

# 核四廠二號機鋼筋混凝土包封容器

## EL+600~2850mm 混凝土澆置專案視察報告

原子能委員會核能管制處

中華民國九十三年十月十三日

# 目 錄

壹、前言 .....	1
貳、工程概要說明 .....	2
參、澆置計畫說明 .....	2
肆、混凝土澆置前視察 .....	3
伍、混凝土澆置中視察 .....	5
陸、混凝土澆置後視察 .....	8
柒、綜合結論 .....	11
附圖 .....	13
附件 .....	21

# 核四廠二號機鋼筋混凝土包封容器 EL+600~2850mm 混凝土澆置專案視察報告

## 壹、前言

核四廠各工程主要結構以鋼筋混凝土為主，其結構具有不可更換之特性，因此混凝土澆置作業品質的良莠成為該結構品質的關鍵。本會基於職責，對核四工程土木結構作業，自核發建廠執照起，便列為重點管制項目，曾先後邀請學者專家（包括台灣大學陳振川教授、台灣科技大學黃兆龍教授、中央大學林志棟教授、台灣大學高健章教授及台北科技大學林利國教授）辦理三次土木結構相關之專業團隊視察。除此之外，為讓混凝土澆置視察制度化，本會於九十一年九月二十七日即完成「混凝土澆置作業視察導則」之編定，作為執行土木施工作業之混凝土品質視察之依據及參考。

鑒於核四廠反應器廠房結構工程中之圍阻體（Containment）為核能電廠特殊安全設施之一，用來包封整個蒸汽供給系統，防止可能之核子事故後分裂產物或放射性物質的外洩，使其除具原有的結構功能外，並兼具屏蔽與壓力界限作用。因此，鋼筋加強混凝土包封容器牆（Reinforced Concrete Containment Vessel Wall 簡稱 RCCV Wall）實為核四重要之結構體，故本會於九十三年五月二十一日配合二號機 RCCV Wall EL+600~2850mm 混凝土澆置時程，對該結構物展開專案視察。整個混凝土澆置作業品質視察作業採全程視察方式，依作業特性分為澆置前、澆置中及澆置後等三階段，視察執行方式包括文件審查與現場巡查。

## 貳、工程概要說明

核四廠採用進步型沸水式反應爐（簡稱 ABWR），其鋼筋加強混凝土包封容器牆在此設計中，屬一次圍阻體系統（簡稱 PCV）。設計上其安全功能需能承受最嚴重設計基準事故所造成之溫度及壓力，並維持其完整性，以限制分裂產物的外釋，使廠外的輻射劑量低於管制定值，亦即在發生喪失爐水事故（LOCA）時，能防止放射性物質外洩，以確保廠界外人員之輻射劑量不超過美國聯邦法規 10CFR100 之規定。因此，PCV 內面係以不鏽鋼板內襯來形成氣密性，其本體為牆厚二公尺並以 18 號鋼筋為主筋及採用高強度混凝土（5000psi）填充之強化鋼筋混凝土牆，整體結構為外徑 33 公尺、牆厚 2 公尺、高 31.7 公尺，高程位置則在 EL-8200mm~+23500mm 間之大型桶狀之強化鋼筋水泥且與反應器廠房合為一體之結構體。

## 參、澆置計畫說明

核四廠反應器廠房結構工程係以鋼筋混凝土構造為主要結構，目前工程進度已完成基礎、地下三樓頂版及地下一、二樓內外牆的施作。RCCV Wall 的施工配合其週邊之隔間牆（Partition Wall）及相關立柱、樓版等需與 RCCV Wall 共構而同時澆置，乃分割成十五升層依序施工澆置混凝土。本次視察範圍即為第五升層（EL+600mm~+2850mm 之間），其澆置計畫概況如下：

