

出國報告（出國類別：實習）

實習核四廠管路沖洗技術與全廠系統
沖洗排程規畫實務

服務機關：台灣電力公司核四廠

姓名職稱：陳德和核技課課長

張龍雲修配課股長

派赴國家：日本

出國期間：民國 95 年 12 月 11 日至 22 日

報告日期：民國 96 年 1 月 5 日

出國報告審核表

出國報告名稱：實習核四廠管路沖洗技術與全廠系統沖洗排程規畫實務

出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
陳德和	核技課課長	台電公司核四廠

出國期間：95年12月11日至 95年12月22日 報告繳交日期：96年1月5日

出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3.內容充實完備. <input checked="" type="checkbox"/> 4.建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 5.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 6.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7.退回補正,原因: <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 8.本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表: <input checked="" type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同人進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 9.其他處理意見及方式:
--------------	--

層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1. 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分_____ (填寫審核意見編號) <input type="checkbox"/> 2.退回補正,原因: _____ <input type="checkbox"/> 3.其他處理意見: _____
----------	---

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於報告提出後二個月內完成。

報告人





單位
主筆




主管處
主管



總經理
副總經理

： 徐懷豫 1/26

蕭專總
施專總




行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：

實習核四廠管路沖洗技術與全廠系統沖洗排程規畫實務

頁數 25 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/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳德和/台灣電力公司/第四核能發電廠/課長/02-24902401 轉 2933

張龍雲/台灣電力公司/第四核能發電廠/股長/02-24902401 轉 2984

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：95.12.11~95.12.22 出國地區：日本

報告日期：96.01.05

分類號/目

關鍵詞：FLUSHING, ALKALINE, INITIAL TEST, LUNG MEN

內容摘要：(二百至三百字)

龍門計畫是台電公司在二十一世紀將加入營運的核能新機組，鑑於促使核四廠的一、二號機在工期與工序作最好安排，以沖洗為主軸導正各廠房樓層與系統和後續的初始測試工作順利推展，決定採用日本東芝公司的沖洗策略。

因日式的沖洗方法是台電核電廠首次採用，本次出國即以上述議題赴東芝公司研習相關事宜。研習重點：(1)暫時設施的安置與設備規範；(2)鹼洗作法優/缺點比較，至於是否應用，將由聯合沖洗小組決定；(3)沖洗程序書撰寫分成暫時設施、永久系統與水處理部份；(4)沖洗管理與注意事項。雙方坦誠就資料的相互理解與澄清，深信對日後業務的推展極有助益，期妥善完成沖洗目的，以利後續相關初始測試作業的推展，早日達成發電目標。

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

目 錄

壹、國外公務之內容與過程.....	2
貳、執行過程與內容.....	2
參、國外公務之心得與感想.....	8
一、 沖洗臨時設備的規範與安裝.....	9
二、 鹼洗理念與作法.....	10
三、 沖洗流程圖與程序書編寫.....	10
四、 執行沖洗時注意事項.....	11
五、 其他訊息.....	11
肆、對公司之具體建議.....	12

壹、國外公務之內容與過程

一、目的

核四廠負責建廠後期 96 年 08 月開始的沖洗重要工作，比較本公司核一、核二、核三廠及世界上其他各核能廠沖洗經驗，考量保護永久設備的控制系統 DRS 產品無法配合時程，及施工時程和時序事宜，若依核一、核二、核三廠模式將大幅延宕完工日期，故決定採用日本東芝公司沖洗作法與經驗，目前該公司已標到「龍門計劃一號機管路技術服務工作合約」，並於 95 年 12 月 11 日簽約。日本東芝公司沖洗作法國內核能機組的應用尚屬首見，建廠後期沖洗用除礦水不足情況下，串接各系統間閉迴路循環沖洗，需裝置所有供水、水處理淨水排放的臨時設備，如何規劃此臨時設備，併配合全廠各系統進度順序、其後的測試及程序書撰寫，達到設備管路清潔的要求及預定的工程進度，實有必要至該公司瞭解該公司沖洗設計技術與針對本廠工程進度沖洗整體規畫的情形，以利核四廠沖洗作業順利推動，整個計畫早日完成。因而核四廠選派陳德和與張龍雲兩員赴日本研習相關作業。

主要研習內容包括:(1)沖洗用水臨時設備的規範、安裝與運轉事宜;(2)臨時管路安排;(3)沖洗作業程序安排與程序書的撰寫;(4)討論試運轉測試時程管控、經驗與測試規劃作業的推動;(5)用水管理與水質處理。

二、行程與工作項目

本次研習行程由東芝公司安排，詳細行程如下：

日期	工作內容
95.12.11	去程，台北→東京
95.12.12 ~ 95.12.21	核四廠管路沖洗技術與全廠系統沖洗排程規畫實務
95.12.22	返程，東京→台北

貳、執行過程與內容

本次行程為求獲得研習最大效益，除由出國人員事先研擬討論議題，並在行前一週與日方相關人員就擬討論議題溝通並請其準備。

赴日受訓時東芝公司就所提事項充分的解說，並安排與其主要的承包執行

單位荏原公司人員澄清現場施工與實際執行上可能面對問題，獲得明確說明。由說明中可肯定日方人員的實戰經驗豐富，深信日後在核四沖洗作業上可處理所面對的事宜。

研習中的主要議題說明如下：

一、「清淨的電廠」實踐

1、歷史淵源

日本東北電力公司的女川電廠 1 號機在 1979 年 12 月開始建造，於 1984 年 6 月商轉。該機組自建設工程至起動測試，均依當初步規畫進行。該機組在建廠階段開始即極重視打出儘可能減少人員暴露劑量，提高機組的可靠性，並確實實踐。其中特別要求減低帶入反應爐而經活化產生腐蝕生成物，減少人員劑量，運用抑低腐蝕維持系統配管、機器的健全性、清淨度，其結果顯現效果極佳，因而承攬該機組建設的東芝公司就將此成果推廣在其他新建核能機組的應用上。

2、清淨的電廠概念

要達成清淨的電廠，對機組構成機器的內外面由建廠開始至起動階段均要講求對策具體實施，才能綜合導致此一成果。清淨的電廠對策即是講求鏽蝕減低的對策，即以減低鏽垢對策作為開始，管理鹽害環境，管理機組的化學及一般的清潔，整個概念如圖 1 所示。就女川電廠 1 號機而言，以減低鏽垢對策作為最優先。減低鏽垢對策的概要如圖 2 所示，減低鏽垢對策大致朝兩大領域發展推動：(1)抑制鏽垢的發生；(2)除去鏽垢，女川電廠開始就以積極的態度展開抑制鏽垢發生作為主軸，以管路和設備的封存為主要管理事項。

3、管路與設備的封存

管路與設備的封存管理是防範鏽垢的發生，關於封存的作法分階段對策有所不同。階段分成：

- (1) 設備與配管進廠至安裝期間，以乾燥保存是主要對策。
- (2) 現場安裝管路與設備由耐壓測試將管路潤濕後至沖洗開始期間為第一階段的封存。
- (3) 沖洗結束至試運轉開始期間為第二階段的封存。
- (4) 試運轉期間為第三階段的封存。
- (5) 試運轉結束後至燃料裝填期間為第四階段的封存。

日本對管路與設備的封存重視成度，遠超過本公司過去的經驗，值得注意與參用。至於各主要的系統在各階段的封存策略，以東芝公司的經驗如表 1 所示，系統的說明如表 2 所示。以飼水系統為例：第一階段為乾存，第二階段為乾存，第三階段儘可能乾存直至充水的試運轉，水質用除礦水，第四階段則充滿除礦水。關於由封存保養管路的認知，可知將來執行的時候，管路的洩水將是一項重要的工作，如蒸汽管的洩水量大，勢必由汽機廠房的最低處移出，所以冷凝器旁的洩水馬達任務的重要性應即早準備與運用。

二、鹼洗事宜

1. 目的與利基/不利點

鹼洗的目的是移除油污染，如有，該油脂污染來建廠階段自主蒸汽管路內面或其他重要管路上的設備。鹼洗用以清淨這些管路的大量油脂污染存在現象，因以一般沖洗，這些油污染仍會存在飼水管路中，如果污染帶進反應爐內，經照射後，油脂會因高溫度與照射而分解有機離子群種，造成水質的高導電度，進而影響機組的連續運作。鹼洗是避免此項風險，以利機組平順的營運。關於鹼洗日本在清淨的電廠管理理念，已將傳統沖洗的觀念由鏽垢的管理，帶至新的觀念總有機含量(TOC)亦列入管理。

