

出國報告（出國類別：開會）

參加世界核能發電協會(WANO)舉辦之 圍阻體完整性管理和發展研討會

服務機關：台灣電力公司第二核能發電廠

姓名職稱：營運測試課長 王建國

派赴國家：印度

出國期間：自96年12月10日至96年12月14日

報告日期：97年02月04日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：參加世界核能發電協會(WANO)舉辦之圍阻體完整性管理和發展研討會議

頁數：39 頁 含附件：■是□否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：台灣電力公司 / 陳德隆 / (02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

王建國/台灣電力公司/第二核能發電廠/營運測試課長/(02)2498-5990~2643

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他（開會）

出國期間：96.12.10—96.12.14 出國地區：印度

報告日期：97 年 02 月 04 日

分類號/目

關鍵詞：WANO, 圍阻體完整性

內容摘要：

世界核能發電協會東京中心(World Association of Nuclear Operators-Tokyo Center; WANO-TC) 於 96 年 12 月 10 日至 96 年 12 月 14 日，假印度孟買印度核能電力公司(Nuclear Power Corporation of India Limited; NPCIL)舉辦 PHWR、PWR 和 BWR 圍阻體完整性管理和發展研討會議 (Containment Integrity Management and Evolutions of PHWR & PWR & BWR Workshop)，邀請會員參加，並提出論文，互相分享在圍阻體結構完整性測試、完整性洩漏率測試的經驗並進行討論。本報告內容包括台灣電力公司於會中簡報之第二核能發電廠實施以績效為基準的圍阻體洩漏率測試計畫，以及其他 WANO 東京中心會員，包括日本、韓國、印度以及中國大陸核能發電廠有關圍阻體完整性和洩漏率測試實務經驗，此外亦特別邀請的加拿大 Bruce Power 反應器設計部門的主

任工程師 Mr. Dipak Bhattacharyya 發表有關 PHWR 圍阻體監視、
測試、老化管理的經驗。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://report.nat.gov.tw>)

目 次

	頁次
壹、出國任務	1
貳、出國行程	1
參、會議主要內容	1
肆、心得與建議	10
伍、附 件	11

壹、出國任務：

世界核能發電協會東京中心 (World Association of Nuclear Operators-Tokyo Center; WANO-TC) 於 96 年 12 月 10 日至 96 年 12 月 14 日，委託印度核能電力公司 (Nuclear Power Corporation of India Limited; NPCIL) 於印度孟買舉辦 PHWR、PWR 和 BWR 圍阻體完整性管理和發展研討會議 (Containment Integrity Management and Evolutions of PHWR & PWR & BWR Workshop)，邀請會員參加，並提出論文，互相分享在圍阻體結構完整性測試、完整性洩漏率測試的經驗並進行討論。本報告內容包括台灣電力公司於會中簡報之第二核能發電廠實施以績效為基準的圍阻體洩漏率測試計畫，以及其他 WANO 東京中心會員，包括日本、韓國、印度以及中國大陸核能發電廠有關圍阻體完整性和洩漏率測試實務經驗，此外亦特別邀請的加拿大 Bruce Power 反應器設計部門的主任工程師 Mr. Dipak Bhattacharyya 發表有關 PHWR 圍阻體監視、測試、老化管理的經驗。

貳、出國行程：

96 年 12 月 10 日	往程 (台北→孟買)
96 年 12 月 11 日~12 月 13 日	參加圍阻體完整性管理和發展研討會
96 年 12 月 14 日	返程 (孟買→台北)

參、會議主要內容：

一、本次研討會議 WANO-TC 所擬定之討論議題為圍阻體完整性管理和發展研討會，其範圍包括但不限於下列二項主題：

1、圍阻體結構完整性測試 (Structure Integrity Test; SIT)

- 圍阻體結構測試
- 圍阻體結構完整性測試中所須監視的參數
- 測試所須要的儀器
- 長期的結構監測
- 觀測數據的解釋

2、圍阻體整體洩漏率測試(Integrated Leakage Rate Test)

- 圍阻體穿越器洩漏測試
- 氣鎖門的洩漏測試
- 圍阻體整體洩漏率測試測試
- 定期洩漏率測試

二、世界核能運轉協會現況介紹：

1986 年蘇聯發生了舉世震驚的車諾堡核能事故，全世界的核能電廠有鑒於任何一個核電廠發生事故，都會影響到其他所有核電廠的經營，爲了追求核能發電最高的安全性及最佳的可靠度，於是成立了世界核能運轉協會 (World Association of Nuclear Operators；WANO)，會員之間互相交換運轉、維護的經驗及資訊，並互相觀摩學習他人的長處以改善自己的績效，或是尋求其他電廠的協助以解決自己電廠的問題，會員之間並定期舉行同業審查 (Peer Review)，以共同訂定的最嚴苛標準來評估核能電廠的營運與安全的績效，目前全世界有 430 座核能電廠都加入 WANO 組織，WANO 設有一個倫敦協調中心及東京、巴黎、亞特蘭大、莫斯科等四個區域中心。其中東京中心有 103 個運轉中的核能機組和 7 個正在建造中的核能機組，本公司即爲東京中心的會員。

WANO 組織有四項固定的作業在進行，即：運轉經驗 (Operating

Experience)、同業審查(Peer Review)、專業及技術發展(Professional and Technical Development)、技術支援及交換(Technical Support & Exchange)。其中專業及技術發展的工作內容為應會員的要求或解決會員的共同問題舉辦各項專題的研討會(workshop)、專題討論會(seminar)或訓練課程(training course)，其中在 2007 會計年度舉辦的研討會和專體討論會如下表所示，本次研討會即為其一項。

Type	Theme	Date	Host
Seminar	Nuclear Supervisors' work Management and Organization Management Improvement	June 26~29, 2007	CNNC
Seminar	Effective Monitoring and Control of Flow Accelerated Corrosion(FAC)	January 15~18, 2008	CNNC
Workshop	Maintenance Optimization	Feb. 19~20, 2008	WANO-TC
Workshop	Containment Integrity Management and Evolutions of PHWR & PWR & BWR	Dec. 11~13, 2007	NPCIL

