

第二章審查意見

編 號	02-01-012	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S07~S11	2		結案
第 1 次審查意見						
本報告第二章場址之特性描述呈現出的內容比較像是文獻回顧，應含括實際調查與分析的成果，對本場址之特性提出整體獨立評估之見解，並且描述以核二廠區作為用過核子燃料乾式貯存場址可能面對之問題及其對策。場址特性描述為安全分析之基礎資料，不得不慎，各項場址特性之資料與參數需與本報告相關安全分析所使用之輸入條件吻合。 報告中對於場址特性描述之內容，屬撰寫者評估分析之成果或為文獻資料引用多有含混，請檢視本文內容妥適修正。在文獻引用時，亦不應讓審閱者自行去查閱所引述之內容，而應於內文中先清楚敘明所引述之內容，再說明其出處。						
第 1 次審查意見答復說明						
1. 感謝委員提醒與意見，本公司為瞭解乾式貯存設施場址之合適性及可行性，已委託顧問公司完成現地各項工程地質及大地工程特性調查，並於 2007 年 10 月完成「核二廠用過核燃料乾式貯存場址特性調查評估綜合評估報告」，藉以瞭解地下地層之分佈與特性，作為後續貯存設施場址細部設計之依據。本章所引述之場址特性資料即參引前述調查報告。 2. 將依據委員意見檢視全文，對於文獻引用特別謹慎，並將清楚引述文獻內容再說明出處。						
第 2 次審查意見						
1. 本章節報告內容，含括實際調查與分析成果，須對本場址之特性提出整體獨立評估之見解，並且描述以核二廠區作為用過核子燃料乾式貯存場址可能面對之問題及其對策。 2. 承上，為提出本場址可能面對之問題及其因應對策之解釋與探討，相關調查內容不應侷限於場址本身，應涵括所有可能對場址安全有影響之區域環境與地質因素，請檢討參考文獻之完備性，並說明所需之補充調查						

資料。

3. 請依答復說明及相關修正或補充，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。

第 2 次審查意見答復說明

1. 感謝委員意見，本公司瞭解乾貯設施場址是否合適、可行性的重要性，已由「核二廠用過核燃料乾式貯存場址特性調查評估綜合評估」工作，獲得現址各項工程地質及大地工程特性資料，面對可能問題，例如進行液化潛能分析，據以進行設施基礎設計等，其它可能影響的地質因素，也經過詳盡的文獻蒐集與補充調查予以面對克服。
2. 對於場址區域環境可能影響設施安全之地質因素，包括地震、海嘯、土石流、火山活動等，本公司詳盡蒐整參考文獻分析，相關補充調查工作，例如「核能發電廠海嘯總體檢評估」等，成果皆已納入分析報告中。
3. 本章節已根據委員審查要旨完成各項修正或補充，並於結論新增本章節所述環境參數與本計畫設計參數相互比較表，如附件 02-01-B。其他修正與補充請參考修正版報告，如附件 02-00-B。

第 3 次審查意見

1. 核能電廠補充地質調查報告中已說明山腳斷層的長度較已知長許多，且可能再延伸至更長，以致需進行更多的調查。2009 年貴公司委請國立中央大學辦理「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」以取得公信力。本報告雖提及已將斷層長度延伸為 74 公里，但自行評估可能地震之最大加速度內容僅能參考，請由第三者評估以確保公信力。
2. 核能電廠補充地質調查結果應於報告中顯示，並附圖列於圖 2.2.2-4 之後。
3. 附件 2.0 中第 2.2.2-1 頁提及的新莊斷層規模 7.3 的地震，此段描述請刪除以避免新增困擾。
4. 附件 2.1 中表 2.7.1 地震與地質之地震部分提及各學者研究山腳斷層活動最大規模不超過 7。這是由舊資料評估，與現今所知之山腳斷層長度不符，無法說明規模不會超過 7。
5. 附件 2.1 中表 2.7.1 地震與地質之海嘯部分提及歷史最高海嘯浪高為 7.5m，福島海嘯基隆波高 0.08m。海嘯的高度評估有一定標準，這樣的描

述無法說明場址可能遭遇之最大海嘯高。

6. 附件 2.1 中表 2.7.1 氣象之氣候特性部分提及僅蒐整中央氣象局台北、基隆、淡水氣象測站 90-99 年之氣候資料。本地區之氣象資料應可延伸至更早時代且容易取得。過去幾十年來的氣象變化複雜，分析長時期之觀測會與短時期不同，請選用長時間之觀測資料時間來分析，以與實際狀況吻合。
7. 附件 2.1 中表 2.7.1 氣象之空氣品質部分僅使用 95-99 年之資料，請予以補長。
8. 附件 2.1 中表 2.7.2 地震與地質之斷層部分，已知場址附近有活動之山腳斷層，但並無設計基準，必須補足山腳斷層可能發生之最大地震規模之耐震設計基準。
9. 綜合而言，場址特性分析報告仍未能完整呈現獨立評估之見解，舉例而言，山腳斷層長度評估看不到台電自行調查之資料。另外，報告仍未能完整呈現審查意見回復之相關說明，如正斷層活動造成場址下陷評估即未檢附於報告書中。

第 3 次審查意見回覆

1. 依據山腳斷層長度延伸約 74km 的新事證，本公司參照委託國立中央大學「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」之相同方法、參數，將斷層長度由 54km 改為 74km 進行評估，算得核二廠地表的 PGA 為 0.60g，較核二廠乾貯設施之設計值 0.88g 為低。評估報告已於 101 年 12 月送原能會審查相關評估報告已於 101 年 12 月送原能會物管局審查，102.1.15 收到大局審查意見，本公司另已於 102.1.30 以核端字第 1028010332 號函陳報「山腳斷層七十四公里新發現，乾式貯存設施耐震之估算及未來耐震強化的因應措施」專案報告審查意見答復內容。
2. 原報告「圖 2.2.2-4 山腳斷層及海上疑似斷層延伸軌跡」，無法清楚呈現山腳斷層海外延伸，已依據本公司 101 年 11 月完成「營運中核能電廠補充地質調查工作—地質調查成果總結報告」內容，予以更換如「圖 2.2.2-4 山腳斷層陸域北段與海域推估之斷層跡」。(下圖)
3. 遵照委員意見，已於報告中刪除提及新莊斷層的有關描述。

4. 表 2.7.1 為本章各節的內容摘要，地震部分提及各學者研究山腳斷層活動最大規模不超過 7，為文獻資料的摘要說明，並非本報告分析結果，未免混淆，已於報告表 2.7.1 中修正該段文字。
5. 表 2.7.1 為本章各節的內容摘要，海嘯部分提及的歷史最高海嘯與波高與福島海嘯波高僅為文獻資料的摘要說明，並不作為場址可能遭遇之最大海嘯波高之解釋。
6. 表 2.7.1 為本章各節的內容摘要，報告內文已經氣象資料更新至 100 年。
7. 表 2.7.1 為本章各節的內容摘要，報告內文已將空氣品質資料更新至 101 年。
8. 本公司以山腳斷層總長度 74km，參考國立中央大學「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」報告，利用定值法評估山腳斷層可能造成核二廠之地表最大加速度值，並應用該報告內四個 PGA 地震動衰減律(此衰減律為 2004 年核四廠地震危害度重新分析報告中，利用台灣地震紀錄重新分析之衰減律)，包含了 Campbell's、Joyner and Boore's、Kanai's 和 Japan Rock Site's 等 4 個 PGA 地震動衰減律，據此估算得核二廠地表的 PGA 為 0.60g，此結果仍較核二廠乾貯設施之設計值，即地表水平加速度值 0.88g 為小，相關評估報告已於 101 年 12 月送原能會物管局審查，102.1.15 收到大局審查意見，本公司另已於 102.1.30 以核端字第 1028010332 號函陳報「山腳斷層七十四公里新發現，乾式貯存設施耐震之估算及未來耐震強化的因應措施」專案報告審查意見答復內容。
9. 已將本公司 101 年 11 月完成之「營運中核能電廠補充地質調查工作—地質調查成果總結報告」內容，補充於修正版報告。正斷層活動造成場址下陷評估資料已補述於修正版報告中。

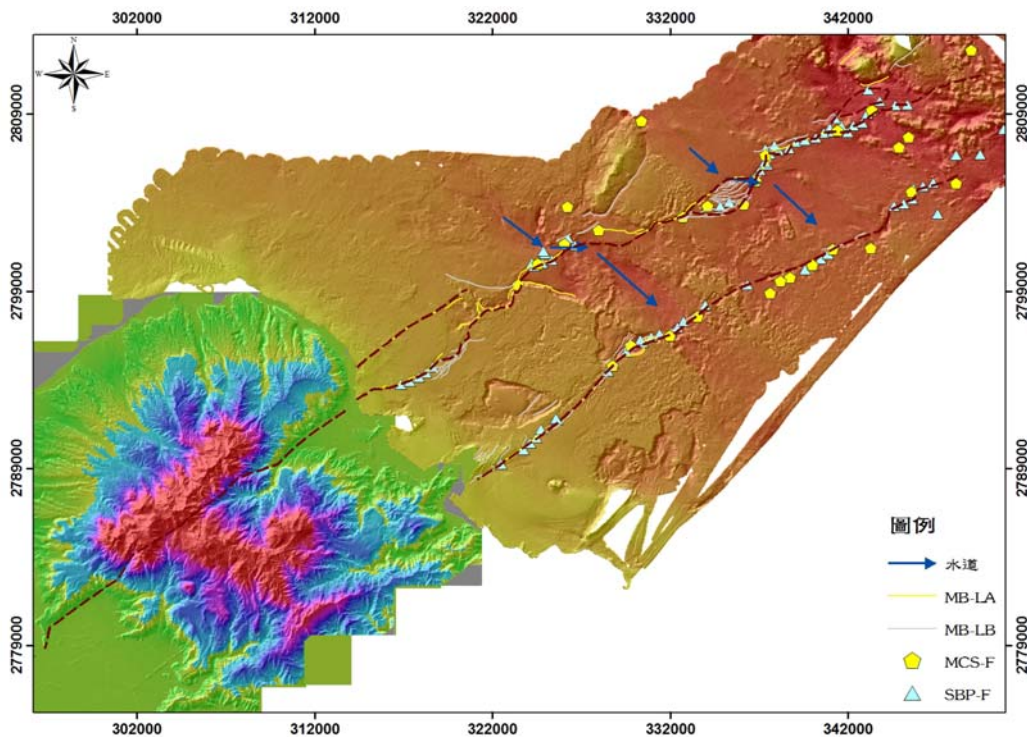


圖 2.2.2-4 山腳斷層陸域北段與海域推估之斷層跡

第 4 次審查意見

1. 在一個安全可靠的環境進行用過燃料棒乾式儲存是本計畫可以成功的基礎。核二廠所處的地質環境特殊，對於場址進行客觀可信的科學性評估非常重要，如果場址的安全性評估不具公信力，其他的努力也必將白費。前幾次審查時已敘明，山腳斷層因為有新事證說明斷層會往外延伸，因此該斷層可能引起的地震災害必須詳加考慮，並委請具有公信力的研究單位加以評估。然本次答覆的內容依舊沒有修改，仍僅由台電公司自己評估自己的安全性，這樣的結果毫無公信，無法令人接受，僅會讓本計畫可行的公信力陷入更大的危機。之前台電公司曾委請中央大學進行核能電廠場址振動特性及地震反映評估，目標也是希望能有一個具有公信力的結果。如果如台電公司所言，核二廠場址經自行評估後是安全的，但卻遲遲不願委請具有公信力的第三者進行評估，這樣的做法實在令人費解且無法接受評估結果。
2. 正斷層上盤下陷可能造成的影響仍未完整說明。
3. 請提供評估報告、102.1.15 審查意見以及核端字第 1028010332 號函陳報

「山腳斷層七十四公里新發現，乾式貯存設施耐震之估算及未來耐震強化的因應措施」專案報告審查意見答復相關資料。

4. 請補附利用定值法評估山腳斷層可能造成核二廠之地表最大加速度值之評估報告。
5. 有關圖 2.2.2-4 為台電公司於 2010 年執行之「營運中核能電廠補充地質調查工作—地質調查成果總結報告」內容，請於本章節(2.活動斷層)內文詳細說明，並於圖 2.2.2-4 標示出山腳斷層位置(陸域及海域)。
6. 第 6 及 7 項回覆中僅將資料延長 1 年，但各氣象站之原始資料年限均較報告(90~100 年)為長，如基隆站有 100 年以上資料，在統計分析上建議延長資料取用年限。
7. 第 6 項及第 7 項回覆內容，請再確認為目前最新且至少三年以上之資料。
8. 對於核電廠乾式貯存設施之管制，原能會係參照美國 10 CFR 72.212(b)(6)規定，其設計基準應比照同廠址之核子反應器設施基準。有關山腳斷層及海嘯調查之新事證，乾式貯存設施與核電廠同步辦理安全性之再驗證評估。
9. 因山腳斷層之新事證，從原先陸域分布擴大涵蓋至海域達 74 公里，本乾式貯存設施計畫有必要就該斷層可能引起的地震災害，以及正斷層上盤下陷可能造成之影響等詳加考慮。目前台電公司核後端處雖已自行提出該新事證對設施相關安全性的評估，為求嚴謹，針對核二廠乾式貯存設施因應山腳斷層 74 公里之耐震安全再評估的評估作業，台電公司需參照核子反應器設施「地震危害度分析報告」之作法，請具有公信力的第三者進行評估，經台電公司自主審核後送物管局核備。

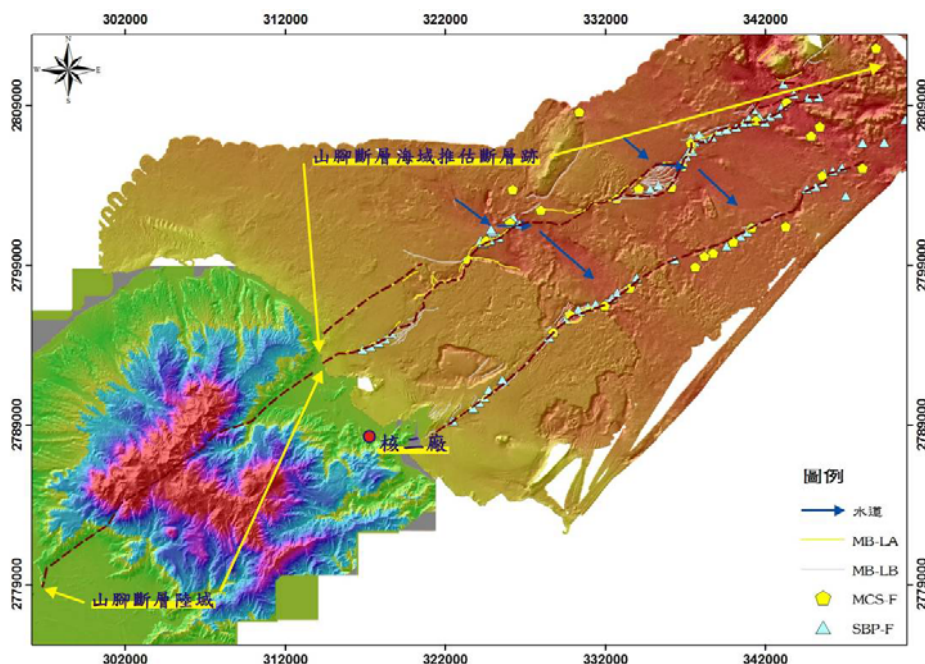
第 4 次審查意見回覆

1. 將依審查意見辦理相關專案評估報告送大局核備。
2. 基於保守考量，本公司亦假設若發生正斷層活動造成下陷且引發海嘯的複合情節。通常發生正斷層活動，斷層的一側(上盤)會下陷，其位移量隨地震規模加大而變大。依據邱俊穎等人的模擬研究：「假設山腳斷層產生地震時，斷層面上的破裂範圍均有截切地表，且主要活動發生於關渡一帶的

斷層面上，經由我們模擬的結果顯示：規模 4.6 的地震會造成約 7.5 平方公里的下陷範圍，最大下陷量 0.04 公尺；規模 5.5 的地震會造成約 34 平方公里的下陷範圍，最大下陷量 0.3 公尺；規模 6.0 的地震會造成約 122 平方公里的下陷範圍，最大下陷量 0.5 公尺；規模 6.5 的地震會造成約 340 平方公里的下陷範圍，最大下陷量 1.2 公尺；規模 7.0 的地震會造成約 450 平方公里的下陷範圍，最大下陷量 2.1 公尺，下陷超過 1 公尺的面積約 115 平方公里。」

依據前述研究，山腳斷層發生規模 7.0 的地震，造成的最大下陷量約 2.1 m，該研究內容顯示，在越接近斷層破裂面的附近下陷量越大，本公司模擬山腳斷層活動誘發海嘯，模擬結果陸地區域最大溯升水位在 EL 4.37~EL 4.66m 間不等，而核二廠區基地高程約 EL 12m，尚有約 7m 的餘裕。也就是說，山腳斷層若再活動，應不致使距離 5km 外的核二廠址造成 7m 以上的下陷，即便同時引發海嘯，也不致對廠區設施造成影響。

3. 將依審查意見辦理相關專案評估報告送大局核備。
4. 將依審查意見辦理相關專案評估報告送大局核備。
5. 已於本章節(2.活動斷層)內文說明山腳斷層可能向外海延伸約 40 公里，加計陸地長度 34 km，山腳斷層可能的長度將約為 74 km。並已於圖 2.2.2-4(如下圖)標示出山腳斷層位置(陸域及海域)。如附件 02-01-5-D。



6. 本報告已整理氣象局發布之最新氣象資料，並已統計涵蓋三年以上(民國 90 年~101 年)資料。

7. 已確認為最新且至少三年以上資料。

8. 將依審查意見辦理山腳斷層相關專案評估報告送大局核備。

核二廠海嘯設計高程為 10.28m，此為建廠設計基準，亦符合日本 311 福島事件後，本公司所辦理之核能發電廠海嘯總體檢評估結果。核二乾式貯存場的高程為 12.3m，因此不會有海嘯影響乾貯之情事。惟為保守考量，本公司假設海嘯超過設計基準 6 m(即核二廠建廠時所採用之設計海拔高度 10.28 m，另外加上假設海嘯溯上高度增加 6 m，以涵蓋海底火山、海底山崩等不確定性因素) 作為建造海嘯牆之設計標準，而核二廠乾貯設施係位於海嘯牆保護範圍內。縱使假設海嘯超過設計基準(10.28 m)或達海嘯牆高度 16.28 m，仍小於安全分析報告內假設意外事件之檢核海拔高度 27.54 m (即洪水狀況水深 15.24 m 加上核二乾式貯存場址海拔高度為 12.3m)。另，進一步保守假設混凝土護箱因海嘯造成傾倒，經分析結果顯示，混凝土護箱、密封鋼筒、及提籃皆能維持結構的完整性；屏蔽、幾何形狀、臨界控制以及密封狀態也維持了設計基準的要求(安全分析報告第 6 章第 6 節)，且本公司將以超出設計基準護箱傾倒意外事故之緊急應變程序加以處理。

9. 將依審查意見辦理相關專案評估報告送大局核備。

第 5 次審查意見

無新增意見。台電公司另需提出具公信力第三者執行之「核二廠乾式貯存設施因應山腳斷層 74 公里之耐震安全再評估報告」做為佐證，送物管局認可，內容亦需含括正斷層上盤下限可能造成影響之說明。

編 號	02-02-013	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S07~S11	2		結案
第 1 次審查意見						

核二廠已營運三十年，其設施設計的時間離現在已久遠。這些年間剛好也是台灣地球科學研究成果最為豐盛的時代，新的科學知識早已取代當年的認知，因此，以核二廠當初的設計基準，做為用過核子燃料乾式貯存設施的基準並不妥適。所有援引當年核二廠設計基準做為用過核子燃料乾式貯存設施設計基準者，必須重新檢視其妥適性並在報告中加以說明，同時亦需提出原始與設計基準有關之資料，確認在目前認知的場址條件下乾式貯存設施仍是安全的。

第 1 次審查意見答復說明

核二廠乾式貯存設施的設計除了依據當初核二廠的設計基準之外，也參考電廠運轉以來的中央氣象局的各種觀測紀錄與各界對核二廠週邊領域的各項研究報告，確定核二乾式貯存設施之設計可滿足核二廠當初建廠的設計基準與新近發現的環境特性及貯存需求。

目前核二廠乾式貯存設施之設計與場址條件關係較密切者有預期環境高溫、地震、洪水、颱風、飛機撞擊等。其中保守以預期環境高溫 56.1°C 與以 161.0 m/s (參閱表 3.1.1-4) 風速來進行颱風評估，皆已遠遠超出核二廠附近之歷史高溫與風速紀錄。以假設之 15.24 m 洪水深度與 4.57 m/s 水流速度來評估洪水對於乾貯系統的衝擊，確認乾貯設施安全無虞。在飛機撞擊意外事故分析方面，則委託龍華科技大學針對目前(民國 100 年)之台灣各民用、軍用機場之航班與航線及機場與貯存場址距離等條件進行評估，確定場址受到飛機撞擊的機率小於 10^{-7} ，低於法規要求的 10^{-6} 。以上系統設計皆可涵蓋當初核二廠建廠時之設計基準與電廠運轉後之環境狀況。對於社會大眾所矚目的地震與地震所引發之海嘯，除了考慮過去建廠設計基準，也考慮電廠運轉後發現的山腳斷層引發的地震。在於本公司委託中興工程顧問有限公司所進行的"核能發電廠海嘯總體檢評估"工作中之核二廠第二期期末報告顯示海嘯溯上時以山腳斷層的震源對核二廠影響最大，但其最大溯上高度 EL 4.66m 仍不及主廠區基地高程 EL 12m，亦不及場址高程 EL 12.3m。

對於地震之評估方面，本公司 98 年 6 月委託國立中央大學辦理之「核能發電廠場址振動特性及地震反應研究報告」，其中針對改列山腳斷層為第二類活動斷層之新事證(陸地長度 34 km 及海上 16.6 km，計 50.6 km)，評估可能發生規模(地震矩規模 Mw)為 7.1，在核二廠地表所產生之最大水平加速度值

僅為 0.56g，小於核二廠用過核子燃料乾式貯存設施設計水平加速度值 0.88g，即使如此，本公司仍持續在調查山腳斷層延伸海域範圍。

在於核二乾式貯存設施的設計上，是基於核二廠安全停機地震設計基準的 0.4g(SSE)作為設計基準，亦即地震實在岩盤產生 0.4g 的地震加速度，經由土壤結構互制(SSI)作用後，在混凝土基座表面所產生的地震最大水平加速度為 0.88g，最大垂直加速度為 0.50g。在混凝土護箱地震穩定性評估上保守採用水平與垂直地震加速度為 0.88g 與 0.78g，此地震加速度值遠遠超出歷來的核二廠地震調查或評估數據，並證明設施在此地震規模作用下仍能發揮正常貯存功能。所以地震評估的依據不只考慮核二廠當初建廠的基準，也涵蓋最近幾年之研究數據。

第 2 次審查意見

1. 所有場址資料包括斷層、火山、海嘯等皆應納入最新調查結果，包括核能發電廠海嘯總體檢評估及山腳斷層延伸海域範圍調查報告。對於活動斷層長度之說明，請加附圖片呈現。
2. 請提供核能發電廠海嘯總體檢評估及山腳斷層延伸海域範圍調查報告，並依答復說明及相關修正或補充，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。

第 2 次審查意見答復說明

1. 場址資料包括斷層、火山、海嘯等已納入最新調查結果；地調所活動斷層說明書指出山腳斷層破裂長度為 34km，並有可能繼續向北延伸入海，2010 年本公司執行「營運中核能電廠補充地質調查工作」，並於 2011 年 9 月發布初步的調查結果，山腳斷層可能向外海延伸約 40 公里，加計陸地長度 34 km，山腳斷層可能的長度將約為 74 km，詳細說明與附圖，請參考附件 02-02-B。
2. 依審查意見提供報告。本章節已依據最新調查報告完成修正或補充，如修正版報告第二章二節(二、三)，詳請參考附件 02-00-B。

第 3 次審查意見

1. 附件 02-02-B 中並無營運中核能電廠補充地質調查工作之結果與圖。
2. 場址特性分析報告仍未能涵蓋所有委員關心之議題。舉例而言，台電並未

提供山腳斷層調查以及獨立評估之結果，海嘯評估之分析條件亦請考量既往對海底火山及海底山崩對海嘯影響之調查事證。請台電提供獨立調查與評估之結果。

3. 如以斷層長度 74 km 推估，其在核二廠地表所產生之最大水平加速度，是否高於核二廠用過核子燃料乾式貯存設施設計水平加速度設計值 0.88g，請補說明。

第 3 次審查意見回覆

1. 已補充如「圖 2.2.2-4 山腳斷層陸域北段與海域推估之斷層跡」。
2. 已將本公司 101 年 11 月完成之「營運中核能電廠補充地質調查工作—地質調查成果總結報告」內容，補充於修正版報告。

在 921 地震之後，為確保核電廠之安全，台電公司於 2001 年委託國立中央大學進行「核一、二、三廠廠址附近之地質與地震資料彙整、評估研究工作」。該研究亦由海底地形資料說明，台灣北部外海的火山活動區，大多屬於淺海地形。報告中並引用研究報告「對台灣西部海峽地震分析可能引起的災害評估」(李孟芬，1996)，顯示在相對規模 7.5 以上之地震，才可能引發災害性海嘯。而北部各區火山範圍約在 20 km 至 30 km 之間，相對於地震規模的大小約為 5 至 6，故不致發生災害性海嘯。

此外，「核一、二、三廠廠址附近之地質與地震資料彙整、評估研究」報告也考慮東北外海龜山島一帶有一連串的火山活動。龜山島位於淺海地形上，其東部外海一帶的帶狀火山區，位於海底深度 1,000~1,500 m 之間，此區的海底地形所造成海嘯的特性，可以與台東外海地震的海嘯評估做比較。根據李孟芬的分析，該區形成災害性海嘯的地震規模，約為 6.6 至 6.8。但以火山活動行為來看，其中最活躍的範圍約僅有 20 km 至 30 km，在 80 km 範圍內同時爆發的機率相對較低，對核二廠的威脅亦相對較低。

3. 本公司以山腳斷層總長度 74km，參考國立中央大學「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」報告，利用定值法評估山腳斷層可能造成核二廠之地表最大加速度值，並應用該報告內四個 PGA 地震動衰減律(此衰減律為 2004 年核四廠地震危害度重新分析報告中，利用台灣地震紀錄重新分析之衰減律)，包含了 Campbell's、Joyner and Boore's、Kanai's 和 Japan Rock Site's 等 4 個 PGA 地震動衰減律，據此估算得核二廠地表的 PGA

為 0.60g，此結果仍較核二廠乾貯設施之設計值，即地表水平加速度值 0.88g 為小。(詳細參數請參閱修正版報告)

第 4 次審查意見

1. 有關圖 2.2.2-4 之修正，併入審查意見編號 02-01 第 4 次審查意見處理。
2. 海嘯的安全性評估必須具有公信力；猜測性的結論，如：應能有效降低海嘯振幅，並非前次審查意見所要求的獨立調查與評估結果。
3. 海嘯在淺水中傳遞速度較慢，但無法說明振幅會相對較低。唯淺海水量較少，相對於深海可能有較小之振幅（波高），但這部份需要有模擬數據才得以服人。文中提到北部火山範圍約在 20km 至 50km 之間，相對於地震規模的大小約 5 至 6。這部分有待商榷。最主要原因為地震造成海床之垂直變位，往往無法與火山噴發所造成海水純直變位相比。火山的部分需要由火山之相關文獻加以海嘯模擬才可下斷言，請勿使用『應能』有效降低之字眼。
4. 針對海嘯議題之審查意見，有關海嘯在淺水中傳遞速度較慢，無法說明振幅會相對較低；淺海水量較少，相對於深海可能有較小之振幅(波高)，這部份論述在過去的文獻是少有模擬數據，請修正。另有關「北部火山範圍約在 20km 至 50km 之間，相對於地震規模的大小約 5 至 6」，並無明確之根據，請修正。乾式貯存海嘯的安全性評估，應採具公信力第三者進行評估之報告資料。
5. 有關地震安全評估，併入審查意見編號 02-01 第 4 次審查意見處理。

第 4 次審查意見回覆

1. 請參考審查意見編號 02-01 第 4 次審查意見第 5 項回覆。
2. 已修正報告中的相關用詞。如附件 02-02-2-D
3. 已修正報告中的相關用詞。如附件 02-02-2-D
4. 已修正報告中的相關用詞。如附件 02-02-2-D。

