

出國報告（出國類別：考察）

核電廠低放射性廢棄物處理、貯存 設施參訪及設置情形觀摩研討

服務機關：台灣電力公司 (核能技術處)

姓名職稱：黃茂豪 主管汽機

陳威銘 主管輔機

派赴國家/地區：德國

出國期間：112年9月17日~112年9月26日

報告日期：112年10月23日

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：核電廠低放射性廢棄物處理、貯存設施參訪及設置情形
觀摩研討

頁數 23 含附件：是 否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

台灣電力公司/黃惠淪/(02)2366-7685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

黃茂豪/台灣電力公司/核能技術處/主管汽機/(02)2366-7135

陳威銘/台灣電力公司/核能技術處/主管輔機/(02)2366-7137

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：112 年 9 月 17 日 至 112 年 9 月 26 日

派赴國家/地區：德國

報告日期：112 年 10 月 23 日

關鍵詞：除役低放射性廢棄物

內容摘要：(二百至三百字)

台電公司依據除役計畫於核一廠興建除役低放射性廢棄物貯存庫，該貯存庫於民國111年開始設計，112年申請建造執照，預定於113年進行工程招標。此次出國與GNS公司就德國低放射性廢棄物貯存設施之安全評估、執照年限、容器裝載、貯存容器定期檢查、容器除污與整理、消防需求、空調設計、人員管制以及民眾參觀等重要課題交換意見。隨後參訪GNS公司米爾海姆貯存容器製造工廠，考察貯存容器搬移吊具操作測試，對於日後貯存庫內貯存容器吊運操作，進行實際演示。最後考察Ahaus貯存設施，實地瞭解德國貯存設施之規劃、設計、營運、管理等方面經驗。本次行程對台電公司核電廠除役低貯庫之設計定案、工程發包、測試運轉、營運管理，極具參考價值。

本文電子檔已傳至公務出國報告資訊網(<https://report.nat.gov.tw/Reportwork>)

目錄

| | |
|-----------------|----|
| 壹、目的 | 5 |
| 貳、過程 | 6 |
| 參、工作內容 | 7 |
| 一、低放廢棄物貯存設施經驗會談 | 7 |
| 二、T容器輔助設備操作測試 | 14 |
| 三、阿豪斯集中式貯存設施考察 | 19 |
| 肆、心得與建議 | 22 |

圖目錄

| | | |
|------|--|----|
| 圖 1 | GNS德國埃森總部 | 7 |
| 圖 2 | 我方代表與GNS團隊交流討論 | 8 |
| 圖 3 | 各貯存設施位置圖..... | 9 |
| 圖 4 | GNS MOSAIK貯存容器 | 12 |
| 圖 5 | GNS CASTOR貯存容器 | 12 |
| 圖 6 | 利用「內提籃與屏蔽鐘吊具」將內提籃吊運至屏蔽鐘內 | 14 |
| 圖 7 | 吊運屏蔽鐘(含內提籃)至工作站上再將內提籃吊運至T4容器內..... | 15 |
| 圖 8 | 工作站上操作灌漿監視器並量測T容器重量與重心..... | 16 |
| 圖 9 | 操作容器搬移吊具(Handling spreader)將T容器吊出工作站 | 16 |
| 圖 10 | 吊具勾取內提籃過程無法直接目視勾取動作..... | 17 |
| 圖 11 | 吊具扭鎖(Twist lock)需手動拉繩控制開關 | 18 |
| 圖 12 | 阿豪斯(Ahaus)集中式貯存設施..... | 19 |
| 圖 13 | 阿豪斯集中式貯存設施與周邊城鎮 | 19 |
| 圖 14 | 阿豪斯集中式貯存設施整體佈置..... | 20 |
| 圖 15 | 阿豪斯集中式貯存設施內部佈置示意圖 | 21 |

壹、目的

依據核一廠除役計畫，台電公司規劃於核一廠興建一座低放射性廢棄物貯存庫，貯存除役過程產生之低放射性廢棄物，依管制時程應於112年1月申請建造執照，117年12月完工啟用。

核一廠除役低放貯存庫於111年開始設計，112年申請建造執照，預定於113年進行工程招標。此次出國與GNS公司容器設計部門之Dr. Alexander, Maurer及參與本案貯存設施結構設計之WTI建築規劃部長Steinhaeuser, Arndt進行會談，就德國低放射性廢棄物貯存設施之安全評估、執照年限、容器裝載、貯存容器定期檢查、容器除污與整理、消防需求、空調設計、人員管制以及民眾參觀等課題交換意見，對於本公司核一廠除役低貯庫之設計定案、工程發包、測試運轉、營運管理，極具借鑒價值。

參訪GNS米爾海姆貯存容器製造工廠，考察本案輔助設備操作測試。核一廠除役低貯庫規劃之60噸吊車採用GNS容器設計專案之容器搬移吊具(Handling spreader)，該吊具除負責於反應器及汽機廠房內吊運裝填完成之貯存容器，也將裝載於低貯庫廠房內吊車上吊運貯存容器；容器裝載及灌漿站>Loading and grouting station)未來也可能設置於貯庫內檢整區，作為T1容器更換頂蓋密封環之工作站。所以本次安排參訪GNS米爾海姆貯存容器製造工廠，考察容器搬移吊具(Handling spreader)與貯存容器之操作配合與容器裝載灌漿站之吊運配合。隨後參訪GNS公司之貯存容器製造工廠，瞭解GNS公司用過燃料貯存容器CASTOR、低放射性廢棄物貯存容器MOSAİK之設計概念、製造、及測試過程。最後，考察阿豪斯貯存設施，實地瞭解德國貯存設施之規劃、設計、營運、管理等方面經驗。

