



第六屆核能四廠安全監督委員會第2次會議

台灣核能電廠壓力測試 歐盟同行審查結果

核能管制處
行政院原子能委員會
民國102年12月18日



大綱

- ❖ 同行審查的背景
- ❖ 壓力測試概述
- ❖ 同行審查的程序及方法論
- ❖ 審查的領域
 - 一般性品質
 - 主題一：極端自然危害的影響
 - 主題二：喪失安全功能
 - 主題三：嚴重事故管理
 - 國家行動計畫
- ❖ 審查結論



同行審查的背景

- ❖ 原能會執行核安總體檢外，另遵循歐盟所採用壓力測試之要求；該壓力測試係在福島一廠事故後，用於歐洲核電廠執行全面安全評估 (1.3.2)
- ❖ 經濟合作暨發展組織(OECD)/核能署(NEA)同意協助原能會籌組並於今年3月完成獨立專家團之審查工作 (1.4)
- ❖ 歐盟執委會於今年4月底正式接受原能會邀請，協助執行壓力測試之同行審查，歐盟執委會/ENSREG組織同行審查小組(Peer Review Team, PRT) (1.5)
- ❖ 今年5月底國家及業主報告送達後，PRT即開始書面報告的技術審查工作 (1.5)
- ❖ 同行審查工作之目標、獨立性及透明度 (1.6)



壓力測試概述 (2.1)

- ❖ **歐盟**在2011年6月至2012年4月間執行“壓力測試”
 - 業主報告(Licensee Report)
 - 國家報告(National Report)
 - 同行審查報告(Peer Review Report)
- ❖ **歐盟**在2012年9月執行後續之電廠真相發現(Fact-Finding)訪視
- ❖ **歐盟**在2013年4月ENSREG辦理國家行動計畫同行審查研討會
- ❖ 台灣之國家報告增加“**行動計畫**”、“**火山專章**”，並執行兩座核電廠現場訪視
 - **台灣同行審查為期1.5週**，而非在歐盟執行的4天



同行審查的程序及方法論 (1/3)

- ❖ PRT在書面報告之技術審查過程中共提出230個問題 (2.2)
 - 主題一：極端自然危害的影響 (169個)
 - 主題二：喪失安全功能 (13個)
 - 主題三：嚴重事故管理 (48個)
- ❖ 原能會提出上述問題之回覆、澄清或補充資料 (2.2)
- ❖ 在9月23日至10月3日同行審查小組來台訪查期間，除針對相關技術議題討論、澄清外，現場訪查核三廠及龍門電廠，並納入台灣非政府組織(NGO)的資訊及地震、火山、海嘯專家之意見，訪查結束時提出同行審查報告(草案版) (2.2)
- ❖ PRT返歐後，審查報告(草案版)經歐盟執委會程序審查，正式提出EC摘要報告及同行審查報告(11月7日已同時公佈在EC及原能會網站) (2.2)



同行審查的程序及方法論 (2/3)

❖ 公開透明及民眾參與

- 在網站公佈業主報告、國家報告(中、英文) (3.1)
- 開放意見蒐集平台的時間較歐盟作法為長(2個月) (3.1)
- 設置專屬網頁，主要文件資料完整公開(3.1)
- PRT與台灣NGO保持密切連繫，經由意見蒐集平台及電子郵件接收問題與意見(3.1)
- 規劃辦理NGO研討會議、自然危害風險之科學研討會各半天(3.1)

❖ 此次之範圍**超過在歐盟所執行方式，並建立爾後執行同行審查之新標準**(3.1)



同行審查的程序及方法論 (3/3)

- ❖ NGO會議因故未能如期舉辦 (3.4)
 - 進入會場之認知
 - PRT希望在沒有電視及其他媒體錄音、錄影的情況下與NGO進行雙邊會議
- ❖ 替代方案：PRT提議另在台北歐洲經貿辦事處辦理，NGO代表時間無法配合 (3.4)
- ❖ 期間PRT陸續接獲NGO觀點及顧慮，及綠色和平組織的核四研究報告，均納入此次同行審查的考量 (3.4)
- ❖ PRT針對NGO所顧慮觀點之考量 (3.4)



審查的領域 (1/11)

❖ 一般性品質

- 國家報告與歐盟壓力測試規範訂定主題的符合性 (4.1)
- 提供資訊的適切性、及與歐盟壓力測試規範的一致性 (4.2)
- 電廠評估現行持照基準的符合性/壓力測試範疇內安全基準個案之適切性 (4.3)
- 電廠針對安全餘裕評估強韌性的適切性 (4.4)
- 國家報告的管制措施及結論 (4.5)