核二廠海嘯設計高程為 10.28m，此為建廠設計基準，亦符合日本 311 福島事件後，本公司所辦理之核能發電廠海嘯總體檢評估結果。核二乾式貯

存場的高程為 12.3m，因此不會有海嘯影響乾貯之情事。惟為保守考量，本公司假設海嘯超過設計基準 6 m(即核二廠建廠時所採用之設計海拔高度 10.28 m，另外加上假設海嘯溯上高度增加 6 m，以涵蓋海底火山、海底山崩等不確定性因素) 作為建造海嘯牆之設計標準，而核二廠乾貯設施係位於海嘯牆保護範圍內。縱使假設海嘯超過設計基準(10.28 m)或達海嘯牆高度 16.28 m，仍小於安全分析報告內假設意外事件之檢核海拔高度 27.54 m (即洪水狀況水深 15.24 m 加上核二乾式貯存場址海拔高度為 12.3m)。另，進一步保守假設混凝土護箱因海嘯造成傾倒，經分析結果顯示，混凝土護箱、密封鋼筒、及提籃皆能維持結構的完整性；屏蔽、幾何形狀、臨界控制以及密封狀態也維持了設計基準的要求(安全分析報告第 6 章第 6 節)，且本公司將以超出設計基準護箱傾倒意外事故之緊急應變程序加以處理。

5. 將依審查意見辦理相關專案評估報告送大局核備。

第 5 次審查意見

無新增意見。台電公司另需提出有關核二廠乾式貯存設施海嘯的安全性評估做為佐證，送物管局認可。

編 號	02-03-014	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S07~S11	2		結案
第 1 次審查意見						
核一廠與核二廠兩廠區相距不遠，大尺度的場址特性描述資料不可互相矛盾，請檢核核一廠用過核子燃料乾式貯存資料中與核二廠有關的場址區域特性描述是否一致，並將兩處場址區域特性異同對照表檢附於本報告中，若有差異處需於報告中詳細說明。						
第 1 次審查意見答復說明						
核一廠與核二廠兩廠區相距不遠，大尺度的場址特性資料並無不一致，惟在場址範圍仍有若干差異，核一廠與核二廠乾式貯存場址特性之異同彙整如下。						

核一廠與核二廠場址區域特性異同對照表

場址區域特性	核一廠	核二廠	備註
地形與地貌	場址位在乾華溪下游左岸，場址西側為平均坡度 30 度之凝灰角礫岩山坡地，東側緊鄰乾華溪河谷，以此為天然界限並與核一廠區相鄰，北側鄰近小山丘；場址生長密集芒草及樹木，無任何結構物或建物存在	為經過人工整地之平地，地表植有人工草皮，地勢平坦開闊	●原始地形均為大屯火山群熔岩流或火山碎屑堆積形成之火山台地、地形 ●核一乾貯場址地形地貌較為複雜；核二乾貯場址地形地貌相對簡單
地質與地震	●在場址周圍約 4 km² 範圍內地表多為更新世噴發的凝灰角礫岩所覆蓋，其下基磐為中新世的桂竹林層，現代沖積層僅在河谷中出現。 ●場址週邊無重要地質構造、破碎帶與斷層存在。 ●場址區域活動斷層為東南方距離約 8km 的山腳斷層。 ●地震紀錄由 1900 統計至 2005 年，核一廠周圍 20 km 內震源深度位於極淺層(0 ~ 30 km)與淺層(30 km ~ 70 km)且地震規模大於 3 之地震共有 19 次，其中並無規模大於 6 之地震。 ●921 地震，距核一廠 157 km，核一廠地震儀所錄得的最大加速度值不到 0.04 g	●核二廠附近出露岩層，由老至新包括漸新層、中新世層、石炭層、更新世噴發岩等，在蓋於前述岩層之安山岩等，以及近代尚未固結的沖積層、砂丘等。 ●場址基盤岩層為木山層之白色砂岩偶夾紋層頁岩，位態大致為 N66E / 10-20S，場址回填土厚約 4m ●場址區域活動斷層為西北方距離約 5km 的山腳斷層。 ●地震紀錄由 1900 統計至 2010 年，核二廠周圍 20 km 內震源深度位於極淺層(0 ~ 30 km)與淺層(30 km ~ 70 km)且地震規模大於 3 之地震共有 30 次，其中並無規模大於 6 之地震。 ●921 地震，距核二廠 172 km，核二廠地震儀錄得的最大加速度值不到 0.04 g	●核一廠耐震設計：假定 1909 年發生於板橋規模 7.3 的地震，是發生在新莊斷層，且距核一廠最近距離約 8 公里處，經衰減後，推定安全停機地震基準值為 0.3g。 ●核二廠耐震設計：假定 1909 年發生於板橋規模 7.3 的地震，是發生在新莊斷層，且距核二廠最近距離約 5 公里處，經衰減後，推定安全停機地震基準值為 0.4g。
水文	●靠近乾華溪，乾華溪長度約 8km、流域集水面積約 9.5km² ●乾華溪年平均流量為 1.48CMS；最大時瞬時流量為 86 CMS，最大日流量為 25CMS，最大月平均	●距離西側無名小溪約 350m，西側小溪長度約為 2.5 km，流域集水面積約 1.86km² ●西側小溪流量為 0.039CMS	●核一乾貯場址位在乾華溪岸邊 ●核二乾貯場址距離最近無名小溪約 350m。

	流量為 2.69 CMS。		
氣象	參考中央氣象局台北、基隆、淡水氣象測站之測候資料	參考中央氣象局台北、基隆、淡水氣象測站之測候資料	相同
周圍人口概況	新北市石門區金山區三芝區人口現況調查	新北市金山區萬里區、基隆市中山區安樂區人口現況調查	除因地理位置調查鄉鎮之差別意外，無太大差異。
其他可能影響設施設計與建造之場址特性因素			相同
第 2 次審查意見			
1. 地震規模評估方式宜再說明，並請補充斷層長寬與傾角資料。 2. 請就核一廠及核二廠相關報告，交叉檢視資料內容之一致性。			
第 2 次審查意見答復說明			
1. 地震規模評估請參閱修正版報告第二章二節(一)，斷層長寬與傾角資料請參考附件 02-02-B。 2. 本公司撰寫核二乾貯設施 SAR，已先就核一乾貯 SAR 內容進行了解，核一、二廠乾貯設施皆位於台灣島北部濱海，可能影響設施安全的地質因素相近，核二乾貯場址為開闊的平坦地形，較為單純。另核二 SAR 增加火山活動可能影響的說明。			
第 3 次審查意見			
1. 核一評估時之山腳斷層長寬與傾角資料並未列於附件 02-02-B 中。 2. 此部份所描述之集水面積與 P.2.3.3-1 中不同，請檢核前後水文資料，避免造成報告內容前後不相符之情況發生。			
第 3 次審查意見回覆			
1. 核一評估時使用之山腳斷層長寬與傾角資料與核二相同。 2. 此部份所描述之集水面積係引述「核能二廠用過核燃料中期貯存計畫環境差異分析報告」，為避免混淆，已統一使用東西側排水渠道水理計算使用之數據，東西側排水渠道集水面積分別為 1.5 km^2 、 1.86 km^2 。			
第 4 次審查意見			

1. 有關山腳斷層及地震安全評估，併入審查意見編號 02-01 第 4 次審查意見處理。
2. 針對第 2 項回覆，應於報告內容含意見回覆資料之核一、二場址說明對照表內容統一修正。

第 4 次審查意見回覆

1. 將依審查意見辦理相關專案評估報告送大局核備。
2. 已統一修正報告內容與回覆資料。如附件 02-03-2-D

第 5 次審查意見

無新增意見。

編號	02-04-015	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S07~S11	2		結案

第 1 次審查意見

針對本場址及附近地理狀況(道路、河川、鄉鎮、山脈、湖泊、海岸線)之描述，請充分蒐集核二廠開始營運迄今相關文獻及內部過去之評估報告，以表列方式呈現，對場址不利之部分請加以說明處理方式。

第 1 次審查意見答復說明

核二廠乾貯場址及附近地理狀況彙整如下。

核二廠場址附近地理狀況對場址影響說明表

附近地理狀況	過去	現況	備註
道路	區域對外聯絡交通以公路為主，主要幹道為台 2 省道(基金公路)，大致傍海岸線蜿蜒而行；另有台 2 甲省道穿越陽明山到台北。	主要對外聯絡交通仍為台 2 省道(基金公路)暨台 2 甲省道，因應觀光人車潮，台 2 省道進行拓寬，原舊省道緊鄰接核二廠圍牆，新省道路線北移，離電廠更遠。	依據美國聯邦法規 10 CFR72.106 規定，中期貯存設施本體至電廠廠界的最小距離應至少在 100 m 以上，本計畫貯存設施距離舊基金公路 100 m，新基金公路更遠離貯存設施。
河川	●萬里區主要河流瑪鋈溪、員潭溪流貫本區南方和北方。核二廠位置不在上述 2 溪的集水區內。 ●核二廠區有發源於	流經核二廠西側的小溪長度約為 2.5km，其中約有 1km 流經廠區之河道，在建廠時已整建成混凝土護坡之渠道；流經廠區東邊	本公司 2010 年依據最新降雨資料保守計算得到之洪峰流量仍遠小於東側排水渠道與西側排水渠道之設計洪峰流量。

	大屯山系東北山麓八斗山之兩條無名小溪。	小溪，河流長度約為 2 公里。	
鄉鎮	廠區位於台北縣萬里鄉。	廠區位於新北市萬里區。(100 年改制)	萬里區於民國 89 至 99 年間人口成長 3435 人，10 年來人口增加率為 184.94%
山脈	— —	— —	萬里區內絕大部份為山坡地地形
湖泊	— —	— —	萬里區境內無顯著湖泊。
海岸線	萬里區海岸線全長 11km，海岸地形極富變化，場址區域北側屬岬灣海岸，海岸地形變遷除了受到河流帶出的輸沙及海岸海崖的風化侵蝕外，沿岸流帶動的漂沙也影響很大。	— —	●依據基隆港務局(1988)研究，北海岸金山、野柳至淡水一帶海岸地形已達平衡，數十年來海岸並無明顯變化之事實。 ●檢視場址北側海岸地形變遷，以民國 88 年出版之 1/25000 地形圖為底圖，套繪民國 70 年出版 1/5000 像片基本圖之海岸線如下所示，僅在核二廠溫水排放口最東側堤防內之海岸略有退縮約 30m，其餘地區之海岸線變動小。



乾貯場址附近海岸地形變遷圖

第 2 次審查意見

請加強有關對場址不利之地理狀況(包含火山活動的影響)處理方式的說明，並以表列方式呈現核二廠開始營運迄今相關文獻及內部過去之評估報告。

第 2 次審查意見答復說明

火山活動可能對核二乾貯場址的影響說明，已補充說明於修正版報告第二章二節(一)6，詳請參考附件 02-04-B；本公司將依審查意見提供報告。

第 3 次審查意見

1. 大屯火山之地震與微震監測資料均未列於報告中，應予補足以說明大屯火山之活動性。
2. 請考量既往海底火山調查事證以及海底火山對海嘯影響之評估，並補充說明於報告中。

第 3 次審查意見回覆

1. 經濟部中央地質調查所自 93 年度起推動「大台北地區特殊地質災害調查與監測」計畫，在大台北地區及大屯火山群建立長期監測站，持續地進行多項包括溫泉水質，火山氣體成分、土壤氣體中二氧化碳通量、地下溫度以及微地震等觀測。

1980 年中國石油公司委託中央研究院地球科學研究所，南起新北投、北至金山，以具有明顯地熱徵兆的狹長區塊為中心，設立了 13 個臨時測震站，進行觀測 35 天，結果顯示地震都發生在紗帽山、燒庚寮、三重橋、磺嘴山之間東北向的狹長地帶。1987 年 8 月至 10 月間，中央研究院地球科學研究所金山斷層、大屯火山群為研究對象，設了 12 個臨時測震站，進行觀測兩個月，大部分震源深度淺於 10 公里，地震的發生應與大屯山及七星山的地熱活動有關，分析其斷層面解亦發現多為正斷層型態。林正洪等人(2003~2006)在陽明山國家公園內設置一個微震觀測網，用以監測七星山附近之微地震活動。經由分析每一測站連續之地震記錄，於七星山及大油坑附近之最上部地殼中，觀測到許多微小的地震活動，大多數之微震震源深度均小於五公里。在這些微震中，發現有少許的群震現象，即某些微震常同時發生於很集中之小地區內。此外，經比較每一測站每天之連續地震記錄，也發現有異常的火山地震訊號。依目前之地震資料，尚無法清楚地辨識這些群震現象與異常訊號之來源，惟其特徵卻與一般火山

地區之岩漿或熱水活動相似。

火山地震、火山形狀的變形、火山地熱系統的高熱流和氣體地球化學變化等跡象可作為檢測地表的火山活躍情況。地震可由堅實的岩石破裂產生，包括斷層、火山活動或衝擊引致。而在火山系統，他們可能會由岩漿本身，或由火山氣體的運動或釋放，或在圍岩的熱流、水或氣體的壓力變化產生震動。

在過去調查沿金山和崁腳斷層的地震活動，發現大屯火山群附近地震之震央是顯著位於馬槽地區的附近，介於金山和崁腳斷層之間且大多數地震的震源深度小於 15 公里。這些結果表明，大屯火山群下面地震活動頻繁，其發生地震之震源機制解可能主要是由正斷層引起的。闡釋這些地震主要是由大屯火山、七星山下面的熱液壓裂產生和少數與崁腳斷層與金山相關。然而，一些震源深度超過 10 公里，地震事件可能不僅受到熱液活動，但也由岩漿庫從深度釋放火山氣體，因而表明大屯火山下方存有動盪的岩漿庫。

目前根據近年研究結果，大屯火山曾於 5500 年前噴發，經濟部中央地質調查所歷年來的監測結果，亦顯示地底下可能有岩漿庫存在，因此台灣火山學者將大屯火山群定義為「潛在性的活火山」。然而，大屯火山群地殼深處之岩漿庫是持續擴張或是衰退，其活動機制尚未明瞭。目前中央地質調查所及陽明山國家公園管理處正分別進行與火山噴發有關活動之觀測，以研究大屯火山群之演化及活動性。

1994 年國際火山學會基於時間經驗法則(一萬年內曾經噴發)，不足有效定義一座活火山，遂以現象定義(phenomenological definition)，即偵測出火山地區地底下仍有岩漿庫存在，則認定其為活火山。地質調查所於 2010 年 8 月召開國內火山學者專家諮詢會議，會中整合學者共識，根據前述國際火山學會的定義，將大屯火山群歸類為「休眠活火山」。因此大屯火山群之火山分類雖屬於「活火山」但目前處於休眠火山狀態，短期內不會噴發。

2. 在 921 地震之後，為確保核電廠之安全，台電公司於 2001 年委託中央大學進行「核一、二、三廠廠址附近之地質與地震資料彙整、評估研究工作」。該研究亦依據海底地形資料說明，台灣北部外海的火山活動區，大多屬於

淺海地形，報告中並引用研究報告「對台灣西部海峽地震分析可能引起的災害評估」(李孟芬，1996)，顯示在相對規模 7.5 以上之地震，才可能引發災害性海嘯。而北部各區火山範圍約在 20 km 至 30 km 之間，相對於地震規模的大小約為 5 至 6，故不致發生災害性海嘯。

此外，「核一、二、三廠廠址附近之地質與地震資料彙整、評估研究」報告也考慮東北外海龜山島一帶有一連串的火山活動。龜山島位於淺海地形上，其東部外海一帶的帶狀火山區，位於海底深度 1,000~1,500 m 之間，此區的海底地形所造成海嘯的特性，可以與台東外海地震的海嘯評估做比較。根據李孟芬的分析，該區形成災害性海嘯的地震規模，約為 6.6 至 6.8。但以火山活動行為來看，其中最活躍的範圍約僅有 20 km 至 30 km，在 80 km 範圍內同時爆發的機率相對較低，對核二廠的威脅亦相對較低。

第 4 次審查意見

1. 大屯火山之研究有年代的變化，請依發展年代說明。
2. 海嘯評估作業及修正，併入審查意見編號 02-02 第 4 次審查意見處理。

第 4 次審查意見回覆

1. 依審查意見已於報告中將大屯火山之研究，依發展年代說明。如附件 02-04-1-D
2. 核二廠海嘯設計高程為 10.28m，此為建廠設計基準，亦符合日本 311 福島事件後，本公司所辦理之核能發電廠海嘯總體檢評估結果。核二乾式貯存場的高程為 12.3m，因此不會有海嘯影響乾貯之情事。惟為保守考量，本公司假設海嘯超過設計基準 6 m(即核二廠建廠時所採用之設計海拔高度 10.28 m，另外加上假設海嘯溯上高度增加 6 m，以涵蓋海底火山、海底山崩等不確定性因素) 作為建造海嘯牆之設計標準，而核二廠乾貯設施係位於海嘯牆保護範圍內。縱使假設海嘯超過設計基準(10.28 m)或達海嘯牆高度 16.28 m，仍小於安全分析報告內假設意外事件之檢核海拔高度 27.54 m (即洪水狀況水深 15.24 m 加上核二乾式貯存場址海拔高度為 12.3m)。另，進一步保守假設混凝土護箱因海嘯造成傾倒，經分析結果顯示，混凝土護箱、密封鋼筒、及提籃皆能維持結構的完整性；屏蔽、幾何形狀、臨界控制以及密封狀態也維持了設計基準的要求(安全分析報告第

6 章第 6 節)，且本公司將以超出設計基準護箱傾倒意外事故之緊急應變程序加以處理。

第 5 次審查意見

無新增意見。

編 號	02-05-016	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S08	2.1	2.1.1-1	結案
第 1 次審查意見						
大屯火山群為核二廠近距離的另一活動構造。先前認為距離現在最近的爆發年代為幾十萬年，但新近的研究已顯示僅為六、七千年，亦即為活動的火山，惟大屯火山及相關海域的火山活動性，於場址特性描述中並無相關資料說明。請加以說明火山活動可能之影響，並納入相關監測之說明。火山活動及其可能的影響是否應納入意外事故，亦請進一步說明。						
第 1 次審查意見答復說明						
「臺灣地區大屯火山群活動的高峰，大約在距今 80 至 20 萬年前。由臺北盆地火山泥流堆積物層序和岩石的定年研究，大屯火山群兩次密集大規模噴發活動的間隔，大約為 20 萬年。在臺北盆地第四紀沉積物發現的疑似火山灰物質，指出其噴發的時間約距今 2 萬年；2009 年於紗帽山下找到 5,500 年前的火山灰，則可能是最近一次火山活動之證據。」(地質，31 卷第 1 期，第 44-49 頁，2012)						
依據該期報告內容：「地質調查所與國立臺灣大學火山研究團隊曾對七星山、磺嘴山及大屯山進行假設性研究，若未來火山噴發的規模或火山噴發量為 1 立方公里，配合現今地形特徵所模擬得到的火山災害潛勢：熔岩流主要分布於火山口周圍，火山碎屑流沿現今地形面分布，火山泥流則與河道分布有關，整個主要影響範圍仍侷限於現今大屯火山群，應不至於讓整個臺北城陷落消失；但若加上考慮火山灰落物質，依照過去在臺北盆地鑽掘到的火山灰地層，研判影響範圍可能擴及整個臺北盆地。」						
「地質調查所於 2010 年 8 月召開國內火山學者專家諮詢會議，會中整合學者共識，根據 1994 年 Szakacs 對火山的分類、噴發年代及活動現象定義，						

將大屯火山群歸類為「休眠活火山」(dormant active volcano)。因此大屯火山群之火山分類雖屬於「活火山」但目前處於休眠火山狀態，短期內不會噴發，但火山地區地殼深處仍有岩漿活動，不排除未來會噴發」

該文亦指出：未來會噴發的可能性有多大，需要大型的科學整合調查計畫再予進行，由於「臺灣火山活動與其他各地火山活動應也可能同樣存在著週期性」，前述提及大屯火山群兩次密集大規模噴發活動的間隔，大約為 20 萬年，又最近一期大屯火山群的噴發時間約距今 2 萬年或 5,500 年，綜上研究，大屯火山群在短期數百年間，應不致於有大規模噴發活動。而核二乾貯設施預計運轉 50 年，應不致受到大屯火山群潛在可能噴發的影響。

第 2 次審查意見

1. 答復意見未充分說明預定場址不會受到大屯火山群潛在可能噴發的影響。若大屯火山或是臨近海底火山噴發，對本設施有何影響？有何應變對策？
2. 請依答復說明及相關修正或補充，併同本報告第 6 章之意外事故評估章節第 1 次審查意見(編號 6.6-17)相關答復說明內容，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。

第 2 次審查意見答復說明

1. 地調所於 2010 年召開學者專家諮詢會議，會中將大屯火山群歸類為「休眠活火山」，且大屯火山群兩次密集大規模噴發活動的間隔約為 20 萬年，最近一期大屯火山群的噴發時間約距今 2 萬年或 5,500 年，故短期內應不會噴發。本公司核二廠在第三次十年安全評估時，亦假設大屯火山群中距該廠最近之丁火朽山及湍子山爆發，其熔岩流分別經瑪鍊溪及員潭溪流入太平洋而不會流向核二廠，釐清廠址不在岩漿噴發後流動路徑上，確定不會受到威脅，詳細說明請參考附件 02-04-B。若是噴發，由於核二廠址不在熔岩流動路徑上，可能影響為火山灰造成混凝土護箱進氣口完全堵塞，根據本報告第五章的要求，若發現任何阻塞，應立即清除到至少有兩個進口為通暢狀態。
2. 答復內容已彙整本報告第 6 章之意外事故評估章節第 1 次審查意見(編號 6.6-17)答復內容，相關修正或補充請參考附件 02-04-B。

第 3 次審查意見

1. 大屯火山之地震與微震監測資料均未列於報告中，應予補足以說明大屯火山之活動性。
2. 請考量既往海底火山調查事證以及海底火山對海嘯影響之評估。火山灰處理請提供報告中所列之相關資料，請台電公司補充說明火山灰有關意外事故評估及緊急應變措施。

第 3 次審查意見回覆

1. 已於審查意見 02-04-1 中回覆，請參考。依照意見將回覆資料整合列於修正版安全分析報告中。
2. 在 921 地震之後，為確保核電廠之安全，台電公司於 2001 年委託中央大學進行「核一、二、三廠廠址附近之地質與地震資料彙整、評估研究工作」。該研究亦依據海底地形資料說明，台灣北部外海的火山活動區，大多屬於淺海地形，報告中並引用研究報告「對台灣西部海峽地震分析可能引起的災害評估」(李孟芬，1996)，顯示在相對規模 7.5 以上之地震，才可能引發災害性海嘯。而北部各區火山範圍約在 20 km 至 30 km 之間，相對於地震規模的大小約為 5 至 6，故不致發生災害性海嘯。

此外，「核一、二、三廠廠址附近之地質與地震資料彙整、評估研究」報告也考慮東北外海龜山島一帶有一連串的火山活動。龜山島位於淺海地形上，其東部外海一帶的帶狀火山區，位於海底深度 1,000~1,500 m 之間，此區的海底地形所造成海嘯的特性，可以與台東外海地震的海嘯評估做比較。根據李孟芬的分析，該區形成災害性海嘯的地震規模，約為 6.6 至 6.8。但以火山活動行為來看，其中最活躍的範圍約僅有 20 km 至 30 km，在 80 km 範圍內同時爆發的機率相對較低，對核二廠的威脅亦相對較低。

火山爆發的機率相當低，但若不幸爆發導致火山灰落至乾貯場，應該立即灑水降溫，並以小型機具或人工將火山泥移除，以確保乾貯系統進氣口通暢。通常火山爆發前皆有顯著徵兆，因此在爆發前，應有足夠時間備妥灑水設備及相關清洗機具。

第 4 次審查意見

1. 大屯火山議題併同審查意見編號 02-04 第 4 次審查意見處理；
2. 海嘯評估作業及修正，併入審查意見編號 02-02 第 4 次審查意見處理。

編 號	02-06-017	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S07	2.2		結案
第 1 次審查意見						
核二廠用過核子燃料乾式貯存設施安全分析報告所提出之地質特性描述，請以妥適圖資來呈現。請台電公司就下列意見逐項修正或說明：						
1.請於本報告中補附一張詳盡之核二廠區附近地質圖。						
2.第 2.2.1-4 頁第一行「北部地區大地應力變為張應力狀態」恐易誤導，請將張應力改為伸張應力狀態，並附英文。						
3.場址預定地的地質剖面，由審閱者自己看圖並不易清楚了解，請進一步清楚說明。另外，若欲顯示場址地下各地層之分布，建議標示於圖 2.2.1-2 之各剖面均應檢附，至於圖 2.2.1-3 請以較長之剖面涵蓋岩層與沙丘。						
4.圖 2.2.1-3 中淺灰色虛線是否為岩盤等高線?岩盤等高線為重要資訊，請清楚顯示於適當之圖面，另外地下水面等深度線以及等高程線均相當重要，請於適當圖面呈現。						
第 1 次審查意見答復說明						
核二廠區附近地質圖如下：						

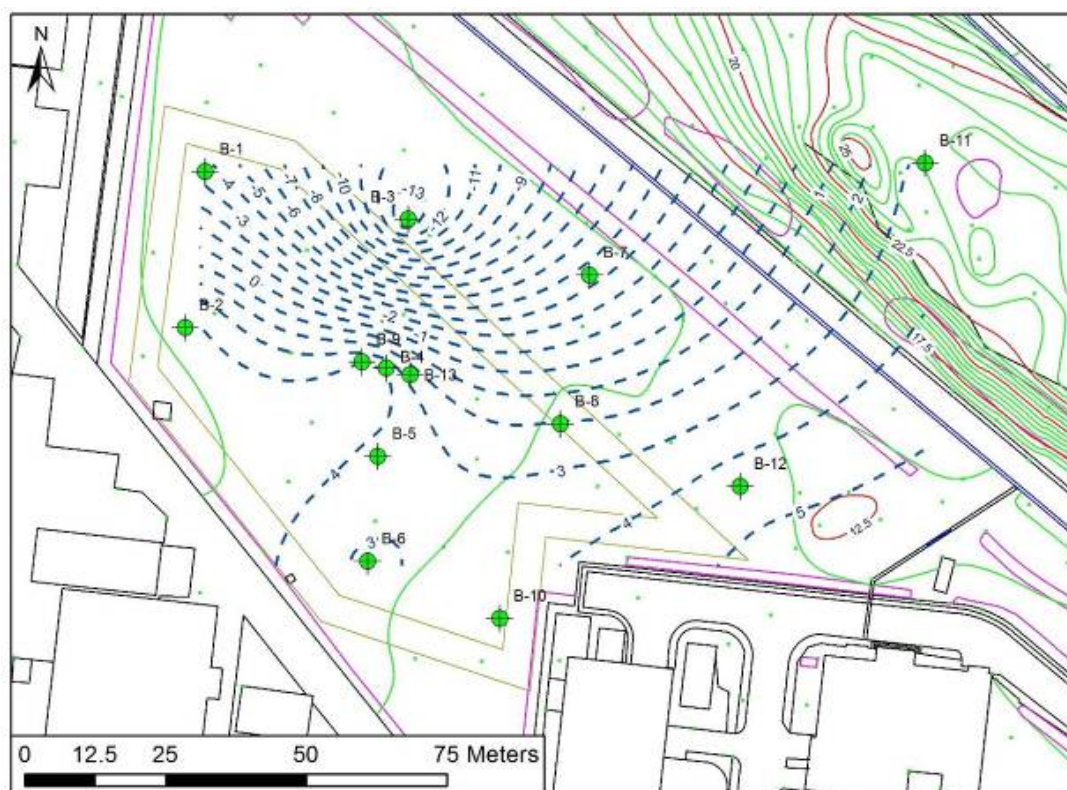


核二廠鄰近地區地質圖

1. 已依據委員意見修改為：「北部地區大地應力變為伸張應力(extension stress)狀態」。
2. 場址覆蓋層(含土層及回填層)的厚度由基地西側向東側漸增，分佈厚度約在 8.9~16.8 公尺之間，在南北方向變化則較緩，其中回填層分佈於鑽孔 B-1、B-4、B-7、B-8、B-10、B-12 之地表附近；回填層下方為土層，B-2、

B-3、B-4、B-5、B-6、B-9、B-13 等鑽孔因未見明顯人工回填物，故自地表附近均判定屬土層；場址所有剖面請參考附件 02-06-3-A。

- 圖 2.2.1-3 中淺灰色虛線是岩盤等高線，已於圖 2.2.1-3 增加圖例說明，地下水面等深度線如下圖所示。



核二乾貯場址地下水等高程線圖

第 2 次審查意見

- 請補充不同尺度地質圖，並檢附重要位置剖面圖，以及在報告中具體描述區域及場址設施所在地之地質條件。
- 答復說明檢附之地下水等高程線圖不應出現負值，請以絕對高程修正。
- 請依答復說明及相關修正或補充，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。

第 2 次審查意見答復說明

- 前次審查意見附圖為場址 1/5000 地質圖，另 1/500 工程地質圖下圖。

報告欠缺 1/5000 地質圖、欠缺一條較長(涵蓋岩層出露處以及沙丘)之地質剖面、岩盤等高線之高程不清楚、欠缺地下水等高程線繪製方法之說明(岩盤與沖積層水位混雜一起內插?)、圖 2.3.2-1 與圖 2.3.2-2 明顯不同(影響流向之判定)，請妥適將上述問題於報告中清楚呈現。

