

出國報告（出國類別：開會）

電廠低放射性廢棄物盛裝屏蔽容器 巡查/稽查會議

服務機關：台灣電力公司核能後端營運處

姓名職稱：黃秉修資深專業工程師

陳智隆課長

董書豪專員

派赴國家/地區：德國

出國期間：111年11月6日～111年11月15日

報告日期：111年12月08日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：電廠低放射性廢棄物盛裝屏蔽容器巡查/稽查會議

頁數_19_ 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

台灣電力公司/ 陳德隆/ (02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

台灣電力公司/ 黃秉修/ (02)2365-7210#12323

台灣電力公司/ 陳智隆/ (02)2365-7210#12333

台灣電力公司/ 董書豪/ (02)2365-7210#14161

出國類別：1 考察 2 進修 3 研究 4 實習 5 開會 6 其他

出國期間：111.11.6~111.11.15

派赴國家/地區：德國

報告日期：111 年 12 月 08 日

關鍵詞：9 公尺自由墜落試驗、品質稽查

內容摘要：(二百至三百字)

此次赴德國 GNS 公司進行「電廠低放射性廢棄物盛裝屏蔽容器」案之品質稽查工作並見證 T1-Box 的 9 公尺自由墜落試驗。9 公尺自由墜落試驗停留檢驗見證於 IABG 試驗場進行，試驗過程同時有 GNS 公司聘請的第三方監督 TÜV 人員全程確認試驗程序符合試驗計畫要求，試驗結果仍需待 GNS 公司完成第二種(T1-Box 1 公尺高度墜落於鋼棒)及第三種墜落(500 公斤鋼板 9 公尺高度墜落於 T1-Box)並執行第二次容器滲漏緊度試驗後，方能確認。在 GNS 公司的品保稽查作業上，GNS 公司非常完善地準備本次稽查作業所需之品保文件資料，並派遣各領域技術團隊與品保團隊參與本次稽查作業，現場釐清各項稽查過程中的疑慮，讓整個品保稽查作業可順利完成，稽查結果良好，且符合 GNS 公司提出之品保作業。

目錄

壹、 目的.....	1
一、 T1-Box 的 9 公尺自由墜落試驗見證	1
二、 GNS 文件品保稽查會議.....	1
貳、 過程.....	2
參、 工作內容.....	3
一、 T1-Box 的 9 公尺自由墜落試驗見證	3
二、 GNS 公司文件品保稽查會議.....	10
三、 稽查結果.....	14
肆、 心得與建議.....	19
一、 心得.....	19
二、 建議.....	19

圖目錄

圖 1 放射性物質、包裝及包件之規定.....	3
圖 2 T1-Box 試驗試驗順序及進度	5
圖 3 T-Box 噴灑試驗、貫穿實驗、浸水試驗、堆積試驗及 30 公分自由墜落試驗	6
圖 4 T1-Box 運輸包件吸震器結構強化示意圖	8
圖 5 9 m 自由墜落方向研究-數值方式	8
圖 6 T1-Box 之 9 m 自由墜落試驗結果	9

表目錄

表 1 德國稽查行程.....	2
表 2 T1-Box 需求試驗及量化準則	4
表 3 台電核後端處赴德國 GNS 公司品質巡查表.....	11
表 4 T-Box 試驗場所.....	13
表 5 德國 GNS 公司採用之數值分析工具.....	14

壹、目的

德國核能服務公司(Gesellschaft für Nuklear-Service, GNS)透過公開競標，於 2019 年 12 月 19 日取得台電公司「核電廠除役低放射性廢棄物盛裝容器研發」案合約，並執行命名為 T-Box 系列容器開發、設計、原型製造、試驗、申照、國內試運轉與教育訓練等工作，此案原契約執行期間為 1,460 個日曆天，惟受到全球 COVID-19 影響，故展延總執行期間為 1,700 個日曆天。此案執行至今，已完成容器設計、原型製作與大部分實體測試，其中工業二型 T2-Box 至 T5-Box 已完成所有試驗項目，包含噴灑試驗、貫穿試驗、堆積試驗與 30 公分自由墜落試驗，而 T1-Box 已完成噴灑試驗、貫穿試驗、堆積試驗、浸水試驗，目前執行自由墜落相關試驗與熱體試驗，本次前往 GNS 為 T1-Box 的 9 公尺墜落試驗停留見證點(Hold Point)進行見證。

此次「低放射性廢棄物盛裝屏蔽容器巡查/稽查會議與實體測試驗證」作業，由核能後端營運處(以下簡稱後端處)黃秉修專業工程師帶隊，參與稽查成員包含後端處陳智隆課長、核能安全營運處董書豪專員。本次稽查行程除執行本案相關品保文件稽查作業外，亦由 GNS 公司安排前往 IABG 試驗場見證 T1-Box 的 9 公尺自由墜落試驗，工作內容概述如下：

一、 T1-Box 的 9 公尺自由墜落試驗見證

見證 T1-Box 自由墜落試驗，包括前置準備作業、執行過程見證與試驗後成果查驗。

二、 GNS 文件品保稽查會議

稽查 GNS 執行計畫期間之品保文件，確認文件完整性與是否有依規定之程序執行。

貳、過程

此次稽查作業時間為 111 年 11 月 6 日至 111 年 11 月 15 日，共計 10 日，主要停留在德國埃森，稽查行程如表 1 所示。

表 1 德國稽查行程

時間	地點	工作內容
11 月 6 日(日)	台灣至德國	去程
11 月 7 日(一)	台灣至德國	去程
11 月 9 日(二)	德國利希特瑙	見證 T1-Box 9 公尺墜落試驗
11 月 10 日(三) 至 11 月 12 日(六)	德國 GNS 公司	品保文件稽查作業 稽查後檢討會議
11 月 13 日(日)	德國法蘭克福	例假日，整理稽查文件
11 月 14 日(一)	德國至台灣	返程
11 月 15 日(二)	德國至台灣	返程