- 一、澆置區域：二號機反應器廠房 RCCV Wall 第五升層。
- 二、澆置高程：EL+600mm~+2850mm。
- 三、預計澆置數量：390M<sup>3</sup>
- 四、預計澆置速率：以三部混凝土泵送車作業及一部泵送車備用，主要澆置時程約 8 小時，隨後施工縫與凸樁整理，整個澆置作業完成約需時 10 小時。
- 五、採一班制施工，每班三組，每組配置澆置工四人、外模振動機 1 台、內模振動機 2 台。

## 六、混凝土配比設計

本次混凝土澆置作業之混凝土配比編號為 D11-19-21-F15-C 之強塑性混凝土，主要設計資料如下表：

設計齡期	抗壓強度	坍度	粗骨材最大粒徑	混凝土溫度上限	單位重
91 天	5000psi	21±1.5 cm	19 mm	21	2.243t/m <sup>3</sup>

## 肆、混凝土澆置前視察

為避免在實際澆置時發生不預期狀況，因此事前的準備工作便相形重要，相關之事項包括：1.現場模板、鋼筋、設備、配管及埋件等固定、支撐、防止變形之施工品質；2.澆置前現場準備與整理，包括施工機具、出工人數、防雨、照明，並完成所有材料試驗審查及各項現場施工品質檢驗等（施工規範 3C & 3F、ACI 301）。此部份之現場視察情形，摘述如下：

### 一、現場巡視

原能會於去年（九十二年）十一月份中旬組成土木結構專業團隊視察，在巡視一號機反應器廠房 RCCV Wall 所組立的 18 號鋼筋時，發現鋼筋在穿越管件或通道設備處形成斷筋，端頭安裝錨錠接頭加工取代規範規定之 90° 標準彎鉤的錨錠長度。由於錨錠接頭使用於 18 號鋼筋上的案例在國內、外均不多見，以及圍阻體牆設計上的考量，學者專家亦提出多項疑問，本會乃於九十二年十一月二十七日以 LM-會核-92-40-0 備忘錄（附件一）要求台電公司澄清設計與錨錠接頭使用之相關疑義。但本案台電之答覆說明屆至核四廠二號機 RCCV Wall 第五升層於五月十二日準備進行澆置混凝土時，仍未完成澄清事項，而此升層本會派員進行澆置前查證時，亦發現有施工凸樁尺寸不足問題（如圖一），乃併同 RCCV Wall 設計與機械式錨定之相關疑義發出 LM-會核-93-15-0 備忘錄（附件二），請台電公司於混凝土澆

置前完成 LM-會核-92-40-2 備忘錄之說明。

本案經台電公司五月十四日及五月十八日兩度由核技處會同奇異設計公司及清水建設相關人員來本會說明有關 RCCV Wall 設計之相關疑義後，部分重要事項已初步獲得釐清，乃同意台電公司先行澆置核四廠二號機 RCCV Wall 第五層部分（附件三），其他部分則仍請台電公司儘速提供相關細部資料並辦理 LM-會核-92-40 備忘錄之結案後，再繼續進行混凝土澆置。

其他現場作業檢查包括模板、鋼筋、配管及埋件等固定、支撐作業品質；審核澆置計畫中品管、澆築、搗實及其他作業人員之出工情形；振動機及備份、照明設備、覆蓋帆布、防雨棚架（如圖二）；澆置面及舊混凝土面清潔檢視等，在台電龍門施工處通知五月二十一日正式澆置混凝土時，本會視察人員再到現場確認，原發現萬向接頭帽蓋脫落（如圖三）或破損、少部分鋼筋表面有水泥漿噴附、剪力筋排列不均勻及施工凸榫尺寸不足等缺失均已更換及修補完成（如圖四），整體上大致符合規定。

## 二、文件審查

澆置前作業除上述之現場查核外，尚包括澆置前現場施工作業檢驗紀錄審查、材料試驗審查、混凝土材料料源查證、各單位品管人員（施工處、新亞及信南等）資格與訓練情形，查證情形如下：

