

核能電廠斷然處置程序指引
原能會安全評估報告(草案版)

行政院原子能委員會 核能管制處

中華民國 106 年 10 月

目 錄

頁次

摘要.....	ii
一、前言.....	1
二、審查說明.....	2
三、審查情形.....	3
四、審查結果.....	71
五、審查結論.....	72

摘要

原能會(以下簡稱本會)鑒於日本福島核電廠事故，要求台電公司各核能電廠檢討現有機組因應事故之能力以及天災發生後可能潛在設備功能喪失的危險要項，依據我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案，第(六)項機組斷然處置程序之建立，要求建置「核能電廠機組斷然處置程序指引」，以進一步強化現有核能機組耐地震、防山洪、抗海嘯之能力。

本會則針對台電公司提出之「斷然處置程序指引」通報程序、執行面以及技術基礎進行審查，審查期間仍要求台電公司須持續追蹤掌握日本福島核電廠事故的新資訊，並予以適切納入或更新；本會為確保核能電廠一旦面臨必須採取斷然處置措施，相關作業程序能獲得有效執行，除要求台電公司完成增設灌水、供氣及供電等軟硬體設備外，平時即對緊要設備(含福島事故後所新增之移動式設備等)予以適當之維護及測試，並嚴格執行人員訓練；並要求台電公司持續強化緊急事故處置措施，分析並演練不同極端氣候之假想情境，俾使運轉人員熟悉並熟練相關操作。

本會於收到台電公司提送之「斷然處置程序指引」後，隨即聘

請相關領域之學者專家與本會同仁組成審查專案小組，除就通報程序及系統與執行相關內容進行審查外，並針對「斷然處置程序指引」技術方法論部分進行審查。在通報程序部分召開1次審查會議，提出5項審查意見；在執行面及技術方法論部分共召開3次審查會議，提出68項意見；審查期間並執行現場視察，針對所提文件與現場設備組件狀況進行現場查證，查證結果並反映於審查意見中。經彙總相關審查意見及建議，最後作成審查結論並提出本案安全評估報告。

根據台電公司所提「斷然處置程序指引」相關分析評估及其回覆本會審查小組所提審查意見之補充說明，各核電廠已視需要逐步對相關設備進行必要之補強或更換以符合要求，並且進行定期訓練和演練，本會亦派員進行相關文件之抽查與現場作業視察，以確認兩者之一致性和可執行性。綜合審查與視察結果，本案台電公司核能電廠所採用事件導向之「斷然處置程序指引」，能避免發生類似福島事故的情境，可強化核能電廠安全之深度防禦。

針對需長時間精進且不影響現階段斷然處置執行之部分，本會亦提出後續管制要求事項，包括台電公司應持續追蹤並將美國核管會福島事故經驗回饋之近期專案小組(Near Term Task Force, NTTF)第4.2項徵候導向有關FLEX策略之要求納入，並在執行NTTF第8項有關因應超過設計基準事故，須一併納入「斷然處置程序指引」做整合之

考量，相關案件均持續由本會既有之管制案持續追蹤；所有後續管制要求事項，本會均將持續追蹤台電公司辦理情形。

一、前言

日本東北地區外海 100 年 3 月 11 日發生規模 9.0 大地震，後續並引發大海嘯，造成福島一廠機組因廠區電源喪失及失去補水能力，導致爐心燃料熔損及放射性物質外釋。鑑於日本福島核電廠事故，我國即檢討現有機組因應事故之能力以及天災發生後可能潛在設備功能喪失的危險要項，以強化現有核能機組耐地震、防山洪、抗海嘯之機制。

行政院已於 100 年 4 月 19 日核定我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案，包括：(一)廠區電源全部喪失(全黑)事件、(二)廠房/廠區水災事件及防海嘯能力、(三)用過燃料池完整性及冷卻能力、(四)熱移除及最終熱沉能力、(五)事故處理程序與訓練、(六)機組斷然處置程序之建立、(七)一/二號機組相互支援、(八)複合式災難事件、(九)超過設計基準事故、(十)設備/設施完備性及備品儲備及(十一)精進人力/組織運作及強化核能安全文化等近期檢討議題之強化措施。

其中有關第(六)項機組斷然處置程序之建立，本會針對福島事故之重要經驗回饋(決策延宕)，特別針對「斷然處置程序指引」通報程序進行審查，於 101 年間完成，並督促台電公司修訂相關內容。後續本會亦在立法院承諾針對「斷然處置程序指引」執行面進行實質審議，故本會分別在 103 年、104 年、105 年辦理「斷然處置程序指引」審查會，針對事故演進及系統操作時序、參數等採系統化作法嚴謹審議，並提出日本福島核電廠事故的新資訊要求台電公司持續追

蹤掌握，並予以適切納入或更新「斷然處置程序指引」；另本會為確保核電廠一旦面臨必須採取斷然處置措施，相關作業程序能獲得有效執行，更要求台電公司應儘速完成增設補水、供氣及供電等軟硬體設置外，平時則須對緊要設備(包括福島事故後所新增之移動式設備等)予以適當之維護及測試，並嚴格執行人員訓練；並要求台電公司持續強化緊急事故處置措施，分析並演練不同極端氣候之假想情境，俾使運轉人員熟悉並熟練相關操作。

二、審查說明

101 年 07 月 17 日辦理台電公司因應福島事故「斷然處置之通報程序」審查會，針對本案由本會聘請國內二位專家學者併同本會同仁組成審查專案小組，提出 5 項審查意見。由於本會要求台電公司應積極循國際核能業界組織在因應措施之現況與進展，就國內核能電廠斷然處置措施之分析與執行辦理技術研討會做嚴謹的技術交流，本會則分階段追蹤、確認台電公司核能電廠斷然處置措施納入國際間核能國家之經驗回饋；103 年 03 月 28 日辦理台電公司「斷然處置程序指引」第一次審查會，提出 50 項審查意見；104 年 07 月 22 日辦理台電公司「斷然處置程序指引」第二次審查會，提出 41 項後續審查意見及 18 項新增審查意見；105 年 09 月 29 日辦理台電公司「斷然處置程序指引」答覆說明有關之第三次審查會。審查期間並納入國際核能業界組織技術研討會提出的技術議題之後續追蹤與釐清。

本會在歷次審查會議辦理後，均要求台電公司依本會審查意見內容提供適當

技術基礎的參考文獻、佐證資料及/或程序書，提出答復說明及修訂進版之指引，並附修訂對照表。

三、審查情形

針對「斷然處置程序指引」案，台電公司依本會各次審查會議要求之實施內涵，並依據該要求之建議事項，以及參考反應器業者組織對日本福島核電廠事故的新資訊，研提各廠適切因應對策及改善措施之實施報告提報本會，相關內容如下。

(一) 「斷然處置之通報程序」審查會議

1. 概述

參酌日本福島事故之重要經驗回饋，本會鑑於福島電廠人員逐層向上級回報，以致注水、排氣等重要救援決策之時機因而延宕，並導致多部機組爐心熔損之嚴重情況，故於核安總體檢議題有關第(六)項機組斷然處置程序之建立，要求台電公司明確釐清通報及決策程序。

台電公司將斷然處置分為三階段，第一階段(斷然處置開始啟動)、第二階段(機組喪失廠內外交流電源或喪失反應爐/蒸汽產生器補水功能)通報由電廠廠長向主管核能副總經理報告，第三階段(決定將生水或海水注入反應爐/蒸汽產生器)由電廠廠長向主管核能副總經理報告，經董事長同意後，電廠據以執行。若通訊中斷，則授權廠長決行。廠內通訊中斷，無法通報廠長及副廠長，則授權當值值班經理決行。

本會審查意見指出，依台電公司規劃，當須決定是否要注水時，仍要層層通報並經董事長同意後，電廠才據以執行，但當現場狀況已達要做此一決定時，情況必然已相當嚴重，應授權對現場情形最清楚的廠長或當值值班經理，以免延誤決策時機。

台電公司答覆說明機組斷然處置事關電廠資產存廢，而將如此重大的決策指定當值值班經理負責，在與職權不相符的壓力下，恐影響其專業技術的判斷。因此，技術的分析由電廠技術人員負責，但決策的權限仍宜由主管核能發電副總經理作最終裁量與決定，惟通訊中斷無法通報時，則授權廠長決行，無法通報廠長時則授權當值值班經理決行。

經濟部亦來函表示：『有關貴會建議「核能電廠須落實技術問題由電廠技術人員決定，並對斷然處置措施執行採事後通報」一節，本部鑑於由電廠技術人員自行決定執行斷然處置措施，已超出渠等所能承受之壓力與責任，爰台電公司建議提升至「核能電廠緊急計畫執行委員會」之主任委員(即主管核能發電副總經理)，本部認為應屬恰當』。

本會回復說明指出，電廠緊急運轉程序書(EOP)、嚴重事故管理指引(SAMG)之操作項目原已包括灌注海水及圍阻體排氣，然為避免類似福島事故因非技術因素導致之延宕，並強化複合式災難等情境因應之能力，本會要求貴部所屬台電公司依專業技術分析及評估據以建立斷然處置程序指引，即應考量完善之決策指引(包括運轉員壓力)以供執行時遵循，不宜因決策壓力及責任而遽然否定電廠廠長或當值值班經理的專業能力；

針對通報至主管核能發電副總經理取得決行之做法，須確認電廠持照文件之符合性，並研議適當之配套措施，納入斷然處置程序指引中，避免我國在類似情境下發生非技術因素導致延宕重大決策時機之可能。

台電公司答覆說明根據 2011 年 6 月國際原子能總署(IAEA)核能安全部長會議公布之專家調查團，對日本福島事故的正式報告指出，複雜的架構和組織拖延了緊急的決策。台電公司修訂其斷然處置程序，由電廠廠長向緊急計畫執行委員會主任委員(主管核能發電副總經理)報告，經同意後，電廠據以執行。若通訊中斷，則授權廠長決行，若無法通報廠長時，則授權當值值班經理決行。惟修訂之作法仍未能有效避免行政程序可能造成之拖延，故本會要求台電公司再予強化。

經濟部並以重大政策之決定，將台電公司斷然處置相關決策作法陳報行政院核示。行政院秘書長函示本會，請本會邀集相關機關、學者專家及參考國際規範妥慎審議，經濟部所屬台電公司所擬「核能電廠機組斷然處置程序指引」一案。

本會辦理「斷然處置之通報程序」審查會後，將審查會議之決議事項陳報行政院。行政院秘書長函示經濟部，請該部督導台電公司依本會審查會議之決議事項辦理。

2. 「斷然處置之通報程序」審查會

本會依據行政院秘書長函指示，於 101 年 07 月 17 日辦理台電公司因應福島事故「斷然處置之通報程序」審查會，本會專案審查小組對本

次審查重點為確認台電公司「斷然處置之通報程序」之適切性，審查情形討論於下。

審查提問 1，針對有關通報機制，各階段的通報標準與時機，各電廠之描述有相當差異，宜有較一致的文字敘述與格式，各電廠也應繪製一斷然處置執行條件流程及通報時機示意圖等項要求台電公司澄清。台電公司答覆說明已對斷然處置指引作全面檢討，提出修訂版斷然處置指引另函提報。各核電廠亦已依斷然處置指引中，新修訂之斷然處置執行條件流程及通報時機示意圖，一致性地納入各廠程序書。其中，通報時機與要求已修改如下，「此時在通報緊執會主任委員(核能副總經理)時應一併陳報電廠面臨之緊急狀況，並向副總預先報告當機組達到本指引所述之執行斷然處置注水操作條件時，不論是以生水或海水為水源，電廠均將逕行依程序進行斷然處置注水操作注水進入反應爐/蒸汽產生器」；本項答覆內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 2，針對有關“喪失反應爐或蒸汽產生器補水能力，且無法維持反應爐核燃料覆蓋水位”宜改為“喪失反應爐或蒸汽產生器補水能力，且預期無法維持反應爐核燃料覆蓋水位”，要求台電公司澄清。台電公司答覆說明斷然處置程序啟動時機之條件一修訂為“反應爐或蒸汽產生器喪失以蒸汽驅動補水以外之電力驅動補水能力”；本項答覆內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 3，針對核能副總或必要時電廠廠長在做裁量與決定時，宜

設定時間的限制(此一時間宜有一些分析的基礎)，要求台電公司澄清。台電公司答覆說明本項授權機制修改為：當包括海嘯及其他極端天災侵襲廠區造成全面性毀損時，電廠依通報時機「狀況三」，在通報緊執會主任委員(主管核能發電副總經理)時已一併陳報電廠面臨之緊急狀況，並已向副總預先報告當機組達到本指引所述之執行斷然處置注水操作條件時，不論是以何種水源，電廠均將逕行依程序進行注水。因此，當 TSC 大隊長/值班經理判斷機組已達到本指引所述之執行斷然處置注水操作條件後，不論是以生水或海水為注水水源，值班經理均需立即下令執行斷然處置注水程序；本項答覆內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 4，針對各電廠之執行內容與方法宜以附件提供本會核可之系統程式分析的結果，以說明各階段設定 1 小時、8 小時及 36 小時的科學基礎；並採適當的方式驗證分析的結果，要求台電公司澄清。台電公司答覆說明機組斷然處置各階段行動採爐心熱流分析程式模擬分析，就各廠設計特性進行運轉組態分析。以銹水反應溫度 1500°F 作為上限，進行補水流量與 1 小時內列置完成行動時限的模擬分析，作為第一線人員進行斷然處置策略行動與注水最佳時機點擬定之依據；故電廠斷然處置第一階段各項策略設定須於啟動後 1 小時內完成列置；第二階段各項策略，則參考現行電廠 FSAR 在廠區全黑之安全分析，證明蒸汽推動之補水設備(如 RCIC)最少可持續運轉 8 小時之基礎下，並考量電廠人力實際執行各項策略所需時間等因素，設定須於啟動後 8 小時內完成列置，提

供必要之電源、氣源、水源，持續確保爐心冷卻及燃料池補水；至於第三階段，則係考量前二階段措施已可確保爐心冷卻及燃料池補水，確保燃料安全，但仍需建立長期的爐心冷卻策略，而經評估長期冷卻設備的維修時間與相關系統列置操作時間後，第三階段各項策略，設定須於啟動後 36 小時內完成；本項答覆內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 5，針對各核電廠斷然處置決策點(含決策範圍)有不一致之處，要求台電公司澄清。台電公司答覆說明「核能電廠機組斷然處置程序」指引修訂版已將斷然處置之決策事項改為：以「斷然處置注水操作」將廠用水、生水或海水注入反應爐或蒸汽產生器；本項答覆內容經審查小組審查後可以接受。

3. 審查結果

綜合專案小組對台電公司規劃作法及對審查提問答覆內容之審查結果，要求：(1)對於斷然處置之通報程序中若可能造成台電公司重大資產嚴重影響者，本會同意通報至主管核能發電副總經理以取得決行，如灌注海水至反應爐或用過燃料池之決策；惟此一程序須納入在限定時間內該決策行為自動生效之機制，以避免非技術因素導致延宕重大決策時機之可能性。(2)對於斷然處置之通報程序之其他未致重大資產嚴重影響者，是項程序須建立適當授權決策(廠長、當值值班經理)決行之機制，俾強化機組人員因應之能力。