三、本次會議參與人員及實際討論議題：

1、會議參與人員：

本次會議世界核能發電協會東京中心(WANO-TC)特別邀請的加拿大 Bruce Power 反應器設計部門的主任工程師 Mr. Dipak Bhattacharyya 發表有關 PHWR 圍阻體監視、測試、老化管理的經驗；另邀請 WANO-TC 的會員包括台灣電力公司、韓國水力及核能電力公司、大陸秦山第三核電有限公司、世界核能發電協會東京中心(WANO-TC)局長 Mr. Takashi Shoji 等以核能電廠圍阻體完整性管理及測試的經驗發表演講，另承辦單位印度核能電力公司亦有論文發表且有與核能電廠圍阻

體相關人員數十人參與共同討論。

2、會議各項議題主要內容：

現依會議議程逐項討論如下：

(1) 專題題目：A. CANDU Containment Monitoring Testing

B. CANDU Containment Aging & Refurbishment

講演者：Mr. Dipak Bhattacharyya

(P.Engineer, Reactor Design Section, Bruce Power)

內容摘要：簡報內容主要在說明 Bruce Power 的 PHWR 機組圍阻體的定期測試的種類、法規、方法、步驟、頻率和接受標準。因 PHWR 的圍阻體與 BWR 或 PWR 的圍阻體有很大的不同(包括結構和內部的組件、系統等)，所以要深入了解其所談的內容十分不易。原則上其對圍阻體定期的檢測分為兩種：一種是以目視檢查為主，5 年要檢查 100%，平均 1 年檢查 20%，這點類似 ASME Sec XI 中的 IWE 或 IWL；另外就是每 5 年要執行一次 ILRT，其測試壓力為設計壓力，接受標準是 2%/hr，測試執行的步驟和方法與 ANSI/ANS 56.8 非常類似，同時其對進出圍阻體的組件(包括各種穿越器和隔離閥)，每一季都要執行洩漏測試，這部有點像我們的 LLRT，祇是測試頻率較高。

有關圍阻體及其組件老化管理方面，其是利用 AP-913(以可靠度為中心的維護)的方法，首先利用其功能的重要性、設備現況、管制單位的要求及安全分析的結果，找出關鍵組件；再利用預防保養(包括定期維護、預測維護和計畫維護)來維持其功能；同時利用各項維護、測試和檢查的資料，來判定其劣化的程度，據以擬定更新的計畫，在簡報中以 Bruce B Vacuum Building FRP Spray

Header 老化管理為例：爲了確定其劣化的程度，直接從設備上切取試片(切除部份另外加以補強)，進行各種測試和分析，再比對以前設計和製造資料，最後得到依此情況可繼續運轉 20 年以上的結論。

(2) 專題題目：Containment Integrity Management experience in Japanese Operators

講演者：Mr. Takashi Shoji

(Director, WANO Tokyo Center)

內容摘要：在此簡報中主要是介紹日本核能機組圍阻體的演進過程，在設計階段除了要執行相關的計算、材料的選擇外，同時須利用縮小尺寸的模型進行各項測試，其中亦包括地震測試；各項計算和測試的結果均需符合相關規範的標準才可以開始建造。圍阻體在建造過程中，亦需遵守相關建造規範，在此處日本對核能機組圍阻體焊接的要求標準爲須經 RT 檢驗合格，建造完成後需先經 SIT 的驗證合格後再執行圍阻體洩漏率測試，兩項測試均通過後才可運轉。

日本核機組的圍阻體洩漏率測試的法規爲 JEAC 4203-2004，其將圍阻體洩漏率的測試分成 A、B、C 三類，A 類爲圍阻體整體洩漏率 (ILRT) 的測試，接受標準爲 1.32%/天；B 類圍阻體穿越器和設備出入口的洩漏率測試；C 類爲圍阻體隔離閥的洩漏測試。不論 A 類、B 類、C 類其測試壓力均爲 0.9 倍的設計壓力，測試週期爲每年一次，其中氣鎖門每次使用後都要執行洩漏測試。

(3) 專題題目：The Change of the ILRT Test Methodology and its Effect on the Framatome Designed Containment in Ulchin Units 1&2

講演者：Mr. Jin-Hwang Lee

(Manager, Mechanical Section, Ulchin Units 1&2, KHNP)

內容摘要：韓國 Ul Chin NPP Unit 1 & 2 為 Framatome 所設計 3-Loop 的 PWR，其機組在商轉前須先執行 1.15 倍圍阻體設計壓力的結構完整性測試(SIT)，然後再執行圍阻體設計壓力的整體性洩漏率測試(ILRT)，商轉以後每 10 年需執行一次 SIT 和 ILRT。

從前其 ILRT 所使用的 Code 是 RCC-G Part III，但從 Unit 1 EOC-15 開始引用 ANSI/ANS 56-8-1994 來執行 ILRT，此兩個 Code 的比較如下表所示。

-		the Past	the Present (*)	Remarks
SIT	Code	RCC-G Part III	RCC-G Part III	
ILRT	Code	RCC-G Part III	ANSI/ANS 56.8-'94 +MOST Notice 2004-15	MOST Notice : Korean Regulation
	DBA	LOCA	LOCA	
	Testing Pressure	4.2 bar.g (Containment Design Pressure)	3.86 bar.g (Max. LOCA Pressure)	
	La	0.22 w%/day	0.22 w%/day	La=0.3w%/day (@ LOCA Condition)
	Atmosphere Stabilization	No Requirement	Min. 4 hours Required	
	Type A Testing	Min. 24 hours	Min. 24 hours	Periodic Type A 8 hours(ANSI Req't)
	Termination Req't	None	Curvature & Data Scattering Limits	
	Verification Test	Min. 12 hours	Min. 4 hours	
	Acceptance Criteria	Fm+ Fm 0.165 w%/day	UCL 0.165 w%/day	Fm : Instrument Error
	Data Analysis	similar to Total Time Analysis	Mass Point Analysis	refer to note 2
	Repressurization Req't after SIT	No Pressure reduction after SIT for ILRT	Pressure reduced to less than 85% of testing pressure after SIT	

