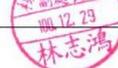
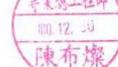


出國報告審核表

| | | |
|--|---|------------------------|
| 出國報告名稱：出席 2011 秋季 BWR Owners' Group 國際亞洲區研討會（簡報台灣核能電廠 Hardened Wetwell Vent 之強化方案） | | |
| 出國人姓名 | 職稱 | 服務單位 |
| 賴文煌 | 十二職等改善工程經理 | 第一核能發電廠 |
| 出國類別 | <input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input checked="" type="checkbox"/> 其他 <u>國際會議</u> （例如國際會議、國際比賽、業務接洽等） | |
| 出國期間：100 年 10 月 24 日至 100 年 10 月 28 日 | | 報告繳交日期：100 年 12 月 26 日 |
| 出國報告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.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備。 <input checked="" type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.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"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <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 type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他 _____ <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式： | |

說明：

- 一、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。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

| | | | | | |
|-------------|---|-------------|---|--|---|
| 報 告 人 |  | 審 核 人 | 單位  主管   | 主管處 主 管   | 總 經 理 副總經理  專業總工程師  |
|-------------|---|-------------|---|--|---|

出國報告（出國類別：開會）

出席2011秋季BWR Owners' Group國際亞洲區研討會（簡報台灣核能電廠 Hardened Wetwell Vent之強化方案）

服務機關：台灣電力公司第一核能發電廠

姓名職稱：改善工程經理 賴文煌

派赴國家：日本

出國期間：自100年10月24日至100年10月28日

報告日期：100年12月26日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：出席 2011 秋季 BWR Owners' Group 國際亞洲區研討會：簡報台灣核能電廠
針對「硬管之溼井排氣（Hardened Wetwell Vent，HWWV）之強化方案」

頁數 15 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/23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

賴文煌/台灣電力公司/第一核能發電廠/12 等改善工程經理/26385087

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：2011/10/24-2011/10/28 出國地區：日本東京

報告日期：2011/12/26

分類號/目

關鍵詞：BWR Owners' Group (BWROG) 國際亞洲區研討會/福島事件 (Fukushima Event)
/Hardened Wetwell Vent (HWWV) /USURC 美國核管單位/Stand-by Gas Treatment
Sys (SBGT)

內容摘要：(二百至三百字)

1. 本次出國任務為參加 2011 秋季 BWR Owners' Group 國際亞洲區研討會（簡報台灣核能電廠 HWWV 之強化方案）並參與討論，出國行程含往返程共計 5 日。
2. 參加會議人員共 51 人，本公司由核發處楊騰芳組長與職共同參與。本次會議主要議題有二，一是 Hardened Wetwell Vent (HWWV) 之各廠強化方案的報告，分別就各國電廠之設計規範及其所裝設之 HWWV 設備提出簡報，並由福島事件中所獲取之經驗回饋後，所做的改善提供給各廠分享，並由美國核管會官員簡報美國管制單位針對福島事件所做的因應，在每次簡報後，各廠參予成員分別就其電廠個別的情形及個人之觀念參予熱烈討論，尤其對於氫控及其排放途徑中如何做適當過濾的問題，殊多討論。職於會中所提“增設 SBGT 旁通管路設計”及反應器“廠房之 Blow-out Plate 排放頂板增設遙控及手動開啓”一案，與會成員有頗多回應及討論。另一議題是各電廠對地震及海嘯改善因應措施，包括法規要求及電廠改善措施，此議題本公司由核發處楊騰芳組長簡報，於此不多作說明。
3. 針對會中討論其相關議題需進一步討論者，BWROG 將於 100 年 11 月初於美國芝加哥召開類似討論會，屆時將由美國、歐洲、日本等核電廠參予討論。

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

目 錄

| 內 容 | 頁次 |
|-------------|----|
| 壹、 出國任務 | 4 |
| 貳、 出國行程 | 5 |
| 參、 任務過程 | 6 |
| 一、 會議時程表及過程 | 6 |
| 二、 簡報內容 | 9 |
| 肆、 心得與建議事項 | 14 |

壹、出國任務

出國行程含往返程共計 5 日，本次出國任務為：

出席 2011 秋季 BWR Owners' Group 國際亞洲區研討會（簡報台灣核能電廠 Hardened Wetwell Vent 之強化方案）並參與討論。

