

# 辛樂克颱風對核四廠二號機影響報告

(第3屆核能四廠安全監督委員會第2次會議報告事項)

龍門施工處

97/10/31



台灣電力公司

# 內容大綱

- 壹、前言
- 貳、發生原因
- 參、受災情形
- 肆、災後因應對策
- 伍、遵照美國EPRI的馬達修復指引進行安全級馬達檢修工作
- 陸、參照國外營運中核能電廠淹水修護經驗
- 柒、檢修範例（AOV大型驅動器）
- 捌、對核四廠2號機之影響
- 玖、結語



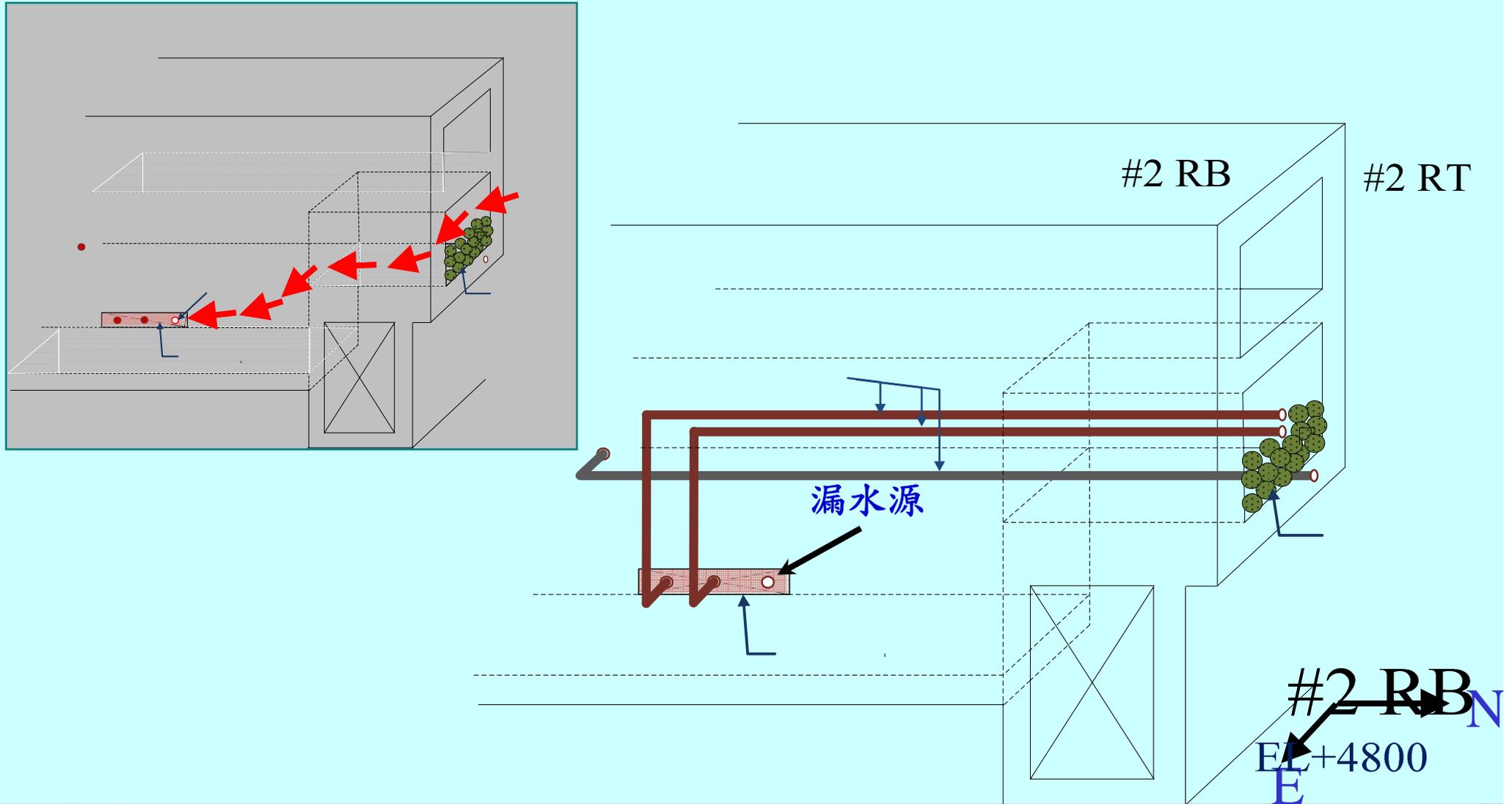
# 壹、前言

- 強烈颱風新樂克於97年9月13日至14日侵襲，造成2號機反應器廠房標高-8200樓層淹水約2公尺高，部分設備如控制棒液壓驅動水泵（CRD Pump）等泡水。
  - 現場積水，於9/16已抽乾，並開始積極準備進行修復(含掛卡)工作。
- 此次淹水事件，對一號機刻正趲趕之工程進度沒有影響。