- (一)依施工說明書第 1.5.3.2 規定，應依照核准之澆置計畫確實施工，經審查第一版澆置計畫，已有多項內容與現況不符，經查證澆置計畫第二版於同意澆置後五月十八日發行，內容已做修正，不足部分亦完成改善作業，符合施工說明書規定。
- (二)抽查檢驗表編號龍施土 022-C-147-VII-215、224A、229、241 等表之二號機反應器廠房 RCCV Wall 埋件安裝檢驗 EL-1700~+4800，經詳細查證測量紀錄、測量數量及安裝誤差值，除少部分檢測誤差值接近誤差上限檢驗標準（ $\pm 40\text{mm}$ ）外，整體

檢測結果良好，符合安裝之各項施工要求。

(三)抽查檢驗表編號龍施土 022-C-087-VII-010 之鋼筋材質檢驗，檢驗項目包括審查出廠品質檢驗報告、數量、外觀尺寸、取樣試驗（包括物理性質、化學成分、非水淬鋼筋檢驗）、無輻射污染證明、材料標示及管制等，均依照檢驗標準檢驗，例如：以巨觀金相分析為非水淬鋼筋；無輻射污染證明除文件證明外，實測值均小於  $0.5 \mu\text{Sv/hr}$  之規定值；化學成分分析之磷含量小於 0.075 % 上限值等，符合 ASTM A615 Gr60 ASME SEC. III DIV.2 CC2300 及 ACI 349 之規定。

(四)抽查編號龍施土 022-C-177-VII-030 之  $0^\circ$  &  $180^\circ$  Diagonal 18 號斜筋萬向續接器（56 只）加工後檢驗表，檢驗項目包括續接器操作人員資格、加工、取樣試驗及試驗結果審查等，均依照檢驗標準檢驗，符合 ASME SEC. III DIV.2 CC4333.4 規定，試驗結果（取樣 5 支）則符合 ASME SEC. III DIV.2 CC4333.5 Continuing Splice Performance Test 規定，於鋼筋處斷裂，斷裂時強度大於降伏強度 7500psi 及極限強度 9000psi 之規定。

## 伍、混凝土澆置中視察

本作業主要工作項目包括：1. 混凝土供應及運送至澆置位置品管執行情形；2. 混凝土品質控制之試體取樣試驗作業情形；3. 混凝土澆置過程施工品質執行情形；4. 以上作業人員之資格及現場品管情形。

### 一、混凝土供應材料及運送品管執行情形

(一)依龍門施工處 LMP-QLD-018 混凝土製造品質管制作業程序書規定，信南拌合場於澆置前及澆置中應完成粗、細粒料篩分析、粒料篩分析混合比例試驗、粒料內小於試驗篩  $75 \mu\text{m}$ （#200 篩）含量試驗及粒料表面含水率試驗等報告表，且取樣頻率依龍門施工處 LMP-QLD-026 混凝土材料檢、試驗管制作業程序書規定，依 ASTM C136 之試驗頻率為每  $750\text{m}^3$  或粒料來源有變動時取樣試驗

一次(隔日則取樣頻率重新計算),經查證本日共澆置 493 m<sup>3</sup>(本區塊澆置量佔其中之 397 m<sup>3</sup>),區塊澆置作業於五月二十一日下午開始進行澆置,當日上午 9:30 已進行出料前粗、細骨材取樣試驗,因總澆置量未達 750m<sup>3</sup>,故未進行第二次取樣分析,取樣之各項試驗結果均於初驗時即符合規定。

(二)依施工規範及程序書規定,當一批混凝土自混合水加入後,應於 90 分鐘內灌置完畢,經現場查證混凝土品管管制站之混凝土發料單及其簽收紀錄,均於 90 分鐘內澆置完畢,大致花費時間在 20 至 30 分鐘即澆置完畢,整體時程掌控良好,但簽收紀錄顯示品管人員簽收均採事後統一簽名,不符品管程序,本項經本會以注意改進事項 AN-LM-93-006 第七項(附件四)要求施工處改善,經查證,本項要求施工處已落實執行中,符合品質管控要求。