第 3 次審查意見回覆

已於修正版報告補充 1/5000 地質圖，如下圖(修正版報告圖 2.2.1-2)。該地質圖有涵蓋沙丘之較長剖面(BB 剖面)。

更新修正版報告之圖 2.2.1-3(下圖)，增加岩盤高程說明。

考慮沖積層之地下水位，依據沖積層抽(注)水試驗所埋設觀測井，孔號為 B-2、B-3、B-5、B-6、B-8、B-13，以及本公司 100 年於核二廠核島區施鑽之地下水位資料重新繪製地下水等高程分布圖(已補充於報告中)，重新繪製的場址地下水等高程圖如下(修正版報告圖 2.3.2-1)。依據重新繪製的分布圖與核二廠大區域地下水位分布圖(修正版報告圖 2.3.2-2)比較，結果大致相符。

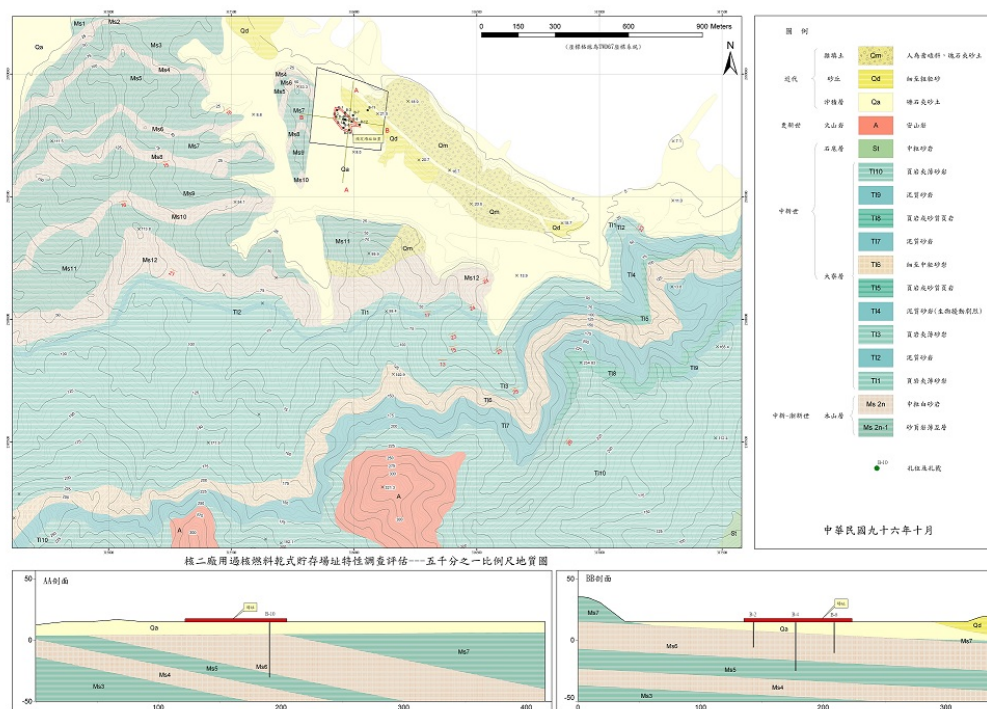




圖 2.2.1-3 場址 1/500 工程地質圖

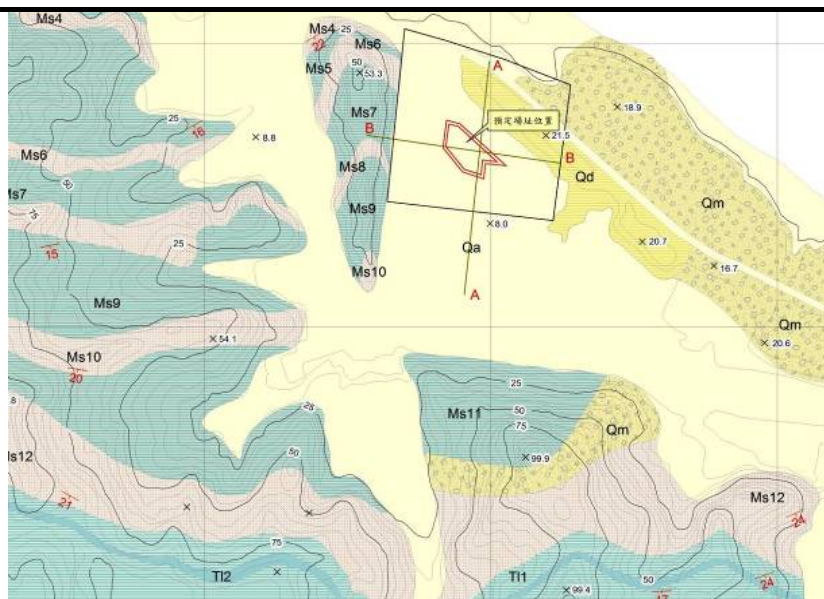


圖 2.3.2-1 核能二廠乾貯場址地下水位高程分布圖

第 4 次審查意見

同意答覆。

編 號	02-07-018	分 組	審 查 代 碼	章 節	頁 碼	狀 態
		場 址	S07、S10	2.2		結 案
第 1 次 審 查 意 見						
報告中欠缺許多地質鑽探資料，或敘述不夠詳實，請依下列意見進行資料補正及答覆：						
1.第 2.2.1-5 頁第 12-13 行，場址地質說明場址之基盤岩層為白色砂岩偶夾紋層頁岩，與鑽孔資料不相符，請修正，岩層位態大致為走向 66 度東，向南傾斜 10-20 度，此一資訊無法由場址地表地質圖獲得，請補充地表地質層面位態量測成果以及其他調查。						
2.第 2.2.1-5 頁，請補附所有鑽孔之鑽孔柱狀圖(含土壤分層、詳細岩性與構造描述、地下水位、取樣位置以及 SPT-N 值，非 2.2.1-4 縮小圖)與岩心照片。報告中部份鑽孔甚至於縮小圖中都未檢附（如 B1、B7、B10、B11）。						
3.圖 2.2.1-4 鑽孔位置標示為正確位置抑或僅為示意?地質剖面不應為示意圖。						
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明						
1. 有關場址基盤岩層之描述已修正為：「砂岩與砂頁岩互層(紋層狀)所組成」，地表地質岩層位態量測成果為根據 1/5000 地質圖之露頭研判(下圖僅為乾貯場址附近之局部呈現)，並以場址鑽探結果驗證推估之成果。						
2. 所有鑽孔之鑽孔柱狀圖如附件 02-07-2-A。						
3. 圖 2.2.1-4 標示的鑽孔位置為正確位置。						



核二乾貯場址附近 1/5000 地質圖(局部)

第 2 次審查意見

請加強圖面比例尺及圖例等資料，表列修正說明，並依答復說明及相關修正或補充，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。

第 2 次審查意見答復說明

感謝委員指正，相關修正或補充請參考修正版報告(附件 02-00-B)，並於修正或補充處以明顯藍字呈現，便利複審作業進行。

第 3 次審查意見

報告中地質鑽探資料仍欠缺或敘述不夠詳實，舉例而言，岩層位態資訊無法由適當圖面獲得、鑽孔之鑽孔柱狀圖(含土壤分層、詳細岩性與構造描述、地下水位、取樣位置以及 SPT-N 值，非 2.2.1-4 縮小圖)與岩心照片仍未補附，另外，地質剖面圖水平與垂直比例尺請調整一致。

第 3 次審查意見回覆

為瞭解本計畫場址作為用過核子燃料乾式貯存設施場址之合適性及可行性，本公司完成「核二廠用過核燃料乾式貯存場址特性調查評估綜合評估報告」，報告詳實記錄場址進行的各項工程地質及大地工程特性調查，為完整呈現調查結果，於本章另增加附錄，說明場址地質鑽探資料，包括各鑽孔之鑽孔柱狀圖與岩心照片等，詳細內容請參閱本章新增附錄二(鑽孔柱狀圖)、附錄七(岩心照片)。

圖 2.2.1-5 場址地質剖面圖(BB'剖面)

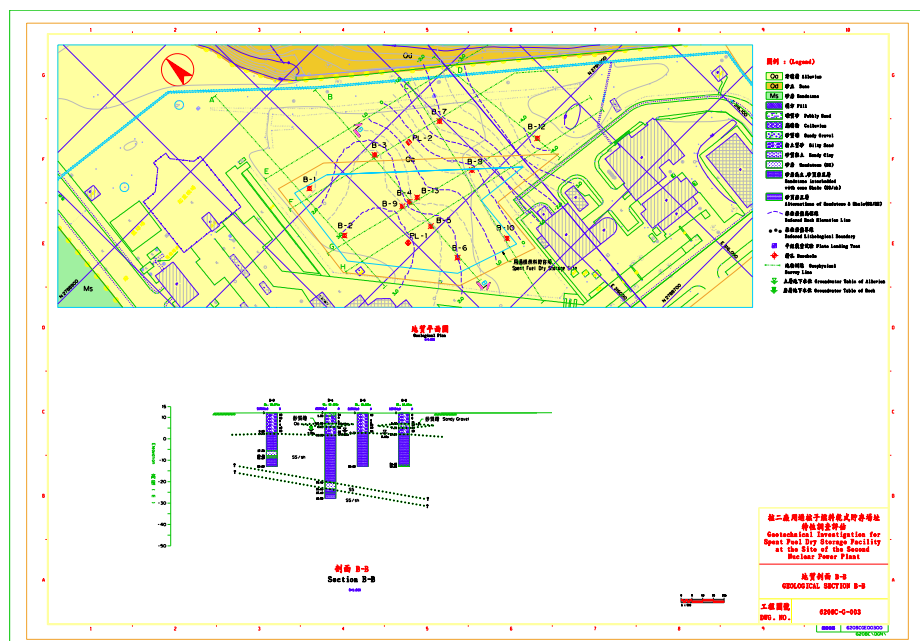
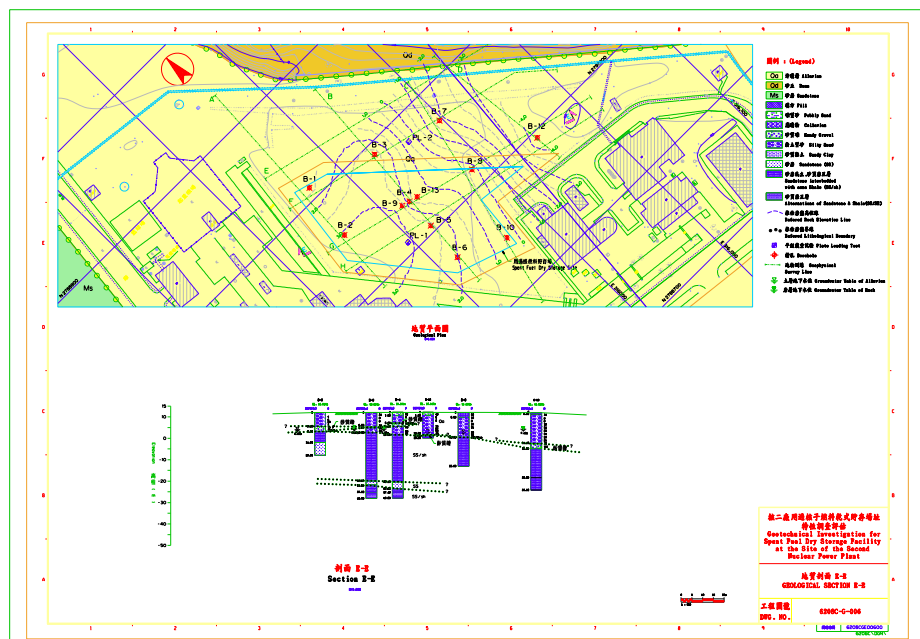


圖 2.2.1-5 場址地質剖面圖(EE'剖面)



第 4 次審查意見

同意答覆。

編 號	02-08-019	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	F07	2.2		結案

第 1 次審查意見

依據核一廠用過核子燃料乾貯設施興建經驗，場址之邊坡安全為重要議題之一。本場址特性依地形描述，雖場址預定地為人工整地之平地，惟西側有狹長山丘。依此場址特性描述，在二、地質與地震(一)地質之內容應有邊坡穩定議題之評析，確認是否進一步執行穩定分析與設計。請比照 4.土石流潛勢乙節予以釐清。

第 1 次審查意見答復說明

核二廠自興建營運以來，廠區範圍與鄰近坡地並無發生大規模土石崩落情事，惟在 2007 年發現核二廠區道路臨台二線公路之邊坡，也就是委員所指場址西側的狹長山丘(以下稱西山)，發生局部塌滑，岩塊滑落至崖錐堆積之頂端，岩塊沿節理或層理呈數條開裂，部份小石塊滾落於崖錐面上，該邊坡高約 40 公尺為陡峭岩坡，出露岩層為木山層之砂頁岩互層與白色厚層砂岩，邊坡受風化與高角度節理所控制，節理解壓後造成落石；下邊坡則為崖錐堆積，是上邊坡持續坍落土石所堆積之暫態穩定邊坡，坡度約 2H:1V，組成材料應以大小不等之塊石為主。

該邊坡經由本公司核發處土木組暨中興工程顧問公司勘查，經評估後認為係大自然界風化現象，屬自然崩塌，再加上西山警衛亭興建增加重量所致，且其下方已崩塌之自然安定角不大，縱深夠，而崩塌面皆面向基金公路，距離廠區相關設備有一段距離，經計算現場仍有足夠的腹地，不致影響基金公路(如下圖一)，且對乾貯設施之場址無影響。

本公司核二廠係於 2007 年 3/4 月左右發現西山邊坡土石有崩落現象，距今已五年以上，其實際發生日期並不可考，可能更早。就現在看來，其崩塌變化緩慢，對電廠確實影響不大。且在 2011 年中，邊坡上警衛亭已全部拆除，共構天線塔及其基地台已遷移興建至西山後方公園涼亭附近，由現場航照圖可知西山現況植被茂密，坡面保護良好，坡趾未開挖且距離乾貯設施場址超

過 100m，有足夠的閃避距離，應不至對乾貯設施造成影響。



圖一

第 2 次審查意見

請依答復說明及相關修正或補充，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。

第 2 次審查意見答復說明

相關修正或補充請參考附件 02-08-B。

第 3 次審查意見

同意答覆。

編 號	02-09-020	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S07、S08	2.2		結案
第 1 次審查意見						
請台電公司就下列場址地工特性之意見逐項釐清說明：						
1.第 2.2.1-6 頁，土壤層分為 0~5m、5~8m、8~土岩交界面三層，分層依據為何，請說明。						
2.第 2.2.1-7 頁請檢附所有試驗結果之每一個實驗值(如單壓試驗僅提供平均值)，請列表提供每一個試驗之試體孔位、深度以及單壓強度試驗結果。						

- 3.第 2.2.1-7 頁，岩層一般提供孔隙率而非孔隙比，請說明實驗方法並提供所有試驗值，而非僅提供平均值。
- 4.第 2.2.1-7 頁，請補附平鈹載重試驗結果。
- 5.第 2.2.1-8 頁，土壤變形性由 SPT-N 值推估並不妥適。
- 6.第 2.2.1-8 頁，波森比採用 0.25 的基礎、意義與影響請再補充說明。
- 7.第 2.2.1-9 頁第一行如何得知層面傾角約 10 度，請補充相關資料。另外，請補充岩石弱面直接剪力試驗結果。
- 8.土壤一般物性應檢附粒徑分佈圖，並顯示細料含量。

第 1 次審查意見答復說明

1. 分層依據係根據地層之組成反映於 SPT-N 值之分佈加以分層。
2. 土壤一般物理性質試驗結果，以及岩石一般物理性質試驗結果請詳見附件 02-09-2-A。
3. 報告中提供之岩石物性試驗結果孔隙比(e)，孔隙率(n)可由孔隙比(e)加以換算， $n=e/(1+e)$ 。
4. 平鈹載重試驗結果如附件 02-09-4-A。
5. 相關地層之變形模數、水平地盤反力係數以下列公式推估：
 變形模數 [參考日本國鐵建造物設計標準] $E=250N$
 其中，E：變形模數(t/m²)； N：標準貫入試驗(下)；由於覆土層之不均質性高且含有礫石、塊石，難以直接以試驗室試驗直接求取土壤變形模數，故以 SPT-N 依經驗公式並適度保守加以推估。
6. 「核二廠用過核燃料乾式貯存場址特性調查評估綜合評估報告」：波森比(ν)則依據文獻 1. Lambe,T.W. and Whitman,R.V.(1969) Soil Mechanics, John wiley & sons, 1969 及 2. CGS(1978) Canadian foundation engineering manual, Canadian Seortech.Soc., Montrel. 之建議值取 0.25；波森比(ν)主要應用於綜合報告中之沉陷量之計算，亦可供做後續相關地工試驗數值分析之參數。
7. 層面傾角約 10 度係由核二廠附近岩盤露頭顯示；岩石弱面直接剪力試驗結果如附件 02-09-7-A。

8. 土壤粒徑分佈圖如附件 02-09-8-A。

第 2 次審查意見

1. SPT-N 值不足以反應所有地層特性，據以分層並不恰當。
2. 岩石孔隙比如何獲得?請說明試驗方法。
3. 變形模數利用 SPT-N 值估計相當粗略且不合宜。
4. 波森比可利用 P 波與 S 波波速估計。
5. 根據核二乾貯場址附近 1/5000 地質圖(局部)顯示附近露頭傾角並非 10 度。
6. 請依答復說明及相關修正或補充，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。

第 2 次審查意見答復說明

1. 計畫區沖積層之不均質性高，無法依單一特性加以分層。以 SPT-N 分佈建立簡化土層係基於地工分析目的，以便進行相關之分析與計算。
2. 岩石孔隙率試驗規範參照 ISRM ‘Suggested Methods for determining water content, porosity, density, absorption and related properties and swelling and slake and durability index properties’；岩石孔隙比 $e=n/(1-n)$ 。
3. 由於計畫區沖積層含礫石及岩塊，故無法以現地試驗(例如 PMT, Pressure Meter Test)取得變形模數，故以經驗公式依 SPT-N 值估計。
4. 依內懸垂式波速測量所求得之數據為動態參數，其波森比較一般經驗值高，故簡化土層之地工分析並未採用波速推估波森比。
5. 1/5000 地質圖中靠近場址之岩層傾角為向南傾斜 10~20 度。
6. 相關修正或補充請參考修正版報告(附件 02-00-B)。

第 3 次審查意見

仍請台電依據審查意見一一於修正版報告中呈現：

1. 0~5m、5~8m、8~土岩交界面三層，看不出 SPT 分層依據，分層極為主觀。事實上，本場址有一層較粗顆粒之沖積層，若能適當的標出將較使用 SPT 分層更有意義。不過，柱狀圖與物性實驗不相符(如 B5 與 B2)，請釐清。

- 2.請檢附所有試驗結果之每一個實驗值，請列表提供每一個試驗之試體孔位、深度以及試驗結果。
- 3.岩層一般提供孔隙率而非孔隙比，請提供所有試驗值，而非僅提供平均值。
- 4.請補附平鈹載重試驗與懸垂式波速測量結果。
- 5.土壤變形性由 SPT-N 值推估並不妥適。
- 6.波森比不採用試驗值應於報告中陳述並提供具體之理由。
- 7.請補充岩石弱面直接剪力試驗結果。
- 8.土壤一般物性應檢附粒徑分佈圖，並顯示細料含量。

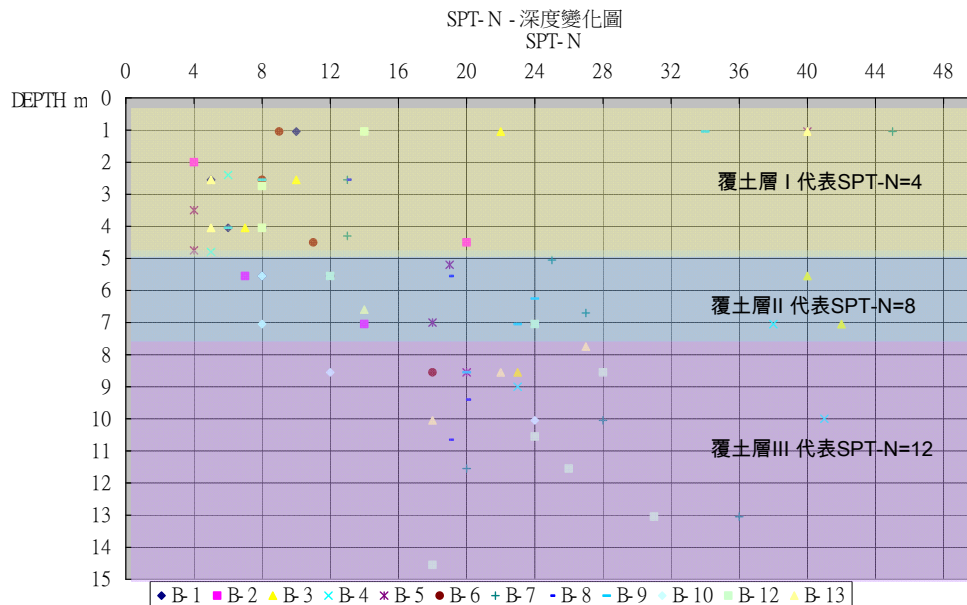
另請台電公司詳實補充場址土層厚度分布及其地工特性資料，且結構物排列布置應考量土層厚度變化以及斷層活動可能引發之地表變形(傾斜)效應，以減少貯存基座及基樁相關基礎工程設計之不利因素。

第 3 次審查意見回覆

- 1.地層分層中，可分為未固結沉積物(土層及回填層)與岩層兩大類，其中土層之組成以黃棕色砂土偶夾礫石(SM-SP)為主。依鑽孔全程取樣之岩心判釋與劈管取樣一般物理性質試驗結果顯示，計畫場址內之土層多由粉土質粗砂或中砂(SM)及礫質砂(SP)為主所組成，局部夾有砂質礫石或沉泥質砂質礫石(GP-GM)、黏土質砂土(SC)等。由地質剖面圖顯示，砂質礫石或沉泥質砂質礫石之分佈屬凸鏡狀，有一層約略在高程 EL.5~EL.7，厚約數十公分至 2 公尺，另一層為沖積層與岩盤之交界面上，厚約數十公分至 2 公尺。(地質剖面圖請參閱本章附錄)

本區之覆蓋層多屬粉土質砂夾礫石，其不均質性高，局部(鑽孔 B-1、B-4、B-7、B-8、B-10、B-12)為人工回填；配合相關之地工分析將覆蓋層依調查所得之 SPT-N 深度變化(如下圖)加以區分。

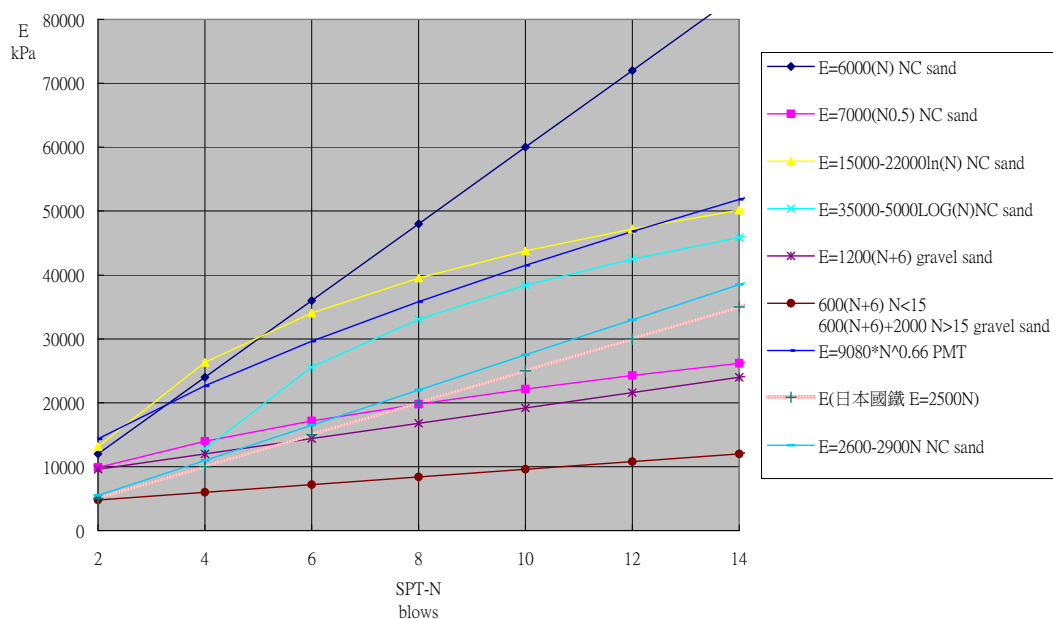
關於柱狀圖描述，一般係以岩心研判為主，物性試驗結果為輔，因覆蓋層多含小礫石，土壤分類依據之擾動土樣，可能受到覆蓋層不均質性影響較大，故地層描述仍以岩心之整體研判為宜。



2. 已將場址鑽孔取樣試驗結果補附於修正版報告中，詳如報告中新增的表 2.2.1-2 與表 2.2.1-3。
3. 孔隙比之試驗值已補附於修正版報告，詳如表 2.2.1-2 與表 2.2.1-3。
4. 由於平鈹載重試驗結果與懸垂式波速測量結果共計約超過 10 頁，詳請參閱本章新增附錄三(懸垂式波速測量結果)、附錄四(平鈹載重試驗)。
5. 由於覆蓋層多含小礫石，故難以取得足夠之不擾動土樣進行相關之土壤變形性室內力學試驗；土壤側向變形現地試驗(Pressure meter test)之進行亦多有限制(小礫石造成 Pressure meter 氣模破裂)，故覆蓋層之變形模數採 SPT-N 之經驗公式推估。

考量具代表性之經驗公式(Foundation analysis and design, 4th ed J.E.Bowles 及日本國鐵建造物設計標準及 Manual on estimating soil properties for foundation for foundation design EPRI EL-6800, 1990 等)，其中建議採用之日本國鐵建造物設計標準之經驗公式，其推估值大致為前述經驗公式之平均範圍略偏保守側(如下圖)。

依平鈹載重之試驗結果推算覆土層(約 GL-1.5~2m)之變形模數範圍約 $1690\text{--}5700\text{t/m}^2$ ，與建議值(1000t/m^2)相較，建議值尚偏保守側。



6.已於修正版報告中說明波森比不採用試驗值理由：「依內懸垂式波速測量所求得之數據為動態參數，其波森比較一般經驗值高，故簡化土層之地工分析並未採用波速推估波森比」。

7.岩石弱面直接剪力試驗結果請參閱本章附錄六。

8.土壤粒徑分佈圖結果請參閱本章新增附錄五。

第 4 次審查意見

同意答覆。

編號	02-10-021	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S07、S10	2.2	2.2.1-9	結案

第 1 次審查意見

新北 DF208、新北 DF209 兩條土石流潛勢溪流是否位於場址上游集水區未說明，報告中僅說明「因溪流短、影響範圍有限」，實無法做成對場址無影響之結論。建議對此兩條潛勢溪流上游集水面積內是否有崩塌、土石堆積等情況，以及評估當發生土石流時，其土石堆積範圍及對場址之影響等進一步說明。此外當發生高強度豪雨時，通常為複合型災害(如洪水、土石流、崩塌等同時發生)，甚至上游因崩塌形成堰塞湖之潰決等，均需進行較保守之評估。土石流潛勢分析結果引用農委會資料，圖面上(2.2.1-6~2.2.1-9)看不清

楚土石流影響範圍，請評估說明。

第 1 次審查意見答復說明

土石流的成因包含了下列三個條件：(1) 足夠土石作為移動材料；(2) 足夠水量作為潤滑；(3) 地形具有足夠位能(坡度一般為 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$)。影響本計畫場址為編號新北 DF208、新北 DF209 兩條土石流潛勢溪流，該 2 條潛勢溪流為核二廠區西側小溪的上游，無人工開挖或土石堆積情狀，且此西側小溪在核二建廠時期已被整治為廠區內的排水渠道，新北 DF208、新北 DF209 土石流潛勢溪流的影響範圍如下圖所示，其影響範圍僅局限於溪流匯入排水渠道附近，距離乾貯場址約 1500m，在此，西側排水渠道以緩坡降排水入海，即便或有些許土石，也無提供土石移動的位能，因此，場址不受土石流潛勢溪流之威脅。



新北 DF208 潛勢溪流的影響範圍



新北 DF209 潛勢溪流的影響範圍



潛勢溪流影響範圍與乾貯場址相對位置圖

第 2 次審查意見

1. 針對發生高強度暴豪雨，其發生複合型災害(如洪水、土石流、崩塌等同時發生)，甚至上游因崩塌形成堰塞湖之潰決等，未做評估及說明。

2. 請清楚說明新北 DF208、新北 DF209 土石流潛勢溪流的影響範圍評估方法。
3. 請依答復說明及相關修正或補充，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。