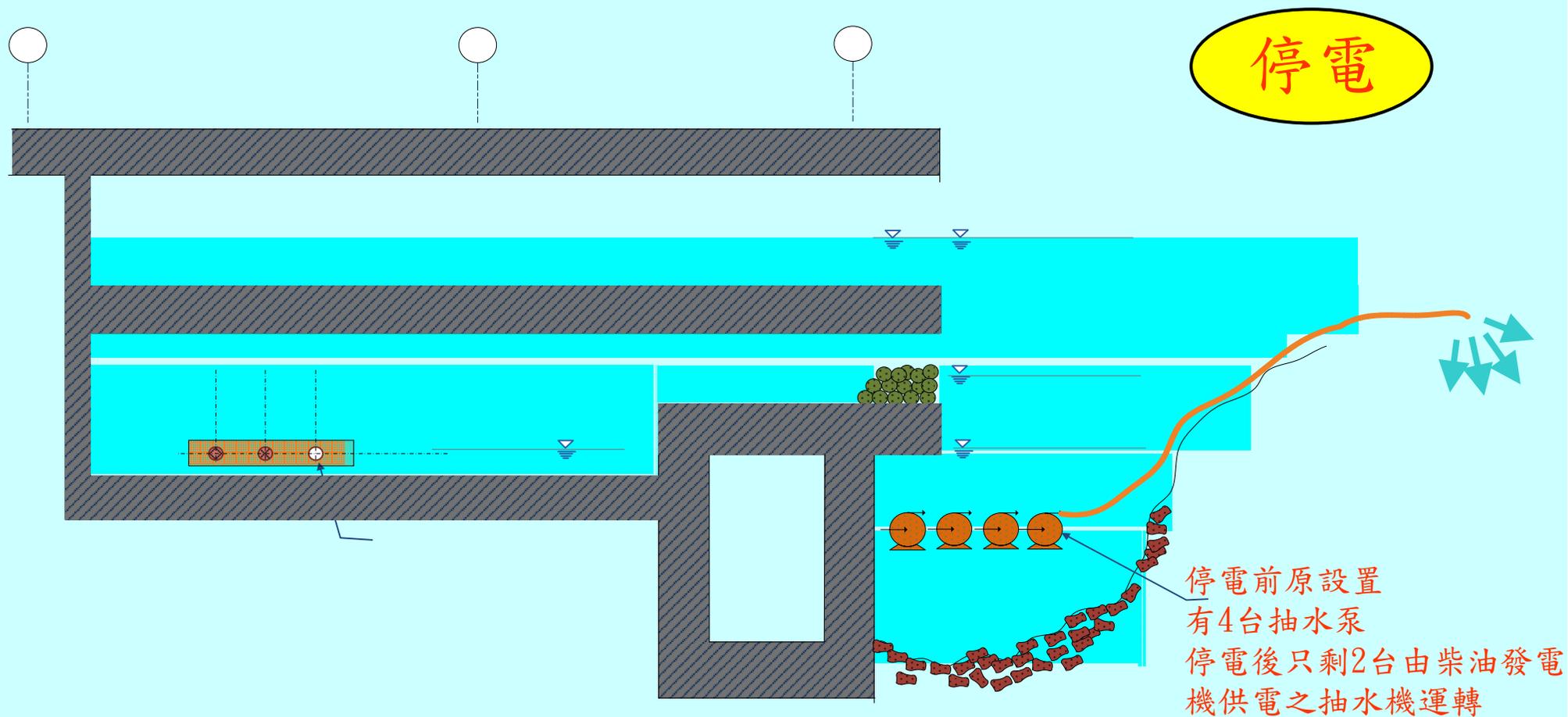
## 貳、發生原因

- 新樂克颱風侵襲期間：
  - 9/13約PM 20：00風雨交加。
  - PM23:00外來電力CR31、CR35 11.4KV 兩迴路中斷。
- 廠外配置4台抽水機，其中2台（分別為15馬力及10馬力）由柴油發電機帶動不受停電影響，唯因雨水太大太急，致抽水機無法及時抽水，以致雨水漫過砂包，流入廠內。
- 雨水經核廢料隧道擠開 R/B開孔盲板上之短管，流入 EL.-8200樓層淹水約2公尺高。
- 反應器廠房配置8台；另控制廠房配置3台，均為10馬力、馬達帶動（非沉水泵）臥式集水泵，且可自動切換改由柴油發電機供電。
- 停電後，中鼎工作人員於9/14 00:10確認柴油發電機供電正常，因此控制廠房排水正常。反應器廠房則因積水流入過大過急，超過此8台集水泵之抽排水量，致積水淹過馬達，造成集水泵失去抽水功能。

