

# 提升蘭嶼貯存場營運安全實施計畫

(定稿版)

台灣電力股份有限公司  
核能後端營運處

中華民國 105 年 8 月

## 摘 要

蘭嶼貯存場廢棄物桶貯存壕溝之設計係採多重障壁的安全概念，即廢棄物均先經固化(第 1 道障壁)，再以鋼桶盛裝(第 2 道障壁)，運抵貯存場後貯存於壕溝結構體內(第 3 道障壁)，貯存場壕溝結構體內具有入滲水收集系統(第 4 道障壁)，入滲水流入集水池 A 池後再以蒸發器處理(第 5 道障壁)，其蒸餾液經處理至放射性活度小於儀器最低可測值後於場內回收使用，以符合蘭嶼貯存場長期以來採行之廢水「活度零排放」策略，有效阻絕核種外釋至周圍環境，已確保廢棄物桶之貯存安全。

由於蘭嶼地區位居西太平洋，蘭嶼貯存場整體環境處於氣候高溫、高鹽度與潮濕，且經過三十餘年之時間，早期運入貯存之廢棄物桶局部發生銹蝕狀況。台電公司(以下簡稱本公司)為徹底解決廢棄物桶銹蝕的問題，自民國86年10月開始陸續執行先導型檢整作業及於95年2月完成試運轉作業，及於100年11月26日止完成蘭嶼貯存場之廢棄物桶檢整重裝作業，使廢棄物桶之貯存安全獲得確保，並消弭民眾對廢棄物桶貯存之疑慮。

本營運安全實施計畫(簡稱本計畫)係依據大會於 101 年 12 月 20 日第 121 次放射性物料管制會議之第 647 議案決議，針對本公司所提出之「提升蘭嶼貯存場營運安全之方案規劃報告」中所擬定採取之改善規劃方案，進行相關規劃與分析；並依據 102 年 10 月 1 日第 124 次放射性物料管理會議之決議，提出本案「提升蘭嶼貯存場營運安全實施計畫」，藉由「3x4 重裝容器」之耐用特性，將壕溝內檢整後之第一、二與第四類 55 加侖廢棄物桶，依其所含核種濃度分為 A、B、C、超 C 等四類分別裝入「3x4 重裝容器」，增加 55 加侖廢棄物桶貯存耐久性，以更進一步提升蘭嶼貯存場之營運安

全。全案所需工期預估為 38 個月（含 3x4 重裝容器之採購時間），作業期間經由「人員劑量及環境輻射影響評估」結果，僅壕溝內作業之理貨員每人每年所接受之總集體輻射劑量達 102.1 mSv，本公司屆時將以合理抑低原則進行管制作業或增加理貨員之人數(6 人)，俾使作業人員所接受之輻射劑量符合規定，確保作業人員之安全。另以 15 個場界劑量點進行影響環境之評估，皆符合法規之限制值（0.25 mSv/yr）內，即本計畫執行期間對環境之輻射安全無虞。再者，本計畫研擬周嚴之工安衛生管制措施、意外事故之應變措施及品質保證措施，以確保執行本計畫之圓滿完成。

# 目 錄

摘要 .....	摘-1
目錄 .....	I
圖目錄 .....	IV
表目錄 .....	VI
<b>第一章 作業概述</b> .....	<b>1-1</b>
一、前言 .....	1-1
二、作業概述 .....	1-4
三、工作內容 .....	1-6
四、人員編組 .....	1-8
五、工作時程表 .....	1-16
六、作業場所 .....	1-19
<b>第二章、重裝作業相關設施</b> .....	<b>2-1</b>
一、貯存空間估算 .....	2-1
二、重裝作業相關設備 .....	2-5
(一) 取出單元與小型遮蔽物 .....	2-5
(二) 鋼構廠房 .....	2-7
(三) 3×4 重裝容器 .....	2-9
<b>第三章、重裝作業程序</b> .....	<b>3-1</b>
一、「3×4 重裝容器」運貯作業流程 .....	3-1
二、取桶作業流程 .....	3-3
三、暫存區內重裝容器的堆置與運回壕溝回貯作業 .....	3-6
四、蘭嶼貯存場廢棄物資料建立流程 .....	3-8
<b>第四章、輻射防護措施</b> .....	<b>4-1</b>
一、輻射防護計畫 .....	4-1
二、輻射防護規定 .....	4-18
三、輻射劑量合理抑低計畫 .....	4-22
<b>第五章、提升營運安全作業後之廢棄物處理</b> .....	<b>5-1</b>

<b>第六章、工業安全衛生措施</b> .....	6-1
一、作業人員工安教育訓練課程及時數.....	6-1
二、作業期間機械設備及車輛自動檢查.....	6-2
<b>第七章、人員劑量及環境輻射影響評估</b> .....	7-1
一、場界環境輻射劑量評估分析.....	7-1
(一)評估內容概述.....	7-1
(二)基本數據與假設.....	7-2
(三)評估計算採用程式.....	7-8
二、場界環境輻射劑量評估結果.....	7-9
(一)直接輻射劑量計算.....	7-9
(二)向天輻射劑量計算.....	7-9
(三)提升營運安全作業期間與完成後對廠界劑量之年劑量評估.....	7-10
三、輻射工作人員劑量評估分析.....	7-28
(一)物料之基本條件(廢棄物).....	7-28
(二)評估劑量貢獻來源.....	7-28
(三)評估物料堆置幾何模式.....	7-28
(四)評估計算採用程式.....	7-29
(五)壕溝取桶、回貯作業情形.....	7-29
四、輻射工作人員劑量評估結果.....	7-34
(一)壕溝區作業各類工作位置輻射劑量率.....	7-34
(二)堆高機堆卸操作位置輻射劑量率計算結果.....	7-41
(三)卡車運送作業計算結果.....	7-42
(四)推估各項作業人員接受輻射劑量.....	7-43
五、場內運送劑量評估.....	7-52
(一)場內運送輻射劑量計算.....	7-52
(二)運送劑量.....	7-55
六、場內運送意外事件輻射劑量評估.....	7-57
(一)意外事件.....	7-57
(二)無放射性物質外釋意外事件之輻射劑量計算.....	7-57
(三)無放射性物質外釋意外事件之輻射劑量評估結果.....	7-57

(四) 放射性物質外釋意外之輻射劑量影響.....	7-59
七、綜合評估 .....	7-65
<b>第八章、意外事件之應變措施</b> .....	<b>8-1</b>
一、意外事件種類.....	8-1
二、意外事故之通報.....	8-9
三、權責 .....	8-14
四、意外事件緊急應變方法 .....	8-15
五、意外事件應變設備及設施 .....	8-24
六、維持緊急應變準備之能力 .....	8-24
<b>第九章、品質保證措施</b> .....	<b>9-1</b>
一、管理組織架構.....	9-1
二、品質管理計畫.....	9-3
三、品質稽查作業.....	9-3
四、改正行動.....	9-4
五、文件紀錄管制.....	9-4
<b>第十章、結語</b> .....	<b>10-1</b>

參考文獻

- 附錄 A 「鋼構廠房」A 棟自產廢棄物種類、活度及數量
- 附錄 B 「鋼構廠房」A 棟蓋板環立四周之安全評估計算
- 附錄 C 「鋼構廠房」B 棟南北側牆面新增工程-結構計算書
- 附錄 D 人員劑量及環境輻射影響評估分析資料說明與結果
- 附錄 E 低放射性廢棄物分類計算統計結果報告

## 圖 目 錄

圖 1-1 蘭嶼貯存場場區平面圖 .....	1-5
圖 1-2 本計畫安全實施計畫專案組織編制 .....	1-10
圖 1-3 核能後端營運處組織架構與職掌圖 .....	1-11
圖 1-4 台電公司與承包商人員連繫及作業管控架構圖 .....	1-12
圖 1-5 貯存壕溝與鋼構廠房位置與現況照片 .....	1-21
圖 1-6 鋼構廠房暫存區示意圖 .....	1-21
圖 2-1 3x4 重裝容器貯存壕溝示意圖 .....	2-2
圖 2-2 取出單元作業示意圖 .....	2-6
圖 2-3 小型遮蔽物件作業示意 .....	2-6
圖 2-4 鋼構廠房 .....	2-8
圖 2-5 3x4 重裝容器 .....	2-10
圖 3-1 3x4 重裝容器運貯作業流程 .....	3-2
圖 3-2 取出單元作業流程 .....	3-4
圖 3-3 小型遮蔽物件取桶作業流程 .....	3-5
圖 3-4 「鋼構廠房」暫存與壕溝回貯作業流程 .....	3-7
圖 3-5 「3x4 重裝容器」貯存資料建立作業流程 .....	3-9
圖 4-1 蘭嶼貯存場管制區及監測區區域示意圖 .....	4-14
圖 5-1 蘭嶼貯存場廠區廢水收集槽位置示意圖 .....	5-3
圖 7-1 暫貯區幾何模型與屏蔽設計示意圖 .....	7-6
圖 7-2 貯存壕溝位置編號及 15 個偵檢點位置 .....	7-7
圖 7-3 模擬物料堆放區域幾何配置圖 .....	7-28
圖 7-4 卡車尺寸示意圖 .....	7-31
圖 7-5 卡車運送作業距離容器位置圖 .....	7-42
圖 7-6 「3x4 重裝容器」造成輻射劑量率評估之幾何 .....	7-52
圖 7-7 運送路線規劃示意圖 .....	7-54
圖 8-1 取桶、重裝與貯存作業流程 .....	8-4
圖 8-2 意外事件緊急應變小組 .....	8-13
圖 8-3 意外事件緊急應變計畫作業流程 .....	8-17

圖 9-1 本計劃管理組織架構.....	9-2
圖 9-2 品質文件紀錄管制流程.....	9-9

# 表 目 錄

表 1-1 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶數量表 .....	1-3
表 1-2 鋼構廠房 A 棟自產廢棄物移置 B 棟之劑量影響評估.....	1-7
表 1-3 運貯重裝作業承包商人員編制及權責(1/2) .....	1-13
表 1-3 運貯重裝作業承包商人員編制及權責(2/2)續 .....	1-15
表 1-4 工作時程表.....	1-18
表 2-1 各壕溝可貯放 3x4 重裝容器及 55 加侖桶數量估算表 .....	2-4
表 4-1 各單位輻射防護相關管理業務 .....	4-4
表 4-2 地區管制劃分標準.....	4-10
表 4-3 蘭嶼貯存場輻射劑量率之限值分區表 .....	4-11
表 4-4 劑量計抽查作業區分.....	4-11
表 4-5 工作人員使用 TLD/EPD 佩戴查核紀錄表.....	4-12
表 4-6 蘭嶼貯存場之輻射曝露行政管限制值 .....	4-13
表 4-7 呼吸防護面具使用標準 .....	4-20
表 4-8 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶重裝作業 .....	4-23
表 4-9 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶重裝作業(作業中現場工安檢核表) (1/2) .....	4-26
表 4-9 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶重裝作業(作業中現場輻安檢核表) (2/2) .....	4-27
表 4-10 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶重裝作業(承攬商工安、輻安自 動檢查表).....	4-28
表 5-1 蘭嶼貯存場洗衣廢水處理後澄清液紀錄表 .....	5-4
表 6-1 營運安全實施計畫作業人員工安教育訓練課程及時數表 .....	6-3
表 7-1 壕溝活度計算表 .....	7-5
表 7-2 屏蔽材料組成與密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) .....	7-6
表 7-3 提升營運安全作業各壕溝與暫貯區對 15 個偵檢點之直接輻射 劑量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ ).....	7-11
表 7-3 提升營運安全作業各壕溝與暫貯區對 15 個偵檢點之直接輻射 劑量率 ( $\mu\text{Sv}/\text{h}$ )(續 1).....	7-12

表 7-3 提升營運安全作業各壕溝與暫貯區對 15 個偵檢點之直接輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )(續 2) .....	7-13
表 7-3 提升營運安全作業各壕溝與暫貯區對 15 個偵檢點之直接輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )(續 3) .....	7-14
表 7-3 提升營運安全作業各壕溝與暫貯區對 15 個偵檢點之直接輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )(續 4) .....	7-15
表 7-4 各壕溝提升營運安全作業期間開蓋與暫貯區對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) .....	7-16
表 7-4 各壕溝提升營運安全作業期間開蓋與暫貯區對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )(續 1) .....	7-17
表 7-4 各壕溝提升營運安全作業期間開蓋與暫貯區對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )(續 2) .....	7-18
表 7-4 各壕溝提升營運安全作業期間開蓋與暫貯區對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )(續 3) .....	7-19
表 7-4 各壕溝提升營運安全作業期間開蓋與暫貯區對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )(續 4) .....	7-20
表 7-5 各壕溝貯存對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) .....	7-21
表 7-5 各壕溝貯存對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )(續 1) .....	7-22
表 7-5 各壕溝貯存對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )(續 2) .....	7-23
表 7-5 各壕溝貯存對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )(續 3) .....	7-24
表 7-5 各壕溝貯存對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )(續 4) .....	7-25
表 7-6 提升營運安全作業期間所造成年劑量總整理 .....	7-26
表 7-7 提升營運安全完成後所造成年劑量總整理 .....	7-27
表 7-8 理貨員吊卸單桶廢棄物桶輻射劑量率評估結果 .....	7-34
表 7-9 理貨員工作壕溝內空間輻射劑量率評估結果 .....	7-35
表 7-10 理貨員吊卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(1) .....	7-35
表 7-11 理貨員吊卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(2) .....	7-35
表 7-12 檢驗員檢視單桶廢棄物桶輻射劑量率評估結 .....	7-36
表 7-13 檢驗員檢視工作壕溝內空間輻射劑量率評估結果 .....	7-36
表 7-14 指揮手於指揮吊卸單桶廢棄物桶輻射劑量率評估結果 .....	7-37

表 7-15	指揮手吊卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(1)	…7-37
表 7-16	指揮手吊卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(2)	…7-37
表 7-17	輻防、工安員吊卸單桶廢棄物桶輻射劑量率評估結果	…7-38
表 7-18	輻防、工安員於吊卸單只重裝容器輻射劑量率評估結果(1)	…7-38
表 7-19	輻防、工安員於吊卸單只重裝容器輻射劑量率評估結果(2)	…7-39
表 7-20	起重機駕駛吊卸單桶廢棄物桶輻射劑量率評估結果	…7-39
表 7-21	起重機駕駛吊卸單只重裝容器輻射劑量率評估結果(1)	…7-40
表 7-22	起重機駕駛吊卸單只重裝容器輻射劑量率評估結果(2)	…7-40
表 7-23	啟閉蓋板作業壕溝內空間輻射劑量率評估結果	…7-40
表 7-24	堆高機操作堆卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果	
	(1)	…7-41
表 7-25	堆高機操作堆卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果	
	(2)	…7-41
表 7-26	各項工作人員推估接受輻射劑量彙整表	…7-44
表 7-27	壕溝區作業人員推估接受輻射劑量結果	…7-45
表 7-28	卡車駕駛運送推估接受輻射劑量結果	…7-49
表 7-29	鋼構廠房人員推估接受輻射劑量結果	…7-51
表 7-30	「3x4 重裝容器」造成輻射劑量率評估之計算參數	…7-53
表 7-31	運送壕溝廢棄物桶對場界造成輻射劑量	…7-56
表 7-32	各意外事故輻射劑量評估設定條件	…7-58
表 7-33	無放射性物質外釋意外事故輻射劑量評估	…7-59
表 7-34	不同距離之 2 小時 $\chi/Q$ 值	…7-61
表 7-35	放射性物質外釋事故之大氣擴散劑量評估結果(mSv)	…7-63
表 7-36	重裝作業期間與運送過程對場界造成之輻射劑量	…7-67
表 8-1	取桶、重裝與貯存作業流程中危害類型及危害防止措施(1/4)	…8-5
表 8-1	取桶、重裝與貯存作業流程中危害類型及危害防止措施(2/4)	…8-6
表 8-1	取桶、重裝與貯存作業流程中危害類型及危害防止措施(3/4)	…8-7
表 8-1	取桶、重裝與貯存作業流程中危害類型及危害防止措施(4/4)	…8-8
表 8-2	台灣電力公司各類災害及緊急事件速報表	…8-11
表 8-3	台灣電力公司各類災害及緊急事件速報程序流程	…8-12

表 9-1 品質文件紀錄種類及保存年限 .....	9-7
表 9-2 文件紀錄分類代碼表 .....	9-8

# 第一章、作業概述

## 一、前言

蘭嶼貯存場自民國 71 年啟用至 85 年 5 月止，累計貯存放射性廢棄物固化桶共 97,672 桶。貯存場壕溝之設計採多重障壁的安全概念，廢棄物均先經固化(第 1 道障壁)，再以鋼桶盛裝(第 2 道障壁)，運抵貯存場後貯存於壕溝結構體內(第 3 道障壁)，貯存場壕溝結構體內具有入滲水收集系統(第 4 道障壁)，入滲水流入集水池 A 池後再以蒸發器處理(第 5 道障壁)，其蒸餾液經處理至放射性活度小於儀器最低可測值後於場內回收使用，以符合蘭嶼貯存場長期以來採行之廢水「活度零排放」策略，有效阻絕核種外釋至周圍環境。

由於蘭嶼地區面臨西太平洋，蘭嶼貯存場整體環境處於氣候高溫、高鹽度與潮濕，且經過三十餘年之時間，早期運入貯存之廢棄物桶局部發生銹蝕損壞狀況。台灣電力公司(以下簡稱本公司)為提升廢棄物桶之貯存安全，以及便於我國低放射性廢棄物最終處置場完工後，能夠迅速將蘭嶼貯存場貯存之低放射性廢棄物桶遷移，除自民國 84 年 7 月起，改用抗蝕性較佳之「熱浸鍍鋅鋼桶」，以提升廢棄物桶使用年限，且自民國 86 年 10 月開始陸續執行先導型檢整作業。經於民國 89 年底完成銹蝕廢棄物桶之先導型檢整重裝工作後，再於 95 年 2 月完成試運轉作業。同時，為徹底解決廢棄物桶銹蝕的問題，本公司著手規劃檢整重裝作業，俾將壕溝內所有廢棄物桶逐一檢整處理，以延長存放期效，並進一步確保廢棄物貯存之安全。經於民國 96 年 1 月取得原能會放射性物料管理局(以下簡稱物管局)核發「處理中心」運轉執照，及在民國 96 年 5 月經原能會核備檢整重裝作業計畫書後，本公司自民國 96 年 12 月開始進行全面檢整重裝作業，並至 100 年 11

月 26 日止完成蘭嶼貯存場之廢棄物桶檢整重裝作業。

在先導型、試運轉檢整及全面檢整重裝作業期間，由於部份破碎固化體經重新破碎再固化後體積約增加為 2.1 倍，導致廢棄物桶數增加約 2,605 桶，故目前經檢整重裝作業後之廢棄物桶總計為 100,277 桶(如表 1-1)；整體廢棄物桶經由全面檢整重裝後，除增加廢棄物桶的保護與增強耐久性，並提升蘭嶼貯存場整體環境營運安全。

本營運安全實施計畫(簡稱本計畫)係依據原能會於 101 年 12 月 20 日第 121 次放射性物料管制會議之第 647 議案決議，針對本公司所提出之「提升蘭嶼貯存場營運安全之方案規劃報告」中之改善規劃方案，進行相關規劃與分析。本報告內容主要依照「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第十八條，提出提升營運安全作業實施計畫報告，通盤評估蘭嶼貯存場現況環境與營運安全等設施及設備，即對壕溝內 55 加侖廢棄物桶之貯存方式進行改善，以增加廢棄物桶整體貯存耐久度。藉由「3x4 重裝容器」之耐用特性，將壕溝內檢整後之第一、二與第四類 55 加侖廢棄物桶，依其所含核種濃度分為 A、B、C、超 C 等四類分別裝入「3x4 重裝容器」，增加 55 加侖廢棄物桶貯存耐久性，以提升貯存場之營運安全。本計畫依 102 年 10 月 1 日第 124 次放射性物料管理會議之決議，提「提升蘭嶼貯存場營運安全實施計畫」送審查，經綜合分析(詳見第二章)各壕溝可貯放 8,368 櫃「3x4 重裝容器」及 280 櫃「3x1 重裝容器」；現有 23 座壕溝貯存數量計有：檢整重裝作業後桶數 100,277 桶，自產廢棄物 953 桶。經估算 23 座壕溝未來可貯放檢整重裝作業後之「3x4 重裝容器」8,357 櫃(100,277÷12=8,357)，尚有 11 櫃「3x4 重裝容器」空間可貯存「自產廢棄物」，剩餘

之 821 桶自產廢棄物改以「3x1 重裝容器」盛裝，計需 274 櫃(821÷3≐274)，足夠存入 280 櫃「3x1 重裝容器」空間。因此蘭嶼貯存場既有 23 座壕溝總容量已足夠貯存 8,357 櫃「3x4 重裝容器」及「自產廢棄物」953 桶(11 櫃「3x4 重裝容器」+274 櫃「3x1 重裝容器」)，故不需再新設貯存場所(例如處理中心)貯存。本計畫擬規劃將壕溝內 35,867 桶之 55 加侖廢棄物桶盛裝於「3x4 重裝容器」及 953 桶「自產廢棄物」盛裝於「3x4 重裝容器」和「3x1 重裝容器」，運至既有鋼構廠房設施配合臨時貯放整合後，再回貯於壕溝中。另外為確保本計畫實施之安全可行，並針對工作人員及環境所造成之輻射劑量影響予以評估均符合法規要求(參見第七章)。

表 1-1 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶數量表

廢棄物來源單位	檢整前 貯存桶數	破碎須 固化桶數	壕溝目前 貯存桶數
核一廠	42,028	1,549	40,479
核二廠	37,488	860	36,628
核三廠	6,336	0	6,336
核研所	11,292	1	11,291
減容中心	528	0	528
蘭嶼貯存場			5,015(破碎固化 後產生之桶數)
小 計	97,672	2410	100,277

## 二、作業概述

本計畫經評估與檢討場內設施，規劃將貯存於壕溝檢整後之第一、二、四類 55 加侖廢棄物桶，依核種濃度分為 A、B、C、超 C 等四類分別裝入「3×4 重裝容器」再回貯存壕溝內，總計 55 加侖廢棄物桶數量為 35,867 桶(= 180 桶(第一類)+30,672 桶(第二類)+5,015 桶(第四類)) 存入 2,989 櫃「3×4 重裝容器」，另外 953 桶「自產廢棄物」存放於 11 櫃「3×4 重裝容器」及 274 櫃「3×1 重裝容器」內。針對「3×4 重裝容器」及「3×1 重裝容器」盛裝作業與運貯作業，以及「3×4 重裝容器」及「3×1 重裝容器」臨時貯存於「鋼構廠房」，經保守評估計算對工作人員和場界環境所造成之輻射劑量影響均可符合法規要求。

蘭嶼貯存場現有設施包含辦公室大樓、處理中心、鋼構廠房、宿舍、行政車庫及 23 座壕溝，其場區平面配置圖(如圖 1-1)所示。經評估現有貯存場壕溝設施容量空間，已可滿足本計畫因 55 加侖廢棄物桶盛裝於「3×4 重裝容器」及自產廢棄物盛裝於「3×1 重裝容器」所增加之貯存空間，並規劃作業流程與程序之相關措施。另外作業期間藉由蘭嶼貯存場既有「取出單元」、「遮蔽物件」與「鋼構廠房」及相關設施等做為重裝作業主要場所或防護設施，應可確保作業期間之安全；經此檢整改善後，應可大大提升蘭嶼貯存場未來營運安全。經由綜合評估後，作業期間對貯存場內外之環境輻射不致產生影響，皆符合法規之限制值，作業期間對場外居民之輻射劑量，亦合乎法規訂定的年輻射劑量限值(分析內容詳見第七章)。

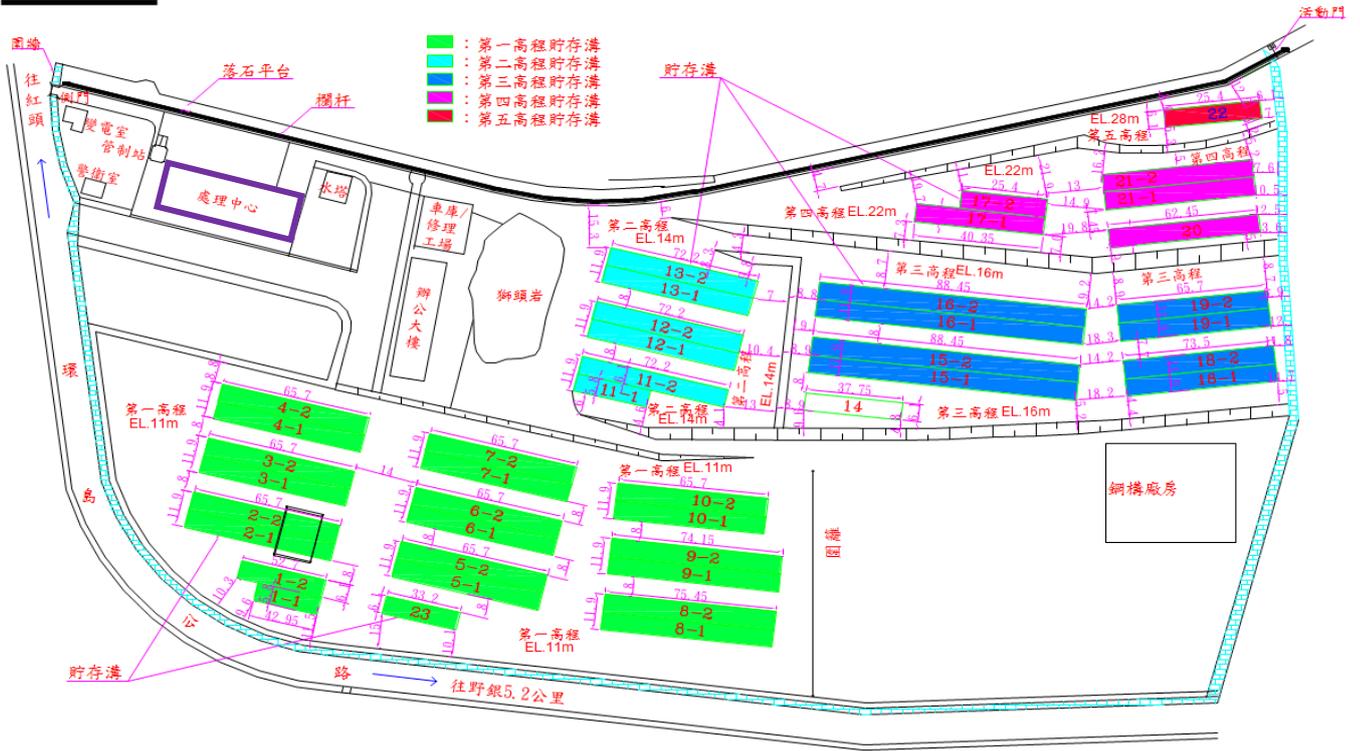
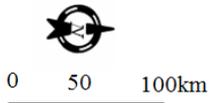


