

美國核管會發生後福島時期之首批管制規定

2012 年 3 月 9 日

壹、前言

美國核能管制委員會(簡稱 NRC)在日本福島事件發生一周年的前夕，由核管會各單位專家組成近期專案小組(簡稱 NTTF)，該小組提出第一優先(Tier 1)的 8 個建議事項，經過數個月的討論後，已於 2012 年 2 月 17 日由營運執行長(Executive Director of Operation, EDO) R. William Borchardt 以編號 SECY-12-0025¹ 的文件送交給委員會做最後的確認，在此份文件中，NRC 各技術部門職員(staff)建議提出 3 項命令(Order)、1 份要求持照者提供進一步資訊的管制信函(10 CFR 50.44(f) letter)。有關 NTTF 第一優先建議事項的處理方式，請參考附表一之整理。NRC 委員們已於 2012 年 3 月 9 日簽署同意有關命令及管制信函的發布²。

貳、背景說明

自從 2011 年 3 月 11 日日本福島電廠因地震引發海嘯，重創安全救援功能而發生多重機組反應爐及廠房嚴重受損的核子事故之後，美國核管會除了立即通令各駐廠視察員執行 B.5.b 救援策略的特別現場查證外，NRC 委員們亦下令成立近期專案小組(NTTF)，檢討本事故所帶來的各種教訓及經驗回饋，以加強未來核能電廠的安全，NTTF 於 2011 年 7 月 12 日發表了 21 世紀強化核能安全對策³，總共分成 12 大類 35 小項的建議內容。此份報告出版後，經過核管會人員內部及與工業界多次的討論，NRC EDO 於 2011 年 10 月 3 日將 NTTF 之數十項建議，加上福島專案指導委員後來再確認的 6 項改進的事項，分成 3 個執行優先次序區塊(tier)，以編號 SECY-11-0137⁴ 的文件陳報給核管會委員會。核管會的委員們於 10 月 19 日同意此項優先次序分類，並隨後於 12 月 15 日以 SRM-SECY-11-0124⁵ 要求 NRC 人員針對第一優先(Tier 1)的建議事項，開始採取行動，避免不必要的延誤，同時也要求核管會人員使用以安全度評估(PRA)的方法，來評估各核能電廠防止因地震引起火災及水災的能力。

經過近 3 個月召開公聽會並密集與工業界的檢討(會議時間及名稱如附件二)，核管會所提出的做法，包括：命令、信函、及法規制定計畫等內容⁶，摘要說明如下節。

參、命令、信函、及法規制定規劃

一、超過基準事故救援策略之命令

本項命令為 NTTF 編號 4.2 建議之處理，要求各核能電廠持照者在假設發生超出設計基準事故時，同時又喪失所有交流電源及無法接近正常使用之最終熱沈的情況下，提出能夠緩和事故後果之救援策略。由日本福島電廠案例顯示極端的自然現象，是有可能挑戰原先以深度防禦觀念所發展出之防止、緩和、及緊急應變的措施。

這些新增的策略，可以進一步強化 911 事件後，美國各核能電廠應付類似因大火或爆炸而喪失反應器及燃料池冷卻功能時之救援應變措施，此又被稱做 B.5.b 的策略已被寫入聯辦法規 10 CFR 50.54(hh)(2) 中。為了能夠因應超出設計基準事故廠外事件所造成更廣泛受損的可能性，此命令亦要求需考慮同一廠址多重機組受到影響時的救援策略，發展多重方法來維持或恢復反應爐爐心冷卻、圍阻體及燃料池完整性及冷卻能力，以增強核電廠之深度防禦功能。

此項有關強化超過基準事故救援策略命令之時程規劃，核管會預計於發出命令後 1 年內，持照者必須提出整體性評估計畫，並在此計畫提出後的兩次燃料再裝填周期之內，或是 2016 年 12 月 31 日前，各持照者皆應完成強化之救援策略。

二、Mark I & II 圍阻體可靠硬排氣設備之命令

本項命令為 NTTF 編號 5.1 建議之處理，日本福島事故發生當時，處理危機的電廠人員在有限的時間及不可預測的情況下，嚴重地妨礙到他們防止爐心及圍阻體受損的企圖，特別是運轉員無法成功地操作圍阻體的排氣設備，因此無法降低圍阻體壓力而阻礙了爐心冷卻的努力。如果當時有一些後備或其他的電源來遙控操作排氣