# #2機R/B EL.-8200入水示意圖



# 辛樂克颱風進水路徑圖示





廠外淹水入口



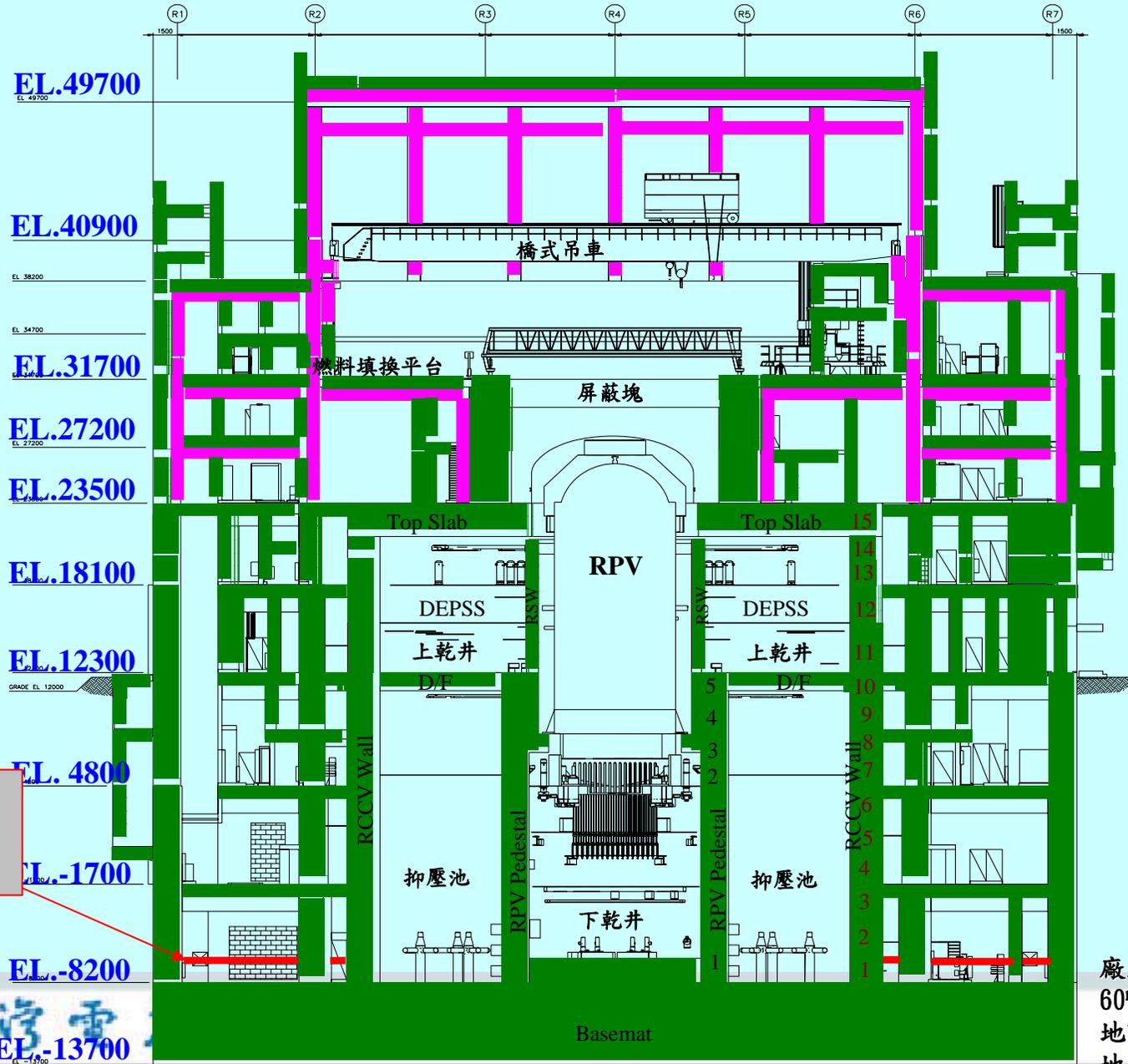
積水將此管節沖走  
EL.-3500



從RB-1700樓板穿板孔往-4400下看，管子被沖走情形



# 2號機R/B EL. -8200入水示意圖



淹水高度約  
2公尺

廠房規模：  
60<sup>m</sup>×57m ×63.4m(高)  
地下3層(25.7m)  
地上4層(37.7m)

## 參、受災情形

### ■ 泡水主要設備：

- CRD Pump 2台
- HPCF Pump 2台
- RCIC Pump 1台
- RHR Pump 3台
- RWCU/FPCU Backwash Transfer Pump 1台
- RWCU Pump 2台
- AHU 7台
- MOV閥 AOV閥（詳設備清單）
- HCU (Hydraulic Control Unit) 103台
- 其他(管系,...)