圖 1-1 蘭嶼貯存場場區平面圖

### 三、工作內容

本計畫主要工作內容係在「壕溝」、「取出單元」、「小型遮蔽物件」及「鋼構廠房」等作業場所，執行 23 座壕溝(單槽與雙槽)之檢整後第一、二與四類 55 加侖廢棄物桶，依核種濃度分為 A、B、C、超 C 等四類，分別裝入「3×4 重裝容器」內。另將 953 桶「自產廢棄物」存放於 11 櫃「3×4 重裝容器」及 274 櫃「3×1 重裝容器」內。重裝期間會將超 C 類再進行貯存桶整桶計測，以確認並修正本場之超 C 類結果。同時將自產廢棄物再進行整桶計測，比活度 $\geq 10,000\text{Bq/kg}$ 者，放入壕溝貯存，比活度 $< 10,000\text{Bq/kg}$ 者暫存於「鋼構廠房」A 棟(仍裝入「3×4 重裝容器」)，待未來以除污或衰變至符合放行標準後放行，以減輕放射性廢棄物之產量。

壕溝內「3×4 重裝容器」與「3×1 重裝容器」仍採四層堆疊貯存，經核算壕溝總貯存容量，可滿足檢整後第一、二與四類等 55 加侖廢棄物桶裝入「3×4 重裝容器」，及 953 桶「自產廢棄物」存放於 11 櫃「3×4 重裝容器」及 274 櫃「3×1 重裝容器」內，所增加的貯存空間及自產廢棄物桶，不須另外再新設貯存區與設施。

「3×4 重裝容器」與「3×1 重裝容器」之重裝作業係將壕溝內檢整後第一、二與四類之 55 加侖廢棄物桶自壕溝吊出，並依其所含核種濃度分為 A、B、C、超 C 等四類，分別吊入同 1 只「3×4 重裝容器」，及「自產廢棄物」盛裝於「3×4 重裝容器」或「3×1 重裝容器」內，待裝滿 12 桶或 3 桶，經容器表面輻射劑量率量測後，運送至「鋼構廠房」暫存，於料帳資料登載完整後待一定量後再回貯於壕溝內。本計畫正式執行之前，蘭嶼貯存場將完成「鋼構廠房」B 棟前後牆面之建置及周圍屏蔽，然後將目前放置於「鋼構廠房」A 棟之自產廢棄物(參見自產廢棄物種類、活度及數量，附錄 A)移至 B 棟存放，以騰出空間供本計畫之執行，而不影響周圍環境及環島道路

之輻射背景值，詳鋼構廠房 A 棟自產廢棄物移置 B 棟之劑量影響評估(如表 1-2)。

為確保蘭嶼貯存場場區作業之輻射安全，使場界與工作人員之輻射劑量符合法規規定，本計畫進行評估蘭嶼貯存場於提升營運安全實施計畫執行期間之場界及工作人員輻射劑量（詳見第七章）。經由人員劑量及環境輻射影響評估結果(含場內廢棄物桶之運送)，於提升營運安全期間與完成後，場界劑量所增加之直接輻射與向天輻射劑量率與總年劑量，對於 15 個場界評估點，均低於 0.25 mSv/year 的限值。意即蘭嶼貯存場重裝作業期間造成場外居民之年劑量影響，符合法規訂定的年劑量限值。

表 1-2 鋼構廠房 A 棟自產廢棄物移置 B 棟之劑量影響評估

偵測點	向天輻射( $\mu\text{Sv/h}$ )	直接輻射( $\mu\text{Sv/h}$ )	總劑量率( $\mu\text{Sv/h}$ )
1	2.019E-07	2.50E-05	2.520E-05
2	2.459E-07	2.97E-05	2.999E-05
3	2.965E-07	3.54E-05	3.566E-05
4	3.551E-07	4.25E-05	4.287E-05
5	3.937E-07	4.70E-05	4.739E-05
6	4.707E-07	5.54E-05	5.591E-05
7	6.471E-07	7.30E-05	7.361E-05
8	8.300E-07	9.06E-05	9.141E-05
9	1.139E-06	1.20E-04	1.214E-04
10	2.798E-06	2.86E-04	2.889E-04
11	5.334E-06	5.88E-04	5.935E-04
12	9.486E-06	1.41E-03	1.416E-03
13	1.693E-05	9.37E-03	9.391E-03
14	9.426E-06	3.38E-03	3.386E-03
15	3.248E-06	6.51E-04	6.540E-04

#### 四、人員編組

本計畫主要為執行提升蘭嶼貯存場營運安全實施計畫期間之運貯作業，包括自壕溝內取出第一、二與四類之 55 加侖廢棄物桶盛裝於「3x4 重裝容器」及自產廢棄物盛裝於「3x4 重裝容器」或「3x1 重裝容器」內，暫存於「鋼構廠房」；待一定量後再回貯於壕溝內等作業。其運貯作業依據蘭嶼貯存場 DNBM-L-5.24「蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶運貯作業程序書」之標準作業程序執行。

執行本項提升營運安全實施工作之相關作業人員計有承包商、工地負責人、領班、工程師/監工、作業人員、吊車操作員、理貨員(吊掛作業員)、堆高機操作員、作業人員、安衛人員、輻射防護員等。其相關組織、人員編組與編制，詳(如圖 1-2、圖 1-3 與圖 1-4)；另以每日工作時數約 8 小時估算，所需相關運貯作業之承包商人力詳(如表 1-3)。本公司亦需增加相對之適當人力，如輻射防護、工安、品質管制(包括現場檢驗及重裝需「3x4 重裝容器」製程之駐廠檢驗)、廢棄物桶資料處理，以監督重裝運貯作業之執行。惟上述人力需求未考慮原物料運送工作人員、行政工作人員等，該部分人員，將視實際作業需求調整。

有關壕溝取桶、回貯作業之作業單元區人員需求編制如下：

##### 1. 各壕溝取桶、回貯作業：

(1)溝內：理貨員 1 人。

(2)溝外：理貨員 1 人、檢驗員 1 人、起重機操作員 1 人、卡車駕駛 1 人、指揮手 1 人、安衛(工安)人員 1 人、輻射防護員 1 人、協助啟閉蓋板作業人員 2 人。

2. 「鋼構廠房」暫貯作業：堆高機駕駛員 1 人、理貨員 2 人、安衛(工安)人員 1 人、輻射防護員 1 人。

本計畫由核後端處蘭嶼貯存場負責實施規劃，並執行內部各相關部門間聯繫與協調，以及與承包商之聯繫、協調、監督及審查等工作。承包商負責本營運安全實施計畫之吊運、貯存(「鋼構廠房」與「壕溝」)與設施之維護。蘭嶼貯存場之組織架構，依照蘭嶼貯存場現行之行政組織，指派人員執行監督、檢查及管理。

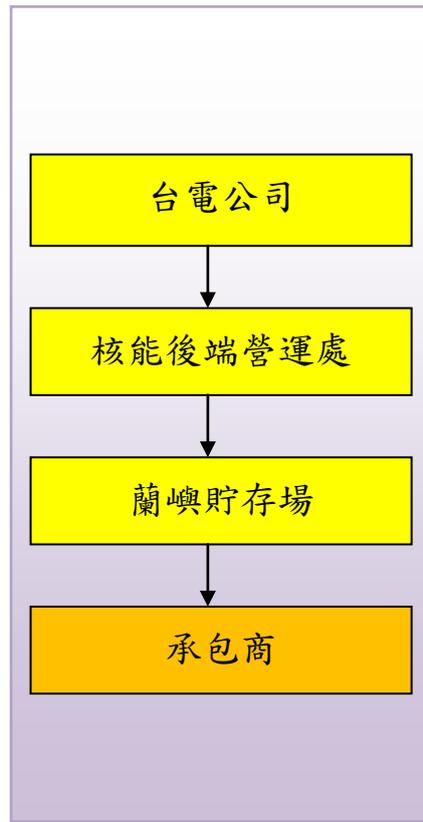


圖 1-2 本計畫安全實施計畫專案組織編制

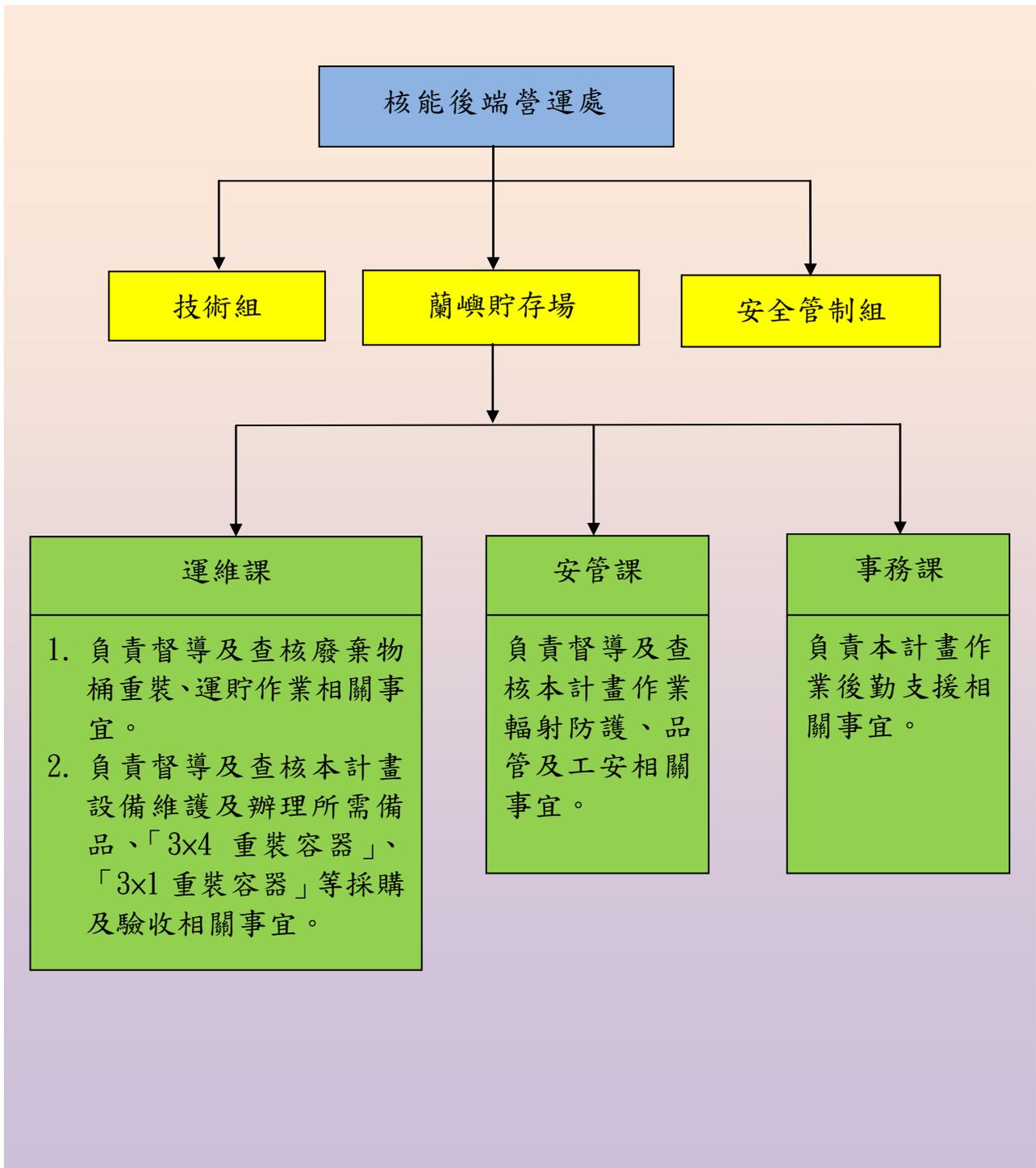


圖 1-3 核能後端營運處組織架構與職掌圖

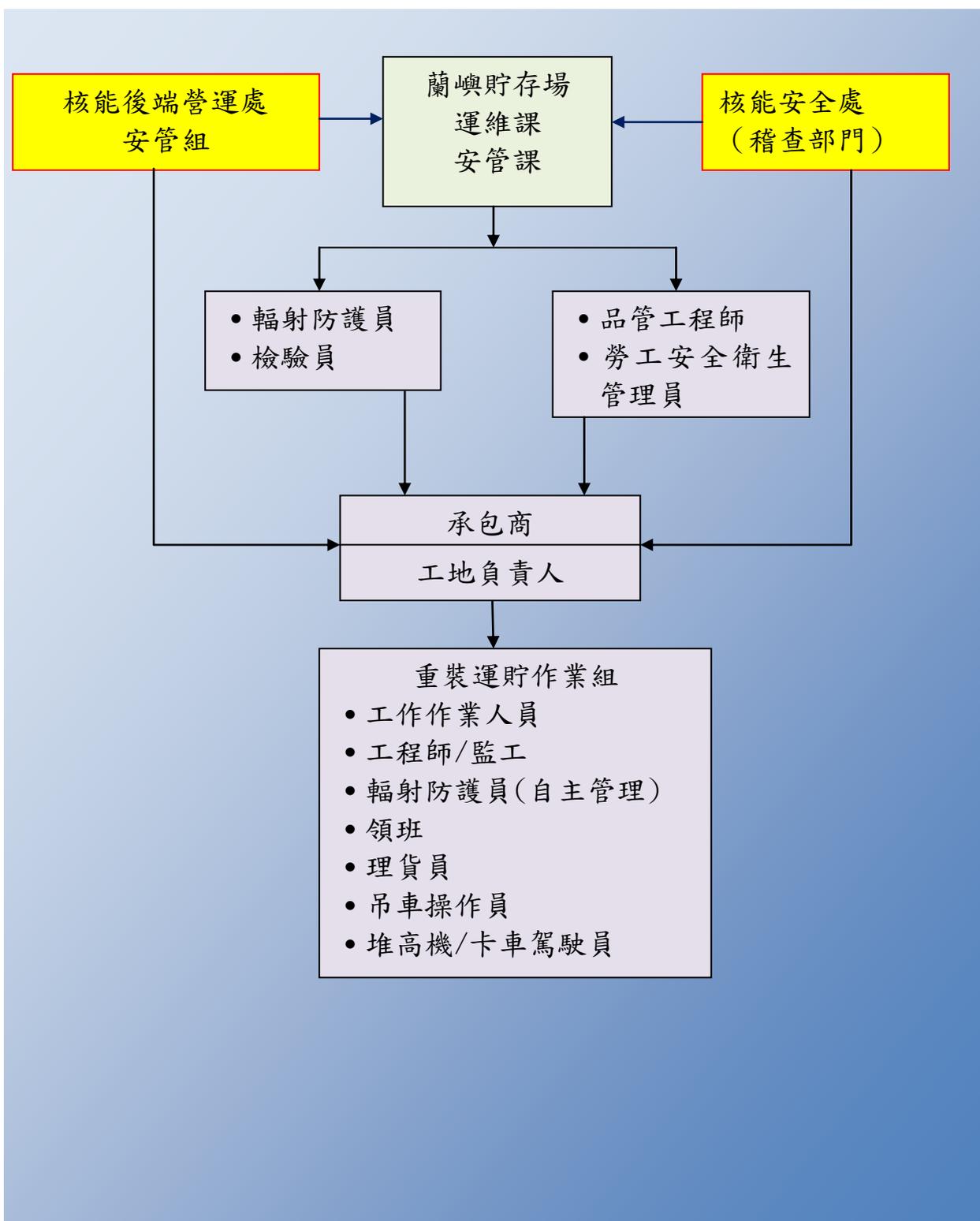


圖 1-4 台電公司與承包商作業管控架構圖

表 1-3 運貯作業承包商人員編制及權責(1/2)

職 稱	人數	權 責	資 格
工地負責人	1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 管理工地事務及運貯管理；指揮及管控整體工程品質、安全與工期。</li> <li>2. 工地之人員、機具及材料等管理。督導施工人員遵照核可的項目與程序書執行作業，發現異常，負責改善。</li> <li>3. 依施工計畫書執行施工，及按日填報施工日誌。</li> <li>4. 工地勞工安全衛生事項之督導、公共環境與安全之維護及其他工地行政事務。</li> <li>5. 工地緊急異常狀況之通報。</li> </ol>	<p>土木、建築、輪機、機械等相關科系大專畢業，具兩年以上建造工程工地負責人經驗。</p>
領 班	2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 督導工作人員採取適當防護措施，並遵照核可的項目與程序書執行。</li> <li>2. 開始作業前工安、輻安措施檢核。</li> <li>3. 指揮與管控現場運貯作業，發現異常，負責改善。</li> <li>4. 緊急異常狀況之應變與通報。</li> </ol>	<p>符合蘭嶼貯存場承包商各類技術工作人員資格檢定程序之規定。</p>
工程師/監工	1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 訂定自主檢查表及不合格品之管制程序，並執行檢查。</li> <li>2. 抽驗材料設備品質。</li> <li>3. 施工品質文件紀錄之填寫、存檔、保存。</li> <li>4. 取出、裝載與運貯作業之管理。</li> <li>5. 開始作業前運貯事項檢查。</li> <li>6. 廢棄物桶及容器取出、回貯期間之外觀檢查，桶號之登錄、紀錄保存。</li> </ol>	<p>符合蘭嶼貯存場承包商各類技術工作人員資格檢定程序之規定。</p>
起重機/吊車操作員	2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 遵照核可的項目與程序執行作業，確保操作程序均符合要求。</li> </ol>	<p>具有吊升荷重在 3 噸以上移動式起重機操作人員訓練合</p>

		2. 嚴格遵守工安及輻射防護規定，以防止意外事故。	格結業證書，且有操作 40 噸以上移動式起重機經驗者。
--	--	---------------------------	-----------------------------

表 1-3 運貯作業承包商人員編制及權責(2/2)續

職 稱	人數	權 責	資 格
理貨員	4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 遵照核可的項目與程序書執行作業，確保操作程序均符合要求。</li> <li>2. 嚴格遵守工安及輻射防護規定，以防止意外事故。</li> </ol>	吊掛作業指揮人員需具有起重機具從事吊掛作業人員特殊安全衛生教育訓練合格證書或3噸以上固定式或移動式起重機操作人員執照。
勞工安全衛生管理員	2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 工作環境或作業危害之辨識、評估及控制。</li> <li>2. 定期檢查、重點檢查、作業檢點及現場巡視。</li> <li>3. 安全衛生教育訓練。</li> <li>4. 緊急應變措施。</li> <li>5. 其他安全衛生管理措施。</li> </ol>	具安全管理師或衛生管理師或安全衛生管理員證照。
輻射防護員	1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 工作人員佩帶劑量佩章之自我檢查。</li> <li>2. 建立人員曝露資料統計及自我管理。</li> <li>3. 執行輻射防護自主檢查。</li> </ol>	具我國主管機關認可之輻射防護員資格
堆高機 / 卡車駕駛員	2/2	棄物桶、容器之運貯作業。	具備合格之堆高機操作證照與具有大貨車職業駕駛執照。
作業人員	8	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 負責相關原物料、機械、設備/設施、器材等之運送、管制。</li> <li>2. 配合起重機操作員，負責吊掛作業之指揮、協調事宜。</li> <li>3. 場區清潔及除污工作。</li> </ol>	吊掛作業指揮人員需具有從事起重機具吊掛作業人員特殊安全衛生教育訓練合格證書或3噸以上固定式或移動式起重機操作人員執照。

備註：上述人員編制將依實際作業需求調整。

## 五、工作時程表

本計畫之工作項目與預定時程(如表 1-4)所示，主要工作分為對壕溝內 55 加侖廢棄物桶之貯存方式進行改善與貯存作業。依第二章之表 2-1 各壕溝內可貯放 8,368 櫃「3x4 重裝容器」及 280 櫃「3x1 重裝容器」，現有 23 座壕溝貯存數量計有：檢整重裝作業後桶數 100,277 桶，自產廢棄物 953 桶。經估算 23 座壕溝未來可貯放檢整重裝作業後之「3x4 重裝容器」8,357 櫃( $100,277 \div 12 = 8,357$ )，尚有 11 櫃「3x4 重裝容器」空間可貯存「自產廢棄物」，剩餘之 821 桶自產廢棄物改以「3x1 重裝容器」盛裝，計需 274 櫃( $821 \div 3 \approx 274$ )，足夠存入 280 櫃「3x1 重裝容器」空間。因此蘭嶼貯存場既有 23 座壕溝總容量已足夠貯存 8,357 櫃「3x4 重裝容器」及「自產廢棄物」953 桶(11 櫃「3x4 重裝容器」+274 櫃「3x1 重裝容器」)，故不需再新設貯存場所(例如處理中心)貯存。

本計畫實施時，將壕溝取桶規劃為兩個作業區進行，即第 1 高程為第 1 作業區，第 2、3、4、5 高程為第 2 作業區，各作業區壕溝取桶作業，將依壕溝內 55 加侖廢棄物桶其所含核種濃度，分為 A、B、C、超 C 等四類，依類別取桶後集中裝於同一只「3x4 重裝容器」內，外表加以標示類別，再將同類別之「3x4 重裝容器」，規劃集中貯存於同一座壕溝內，以利後續之管理。參考蘭嶼貯存場銹蝕破損廢棄物桶檢整重裝作業期間之經驗，相關作業工作天數與時間如下：

(一)取出、回貯吊裝作業，每週作業 5 日，每年工作天 200 日，每日工作 6 小時。

(二)壕溝開蓋作業，使用小型遮蔽物件每次打開 4 片蓋板，另使用取出單元於雙併壕溝得打開 8 片蓋板(各片蓋板長 5.4 公尺x寬 2 公

尺)，協助啟閉蓋板作業人員(每日平均約 2 小時)，共計 42 壕溝(以單座壕溝計算，預估每年完成 28 壕溝)。

(三)依壕溝貯存 55 加侖桶位置開啟蓋板，檢視檢整後第一、二、四類 55 加侖廢棄物桶後，取出廢棄物桶再吊入「3x4 重裝容器」內。

本重裝貯存計畫，將配合「蘭嶼貯存場貯存設施十年再評估」，將檢整後第一、二、四類等 55 加侖廢棄物桶(合計總數 35,867 桶)，並依核種濃度 A、B、C、超 C 四類分別盛裝於同一只「3x4 重裝容器」中，共需約 2,990 只「3x4 重裝容器」，經盛裝後回貯於壕溝內，預計在低放射性廢棄物最終處置場啟用前，均可不需再進行檢整重裝。依據以往採購「3x4 重裝容器」經驗，2,770 只(貯存場尚有 220 只)之製造時程約須 700 日曆天。檢整後第一、二、四類等 55 加侖廢棄物桶依其所含核種濃度分為 A、B、C、超 C 等四類，分別吊出盛裝於同一只「3x4 重裝容器」，作業約 20 個月。因「3x4 重裝容器」製作費時，需先採購製作一定量後，現場才能開始自壕溝取出 55 加侖廢棄物桶盛裝於「3x4 重裝容器」，故本計畫所需總作業時程約 38 個月，亦即可在 3 年 2 個月內完成。

表 1-4 工作時程表

本計畫主要作業場所包含蘭嶼貯存場內「23 座壕溝區」與「鋼構廠房」等區，相關作業位置參見(圖 1-5 與圖 1-6)，

項次	工作項目	重裝作業工期(月)																																																																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40																															
1	「3x4 重裝容器」採購發包	█																																																																						
2	製作「3x4 重裝容器」				▶ 試作 5 只		▶ 量產																																																																	
3	重裝作業發包				█																																																																			
4	廠商前置作業										█																																																													
5	第一、二、四類 55 加侖桶分類重裝													█																																																										
6	壕溝回貯及防漏															█																																																								
7	場地復原																																												█																											
8	重裝作業總驗收																																												▶																											

## 六、作業場所

有關壕溝內 55 加侖廢棄物桶取出、盛裝作業，係使用「取出單元」及「小型遮蔽物件」等設施，於下沿與壕溝蓋板接觸面採用軟性氣密墊，並於壕溝蓋板接觸面適當位置安裝細纖維線或使用煙霧，當過濾器抽風機啟動後，觀察細纖維線或煙霧飄揚方向，當朝向內側方向飄揚，即可判定「取出單元」或「小型遮蔽物件」處於負壓狀態作業，避免放射性物質外洩造成環境污染。若發生儀器不可用時，立即停止該區域取桶之任何作業活動，待檢查儀器故障之原因併修復，直至儀器監測功能恢復正常後，始可恢復作業活動。

本場使用之空浮監測設備為連續式空浮監測器（333-2），嚴格監測與掌控空氣中放射性物質情形，若發生儀器故障或誤訊號時，立即停止該區域取桶之任何作業活動，待輻射防護員檢查儀器故障或誤訊號之原因併排除之，直至儀器監測功能恢復正常後，始可恢復作業活動。

在作業過程中各壕溝內之 55 加侖廢棄物桶，盛裝於「3x4 重裝容器」或「3x1 重裝容器」經量測後，運至「鋼構廠房」暫置，俟達一定數量後再回貯於壕溝中貯存。

「鋼構廠房」A 棟、B 棟各長 60 公尺，寬 25 公尺，高約 12 公尺之鋼結構建築物，地坪為鋼筋混凝土。「鋼構廠房」A 棟(靠山側)規劃為「3x4 重裝容器」及「3x1 重裝容器」暫存區，可利用壕溝內蓋板環立於四周為隔牆，以隔絕輻射線對外界環境影響，「鋼構廠房」A 棟共使用 64 塊內蓋板(室內 20 塊，室外 44 塊)。於 A 棟室內將蓋板豎立並繫 3/4 英吋鋼索固定於鋼構廠房之柱上(梁柱斜撐內)，皆十分穩固，無安全之虞，參見蓋板環立「鋼