參、工作內容

一、 T1-Box 的 9 公尺自由墜落試驗見證

由於 T1-Box 設計為具備乙型包件(Type B)功能，依據「放射性物質安全運送規則」附件三之「放射性物質、包裝及包件之規定」(行政院原子能委員會，2007 年 12 月)，乙型包件必須通過機械試驗、熱體試驗及浸水試驗，以證明具有承受運送時意外事故狀況(Accident conditions of transport, ACT)之能力；同時亦應通過噴灑試驗、自由墜落試驗、堆積試驗以及貫穿試驗，以證明包件具有承受一般運送狀況(Normal conditions of transport, NCT)之能力。上述試驗中，機械試驗包含第一種墜落、第二種墜落及第三種墜落，本次稽查重點之一，即是見證第一種墜落試驗，亦稱 9 公尺自由墜落試驗。如圖 1 所示。

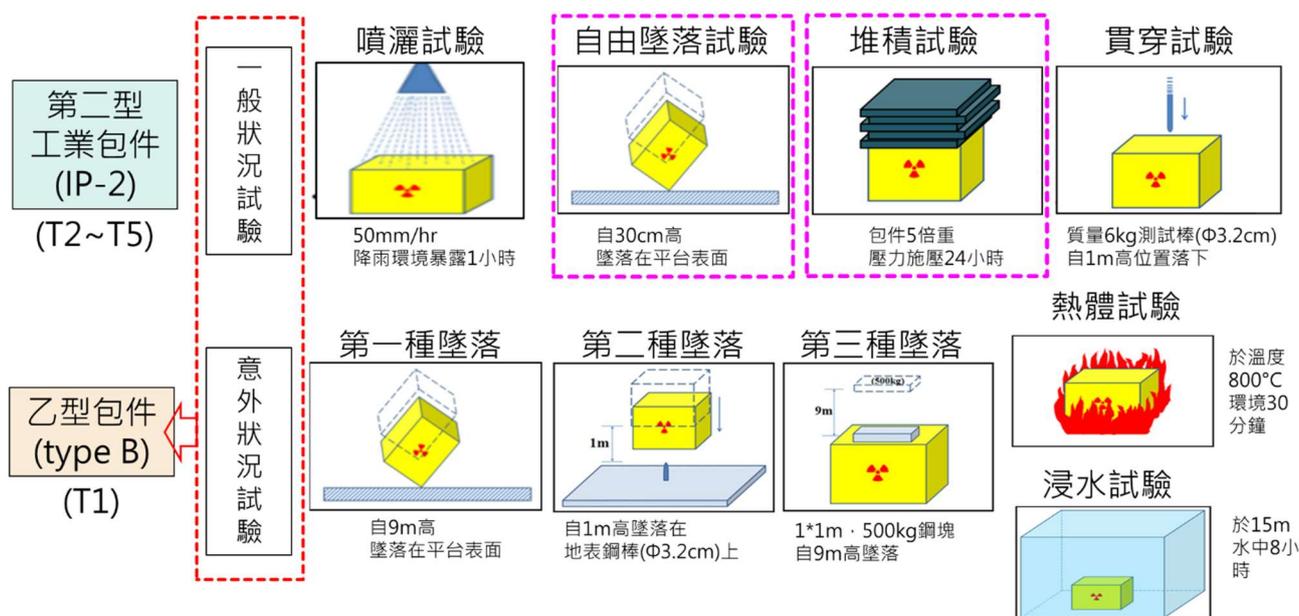


圖 1 放射性物質、包裝及包件之規定

依據「核電廠除役低放射性廢棄物盛裝容器研發」計畫之「1021-TR-0020 T1 容器-T5 容器驗證概念(修訂六版)」(GNS, 2022a)，T1-Box 之試驗項目及對應之接收標準如表 2 所示。GNS 公司之容器試驗順序規劃示於圖 2，目前 T1-Box 已完成噴灑試驗、貫穿實驗、浸水試驗、堆積試驗及 30 公分自由墜落試驗，如圖 3 所示。其中，浸水試驗完成後，已執行滲漏緊度試驗，確認浸水試驗後容器可符合接收標準。文件查驗結果顯示，T1-Box 在水下 15 公尺處放置 8 小時後，仍維持容器完整性，滲漏率未超過 $10^{-5} \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 2 T1-Box 需求試驗及量化準則