UlChin NPP Unit 1 EOC-15 執行 SIL 和 ILRT 總計費時 217 小時，遠較本公司核能機組 ILRT 測試所需的時間為長，主要原因為其需先加壓至 SIT 的測試壓力，執行 SIT 測試，再洩壓至 ILRT 測試壓力的 85%，維持 24 小時後再加壓至 ILRT 的測試壓力執行 ILRT 測試。同樣的，因前述測試太耗時間，故 UlChin NPP 擬從增加加壓和洩壓的速率(依 ASME CC-6321 的規定，其加壓的速率的上限為測試壓力的 20%)，及將 SIT 和 ILRT 的壓力均訂為圍阻體的設計壓力等兩種方法，來節省其在測試過程中不斷加壓和洩壓所花的時間，但因可能使圍阻體在設計壓力下停留的時間太久而有加速圍阻體劣化的可能，故其仍在研究中。

(4) 專題題目：Behavior of Containment Structures of India PHWRs
during Structure Integrity Test

講演者：Mr. Raghupati Roy

(ACE, Civil, HQ, NPCIL)

內容摘要：印度 PHWR 機組在建造完成運轉前需執行 1.15 倍設計壓力的 SIT 及測試壓力為 LOCA 時圍阻體壓力的 ILRT 和 LLRT；在運轉後則每 2 年需執行 ILRT 及 LLRT 一次，此時的測試壓力則降為運轉前各項測試壓力的 1/3。

PHWR 機組執行 SIT 時，除了需要量測圍阻體內的壓力和溫度等參數外，其亦需要使用應變規來量測圍阻體的應變和撓曲程度決定其是否符合設計的要求。

印度 PHWR 機組 ILRT 所使用法規為 AERB Guide SG-0015/ANS-56.7 及 56.8；同時因 PHWR 的圍阻體為雙層結構，即使內層有少許洩漏至第二層，因第二層為負壓，

故亦不致洩漏至外界，同時依據 NPCIL 的經驗第二層混凝土的結構劣化的機率很小，並且大部份的洩漏均是發生在圍阻體的穿越器的部份，故 NPCIL 目前利用下列方法來減少圍阻體洩漏的機率：

- 改變設計以減少圍阻體表面的焊道及圍阻體穿越器的數量。
- 加強圍阻體相關的油漆防護能力。
- 在易產生洩漏或壓力變化較大的地方，以 Epoxy 來被覆。

(5) 專題題目: Performance-Based Containment Leakage Test Program

講演者: Mr. Chien-kuo Wang

(Subsection Head, Mechanical Engineering Section, 2nd NPS, TPC)

內容摘要: 本篇簡報內容如附件所示，其內容除介紹本廠主要建廠歷程、設備內容和特性、簡單流程和最近營運績效外；首先說明以績效為基礎的圍阻體洩漏測試的法規重點，其包括 NUREG-1493、10CFR50 Appendix J、Regulator guide 1.163、ANSI/ANS 56.8-1994、NEI94-01。其次說明本廠實施以績效為基礎的圍阻體洩漏測試計畫的內容，其包括過去測試的績效、績效為基礎的圍阻體洩漏測試計畫開始實施的日期及計畫內容。最後說明實施以績效為基礎的圍阻體洩漏測試計畫的好處，其中包括節省營運費用、增加機組的可用度、減少人員劑量和減少大修工作界面等。

(6) 專題題目：Containment Integrated Management at TQNPC, CNNC

講演者：Mr. Young-Chun Huang

(Engineer, TQNPC, CNNC)

內容摘要：TQNPC Unit 1 為 PWR 的機組，其 ILRT 測試法規為 CAN/CSA-287.7-96，ILRT 的測試壓力為圍阻體設計壓力，測試時加壓速率允許值為 5KPa/hr，測試程序為先加壓圍阻體到設計壓力，維持在此壓力 8 小時，以便取得測試數據。洩漏率的計算是首先利用理想氣體方程式計算出每一時間點圍阻體內質量損失量，然後再利用迴歸分析的方法求出圍阻體的洩漏率，如果結果符合接受標準，再進行驗證測試，以驗證測試儀器在測試過程中及測試後其準確性仍符合標準；其洩壓的速率限制在 4KPa/hr，ILRT 測試週期為每 3 次大修執行 1 次。

(7) 技術訪問

在本次研討會期間，NPCIL 特別安排所有與會人員參觀與其關係密切的 LARSEN & TOUBRO LIMITED 集團位在孟買的核能設備的重件製造工廠。LARSEN & TOUBRO LIMITED 創立於 1938 年，2005 年的營業額約 50 億美元，其簡報內容指出其為世界上五大重機械製造廠之一，其中核能部門可承包核能電廠的建造，機械設備的製造，儀器及電氣設備的供應等。我們所參觀的部門是負責核能電廠反應器、熱交換器，蒸汽產生器、冷凝器及各種大型閥門的設計和製造工廠。L&T 集團在品質方面已獲得 ASME U、U2、U3、R、S、N，NPT 等標章(stamps)，故可以生產 Class 1,2,3 & MC 的壓力容器、

管路系統、儲存槽和爐內組件等。據 NPCIL 的陪同人員指出它們公司核能機組大部份設備都是由 L&T 集團中的這個部門所生產。

肆、心得與建議：

1. 印度的核能機組絕大部份都是 PHWR(只有一部很舊的機組是 BWR)，所以在此次研討會中有一半以上的論文都是在討論 PHWR 圍阻體的問題，鑑於其與我們所熟悉的 BWR 或 PWR 有很大的不同，所以無法進行較深入的了解和討論。
2. 印度的核能機組從設計、設備製造、施工，都是自己國內各公司合作來完成，因為印度國內就有鈾礦，所以核燃料也是自行製造的；NPCIL 的人員告訴我，印度的核能發電是自產能源。
3. 雖然會中討論 PHWR、PWR 和 BWR 等各種不同的型式的圍阻體，雖然其型狀、大小、設計各有不同，但其功能目的都是為了防止發生事故時輻射物質的外洩；在例行檢查和測試方面，雖然在使用的法規、測試檢查的頻率、測試壓力、接受標準都有一些的差異，但測試的方法和程序卻極為雷同。
4. 本公司各核能電廠都已獲得原能會同意，實施以績效為基礎為圍阻體洩漏率測試計畫，將績效良好的組件測試週期予以延長。實施此種測試計畫在與會各國中算是首例，也引起熱烈的討論，紛紛表示值得向其管制單位建議考慮採行。
5. 本次開會地點是在 NPCIL 總公司，其位置為該公司眷屬宿舍區的中央，在社區中，設有幼稚園、小學、中學、核能學院、醫院、市場…等，生活機能十分健全。開會期間，社區內正好在舉行一年一度的核能科技展覽，吸引許多年輕學子的參觀，吸引我注意的是設在展覽會場入口非常醒目標語，上面寫著「核能是我們國家的資產」，這句話讓我十分感慨萬千。
6. 在參觀集團位在孟買的核能設備生產工廠，對其重工業的發展留有深刻的印象。