## 二、混凝土品質控制之試體取樣試驗作業情形

依龍門施工處 LMP-QLD-018 混凝土製造品質管制作業程序書規定,信南拌合廠於首次混凝土產製時或產製期間均需抽樣隨機做混凝土坍度、溫度、空氣含量、含氯量及單位重等試驗,以查證配合材料是否正確。另,現場則依規定於現場隨機檢驗混凝土品質,包括坍度、溫度、空氣含量、含氯量及單位重等,其頻次則為 37.5m<sup>3</sup> 取樣一次,低於規範之 100m<sup>3</sup> 之規定,在未確認符合前不得澆置,如不合格則品質控制員於混凝土發料單上簽註廢棄原因,並廢棄該車混凝土。以上要求經現場查證(如圖五~七),情形如下:

(一)坍度為 19.5~20.5 cm,符合 21± 1.5 cm 規定值。

(二)混凝土溫度 17~18 ,符合溫度上限 21 之規定。

(三)含氯量 0.031~0.038 kg/ m<sup>3</sup> 符合 GE 核島區混凝土技術規範規定,混凝土氯離子含量必須小於 0.2 kg/ m<sup>3</sup> 之規定值,(非核島區部份則依 CNS 3090 規定,鋼筋混凝土所處環境須作耐久性考慮者,其混凝土氯離子含量僅需小於 0.3 kg/ m<sup>3</sup> 規定值)。



(四)單位重為 2341 kg/ m<sup>3</sup> 左右,滿足供放射性屏障使用之單位重 2243 kg/ m<sup>3</sup> 下限值規定。

### 三、混凝土澆置現場施工品質執行情形

(一)混凝土供料至現場時,依 ACI 304 2R-4 Manual of Concrete Practice 規定須先以水泥砂漿潤管,在出口處則以廢料槽裝載後運離廢棄,現場查證三組管線,每管均打入 1 m<sup>3</sup> 之砂漿,並以吊車運離或直接傾洩於空地整地處理,作業情形符合規定(如圖八~九)。

(二)依施工說明書及澆置中程序書規定,現場澆置相關要求包括:

1. 一次澆置高度以不超過 50 cm 之原則。
2. 混凝土落下高度不得超過 1.8 m。
3. 振動棒之振動應保持近似垂直及有系統的振動,防止粒料分離,不得振動模板、鋼筋及預埋件,插入點與點間距約 40 cm。
4. 澆置一氣呵成不可間斷,不得有冷縫情況發生。
5. 搗實程度以振動聲音無變化,表面組織成均勻時停止振動搗實,以免發生骨材分離現象,估計搗實時間在 5~15 秒間為正常。
6. 搗實深度則應插入前一澆置層 15 cm 內,來聯繫二層重合,同時控制澆置速度,使插入前一澆置層內時,混凝土應仍在塑性狀態內,與新澆置混凝土成為一體。

以上各項規定,經現場查證第一項由混凝土澆置計畫之混凝土澆置升層圖,澆置厚度 2.25 M 應分五次澆置,但該計畫對分層澆置之執行程序未明確說明,因此現場實際施工靠工程師及品管人員管控進行,現場巡視時,管控執行情形尚可,但缺乏科學方式管控進行,則略為不足之處,現場混凝土搗實作業除振動棒外,並配合外模振動器振動(如圖十~十一),施工作業品質全程視察結果,施工人員的再教育及現場工程師的管理,有再加強的需要,不過整體施工情形並無重