貳、出國行程

| 日期 | 內容 |
|----------------|--|
| 10月24日(一) | 往程 |
| 10月25-27日(二-四) | 出席 2011 秋季 BWR Owners' Group 國際亞洲區研討會 (簡報台灣核能電廠 Hardened Wetwell Vent 之強化方案) 並參與討論 |
| 10月28日(三) | 返程 |

參、任務過程

一、會議時程表及過程

**BWR Owners' Group Fall 2011 Asian International Workshop
25-27 October 2011 / Tokyo, Japan**

AGENDA

Okura Hotel, South Wing, 12th Floor, Kensington Terrace

Day 1 – Tuesday, 25 October 2011

| Time | Topic | Presenter |
|-------------|---|---|
| 0900 | BWR Owners' Group Chairman Summary <ul style="list-style-type: none"> • Introductions • Asia Conference Summary | Ted Schiffler, BWROG Chairman (Exelon) |
| 0915 | Executive Welcome Statement | Yoshikazu Murabe (JAPC) |
| 0930 | Topic 1 – Japanese Hardened Wetwell Vent (HWWV) <ul style="list-style-type: none"> • Design Criteria • HWWV design • HWWV changes required due to Fukushima event | Kanji Shiga (JAPC) Yousuke Oota (Chubu) Yuusuke, Minakuchi (Chugoku) |
| 1015 | Break (20 minutes) | - |
| 1035 | Topic 1 – Japanese HWWV <ul style="list-style-type: none"> • Design Criteria • HWWV design • HWWV use during Fukushima event (TEPCO only) • Lessons Learned from Fukushima event (TEPCO only) <ul style="list-style-type: none"> ○ HWWV in containment pressure control ○ HWWV in H2 control • HWWV changes required due to Fukushima event | Wen-Hwang Lai (TPC) Yuichi Sato (TEPCO) |
| 1215 | Lunch (90 minutes) | - |
| 1345 | Topic 1 - United States HWWV <ul style="list-style-type: none"> • Design Criteria • Predominant US HWWV design • HWWV changes required due to Fukushima event | Greg Krueger (Exelon) Bill Williamson (TVA) Rob Whelan (GEH) |
| 1445 | Break (15 minutes) | - |
| 1500 | Topic 1 – HWWV Group discussion <ul style="list-style-type: none"> • Generic HWWV Design improvement • HWWV for Mark-II Containment • Generic changes in the use of HWWV • HWWV for H2 control | All |
| 1700 | Adjourn – End Day 1 | - |

Day 2 – Wednesday, 26 October 2011

| Time | Topic | Presenter |
|-------------|---|---|
| 0900 | Topic 2 - USNRC Perspective on Post Fukushima regulatory changes <ul style="list-style-type: none"> • USNRC response • 90 Day Report to Commission • Regulatory Lessons Learned | Chuck Casto (USNRC) |
| 1010 | Break (20 minutes) | |
| 1030 | Topic 3 – US Station Earthquake/ Tsunami Mitigation Strategies <ul style="list-style-type: none"> • B.5.b requirements • Station B.5.b implementation • Fukushima Regulator's requirements | Rob Whelan (GEH) Bill Williamson (TVA) |
| 1200 | Lunch (90 minutes) | |
| 1330 | Topic 3 – Taiwanese Station Earthquake/ Tsunami Mitigation Strategies <ul style="list-style-type: none"> • Regulator's requirements • Station's modifications | Teng-Fung Yang (TPC) |
| 1410 | Topic 3 – Japanese Station Earthquake/ Tsunami Mitigation Strategies <ul style="list-style-type: none"> • Regulator's requirements • Station's modifications | Yuichi Sato (TEPCO) |
| 1450 | Break (15 minutes) | |
| 1505 | Topic 3 – Japanese Station Earthquake/ Tsunami Mitigation Strategies <ul style="list-style-type: none"> • Regulator's requirements • Station's modifications | Kanji Shiga (JAPC) |
| 1545 | Adjourn – End Day 2 | |