象，因其擁有 ASME N 及 NPT 的 Stamp，所以本公司可以考慮將 L & T 列入本公司核能級設備潛在來源之一。

7. 直到出發前一週才會收參加本次會議 NPCIL 的邀請函，差一點誤了簽證的時間，事後得知因為台灣和印度沒有正式的外交關係，NPCIL 又是一個半官半民的公司，我的邀請函需送到其政府部門核准，耗時很久，日後如有需要到印度訪問要預留充分取的邀請函的時間。
8. 在會議進行過程中，每項議題簡報完畢都有 20 鐘的討論時間，讓我印象非常深刻的是 NPCIL 的人員提問十分的踴躍，每次都要等主持人為了控制時間制止再發問才得以結束。在演講過程中，他們也是全神貫注，遇有不了解或演講者沒有說明的地方，即在所發的講義上做記號，等到討論時，一定會針對這些地方發問。這種認真求知、勇於發問的精神，值得我們學習效法。

伍、附件：

本公司簡報內容。

Performance-Based Containment Leakage Test Program

Wang Chien-Kuo
Kuosheg NPS
Taiwan Power Company
Dec.11~13 2007



1

Content

- An Overview Kuosheng Nuclear Power Station
- Performance Based Containment Leakage Test Rule
- Kuosheng NPS Performance-Based Containment Leakage Test Program
- Conclusion & Future



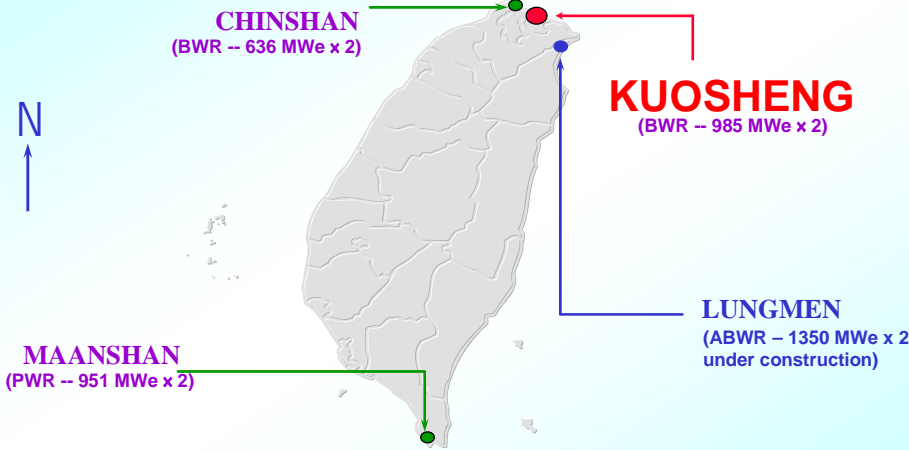
2

An Overview Kuosheng Nuclear Power Station



3

The Nuclear Sites in Taiwan



4

Kuosheng's Summary

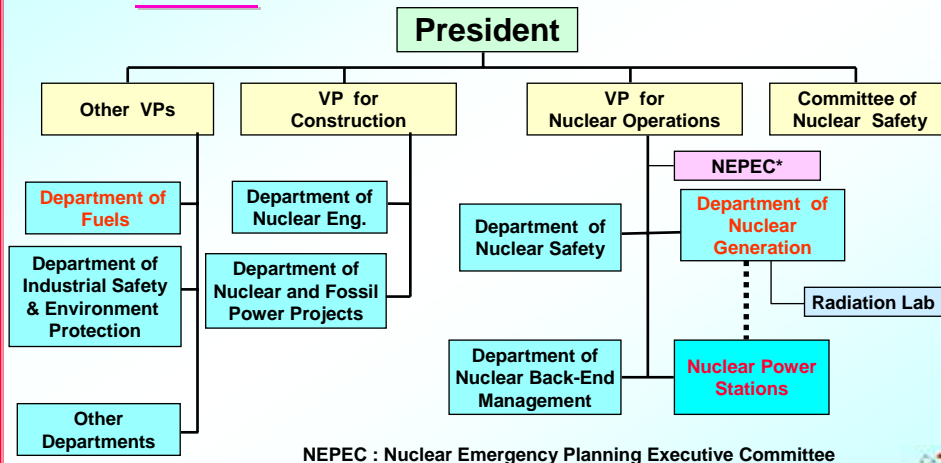
- **Major Equipments :**
 - Reactor : GE (BWR-6) Tb./Gen. : WH
 - Containment: Mark-III
- **Capacity : 985 MWe × 2 Units**
- **Milestones :**

Break Ground	Commercial
Unit 1 1974. 09. 18	1981. 12. 28
Unit 2 1974. 09. 18	1983. 03. 16
- **Percentage of Installed Capacity: 5.3% in 2006**
- **Electricity Generation: 14.7 Billion kwh in 2006 (7.8%)**