審查的領域 (2/11)

❖ 主題一：極端自然危害的影響—地震 (5.1.3)

- 建議採不高於 10^{-4} /年超越機率定義設計基準地震 (DBE) 以及適切之反應頻譜
- 建議定義大於現行設計基準地表加速度值，並依此值立即提昇執行基本安全功能SSC的耐震
- 在DBE更新後，SSCs的耐震等級應據以更新
- 生水池及相關管線應依更新之地震危害補強 (Backfit)，以防範相關結構失效導致之水災
- 建議在地震後納入檢查較低耐震能力之SSC



審查的領域 (3/11)

❖ 主題一：極端自然危害的影響－水災^(5.2.3)

- 建議採不高於 10^{-4} /年超越機率評估不同型態之水災危害，並考量不同危害(例如，地震/海嘯)間之相依性效應
- 及時完成海嘯牆的建造可視為強化安全之重要一環；建議所有在海嘯牆高度內安全相關廠房之開口應補強(Backfit)至能承受水壓及水密性



審查的領域 (4/11)

- ❖ 主題一：極端自然危害的影響－極端天候 (5.3.3)
 - 建議對不同型態之所有外部危害採不高於 10^{-4} /年超越機率為設計基準；所有廠址對組合效應與受影響期程應有一致之考量
 - 建議在完整調查地質及地形後，依據個廠評估土石流及崩塌運動，並納入由地震、豪雨及兩者組合所引發者
 - 建議採所有相關外部危害之現象及其組合更新防範及救援之程序書



審查的領域 (5/11)

- ❖ 主題一：極端自然危害的影響－火山效應^(5.4.3)
 - 建議採最新分析方法重新評估火山危害，處理所有可能具威脅之現象
 - 同行審查小組強調原能會已建立明確之要求以實施強化(管制命令 JLD-10117)



審查的領域 (6/11)

❖ 主題二：喪失安全功能 (6.3)

- 建議各核能電廠應考慮額外緊急設備，並在極端災害後提供必要的電力與冷卻水使核能電廠維持長期安全狀態
- 建議改善沸水式反應器壓力槽洩壓措施的可用性，例如採行多樣化方式以確保反應器壓力槽能持續降壓
- 建議在假設因新危害發生而完全喪失交流電，確保用過燃料池溫度與水位量測措施之可行性及適切性 (管制命令 JLD-10115)



審查的領域 (7/11)

❖ 主題三：嚴重事故管理 (7.3)

- 建議檢視氫氣控制系統有足以因應超過設計基準事故(除了設計基準事故外)情境之容量，包括圍阻體外之其他廠房
- 建議考慮多機組與多廠址危害的事故組合執行系統性評估，並視需要重新評估瀕危效應
- 建議廠內要保持在足夠經適切訓練的人員，並考慮將某些移動式設備改為固定
- 建議考量改善在事故下遙控停機盤的適居性



審查的領域 (8/11)

❖ 主題三：嚴重事故管理(續) (7.3)

- 隔震技術支援中心建物的興建為優良實務，須儘速完成；建議這些建物的地震設計目標至少須為更新後的DBE
- 移動式設備及零件備品儲存在不同高程的不同位置，並儘可能接近使用位置，此為優良實務；建議儲存移動式設備必須考慮地震(例如墜落物防護)
- 建議將嚴重事故管理納入至十年整體安全評估的審查範疇



審查的領域 (9/11)

❖ 主題三：嚴重事故管理(續) (7.3)

- 在強震下道路/橋樑是進出核設施的可能弱點，建議考慮改善相應的基礎設施；須考慮重型道路清理設備的可用性
- 福島事故顯現在事故後處理大量污染水的挑戰，建議發展在嚴重事故後降低受污染水量的策略，並評估可能的選項以建立閉路式冷卻方式



審查的領域 (10/11)

❖ 國家行動計畫 (8.2)

- 主題一：極端自然危害的影響。全面進行所有天然危害的評估，並實施相應的防護措施為具挑戰性且耗時的工作；建議原能會應考慮地震與海嘯危害評估的優先性
- 主題二：喪失安全功能。建議原能會對實施或規劃的措施持續追蹤管制，訂定優先順序。對尚未排訂定時程的措施，須給定並標示程序及達成措施的日期



審查的領域 (11/11)

❖ 國家行動計畫(續) (8.2)