Day 3 – Thursday, 27 October 2011

| Time | Topic | Presenter |
|-------------|--|---|
| 0900 | Topic 3 – Japanese Station Earthquake/ Tsunami Mitigation Strategies <ul style="list-style-type: none"> • Regulator's requirements • Station's modifications | Junya Suzuki (Chubu) Yuusuke, Minakuchi (Chugoku) |
| 0940 | Topic 3 –Station Earthquake/ Tsunami Mitigation Strategies Group Discussion <ul style="list-style-type: none"> • Generic Mitigation Strategies | All |
| 1100 | Break (20 minutes) | |
| 1120 | Open Discussion Action Plan to Address Issues <ul style="list-style-type: none"> • Feedback to BWROG Management • Upcoming BWROG events | Ted Schiffler, (Exelon) Craig Nichols (GEH) |
| 1215 | Closing Comments | Ted Schiffler, BWROG Chairman (Exelon) Yoshikazu Murabe (JAPC) Chuck Casto (USNRC) |
| 1230 | Adjourn – End Day 3 / Workshop | |

參加會議人員共 51 人，名冊如下。日方東京電力 TEPCO 最多 17 人，中部電力 CHUBU 有 6 人，中國電力 3 人，JPAC8 人，GEH 有 6 人，本公司 2 人，核能發電處楊騰芳組長及職，其他如 EXELON, TVA, PWROG 及 BWROG 等相關成員。會議地點安排在東京市中心 OKURA 旅館會議室。會議主席是 BWROG CHAIRMAN, MR. SCHIFFLEY，各個電廠簡報內容都相當充實，並且簡報後的討論也很熱烈，會議進行以英語或日語簡報，大會備有翻譯（負責英文翻成日文），雖然有翻譯整體上溝通沒問題，但與日本電廠人員私下深入探討時，有時仍有語言上之不便。

參加人員姓名及公司名稱

| NAME | COMPANY_NAME | NAME | COMPANY_NAME |
|---------------------|----------------------------|--------------------|--------------------------|
| Anegawa, Takafumi | TEPCO | Murabe, Yoshikazu | JAPC |
| Aoki, Michio | TEPCO | Nagasawa, Kazuyuki | TEPCO |
| Buchholz, Carol | GEH | Nakagawa, Yasushi | TEPCO |
| Casto, Chuck | US NRC | Nakamura, Gakuto | GEH-I |
| Iwamoto, Kazuto | Chugoku | Nichols, Craig | GEH |
| Iwata, Yuichi | TEPCO | Nishikawa, Akira | Chubu |
| Kadota, Yoko | Translator, Communications | Nishino, Shoichiro | TEPCO |
| Kawai, Hiroshi | JAPC | Nowinowski, Tony | Westinghouse - PWROG |
| Kawamata, Susumu | TEPCO | Ogawa, Sei | Chugoku |
| Kawano, Akira | TEPCO | Onoda, Yukie | TEPCO |
| Kimura, Ayako | Translator, Communications | Oota, Yousuke | Chubu |
| Kincaid, Stacy | GEH | Saito, Akira | TEPCO |
| Krueger, Greg | Exelon | Saito, Keiichiro | TEPCO |
| Lai, Wen-Hwang | Taiwan Power Co. | Sakai, Takeshi | JAPC |
| Matsumoto, Kazuyuki | Chubu | Sato, Yuichi | TEPCO |
| Minakuchi, Yuusuke | Chugoku | Schiffley, Ted | BWROG Chairman Exelon |
| Miyata, Koichi | TEPCO | Seki, Tomoya | JAPC |
| | | Shiga, Kanji | JAPC |
| | | Sugimoto, Shinichi | TEPCO |

Sign In Sheet - BWROG International Workshop - Tokyo, Japan - October 25-27.

| NAME | COMPANY NAME |
|--|------------------|
| Sugiyama, Takahiro | TEPCO |
| Suzuki, Junya | Chubu |
| Suzuki, Masakatsu | JAPC |
| Ueno, Akihiro Takeyama, Hiroyasu Akihiro U | Chubu |
| Takizawa, Shin | TEPCO |
| Taniguchi, Atsushi | TEPCO |
| Tsurugi, Toshihiro | Chubu |
| Welch, Ken | GEH |
| Whelan, Rob | GEH |
| Williamson, Bill | TVA |
| Yamanaka, Masaru | JAPC |
| Yang, Teng-Fung | Taiwan Power Co. |
| Yufu, Satoru | JAPC |
| Additional Attendees: | |
| NAKANISHI, TONY | US NRC |