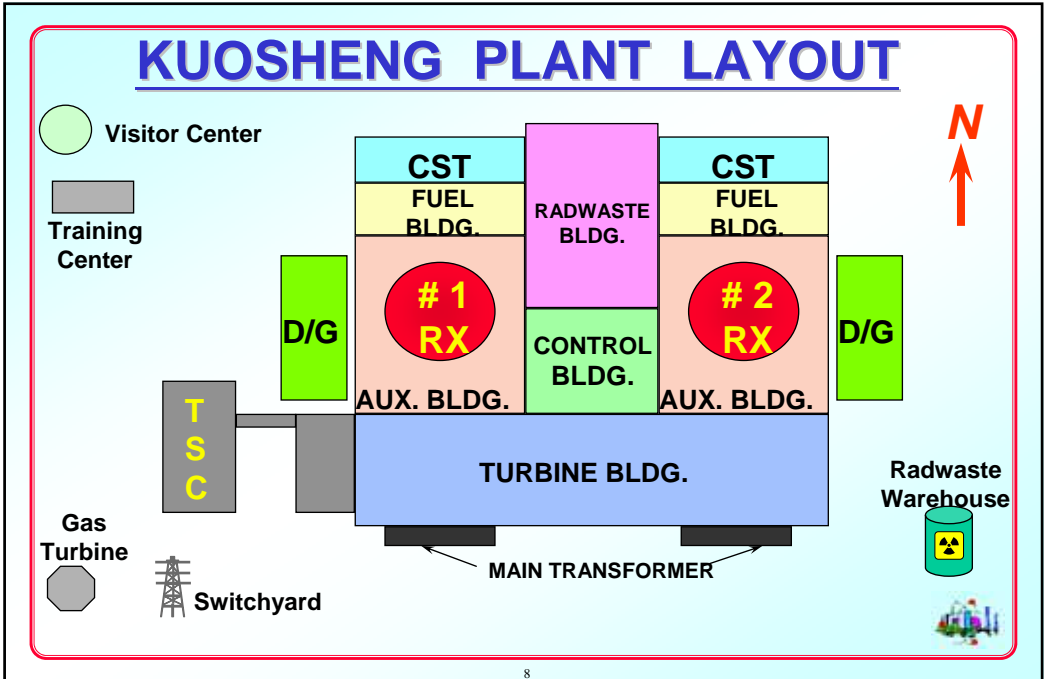
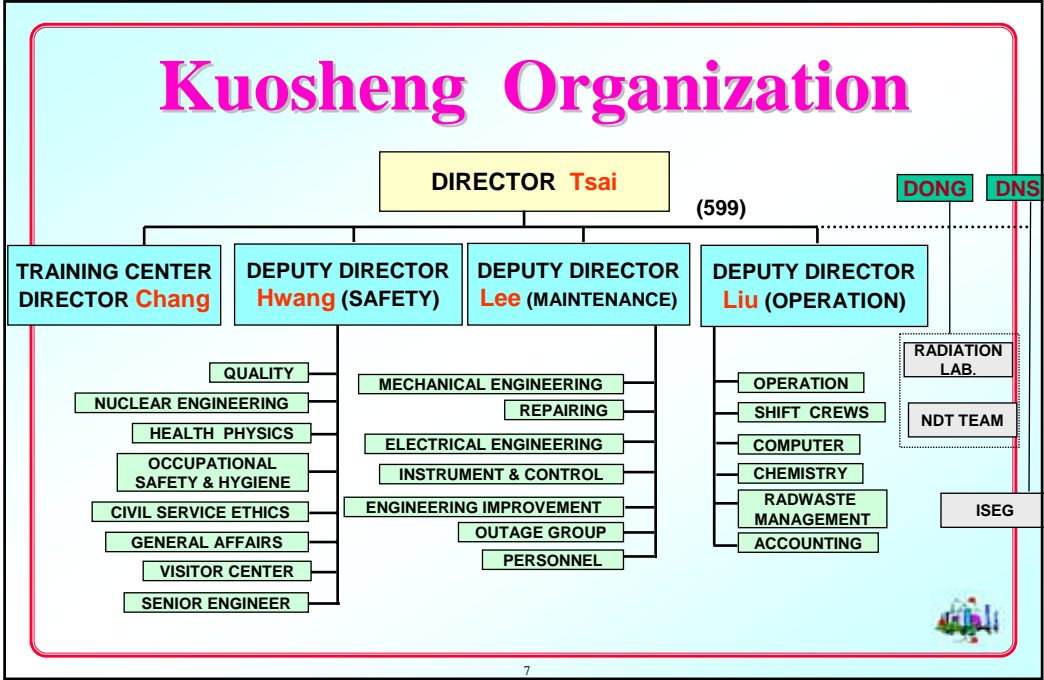


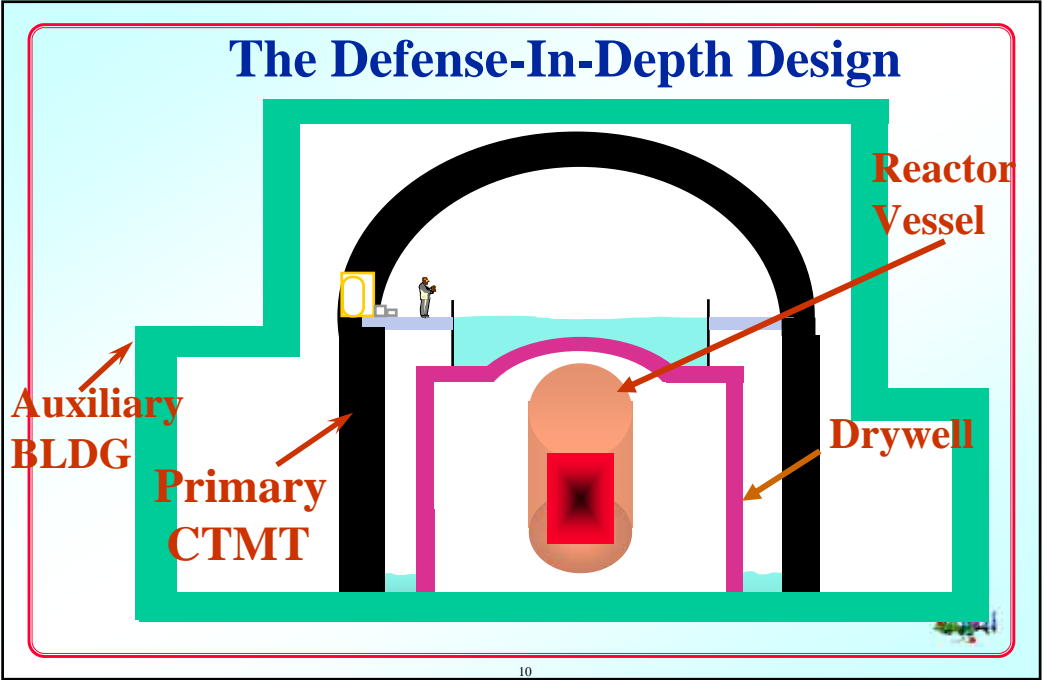
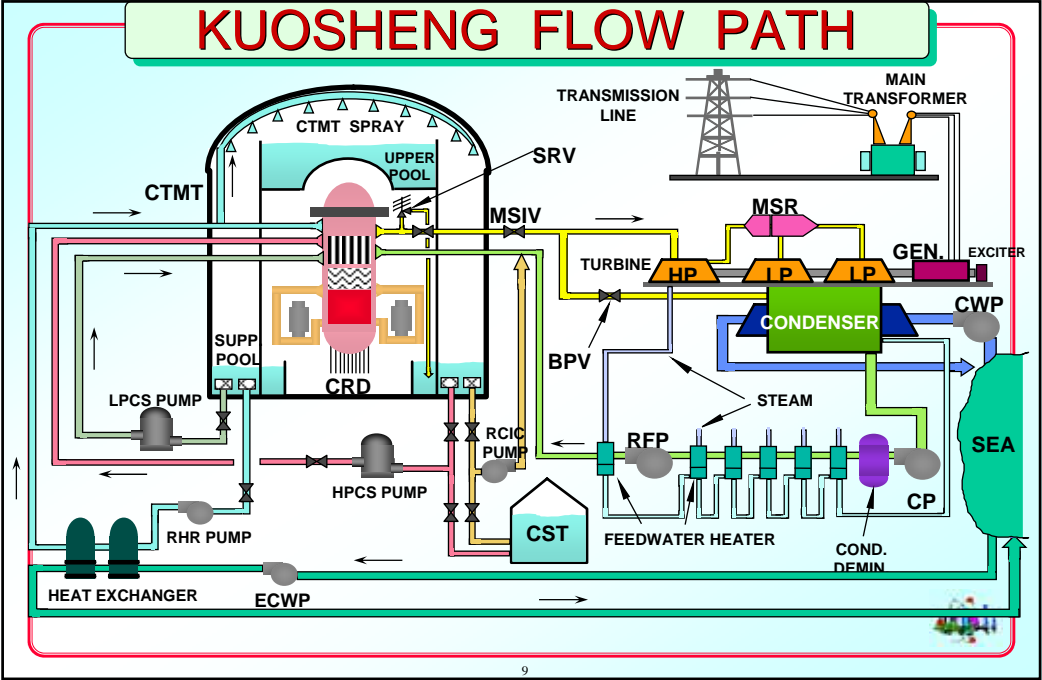
5