- **主題三：嚴重事故管理。**建議檢視圍阻體氫氣控制系統有足以因應超過設計基準事故(除了設計基準事故外)情境之容量
- **整體狀況：**原能會相當警覺台灣獨特的地理環境，在福島事故後已發布管制命令採不同措施進一步改善台灣核能電廠的安全；並對PRT詳細說明改善措施的範圍與時程，從原能會緊湊時程的要求顯示非常積極；PRT強調這些迄今已確認的改善措施，必須由台電公司在預計的時限內完成，隨後並由原能會進行查核



審查結論 (1/6)

❖ 主題一：極端自然危害的影響⁽⁹⁾

- 建議採不高於 10^{-4} /年超越機率更新所有自然危害事件的設計基準
- 採最新技術適切評估地震危害，建議定義大於現行設計基準地表加速度值，並依此值立即提昇執行基本安全功能SSC的耐震；在DBE更新後，SSCs的耐震等級應據以更新
- 採最新技術適切評估海嘯危害，考量不同危害(例如，地震/海嘯)間之相依性效應；及時完成海嘯牆的建造可視為強化安全之重要一環；所有在海嘯牆高度內安全相關廠房之開口應補強(Backfit)至能承受水壓及水密性



審查結論 (2/6)

❖ 主題二：喪失安全功能⁽⁹⁾

- 原能會採一系列命令要求台電公司執行電廠全黑、喪失最終熱沉的評估與分析；原能會核准採 USNRC 要求、ENSREG 建議及日本或其他國家實務之系統改善已經展開
- 建議考量電力供應及最終熱沉，特別針對重要設備水災防護之改善，以及原能會要求生水池的耐震，對核電廠安全強化有其重要性



審查結論 (3/6)

❖ 主題三：嚴重事故管理⁽⁹⁾

- 建議採系統化方式評估包括多機組、多廠址事件的組合
- 建議廠內要保有足夠經適切訓練的人員，並考慮將某些移動式設備改為固定移動式設備；零件備品儲存在不同高程的不同位置，並儘可能接近使用位置
- 興建隔震技術支援中心的建物，其地震設計目標至少須為更新後的DBE



審查結論 (4/6)

❖ 主題三：嚴重事故管理(續) ⁽⁹⁾

- 在強震下道路/橋樑是進出核設施的可能弱點，建議考慮改善相應的基礎設施；須考慮重型道路清理設備的可用性
- 福島事故顯現在事故後處理大量污染水的挑戰，建議發展在嚴重事故後降低受污染水量的策略，並評估可能的選項以建立閉路式冷卻方式



審查結論 (5/6)

❖ **EC摘要報告**

- 確認具有高安全標準，然而額外行動的全面實施與透明驗證，將有助於核能電廠能更佳因應極端外部事件與嚴重事故
- 我國所執行的壓力測試實質係遵循於2011至2012年間在歐盟執行的壓力測試，其結果與相關歐盟壓力測試結果可視為相當
- 假定能適切的履行這些強化行動，並根據壓力測試範疇內所考慮福島事故類型危害的審查結果，歐盟同行審查注意到原能會並未發現台灣的核能電廠有任何安全相關而須立即停機的弱點



審查結論 (6/6)

❖ *EC摘要報告*(續)

- 專家小組確認我國核能電廠似乎普遍採用高安全標準，且在多數領域符合國際目前的先進技術實務
- 在某些特定的安全相關領域，同行審查專家小組仍提出明確的進一步改善建議
 - ◆ 確保適當的核能電廠設計基準
 - ◆ 維持核能電廠在超越設計基準情況下的強韌性，確保適當嚴重事故應變措施的可用性
 - ◆ 確保核能安全現況之透明度



簡報完畢
感謝您的聆聽





同行審查小組成員

Team Leader	Groezinger, Oskar	Germany
Rapporteur	Kirchsteiger, Christian	Europ. Com.
Topic 1 - Expert	Foucher, Laurent	France
Topic 1 - Expert	Decker, Kurt	Austria
Topic 2 - Expert	Sardella, Rosa	Switzerland
Topic 2 - Expert	Lorand, Ferenc	Hungary
Topic 2 - Expert	Kimtys, Evaldas	Lithuania
Topic 3 - Expert	Munuera-Bassols, Antonio	Spain
Topic 3 - Expert	Koehne, Wilhelm	Europ. Com.