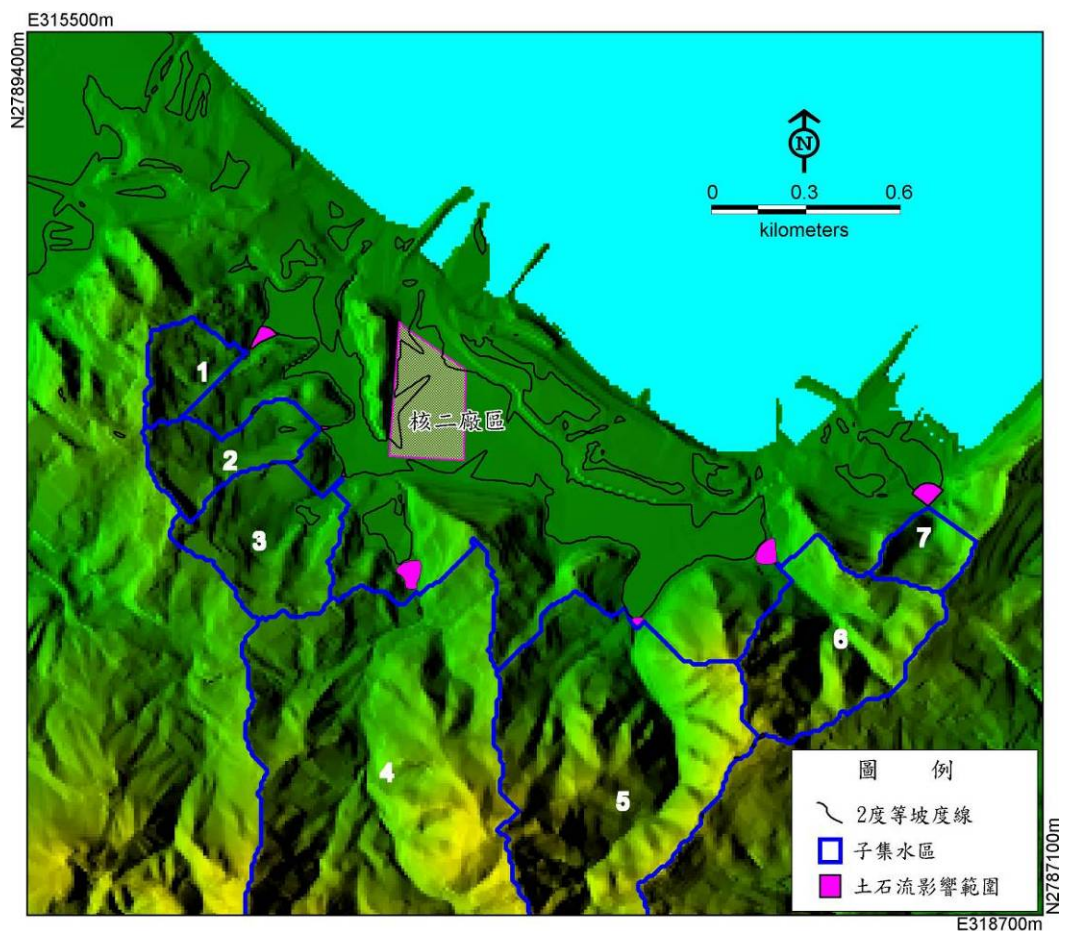
第 2 次審查意見答復說明

1. 堰塞湖肇因包括降雨、地震、火山爆發、降雪、河道沖刷、冰河崩解等，需要的自然條件包括易發生山崩或土石流之區域、山崩之規模、河道形狀、河道平時與尖峰流量以及河床坡度等。台灣大多數的堰塞湖成因：(1) 地震造成山坡滑動崩塌，阻塞河道；(2) 颱風豪雨山區山崩阻塞河道而形成堰塞湖。核二廠位於基隆沿海集水區之萬里磺溪子集水區範圍內，根據經濟部中央地質調查所之「集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估計畫(3/3)」計畫資料顯示，自民國 89 年至 99 年間，以衛星影像及正射航照判釋結果，歷年最大山崩面積均在 0.5 公頃以下，且多僅為表土沖蝕。而在 100 年重現期距雨量下，預測之山崩平均崩壞比均小於 0.015，換算成預測山崩面積則大部分均在 0.5 公頃以下。各集水區山崩面積偏小，提供土砂來源有限，各溪流平均溪床坡度約為 7~15 度，中下游溪床多已降至 3~6 度，應不構成堰塞湖形成的條件。
2. 核二廠位於基隆沿海集水區之萬里磺溪子集水區範圍內，依水系分析結果可分為七處小集水區，以此做為土石流分析單元，進行土石流影響評估。各小集水區根據經濟部中央地質調查所之「集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估計畫(3/3)」計畫資料顯示，自民國 89 年至 99 年間，以衛星影像及正射航照判釋結果，歷年最大山崩面積均在 0.5 公頃以下，且多僅為表土沖蝕。而在 100 年重現期距雨量下，各小集水區預測之山崩平均崩壞比均小於 0.015，換算成預測山崩面積則大部分均在 0.5 公頃以下，僅 4 號子集水區預測山崩面積達 1.5 公頃。各集水區山崩面積偏小，提供土砂來源有限，各溪流平均溪床坡度約為 7~15 度，中下游溪床多已降至 3~6 度，上游沖刷的土砂大多在下游溪床已經開始堆積，較難形成嚴重的土石流災害。

其中有三處集水區內之溪流已被水土保持局列為土石流危險溪流，對於核二廠區之土石流影響性評估而言，北縣 DF208、北縣 DF209 兩條土石流

危險溪流應視為同一谷口出口點，因此本報告將其列為同一子集水區加以探討。

各土石流分析單元依據水土保持技術規範規定之谷口及(/或)溢流點位置與扇狀地角度進行劃設，扇狀地半徑長度則以池谷浩公式進行計算，扇狀區兩側並以實際地形加以編修，最後以扇狀區內坡度2度之等坡度線作為土石流之到達邊界。分析結果顯示，由於各溪流出口後坡度極為平緩，由等坡度線可知，大多在坡度2度以下，使得各土石流之影響範圍都很小(參見下圖)，對核二廠無影響，因此位於核二廠北側的乾貯設施場址也不受影響。



3. 相關答復以及修正或補充請參考附件 02-10-B。

第 3 次審查意見

以集水區 2 km² 所產生之土砂量或暴雨地震產生之崩塌量，並未如報告中說明之樂觀，請針對萬一產生堰塞湖時是否對場址產生影響及其因應措施。

第 3 次審查意見回覆

核二廠乾式貯存場之混凝土護箱曾假設水深 15.24 m (50 ft)、流速 4.6 m/s (15 ft/s)，完全淹沒混凝土護箱之意外事件進行檢核。依本安全分析報告第 6 章第 6 節結果顯示，在此狀況下的混凝土護箱不會滑動或傾倒，產生之水壓也不會對密封鋼筒造成顯著的應力。為保守考量，本公司假設海嘯超過設計基準 6 m(即核二廠建廠時所用之設計海拔高度 10.28 m，另外加上假設海嘯溯上高度增加 6 m) 作為海嘯超過設計基準意外事故情節。海嘯超過設計基準而溯上高度達海拔高度 16.28 m 依舊小於安全分析報告內假設事件之檢核海拔高度 27.54 m (即洪水狀況水深 15.24 m 加上核二乾式貯存場海拔高度為 12.3m)。再依據安全分析報告第 6 章第 2 節(六)4.意外事故，計算混凝土護箱完全浸沒入穩態流場中，發生傾倒的水流速度 9 m/s。

綜上所述，由於場址環境不易形成堰塞湖，萬一產生，參考集水面積與坡度應不致形成大面積堰塞湖，且潰堤時，也不致造成場址水深超過 15.24m，故乾貯設施應不會受到影響。此外，倘若發生土砂阻塞或掩埋，處置方式則與土石流掩埋方式相同。

第 4 次審查意見

1. 回覆中規劃單位應針對場址是否會受到土石流或複合性災害之可能性，及如發生時其影響程度與範圍，來佐證場址之安全性。此部份應有現場地形、地貌等資料之調查分析，及是否有發生崩滑形成堰塞湖之地形條件加以探討，而非著重於說明護箱不會滑動及傾倒，及容許浸沒等之敘述，如以此回覆並非針對此問題。
2. 請就乾貯設施地區之現場地形、地貌等資料之調查分析，及是否有發生崩滑形成堰塞湖之地形條件，提出說明；並且，萬一產生堰塞湖時是否對場址產生影響及其因應措施為何，請加入土石流掩埋情節之因應措施加以說明。

第 4 次審查意見回覆

1. 核二廠乾貯設施場址位於基隆沿海集水區之萬里磺溪子集水區範圍內，本集水區根據經濟部中央地質調查所之「集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估計畫(3/3)」資料顯示，民國 89 年至 99 年間，以衛星影像及正射航照判釋結果，歷年山崩面積均不大且多僅為表土沖蝕，另

依據 100 年重現期距雨量所預測之山崩面積均偏小。由於山崩面積偏小，提供土砂來源有限，平均溪床坡度約為 7~15 度，中下游溪床多已降至 3~6 度，上游沖刷的土砂大多已於下游溪床堆積，較難形成嚴重土石流；此外，堰塞湖形成需要的自然條件包括容易發生山崩或土石流之區域、前述說明已排除此一條件。

再依據本公司於場址環境進行現地踏勘覆核，A 排水渠道上游溪流踏勘成果(如附照 02-10-1、02-10-2、02-10-3、02-10-4)發現，場址環境植被茂密，溪床短淺，坡度平緩，河谷開闊，場址環境確實無造成嚴重土石流災害，以及形成堰塞湖之條件，與前述經濟部中央地質調查所的計畫成果內容一致。



照片 02-10-1 核二廠外的向 A 排水渠道上游拍攝(仁和宮附近)



照片 02-10-2 由 A 排水渠道上游向下游拍攝，左側渠道係由野溪整治而成



照片 02-10-3 A 排水渠道上游溪床



照片 02-10-4 A 排水渠道在進入核二廠區前，經過整治的溪床

2. 場址不會形成堰塞湖之條件參見上述說明。此外，若考量場址掩埋情節，本公司將以超出設計基準事故之緊急應變程序加以處理，處置方式則與混凝土護箱遭土石流掩埋方式相同(安全分析報告第 6 章第 6 節)。護箱掩埋意外之相關處理，將依「放射性物料管理法施行細則」第 26 條第 2 款規定，向主管機關申請核發運轉執照時提送核二廠用過核子燃料乾式貯存設施意外事件應變計畫。

第 5 次審查意見

無新增意見。

編 號	02-11-022	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S08	2.2	2.2.2-3	結案
第 1 次審查意見						
藉由集集大地震的經驗，斷層上下盤的加速度有極大的區別，核二廠位於斷層上盤，距離斷層又較近，再加上斷層面傾向的因素，因此，斷層錯動所造成的地表震動影響應較核一廠為大，請評估說明。						

第 1 次審查意見答復說明

本公司 98 年 6 月委託國立中央大學辦理之「核能發電廠場址振動特性及地震反應研究報告」，其中針對山腳斷層改列為第二類活動斷層之新事證(陸地長度 34km 及海上 16.6km，計 50.6km)，評估可能發生規模(地震矩規模 Mw)7.1 地震，在核二廠地表之最大水平加速度值僅為 0.56g，小於核二廠用過核子燃料乾式貯存設施設計水平加速度值 0.88g，即使如此，本公司仍持續在調查山腳斷層延伸海域範圍。若未來因山腳斷層長度延伸之新事証須提高耐震需求時，本公司將重新檢視原設計之安全性，必要時加以補強。

本公司因應山腳斷層初步調查結果，保守假設核二廠乾式貯存設施發生地表 0.88g 水平地震力與 0.78g 垂直地震力(即當地輸入岩盤地震最大水平加速度值 0.4g)，相當地震規模 7 以上之地震，驗證貯存場中混凝土護箱在地震事件中的安全性。分析時，以顯式有限元軟體 LS-DYNA 進行非線性動力分析。分析所輸入的地震為考慮震波傳自岩盤傳至地表以及土壤與結構互制之後的水平及垂直三向之地震加速歷時。此外，亦考量混凝土護箱對地面，及混凝土護箱對固定樁間的接觸互制關係，透過動態分析結果顯示，當設計基準地震發生時，混凝土護箱產生的最大傾斜角度僅 4°，護箱雖然有些微滑動，但不會傾倒，並且仍被限制於四根固定樁之內，並無相互碰撞之虞。基此，在假設極大地震條件下，確認混凝土護箱可維持結構完整性安全無虞。

第 2 次審查意見

山腳斷層在外海延伸長度可能超過現有已知資料，相關的評估分析與設計，需納入最新調查結果。

第 2 次審查意見答復說明

山腳斷層的調查分析已納入最新資料，相關修正或補充請參考附件 02-02-B。

第 3 次審查意見

1. 本報告雖提及已將斷層長度延伸至 74 公里，但自行評估可能地震之最大加速度內容僅能參考，請由第三者評估以確保公信力。
2. 山腳斷層的調查成果並未於報告呈現，且斷層上下盤的加速度評估未加以說明同時，山腳斷層陸地上分段長度以及海上可能延伸亦無適當圖面呈

現。

3. 依據地震中心評估結果，於某些地震分析條件下，混凝土護箱傾斜所造成之護箱垂直抬升量將超過固定樁。請台電公司說明地震設計條件與傾倒分析結果。

第 3 次審查意見回覆

1. 依據山腳斷層長度延伸約 74km 的新事證，本公司參照委託國立中央大學「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」之相同方法、同樣參數，將斷層長度由 54km 改為 74km 進行評估，算得核二廠地表的 PGA 為 0.60g，較核二廠乾貯設施之設計值 0.88g 為低。評估報告已於 101 年 12 月送原能會審查相關評估報告已於 101 年 12 月送原能會物管局審查，102.1.15 收到大局審查意見，本公司另已於 102.1.30 以核端字第 1028010332 號函陳報「山腳斷層七十四公里新發現，乾式貯存設施耐震之估算及未來耐震強化的因應措施」專案報告審查意見答復內容。
2. 本公司參考國立中央大學「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」報告，利用定值法評估山腳斷層可能造成核二廠之地表最大加速度值，山腳斷層的輸入參數，已考慮斷層傾角以及核二廠位於上盤。評估算得核二廠地表的 PGA 為 0.60g，此結果仍較核二廠乾貯設施之設計值，即地表水平加速度值 0.88g 為小，相關評估報告已於 101 年 12 月送原能會審查相關評估報告已於 101 年 12 月送原能會物管局審查，102.1.15 收到大局審查意見，本公司另已於 102.1.30 以核端字第 1028010332 號函陳報「山腳斷層七十四公里新發現，乾式貯存設施耐震之估算及未來耐震強化的因應措施」專案報告審查意見答復內容。(詳細參數請參閱修正版報告)

已依據本公司 101 年 11 月完成「營運中核能電廠補充地質調查工作—地質調查成果總結報告」內容，新增「圖 2.2.2-4 山腳斷層陸域北段與海域推估之斷層跡」。(參閱 02-01 回覆)
3. 混凝土護箱穩定性分析的接受準則為：證實混凝土護箱不會發生翻覆傾倒；國震中心與 NAC 都使用了極為保守的水平及垂直地震加速度，分析結果皆顯示混凝土護箱不會傾倒(有相當大的安全餘裕)，並且仍被限制於四根固定樁之內。雖然根據國震中心的計算結果，混凝土護箱底部外緣的瞬間最大抬起高度會略高於固定樁高度，但並不會損傷或跨過固定樁，對

於混凝土護箱的穩定性並無影響。

第 4 次審查意見

本審查意見對山腳斷層及地震安全評估進一步意見：併入審查意見編號 02-01 第 4 次審查意見點處理。

編 號	02-12-023	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S08、S09	2.2		結案

第 1 次審查意見

報告中提及用過核子燃料乾式貯存場之設計地震係以核二廠之設計地震相關參數為主要參考數據。如前言，這部分前提應是核二廠的設計能滿足現今之設計安全要求。

第 1 次審查意見答復說明

同 02-02，02-11 審查意見之回覆。

第 2 次審查意見

山腳斷層在外海延伸長度可能超過現有已知資料，相關的評估分析與設計，除利用最新調查結果，亦需採合理假設及保守設計為原則，期能因應相關不確定性，並維持設計的安全餘裕。

第 2 次審查意見答復說明

山腳斷層的調查分析已納入最新資料，相關修正或補充請參考附件 02-02-B。

第 3 次審查意見

1. 自行評估內容僅能參考，請委由第三者評估以確保公信力。
2. 山腳斷層的調查成果並未於報告呈現，同時，山腳斷層陸地上分段長度以及海上可能延伸亦無適當圖面呈現。

第 3 次審查意見回覆

1. 依據山腳斷層長度延伸約 74km 的新事證，本公司參照委託國立中央大學「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」之相同方法、同樣參數，將斷

層長度由 54km 改為 74km 進行評估，算得核二廠地表的 PGA 為 0.60g，較核二廠乾貯設施之設計值 0.88g 為低。評估報告已於 101 年 12 月送原能會審查相關評估報告已於 101 年 12 月送原能會物管局審查，102.1.15 收到大局審查意見，本公司另已於 102.1.30 以核端字第 1028010332 號函陳報「山腳斷層七十四公里新發現，乾式貯存設施耐震之估算及未來耐震強化的因應措施」專案報告審查意見答復內容。

2. 已依據本公司 101 年 11 月完成「營運中核能電廠補充地質調查工作—地質調查成果總結報告」內容，新增「圖 2.2.2-4 山腳斷層陸域北段與海域推估之斷層跡」。(參閱 02-01 回覆)

第 4 次審查意見

有關山腳斷層及地震安全評估進一步意見，併入審查意見編號 02-01 第 4 次審查意見處理。

編號	02-13-024	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S07、S08	2.2	2.2.2-3	結案

第 1 次審查意見

針對活動斷層文獻蒐集研析及成果之呈現，請台電公司就下列意見逐項釐清說明：

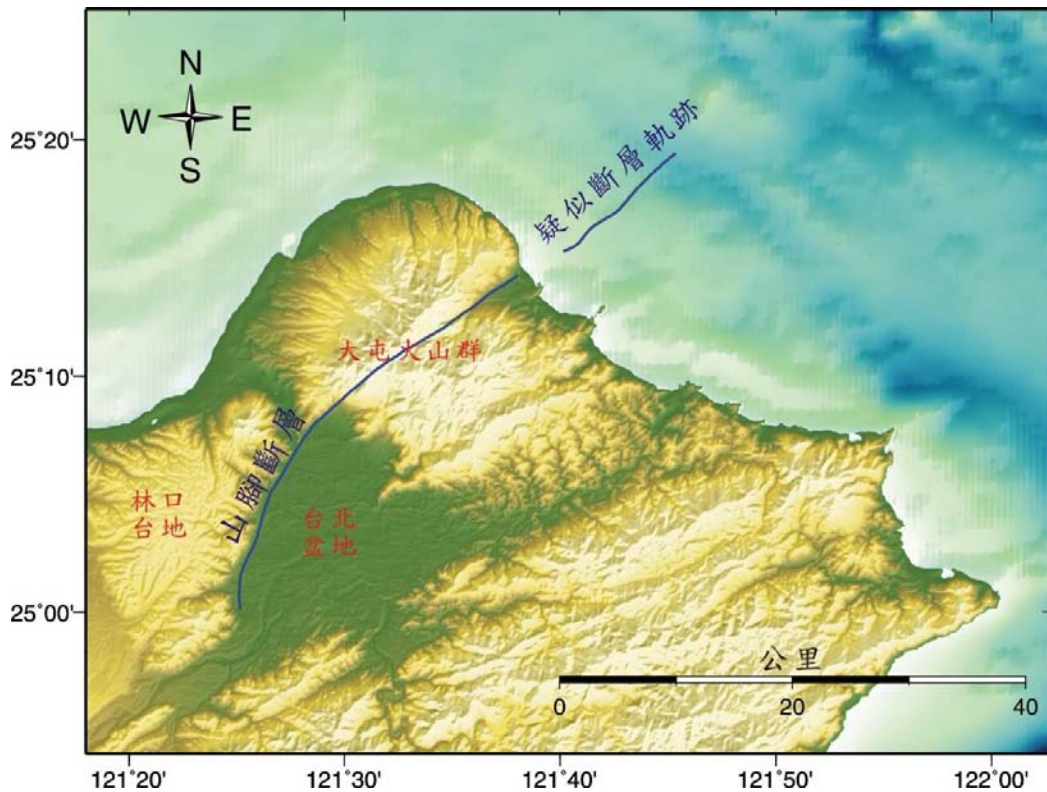
1. 請說明第 2.2.2-3 頁第 13 行山腳斷層外海延伸可能距離之依據。
2. 針對本用過核子燃料乾式貯存設施場址相關之斷層資料，請另於適當圖面顯示全段長，海域調查結果亦請一併呈現於該圖面。
3. 活動斷層中的許多參考文獻並未出現在報告中，請補正。若屬台電內部報告亦請以適當的方式進一步說明。

第 1 次審查意見答復說明

1. 96 年 7 月經濟部地調所，將山腳斷層由樹林向北延伸至台北市北投區，長約 13 公里，再由北投向北延伸至新北市金山區，長約 21 公里。依據中央地質調查所年報(2007)內容，在海上的震測調查發現，在金山近岸地區往東北海域方向，發現了與山腳斷層近乎相同走向的正斷層軌跡，如

圖所示。依據比例，山腳斷層海底延伸長度約為 16.6km。

2. 山腳斷層全段長如下圖所示，目前本公司仍持續進行山腳斷層外海延伸之海域調查。
3. 已依據委員意見增列參考文獻。



山腳斷層及海上疑似斷層延伸軌跡

第 2 次審查意見

1. 山腳斷層及海上疑似斷層延伸長度，攸關耐震設計，台電應呈現明確評估結果。舉例而言，「核能發電廠場址振動特性及地震反應研究報告」中，針對地震之評估基礎為山腳斷層陸地長度 34km 及海上 16.6km，目前檢附之山腳斷層及海上疑似斷層延伸軌跡為台電最新評估結果？由圖看起來斷層長度恐將超過 50.6km，所謂海上疑似斷層延伸軌跡與陸上斷層軌跡是否相連？台電對於山腳斷層破裂長度之評估結果究竟為何？相關問題均與山腳斷層延伸海域範圍調查報告相關。
2. 本案需採合理假設及保守設計為原則，期能因應相關不確定性，並維持設計的安全餘裕。

第 2 次審查意見答復說明						
感謝委員提醒，本公司山腳斷層的調查分析已納入最新資料，相關修正或補充請參考附件 02-02-B。						
第 3 次審查意見						
山腳斷層的最新調查結果之圖文(成果)並未於報告與附件中出現。同時，山腳斷層陸地上分段長度(南段與北段的部份)以及海上可能延伸亦無適當圖面呈現。						
第 3 次審查意見回覆						
已依據本公司 101 年 11 月完成「營運中核能電廠補充地質調查工作—地質調查成果總結報告」內容，新增「圖 2.2.2-4 山腳斷層陸域北段與海域推估之斷層跡」。(參閱 02-01 回覆)						
第 4 次審查意見						
有關圖 2.2.2-4 進一步意見，併入審查意見編號 02-01 第 4 次審查意見處理。						

編 號	02-14-025	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S08	2.1		結案
第 1 次審查意見						
以前所認知距離核二廠最近的逆衝型態金山斷層，現已知非為活動斷層，離廠區最近的活動斷層是正斷層形態的山腳斷層。有許多文獻曾評估它可能造成的最大地震規模，而目前為安全評估所進行的大規模調查中也發現它的長度比先前認知的長度長許多，亦即最大可能的地震規模可能比預期的更高。請說明最新的調查報告成果，並以最新的資料進行安全評估。						
第 1 次審查意見答復說明						
依據鄭錦桐等的研究論文（地區災害防救計畫利用最大可能地震進行山腳斷層災害損失評估，100 年台北市災害防救深耕計畫研討會）指出：「台電為配合核一、核二廠延役申請，因此委託中興工程顧問公司與中央大學進行探查。於 2011 年九月中旬，台電與國內地球科學研究學者針對北部核能一、二廠之海域地球物理調查發表初步資料成果，證實山腳斷層海域至少尚						

有 40km 之斷層破裂，若與陸域斷層破裂相加，則最大可能之破裂總長度約 80km 左右。」，下圖為陸域與海域之山腳斷層地表破裂線以及地下延伸情形。

該文提及山腳斷層破裂總長可能引起的地震規模：「採用 Wells and coppersmith、吳相儀、Yen and Ma 之斷層地表破裂長度與規模之關係式分別為(式 1)、(式 2)、(式 3)，L 為斷層破裂長度、MW 為地震矩規模、M0 是地震矩：

$$MW=5.08+1.16\log(L) \quad (1)$$

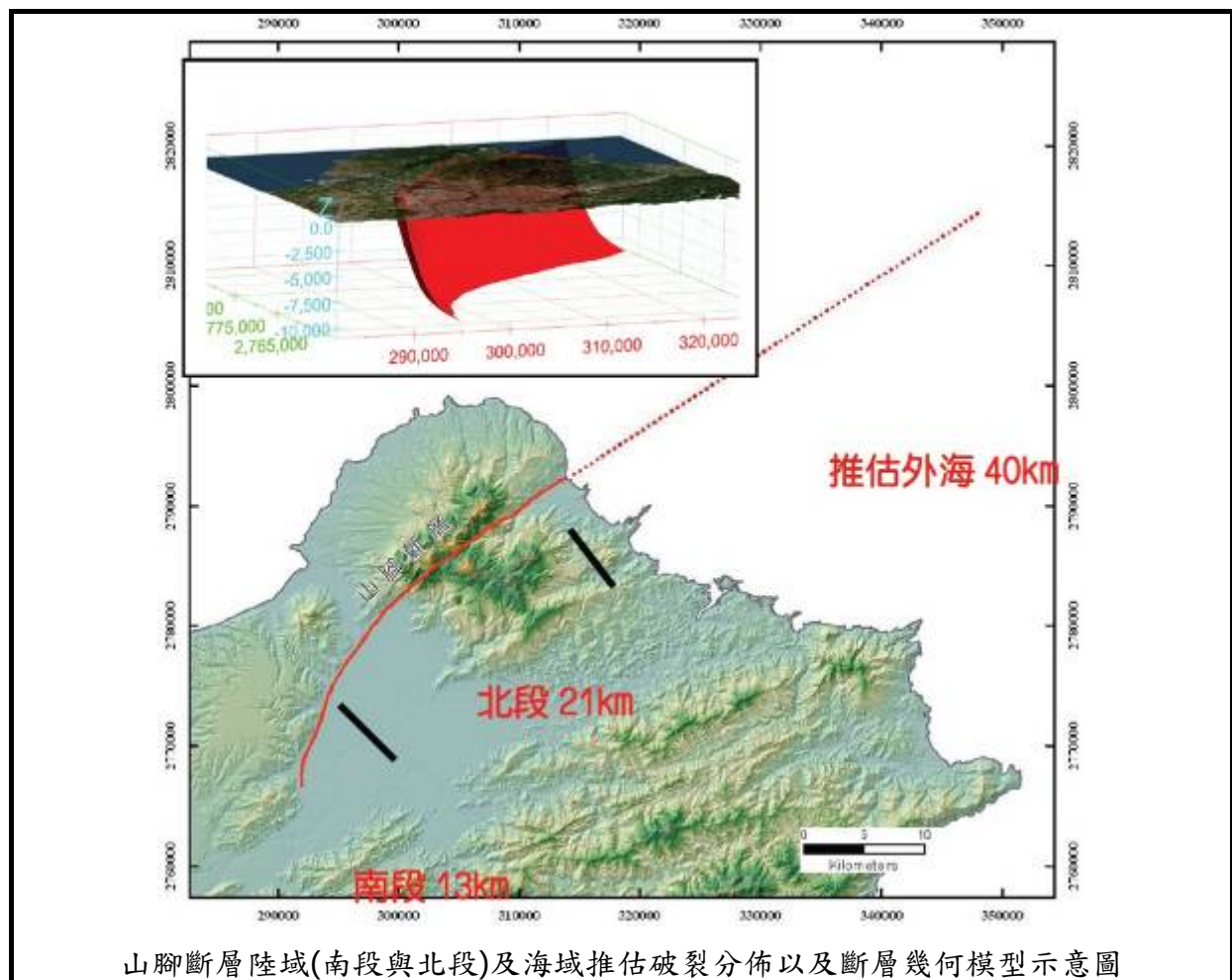
$$MW=(1.32\pm0.122)\log(L)+(4.817\pm0.132) \quad (2)$$

$$\log L = (1/2)\log M0 - 8.08 \quad (3)$$

上述式 1~3，分別代入山腳斷層最大破裂長度 80 公里，得最大可能地震(Maximum Credible Earthquake, MCE)規模約地震矩規模 MW 7.2~7.3 左右。最近一次山腳斷層活動時間尚無法確定，至今尚無蒐集到和山腳斷層活動有關之大規模地震目錄，也無槽溝開挖之古地震資料，僅能從鑽探資料或歷史文獻中推測之。根據黃韶怡分析地調所鑽井的結果，得知最近一次活動時間約在 8400~8600 年前。歷史記載則根據郁永河所著『裨海記遊』中提到，臺北盆地於 1694 年由於發生地震而陷落，形成「康熙臺北湖」。林朝榮認為該次地震地面陷落約 5 公尺，因此推斷該次地震為山腳斷層最近一次之活動。然而李錦發等考證康熙臺北湖的淹沒範圍與文獻資料，無法確定與山腳斷層有關。」