構廠房」A棟四周之安全評估計算(附錄B)。另「鋼構廠房」B棟亦修建新增南、北側牆面後，成為一密蔽廠房。採鋼結構型式，結構系統為一層雙山形連續鋼構架之南北側山牆，並考量蘭嶼當地特殊之風壓與地震(地震係數0.28g，屬強震區)情形，廠房之牆面結構設計所採用之風壓值不低於 $300\text{kg/m}^2$ ，參見相關結構分析與設計圖(附錄C)。蘭嶼貯存場於96年進行檢整作業時，「鋼構廠房」A棟經委託核研所進行「人員及環境輻射劑量評估」，可做為暫貯2,000只廢棄物桶(總活度為 $7.28 \times 10^{11}$ 貝克)之暫存區。嗣後，核研所進行「鋼構廠房」A棟暫存區之「人員及環境輻射劑量評估」，原核准暫貯2,000只之評估已事隔8年，廢棄物桶活度已衰減超過1倍(Co-60為主要貢獻核種)，大局於99.4.8同意增為2,500只。故「鋼構廠房」A棟暫存區存放2,500只廢棄物桶之輻射劑量影響，應安全無虞，且由過去檢整作業期間之環境輻射監測紀錄顯示環境輻射皆在背景值之變動範圍內，可茲證明(相關分析詳見第七章)。

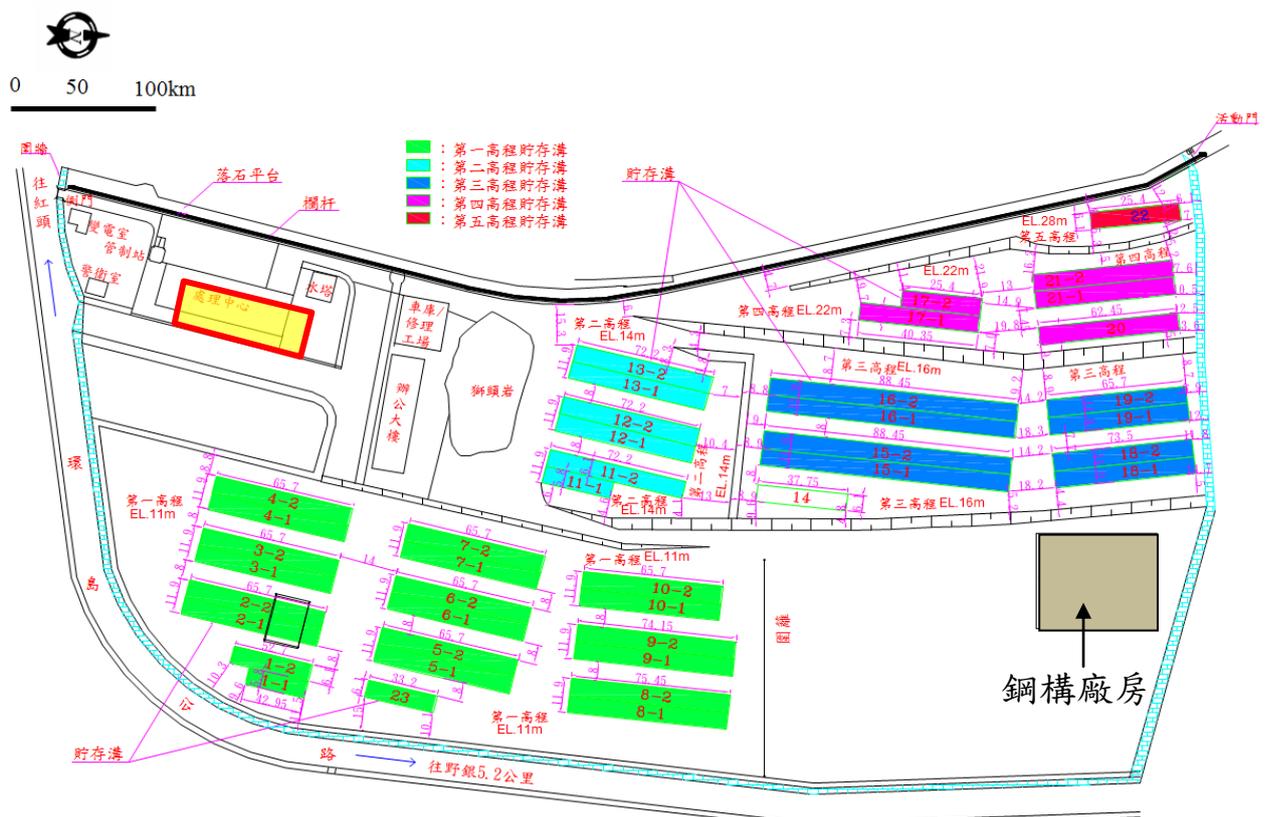




圖 1-5 貯存壕溝與鋼構廠房位置與現況照片

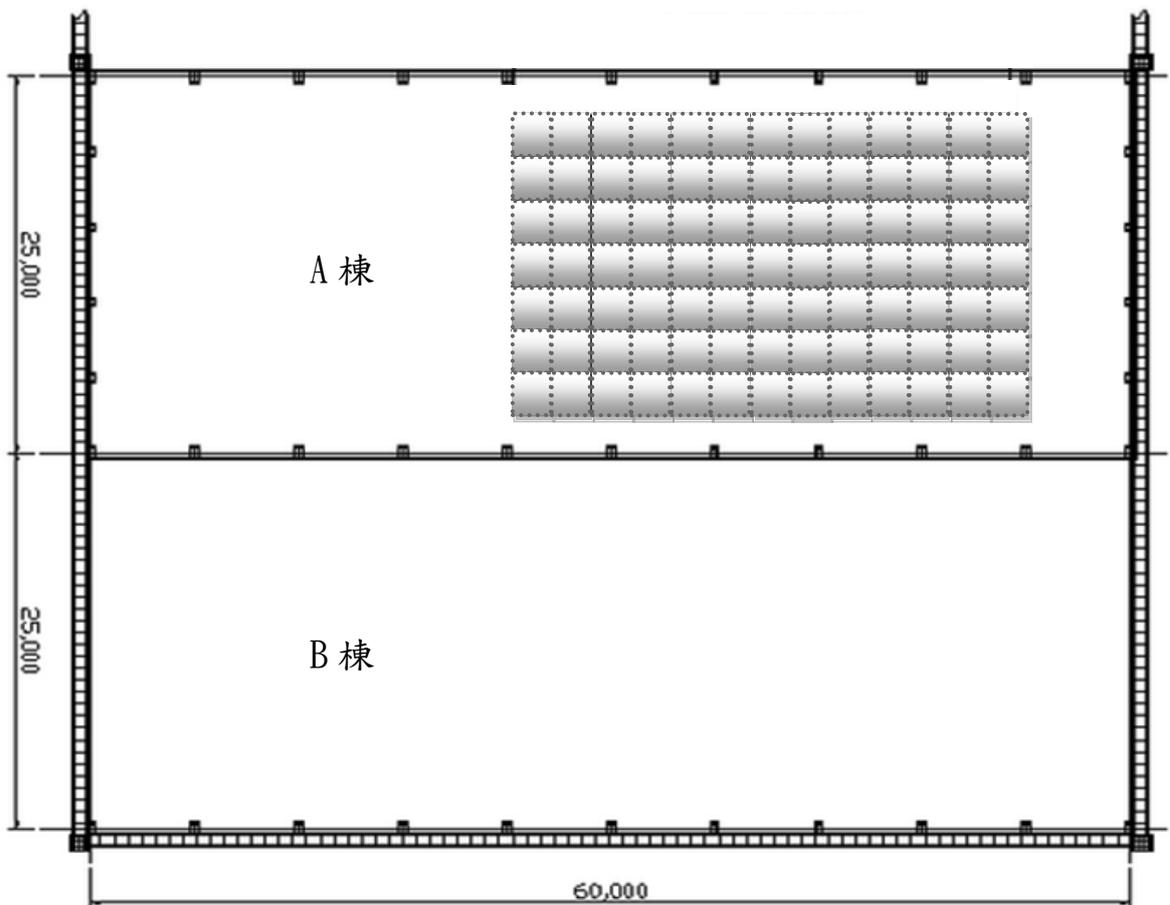


圖 1-6 鋼構廠房暫存區示意圖

## 第二章、重裝作業相關設施

### 一、貯存空間估算

對於實施提升蘭嶼貯存場營運安全計畫，以「3×4 重裝容器」盛裝 55 加侖桶廢棄物桶，將增加貯存空間需求，經綜合分析 23 壕溝可貯放 8,368 櫃「3×4 重裝容器」及 280 櫃「3×1 重裝容器」；檢視現有之 23 座壕溝貯存數量計有：檢整重裝作業後桶數 100,277 桶，自產廢棄物 953 桶。本計畫將規劃 23 座壕溝貯放檢整重裝作業後之「3×4 重裝容器」8,357 櫃( $100,277 \div 12 = 8,357$ )，尚有 11 櫃「3×4 重裝容器」空間可貯存「自產廢棄物」，剩餘之 821( $953 - 132 = 821$ )桶自產廢棄物改以「3×1 重裝容器」盛裝，計需 274 櫃( $821 \div 3 = 274$ )，足夠存入 280 櫃「3×1 重裝容器」空間。因此將可滿足本計畫貯存空間需求，詳細說明如下：

#### (一) 容器尺寸

1. 「3×4 重裝容器」尺寸：L 2.847 × W 2.197 × H 1.090 m
2. 「3×1 重裝容器」尺寸：L 2.070 × W 0.730 × H 1.000 m
3. 「55 加侖桶」尺寸：0.606 $\phi$ m × H 0.884 m

(二) 使用「3×4 重裝容器」盛裝 55 加侖廢棄物桶，貯存於壕溝之排列方式(如圖 2-1)，所增加之貯存空間約為 55 加侖桶貯存空間之 1.32 倍。

(三) 使用「3×1 重裝容器」盛裝 55 加侖廢棄物桶，所增加之貯存空間約為 55 加侖桶貯存空間之 1.354 倍。

(四) 依檢整後「3×4 重裝容器」及「3×1 重裝容器」於壕溝之擺放方式，經綜合分析 23 壕溝可貯放 8,368 櫃「3×4 重裝容器」及 280 櫃「3×1 重裝容器」，詳如表 2-1。



圖 2-1 3x4 重裝容器貯存壕溝示意圖

(四)自產廢棄物：

1. 壕溝內目前已貯存 47 櫃「3x4 重裝容器」及 389 桶(55 加侖桶) ，計合計 55 加侖桶約 953 桶。

$$\text{換算: } 47 \text{ 櫃} \times 12 \text{ 桶/櫃} + 389 \text{ 桶} = 564 \text{ 桶} + 389 \text{ 桶} = 953 \text{ 桶}$$

2. 未來規劃貯存 11 櫃「3x4 重裝容器」及 274 櫃「3x1 重裝容器」內。

$$\text{換算: } 11 \text{ 櫃} \times 12 \text{ 桶/櫃} + 274 \text{ 櫃} \times 3 \text{ 桶/櫃} = 132 \text{ 桶} + 821 \text{ 桶} = 953 \text{ 桶}$$

(五)檢整後廢棄物桶為 100,277 桶，合計需使用「3x4 重裝容器」：

$$100,277 \text{ 桶} \div 12 \text{ 桶/櫃} = 8,357 \text{ 櫃}$$

(六)壕溝貯存空間計算：

1. 壕溝內廢棄物計有 100,277 桶(不含自產廢棄物)，若全數以「3x4 重裝容器」盛裝，總計需 8,357 櫃「3x4 重裝容器」，計算如下：

$$100277 \text{ 桶} \div 12 \text{ 桶/櫃} = 8357 \text{ 櫃。}$$

2. 壕溝內自產廢棄物計有 953 桶，若 11 櫃以「3x4 重裝容器」盛裝，剩餘以「3x1 重裝容器」盛裝，約需 274 櫃。

換算： $11 \text{ 櫃} \times 12 \text{ 桶/櫃} + 274 \text{ 櫃} \times 3 \text{ 桶/櫃} = 132 \text{ 桶} + 821 \text{ 桶} = 953 \text{ 桶}$

3. 經綜合分析 23 壕溝可貯放 8,368 櫃「3x4 重裝容器」及 280 櫃「3x1 重裝容器」，可全數貯入重裝容器內。本計畫之 55 加侖鍍鋅鋼桶經評估貯入耐久性至少 30 年以上之重裝容器後，可有效提升蘭嶼貯存場營運安全，亦不需再規劃新設貯存區。

表 2-1 23 壕溝內可貯放 3x4 及 3x1 重裝容器數量估算表

壕溝	設計貯存桶數	壕溝內淨長度(m)	壕溝寬度(m)	貯存容量		剩餘空間可貯存 3x1 重裝容器數量	備註
				3x4 重裝容器數量	可貯存 55 加侖桶數		
1-1	2,080	42.25	5.40	132	1,584	4	
1-2	2,560	52.00	5.40	164	1,968	16	
2-1	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
2-2	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
3-1	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
3-2	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
4-1	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
4-2	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
5-1	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
5-2	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
6-1	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
6-2	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
7-1	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
7-2	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
8-1	3,744	74.75	5.40	240	2,880	24	
8-2	3,744	74.75	5.40	240	2,880	24	
9-1	3,616	73.45	5.40	232	2,784	4	
9-2	3,616	73.45	5.40	232	2,784	4	
10-1	3,200	65.00	5.40	204	2,448	0	
10-2	3,200	65.00	5.40	204	2,448	0	
11-1	1,280	25.58	5.40	76	912	28	
11-2	3,520	71.50	5.40	228	2,736	8	
12-1	3,520	71.50	5.40	228	2,736	8	
12-2	3,520	71.50	5.40	228	2,736	8	
13-1	3,520	71.50	5.40	228	2,736	8	
13-2	3,520	71.50	5.40	228	2,736	8	
14	1,824	37.05	5.40	116	1,392	16	
15-1	4,320	87.75	5.40	276	3,312	4	
15-2	4,320	87.75	5.40	276	3,312	4	
16-1	4,320	87.75	5.40	276	3,312	4	
16-2	4,320	87.75	5.40	276	3,312	4	
17-1	1,952	39.65	5.40	124	1,488	8	
17-2	1,216	24.70	5.40	76	912	4	
18-1	3,584	72.80	5.40	232	2,784	12	
18-2	3,584	72.80	5.40	232	2,784	12	
19-1	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
19-2	3,200	65.00	5.40	204	2,448	4	
20	3,040	61.75	5.40	196	2,352	0	
21-1	3,040	61.75	5.40	196	2,352	0	
21-2	3,040	61.75	5.40	196	2,352	0	
22	1,216	24.70	5.40	76	912	4	
23	1,600	32.50	5.40	100	1,200	8	
總 計				8,368	100,416	280	

## 二、重裝作業相關設備

本公司依據大會物管局於 86 年 2 月所頒佈「低放射性廢料檢整重裝作業要點」之規定，並參考先導型、試運轉檢整重裝作業與 96 年~100 年間所完成所有廢棄物桶之檢整重裝作業之經驗，規劃本計畫相關作業，以提升營運安全作業。本計畫主要作業為取桶、「3×4 重裝容器」及「3×1 重裝容器」之製作、盛裝、搬運、貯存(含暫貯)與回貯等作業，可使用蘭嶼貯存場現有之「取出單元」或「小型遮蔽物件」及「鋼構廠房」等設施與設備，相關設施與設備說明如下：

### (一)取出單元與小型遮蔽物件

#### 1. 取出單元

「取出單元」為配合壕溝內 55 加侖廢棄物桶之取出作業設備，為一座橫跨可移動式廠房，內部配備吊車及廢棄物桶夾具，以吊取壕溝內 55 加侖廢棄物桶之用，參見(圖 2-2)。

#### 2. 小型遮蔽物件

「小型遮蔽物件」為一座適合單溝取桶作業可移動之建物，其尺寸大小約 1,150 × 1,160 × 670 (cm)，設有供電系統、通風系統(排風口裝置 HEPA)及空壓機、輻防儀器、廢棄物桶吊裝機具等設備，其中內部安裝 1 噸供取桶用之小型起重機，壕溝蓋板之吊卸則使用移動式起重機。因為「小型遮蔽物件」之體積較小，適合腹地狹窄之長短溝或單溝之地形作業，亦可取代與輔助「取出單元」難以到達之貯存溝進行取桶作業，參見(圖 2-3)。

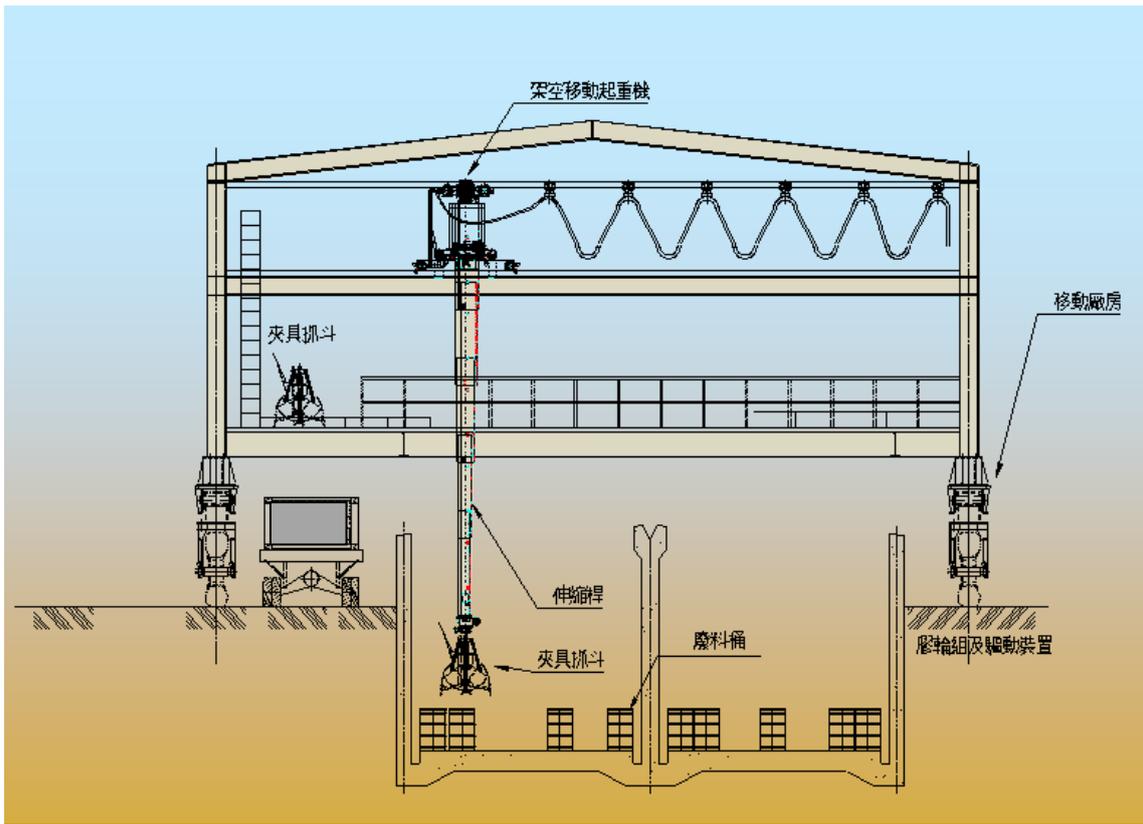


圖 2-2 取出單元作業示意圖

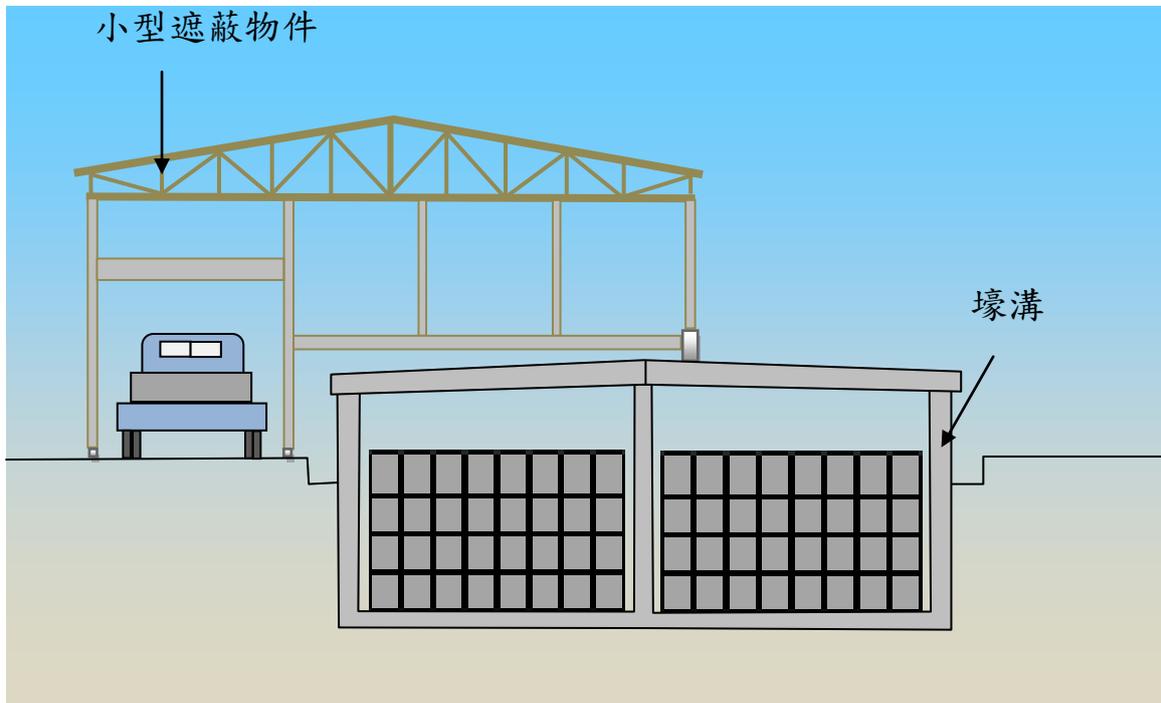
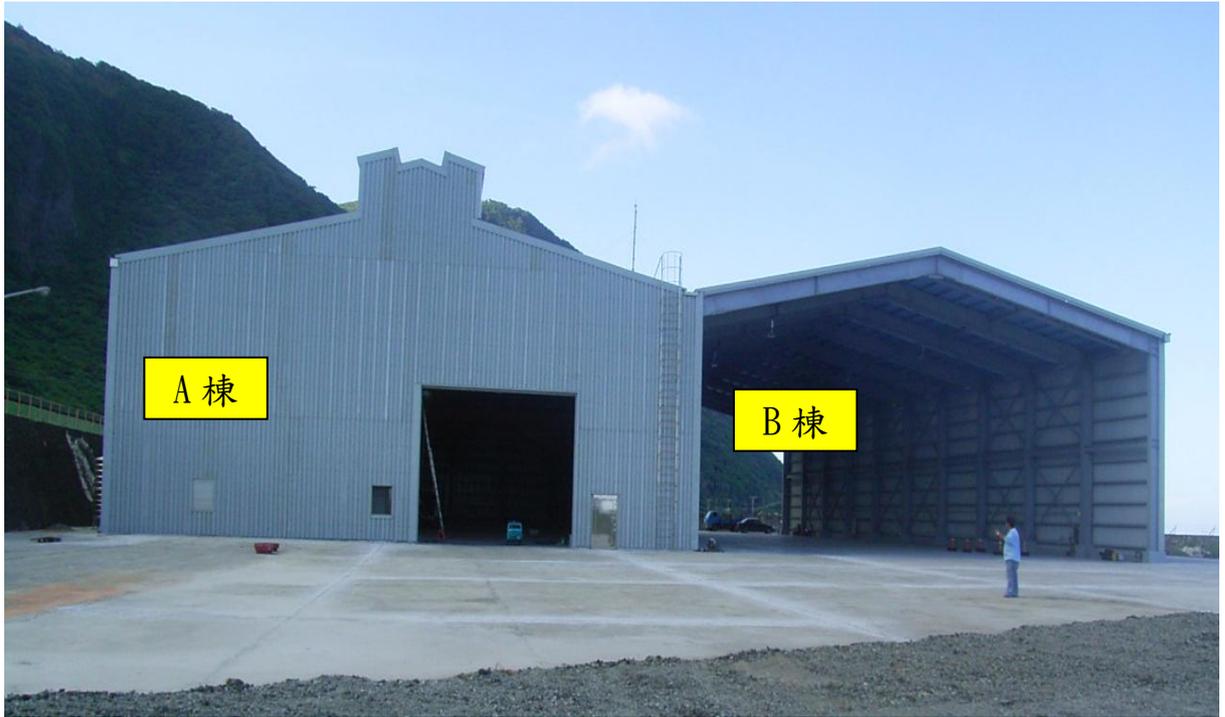