情境	試驗項目	法規要求	驗證說明	接收標準	量測方法
一般運送狀況 (NCT)	噴灑試驗	容器總質量未增加，對後續試驗容器完整性未受損害。	在試驗前後利用同一組吊秤對容器進行稱重，在容許誤差範圍內，總重量應無差異。	0 kg ± 秤重設備容許誤差 (20 kg)	以吊秤稱重。
	堆積試驗	容器無塑性變形	使用摺尺及水準板作為輔助儀器，於試驗前後檢查尺寸及表面平整度。	0 cm ± 量測設備容許誤差	使用校正過的摺尺及水準板作為輔助量測工具。
	貫穿試驗	圍阻無鋼條突出	試驗前後對容器外表面進行目視檢查，材料表面不應檢測到裂紋，表面變形是可以接受的。	不允許有裂紋，表面變形是可接受的。	外表面目視檢測 (試驗前後)
意外事故狀況 (ACT)	自由墜落試驗	確認 $\leq 10^{-6} A_2$ /小時	墜落試驗之後，密封障蔽(頂蓋與小頂蓋)進行滲漏緊度試驗。	滲漏率 $\leq 10^{-5} Pa \cdot m^3/s$	第三種墜落試驗之後，密封障蔽(頂蓋與小頂蓋)進行滲漏緊度試驗。
	機械試驗-第一種墜落	確認 $\leq A_2$ /週			
	機械試驗-第二種墜落	確認 $\leq A_2$ /週			
	機械試驗-第三種墜落	確認 $\leq A_2$ /週			
	浸水試驗	確認 $\leq A_2$ /週	密封障蔽(頂蓋與小頂蓋)進行滲漏緊度試驗。	滲漏率 $\leq 10^{-5} Pa \cdot m^3/s$	浸水試驗後，密封障蔽(頂蓋與小頂蓋)進行滲漏緊度試驗。
	熱體試驗	確認 $\leq A_2$ /週	容器冷卻後，進行滲漏緊度試驗，滲漏率不得超過 $10^{-5} Pa \cdot m^3/s$ 。	滲漏率 $\leq 10^{-5} Pa \cdot m^3/s$	熱體試驗之後，密封障蔽(頂蓋與小頂蓋)進行滲漏緊度試驗。