ORGANIZATION OF TPC NUCLEAR POWER



6





OPERATIONAL STRENGTHS

Records of Continuous Operation

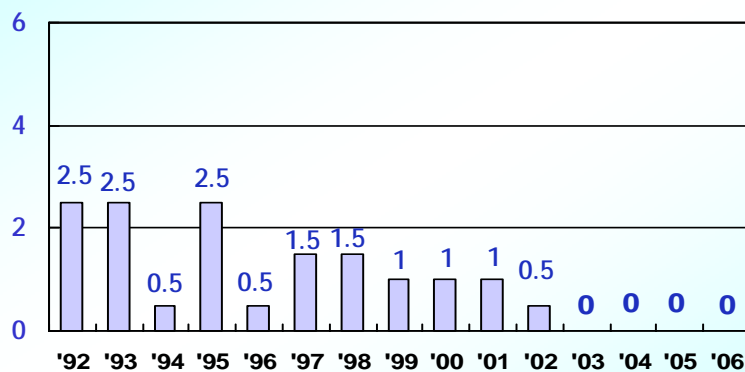
Unit 2 : 434 days (2006 ~ 2007)

Unit 1 : 308 days (2004 ~ 2005)



11

Automatic Scram (per Unit)



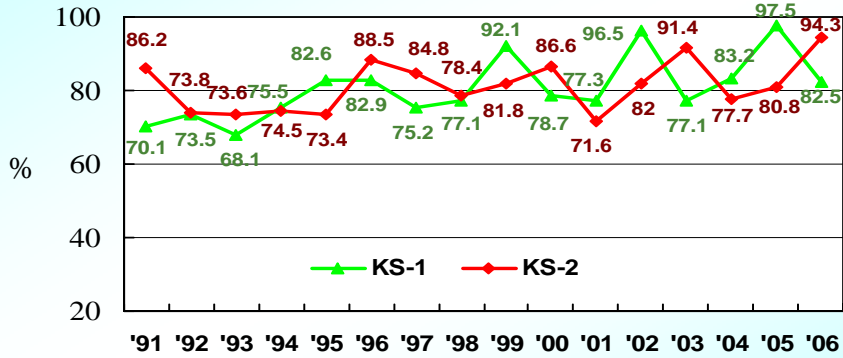
KS1 has no scram for more than 5 yrs (2002 4/27~2007 9/3),

While KS2 more than 6 years and keeps running (2001 9/19~).



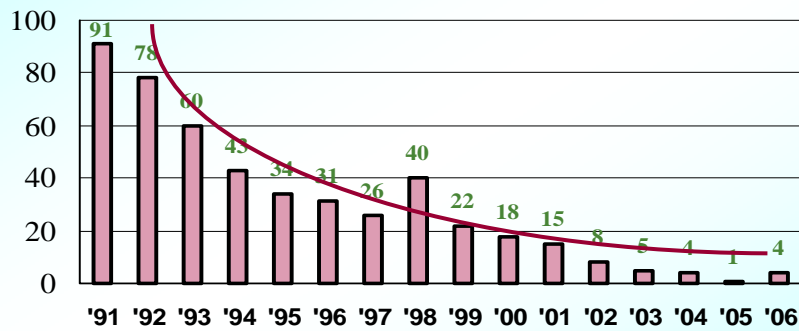
12

Unit Capacity Factor



13

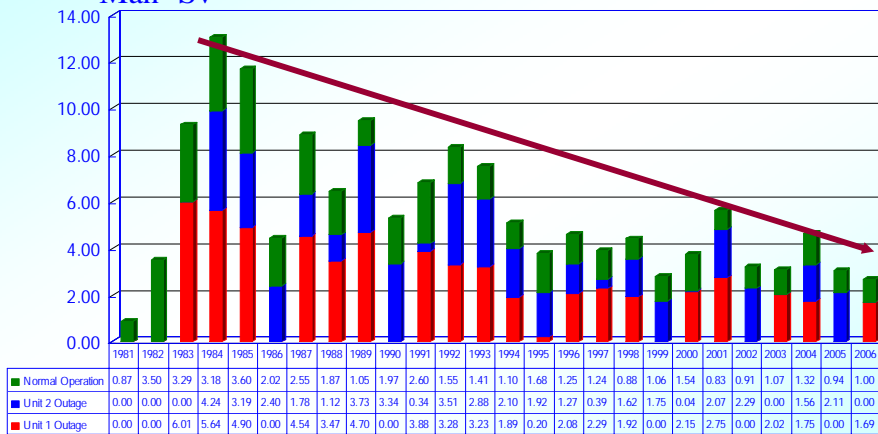
Licensee Event Reports (2 units)