設備，或是已經有一些硬排氣閥(harden vent)，可以讓人員接近並手動操作，或許可以早一點降低福島電廠圍阻體的壓力，而得以採取低壓水源的救援策略。換言之，福島事件顯示沸水式反應爐(BWR)電廠、Mark I & II 型圍阻體之硬排設備對於維持爐心及圍阻體冷卻的重要性。

本項命令要求此類核能電廠持照者應提升長時間全黑事故下⁷排氣設備的可靠性，以移除衰變熱並維持圍阻體的壓力在可接受的限值內。NRC 人員並說明一個可接受的系統，須能減少運轉員操作的次數、降低人員因操作而受到輻射暴露或其他可能的傷害、並使得放射性物質的排放，能夠減至最低。

此項有關強化 Mark I & II 型圍阻體排氣設備可靠性的命令時程規劃，核管會預計於發出命令後 1 年內，持照者必須提出整體性評估計畫，並在此計畫提出後的兩次燃料再裝填周期之內，或是 2016 年 12 月 31 日前實施完成。

三、用過燃料池儀器設備可靠性之命令

本項命令為 NTTF 編號 7.1 建議之處理，由於福島電廠人員沒有可靠的儀器設備來偵測用過燃料池的水位，造成池水存有因持續沸騰被燒乾而造成燃料受損的疑慮，雖然事後證明並非如此，但是事故當時灌水至燃料池的做為，卻分散了其他救援的力量。美國電廠偵測用過燃料池水位的儀器設備，通常僅有窄幅的(narrow range)的水位儀，亦即只能監視正常或稍微偏離正常的燃料池水位，此次福島事故顯示在超出設計基準事故的廠外事件下，是有可能削減到現有的燃料池水位儀的功能，而正確的水位儀器訊息則有助於電廠人員判斷救援工作的優先次序。

本項命令要求電廠應在用過燃料池加裝永久固定式之主要儀器，同時應有移動或固定式的備用儀器。這些儀器必須考慮燃料池設計基準之最大地表加速度，使得在發生假想設計地震的情況下，

仍然能夠發揮功能，同時這些儀器能夠具有獨立的電源，或是能夠與移動式電源及緊急柴油發電機連結。

此項有關加裝用過燃料池水位儀器命令之時程規劃，核管會預計於發出命令後 1 年內，持照者必須提出整體性評估計畫，並在此計畫提出後的兩次燃料再裝填周期之內，或是 2016 年 12 月 31 日前，各持照者皆應完成水位儀器之安裝。

四、要求持照提供進一步資訊之 10 CFR 50.54(f)信函

針對 NTTF 2.1 地震及水災防護再評估、NTTF 2.3 地震及水災現場檢查(walkdown)、及 NTTF 9.3 強化緊急應變人員及通訊等三項建議事項，NRC 將根據聯邦法規 10 CFR 10.54(f)的規定，要求各核能電廠持照者提出各項資料，以說明如何能夠解決這些潛在的安全議題，確保核能機組的運轉安全。以下分別針對此三事項做較為詳細介紹。

(一) 地震及水災防護再評估

福島事故顯示選擇正確的廠外事件設計基準的重要性，另一方面也反映出若沒有適當的設計基準來應付天然災害時，將會有嚴重的後果。故核管會要求持照者必須以最新的方法或導則，再次評估因地震、水災、及其他類型的天然災害所造成的影響，NRC 根據各廠評估的結果，再決定是否要採取額外的管制措施(例如：下令要求電廠進行改善)。

此項有關地震安全再評估之時程規劃，核管會預計將制定出有關如何篩選、定優先次序、及風險評估執行細節的規範指引，並於發出此指引後 60 天內，由各持照者提出如何去執行風險評估及接受標準，並於 1 年半內由美西(Western United States, WUS)核能電廠提出地震首先提出再評估，3 年內則由美中及美東(Central and Eastern United States, CEUS)電廠提出安全評估。至於在水災及其他天然災害防護的評估，各持照者應在 NRC 發出導則指引後 60 天，提出如何

去製作一份整體水災防護評估報告，並於隨後的 2-4 年內陸續提出處理優先次序的報告及整體防護評估報告。

(二) 地震及水災現場檢查

福島事故顯示防止廠外事件危害的重要性，核能電廠持照者須提出現場檢查(walkdown)的方法及接受標準，然後便開始執行現場檢查。若於檢查期所發現的缺失(deficiency)，電廠應置入改正行動計畫中，以追蹤改善情形。上述檢查方案應包含：程序書、訓練、人員配置等整體的規劃，同時應重點說明如何因應天然災害的策略。