資料來源：GNS, 2022a。

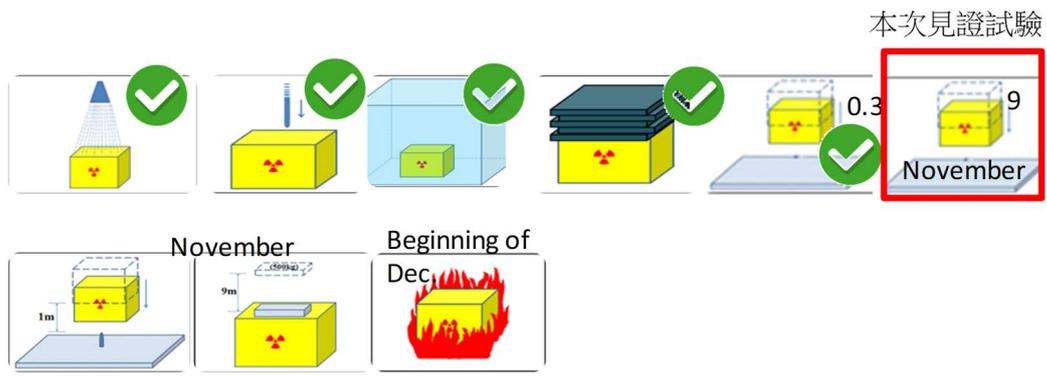


圖 2 T1-Box 試驗順序及進度

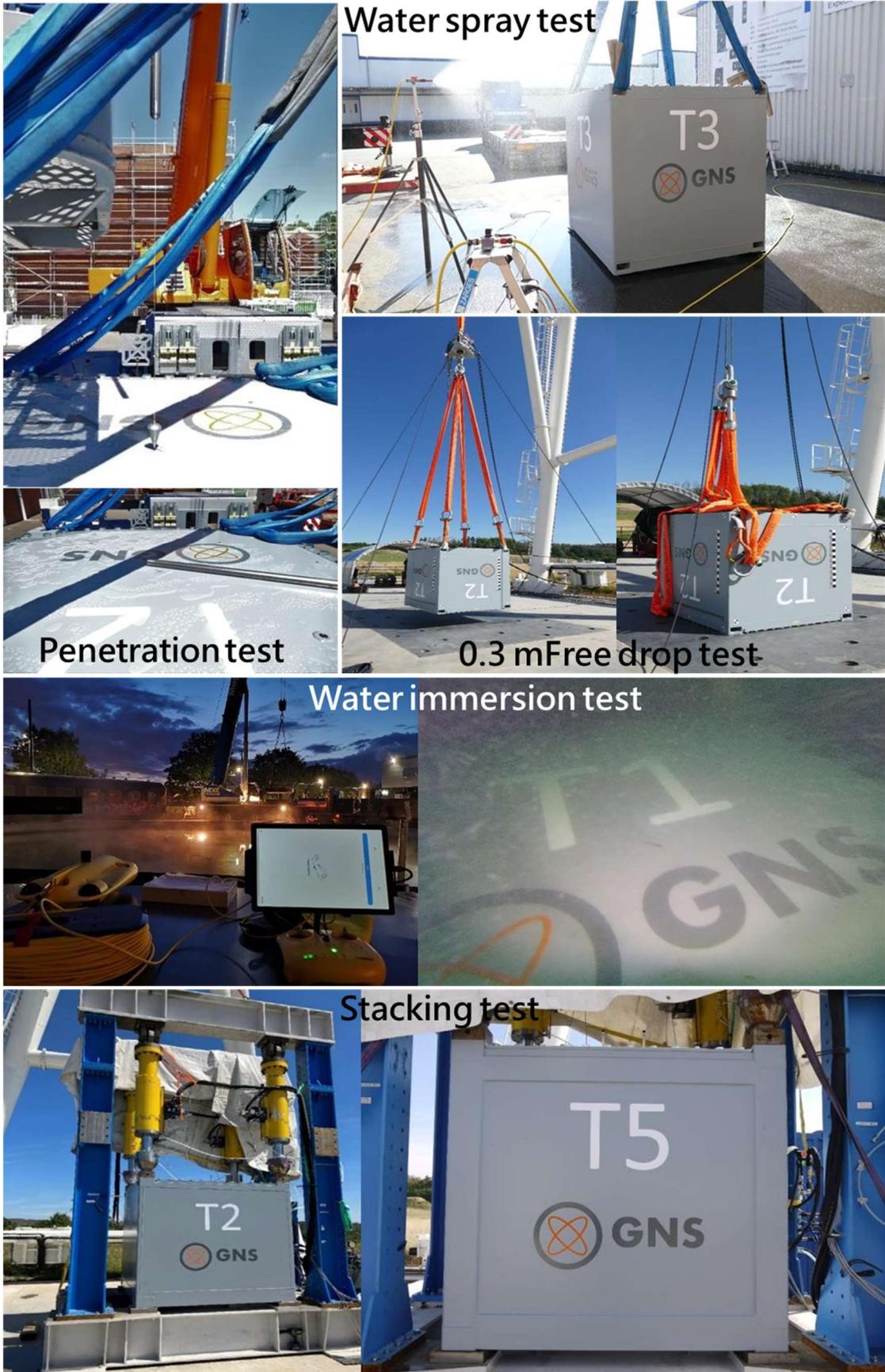


圖 3 T-Box 噴灑試驗、貫穿實驗、浸水試驗、堆積試驗及 30 公分自由墜落試驗

依據試驗規劃順序，T1-Box 將於 30 公分自由墜落試驗以及三種機械試驗完成後，再度執行滲漏緊度試驗，以確認容器符合法規要求，目前完成 30 公分自由墜落試驗以及本次見證之 9 公尺自由墜落試驗，最終驗證作業仍須待第二及第三種墜落試驗完成後，執行驗證之滲漏緊度試驗，以確認 T1-Box 具備承受正常運輸條件 (Normal Condition of Transportation NCT)及運輸意外情況(Accidental Condition of Transportation ACT)之能力。

本計畫之 9 公尺自由墜落試驗於 IABG 位於德國利希特瑙(Lichtenau)之試驗場執行。IABG 為德國知名試驗及技術顧問服務機構，提供汽車、航空、通信安全、太空、交通及能源、環境工程及地理資訊、軍事系統及創新研發等相關服務。IABG 於 2017 成為 GNS 公司合作夥伴，GNS 公司之 MOSAIK® II-15 即在此地執行各項 IAEA 相關試驗，於「核電廠除役低放射性廢棄物盛裝容器研發」計畫中，IABG 並非 GNS 之分包商，GNS 僅向 IABG 租借試驗場地，所有在利希特瑙執行之試驗皆由 GNS 公司指派符合專業資格之員工執行。由於利希特瑙試驗場現場亦有進行其他機敏性試驗計畫，為了保密需求，現場不允許攜入智慧型手機及數位相機，所有照片及影片皆由 IABG 工作人員攝錄並於試驗結束後交付 GNS 公司。

為能承受 9 公尺自由墜落的衝擊能量，故 T1-Box 設計於運輸過程配置衝擊緩衝器，如圖 4 所示。另為利試驗成果評估，試驗時在容器上安裝應變計及加速度計等量測裝置。T1-Box 之起吊工具為一座超過 20 公尺高之門型吊車，此門型吊車上設有兩座有效荷重各 65 噸之吊車。容器下方設有鉛錘，以利試驗人員確認容器底面已升高至墜落高度 9 公尺，另外，為能有效控制高速相機，容器墜落軌跡下方，離地約數十公分處設置線控，容器墜落時將觸碰線控啟動高速相機。根據 GNS 過往經驗，若採用雷射作為啟動裝置，由於雷射對於外部環境過於敏感，容易發生誤觸而啟動高速相機之問題(如雨水)，故採用物理式之線控方式控制高速相機較為理想。



圖 4 T1-Box 運輸包件吸震器結構強化示意圖

依據 GNS 評估，T1-Box 採頂蓋向下墜落方式，對容器之衝擊力最大，故 T1-Box 的 9 公尺自由墜落採頂蓋朝下之平墜方式進行，如圖 5 所示。試驗過程中，由 GNS 公司聘請的第三方監督 TÜV 人員亦在試驗現場全程檢驗試驗程序，以確保符合試驗計畫要求。執行試驗前，TÜV 監督人員必須確認 T1-Box 為水平，T1-Box 吊升後，TÜV 監督人員須確認 T1-Box 已吊升至 9 公尺。容器墜落後，TÜV 監督人員必須進行目視檢查，確認容器內之物體沒有逸散。TÜV 監督人員在所有檢驗點皆有簽名紀錄。