鹼洗的用意除對油脂的管理有利之外，另一要點是在管路上形成細緻的氧化膜，但此膜的厚度很小，有賴後續封存的維護，對將來水化學的管理有助益。

鹼洗是要付出代價，會增加沖洗時間與成本，如增程序書、設備(為處理高溫加熱)、運轉人力/工人等。

2. 時程衝擊

鹼洗僅適用於：冷凝水系統(COND，N-21)、飼水系統(FW，N-22)、主蒸汽系統(MS，B-21)、輔助蒸汽系統(AUXB，P-61)、爐心餘熱移除系統(RHR，E-11)、高壓爐時注入系統(HPCF，E-22)、反應爐隔離冷卻系統(RCIC，E-51)、爐水淨化系統(RWCU，G-31)的沖洗，基於濱岡 5 號機經驗，如未採用鹼洗，時間可縮短 5~7 天。

3. 成本衝擊(增加組件/設施和材料)

如核四廠 ABWR 不採用鹼洗，加熱設備也可免除。下列是沖洗中有關加熱主要設備的組件：

(1)臨時鍋爐系統(如永久電鍋爐在沖洗時不可用)

- (2)臨時蒸汽管路
- (3)管路上的加熱器(蒸汽插入管)
- (4)靜音器
- (5)活性炭濾網

以濱岡 5 號機為例，(1)項除外，因用永久設備，(2)至(5)的費用約 2 千萬日幣(約台幣 600 萬元)，其中不包括準備與拆解和文件的成本。

請注意：加阿摩尼亞的組件/設備是需要的，費用約 1 百萬日幣(約台幣 30 萬元)，其與沖洗加熱設施相較是小比率，因即使不用鹼洗，該設備仍是平常沖洗與封存所需設施。

4、 封存影響

鹼洗就東芝公司與荏原公司合作推動，在日本應用在沸水式核能機組(BWR/ABWR)如表 3 所示。在濱岡 5 號機，東芝使用阿摩尼亞(氨; NH_3)作為鹼洗的添加劑，而不用硫酸三鈉(TSP)，因 TSP 廢水難處理且對不鏽鋼可能造成腐蝕；至於聯氨(N_2H_4)，因聯氨是致癌物質且具高的化學需氧量(COD)。阿摩尼亞具有相當的清淨機能，且對環境和人的健康衝擊小。

管路以阿摩尼亞添加封存，其影響可忽略，除非是管路或設備為銅或銅基合金者。如果管路或設備為銅或銅基合金者，在鹼洗時應旁通，或不列入鹼洗。

5、 對反應爐內部影響

阿摩尼亞的添加對反應爐的影響可忽略，因 ABWR 的爐內通常使用不鏽鋼或其他鐵/鎳基合金，其可免除阿摩尼亞的腐蝕影響。另一原因是鹼洗後，管路的阿摩尼亞濃度不太存在。

東芝最近的沸水式機組鹼洗還是有，唯有是否要添加表面活性劑(Surfactant)則視相關的管路經沖洗後的含油量是否達 1PPM 而定，如未達到，表面活性劑是不要加。至於在 21 世紀的三部機組女川電廠 3 號機、東通電廠 1 號機與濱岡 5 號機是未加表面活性劑，其原因是東芝公司在採購閥等設備時要求不含油，如有交貨時也要清洗油掉，所以鹼洗過程即易達成含油脂量小於 1PPM 的要求。

6、 其他可行之方法

對主蒸汽管(700A)，可用人員進入清淨，但更費時與成本，對小管而言，使用此種方法以除去建廠階段所留油脂污染是不可行。

三、沖洗臨時設施的規範與安裝事宜

1、 沖洗臨時設施

鑑於核四廠的施工時序與施工後的測試時程安排，本廠認為以日本沸水式電廠的外加設施作法最適合目前的工程狀態，並與東芝公司簽約請其擔任一號機沖洗顧問。日本作法有別於過去本公司的經驗，其基本沖洗架構如圖 3 與圖 4 所示，不用系統本身的馬達泵為主要驅動動源，要用另添增設備。

2、 沖洗臨時設施規範

因外加臨時沖洗設施是本公司首次採用，所以各設備的規範是首要了解事項，這些設備如公司內已有可商量借用，如無，必然要採購，採購是要時程與預算。東芝在此行中充分提供相關設施的參考規範，供本公司參用，其中的範例如圖 5 所示。

3、 沖洗臨時設施至系統間管路的安排

沖洗的臨時設施是外加的，顯然管路由廠外連接至反應爐廠房、控制廠房與汽機廠房，必要有通路才可行，而核四機組當初在規畫上並無此預留孔，如何找到合適的連接點是當務之急。東芝與荏原公司在初步現場勘察之後已有初步構想，該兩公司人員將在 2007 年 1 月下旬再度現場勘察以作最適建議。另臨時管路與系統的連接，必然要有適當接頭，東芝與荏原公司將參考本公司的實務，於沖洗流程圖(FFD)提出時，並行提出。不夠現場安裝與減少不必要的切管，建議儘早提出為宜。至於沖洗時，永久系統設備現場的旁通或連接範例，如圖 6 所示供本公司參用。

4、 臨時設施應用疑惑的澄清

關於臨時設施在實際應用上，核四廠因是首次的，所以有些問題要澄清，如：(1)密閉循環下是否要用緩衝槽(Surge Tank)?經詢問荏原公司的經驗，表示經起動臨時設施後，調整流量與壓力後，要在臨時沖洗設備管制站監視臨時泵的進口壓力變動與流量變化，即可密封循環運轉，不必另設置緩衝槽。(2)鹼洗過程中如何將蒸汽與沖洗水加熱?荏原公司表示，在回流的管路上分支，其中一支上安裝有供蒸汽的細孔管路節上直接加熱(蒸汽插入管)，而該節的上游有向大氣噴射最好裝有消音器，如此可將不凝氣體排掉，蒸汽可直接與沖洗水作用加熱，達成水溫 60~80°C 的要求。

四、沖洗程序書的撰寫

1、 沖洗程序書的撰寫要求

符合 10 CFR 50 附錄 B Section XI 品保要求，表明美國核管會對新建核能機組的初始

測試(Initial Test)立場其中的程序書要求。依美國核能法規指引 1.68 在初始測試的規定要求作法，測試項目要提出程序書作為測試依據，施工後測試亦是其中一環不可免除。

2、 程序書的規範

關於核四廠機組機組沖洗程序書規定在初始測試行政管理(SAM)第 20 章中有所規定。就實際沖洗作業而言，以鹼洗為例，參照沖洗流程圖(FFD)主要的步驟如下：

(1)準備

- a、永久設備閥的操作
- b、臨時設備閥的操作
- c、永久設備系統的查核
- d、臨時設備系統的查核
- e、通信設備的配置與人員的配置
- d、洗淨控制室與化學分析室等的設置

(2)空氣洩漏的確認

- a、加壓操作
- b、永久設備系統的查核
- c、臨時設備系統的查核
- d、檢查與確認

(3)水壓洩漏的確認

- a、加壓操作
- b、永久設備系統的查核
- c、臨時設備系統的查核
- d、檢查與確認

(4)水沖洗(將涉及的系統分成數個段落清淨並分析水質的組合)

(5)鹼洗(如加藥的水，該水一定另排至中和槽或池；另如未加表面活性劑時，管路不必另清水再洗。)

(6)封存處理與管理

3、 日式沖洗方式在程序書撰寫上有何特徵

由於沖洗方式改採外加式設作為沖洗動力源，所以在程序書的書寫方式應作適當調整以反映實況。首先是臨時設施的運轉作業，此方面可用獨立的程序書加以管

理，如涉及此方面可套用，一般的程序書以沖洗永久設備與管路為主軸。第二是沖洗作的程序是多步驟的，不易以傳統的查閱方式如初始閥位和最終閥位的簡易敘述加以表達，所以日本是以列表來表達每一進行步驟中的閥位狀態，極易查核與了解變更的閥，此項宜在採納的 16 主要沖洗層面(Phase)中應用。至於未歸類在 16 個主要沖洗層面的系統或 16 個層面的子系統，則應可參考使用，以利程序書表達清晰、易於執行而不易導致人員作業疏失為最高原則。第三是沖洗中不少的設備要臨時拆解的設備如限流器等，回裝之後要再沖洗，以建立正常水質等，也應明列之。