二、簡報內容

此次討論會重點在於借由福島事件所衍生的問題，針對 Hardened Wetwell Vent 的設備改善，希望能找出好的強化方案，因而要求與會各國其圍阻體（CTMT）為 Mark I 之核能電廠，就其原有的 HWWV 設備之設計基準及相關設備提出簡報，同時也將各電廠因應福島事件後所吸取之經驗回饋，進而所採取之改善強化措施提供各廠作參考。以下即為職簡報內容概述：

1. 台灣目前四座核能電廠（龍門電廠尚在建造中）只有核能一廠

BWR-4 圍阻體型式為 Mark I (參考表一)，其餘核二廠 BWR-6 Mark III，核三廠 PWR CTMT 為 Prestressed Post-tensioning，龍門電廠為 ABWR，雖然各個核電廠皆有氫氣再結合室，且核一廠及龍門電廠採圍阻體充氮，核二廠則採氫氣點燃系統，但僅核一廠及龍門電廠裝有 HWWV，因為此次討論會重點在 Mark I 圍阻體因而就以核一廠的設備及相關改善作說明。

| Plant | Chinshan | Kuosheng | Maanshan | Lungmen |
|------------------------|--|--|-----------------------------|--|
| Reator Type | BWR-4 | BWR-6 | PWR | ABWR |
| CTMT Type | Mark I | Mark III | Prestressed post-tensioning | ABWR |
| H ₂ Control | N ₂ Inerting H ₂ Recombiner | Ignition Sys. H ₂ Recombiner | H ₂ Recombiner | N ₂ Inerting H ₂ Recombiner |
| Hardened Vent | Hardened Vent | none | none | Hardened Vent |

表一

2. 核一廠為因應當年因三哩島事件 USNRC 所發行 GL 89-16 而加裝 HWWV 設施，其設計基準①在於嚴重事故下，借由 HWWV 設施來防止圍阻體在事故時過壓。②容許在 10 天內能做 60 次 (60 cycles) 排放，以支援減緩嚴重事故，③其設計容量大小能移除 1% 的衰變熱(就核一廠而言為 17.75 MWT)，④而且在 SBO (Station Blackout) 之情況下仍能執行其設計功能 (Intended function) 至少 24 小時，⑤但 HWWV 系統僅允許圍阻體內壓力大於 50 Psig 時才能發揮其排

放功能，⑥其所使用之電源在 SBO 時必須獨立於廠外及廠內 AC 電源。

其排放路徑可分別由乾井 (Dry well) 及抑壓池 (Torus) 經由管閥再經過一個爆破閥 (Rupture Disc) 排放至電廠主煙囪 (Main Stack) (如表二)。

3. 在福島事件中，因反應爐喪失冷卻水致使燃料曝露，則此曝露且過熱的燃料與蒸汽作用產生氫氣，將對一次圍阻體的安全造成挑戰，即時的排放變成非常重要之課題，利用早期之排放以防止氫氣爆炸，以保護一次圍阻體之完整性。核一廠在圍阻體之熱移除及排放方面做下列改善：在 SBO 之情況下，為了維持一次圍阻體與二次圍阻體其排放能力 (Venting Capability)，而提出一項設計修改案，其內容為增設 SBGT 系統之旁道管路，此路徑是有獨立的管閥及加壓排風扇，此項設計對於一次圍阻體之 Purge 及 Venting 之能力有很大助益。另外為了強化氫氣的控制系統，採購移動式 480V 柴油引擎作為氫氣結合系統、氫氣供應及分配系統 (NSDS) 及 SBGT 等系統之後備電源，更提升此等系統之可靠性。在增加電力電源之可靠性方面：增購 8 台移動式 480VAC 500KW 之移動式發電機作為供應主要安全設施 (Essential Safety Facility, ESF) 之後備電源；另外購置 4 台可攜式 480VAC, 200KW 之移動式發電機，作為 NSDS 及其附屬設備之後備電源。