要缺失，符合施工作業品質要求。

#### 四、以上作業人員之資格及現場品管情形

(一)現場品質管制作業人員包括：

1. 信南拌合場之混凝土取樣品管人員
2. 現場品質控制員（混凝土品管及現場施工品管）
3. 混凝土控制檢驗員及現場施工檢驗員
4. 施工單位之品管人員

(二)經查證各項工作之品管人員資格大多數均符合台電 NSD-PE-2.1-T 核能工程檢驗人員之考訓及資格銓定程序書要求，完成銓定符合要求。

以上各項作業情形除現場澆置部份尚有加強空間外，整體而言各項品質管制作業情形良好。

#### 陸、混凝土澆置後視察

本作業主要工作項目包括：1. 混凝土澆置完成面處理；2. 混凝土養護及修補作業情形；3. 混凝土抗壓試體強度試驗結果查證。

##### 一、混凝土澆置完成面處理

(一)依設計圖 3113-0UUU-S5001 規定牆面施工縫需設置高 5 cm 之施工凸樁，經本會視察員於六月一日現場查證，施工凸樁尺寸符合規定（如圖十二）。

(二)另，在混凝土表面之處置及鋼筋表面處理，依施工規範及說明書之規定，混凝土表面應粗糙打毛，表面至底部應有至少 1/4 英吋的波幅粗糙面且骨材外露，鋼筋表面應潔淨，無混凝土附著。查證結果澆置後混凝土表面在終凝前已採高壓噴水清洗表面混凝土乳沫，露出粗骨才，作業情形及品質符合標準（如圖十三）。

##### 二、混凝土養護及修補作業情形

(一)混凝土澆置完成後之養護工作依施工說明書 5.3.8 及施工規範 3G.3，新混凝土的養護與保護應符合 ACI 301 第 12 章規定，混凝土養護至少七天以上，並採取適當遮陽等防護措施。

(二)經現場查證澆置完成後首日即進行混凝土養護作業，且防雨遮護棚架亦未拆除，符合前述要求。另，查證澆置後檢驗表，作業程序經施工處確認符合規定要求。

(三)六月一日現場查證時，發現 RCCV Wall 與內牆交接處，有水泥砂漿修補作業情形，查證為施工圖編號 31113-OUUU-S5005 C-8-2 圖中之施工縫，視察發現如下：

- 1.該施工縫依圖示為 30 mm x 30 mm 斷面，現場施作尺寸不一，部分改變為三角形斷面（如圖十四）。
- 2.圖示施工縫設置位置為 RCCV Wall 與內牆交接角落處，現場施工則部分設置偏離角落位置，應評估對設計功能是否造成影響。
- 3.部分內牆在與 RCCV Wall 交接處，有埋板安裝在內牆上，致施工縫無法施作，不符合施工圖要求。
- 4.二號機 RCCV Wall EL600~2850mm 之該施工縫，大部分已完成水泥砂漿填補施工（如圖十五）。

依「混凝土澆置後檢驗作業程序書」6.6.1 規定混凝土面修補時，應查證蜂窩或缺陷是否已鑿除至堅實面，表面清除程度及是否潤濕，粘結及修補材料是否符合規定要求 等等，經查證該修補作業前未進行相關檢驗，該作業是否符合混凝土澆置前或混凝土修補作業程序書之品質管制與檢驗之規定，以及設計上考量是否周延，實有澄清之必要。故本會即於六月四日開立編號 LM-會核-93-17-0 視察備忘錄（附件五），請施工處就結構設計與施工相關疑義，提出澄清與說明，本會將配合駐廠等相關視察作業，查證改善作業執行情形。

### 三、混凝土抗壓試體強度試驗結果查證

(一)依龍門施工處 LMP-QLD-018 混凝土製造品質管制作業程序書規定，混凝土澆置後依序須完成以下事項：

1. 混凝土出料完成後，拌合場承包商須將出料配比、時間、數量等記錄於混凝土控制日報表及控制試驗報告表。
2. 現場製作試體於製作時間後  $24 \pm 8$  小時內送至甲方養生室養生。
3. 品質課依規定齡期，會同相關單位進行壓驗試體，並將壓驗結果記錄於抗壓強度試體報告表。

(二)現場查證混凝土試體點收、編號，送施工處(甲方)養生池養生，由施工處品質課品管人員管控下執行，信南品管員進行過程順暢且熟練，顯現其品管程序品質良好。

(三)審查混凝土製造通知單編號：C022-CIV-034-VII-119 之混凝土控制日報表及 7 天、28 天與 91 天齡期之混凝土圓柱體抗壓強度試驗報告，審查結果如下：