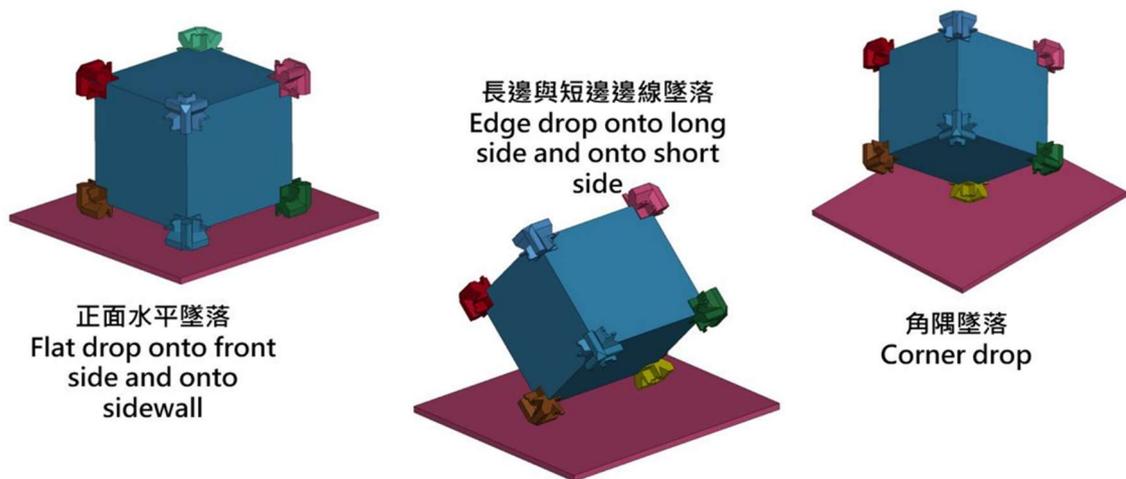


圖 5 9 m 自由墜落方向研究-數值方式

試驗開始前，所有見證人員須移動至距離試驗點約 80 公尺的安全位置，避免試驗中可能噴射的金屬物質或混凝土塊砸傷。容器預定墜落位置四周亦擺放鐵塊，以阻擋容器墜落試驗後可成產生的噴射物。試驗前發出 3 次警報聲響，以提醒現場人員注意，第 3 次警報聲結束後，即開始進行墜落試驗。待容器墜落後，TÜV 監督人員先執行目測檢視，再由工作人員清理現場，見證人員方可進入試驗位置查看試驗結果。

試驗結果如圖 6 所示，容器落地的瞬間，垂直衝擊力將固定於頂部蓋板的兩處衝擊緩衝器從接合點處剪斷，另兩處衝擊緩衝器則出現破損，安裝衝擊緩衝器之頂部蓋板亦產生撓曲變形。而底板處(試驗時方向朝上)的衝擊緩衝器及其蓋板則維持原狀，衝擊緩衝器沒有破損或斷裂，蓋板亦無變形。現場未看到任何容器內之模擬廢棄物體有逸散現象。由上述觀察現象，可知平墜對容器的確產生極大垂直衝擊力，並由衝擊緩衝器吸收大部分衝擊能量(斷裂或變形)。然而，試驗成功與否仍需待 GNS 公司完成第二種(T1-Box 1 公尺高度墜落於鋼棒)及第三種墜落(500 公斤鋼板 9 公尺高度墜落於 T1-Box)並執行第二次容器滲漏緊度試驗後，方能確認容器是否滿足法規要求。



圖 6 T1-Box 之 9 m 自由墜落試驗結果

二、 GNS 公司文件品保稽查會議

GNS 公司執行「核電廠除役低放射性廢棄物盛裝容器研發」案，於 111 年 11 月 9 日至 11 月 12 日，由黃秉修專業工程師帶領技術團隊進行品保稽查作業。稽查前，參與稽查之技術團隊已詳細閱讀 GNS 提供之品質保證手冊 II (Quality Assurance Manual II, QAM II)、品質計畫手冊(Quality Project Manual, QPM)與計畫執行期間產出之成果，稽查內容主要針對品質保證計畫程序、設計管制審核、設計規範變更驗證機制、內部稽查制度與報告、設計圖說簽證、設備校正與矯正行動報告等項目。

本次赴 GNS 公司巡查會議，巡查重點：

1. 關於品質保證：
 - (1) 所有參與項目的人員都接受過 QC 培訓。
 - (2) QC 人員資格確認。
2. 關於設計：
 - (1) 設計單位組織並設立了 QA & QC 程序。
 - (2) 數值分析軟體已經過驗證和有效性確認
 - (3) 數值分析的輸入/輸出經獨立檢查。
 - (4) 數值分析的邊界條件已經獨立檢查和接受。
 - (5) 設計報告和圖紙已經通過 QC 程序審查。
3. 關於製造：
 - (1) 製造商組織已建立 QA & QC 程序。
 - (2) 各類製造技術人員素質優良。
 - (3) 製造技術指標符合設計要求。
 - (4) 制定了 T-box 及配套設備材料、零部件的驗收標準，
 - (5) 驗收標準已執行，並獨立檢查。
 - (6) 建立了 T-box 製造的無損檢測程序和驗收標準。
 - (7) 無損檢測已實施並接受，並由獨立的 QC 人員驗證。
 - (8) 不符合項報告已獨立糾正和驗證
 - (9) 關鍵製造過程已錄影，提供台電及本地廠商。
4. 關於實體測試：
 - (1) 第三方資格確認。
 - (2) T-box 實體測試程序已經建立並獲得第三方認可