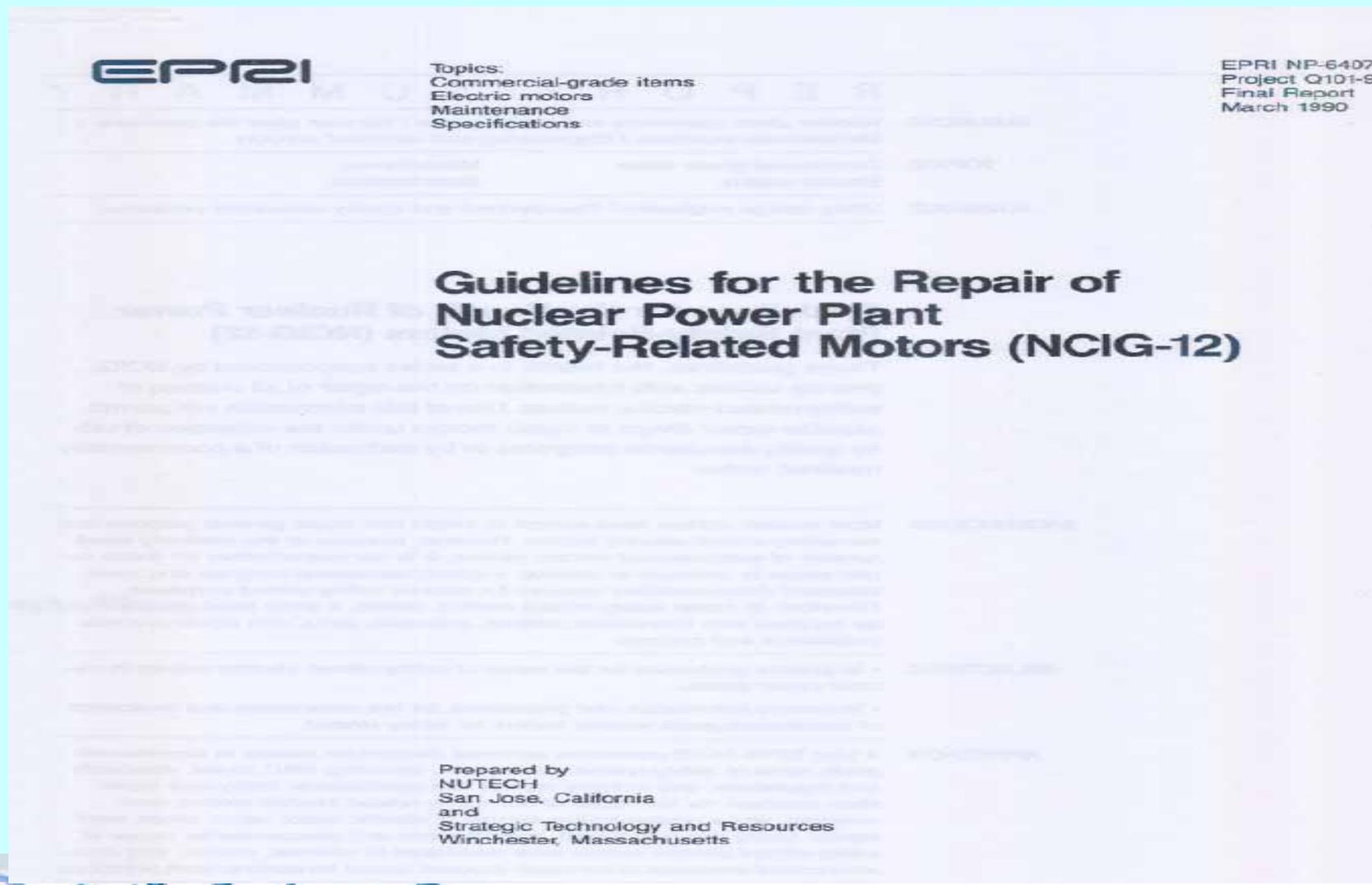
## 肆、災後因應對策<sup>(1/2)</sup>

- 堵住漏水來源。
- 集中調動所有之抽水機進行抽水。
- 抽完水後詳細清查泡水設備，並以設備為單位開立NCR(不符合報告Non Conformance Report)。
- 依NCR處理程序進行設備維修，使設備恢復原狀。

## 肆、災後因應對策(2/2)

- 復舊檢修--不影響一號機進度為前提，借調各單位人力全力修復：
  - 維修單位：龍門施工處、電力修護處、核四廠、核三廠、核二廠
  - 工作認養：
    - ◆MOV. AOV.：龍門施工處主辦、核三廠、核四廠及修護處協辦。
    - ◆馬達：修護處主辦（拆卸送至電力修護處電機工場檢修，以確保品質）。
    - ◆泵浦：修護處主辦（採就地檢修）。
    - ◆設備維修之掛卡管制（拆、掛卡）及吊掛銘牌作業：核四廠主辦、龍門施工處協辦。
- 洽請設備廠家(RCIC & CRD pumps )技術顧問到工地協助。

# 伍、遵照美國電力研究所（EPRI）的馬達修復指引進行安全級馬達修護工作



## 陸、參照國外營運中核能電廠淹水修護經驗

- 依據美國核運轉協會（INPO）的文獻報導，國外營運中之核電廠亦有類似淹水案例。（舉例臚列如下各頁）
- 該等電廠之修護經驗，將提供核四廠最佳的經驗回饋。

# 陸（一）、國外發生類似事件的核電廠

UNIT: LASALLE 1 & 2 (BWR)  
DOC NO/LER NO: 50-373/85045  
EVENT DATE: 5/31/85  
NSSS/AE: GENERAL ELECTRIC/SARGENT & LUNDY