4. 在 SBGT 系統不可用或一次圍阻體內高溫高溼度時一次圍阻體內氣體之排放途徑 (詳表二) 如下：

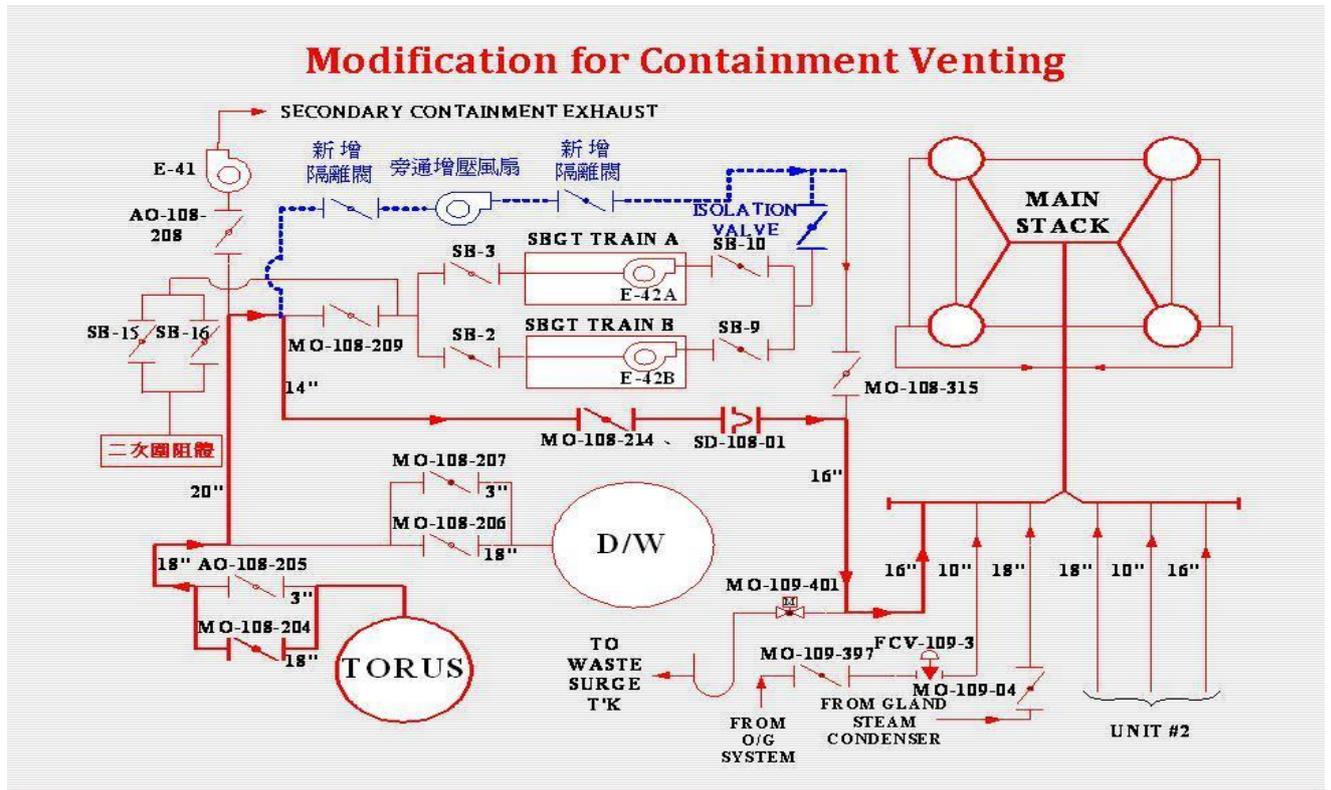
抑壓池 (Torus) → 閥 M0-108-204 → 新增隔離閥 (正常時關閉) → 新增旁通增壓排風扇 (Booster fan) → 新增隔離閥 → 閥 M0-108-315 → 主煙囪。

乾井 (Dry Well) → 閥 M0-108-206 或 207 → 新增隔離閥 (正常時關閉) → 新增旁通增壓排風扇 (Booster fan) → 新增隔離閥 →

閥 MO-108-315 → 主煙囪。

二次圍阻體之排放也可與此旁道系統連接說明如下：

二次圍阻體 → 閥 SB-15 或 16 → 閥 MO-108-209 → 新增隔離閥
(正常時關閉) → 新增旁通增壓排風扇 (Booster fan) → 新增
隔離閥 → 閥 MO-108-315 → 主煙囪。