此次行程，透過與GNS、WTI專家交流討論與實地考察，對於貯存容器與貯存庫之設計概念、製造測試、營運管理等方面皆有助益，提升低放射性廢棄物處理、貯存專案之技術能力及管理能力。

貳、過程

首先在德國GNS公司埃森總部，就低放廢棄物貯存設施設計概念、申照與運轉之實務經驗與負責低貯庫建築結構設計的GNS子公司WTI建築規劃部長Steinhaeuser, Arndt與GNS公司容器設計部門Dr. Alexander, Maurer進行會談。其次在GNS米爾海姆工廠考察輔助設備「容器搬移吊具(Handling spreader)」操作測試，包括吊運內提籃、屏蔽鐘、及貯存容器，及「容器裝載及灌漿站>Loading and grouting station)」操作測試。最後參訪位於阿豪斯之集中式貯存設施，實地瞭解德國貯存設施之規劃、設計、營運、管理等方面經驗。

德國考察行程表

| 日期 | 地點 | 工作內容 |
|------------------------|---------------------|-------------------|
| 09月17日(日) | 台灣至德國 | 去程 |
| 09月18日(一) | 台灣至德國 | 去程 |
| 09月19日(二) 09月20日(三) | 德國 GNS 公司 埃森總部 | 低放廢棄物貯存程序作法經驗諮詢會議 |
| 09月21日(四) | 德國 GNS 公司 米爾海姆工廠 | 輔助設備操作測試作業 |
| 09月22日(五) | 德國 BGZ 公司 阿豪斯設施 | Konrad 容器貯存設施考察 |
| 09月23日(六) | 德國 GNS 公司 | 資料整理及巡查後會議 |
| 09月24日(日) | 德國 | 休假日 |
| 09月25日(一) | 德國至台灣 | 返程 |
| 09月26日(二) | 德國至台灣 | 返程 |

參、工作內容

一、低放廢棄物貯存設施經驗會談

德國核能服務公司(Gesellschaft für Nuklear-Service, GNS)總部位於德國埃森，是台電公司核電廠除役低放射性廢棄物盛裝容器研發案承攬廠商，亦為核一廠除役低放射性廢棄物貯存庫規劃設計案得標廠商之合作顧問。

此次與GNS公司容器設計部門之Dr. Alexander, Maurer及曾參與該國貯存設施設計之WTI(Wissenschaftlich Technische Ingenieurberatung)公司建築規劃部長Steinhaeuser, Arndt進行會談，就該國低放射性廢棄物貯存設施之安全評估、執照年限、容器裝載率、貯存容器定期檢查、容器除污與整理、消防需求、空調設計、人員管制以及民眾參觀等各個面向之課題進行探討並交換意見。



圖1 GNS德國埃森總部



圖2 我方代表與GNS團隊交流討論

(一)貯存設施概況及使用情形：

目前德國放射性廢棄物貯存係由一貯存專責機構 BGZ(Gesellschaft für Zwischenlagerung mbH)公司負責管理，總部位於德國埃森，是由德國核能放射性廢棄物管理責任重整法(Act on the Reorganisation of Responsibility in Nuclear Waste Management)授權成立之公司，負責營運與管理放射性廢棄物貯存設施。於2017成立後接手原由GNS公司管理之Ahaus和Gorleben集中式中期貯存設施，另從2020年開始，廢棄物管理權責陸續由各核能電廠轉移至BGZ公司，現BGZ公司管理全德國共13處貯存設施。