至於山腳斷層的活動性該文引述地調所研究報告：「以地調所之山腳斷層研究顯示(該分析尚未加入外海延伸段)，30 年內發生規模 6.7 以上之活動機率不到 10%；50 年內發生規模 6.7 以上之活動機率不到 15%；100 年內發生規模 6.7 以上之活動機率近 20%。由於規模愈大則發生之機率越低，若增加外海延伸段，則活動斷層可能引發之規模增大，依據學理上機率將更低於上述之機率描述，初步分析未來 100 年內發生上述最大可能地震規模(地震矩規模 MW)7.3 之機率應該低於 10%以內。」

目前，本公司 2010 開始執行的「營運中核能電廠補充地質調查工作」尚未完成最終報告，若未來因山腳斷層長度延伸之新事証須提高耐震需求時，本公司將重新檢視原設計之安全性，必要時加以補強。



第 2 次審查意見

1. 鄭錦桐等的研究論文既為台電委託調查成果，目前提出山腳斷層海域至少尚有 40km 之斷層破裂，最大可能之破裂總長度約 80km 左右，因此地震評估必須根據新事證重新檢討，並採合理假設及保守設計。
2. 請明確說明「營運中核能電廠補充地質調查工作」最終報告何時可完成。本章節報告應以最新調查結果所更新的評估資料為準。

第 2 次審查意見答復說明

1. 本公司委託研究初步顯示山腳斷層加計海域最大可能之破裂總長度約 74km 左右，並已依據合理假設完成初步分析，相關修正或補充請參考附件 02-02-B。
2. 本公司營運中核能電廠補充地質調查工作為分年分階段方式執行，階段性成果完成後均將陳報原能會與地質主管機關審查核定，並依核定情形採用或更進一步執行審查要求之後續調查與研究評估工作。目前本報告使用資

料均使用最新階段性資料。

第 3 次審查意見

山腳斷層的最新調查結果之圖文(成果)並未於報告與附件中出現，地震可能引發之最大加速度因係自行評估內容僅能參考，請由第三者評估以確保公信力。同時，山腳斷層陸地上分段長度(南段與北段的部份)以及海上可能延伸亦無適當圖面呈現。

第 3 次審查意見回覆

依據山腳斷層長度延伸約 74km 的新事證，本公司參照委託國立中央大學「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」之相同方法、同樣參數，將斷層長度由 54km 改為 74km 進行評估，算得核二廠地表的 PGA 為 0.60g，較核二廠乾貯設施之設計值 0.88g 為低。評估報告已於 101 年 12 月送原能會審查相關評估報告已於 101 年 12 月送原能會物管局審查，102.1.15 收到大局審查意見，本公司另已於 102.1.30 以核端字第 1028010332 號函陳報「山腳斷層七十四公里新發現，乾式貯存設施耐震之估算及未來耐震強化的因應措施」專案報告審查意見答復內容。

已依據本公司 101 年 11 月完成「營運中核能電廠補充地質調查工作—地質調查成果總結報告」內容，新增「圖 2.2.2-4 山腳斷層陸域北段與海域推估之斷層跡」。(參閱 02-01 回覆)

第 4 次審查意見

有關山腳斷層及地震安全評估進一步意見，併入審查意見編號 02-01 第 4 次審查意見處理。

編 號	02-15-026	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S08	2.1		結案
第 1 次審查意見						
核一廠與核二廠分別位於山腳斷層的下盤及上盤，核一廠用過核子燃料乾式貯存安全分析所引用之斷層模式，是否與核二廠用過核子燃料乾式貯存安全分析所引用之模式有所矛盾，請同時納入最新的地質調查資料釐清說明。						

第 1 次審查意見答復說明

核一廠與核二廠的安全停機地震基準值 0.3g 與 0.4g 係基於假設 1909 年發生於板橋規模 7.3 的地震是由新莊斷層活動引發地震的推定。核一廠與核二廠距金山斷層最近距離分別為 8 公里與 5 公里，新莊斷層活動引發的地震經由距離與地層衰減後，推定核一與核二電廠的安全停機地震基準值分別為 0.3g 與 0.4g。核一與核二乾式貯存的場址地震評估皆是各別獨立進行場址鑽探，再依據個別的場址特性與護箱設計進行土壤結構互制評估所得的地震評估結果，故不論核一與核二乾貯所採用的地震評估模式是相互獨立，無彼此矛盾的顧慮，並且其地震分析模式係建立在場址實地鑽探的真實數據，更具可靠性。

第 2 次審查意見

請補充斷層傾角資料。

第 2 次審查意見答復說明

山腳斷層傾角，根據石瑞銓等在關渡平原之震測調查結果，顯示斷層呈現高角度向東南傾斜。盧詩丁等根據地調所在金山區三界橋地區完成 1 孔地質鑽探資料分析，並以地表地形坡度變化處與井孔位置作圖計算，斷層的傾角超過 62 度，另地調所的「地震地質與地變動潛勢分析」報告，指出山腳斷層向東傾斜，傾角大於 60 度，地調所在金山地區施作的地質鑽探資料，顯示在金山 5 號井附近斷面傾角推估為向東傾斜超過 82 度，接近鉛直。山腳斷層可能長度約 74km，在不同斷面呈現傾角變化實屬正常，根據目前調查資料，山腳斷層為向東南高角度傾斜的正斷層，應無疑義；詳細內容與補充請參考附件 02-02-B。

第 3 次審查意見

核一評估時之斷層資料應列出，才能與核二評估之資料比較。

第 3 次審查意見回覆

已回覆於審查意見 02-03-1。

核一與核二評估所使用的山腳斷層資料完全相同，不過核一與核二位在斷層

兩側，因而使假設震源與電廠的最短距離不同。

第 4 次審查意見

有關地震安全評估，併入審查意見編號 02-01 第 4 次審查意見處理。

編 號	02-16-027	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S08	2.2	2.2.1-5	結案
第 1 次審查意見						
對於山腳斷層的活動性，報告中同時引用不同時期之研究成果，試圖呈現文獻中對於山腳斷層之活動性有不同之看法，然而，對於場址安全分析而言，此一問題沒有模糊空間，請對山腳斷層之活動性進行深入的調查評估。一般而言，以較早的報告資料來推翻對相同問題較新的研究報告資料並不妥適。						
第 1 次審查意見答復說明						
感謝委員寶貴意見。已刪除原文「另有學者的研究則指出，根據岩心定年推測山腳斷層最近一萬年來，沒有明顯的再錯動[15]。」此段文字。本公司會以審慎態度面對山腳斷層活動性議題，並已於 2010 年進行核電廠補充調查工作，包括外界質疑山腳斷層向海域延伸以及全段活動可能性暨可能引起海嘯等問題，更是這項調查工作的重點。有關山腳斷層最新的地質調查資料，已詳述於審查意見 02-14 之回覆內容，請委員參閱。						
第 2 次審查意見						
2010 年進行核電廠補充調查之結果須納入本章節報告之評估。						
第 2 次審查意見答復說明						
依審查意見參考 2010 年核電廠補充調查結果納入評估，相關修正或補充請參考附件 02-02-B。						
第 3 次審查意見						
山腳斷層的最新調查結果之圖文(成果)並未於報告與附件中出現，地震可能引發之最大加速度因係自行評估內容僅能參考，應委由第三者評估以確保公						

信力。同時，山腳斷層陸地上分段長度(南段與北段的部份)以及海上可能延伸亦無適當圖面呈現。(合併意見)

第 3 次審查意見回覆

依據山腳斷層長度延伸約 74km 的新事證，本公司參照委託國立中央大學「核能電廠場址振動特性及地震反應研究」之相同方法、同樣參數，將斷層長度由 54km 改為 74km 進行評估，算得核二廠地表的 PGA 為 0.60g，較核二廠乾貯設施之設計值 0.88g 為低。評估報告已於 101 年 12 月送原能會審查中。已依據本公司 101 年 11 月完成「營運中核能電廠補充地質調查工作—地質調查成果總結報告」內容，新增「圖 2.2.2-4 山腳斷層陸域北段與海域推估之斷層跡」。(參閱 02-01 回覆)

第 4 次審查意見

有關山腳斷層及地震安全評估進一步意見，併入審查意見編號 02-01 第 4 次審查意見處理。

編號	02-17-028	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S07、S08	2.2	2.2.1-8	結案

第 1 次審查意見

第 2.2.1-8 頁，就前面已提到山腳斷層活動時，場址可能最大加速度需再評估，雖然土壤液化的評估認為於 0.4g 時會普遍發生，請以實際估計的最大加速度進行液化潛能評估，並請詳細說明土壤液化評估分析所使用之輸入參數以及分析結果，另外，請於場址地質特性章節提供地下水位分佈概況(因與液化分析有關)。

第 1 次審查意見答復說明

依據核能法規 RG1.198 及國內建築物耐震設計規範之規定，地下水位以上非飽和砂土不需考慮土壤液化，故本場址沖積層並非全面發生液化。目前國內工程界常用的液化潛能評估法，以使用 SPT-N 值分析之半經驗應力比較分析法及以試驗室動力三軸試驗求取土壤發生液化所需剪力之總應力比較分析法為主，此外亦有使用 CPT-qc 值分析之半經驗應力比較分析法。

本報告(參附檔)採用 SPT-N 值分析法進行液化潛能評估。

本基地液化潛能評估係採用 Seed(1984)，日本道路協會 JRA(1996)、Tokimatsu & Yoshimi (1983) 及美國國家地震工程研究中心(NCEER)修正之 Seed et al.(1997)分析方法等人建議方法評估，

以最大地表加速度 0.78g 進行液化潛能分析，依據地下水位觀測紀錄、潮汐、連續降雨及歷史降雨量等因素，經綜合評估之後，建議採用地表下 6m 做為設計地下水位面。

分析結果各土層深度 DE 值採用如下，地表下 0m 至 6m 以上之液化地層土質參數之折減係數 DE 採用 1，地表下 6m 至岩盤之液化地層土質參數之折減係數 DE 則採用 1/3。另外，有關地下水位分佈概況已補充於審查意見 02-06 之回復說明中。

第 2 次審查意見

請依答復說明及相關修正或補充，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。

第 2 次審查意見答復說明

依審查意見完成相關修正或補充，請參考附件 02-17-B。

第 3 次審查意見

1. 附件 02-17-B 中所提及之液化潛能分析以最大地表加速度 0.78g 進行，這參數如何與本報告中之其他最大加速度資料對應？
2. 未見液化潛能分析過程，並請說明折減係數曾應用到哪些設計條件。另外，意見回覆「依據地下水位觀測紀錄、潮汐、連續降雨及歷史降雨量等因素，經綜合評估之後，建議採用地表下 6m 做為設計地下水位面」，請於報告中提供相關資料與評估過程，以證明地下水位 6m 為保守值。

第 3 次審查意見答復說明

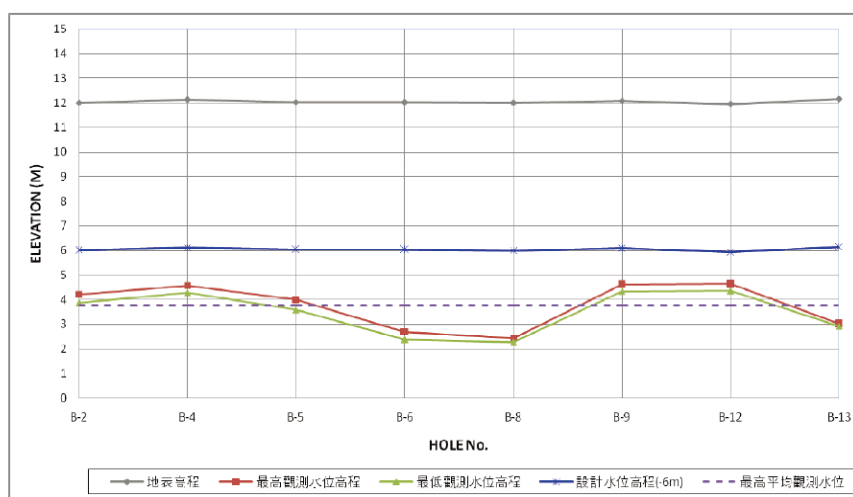
1. 安全分析報告中的混凝土基座地震加速度係岩盤 DBE 地震規模(0.4g)經由土壤結構互制效應後，在混凝土基座表面所呈現的局部最大加速度，此些數據也確實為混凝土護箱地震穩定性評估時所用，但土壤液化評估對象為土壤，所採用的是自由場地表地震加速度，有別於混凝土護箱地震穩定性評估時所用的基座表面加速度。由自由場地表加速度的評估結

果知道，自由場地表最大水平加速度為 0.70g，在土壤液化潛能評估時則保守採用 0.78g；安全分析報告中的混凝土護箱地震穩定性評估則使用 6 筆不同的地震加速度歷時曲線，其中包含 0.88g 與 0.78g 等不同最大地震加速度的組合。

2. 液化潛能評估係採用 Seed (1984)，日本道路協會 JRA (1996)、Tokimatsu & Yoshimi (1983) 及美國國家地震工程研究中心(NCEER)修正之 Seed et al. (1997)分析方法等人建議方法評估，其分析方法與程序已說明於附件 02-17-B (page 115~126)中。

折減係數應用於混凝土基座的結構靜力分析。於進行基樁設計時考慮土壤液化後之折減係數 D_E 值對各土壤參數的影響，以評估混凝土基座受短期地震力時之基樁承载力。

依據地下水位觀測紀錄、潮汐、歷史降雨量及連續降雨等因素，廠區各鑽孔最高觀測水位介於-7.58m~-9.72m，故使用地表下 6m 作為地下水位的評估值是保守的。使用地表下 6m 做為設計地下水位面，整體水位平均約提高 2.28m，如下圖所示。



孔號	B-2	B-4	B-5	B-6	B-8	B-9	B-12	B-13
各孔最高水位(m)	-7.8	-7.83	-8.45	-9.65	-9.72	-7.75	-7.58	-9.23
平均最高水位(m)	-3.77							
各孔設計水位(m)	-6.0	-6.28	-6.42	-6.31	-6.16	-6.27	-6.28	-6.09
各孔水位差(m)	1.8	1.55	2.03	3.34	3.56	1.48	1.3	3.14
平均水位差(m)	2.28							

第 4 次審查意見

1. 相關答覆說明液化潛能分析方法與程序已說明於附件 02-17-B (page 115~126)中，然而，相關說明其實是在附件 02-17-A 中，該份文件使用評估之加速度包括 SSE=0.4g 與 OBE=0.2g，且地下水位使用位於地表下 7m，請修正報告並將液化潛能分析過程重點摘錄於報告中。
2. 實際估計的最大加速度必須由具公信力的研究單位評估。
3. 有關土壤液化評估之審查意見，請修正報告並將液化潛能分析過程重點摘錄於報告中。土壤液化評估之實際估計最大加速度，併入 02-01 地震安全評估處理。

第 4 次審查意見回覆

1. 感謝委員指正，液化潛能分析方法與程序確實說明在附件 02-17-A，該附件係本公司為瞭解計畫場址作為用過核子燃料乾式貯存設施場址之合適性及可行性進行場址調查，據以完成液化潛能評估過程與結果，依據場址地下水位觀測結果，地下水位使用地表下 7m 進行評估。惟後續在進行乾貯設施設計時，為保守見，改以地表下 6m 進行場址液化評估，本安全報告內文已重點摘述後者評估過程與結果。如附件 02-17-1-D。
2. 將依審查意見辦理相關專案評估報告送大局核備。
3. 如附件 02-17-1-D。將依審查意見辦理相關專案評估報告送大局核備。

第 5 次審查意見

無新增意見。

編號	02-18-029	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	F07、F11	2.2	2.2.1-3 2.2.2-2	結案
第 1 次審查意見						
報告中對於核二廠附近地質之斷層的描述，提出包括炭腳斷層、金山斷層及山腳斷層之說明，而活動斷層之影響則著重於場址西北方之山腳斷層。請就下列意見補充說明：						

- 1.場址東南方之崁腳斷層，雖依據經濟部中央地質調查所文獻，認為不具有活動性，已從新版台灣活動斷層分布圖中除名。惟第 2.2.1-3 頁中敘述「...由地層層位調查研判，在內雙溪發現一走向北北西之附生重力斷層連接崁腳斷層與金山斷層東北段。另由探溝開挖研究發現東北段僅在過去二萬五千年左右曾發生一次大規模重力斷層活動。」大抵上均引述自台北地質圖福(經濟部中央地質調查所，1998)，請釐清近期相關研究關聯性，及對本場址之影響。
- 2.近期有研究調查發現核二廠地區野柳附近(龜吼)有活動斷層跡象，請向地質調查主管機關進一步確認，並就相關研究調查成果對本場址影響提出評估。

第 1 次審查意見答復說明

1. 有關崁腳斷層的研究，崁腳斷層從東北端的萬里沿著五指山嶺延伸到士林附近，沒入台北盆地沖積層下，走向東北，在陸地上延展約二十多公里，為台灣西北部重要的逆斷層之一。上盤主要出露五指山層及木山層，下盤由東向西依序出露石底層、大寮層、木山層，層位落差在東北端最大，往西南逐漸縮小。野外調查及航照判識發現有線狀構造、構造崖、構造隆起及構造建地等地形特徵，斷層帶寬度從 50 公尺到 30 公分不等，由於斷層兩側岩性差異大，一般易於認出。在地球物理資料方面，余水倍以 GPS 觀測崁腳斷層附近自 1992 到 1998 年無明顯變形；以王乾盈重繪之布蓋重力異常圖，斷層附近亦無異常；劉宗盛發現崁腳斷層東北端延伸入海域呈線性地形，雖然對斷層位置及動向清楚，然尚無其活動年代的具體證據，故建議仍列為存疑性活動斷層(對斷層年代有疑)。(李宗紘等，經濟部中央地質調查所年報出版年：八十八年度，第 28-29 頁)。惟在地調所 2000 版的活動斷層圖已將崁腳斷層排除，因僅錯移中新世地層，對場址應沒有影響。
2. 有關核二廠地區野柳附近(龜吼)是否有活動斷層跡象，經初步向中央地質調查所詢問，並未獲致委員所提之資料，未來本公司將持續透過不同管道進行瞭解。

第 2 次審查意見

請台電公司檢附向中央地質調查所詢問有關核二廠地區野柳附近(龜吼)是否有活動斷層乙案之書面佐證資料。

第 2 次審查意見答復說明

前次係以電話諮詢方式請教；本公司現查詢中央地質調查所依地質法第 9 條建立的地質敏感區公開展示暨預告查詢系統，其中核二廠地區野柳附近(龜吼)並無活動斷層之地質敏感區。

查詢系統在 http://gis.moeacgs.gov.tw/openrequest/license_agree.cfm

另外本公司已正式去函中央地質調查所詢問有關野柳(龜吼)附近地區是否有活動斷層，請參考附件 02-18-B。

第 3 次審查意見

補充地質調查報告中是否有相關證據？

第 3 次審查意見回覆

依據向地質調查主管機關進一步確認，獲得回覆表示，陸域部分距離核二廠最近之活動斷層為山腳斷層；海域部分目前並無活動斷層資料(公文如附)。另本公司 101 年 11 月完成「營運中核能電廠補充地質調查工作—地質調查成果總結報告」內容，並未發現在核二廠地區野柳附近(龜吼)有活動斷層跡象的新事證。未來若有相關新事證之調查發現，將進一步進行安全評估，以及提出必要之因應。

正 本

檔 號：

保存年限：

經濟部中央地質調查所 函

10016

台北市中正區羅斯福路3段242號副樓7樓

受文者：台灣電力股份有限公司
核能後端營運處

發文日期：中華民國101年11月7日

發文字號：經地構字第10100069950號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：

機關地址：235新北市中和區華新街109巷2號

承辦人：劉彥求

電話：(02)29462793-522

電子信箱：jolych@moeacgs.gov.tw

主旨：貴處查詢新北市萬里區野柳（龜吼）附近地區是否有活動斷層一案，請 查照。

說明：

- 一、復 貴處101年10月31日D核端字第10110001401號函。
- 二、來文未說明「附近地區」之定義，說明三提供核二廠與最近活動斷層之關係，請 貴處依相關規定自行研判。
- 三、陸域部份，距核二廠最近之活動斷層為山腳斷層，最近距離約為5公里；在海域部份，本所目前並無海域活動斷層資料（如附圖）。
- 四、場址安全評估部分，因 貴公司近日完成之核電廠補充地質調查結果較本所區域地質調查比例尺（1/50000）大且資料完整，並經專家學者審查，建議依此地質調查結果評估基地開發之影響。

正本：台灣電力股份有限公司核能後端營運處

副本：

所長 林朝宗

第1頁 共1頁



第 4 次審查意見

同意答覆。

編 號	02-19-030	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S08、S11	2.3	2.2.1-8	結案
第 1 次審查意見						

海嘯的可能威脅，在日本福島事件後更加深了人們的驚訝與重視，不應僅採用文獻回顧來呈現。目前整本報告關於海嘯分析與論述過於簡略，且內容多以推估、推測及可能為主，請補強確實數據，並針對場址特性進行評估。

第 1 次審查意見答復說明

核二廠建廠前即有進行過海嘯分析，預測所造成之最大海嘯高度介於海拔 6.5 m 至 9 m 間。因此，核二廠建廠所用之設計海拔高度標準，為海拔高 10.28 m (9 m 海嘯高度加上 1.28 m 之最大潮汐高度)，其後在核四廠建廠前，以及 921 地震發生後，本公司再次對海嘯可能影響進行評估，結果仍是核二廠不致受到海嘯影響。本章海嘯之相關說明，即以前述之評估資料為基準。

本公司鑑於民國 100 年 3 月 11 日發生於日本近海大地震所引發之海嘯造成福島核電廠嚴重之災害，影響甚鉅，因此決定全面檢討及評估核二廠遭受海嘯侵襲之影響，並研擬預防及解決之道。遂委託中興工程顧問股份有限公司進行「台電核能設施海嘯侵襲影響總體檢」計畫，計畫工作項目包括：基本資料蒐集、補充地形測量、地質評估、震源及規模評估、終期安全分析報告(FSAR)之海嘯條件設計基準適當性及相關設施初步安全評估、最大可能海嘯之模擬分析、海嘯侵襲影響評估以及邀請有關地質、地震及海嘯等相關國內外專家於過程中提供諮詢，並於 101 年 4 月完成「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」，報告內容已參考國內最新研究報告，並進行海陸域地形測量，執行海嘯可能影響的評估分析，評估結果最大可能海嘯的上溯高度不超過 5m，應該不會影響平均高程在 12m 以上的核二廠以及乾貯設施。

第 2 次審查意見

1. 上述之海嘯撰述內容仍以地震型海嘯為主，然而 1867 年基隆海嘯為地震與海底山崩為主，海嘯波高達 7.5m，因此在海嘯風險評估上，必須以此歷史事件為最低標準，再加潮汐以及 FSAR 之 5m 安全範圍值才為安全之海嘯防範標準，如採將會超過 12m 之防海嘯高程。
2. 請提供台電公司於 101 年 4 月完成之「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」。

第 2 次審查意見答復說明

1. 核二廠貯存設施的海嘯設計基準係採用核二廠內耐震 I 級結構之標準，由於核二廠址選擇時已經將地理及環境因素納入考量，核二廠之海嘯設計基準為海拔 10.28 m，乾式貯存場的海拔高度為 12.3 m，遭遇設計基準海嘯的機率並不高，核二廠乾式貯存場之混凝土護箱曾假設水深 15.24 m (50 ft)、流速 4.6 m/s (15 ft/s)，完全淹沒混凝土護箱之意外事件進行檢核。依安全分析報告結果顯示，在此狀況下的混凝土護箱不會滑動或傾倒，產生之水壓也不會對密封鋼筒造成顯著的應力。為保守考量，本公司假設海嘯超過設計基準 6 m(即核二廠建廠時所用之設計海拔高度 10.28 m 另外加上假設海嘯溯上高度 6 m) 作為海嘯超過設計基準意外事故情節。海嘯超過設計基準而溯上高度達海拔高度 16.28 m 依舊小於安全分析報告內假設事件之檢核海拔高度 27.54 m (即洪水狀況水深 15.24 m 加上核二乾式貯存場海拔高度為 12.3m)。再者，依據本公司 101 年 04 月完成「核能發電廠海嘯總體檢評估」海嘯模擬結果中取得海嘯抵達核二廠近海區域水深 6 m 處之最大海水流速為 1.72 m/s，小於安全分析報告假設洪水意外事件之檢核流速 4.6 m/s。由於海嘯由外海進入陸地段後，流速會大幅降低，此流速(4.6 m/s)可視為是在核二廠乾貯場址特性下，海嘯高度超過設計基準 6 m 之海嘯流速的保守檢核值。如不考慮近岸及核二廠場址特性情況下，以理論推算流速，將海嘯波視為是一種重力長波，波傳播速度在深海為 $(gh)^{1/2}$ (g 為重力加速度，h 為水深)。假設抵達之海嘯水深 6 m，其流速約為 7.7 m/s，仍小於安全分析報告第 6 章第 2 節(六)4.意外事故，計算混凝土護箱完全浸沒入穩態流場中，發生傾倒的水流速度 9 m/s。

2. 依審查意見提供報告。

第 3 次審查意見

1. 修正版報告需完整呈現台電海嘯分析獨立評估結果。
2. 局部流速容易因為地形或結構物造成束縮而加速。目前安全流速為 9 m/s，然而預估流速 7.7 m/s 已達安全流速之 85%。此部份建議加強其安全值。
3. 海嘯來源需依最新量測之海底地形，分析海底山崩與海底火山之可能來源，以及可能推移之水量。
4. 第 3 次審查答覆之內容需加入報告書中。

5. 海嘯洪水衝擊力之分析需考慮：(1)海嘯衝擊力(含夾砂效應)；(2)地震後基礎與結構弱化程度；(3)底部沖刷情形(若可不需考慮亦需加以撰述)；(4)海嘯反覆三次以上之衝擊情形；(5)結構物排列情形。
6. 前項意見請以目前較先進且可靠之計算流體動力學(CFD)軟體進行分析，而目前之線性化公式則以輔助校驗為主。
7. 颱風部分目前僅敘述颱風型態與次數，請加入風暴潮之分析。例如歷史最大風暴潮之潮位為何？
8. 表 2.7-1 場址特性摘要內容中提到福島海嘯基隆波高 0.08m 與表 2.2.3-1 記錄不合，需修正，並補上資料來源。

第 3 次審查意見回覆

參照美國聯想法規 10 CFR Part 72. 212 (b) (6) 規定，核電廠內乾式貯存設施之設計基準應比照同廠址之核子反應器設施設計基準。經查核二廠建廠最終安全分析報告(FSAR)，核子反應器設施之海嘯設計基準高程為 10.28m。而核二廠乾式貯存設施場址之高程為 12.3m，高於 10.28m，因此，符合法規要求。惟為保守考量，本公司假設核二廠乾式貯存設施海嘯超過設計基準 6 m(即 16.28 m，已涵蓋海底火山、海底山崩等不確定性因素)，作為海嘯超過設計基準進行意外事故情節分析，經分析後仍有相當的安全餘裕不會傾倒。倘若混凝土護箱假設性傾倒或遭掩埋，經分析後各組件之最高(穩態)溫度、壓力仍低於設計限值，現場則以超出設計基準事故之緊急應變程序加以處理。未來如海底火山、海底山崩等非地震斷層對核電廠海嘯分析有新事證時，本公司將更新核二乾貯分析評估結果。詳細說明如下：

1. 本公司鑑於民國 100 年 3 月 11 日發生於日本近海大地震所引發之海嘯造成福島核電廠嚴重之災害，影響甚鉅，因此決定全面檢討及評估核二廠遭受海嘯侵襲之影響，並研擬預防及解決之道，並於 101 年 4 月完成「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」，報告內容已參考國內最新研究報告，依據 100 年 4~5 月間進行之海域及陸域地形測量，並採用國科會所訂定之 22 個海嘯震源，以更精細之網格進行核電廠海嘯模擬分析，評估海嘯上溯對電廠產生之影響。其中海嘯模擬潮位係考慮地震發生時可能遇到暴潮、低潮等不同之潮位情況，因此為保守起見，除零水位外，分別進行高水位及低水位情境模擬，以瞭解最