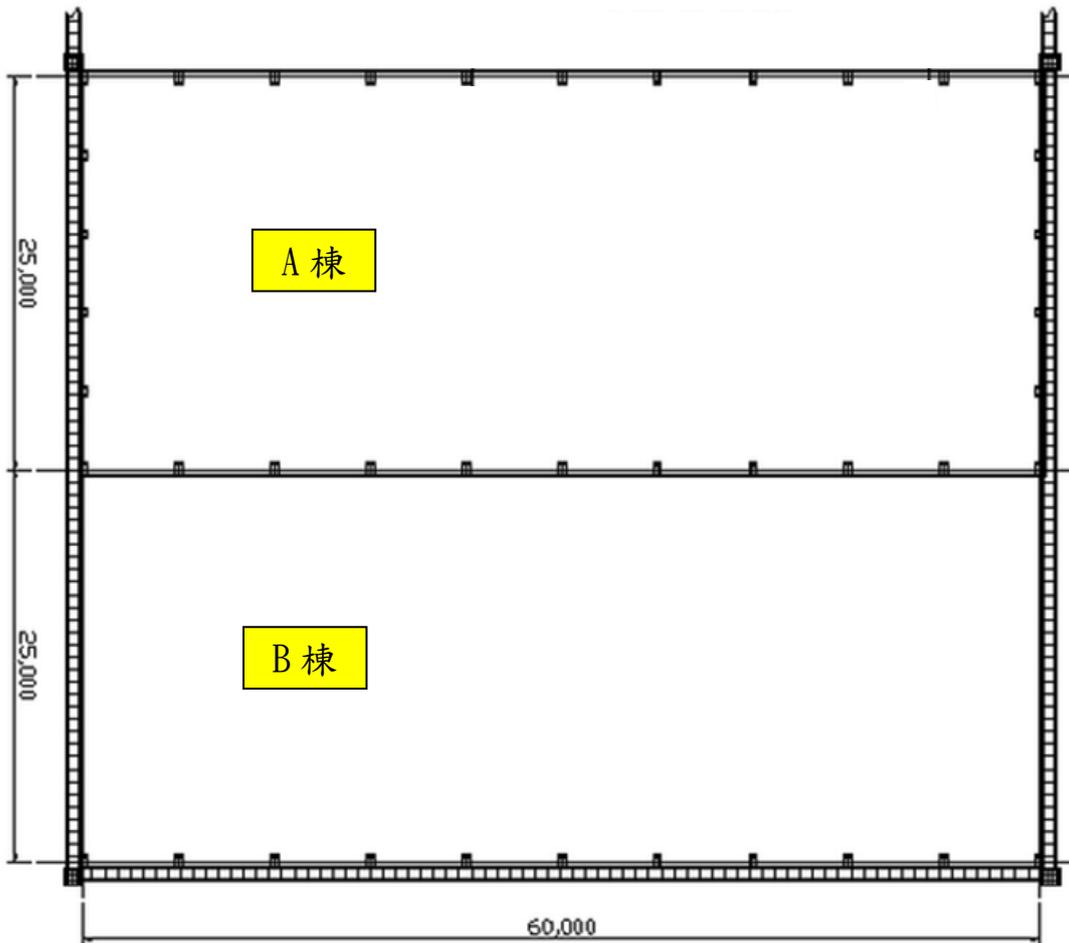
圖 2-3 小型遮蔽物件作業示意

## (二)鋼構廠房

重裝容器運貯作業過程中，因作業中各貯存壕溝之回貯空間有限，將壕溝中 55 加侖廢棄物桶取出量測表面輻射劑量率後，盛裝於「3x4 重裝容器」(12 只廢棄物桶)需要有適當場所暫時安置，俟累積一定量後再進行回貯。因此規劃盛裝滿櫃後之「3x4 重裝容器」運至「鋼構廠房」暫存區內暫存。「鋼構廠房」為二棟(A、B)各長 60 公尺，寬 25 公尺，高約 12 公尺之鋼結構建築物，地坪為鋼筋混凝土，室內空間利用鋼結構區分為 A、B 二棟。A 棟廠房內設有 20 噸架空移動式起動機一部、重裝容器專用吊架一套及操作室一間，在廠房內利用壕溝內蓋板環立於四周隔牆，以隔絕輻射線對外界環境影響，於暫存區係採堆疊方式，可放置 2,500 只 55 加侖廢棄物桶約 208 只「3x4 重裝容器」。另 B 棟亦修建前、後牆面後，成為一密蔽廠房，於該場所規劃堆置自產廢棄物，另一部分空間作為重裝作業機具、車輛及重裝作業所需使用材料之置放，如(圖 2-4)所示。



A. 鋼構廠房現況



B. 鋼構廠房平面

圖 2-4 鋼構廠房

### (三) 3x4 重裝容器

根據「蘭嶼貯存場貯存設施十年再評估報告(98年)」、「提升蘭嶼貯存場營運安全方案規劃(102年)」與「蘭嶼貯存場銹蝕破損廢棄物桶檢整重裝作業工作計畫書(102年)」等報告，以及本公司96年~100年間完成所有廢棄物桶之檢整重裝作業經驗，使用「3x4重裝容器」盛裝檢整後之第一、二與四類55加侖廢棄物桶，可有效展延增加廢棄物桶之耐久性。有關熱浸鍍鋅「3x4重裝容器」對環境與耐用年限之關係，耐用年數可根據使用環境下鋅的腐蝕速率及鍍鋅膜厚度予以決定，可由下列公式估算：

$$80 \mu\text{m} \times 7.14 (\text{鋅比重}) = 571 \text{ g/m}^2$$

根據台電綜合研究所於85年至89年間在蘭嶼貯存場第4-1及11-1兩座壕溝內擺放熱浸鍍鋅試片及塗裝試片，經長期研究監測比對各項試驗分析結果，其中噴砂塗裝試片經5年後，在X痕中出現銹跡，寬約0.2mm，為ASTM 1654評定為第九級；經熱浸鍍鋅與塗裝處理的試片皆沒銹蝕，為ASTM評定為第十級，證明熱浸鍍鋅防蝕效果佳。經量測擺放於壕溝內5年之試片腐蝕速率為 $0.51 \mu\text{m/yr}$ ( $3.64\text{g/m}^2/\text{年}$ )，實證壕溝內金屬腐蝕速率甚低。另蘭嶼貯存場壕溝內之「3x4重裝容器」，其鍍鋅腐蝕速率比照(JIS)海岸地區平均 $14 \text{ g/m}^2/\text{年}$ 的環境下，對貯存於壕溝內之熱浸鍍鋅「3x4重裝容器」(鍍鋅膜厚 $571 \text{ g/m}^2$ )的耐用年限，至少可維持 $571 \text{ g/m}^2 \div 14 \text{ g/m}^2/\text{年} \times 0.9 \div 36$ 年，即保守估計耐用年限應在30年以上，將能有效維持蘭嶼貯存場之營運安全。

「3x4重裝容器」以碳鋼材料製作後再熱浸鍍鋅處理，可容納12桶標準的55加侖鋼桶，該容器之外形可允許在每個壕溝貯存區以排列方式堆疊如(圖2-5)，壕溝內之固化不良桶已於100年11月完成檢整重新固

化作業，該固化桶歸為第四類貯存於壕溝，近年來已加強壕溝地表上方之防漏作業，壕溝之滲水量已自往年平均值（約 54 噸）大幅下降至約 26 噸，逐年減少中，應不致有第四類桶固化體不良現象。若萬一本計畫實施期間發現有少數固化體不良的情況，將直接置於「3x4 重裝容器」並回貯於壕溝內。

「3x4 重裝容器」之尺寸與重量資料如下：

1. 重裝容器外部尺寸：2847mm x 2197mm x 1090mm。
2. 重裝容器內部尺寸：2700mm x 2050mm x 920mm。
3. 重裝容器淨重：約 2500 公斤。
4. 重裝容器淨容量：約 5.1 立方公尺。
5. 重裝容器鍍鋅厚度— 80  $\mu$ m 以上。
6. 55 加侖廢棄物桶每桶重約 450 公斤，每一只「3x4 重裝容器」可容納 12 桶，合計 5,400 公斤。

對於「3x4 重裝容器」盛裝、吊卸、運送、貯存及最終處置等作業過程之外力負載情形等因素，採取最有效之空間利用原則。



### 第三章、提升營運安全作業程序

對於提升蘭嶼貯存場營運安全之作業程序，主要係將壕溝內檢整後之第一、二、四類 55 加侖廢棄物桶以「3x4 重裝容器」盛裝，及自產廢棄物桶以「3x4 重裝容器」或「3x1 重裝容器」盛裝，暫存鋼構廠房經帳料登錄記載後，彙整回貯於壕溝中，予以進行貯存作業方式與流程，說明如下：

#### 一、「3x4 重裝容器」運貯作業流程(「3x1 重裝容器」亦同)

「3x4 重裝容器」使用前經檢視無銹蝕、變形及內部無積水、淤泥等異常現象後，運往作業壕溝，於壕溝蓋板開起後，將壕溝內檢整後之第一、二與四類等 55 加侖廢棄物桶吊出經量測，桶表面輻射劑量率，依其所含核種濃度分為 A、B、C、超 C 等四類，分類集中裝於同一只「3x4 重裝容器」內，並記錄與編號後，運送至「鋼構廠房」專設區量測「3x4 重裝容器」表面輻射劑量率後暫存，待一定量後再進行壕溝回貯，相關作業流程與程序參見(圖 3-1)。

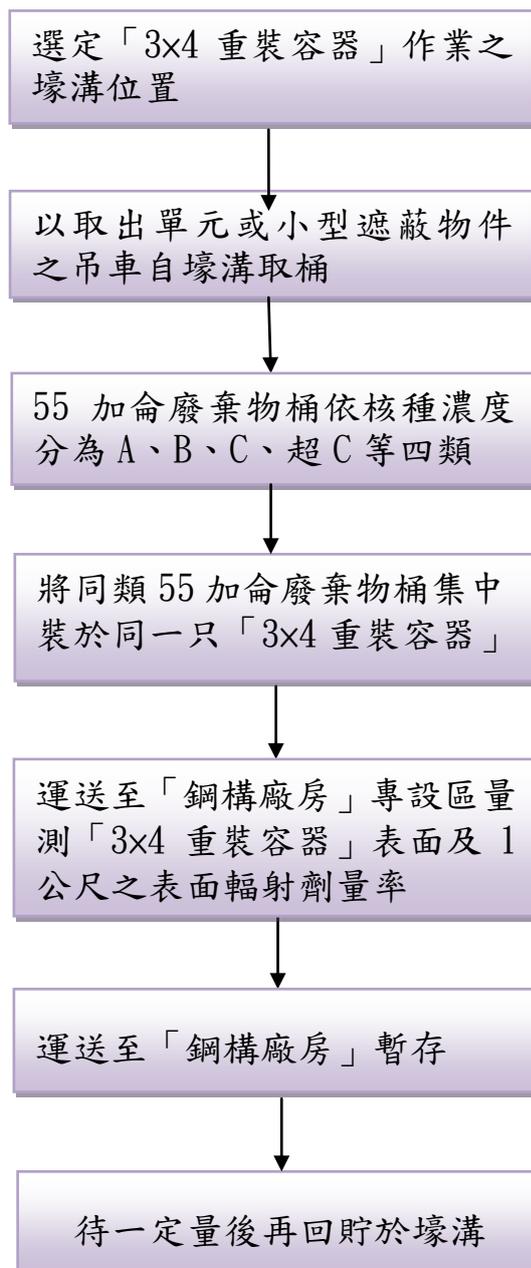


圖 3-1 「3x4 重裝容器」運貯作業流程

## 二、取桶作業流程

- (1) 依檢整作業 55 加侖廢棄物桶回貯壕溝位置，選定欲取出 55 加侖桶重裝作業之壕溝位置。第 1 高程使用「取出單元」或「小型遮蔽物件」取桶作業，流程參見(圖 3-2)，第 2、3、4、5 高程使用「小型遮蔽物件」取桶作業，流程參見(圖 3-3)。
- (2) 先打開壕溝一片蓋板，先以空氣取樣監測分析，偵測確認無空浮及  $O_2$  含量符合法規規定後，再續吊起壕溝蓋板，如使用「小型遮蔽物件」作業每次打開壕溝 4 片蓋板，另使用「取出單元」得每次打開壕溝 8 片蓋板(每片蓋板長 5.4 公尺×寬 2 公尺)，予以檢視壕溝內檢整後之第一、二、四類 55 加侖廢棄物桶。
- (3) 作業中之壕溝側邊最多放置 4 只「3×4 重裝容器」(可盛裝 48 只 55 加侖廢棄物桶)。
- (4) 依核種濃度分為 A、B、C、超 C 等四類，選出同類之 55 加侖廢棄物桶吊入同一只「3×4 重裝容器」，吊出 55 加侖廢棄物桶經核對編號後，依同類桶吊入同一只「3×4 重裝容器」內，滿櫃後運送至「鋼構廠房」專設區量測「3×4 重裝容器」表面輻射劑量率及 1 公尺處表面輻射劑量率，並從新編號，記載於工令單內。
- (5) 經量測後運送至「鋼構廠房」暫存，俟一定「3×4 重裝容器」數量後，再依 A、B、C、超 C 等四類回貯於壕溝。

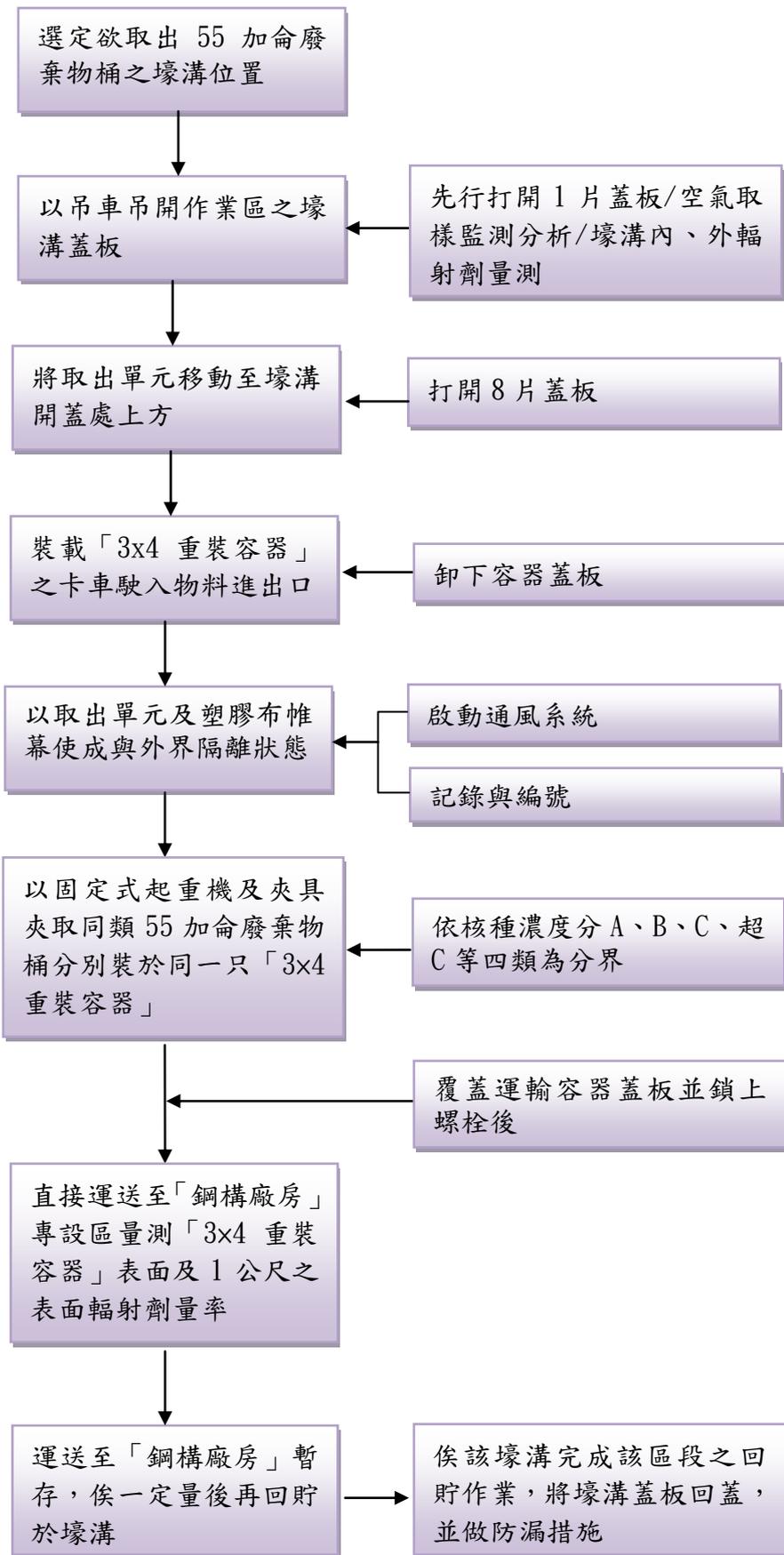


圖 3-2 取出單元作業流程

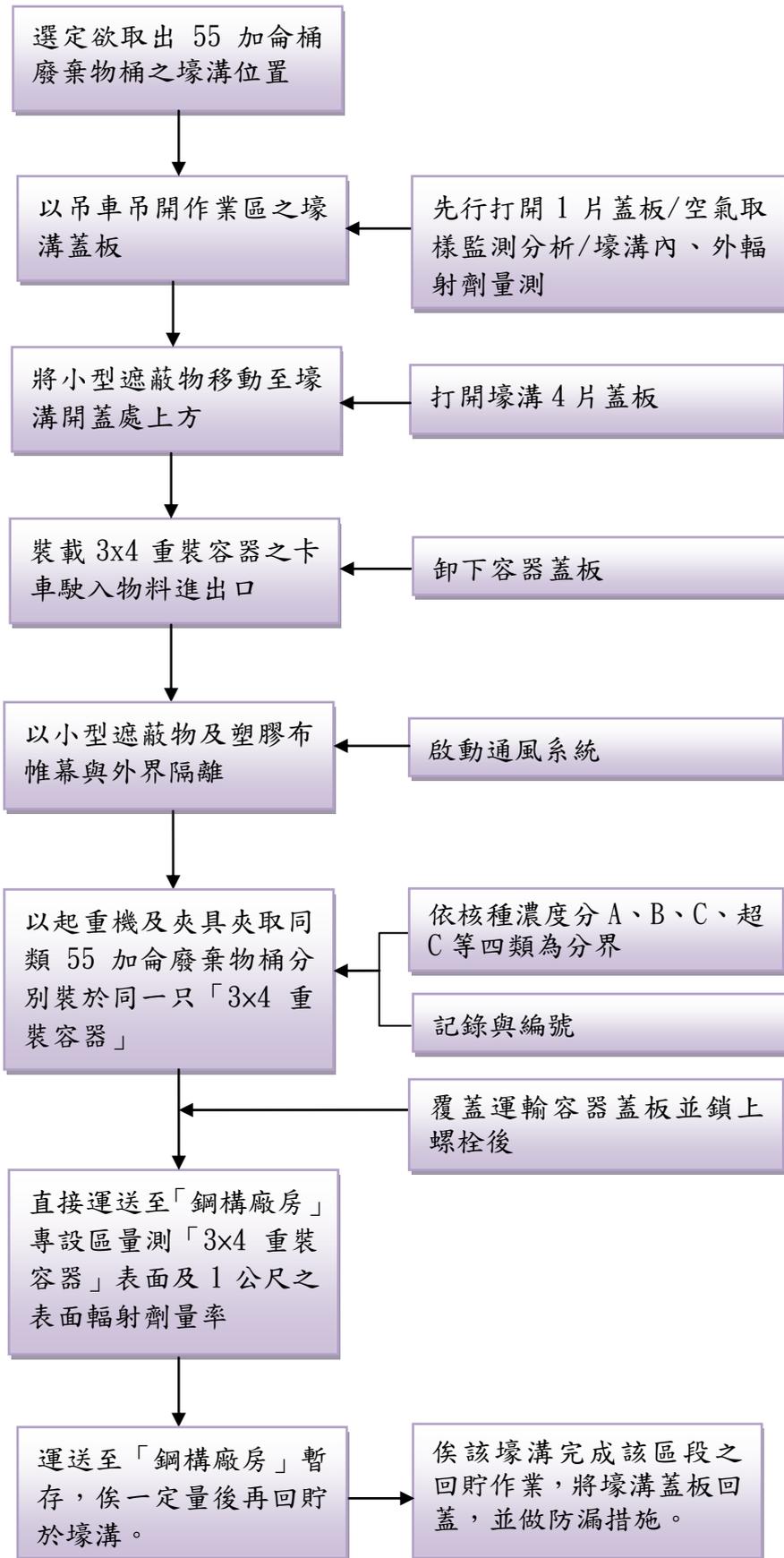


圖 3-3 小型遮蔽物件取桶作業流程

### 三、暫存區內重裝容器的堆置與壕溝回貯作業

壕溝作業區依據 55 加侖廢棄物桶之核種濃度分為 A、B、C、超 C 等四類，分別裝滿 12 桶之「3x4 重裝容器」運往「鋼構廠房」暫存區暫存。

「鋼構廠房」之「3x4 重裝容器」暫存作業，係以固定式吊車將裝置各類桶之「3x4 重裝容器」分區暫時堆置貯放，俟一定量後配合壕溝作業情況，將「3x4 重裝容器」進行回貯。相關暫存區內「3x4 重裝容器」的堆置與運回壕溝回貯作業流程參見(圖 3-4)。

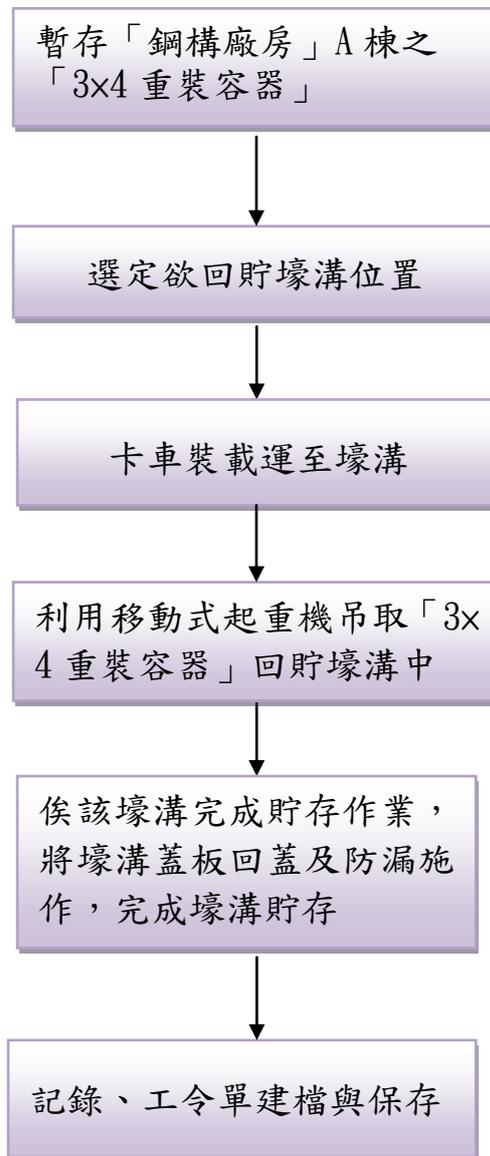


圖 3-4 「鋼構廠房」暫存與壕溝回貯作業流程

#### 四、蘭嶼貯存場廢棄物資料建立流程

對於 55 加侖廢棄物桶盛裝於「3x4 重裝容器」貯存後之資料建立與分類，可依據蘭嶼貯存場檢整重裝作業之資料建檔與分類方式進行，作業流程參見(圖 3-5)：

- (一) 依檢整後第一、二、四類廢棄物桶貯存位置，選定作業之壕溝編號，取出 55 加侖廢棄物桶，依核種濃度分 A、B、C、超 C 等四類分別依同類裝於同一只「3x4 重裝容器」，並記載 55 加侖廢棄物桶桶號，俟裝滿 12 桶並鎖緊蓋板後，運至「鋼構廠房」內低背景之專設空間執行量測「3x4 重裝容器」表面及 1 公尺處之輻射劑量率，以確保量測結果之可信度。並將「3x4 重裝容器」編號後，移至「鋼構廠房」暫存，俟一定量後回貯於壕溝，並將上述資料記錄於工令單內。
- (二) 執行每個「3x4 重裝容器」相關資料記錄、編號與分類，建立「3x4 重裝容器」與 55 加侖廢棄物桶之完整資料庫。

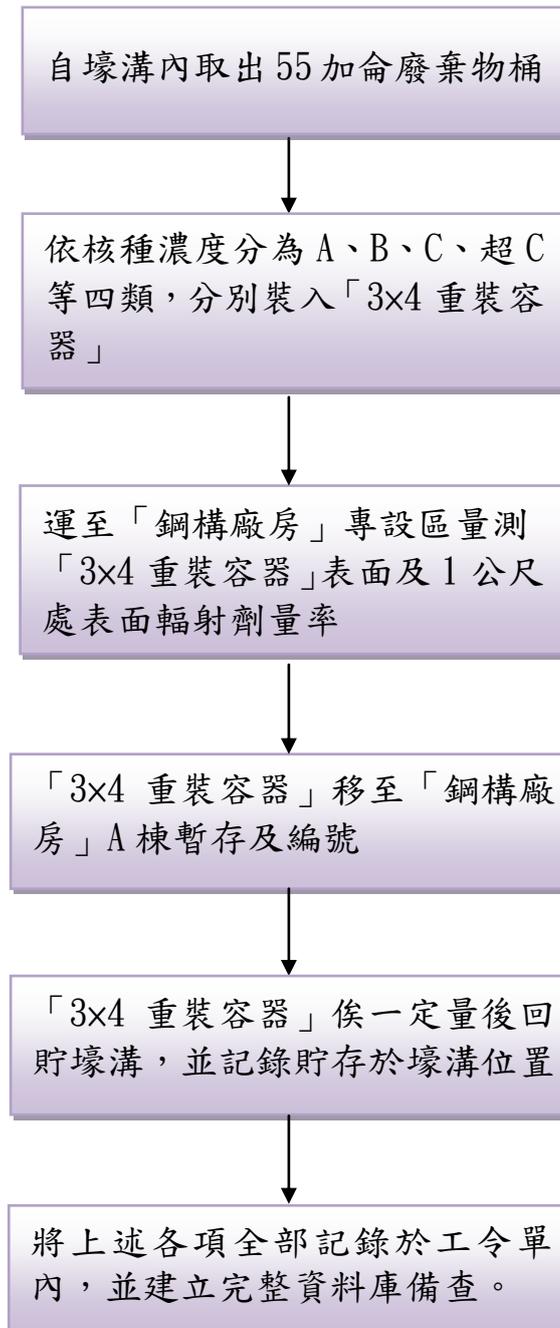


圖 3-5 「3x4 重裝容器」貯存資料建立作業流程

## 第四章、輻射防護措施

### 一、輻射防護計畫

本項計畫目的為維護重裝作業人員之輻射安全，規劃蘭嶼貯存場作業區之輻射管制標準，予以管制運貯人員之輻射劑量低於法規限值，及管制運貯重裝作業工作人員有關之輻射防護措施，說明如下：

#### (一) 依據文件

1. 行政院原子能委員會民國 91 年 01 月 30 日公布之「游離輻射防護法」。
2. 行政院原子能委員會民國 94 年 12 月 30 日修正發布之「游離輻射防護安全標準」。
3. 行政院原子能委員會民國 97 年 2 月 22 日修正發布之「游離輻射防護法施行細則」。
4. 行政院原子能委員會民國 91 年 12 月 11 日發布之「輻射防護管理組織及輻射防護人員設置標準」。
5. 行政院原子能委員會民國 96 年 12 月 31 日修正發布之「放射性物質安全運送規則」。
6. 台電公司核能後端營運處「蘭嶼貯存場輻射防護計畫」。