此項有關地震現場檢查之時程規劃方面，核管會預計於發出信函後 120 天內，要求持照者提出檢查方法(methodology)，並 NRC 在認可後之 180 天內，完成地震現場檢查。至於水災的檢查部分，類似的時程則分別為 90 天(提出方法)及 180 天(完成檢查)。

(三) 強化緊急應變人員及通訊

福島事故突顯出強化現有緊急應變計畫的必要性，以應付長期喪失廠內外交流電源(或全黑)及多重機組的事故狀況。核管會要求持照者應提供在長時間(超過 72 小時)全黑的狀況下，通訊設備的供電來源，此外在發生多重機組事故及長期全黑下，緊急應變人員的安排及編組(staffing)。

此項有關強化緊急應變人員及通訊之時程規劃，核管會預計於發出信函後 90 天內，要求持照者提出書面資料。

五、新建核能電廠的適用性

由於 2012 年 2 月 10 日核管會已發出 Vogtle 3 & 4 號機的結合式執照(COL)，故核管會人員檢討上述命令或信函對此新建機組的適用性為：超過基準事故救援策略及用過燃料池儀器設備可靠性之兩份命令，以及 10 CFR 50.54(f)信函中強化緊急應變人員及通訊的內容。

對於重啟興建的 Watts Bar 2 號機，除了因為是壓水式電廠，並

不適用 Mark I&II 硬排氣設備的命令，其餘兩份有關超過基準事故救援(緩和)策略及用過燃料池儀器設備可靠性的命令則是適用的，且須在發出運轉執照前，持照者即應實施完成命令的要求。另外在 10 CFR 50.54(f)信函中，則要求地震及水災防護再評估與強化緊急應變人員及通訊相關兩項內容，地震與水災現場檢查則不適用。

六、兩項有關法規制定事項的狀況

近期專案小組(NTTF)第一優先中的全黑法規(4.1)及整體性緊急應變程序(8)，核管會人員將以制定法規(rulemaking)的方式來進行。原先預計於 4.25 年內完成全黑管制法規制定的工作，但委員會希望能縮短以 24-30 個月的時間完成，至於整體緊急應變則預計 4.25 年內可以完成立法。

肆、心得與建議

綜合以上美國核能管制委員會近期專案小組建議第一優先事項之各項管制措施，以及筆者參加核管會辦理有關公聽會的經驗，整理心得與建議如下：

- 一、綜觀核管會處理近期專案小組第一優先建議事項所發出的命令及管制信函，在我國核能電廠總體檢的方案中，多半都已經涵蓋在內，國內核管單位或可以再做一些整理與比較，以瞭解台美雙方採取管制措施的異同，未來也可做為對外界說明我國所採取的安全再評估，與美國核能界是相類似的。
- 二、本文所整理有關核管會於福島事件一周年前夕所發出之命令及管制信函，僅是一種概括式的重點整理，而其管制做為之基礎(basis)，及如何去實施的方法和相關細節，則詳細記載於 NRC SECY-12-0025 的文件中，值得國內核管單位同仁針對不同的命令和項目，再進一步的探討，以做為國內管制措施的參考。另因我國核能電廠的管制實務上，往往也會依據核管會所發出的命令，要求台電公司比照辦理，故仔細研讀各項命令內容，將有助於我國採取類

似的管制措施。

- 三、核管會在經過福島事故將近一年後才發出命令管制及管制信函，除了因為近期專案小組所做的建議事項眾多，且需加以按優先度安排執行次序外，基本上這些命令或信函正式發出前，都經過公眾會議的方式，核管會與工業界一再的溝通和討論，研究各項措施可行的方式，而且又不斷地接收各界的建議，儘可能地納入各方的意見。以筆者參加超過 10 場以上的公眾會議的經驗，看得出雙方對問題及做法的意見或有不完全相同，但都能很公開而理性地討論，並把每次結論反映到後續管制措施的文字中。核管會也希望其所做出的管制措施，能夠具體地讓持照者知道該如何來準備並回應。我想這種管制者及被管制者雙方的充份溝通態度，是值得我國學習的地方。
- 四、美國由於核能機組為數眾多，以美洲核能學會 2011-2012 的統計圖而言，運轉中機組共 104 座，分佈在 65 個廠址，並分別由 26 家不同的公司或單位所管理，相對我國 6 個運轉中機組均由一家公司來管制，其管制方式較我國複雜許多，以至於除了去年 311 事件後兩個月內，由核管會各駐廠視察員再次查證 B.5.b 因應方案的有效性外，一直到事故發生一年後，才再次發出管制命令，時效上似乎較為緩慢，然另一方面來說，核管會針對福島事故的管制做為及規劃並沒有受到國會或行政機關的干涉，則突顯出其管制的獨立性。至於我國因國情不同，許多的管制做為往往受到國會強力監督，故反而驅使我國採取較為迅速的安全再評估及因應對策，在與美方資訊交流時，此點或可成為我方的優勢。
- 五、我國除了運轉中核能機組可參考美國核管會的各項命令及管制信函要求之外，有關新建龍門電廠的部分，因為所採取的執照審核作業方式與美國 10 CFR 50 核照作業雷同，故可參考有關 Watts Bar 2 號機所適用的一些內容，做為管制龍門電廠核發運轉執照前要求事項的參考。