表二

上述增設 SBGT 之旁通管路，進而可提升一次圍阻體及二次圍阻體在 SBO 之情況下其排氣之能力。同時考量在 SBO 情況下，如何於事故初期排放囤積在二次圍阻體內之氫氣，此項早期排放之課題，經由福島事件後更顯其重要性，在此方面台電也做了另一因應對策，因而針對反應器廠房之 Blow-out Plate (排放頂板) 做了部份改善，於原來的 Plate 上修改加裝一頂開裝置及可手動開啓，可以在緊急情況下，當二次圍阻體內壓力，未達頂開 Blow-out Plate 之壓力時 (50 Psig)，可利用遙控或手動開啓部份頂板，以達排放氫

氣及洩壓效果。爲了掌控在事故時，二次圍阻體內其空間氫氣濃度含量，規劃於反應器廠房頂樓處加裝氫氣偵測器，以作爲持續監測，以利於及早反應執行洩壓排氣。

5. 在福島事故後，台灣各核電廠針對在設計基準下之事故重新審視其應變程序書及測試，並對於超出設計基準之事故，擬訂一套「斷然處置」策略（Ultimate Response Guidelines）來因應，並制訂公司在緊急情況下，授權值班同仁即時地將海水或生水注入反應爐內，以確保燃料淹蓋於水中，以便限制放射性質之外釋和避免造成大規模之疏散。台電公司要求各核電廠必須針對所有福島事件的因應策略進行演練，以加強其因應能力，同時台電公司將全力收集並參考國際間各核能界之相關福島事件因應對策，以確保核電廠之運轉安全。

肆、心得與建議事項

1. 此次亞洲區 BWROG 就福島事件檢討之討論會中，針對 Hardened Wetwell Vent 強化案，各與會成員一致認為在事故前期如果能及早執行排放（Venting），對事故之緩和（mitigation）應有相當大的助益，因此各電廠對於強化改善案應以及早 Venting 的觀念來著手。
2. 福島事件中因共用排放煙囪（Main Stack），而造成排放氣體回流至另一部機組進而造成爆炸事件，在會中討論時，據稱美國電廠大都採各個機組都有個別排放煙囪，極少數電廠（據稱不超過 5 個）採用共用（share）排放煙囪，日本也有不少電廠採共用排放煙囪，核一廠其設計也是兩部機共用排放煙囪，但在 311 全面總體檢時也針對此問題做了檢討，並已各別加裝一隔離閥（參考表二 M0-108-315），於一部機排放時，另一部機關閉隔離閥，以防止回流至另一部機，職已於會中分享本廠做法，也表示台電在檢討福島事件時對各層面問題處理之落實。
3. 基於事故初期時及早釋放一次圍阻體與二次圍體之壓力或氫氣之觀念，在 SBTG Failure 之情況下，雖然有 Hardened Wetwell Vent 之設計，但因其 Rupture Disc 需在 50 psig 以上才會爆破，方可發揮其功能；因此加裝 SBTG 之旁通管線是為提早排放不錯的做法，如文內先前所述，職於討論會中報告也獲予會成員之肯定，但對於未經相關過濾之情況下直接排放對環境之影響也不能不善加考慮。BWROG 在其下階段之討論會，針對如何早期排放及加裝過濾設備會做進一步探討，因此對於本廠原訂加裝旁通管線之改善案應暫緩實施，待 BWROG 有較完善的評估及建議後再決定如可執行，應該較為完備。
4. 根據瞭解早期安裝 Hardened Wetwell Vent 之管線，皆未特別考量其耐震等級，雖然此次福島事件該條管線並未因地震損壞，在事件中也有發揮其功能，其設計之耐震等級是否需提升，可待 BWROG 對此案有提出建議後一併做思考。

5. 此次與會各國成員中，日本電廠參予簡報討論之成員平均年齡大概 30～40 歲之間，相形之下可謂相當年輕，反觀國內各核電廠目前各中堅成員其年齡偏高，雖然有面臨電廠除役問題，但傳承工作絕對不能中斷，更需及早思考並作整體性規劃，否則在可見的未來，即將面臨技術斷層的問題。