UNIT: INDIAN POINT 2 (PWR)  
DOC NO/LER NO: 50-247/84011  
EVENT DATE: 8/13/84  
NSSS/AE: WESTINGHOUSE/UNITED ENGINEERS & CONSTRUCTORS

UNIT: PEACH BOTTOM 3 (BWR)  
DOC NO/LER NO: 50-278/NA  
EVENT DATE: 1/14/84  
NSSS/AE: GENERAL ELECTRIC/BECHTEL

UNIT: DOEL 1 & 2 (PWR)  
DOC NO/LER NO: BELGIUM  
EVENT DATE: 8/5/79  
NSSS/AE: ACEC WITH WESTINGHOUSE/TRACTION-ELECTRICITE

UNIT: CRYSTAL RIVER 3 (PWR)  
DOC NO/LER NO: 50-302/NA  
EVENT DATE: 1/26/79  
NSSS/AE: BABCOCK & WILCOX/GILBERT COMMONWEALTH

UNIT: OCONEE 3 (PWR)  
DOC NO/LER NO: 50-287/76018  
EVENT DATE: 10/9/76  
NSSS/AE: BABCOCK & WILCOX/DUKE POWER COMPANY



## 陸（二）、Indian Point 2 Aug.13,1984

- 淹水至3台CCW Pump Motor上方6英吋。
- 3小時內將1台CCW Pump Motor清理、乾燥後恢復運轉。
- 11小時後，第2台以廠內備品更換完成。
- 所有泡水馬達均再修復。

## 陸（三）、Peach Bottom 3 Jan14, 1984

- 淹水至垂直冷凝水泵馬達下方1.5英尺。
- 泵浦的推力軸承損壞，係潤滑油遭水替換。
- 花10天修復泵浦。



# 陸（四）、法國BLAYAIS核電廠

## 1999年12月17日

- 暴風雨中洪水進入速率遠大於集水槽泵排出速率，導致3部機組嚴重淹水而急停。
- 其中2部機全部串列的低壓安全注水和圍阻體噴灑失效。
- 進入第二級緊急事件。
- 2000年1月4日緊急臨時修復成可用狀態。（距事故發生18天）
- 受淹水影響之電纜和設備均經清理和檢查，有必要則予修理和換新。
- 新編一部使用中設備檢查(ISI)計畫，鑑別未來淹水有關的腐蝕和劣化。



法國BLAYAIS核電廠  
WANO SER 2000-3  
電纜通道進出門被洪水  
衝開





法國BLAYAIS核電廠  
WANO SER 2000-3  
電纜通道受淹水之例子



TRI - 30/12/99

法國BLAYAIS核電廠  
WANO SER 2000-3  
電纜穿越器故障 -  
洪水進入一號機地下  
層途徑



台灣電力公司



法國BLAYAIS  
核電廠  
WANO SER  
2000-3  
燃料廠房地下  
層內之淹水

Bâtiment combustible Tranche 2 niveau - 8,50 m Local K 054  
Trémie électrique éventrée





法國  
BLAYAIS核  
電廠  
WANO SER  
2000-3  
燃料廠房地  
下層淹水之  
後





法國  
BLAYAIS  
核電廠  
WANO  
SER  
2000-3  
燃料廠房  
地下層名牌顯示淹  
水的深度。



# 柒、檢修範例

(**AOV**大型驅動器)