#### (二) 法規限值

1. 工作人員依「游離輻射防護法」規定，以年滿 18 歲者為限。對於作業人員職業曝露之劑量限度，依下列之規定：

(1) 每連續 5 年週期之有效劑量不得超過 100 mSv，且任何單一年內之

有效劑量不得超過 50 mSv。

(2) 眼球水晶體之等價劑量於一年內不得超過 150 mSv。

(3) 皮膚或四肢之等價劑量於一年內不得超過 500 mSv。

2. 輻射作業造成一般人之劑量限度，依下列之規定：

(1) 一年內之有效劑量不得超過 1 mSv。

(2) 眼球水晶體之等價劑量於一年內不得超過 15 mSv。

(3) 皮膚之等價劑量於一年內不得超過 50 mSv。

3. 單位主管對告知懷孕之女性輻射工作人員，應即檢討其工作條件，

以確保妊娠期間胚胎或胎兒接受與游離輻射安全標準規定一般人相

同之輻射防護。對前項人員其剩餘妊娠期間下腹部表面之等價劑

量，不超過 2 mSv，且攝入體內造成之約定有效劑量不超過 1 mSv；

其有超過之虞者，應改善其工作條件或對其工作為適當之調整。

### (三) 輻射防護管理組織

依「游離輻射防護法」及「輻射防護管理組織及輻射防護人員設置標準」規定，蘭嶼貯存場設立輻射防護管理委員會，設置輻射防護師 1 名及輻射防護員 1 名；本場為使輻射防護管理更臻完善，已於平時增聘 3 名包商之輻射防護員協助管制。另規劃在本計畫執行期間，聘 3 名輻射防護員，併入本場之輻防管理組織，以增強本場之輻防管制作業人力。另於合約中要求承攬本項計畫之承包商 1 員需具有輻射防護員，落實輻射防護相關作業之自我管理。亦即本公司核能後端處

肩負本項作業之輻射防護查核工作，蘭嶼貯存場之輻防管理組織負責輻射防護管制工作，承攬本計劃之承包商輻射防護員則負責該公司人員之輻防自我管理作業。

#### 1. 輻射防護管理委員會

輻射防護管理委員會至少每 6 個月開會 1 次，研議輻射防護人員執行輻射防護管理業務之情形及下列事項：

- (1)對個人及群體劑量合理抑低之建議。
- (2)輻射工作人員劑量紀錄。
- (3)意外事故原因及應採行之改善措施。
- (4)設施經營者內設備、物質及人員證照是否符合相關規定。
- (5)輻射安全措施是否合法規規定。
- (6)輻射防護計畫。
- (7)設施經營負責人交付之輻射防護管理業務。
- (8)主管機關相關規定及注意事項。

前項會議紀錄應至少保存 3 年備查。

#### 2. 本計劃執行期間各單位輻射防護相關管理業務

各單位之輻射防護相關管理業務分述如下：

表 4-1 各單位輻射防護相關管理業務

核能後端處	蘭嶼貯存場	承包商
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設置輻射防護查核小組。</li> <li>2. 實施查核。</li> <li>3. 追蹤改善。</li> <li>4. 辦理獎懲。</li> <li>5. 管理主管機關要求陳報之輻射防護相關報告及紀錄。</li> <li>6. 建立文件紀錄管理系統。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 訂定輻射防護計畫並據以推動實施。</li> <li>2. 成立輻射防護組織。</li> <li>3. 審查輻射防護作業計畫並監督執行。</li> <li>4. 規劃、督導承包商實施可能發生游離輻射設備、放射性物質之輻射防護檢測。</li> <li>5. 規劃、督導承包商之輻射防護管理。</li> <li>6. 規劃、實施教育訓練。</li> <li>7. 辦理輻射偵檢儀器之定期校驗及檢查。</li> <li>8. 督導、辦理游離輻射工作人員劑量紀錄管理，與超曝露之調查及處理。</li> <li>9. 提供有關游離輻射防護管理資訊及建議。</li> <li>10. 規劃游離輻射工作人員健康檢查、協助健康管理。</li> <li>11. 建立文件紀錄管理系統。</li> <li>12. 其他有關游離輻射防護管理事項。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 釐訂輻射防護計畫、協助訂定安全作業程序及緊急事故處理措施，並據以推動實施。</li> <li>2. 規劃游離輻射工作人員健康檢查、協助健康管理。</li> <li>3. 規劃、實施教育訓練。</li> <li>4. 工作人員佩帶劑量佩章之自我檢查。</li> <li>5. 建立人員曝露資料統計及自我管理與每日作業相關程序申請。</li> <li>6. 訂定輻射防護自主檢查表並執行檢查。</li> <li>8. 執行輻射防護矯正與預防措施。</li> <li>9. 建立文件紀錄管理系統。</li> </ol>

#### (四) 輻射防護措施之檢查與管制

##### 1. 輻射防護措施之檢查與管制

貯存壕溝未作業時應隨時保持密閉，重裝運貯工作開始，人員進入壕溝前，應先通知輻射防護員檢查輻射防護設備之完整性與安全性，並負責人員輻射劑量之管制，如發現有違反輻射安全之虞，應立即採取適當措施，確保輻射安全。

## 2. 輻射偵測

重裝運貯工作開始時，如工作人員需進入壕溝，則輻射防護員應對壕溝進行直接輻射、污染及空浮取樣偵測；必要時並於作業中適時進行上述偵測。

## 3. 輻射管制區域劃分

壕溝依其直接輻射、空浮及污染狀況，劃分管制區域。壕溝內為當然之管制區，壕溝以外地區依照輻射強度、空浮及污染狀況進行各類區域管制。管制區域劃分之標準如(表 4-2)，有關蘭嶼貯存場輻射劑量率之限值分區詳表 4-3 與圖 4-1。

## 4. 進出管制

進出管制區之工作人員，需經體檢合格接受輻射防護訓練及瞭解工作內容與作業程序，並配戴劑量佩章與個人示警劑量計，以登錄當日與當月劑量。另外工作人員亦需熟練防護衣物及呼吸防護面具之使用。重裝運貯作業期間，關於人員進出及劑量限值之各項管制均依「蘭嶼貯存場輻射防護人員劑量與進出管制作業程序書」(DNBM-L-5.4-3) 實施管制。

## 5. 查核佩戴人員劑量計機制

蘭嶼貯存場將適時進行工作人員佩戴人員劑量計之查證，若發現有違規事項，將依本公司核後端處所訂之「場區輻射防護違規管制辦法及違規罰款一覽表」處理。對於工作人員佩戴人員劑量計查證機制程序書與查核頻率參見表 4-4 與表 4-5，並說明如下：

- (1) 輻防人員利用每日晨間工具箱會議及年度輻防訓練等時機向所屬人員宣導 TLD 佩章及 EPD 劑量計正確佩戴方式；並針對申請輻射工作許可證(RWP)須於示警區作業之人員，輻防人員須至現場抽查人員 TLD/EPD 劑量計佩戴情形，查核紀錄應留存備查。查核項目包含①人員是否確實佩戴 TLD/EPD 劑量計。②人員劑量計佩戴方式是否正確（TLD/EPD 置於胸部同一位置/開口向外）。
- (2) 抽查時若發現 TLD/EPD 劑量計佩戴（胸部同一位置/開口向外）位置不符合規定，輻防人員應向違規人員予以宣導及糾正。若屢勸不聽者，將依「台電核能後端營運處場區輻射防護違規管制辦法及違規罰款一覽表」處以罰款。
- (3) 抽查時若發現作業人員未確實佩戴 TLD/EPD 劑量計，將依「台電核能後端營運處場區輻射防護違規管制辦法及違規罰款一覽表」處以罰款。並調查此違規情況之發生經過與原因，及調查評估違規人員的實際劑量。

## 6. 輻射劑量管制

工作人員接受來自重裝運貯作業之有效輻射劑量以每連續五年週期之有效劑量不得超過 100 毫西弗，且任何單一年內之有效劑量不得超過 50 毫西弗；眼球水晶體之等價劑量於一年內不得超過 150 毫西弗；皮膚或四肢之等價劑量於一年內不得超過 500 毫西弗。

本計畫執行前除將評估及訂定合理之集體有效劑量目標值外，若有個人有效劑量曝露偏高或集體有效劑量有超越目標值之現象，則將追蹤肇因，並採取因應改善措施，以確保作業人員之安全，並使作業人員之集體有效劑量達成在目標值以內。依據第七章中對於各項作業工作人員接受輻射劑量推估分析結果(詳見第七章)，每年集體劑量為 0.16289 人·西弗，完成集體總劑量(2.5 年，35,867 桶)為 0.407225 人·西弗。對於訂定合理之集體有效劑量目標值方法如下：

(1) 要求人員恪遵輻射防護三原則，合理抑低人員所接受輻射劑量

降低人員劑量曝露時間：每日召開晨間工具箱會議，派工者應使每位人員能清楚了解當日工作內容，方能有效掌握工作進度，縮短人員工作時間，俾降低人員劑量暴露。

增加人員與放射性物質的距離：作業期間，要求待命人員及非相關工作人員盡量遠離作業區，避免接受不必要的輻射劑量。

增加屏蔽：作業期間，若偵測到高劑量放射性物質，均要求人員穿著鉛衣或以增加屏蔽遮蔽，並加派人力以輪替方式執行作

業，俾減少個人劑量曝露時間，避免人員輻射劑量超過行政管制值。。

(2) 落實人員輻射防護訓練，教導減少劑量曝露之方法

新進人員輻防訓練：本公司員工及承攬商勞工進場工作前必得接受 3 小時之輻防訓練，俾使新進人員熟悉輻射安全之重要性、公司內部輻安規定及其相關法規，提高輻射防護知識與危害意識。

年度輻防訓練：依「游離輻射防護法施行細則」規定，本場每年均須舉辦乙次輻射防護訓練，對象為本場所有員工，而課程內容均依「游離輻射防護安全標準」訂定，內容概要大致分為人員輻射劑量監測與管制應注意事項、認識輻射及輻射安全、認識生物效應、游離輻射防護法及相關法規、輻射防護衣物穿脫程序、減少劑量曝露之方法，俾學員能更清楚了解輻射防護的相關措施。

(3) 每日工作前召開晨間工具箱會議：召開作業前工具箱會議為確保工作安全與防範輻安事故的重要措施。輻防人員於會中提示作業過程所必須採取與遵守的現場輻射防護措施與指令：諸如針對工作中儘可能減少劑量曝露與污染之方法、防範受到高劑量曝露之對策。

(4) 每月主動告知人員輻射劑量累積情況，並依本場行政管制值執

行：本場每月以備忘錄(附人員劑量表)告知各公司人員劑量累積情況，要求利用晨間工具箱會議公佈，並要求個人簽名備查，讓個人了解目前劑量累積情況，及提供本公司或承攬商派工的參考，俾有效控管人員劑量，避免人員輻射劑量超過行政管制值。

- (5) 每日定時查核人員劑量登記表：本場輻防人員於每日早上及下午均會檢查進出管制站的人員劑量登記表，了解當日人員劑量累積情況，尤其針對累積劑量偏高的人員將加強控管或通知本公司或承攬商適時調度人力。
- (6) 相關輻射計量管制除應符合法規要求外，並依「蘭嶼貯存場輻射防護(1)保健物理權責、輻射防護標準及醫務監護作業程序書」(DNBM-L-5.4-1)實施管制，對於輻射劑量管制除應符合法規要求外，另應遵循蘭嶼貯存場輻防計畫制定之行政管制限值，如表 4-6 蘭嶼貯存場之輻射曝露行政管制限值。

表 4-2 地區管制劃分標準

環境	指蘭嶼貯存場財產界線以外，一般人可自由出入之地區。		
監測區	指蘭嶼貯存場場界線內，管制區以外之地區。	$<5 \mu\text{Sv/hr}$ 非固著性污染： $\alpha$ 污染 $<1\text{Bq}/100\text{cm}^2$ ， $\beta/\gamma$ 污染 $<2\text{Bq}/100\text{m}^2$ 固著性污染：在距離 1 公分處，其深部等效劑量率應維持在高於背景值每小時 0.001 毫西弗以內。	
管制區	(非示警區)		
		輻射區	$\geq 0.05 \text{ mSv/hr}$ ， $<1 \text{ mSv/hr}$ (以距離輻射源或其表面 30 公分之偵測結果為準)
		高輻射區	$\geq 1 \text{ mSv/hr}$ (以距離輻射源或其表面 30 公分之偵測結果為準)
	示警區	極高輻射區	$\geq 5 \text{ Gy/hr}$ (以距離輻射源或其表面 1 公尺之偵測結果為準)
		空浮放射性區	$\geq 30\% \text{ DAC}$
		污染區	$\alpha \geq 1 \text{ Bq}/100\text{cm}^2$
	$\beta/\gamma \geq 10 \text{ Bq}/100\text{cm}^2$		
	高污染區	$\alpha \geq 37 \text{ Bq}/100\text{cm}^2$	
$\beta/\gamma \geq 370 \text{ Bq}/100\text{cm}^2$			
放射性物質區	$>10$ 倍美國聯邦法規 10CFR 20 附錄 C-放射性物質應標示之量。		

表 4-3 蘭嶼貯存場輻射劑量率之限值分區表

環境	指貯存場場界線以外，一般人可自由出入之地區。	輻射劑量率 < 0.2 $\mu$ Sv/hr	
監測區	指貯存場場界線內，管制區以外之地區。	輻射劑量率 < 5 $\mu$ Sv/hr	
管制區	非示警區	輻射劑量率 < 0.05 mSv/hr	
	示警區	輻射區	輻射劑量率 $\geq$ 0.05 mSv/hr， < 1 mSv/hr
		高輻射區	輻射劑量率 $\geq$ 1 mSv/hr (以距離輻射源或其表面 30 公分之偵測結果為準)
		極高輻射區	輻射劑量率 $\geq$ 5 Gy/hr (以距離輻射源或其表面 1 米之偵測結果為準)

表 4-4 劑量計抽查作業區分

劑量計抽查作業區分	
抽查人員	安管課輻防人員
作業性質及區域	申請輻射工作許可證(RWP)須於示警區作業之人員
受查對象	RWP 項目之全部工作者
抽查比率	當日上述項目 RWP 工作總人數的百分之二十
抽查內容	(1)人員是否確實佩戴 TLD/EPD 劑量計。 (2)人員劑量計佩戴方式是否正確 (TLD/EPD 置於胸部同一位置/開口向外)。

表 4-5 工作人員使用 TLD/EPD 佩戴查核紀錄表

年 月 日

地點	時間	受查單位	作業項目	查核人數	查核結果		簽名
					<input type="checkbox"/> 正 常	<input type="checkbox"/> 異常說明及處理 經過：	
					<input type="checkbox"/> 正 常	<input type="checkbox"/> 異常說明及處理 經過：	
					<input type="checkbox"/> 正 常	<input type="checkbox"/> 異常說明及處理 經過：	

承辦：

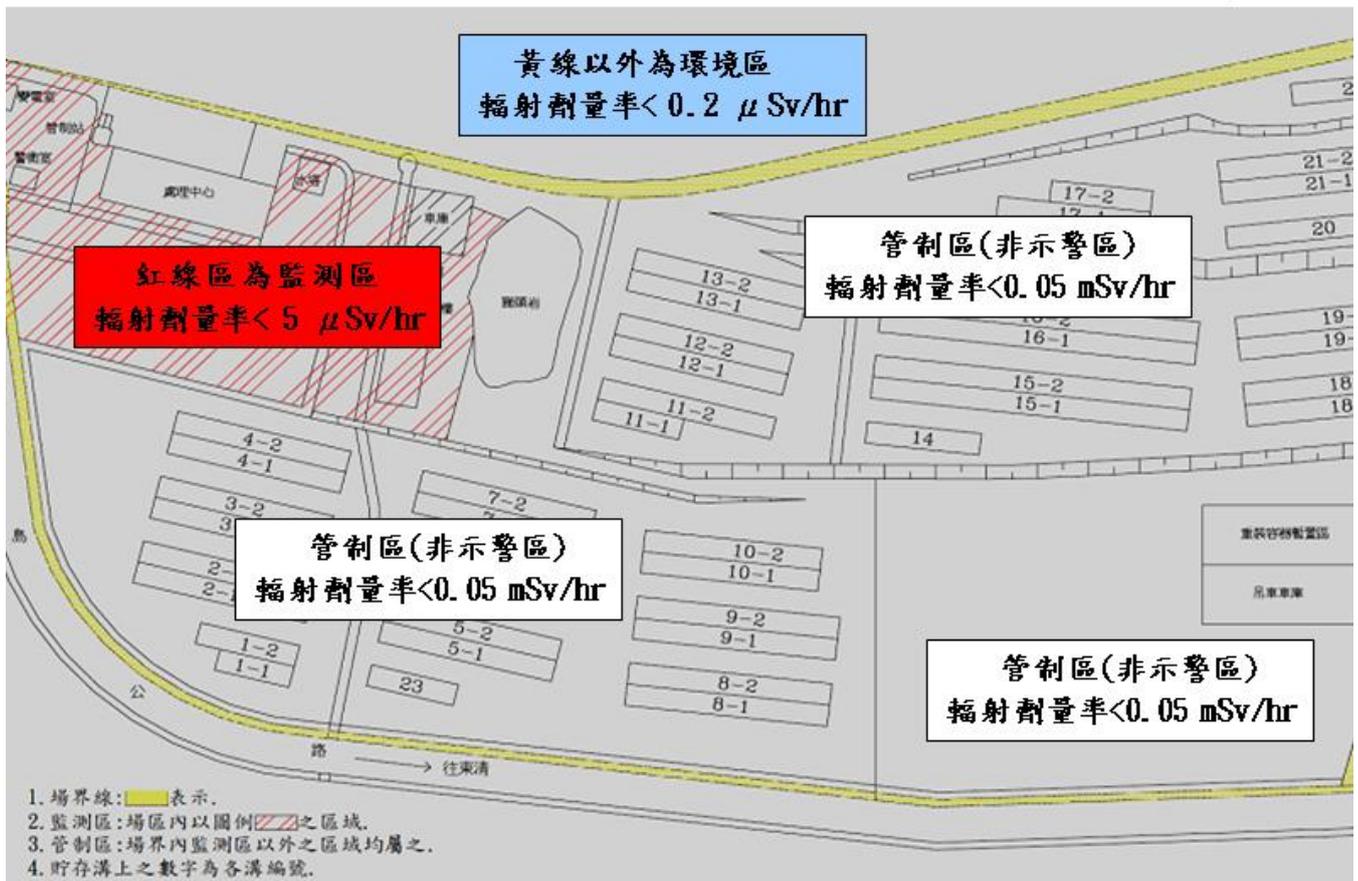
審核：

課長：

經理：

表 4-6 蘭嶼貯存場之輻射曝露行政管限制值

器官與組織	日劑量(毫西弗)		週劑量(毫西弗)		年劑量(毫西弗)	
	容許 曝露值	直接主管 授權批准	容許 曝露值	直接主管 授權批准	容許 曝露值	直接主管 授權批准
1. 全身	0.5	1	3	10	18	40
2. 眼球水晶體	---	---	---	---	50	100
3. 其他個別 器官或組織	---	---	---	---	200	400



說明：各相關環境劑量率限值參見表 4-2

圖 4-1 蘭嶼貯存場管制區及監測區區域示意圖

## (五) 輻射防護裝備

### 1. 輻射偵測及污染偵檢裝備

(1) 工作人員劑量偵測裝備：劑量佩章（依申請數量核給）、個人示警劑量計（備足數量供進入管制區時配掛）。

(2) 輻射及污染偵檢儀器：包含區域、人員、及物品之污染偵檢儀器與直接輻射度量設備（所需數量隨作業需求辦理）。

(3) 連續式空浮監測器：

A. 本場原使用之空浮監測設備為連續式空浮監測器（AMS-4），其機型已老舊，且零件汰換不易，將改使用 333-2 型之連續式空浮監測器。

B. 333-2 型之連續空浮監測器之警報設定值：

$$N = \frac{CA \times E \times F \times t}{(1.6 \times 10^{-11})} \quad (\text{公式})$$

現場空浮濃度為  $CA$  ( $\mu\text{Ci}/\text{c.c.}$ )，

抽氣流量率為  $F$  (CFM)，

儀器之偵檢效率為  $E$ ，

抽氣濾紙淨計數率為  $N$  (CPM)

設置於各廠房現場的連續空浮監測器之警報設定值(Alarm Setpoint)，係以現場空浮濃度達工作人員配戴呼吸防護面具之標準（以保守之  $^{60}\text{Co}$  濃度為參考值， $9 \times 10^{-9} \mu\text{Ci}/\text{c.c.}$ ）時，並考量各廠房現場可能之空浮核種之情況，依公式所計算求出之濾紙活性淨值  $N$ ，再加上背景值 (BKG) 而得。亦即

警報設定值 = $N + \text{BKG}$
--------------------------

## 2. 污染防護裝備

包含呼吸防護面具、橡膠手套、鞋套及防護衣物等裝備（以上所需數量將依作業需求辦理）。

## 3. 其它輻防用品

包含牛皮紙、塑膠布、塑膠袋及廢棄物袋、廢液盛裝容器、除污用品（抹布、棉花、去污劑）等備用物品（所需相關數量將依作業需求辦理）。

除污是一種綜合技術、經驗與知識的工作，假設各種可能污染情況，擬定除污計劃，準備除污工具、物品及設備，並負責訓練工作人員等皆屬之，除污作業亦應同時考慮工作人員、時間、費用、輻射安全各方面的效益等。除污作業須準備除污物品、器材與裝備，因除污對象之不同可分為三類：即人員除污、地區除污、設備工具器材除污等。

### (1) 人員除污

污 染 部 位	除 污 設 備
皮膚	清水、清潔劑、毛巾、軟刷
頭髮	清水、清潔劑、洗髮水
眼睛	清水、洗眼器
口腔	清水
鼻子	清水、棉花球棒、洗鼻器
全身	清水、清潔劑、毛巾、擦洗布
鞋子	粘膠帶、金屬刷子、金鋼砂紙、除污紙
人員私有衣服、工作服	洗衣機、烘乾機

## (2)地區除污

污 染 部 位	除 污 設 備
地面、牆面	吸塵器、除污紙、清水、水桶、刮把、掃把、拖把、畚斗、金屬刷子、菜瓜布

## (3)設備、工具、器材除污

污 染 部 位	除 污 設 備
設備、工具、器材	吸塵器、除污紙、清水、水桶、金屬刷子、超音波清洗機、菜瓜布、PE布、除污劑

## (4)人員與地面因意外事故受到除污處理

當人員與地面因意外事故受到污染時，依據「蘭嶼貯存場輻射防護(5)除污作業暨意外事件處理程序書」(DNBM-L-5.4-5)之相關除污設備與遵循之處理原則與作業程序處理。

## 二、輻射防護規定

### (一) 輻射防護依據

本計畫作業期間有關輻射防護規定將依據「蘭嶼貯存場輻射防護計畫」等相關規定執行管制，並依其輻射工作場所之設施、輻射作業特性及輻射曝露程度，劃分輻射工作場所為管制區及監測區。管制區須標示輻射示警標誌及警告標語，並管制人員進出。

### (二) 管制注意事項

管制區內禁止吸煙及飲食，進入管制區之工作人員皆需配帶劑量徽章、個人示警劑量計（應配帶於身體軀幹部份之衣外明顯易見處），離開管制站時應即取下，置於規定之存放架上。管制區內之工作人員及物件皆視為可能污染物，故工作人員離開管制區時，皆應經過全身污染偵檢器，檢查無污染後始可離開。攜出之物件亦應進行污染偵檢，確認無污染始可放行。

在從事輻射工作前所有工作人員應依輻安規定著裝，離去時應謹慎卸裝，分別放置於規定處所，且在管制站出口再經全身污染偵檢器確認無污染後始可離去。如發現有污染情形時，應立刻請輻射防護人員協助處理。貯存場內專用之工作物品僅供工作區域內使用，嚴禁攜出貯存場外。

工作人員離開管制區均須依規定進行污染偵測，經全身污染偵檢器及門框偵檢器偵測無污染後始可離開管制區。如有污染情形，

應通知輻射防護人員指導及處理。

### (三) 呼吸防護面具使用標準

工作人員進入管制區內有空浮污染之虞之區域，應事先進行空浮偵測，確定空浮濃度未高於呼吸防護面具使用標準限值(如表 4-7)，始可進入該區作業。

進入壕溝內之工作人員視需要佩戴呼吸防護面具、手套、頭套、鞋套及穿著防護衣等防護裝備。當離開壕溝時脫卸防護裝備，應注意避免污染頭髮或身體其他部位，工作結束後全身應完成輻射偵檢，確認無輻射污染。而卸除之防護裝備應置入指定容器內，送清洗除污且偵測合格後始可再使用。

### (四) 離場程序規定

工作人員離開蘭嶼貯存場作業區後 1 個月內，須完成辦理離場全身計測程序，違者將依「場區輻射防護違規管制辦法及違規罰款一覽表」規定處理。

表 4-7 呼吸防護面具使用標準

空氣放射性物質濃度( $\beta/\gamma$ ) Bq/m <sup>3</sup>	使用呼吸防護面具之型式
1. $\geq 150 \sim < 500$	不用戴面具，但停留此區域時間，一星期不得超過 40 小時。
2. $\geq 500 \sim < 5,000$	(1) 含顆粒狀物質使用半面式面具(防護因子 PF $\geq 10$ )。 (2) 含放射性碘，使用送氣式面具 (防護因子 PF $\geq 2000$ )。
3. $\geq 5,000 \sim < 25,000$	(1) 含顆粒狀物質使用全面式面具(防護因子 PF $\geq 50$ )。 (2) 含放射性碘，使用送氣式面具 (防護因子 PF $\geq 2000$ )。
4. $\geq 25,000 \sim < 500,000$	使用送氣式面具(防護因子 PF $\geq 2000$ )。
5. $\geq 500,000$	任何人不得進入該區域。

1. 工作區域或牆表面污染值過高時，應視需要佩戴全面式面具。

2. 污染工作物件需焊接、研磨切割、噴砂時應採取呼吸防護措施以確保工作人員體內曝露合理抑低。

3. 各類型防護面具之防護性能可以“防護因子”表示如下：

$$\text{防護因子 (P.F.)} = \frac{\text{面具外空氣污染濃度(Ca)}}{\text{面具內空氣污染濃度(Cm)}}$$

空氣污染濃度之單位為：Bq/m<sup>3</sup>( $\mu\text{ci/c.c}$ )

防護因子(P.F)對污染物質之去除率(E)關係如下：

$$1 - \frac{1}{P.F} = E (\%)$$

各類型防護面具之 P.F 值與 E 值如下：

面 具 型 式	P.F 值	E 值 (%)
半面式面具	10	90
全面式面具	50	98
送氣式面具	2,000	99.95
空氣自給式全面具(壓力需求型式)	10,000	99.99