五、水質管理與處理

1、排放水的置放

關於沖洗過程中的水排放，本廠原擬規畫使用消防水槽，但兩部機的沖洗先後至少兩年以上，如一號機已運轉，屆時勢必無法使用(註:消防槽為兩部機共用的)。另消防水槽的容量固然夠，但沖洗過程中不時有沖洗的髒水流入，尚未達沉澱，水又沖入，沉澱的機能成效不大，所以東芝等人員於現場勘察後，提出另開挖水池的建議，由於言之有理，將在聯合沖洗小組內討論並提出建議。

2、水的排放與回收

鑑於環保的要求越來越嚴，所以沖洗的水至沉澱槽(池)或中和槽(池)，如回收應符合水質規範，如排放亦要滿足排放水質的標準，所以沖洗水的排放或回收已是項重要品質管理的一環。

參、國外公務之心得與感想

本次行程至研習單位是循合約管道透過東芝公司安排，此行出發前即秉持技術研習且以取經的態度，精心規劃討論議題，赴日本訓練時，東芝公司及荏原公司對本公司所提問題亦準備完整資料一一解說，並充份提供補充資料供本團攜回參考，整個行程因對方的安排與熱忱接待，得以圓滿達成公務目的。

這次的研習承蒙長官的厚愛選派出國，僅祝以最大謝意。經與廠家在沖洗作業上充分研討，望在核四廠機組的沖洗作業上能妥善完成。

此次公務心得主要可概分為「沖洗臨時設備的規範與安裝」、「鹼洗理念與作法」、「沖洗流程圖與程序書編寫」、「執行沖洗時注意事項」及「其他訊息」等五部份，以下為各部份心

得之重點摘述如下。

一、沖洗臨時設備的規範與安裝

1、沖洗臨時設備的規範和人力

日方提供沖洗臨時設備的規範供核四機組參用，此方面的規格與數量是以日本的 ABWR 的實際經驗為基礎的，非常具有實用價值。鑑於本廠的沖洗臨時除礦水將置於冷凝水儲存槽，其與臨時沖洗泵的位置很近，所以日方原規畫的傳輸泵，鑑於臨時加壓泵的進口淨正水頭夠(NPSH)，則可免用，但維持系統水源的水泵仍要有。至於日方的規範上，特別強調只要機能達成，是可彈性規畫。

日本建廠時已預先規劃管路沖洗之穿越孔(Penetration)、凸緣(Flange)接頭，臨時管數量較短易安裝。本廠無此預先規劃，臨時管安裝承包商工作人數預期將超出日本甚多(日本臨時管安裝承包商 30~60 人)。

2、沖洗臨時設備的安裝

東芝與荏原公司的人員已在核四廠作過初步的現場勘察，將在 2007 年 1 月再度進行現場勘察，以決定沖洗臨時設備的安裝與進廠房最適當路徑的決定。圖 7 與圖 8 顯示現場路徑的安排範例。

補水泵出口回至冷凝水儲存槽(CST)之最小流量(Min. Flow)管路最好為不鏽鋼，以免污染 CST 水質。

沖洗上特徵:貫穿(One-through)沖洗 — 臨時管最先沖洗，故臨時進出管路間需安裝連通閥。永久管路 One-through 清洗水量約為沖洗流程圖清洗範圍內永久管路 1 倍體積水量，初步的沖洗排出，極有助循環沖洗的進行。

循環(Recirculation)沖洗 — 正式管沖洗時流速約為 1.5~2.0 m/sec (大管子沖洗後人員需進入管內檢查)。

鹼洗(Alkaline)沖洗 — 鹼洗時流速約為 1.5~2.0m/sec 的 1/4，最重要用 T 溫度監視。

潤濕(Rinse)沖洗 — 置換之除礦水約為 FFD 沖洗範圍內管路 1~2 倍體積(含臨時管體積)(One-through 排放的髒水、鹼液排放量皆需管制，此為何需裝多組流量計與儲放原因)。

3、沖洗期間規劃

東芝與荏原公司派遣技術顧問是依沖洗時程規畫，所以日方對龍門計畫的時程管控極度關心，他們也提供類似 ABWR 機組的沖洗和試運轉時程作為龍門計畫的參考，以利整個計畫圓滿完成。至於各層面(Phase)的沖洗主要彙總程序如表 4 所示。至於汽機廠房因開立公司問題，東芝公司擬建議第 1 層面沖洗作法，將反應爐廠房與汽機廠房分開進行。

4、沉澱池與中和池

沖洗水的處置、回收或排放是環保極關切事項，如排放一定要符合環保規定，顧及沖洗水的沉澱與鹼洗水的中和事宜，日方極力表示要設置沉澱池和中和池，取代消防槽的作法更符實際的需要。

二、鹼洗理念與作法

1. 鹼洗理念

日本對建廠的設備與管路的清淨管理，已由傳統只重視除去鏽垢問題，進步提升連油脂的殘存對日後核能機組營運的影響均加以考量，所以強烈推薦鹼洗的好處與誠懇指出所要付出的代價。

2. 鹼洗作法

主要對日後運轉中會與反應爐運轉連接的主要管路及其上的設備，加阿摩尼亞沖洗，並檢視水中的含油量(1PPM)，以決定是否再加表面活性劑，將沖洗水加熱至 60~80℃，經密閉循環 4~6 小時後完成。接下來視管路的封存作法而處置。

三、沖洗流程圖與程序書編寫

1. 沖洗流程圖的劃法與規畫

為的充分理解沖洗規畫步驟的認知，研習期間，廠家指導人員與本公司人員共同以爐水淨化系統(RWCU)為範疇劃出沖洗流程圖(將原數張的管線圖(P&ID)先改成一張的沖洗流程圖)，再依鹼洗的過程中所要執行的步驟畫出沖洗管路的安排與注意事項。由演練歷程深入理解沖洗中所面臨的相關事宜，極有助於程序書的編寫。演練時日方指出他們善用電焊的承包商(負責管路銲接的完整性)，協助氣壓與水壓的洩漏檢查，並在有問題時即時處置，另有助於系統沖洗後部份銲接於兩天內完成。

關於沖洗過程東芝公司的作法於必要時旁通設備，其中最值得注意的是緊急爐心冷卻水系統的沖洗過程，在抑壓池內架設暫用管路，沖洗時不讓水留入抑壓池。

2. 沖洗程序書的編寫

東芝與荏原公司就沖洗的程序書，基本上只提供樣本一則，和沖洗流程圖，本公司再指派適當人員依初始測試行政管理手冊(SAM-20)規定，編寫適用的程序書。因日方所提供的資訊僅限 16 個層面的相關系統，而所涉及的系統基本上也不含所有涉及要沖洗的系統管路，至於未歸至 16 個層面沖洗的其他系統，如有必要亦應沖洗，則宜以核一/二廠的相關系統作為沖洗參考資料。關於閥位的排置情況，可依管路的順序，也可視同一性質歸在一群，如限流器，電動閥等分類。

四、執行沖洗時注意事項

- 1、沖洗時泵進口壓力若低於 $1\text{Kg}/\text{cm}^2$ 時，須補水以保持沖洗泵進口淨正吸水頭 (NPSH)，另補水泵需考量 One-through 水量。
- 2、最高點裝置壓力計，沖洗時壓力維持約 $1\text{Kg}/\text{cm}^2$ ，並安裝安全釋壓閥(Safety Relief Valve) 保護（視現場需求），否則低點壓力將非常大（或於泵進口裝置壓力安全閥(PSV)保護，但每一沖洗流程圖狀況不同需考慮壓力設定點）。
- 3、沖洗中不要操作永久閥（僅操作臨時管閥），以避免閥座(Valve Seat) 損壞。
- 4、更換限流孔的臨時管節需用顏色管制，以避免疏漏。
- 5、沖洗後管路應儘快復原，最好兩日內拆裝完畢，依參考圖表主蒸汽管連續吹管封存(Lay-up)至試運轉(Pre-op)，緊急爐心冷卻水系統(ECCS) 系統每星期檢查相對濕度維持 80%~60%。
- 6、回裝時若發現管內積水，用真空泵吸乾。
- 7、反應器間集水池(Sump)排放水使用能耐 $10\text{Kg}/\text{cm}^2$ 之 50A 及 80A 高壓塑膠管 (Hose)，汽機間 Sump 排放水用 150m³/hr 臥式泵。排放管需安裝止回閥與主排放管分開。