1. 混凝土出料總數量  $397.5 \text{ M}^3$ ，無廢棄情形發生，依程序書之取樣頻率規定，須取樣試體數 6 組，實際取樣試體數組符合 ASTM C39 C31、C172 規定，以每  $75 \text{ M}^3$  取樣一組(每組六顆，7 天、28 天及 91 天齡期各試驗兩顆)，進行坍度、溫度、含氯量、空氣含量、單位重等試驗。其他包括坍度及溫度則採倍數次取樣並現場試驗，共取樣 12 次，符合每  $37.5 \text{ M}^3$  取樣試驗一次之規定。
2. 試驗(如圖十六)結果強度部份，7 天齡期抗壓強度估計應達設計強度三分之二(3333psi)，實際強度在 1800 至 2200psi 之間，平均低於估計強度許多，變異性稍大，但追蹤 28 天齡期抗壓強度則在 4300psi 左右，仍未達設計強度值 5000psi 規定。再查證設計齡期 91 天之試體抗壓強度情形為 5000~5300psi 之間，強度最低為 5082psi，雖未超過設計值許多，但仍符合設計規範要求。破壞形式均屬正常之三、四類破壞模式。

3. 因前項與設計值接近情形，進一步查證 RCCV Wall 其他升層已澆置混凝土試體試驗情形，發現有少部分強度低於設計強度值情形，對此情形施工處已進行試體拍照紀錄及初步分析，但無具體結論，鑒於變異偏差情形已較以往小，品控情況良好，可能係保守度降低，已建議在確定問題（少部分低於設計強度）前，提高強度設計保守度，以降低試體強度低於設計強度之發生頻率。
4. 其他試驗項目均為取樣現場試驗，結果符合設計資料表內規範要求之容許偏差範圍或限制值。

## 柒、綜合結論

核四廠鋼筋混凝土包封容器（RCCV Wall）在設計上屬於需具輻射屏蔽的功能，法規上需滿足 ASME Section III 的規定，其重要性可見一般。另外，依鋼筋混凝土結構與施工特性，除結構承載的功能外，並具有不可更換的性質，在在顯示了混凝土結構品質對核四廠的結構安全及維護作業有重大影響。因此，本會將核四廠混凝土結構品質之澆置作業，列為重要管制項目之一，此次即對核四廠 RCCV Wall 之混凝土澆置作業進行專案視察，並採取全程管制及重點查證方式，視察結果歸納如下：

- 一、核四廠反應器廠房 RCCV Wall 上 18 號鋼筋錨錠接頭，經本會以備忘錄 LM-會核-93-15 提出相關疑義後，部分重要事項經台電公司初步釐清後，本會始同意核四廠二號機 RCCV Wall 第五升層進行混凝土澆置作業，其他相關事項則持續依本會作業程序管制，要求台電公司儘速澄清。
- 二、前項所涉及之結構完整性測試（SIT）之現場作業品質，經本會於龍門計畫第十六次定期視察現場查證後，鋼筋計等材質及現場作業及管理情形良好，此外本會已將現場安裝作業，列為查核項目，確認現場安裝作業在混凝土澆置前的品質情形，以進一步掌握日後測試作業之可靠性。

- 三、澆置前現場之施工機具、出工人數、防雨照明，以及現場模板、埋件、設備之固定、支撐、防止變形等施工品質作業情形，均符合作業程序書規定。
- 四、澆置前各項材料審查、施工檢驗及料源查證等情形，經抽查結果均符合施工規範要求。
- 五、澆置中混凝土品控作業自混凝土出料開始，到現場取樣、澆置、編號管理、壓驗試體等，品管作業執行熟練且正確，現場試驗結果亦符合規範值。
- 六、混凝土現場澆置作業，澆置計畫未實際規劃分層澆置的方式，現場分層澆置缺少管控方式，但由拆模後品質來看，並無爆模或冷縫或蜂窩情形，整體施工品質管控良好。
- 七、澆置後完成面的處理，包括施工凸樁的設置及鋼筋與混凝土表面乳沫處理，以及澆置後養護等作業，均依作業程序執行，符合施工規範要求。
- 八、已完成之 7 天齡期混凝土試體抗壓強度試驗報告，其強度雖未達設計強度三分之二（估計值），但本區塊設計齡期 91 天之混凝土抗壓強度已滿足設計強度規定，符合設計規範要求，惟與一號汽機廠房基礎實際強度（約 6000psi）高出設計強度（4000psi）達 2000psi 比較，使得本澆置區塊混凝土強度保守度較小，已建議作適度調整混凝土配比，提供足夠之混凝土強度設計餘裕。