大可能溯升高度及最低可能溯降水位。海嘯模擬結果在海嘯溯上時，以屬山腳斷層的震源 T20 對於核能二廠影響為最大；於高水位情境下，以震源 T20 之模擬水位高程最高，最高水位發生於第 330 秒時，緊急進水口前水位達 EL 4.38m，鄰近緊急進水口之陸地側最大溯升水位達 EL 4.39m；其餘陸地區域則在 EL 4.37~EL 4.66m 之間不等，評估結果最大可能海嘯的上溯高度不超過 5m，不會影響平均高程在 12m 以上的核二廠以及乾貯設施。

已依據「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」內容，將重點摘述於修正版報告中。

2. 謝謝委員建議。核二廠海嘯設計高程為 10.28m，此為建廠設計基準，亦符合日本 311 福島事件後，本公司所辦理之核能發電廠海嘯總體檢評估結果。核二乾貯場的高程為 12.3m，高於核二廠海嘯設計高程 10.28m，因此，符合法規要求。惟為保守考量，本公司假設海嘯超過設計基準 6 m(即核二廠建廠時所採用之設計海拔高度 10.28 m，另外加上假設海嘯溯上高度增加 6 m，已涵蓋海底火山、海底山崩等不確定性因素) 作為海嘯超過設計基準意外事故情節。雖然假設海嘯超過設計基準而溯上高度達海拔高度 16.28 m，仍小於安全分析報告內假設意外事件之檢核海拔高度 27.54 m (即洪水狀況水深 15.24 m 加上核二乾式貯存場海拔高度為 12.3m)。再者，依據本公司 101 年 04 月完成「核能發電廠海嘯總體檢評估」海嘯模擬結果中取得海嘯抵達核二廠近海區域水深 6 m 處之最大海水流速為 1.72 m/s，小於安全分析報告假設洪水意外事件之檢核流速 4.6 m/s。由於海嘯由外海進入陸地段後，流速會大幅降低，此檢核流速(4.6 m/s)可視為是在核二廠乾貯場址特性下，海嘯高度超過設計基準 6 m 之海嘯流速的保守檢核值。如不考慮近岸及核二廠場址特性情況下，以理論推算流速，將海嘯波視為是一種重力長波，波傳播速度在深海為 $(gh)^{1/2}$ (g 為重力加速度，h 為水深)，假設抵達之海嘯水深 6 m，其流速約為 7.7 m/s，仍小於安全分析報告第 6 章第 2 節(六)4.意外事故，計算混凝土護箱完全浸沒入穩態流場中，發生傾倒的檢核水流速度 9 m/s。因此，倘若以深度防禦概念，考量超越設計基準的 16.28m 海嘯為假設的分析高程，海嘯越堤後之流速保守估算僅為 6.2 m/s，仍低於護箱傾倒流速 9 m/s，仍有相當的安全餘裕。顯見核二乾貯已具備深度海嘯防禦功能。另目前所保守考

量之傾倒流速 9m/s 係以空護箱計算，若以有裝載之護箱計算之傾倒流速，則會更提高其安全值。

3. 在 921 地震之後，為確保核電廠之安全，台電公司於 2001 年委託中央大學進行「核一、二、三廠廠址附近之地質與地震資料彙整、評估研究工作」。該研究亦由海底地形資料說明，台灣北部外海的火山活動區，大多屬於淺海地形，根據海嘯波傳遞理論分析，若有火山爆發的狀態發生，由於海底垂直變位所激發的海嘯，在淺海地形中傳遞較慢，因此，累積的海嘯振幅相對較低，此行為可與台灣海峽地震引起海嘯的評估相比較。報告中並引用研究報告「對台灣西部海峽地震分析可能引起的災害評估」(李孟芬，1996)，顯示在相對規模 7.5 以上之地震，才可能引發災害性海嘯。而北部各區火山範圍約在 20 km 至 30 km 之間，相對於地震規模的大小約為 5 至 6，故不致發生災害性海嘯。

此外，「核一、二、三廠廠址附近之地質與地震資料彙整、評估研究」報告也考慮東北外海龜山島一帶有一連串的火山活動。龜山島位於淺海地形上，其東部外海一帶的帶狀火山區，位於海底深度 1,000~1,500 m 之間，此區的海底地形所造成海嘯的特性，可以與台東外海地震的海嘯評估做比較。根據李孟芬的分析，該區形成災害性海嘯的地震規模，約為 6.6 至 6.8。但以火山活動行為來看，其中最活躍的範圍約僅有 20 km 至 30 km，在 80 km 範圍內同時爆發的機率相對較低。而且台灣東北部的海灣地形，應能有效地降低東北部區域引起海嘯的振幅，可減輕對核二廠的威脅。

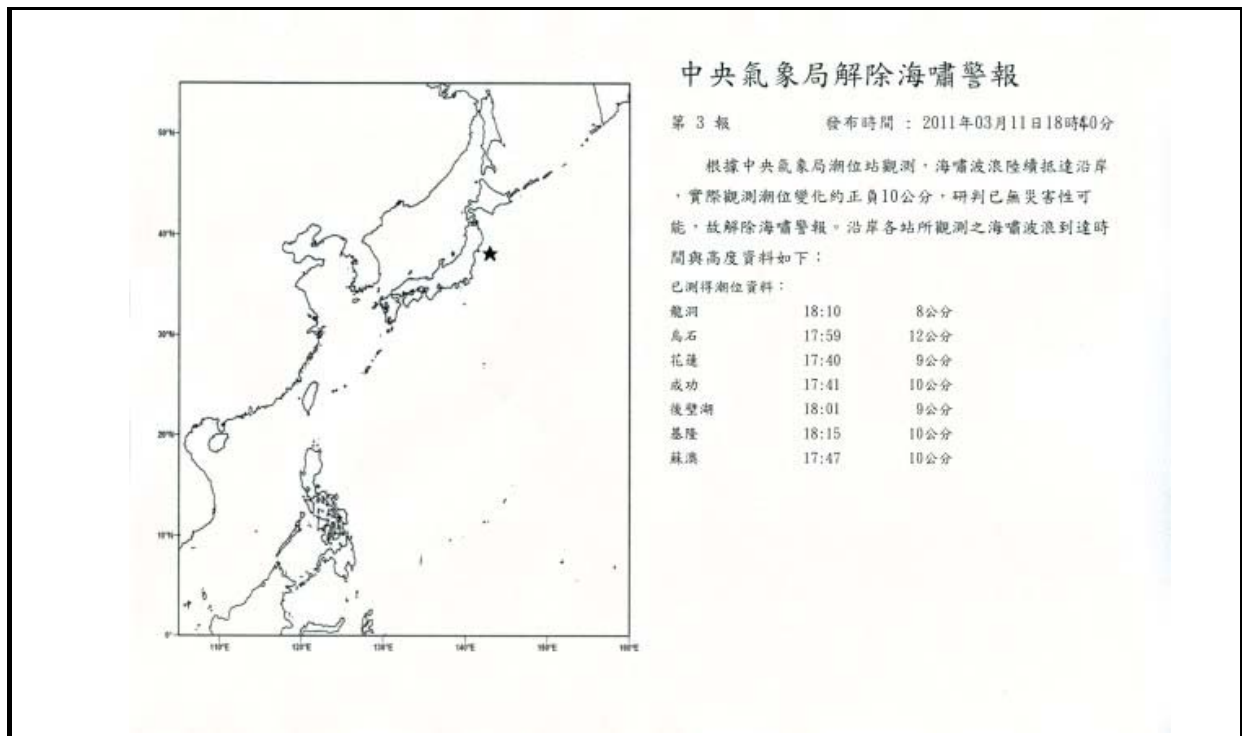
未來如海底火山、海底山崩等非地震斷層對核電廠海嘯分析有新事證時，本公司將更新核二乾貯海嘯分析評估結果。

4. 遵照委員意見將答覆內容加入報告書中。
5. 根據本公司於 101 年 04 月完成「核能電廠海嘯總體檢評估」報告，海嘯所可能引發之海嘯溯上高度皆低於本乾式貯存場址之高程，評估海嘯應不會對乾式貯存場址造成安全上的影響。

另外，(1) 核二廠附近海岸為岩岸，海嘯發生時含沙量應遠低於山洪暴發時的河川含沙量，影響水流密度應該相當有限。根據動量守恆原理，當泥沙被水流冲刷時，水流會因為密度提高而降低流速，也會因為夾帶泥

沙而提高黏滯係數導致流速降低；此外泥沙顆粒間會有撞擊及摩擦，也是屬於消耗能量的特性。由 drag force 公式， $F = 0.5 C_D \rho A V^2$ ，可以了解到 F 與密度成一次正比；但與流速成 2 次正比；換言之，密度提高對 F 的影響很容易因為速度降低而抵銷。(2) 核二乾貯場基礎混凝土厚度厚達 1m，下方還有樁基礎深達岩盤。足以抵抗至少 0.88g 的地震，因此不會有地震弱化情形發生。(3)核二乾貯場地為 1m 厚的混凝土板，下方還有樁基礎深達岩盤。貯存場與周圍土壤並無高低落差，而且植被良好，情況遠比一般橋梁樁基礎還好，因此不可能被底部沖刷。(4) 核二乾貯分析所考慮的是最大的可能衝擊情況，用以涵蓋其他次要衝擊。(5)考量超越設計基準的 16.28m 海嘯越堤後之流速小於安全分析報告第 6 章第 2 節(六)4.意外事故，計算混凝土護箱完全浸沒入水流速度 9 m/s 之情形下，VCC 並不會產生滑動，也就沒有排列的問題。此外，VCC 下方設有固定樁(位移限制器)，因此實際狀況比分析還保守。

6. 根據本公司於 101 年 04 月完成「核能電廠海嘯總體檢評估」報告，海嘯所可能引發之海嘯溯上高度皆低於本乾式貯存場址之高程 12.3m，評估海嘯應不會對乾式貯存場址造成安全上的影響。安全分析報告針對海嘯引發之洪水分析，以經驗公式 $F = 0.5 C_D \rho A V^2$ 計算洪水對 VCC 的作用力。其中，係數 C_D 值就是為了考慮不同流速狀態下流場對結構物的作用。此公式已廣泛被應用於許多水工結構設計，具有可靠度，因此無須訴諸於複雜的三維 CFD 流場分析。此外，若考量部份泥沙被捲離並掩埋護箱的情事，倘若混凝土護箱假設性傾倒或遭掩埋，經分析結果顯示燃料護套、燃料提籃及混凝土護箱相關組件之最高(穩態)溫度、壓力仍低於設計限值，本公司將以超出設計基準事故之緊急應變程序加以處理，處置方式則與混凝土護箱遭土石流掩埋方式相同(安全分析報告第 6 章第 6 節已描述)。護箱掩埋意外之相關處理，將依「放射性物料管理法施行細則」第 26 條第 2 款規定，向主管機關申請核發運轉執照時提送核二廠用過核子燃料乾式貯存設施意外事件應變計畫供主管機關審查。
7. 氣象局基隆潮位站測得之最高暴潮位為 0.977m。(資料統計係設站迄 2011 年止)
8. 已修正，資料來源如下。



第 4 次審查意見

1. 海嘯評估作業及修正，併入審查意見編號 02-02 第 4 次審查意見處理。
2. 第 5 點答覆說明洪水中夾帶泥沙的確會消耗少部分能量，但由於合成密度及摩擦力大增，其絕果不是會趨向安全，而是造成更大傷害。88 風災造成雙園橋斷橋即為一例。文中使用 drag force 公式，提到密度增加會導致流速降低，這部份無說服力，雙園橋斷橋事件中，水流密度大增，但流速反而增大。因此在計算時，需考慮密度增加，但流速不變的情形。
3. 第 6 點答覆意見同前述，即使不使用三維 CFD，仍須提出密度增加，流速不變之情形，並解釋 Cd 值選取之原因。因為此公式維粗略估算，因此安全係數之選定亦需詳述。
4. 有關海嘯洪水之審查意見，在計算時，需考慮密度增加，但流速不變的情形。並請台電公司亦提供洪水對於 VCC 影響之計算書。

第 4 次審查意見回覆

核二廠海嘯設計高程為 10.28m，此為建廠設計基準，亦符合日本 311 福島事件後，本公司所辦理之核能發電廠海嘯總體檢評估結果。核二乾式貯存場的高程為 12.3m，因此不會有海嘯影響乾貯之情事。惟為保守考量，本公司假設海嘯超過設計基準 6 m(即核二廠建廠時所採用之設計海拔高

度 10.28 m，另外加上假設海嘯溯上高度增加 6 m，以涵蓋海底火山、海底山崩等不確定性因素) 作為建造海嘯牆之設計標準，而核二廠乾貯設施係位於海嘯牆保護範圍內。縱使假設海嘯超過設計基準(10.28 m)或達海嘯牆高度 16.28 m，仍小於安全分析報告內假設意外事件之檢核海拔高度 27.54 m (即洪水狀況水深 15.24 m 加上核二乾式貯存場址海拔高度為 12.3m)。另，進一步保守假設混凝土護箱因海嘯造成傾倒，經分析結果顯示，混凝土護箱、密封鋼筒、及提籃皆能維持結構的完整性；屏蔽、幾何形狀、臨界控制以及密封狀態也維持了設計基準的要求(安全分析報告第 6 章第 6 節)，且本公司將以超出設計基準護箱傾倒意外事故之緊急應變程序加以處理。

第 5 次審查意見

無新增意見。

編 號	02-20-031	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S07、S11	2.3	2.2.3-1	結案
第 1 次審查意見						
海嘯之章節建議參考 NUREG 1567 之 2.4.4.6 節所述撰寫，包括歷史海嘯、特定斷層、海溝、火山和山崩海嘯均請加以分析，並檢視海嘯入侵情形。參考 NUREG 1567 之 2.4.4.6 節，提供評估可能最大海嘯(probable maximum tsunami)引發洪氾之必要資料，包括該區曾遭海嘯侵襲的歷史-不論是經由記錄、口述或由地質資料中推論而得的-均予以分析。 分析的內容須包含所有引發海嘯的機制，例如特定的斷層錯動、斷層帶、火山和可能的海底山崩地區等。這些作用可能造成的最大海嘯高度估計須包括由發生區的深海推衍至岸上鄰近場址。所謂可能最大海嘯即是經由上述過程評估而得。海嘯上岸之路線、破浪、侵蝕掏空的形成以及海嘯共振效應的影響力等須加以討論。所有關於防護海嘯造成之洪氾措施亦請加以說明。						
第 1 次審查意見答復說明						
核二廠建廠前即有進行過海嘯分析，預測所造成之最大海嘯高度介於海拔 6.5 m 至 9 m 間。因此，核二廠建廠所用之設計海拔高度標準，為海拔高						

10.28 m (9 m 海嘯高度加上 1.28 m 之最大潮汐高度)，其後在核四廠建廠前，以及 921 地震發生後，本公司再次對海嘯可能影響進行評估，結果仍是核二廠不致受到海嘯影響。本章海嘯之相關說明，即以前述之評估資料為基準。

民國 100 年 3 月 11 日發生於日本近海大地震所引發之海嘯造成福島核電廠嚴重災害，影響甚鉅，有鑑於此，本公司決定全面檢討及評估核二廠遭受海嘯侵襲之影響，並於 101 年 4 月完成「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」，主要係依據 100 年 4~5 月間進行之海域及陸域地形測量，並採用國科會所訂定之 22 個海嘯震源，以更精細之網格進行核電廠海嘯模擬分析，除了評估海嘯上溯對電廠產生之影響外，亦探討海嘯退水情境對核能安全之影響，該報告主要內容如下：

國科會委託專家學者針對可能影響台灣之最大海嘯震源進行評估，共計列出 22 種可能震源，本報告複核這些震源，經過模擬分析，得到 T20 與 T22 震源區影響核二廠最鉅。

T20 及 T21 震源區位於山腳斷層靠內陸段及靠外海段。山腳斷層由臺北盆地南端之樹林地區向北延伸至金山地區。在金山地區，斷層沿著山地與平原的交界延伸。以往鑽探結果顯示，斷層北段兩側基盤落差超過 600 m，且斷距似有自南向北增加之趨勢。依據大地測量結果，斷層兩側未見明顯的水平位移速度變化，但斷層的上盤有明顯下陷的趨勢。由於斷層最近一次的活動可能在距今一萬年前，故在台灣活動斷層分布圖（經濟部中央地質調查所，2010）中，山腳斷層列為第二類活動斷層。台灣史上最大的海嘯紀錄，即西元 1867 年基隆外海地震所引發之海嘯。近年有部份學者游明聖等(2006)及鄭世楠等(2011)均曾發表過論文，認為此地震與山腳斷層之再次活動有關。震源 T22 為 T20 與 T21 同時發生之情況。

「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」海嘯模擬、海嘯溯上影響、及海嘯退水影響各部分之主要結論包括：

1. 海嘯模擬部分

海嘯模擬潮位：考慮地震發生時可能遇到暴潮、低潮等不同之潮位情況，因此為保守起見，除零水位外，分別進行高水位及低水位情境模擬，以瞭解最大可能溯升高度及最低可能溯降水位。

海嘯源：本計畫依據國科會提供之 22 個可能海嘯震源，進行海嘯遠域

傳播模擬，並得知編號 T20 之震源產生之海嘯，於傳遞至核二廠外海後之水位為最高，其次為震源 T22，另從遠域模擬最高水位圖之溯升高程來看，震源 T20 及震源 T22 極為相近，因此近域之海嘯溯升模擬則同時進行震源 T20 及震源 T22 之近域海嘯溯升模擬。

海嘯模擬結果：由震源 T20 及震源 T22 之近域海嘯溯升模擬分析顯示，兩震源模擬成果極為相近，其水位高程落差在 0.01m 以內。

由 SEC-HY21 模擬結果，海嘯溯上時以屬山腳斷層的震源 T20 對於核能二廠影響為最大；退水時，以同屬山腳斷層的震源 T22 對於核能二廠影響最大。

2.海嘯溯上影響評估

於高水位情境下，以震源 T20 之模擬水位高程略高，而地震發生時核二廠外海即位於海嘯影響範圍內，最高水位發生於第 330 秒時，緊急進水口前水位達 EL 4.38m，鄰近緊急進水口之陸地側最大溯升水位達 EL 4.39m；其餘陸地區域則在 EL 4.37~EL 4.66m 之間不等，低於主廠區基地高程 EL 12m，主廠區各設施均不受影響。

3.海嘯退水影響

於低水位情境下，以震源 T22 之最低退降水位為最低，最低水位發生時間約於第 1780 秒時，緊急進水口前水位達 EL -1.54m，在維持核二廠緊急最低安全抽水量(每部機 9500GPM)之情況下，ECW(緊急海水泵室)內之最低水位 EL -1.68m，仍高於緊急抽水機之最低取水高程 EL -1.83m，故緊要海水泵室取水功能不受影響。

本公司「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」已經針對影響核二廠址可能海嘯源完成評估，也評估最大可能海嘯對核二廠址的影響。

第 2 次審查意見

1. 同前述，上述之海嘯以地震型海嘯為主，然而 1867 年基隆海嘯為地震與海底山崩為主，海嘯波高達 7.5m，因此在海嘯風險評估上，必須以此歷史事件為最低標準，再加潮汐以及 FSAR 之 5m 安全範圍值才為安全之海嘯防範標準，如採將會超過 12m 之防海嘯高程。

2. 有關第 1 次審查意見答復說明中所提的幾項海嘯震源(如 T20 等)並非正式定義的用詞，直接引述及答復實不易被理解，請於本章節報告修正時，具體說明之。另無關之答復說明請予以刪除。
3. 請提供台電公司於 101 年 4 月完成之「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」。並就該報告書重點摘錄於本章節報告之修正內容。
4. 請依答復說明及相關修正或補充，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。

第 2 次審查意見答復說明

1. 本公司已保守假設海嘯上溯高度為 16.28m 之情節，請參考 2-19 回覆。
2. 遵照委員指正，已於正式報告修正用語。(T20 震源係指山腳斷層靠內陸之區段、T21 震源為山腳斷層靠外海之區段、T22 震源為考慮山腳斷層之兩個子斷層同時錯動)
3. 依審查意見提供報告。本報告已摘錄該報告書重點，相關修正或補充請參考附件 02-20-B。
4. 相關修正或補充請參考修正版報告(附件 02-00-B)。

第 3 次審查意見

台電獨立評估時採用之震源、假設長度以及錯動量均未交代，因此無從評估分析結果是否足夠保守。另外，詳細陸海域地形測量成果亦請補附於報告中。

第 3 次審查意見回覆

民國 100 年 3 月 11 日發生於日本近海大地震所引發之海嘯造成福島核電廠嚴重災害，影響甚鉅，有鑑於此，本公司決定全面檢討及評估核二廠遭受海嘯侵襲之影響，並於 101 年 4 月完成「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」，海嘯影響評估依據 100 年 4~5 月間進行之海域及陸域地形測量，其他重要參數如海嘯震源、假設長度以及錯動量均採用國科會所訂定之 22 個海嘯震源。

國科會委託專家學者針對可能影響台灣之最大海嘯震源進行評估，共計列出 22 種可能震源，本公司海嘯評估報告複核這些震源，經過模擬分析，

得到 Shanjiao1(為山腳斷層靠內陸之區段)、Shanjiao2(為山腳斷層靠外海之區段)、Shanjiao1+2(考慮山腳斷層之兩個子斷層同時錯動所可能造成之海嘯威脅)等震源區影響核二廠最鉅。此三個震源區的重要參數如下：

震源區	斷層長度 (km)	斷層寬度 (km)	地震矩規模 (Mw)	平均位移量 (m)
Shanjiao1	50	50	7.5	2.49
Shanjiao2	37	37	7.15	1.67
Shanjiao1+2	87	50	7.82	3.60

本公司根據上述海嘯源進行海嘯模擬與溯上影響分析，在海嘯模擬部分，考慮地震發生時可能遇到暴潮、低潮等不同潮位情況，因此為保守起見，除零水位外，分別進行高水位及低水位情境模擬，海嘯溯上影響分析結果顯示，於高水位情境下，核二廠區最大溯升水位在 EL 4.37~EL 4.66m 之間不等。

遵照委員意見將詳細陸海域地形測量成果補附於修正版報告中，新增圖 2.2.3-2、圖 2.2.3-3。

第 4 次審查意見

意見回覆相關內容應於報告書中呈現，並請台電公司於報告內補充說明 Shanjiao1(為山腳斷層靠內陸之區段)與 Shanjiao2(為山腳斷層靠外海之區段)之相關參數內容。

第 4 次審查意見回覆

已於報告中補充相關內容。如附件 02-20-D

第 5 次審查意見

無新增意見。

編 號	02-21-032	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S10	2.3		結案
第 1 次審查意見						

突出之野柳岬或凹岸對於海嘯是否有波浪堆高之效應，文中並未說明其影響程度，請評估說明。

第 1 次審查意見答復說明

本公司在日本福島事件後執行「台電核能設施海嘯侵襲影響總體檢」計畫，已於初步評估報告(第一階段報告)階段，辦理核二廠場址附近海、陸域補充地形測量，以利後續階段參照國科會評估之震源與規模，模擬海嘯發生情境，並依據海、陸域地形測量資料進行海嘯溯升模擬分析與影響範圍評估。

在基本資料蒐集方面，因應本計畫海嘯評估電腦數值模擬建立及海(陸)域補充地形測量準備作業需求，計畫執行前期即蒐集包括航測影像、前期水深測量等資料蒐集；在補充地形測量方面，本計畫海(陸)域補充地形測量包含廠區周邊陸域地形及鄰近海岸線潮間帶、近海海域區域，其測量範圍以能滿足海嘯模擬評估所需，由廠址海岸兩側之灣澳岬角為範圍界限，西側起點為磺港漁港(獅子頭鼻岬頭)，東側至野柳漁港(野柳半島岬頭)，包含陸上電廠廠址範圍(地形高程 30 公尺以下)、海岸之進水口設施、岸邊之砂丘、灘地，以及海岸線至水深 50~75 公尺，補充地形測量範圍如圖 1 所示。成果如圖 2 所示。

基本上，核二廠廠址位於磺港至野柳半島間之灣澳海岸，西距富貴角(臺灣最北端)約 17 公里，東距基隆港口 10 公里，其間海岸區域由西北側磺港(獅子頭鼻)/燭台嶼至東側野柳半島頂端龜頭鼻形成一海灣，灣口寬 5 公里，縱深約 2.5 公里，其中西北側磺港(獅子頭鼻)與燭台嶼淺礁突出海岸約 2,000 公尺，前端水深-30m，其東側野柳半島伸入海中約 1,800 公尺，前端(龜頭鼻)岬頭水深-40m。本區海岸大體而言屬岩岸，明光碼頭東防波堤至野柳半島間為岩岸，海岸多有突岬岩礁，明光碼頭西防波堤至國聖溪出口為溪口局部沙灘，其往西至廠區溫排水導流堤、緊急進水口設施則又為岩岸，另溫排水導流堤西堤西側(雙溪溪口)又有溪口局部沙灘。

如前述，本公司「核能發電廠海嘯總體檢評估—第二核能發電廠第二階段期末報告書」，已依據廠區附近海陸域地形之資料蒐集與補充測量，進行海嘯溯升模擬與影響範圍分析，也就是說，已經有考量突出之野柳岬或凹岸對於海嘯之效應。



圖 1 核二廠補充地形測量範圍圖

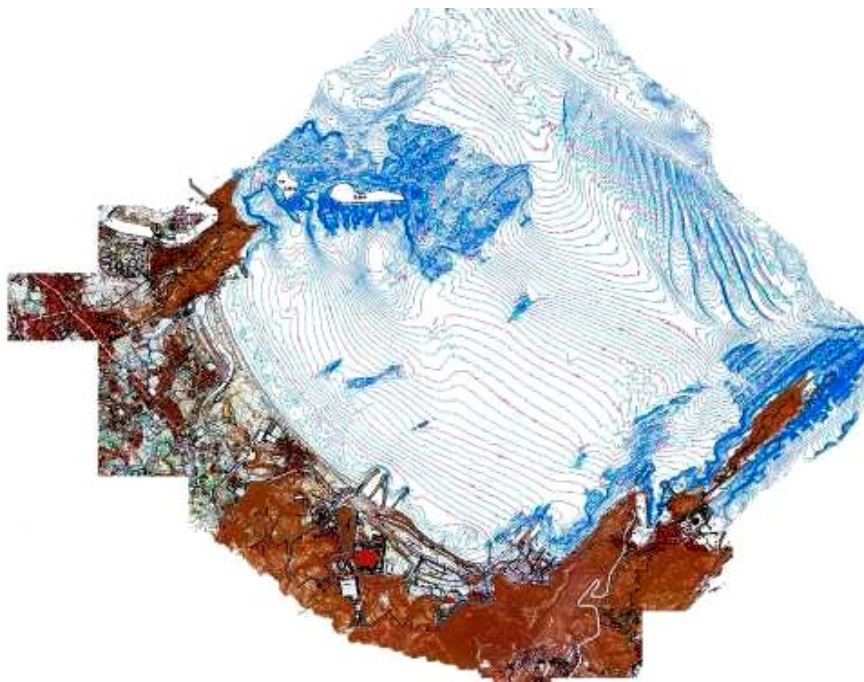


圖 2 核二廠補充海(陸)域地形測量成果圖

第 2 次審查意見

同意答覆。

編號	02-22-033	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S11	2.3		結案

第 1 次審查意見

若場址發生正斷層活動造成下陷，於此一情況下海嘯對場址安全之影響，請加以分析。

第 1 次審查意見答復說明

核二乾貯場址附近若發生正斷層活動造成下陷的斷層，當屬距離場址約 5 km 的山腳斷層。

通常發生正斷層活動，斷層的一側(上盤)會下陷，其位移量隨地震規模加大而變大。依據邱俊穎等人的模擬研究(經濟部中央地質調查所特刊，2008)：「假設山腳斷層產生地震時，斷層面上的破裂範圍均有截切地表，且主要活動發生於關渡一帶的斷層面上，經由我們模擬的結果顯示：規模 4.6 的地震會造成約 7.5 平方公里的下陷範圍，最大下陷量 0.04 公尺；規模 5.5 的地震會造成約 34 平方公里的下陷範圍，最大下陷量 0.3 公尺；規模 6.0 的地震會造成約 122 平方公里的下陷範圍，最大下陷量 0.5 公尺；規模 6.5 的地震會造成約 340 平方公里的下陷範圍，最大下陷量 1.2 公尺；規模 7.0 的地震會造成約 450 平方公里的下陷範圍，最大下陷量 2.1 公尺，下陷超過 1 公尺的面積約 115 平方公里。」

本公司「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書(101 年 4 月)」，成果顯示在國科會所訂定之 22 個海嘯震源中，以 T20 震源(亦即山腳斷層活動)對核二廠的影響最鉅，模擬結果陸地區域最大溯升水位在 EL 4.37~EL 4.66m 間不等，而核二廠區基地高程約 EL 12m，尚有約 7m 的餘裕。依據前述研究，山腳斷層發生規模 7.0 的地震，造成的最大下陷量約 2.1 m，再由該研究的內容顯示，在越接近斷層破裂面的附近下陷量越大，也就是說，因此，山腳斷層若再活動，應不致使距離 5km 外的核二廠址造成 7m 以上的下陷，即便同時引發海嘯(國科會 T20、T22 震源)，也不致對廠區設施造成影響。