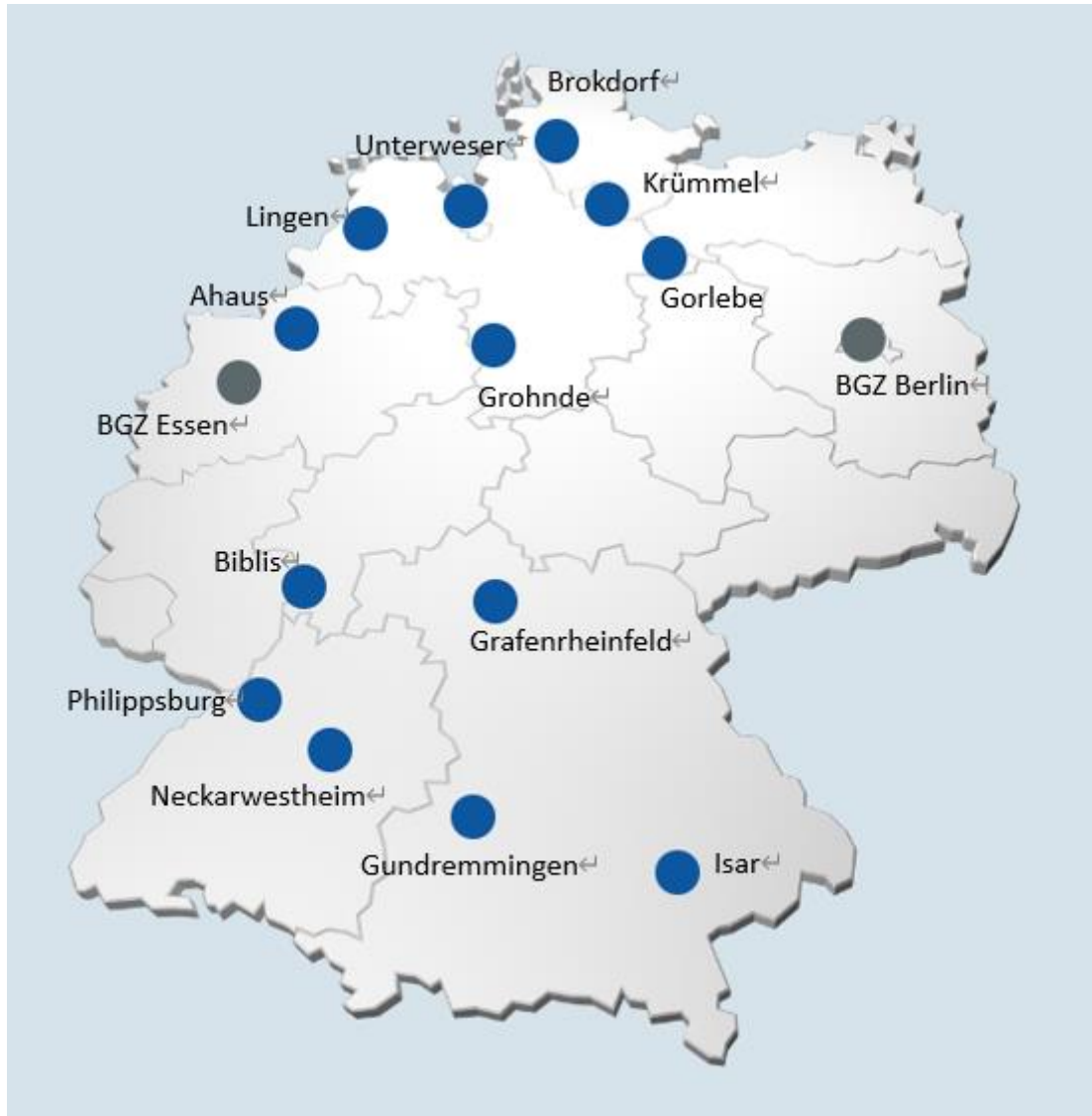


圖3 各貯存設施位置圖

在德國，貯存設施在使用前皆需分別與地方主管機關(各邦政府)及核能主管機關申請建造執照。向地方主管機關申請之審查項目基本上與一般建築物相同。而向核能主管機關申請的部分，主要審查考量為輻射防護及安全，需向主管機關說明貯存設施設計、如何興建與運轉，可能遭遇的主要災害與其對應之防禦設計或應變方式。此行政作業方式與我國需向地方縣市政府及核安會(前原能會)申請類似。

建造期間，申請者需要向管制單位說明完成興建後之設施功能會符合安全分析之承諾，而當管制單位接受後申請者將可進入冷測試階段。通過這2階段的審核後，貯存設施就可以開始接收廢棄物並進行貯存。

為顧及安全及品質，在建造階段將會執行許多嚴謹的品質保證檢查，例如屏蔽安全門，可能就會由不同的專家進行檢驗，其他如吊車與相關設備的檢驗狀況亦同，因此建造貯存設施所需要的時間會比其他一般建築物來得長。

貯存設施的運轉使用年限在德國為40年，可再申請延長一次，但基本上是出於政治考量而非技術考量。德國目前無論高放或低放皆無處置場，高放處置場正進行選址作業，預估要再20多年才可能啟用運轉。而低放處置場則無明確時程表，但預估最快至少也是十來年，不過對德國來說，因為目前存放的貯存容器均可做為處置容器直接處置於處置場中，因此德國認為貯存於貯存設施中的低放射性廢棄物後續作業規劃問題並不大。

但由於德國境內各貯存設施已使用時間不一，實務上面臨到有些已申請過延長使用執照的貯存設施，目前規劃以重新申請「新的」使用執照方式來因應，但這類的貯存設施本身已經使用很長一段時間了。雖然有相當多的運轉階段檢查資料可供佐證其安全性，但德國管制單位目前仍不確定要採用何種程序，尚在研議如何處理這類的申請審核。

(二)貯存設施相關設計及管理考量：

德國絕大多數地區處於非地震帶，以往不特別注重貯存設施耐震能力，但在日本311事件之後，德國也開始提升相關設施之耐震能力要求。德國核能安全規範委員會(KTA, Kerntechnischer Ausschuss)為此制定了新的設計地震，並要求所有新設計與建造的設施均需要符合新的耐震設計要求。

在消防及空調方面，貯存設施內貯放之鋼製貯存容器無火災負載，會在監測區設置消防栓以消防水帶延伸至貯存區。每年進行消防演練，每2年測試消防警報系統。在公元2000年以前設計建造的貯存設施，沒有空氣調節系統。過去十年間設計與建造的貯存設施均會開始設置空氣調節系統，防止貯存設施內空氣濕度過高，貯存容器發生冷凝現象造成容器腐蝕。

由於低放廢棄物包件本身是具被動安全功能，不需要靠設備運轉來散熱，故沒有夜間或24小時進行監控的需求，工作人員採正常上下班，並沒有安排24小時輪

班，現場運轉的操作人員通常約5至10人。但是保全部門則是需要24小時輪班。

作業人員只會在接收/卸載區進行作業，基本上是不需要進入貯存區的，人員日常營運及操作不需穿著防護衣，少數特殊情況才須穿著防護衣，使用後防護衣以低放射性廢棄物處理，因此貯存設施不會設置防護衣洗衣房。

進入貯存設施時所使用的偵檢器可為手足偵檢器，但出貯存設施時一定要用全身偵檢器，目的是防止人員夾帶放射性物質外出。

(三)容器考量及建議：

至於容器選用，目前德國可選擇的容器包含5種KONRAD容器與MOSAİK容器，這些容器都有取得貯存與運輸執照，不僅可為貯存容器亦可做為處置容器，可直接運至最終處置場進行處置。