綜合以上結論，除少部分有加強改善空間外，整體而言，混凝土澆置作業品管作業管制情況良好。本會要求澄清及改善事項，台電公司均提出澄清及改善並獲本會同意後才進行混凝土澆置作業，其他仍有少部分待澄清及追蹤事項，本會將進一步追蹤查證辦理情形，確保核四建廠安全品質，落實本會安全管制之目標與責任。



圖一：施工凸樁尺寸不足情形



圖二：遮雨棚及帆布架設防護情形





圖三：萬向接頭帽蓋脫落情形



圖四：施工凸樁尺寸改善後情形





圖五：混凝土澆置出廠前取樣試驗情形



圖六：混凝土澆置中現場取樣試驗情形



圖七：混凝土取樣進行坍度試驗情形



圖八：潤管水泥砂漿以廢料槽裝載運離情形





圖九：潤管水泥砂漿傾洩於空地作整地處理情形



圖十：現場進行混凝土澆置作業情形



圖十一：澆置中採用外模振動器振動情形



圖十二：澆置後表面施工凸樁尺寸符合規定





圖十三：澆置後表面潔淨骨材外露情形



圖十四：施工縫尺寸改變為三角形情形



圖十五：施工縫未檢驗表面已完成水泥砂漿修補情形



圖十六：混凝土圓柱體抗壓試驗作業情形

# 行政院原子能委員會

## 視察備忘錄

編號 LM-會核-92-40-0

日期 92 年 11 月 27 日

受文者：龍門施工處、駐龍門施工處品保小組

發文者：原能會核四專案小組

副本抄送：核能安全處、核能技術處

事由：請儘速澄清 RCCV 圍阻體施工發現的問題。

說明：本會於 92 年 11 月 13 日現場視察發現，一號機 RCCV 圍阻體的施工有下列三項問題，請儘速澄清：

1. RCCV 設計之依據係為 ASME Sec. III, Div. 2 "Code for Concrete Reactor Vessels and Containments." 1989 Edition 於其中 CC-3340 (a) 提供 Openings 設計需求，請澄清核四的 openings 是否符合法規要求，例如加厚及其他特別設計需求。
2. ASME Sec. III, Div. 2 CC-3422.1(c)(2) 說明有關 Diagonal Reinforcement 的設計需求，核四 RCCV 有否使用 Diagonal Rebar，請澄清。
3. 於 ASME Sec. III Div. 2 CC-3000 未有明顯准許使用 rebar terminators 之範例，而核四 RCCV openings 出現有使用 Rebar terminators，請澄清。

# 行政院原子能委員會

## 視察備忘錄

編號 LM-會核-93-15-0

日期 93 年 5 月 12 日

受文者：龍門施工處

發文者：原能會視察員 張國榮

副本抄送：核技處、駐龍門施工處品保小組

事由：有關核四廠二號機反應器圍阻體牆 EL.+600~2850mm 結構混凝土澆置前應澄清事項。

說明：

- 一、二號機反應器廠房 RCCV Wall EL.+600mm 位置之施工面，經本會視察人員現場視察，發現部分施工凸樞尺寸有不足情形，請儘速澄清說明並進行改善。
- 二、鑒於本會視察備忘錄編號 LM-會核-92-40-2 有關 RCCV Wall 設計及機械式錨定 ( Terminator ) 之相關疑義，尚未完全澄清結案，請於混凝土澆置前完成 LM-會核-92-40-2 備忘錄澄清結案事宜。