台電公司已依本會上述要求做為台電公司各電廠「斷然處置之通報

程序」之基礎，經審查小組審查後可接受。

(二) 「斷然處置程序指引」審查會議歷次審查情形

1. 概述

鑑於國際間對於福島事故相關加強管制措施係分階段分年出版管制規範，因此我國亦分階段追蹤國際核能電廠相關管制規範並適時修正我國相關要求，針對台電公司「斷然處置程序指引」，本會除持續追蹤其辦理情形外，並要求台電公司應積極循國際核能業界組織(如 BWROG、PWROG、NEI、INPO 等)瞭解國際間核能電廠執行因應措施之現況與進展；此外，本會亦要求將「斷然處置程序指引」納入當時正研議之緊急運轉程序書(EOP)、嚴重事故管理程序指引(SAMG)、大範圍廠區受損救援指引(EDMG)及 NEI 建議 FLEX 策略等程序介面之檢討與整合(即美國 NRC 在 NTTF 第一階段建議事項 8)，以確保「斷然處置程序指引」與 EOP、SAMG 及 EDMG 等指引有適當整合，使其執行能發揮預期功效及效益。

台電公司於 103 年 2 月間邀請沸水式反應器業者組織(BWROG)來台，對機組斷然處置程序指引(URGs)進行為期 2 天之同行審查，BWROG 專家指出機組斷然處置程序指引是以所發生事件為基準之應變程序，其與世界各地沸水式反應器為了應對長時間喪失電力事件所發展的應變程序具有許多相似性。機組斷然處置程序指引之發展亦衍生了幾項議題，包括在其它事件中如何使用、與以所發生徵候為基準之指引的介面為

何、資源如何配置、圍阻體如何排氣(汽)，以及如何用以改善通用性指引；BWROG 於會後並提出建議事項，要求台電公司考量相關議題以使機組斷然處置程序指引更趨完善。103 年 2 月間台電公司另邀請沸水式反應器業者組織(BWROG)專家團隊來台，辦理有關緊急程序書指引和嚴重事故指引(EPG/SAG)第 3 版為期 5 天之國際研討會議。本會則於 103 年 3 月 28 日辦理台電公司「斷然處置程序指引」第一次審查會議。

台電公司於 103 年 10 月間邀請壓水式反應器業者組織(PWROG)來台，辦理包括機組斷然處置程序指引(URGs)為期 2 天之技術交流研討會議，PWROG 專家提出美國在福島事件後的因應、三階段 FLEX 策略及其架構、EOP/FLEX/SAMG 等程序之整合及情節之演進、FLEX 策略的成功準則、進入 FLEX 支援導則、SAMG 的強化，台電公司亦提出在福島事件後的強化作為、進入 URG、URG 概要及成功準則等，並與 PWROG 專家探討並研議其差異。PWROG 專家另提出 URG 技術交流研討會議的建議事項，要求台電公司考量相關議題以使機組斷然處置程序指引更趨完善。本會則於 104 年 7 月 22 日辦理台電公司「斷然處置程序指引」第二次審查會議。

台電公司於 104 年 10 月間邀請沸水式反應器業者組織(BWROG)來台，辦理包括技術支援指引(Technical Support Guidelines, TSG)相關為期 5 天之技術研討會議，與會國際專家提出美國/台灣重要運轉經驗回饋、美國業界燃料績效、重要 BWROG 通用計畫的更新、嚴重事故個案的研究、

嚴重事故指引(Severe Accident Guidelines, SAGs)、技術支援指引(Technical Support Guidelines, TSG)計算、嚴重事故物理現象的概要以及福島一廠 2 號機的個案研究等，本次會議探討並研議 EPG/SAG 的第 4 版。

台電公司於 105 年 1 月間邀請壓水式反應器業者組織(PWROG)來台，辦理因應福島事故經驗推動「彈性且多樣化處置」(FLEX)策略相關為期 2 天之技術交流研討會議，PWROG 專家提出 103 年 10 月會議的概要及評述、PWROG FLEX 方案及進展概要、業界指引 NEI 的全球對應行動、建立符合各電廠特性的 FLEX 計畫、美國核電廠 FLEX 計畫的回顧、PWROG 停機 ELAP 計畫等，台電公司亦提出台電公司福島後安全強化現況，並與 PWROG 專家探討並研議與國際核能業界因應強化做法之異同。

台電公司於 105 年 3 月間邀請沸水式反應器業者組織(BWROG)來台，辦理包括福島事故因應作為為期 2 天之研討會議，與會國際專家提出美國核管會在福島後提出管制措施概要、地震/水災廠外危害及救援措施的評估、美國業界的 FLEX 策略、美國電廠 FLEX 設備的概要、FLEX 策略第三階段的作法、東京電力公司地下水防護的做法、實施 FLEX 策略的經驗回饋、圍阻體強化的排氣系統以及圍阻體防護及過濾策略等，本次會議並探討 BWROG 有關福島事故因應委員會的產出及未來研議的規劃。本會於 105 年 9 月 29 日辦理台電公司「斷然處置程序指引」三次

審查會議。

台電公司邀請反應器業者組織來台辦理之上述技術交流研討會，本會專案審查小組的本會同仁及學者專家，提出審查個案之平行比對驗證分析之結果，參加相關技術議題之交流與研討，並適時納入技術交流研討會新增議題做後續追蹤並要求台電公司提出澄清說明與修訂。

2. 「斷然處置程序指引」審查會

第一次「斷然處置程序指引」審查會議，本會專案審查小組審查重點為確認台電公司「斷然處置程序指引」執行步驟之技術細節、參數驗證與模擬比對、及斷然處置程序與其他程序書介面之適切性，共提出審查意見 50 項。

第二次「斷然處置程序指引」審查會議，要求台電公司提出前次會議審查意見之後續澄清說明，其中 9 項(I-A-4、I-A-8、I-B-4、II-A-3、II-A-5、II-B-13、II-C-4、II-C-10 及 II-C-11)台電公司之辦理情形及答覆說明，經審查台電公司所提報告內容與對審查意見之答覆，已就核能電廠斷然處置程序指引之相關資訊提出適當說明，綜合本會審查小組審查結果，合理認為台電公司以上答覆內容可接受，同意結案。本會對台電公司其他 41 項審查意見的答覆說明，提出須進一步澄清說明之要求；本次另針對台電公司所提修訂進版之「斷然處置程序指引」提出新增審查意見共 18 項。

第三次審查會議針對須後續尚待澄清審查意見共 59 項，要求台電

公司提出澄清說明，其中 54 項台電公司之辦理情形及答覆說明，經審查台電公司所提報告內容與對審查意見之答覆，已就核能電廠斷然處置程序指引之相關資訊提出適當說明，綜合本會審查小組審查結果，合理認為台電公司以上答覆內容可接受，同意結案；其中的 11 個項目，包括事件導向相關技術議題須納入爾後 EOP/EDMG/SAMG 及徵候導向 FLEX 策略整合作法之介面考量者，有部分技術議題移由現有管制案做後續追蹤者，或有部分屬設計改善案移由另案管制者，均屬有條件接受，同意結案。另須繼續追蹤尚待進一步澄清的後續審查意見共 5 項 (I-C-1、II-B-10、II-C-8、III-A-1、III-A-6)，要求台電公司提出後續辦理情形以及答覆說明。

此 5 項處理情形，經審查台電公司所提報告內容與對審查意見之答覆，已就核能電廠斷然處置程序指引之相關資訊提出適當說明，綜合本會審查小組審查結果，合理認為台電公司以上答覆內容可接受(其中 1 項有條件接受)，同意結案。

歷次審查情形及審查結果說明如下。

審查提問 I-A-1，針對瑞士 KKL 電廠採用措施與台電公司斷然處置程序之異同，要求台電公司提出比對及澄清說明。台電公司答覆說明瑞士 KKL 電廠電廠全黑(SBO)程序書與台電公司 URG 程序書內容極為相似，主要差異在於(1)瑞士 KKL 電廠在 SBO 發生後的前 30 分鐘內不降低爐壓，在 30 分鐘後才使用手動開啟一只自動降壓系統/安全釋壓閥

(ADS/SRV)降低爐壓至 10~14 kg/cm²；台電公司斷然處置程序則規定一小時內，除運轉 RCIC 補水、消耗蒸汽外，另使用開啟一顆 ADS/SRV 的方式，將反應爐爐壓控制性降壓至 10~15 kg/cm² 以下，俾在一小時內達到符合斷然處置注水程序(DIVing)的執行條件，以備 RCIC 不預期之跳脫。(2)瑞士 KKL 電廠將 EPG RC-L 後段的處理流程納入其 SBO 程序書中，當 SBO 期間若 RCIC 跳脫無法再運轉，其程序書規定當水位降至最小蒸汽冷卻水位後執行緊急洩壓並使用低壓注水補水，亦即依照 EOP contingency#1 執行。台電公司斷然處置程序則規定 SBO 期間若 RCIC 跳脫無法再運轉，如此時爐壓小於 15 kg/cm²，則執行斷然處置注水程序(DIVing)；如此時爐壓大於 15 kg/cm²，則回到 EOP，此時執行方式就與瑞士電廠相同。以上差異，在個廠安全分析的佐證支持下，均可達到維持反應爐足夠爐心冷卻之目的。審查小組針對台電公司所提說明，就(1)依 EPGs contingency#1，在 RPV 水位低於 TAF 時，需進行緊急降壓、管閥配置及注水，並在水位低於 MSCRWL 時進到 SAG，此與台電公司答覆在低於 MSCRWL 才緊急降壓注水為不相同，(2)台電公司答覆「若爐壓大於 15 kg/cm²，則回到 EOP，此時執行方式就與瑞士電廠相同」，審查小組認為並不相同，要求台電公司再提出澄清說明，以及做適切之文字修訂。台電公司進一步說明 SBO 期間若 RCIC 跳脫無法再運轉時，當爐壓大於 15 kg/cm² 時，仍需進行控制性降壓直到 15 kg/cm²，此時降壓方式為依據緊急運轉程序書(EOP)之手動控制 SRV 方式降壓(此亦即

斷然處置程序指引的控制性降壓)，將修訂為依據斷然處置程序指引繼續進行控制性降壓。審查小組針對台電公司所提說明指出，依照審查提問 I-A-6 的答覆說明，斷然處置程序的控制降壓將修改為當 RCIC 可用時，遵守降溫率 $55\text{ }^{\circ}\text{C/hr}$ 執行，如此一來，控制降壓所需時間必定超過一個小時。台電公司再提出答覆說明，斷然處置措施成功準則：機組斷然處置行動依據爐心熱流分析(RELAP)程式模擬分析，模擬福島事故，就各廠設計特性進行運轉組態分析。以銦水反應溫度 $1500\text{ }^{\circ}\text{F}$ 作為上限，進行補水流量與 1 小時內列置完成行動時限的模擬分析，作為第一線人員進行斷然處置策略行動與注水最佳時機點擬定之依據。注水設備列置完畢，並不代表就需引動斷然處置注水。只要原運轉中之蒸汽推動補水設備持續運轉，則就暫時無須切換至斷然處置低壓注水。台電公司係採最保守要求，需於 1 小時內完成列置準備工作，亦提出控制性降壓的澄清說明，略以台電公司執行斷然處置程序時已做好廢棄反應爐的準備，可能造成反應爐無法再使用，保障民眾健康與安全，故降溫率的要求與反應爐槽爾後是否能繼續使用，亦非台電公司的考量範疇，並提出審查提問 I-A-6 答覆說明的修正內容。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-A-2，針對在核安總體檢之後執行許多安全強化的措施，要求台電公司量化說明電廠沒有交流電的機率是否顯著的降低。台電公司答覆說明風險評估量化係針對已經完成安裝、且有程序書指示者，若

是機動設備，只能考慮人為動作成功的機率，根據風險評估量化初估至少降 50 %，對於非強烈地震的情境，應可降到 10 %以下。審查小組針對台電公司所提“10 %以下”要求提出確切意涵，並建議併入審查提問 II-A-4 之答覆說明一併考量。台電公司進一步說明所謂降 50 %或降 10 %是假設以 SBO 發生機率 100 %作為參考基準，風險降到 10 %以下之說明，係參考美國核能協會(NEI)提供美國核管會辦理公開會議之簡報資料。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-A-3，要求台電公司針對美國 FLEX 策略(Diverse and Flexible Coping Strategies)與斷然處置程序之異同做圖示，台電公司修訂補充圖示並說明斷然處置程序在強化原設計的深度防禦。審查小組針對台電公司所提概念圖要求提出兩者差異的澄清說明。台電公司進一步說明斷然處置程序指引為以福島事件發生的假想情況，於斷然處置條件例如喪失所有交流電源(其將影響電廠補水及熱沉處理能力)發生時，建立適當處理策略，其要素與 FLEX 策略相當。惟斷然處置程序是以事件發生的形態進入，而 FLEX 策略則是依據分析取得預測的運轉參數及情節做為行動策略的進入條件。因此在概念圖上有其類同性，然而，由於斷然處置程序與 FLEX 策略畢竟不完全一致，因此台電公司說明會將兩者之要求均納入考慮，並遵照本會對於福島管制案件 JLD-10113 之要求持續強化，使台電公司做法能與業界接軌。待完成 FLEX 策略後，再於福島管制案件 JLD-10116 執行有關 EOP、SAMG、EDMG 之整合時，納入斷

然處置程序做整合之考量。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受(本項為有條件接受)。

審查提問 I-A-4，要求台電公司說明針對蒸汽推動之補水設備(如 RCIC，即反應器爐心隔離冷卻系統)可視為被動的安全注水系統，在福島核災之後的強化措施，持續運轉更長時間的能力，以及斷然處置控制降壓至 15 kg/cm^2 對 RCIC 運轉時間的影響。台電公司答覆說明在福島核災後的強化措施，以及經強化後在 RCIC 喪失直流電力時，可藉現場手動運轉操作繼續運轉，故能持續運轉更長的時間。爐壓維持在 10 kg/cm^2 左右 RCIC 即可維持全流量運轉，故在斷然處置程序指引採控制降壓至 15 kg/cm^2 不會影響 RCIC 運轉的時間。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-A-5，針對斷然處置程序指引分析所提，反應爐控制性降壓至 15 kg/cm^2 並維持該值，惟實際操作時是否可以維持在該值；如無法維持該值，要求台電公司說明及其對後續分析之影響。台電公司答覆說明需配合爐壓適當開啟 SRV 洩壓，以維持爐壓在 15 kg/cm^2 左右。爐壓維持在 10 kg/cm^2 左右 RCIC 即可維持全流量運轉，停機初期爐心衰變熱仍高，且 15 kg/cm^2 至 10 kg/cm^2 尚有 5 kg/cm^2 的餘裕，不會影響 RCIC 的運轉能力，且依據電廠過去實際經驗與模擬器模擬結果，確可利用少量之 SRV 即能維持一定之爐壓。審查小組要求台電公司補充說明以手動開關 SRV 的方式，以維持反應爐壓力約 $10 \sim 15 \text{ kg/cm}^2$ ，本項併由審查

提問 I-B-1 做後續追蹤。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-A-6，針對控制性降壓違反注水降溫限值之議題，台電公司答覆說明若在緊急洩壓狀況(如短時間內從額定壓力直接降至低壓時)，確有違反可能；惟降溫率限值主要的考慮在於 RPV 金屬溫度降溫率的限制，以確保 RPV 往後繼續使用的安全性，且原有 EOP 亦有不再考慮降溫率之緊急洩壓的策略。故在機組緊急狀況下，確保當下機組的安全為第一優先，降溫率並不再是採取應變措施的主要考量因素。台電公司執行斷然處置程序時已做好廢棄反應爐的準備，可能造成反應爐無法再使用，保障民眾健康與安全，故降溫率的要求與 RPV 爾後是否能繼續使用，亦非台電公司的考量範疇。審查小組要求台電公司對於控制降壓與緊急降壓目的不同、操作方式不同等提出補充說明。台電公司並依審查提問 I-A-1 的答覆說明提出修訂：進行斷然處置設備列置階段，電廠即開始進行控制性降壓，溫度隨之降低，而於 RCIC/HPCI 仍為可用時，電廠基於安全考量，將衡量 RCIC/HPCI 補水能力，於能夠維持水位在高水位狀況下，控制性的降低壓力，降溫率不再是應變措施的主要考量。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-A-7，要求台電公司說明在持續進行斷然處置注水的情況下，反應爐的水位會降低至最小蒸汽冷卻水位(MSCRWL)之機制，台電公司答覆說明 HPCI/RCIC 蒸汽帶動系統的運轉，SRV 連續的開與關