同行審查工作之目標、獨立性及透明度(1/2)

❖ 同行審查工作之目標 (1.6)

- 評估台灣國家報告與歐盟壓力測試規範之符合性
- 檢視完整性(例如，未遺漏重要問題)
- 在運轉及興建中電廠訪視、直接觀察，以查核在歐盟壓力測試規範內之安全重要設施
- 審查台灣在福島事故後採取改善安全及實施狀態之行動計畫
- 確認優良實務及弱點，並發展在未來增加電廠強韌性之有關建議



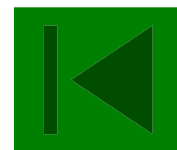
同行審查工作之目標、獨立性及透明度(2/2)

❖ 同行審查工作之獨立性 (1.6)

- PRT成員有同行審查之經驗
- PRT成員與業界無利益關係
- 從多種不同利害關係人提供資訊來源，以補充歐盟同行審查之基本目標

❖ 同行審查工作之透明度 (1.6)

- 在資訊提供者同意以及直接要求下，迅速在歐盟同行審查專屬網站公佈關鍵背景資料及通聯文件



同行審查報告公佈在歐盟執委會網站

Energy: Stress tests - European Commission - Windows Internet Explorer

http://ec.europa.eu/energy/nuclear/safety/stress_tests_en.htm

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 我的最愛(A)

bing

我的最愛 Welcome to KORAIL ATP... 建議的網站 自訂連結 保存的 History 取得更多附加元件

核能電廠總體檢專區 - 行...

ENERGY

European Commission

European Commission > Energy > Nuclear energy > Safety

Nuclear energy

Stress tests

Stress tests globally

All nuclear power plants in the EU underwent stress tests and peer reviews in 2011 and 2012. Many other countries also conducted comprehensive nuclear risk and safety assessments, based on the EU stress-test model. These countries include Switzerland and Ukraine (both of which fully participated in the EU stress tests), Armenia, Turkey, Russia, Taiwan, Japan, South Korea, South Africa and Brazil.

The European Commission is now holding discussions with some of these countries, e.g. Armenia and Turkey, regarding possible peer review of their stress tests.

Taiwanese nuclear stress tests

7 November 2013. The EU peer review concludes that the safety standards applied in Taiwanese nuclear power plants are generally high and comply with international state-of-the-art practices. Neither the Taiwanese nuclear operator nor the regulator found any safety shortcomings which would require the immediate shutdown of any power plants.

However, the EU peer review strongly recommends further improvements in view of Taiwan's vulnerability to natural hazards such as earthquakes, flooding, tsunamis and volcanos.

The peer review – performed by the European Commission and the European Nuclear Safety Regulators' Group (ENSREG) – makes the power plants more robust against the effects of large earthquakes and flooding, e.g. by building higher tsunami protection walls.

Also, more up-to-date methods and data should be used to evaluate seismic and flooding risks.

Taiwan has been generating power from nuclear plants since 1977. There are currently three plants in operation and one under construction. All have undergone the stress tests and consequently the EU peer review.

[EU peer review](#) [623 KB]

[Summary of the peer review](#) [39 KB]

[ENSREG reports on Taiwan's stress tests](#)

Quick jump

- Euratom Supply Agency
- Climate Action
- Covenant of Mayors

Search

Günther Oettinger
Commissioner for Energy

Philip Lowe
Director-General for Energy

同行審查報告
EC摘要報告
ENSREG專屬網頁

國際網路 100%



Stress tests globally	全球性壓力測試
All nuclear power plants in the EU underwent stress tests and peer reviews in 2011 and 2012. Many other countries also conducted comprehensive nuclear risk and safety assessments, based on the EU stress-test model. These countries include Switzerland and Ukraine (both of which fully participated in the EU stress tests), Armenia, Turkey, Russia, Taiwan, Japan, South Korea, South Africa and Brazil.	所有歐洲核電廠在 2011 年至 2012 年間都完成壓力測試及同行審查，許多國家也依據歐盟壓力測試模式執行全面性核電廠風險及安全評估，包括 瑞士 、 烏克蘭 (此兩國家完整參與歐盟壓力測試)、 亞美尼亞 、 土耳其 、 俄羅斯 、 台灣 、 日本 、 南韓 、 南非 及 巴西 。
The European Commission is now holding discussions with some of these countries, e.g. Armenia and Turkey, regarding possible peer review of their stress tests.	歐盟執委會正在與其中的一些國家，例如，亞美尼亞及土耳其，討論有關針對其壓力測試做同行審查的可能性。
Taiwanese nuclear stress tests	台灣核電廠壓力測試
7 November 2013	2013 年 11 月 7 日
The EU peer review concludes that the safety standards applied in Taiwanese nuclear power plants are generally high and comply with international state-of-the-art practices. Neither the Taiwanese nuclear operator nor the regulator found any safety shortcomings which would require the immediate shutdown of any power plants.	歐盟同行審查的結論指出台灣核電廠一般而言採高的安全標準，並符合國際最新之技術實務。台灣的核電營運者或管制機關均未在任一核電廠發現任何須要求立即停機之安全缺點。