# 行政院原子能委員會

## 視察備忘錄

編號 LM-會核-93-15-1

日期 93 年 5 月 18 日

受文者：龍門施工處

發文者：原能會視察員 張國榮

副本抄送：核技處、駐龍門施工處品保小組

事由：有關核四廠二號機反應器圍阻體牆 EL.+600~2850mm 結構混凝土澆置前應澄清事項，如說明。

說明：

- 二、九十三年五月十四日、五月十八日台電公司核技處會同 GE 及清水建設相關人員，來會說明有關 RCCV Wall 設計之相關疑義，部分重要事項已初步獲得釐清。
- 三、旨揭混凝土澆置作業本會同意 貴處繼續施作，惟後續一、二號機 RCCV Wall EL.+2850mm 以上之混凝土澆置作業前，仍請儘速提供下列細部設計資料並辦理 LM-會核-92-40 備忘錄結案後，再繼續進行澆置混凝土作業。
  1. 請提供 GE 與清水建設針對 rebar end anchorage 之設計計算理論，並說明其間之差異性。
  2. 請提供核四廠所使用之 rebar end anchorage test data。
  3. 請提供 ABWR Prototype Structure Integrity Test 相關之技術報告資料。
  4. 請提供 RCCV Wall 牆體結構及開口部之鋼筋、埋件、穿越管件等於日本 K6 或 K7 核電廠施工照片。
  5. 請澄清 ASME Sec.III Div.2 cc3532.1.2 中 "positive mechanical anchorage" 之原意。

## 核能電廠注意改進事項

編號	AN-LM-93-006	日期	93年7月29日
廠別	龍門施工處	承辦人	張國榮 Tel : 2232-2142
<p>注意改進事項：土木結構施工作業管理(循環冷卻水系統)(承上頁)</p> <p>內容：</p> <p>七、承包商、混供股及混品股三方執行混凝土出料品質與品控確認抽查程序時，應於抽查時即於出料單上簽名並記錄時間，再另行一併簽名，不宜全部都留待澆置結束後，與其他未抽查部份之出料單一併統一簽名，而失去現場監工及確認簽名之意義。</p>			
<p>參考文件：</p>			

# 行政院原子能委員會

## 視察備忘錄

編號 LM-會核-93-17-0

日期 93 年 6 月 4 日

受文者：龍門施工處

發文者：原能會視察員 張國榮

副本抄送：核技處、駐龍門施工處品保小組、核四工程品質督導會報督導組

事由：有關核四廠反應器圍阻體牆與內牆交接處之結構設計與施工相關疑義，請澄清說明。

說明：

- 一、依施工圖編號 31113-OUUU-S5005 C-8-2 圖所示,RCCV Wall 與內牆交接處設置施工縫，請說明設計功能並澄清以水泥砂漿填縫，對日後使用是否有剝落影響品質之虞。
- 二、前項現場施作有以下發現，請澄清：
  - 1.該施工縫依圖示為 30 mm x 30 mm 斷面，現場施作尺寸不一，甚至為三角形斷面，請查證後提出說明。
  - 2.圖示施工縫設置位置為 RCCV Wall 與內牆交接角落處，現場施工則部分設置偏離角落位置，請評估對設計功能是否造成影響。
  - 3.部分內牆在與 RCCV Wall 交接處，有埋板安裝在內牆上，致施工縫無法施作，請說明目前情形是否符合施工圖要求。
  - 4.巡視二號機 RCCV Wall EL.600~2850mm 之該施工縫，大部分已完成水泥砂漿填補施工，請說明該作業是否符合混凝土澆置前或混凝土修補作業程序書之品質管制與檢驗之規定。
  - 5.前項巡視作業中發現有部分施工縫似未全程設置，建請檢視所有施工縫是否依規定設置
- 三、另，針對牆面拆模後所留之蓮蓬頭孔的水泥砂漿填補作業，建議在填補前應依填補面狀況及填補砂漿之材料強度做適當要求，避免日後使用有剝落之虞。