動作降壓，此時因故無法持續注水進爐心，或消防車突然故障，無法維持水位，而使反應爐水位低於 MSCRWL，則此時需回至 EOP 遵循指引進入 SAG。成功執行斷然處置則不預期會使水位低至該水位。審查小組要求台電公司對於“如何有效降低因故無法持續注水進爐心或消防車突然故障”的機率提出補充說明。台電公司進一步說明採多元、多重的救援策略，包括多種注水方式與來源、多套電源供應方式，且各電廠對於上述設施/設備，除了定期的演練與演習外，平時依程序書定期做好相關設備之預防保養工作，以確保設備的可用性，可以有效降低因故無法持續注水進爐心或消防車突然故障。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-A-8，要求台電公司說明斷然處置程序指引通報對象的適切性，台電公司答覆說明將“核能副總”修改為“緊執會主任委員”。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-A-9，要求台電公司說明“運轉 RCIC(或輔助飼水泵)顯然不利於機組安全”的機制，台電公司答覆說明基本上斷然處置之策略是希望儘可能維持 RCIC 之運轉，就如同在斷然處置程序指引中所述，『繼續保持 RCIC (輔助飼水泵)運轉，並維持反應爐(蒸汽產生器)壓力低於 15 kg/cm² 以下，持續進行斷然處置注水(DIVing)決策考量』。此時，希望電廠之搶救作業能儘早將既有之安全系統恢復，只有當 RCIC 跳脫時，才會立刻進行緊急洩壓注水；而對於『其他顯有必要需進行斷然處

置注水時(例如，當繼續運轉 RCIC(或輔助飼水泵)顯然不利於機組安全。)」之條文，則是提供控制室人員一個面對未預期狀況之彈性處理空間，以免一旦發生，值班人員卻不能主動處理。此條文並未事先預期何種機制的存在，但隨著時間之延長，這種狀況之可能性會增加，例如反應爐壓力愈來愈低，推動 RCIC 之蒸汽力變小，使得 RCIC 注水能力劣化。審查小組要求台電公司對(1)宜進行更多的安全分析，讓運轉人員了解各種可能使得“繼續運轉 RCIC(補助飼水泵)顯然不利於機組安全的機制”；(2)也許下列機制也會造成顯然不利於機組安全：直流電與儀用空氣即將耗盡，且無法補充，預期將造成 SRV 無法開啟並因此導致爐心替代注水功能喪失；(3)在資源極度匱乏的情況下，控制降壓並使用能力相對較差的設備(低水頭、小流量)，須考量替代注水設備可靠度的提昇等提出補充說明。台電公司進一步說明將於「其他顯有必要需進行斷然處置注水時」，增列：「例如預期 DC 電源或操作氣源即將耗竭，SRV(含 ADS)可能無法開啟時；或運轉 RCIC/HPCI 補水仍無法維持 RPV 水位時」，供運轉員有所依循；並採多元、多重的救援策略(包括多種注水方式與來源、多套電源供應方式)，且各電廠對於上述設施/設備，除了定期的演練與演習外，平時依程序書定期做好相關設備之預防保養工作，以確保替代注水設備可靠度。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-A-10，針對斷然處置措施須仰賴技術支援中心(TSC)大

隊長之判斷與決策，要求台電公司說明相關軟硬體支援的明確性，以及在演練時判定注水管路的暢通性。台電公司答覆說明(1)在硬體部分，各核能電廠均建有安全數據顯示系統(Safety Parameter Display System，簡稱 SPDS)，此系統乃電廠技術支援中心(TSC)為達成協助主控制室運轉人員管理、技術協調及事故判斷、建議，應備有具蒐集、儲存及顯示能力之數據系統，此一數據系統可為主控制室、技術支援中心、「核子事故應變中心」等應變場所共用；其資料內容包括：重要安全系統運轉情形、廠區內輻射狀況、廠區氣象資料、運轉情形等。(2)在軟體部分，TSC 成員執行緊急狀況之分析與研判，並向大隊長提出應變建議與作法，所屬之嚴重事故處理小組(AMT)負責遵循嚴重事故處理指引，提供 TSC 必要之狀態評估並向大隊長提出決策建議。(3)注水管路是否暢通之判定，若原有系統之儀表可用，則可由相關流量及壓力指示直接判定，此屬於運轉員一般技能。台電公司以核一廠為例說明，程序書 1451 斷然處置程序指引中提出策略 CS.1-01 生水注水至反應爐，以及策略 CS.1-04 消防水車引接注水之內容，都有指引運轉員去證實注水路徑上可能之旁通途徑。例如，證實 MO-E11-F016A /F021A, F028A 關閉(MO-E11-F010 或 V-E11-FF026 及 V-E11-F215 在開啟狀態則證實 MO-E11-F016B/F021B, F028B 亦關閉)。若原有系統之儀表不可用或無儀表，則可經由機組之整體反應現象做綜合判斷，例如，注水進入反應爐，相關之蒸汽流量訊號，或者反應爐壓力、溫度皆會隨著變動，即可判斷注水是否成功。審查小

組指出注水流量是一個重要研判參數，要求台電公司考慮設置流量表測量替代注水流量。台電公司進一步答覆說明(1)核一廠：將於 BCSS 泵及管路增設機械式流量計，由廠房外注水時可確認注水流量；(2)核二廠：將於 EJ-106QB06 及 106QB04 下游加裝流量計；(3)核四廠：ACIWA 注水路徑，已有 E11-PI-0013C 及 E11-FI-0014C 現場錶頭可供監測流量及水頭；(4)核三廠：在斷然處置程序規劃之 RCS 及蒸汽產生器補水路徑，下游皆已裝設固定式流量計共六只(RCS 及 S/G 每回路個一只)，無須新增臨時流量計。台電公司本項答覆說明內容除核一、二廠流量監測相關設計修改案另案管制追蹤外，經審查小組審查後可以接受(本項為有條件接受)。

審查提問 I-B-1，針對斷然處置程序指引進行反應爐(或蒸汽產生器)控制性降壓的做法，要求台電公司說明在進行反應爐(蒸汽產生器)控制性降壓至 15 kg/cm^2 以下，有無時間限制?是否要在 1 小時之內完成?如 1 小時之內無法降壓至 15 kg/cm^2 ，運轉員之後續處理步驟為何?如 1 小時之前已經降到 15 kg/cm^2 ，是否利用手動開關 SRV 方式維持反應爐壓力在 15 kg/cm^2 上下? 手動開關 SRV 之開關壓力值為何?台電公司答覆說明依據斷然處置程序指引，控制性降壓屬斷然處置第一階段採取措施之一，需於達到斷然處置啟動條件後 1 小時內完成；依據安全分析結果，若 1 小時內無法降壓至 15 kg/cm^2 ，此時執行斷然處置注水(DIVing)之條件並不完備，因此，此時不可貿然執行斷然處置注水操作(DIVing)，而

必需遵行 EOP 進行反應爐水位/壓力控制，並持續設法降壓至 15 kg/cm²；台電公司以核一廠為例說明，當反應爐壓力已降至 15 kg/cm²，除利用 HPCI 及(或)RCIC 運轉持續消耗蒸汽，並視反應爐壓力變化情形，亦可配合手動開啟 SRV 維持反應爐壓力約 10 ~ 15 kg/cm²；在電廠程序書並未明訂 SRV 之開關壓力值，而是規範爐壓控制在一定範圍內(如 10~15 kg/cm²)為原則，此方式對於運轉員具有較大的操作彈性。另依據以往實際經驗及模擬器操作訓練，藉由 RCIC 及 SRV 確可維持爐壓在目標區間。審查小組指出斷然處置程序指引，雖明確規定 1 小時內完成列置準備工作，但並未明確規定 1 小時內控制性降壓至 15 kg/cm² 以下，要求台電公司提出以下意見之澄清說明(1)遵行 EOP 進行反應爐壓力控制之控制目標為何?是控制反應爐壓力於定值還是控制反應爐壓力使其持續降壓?如果是前者，則將與持續設法降壓至 15 kg/cm² 兩者之間產生矛盾；如果是後者，則應比較遵行 EOP 進行反應爐降壓與遵循斷然處置程序指引所進行控制性降壓有何不同?(2)若 1 小時內無法降壓至 15 kg/cm² 且 RCIC 仍運轉中，是否應單純遵循斷然處置程序指引，持續設法降壓至 15 kg/cm² 而不要回 EOP?(3)核三廠蒸汽產生器二次側 1 小時內，控制性降壓至 15 kg/cm² 之技術基準為何?台電公司進一步答覆說明(1)於符合斷然處置條件一/二時，反應爐壓力控制之控制目標仍是持續設法降壓至 15 kg/cm²。此時降壓方式為依據 EOP 之手動操作 SRV 方式控制降壓，此亦即斷然處置程序之控制性降壓。而於條件三「強震急停

加海嘯預警」，在海嘯確實侵襲廠區前，反應爐控制依 EOP 執行反應爐降溫、降壓，將熱量排放至冷凝器。(2)於符合斷然處置條件一/二時，若 1 小時內無法降壓至 15 kg/cm^2 ，將持續依據斷然處置程序以手動方式操作 SRV 進行控制性降壓。台電公司已修訂程序指引，取消回 EOP 之寫法避免執行時混淆。(3) 核三廠並無蒸汽產生器二次側 1 小時內，需控制性降壓至 15 kg/cm^2 的限制；核三廠蒸汽產生器控制性降壓需考慮項目，包括：降溫、降壓需考慮反應爐冷卻水(RCS)自然循環的維持(蒸汽產生器水位)、避免熱震、減緩爐水洩漏、飼水流量是否可滿足爐心衰變熱及爐心潛熱移除所需、蓄壓槽硼酸水注入 RCS 的時間點、次臨界及次冷態維持、避免蓄壓槽氮氣注入 RCS 危害自然循環、汽機帶動輔助飼水泵可用條件維持等多項因素，故並無於 1 小時內需控制性降壓至 15 kg/cm^2 的要求。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-B-2，針對在「強震急停加海嘯預警」但未達到斷然處置啟動條件一或條件二的狀況下，依照「台電公司核能電廠機組斷然處置執行步驟與 EOP 關係圖」，不需要執行反應爐(蒸汽產生器)控制性降壓。然而，依據斷然處置之關鍵階段--第 1 階段步驟之文字說明，看不出需要執行反應爐(蒸汽產生器)控制性降壓，要求台電公司澄清或修正。台電公司答覆說明在斷然處置之關鍵階段--第 1 階段步驟程序之步驟 2『進行反應爐控制性降壓』之注意及說明 c 項已說明，對於未達

到斷然處置啟動條件一或條件二的狀況下，仍依照 EOP 執行，不需要執行反應爐控制性降壓。審查小組指出台電公司的答覆說明：「倘若之後發生海嘯侵襲廠區，則立刻暫停 EOP，而依此反應爐(蒸汽產生器)控制性降壓步驟要求，執行反應爐/蒸汽產生器控制性降壓。」惟相關文字仍應再考量以下意見並視需要提出修訂：「海嘯侵襲廠區」很可能造成條件一或條件二的損壞，但海嘯侵襲廠區也有機率造成某些損壞，但是損壞後果還不到條件一或條件二的程度，換言之，「海嘯侵襲廠區」並非完全等同條件一或條件二；為了避免解讀產生歧異，在關鍵階段--第 1 階段步驟程序之步驟 2『進行反應爐控制性降壓』之注意及說明 c 項之內容與「機組斷然處置執行步驟與 EOP 關係圖」，應有完全一致的做法。台電公司進一步答覆說明已修訂程序指引的說明避免產生不一致。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-B-3，針對「機組斷然處置程序與 EOP 介面關係圖」，若餘熱移除系統 RHR 一直無法運轉，則需持續進行斷然處置注水。要求台電公司說明持續進行斷然處置注水之反應爐與圍阻體後續情節，例如：RPV 是否會灌滿水？還是 RPV 是否在灌至主蒸汽管後就會從 SRV 流至抑壓池？台電公司答覆說明當執行斷然處置後且可維持爐水水位高於 L-3 以上，則斷然處置策略已成功達成其功能，此時即會以 EOP 之水位控制及圍阻體控制策略為行動的主要依循，繼續以 EOP-RC RC/L 與 EOP-PC T/L 等指引來控制反應爐水位 $>TAF$ 且 $\leq L-8$ 。而衰變熱則曾經

由水蒸汽從 SRV 沖放至抑壓池，並不會將 RPV 灌滿水，也不會灌至主蒸汽管後從 SRV 流至抑壓池。此種轉換至 EOP 之時機，與餘熱移除(RHR)系統是否運轉無關；台電公司說明已修改該介面關係圖，刪除『且餘熱移除系統 RHR 已可運轉』之條件。有關本項議題由他項審查提問 II-B-4 做後續追蹤。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-B-4，斷然處置程序指引在「進行反應爐(或蒸汽產生器)控制性降壓」敘述：「開始進行反應爐(或蒸汽產生器)控制性降壓至 15 kg/cm² 以下(以便 URG 注水時反應爐緊急洩壓)，但保持 RCIC 系統(或輔助飼水泵)運轉，同時盡可能維持反應爐(或蒸汽產生器)高水位。」的敘述，要求台電公司應該要有更明確的規定。台電公司答覆說明盡可能維持在高水位的目的是因應之後緊急洩壓時水位會大幅下降之狀況；因此，水位目標是在主蒸汽管路下(以維持 RCIC 運轉)，運轉員視可操作狀況盡可能維持在高水位。考量在當時之惡劣狀況下，運轉員只要把握此原則作最好之操作即可，因此，不宜明訂維持之水位範圍，而僅在 BWR 增訂「但在 L-8 以下」以及在 PWR 增訂「但在 NR 78.1%以下」之規定。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-B-5，針對斷然處置之關鍵階段--第 1 階段步驟 4-3 為圍阻體排氣，要求台電公司說明圍阻體排氣是乾井排氣或是濕井排氣還是乾井、濕井同時排氣?在以上 3 種排氣方式中選擇目前擬採納之排氣方式的技術理由為何?另外，請以圖形顯示排氣管之位置。台電公司答覆