德國專家對於我國T容器於內部灌漿時，建議需與頂蓋保留一定的間隙，目的是考量萬一容器發生墜落事件，內部廢棄物與混凝土不會直接撞擊容器頂蓋，造成進一步損壞。容器選擇當然也需要考慮經濟性，例如除役切割作業與裝載規劃時，需要考慮採用哪些類型與多少數量的容器才是最經濟的，最後也需要考量裝填作業與搬運動線的空間限制。

對於T容器堆疊穩定，專家認為在地震事件過後，只要上層容器的整體重心位置未超過下層容器的重心位置，就不會造成容器的傾倒危險。但是在地震襲擊後，若偏移量導致上層容器角隅移動而壓到容器頂蓋螺栓，則地震過後應針對該容器螺栓進行檢查，確保安全無虞。

依據德國經驗，容器貯存於設施中，基本上是不會發生損壞的。最容易發生的損傷是容器表面塗層刮傷，在入出庫吊運與定期檢查吊運作業均有機會發生。由於塗層均設計有一定厚度，只需要進行補漆作業即可。

實務上德國有一家由核電廠營運的公司，專門提供各類意外事件時的作業服務，該公司具有無人機、遠端搬運機器人等作業設備，他們從事一般容器的意外事故或拆除協助已經有接近10年的經驗。由於處理嚴重損壞具屏蔽功能的容器時，需要相當多的輻射防護與污染控制設備，但考量使用機率過低，每一座貯存設施都設

置這類設備太過於浪費成本與空間。因此德國的貯存設施空間布置，並不會規劃設置這類設備的空間。若容器真的發生嚴重的意外事故，則會請專門公司來清理。

德國低放射性廢棄物貯存容器，小型桶型容器(類似55加侖桶)有壓縮設備，但類似T容器大小貯存容器裝填之放射性廢棄物不壓縮，依切割及裝填計畫執行裝填，存放在中期暫存設施(Interim storage)之放射性廢棄物貯存容器沒有灌漿。



圖4 GNS MOSAIK貯存容器



圖5 GNS CASTOR貯存容器

在德國，貯存容器若發生無法修補之破損，可裝入更大之貯存容器，但台電目前無其他已獲得主管機關許可之更大貯存容器可以裝載。德國曾經取出已灌漿之貯存容器內廢棄物，基本上只能靠破壞貯存容器外箱的方法(如切割)進行，注意須有隔離空間與過濾設備處理空浮問題。貯存容器內廢棄物灌漿後基本上無法取出，所以德國專家建議如果一定要破壞T容器取出廢棄物，可以嘗試破壞外箱後，剝離外箱與內提籃間的混凝土，再把內提籃裝入新的外箱處理。

德國政府公布之放射性廢棄物管理指引，依放射性廢棄物是否具有產熱特性區分，並要求每10年需要做一次設施的定期安全檢查，透過裝設在吊車上的攝影機，對容器表面進行目視檢查。此外，每一年需要針對每一種容器類型進行耐久性檢查，方法有2種，一種是檢查在相同使用環境與時間，未裝填放射性廢棄物的參考組容器，另一種是對實際使用中的容器進行抽樣檢查。業者通常每年會向管制機關報告容器目視檢查結果，由管制單位對每種容器抽樣1個進行檢查。兩種檢查方式皆可被管制機關接受。

(四)公眾宣導相關：

在德國興建低放貯存庫等核能相關設施，為了能夠向民眾簡單介紹設施相關運作方式，每個設施都準備有簡易版的民眾介紹說帖，內容可讓一般民眾輕鬆的了解該核設施的運作與功能。通常會在設施圍籬之外設置公眾資訊中心，進行資訊公開、模型與照片展示等作業，讓民眾可以更容易接收到相關資訊。

德國的低放射性貯存庫接受外界參觀，但參觀前要先申請，並進行嚴格背景調查，參觀期間一次限定最多5位，而接待方也要派出對應人力監督，以維護設施安全。

二、T容器輔助設備操作測試

GNS公司在米爾海姆工廠安排容器吊具操作模擬，採用容器為T4容器，演示「容器搬移吊具(Handling spreader)」及「內提籃與屏蔽鐘吊具(Universal traverse for inner baskets and shielding bell)」操作。先將屏蔽鐘(shielding bell)吊運至容器裝載及灌漿站>Loading and grouting station)，再將工作站中的T4容器吊運至地面。

