開放式各公司回答不同經驗回饋分享。

(一) 維護基本功及行為

1. 維護領域相關 AFI 及 OE 分析：

自 2014 年經同業評估收集資料分析，從全部維護問題挑出與標準存在之差距 (Gap)，選出事件原因及分因 (Cause and Contributors) 等促成因素，由 AFI 統計確認有明顯問題出現在(1)矯正及預防保養及(2)異物入侵方面，這兩大區塊值得去關注。可以對標或參考工業標準來修正自己標準值，透過作業觀察瞭解現場弱點，是否訓練不足須強化維護基本功夫。另外造成提報事件數量偏多原因，經肇因分析後在維護領域有三個主因分別為：(1)技術不完整(2)預防保養不足(3)零件退化故障等，分析出來那些明顯原因，具有提醒作用，再朝這方向去做改善精進。

2. 維護基本功及技能

認知維護基本功及技能之弱點，會直接影響電廠運轉發生事件，針對弱項惡化趨勢，須有定期培訓計劃，確保人員變動後仍傳承這些技能。

組裝技術環節基本功如下：(1)防脫裝置有適當安裝(2)電氣引線提起及安全置放(3)洩漏路徑密封元件安裝，套管配件組裝(4)電氣零件組裝等。

維護基本功須具備五大特質如(1)知識是一切基石(2)準備齊全圖面工具(3)組裝表現績效(4)保守行動(5)須有責任擔當。

3. 電廠維護基本功實行

WANO 已有建立執行維護工作導則，法國採取四大維護基本功其基本原則如下：



- (1)監督：在現場檢視設備如何運轉，須回饋到電廠系統健康度指標監控。
- (2)控制：工作前預先下現場檢視，只能在授權範圍內作業，使用正確程序書指引，使用正確工具，以正確工作行為完成工作。
- (3)保守主義：為確保電廠安全及工作安全，決策形成是採保守模式，這種行為和觀念傾向是電廠非常重要抉擇。當然工作前風險評估，採用人員疏失防誤技巧，才能確信無危害及降低損失。
- (4)團隊合作：
當每一個人能一起工作如一個團隊，這些監督、控制、保守主義及知識之基本領域就能更有效地執行，當然完成工作還須要角色定位、有效領導具良好知識之個人行為及安全文化素養，以能激勵同儕間互相挑戰與教導。
- (5)知識：
維護人員必須知道執行工作任務是什麼，工作期望的成果即是如何使電廠上線運轉，工作者體認到自已行為如何影響核能、輻射、工安及環境安全。我們獲得知識來自各種不同管道，包括運轉經驗及參加各種訓練。如法國 EDF 公司在每一個電廠都成立一個訓練中心，以工作方式建立小迴路模擬器，可以適用不同專業領域，不論電氣、機械、技術員及操作員都適用。有的電廠更投資動態培訓中心，設備齊全有水箱、閥門、傳感器等，有如一座小型核電廠，在相當安全環境中學習，並藉以錄下工作行為以檢討改進。

(二) 防止異物入侵(FME)

1. 防範異物入侵控制

由 WANO AC 之維護專家針對近年來異物入侵對核能電廠之影響及其肇因評估介紹。

異物入侵為最近三年內核燃料破損之主因，造成 8 個沸水式反應器(BWR)及 3 個壓水式反應器(PWR) 發生燃料破損事件，另 2017 及 2018 核能電廠共發生 21 件及 26 件因異物入侵之事件造成燃料破損、強迫停機降載及安全系統不可用等之事故。分析上述事件之肇因，約有 50%左右可藉由加強工作人員之防止異物入侵之作為避免事件之發生。有關防止異物入侵之強化作為主要包含：分

類管制區域、機具使用前檢查、工作現場環境管理、工作人員訓練、現場管制人員、工作程序規範及主管走動管理等。

2. 台電公司 Work Management Seminar 簡報

本公司由核發處劉水苔課長，簡報本公司防範異物入侵作法做為經驗交流，內容包括防止異物入侵之重要性、電廠發生案例分享、電廠防止異物入侵之人員組織配置及訓練強化作為(反應器燃料更換時之管制措施及發電機抽轉子時如何要求工作人員避免發生異物入侵之事件)、發生異物入侵之處理管制流程等。



3. 巴基斯坦電力公司出席人員介紹該公司防止異物入侵之作為，該公司針對防止異物入侵訂定作業規範及導則，另對反應爐更換燃料訂出特定作業程序要求，亦對於分類不同之區域訂出不同之要求標準，尤以汽機工作區域之現場管理，因其廠房空間大每個重要物件置於固定位置，讓現場整潔環境令人耳目一新印象深刻。

4. 韓國核能電力公司李先生介紹該公司防止異物入侵策略，工作區域分類和本公司相同分成高、中、低風險三類，於工作區域標示此區域之防止異物入侵分類

並提供該區域之自我查證表予該區域工作人員確認確實遵守相關規定，高風險區域強化管理設置專人監視督導，亦依現場工作需求設計提供防止異物入侵之器材(包括手工具束帶、開口蓋板、警示圍籬等)，因本公司曾於反應器內發現橡膠束帶之異物，該公司使用可漂浮橡膠束帶固定電線及纜線應可供本公司於燃料台車上使用參考。



參、心得及建議

(一) 心得

1. 本次參加 WANO-TC 維護基礎專業研討會，最大收獲為會員提供各自不同維護基本功的觀念及做法，不僅是有技術能力而已，涉及整體管理制度層面，如何監控及文化知識等，培養維護基本功是須持續進行，尤其面臨加速年輕世代交替，工作使用之基本技能手藝，格外須強化及深化至日常習慣中。
2. 吊掛作業之安全取決於工作前吊具確實檢查及工作人員之專業技能，如何利用業界吊掛之慘痛經驗強化危機意識，訓練提升起重吊掛人員之專業技能，應是本公司刻不容緩之要務。
3. 與會會員對於防止異物入侵之作為皆有完善之規範，如何要求相關工作人員依防止異物入侵之規定執行維護工作程序應是異物入侵的最重要屏蔽。

(二) 建議

1. WANO 其任務宗旨在於強化全世界核能電廠核能安全與可靠性，本次參加維護基礎專業研討會，各會員提供維護基本功小冊及簡單圖像，使工作人員可以隨身攜帶參閱，有電氣技能、FME、機械技能、工具箱會議(TBM/PJB)及程序書使用及遵守等(如附件一)，建議可供運轉中電廠參考引用。
2. 積極宣導讓本公司現場檢驗員(包括承攬商工作人員)了解不經意的維護疏忽皆可能造成公司極大損失及防止異物入侵的管制作為對燃料完整性及機組運轉可靠效率之重要性。