說明排氣路徑如可經過濕井排氣，均會優先選擇濕井排氣，以藉由洗滌過程盡可能降低放射物質外釋；此屬各廠操作細節，依各廠特定操作流程處理。另以核一廠為例說明一次圍阻體排氣包括乾井排氣及抑壓槽排氣，且以抑壓槽排氣優先，並圖示排氣路徑及各設備位置。審查小組要求於答覆時提供所有其他核能電廠之資訊，並劃出圍阻體邊界，藉以區分哪些設備是位於圍阻體內。台電公司進一步答覆說明核一廠相關閥門在圍阻體內的位置，其他各廠亦有類似之作法，並圖示提出排氣路徑及各設備位置。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-B-6，針對斷然處置之關鍵階段--第 1 階段步驟 5 之注意及說明 b.有以下敘述：「若在執行控制性降壓時，當反應爐壓力仍在高壓力而尚未降至 15 kg/cm^2 以下時，RCIC 卻突然跳脫，由於此時執行斷然處置注水(DIVing)之條件並不完備，因此，此時不可貿然執行斷然處置注水操作(DIVing)，而必需遵行 EOP 進行反應爐水位/壓力控制。」當反應爐之壓力還高於 15 kg/cm^2 時(例如 50 kg/cm^2 或 20 kg/cm^2)，如 RCIC 突然喪失功能，要求台電公司比較此時遵行 EOP 進行反應爐水位/壓力控制與繼續執行斷然處置注水操作(DIVing)之優劣。台電公司答覆說明(1)機組斷然處置行動係以爐心熱流分析程式進行模擬分析，模擬福島事故並就各廠設計特性進行運轉組態分析，同時以銹水反應溫度 1500°F 作為上限，進行補水流量與 1 小時內列置完成行動時限的模擬分析，作為人員進行斷然處置各階段策略行動與注水最佳時機點擬定之依據。經過

分析後，反應爐控制性降壓以低於 15 kg/cm²(且停機超過 1 小時)為進行 DIVing 注水之最佳時機；(2)若遇 RCIC 跳脫且爐壓仍遠高於 15 kg/cm²(抑或停機未超過 1 小時)之狀況，由於此時壓力仍未滿足安全分析之條件，所需的時間超過模擬分析，若此時貿然進行反應爐洩壓可能會因爐心未淹蓋的時間過長，導致燃料護套溫度過高，不能保證斷然處置成功準則(爐心核燃料尖峰護套溫度(PCT)不會超過 1500°F)之符合性，則此時需立即依 EOP 程序處理，利用反應爐水位降低至最小蒸汽冷卻水位之前的可爭取之時間，儘快恢復其他高壓、低壓注水系統運轉，當然此時手動嘗試恢復 RCIC 運轉亦是方式之一，屬於遵循 EOP 之操作範疇；(3)斷然處置行動之整體概念為僅有在執行 DIVing 之相關安全分析條件均符合狀況下，才可執行斷然處置注水操作(DIVing)，否則均需回歸 EOP 策略。遵行 EOP 進行反應爐水位/壓力控制，仍可在 EOP 分析基礎上確保爐心被水淹蓋，爭取更多時間將反應爐壓力降至 15 kg/cm² 以下，以達到執行斷然處置注水(DIVing)完備之條件。審查小組指出有關不同反應爐壓力值(15 kg/cm²)適切性的議題由他項審查提問 II-B-5 做後續追蹤。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-B-7，斷然處置之關鍵階段--第 1 階段步驟 6-4 有以下敘述：「值班經理/主任立刻下令進行反應爐(蒸汽產生器)緊急洩壓，全面洩放反應爐壓力，壓力降低愈快愈好，此時低壓水源將自然注入。」壓力

降低愈快是否愈好，值得商榷；要求台電公司澄清或修正。台電公司答覆說明(1)此時 DIVing 使用的反應爐緊急洩壓與 EOP 中 contingency 1 所使用的緊急洩壓是一樣的，均是手動開啟 ADS/SRV(開啟的個數視各廠不同)，以盡快使可用的低壓注水系統達到最大的注水流量；(2)為使此操作更為明確，已修改該段敘述，增加「手動開啟全部 ADS 之 SRV」之敘述，成為「值班經理/主任立刻下令進行反應爐(蒸汽產生器)緊急洩壓，手動開啟全部 ADS 之 SRV，洩放反應爐壓力，此時低壓水源將自然注入。」審查小組提出核三廠蒸汽產生器需開啟閥之數目為何？並說明其差異。台電公司進一步答覆說明(1)核三廠蒸汽產生器需開啟之數目取決於衰變熱大小、蒸汽產生器壓力及降溫率。機組停機初期衰變熱較大，至少要全開 2 個 SG PORV 來避免 PZR 安全閥開啟。若衰變熱無法完全由蒸汽產生器移除，在爐心溫度升高且壓力升高下，PORV 及 PSV 過壓保護動作，將會造成爐水流失；(2)蒸汽產生器控制性降壓注意及說明係一致，並無差異。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-C-1，針對「斷然處置程序指引」有關氫氣和圍阻體的壓力控制策略的作法，要求台電公司應考慮到各種事故情境。台電公司答覆說明核能電廠斷然處置為特定事件處置之程序(針對類福島事件、喪失廠內外交流電源事件、喪失電力驅動補水能力事件等)，若非斷然處置所考量事件，則回歸電廠 AOP/ EOP/ SAG 等進行處置。電廠斷然處置

程序之成功準則係為避免爐心核燃料尖峰護套溫度(PCT)超過 1500°F，在斷然處置程序策略能成功達到預設之目的的狀況下，將無大量氫氣產生之虞，且此時圍阻體壓力接近正常大氣壓力，運轉員將改採電廠 EOP 做為行動的主要依據，包括氫氣及圍阻體壓力的控制。倘若電廠斷然處置程序之策略無法成功達到目的，則可預期事件之情勢將更趨惡化，運轉員將改採電廠 SAG 做為行動的主要依據，包括氫氣及圍阻體壓力的控制。審查小組提出(1)倘若電廠斷然處置程序之策略因故無法成功(例如 HPCI/RCIC 因故無法持續注水進爐心，或消防車突然故障)，核燃料護套將產生鋁水反應並產生氫氣，所產生氫氣到了圍阻體後，由於圍阻體先前已經透過排氣將原充有氮氣排掉，因此，氫氣爆燃或爆炸之可能性增加；(2)目前圍阻體排氣策略之原則，在長程改善的角度，應再進行事故模擬分析，並根據分析結果，精進圍阻體排氣策略。台電公司進一步答覆說明(1)參考 NEI 提供 NRC 審查 EPG/SAG Rev.3 圍阻體排氣策略改變之基礎文件，在該文件中說明當圍阻體壓力 ≥ 2 psig 即可進行早期排放，而圍阻體壓力在 10~15 psig 進行早期排放則有足夠的壓力差移除熱量；另為防止排放(氮氣)而導致氧氣進入圍阻體，圍阻體壓力到達 0 psig 前就需要關閉排放閥停止排放，如此亦可維持 RCIC/HPCI 有足夠的 NPSH 可用，若爐心有受損則需停止早期排放，由 EPG 程序進入 SAG 處置。(2)綜合上述，目前台電公司僅核一廠及龍門廠圍阻體在運轉中充入氮氣，其中核一廠圍阻體早期排放策略已修訂為 5~20 psig，下限 5

psig 為 RCIC/HPCI NPSH 的考量及防止氧氣進入圍阻體，上限 20 psig 為 PSP、PCPL 及圍阻體熱移除能力考量，並補充說明核一廠的詳細作法；龍門電廠則待啟封後納入此項策略。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 I-C-2，要求台電公司說明斷然處置程序指引相關程序書及其執行時機、執行斷然處置相關程序書的後續因應策略與監控策略的作法。台電公司答覆說明斷然處置程序指引已明確定義進入斷然處置程序之三個啟動時機，以及執行斷然處置程序後回至 EOP 程序之時機，已納入斷然處置程序指引中之『機組斷然處置執行步驟與 EOP 關係圖』。對於其他之因應策略與監控策略(包含輻射外釋監控、現有系統及設備不可用時的備援能力等)等，非屬斷然處置程序之範疇內，依電廠既有之 EOP 等程序書執行即可，無須在斷然處置程序再行建構相關之控制策略。審查小組指出(1)台電公司是必須整合 URG 與 SAG、EOP，此案台電公司應已在進行中；(2)台電公司說明指出非屬斷然處置程序之範疇內，依電廠既有之 EOP 等程序書執行即可，惟仍請提出劃分界線之說明。台電公司進一步答覆說明(1)將依本會要求實施 FLEX 策略，並在執行 NTTF 第 8 項時考量納入斷然處置做整合；(2)『機組斷然處置執行步驟與 EOP 關係圖』與『機組斷然處置程序與 EOP 介面關係圖』對於反應爐壓力及水位控制之關係已有明確定義，其他原有之 EOP 因應與監控策略(包含一次/二次圍阻體控制、輻射外釋監控)等，依電廠既有之

EOP 等程序書執行。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受(本項為有條件接受)。

審查提問 II-A-1，要求台電公司針對斷然處置程序指引控制降壓至 15 kg/cm^2 值，考量瑞士 KKL 電廠做法進行敏感度分析。台電公司答覆說明電廠全黑事故發生時，各核能電廠均有相關全黑事故程序書(如核一廠程序書 535、核二廠程序書 500.15，核三廠程序書 570.20，龍門廠程序書 524.01)，使用 SRV 控制反應爐壓力，冷卻率不超過 55.5°C/hr ，反應爐降壓勿低於 RCIC 跳脫壓力，並持續運轉 RCIC 維持反應爐水位；若進入斷然處置程序，則依斷然處置程序指引執行反應爐緊急降壓操作。對照 KKL 電廠 SBO 前 30 分鐘不降低爐壓，可能會導致 SRV 因 RPV 高壓力而反覆開關。另外，斷然處置控制性降壓到 15 kg/cm^2 以下(控制目標區為 $10\sim 15 \text{ kg/cm}^2$)，主要是維持 RCIC 可用，核二廠 RCIC 跳脫壓力為 6.6 kg/cm^2 ，因此 15 kg/cm^2 已提供很大的餘裕；若爐壓大於 15 kg/cm^2 時 RCIC 跳脫，則繼續執行 EOP。各廠進行斷然處置程序分析時，針對控制降壓之目標值設定已進行靈敏度分析，並針對各沸水式機組電廠之分析結果概要說明。審查小組指出(1)台電公司說明之內容“生水流量最大限值”所指為何？是否指生水池重力注水至 RPV 可提供“生水流量最大限值”？在生水注入 RPV 途徑所經過的管壁、閥、彎頭、管徑變化以及高程變化等因素均會減損注水頭，估計生水流量最大限值時，是否將這些因素納入考慮？請提供各廠生水流量最大限值的計算依據；本項

控制降壓目標值靈敏度分析 PCT 時，所用的替代注水量是否與上述“生水流量最大限值”相當？(2)請補充核三廠評估資料。台電公司進一步答覆說明(1)前次說明之“生水流量最大限值”，在敏感度分析中係維持燃料尖峰護套溫度低於 1500°F 所需的最少注水量，並經各廠評估確認能達到分析之要求；為避免“生水流量最大限值”一詞引起誤解，經檢討後已修訂為「斷然處置分析最低注水流量」。(2)針對核三廠部分，壓水式機組降壓的急迫性，確實不需如沸水式機組那麼快。參考業界做法，優先處理的是確保汽機帶動輔助飼水泵可運轉；在斷然處置程序亦無要求於電廠發生 SBO 後的前 30 分鐘內快速降溫降壓之要求；由於控制降壓至 15 kg/cm² 的急迫性不如沸水式機組，敏感度分析似無必要，業界亦無對此進行敏感度分析案例。審查小組要求台電公司再補充核一、二廠及龍門電廠分析文件及附件等補充相關圖面及示意圖，台電公司本項答覆說明補充之相關內容資料經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-A-2，針對在進行斷然處置注水時，從開始注水，經由消防管路到 BWR 的反應爐或 PWR 的蒸汽產生器，由於流體流動的速度與一定長度的消防管路，將會有一時間延遲，要求台電公司估計這一段時間的長度及其對斷然處置注水是否有顯著的影響。台電公司答覆說明斷然處置注水前，管路中已注滿水，只剩一閥門關閉，當執行斷然處置注水時，只要將該關閉的閥門打開就可將冷卻水注入，不會有太多的時間延遲，應可忽略時間延遲對斷然處置措施的影響；惟考量因流體流

動的速度與消防管路的長度所造成之注水時間延遲，針對沸水式機組電廠最大可容許延遲時間，提出對燃料尖峰護套溫度的敏感度分析結果。審查小組指出考量由台電公司的答復(1)注水時間延遲對 PCT 溫度影響甚大，因此斷然處置程序之決定注水時機，台電公司應有較明確之定義，與 EOP 之注水時機亦應有所整合，(2)要求台電公司針對此部分進行運轉人員訓練提出澄清說明。台電公司進一步答覆說明(1)在斷然處置程序引動後，需在 1 小時內對反應爐注水流徑、反應爐緊急洩壓、圍阻體連通大氣環境、用過燃料池緊急補水等，完成以低壓、移動式注水設備列置之準備程序(包括廠用水或生水或海水水源之列置)。所有注水與圍阻體排氣流程均列置至維持最後一個手動閥於關閉位置。由於注水路徑中之所有管路已為飽水狀態，只剩關閉之最後一道閥門，當要執行斷然處置注水時，現場待命人員只要將關閉之最後一道閥門打開就可立即將水源注入。(2)各核能電廠透過每年排定固定之斷然處置程序在職訓練，且歷年緊急計畫演習納入，俾於緊急事故時能實確保電廠安全。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-A-3，斷然處置程序希望進一步加大核能電廠深度防禦的安全措施及相關設備，要求台電公司說明，例如消防車是否有符合適當的安全等級？是否有適當的備用系統？以顯著提高其成功機率，減少反應爐水位低於最小蒸汽冷卻水位(MSCRWL)。台電公司答覆說明移動式補水機具在於機動性，國外業界仍以商業級即可。各核能電廠原配置

消防水庫車及消防泡沫車各壹輛，已增購同類型消防水庫車，俾增強斷然處置效能。各廠斷然處置程序中的所謂“注水系統”係泛指電廠正規設計之爐心注水系統以外的低壓注水系統，例如消防水、消防車、消防泵、重力式生水池等之注水方式，並期於最短之時間內列置完成，上述能使用之低壓注水系統即可依電廠當時之實際狀況選擇使用。本項在本會要求的管制案(FLEX 策略 NEI 12-06 策略的實施)對移動式設備另有規範。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-A-4，有關第一次審查提問 I-A-2：請量化說明核安總體檢後，電廠沒有交流電的機率是否顯顯著的降低。惟於 103 年 3 月 28 日會議中的答覆說明並未提出量化的說明，要求台電公司針對核安總體檢之後，提出電廠喪失交流電機率有顯著降低的量化說明及佐證。台電公司答覆說明量化係針對已經完成安裝、且有程序書指示者，若是機動設備，只能考慮人為動作成功的機率；根據風險評估量化初估至少降 50%，對於非強烈地震的情境，應可降到 10%以下。審查小組指出假設之情境，應說明清楚，所謂降 50%或降 10%究竟以什麼當作 100%？並請提出喪失交流電源機率降低的分析報告或參考資料。台電公司進一步答覆說明係參考美國核能協會(NEI)提供美國核管會辦理公開會議之簡報資料，美國業界認為完成美國核管會三階段建議改善項目後，現有風險大約可降為 10 分之 1。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-A-5，針對執行斷然處置程序指引的注水策略，要求台電公司應建立適當的軟體，能供事故管理小組納入電廠現況即時分析的作業能力，協助技術支援中心大隊長完成其使命。台電公司答覆說明各核能電廠均建置安全數據顯示系統，提供電廠技術支援中心做為達成協助主控制室運轉人員管理、技術協調及事故判斷、建議，其備有具蒐集、儲存及顯示能力之數據系統，此一數據系統可為主控制室、技術支援中心、核子事故應變中心等應變場所共用；其資料內容包括：重要安全系統運轉情形、廠區內輻射狀況、廠區氣象資料、運轉情形等。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-B-1，核能電廠機組斷然處置程序指引有其適用範圍，超過其適用範圍時可能無法滿足斷然處置措施成功準則(燃料護套溫度小於 1500°F)。但是，在超過其適用範圍之情況若出現時(即便機率非常渺茫)，仍需讓運轉員知道怎麼做，才能讓對機組之傷害降至最低。從這個角度出發，BWROG 同業評估之問題：「如伴隨一次系統的小破口，會如何影響斷然處置程序之策略？」台電公司需再提出完整、嚴謹之答覆。例如：(1)BWROG 所設想的情境下，並無法完全排除爐心產生氫氣之可能。當爐心產生氫氣時，對充氮的圍阻體而言，台電公司需評估執行圍阻體 early venting 時，伴隨排除氫氣的可能負面影響，並評估現行「斷然處置程序指引」之適切性。(2)BWROG 所設想的情境下，是否讓運轉員保有彈性，能依據水位信號於必要時(特殊情境下)，關閉所有