### 三、輻射劑量合理抑低計畫

蘭嶼貯存場於執行廢棄物桶貯存重裝計畫時，對於輻射工作場所管制，除應考量工作人員個人輻射劑量外，亦應合理抑低集體有效劑量。因此除就法規限值管制工作人員個人劑量外，同時也進一步考慮其集體劑量之合理抑低，以便作業之規劃與執行能切實符合輻射防護的要求。

本項作業之輻射劑量合理抑低計畫，將遵照核能後端營運處「蘭嶼貯存場輻射防護計畫」第九編合理抑低管制作業規定辦理，茲就本計畫之合理抑低作業重要原則分別說明如下：

#### (一) 作業前準備

1. 重裝運貯作業前準備工作包括設備、機具之齊備、輻射偵測等步驟，有效執行劑量合理抑低之作法包括有：檢討作業使用設備、機具之適用性，查驗其堪用狀況及適當之備品準備。蘭嶼貯存場主辦人員會同承攬商於重裝作業開工前，依照「表 4-8 作業前工安、輻安措施檢核表」之檢核項目，逐項查核，並存場備查。
2. 加強作業人員之工作前輻射防護訓練：由蘭嶼貯存場負責規劃輻防訓練，並辦理承包商工作人員之輻安教育訓練、全身計測及面具測試校驗，移交相關輻射防護衣物、面具，備妥工作人員劑量徽章，及有關輻射防護作業程序書，交付承攬商據以執行，並告知承攬商現場輻射空浮狀況。

表 4-8 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶重裝作業

作業前工安、輻安措施檢核表

年 月 日

項次	檢核項目	查核結果		
		完成	未完成	
工安方面	1	承攬商是否已訂定安全衛生工作守則及勞工安全衛生管理計畫，並提送備查？		
	2	是否已將檢整作業場所分項工作危害因素及危害預防措施告知承攬商？		
	3	重裝作業前有否與承攬商召開作業前安全衛生協商會議及共同作業協議組織會議，並已指定共同作業之工作場所負責人？		
	4	承攬商所使用之危險性機械或設備是否已造冊提送備查？		
	5	工作人員是否完成入場工安訓練？		
	6	承攬商工作人員進場前是否已進行人員尿液採驗作業？		
	7	承攬商是否已繳交檢整重裝作業工作人員名冊？		
	8	經核准之重裝作業相關程序書是否已備妥，並交付承攬商？		
輻安方面	1	工作人員是否繳交體檢報告及劑量登記？		
	2	工作人員之劑量徽章及個人示警劑量計是否備妥？		
	3	工作區域的進出路徑是否已規劃完成？		
	4	工作人員是否完成入場輻安訓練？		
	5	防護衣物、防護面具是否備齊？		
	6	輻射偵測儀器、門框及全身污染偵測儀是否正常狀況？		
	7	輻射工作許可證及特殊許可文件其申請是否已核准？		
	8	經核准之輻射防護相關作業程序書是否已備妥，並交付承攬商？		
備註欄				

承攬商

蘭嶼貯存場

安全衛生管理員：

工地負責人：

主辦：

課長：

經理：

3. 指導說明及充份討論各個作業人員之工作步驟必要時進行模擬操作，確定對工作之熟練程度。
4. 貯存場之輻射防護員應定期執行作業環境直接輻射、污染、空浮偵測，隨時掌握工作環境輻射變化，於每日下溝作業前須先偵測壕溝內作業區之背景輻射值，除通知監工人員或承攬商之輻射防護員注意外並做成紀錄，若需除污作業必需注意桶身及桶底之徹底除污與檢查以避免污染擴散。

## (二) 執行中管制作業

重裝運貯作業之執行，主要包括開蓋、廢棄物桶之選取、廢棄物桶置入「3x4 重裝容器」、重裝容器封蓋、運送至「鋼構廠房」暫存、「3x4 重裝容器」回貯壕溝等作業，此階段之劑量合理抑低原則為：儘量就時間、距離與屏蔽三原則降低工作劑量，承攬商輻射防護人員應隨時掌衛現場作業狀況，並將輻射強度分佈告知工作人員，以掌握人員劑量限值。蘭嶼貯存場之輻射防護人員，隨時至各現場督導及管制承攬商工作人員之作業。

輻射防護人員於作業進行時確實執行管制作業，減少非必要之人員曝露及體內、外污染。輻射防護人員並於工作開始時，協助作業人員確實著裝；作業期間，對每一只「3x4 重裝容器」表面進行量測並記錄備查，對表面附著性污染應小於  $2 \text{ Bq}/100 \text{ cm}^2$  始可運送至鋼構廠房，以防止搬運期間對環境的污染，工作完畢，輻射防護

人員並應協助作業人員脫除防護衣物及現場污染即時偵測管制。相關除污作業依「蘭嶼貯存場輻射防護(5)除污作業暨意外事件處理程序書」規定執行(DNBM-L-5.4-5)，監測區內 $\alpha$  附著性污染不得超過 $1\text{Bq}/100\text{cm}^2$ ， $\beta/\gamma$  附著性污染不得超過 $2\text{Bq}/100\text{cm}^2$ ；管制區內 $\alpha$  附著性污染不得超過 $1\text{Bq}/100\text{cm}^2$ ， $\beta/\gamma$  附著性污染不得超過 $10\text{Bq}/100\text{cm}^2$ 。

作業中輻射防護人員詳實記錄可能降低輻射曝露及體內、外污染的方法，以為日後類似作業改善參考。核能後端處蘭嶼貯存場應於重裝運貯作業期間，依照「表 4-9 (1/2)承攬商作業中現場工安檢核表」及「表 4-9(2/2) 承攬商作業中現場輻安檢核表」之檢核項目逐項查核，填表後逐日將檢核表建檔備查。另重裝運貯作業承攬商應每日填寫工安、輻安自動檢查表（如表 4-10）建檔備查。

### （三）作業後檢討

1. 作業後，承攬商之輻射防護員應每日登錄及統計各工作人員之劑量，並同時轉知各工作人員，必要時依劑量高低、分配及更動次日之人員工作項目，以降低各工作人員之劑量，使不逾越法規之規定。
2. 工作人員每月輻射劑量超過 $1\text{mSv}$  且與輔助劑量計之紀錄相比較差異達 25%以上，將會把該員之 TLD 及輔助劑量計(EPD)送放射試驗室計讀及校正。
3. 於作業後審查會議，檢討執行成效，作成會議紀錄，建檔備查，以供日後參考。

表 4-9 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶重裝作業 (1/2)

作業中現場工安檢核表

年 月 日

項次	檢核項目	檢查結果		缺失改正建議或說明	
		合格	不合格		
工 安 方 面	1	每日作業前工地負責人是否將作業場所危險因素及危險預防措施告知工作人員？			
	2	重裝作業用機具、設備是否按規定執行使用前自動檢查？			
	3	大貨車、起重機、堆高機操作人員是否有合格執照？			
	4	現場作業人員與工作執照所有人是否符合？			
	5	吊起重物應稍作停頓，並檢視吊索及被吊物狀況是否正常？工作人員是否撤離至安全距離？			
	6	壕溝開口處防護措施是否適當？			
	7	工作人員是否正確使用安全護具？			
	8	壕溝開蓋後是否檢測壕溝內氧氣、有害氣體濃度？			
	9	維修各項設備或需開閉管閥者，是否經許可並完成掛卡？			
	10	作業過程中發現工作人員有精神情緒狀態不佳者應暫停其工作。			
	11	對疑似喝酒之工作人員是否抽驗其酒精濃度？			
	12	工作完成後之物料是否按規定位置堆放整齊？			
	13	工作完成後周圍環境是否整理清潔？			
備註欄					

本表由台電第一、二級之現場查核員(含非承攬檢整作業案之台電替代人力)攜至作業現場逐項檢查。

現場查核員：

課長：

經理：

表 4-9 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶重裝作業 (2/2)

作業中現場輻安檢核表

年 月 日

項次	檢查項目	檢查結果		缺失改正 建議或說明	
		合格	不合格		
輻 安 方 面	1	工作人員進出管制站是否登錄進場時間及所接受之輻射劑量？			
	2	管制區內是否禁止閒雜人員進入？			
	3	是否有管制禁止工作人員攜帶煙、水、打火機或檳榔等進入管制區內？			
	4	工作人員是否依規定裝束著裝輻安衣物？			
	5	作業場所之輻射強度偵測是否執行並留存紀錄？			
	6	離開工作管制站之人員、衣物及工具是否偵測有無污染？			
	7	輻射防護人員是否依程序書規定，定期檢測各區域之輻射劑量值？			
	8	輻射防護人員是否依程序書規定，每日作業前作完地面拭跡，已確保非示警區無污染，並留存紀錄？			
備註欄					

本表由台電第一、二級之現場查核員(含非承攬檢整作業案之台電替代人力)攜至作業現場逐項檢查。

輻射防護人員：

課長：

經理：

表 4-10 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶重裝作業

承攬商工安、輻安自動檢查表

年 月 日

項次	檢核項目	檢查結果		缺失改正建議或說明	
		合格	不合格		
工 安 方 面	1	每日作業前工地負責人是否將作業場所危險因素及危險預防措施告知工作人員？			
	2	重裝作業用機具、設備是否按規定執行使用前自動檢查？			
	3	大貨車、起重機、堆高機操作人員是否有合格執照？			
	4	現場作業人員與工作執照所有人是否符合？			
	5	吊起重物應稍作停頓，並檢視吊索及被吊物狀況是否正常？工作人員是否撤離至安全距離？			
	6	壕溝開口處防護措施是否適當？			
	7	工作人員是否正確使用安全護具？			
	8	壕溝開蓋後是否檢測壕溝內氧氣、有害氣體濃度？			
	9	維修各項設備或需開閉管閥者，是否經許可並完成掛卡？			
	10	作業過程中發現工作人員有精神狀態不佳者應暫停其工作。			
	11	對疑似喝酒之工作人員是否抽驗其酒精濃度？			
	12	工作完成後之物料是否按規定位置堆放整齊？			
	13	工作完成後周圍環境是否整理清潔？			

輻 安 方 面	1	工作人員進出管制站是否登錄進場時間及所接受之輻射？			
	2	管制區內是否禁止閒雜人員進入？			
	3	是否有管制禁止工作人員攜帶煙、水、打火機或檳榔等進入管制區內？			
	4	工作人員是否依規定裝束著裝輻安衣物？			
	5	工作人員佩帶劑量佩章之自我檢查？			
	6	離開工作管制站之人員、衣物及工具是否偵測有無污染？			
	7	輻射防護自主檢查表之執行檢查？			
備註欄					

承攬商

安全衛生管理員：

輻射防護人員：

工地負責人：

## 第五章、提升營運安全作業後之廢棄物處理

本計畫主要工作係將檢整後之第一、二與四類之 55 加侖廢棄物桶依其所含核種濃度，將廢棄物桶區分為 A、B、C、超 C 等四類，並依其類別分別裝入同一只「3×4 重裝容器」內，運送至「鋼構廠房」暫存，待一定量後再回貯於壕溝。因此在作業中為減少人員可能受到污染，必須穿著輻防衣物，因輻防衣物並非拋棄式，故需清洗以供重複使用，清洗作業中會產生輕微污染之洗衣廢水。

蘭嶼貯存場洗衣用水之來源為（1）貯存壕溝滲入之雨水：經收集於 A 集水池後以蒸發器製成冷凝水，貯存於 3,000 公升貯存桶暫存，可回收再使用，如需洗衣時再送至洗衣房使用；（2）若冷凝水不足時則使用自來水洗衣：作業開始進行以後，洗衣廢水因作業人員及產能增加而遞增，若蒸發器處理能量有限不及處理時，將以 3,000 公升 PE 桶盛裝暫存。所製成之冷凝水，將依照已核備之「蘭嶼貯存場洗衣廢水處理管制計畫」規定處理。

本計畫在重裝運貯作業過程中可能產生之廢水(液)，主要來源為防護衣物清洗廢水及人員除污之廢水，考量場區內現有廢水收集槽配置，壕溝回貯作業人數將低於 96~100 年蘭嶼貯存場之廢棄物桶檢整重裝作業，依現況蘭嶼貯存場之廢水處理設備應可滿足作業需求。

防護衣物清洗廢水及人員除污之廢水處理，輻防衣物採用免清潔劑方式清洗外，對於人員除污也同樣避免使用化學劑，僅以清水或酒精處理之。所產生之廢水(液)經收集後，將利用蒸發器製成冷凝水，或依照「蘭嶼貯

存場洗衣廢水處理管制計畫」規定處理後，回收使用於場內或報准他用。洗衣廢水處理作業均將遵照行政院原子能委員會訂定之相關法規執行嚴格管制，以達成輻射安全管制之目的。相關廢水收集槽位置如圖 5-1，場區內之廢水收集槽說明如下：

洗衣廢水槽容量為 7.2 噸，位於人員管制站外，並裝有液滿警示器避免廢水滿溢外流，槽體以不銹鋼板及鋼筋混凝土結構體製成，將管制站除污廢水收集於該槽並經泵浦送至固化廢水槽。

人員除污廢水槽容量為 2 噸，位於洗衣廢水槽旁，槽體以鋼筋混凝土結構體內襯不銹鋼板製成，收集管制站除污廢水。

另外在重裝運貯作業過程中產生之固體廢棄物，其主要來源為不堪使用的防護衣物及維修汰換之污染機具等自產廢棄物，端視其廢棄物體積大小，分別存放於「3×4 重裝容器」或「3×1 重裝容器」內，對於自產廢棄物經量測比活度 $\geq 10,000\text{Bq/kg}$ 者，放入壕溝貯存，比活度 $< 10,000\text{Bq/kg}$ 者暫存於「鋼構廠房」A棟(仍裝入「3×4 重裝容器」)。

有關蘭嶼貯存場洗衣廢水，經蒸發器系統處理其核種活性低於儀器最低可測值(MDA)之冷凝水，暫存於 3,000 公升貯存槽，回收供作場內管制區內澆灌草坪、土木工程或上述之洗衣用水，處置時將記錄於(表 5-1)「蘭嶼貯存場洗衣廢水處理後澄清液紀錄表」。

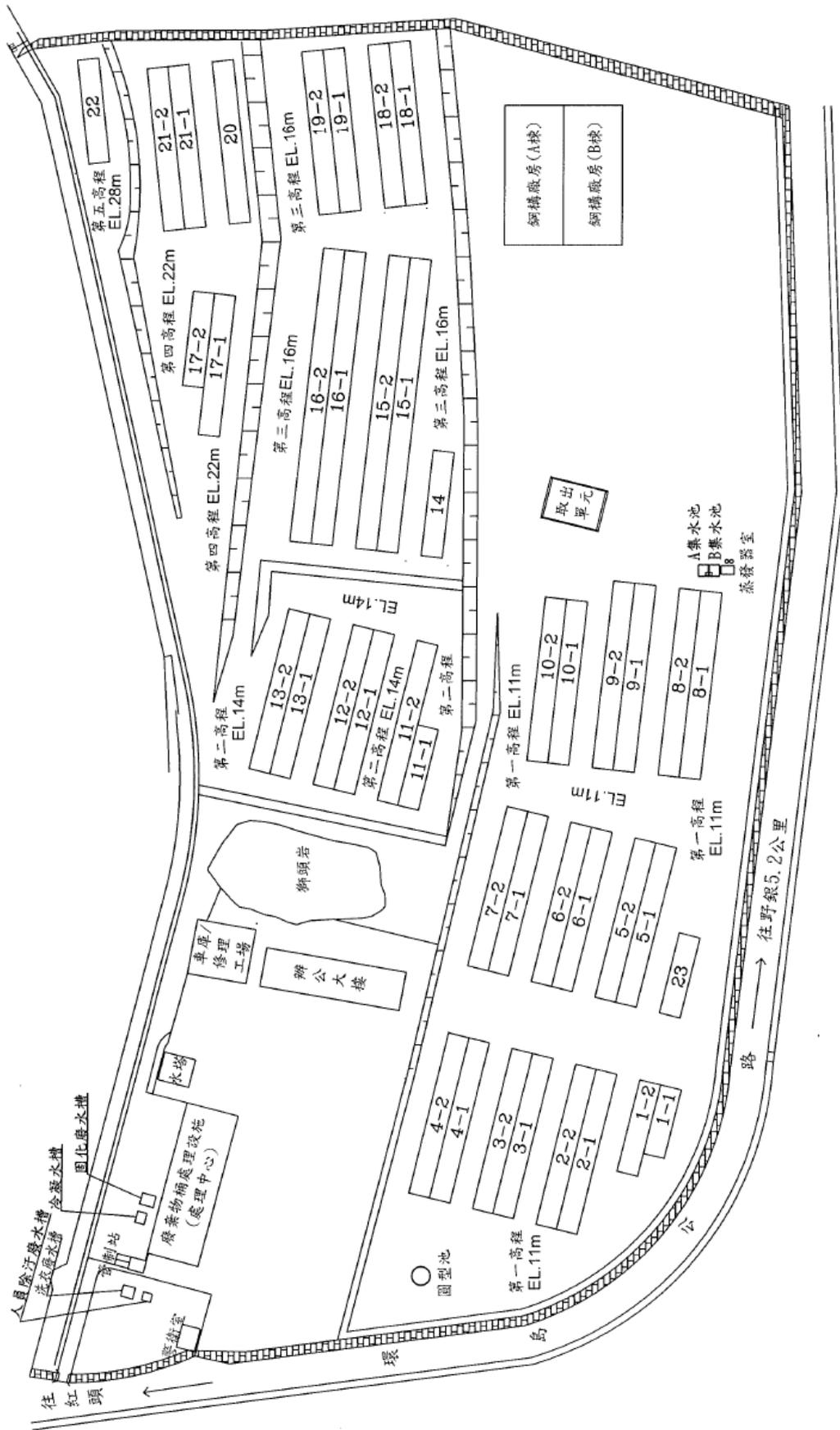


圖 5-1 蘭嶼貯存場廠區廢水收集槽位置示意圖

表 5-1 蘭嶼貯存場洗衣廢水處理後澄清液紀錄表

日期	容器編號	放射性比活度 (Bq/L)	重量 (噸)	處理方式	備 註

運維課:

安管課:

經理:

## 第六章、工業安全衛生措施

本計畫執行期間之職業安全衛生措施，除將依據「台灣電力公司承攬商安全衛生章則彙編」及其他相關職業安全衛生法規規定，包括本公司核能後端營運處相關作業程序書等，確實要求員工遵循外，在承攬商部分，則於承包合約中訂定「承攬商安全衛生實施要點」，其中載明承攬商應遵守及注意事項，並有罰則規定，俾使承攬商所屬工作人員確實依規定辦理相關作業。

承攬商在開工前，將要求其所屬安全衛生管理人員至本公司辦理安全會談，以查驗其證照資料，並告知工安有關注意事項，該承攬商之安全衛生管理人員，則應負責工作現場的安全衛生自動檢查業務，督導工作人員之安全衛生相關事宜，並辦理相關的工安訓練。

承攬商於執行本項計畫期間，若須使用危險性機械或設備(例如起重機等機具，但以取得檢查機構檢查合格證明者為限)，應僱用經主管機關認可並發給執照之合格操作人員，以確保工作期間之安全無虞。

工作人員如需進入壕溝時，將先進行溝內含氧量、硫化氫 ( $H_2S$ )、一氧化碳 ( $CO$ )、可燃性氣體檢測，必要時按缺氧狀況相關作業規定辦理。

### 一、作業人員工安教育訓練課程及時數

基於盛裝運貯作業所使用之機具及其作業性質與類別，依據職業安全衛生法令之規定，相關作業人員應施以必要之訓練。

盛裝運貯作業人員應接受之訓練課程包括：一般安全衛生教育訓練、急救人員安全衛生教育訓練、特殊作業安全衛生教育訓練、吊升荷重 3 公噸以上固定式起重機操作人員安全衛生教育訓練、吊升荷重 3 公噸以上移動式起重機操作人員安全衛生教育訓練、甲種勞工安全衛生業務主管教育訓練、勞工安全衛生管理員教育訓練等，各訓練課程科目及時數詳如(表 6-1)。

## 二、作業期間機械設備及車輛自動檢查

依據「職業安全衛生管理辦法」第四章自動檢查之規定，蘭嶼貯存場已訂有「蘭嶼貯存場設備定期保養作業程序書」(DNBM-L-5.3)、「蘭嶼貯存場機械、設備及車輛自動檢查作業程序書」(DNBM-L-5.13)及「蘭嶼貯存場廢棄物桶取出單元設施維護作業程序書」(DNBM-L-5.19)，於提升營運安全實施計畫作業期間將據以執行。(註：檢查表格將以最新版程序書所附表格為準)

表 6-1 營運安全實施計畫作業人員工安教育訓練課程及時數表

項次	訓練課程名稱	時數 (小時)	總時數 (小時)	訓練對象	
1	<b>一般安全衛生教育訓練</b>		3	3	所有工作人員
	1. 新僱或調換作業勞工（以與該勞工作業有關者）：				
	(1) 作業安全衛生有關法規概要				
	(2) 職業安全衛生概念及安全衛生工作守則				
	(3) 作業前、中、後之自動檢查				
	(4) 標準作業程序				
	(5) 緊急事故應變處理				
	(6) 消防及急救常識暨演練				
	(7) 其他與勞工作業有關之安全衛生知識				
	2. 各級業務主管人員於新僱或在職於變更工作前，應參照下列課程增列六小時。		6	6	
	(1) 安全衛生管理與執行				
	(2) 自動檢查				
	(3) 改善工作方法				
	(4) 安全作業標準				
2	<b>急救人員安全衛生教育訓練</b>		1	18	急救人員
	1. 急救概論（含原則、實施緊急裝置、人體構造介紹）				
	2. 敷料與繃帶（含實習）				
	3. 中毒、窒息、緊急甦醒術（含實習）				
	4. 創傷及止血（含示範）				
	5. 休克、燒傷及燙傷				
	6. 骨骼及肌肉損傷（含實習）				
	7. 神經系統損傷及神志喪失				
	8. 傷患處理及搬運（含實習）				
3	<b>特殊作業安全衛生教育訓練</b>		1	18	堆高機、操作手、未滿3噸固定式起重機、操作手、起重機具吊掛手
	<b>1. 荷重在1公噸以上堆高機操作人員特殊安全衛生訓練時數</b>				
	(1) 堆高機相關法規				
	(2) 堆高機行駕駛置之構造及操作方法				
	(3) 堆高機裝卸裝置之構造及操作方法				
	(4) 堆高機運轉相關力學知識				
	(5) 堆高機自動檢查及事故預防				
	(6) 堆高機操作實習				
	<b>2. 吊升荷重未滿三公噸之固定式起重機操作人員特殊安全衛生訓練課程、時數</b>		2	18	
	(1) 起重機具相關法規				
(2) 起重機具概論（固定式起重機、移動式起重機或人字臂起重桿）					
(3) 原動機及電氣相關知識		2			

	(4) 起重吊掛相關力學知識	2		
	(5) 安全作業要領及事故預防	3		
	(6) 起重吊掛操作實習	6		
	<b>3. 使用起重機具從事吊掛作業人員特殊安全衛生訓練時數</b>			
	(1) 起重吊掛相關法規	1	18	
	(2) 起重機具概論	2		
	(3) 起重吊掛相關力學知識	2		
	(4) 吊掛選用及吊掛方法	2		
	(5) 起重吊掛作業要領及事故預防	3		
	(6) 吊掛作業實習	8		
	<b>吊升荷重在三公噸以上固定式起重機操作人員安全衛生教育訓練時數</b>			
4	(1) 起重機具相關法規	2	38	三公噸以上 固定式起重 機操作手
	(2) 固定式起重機種類型式及其機能	3		
	(3) 固定式起重機構造與安全裝置	3		
	(4) 原動機及電氣相關知識	3		
	(5) 起重及吊掛相關力學知識	2		
	(6) 起重及吊掛安全作業要領	4		
	(7) 起重吊掛事故預防與處置	3		
	(8) 固定式起重機自動檢查與檢點維護	2		
	(9) 起重機運轉、吊掛操作與指揮實習	16		
	<b>吊升荷重在三公噸以上移動式起重機操作人員安全衛生教育訓練時數</b>			
5	(1) 起重機具相關法規	2	38	三公噸以上 移動式起重 機操作人員
	(2) 移動式起重機種類型式及其機能	3		
	(3) 移動式起重機構造與安全裝置	3		
	(4) 內燃機、油壓驅動裝置及電氣相關知識	3		
	(5) 起重及吊掛相關力學知識	2		
	(6) 起重及吊掛安全作業要領	4		
	(7) 起重吊掛事故預防與處置	3		
	(8) 移動式起重機自動檢查與檢點維護	2		
	(9) 起重機運轉、吊掛操作與指揮實習	16		
6	<b>1. 甲種職業安全衛生業務主管教育訓練時數</b>			
	(1) 企業經營風險與安全衛生(含組織協調與溝通)	2	42 內含 實作五	業務主管
	(2) 職業安全衛生管理系統	3		

	(3) 職業安全衛生相關法規	5	小時		
	(4) 勞工安全與職業傷害預防概論	3			
	(5) 勞工衛生與職業病預防概論	1			
	(6) 勞動檢查概論	4			
	(7) 勞工安全衛生組織、管理及自動檢查	2			
	(8) 健康管理與健康促進	3			
	(9) 危險物及有害物通識	3			
	(10) 職業災害勞工保障	3			
	(11) 職業災害調查處理與統計	3			
	(12) 承攬與承攬管理	2			
	(13) 職業災害防止計畫及緊急應變計畫之製作	5			
	(14) 職業災害防止計畫及緊急應變計畫之製作	3			
	<b>2. 乙種勞工安全衛生業務主管教育訓練時數</b>				
	6	(1) 企業經營與安全衛生(含組織協調與溝通)		3	35 內含 實作五 小時
(2) 職業安全衛生管理系統		3			
(3) 勞工安全衛生法規		3			
(4) 勞工安全與職業傷害預防概論		3			
(5) 勞工衛生與職業病預防概論		3			
(6) 勞動檢查概論		1			
(7) 勞工安全衛生管理及自動檢查		3			
(8) 健康管理與健康促進		2			
(9) 危險物及有害物通識		3			
(10) 承攬責任與職業災害勞工保障		2			
(11) 職業災害調查處理與統計		3			
(12) 職業災害防止計畫及緊急應變計畫之製作		3			
(13) 安全衛生工作守則之製作		3			
<b>3. 丙種勞工安全衛生業務主管教育訓練時數</b>					
	(1) 企業經營與安全衛生(含職業安全衛生管理系統介紹)	3	21 內含 實作 4 小時		
	(2) 勞工安全衛生法規	3			
	(3) 勞工安全衛生管理及自動檢查	3			
	(4) 勞工安全與職業傷害預防概論	2			
	(5) 勞工衛生與職業病預防概論	2			
	(6) 勞動檢查概論	1			
	(7) 職業災害調查處理與統計	3			