(一) 吊運地面上的內提籃放置於屏蔽鐘內

- 1.操作內提籃與屏蔽鐘吊具，吊起內提籃。
- 2.將內提籃置入屏蔽鐘後，移開吊具。

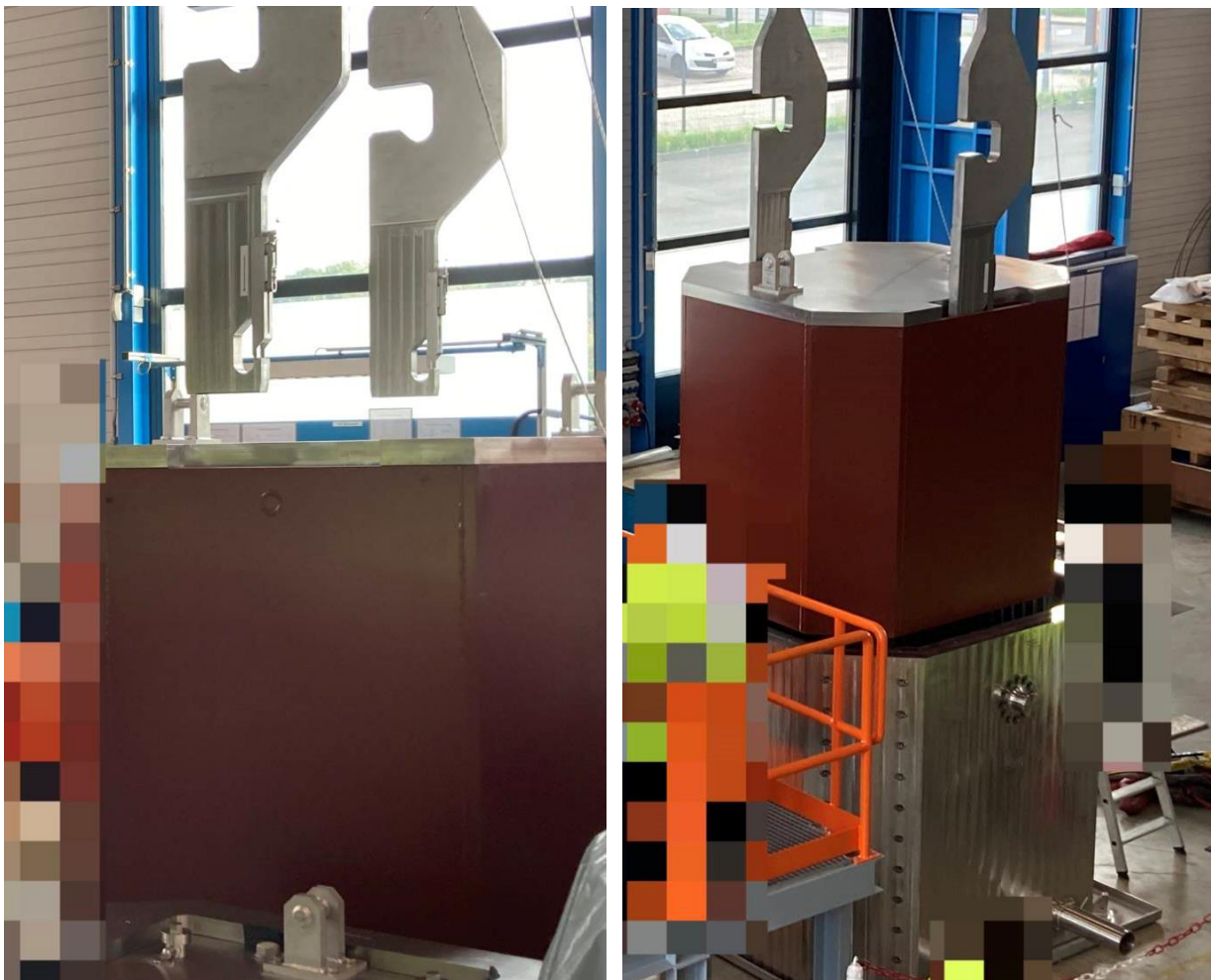


圖6 利用「內提籃與屏蔽鐘吊具」將內提籃吊運至屏蔽鐘內

(二) 吊運屏蔽鐘放置於工作站上後再將內提籃向下吊運至工作站中T4容器外箱內

1. 操作內提籃與屏蔽鐘吊具，吊起已裝載內提籃之屏蔽鐘。
2. 將屏蔽鐘放置於定心框架上方，並緩慢降於定心框架上。
3. 將吊具與屏蔽鐘分離，之後調整吊耳設定在內提籃之對應位置。利用吊車吊鉤進行內提籃吊掛作業，把內提籃提高約5 cm，解開屏蔽鐘之插銷。
5. 將內提籃向下吊入T4容器外箱中(T4容器外箱已預先放在工作站内)。



圖7 吊運屏蔽鐘(含內提籃)至工作站上再將內提籃向下吊運至T4容器內

(三) 灌漿頂蓋操作

1. 解除定心框架的可移動式插銷，將屏蔽鐘吊離工作站。
2. 利用氣壓缸將灌漿頂蓋移到操作位置。
3. 放置灌漿監測鏡頭。
4. 進行重量與重心量測。



圖8 工作站上操作灌漿監視器並量測T容器重量與重心

(四) 將容器吊離工作站

- 1.更換容器搬移吊具(Handling spreader)。
- 2.吊具與容器連接後，關閉扭鎖(Twist lock)。
- 3.吊起容器。



圖9 操作容器搬移吊具(Handling spreader)將T容器吊出工作站

整個輔助設備操作測試過程，「容器搬移吊具(Handling spreader)」及「內提籃與屏蔽鐘吊具(Universal traverse for inner baskets and shielding bell)」，與T容器、內提籃、屏蔽鐘(shielding bell)之間配合順暢。但是「內提籃與屏蔽鐘吊具」插入內提籃勾取掛耳的動作會被內提籃外殼遮蔽，無法由外部直接目視，需要非常熟練的盲操作。這部分建議需要建立分解操作步驟，並在吊具上標示吊勾插入深度與位置，以便未來內提籃在水下作業時，藉由水下監視器順利進行吊具勾取及吊運內提籃作業。