五、其他訊息

- 1、鑑於核能業務推廣非國際化不可，東芝公司(原專業在沸水式機組)首先向美國買下西屋公司的壓水式反應爐部門，並於 2006 年 12 月美國商業部長赴中國大陸訪問與談判前，成功的說服美國政府開放對中國大陸的核能發電技術移轉的管制。中國大陸將就新建的四部壓水式核能機組(浙江省三門核電廠兩部機，廣東省陽江核能廠兩部機)，由美國西屋的 AP-1000 型與法國 AREVA 公司的壓水式機組，進行核能

科技移轉與競標事宜。

- 2、英國近年來感受二氧化碳能源的壓力，已開始規畫再度建設新核能機組的計畫，而鑑於歐洲核能興建的經驗承襲問題和久未有審查新核能機組及核能安全審查人員的不足，已對美國核管會所核准的 ABWR 和 AP-1000 列為後補，將考量對 ABWR 機組興建的可行性進行檢討。此對具有實際建廠經驗的日本的日立或東芝公司是項正面鼓舞信息，日本電氣事業連合會認為是項千載難逢商機，日本評估未來 20 年將有 100 座的核能機組將興建。
- 3、關於沸水式核能機組控制棒龜裂議題，因奇異公司承造核四廠的控制棒的把手滾輪部位有潛在性龜裂顧慮(無安全問題)，如重處理費用是相當一筆數額，以現在龍門計畫所核准金額不易撥出處理。所以趁赴日之際，就近了解日方的情形，得知 1999 年在日本東海電廠的把手滾輪龜裂事宜，現在日方已沒有在大修中安排檢查。但 2006 年在福島一廠發生鉛型控制棒龜裂問題，各相關電廠有檢查鉛型控制棒狀況，基本上是在爐心照射達某一值($4.0 \times 10^{21} \text{N/cm}^2$)以上才會發生，發生的部位是控制棒的護鞘插在爐心的上部四分之一部位，而使用鉛型控制棒，僅有東芝公司的機組，日立公司承造的核島機組未使用。就 ABWR 機組而言，柏崎刈羽電廠 6 號機使用中 25 支正常(5 支新的鉛型控制棒，20 支改採 B4C 型)，用過在燃料池中的 34 支有 15 支有龜裂現象，濱岡電廠 5 號機使用中有 33 支鉛型控制棒，因照射量尚低，沒有龜裂現象。
- 4、2006 年 6 月濱岡 5 號機發生低壓汽機破損事件，經了解日本已在運轉的四部進步型沸水式機組(ABWR)的汽機，在柏崎刈羽電廠的 6 及 7 號機由奇異公司供應，濱岡 5 號機及志賀 2 號機由日立公司承製，東芝公司尚無承造紀錄。

肆、對公司之具體建議

一、及早採購尚無的臨時設備以利沖洗作業早日按規畫執行

宜早日決定管路是否鹼洗，對鍋爐、蒸汽管加熱器等是否採購有所定奪。臨時沖洗設備有部份本公司有的單位可借到使用，有些是無法找到相當的規格，關於無法尋獲的設備，鑑於採購的時程問題，宜參照日方所提的規範即早發包購買，國內有的國內採購，如部份特殊品無法採購到，應緊急因應，以利照時程進行沖洗。

二、加強沖洗臨時設施的工安管理

沖洗使用臨時設施，運作時的工安事宜應更加強管理，因管路的臨時安裝，其固定的要求無法與永久設施相比，所以在大量與快速的流動下，安全問題更引人關切。再就是第一與第二層面沖洗系統如採鹼洗，因使用加熱使水加溫至 60~80°C，而不可能另加隔熱層，人員經過這些管路燙傷的事宜更不能忽視。

三、沖洗程序書及早準備

核四廠改採日式的沖洗方式，但這種作法僅是將部份系統的大管路的沖洗方式與傳統方式不同，其他屬於這些系統的小管路，其作法與傳統並無特別不同，尤其有些有賴施工階段的安裝清淨管理；另是不屬於規畫中的 16 個層面的系統，其作法也是與傳統的作法無特別的差異。所以屬這些子系統及系統的沖洗程序書，應請相關人員依 SAM-20 規定格式，即早準備編寫，並驗證其適用性。

四、達成清淨的電廠在施工與測試階段有關管路與設備的清淨程度維持，有賴施工處與電廠的細密合作才能落實

從日本女川電廠 1 號機的落實清淨的電廠對策中，可了解清淨的電廠不是只靠沖洗管路或設備就可達成，必須有賴施工單位由材料採購開始，配合進廠與安裝的管理，再配合水壓測試後至燃料裝填間的一系列封存管理的密切配合才能達成。核四廠的設備採購大致抵定，接下是庫存的發揮、現場安裝清淨處理，再就是於施工處進行水壓測試開始的一系列封存管理，也就是移交至核四廠接手後的管理落實，希望各單位充分發揮各自的腳色，達成清淨的電廠實踐。

