

核能研究所可燃性廢棄物貯存庫(015F)

十年再評估報告

審查報告



行政院原子能委員會放射性物料管理局

中華民國 107 年 3 月

目 錄

一、前言	- 1 -
二、審查過程	- 2 -
三、審查發現	- 2 -
四、審查結論	- 7 -

一、前言

核能研究所(以下簡稱核研所)依「放射性物料管理法」第 21 條及「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 17 條規定，提出可燃性廢棄物貯存庫(以下簡稱 015F 貯存庫)之放射性廢棄物貯存設施十年再評估報告【第一週期次十年再評估報告於 96 年 8 月 15 日經主管機關以物一字第 0960001744 號函同意核備，本報告係第二週期次提報】，藉檢視該設施 95 年 10 月至 105 年 10 月過去十年之營運，以評估未來十年本設施仍可安全貯存放射性廢棄物。

015F 貯存庫場址位於核研所低放處理廠內鄰近東南向所界處，所內建物編號 015F。94 年 10 月 6 日「台灣研究用反應器(TRR)設施除役計畫書」(以下簡稱 TRR 除役計畫書)第 1 次修訂時，納入 TRR 除役保留使用廢棄物設施；另 103 年 12 月 15 日 TRR 除役計畫書第 4 次修訂時，修訂規劃本設施於 112 年 12 月後申請永久停止運轉，建物保留不拆除，115 年 12 月完成除役。

015F 貯存庫為一地上二層內含一樓夾層之鋼筋混凝土結構建築，用以貯存主要用以貯存可燃低放射性廢棄物(以下簡稱廢棄物)及備存可燃廢棄物焚化運轉中產生之非燃性廢棄物。

本十年再評估報告之重要接受基準摘要如下：

- (一) 內容應包含「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 17 條所要求應說明之事項。
- (二) 貯存庫相關系統並應具有「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 13 條設計要求之功能。
- (三) 貯存庫之運轉應符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理

規則」第 14 條第 1 項貯存設施之輻射防護設計，應確保其對設施外一般人所造成之個人年有效劑量，不得超過 0.25mSv，並符合合理抑低原則。

- (四) 貯存作業對工作人員造成之輻射劑量應符合游離輻射防護安全標準第 7 條規定：輻射工作人員職業曝露之劑量限度，每連續五年週期之有效劑量不得超過 100mSv，且任何單一年內之有效劑量不得超過 50mSv。

二、審查過程

核能研究所於 106 年 7 月 25 日提送「可燃性廢棄物貯存庫(015F)之十年再評估報告」送本會審查。經本局執行程序審查後，確認報告內容已包含「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 17 條所要求之事項(附表 1)，且確認無缺頁、印刷錯誤等情形後，進入實質審查。

基於本申請案涵蓋不同領域專業，實質審查作業由本會物管局邀集局內外共 11 位審查委員進行審查作業，委員之專長包含土木結構、地震工程、放射性物料管理與輻射防護等方面。本案經 3 回合審查共提出 54 項審查意見，另於 106 年 12 月 8 日辦理現勘作業暨審查會議。

三、審查發現

「可燃性廢棄物貯存庫(015F)十年再評估報告」之審查作業，經 3 回合審查共提出 54 項審查意見，其中依「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 13 條之要求，放射性廢棄物貯存設施之設計，應符合所述之相關規定，包含具有輻射監測設備、具有火災偵測受信及消防設備、具有洩水收集功能及取樣設備、具有廢棄物接收、偵檢、操作監控及貯存之功能等共 8 項要求，為確保貯存庫於運轉期間之設備、結構及作業人員之安全，因