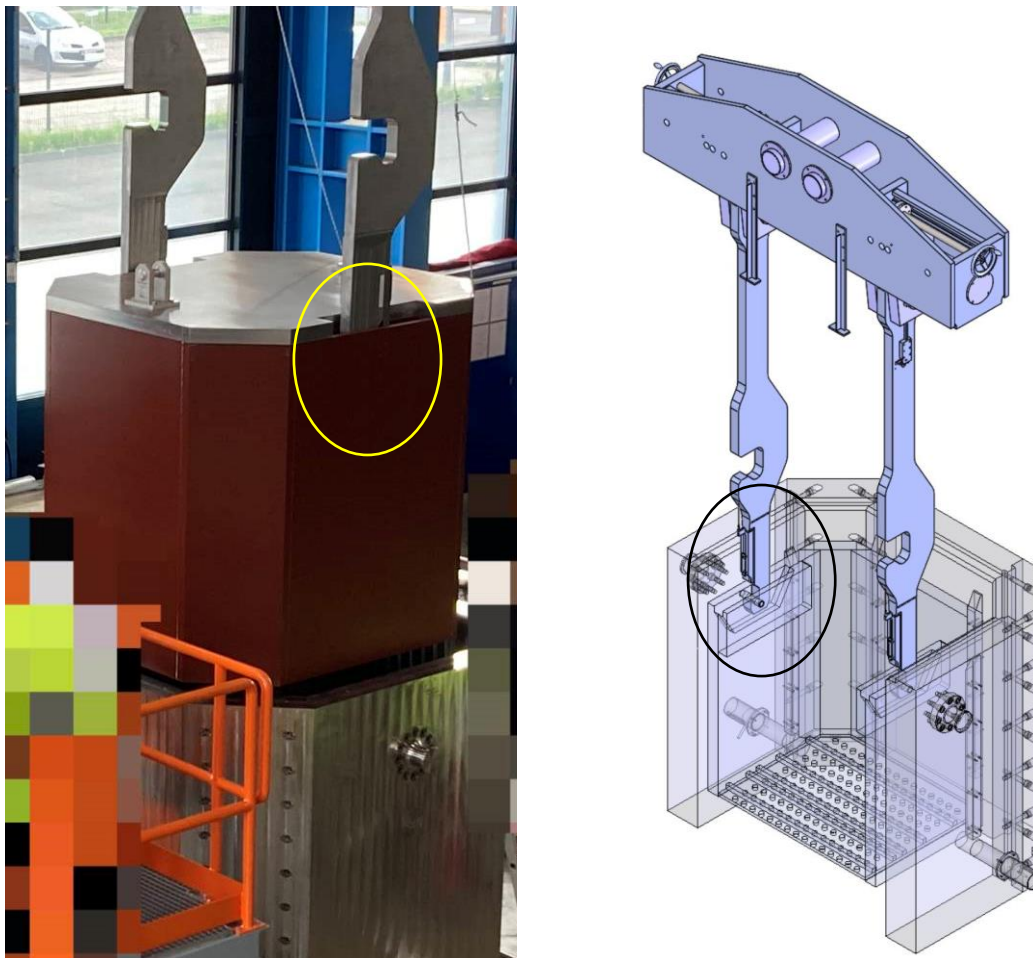


圖10 吊具勾取內提籃過程無法直接目視勾取動作

此外，容器裝載及灌漿站與屏蔽鐘、內提籃、T容器吊運配合過程也沒有問題，但是工作站與T容器、屏蔽鐘之間間隙很小，吊運作業花費很多時間在T容器、屏蔽鐘垂直向下吊入工作站内或放置在工作站上過程之位置調整，同時需要現場人員指揮。這部分也要建立精確的操作程序，避免吊運過程耗時太長，增加人員暴露劑量，或發生意外碰撞。

最後，「容器搬移吊具(Handling spreader)」抓取T容器時，在「吊具扭鎖(Twist lock)」放入T容器4個角隅後，須手動拉動連動桿(Lever linkage)之連接繩以關閉扭鎖(Twist lock)，T容器吊運至指定位置要移開吊具前亦需手動拉繩打開扭鎖。此動作在容器堆疊4至5層且周圍空間狹窄時不易操作，未來容器入庫若採自動化，末段輔以監視器加上控制室內手動對準，則吊具扭鎖(Twist lock)採遙控方式開關，不需人員親自進入貯存區拉動繩索，能有效提升貯存庫運作效率及人員安全。

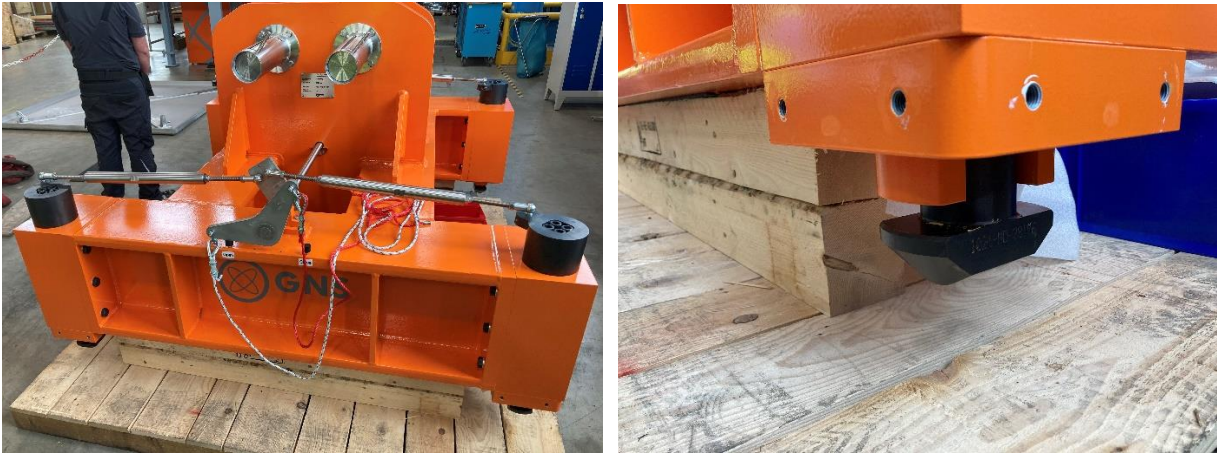


圖11 吊具扭鎖(Twist lock)需手動拉繩控制開關

三、阿豪斯集中式貯存設施

9月22日參觀由BGZ公司所管理之阿豪斯(Ahaus)集中式貯存設施(如圖12)，其位於北萊茵-威斯特法倫州的明斯特行政區博爾肯區阿豪斯鎮以東，距離荷蘭邊境約14公里。設施距離鎮中心以東約 3 公里(如圖13)，高度約為海拔59米。其半徑10公里內平均人口密度約為169人/平方公里。阿豪斯鎮的人口密度約為1,118居民/平方公里。其周邊區域主要用於農業，耕地佔絕大部分，主要作物是穀物及對畜牧業重要的飼料作物。