- (3) T-box 實體測試的驗收標準已經建立。
- (4) T-box 實體測試已經實施並被第三方接受。

台電核後端處赴德國 GNS 公司品質巡查表如表 3。

表 3 台電核後端處赴德國 GNS 公司品質巡查表

編號 Item No.	「容器研發 案」工作成果 Area	檢核審查要項(未勾選請述明理由) Check Items breakdown	備註 Remark
1	關於品質保證 Regarding to Quality Assurance	<input checked="" type="checkbox"/> 所有參與項目的人員都接受過 QC 培訓。 All people involved in the project have received QC training. <input checked="" type="checkbox"/> QC 人員資格確認。 QC people are well qualified.	
2	關於設計 Regarding to design and Drawings	<input checked="" type="checkbox"/> 設計單位組織並設立了 QA & QC 程序。 QA & QC program has been set up in organization of designers. <input checked="" type="checkbox"/> 數值分析軟體已經過驗證和有效性確認。 The software or Numerical tools have been verified and validated. <input checked="" type="checkbox"/> 數值分析的輸入/輸出經獨立檢查。 Input and output of numeric analysis have been checked independently. <input checked="" type="checkbox"/> 數值分析的邊界條件已經獨立檢查和接受。 The boundary conditions of numeric analysis have been accepted and checked independently. <input checked="" type="checkbox"/> 設計報告和圖紙已經通過 QC 程序審查。 The design reports & drawings have been reviewed through QC procedure.	
3	關於製造 Regarding to manufacture	<input checked="" type="checkbox"/> 製造商組織已建立 QA & QC 程序。 QA & QC program has been set up in organization of manufacturer. <input checked="" type="checkbox"/> 各類製造技術人員素質優良。 The various technicians of manufacturing have been well qualified. <input checked="" type="checkbox"/> 製造技術指標符合設計要求。 The technical specifications of manufacturing meet the requirement or functions of design.	

編號 Item No.	「容器研發案」工作成果 Area	檢核審查要項(未勾選請述明理由) Check Items breakdown	備註 Remark
		<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 制定了 T-box 及配套設備材料、零部件的驗收標準。 Has set up the acceptance criteria of material, parts & components for T-box and ancillary equipment. <input checked="" type="checkbox"/> 驗收標準已執行，並獨立檢查。 The acceptance criteria have been implemented, and checked independently. <input checked="" type="checkbox"/> 建立了 T-box 製造的無損檢測程序和驗收標準。 Has set up non-destructive examination procedure and acceptance criteria for T-box manufacturing. <input checked="" type="checkbox"/> 非破壞檢測已實施並接受，並由獨立的 QC 人員驗證。 Non-destructive examinations have been implemented and accepted, and verified by independently QC people. <input checked="" type="checkbox"/> 不符合項報告已獨立糾正和驗證。 Content of Non-conformance reports have been corrected and re-verified independently. <input checked="" type="checkbox"/> 關鍵製造過程已錄影，提供台電及本地廠商。 The crucial manufacturing procedure has been video-recorded, footage will be provided to Taipower and local manufacturer. 	
4	關於實體測試 Regarding to physical tests	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 第三方資格確認。 The third party for performing physical tests is well qualified. <input checked="" type="checkbox"/> T-box 實體測試程序已經建立並獲得第三方認可。 Procedure of T-box physical tests has been well set up and approved by the third party. <input checked="" type="checkbox"/> T-box 實體測試的驗收標準已經建立。 The acceptance criteria of T-box physical tests have been well set up. <input checked="" type="checkbox"/> T-box 實體測試已經實施並被第三方接受。 T-box physical tests has been implemented and accepted by the third party. 	

編號 Item No.	「容器研發 案」工作成果 Area	檢核審查要項(未勾選請述明理由) Check Items breakdown	備註 Remark
		<input checked="" type="checkbox"/> T-box 實體測試已經實施且測試結果符合驗收標準。 T-box physical tests has been implemented and meet acceptance criteria. <input checked="" type="checkbox"/> T-box 實體測試已做好錄像，並提供給台電核對。 T-box physical tests has been well video-recorded and footage will be provided to Taipower for check.	

稽查前會議，GNS 公司先簡介目前計畫執行進度、品保文件架構，以及所有 T-Box 試驗執行的機構或位置，試驗位置彙整如表 4，同時 GNS 公司說明如何從 GNS 公司的品保表單，追蹤適用的程序或參考基準、負責單位與覆核單位。

表 4 T-Box 試驗場所

試驗項目	試驗地點/機構
噴灑試驗、貫穿試驗	EWB 設施
堆積試驗、墜落試驗	IABG 試驗設施
浸水試驗	NEMO33 設施
熱體試驗	BAM 熱體試驗場

由於不同國家與執行團隊對於核能品保執行與認定方式有些許差異，因此本稽查技術團隊與 GNS 公司品保團隊在稽查過程進行充分的溝通與釐清稽查項目，確保雙方對稽查項目的認定與解釋方向相同。本次稽查作業圓滿結束，GNS 公司執行本委託案過程符合各項品保程序、落實各項表單填寫達到可溯性目標，並且完善執行每年度內部稽核作業，確保 T-Box 設計開發符合本案需求。

德商 GNS 公司採用之數值分析工具為成熟之商業軟體，且通過原程式開發商或品保人員進行 V & V 認證(verification and validation，簡稱 V&V)。

驗證(Verification)：通過提供客觀證據或其他方法而獲得。確認規定的要求已得到滿足(達成規範)；確認(validation)：通過提供客觀證據確認特定預期用途或應用的要求已得

到滿足(達成目標的)。兩者是獨立的過程，可經由觀察、量測、試驗或其他方法而獲得客觀證據。若兩者一起使用，可以用來檢查產品、服務或系統是否滿足需求和規格並且符合其原來預期的目的。這些是品質管理系統（例如 ISO 9000）的關鍵組件。其數值分析應用於設計，也應用於安全分析，但數值分析結果與實體測試相互印證並非法規之要求。