SRV。台電公司答覆說明(1)斷然處置程序為特定事件導向(Event Base)程序書，係針對福島類事故(長時間之全黑及喪失最終熱沉)的救援措施，故伴隨一次系統的小破口並不在斷然處置程序之分析假設內，超過其適用範圍之情況時(例如 LOCA)，就由 EOP 或 SAG 處理。若爐心產生氫氣，代表無法滿足斷然處置程序之成功準則 (1500°F)，則會離開斷然處置程序進入 SAG，氫氣的控制或圍阻體的排氣則依據 SAG 進行；(2)RPV 低壓力高水位對電廠是較安全的狀態，關閉 SRV 會使得 RPV 壓力上升，反而使得電廠進入較不安全的狀態(例如，會降低低壓注水流量)，因此斷然處置程序(兩階段降壓)或 SAG(緊急洩壓)均未要求開啟關閉的 SRV，另外之後如需要再開啟關閉的 SRV，可能會超過 SRV 尾管限值(Tailpipe Limit)，危及一次圍阻體的完整性。審查小組指出(1)依據台電公司說明斷然處置程序有其適用範圍，超過其適用範圍之情況時，就由 EOP 或 SAG 處理，則伴隨一次系統的小破口並不在斷然處置程序之適用範圍，因此，斷然處置程序不需要處理此種情節。原則同意以上之論述。然而，由於無排除條件，故只要滿足斷然處置程序之啟動條件就會進入斷然處置程序，因此，當超過斷然處置程序適用範圍之情況發生時(例如:條件一發生且伴隨一次系統的小破口)，仍可能進入斷然處置程序。請考慮上述情況，在進入斷然處置程序時，是否需要設過濾或排除條件?(2)原審查提問是針對類福島事故伴隨一次系統的小破口的情節所提出的，請針對此特定情節，再提出適切之答覆內容；(3)針對台電公

司之答覆說明，其明顯意義指出斷然處置程序只適用電廠全黑喪失熱沉時使用，此答覆說明未納入複合式災害處理之考慮，因此與審查提問 I-C-2 所提意見相同，台電公司應整合斷然處置程序與 SAG、EOP，提出澄清說明並界定彼此間之關係。台電公司進一步答覆說明(1)在進入斷然處置程序策略運行時也會同時依 EOP 條件進入 EOP 運行，除非斷然處置程序與 EOP 有抵觸，則以斷然處置程序為主 EOP 為輔(包括密切監測 EOP 之反應爐壓力及水位參數，進而適度調整 SRV 開關及數量)；並在斷然處置程序內加入注意事項：「於控制性降壓期間，仍會視壓力下降的速率及維持高水位目標，調整 SRV 開關的數量及時間，必要時(例如：同時發生破口事件，反應爐壓力下降太快時)，可將執行控制性降壓之 SRV 關閉。」不再另設過濾或排除條件增加運轉員的負擔。(2)另依本會要求實施 FLEX 策略，並在執行 NTTF 第 8 項時考量納入斷然處置程序做整合。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受(本項為有條件接受)。

審查提問 II-B-2，不論是控制性降壓或是執行斷然處置注水(DIVing)均會使圍阻體溫度上升，當圍阻體溫度太高時，水位計之讀數可能無法指示實際水位。要求台電公司說明(1)在執行圍阻體排氣的情境下，預期乾井最高溫度大約為何？大約多久會達到該溫度？在此溫度下，水位計之讀數是否能正確指示實際水位？(2)即使水位計之讀數可靠正確，當爐心有空泡存在時，許多水位計之讀數也不能正確指示爐心水量，因此在三

哩島事故後各電廠均添裝可以指示爐心水量之水位計。在分析所假設的情境下，三哩島事故後所添裝之水位計，其讀數是否能正確指示實際水位？(3)如果水位計之讀數無法指示實際水位，還有哪些方法可以協助判讀水位？台電公司答覆說明(1)以核一廠反應爐水位儀的做法為例，反應爐水位儀窄幅水位儀 LT-B21-N080A/C/B/D、LT-C31-N004A/B/C，LT-B21-N095A/B 及寬幅水位儀 LT-B21-N091A/B/C/D，LT-B21-N081A/B/CD 等參考水柱皆以乾井溫度 57°C(密度 0.994 g/cm³)，可變水柱則以反應爐壓力 1000psig 下做為校準依據；加以核一廠於 CRD backfill 改善後，以固定逆充流量 purge 水位儀之參考水柱，防止參考水柱氣泡積陷。故於 DIVing 下，乾井溫度上升，仍能維持參考水柱充水狀態，無水位失真問題。(2)在三哩島事故之後設計與驗證的評估與改善強化，要求持照者與申照者依循改善與設計，列入有關反應爐水位的要求，對現有儀器之設計與驗證須依據 RG 1.97 進行評估與改善。核一廠已於 1983 年委託 GE 公司對現有儀器進行 RG 1.97-Rev3 符合性評估，對無法滿足者於後續之 DCR 進行改善，水位儀器 EQ 部分無法滿足者亦於 DCR 及 EMR 陸續完成更新。(3)水位儀器無法判讀水位屬水位不明，則採取 EOP 因應水位不明之後續行動。在發生 RPV 水位不明之後即進入 Contingency #4 RPV 灌水，持續執行 RPV 灌水直到 MSL 高度後，水位儀的參考水位可重新被灌滿水，水位儀器也因此可恢復為可用。而在 RPV 水位儀恢復之前，可由 Torus 水位上升、爐壓上升較快、或是

HPCI/RCIC 蒸汽管路高水位警報等現象來判定 RPV 水位已上升至 MSL 高度。另外，若 RPV 量測水位儀器的準確性受到懷疑，可在窄幅/寬幅水位儀器(其水位儀變動水柱高於 TAF)呈現上升趨勢，推論 RPV 水位高於 TAF。審查小組指出(1) 核一廠固定逆充流量 purge 水位儀之運作動力來源為何?在加長型 SBO 之情況下，由 CRD 提供的 backfill 系統是否仍能正常運作?若 backfill 系統在 SBO 後無法運作，請說明此情況下水位儀失真的影響(包括但不限於控制降壓與緊急降壓過程)。其他廠之情況也請一併說明。(2)電廠窄幅及寬幅水位儀器係校正於功率運轉條件下，當溫度改變時，水的密度也隨著改變，水位儀器指示是否會失真?請說明控制室看到的水位指示及提供 TSC 作決策的 SPDS 系統是否有對密度變化作自動補償修正。台電公司進一步答覆說明(1)在加長型 SBO 之情況下，由於 CRD 水泵已喪失動力源無法正常運轉，因此 backfill 系統在 SBO 後亦無法運作。此時水位儀指示僅做為運轉員行動指引，因此當反應爐壓力快速降壓可能導致水位指示不準確，此時若無法確定反應爐水位，則需依 EOP RC/F-1a 進行 RPV flooding 以維持反應爐充滿冷卻水。而若情況允許時，則採取緩慢降壓方式將爐壓降至約 15 kg/cm^2 以減少對水位儀參考柱的衝擊，並盡速建立 backfill 之功能，重建水位指示。本項已修訂斷然處置程序指引。(2)電廠尚有其他範圍之水位儀如 Fuel Zone、Upset range、Shutdown range 等可指示水位，各依不同的環境條件做校正，台電公司以核二廠為例說明，可依照實際情況進行比對

判讀。針對核三廠部分說明，係參考影響反應爐保護系統跳脫設定之誤差項目案例，不準度已納入考慮。另外參考 PWROG 有關 ERG 註解對參數設定之說明，已考慮水的密度、壓力及溫度改變等儀器指示失真之補償修正。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-B-3，要求台電公司說明除水位計以外還有哪些儀器是執行斷然處置程序所必需？其設計值與耐受值為何？在分析所假設的情境下，評估這些儀器的正確性與可靠性。台電公司答覆說明以核一廠為例，除飼水控制系統(C31)有關之反應爐水位儀與反應爐壓力傳送器為 NON-EQ(但因屬 RCS 壓力邊界，耐震要求仍為 seismic class-I)，以及乾井溫度儀器為 NON-EQ/SQ 外，其餘皆符合 IEEE-323-1974 及 IEEE-344-1975；上述符合 IEEE-323-1974 之儀器均依核一廠 FSAR TABLE 3.11-1「Environmental conditions」安裝區域下之 LOCA 及 NORMAL 溫濕度、輻射、TID 及 IEEE-323-1974 Appendix-A「PWR 及 BWR 圍阻體內設計基準事故環境模擬」評估與驗證。斷然處置程序分析假設之情境並未超越上述的條件，因此這些儀器的正確性及可靠度無虞。另外，運轉員亦可經由機組之整體反應現象綜合判斷，例如，注水進入反應爐，相關之蒸汽流量訊號，或者反應爐壓力、溫度皆會隨著變動，即可判斷注水是否成功。審查小組指出所有執行斷然處置程序所必需之儀器是否均已經列在斷然處置程序書中？請將所有執行斷然處置程序所必需之儀器完整列出。除核一廠外，請一併評估其他廠。台電公司

進一步答覆說明各廠斷然處置程序所必需之儀器，例如 RPV 水位儀器、RPV 壓力儀器、RCIC/HPCI 儀器、乾井壓力/水位/溫度儀器、TORUS 壓力/水位/溫度儀器、一次圍阻體氫氧濃度、用過燃料池水位及溫度儀器等，已建立於事故處理相關程序書；台電公司說明各廠完成清查確認，並修訂補增程序書。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-B-4，要求台電公司說明修訂版「斷然處置程序與 EOP 介面關係圖」，若餘熱移除(RHR)系統一直無法運轉，則是否需持續進行斷然處置注水。台電公司在審查提問 I-B-3 之答覆說明，將修正為只要水位可維持在安全水位(L3)以上就回 EOP 執行冷爐停機。請說明(1)不論是否回 EOP 執行冷爐停機，斷然處置注水啟動後，運轉員是否會減少或停止斷然處置注水?(2)如果會減少或停止斷然處置注水，所依據的指引是否為：控制反應爐水位 $>TAF$ 且 $\leq L-8$?在分析所假設的情境下，是否可以正確判斷反應爐水位 $>TA$ 且 $\leq L-8$?(3)如果運轉參數的正確性與可靠性無法確保，在風險的考量上，減少或停止斷然處置注水是否是一個好的策略?(4)如果不考慮減少或停止斷然處置注水，請說明持續進行斷然處置注水之反應爐與圍阻體後續情節(例如：RPV 是否會灌滿水?還是 RPV 是否在灌滿至主蒸汽管後就會從 SRV 流至抑壓池?)。台電公司分別答覆說明(1)斷然處置程序開始執行後即持續進行斷然處置注水，當水位可維持在安全水位(L-3)以上，且餘熱移除系統已可運轉，則依 EOP

執行冷爐停機；(2)斷然處置爐心注水水位監控判定原則在 MSCRWL 以上至 L-3 的區間水位，若爐心水位能補充在高於正常水位時，操作則以減少注水量控制水位，除水位不明外，才以 EOP RPV 灌水策略運行，分析假設情境是以水位儀仍為可用，爐心水位正確判定無虞；(3)如果水位無法判定或是運轉參數可靠性無法確保，則以斷然處置持續進行 RPV 灌水，情境如 EOP 之 RPV 灌水，直到水位儀器經判定可用；(4)依 EOP 情境處理；若不減少注水量，當 RPV 水位高過主蒸汽管後，最後水會由開啟的 SRV 流至抑壓池。審查小組指出答覆說明之內容與審查提問 I-B-3 之答覆說明不一致(審查提問 I-B-3 已經將餘熱移除系統已可運轉之條件刪除)，請檢討修正；答覆說明(2)之分析假設情境是以水位儀仍為可用，爐心水位正確判定無虞，請評估此假設的合理性。台電公司進一步答覆說明機組斷然處置程序與 EOP 介面關係圖已修正；斷然處置程序與 EOP 是併行檢視執行，進入斷然處置程序 RPV 水位儀的判讀，可對照 EOP 反應爐飽和溫度及水位儀器管路附近溫度關係，判讀 RPV 水位。各電廠亦有其他範圍之水位儀如 Fuel Zone、Upset range、Shutdown range 等可指示水位，各依不同的環境條件校正，可依照實際情況進行比對判讀(參照審查提問 II-B-2 之答覆說明)。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-B-5，針對斷然處置之關鍵階段--第 1 階段步驟 5 之注意及說明 b.有以下敘述：「若在執行控制性降壓時，當反應爐壓力仍在

高壓力而尚未降至 15 kg/cm^2 以下時，RCIC 卻突然跳脫，由於此時執行斷然處置注水(DIVing)之條件並不完備，因此，此時不可貿然執行斷然處置注水操作(DIVing)，而必需遵行 EOP 進行反應爐水位/壓力控制。」

事實上，當反應爐之壓力還高於 15 kg/cm^2 時，在某些壓力範圍內執行斷然處置注水(DIVing)仍可能滿足斷然處置措施之成功準則(燃料護套溫度小於 1500°F)；在某些壓力更高的情況下，即使不能滿足斷然處置措施之成功準則，相較於回去 EOP，持續執行斷然處置注水的後果也很可能較不嚴重；要求台電公司針對上述議題進行說明、評估與修正。此外，台電公司在審查提問 I-B-6 之答覆說明，如依 EOP 程序處理，利用反應爐水位降低至最小蒸汽冷卻水位之前的可爭取之時間，儘快恢復其他高壓、低壓注水系統運轉，或手動嘗試恢復 RCIC 運轉；要求台電公司(1)估計前述可爭取之大約時間，(2)如果回到 EOP，會不會產生迴圈之狀況(就是進 EOP 後又要求進入斷然處置程序)?台電公司答覆說明斷然處置程序分析之邊界條件為爐壓 $<15 \text{ kg/cm}^2$ (且停機超過 1 小時)，此時，在分析之低壓注水流量下，可確保 PCT 不會超過 1500°F ；若 RCIC 跳脫，而爐壓仍遠高於 15 kg/cm^2 (抑或停機未超過 1 小時)，由於壓力狀況仍未滿足安全分析之條件，代表未必能達到斷然處置之成功條件(1500°F)準則，此時需依 EOP 程序處理，利用反應爐水位降低至最小蒸汽冷卻水位之前的可爭取之時間，儘快恢復其他高壓、低壓注水系統運轉，手動嘗試恢復 RCIC 運轉亦是方式之一，都屬於 EOP 之操作範疇。停機