註：山腳斷層再活動對於台北盆地內地形變化之探討，邱俊穎、胡植慶、陳致言、劉桓吉，經濟部中央地質調查所特刊，第二十號，第 97-110 頁，民國九十七年五月。

第 2 次審查意見

1. 請提供台電公司於 101 年 4 月完成之「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」。
2. 請依答復說明及相關修正或補充，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。
第 2 次審查意見答復說明
1. 依審查意見提供報告。
2. 相關修正或補充請參考修正版報告(附件 02-00-B)。
第 3 次審查意見
正斷層活動造成場址下陷評估未檢附於報告書中，除了下陷，地表傾斜對設施之影響亦請加以評估。另外，文獻分析方法是否適合本場址亦請提出說明。
第 3 次審查意見回覆
遵照委員意見將正斷層活動造成場址下陷評估檢附於修正版報告。(詳見第二章、二、(三)、3 節)
第 4 次審查意見
1. 地表傾斜對設施之影響未見相關評估；正斷層上盤下陷可能的影響評估不完整。
2. 有關山腳斷層及地震安全評估均併入審查意見 02-01 處理

編 號	02-23-034	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S11	2.3		結案
第 1 次審查意見						
海嘯文獻引用部分多屬於早期研究。目前探勘與模擬技術已有突破，建議文獻數據採用部分，參考 2011 年日本東北地震與海嘯事件後，核電廠所進行之海嘯分析工作項目，針對場址地區自行執行海嘯分析工作。						
第 1 次審查意見答復說明						
本公司鑑於民國 100 年 3 月 11 日發生於日本近海大地震所引發之海嘯造成福島核電廠嚴重之災害，影響甚鉅，因此決定全面檢討及評估核二廠遭						

受海嘯侵襲之影響，並研擬預防及解決之道。遂委託中興工程顧問股份有限公司進行「台電核能設施海嘯侵襲影響總體檢」計畫，計畫工作項目包括：基本資料蒐集、補充地形測量、地質評估、震源及規模評估、終期安全分析報告(FSAR)之海嘯條件設計基準適當性及相關設施初步安全評估、最大可能海嘯之模擬分析、海嘯侵襲影響評估以及邀請有關地質、地震及海嘯等相關國內外專家於過程中提供諮詢，並於 101 年 4 月完成「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」，報告內容概要，已摘述於審查意見 2-20 回覆內容。

第 2 次審查意見

請提供台電公司於 101 年 4 月完成之「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」。

第 2 次審查意見答復說明

依審查意見提供報告。

第 3 次審查意見

台電海嘯獨立評估時採用之震源、假設長度以及錯動量均未交代，請將重要方法、假設與成果摘述於報告中，其餘海嘯審查意見依據 02-19 合併處理。

第 3 次審查意見回覆

已回覆於審查意見 02-20 。

第 4 次審查意見

1. 有關 Shanjiao1(為山腳斷層靠內陸之區段)與 Shanjiao2(為山腳斷層靠外海之區段)之適當圖面及修正，併入審查意見編號 02-20 第 4 次審查意見處理。
2. 有關海嘯的安全性評估，併入審查意見 02-02 處理。

編 號	02-24-035	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S11	2.3		結案
第 1 次審查意見						

目前文獻所提出之海嘯結果主要以地震型海嘯（包括海溝與部分斷層）為主，但與 2011 日本海嘯相較，核二廠場址陡峭，此類地形所遭受之海嘯威脅以山崩海嘯為主。且鄰近基隆地區於 1867 年有明確山崩海嘯記錄。山崩海嘯容易造成能量集中且浪高極高，對於場址不利，請就此部分需進一步評估說明。

第 1 次審查意見答復說明

依據歷史海嘯紀錄顯示，1867 年發生在基隆的海嘯，最高波高經推估約為 7.5 m，此亦為東北海岸一帶至今所發生最大規模之海嘯，而核二廠建廠前即有進行過海嘯分析，預測所造成之最大海嘯高度則介於海拔 6.5 m 至 9 m 間。核二廠建廠所用之設計海拔高度標準，為海拔高 10.28 m (9 m 海嘯高度加上 1.28 m 之最大潮汐高度)，其後在核四廠建廠前，以及 921 地震發生後，以及本公司最新完成之「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書(101 年 4 月)」，再次對海嘯可能影響進行評估，結果仍顯示核二廠建廠時所用之設計海拔高度 10.28 m，應使核二廠不致受到海嘯影響。本章海嘯之相關說明，即以前述之評估資料為基準。

目前本公司仍持續進行相關海域之海底調查與海嘯評估工作，包括北部海域影響核二廠最大之山腳斷層往外海延伸，引起海底山崩而引發海嘯之可能性。若未來調查發現新事證，將重新檢視原設計之安全性，並做必要之補強。

第 2 次審查意見

海嘯屬標準之地球科學議題之一，對於海嘯波高無法百分百掌握，這也是核二廠終期安全評估報告考慮額外 5m 安全範圍值之所在。本章節已考慮歷史最大海嘯波高，值得肯定，然而若以核二廠終期安全評估報告之標準而言，仍舊不足。這部份仍須有具體防範手段。

第 2 次審查意見答復說明

本公司已考慮海嘯上溯 16.28m 之情節，請參考 2-19 回覆。

第 3 次審查意見

同意答覆，其餘海嘯審查意見依據 02-19 合併處理。

編 號	02-25-036	分 組	審 查 代 碼	章 節	頁 碼	狀 態
		場 址	S08、S10	2.3		結 案
第 1 次 審 查 意 見						
1.核二廠用過核子燃料乾式貯存場預定地為回填的基地，北邊的土堤亦為人工回填物，除了液化與載重的問題外，亦請評估說明在海嘯侵襲下的可能災變與對策。 2.海嘯若發生時，北邊土堤之砂粒若被捲離上朔，對護箱穩定性之影響，請進行評估說明。						
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明						
1. 依據歷史海嘯紀錄顯示，1867 年發生在基隆的海嘯，最高波高經推估約為 7.5 m，此亦為東北海岸一帶至今所發生最大規模之海嘯，此外，本公司 101 年 4 月完成「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」，依據國科會所訂定之 22 個海嘯震源推估最大可能海嘯的溯升水位高度並不超過 5m。核二廠建廠所用之設計海拔高度標準，為海拔高 10.28 m，核二廠址海拔高度在 12m 以上，若海嘯發生，應不致對核二廠址，以及高度約 24m 的土堤產生影響。 2. 如前所述，海嘯若發生時，應不致對護箱穩定性產生影響。 3. 另摘述本公司「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」海嘯影響沿岸波堤的相關內容如下： 依據「核能發電廠海嘯總體檢評估－第二核能發電廠第二階段期末報告書」，由海嘯近域模擬結果顯示，以海水高水位情境下 T20 海嘯溯上對核二廠之影響最大，因此，後續將此結果進行海嘯溯上對主要設施之影響評估，主要針對淹沒範圍內之重要設施包括防波堤、緊要海水泵室及循環水抽水機房等設施，以模擬所得之流速、水深等資料作為衝擊評估為依據進行評估。 核二廠循環冷卻水路之進出水口外廓設施，包括進水口及出水口防波堤(含攔沙堤)兩部份，其平面佈置如圖所示。進水口防波堤包含東堤與西堤、北堤；出水口防波堤包含西堤、中堤、東堤及攔沙堤，其中西堤與中堤約略						

平行形成溫排水導流堤，東堤與中堤圍成一集水池，供緊要海水泵室使用。進出水口之各防波堤構造型式均為斜坡式拋石堤，依各別需求以卵石堤心、消波塊、場鑄混凝土塊等組合而成。

以國科會提供 T20 震源對核二廠影響最嚴重之高水位海嘯模擬結果為檢核條件，依進出水口防波堤之東、西堤之堤頂高程，假設一越波高度並利用溢流堰公式換算得堤頂越波流速，並利用邊坡坡度及消波塊重量等參數帶入 CERC 等防波堤穩定公式，可得此安定條件下塊石所需之最小重量；反之，相對於既有保護工之重量，經由試誤越波高度，可反推此設計條件下堤防可抵抗最大之海嘯水位高程，並與先前模擬成果之堤前海嘯水位高程進行覆核，結果整理如下表所示，結果顯示，核二廠外廓之防波堤在此等規模之海嘯侵襲下無安定之疑慮。

核二廠海嘯衝擊堤防安全檢核表

核二廠防波堤		堤頂高程 (m)	邊坡坡度(保護重量)		可抵抗海嘯水位 高程(m)	模擬海嘯 高程(m)	檢核
			內坡面	外坡面			
進水口北堤	淺水段	EL 4.5	1/1.3(5t)	1/1.5(5t)	4.78	4.4	o.k.
	深水段	EL 3.5	1/1.3(5t)	1/1.5(5t)	4.78	4.4	o.k.
進水口東西堤	淺水段	EL 5.0	1/1.5(10t)	1/2(10t)	7.45	4.3	o.k.
	深水段	EL 5.0	1/1.5(15t)	1/2(15t)	7.81	4.2	o.k.
出水口中西堤	淺水段	EL 5.0	1/1.5(10t)	1/2(10t)	7.45	4.3	o.k.
	深水段	EL 5.0	1/1.5(10t)	1/2(10t)	7.45	4.3	o.k.
集水池東堤	淺水段	EL 3.5~5.0	1/1.5(5t)	1/2(5t)	5.44~6.94	4.3	o.k.
	深水段	EL 5.0	1/1.5(10t)	1/2(10t)	7.45	4.2	o.k.
攔沙堤	淺水段	EL 5.0	1/1.5(10t)	1/2(10t)	7.45	4.2	o.k.
	深水段	EL 5.0	1/1.5(10t)	1/2(10t)	7.45	4.2	o.k.

第 2 次審查意見

1. 山崩造成海嘯並未分析，因此不宜排除海嘯上溯至場址之可能性，若北邊土堤之砂粒被捲離上溯，可能影響護箱穩定性，或掩埋護箱，請進行評估說明。
2. 土堤某種程度可阻擋風浪，這無庸置疑，然而海嘯為長波，波長以百公里計，破壞力遠較風浪巨大，因此土堤無法阻擋海嘯，國際間亦無以土

堤抵擋海嘯之先例。

3. 建議防海嘯之標準須考量周圍歷史最高海嘯記錄(假設最高紀錄為 7.5 公尺)，則再加上潮汐及安全值來規劃(7.5m 最高海嘯記錄+1m 潮汐+5m 安全值=13.5m 高的防海嘯規劃)。護箱部分亦需以 13.5m 海嘯高進行規劃，並列護箱穩定性分析。

第 2 次審查意見答復說明

1. 1867 年台灣北部發生浪高約 7.5m 的海嘯，有可能即為海底山崩引起。核二廠建廠前已有進行歷史海嘯紀錄分析，預測所造成之最大海嘯高度介於海拔 6.5 m 至 9 m 間。因此，核二廠建廠所用之設計海拔高度標準，為海拔高 10.28 m (9 m 海嘯高度加上 1.28 m 之最大潮汐高度)，本公司對乾貯設施場址海嘯防禦的防禦度加上 6 m 的安全餘裕，考慮海嘯上溯 16.28m 之情節，請參考 2-19 回覆。
2. 感謝委員意見，已於正式報告刪除土堤阻擋海嘯用語，參考附件 02-20-B(最後一段)。
3. 本公司已考慮海嘯上溯 16.28m 之情節，請參考 2-19 回覆。

第 3 次審查意見

土堤之砂礫被捲離上溯對護箱穩定性之影響以及掩埋護箱之相關具體評估請加以說明並補附於報告中。

第 3 次審查意見回覆

參照美國聯邦法規 10 CFR Part 72. 212 (b) (6) 規定，核電廠內乾式貯存設施之設計基準應比照同廠址之核子反應器設施設計基準。經查核二廠建廠最終安全分析報告(FSAR)，核子反應器設施之海嘯設計基準高程為 10.28m。而核二廠乾式貯存設施場址之高程為 12.3m，高於 10.28m，因此，符合法規要求。

核二廠海嘯設計高程為 10.28m，此為建廠設計基準，亦符合日本 311 福島事件後，本公司所辦理之核能發電廠海嘯總體檢評估結果。核二乾貯場的高程為 12.3m，因此比核二廠反應器廠房還保守。為保守考量，本公司假設海嘯超過設計基準 6 m(即核二廠建廠時所採用之設計海拔高度 10.28 m，另外

加上假設海嘯溯上高度增加 6 m，以涵蓋海底火山、海底山崩等不確定性因素) 作為海嘯超過設計基準意外事故情節。海嘯超過設計基準而溯上高度達海拔高度 16.28 m 依舊小於安全分析報告內假設意外事件之檢核海拔高度 27.54 m (即洪水狀況水深 15.24 m 加上核二乾式貯存場海拔高度為 12.3m)。再者，依據本公司 101 年 04 月完成「核能發電廠海嘯總體檢評估」海嘯模擬結果中取得海嘯抵達核二廠近海區域水深 6 m 處之最大海水流速為 1.72 m/s，小於安全分析報告假設洪水意外事件之檢核流速 4.6 m/s。由於海嘯由外海進入陸地段後，流速會大幅降低，此流速(4.6 m/s)可視為是在核二廠乾貯場址特性下，海嘯高度超過設計基準 6 m 之海嘯流速的保守檢核值。如不考慮近岸及核二廠場址特性情況下，以理論推算流速，將海嘯波視為是一種重力長波，波傳播速度在深海為 $(gh)^{1/2}$ (g 為重力加速度，h 為水深)。假設抵達之海嘯水深 6 m，其流速約為 7.7 m/s，仍小於安全分析報告第 6 章第 2 節(六)4.意外事故，計算混凝土護箱完全浸沒入穩態流場中，發生傾倒的水流速度 9 m/s。倘若以深度防禦概念，考量超越設計基準的 16.28m 海嘯為假設的分析高程，海嘯越堤後之流速保守估算僅為 6.2 m/s，仍低於護箱傾倒流速 9 m/s，仍有相當的安全餘裕。

另，核二乾貯場的海拔高程為 12.3m，高於核二廠的海嘯設計基準 10.28m，核二廠圍牆外道路其高程由 15.02m(新舊基金公路交叉路口)升至 20.05m(洗衣房外側)。由於道路高程大部份高於 16.28m，海嘯對土堤可能之衝擊面積很小。由於海嘯不會上岸，也就沒有土堤泥沙被捲離並掩埋護箱的情事。倘若以深度防禦概念考量，核二安全分析報告已述及混凝土護箱傾倒分析，結果顯示即便混凝土護箱發生傾倒仍然安全無虞。

此外，假設混凝土護箱遭掩埋，則以超出設計基準事故之緊急應變程序加以處理，處置方式則與混凝土護箱遭土石流掩埋方式相同，另，安全分析報告分析時假設初始狀態為正常貯存狀態，並突然中斷混凝土護箱中的密封鋼筒的冷卻對流機制，以模擬進氣口的全堵塞事件。冷卻對流機制的喪失將導致密封鋼筒及混凝土護箱升溫。分析結果顯示，在全堵塞發生之後，系統在事故下達到穩態，燃料護套、燃料提籃及混凝土護箱相關組件之最高(穩態)溫度仍低於設計限值，此外，在利用計算所得密封鋼筒內部氣體之平均溫度進行內部壓力計算結果，雖然全阻塞事故所導致的溫度上昇將使內部壓力上昇，但仍遠低於本系統之設計限值。

再者，如前述，雖經分析系統之組件於此事件下達到穩態之最高溫度低於其限值，仍採行政規定應於一個月內，移除進氣口的堵塞(掩埋)物。護箱掩埋意外之相關處理，將依「放射性物料管理法施行細則」第 26 條第 2 款規定，向主管機關申請核發運轉執照時提送核二廠用過核子燃料乾式貯存設施意外事件應變計畫供主管機關審查。

第 4 次審查意見

有關海嘯的安全性評估均併入審查意見 02-02 處第 4 次審查意見理。

編 號	02-26-037	分 組	審 查 代 碼	章 節	頁 碼	狀 態
		場 址	S07、S10	2.1		結 案
第 1 次 審 查 意 見						
請台電公司就下列場址地區水文特性調查評估之意見逐項修正或說明：						
1.本報告應對場址上游集水區以及下游排洪概況進一步說明。舉例而言，建議於地形圖上繪出基地東西側小溪之集水區範圍以及排洪設施，以釐清基地排水情況。						
2.請詳細說明鑽探報告、地下水流動分析、場址水文地質模型、地下水位高度以及地下水最大流速間之關係。						
3.關於地下水文，請提供土層注入試驗及岩層滲漏試驗之試驗方法以及詳細試驗結果，並請說明土層與岩層滲透係數在同一數量級之原因。						
4.觀測井建井、井篩位置、有無封層等均請詳細說明。						
5.地下水周期性變化與許多因素有關(如地潮)，如何確認為潮汐之影響請進一步說明。						
第 1 次 審 查 意 見 答 復 說 明						
1. 核二廠區內東西側小溪之排洪情況，請參閱 02-28 審查意見回覆。						
2. 有關地下水分析部分，係利用既有鑽探地質、地物探測及水文等資訊，建構具代表性之水文地質概念模型。並透過水文邊界條件進行三維地下水流動分析，藉以估於模型內之地下水流況、水位及流速之空間分布。						

詳請參考附件 02-26-2-A。

3. 抽(注)水試驗目的在獲得場址含水層的水力傳導係數(K)以及儲水係數(S)，為鄰近地下水流場模擬之主要依據。本場址的土層複井抽(注)水試驗包含一口抽水井及一口觀測井，由觀測井定時量測發現場址內地下水位過低，考量地下水位僅高於岩盤面約 2~3 公尺，無法使用抽水方式進行試驗，故土層係採複井注水試驗。此外，由鑽孔岩心研判，場址除部分具多裂隙之岩體應具中等滲透性外，多數岩體應屬中偏低滲透性裂隙岩體。因此，無論抽水或注水試驗均難以造成觀測井水位有明顯變動，故岩層抽(注)水試驗部分則改採單井岩層雙封塞水力試驗，以求取岩層之水力傳導係數(K)以及儲水係數(S)，詳細試驗報告請參考附件 02-26-3-A。至於覆土層與岩層之滲透係數相近係因場址之覆土層相當雜亂，均質度甚低，回填層以砂土夾礫石為主，部份夾有腐木、混凝土塊及紅磚等物，下方土層組成則為粉土質粗砂或中砂及礫質砂為主，局部夾有砂質礫石或沉泥質砂質礫石、黏土質砂土等。覆土層試驗結果顯示，滲透係數約為 $3.37 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 。至於岩層部分屬木山層，成分多為砂岩夾頁岩、粗至中粒疏鬆砂岩、砂頁岩薄互層等。試驗結果顯示，較破碎段透水係數 $K=5.59 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 、較完整段 $K=7.8 \times 10^{-11} \sim 2.7 \times 10^{-9} \text{ (m/s)}$ 、全孔段透水係數 $K=1.23 \times 10^{-6} \sim 2.67 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 。考量等效孔隙模式之簡化分層與等效參數，故保守取全段透水係數為主要分析依據。
4. 場址內鑽孔共計 13 孔，除鑽孔 B-1、B-7、B-10 因埋設 PVC 管進行鑽孔內懸垂式波速量測無法埋設水位觀測井外，其餘孔均埋設水位觀測井。為配合複井抽(注)水試驗，鑽孔 B-2、B-3、B-5、B-6、B-8 均裝置為土層水位觀測井，此類觀測井於土岩交界處以皂土封層，並僅於土層分佈深度之管壁開口；而鑽孔 B-4、B-9、B-11 及 B-12 之觀測井之全管壁均開口，此兩種水位觀測井管壁外均包覆濾網，並倒入適當尺寸之回填濾料。
5. 由於場址接近海邊，為瞭解潮汐對場址地下水位之影響，在現地水文試驗進行前，選擇 B-12、B-13 觀測井，進行靜態地下水位觀測。觀測結果顯示(詳下圖)，B-12 觀測井水位呈現週期性變化，研判應為受潮汐變化之影響，其對靜態水位的影響程度約有 3 至 5cm；B-13 觀測井水位曲線呈現和 B-12 觀測井有相同週期性變化，但明顯受外界干擾情況；依照鑽

探人員表示，當在 B-4 主井施工時，確實有造成 B-13 井水位變化之狀況。本場址緊鄰海濱，根據潮位及地下水位高程觀測資料之相角及相位差研判，兩者應有極高的關聯性。此外，量測所得波幅影響甚小(<5cm)，已不致影響分析結果，故未再進行深入研析。

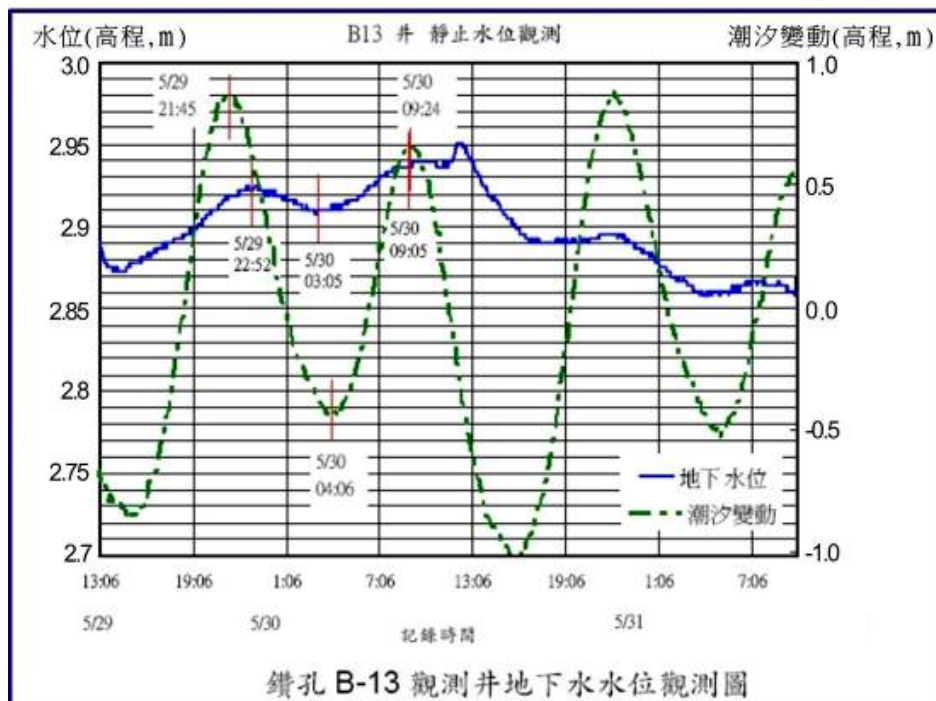
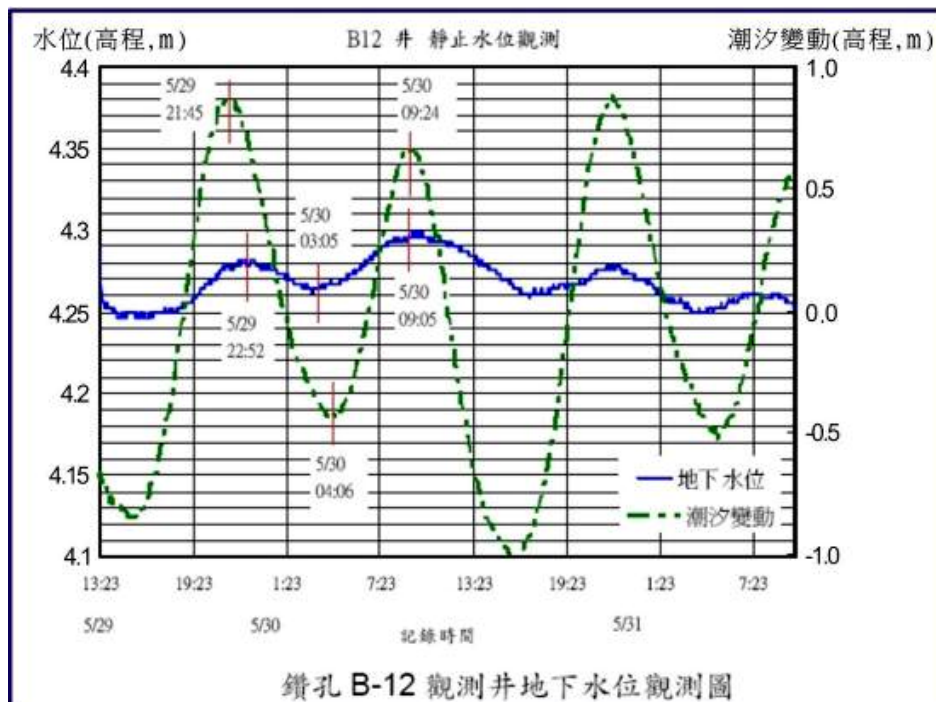


圖 2.3.2-4 觀測井地下水位觀測圖

第 2 次審查意見

請依答復說明及相關修正或補充，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。

第 2 次審查意見答復說明
相關修正或補充請參考附件 02-26-B。
第 3 次審查意見
請將意見回覆妥適納入修正報告中。
第 3 次審查意見回覆
依照審查意見辦理。
第 4 次審查意見
同意答覆。

編 號	02-27-038	分 組	審 查 代 碼	章 節	頁 碼	狀 態
		場 址	S10	2.3		結 案
第 1 次審查意見						
請就下列有關地下水位觀測及相關評估之意見逐項釐清說明：						
1.因僅有場址附近之地下水位觀測資料，故圖 2.3.2-1 之地下水流向圖並無意義，可針對場址附近繪等水位線圖即可。但表 2.2.1-1 中顯示基地（用過核子燃料乾式貯存場）場址地下水位高程介於 2.47~4.8 m 間，有約 2.4 m 之差距，顯示地下水流向複雜或為多層混合水位，尚待進一步探討，其中 B6、B8 水位最低又位於內陸，其原因為何？又 B3、B10 鑽孔深度較深，表 2.3.2-1 註釋中表示 B3 孔呈湧水現象，請進一步說明細節與原因。						
2.圖 2.3.2-4 觀測井水位及潮位標示有誤，請以絕對高程非用距地表高程表示。另表 2.3.2-1 中之地下水位觀測資料僅為 5~6 月份之資料，依臺灣地區豐枯水季特性，每年 4 月份為地下水位最低時，而 9~10 月份水位相對較高，尤其暴雨時在此三面環山之地形下其地下水位可能較平日高 1~2 m 以上，甚至更多。報告中僅根據短期觀測資料推估地下水位約位於地表下 7 m 及後續進行土壤液化潛能之評估，偏不保守。						
第 1 次審查意見答復說明						

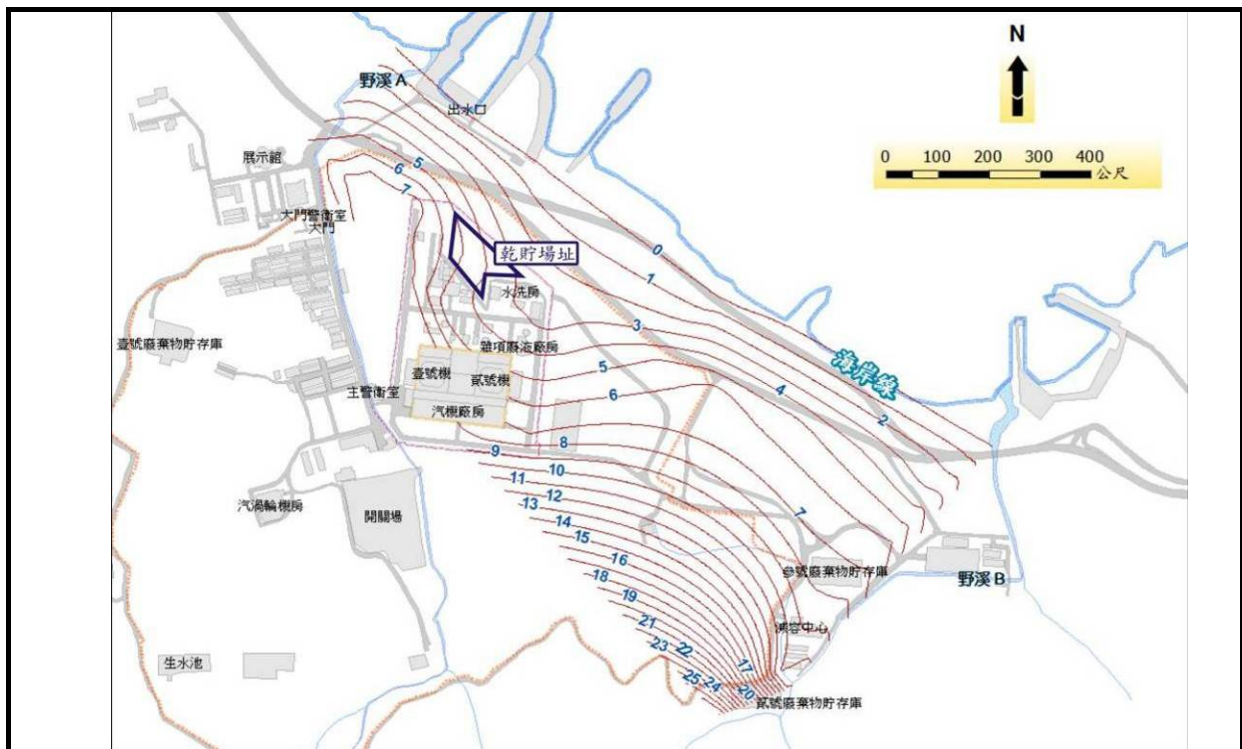
1. 感謝委員寶貴意見。誠如委員所言，因場址岩層部分主要為砂岩夾頁岩，因各井深淺不一，部分因阻水頁岩夾層之影響而略有受壓含水層行為，部分則因貫穿頁岩而量測到混合含水層系統之行為。惟在本公司場址調查之等效孔隙模式分析已夠初步掌握流況之用。表 2.3.2-1 註釋為誤植，B3 孔無湧水現象。
2. 圖 2.3.2-4 已修改如 02-26 審查意見回覆附圖。計畫已考慮土壤液化對於場地影響，故將混凝土基座設計為基樁基座，以 27 支直徑 1.8m 的基樁打入岩盤 1.8m 深，可防止土壤液化後的基座沈陷現象，此外，液化潛能評估時，已保守地將地下水位提高至地表下 6m 處進行分析。