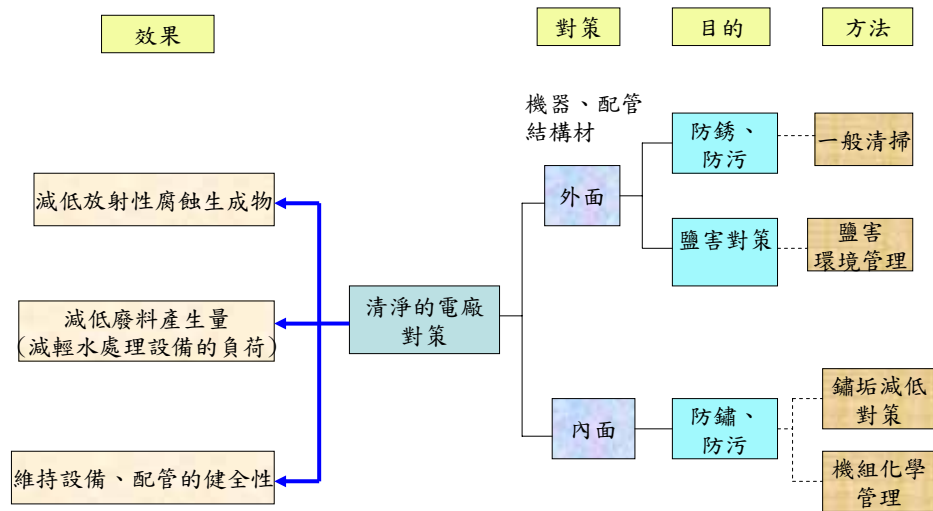


圖 1 清淨的電廠對策概念

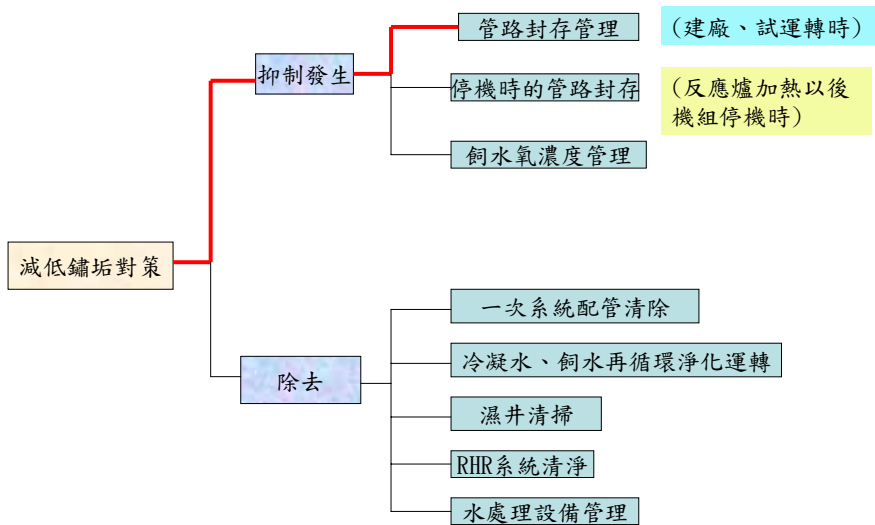
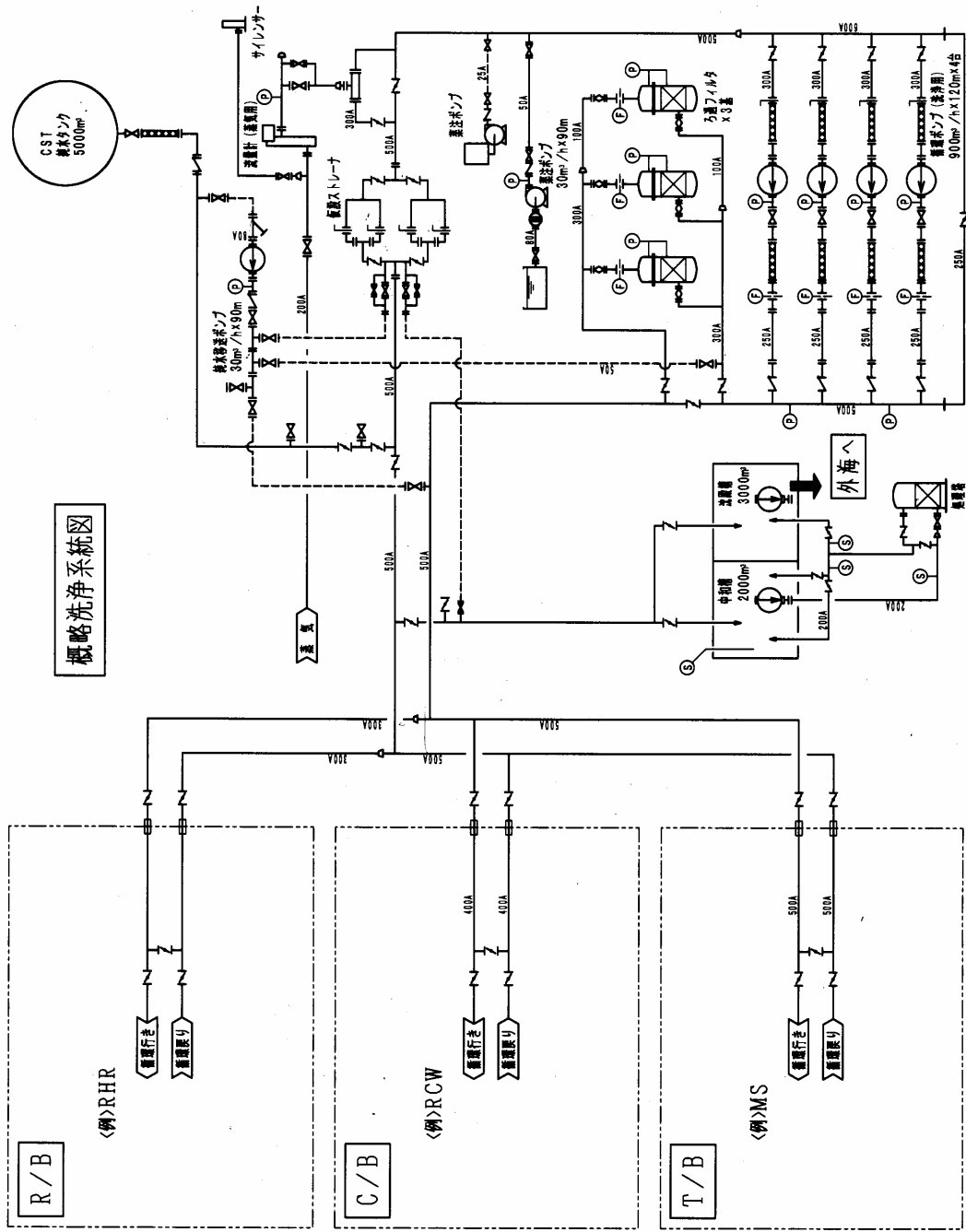


圖 2 減低鏽垢對策的概念



概略洗浄系統図

圖 3 臨時沖洗現場設備架構圖

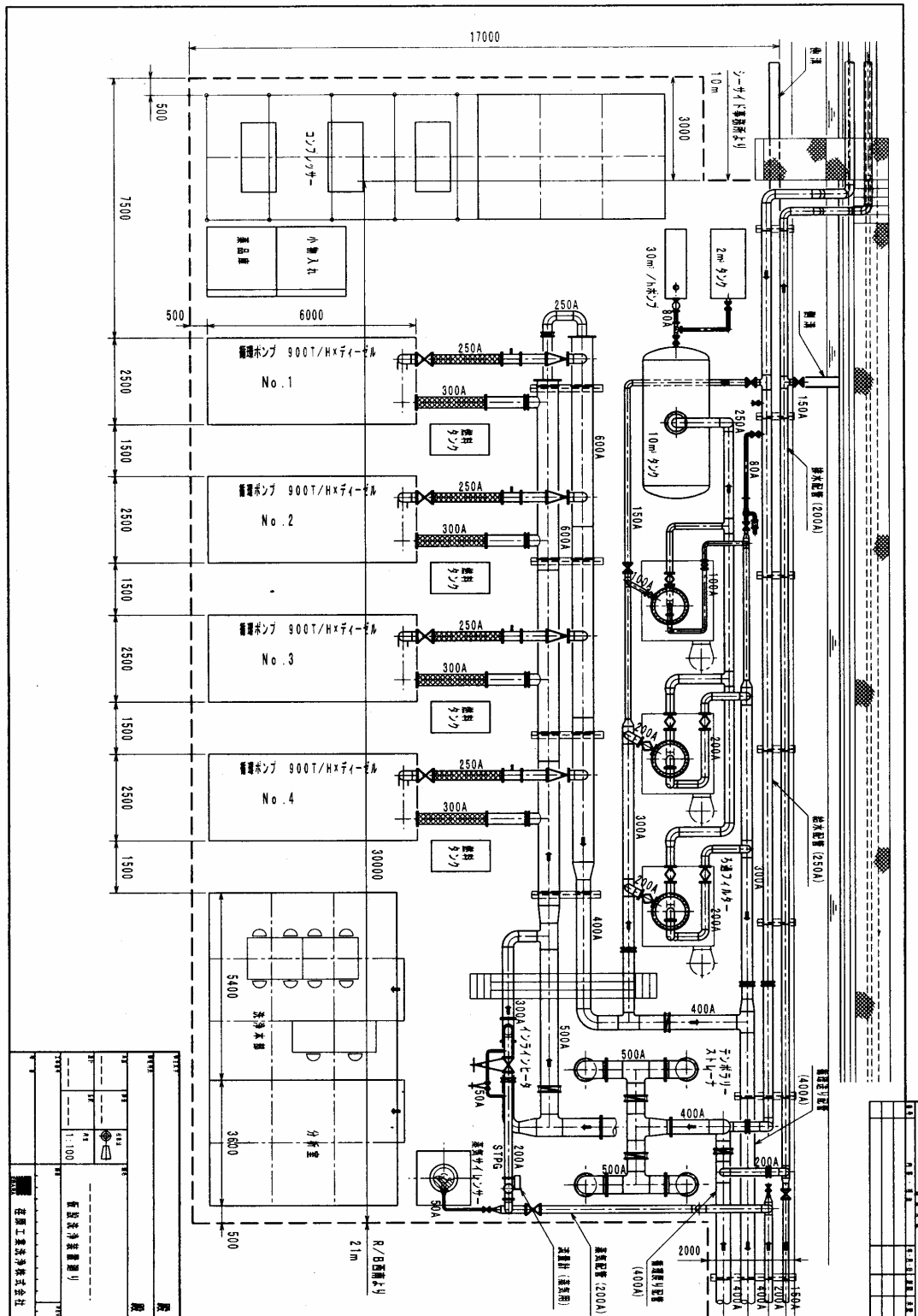
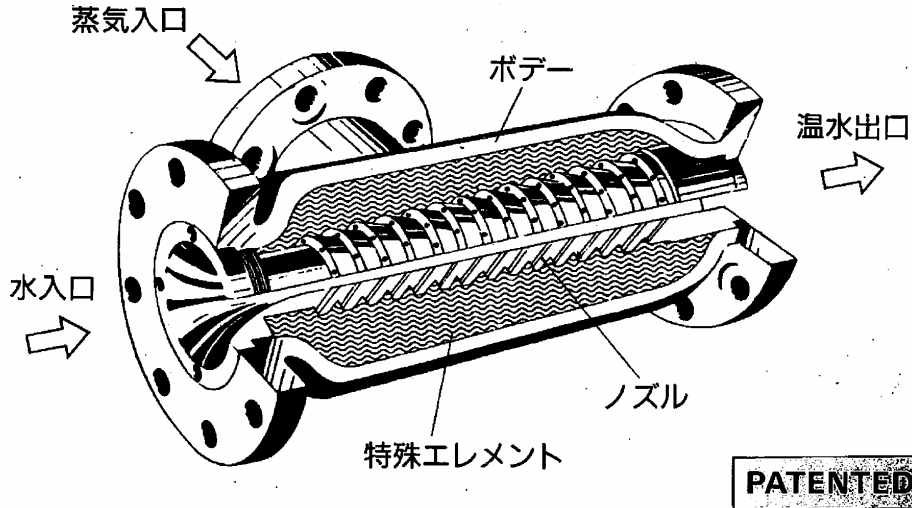