後 RCIC 若運轉 1 小時，採分析程式估算核一、二廠約 2.0 小時到達 MSCRWL。在尚未執行斷然處置注水前，EOP 與斷然處置程序為同時執行，即在斷然處置程序執行前，EOP 相關程序仍繼續執行；只是反應爐之水位、壓力控制會以斷然處置程序為主，其他控制(例如，一次圍阻體控制)均仍依照 EOP 執行，如果未滿足斷然處置程序之分析條件(例如，反應爐壓力尚未降至 15 kg/cm^2 以下時，RCIC 卻突然跳脫)，應繼續執行 EOP，不會進入斷然處置程序，除非滿足斷然處置注水之條件(RCIC 運轉 1 小時，RPV 壓力低於 15 kg/cm^2 以下)，才會進入並執行斷然處置注水，而且只有 RPV 水位回到 L-3(scram set point)後才會回到 EOP，因此不會回到 EOP 後又要求再進入斷然處置程序。經各沸水式機組電廠靈敏度分析顯示在維持小於 1500°F 下，斷然處置注水執行時的反應爐壓力可有不同程度的提昇。審查小組提出(1)由靈敏度分析顯示，斷然處置注水執行時的反應爐壓力可提昇到某一數值，而燃料護套溫度仍能維持小於 1500°F 下，是否據此修改斷然處置程序；(2)本項審查提問所討論的情節為：「若在執行控制性降壓時，當反應爐壓力仍在高壓力而尚未降至 15 kg/cm^2 以下時，RCIC 卻突然跳脫」，既然已經執行控制性降壓，表示已經進入斷然處置程序，怎麼還會出現：「不會進入斷然處置程序」與「才會進入斷然處置程序」等敘述說明，請檢討修正；(3)依據分析結果，沸水式反應器在水位低於 TAF 前所能爭取之時間，介於 15-30 分鐘之間，如果需要手動恢復其他高壓、低壓注水系統或 RCIC 運轉，

這些時間是否充裕?台電公司進一步答覆說明(1)在實際執行上並無困難，並能在符合安全分析之前提下，修訂各廠斷然處置注水起始條件由特定壓力值改為壓力區間，如此能增加斷然處置注水執行時效之彈性。核三廠部分，以 EOP 控制性降壓至 21 kg/cm^2 (在衡量輔助飼水泵補水能力，於能夠維持水位在高水位狀況下，控制性的降低壓力)，提高斷然處置注水起始壓力至蒸汽產生器 21 kg/cm^2 ，緊急降壓至 7 kg/cm^2 ，對應的飽和溫度由 214°C 降至 164°C ，可符合 EOP 降溫率限制值 $55^\circ\text{C}/\text{時}$ ，且符合斷然處置注水策略，創造低壓注水條件；(2)經綜合考量後，由於爐壓大於斷然處置注水起始壓力時，安全分析條件並不符合，此時仍需進行控制性降壓直到低於斷然處置注水起始壓力，此時降壓方式為使用手動控制 SRV 方式降壓(即斷然處置程序之控制性降壓)。修訂為依據斷然處置程序繼續進行控制性降壓，避免使用回到 EOP 之用詞，造成執行時混淆與困擾；(3)本項第一次答覆之分析圖係 SBO 開始後，電廠即無任何補水(含喪失 RCIC)之分析之結果。而在停機後若 RCIC 運轉 1 小時後，採分析程式估算核一、二廠約 2 小時到達 MSCRWL，因此電廠應有充裕時間研判，並視需要手動恢復其他高壓、低壓注水系統或 RCIC 運轉。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-B-6，針對台電公司回答 BWROG 同業評估之問題時表示：「若尚未執行斷然處置注水而需回到 EOP (例如，RCIC 跳脫但爐壓仍高於 15 kg/cm^2)，則立即停止斷然處置程序之控制性降壓，改依 EOP

RC/P 控制爐壓」。何謂立即停止斷然處置程序之控制性降壓?台電公司答覆說明控制性降壓是指在衡量 RCIC(或輔助飼水泵)補水能力，於能夠維持水位在高水位狀況下，控制性的降低壓力。一般而言，是以一個 SRV 之開啟來控制性降壓，而不是以多數量之 SRV 同時開啟之緊急洩壓；故立即停止上述操作，另遵照 EOP 之策略執行爐壓控制。審查小組指出立即停止上述操作是否要將已經開啟的 SRV 關閉?台電公司進一步答覆說明於執行控制性降壓時，乃使用手動控制 SRV 方式降壓(即斷然處置程序之控制性降壓)。台電公司修訂指引，避免使用回到 EOP 之用詞，造成執行時混淆與困擾；而於控制性降壓期間仍會視壓力下降的速率及維持高水位目標，調整 SRV 開關的數量及時間。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-B-7，要求台電公司說明若發生長期喪失交流電的事故，各廠的用過燃料池與核三廠在開蓋情況下的爐心，同樣需要使用替代注水冷卻，是否也需要提早進行管路列置?在事故後期是否也可能需要注海水?是否需要納入斷然處置程序指引範圍?台電公司答覆說明(1)用過燃料池或爐心開蓋的情境下，爐心的衰變熱與反應爐剛急停下的衰變熱差異很大，可從容進行注水路徑的列置，另外此一情境下用過燃料池及開蓋的反應爐無壓力建立之虞，不會產生注水路徑的背壓，因此注水的策略選擇相當容易，無需與未開蓋的爐心注水產生競逐的疑慮；(2)事故後期是否需要注海水端賴優質水源的取得及供給情形而定，通常在

此情境下衰變熱很小所需注水量相對減少，優質水源應可供給無虞；然基於保守性的思維，各核能電廠程序書對於各種水源均已考量在內。審查小組指出(1)斷然處置程序指引有如下說明：「狀況六：已將海水注入用過燃料池。通報管制機關及緊執會主任委員」。此表示用過燃料池已納入斷然處置程序指引範圍，請修改上述答覆內容；(2)開蓋的反應爐無壓力建立之虞，但是，仍需注意注水路徑列置的時效；以壓水式反應器為例，如果反應器停機，打開反應器壓力槽蓋，在電廠全黑且不採取任何對策的條件下，通常在一到三個小時的範圍內，燃料的溫度就會上升；請提出因應之對策。台電公司進一步答覆說明(1)台電公司沸水式機組之用過燃料池或爐心開蓋的情境下，爐心的衰變熱與反應爐剛急停下的衰變熱差異很大，注水路徑列置時間相對充裕，另外此一情境下用過燃料池及開蓋的反應爐無壓力建立之虞，不會產生注水路徑的背壓，因此注水的策略選擇相當容易；已於斷然處置程序指引中新增用過燃料池斷然處置說明；(2)開蓋情況下的爐心將參考國外業界 FLEX 策略作法，強化救援範圍。台電公司另依本會要求實施 FLEX 策略，並在執行 NTTF 第 8 項時考量納入斷然處置程序做整合。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受(本項為有條件接受)。

審查提問 II-B-8，針對龍門電廠在喪失外電時，如反應爐功率高於 40% 且汽機跳脫時，在旁通閥開啟的數目足夠情況下，不會產生急停。要求台電公司說明在分析時，是否有將此因素納入考慮？台電公司答覆

說明龍門電廠若發生喪失外電事件，電廠將依據相關 EOP 進行處置。龍門電廠斷然處置為特定事件處置程序(針對類福島事件、喪失廠內外交流電源事件、喪失電力驅動補水能力事件)，在所考量事件中，反應器均需急停，且已為電廠斷然處置程序之安全分析內容所涵蓋。因喪失外電事件非電廠斷然處置程序所考量事件，故不需涵蓋於電廠斷然處置程序之安全分析內容中。審查小組指出(1)原審查提問的重點，在此進一步澄清。龍門電廠在喪失外電時，如反應爐功率高於 40% 且汽機跳脫時，在旁通閥開啟的數目足夠情況下，瞬間並不會產生急停，但是，由於喪失外電將造成冷凝器真空喪失，MSIV 關閉，引動急停信號，反應爐仍會急停，只是，急停時間有些微差距；如果假設瞬間急停，將稍微低估衰變熱，在控制降壓期間將會略為高估爐心水位；這是很細的考慮，請澄清是否有將此因素納入分析之假設中；(2)台電公司對本項審查提問之答覆說明有誤，若機組未急停則應依據 EOP 進入功率控制項下處理，斷然處置程序的確未如 EOP 考慮多重暫態，但其替代注水與先前降壓模式與 EOP 邏輯有所不同，本就應有法則供運轉員依循，要求台電公司再澄清，針對本項審查提問狀態下之因應作為為何？台電公司進一步答覆說明龍門電廠喪失外電時，如反應爐功率高於 40% 且汽機跳脫時，在旁通閥開啟的數目足夠情況下，瞬間並不會產生急停，由於此情況爐心會先將初期潛熱排至冷凝器，故實際情況將比斷然處置程序之分析起始爐心熱量低，因此斷然處置程序之分析已可涵蓋；上述情況並不屬於

ATWS 事件。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-B-9，要求台電公司說明斷然處置注水所使用之管路與消防滅火所使用之管路有無重疊之處？台電公司答覆說明注水路徑一定是選定與 RPV 相連接的系統，通常只有飼水系統及 ECCS 系統才有可能連接 RPV，惟注水水源之策略其中有一選項是從機組消防環管引接取水至 RHR 路徑注水進 RPV。審查小組指出從機組消防環管引接取水時，請針對在有消防滅火需求時之影響提出澄清說明。台電公司進一步答覆說明在電廠於設計建造時，消防環管之設計均已涵蓋多處同時發生火災之可能，滅火行動為短暫的非持續長期之行動，滅火設備除了消防環管外，尚有消防車載水滅火及消防車/消防水泵抽其他水源進行之；至於使用消防環管引接取水僅是斷然處置程序多項注水策略中一項，當以消防環管做為斷然處置程序的注水選項時，若有消防滅火需求亦非僅可由消防環管取水滅火，仍可採取消防車/移動式抽水機注水，或消防車/消防水泵/CO₂ 等各式滅火設備滅火。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-B-10，要求台電公司說明「斷然處置程序指引」注水在進入爐心前的旁通途徑，台電公司答覆說明各核能電廠斷然處置程序指引於設備列置階段，除準備各項救援電源、水源外，也針對注水路徑上相關之閥位依指引進行列置，而在需要注水進反應爐前，亦有相關確認程序供運轉員遵循，以核一廠為例，程序書 1451 斷然處置程序指引中

提及策略 CS.1-01 生水注水至反應爐及策略 CS.1-04 消防水車引接注水之內容，都有指引運轉員去證實注水路徑上可能之旁通途徑。審查小組對有關本項旁通途徑的議題由審查提問 II-C-8 做後續追蹤。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-B-11，在 1 小時內，需將所有可運用的水源(含廠用水、生水或海水)、移動式注水設備、注水路徑準備完成。要求台電公司說明總共有多少人可用?總共有多少工作要做?假想之事故情境(含環境之條件)為何?人力如何分配?維修工作人力是否也已經納入考量?台電公司答覆說明(1) 並非 1 小時內需將所有可運用的水源、注水路徑準備完成。在地震引發海嘯發生時，消防班回防沿途路徑必需檢視水源取得的可行性，並回報值班經理、值班主任做為水源選擇的依據，並依水質的優劣情況決定優先次序，此一原則程序書已明定；另注水路徑所需操作列置的設備並不多，亦規劃作演練驗證；(2)以核一廠為例，其程序書 1452 附件二、斷然處置『人力一時序』矩陣表(總表)，運轉值班當值可運用人力(現場)共 15 人，及消防班當班可運用人力 8 人，反應爐注水 1 小時內之操作執行，包含(a)生水(消防水)注水入反應爐，(b)消防水車引接注水。若 RCIC 有設備不正常導致無法運轉，可能會執行 RCIC 手動運轉操作。其中，消防水車引接注水需待海嘯退去且無海嘯侵襲之可能時，至室外進行引接。相關程序已列於程序書 1452.2 反應爐水位維持之章節中。而運轉人員人力之分配已列於程序書 1452 附件一、機組強震急停

預期海嘯來襲(或強震>OBE)、斷然處置程序情境：值班各崗位內預定工作內容及配置參照表；(3)以核一廠為例，生水(消防水)注水入反應爐主要由運轉 A 組(反應器崗位、廢料值班員)操作，運轉 B 組(機電助理、電氣值班員或汽機崗位、機電助理)協助。消防水車引接注水是由消防班人員操作引接，A 組人員置列注水路徑，運轉 B 組協助。若由消防栓引接注水，則由運轉 C 組(汽機崗位、廢料工程師或泵室、電氣主任)操作引接，且 A 組人員置列注水路徑，運轉 B 組協助；(4)因維護人力並非 24 小時輪值，屬於非常態可運用之人力，再則可用人力是經過適當的訓練對系統操作需相當熟稔，並能對非預知狀況具備應變能力，故維護工作人力不宜納入 1 小時內斷然處置第一階段之策略運用；專業之維護人力運用，置於斷然處置第二階段於 8 小時內列置完畢才是適切之決策。審查小組指出針對維護人力並非 24 小時輪值，請提出在有維修工作之需的因應做法。台電公司進一步答覆說明當緊急狀況發生時，斷然處置第一階段所需之人力均為電廠當值人力，可完成所有必要的設備列置。而依斷然處置第二階段人力規劃，相關作業支援中心(OSC)將陸續抵達成立，此時相關之維護人力均已到廠支援，可對故障設備進行維修，並作必要之排班。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-B-12，要求台電公司說明核二廠 Mark III 圍阻體排氣方式是否均為乾井排氣？是否建立強化排氣系統？台電公司答覆說明第

二核能發電廠圍阻體排氣係採一次圍阻體排氣；當發生廠區全黑後，乾井需排氣之狀況發生時，乾井內氣體先通過洩環溝，再經由抑壓池冷卻後排至一次圍阻體內，再執行一次圍阻體排氣步驟將其排至大氣。核二廠已依本會要求規畫加設被動式一次圍阻體排氣設備。審查小組指出在台電公司提出之簡報顯示似直接由乾井排氣，請再澄清確認，並提出詳細之示意圖及說明。台電公司提出修訂之示意圖並進一步答覆說明核二廠正常時是經由抑壓池水平通洩孔排放至一次圍阻體，再由一次圍阻體經由風門排至外界達到一次圍阻體排氣的目的，而亦可直接進行乾井排氣。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-B-13，要求台電公司說明在回應沸水式反應器業主組織(BWROG)同業評估之問題時，表示在圍阻體過濾排氣系統裝設後，不影響斷然處置程序指引排氣策略之意義。台電公司答覆說明因規劃安裝之圍阻體過濾排氣系統可能會使圍阻體排氣後稍高於 1 大氣壓，但在斷然處置程序指引排氣策略的分析中，圍阻體的背壓採保守假設為 2 大氣壓，因此加裝圍阻體過濾排氣系統不會影響斷然處置的分析結果，故亦不需要加裝增壓泵。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-B-14，要求台電公司提出各廠在執行斷然處置注水時，針對 SRV 開啟數目進行之靈敏度分析，瞭解其對斷然處置成效之影響，評估現行「斷然處置程序指引」之適切性。台電公司答覆說明各廠進行