14

Collective Radiation Exposure

Man -Sv



15

Performance Based Containment Leakage Test Rule

16

NUREG-1493

(performance-based containment leakage-test program)

- Provide the technical bases for the NRC's rulemaking to revise 10 CFR part 50 Appendix J
- Changing the allowable leakage rate and test interval for Type A, B&C is based on considerations of industry experience, performance history and risk impact.
- Analysis thousands leakage rate test report and calculate risk incremental by PRA, Summary of Technical Finding as following:



17

NUREG-1493

(performance-based containment leakage-test program)

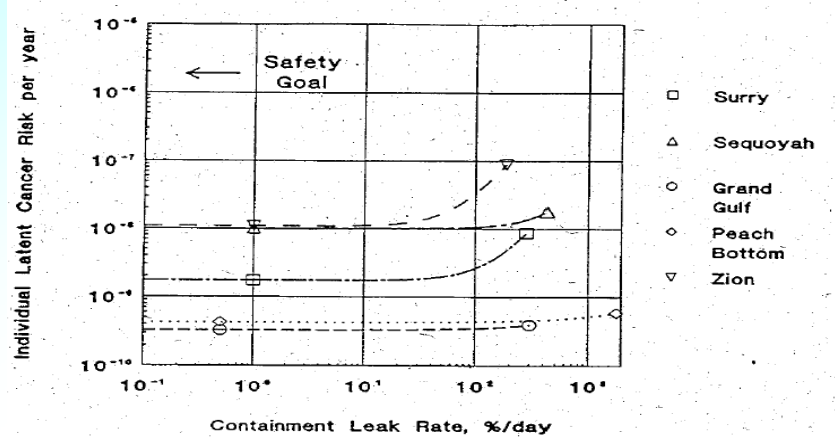
- Type A:
 - The purpose of Type A test measures overall containment leakage include structure.
 - Most containment leakage pathways may be founded by Type B&C test, only a few of pathways depend on Type A test.
 - Overall population risks from severe reactor accidents are not sensitive to the assumed containment leakage rate.



18

NUREG-1493

(performance-based containment leakage-test program)



19

NUREG-1493

(performance-based containment leakage-test program)

- Type B test
 - The purpose of Type B test measure air lock and electric penetrations leakage.
 - Air lock (include personal air-lock door, equipment hatch and fuel transfer tube) shall be opened every refueling, so those equipments have to been tested every refueling.
 - According industry experience, Type B test have an excellent performance, no severe leakage report have been found. So increase test interval doesn't any risk concern.

20

NUREG-1493

(performance-based containment leakage-test program)

- Type C test
 - Type C test is to detect isolation valves leakage pathway.
 - Analysis test result before, we found
 - When an isolation valve leakage over limit does occur, there is a high probability that the valve will occur over leakage again the next operating cycle.
 - If an isolation valve leakage doesn't exceed acceptable limit with two operating cycles as before, further failure appear to be governed by the random-failure rate of the isolation valve.



21

NUREG-1493

(performance-based containment leakage-test program)

- According industry experience, the major leakage paths are isolation valves, those paths depend on Type C test to identify. So reducing Type C test frequency will be increased a small risk.
- Compare 15 alternatives proposals, list test freq, leakage rate, risk impact and cost as next slide.



22

NUREG-1493 Summary of Frequency, Leakage Rate, Risk, Cost of Alternatives									
Alt	Frequency				Leakage Rate		Change in Risk (Person-Rem)		Cost Savings (Millions of Dollars)
	No Change		Relax		No Change	Relax	Public	Worker	20-Year Test Cycle
	A	B/C	A (Tests Per X Years)	B/C					
1	X	X				X	0.18	-	73
2		X	2/10		X		0.04	(0.8)	241
3		X	2/10			X	0.22	(0.8)	287
4		X	1/10		X		0.04	(1.6)	481
5		X	1/10			X	0.22	(1.6)	500
6		X	1/20		X		0.05	(2.0)	597
7		X	1/20			X	0.23	(2.0)	604
8	X			X	X		0.69	(7.2)	40
9	X			X		X	0.87	(7.2)	111
10			2/10	X	X		0.73	(10.4)	295
11			2/10	X		X	0.91	(10.4)	338
12			1/10	X	X		0.73	(13.6)	548
13			1/10	X		X	0.91	(13.6)	563
14			1/20	X	X		0.73	(15.2)	670
15			1/20	X		X	0.91	(15.2)	673

* Based on the Surry unit; 20-year remaining life. ** Numbers in parenthesis indicate a risk reduction.

10CFR 50 Appendix J

(Primary Reactor Containment Leakage Testing for Water Cooled Power Reactor)

Include two option A&B

- Option A : prescriptive requirement
 - Type A test shall be done three times in ten years.
 - Type B&C test Shall be done at each refueling outage.
- Option B : performance based requirement
 - Providing licensees greater flexibility for cost-effective implementation methods for regulatory safety goal.
 - Type A, B&C test frequency base on performance history and risk impact.

Regulator guide 1.163

(performance-based Containment Leak-test program)

- Provide guidance on an acceptable performance-based leak-test program, method, procedure and analysis.
- Endorsing NEI 94-01, if licensee follow this report method and criteria to set up his performance based test program, NRC should approve this program and don't need any further analysis. Exception as following:
 - The visual examination of accessible interior and exterior surfaces of the containment system for structural problems shall be performed three times in ten years.



25

Regulator guide 1.163(cont.)

(performance-based Containment Leak-test program)

- Type C test intervals couldn't be extend over 60 months.
- The interval for MSIV and FWIV in BWR , and Containment purge and vent valves in PWR and BWR ,should be limited to 30 months.
- Don't permitted to use alternative or analysis to as-found Type C test before any maintenance, repair, modification, or adjustment activity if it could affect a valve's leak-tightness.
- All testing technical methods and techniques should followed ANSI/ANS-56.8-1994



26

NEI 94-01

(Industry Guideline for Implementing performance-based Option of 10CFR part 50 Appendix J)

- The purpose of this guidance is to assist licensees in implementation of Option B to 10 CFR 50 Appendix J.
- Justification of extending test intervals is based on the performance history and risk insights.
- Licensees could apply Option B to a specific category of test only.