	(8) 職業災害勞工保障	2		
	(9) 安全衛生工作守則之製作	2		
	<b>勞工安全衛生管理員教育訓練時數</b>			
	<b>1. 勞工安全衛生法規</b>			
	(1) 勞動法規簡介	3	39	
	(2) 勞工安全衛生法規	3		
	(3) 勞工安全衛生設施規則	6		
	(4) 勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法	3		
	(5) 勞工安全衛生教育訓練規則	2		
	(6) 勞工健康保健規則	2		
	(7) 營造安全衛生設施標準	3		
	(8) 危險物及有害物通識規則	3		
	(9) 缺氧症預防規則	3		
	(10) 勞工安全相關法規	3		
	(11) 有害物質危害預防	6		
	(12) 具有特殊危害之作業相關法規	2		
	<b>2. 勞工安全衛生計畫及管理</b>			
7	(1) 職業安全衛生管理系統	3	16	勞工安全衛生 管理員
	(2) 職業災害防止計畫及緊急應變計畫之製作	5		
	(3) 安全衛生管理規章及安全衛生工作守則之製作	3		
	(4) 工作安全分析與安全作業標準之製作	5		
	<b>3. 專業課程</b>			
	(1) 企業經營與安全衛生	3	52	
	(2) 勞工安全與職業傷害預防概論	3		
	(3) 勞工衛生與職業病預防概論	3		
	(4) 職業災害調查處理與統計	3		
	(5) 安全衛生測定儀器(安全及衛生各二小時)	4		
	(6) 機械安全防護	3		
	(7) 電氣安全	3		
	(8) 個人防護具	3		
	(9) 通風與換氣	3		
	(10) 急救	3		
	(11) 危險性機械、設備管理	2		
	(12) 物料處置	4		

	(13) 墜落災害防止	3		
	(14) 火災爆炸防止	3		
	(15) 物理性危害預防	3		
	(16) 化學性危害預防	3		

## 第七章、人員劑量及環境輻射影響評估

### 一、場界環境輻射劑量評估分析

#### (一) 評估內容說明

為提升蘭嶼貯存場營運安全，研提改善措施方案，將檢整作業後貯存於壕溝內之第一、二、四類 55 加侖低放射性廢棄物桶計約 35,867 桶，全數裝入「3x4 重裝容器」，在既有各壕溝採四層堆疊貯存容量下，壕溝總貯存容量，可滿足將檢整後第一、二與四類等 55 加侖廢棄物桶裝入「3x4 重裝容器」及 953 桶「自產廢棄物」存放於 11 櫃「3x4 重裝容器」及 274 櫃「3x1 重裝容器」內，即全數可貯存於 23 座壕溝內，而不須另外再新設貯存區與設施。

「3x4 重裝容器」與「3x1 重裝容器」之重裝作業係將壕溝內檢整後第一、二與四類之 55 加侖廢棄物桶自壕溝吊出，並依其所含核種濃度分為 A、B、C、超 C 等四類，分別吊入同 1 只「3x4 重裝容器」，另 953 桶「自產廢棄物」依物料類別再整理壓密裝入「3x4 重裝容器」或「3x1 重裝容器」內，經容器表面輻射劑量率量測後，待裝滿 12 桶或 3 桶後運送至「鋼構廠房」暫存，於料帳資料登載完整後待一定量後再回貯於壕溝內。本計畫正式執行之前，蘭嶼貯存場將完成「鋼構廠房」B 棟前後牆面之建置及周圍屏蔽，然後將目前放置於「鋼構廠房」A 棟之自產廢棄物移至 B 棟存放，以騰出空間供本計畫之執行。

## (二) 基本數據與假設

本評估作業對場界輻射影響之情節與與本公司獲得主管機關核准之「蘭嶼貯存場檢整作業人員及環境輻射影響評估報告」相同，故以該報告為基準，利用該報告以各壕溝蓋板上所量測得到之劑量率值，以 Co-60 核種進行活度歸一化計算，所推算之各壕溝廢棄物單桶活度(民國 95 年 9 月之單桶平均活度為  $3.642 \times 10^8$  貝克，即  $9.845 \times 10^{-3}$  居里)，並經放射性衰變(以 Co-60 衰變 8 年計算，係自 95 年 9 月至 103 年 9 月委外評估之合約開始執行，合計 8 年。)，得到平均單桶活度為  $1.272 \times 10^8$  貝克 ( $3.437 \times 10^{-3}$  居里)，(表 7-1)為各壕溝之設計貯存桶數與經衰變計算至 103 年 9 月之總活度。放射性核種採用 Co-60 進行評估，係因 Co-60 放出兩個能量分別為 1.17 MeV 與 1.33 MeV 之加馬射線，能量與穿透能力較其他放射性核種高，對於環境輻射劑量之貢獻較大，故以 Co-60 作為評估代表性核種具有相對較高之保守性。

各壕溝進行檢整重裝後，預估廢棄物總體積會增加，因此原本堆放三層廢棄物桶之壕溝，於檢整重裝後將堆疊四層之重裝容器，重裝容器高為 109 公分，四層總高度為 436 公分，因壕溝底部距離地表面 300 公分，亦即有 136 公分的廢棄物會高出地表，會造成場界之直接輻射，直接輻射係採用 QADCG/INER-3 程式進行計算。

壕溝開蓋作業為單一壕溝一次開啟四蓋(即開蓋範圍為  $800 \times 540$  平方公分)，利用 SKYDOSE 程式，計算所有壕溝(總共 19 座雙併壕溝，

與 4 座獨立壕溝，合計 42 個壕溝)開蓋作業時對場外 15 個偵檢點的向天輻射劑量。

在暫貯區存放之廢棄物桶部分，目前在蘭嶼貯存場之「鋼構廠房」，原規劃最大存放量為 2,000 桶廢棄物桶，根據物管局同意本公司申請增加蘭嶼貯存場檢整作業期間廢棄物桶暫貯場所之廢棄物桶數量案(中華民國 99 年 4 月 8 日物二字第 0990000868 號函)，考量放射性衰變，現「鋼構廠房」最大暫貯量增加為 2,500 桶，依重裝容器之尺寸推算，需 50 公尺x22 公尺之堆放空間，除靠山側之外，在周圍需混凝土屏蔽，目前規畫以原置於壕溝之內蓋板為主，內蓋板長寬各為 260 公分，高 35 公分，因內蓋板上有掛勾，故堆疊之內蓋板間會有約 20 公分之空隙，空隙須墊以長 260 公分，寬 30 公分，高 20 公分之混凝土塊，保守計算屏蔽厚度以 30 公分之混凝土計。依貯存場現行作業計劃，考量需要較大的緩衝空間，因此以最大暫貯數量進行劑量評估係屬合宜。

「3x4 重裝容器」、55 加侖廢棄物桶等屏蔽材質的組成與密度詳見(表 7-2)，放射性核種採用鈷-60(Co-60)進行評估。評估時 55 加侖廢棄物桶的幾何尺寸以桶高 89 公分，直徑 60 公分之圓柱體計算；「3x4 重裝容器」為長 284.7 公分x寬 219.7 公分x高 109.0 公分之長方體。一櫃「3x4 重裝容器」可以容納 12 桶 55 加侖廢棄物桶。

暫貯區主體為一鋼構廠房，暫貯 2,500 桶廢棄物桶，堆放空間為 60 公尺×25 公尺，側邊屏蔽為 30 公分厚混凝土，由於實際堆放方式為雙層堆放暫貯，故程式模擬時假設堆放空間為 50 公尺×22 公尺×2.18 公尺，如(圖 7-1)所示(圖示係利用部份壕溝所移出之內蓋板作為輻射屏蔽之用，內蓋板尺寸為 260 公分×260 公分×35 公分，疊放內蓋板時需注意內蓋板間間隙亦須補以至少 30 公分厚之混凝土塊)。單桶廢棄物活度以全部壕溝廢棄物桶之平均活度  $1.272 \times 10^8$  貝克( $3.437 \times 10^{-3}$  居里)計算，即暫貯區廢棄物的總活度為  $1.272 \times 10^8 \times 2,500 = 3.18 \times 10^{11}$  貝克(8.593 居里)。

依民國 78 年物管處(現為物管局)之「蘭嶼貯存場第一期工程設施屏蔽改善計畫」，其選取 15 個環境偵測點(位置如圖 7-2)以評估場界環境劑量。15 個偵檢點分別與各個壕溝及暫貯區之相對座標位置，係利用「蘭嶼計畫第一貯存場第一期工程」之工程設計圖測量取得。

檢整作業對場界環境劑量之估算，其滯留時間係採用 103 年本公司委託財團法人台灣經濟研究所進行「蘭嶼地區居民生活環境與飲食習慣調查」之調查結果 402 小時/年之數據，即佔用因數為 402/8,760。

表 7-1 壕溝活度計算表\*

壕溝編號	設計 貯存桶數	壕溝 總活度(Ci)	壕溝編號	設計 貯存桶數	壕溝 總活度(Ci)
s011	2080	7.150E+00	s112	3520	1.210E+01
s012	2560	8.800E+00	s121	3520	1.210E+01
s021	3200	1.100E+01	s122	3520	1.210E+01
s022	3200	1.100E+01	s131	3520	1.210E+01
s031	3200	1.100E+01	s132	3520	1.210E+01
s032	3200	1.100E+01	s140	1824	6.270E+00
s041	3200	1.100E+01	s151	4320	1.485E+01
s042	3200	1.100E+01	s152	4320	1.485E+01
s051	3200	1.100E+01	s161	4320	1.485E+01
s052	3200	1.100E+01	s162	4320	1.485E+01
s061	3200	1.100E+01	s171	1952	6.710E+00
s062	3200	1.100E+01	s172	1216	4.180E+00
s071	3200	1.100E+01	s181	3584	1.232E+01
s072	3200	1.100E+01	s182	3584	1.232E+01
s081	3744	1.287E+01	s191	3200	1.100E+01
s082	3744	1.287E+01	s192	3200	1.100E+01
s091	3616	1.243E+01	s200	3040	1.045E+01
s092	3616	1.243E+01	s211	3040	1.045E+01
s101	3200	1.100E+01	s212	3040	1.045E+01
s102	3200	1.100E+01	s220	1216	4.180E+00
s111	1280	4.400E+00	s230	1600	5.500E+00
平均單桶活度		3.437E-03 Ci			

\*資料來源：蘭嶼貯存場壕溝貯存各類廢棄物桶數量表中之「設計貯存桶數」。如附錄 B 之三壕溝貯存各類廢棄物桶數量表。

表 7-2 屏蔽材料組成與密度\* (g/cm<sup>3</sup>)

組成元素	H	O	Al	Si	Ca	Fe	密度
廢棄物桶	1.514E-02	8.091E-01	5.185E-02	6.239E-01	0.000E+00	0.000E+00	1.500E+00
重裝容器	7.020E-03	4.235E-01	2.766E-02	2.260E-01	1.241E-02	1.850E-01	8.815E-01

\*資料來源：蘭嶼貯存場檢整作業人員及環境輻射影響評估報告，中華民國 96 年 12 月。

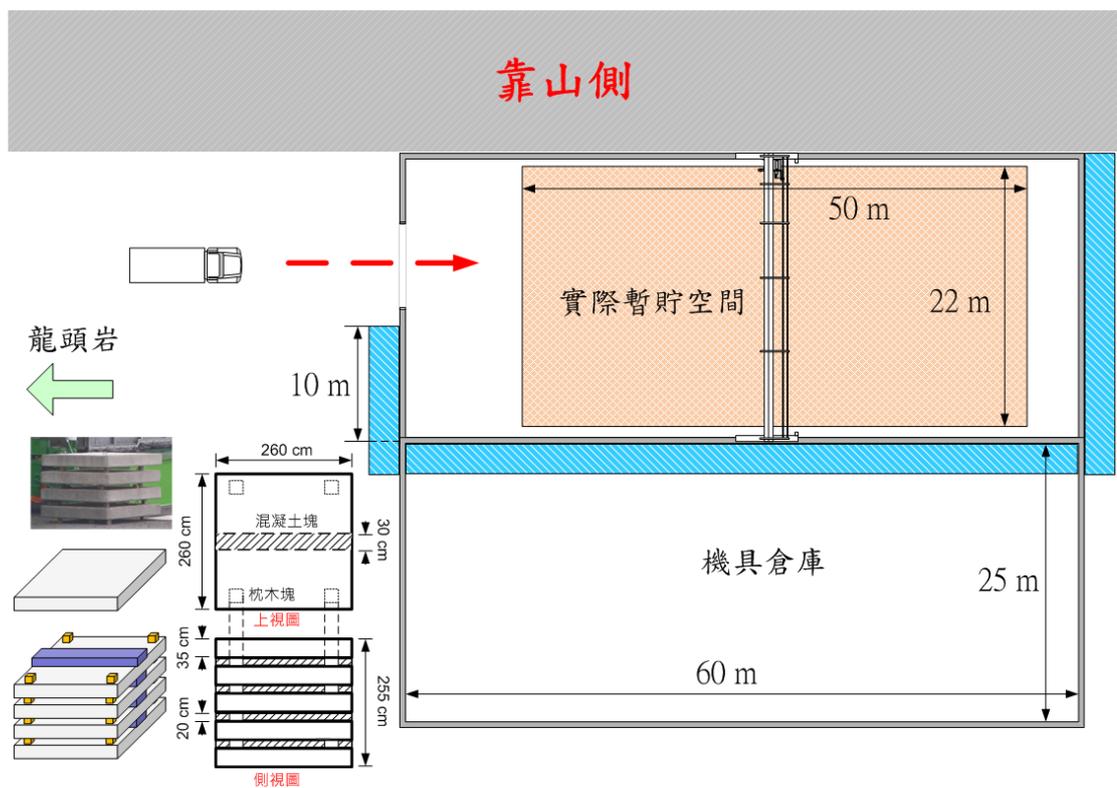


圖 7-1 暫貯區幾何模型與屏蔽設計示意圖

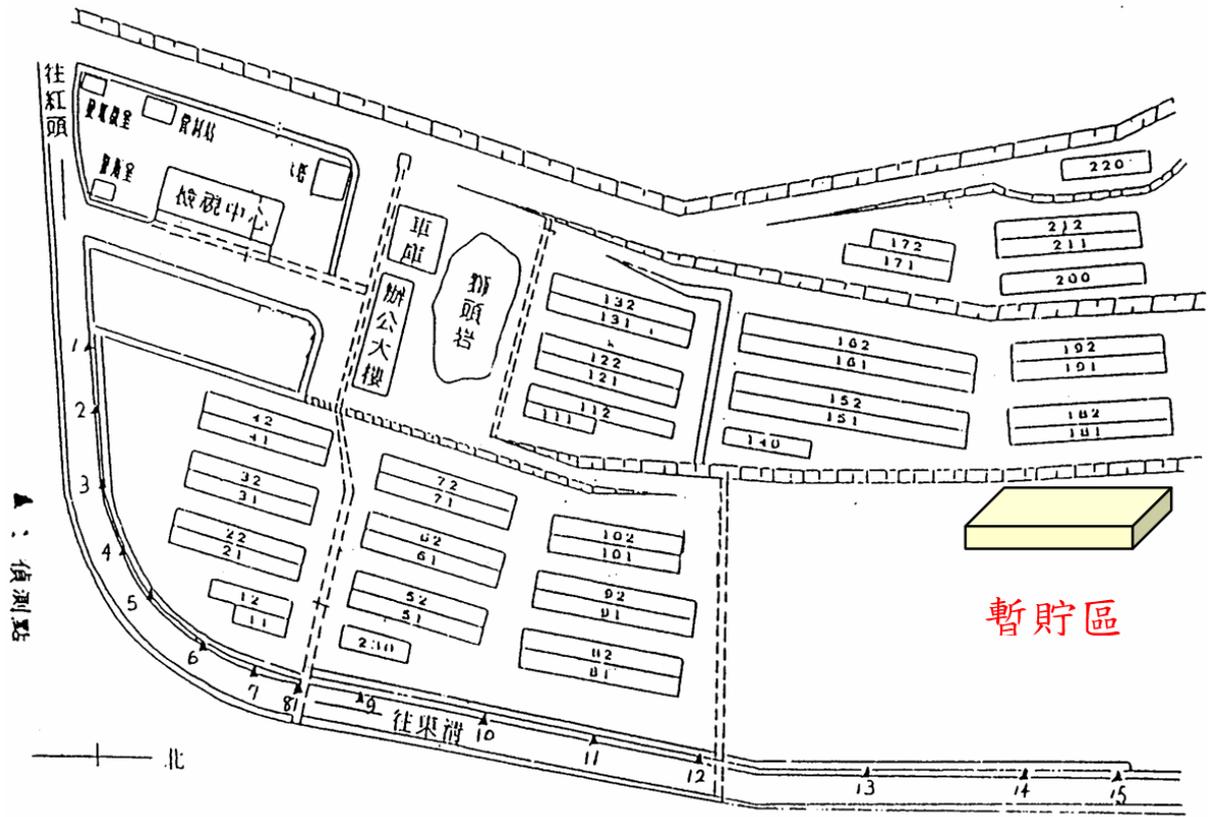


圖 7-2 貯存壕溝位置編號及 15 個偵檢點位置

### (三) 評估計算採用程式

1. 點核仁積分法、組合幾何(CG)及幾何級進(GP)增建因數加馬屏蔽分析程式 QADCG/INER-3，程式 QADCG/INER-3 為一點核仁法程式，藉組合幾何法描述三維屏蔽問題之幾何結構，並配合加馬增建因數理論計算加馬射線之屏蔽體穿透問題。

2. 加馬射線向天輻射計算 SKYDOSE 程式。

利用線束積分法(integral line-beam response method)，從事中子和加馬射線向天輻射計算程式集 SKYSHINE-KSU 的一支程式，用來計算單一能量、均向加馬點射源於三種簡單幾何體：

(1)開放式圓窖

(2)垂直黑(全吸收)牆

(3)長方形建築物內，經向天輻射對外界所造成的劑量。

詳如(附錄 B 之二)劑量評估程式說明。

## 二、場界環境輻射劑量評估結果

### (一) 直接輻射劑量計算

直接輻射之劑量主要來源為堆放高出地表部分之廢棄物對 15 個場界劑量點之影響，以「蘭嶼貯存場檢整作業人員及環境輻射影響評估報告」為基準(物管局 96 年 5 月 14 日會物字第 0960013225 號函核備)，根據(表 7-1)之壕溝總活度計算壕溝對場界之直接輻射劑量，評估結果如(表 7-3)。

由(表 7-3)所評估之總劑量率區分為包含暫貯區部分與不含暫貯區部分。經評估結果，暫貯區對距離最近的幾個場界偵測點(如偵測點 13~15)的整體劑量影響頗大，因此需於廢棄物桶暫貯區外部側邊加上 30 公分混凝土屏蔽，以降低輻射劑量。

在提升營運安全作業完成後，所有廢棄物桶均已回貯，暫貯區即不再對場界造成劑量，並隨時間增長輻射劑量亦相對衰減，對場界環境不會造成影響。

### (二) 向天輻射劑量計算

提升營運安全作業期間壕溝進行放射性廢棄物桶料帳資料登載作業時，每一壕溝作業開蓋面積為 800 公分×540 公分，開蓋造成向天輻射會對場界增加額外之劑量曝露。所選取作業之壕溝依現場工作狀況進行開蓋作業安排，因此在壕溝開蓋向天輻射對場界劑量的影響上，係以 2.5 年之總作業時間來計算平均年劑量，以「蘭嶼貯存場檢整作

業人員及環境輻射影響評估報告」為基準，根據(表 7-1)壕溝總活度計算壕溝對場界向天輻射劑量。(表 7-4)為各壕溝篩選作業與暫貯區對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率。當重裝作業完成後壕溝無開蓋情況，貯存壕溝對場界造成向天輻射劑量率如(表 7-5)。

### (三) 提升營運安全作業期間與完成後對廠界劑量之年劑量評估

依照上述結果彙整出(表 7-6)與(表 7-7)，於提升營運安全作業期間與作業完成後，對場界 15 個評估點之直接輻射與向天輻射所造成之總年劑量影響。

表 7-3 提升營運安全作業各壕溝與暫貯區對 15 個偵檢點之直接輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )

偵檢點	s011	s012	s021	s022	s031	s032	s041	s042	s051	s052
1	1.936E-17	2.081E-05	8.279E-05	1.309E-05	8.275E-05	3.533E-04	2.043E-04	1.857E-04	3.783E-06	2.983E-04
2	1.252E-15	6.658E-05	2.594E-04	4.241E-05	2.603E-04	1.008E-03	3.741E-04	2.661E-04	7.588E-06	3.072E-04
3	2.327E-10	2.689E-04	1.578E-03	2.268E-04	5.424E-04	1.182E-03	1.478E-04	3.658E-05	1.528E-05	2.092E-05
4	3.952E-03	1.964E-03	2.028E-03	3.470E-05	3.892E-04	2.214E-07	1.690E-04	3.519E-11	3.472E-04	2.816E-05
5	2.042E-02	1.378E-03	8.908E-03	3.471E-17	1.332E-09	8.351E-23	5.504E-16	8.050E-29	1.388E-03	2.117E-05
6	5.230E-02	3.030E-03	1.813E-03	2.315E-18	1.111E-10	2.086E-24	2.412E-20	6.349E-29	1.104E-03	1.074E-03
7	1.103E-01	6.021E-06	2.042E-05	1.444E-23	6.700E-16	2.441E-28	2.506E-22	5.449E-29	1.226E-03	2.816E-08
8	3.921E-02	3.266E-19	1.645E-09	2.256E-24	1.994E-16	2.081E-28	8.203E-23	5.118E-29	4.368E-03	7.009E-09
9	3.676E-05	1.070E-28	7.258E-05	3.679E-22	1.897E-09	2.397E-19	6.717E-18	7.308E-25	2.975E-03	3.927E-19
10	4.310E-11	3.429E-29	5.000E-11	2.562E-16	8.258E-08	1.353E-16	1.410E-06	4.475E-21	7.161E-03	8.647E-19
11	1.529E-11	1.969E-29	1.168E-16	4.044E-16	8.911E-12	1.413E-15	9.350E-09	1.436E-18	6.647E-10	2.324E-18
12	5.924E-12	1.079E-29	6.601E-17	2.500E-16	5.972E-16	1.656E-15	9.712E-12	5.214E-18	2.407E-15	1.047E-17
13	1.481E-12	1.187E-23	2.290E-17	1.041E-16	3.827E-16	1.302E-15	1.267E-17	9.889E-18	6.580E-16	4.847E-18
14	3.730E-13	7.245E-15	5.510E-18	2.810E-17	1.231E-16	4.688E-16	6.347E-18	5.799E-18	9.513E-17	6.064E-14
15	1.001E-13	1.269E-12	1.273E-18	5.625E-15	3.319E-17	1.772E-16	1.848E-18	1.779E-18	1.576E-17	1.324E-10

表 7-3 提升營運安全作業各壕溝與暫貯區對 15 個偵檢點之直接輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) (續 1)

偵檢點	s061	s062	s071	s072	s081	s082	s091	s092	s101	s102
1	1.836E-05	9.851E-05	7.697E-06	1.739E-05	4.745E-07	4.561E-07	5.746E-07	8.928E-07	1.240E-06	4.348E-05
2	3.244E-05	8.168E-06	9.533E-05	2.325E-05	7.161E-07	6.821E-07	8.317E-07	1.276E-06	1.704E-06	2.238E-05
3	5.450E-04	1.101E-05	5.958E-04	2.076E-05	1.121E-06	1.051E-06	1.221E-06	1.836E-06	2.312E-06	2.777E-08
4	3.101E-03	8.245E-06	6.186E-04	6.097E-04	1.712E-06	1.563E-06	1.678E-06	2.442E-06	2.821E-06	2.938E-08
5	2.510E-03	3.029E-04	8.179E-05	5.158E-04	2.206E-06	1.963E-06	1.968E-06	2.782E-06	2.997E-06	2.477E-08
6	5.844E-06	1.090E-04	3.004E-04	4.934E-08	2.936E-06	2.526E-06	2.321E-06	3.161E-06	3.115E-06	1.707E-08
7	2.018E-05	2.060E-06	2.448E-04	2.731E-13	4.637E-06	3.792E-06	3.045E-06	3.903E-06	3.362E-06	8.316E-09
8	3.932E-03	9.660E-13	4.869E-04	7.880E-16	6.908E-06	5.464E-06	3.984E-06	4.877E-06	3.875E-06	5.277E-09
9	3.659E-11	4.421E-26	9.967E-19	2.581E-27	1.143E-05	8.323E-06	4.959E-06	5.372E-06	4.230E-06	1.186E-09
10	6.496E-09	4.264E-24	8.634E-16	2.602E-27	2.371E-04	1.325E-11	5.827E-11	7.106E-14	3.185E-12	5.101E-14
11	5.702E-05	9.487E-19	1.251E-04	6.848E-24	1.055E-03	3.261E-17	3.862E-10	1.035E-23	1.953E-16	1.098E-27
12	1.674E-09	2.275E-16	8.369E-07	7.292E-20	2.705E-05	8.543E-22	1.251E-11	3.631E-26	2.796E-18	8.430E-25
13	4.613E-16	6.251E-16	1.004E-16	4.903E-18	4.551E-20	1.701E-19	1.714E-11	1.234E-22	2.205E-08	8.779E-21
14	9.771E-17	1.693E-16	5.164E-17	3.691E-18	7.339E-21	5.161E-20	2.909E-20	1.233E-21	4.345E-20	1.901E-18
15	1.671E-17	2.588E-13	1.072E-17	1.039E-17	1.088E-21	7.381E-18	5.680E-21	2.979E-22	2.183E-20	1.319E-18

表 7-3 提升營運安全作業各壕溝與暫貯區對 15 個偵檢點之直接輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) (續 2)