斷然處置程序之分析時，於控制降壓階段針對 SRV(沸水式)/SG PORV(壓水式)開啟數目進行靈敏度分析，各廠分析結果之燃料尖峰護套溫度均未超過 1500°F。審查小組提出(1)在控制降壓階段，開啟 1~3 個 SRV 進行靈敏度分析；在緊急降壓階段，這些已經開啟的 SRV 是否仍維持開啟？如果是，在緊急降壓階段，包含已經開啟的 SRV 以及新開啟的 SRV，在各靈敏度分析中，究竟一共開啟多少個 SRV？(2)請提供輔助資料(例如，RCIC 補水時間、水位變化等參數)，以瞭解並確認分析結果的合理性。台電公司進一步答覆說明在控制性降壓階段以保持爐心高水位及目標壓力，視實際情況調整 SRV 開啟的數量；執行緊急洩壓則依各廠 EOP 說明，開啟總數為 5 至 8 個 SRV(包括已開啟的 SRV 數目)；RCIC 補水時間、水位變化等有關輔助資料，可參考各廠之斷然處置程序分析報告。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-C-1，目前「斷然處置程序指引」係混合沸水式及壓水式機組之內容，而修訂三版的斷然處置程序圖已區別為適用於沸水式機組及壓水式機組，故「斷然處置程序指引」需分別針對沸水式機組及壓水式機組發展適用之指引內容。台電公司答覆說明已修訂為各別適用於沸水式機組及壓水式機組之指引。審查小組指出(1)以長程改善的角度，應依照核三廠之特性精進斷然處置程序指引，例如：壓水式機組蒸汽產生器二次側之熱源為一次側水溫，蒸汽產生器二次側水量不足時，蒸汽管束之溫度不會急速上升(不會超過一次側水溫)，不會造成蒸汽管束破

裂，故壓水式機組在急迫性不如沸水式機組，在時間上的要求或許可以不同；壓水式機組之替代注水是注入三個蒸汽產生器二次側，只要任一個蒸汽產生器的二次側充滿水，結果就不會嚴重；在進行替代注水時，是要三個蒸汽產生器同時注水，還是，選一或二個蒸汽產生器優先注水，可以有精細的考量與調整，誤判(即在不該注水時，下達了注水的命令)之風險相對較低，且海水注入蒸汽產生器二次側，未必犧牲了核電廠未來仍可恢復運轉發電的可能性；(2)本項對核三廠部份之答覆內容，仍有排氣、反應爐水位/壓力控制、進行圍阻體排氣、排氫等對核三廠為不適切之敘述。台電公司進一步答覆說明(1)對核三廠部分，在事故時移除衰變熱與系統潛熱，使溫度壓力下降，避免或減緩事故危害，斷然處置程序與業界 PWROG EOP/FLEX 策略目的均相同；遵循 EOP 程序書降溫降壓(控制性降壓)，創造符合斷然處置程序的緊急洩壓條件(21 kg/cm^2)後，若需要緊急洩壓注水，亦可符合斷然處置程序之要求；沸水式機組及壓水式機組之設計特性與設備不同，核三廠依壓水式機組特性，更精細的局部修訂現有斷然處置程序指引(包括斷然處置程序進入時機、降溫策略、時間限制等)，確實有助於與業界救援策略接軌。(2)依據核三廠 FSAR 對 SBO 之假設 RCP 軸封洩漏 75 gpm，在 8 小時後圍阻體壓力將達 38 psia，距離設計壓力 75 psia 依然有足夠餘裕，且核三廠已規劃安裝被動式停機封環之改善，RCP 軸封洩漏可降至 3gpm，加上新增 FSG-12 救援策略，圍阻體排氣需求並不急迫；核三廠將依新版 SAMG 訂定圍

阻體高低壓力限值，以符合審查提問之要求；針對圍阻體壓力溫度控制策略，則參考業界作法，以 FSG-12 以及 TSC SAG-6 指引訂定；PWROG FSG 及 SAMG 已有圍阻體排氣策略選項，核三廠將持續追蹤業界做法，整合修訂圍阻體控制(溫度、壓力、氫濃度)救援策略。另針對核二廠一次圍阻體壓力上升達一次圍阻體壓力限制(PCPL，如後述四項最先達到限值)之前，執行一次圍阻體逸氣的措施，確保一次圍阻體之完整得以維持，且防止因反應爐無法逸氣，無法注水冷卻爐心而造成爐心損壞：(a) 圍阻體之壓力抑制能力，或(b)逸氣閥能開啟和關閉之下，從圍阻體排放出所有衰變熱時之最大圍阻體壓力，或(c)安全釋壓閥能開啟且持續開著時之最大圍阻體壓力，或(d)反應爐逸氣閥能開啟和關閉下之最大圍阻體壓力：PCPL 壓力上限為依據上述(b)~(d)三個壓力限值交集訂定。審查小組再提出(1)答覆說明 PCPL 是依據三項壓力限值交集訂定，而在 BWROG 中 PCPL 是依據四項壓力限值交集訂定，兩者不一致，請澄清或修正：(2)答覆說明之 PCPL 壓力限值是否係 BWROG 中 PCPL 壓力限值的翻譯？如果是，請修正翻譯的文字，特別是(a)與(b)翻譯與原文意思並不相同。台電公司提出補充答覆，依本會審查意見做說明文字之修訂。本項核三廠除參考業界嚴重事故管理指引(SAMG)作法外，將依本會要求安裝被動式停機封環(Passive shutdown seal)、實施 FLEX 策略，並在執行 NTTF 第 8 項時考量納入斷然處置程序做整合；並針對壓水式機組版斷然處置程序指引做精細修訂。台電公司本項答覆說明內容經審

查小組審查後可以接受(本項為有條件接受)。

審查提問 II-C-2，針對「斷然處置程序指引」與 EOP、SAMG 等其他程序書、指引之關係，以及進入/離開之條件，要求台電公司提出更進一步澄清或修正。台電公司答覆說明持續積極參與 BWROG、PWROG 所舉辦之與電廠程序書(EOP/ SAG/ EDMG)整合相關的活動，並與美國業界之程序書整合示範電廠進行交流，以期讓台電公司各廠的 EOP/ SAG/ EDMG 在納入斷然處置程序整合更趨完善；在達到一定程度之成果後，將做進一步的說明。審查小組指出本項仍有後續項目需持續追蹤辦理。台電公司進一步答覆說明將依本會要求實施 FLEX 策略，並在執行 NTTF 第 8 項時考量納入斷然處置程序做整合。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受(本項為有條件接受)。

審查提問 II-C-3，要求台電公司澄清說明「斷然處置程序指引」是否未納入圍阻體氫控策略，圍阻體排氣亦不具備氫控之能力。台電公司答覆說明廠房排氣本即為 EOP 中氫控之方法之一，但因斷然處置程序並未納入圍阻體氫控策略，在斷然處置程序中早期圍阻體排氣之主要目的並非為氫控，因此已依照本會意見做文字修訂。審查小組指出通報時機之狀況五，仍包括排氫項。台電公司進一步答覆說明斷然處置程序指引通報時機之狀況五已做文字修訂。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-C-4，「斷然處置程序指引」若遇到無法繼續執行之情況

(例如，重覆進出不同的程序書/指引)，則需適切考量斷然處置程序指引與其他程序書、指引之介面，要求台電公司應考量加入適當之註解或說明。台電公司答覆說明該指引中已適當做文字修訂。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-C-5，台電公司經 BWROG 專家團執行「斷然處置程序指引」之同業評估(peer review)，由 BWROG 摘要報告所提 12 項有關「斷然處置程序指引」之建議事項，台電公司需研議補充專家團之意見並與業界組織合作持續精進目前已發展之「斷然處置程序指引」。台電公司答覆說明將配合 BWROG 修訂進版之 EPG/SAG，視需要參考修訂精進程序指引。審查小組指出本項仍有後續項目需持續追蹤辦理。台電公司進一步答覆說明將依本會要求實施 FLEX 策略，並在執行 NTTF 第 8 項時考量納入斷然處置程序做整合。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受(本項為有條件接受)。

審查提問 II-C-6，要求台電公司參考國際核能業界組織(例如 PWROG、WOG 等)研議壓水式機組在「斷然處置程序指引」及福島事故檢討之重要議題，後續補充專家或業界組織之意見，持續精進壓水式機組之「斷然處置程序指引」。台電公司答覆說明將配合壓水式機組業主組織(PWROG)之 ERG/SAG 進版內容，視需要參考修訂精進程序指引。審查小組指出本項仍有後續項目需持續追蹤辦理。台電公司進一步答覆說明將依本會要求實施 FLEX 策略，並在執行 NTTF 第 8 項時考量

納入斷然處置程序做整合。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受(本項為有條件接受)。

審查提問 II-C-7，要求台電公司針對審查提問 I-A-3 的答覆說明，提出「斷然處置程序」與 FLEX 的實質差異做澄清說明。台電公司答覆說明在進入條件、宣告進入 ELAP、DC 卸載、第一階段、第二階段、第三階段、設備考量、操作指引、降溫率要求及 EOP 等不同面向的差異。審查小組要求台電公司補充「DC 卸載」條件的內容。台電公司進一步答覆說明直流電源卸載的作法核一廠、核三廠前 8 小時可不卸載，第 9 小時開始卸除不必要的負載，則安全相關電池組具備 24 小時供電能力；核二廠、龍門電廠可供電 24 小時之能力。此外，台電公司修訂「設備考量」之說明，在完成 FLEX 要求(符合 NEI 12-06)後，各電廠斷然處置程序有相同的 N+1。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-C-8，參考日本國會調查報告指出由福島電廠事故注水量及爐心水位之研判，推論可能有閥門卡開、受損導致注水旁通(或更嚴重之斷管情境)之情況，日本政府國家報告已將地震可能產生的情境納入後續持續追蹤瞭解之項目，台電公司需研議此議題對「斷然處置程序指引」的影響。台電公司以核一廠為例，提出答覆說明在斷然處置程序中可做為注水途徑的系統(含後備注水方式)包括有 RHR、CS、BCSS 等，當機組運轉中 RHR 及 CS 系統均做好管閥配置供為低壓注水用，除偶爾

執行 torus cooling 外；故在發生超過設計基準地震、海嘯的情境下閥門卡開或卡關的可能性，僅有 torus cooling 使用的隔離閥以及連通閥等，若在隔離閥以及連通閥同時卡開或卡關的情況之下，在程序書 1452.2 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書水源的建立，注水列置時已考慮到注水路徑及其邊界完整的列置操作，若環境因素無法進行完整之列置，則可選擇第 3 節生水(消防水)注水入反應爐中，引接消防水經 CS 系統注入爐心之方式執行後備替代注水。若有受損導致注水旁通(例如斷管情境)之情況，則依程序書 1452.2 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書水源的建立第 3 節生水(消防水)注水入反應爐中，選擇不受影響之系統，執行後備替代注水。審查小組指出本項與審查提問 II-B-10 議題合併討論。台電公司進一步答覆說明斷然處置程序已包含多項注水策略及不同引接點，並考慮到注水路徑及其邊界完整的列置操作；且強震後或斷然處置情境下，電廠會綜合整體參數變化，包括預定加裝之注水流量計讀值採取適當注水路徑決策；經檢視東電公司根據福島電廠 1~3 號機組之替代注水變化分析，參考其對 KK 電廠採取的 3 項措施：核一廠規劃在 BCSS 系統加裝止回閥，核二廠須手動關閉者有兩個手動閥，已修訂斷然處置相關執行程序書，在執行反應爐補水策略列置閥門時，須關閉此兩個閥門，並規劃在斷然處置程序之消防水管進入輔機廠房前端加裝超音波流量計；核三廠、龍門電廠經檢視清查與評估不須執行相關設計改善。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受(本

項為有條件接受)。

審查提問 II-C-9，在類似福島事故情境下，如各廠之用過燃料池保持完整可有較長之因應時間，惟若用過燃料池受地震影響無法保持完整性時，台電公司在現行「斷然處置程序指引」之考量為何？台電公司以核一廠為例提出答覆說明，依據分析結果指出，用過燃料池沸騰時間為事故發生後約 9.4 小時，此與爐心燃料受損的時間相較之下有相當充裕的因應時間；另台電公司已依據本會要求建立 B.5.b 策略，參照 NEI 06-12 內容建立程序書 1452.2 「核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書水源的建立」，並符合在燃料池提供內部補水 500 gpm、外部補水 500 gpm 以及外部噴灑 200 gpm 能力之要求；而在該程序書也提到，強震後需立即檢視用過燃料池完整性，若發現水位異常下降，無法以機組內部補水系統維持用過燃料池水位，則優先以「用過燃料池消防注水管路」進行補水，若仍無法覆蓋用過燃料，則以「用過燃料池消防噴灑管路」進行噴灑冷卻。審查小組指出針對用過燃料池儲存量接近飽和之情況，應提出進一步之評估與因應措施。台電公司進一步答覆說明依據分析報告評估，已考量最嚴重之情境(包括用過燃料池池滿、集中式擺放方式及大修開始全爐心燃料退出)，因此評估結果已可涵蓋用過燃料池儲存量接近飽和之情況。台電公司進一步答覆說明將依本會要求實施美國核管會 NTF 第 2.1 項(SFP 耐震性評估)要求，台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受(本項為有條件接受)。

審查提問 II-C-10，台電公司在斷然處置程序指引之注水決策點，並未明確說明用過燃料池注水的決策點，需再提出澄清說明。台電公司答覆說明用過燃料池已依福島後改善要求之核管案新增溫度及水位儀器，故值班人員可確實掌握用過燃料池之狀況，並已在斷然處置程序指引增訂第 1 階段步驟程序之注意及說明『強震後需立即檢視用過燃料池完整性，若水位異常下降、無法以機組內部補水系統維持用過燃料池水位，人員可接近時優先以「用過燃料池消防注水管路」進行補水，若仍無法覆蓋用過燃料，則以「用過燃料池消防噴灑管路」進行噴灑冷卻。』已能明確說明其對用過燃料池之注水決策，故台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-C-11，在「斷然處置程序指引」部分內容語意不清或內容重覆，要求台電公司再修訂或採用適切之描述方式。台電公司答覆說明已檢討修訂相關段落之字句用詞，另將指引以沸水式機組及壓水式機組等不同適用版本分別呈現；有關沸水式機組及壓水式機組的不同版本由 II-C-1 項審查提問做後續追蹤。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 II-C-12，要求台電公司說明斷然處置程序指引中替代注水等後備做法的規劃，台電公司答覆說明「斷然處置程序指引」僅係建立一個原則及架構，實際詳細的規劃與執行步驟，則由各廠接續明訂於程序書中，供電廠人員操作之遵循。並以核一廠為例說明，斷然處置程序

指引之中以消防車載水、抽水引接至 BCSS 斷然處置注水口，再經由 BCSS 系統管路流徑注入爐心之方式做為替代注水措施；在程序書 1452.2 核一廠斷然處置程序指引操作輔助程序書水源的建立第 3 節生水(消防水)注水入反應爐中，已明列四種注水方式及執行步驟，包括反應器廠房 1 樓列置生水以重力方式經 BCSS 系統注入爐心、現場引接廠房外消防栓經 BCSS 系統注入爐心、反應器廠房 2 樓引接消防水經 RHR 系統注入爐心以及反應器廠房 2 樓引接消防水經 CS 系統注入爐心，以上四種注水方式做為第 4 節消防水車抽水引接注水入反應爐替代注水措施之後備。審查小組提出應以圖示說明其他各廠之各種方式及流徑。台電公司進一步答覆說明，並圖例各廠的各種替代注水策略的方式。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-A-1，要求台電公司說明「斷然處置程序指引」與異常操作程序書、緊急操作程序書關聯、架構等，台電公司答覆說明將於斷然處置程序指引修訂增加文字說明佐以圖示闡明：「由於複合式災害時，電廠除需依據 AOP 應變處置(例如，喪失廠外電源、匯流排故障之應變)，並依照 EOP 進入條件據以監控與採取應變行動維持反應器安全。惟福島事故經驗複合式災害對廠區的影響是全面的，在深度防禦理念上須及早佈署減緩事件惡化的救援行動，透過斷然處置程序之建立，於第一時間建立相關救援設備及處置流程，並提供核能電廠第一線人員迅速反應的準則，除確保於第一時間能將水覆蓋爐心，避免事故持續惡