GNS 公司使用之相關數值分析工具如表 5 所示。

表 5 德國 GNS 公司採用之數值分析工具

工作項目	數值分析工具
結構完整性 Structural integrity	ANSYS and LS-DYNA
輻射屏蔽 Design of Shielding	MCNP and SCALE
熱分析 Thermal Calculations	ANSYS
噴灑試驗 Water spray test	Not applicable
自由墜落試驗 Free drop test	ANSYS and LS-DYNA
堆疊試驗 Stacking test	ANSYS
貫穿試驗 Penetration Test	ANSYS and LS-DYNA
機械試驗 Mechanical Test	ANSYS and LS-DYNA
熱體試驗 Thermal Test	ANSYS
浸水試驗 Water Immersion Test	ANSYS and LS-DYNA

三、 稽查結果

稽查項目與結果說明，如下：

1. 符合性(含優良)作業

(1) 非破壞性檢驗人員資格：

依 GNS 公司程序書 QAM II-P-01-01 (“非破壞性檢驗(Non-Destructive Examination NDE 人員訓練、考試和認證的書面實施程序”)中，GNS 公司認可的非破壞檢測(NDE)人員資格檢定的標準共計 2 項，為 ASME 協會 SNT-TC-1A 標準及 DIN EN ISO 9712 標準，抽查 GNS 公司 NDE 人員名單(NDE Personnel Log)，參與本專案目視檢測成員，檢定資格於有效期限內，摘要如下。

(a) GNS 公司 M 君，依 DIN EN ISO 9712 銓定具 VT II 資格，有效期限至 2025/4/30。

(b) GNS 公司 J 君，依 DIN EN ISO 9712 銓定具 VT III 資格，有效期限至 2023/10/30。

- (c) EWB 公司 P 君，依 DIN EN ISO 9712 銓定具 PT II 資格，有效期限至 2026/8/1。
- (d) EWB 公司 M 君，依 DIN EN ISO 9712 銓定具 VT II 資格，有效期限至 2023/10/1。
- (e) Applus 公司 P 君，依 SNT-TC-1A 銓定具 RT II 資格，有效期限至 2023/2/18。

上述 EWB 公司為 GNS 子公司，Applus 公司為 GNS 公司委外辦理 NDE 檢測公司。

(2) 設計過程參與者的資格：

依照 GNS 公司 QAM II 第 3 章要求，所有團隊成員都必須具有理工領域的專科或大學學歷(技術履歷)、對於審查和核准設計文件的人員，至少需要有 2 年相關工作經驗，抽查參與此專案(T1197 Taiwan TPC ILW)之設計成員資格計 3 員(DM-E、DM-CM、DM-CN)，均符合上述要求，摘要如下：

- (a) DM-E 為設計工程師，使用 Solid Works 操作經驗計 5 年
- (b) DM-CM 為機械工程師，使用 LS-DYNA 及 ANSYS 操作經驗計 13 年。
- (c) DM-CN 為核能工程師，使用 MCNP 及 SCALE 操作經驗計 5 年。

(3) 設計審查：

依 TPC ILW Process and Contractual Reports for Customer(編號： T1197-PMD-00094)文件，GNS 公司已建立一階梯式管理機制管控本專案執行進度，設計輸出文件併同包件測試結果進行審查，另 GNS 公司建立執行測試程序(Executive Test Program ETP)機制來追蹤包件設計及測試，該 ETP 使用方式類似傳票(Traveller)，本專案測試步驟均逐項記載於 ETP 中，本次稽查作業擬規劃抽查 T1-Box 設計審查項目，於稽查會議中經 GNS 公司專案經理澄清，T1-Box 甫完成 9 公尺墜落測試，設計審查須待 ETP 各項目結案完成後，設計輸出文件併同包件測試結果才會進入設計審查階段，故本項不適用。

(4) 設計變更：

原規劃抽查 T1-Box 設計變更項目，於稽查會議中經 GNS 公司設計經理澄清，依照 GNS 公司 QAM II-P-03-01 Package Design Control 程序書第 8 節 Design Changes 要求，涉及設計變更之條件成立於設計成果經過認證、取得使用許可、顧客已確認或付諸製造，本專案目前執行進度未進入上述條件，無涉及設計變更項目，故本項不適用。

(5) 指定檢驗

依照 GNS 公司 QAM II 第 10 章，製造經理(FM)準備製造測試程序 (Fabrication Test Program FTP)、查核測試程序(Inspection Test Program ITP)、其他相關文件及圖說供客戶及/或第三方用於指定檢驗作業之用(停留點、見證點、審查)。FTP(Fabrication Test Plan)使用於包件製程，ITP(Inspection Test Plan)使用於專案管理，另有一 ETP(Execution Test Plan)使用於包件測試，抽查結果符合要求，摘要如下：

- (a) 抽查 T2-Box FTP (編號：EWB-FTP-21-1661-2000)其停留點執行結果，T2-Box 由 GNS 子公司 EWB 承製，項目第 11 項執行 T2-Box 銲道目視檢查 (Visual Inspection of welding seams T2-Box)，依據規範為 DIN EN ISO 17637:2016 及 DIN EN ISO 5817:2015C，停留點已於 2022/5/18 由製造商 EWB 公司確認並核章，見證點已於 2022/5/19 由 GNS 母公司確認並核章。
- (b) 抽查 T2-Box ETP (編號：1020-MPL-02000-GNS_1)其停留點執行結果，T2-Box 測試由 GNS 公司執行，項目第 2-5 項執行 T2-Box 噴灑試驗 (Starting of water spray test)，依據規範為 GNS 文件(編號：1020-TR-00010 Proof of Stability of Stacked Containers for Boundary Conditions of Storage)，停留點已於 2022/6/22 由 GNS 公司確認並核章。
- (c) 本次 T1-Box 9 公尺墜落測試停留檢驗點於 2022/11/8 執行測試，地點在德國 IABG 試驗場執行。IABG 測試機構原由國家成立，之後轉私有公司，主要工作為車輛、航空工業與國防相關之分析與試驗，故該處為機敏要地，進出管制嚴格不得攝影。測試前由 GNS 公司進行簡報，說明此