此提出審查意見要求核能研究所補充如何達到上述要求與現況說明。

在此另提出 4 項重要審查議題摘述如下：

(一) 貯存庫結構安全相關審查意見

1. 上述 106 年鑽心樣…，一樓試體(2F 梁)之任一試體及同層試體平均抗壓強度兩項規定均未符合規定，判定一樓試體試驗結果為不合格；二樓(屋頂梁)試體之同層試體平均抗壓強度雖符合規定，但任一試體試驗結果有一只試體不符合規定，因有一項規定未符合，二樓試體試驗結果亦判定為不合格。雖與 95 年試驗結果比較，差異不大，但這不能表示沒問題。況且一樓試體的抗壓強度，都明顯偏低，更令人擔心該建物的適用性。
2. 106 年 5 月 10 日安全鑑定報告書有關混凝土強度試驗未符合規定之情形，依對職安會審查意見回覆說明，將採限制載重使用(一樓用以貯存廢棄物，二樓不貯存廢棄物，二樓及頂樓並限制活載重 $200\text{kg}/\text{m}^2$)。請確認二樓裝置之 2 噸固定式起重機是否符合上述載重限制。建物之限制使用，建議現場宜有明確告示。請說明二樓裝置之 2 噸固定式起重機是否會影響建物安全，並請說明前述判定結果是否經專業技師認可？
3. 依照「建築物耐震設計規範及解說」規定，耐震評估範圍除建築物結構體、亦應包含儲槽或儲存箱等非建築結構物以及相關管線設備等。依據建築物耐震設計規範及解說-第八章既有建築物之耐震能力評估與耐震補強中 8.2 耐震能力評估與耐震補強之解說，如貯庫為用途係數 $I=1.5$ 之建築物，應檢討其供水、供電及消防設備系統固定之耐震能力；並應考慮墜落物對建築使用機能之影響。設備系統

固定處之耐震能力以其所在樓層加速度檢核之，其耐震能力應達本規範之加速度規定。

4. 請說明新規範下建物所要求耐震能力，並與前述評估之耐震能力作比較。

核研所針對上述審查意見之答覆說明如下：

1. 針對本設施鑽心樣混凝土強度試驗結果，為可安全使用設施，本設施自 96 年起即已依結構技師建議限縮建築物之使用範圍為僅一樓用以貯存廢棄物，活載重維持 500 kg/m^2 ，及二樓不貯存廢棄物並限制活載重 200 kg/m^2 ；而前述使用限制復經結構技師耐震評估結果，建築物為可安全使用。
2. 二樓裝置之 2 噸固定式起重機固定於建築物屋頂樓板應視為屋頂樓板靜載重並非活載重，上述活載重限制不包含起重機。已於現場明確告示樓層之載重限制，以保障設施安全。二樓裝置之 2 噸固定式起重機是否會影響建物安全已請教專業技師。技師回覆二樓不貯存廢棄物下，2 噸固定式起重機符合載重限制，不會影響建物安全性。
3. 核研所於報告中說明：本設施為單純用於貯存廢棄物之建築物，由於廢棄物入貯採非貯架式堆疊，故內部構造簡單無其他附屬於建築物之非結構構材。設施內之水、電及消防通訊設備管線均採壁內管道裝設，除早期設置於屋內天花板現已不用之乾粉自動滅火器及照明燈具外，無其他裸露懸掛之管線或設備。而前二者之重量均小於 50 公斤。依建築物耐震設計規範及解說中「第四章 附屬於建築物之結構物部分構體、非結構構材與設備之地震力」之(1)4.1 節適用範圍，"支承於樓版或屋頂版 200 公斤以下設備之附件其設計地震

力可不必考慮"；(2)4.2 節最小設計總橫力之解說，"裝修材....，一般以重量在 50 公斤以上的單一物品被視為需要考量其耐震性，..."。故有關本設施供水、供電及消防設備系統固定之耐震能力應無須進行耐震評估。

4. 核研所於報告中說明：有關耐震詳評，依最新版「建築物耐震設計規範及解說」規定，設施耐震能力應達規範所規定工址回歸期 475 年之設計地震地表加速度乘以用途係數 I，依此可算出本設施所在桃園市龍潭區之「設計地震」地表加速度係數為 0.28($0.4SDS=0.4*0.7=0.28$)，乘以用途係數 1.5 後，可得判斷建築物耐震能力是否足夠之檢核地表加速度為 0.42g($0.28*1.5=0.42$)。以此對照 95 年耐震詳評結果，本設施經技師耐震詳評判定之耐震能力仍可符合目前規範要求。