圖 4 沖洗臨時設備現場佈置概念圖

インラインヒーター-TDR-M

蒸気流量制御 0~MAX /
手動から自動制御(T.I.C)まで

ハンマリングなし!!
正確な加熱水温管理

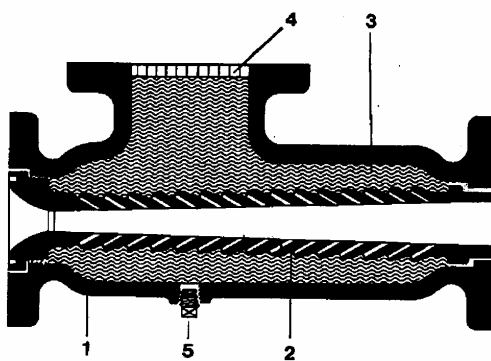


- インラインヒーターは、蒸気を管内の水等の液体に直接吹込み、加熱する液体加熱器で、従来の熱交換器のイメージを全く変えた超小型の液体加熱器です。
- 液体は中心部の水ノズルを通過中に、水ノズルに斜めに穿孔した蒸気孔より蒸気が吹込まれ、瞬時に加熱混合されてインラインヒーターから吐出されます。

- 蒸気はインラインヒーターのボデー内部に装入した特殊なエレメントを通過することにより流速を落とし更に細分された蒸気孔より吹込むので、騒音振動は全く少なく、更に蒸気調節弁・温調弁等により蒸気が自由に制御された場合でも、ハンマリングを起さず、静粛な運転をすることができます。

構造・材質

表1



No.	部品名	材質 (標準品)		材質 (32TDR以上)
1	ボデー	FC200	SCS13	STPG370
2	ノズル	SUS304	SUS304	SUS304
3	エレメント	SUS304	SUS304	SUS304
4	カバー	SUS304	SUS304	SUS304
5	ドレン栓	S25C FCMB	SUS304	FCMB

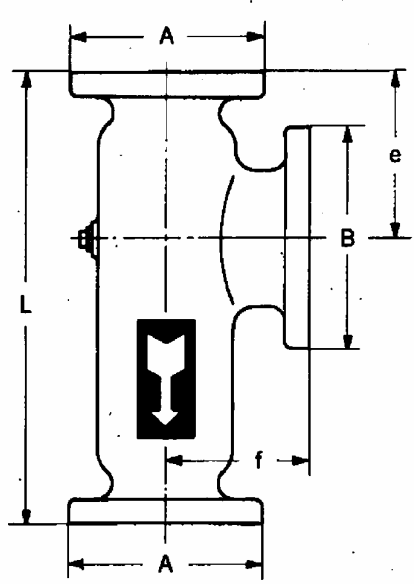
- 上記以外の様々な耐蝕材質でも製作可能です。
- 構造は予告なく変更することがあります。

図 5-1 沖洗臨時設備規範(蒸気挿入管加熱器)

型式・寸法

表2

SIZE No.	管フランジ		寸法 mm			
	A	B	L	e	f	Plug
4TDR-M	25A	25A	180	80	95	8A
6TDR-M	32A	32A	180	90	110	8A
8TDR-M	40A	40A	190	95	115	8A
10TDR-M	50A	50A	220	110	120	10A
12TDR-M	65A	65A	270	135	130	10A
16TDR-M	80A	80A	300	150	150	10A
20TDR-M	100A	100A	450	180	160	15A
24TDR-M	125A	100A	510	200	170	15A
32TDR-M	150A	*	*	*	*	15A
40TDR-M	200A	*	*	*	*	20A
48TDR-M	250A	*	*	*	*	20A
64TDR-M	300A	*	*	*	*	20A



フランジ JIS-10K FF (標準品)

- 32TDR以上は仕様に合わせて設計製作致します。(※)
- 蒸気圧・ボデー材質その他の仕様が標準品以外の場合は上記の寸法を変更することがあります。
- 本仕様は予告なしに変更することがあります。

用 途

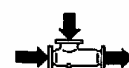
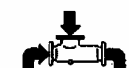


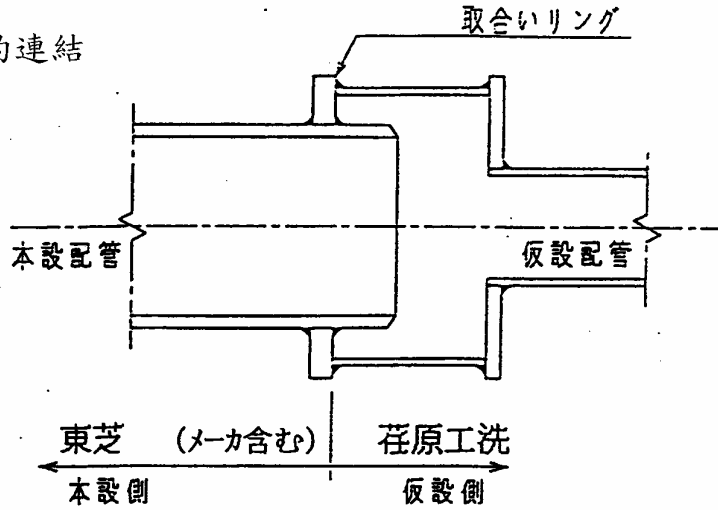
用 途	ポ イ ン ト	ページ
 <p>ONE-PASS SYSTEM</p>	液体に直接蒸気を吹込んで、配管中のインラインヒーターの吐出口で、即時、設定温度まで加熱する液体加熱器で、連続して加熱します。	4~5
 <p>RE-CYCLE SYSTEM</p>	液体を配管中で循環させながら、蒸気を吹込んで徐々に設定温度まで加熱し、更に熱交換用として循環を続けて加熱します。	6~7
 <p>暖房給湯用</p>	水を配管中で循環させながら、常に設定温度を維持することができます。配管は従来の方法と同様に考えて載って使用できます。	8~11
 <p>液 / 液ミキサー 空気・ガス/液ミキサー</p>	液体と液体を混合して、所定の液温・液量に調整吐出します。 液体にガス又は空気を吹込み、混合吐出します。	14