化，同時配合 AOP 及 EOP 之執行，建立更為完整之全面及有效的應變處理準則方式。」台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-A-2，要求台電公司針對「斷然處置程序指引」說明“但維持低壓力之要求重要性大於高水位之維持”提出理論或分析基礎。台電公司提出參考文獻之資料答覆說明，當反應爐維持在高壓力時，開啟單一 SRV 流出的水量遠較反應爐低壓力時多；依該參考文獻可知：當一次側維持在 7 MPa 時，開啟單一 SRV 流量約 100 kg/s，壓力如下降至 2 MPa 時，開啟單一 SRV 流量會降低至 30 kg/s。因此，如在固定式補水設備仍可用時，儘量降低一次側壓力，後續在緊急降壓時，一次側水量流失才不致太多，所以維持低壓力之要求重要性大於高水位之維持。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-A-3，針對「斷然處置程序指引」敘述人員可接近時優先以「用過燃料池消防注水管路進行補水」，要求台電公司補充說明“人員無法接近用過燃料池時的作法”。台電公司答覆說明已修訂斷然處置程序指引內容：『強震後需立即檢視用過燃料池完整性，若水位異常下降、無法以機組內部補水系統維持用過燃料池水位，人員可接近時以用過燃料池周邊消防系統進行補水，若人員無法接近用過燃料池時，則可利用優選廠房外已設置好的「用過燃料池消防注水管路」的快速接頭，透過消防栓、消防車或消防泵進行補水，次選廠房外已設置好的「用過

燃料池消防噴灑管路」的快速接頭，透過消防栓、消防車或消防泵，進行噴灑』。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-A-4，針對「斷然處置程序指引」“確認(或啟動)注水設備消防車/泵運轉”，要求台電公司補充說明重力推動之生水系統。台電公司答覆說明已修訂斷然處置程序指引內容“確認低壓注水設備已列置準備(如重力推動之生水系統或已起動消防車/泵運轉)”。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-A-5，針對「斷然處置程序指引」對注入海水通報時機之狀況，要求台電公司補充說明注入生水通報時機之狀況。台電公司答覆說明注入生水不須通報。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-A-6，針對「斷然處置程序指引」“其他顯有必要進行斷然處置注水時”針對沸水式機組與壓水式機組僅各舉一例，要求台電公司補充說明並經分析列舉所有可能的情況。台電公司答覆說明針對沸水式機組增列“預期直流電源或操作氣源即將耗竭，SRV(含 ADS)可能無法開啟時”；或“運轉 RCIC/HPCI(高壓爐心注水系統)補水仍無法維持 RPV 水位時”等。審查小組要求提出適用於壓水式電廠之修訂對照表。台電公司進一步答覆說明，針對壓水式機組修訂之審查意見提出答覆說明並做適當之修訂進版。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-A-7，針對「斷然處置程序指引」目的之說明“不能讓核燃料熔損”與分析假設“不能讓核燃料產生鋁/水蒸汽反應”不符。台電公司答覆說明因核燃料達到 2200°F時，核燃料護套中之鋁金屬會與冷卻水發生劇烈的鋁水氧化反應而產生氫氣及氧化鋁，並伴隨產生化學熱，而化學熱會造成核燃料溫度上升並加速鋁水反應，當溫度達到 5000°F時，核燃料丸才會開始熔毀。在「斷然處置程序指引」進版時，已於「斷然處置程序及流程圖」加註：燃料護套隨溫度上升至華氏 1500 度時，燃料護套開始產生鋁水反應，於華氏 2200 度，燃料護套產生劇烈鋁水反應，當於華氏 5000 度將達到二氧化鈾燃料丸熔點，燃料開始料熔損。台電公司斷然處置程序在保守考量下，以華氏 1500 度為分析行動基準點，確保燃料護套完整。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-A-8，針對「斷然處置程序指引」之說明“廠內緊急柴油發電機(EDG)已包括第五台 EDG”與龍門電廠第七台 EDG 不符。台電公司答覆說明已作文字修訂加註說明龍門電廠第七台 EDG。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-B-1，針對「斷然處置程序指引」啟動時，立即進入注水前之設備列置準備程序，只要蒸汽推動補水設備持續運轉，則就暫時無須切換至斷然處置低壓注水，此與核一廠之程序進入條件不同(條件一喪失蒸汽驅動補水系統以外之電力驅動反應爐補水能力)，要求台電公司

澄清說明。台電公司答覆說明將修訂斷然處置程序指引之說明：當機組斷然處置程序啟動時，立即進入第 1 階段-注水前之設備列置準備程序。但當注水設備列置完畢，並不代表就需引動斷然處置注水。只要蒸汽推動補水設備持續運轉，則就暫時無須切換至斷然處置低壓注水。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-B-2，針對「斷然處置程序指引」是否應考量各廠設備之差異，例如核一廠本身即配置 HPCI 及 RCIC，且兩者均為蒸汽帶動之設備，但台電公司之斷然處置程序指引均未針對核一廠 HPCI 系統進行說明與分析，該兩項設備如何搭配使用？要求台電公司澄清說明。台電公司答覆說明斷然處置程序指引為台電公司共通性之導則，並已區分為沸水式及壓水式兩種版本，以利各廠依此導則建立各廠斷然處置程序之處理程序書；對於沸水式電廠而言，喪失“以蒸汽驅動補水以外...”即包含 HPCI 及 RCIC 同時不可用之情況；為避免本指引過於複雜化不易瞭解，故而並未特別註明，各廠執行細節將由各廠處理程序書明確說明。在核一廠處理程序書提及(1)當進入斷然處置程序狀況三(強震急停加海嘯預警)，就會起動 RCIC 補水、及使用測試模式起動 HPCI 消耗蒸汽(降壓)。當後續海嘯來臨時，電廠若發生大規模損壞，則可能進入斷然處置程序狀況一或狀況二；(2)當進入斷然處置程序狀況一(喪失以蒸汽帶動補水以外之電力驅動補水能力)、或狀況二(機組喪失廠內外交流電源)，就會起動 RCIC(優先)或 HPCI 維持反應爐水位；(3)若運轉中之 RCIC 及

HPCI 全部故障跳脫，才會進入斷然處置程序之緊急注水階段。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-B-3，要求台電公司說明「斷然處置程序指引」在 1 小時內完成注水列置之分析基準。台電公司答覆說明原策略以 RCIC 於 1 小時後失效之保守考量，並經由各廠實地測試後，確認各廠均可在 1 小時內完成注水列置後訂定此時限要求。然而依據日本福島電廠經驗及 RCIC 設計能力，可至少運轉 8 小時，且由於 RCIC/HPCI 或汽機帶動輔助飼水泵仍持續運轉時，電廠可依實際情況(例如，斷然處置程序條件三：強震急停後發佈海嘯警報之狀況)，在同時考量人員安全及從容調度，不需要立即於 1 小時內完成全部注水列置。已於指引增加相關敘述，電廠原則上應以 1 小時完成注水列置為目標，但若於特殊情況(例如，強震急停後發佈海嘯警報之狀況)，部分移動性設備可視實際狀況逐步列置。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-B-4，要求台電公司說明「斷然處置程序指引」通報狀況一完成由值班主任通報電廠高階主管(廠長、副廠長)之意義。台電公司答覆說明由於通報狀況一之三種條件，均已達到「立即通報事件」標準；依照程序書之規定，於通報管制機關及緊執會主任委員前，已完成由值班經理通報電廠高階主管(廠長、副廠長)。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-B-5，針對「斷然處置程序指引」標題：斷然處置措施

功能與定位，惟並未明確說明“功能”，台電公司答覆說明已概要在斷然處置程序指引之不同章節闡述功能，將修訂標題內容。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-B-6，針對當機組達到「斷然處置程序指引」所述之注水操作條件，針對注水操作之基準請再提出明確說明。台電公司答覆說明相關的注水操作基準係依據斷然處置程序指引，在反應爐壓力已完成降壓(低於安全分析之斷然處置注水起始壓力)，且低壓注水能力已列置準備，當發生 RCIC 及 HPCI 跳脫時，電廠依斷然處置程序指引進行斷然處置注水(洩壓、補水及排氣)。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-B-7，針對「斷然處置程序指引」雖已提及海嘯來臨時步驟 3 暫停，但若發生設備列置完成卻遭受海嘯襲擊損壞之對策，要求台電公司再補充。台電公司答覆說明海嘯來襲後可能造成路面阻礙，使得廠房外移動性設備之列置受到妨礙；然依據日本福島電廠經驗及 RCIC 設計能力，可至少運轉 8 小時，只要 RCIC 持續運轉補水，雖未能於 1 小時內完成斷然處置程序廠房外移動性設備列置亦不影響機組安全。各廠移動式設備均規劃於高地貯放，避免受到海嘯侵襲。斷然處置程序指引已修訂為發佈海嘯警報時，廠房外移動式設備暫不列置，待確認不受海嘯影響之後，再進行廠房外移動式設備列置。另外，各廠均已建立「移動設備佈署指引」，列出了廠外設備佈署相關策略。台電公司

本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-B-8，針對「斷然處置程序指引」指出蒸汽帶動設備跳脫時，立即同時執行排氣、緊急洩壓，惟與緊急洩壓安全分析之假設不符。台電公司答覆說明斷然處置程序指引已作文字修訂：在爐壓小於分析起始壓力後，且蒸汽帶動設備跳脫之說明。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受。

審查提問 III-B-9，針對「斷然處置程序指引」對圍阻體排氣時機及條件須有明確指示。台電公司答覆說明在指引中有關核一、二、三廠及龍門電廠處理圍阻體排氣做法之說明，依本會要求實施 FLEX 策略，並在執行 NTTF 第 8 項時考量納入斷然處置程序做整合。台電公司本項答覆說明內容經審查小組審查後可以接受(本項為有條件接受)。

審查提問 III-B-10，針對「斷然處置程序指引」有關核三廠後備柴油引擎輔助飼水泵、水壓測試泵等固定設備既非耐震設計，亦不具水密性之防護措施，請澄清其影響性。台電公司答覆說明核三廠所提後備柴油引擎輔助飼水泵、水壓測試泵皆為救援策略多元選項之一，包括依不同階段之要求列置準備移動式設備之選項，電廠運轉人員於事故後檢視這些固定式設備的可用性，事故時若該設備可用，則有助於事故之減緩，惟這些固定設備皆不屬於斷然處置必要條件。另針對類似福島事故情況之改善強化方案已對相關固定設備有另案追蹤，台電公司將依相關強化方案及業界經驗，持續檢討。台電公司本項答覆說明內容經審查小

組審查後可以接受。

四、審查結果

本會針對台電公司「斷然處置程序指引」審查，包括通報程序、執行面、技術面等部分，審查意見包括執行步驟之技術細節、參數驗證與模擬比對、及斷然處置程序指引與其他程序書介面等；在通報程序部份提出 5 項審查意見，在執行面及技術方法論部份提出 68 項審查意見，共提出 73 項審查意見，經審查台電公司所提報告內容與對審查意見之答覆，已就核能電廠斷然處置程序指引之相關資訊提出適當說明，綜合本會審查小組審查結果，除 12 項需長時間精進及已納入設計修改案，不影響斷然處置程序指引之審查，故有條件接受納入後續管制外，合理認為台電公司進版修訂之「斷然處置程序指引」、分析評估報告及增補資料文件可以接受。

上述後續管制內容包括(1)I-A-3、I-C-2、II-B-1、II-B-7、II-C-1、II-C-2、II-C-5、II-C-6 及 III-B-9 等 9 項，係考量有關斷然處置程序指引的規劃與 EOP 採平行位階之設計，當符合斷然處置適用條件時(即事件導向)優先採取斷然處置程序指引之策略進行壓力及水位控制，而 EOP 採徵候導向處理包括類似福島事故情境之可能事件，故其決策有不同考量以及複雜性。本會核管案 JLD-10113「NTTF 建議事項 4.2—強化 NEI 06-12 所涵蓋設備對廠外危害的防護」，要求台電公司建置 FLEX 策略(亦為徵候導向)；本會核管案 JLD-10116「NTTF 建議事項 8—強化並整合廠內緊急應變能力相關之 EOPs、SAMGs 及 EDMGs」要求整合納入斷然處

置程序指引有關之項目，後續管制要求事項，包括台電公司應參據美國核管會福島事故經驗回饋之近期專案小組(Near Term Task Force, NTTF)第 4.2 項徵候導向有關 FLEX 策略之要求納入，並在執行 NTTF 第 8 項有關因應超過設計基準事故，須一併納入「斷然處置程序指引」做介面整合之考量。相關案件由本會管制案持續追蹤，並要求台電公司須積極掌握國外業界之具體做為；(2)II-C-1(本項與前述為相同項)及 II-C-9 等 2 項，將依本會要求核三廠參考業界作法，在反應爐冷卻水泵安裝被動式停機封環(Passive shutdown seal)，相關案件由本會管制案 MS-JLD-101301 案持續追蹤；(3)I-A-10、II-C-8 等 2 項，係參考國際業界增設流量計、止回閥等實務，另由相關設計改善案管制追蹤；包括：核一廠部分，係在 BCSS 泵及管路增設機械式流量計，CS-JLD-10112 案係在 BCSS 加裝止回閥；核二廠部分，係在斷然處置程序消防水管進入輔機廠房前端加裝超音波流量計。以上後續管制要求事項，本會均將持續追蹤台電公司辦理情形。

五、審查結論

「斷然處置程序指引」係台電公司依據我國核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案要求，針對日本福島核電廠事故，各核能電廠檢討現有機組因應事故之能力以及天災發生後可能潛在設備功能喪失的危險要項，以強化現有核能機組耐地震、防山洪、抗海嘯之機制之一。本會為確保核電廠一旦面臨必須採取斷然處置措施，相關作業程序能獲得有效執行，除審查該指引的內容外，並要求台電公司完成增設灌水、供氣及供電等軟硬體設備，平時須針對緊要設備(含

福島事故後所新增之移動式設備等)予以適當之維護及測試，並嚴格執行人員訓練；並要求台電公司持續強化緊急事故處置措施，分析並演練不同極端氣候之假想情境，俾使運轉人員熟悉並熟練相關操作。

根據台電公司所提「斷然處置程序指引」相關分析評估及其回覆本會審查小組所提審查意見之補充說明，各核電廠已視需要逐步補強相關設備，並進行定期訓練、演練，審查期間本會亦進行審查文件之查證與現場作業視察。此外，本會亦要求台電公司應積極參與國際核能業界組織研討並瞭解國際執行因應措施之現況與進展。綜合審查與視察結果，本案台電公司核能電廠所採用事件導向之「斷然處置程序指引」，能避免發生類似福島事故的情境，可強化核能電廠安全之深度防禦。

另審查結果後續仍有部分需長時間精進之事項納入管制要求，包括台電公司須依本會要求實施美國核管會 NTTF 第 4.2 項徵候導向有關 FLEX 策略之建立，並在執行 NTTF 第 8 項有關因應超過設計基準事故之要求時，納入「斷然處置程序指引」做介面整合之考量；另核一、二廠有關設計改善案，以及核三廠在反應爐冷卻水泵裝設被動式停機封環等各管制項目以及設計改善等議題，相關案件均持續由本會既有之管制案持續追蹤，本會均將持續追蹤台電公司辦理情形。