27

NEI 94-01

(Industry Guideline for Implementing performance-based Option of 10CFR part 50 Appendix J)

- **Type A test**
 - Test purpose is to detect leakage from that containment that would not be detected by the Type B & C test program.
 - Extending in test interval to once per 10 years, when
 - Two consecutive periodic test meet performance criteria
 - Between two consecutive periodic test shall be a least 24 months.
 - Performance criteria

Performance Leakage Rate (PLR) <1.0 La



28

NEI 94-01

(Industry Guideline for Implementing performance-based Option of 10CFR part 50 Appendix J)

- PLR=UCL+as left MNPLR of Type B/C That:
 - were in service during Type A test,
 - isolated for performing Type A test or safety
 - not lined up in accidental position during Type A test.
 - isolated during Type A test for excessive leakage
- Repairs or modifications affecting containment integrity required to perform Type A, B or C before returning the containment to operation.



29

NEI 94-01

(Industry Guideline for Implementing performance-based Option of 10CFR part 50 Appendix J)

- Surveillance Acceptance Criteria
 - When containment integrity is being required, as-found Type A test leakage rate must be less 1.0 La.
 - Before entering a mode where containment integrity is being required , as-left Type A test leakage rate must be less 0.75 La.
- If Type A test result are not acceptable , the
 - Identify the cause
 - Take corrective action
 - Within 48 months reestablished acceptable performance
 - Type A test interval return to once per 10 years.



30

NEI 94-01

(Industry Guideline for Implementing performance-based Option of 10CFR part 50 Appendix J)

- **Type B&C test**
 - Each Type B&C component shall be established administrative limits for leakage rate.
 - When entering a mode where containment integrity is required, the As-Left Type B&C test 0.6La.(MXPLR basis)
 - When containment integrity is required, the As-Found Type B&C test 0.6La .(MNPLR basis)
 - Type B test interval could be extend from 30 months up to 60months
 - Two consecutive periodic As-Found test leakage rate administrative limit
 - Between two consecutive test shall be at least 24 months or the normal test interval.

31

NEI 94-01

(Industry Guideline for Implementing performance-based Option of 10CFR part 50 Appendix J)

- If the three consecutive periodic As-Found test leakage rate is less than administrative limit , Type B test interval could be extended over 60months to 120 months.
- If a primary containment penetration is opening after as-found test , a Type B test shall be performed before the time containment integrity is required.
- Type C test interval could be extend from 30 months up to 60months
 - Two consecutive periodic As-Found test leakage rate administrative limit
 - Between two consecutive test shall be at least 24 months or the normal test interval.

32

NEI 94-01

(Industry Guideline for Implementing performance-based Option of 10CFR part 50 Appendix J)

- An As-left Type B&C test shall be performed following maintenance, repair, modification or adjustment activity if that activity could affect the penetration's or valve's leak tightness.
- The test interval shall reestablished if a valve or a penetration is replaced or engineering judgment determines that modification of a valve or a penetration has invalidate the a valve's or a penetration's performance history.



33

NEI 94-01

(Industry Guideline for Implementing performance-based Option of 10CFR part 50 Appendix J)

- If Type B&C test results are not acceptable, the
 - Identify the cause
 - Take corrective action
 - reestablished acceptable performance
 - Type B&C test interval return to the extended interval.



34

Kuosheng NPS Performance-Based Containment Leakage Test Program



35

origination

- Type A (ILRT) : three time per 10 years ◦
 - Test manpower : about 180man-days/test ◦
 - Person-rem : 30mRem/worker ◦
- Type B & C (LLRT) : every refueling outage
 - Test quantity : Type B : 60 penetrations ◦
Type C : 151 isolated valves ◦
 - Test manpower : about 300man-day/refueling outage
 - Person-rem : 200mRem/worker ◦



36

Type A performance history

	Unit#1	Unit#2
EOC-13	0.24La	0.70La
EOC-15	0.42La	0.68La
EOC-16	0.32La	0.60La

Note: 1. Calculate method is mass point method
2. All value in above table is 95% UCL.



37

Type A test

- Reference above table , KS two units meet NEI 94-01 performance criteria.
- In Apr.4 2006, ROC-AEC approved KS two units to apply performance-based program.
- Next Type A test date: unit 1 :Apr. 2013
unit 2:Apr. 2014



38

Type B test

- equipment hatch, personal air lock and fuel transfer pipe need to opening in refueling outage, so those shall be test at each outage.
- Base on following condition, others Type B penetrations test interval extend to 10 years :
 - Conform to ” the three consecutive periodic As-Found test leakage rate is less than administrative limit “criteria.



39

Type B test

- All test values were below LRM low limit.
- In our Tech spec request, All electric penetrations have nitrogen pressurization system and keep the pressure (15 psig) higher than test pressure (8.1psig) any time , So any penetration degradation shall be found by supplying the amount of nitrogen.
- In Aug. 2007, ROC-AEC approved KS Type B performance-based test Program.



40

Type C test

- For Conservation ,KS change NEI 94-01 performance criteria from two consecutive As-Found test leakage rate less than administrative limit to three consecutive As-Found Test.
- According KS Type C test history, each unit has 87 isolation valves meet above criteria.
- In Aug. 2007, ROC-AEC approved KS requirement about Type C performance based test Program, extend those Type C penetration test interval from once per 30 months to once per 60 months.



41

others

- For founding containment degradation early and take necessary action in time, we decrease Type B&C As-found (MNPLR) and As-left (MXPLR) acceptable criteria from 0.6La to 0.5La. If Type B&C test result $> 0.5La$,we shall take as following action :
 - Identity the cause.
 - Take correction action.
 - Reestablish performance history.



42

Conclusion & Future



43

- Advantage of Performance-based containment leak program
 - Save operating cost
 - Increase plant availability
 - Reduce worker radiation exposure
 - Increase a small risk impact to near NPS people.
- In USA ,Many licensees want to use a risk-informed technical basis for extending the Type A test interval from once per 10 years to once per 15 years.



44

Safety First,

Quality Foremost



Thank You