圖 5-2 沖洗臨時設備規範(蒸汽插入管加熱器)例

本設機器、配管との取合い形状

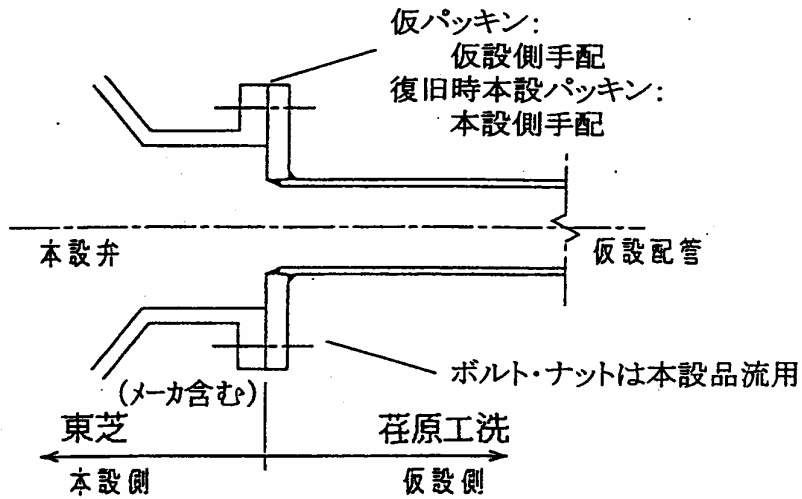
1. 配管溶接取合い

配管銲接處的連結



2. 弁との取合い

閥的連結



3. 配管フランジ取合い

配管凸縁的連結

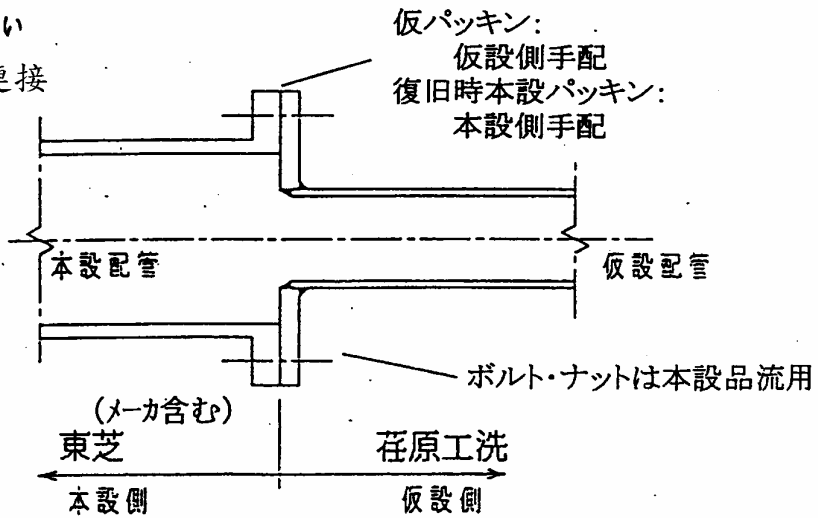


圖 6 沖洗時現場系統永久設備旁通或連接範例

< B台 復設配管工十圖 >

檢討用

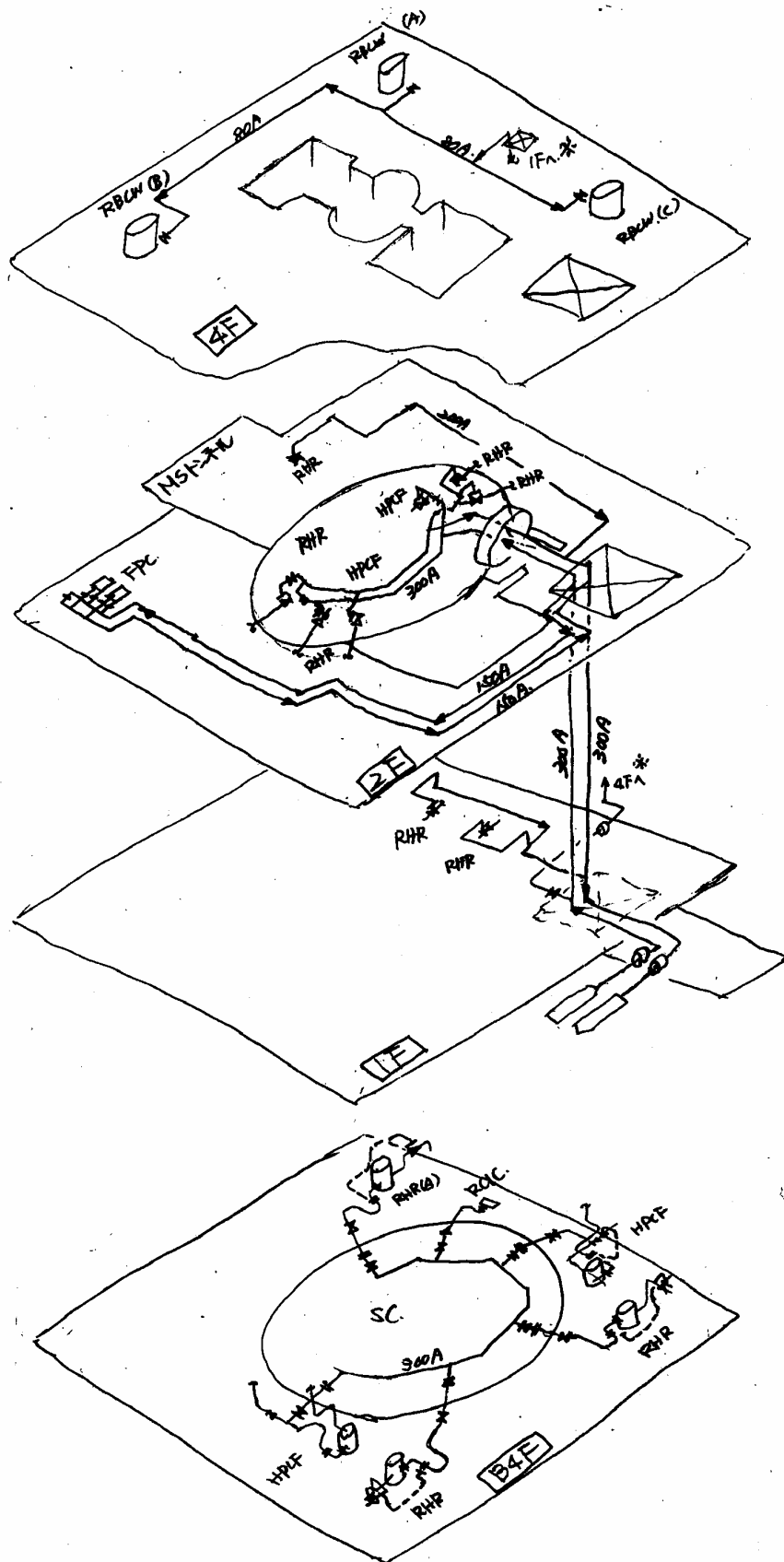


圖 7 反應爐廠房沖洗管路第一層面(Phase1)佈局構想圖

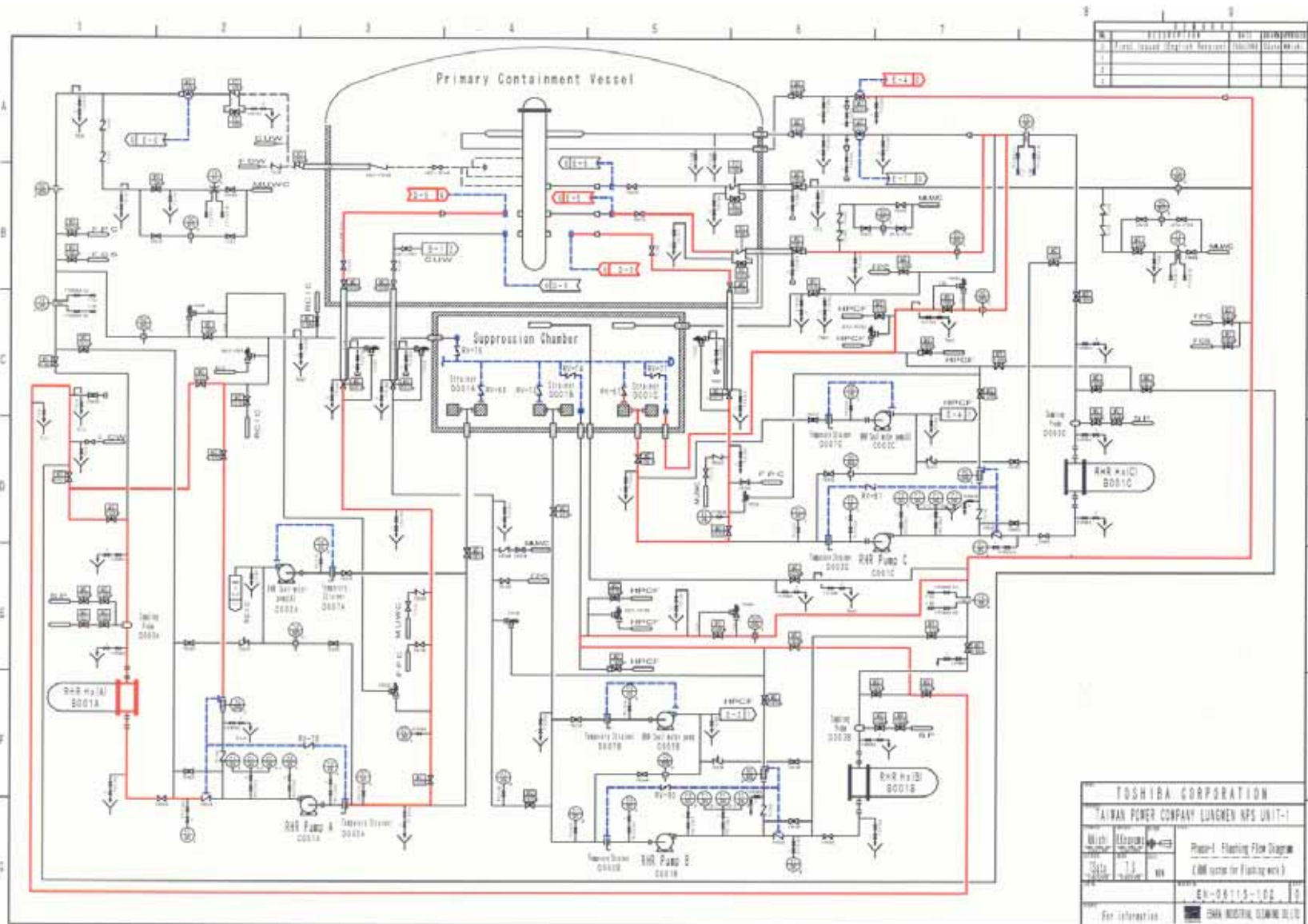


圖 8 緊急爐心冷卻水系統沖洗流路圖

洗淨対象系統名称 (ABWR)

Flushing Phase No.	System Name		
1	復水系	Condensate Water System	C
	給水系	Reactor Feed Water System	FDW
	主蒸気系(タービンバイパス系含む)	Main Steam System	MS
	補助蒸気系	Auxiliary Steam System	AS
	余熱除去系	Residual Heat Removal System	RHR
	高圧炉心注水系	High Pressure Coolant Injection System	HPCF
	原子炉隔離時冷却系	Reactor Core Isolation Cooling System	RCIC
	湿分離加熱系	Moisture Separator and Heater System	MSH
2	原子炉冷却材浄化系	Reactor Water Cleanup System	CUW
3	抽気系	Extraction Steam System	ES
	給水加熱器ドレン系	Heater Drain System	HD
	給水加熱器ベント系	Heater Vent System	HV
4	タービン機器冷却水系	Turbine Building Closed Cooling Water System	TCCW
5	原子炉機器冷却水系	Reactor Building Closed Cooling Water System	RCCW
6	非常用空調機器冷却水系	Heating Ventilating Cooling Water System	HECW
7	常用機器冷却水系	Heating Ventilating Normal Cooling Water System	HNCW
8	所内温水系	Hot Water and Heating System	HWH
9	燃料プール冷却浄化系	Fuel Pool Cooling And Filtering System	FPC
10	サプレッションプール浄化系	Suppression Pool Cleanup System	SPCU
11	ほう酸水注入系	Standby Liquid Control System	SLC
12	脱塩水系(R/B, Ax/B)	Make-Up Water System Pured	MUWP
13	補給水系(R/B, Ax/B)	Make-Up Water System Condensated	MUWC
14	放射性廃棄物(液・固体)処理設備 [RW	Radioactive Waste Drain System , Low Conductivity Waste System High Conductivity Waste System , Laundry Drain System , Storm Drain System Suspended Solid , Concentrated Waste System	RD, LCW, HCW, LD, S SS, CONW
15	CUWポンプパーズライン	Reactor Water Cleanup System Purgeline	CUW
16	原子炉冷却材再循環系	Reactor Recirc System	RRS
17	所内蒸気系	House Steam System , Heating Steam Condensate Return System	HS, HSCR

Only system piping of this table was carrying out flushing in the HAMAOKA ABWR plant, and it is considered that it should be the same also in a LUNG MEN plant.

表 2 進歩型沸水式機組建廠階段封存対策系統説明(畫線代表核四廠無此系統)

Experience of Alkaline Cleaning in BWR/ABWR

December 12,2006 Ebara Industrial Cleaning Co.,LTD.

PLANT NAME				Alkaline Cleaning spec				
customer	Power station	Type	Name	TSP	N2H4	NH3	surfactant	
Tokyo Electric Power Company	Fukushima Daiichi NPS	BWR	1F-1	5,000 ppm	-	-	500 ppm	
		BWR	1F-2	5,000 ppm	-	-	500 ppm	
		BWR	1F-3	5,000 ppm	-	-	500 ppm	
		BWR	1F-4	5,000 ppm	-	-	500 ppm	
		BWR	1F-4	5,000 ppm	-	-	500 ppm	
		BWR	1F-5	5,000 ppm	-	-	500 ppm	