(二) 貯存庫內設備相關審查意見

1. 依敘述「設施內並設有區域輻射監測器，以行固定式輻射偵測功能」請補充說明設施輻射偵測設備（含區域監測器、空浮監測器、排放監測器等）之型式、數量、位置、警報值設定及設定值之評估方式。
2. 請補充說明貯存庫現場消防設備(手提與自動)均有經消防專業檢查且在有效期限內。
3. 報告說明十年來貯庫之運作均未發生空浮事件，貯存庫是否設置空浮監測儀器。如何肯定”十年來貯庫之運作均未發生空浮事件”

核研所針對上述審查意見之答覆說明如下：

1. 設施內輻射偵測設備為 EARM-LD 區域監測器一台，設置位置為

015F 貯存庫一樓，依「核能研究所輻射防護計畫」之輻射及污染程度進行評估，劃分該區域為中輻射無污染區，並以此劃分設定警報值。

2. 本所各館之火災偵測受信機之維護係委由外包廠商，採每月定期檢查與維修；另消防設備係採用手提式乾粉滅火器，其乾粉藥劑、壓力與滅火器本體均正常且在有效期限內。
3. 由於貯庫內廢棄物之貯存均採容器密閉盛裝後入貯，放射性物質不致逸出，歷來在例行每週執行之地面污染擦拭偵檢結果，均未發現有污染現象，故貯存庫並未設置空浮監測儀器。如發生空浮事件地面勢必受污染，則每週之地面污染擦拭偵檢結果，會測出有污染反應。由於貯庫內廢棄物均採容器密閉盛裝後入貯，放射性物質不致逸出，故無需設置空浮監測儀器。

(三) 貯存作業相關審查意見

1. 第七章內容，都只是原則性的說明。可燃性廢棄物貯存庫(015F)，存放可燃物與廢油，還是有可能發生火災意外事故(某核電廠可燃廢棄物也是以鐵櫃盛裝，也曾經發生悶燒事件)。若不幸萬一發生火災，請說明那些消防水，如何處理？
2. 在「廢棄物倉貯流程及貯存作業」中，無法得知廢棄物用甚麼包裝形式入庫？用甚麼包裝形式出庫？請詳加說明。
3. 廢棄物主要核種為 ^{137}Cs 與 ^{60}Co 。請補充說明長半化期的貝他與阿伐放射核種與活度。補充說明如何偵檢長半化期貝他與阿伐放射核種廢棄物，以及判定為非燃性廢棄物的標準。

核研所針對上述審查意見之答覆說明如下：

1. 可燃性廢棄物貯存庫(015F)存放可燃物與少量廢油，若不幸發生火災，主要以手提式乾粉滅火器進行滅火；倘以水灌救將造成污染擴大且不易收集該廢水，故本貯存庫運作不考慮以消防水滅火。
2. 本所接收可燃性廢棄物要求以 35x35x35cm 紙箱盛裝，接收後再置於鐵箱內，或以 55 加侖桶盛裝形式入庫貯存；出庫時，亦以相同包裝形式出庫。
3. 本所可燃廢棄物係指可送焚化爐焚化處理者，而含可燃物質之長半化期貝他與阿伐放射核種廢棄物，目前均視為非燃性廢棄物暫存待其活度衰減。所內廢棄物申請單位向低放處理廠申請可燃廢棄物接收處理時，均需填寫申請表並檢附放化分析單，若前述放化分析單中之長半化期貝他與阿伐核種活度濃度大於「輻射源豁免管制標準」中之豁免管制活度濃度者，均視為非燃性廢棄物暫存待其活度衰減。

(四) 輻射影響相關審查意見

1. 有關工作人員及民眾之輻射影響評估，請說明前次評估所使用之參數是否符合現況（例如環境條件）及最新法令。如參數有異動，便須重新評估，俾利確認最大貯存量造成的輻射影響不致因相關參數異動而超過法規標準。

核研所針對上述審查意見之答覆說明如下：

1. 本設施係早年設立，96 年方納入 TRR 除役保留使用廢棄物設施，原始並無設施設置申請書，設施運作係規劃 780 桶為貯存上限。以現行設施規劃最大廢棄物貯存量 780 桶，評估對所外關鍵群體之輻射影響如下：