次測試執行要旨及該公司自 1970 年代迄今於放射性廢棄物容器發展歷程，再由 IABG 人員執行人員工安宣導，GNS 公司主管及我方同仁均出席聆聽。測試前 T1-Box 樣品下方連結一 9 公尺鋼繩及墜子，確定拉離地面後，表示高度超過 9 公尺，放下墜子進行測試，測試條件符合國內「放射性物質安全運送規則」要求。墜落試驗結束後，GNS 公司人員於 T1-Box ETP 檢驗點確認並核章。2022/11/16 GNS 公司回復，T1-Box 樣品通過抽真空密封性測試，準備 12 月進行熱體試驗。

(6) 稽查

GNS 公司針對本專案已於 2021/6/11 執行內部稽查作業，該公司於稽查前已擬定稽查計畫，稽查結果開立不符合通知(NCR)計 1 件，改正通知計 0 件，符合 QAM II 要求。(文件編號：AR-NQA-1-2021-05)

檢視上述稽查結果評估概要，經該公司品質部門評估，本專案目前均依照該公司品保手冊要求有效來執行(Based on the project Taiwan TPC ILW, ...The implementation of the requirements according to QAM II Rev. 2 was found to be effective until now)，以上顯示本專案符合 GNS 公司品保要求。

檢視所開立 NCR 內容(文件編號：NCR-NQA-1-2021-05-001)，品質部門發現某文件樣版不宜使用縮寫名詞「WP」，於其他文件均有類似情形，審查時亦未註記此情況。(For the Work Package 4.2.0 an incorrect document template was used, which contains the abbreviation WP. Furthermore, incorrect wording was used, which is common in other projects. ...)，NCR 報告指出專案經理承諾於內部訓練時機針對員工進行教育，經評估可接受後結案。

依 GNS QAM II 第 18 章要求，每 12 個月應定期對各部門進行中規範活動(ongoing code activity)依稽查排程表進行稽查，檢視該公司稽查排程表(編號：QAM II-F060 Rev.0)已安排 2021 年至 2023 年各部門內部稽查活動，符合 QAM II 要求。如表 3.3-1 所示。

2. 稽查改正通知(ACAR)：無。
3. 建議事項：無。

4. 結論

抽樣 GNS 公司品質文件顯示本專案於人員資格、設計及內部稽查均符合該公司品保手冊及程序書要求。GNS 公司所設計之盛裝容器於 9 公尺自由墜落測試條件符合國內「放射性物質安全運送規則」要求，準備於 12 月進行熱體試驗。另該公司於廢棄物容器設計及製造迄今已深耕近 40 年，此次稽查會議展示之實績具充份信心可滿足本專案需求。

肆、心得與建議

本次赴德國執行 T1-Box 的 9 公尺自由墜落試驗見證與 GNS 公司品保稽查作業。T1-Box 的 9 公尺自由墜落試驗順利完成，後續俟第二種(T1-Box 1 公尺高度墜落於鋼棒)及第三種墜落(500 公斤鋼板 9 公尺高度墜落於 T1-Box)試驗完成後，藉以確認 T1-Box 可承受 NCT 及 ACT 運送要求；GNS 公司品保稽查作業，GNS 公司非常完善地準備本次稽查作業所需之品保文件資料，並派遣各領域技術團隊與品保團隊參與本次稽查作業，現場釐清各項稽查過程中的疑慮，讓整個品保稽查作業可順利完成，稽查結果良好，符合 GNS 公司提出之品保作業。

一、心得

1. 本次見證 T1-Box 之 9 公尺自由墜落試驗，試驗過程相當震撼，看著 T1-Box 一路吊高至墜落過程僅有短短數分鐘，著地的瞬間看到接觸面四個角落的衝擊緩衝器斷裂噴飛，吸收掉絕大部分的墜落衝擊力，進而保護容器的完整性，藉由親身經歷，可以感受到 GNS 公司對試驗執行之嚴謹度。
2. GNS 公司品保作業落實得相當完整，每個單位執行的權責與確認單位於表單設計上都相當明確，且逐步確認後方可進行下一步，從文件記錄軌跡，可以看到 GNS 公司對於品保作業的落實度非常完善。
3. 德國 GNS 公司在品保程序上設計有查核測試程序 ITP、製造測試程序 FTP 及執行測試程序 ETP 等 3 個領域之品保計劃，ITP 針對設計階段之品保進行考核，FTP 針對製造階段進行品保考核，ETP 則針對實體測試進行品保考核，3 種不同的領域設計出 3 種不同的品保計畫，相當務實。

二、建議

前幾次的巡查計畫受全球 Covid-19 疫情影響無法進行實地稽查工作，本次透過實地進行稽查作業，發現除更能掌握設計開發狀態與品保落實度外，亦能透過與技術專家交流，學習相關技術，達到雙向溝通的雙贏局面；建議公司透過類似會議，能從國際核能相關公司，學習更務實的品保程度。