	BWR	1F-6	5,000 ppm	-	-	500 ppm		
	Fukushima Daini NPS	BWR	2F-1	-	-	100 ppm 5)	-	250 ppm
		BWR	2F-2	-	-	100 ppm	-	250 ppm
		BWR	2F-3	-	-	100 ppm	-	250 ppm
		BWR	2F-4	-	-	100 ppm	-	250 ppm
	Kashiwazaki Kariwa NPS	BWR	KK-1	-	-	100 ppm	-	250 ppm
		BWR	KK-2	-	-	100 ppm	-	250 ppm
		BWR	KK-3	-	-	100 ppm	-	250 ppm
BWR		KK-4	-	-	100 ppm	-	250 ppm	
Chubu Electric Power Co.,Inc.	Hamaoka NPS	BWR	H-1	5,000 ppm	-	-	500 ppm	
		BWR	H-2	5,000 ppm	-	-	500 ppm	
		BWR	H-3	-	-	100 ppm	-	250 ppm
		BWR	H-4	-	-	100 ppm	-	250 ppm
		ABWR	H-5	-	-	-	50-75 ppm 6)	NON INJECTION
Tohoku Electric Power Co.,Inc.	Onagawa NPS	BWR	O-1	-	-	100 ppm	-	250 ppm
		BWR	O-2	-	-	100 ppm	-	250 ppm
		BWR	O-3	-	-	100 ppm	-	NON INJECTION
	Higashitouri NPS	BWR	A-1	-	-	-	50-75 ppm	NON INJECTION

Remarks:

- 1) Alkaline Operation condition Temperature 60 to 80 ° °
 Recirculation : 4 to 6 hrs
 Turbidity : to be saturated
 Surfactant : be added when oils and fats >1 mg / liter

2) TSP:Trisodium phosphates

3) N2H4:Hydrazine

4) NH3:Ammonia

5) A lot of rinse water is required after alkali cleaning processing. Also,TSP waste water is difficult for the drainage treatment.

Remains TSP has the potential which promotes the corrosion of stainless steel. Therefore, it changed into Hydrazine from TSP.

6) Hydrazine has carcinogenic and higt COD(chemical oxygen demand). Therefore, it changed into Ammonia from Hydrazine.

表 3 東芝公司承造的沸水式核島區機組的鹼洗實績

Table of Flushing Procedure in each Phase

System	Procedure										
Phase-1	Air Test	→	Hydro-test	→	Water flushing	→	Alkaline cleaning	→	Water rinse	→	Lay up
Phase-2	Air Test	→	Hydro-test	→	Water flushing	→	Alkaline cleaning	→	Water rinse	→	Lay up
Phase-3	Air Test	→	Hydro-test	→	Water flushing	→					Lay up
Phase-4	Air Test	→	Hydro-test	→	Water flushing	→					Lay up
Phase-5	Air Test	→	Hydro-test	→	Water flushing	→					Lay up
Phase-6	Air Test	→	Hydro-test	→	Water flushing	→					Lay up
Phase-7	Air Test	→	Hydro-test	→	Water flushing	→					Lay up
Phase-8	Air Test	→	Hydro-test	→	Water flushing	→					Lay up
Phase-9	Air Test	→	Hydro-test	→	Water flushing	→					Lay up
Phase-10	Air Test	→	Hydro-test	→	Water flushing	→					Lay up
Phase-11					Water flushing	→					Lay up
Phase-12					Water flushing	→					Lay up
Phase-13					Water flushing	→					Lay up
Phase-14					Water flushing	→					Lay up
Phase-15					Water flushing	→					Lay up
Phase-16					Water flushing	→					Lay up
Phase-17	Air Test	→	Hydro-test	→	Water flushing	→					Lay up

表4 各階面沖洗階段要点彙總表

(注) アルカリ洗浄時に界面活性剤を使用しない場合、水洗は行わない。