第 2 次審查意見

1. 內陸地下水水位較低之原因未做說明，以及仍需有豐水期之地下水水位觀測資料佐證據以計算液化潛能。
2. 此處之集水區面積與前述不同，請說明其差異性。另補充場區東西側排水溪流通洪斷面之水理檢算。

第 2 次審查意見答復說明

1. 本乾貯場址下覆岩層主要為砂岩夾頁岩，部分受阻水頁岩夾層影響而略有受壓含水層行為，部分則因貫穿頁岩而量測到混合含水層行為，又因各井深淺不一，造成靠近場址東南側部分鑽孔地下水位較深的局部現象，本公司已依據 2012 年完成的「建立核能電廠廠區地下水傳輸基準版概念模式」報告，其參考 WESTON「核二廠地下水及核種傳輸監測系統之建立」計畫、本乾貯計畫所安裝監測井之地下水位觀測紀錄，及 2011 年核二廠區監測井現地量測，繪製核二廠區地下水位高程分布如下圖，較具代表性。



2. 相關修正或補充請參考附件 02-27-B。

第 3 次審查意見

審查意見答覆：表 2.3.2-1 註釋為誤植，B3 孔無湧水現象。然報告並未更改。另審查意見答覆：WESTON「核二廠地下水及核種傳輸監測系統之建立」計畫、本乾貯計畫所安裝監測井之地下水位觀測紀錄，及 2011 年核二廠區監測井現地量測，繪製核二廠區地下水位高程分布如下圖，較具代表性。為何其較具代表性？請將相關地下水位觀測紀錄資料補附於修正報告中。

第 3 次審查意見回覆

已於報告中修正委員指正的錯誤。

另，修正版報告所附核二廠區地下水位高程分布圖，係參考 1988 年 WESTON「核二廠地下水及核種傳輸監測系統之建立」計畫的水位量測數據、2007 年本乾貯計畫所安裝監測井之地下水位觀測紀錄，以及 2011 年本公司「建立核能電廠廠區地下水傳輸基準版概念模式」計畫於核二廠區監測井的現地量測數據繪製而成，涵蓋核二廠區較廣範圍且時間長，比較能代表核二廠區地下水位高程分布情況。

2011 年本公司「建立核能電廠廠區地下水傳輸基準版概念模式」計畫地下水位量測結果與 WESTON 公司觀測資料平均值如下表(已補附於修正版報告

中，如表 2.3.2-2)，修正版報告中的表 2.3.2-1 為本乾貯計畫水位觀測資料。

表 2.3.2-2 本公司地下水位量測結果與 WESTON 公司觀測資料平均值比較

反應器區										
井 號	RW1-A	RW2-A	RW2-B	RW3-A	RW3-B	RW4-A	RW4-B	RW5-A	RW5-B	RW6-A
1998/6 平均	8.985	2.450	8.626	4.435	6.984	2.224	2.971	5.422	2.946	5.110
2011/04/21、26	9.22	1.93	8.08	2.93	6.8	1.89	2.5	2.4	4.67	5.48
井 號	RW6-B	RW7-A	RW7-B	RW8-A	RW8-B	RW9-A	RW9-B			
1998/6 平均	7.335	6.262	井中無水	6.293	3.763	4.347	6.244			
2011/04/21、26	6.78	4.68	5.09	2.99	5.2	當日無法量測	6.46			
廢料貯存庫區										
井 號	SW1-A	SW1-B	SW2-A	SW2-B	SW3	SW4	SW5	SW6-A	SW6-B	SW7
1998/6 平均	10.822	11.222	10.793	9.957	11.577	25.975	17.698	21.082	28.605	14.087
2011/04/21、26	10.42	11.99	10.41	9.6	無法取得井位	26.31	18.65	無法取得井位	無法取得井位	13.57
井 號	SW8-A	SW8-B	SW9-A	SW9-B	SW10					
1998/6 平均	8.522	無記錄	3.560	5.995	27.373					
2011/04/21、26	8.42	8.34	3.48	5.22	無法取得井位					
全 廠 區										
井 號	PW1-A	PW1-B	PW2	PW3	PW4	PW5	PW6	PW7	PW8	PW9
1998/6 平均	3.990	4.870	7.873	20.852	10.363	22.807	48.165	93.888	31.577	72.082
2011/04/21、26	2.82	4.37	7.14	20.65	9.95	22.58	49.06	無法取得井位	31.34	70.94
井 號	PW10-A	PW10-B	PW11-A	PW11-B	PW12					
1998/6 平均	2.972	3.310	5.138	5.265	6.642					
2011/04/21、26	2.73	2.91	4.72	4.74	5.11					

單位：公尺

第 4 次審查意見

第二及三次意見中，重點不在於平均或短期之地下水位，是要探討在豐水期（或暴雨情況），其地下水位短期之上升高度，是否會在地表下 6 米以上，如有此情況針對土壤液化需審慎評估，但報告中並未有此資料。

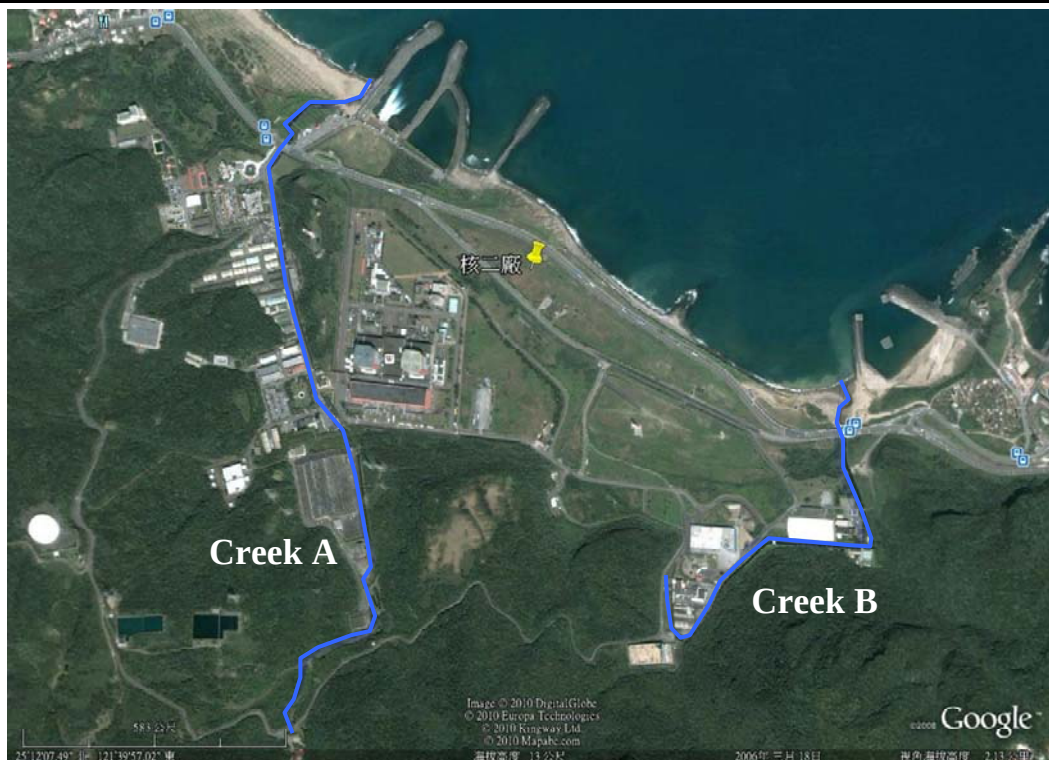
第 4 次審查意見回覆

本公司於 2013 年已針對場址地下水位進行補充量測，測得水位多在地下 8 米附近，場址液化評估採 6 米進行計算已為相對保守。未來在豐水期(或暴雨情況)以及乾貯設施建造階段，本公司將持續進行地下水位的量測，結果將提供後續因應評估。

第 5 次審查意見

無新增意見。請台電公司後續所執行之地下水水位觀測計畫，若有地下 6 公尺水位之假設不夠保守之新事證，應即進行液化潛能評估，即需隨之重新評估。

編 號	02-28-039	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S07、S10	2.3	2.3.3-1	結案
第 1 次審查意見						
洪水推估僅以近 15 年最大年降雨及採用無因次降雨強度公式推算，此方法不保守，原因為資料過短、且無因次降雨強度計算較 Hornor 公式所計算為小。另外洪峰流量之推估方法(合理化公式或三角形單位歷線等)未見說明，其次為因應複合型災害，對於有坡地河川還需加上含砂量，方為設計流量，故此部份仍需評估。另前述流量對東西側排水小溪之通水能力仍需加以檢算（以最高潮位進行水理檢討）。並請提供最大洪水量(PMF)之推求方法與細節。						
第 1 次審查意見答復說明						
依據核二廠周圍雨量站之降雨量資料，建立近五年與近十年之年平均降雨量，並就 25 年(區域排水設施)、10,000 年(場區主要排水渠道)之重現期距 T(回歸週期)計算其個別之降雨強度 I，俾利後續與現有排水設施之設計條件或現況進行比較之用。 查中央氣象局各雨量站，核二廠附近之雨量站共計有金山、基隆等兩個雨量站，分別距核二廠 5.23、9.36 km，核二廠之平均海拔高度 12m，上述兩個測站之海拔高度，與核二廠海拔高度相近，故使用金山、基隆兩個測站之降雨量資料，依據兩測站近 15 年之逐月降雨量資料可知金山測站近五年、近十年、近十五年之年平均降雨量分別為 3202.7、3083.5、3078.1 mm；基隆測站近五年、近十年、近十五年之年平均降雨量分別為 4078.6、3955.3、3940.7 mm(中央氣象局原始資料)。 假設核二廠降雨量與金山、基隆兩測站之水平距離平方呈反比 $(P \propto \frac{1}{R^2})$，則可得到核二廠之近五年、近十年、近十五年之年平均降雨量分別為 3202.7、3083.5、3078.1 mm。 由下圖核二廠排水渠道配置圖可知，核二廠的主要排水幹道有兩條-西側排水渠道(Creek A)與東側排水渠道(Creek B)。						



核二廠排水渠道配置圖

依據核二廠最終安全分析報告(Final Safety Analysis Report, 以下簡稱 FSAR)2.4.3 小節可知核二廠之洪峰流量是以合理化公式 $Q=1/3.6CIA$ 估計(詳 FSAR 2.4.3.3 小節), 逕流係數 C 在設計時取 0.6, 集水面積在排水渠道 A(至基金公路交叉口, 以下簡稱 A*點)、排水渠道 A(至出海口)與排水渠道 B(至出海口)分別為 1.15、1.86、1.50 km^2 , 集流時間 t_c 分別為 0.11 hr(6.6 mins) 、0.18 hr(10.8 mins)、0.15 hr(9 mins)。

降雨強度採用最大可能降雨強度, 即 $I=241 \text{ mm/hr}$ (基隆測站, 10,000 年重現期距之每小時最大降雨量), 由於排水渠道 A 之集流時間僅為 0.11 hr(至 A*), 不到一小時, 故不能直接引用 $I=241 \text{ mm/hr}$, 需經過不同降雨延時(集流時間)與降雨強度之間關係加以修正, 對於排水渠道 A(至 A*)、排水渠道 A(至出海口)與排水渠道 B(至出海口)分別為 $R_{0.11}/R_1=1.95$ 、 $R_{0.18}/R_1=1.85$ 、 $R_{0.15}/R_1=1.90$ 。

依據上述方法可得設計排水渠道 A(至 A*)之洪峰流量 $Q=1/3.6CIA=1/3.6*0.6*(241*1.95)*1.15=90 \text{ cms}$, 同理, 亦可算出排水渠道 A(至出海口)與排水渠道 B(至出海口)之設計洪峰流量分別為 138 與 114 cms。各項設計參數茲整理如表一所示。

表一 核二廠排水渠道設計參數總覽

排水渠道	A	A	B
出水口	A*至基金公路	至出海口	至出海口
集水面積(km ²)	1.15	1.86	1.50
逕流係數 C	0.6	0.6	0.6
最大可能降雨強度 I(mm/hr)	241	241	241
集流時間/降雨延時 tc(hr)	0.11	0.18	0.15
R _{tc} /R ₁	1.95	1.85	1.90
I* R _{tc} /R ₁ (mm/hr)	469.95	445.85	457.9
設計洪峰流量(cms)	90	138	114

依據前述蒐集資料，若以基隆測站之降雨量為核二廠設計之基準，亦即基隆測站近五年、近十年、近十五年之年平均降雨量分別為 4078.6、3955.3、3940.7 mm，再依據水土保持技術規範第十六條無因次降雨強度公式推估降雨強度：

$$\frac{I_t^T}{I_{60}^{25}} = (G + H \log T) \frac{A}{(t + B)^C} \quad \dots\dots(1)$$

$$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{25.29 + 0.094P} \right)^2 \quad \dots\dots(2)$$

$$A = \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31P} \right)^2 \quad \dots\dots(3)$$

$$B = 55 \quad \dots\dots(4)$$

$$C = \left(\frac{P}{-381.71 + 1.45P} \right)^2 \quad \dots\dots(5)$$

$$G = \left(\frac{P}{42.89 + 1.33P} \right)^2 \quad \dots\dots(6)$$

$$H = \left(\frac{P}{-65.33 + 1.836P} \right)^2 \quad \dots\dots(7)$$

式中，T：重現期距(年)，

t：降雨延時或集流時間(分)，

I_t^T ：重現期距T年，降雨延時t分鐘之降雨強度(公釐/小時)，

I_{60}^{25} ：重現期距25年，降雨延時60分鐘之降雨強度(公釐/小時)，

P：年平均降雨量(公釐)，

A、B、C、G、H：係數。

基隆測站最以近五年之年平均降雨量 4078.6 mm 為最大，以此降雨量依

據無因次降雨強度公式計算排水渠道 A 與 B 之 10,000 年重現期距之降雨強度與洪峰流量如表二所示。

表二 以基隆測站近五年之年平均降雨量計算排水渠道之洪峰流量

排水渠道	A	A	B
出水口	A*	出海口	出海口
重現期距 T(yrs)	10000	10000	10000
降雨延時 t(mins)	6.6	10.8	9
年平均降雨量 P(mm)	4078.6	4078.6	4078.6
A	14.41071	14.41071	14.41071
B	55	55	55
C	0.54352	0.54352	0.54352
G	0.55649	0.55649	0.55649
H	0.30190	0.30190	0.30190
I_{60}^{25} (mm/hr)	99.59989	99.59989	99.59989
I_t^T (mm/hr)	269.64	260.15	264.1
逕流係數 C	0.6	0.6	0.6
集水面積(km ²)	1.15	1.86	1.5
洪峰流量(cms)	51.7	80.6	66

比較表一及表二可知，以基隆測站近五年之年平均降雨降計算之降雨強度與洪峰流量並未超過 FSAR 內排水渠道之設計降雨強度與洪峰流量。

依據中央氣象局資料，基隆測站近十五年內最大年平均降雨量為 1998 年的 5438.1 mm，以此降雨量依據無因次降雨強度公式計算排水渠道 A 與 B 之 10,000 年重現期距之降雨強度與洪峰流量如表三所示。

表三以基隆測站近 15 年內最大年平均降雨量(1998 年)
計算排水渠道之洪峰流量

排水渠道	A	A	B
出水口	A*	出海口	出海口
重現期距 T(yrs)	10000	10000	10000
降雨延時 t(mins)	6.6	10.8	9
年平均降雨量 P(mm)	5438.1	5438.1	5438.1
A	13.2165379	13.2165379	13.2165379
B	55	55	55
C	0.52525	0.52525	0.52525
G	0.55868	0.55868	0.55868
H	0.30058	0.30058	0.30058

$I_{60}^{25}(\text{mm/hr})$	102.75459	102.75459	102.75459
$I_t^T(\text{mm/hr})$	274.6	265.25	269.15
逕流係數 C	0.6	0.6	0.6
集水面積(km^2)	1.15	1.86	1.5
洪峰流量(cms)	52.6	82.2	67.3

比較表一及表三可知，以基隆測站近 15 年內最大年平均降雨量(1998 年)計算排水渠道之降雨強度與洪峰流量並未超過 FSAR 內排水渠道之設計降雨強度與洪峰流量。

依據水土保持技術規範第十八條 逕流係數推估逕流係數 C 值得參考表四，但開發中之 C 值以一·〇計算。

表四 水土保持技術規範建議之逕流係數 C

集水區 狀 況	陡峻 山地	山嶺區	丘陵地或 森林地	平坦 耕地	非農業 使 用
無開發整地區之 逕流係數	〇·七五 ~ 〇·九〇	〇·七〇 ~ 〇·八〇	〇·五〇 ~ 〇·七五	〇·四五 ~ 〇·六〇	〇·七五 ~ 〇·九五
開發整地區整地 後之逕流係數	〇·九五	〇·九〇	〇·九〇	〇·八五	〇·九五 ~ 一·〇〇

查排水渠道 A 與排水渠道 B 之集水區絕大部分之面積皆為未開發之丘陵地或森林地(如圖所示)，約莫 1/4 之面積則為廠區內各項設施，於表四可歸類為開發後之「非農業使用」的土地，則整個廠區之逕流係數 $0.625 \times 3/4 + 0.975 \times 1/4 = 0.71$ ，表二及表三則假設 $C=0.6$ ，故將表二及表三之逕流係數以 0.71 計算，即各洪峰流量 $\times 0.71 / 0.6 = 1.1833$ 倍，加成後之各項洪峰流量亦不超過 FSAR 內之設計洪峰流量。

第 2 次審查意見

請依答復說明及相關修正或補充，提出本章節報告修正版，供複審作業查核。

第 2 次審查意見答復說明

相關修正或補充請參考附件 02-27-B。

第 3 次審查意見

回復意見請與修正報告內容一致，本意見之重點在於檢核目前設計之排水渠道斷面是否能負荷此設計流量。

第 3 次審查意見回覆

核二廠排水渠道斷面能否負荷設計流量之檢核計算，係依據本公司於 2010 年完成「核二廠放射性廢棄物貯存設施對防洪及防水評估報告」，並於第一次審查意見回覆時，將該報告重點予以摘述。而在修正版報告中，為了前後敘述的一致性，將第一次審查意見回覆內容再予精簡，由於本章旨在場址特性之敘述，因此於修正版報告中省略計算公式，但是內容大致相同。重新檢視報告後，增加圖 2.3.3-1 與表 2.3.3-1，以及部分內容。

第 4 次審查意見

請提供該兩渠道之原始設計斷面、設計坡度及流速等，並據以探討是否容許報告中所述之頻率排水？

第 4 次審查意見回覆

A 排水渠道在廠區大門區段斷面上寬約 6m、底寬約 4m、高約 5m，如附照 02-28-1；在出口區段斷面上寬約 9m、底寬約 8m 如附照 02-28-2，平均坡度約 2.48%，參照本公司「核二廠放射性廢棄物貯存設施對防洪及防水評估報告」，A 排水渠道之設計可容許 10,000 年重現期距降雨強度之排水。



照片 02-28-1 A 排水渠道流出廠區處斷面



照片 02-28-2 A 排水渠道出口處斷面

第 5 次審查意見

無新增意見。

編 號	02-29-040	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
		場址	S07	2.3	2.3.4-1	結案
第 1 次審查意見						
附近居民飲用水調查結果，請將與場址較相關之地表水及地下水使用情況標示於適當之圖面。						
第 1 次審查意見答復說明						
核二廠區附近居民飲水調查成果來自本公司「台灣北部地區居民生活環境與飲食習慣調查總結報告」，該報告調查僅統計居民各式引水來源戶數，另從資料顯示：飲用溪水與抽水井的明顯減少，改飲用自來水為主。						
第 2 次審查意見						
因此一資訊與地下水使用安全有關，仍請將與場址較相關之地表水及地下水使用情況標示於適當之圖面。						

第 2 次審查意見答復說明

本公司委託調查「台灣北部地區居民生活環境與飲食習慣調查總結報告」，所得資料在於顯示核二廠區附近居民飲用水調查，偏向於統計居民各式引水來源戶數，作為環境輻射監測評估時食用因素之用，核二廠周圍屬於低密度人口區，居民若有使用地表水地下水也離場址甚遠，對場址應無影響。

第 3 次審查意見

請台電公司依將地表水及地下水使用情況(合法水權部分)標示於適當之圖面。

第 3 次審查意見回覆

依據本公司委託調查完成「台灣北部地區居民生活環境與飲食習慣調查總結報告」內容，並無地表水及地下水使用情況之圖面資料。另有關附近居民飲用水情形(合法水權部分)，經電洽自來水公司表示，核二廠臨近地區居民飲用水均以自來水為主。

第 4 次審查意見

請提供佐證資料。

第 4 次審查意見回覆

本公司行文自來水公司獲得回覆資料如後附，經檢視，核二廠區暨鄰近村里皆設置自來水管路，上述地區住民的日常生活用水均係以自來水為主。

正本
已掃描可供線上簽核
發文方式：郵寄

檔 號：

保存年限：

台灣自來水股份有限公司第一區管理處萬里金山營運所
函

20745台北縣萬里鄉瑪路路54巷20號
聯絡方式：傳真 02-24926176
承辦人 蔡達財
電話 02-24922415分機18
電子信箱 0727@mail.water.gov.tw

受文者：臺灣電力股份有限公司

發文日期：中華民國102年2月22日
發文字號：台水一萬字第10200001680號
類別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：詳如說明

主旨：有關 貴處欲挖掘「新北市萬里區野柳里、大鵬里、磺潭里、
龜吼里、雙興里附近設施管路」地段函請配合套繪管線位置
圖乙案，詳如說明，復請 查照。

說明：

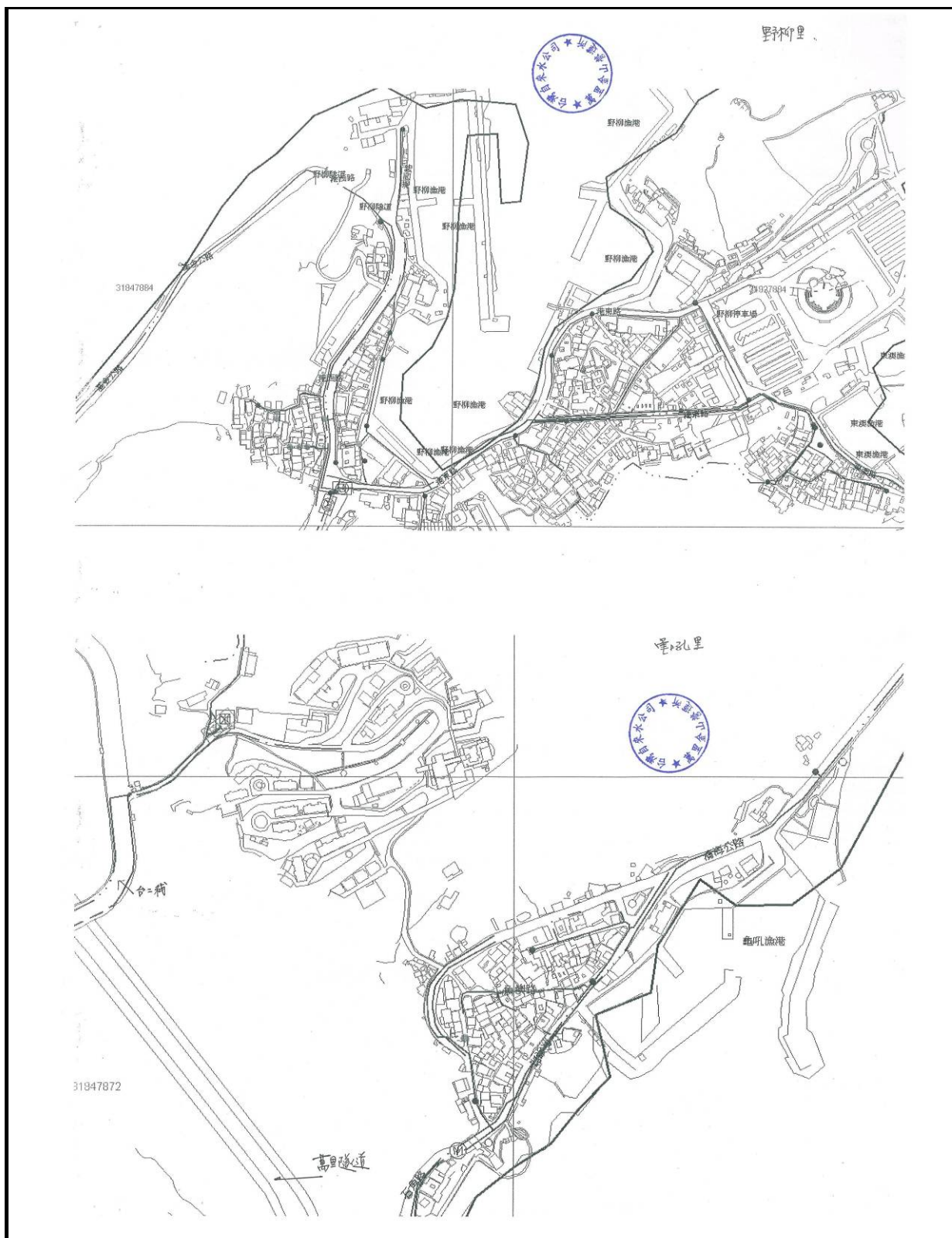
- 一、依 貴公司102年2月7日電核端字第1028012780號函辦理。
- 二、所提供套繪管線位置圖因地形變更恐與現況有所誤差，施工
前先請通知本所會勘亦請注意謹慎辦理。
- 三、檢送管線位置圖貳份，僅供參辦



正本：臺灣電力股份有限公司
副本：本區管理處、本所綜合股

主任 蔡明德

本案依照分層負責授權主任決行



第 5 次審查意見

無新增意見。

編號	02-30-041	分組	審查代碼	章節	頁碼	狀態
----	-----------	----	------	----	----	----

		場址	F07	2.2.3	2.2.3-2	結案
第 2 次審查意見(新增)						
請台電公司依照國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案總檢討報告，對核二廠用過核子燃料乾貯設施安全分析報告場址特性描述章節有關內容作修正補充。 另有關核二廠鄰近地區海嘯分析，依核四建廠前曾委託成功大學台南水工試驗所於 72 年完成的「台灣電力公司核能四廠海嘯研究報告」，引述其推算 50 年復現其間海嘯強度 $m=2.257$(相當於地震規模 7.93)情形下，海嘯溯上高度為 7.02m。惟該報告以 100 年及 200 年復現期之推算並未納入分析檢討，其中 200 年復現期之推算海嘯溯上高度達 24.81m。亦請補充說明。						
第 2 次審查意見答復說明						
有關成功大學水工試驗所於民國 72 年進行之海嘯評估，因受限於當時研究規模與時程，未能進行較周延分析，也因此成大已於該報告書說明相關模擬計算僅供參考(成大 100/10/31 新聞稿，如附件 02-30-B，說明民國 72 年之研究中，100 年及 200 年復現週期海嘯之推估過程略有瑕疵)。 核二廠建廠時，預防海嘯採用之設計高程，為 10.28m (9 m 海嘯高度加上 1.28 m 之最大潮汐高度)，預測造成最大海嘯 9 m 係為參考歷史海嘯事件暨文獻蒐集資料後的保守預測。 福島事件後，本公司於 101 年 04 月完成「核能電廠海嘯總體檢評估」報告，報告結論顯示海嘯溯上高度在 EL 4.37~EL 4.66m 之間不等，低於核二廠區平均高程 12m。 本公司謹慎面對海嘯問題，已考慮核二廠海嘯設計高程 10.28m 再加上 6m 安全餘裕情節，經過初步分析，本乾貯設施仍不受到影響，相關內容請參考 2-19 回覆。						
第 3 次審查意見						
同意答覆，相關意見合併於 02-19 處理。						