- (1) 本設施貯存廢棄物非屬氣態且採密閉貯存，無污染氣體外洩造成所外關鍵群體體內劑量之輻射影響。
- (2) 有關天空散射影響，因天空散射為輻射線經由空氣中氧、氮等分子散射造成，而本設施因非屬開口式建築物(廢棄物僅貯存於一樓，廢棄物上方有二樓樓板及頂樓二道 RC 屏蔽，輻射穿透效應較一樓更低)，且主要 γ 射線貢獻核種 Cs-137 並非高能量核種及距所外民眾關鍵群長達 360 公尺，故相對於直接輻射，天空散射效影響微小可予以忽略。
- (3) 本設施貯存廢棄物中，所外廢棄物所含核種大多屬低輻射曝露常數之短半衰期核種，以下直接輻射影響評估，為保守考量均以所內廢棄物之 γ 輻射貢獻主要核種 Cs-137 及次要 Co-60 為評估假設核種；而依本報告六、(五)所引述，桶裝可燃廢棄物 $1 \mu\text{Sv/h}$ 表面輻射劑量率對應之廢棄物包件所含活度為 1.1MBq(係參酌過去所內廢棄物放化分析之 Cs-137 與 Co-60 常見活度比例 9:1 分配評估所得)。
- (4) 本設施廢棄物接收之包件表面輻射劑量率上限為 $500 \mu\text{Sv/h}$ ，一般接收之廢棄物包件表面輻射劑量率介於 $0.1 \sim 100 \mu\text{Sv/h}$ ，現保守以最大廢棄物貯存量 780 桶均為 $100 \mu\text{Sv/h}$ ，可推算出單桶活度為 110MBq(Cs-137 為 99 MBq、Co-60 為 11 MBq)。
- (5) 保守假設全數廢棄物均存放於設施內最靠近所外關鍵群體之北側，其距所外關鍵群體(北向中科院 255 館)約 360 公尺。
- (6) 可燃廢棄物平均淨重 100 公斤/桶，鋼製廢棄物桶高 88.4 公分，直徑 57.2 公分，厚 0.15 公分(廢棄物包件密度為 0.44g/cm^3)。

(7) 以前述(4)~(6)條件，藉 MicroShield 10 輻射屏估程式，在保守不計設施至所外關鍵群體間之建築物等屏蔽效應下進行評估，可得單桶可燃廢棄物對所外關鍵群體之體外直接輻射影響為 $1.53\text{E-}05 \mu\text{Sv/h}$ ，全數 780 桶對所外關鍵群體之體外輻射影響為 $780 \times 1.53\text{E-}05 \mu\text{Sv/h} = 1.19\text{E-}02 \mu\text{Sv/h}$ 。

(8) 以所外關鍵群體年佔用因子 2080 小時(8 小時/日 \times 5 日/週 \times 52 週/年=2080 小時/年)計，可算得本設施廢棄物最大貯存量對所外關鍵群體之年體外直接輻射影響值為 $2080 \text{ h} \times 1.19\text{E-}02 \mu\text{Sv/h} = 24.75 \mu\text{Sv}$ ，遠低於一般民眾可接受年限值 $1000 \mu\text{Sv}$ 。

四、審查結論

- (一) 可燃性廢棄物貯存庫應具有安全貯存等相關功能性之設備皆正常運轉中，符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 13 條之要求，審查結果認為可以接受。
- (二) 貯存庫之結構安全，經確認已委託土木技師進行調查評估，確保該貯存庫內外各結構體於運轉期間能維持其應有之功能，審查結果認為可以接受。
- (三) 有關設施貯存作業相關審查意見，經核研所補充說明後，貯存作業符合輻射安全防護相關規定，審查結果認為可以接受。
- (四) 貯存庫對設施外一般人輻射劑量之評估結果，符合「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第 14 條第 1 項個人年有效劑量不得超過 0.25mSv 之規定，且對工作人員造成之年有效劑量符合游離輻射防護安全標準第 7 條之職業暴露劑量限度，審查結果認為可以接受。

(五) 核研所本次提報之「可燃性廢棄物貯存庫(015F)之十年再評估報告」，本局邀聘專家組成審查小組進行審查並親赴現場會勘與討論，所有審查意見經各審查委員逐項確認並接受，報告內容亦依委員意見完成修訂，同意本項十年再評估報告核備。