參考資料

1. NRC SECY-12-0025, "Proposed Orders and Requests for Information in Response to Lessons Learned from Japan's March 11, 211, Great Tohoko Earthquake and Tsunami", February 17, 2012.
2. NRC News, "NRC to Issue Orders, Information Request as Part of Implementing Fukushima-Related Recommendations", March 9, 2012
3. NRC SECY-11-0093, "Near-Term Report and Recommendations for Agency's Actions Following the Events in Japan", July 12, 2011.
4. NRC SECY-11-0137, "Prioritization of Recommended Actions to be Taken in Response to Fukushima Lessons Learned", October 3, 2011.
5. NRC SRM-11-0124, "Staff Requirements- SECY-11-0124-Recommended Actions to be Taken without Delay from the Near-Term Task Force Report", October 18, 2011.
6. NRC public meeting material, "Status Update on Implementation of the NTTF Recommendations", January 13, 2012.
7. Inside NRC, "NRC Staff Recommends Post-Fukushima Nuclear Safety Upgrades", Vol. 34, No. 5, February 27, 2012.

附表一 NTTF 建議事項中第一優先(Tier 1)的 8 項建議處理方式

項次	NTTF 編號	安全評估內容	處理方式
1	4.2	Mitigating Strategies for Beyond Design Basis	命令
2	5.1	Reliable Hardened Vent for Mark-I and II Containment	命令
3	7.1	Spent Fuel Instrumentation	命令
4	2.1 2.3 9.3	Seismic and Flooding Reevaluation Seismic and Flooding Walkdown Enhanced EP Staffing and Communication	10 CFR 50.54 (f) 信函
5	4.1	Station Blackout	法規制定
6	8.0	Integrated of Emergency Procedures	法規制定

附表二 核管會召開 NTTF 第一優先建議事項處置之公眾會議

Public Meetings Related to Tier 1 Japan Lessons-Learned Regulatory

Meeting Dates (first) (second)	Meeting Purpose
October 7, 2011 February 9, 2012	Meetings of the Advisory Committee on Reactor Safeguards
November 29, 2011	Commission Meeting with Advisory Committee on Reactor Safeguards
December 1, 2011	U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC) and Industry Joint Steering Committee on strategies to implement the Near-Term Task Force (NTTF) recommendations.
December 8, 2011 January 18, 2012	NTTF Recommendation 4.2 on issuing orders to licensees to mitigate challenges to key safety functions following extreme natural phenomena events regulations currently provided in Title 10 of the <i>Code of Federal Regulations</i> (10 CFR) 50.54(hh)(2) to provide reasonable protection for equipment from the effects of design-basis external events and to add equipment as needed to address multiunit events.
December 12, 2011 January 9, 2012 January 19, 2012	NTTF Recommendation 9.3 on staffing and communications in response to emergencies. The meetings focused on a general approach and introduction to the implementation of recommendations under consideration.
December 14, 2011 January 18, 2012	NTTF Recommendations 2.1 and 2.3 , on flooding and seismic protections. The meetings focused on a general approach and introduction to the implementation of this recommendation.
December 15, 2011 January 19, 2012	NTTF Recommendation 7.1 , on spent fuel pool instrumentation. The meetings focused on a general approach and introduction to the implementation of this recommendation.
December 15, 2011 January 17, 2012	NTTF Recommendation 5.1 , on reliable and hardened vents. The meetings focused on a general approach and introduction to the implementation of this recommendation.
January 13, 2012	NRC and Industry Joint Steering Committee