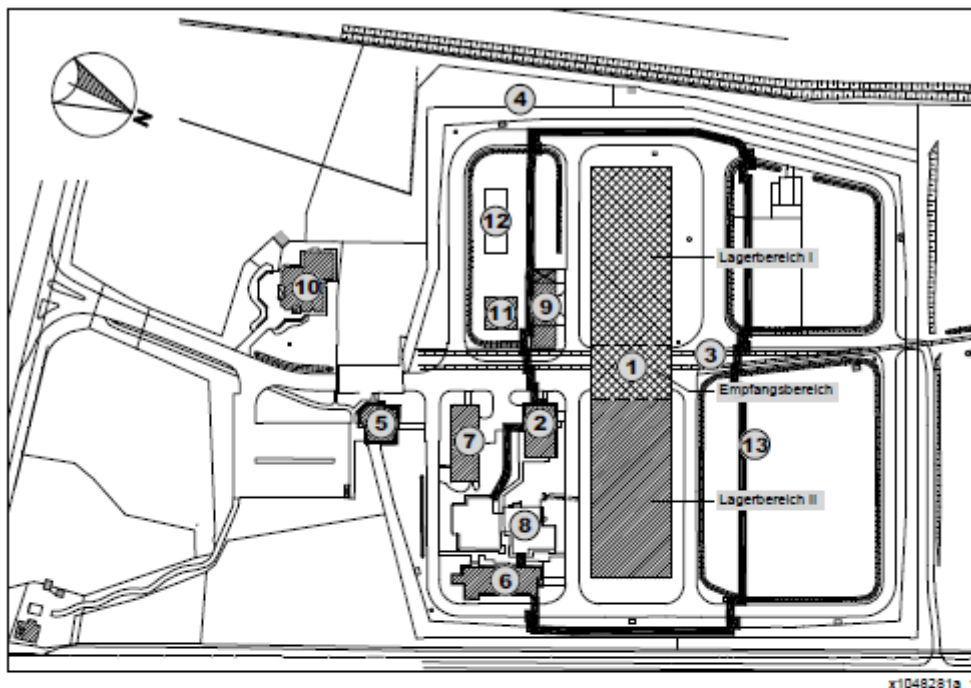
圖12 阿豪斯(Ahaus)集中式貯存設施



圖13 阿豪斯集中式貯存設施與周邊城鎮

該設施於1984年開始興建，1985年因民眾抗爭而停工，1988年復工，最終於1990年完成設施興建。BGZ公司於2017年接管阿豪斯集中式貯存設施，運轉執照有效期至2036年截止。

阿豪斯集中式貯存設施為一長矩形混凝土建築物，設施整體佈置如圖14所示。主體倉庫中間區域為接收/卸載區域，右側貯存空間用於貯存用過核子燃料，目前貯存6個CASTOR-V、305個CASTOR-THTR與18個CASTOR MTR 2型護箱。左側貯存空間用於貯存低放射性廢棄物，所貯存之容器類型均屬於Konrad型號之矩形容器，貯存空間分布如圖15所示。



- | | |
|-----------|------------|
| ① 倉庫 | ⑦ 雜項設備工作間 |
| ② 行政大樓 | ⑧ 雨水蓄留池 |
| ③ 運輸鐵路 | ⑨ 設備館 |
| ④ 安全圍籬 | ⑩ 資訊中心 |
| ⑤ 出入管制站 | ⑪ 建築設計大樓 |
| ⑥ 行政及社會大樓 | ⑫ 車庫 |
| | ⑬ 禁止車輛通行設施 |