However, the EU peer review strongly recommends further improvements in view of Taiwan's vulnerability to natural hazards such as earthquakes, flooding, tsunamis and volcanos.	然而，歐盟同行審查強烈建議針對台灣在易受侵襲的自然災害諸如地震、水災、海嘯及火山等做更進一步的改善。
The peer review – performed by the European Commission and the European Nuclear Safety Regulators' Group (ENSREG) – calls for action to make the power plants more robust against the effects of large earthquakes and flooding, e.g. by building higher tsunami protection walls. Also, more up-to-date methods and data should be used to evaluate seismic and flooding risks.	由歐盟執委會 ENSREG 所執行的同行審查，要求採取使核電廠更強韌並足以抵抗大地震及水災影響的行動，例如，建造更高的海嘯牆。亦須採用更新的方法及資料，據以評估地震與水災之風險。
Taiwan has been generating power from nuclear plants since 1977. There are currently three plants in operation and one under construction. All have undergone the stress tests and consequently the EU peer review.	台灣自 1977 年開始以核電廠供應電力，目前有三座運轉中及一座興建中的核電廠，均已完成壓力測試及上述之歐盟同行審查。



同行審查報告公佈在原能會網站

核能電廠總體檢專區 - 行政院原子能委員會全球資訊網 - Windows Internet Explorer

http://www.aec.gov.tw/焦點專區/壓力測試報告/壓力測試歐盟同行審查報告--218_2135_2207.html

http://www.aec.gov.tw/焦點專區/壓力測試報告/壓力測試歐盟同行審查報告--218_2135_2207.html

行政院原子能委員會
Atomic Energy Council
日新又新 專業創新
核安福安 民眾心安

活動網址：<http://www.aecprizequiz.org.tw/>
活動時間：即日起至2013年11月25日下午5點止

關於本會 施政與法規 核能安全 輻射安全 緊急應變 核物料管制 環境輻射偵測

首頁 >> 焦點專區 >> 壓力測試報告 >> 壓力測試歐盟同行審查報告

更新日期：2013-11-07

核能電廠總體檢專區

▶ 壓力測試歐盟同行審查報告

- EU Peer Review Report of the Taiwanese Stress Tests (英文版, 102.11.07)
- Summary-EU Peer Review of the Taiwanese Stress Tests (英文版, 102.11.07)

焦點專區

- 澄清說明
- 核四(龍門)電廠
- 核能總體檢
- 壓力測試報告
- 乾式貯存管制
- 後福島事故專區

網際網路 100%



PRT針對NGO所顧慮觀點之考量 (1/3)

❖ NGO關切地震、海嘯、水災及火山活動議題

- 與PRT建議為一致，依最新資料及技術方法論，納入事件的可能組合，並採10,000年回歸期標準更新現行設計基準
- 原能會已經採取對策處理這些議題

❖ NGO關切對超過設計地震有足夠的準備

- 此議題亦為PRT所處理之議題
- 原能會已經採取對策處理這些議題



PRT針對NGO所顧慮觀點之考量 (2/3)

- ❖ **NGO關切氣候變遷及對設計基準水災之影響**
 - 原能會在管制命令以及十年整體安全評估中，已採取相關的措施
- ❖ **NGO發現國家報告敘述的有些資料不一致，例如，核電廠與海邊的距離**
 - PRT在同行審查會議期間與原能會討論並澄清可能的不一致
- ❖ **NGO關切斷然處置措施(URGs)的效力**
 - 此議題經原能會要求更進一步驗證及處理



PRT針對NGO所顧慮觀點之考量 (3/3)

- ❖ **NGO批評龍門設計未涵蓋圍阻體過濾排氣系統**(雖然此項為歐盟及日本ABWR反應器的標準設計，註：日本ABWR不含此系統)
 - 原能會管制命令JLD-10114要求安裝過濾圍阻體排氣系統
- ❖ **NGO批評原能會未採具約束力之要求安裝被動式自催化氫氣再結合器(PAR)以避免電廠全黑下之氫氣爆炸**
 - 原能會管制命令JLD-10122要求安裝PAR