# 大型驅動器





# 大型驅動器活塞端拆開端蓋發現積水



拆出活塞/汽缸，內部積水很多



驅動機構內部積水，致黃油已乳化



大型驅動器拆出彈簧端後，倒出大量生鏽的鐵水，因彈簧焊封在裏面，無法取出，除非解鉚維修後再重焊，目前使用柴油浸泡後吹乾，再使用噴霧式黃油保養。



# 彈簧組件以柴油 浸泡清洗的情形



以柴油清洗後倒出，再用AIR吹乾



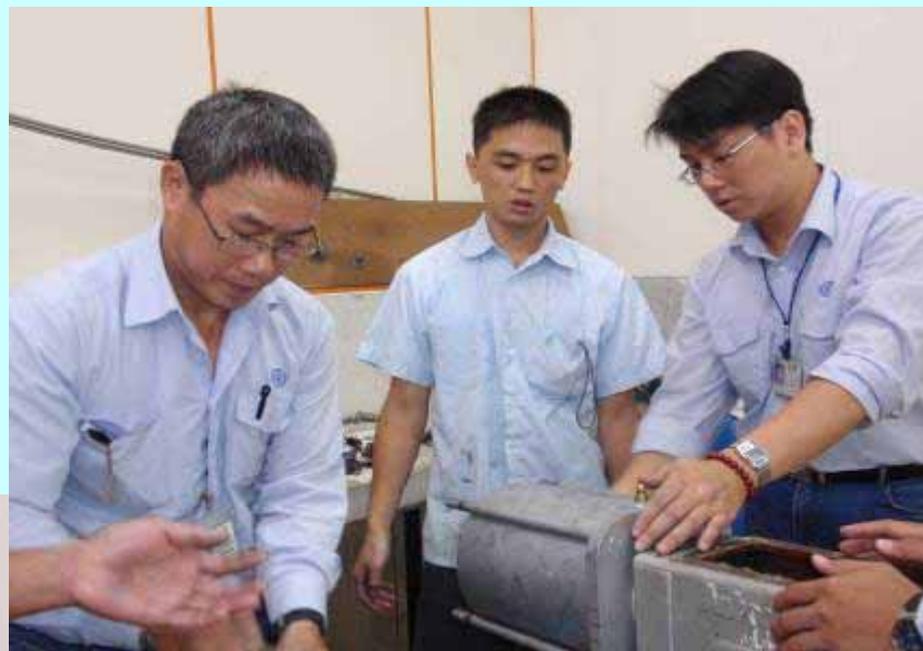
# 以噴霧式黃油保養彈簧組件



螺絲以鋼絲刷除銹後塗上一層螺牙膏



# 大驅動器汽缸回裝



台灣電力公司

# 大驅動器齒輪箱、彈簧組件回裝



台灣電力公司

# 洩漏測試



# 功能測試、校正



台灣電力公司

## 捌、對核四廠二號機之影響

- 工期方面：二號機目前以土建工程為要徑工作，修復工作預計二個月完成，對工期影響不大，往後將全力趲趕，使影響降至最低。
- 預算方面：核四工程已投保「安裝工程綜合保險」，保險公司亦已完成派員覆勘。本次事件所發生之損失及理賠金額正由保險公司理算中。



## 玖、結語（1/2）

### ■ 記取痛苦經驗防範未然。

- 依設計圖全面清查各廠房外露牆面開孔（包含地下連通管道），全力趨趕封閉，使雨水不再危及設備安全。
- 建立管制機制，確保新增以及暫時性挖鑿開孔須經過申請及完工、復原查證程序，以杜絕類似案件再發生。
- 颱風來臨前，加強確認所有開口均已封閉牢靠。
- 廠內配置可以柴油發電機帶動之沉水泵，避免被淹水失去功能。

## 玖、結語 (2/2)

### ■ 確保維修設備品質與安全：

- 參考美國電力研究所 (EPRI) 的安全級馬達修復指引，搭配本公司修護處的維修經驗，進行安全級馬達之修護工作。
- 依據美國核能運轉協會 (INPO) 之文獻，參考國外營運中核能電廠淹水處理經驗，執行泵浦及其他設備的維修工作。
- 重要設備如爐心隔離冷卻系統水泵 (RCIC Pump)、控制棒液壓驅動水泵 (CRD Pump) 等，將洽請設備廠家技術顧問到工地協助進行維修工作。
- 經由以上方式，確保維修設備之品質及安全。

謝謝您  
敬請指教



09/05/2008