圖14 阿豪斯集中式貯存設施整體佈置

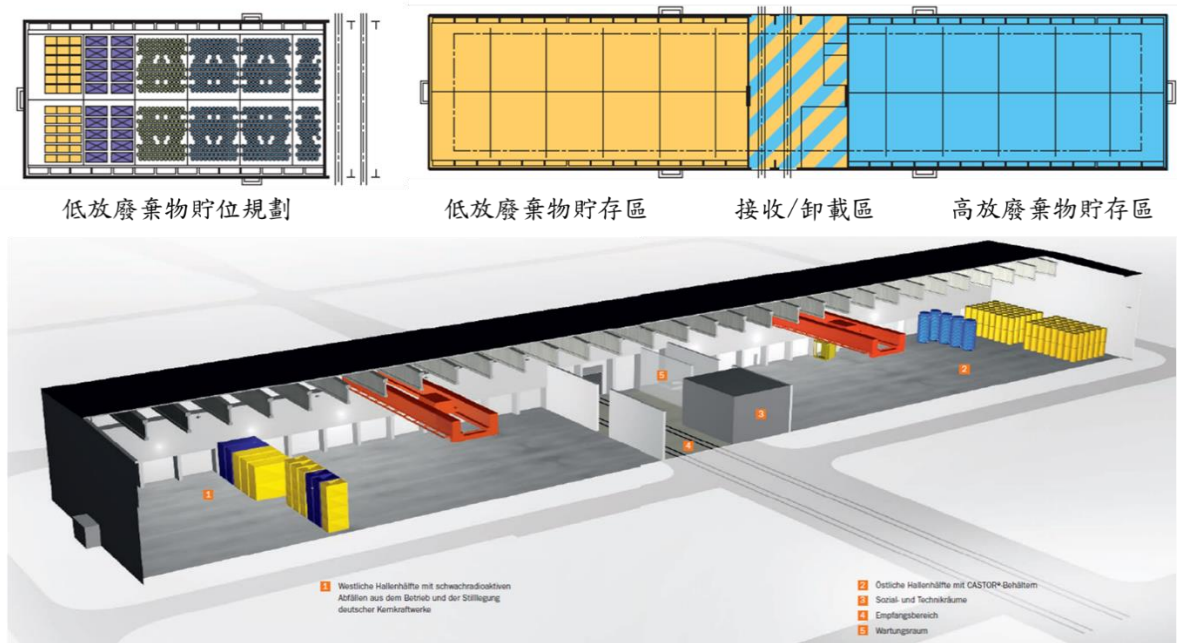


圖15 阿豪斯(Ahaus)集中式貯存設施內部佈置示意圖

阿豪斯集中式貯存設施長196 m、寬38 m、高20 m。於接收/卸載區設有4座大型屏蔽門，用於連接運輸鐵路之進出口，另於連接左右2側貯存區之入口亦設有屏蔽門。左右2側貯存區大小相同，貯存區利用混凝土牆與屏蔽門提供輻射屏蔽功能，並區隔貯存區與接收/卸載區之空間，人員進出均會受到保安管制。

當廢棄物包件運送至接收/卸載區後，均需要進行詳細檢查，如果出現超過接收標準允收之表面污染，可於接收/卸載區進行必要之清潔作業。為了避免污染，此區域地板塗有特殊塗層避免污染物附著，並使其易於清除。

左右2側貯存區均採用架空吊車進行吊運作業，右側貯存區架空吊車吊運能力為140公噸，左側貯存區架空吊車吊運能力為32公噸。低放廢棄物容器於貯存區中採用堆疊方式貯存，同一類型容器堆疊於同一貯位上，如圖15左上角所示。

在阿豪斯集中貯存設施場界設有保安圍籬避免民眾誤闖，圍籬上設有輻射監測設備進行連續監測。根據德國人員表示自開始貯存監測以來，所測量到的輻射數據皆在自然輻射範圍內波動，遠低於德國《輻射防護條例》(Strahlenschutzverordnung) 規定值。而除了BGZ公司會進行監測外，北萊茵-威斯特法倫州國家自然、環境和消費者保護辦公室(LANUV)也在設施周圍設置自己的獨立監測系統，並將監測數據公布於網站上(www.rfue.nrw.de)

肆、心得與建議

隨著我國各核能電廠運轉執照到期依序邁入除役階段，對於除役放射性廢棄物管理及貯存需投注更多心力。此次到德國GNS公司，在會談中了解到德國面對放射性廢棄物的態度及管制方式，該國目前貯存設施的現況，如何去管理，保安措施的考量，再實地走訪阿豪斯中期貯存場去印證並以實際的景象來加深對於先前會談所提到的東西，藉此獲取許多寶貴資訊及經驗。

一、心得：

在製造工廠內，可發現GNS對設備製程及測試程序的嚴謹態度，即便某些重複枯燥的加工程序，仍可隨時保持專注不馬虎，以呈現自身技術為榮。在吊裝測試時，GNS一絲不苟的特質也展露無遺，不論是事前資料之確認，執行中按部就班的步驟，所有製造成加工程序及成果功能檢測皆遵守相關規定，以保證品質。另外廠房內環境都保持整齊清潔，各種工具、成品、半成品都擺放井井有條，完全與一般印象中雜亂充滿油污的加工廠印象不同，讓人感受到原來就是這些小細節造就了名不虛傳的德國工藝。

除役作業非一蹴可及，未來可持續與國際上有經驗的專家進行課題研討交流，並輔以相關貯存設施的實地參訪。透過與專家直接面對面研討，在一來一往交換意見下，吸取更多相關的技術與知識。這些技術與知識在之後應用在核電廠除役，建置除役放射性廢棄物貯存設施絕對有實質幫助，且可保證不會與國際脫節，還可在此之上更精進。

核能一向是很特殊的領域，因為它除了涉及科學技術外，也影響著經濟與政治。不論是從核電廠開始興建到除役，或是放射性廢棄物如何處理、貯存與處置，要如何讓一般民眾了解、熟悉與接受，在在都是考驗各國政府及相關業者的智慧，特別是要取得公眾的信任。

此次赴德國與核能相關從業人員及規劃設計放射性廢棄物貯存設施之專家進行深入的會談並實地走訪相關設備製造工廠和貯存設施，獲取許多寶貴資訊及經驗，對未來本公司在配合核電廠除役時，建置除役放射性廢棄物貯存設施有極大助益。

二、 建議：

- (一)未來廢棄物裝填於T容器，在灌漿步驟需特別注意要與T容器頂蓋保留間隙，萬一發生容器墜落事件時可避免內部廢棄物與混凝土直接撞擊容器頂蓋。
- (二)在使用吊具搬運T容器時是使用手動拉動連桿來開啟/關閉扭鎖，但在實際操作時需視T容器放置高度來調整拉動時角度，建議可改為電動搖控方式操作，不需操作人員親自進入貯存區拉動繩索，以提升貯存庫運作效率及降低人員輻射劑量。
- (三)未來除役完成後，建議可比照阿豪斯集中式貯存設施設立公眾資訊中心，準備簡易版介紹說帖，展示相關模型、照片等，以資訊透明的方式讓民眾清楚了解高低放廢棄物的貯存方式，增加對未來處置作業的信心及信任。