偵檢點	s111	s112	s121	s122	s131	s132	s140	s151	s152	s161
1	1.310E-05	3.221E-06	3.940E-13	2.050E-25	2.891E-25	4.398E-27	7.258E-06	1.258E-05	1.242E-05	1.311E-05
2	1.709E-05	1.284E-04	2.468E-09	2.333E-26	1.781E-26	2.066E-28	8.470E-06	1.419E-05	1.381E-05	1.408E-05
3	1.563E-05	1.120E-04	6.404E-05	8.236E-21	7.809E-28	3.723E-30	9.533E-06	1.529E-05	1.461E-05	1.426E-05
4	1.179E-05	7.336E-05	7.943E-05	3.895E-06	3.181E-20	2.972E-30	9.725E-06	1.479E-05	1.383E-05	1.282E-05
5	1.123E-05	4.532E-05	7.485E-05	3.081E-06	7.552E-06	1.937E-25	9.371E-06	1.371E-05	1.259E-05	1.131E-05
6	2.006E-05	3.362E-05	9.313E-05	9.509E-07	4.692E-05	1.171E-18	9.009E-06	1.262E-05	1.123E-05	9.999E-06
7	5.504E-05	8.154E-05	1.347E-04	9.951E-08	6.114E-05	3.131E-09	9.430E-06	1.268E-05	1.010E-05	9.940E-06
8	1.023E-04	1.767E-04	1.603E-04	7.634E-09	6.637E-05	1.491E-10	1.096E-05	1.443E-05	1.017E-05	1.144E-05
9	2.040E-04	4.553E-04	1.448E-04	2.398E-12	5.328E-05	1.223E-14	1.399E-05	1.780E-05	8.863E-06	1.447E-05
10	3.861E-04	2.879E-03	5.190E-07	1.925E-21	1.380E-13	7.032E-29	1.026E-04	7.927E-05	1.028E-06	4.015E-05
11	1.047E-04	2.472E-03	3.599E-07	7.224E-22	7.801E-14	2.863E-29	5.126E-04	2.899E-04	1.897E-11	3.575E-05
12	7.560E-06	4.216E-04	1.648E-08	2.535E-20	1.215E-15	2.483E-21	1.031E-03	1.032E-03	2.152E-17	4.765E-10
13	2.239E-09	5.731E-07	7.698E-06	2.719E-18	1.110E-05	7.164E-25	2.825E-04	2.140E-03	9.319E-17	1.332E-09
14	2.032E-10	7.164E-18	1.540E-11	6.500E-16	6.324E-09	9.486E-20	9.844E-07	1.723E-04	2.382E-22	3.835E-12
15	6.316E-11	2.321E-18	5.275E-17	9.752E-16	2.385E-17	5.639E-19	2.276E-10	3.097E-08	2.722E-18	4.004E-07

表 7-3 提升營運安全作業各壕溝與暫貯區對 15 個偵檢點之直接輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) (續 3)

偵檢點	s162	s171	s172	s181	s182	s191	s192	s200	s211	s212
1	1.268E-05	2.111E-05	4.902E-06	1.609E-06	3.065E-06	2.856E-06	2.985E-06	2.133E-06	5.066E-06	8.840E-06
2	1.342E-05	2.128E-05	1.742E-06	2.031E-06	3.842E-06	3.501E-06	3.631E-06	2.529E-06	5.887E-06	1.019E-05
3	1.334E-05	2.020E-05	1.276E-16	2.539E-06	4.759E-06	4.221E-06	4.337E-06	2.920E-06	6.623E-06	1.133E-05
4	1.172E-05	1.731E-05	9.652E-23	3.086E-06	5.731E-06	4.939E-06	5.025E-06	3.248E-06	7.165E-06	1.213E-05
5	1.009E-05	1.536E-05	2.109E-26	3.413E-06	6.286E-06	5.306E-06	5.356E-06	3.356E-06	7.250E-06	1.216E-05
6	8.394E-06	1.493E-05	2.293E-29	3.909E-06	7.138E-06	5.889E-06	5.894E-06	3.560E-06	7.516E-06	1.249E-05
7	6.777E-06	2.014E-05	4.109E-28	5.155E-06	9.317E-06	7.472E-06	7.394E-06	4.261E-06	8.722E-06	1.431E-05
8	6.325E-06	2.847E-05	1.053E-26	6.391E-06	1.149E-05	9.083E-06	8.941E-06	5.033E-06	1.013E-05	1.649E-05
9	4.857E-06	4.895E-05	6.188E-25	2.571E-05	4.513E-05	3.280E-05	3.129E-05	1.513E-05	2.706E-05	4.175E-05
10	2.784E-07	2.704E-04	8.539E-21	1.629E-05	2.811E-05	2.004E-05	1.888E-05	8.649E-06	1.536E-05	2.337E-05
11	6.982E-13	7.287E-04	1.312E-18	2.261E-05	3.725E-05	2.438E-05	2.187E-05	9.475E-06	1.502E-05	1.785E-05
12	4.657E-24	1.348E-03	3.035E-17	2.437E-05	3.267E-05	2.056E-05	1.594E-05	2.418E-05	1.976E-05	6.258E-06
13	2.262E-23	1.596E-03	3.826E-17	2.470E-04	1.983E-06	1.525E-11	6.685E-07	2.323E-04	4.067E-05	1.091E-08
14	1.841E-21	4.260E-04	1.915E-20	2.283E-03	2.191E-16	1.997E-09	4.149E-23	7.565E-04	2.482E-07	1.268E-20
15	4.242E-24	1.073E-05	2.570E-14	1.289E-03	4.471E-17	9.354E-10	1.135E-23	4.853E-04	1.158E-07	2.539E-21

表 7-3 提升營運安全作業各壕溝與暫貯區對 15 個偵檢點之直接輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) (續 4)

偵檢點	s220	s230	暫貯區	總劑量率 (含暫貯區)	總劑量率 (不含暫貯區)
1	7.476E-06	3.899E-06	2.142E-04	1.786E-03	1.572E-03
2	8.260E-06	7.133E-06	8.255E-05	3.140E-03	3.058E-03
3	8.798E-06	1.406E-05	7.248E-05	5.610E-03	5.538E-03
4	9.050E-06	2.685E-05	8.705E-05	1.367E-02	1.359E-02
5	8.877E-06	3.671E-05	9.461E-05	3.594E-02	3.584E-02
6	8.909E-06	4.505E-05	1.077E-04	6.022E-02	6.011E-02
7	9.897E-06	4.077E-05	1.378E-04	1.124E-01	1.123E-01
8	1.120E-05	3.066E-04	1.738E-04	4.917E-02	4.900E-02
9	2.570E-05	2.655E-03	2.305E-04	7.215E-03	6.985E-03
10	1.541E-05	3.644E-13	4.128E-04	1.172E-02	1.130E-02
11	1.646E-05	3.144E-14	4.775E-04	6.024E-03	5.546E-03
12	3.046E-05	1.068E-14	4.521E-03	8.563E-03	4.042E-03
13	1.513E-04	2.061E-15	2.202E-02	2.674E-02	4.712E-03
14	4.087E-04	1.716E-13	1.319E-03	5.367E-03	4.048E-03
15	3.579E-04	7.164E-12	1.008E-03	3.152E-03	2.144E-03

表 7-4 各壕溝提升營運安全作業期間開蓋與暫貯區對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )

偵檢點	s011	s012	s021	s022	s031	s032	s041	s042	s051	s052
1	5.529E-03	7.614E-04	1.543E-03	1.873E-04	7.067E-04	2.567E-03	1.160E-03	1.025E-03	3.896E-03	5.275E-03
2	8.783E-03	1.232E-03	2.537E-03	3.055E-04	1.117E-03	3.984E-03	1.699E-03	1.460E-03	5.578E-03	7.501E-03
3	1.471E-02	2.120E-03	4.377E-03	5.134E-04	1.716E-03	5.847E-03	2.203E-03	1.797E-03	7.972E-03	1.060E-02
4	2.541E-02	3.769E-03	7.227E-03	7.829E-04	2.120E-03	6.671E-03	2.156E-03	1.682E-03	1.109E-02	1.450E-02
5	3.650E-02	5.323E-03	8.015E-03	7.941E-04	1.886E-03	5.775E-03	1.802E-03	1.396E-03	1.346E-02	1.730E-02
6	5.717E-02	6.719E-03	6.842E-03	6.601E-04	1.532E-03	4.679E-03	1.460E-03	1.133E-03	1.783E-02	2.235E-02
7	6.777E-02	5.620E-03	5.132E-03	5.100E-04	1.241E-03	3.844E-03	1.229E-03	9.605E-04	2.728E-02	3.295E-02
8	5.552E-02	4.352E-03	4.202E-03	4.314E-04	1.108E-03	3.481E-03	1.144E-03	9.010E-04	3.846E-02	4.504E-02
9	3.242E-02	2.718E-03	2.950E-03	3.160E-04	8.811E-04	2.842E-03	9.811E-04	7.852E-04	5.749E-02	6.415E-02
10	8.201E-03	7.669E-04	9.689E-04	1.093E-04	3.480E-04	1.184E-03	4.614E-04	3.865E-04	3.886E-02	4.746E-02
11	3.594E-03	3.459E-04	4.547E-04	5.194E-05	1.711E-04	5.914E-04	2.407E-04	2.054E-04	1.535E-02	1.981E-02
12	1.705E-03	1.668E-04	2.240E-04	2.573E-05	8.622E-05	3.004E-04	1.251E-04	1.079E-04	6.673E-03	8.745E-03
13	6.560E-04	6.547E-05	9.070E-05	1.052E-05	3.615E-05	1.274E-04	5.467E-05	4.776E-05	2.414E-03	3.214E-03
14	2.702E-04	2.737E-05	3.881E-05	4.529E-06	1.584E-05	5.628E-05	2.465E-05	2.173E-05	9.467E-04	1.271E-03
15	1.115E-04	1.142E-05	1.645E-05	1.928E-06	6.820E-06	2.435E-05	1.081E-05	9.584E-06	3.738E-04	5.041E-04

表 7-4 各壕溝提升營運安全作業期間開蓋與暫貯區對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) (續 1)

偵檢點	s061	s062	s071	s072	s081	s082	s091	s092	s101	s102
1	1.358E-02	3.369E-03	4.844E-03	1.086E-02	7.283E-06	6.852E-06	7.485E-06	1.140E-05	1.632E-05	9.691E-04
2	1.894E-02	4.658E-03	6.539E-03	1.451E-02	9.507E-06	8.905E-06	9.602E-06	1.455E-05	2.060E-05	1.216E-03
3	2.594E-02	6.289E-03	8.510E-03	1.858E-02	1.272E-05	1.185E-05	1.256E-05	1.890E-05	2.635E-05	1.544E-03
4	3.391E-02	8.062E-03	1.038E-02	2.221E-02	1.681E-05	1.552E-05	1.608E-05	2.398E-05	3.270E-05	1.896E-03
5	3.882E-02	9.072E-03	1.121E-02	2.361E-02	2.032E-05	1.864E-05	1.897E-05	2.809E-05	3.760E-05	2.163E-03
6	4.720E-02	1.077E-02	1.263E-02	2.610E-02	2.616E-05	2.380E-05	2.373E-05	3.483E-05	4.561E-05	2.599E-03
7	6.412E-02	1.422E-02	1.573E-02	3.186E-02	3.993E-05	3.601E-05	3.499E-05	5.080E-05	6.465E-05	3.637E-03
8	8.253E-02	1.796E-02	1.914E-02	3.830E-02	5.472E-05	4.917E-05	4.718E-05	6.813E-05	8.549E-05	4.775E-03
9	1.085E-01	2.308E-02	2.360E-02	4.663E-02	8.292E-05	7.394E-05	6.922E-05	9.892E-05	1.206E-04	6.651E-03
10	9.297E-02	2.057E-02	2.251E-02	4.536E-02	3.240E-04	2.684E-04	2.099E-04	2.801E-04	2.860E-04	1.491E-02
11	4.477E-02	1.048E-02	1.298E-02	2.734E-02	6.133E-04	4.497E-04	3.062E-04	3.886E-04	3.424E-04	1.754E-02
12	2.070E-02	4.958E-03	6.524E-03	1.410E-02	2.490E-04	2.125E-04	1.909E-04	2.579E-04	2.391E-04	1.268E-02
13	7.954E-03	1.944E-03	2.702E-03	5.984E-03	6.511E-05	5.926E-05	6.360E-05	9.269E-05	9.994E-05	5.640E-03
14	3.223E-03	7.964E-04	1.141E-03	2.561E-03	2.185E-05	2.021E-05	2.264E-05	3.378E-05	3.907E-05	2.266E-03
15	1.295E-03	3.220E-04	4.690E-04	1.061E-03	7.720E-06	7.179E-06	8.153E-06	1.227E-05	1.467E-05	8.606E-04

表 7-4 各壕溝提升營運安全作業期間開蓋與暫貯區對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) (續 2)

偵檢點	s111	s112	s121	s122	s131	s132	s140	s151	s152	s161
1	2.376E-04	1.346E-03	1.673E-03	2.041E-04	9.614E-04	2.570E-05	1.034E-04	1.260E-04	1.247E-04	1.433E-04
2	2.966E-04	1.665E-03	2.025E-03	2.448E-04	1.128E-03	2.987E-05	1.231E-04	1.477E-04	1.455E-04	1.651E-04
3	3.518E-04	1.971E-03	2.333E-03	2.789E-04	1.251E-03	3.279E-05	1.471E-04	1.737E-04	1.700E-04	1.900E-04
4	3.915E-04	2.215E-03	2.545E-03	3.007E-04	1.313E-03	3.407E-05	1.698E-04	1.977E-04	1.921E-04	2.107E-04
5	4.017E-04	2.307E-03	2.597E-03	3.046E-04	1.307E-03	3.370E-05	1.861E-04	2.150E-04	2.078E-04	2.247E-04
6	4.316E-04	2.536E-03	2.789E-03	3.242E-04	1.365E-03	3.493E-05	2.142E-04	2.455E-04	2.359E-04	2.510E-04
7	5.178E-04	3.132E-03	3.357E-03	3.866E-04	1.594E-03	4.048E-05	2.832E-04	3.213E-04	3.064E-04	3.195E-04
8	6.191E-04	3.816E-03	4.026E-03	4.609E-04	1.876E-03	4.741E-05	3.579E-04	4.027E-04	3.825E-04	3.949E-04
9	7.675E-04	4.886E-03	5.052E-03	5.742E-04	2.300E-03	5.779E-05	4.748E-04	5.295E-04	5.000E-04	5.080E-04
10	1.016E-03	7.683E-03	7.639E-03	8.564E-04	3.332E-03	8.287E-05	9.963E-04	1.106E-03	1.022E-03	9.819E-04
11	8.535E-04	7.621E-03	7.705E-03	8.686E-04	3.417E-03	8.530E-05	1.443E-03	1.675E-03	1.523E-03	1.394E-03
12	5.468E-04	5.507E-03	5.875E-03	6.747E-04	2.761E-03	6.986E-05	1.681E-03	2.196E-03	1.970E-03	1.726E-03
13	2.795E-04	3.099E-03	3.629E-03	4.317E-04	1.911E-03	4.980E-05	1.584E-03	2.765E-03	2.483E-03	2.115E-03
14	1.293E-04	1.459E-03	1.821E-03	2.225E-04	1.052E-03	2.815E-05	9.087E-04	2.083E-03	1.940E-03	1.739E-03
15	5.514E-05	6.173E-04	7.982E-04	9.902E-05	4.871E-04	1.326E-05	3.750E-04	9.433E-04	9.114E-04	8.837E-04

表 7-4 各壕溝提升營運安全作業期間開蓋與暫貯區對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) (續 3)

偵檢點	s162	s171	s172	s181	s182	s191	s192	s200	s211	s212
1	1.409E-04	3.071E-04	2.335E-04	2.291E-05	4.261E-05	4.050E-05	4.161E-05	2.806E-05	6.434E-05	1.111E-04
2	1.614E-04	3.437E-04	2.602E-04	2.656E-05	4.922E-05	4.637E-05	4.747E-05	3.161E-05	7.177E-05	1.234E-04
3	1.846E-04	3.826E-04	2.884E-04	3.059E-05	5.646E-05	5.264E-05	5.365E-05	3.514E-05	7.889E-05	1.350E-04
4	2.032E-04	4.090E-04	3.071E-04	3.500E-05	6.431E-05	5.930E-05	6.016E-05	3.872E-05	8.587E-05	1.462E-04
5	2.157E-04	4.254E-04	3.187E-04	3.760E-05	6.885E-05	6.296E-05	6.366E-05	4.042E-05	8.886E-05	1.507E-04
6	2.394E-04	4.618E-04	3.453E-04	4.252E-05	7.758E-05	7.031E-05	7.083E-05	4.430E-05	9.644E-05	1.630E-04
7	3.025E-04	5.674E-04	4.232E-04	5.661E-05	1.029E-04	9.223E-05	9.249E-05	5.682E-05	1.222E-04	2.054E-04
8	3.723E-04	6.876E-04	5.118E-04	7.085E-05	1.285E-04	1.147E-04	1.148E-04	6.998E-05	1.495E-04	2.507E-04
9	4.762E-04	8.608E-04	6.395E-04	2.787E-04	5.025E-04	4.405E-04	4.371E-04	2.578E-04	5.337E-04	8.825E-04
10	9.032E-04	1.539E-03	1.141E-03	2.023E-04	3.622E-04	3.128E-04	3.086E-04	1.772E-04	3.632E-04	5.984E-04
11	1.265E-03	2.092E-03	1.559E-03	3.444E-04	6.099E-04	5.116E-04	4.986E-04	2.711E-04	5.378E-04	8.744E-04
12	1.552E-03	2.559E-03	1.933E-03	5.718E-04	9.957E-04	8.016E-04	7.684E-04	3.871E-04	7.391E-04	1.184E-03
13	1.905E-03	3.336E-03	2.609E-03	1.267E-03	2.133E-03	1.591E-03	1.481E-03	6.534E-04	1.182E-03	1.857E-03
14	1.609E-03	3.292E-03	2.714E-03	2.262E-03	3.686E-03	2.567E-03	2.334E-03	9.077E-04	1.591E-03	2.469E-03
15	8.458E-04	2.067E-03	1.799E-03	1.939E-03	3.193E-03	2.270E-03	2.079E-03	7.779E-04	1.386E-03	2.164E-03

表 7-4 各壕溝提升營運安全作業期間開蓋與暫貯區對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) (續 4)

偵檢點	s220	s230	暫貯區	總劑量率
1	1.063E-04	7.434E-05	1.445E-03	6.393E-02
2	1.161E-04	1.094E-04	1.761E-03	8.924E-02
3	1.246E-04	1.629E-04	2.123E-03	1.234E-01
4	1.324E-04	2.395E-04	2.543E-03	1.639E-01
5	1.349E-04	3.049E-04	2.819E-03	1.898E-01
6	1.438E-04	4.319E-04	3.370E-03	2.338E-01
7	1.777E-04	7.316E-04	4.633E-03	2.942E-01
8	2.147E-04	1.127E-03	5.943E-03	3.398E-01
9	7.121E-04	1.797E-03	8.157E-03	4.061E-01
10	4.834E-04	5.724E-04	2.004E-02	3.482E-01
11	6.840E-04	2.166E-04	3.819E-02	2.303E-01
12	9.035E-04	9.461E-05	6.793E-02	1.817E-01
13	1.398E-03	3.397E-05	1.212E-01	1.903E-01
14	1.924E-03	1.330E-05	6.750E-02	1.170E-01
15	1.870E-03	5.269E-06	2.326E-02	5.397E-02

表 7-5 各壕溝貯存對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 (μSv/h)

偵檢點	s011	s012	s021	s022	s031	s032	s041	s042	s051	s052
1	5.934E-04	6.598E-04	2.190E-04	2.240E-04	8.478E-04	8.660E-04	1.373E-03	1.210E-03	4.951E-03	5.155E-03
2	9.253E-04	1.037E-03	3.458E-04	3.513E-04	1.293E-03	1.300E-03	1.963E-03	1.689E-03	6.981E-03	7.224E-03
3	1.515E-03	1.710E-03	5.648E-04	5.613E-04	1.920E-03	1.863E-03	2.557E-03	2.117E-03	9.811E-03	1.005E-02
4	2.556E-03	2.883E-03	8.863E-04	8.316E-04	2.455E-03	2.250E-03	2.747E-03	2.188E-03	1.344E-02	1.356E-02
5	3.615E-03	3.955E-03	1.043E-03	9.204E-04	2.430E-03	2.159E-03	2.502E-03	1.964E-03	1.622E-02	1.613E-02
6	5.629E-03	5.444E-03	1.078E-03	9.039E-04	2.221E-03	1.940E-03	2.192E-03	1.710E-03	2.141E-02	2.089E-02
7	7.003E-03	5.372E-03	8.986E-04	7.629E-04	1.915E-03	1.684E-03	1.927E-03	1.510E-03	3.301E-02	3.135E-02
8	5.343E-03	4.138E-03	7.377E-04	6.467E-04	1.714E-03	1.530E-03	1.799E-03	1.421E-03	4.712E-02	4.372E-02
9	3.103E-03	2.577E-03	5.153E-04	4.703E-04	1.349E-03	1.236E-03	1.527E-03	1.226E-03	7.485E-02	6.627E-02
10	8.303E-04	7.437E-04	1.712E-04	1.642E-04	5.324E-04	5.119E-04	7.070E-04	5.919E-04	5.849E-02	5.506E-02
11	3.733E-04	3.401E-04	8.110E-05	7.873E-05	2.641E-04	2.578E-04	3.707E-04	3.156E-04	2.326E-02	2.313E-02
12	1.801E-04	1.656E-04	4.019E-05	3.924E-05	1.339E-04	1.317E-04	1.936E-04	1.665E-04	1.021E-02	1.031E-02
13	7.018E-05	6.538E-05	1.632E-05	1.608E-05	5.628E-05	5.602E-05	8.483E-05	7.390E-05	3.733E-03	3.830E-03
14	2.900E-05	2.728E-05	6.947E-06	6.892E-06	2.456E-05	2.465E-05	3.812E-05	3.351E-05	1.468E-03	1.520E-03
15	1.190E-05	1.128E-05	2.911E-06	2.901E-06	1.046E-05	1.055E-05	1.654E-05	1.463E-05	5.775E-04	6.004E-04

表 7-5 各壕溝貯存對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) (續 1)

偵檢點	s061	s062	s071	s072	s081	s082	s091	s092	s101	s102
1	4.233E-03	4.246E-03	6.087E-03	6.168E-03	1.145E-05	1.022E-05	1.162E-05	1.766E-05	2.113E-05	2.134E-05
2	5.828E-03	5.798E-03	8.131E-03	8.160E-03	1.486E-05	1.321E-05	1.484E-05	2.245E-05	2.653E-05	2.664E-05
3	7.880E-03	7.741E-03	1.051E-02	1.040E-02	1.975E-05	1.746E-05	1.931E-05	2.902E-05	3.374E-05	3.363E-05
4	1.023E-02	9.880E-03	1.287E-02	1.252E-02	2.591E-05	2.273E-05	2.460E-05	3.665E-05	4.169E-05	4.117E-05
5	1.175E-02	1.120E-02	1.412E-02	1.357E-02	3.119E-05	2.719E-05	2.894E-05	4.281E-05	4.786E-05	4.691E-05
6	1.453E-02	1.359E-02	1.644E-02	1.555E-02	3.990E-05	3.452E-05	3.605E-05	5.291E-05	5.799E-05	5.637E-05
7	2.047E-02	1.871E-02	2.149E-02	1.996E-02	6.022E-05	5.167E-05	5.274E-05	7.668E-05	8.200E-05	7.889E-05
8	2.714E-02	2.436E-02	2.696E-02	2.472E-02	8.165E-05	6.985E-05	7.056E-05	1.021E-04	1.079E-04	1.033E-04
9	3.774E-02	3.300E-02	3.474E-02	3.135E-02	1.219E-04	1.036E-04	1.025E-04	1.471E-04	1.521E-04	1.441E-04
10	3.480E-02	3.133E-02	3.471E-02	3.180E-02	4.503E-04	3.627E-04	3.122E-04	4.243E-04	3.850E-04	3.477E-04
11	1.674E-02	1.587E-02	1.973E-02	1.883E-02	9.874E-04	6.994E-04	5.052E-04	6.471E-04	5.181E-04	4.545E-04
12	7.817E-03	7.577E-03	9.963E-03	9.741E-03	4.031E-04	3.283E-04	3.078E-04	4.196E-04	3.672E-04	3.334E-04
13	3.035E-03	3.002E-03	4.167E-03	4.170E-03	1.082E-04	9.360E-05	1.027E-04	1.497E-04	1.519E-04	1.460E-04
14	1.234E-03	1.234E-03	1.766E-03	1.791E-03	3.703E-05	3.254E-05	3.730E-05	5.559E-05	6.007E-05	5.927E-05
15	4.940E-04	4.972E-04	7.236E-04	7.396E-04	1.322E-05	1.168E-05	1.359E-05	2.043E-05	2.269E-05	2.265E-05

表 7-5 各壕溝貯存對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 (μSv/h) (續 2)

偵檢點	s111	s112	s121	s122	s131	s132	s140	s151	s152	s161
1	1.276E-04	9.205E-05	3.314E-04	3.189E-04	4.145E-05	4.056E-05	6.613E-06	1.935E-05	1.916E-05	1.995E-05
2	1.590E-04	1.137E-04	4.013E-04	3.830E-04	4.880E-05	4.737E-05	7.886E-06	2.276E-05	2.242E-05	2.306E-05
3	1.892E-04	1.349E-04	4.649E-04	4.396E-04	5.475E-05	5.266E-05	9.444E-06	2.686E-05	2.630E-05	2.666E-05
4	2.135E-04	1.532E-04	5.147E-04	4.819E-04	5.866E-05	5.594E-05	1.094E-05	3.069E-05	2.985E-05	2.976E-05
5	2.232E-04	1.617E-04	5.342E-04	4.969E-04	5.959E-05	5.650E-05	1.203E-05	3.351E-05	3.244E-05	3.196E-05
6	2.468E-04	1.816E-04	5.878E-04	5.424E-04	6.390E-05	6.018E-05	1.394E-05	3.851E-05	3.708E-05	3.607E-05
7	3.061E-04	2.300E-04	7.269E-04	6.649E-04	7.676E-05	7.174E-05	1.861E-05	5.094E-05	4.873E-05	4.668E-05
8	3.721E-04	2.837E-04	8.833E-04	8.033E-04	9.155E-05	8.514E-05	2.362E-05	6.419E-05	6.122E-05	5.818E-05
9	4.711E-04	3.695E-04	1.127E-03	1.017E-03	1.140E-04	1.053E-04	3.158E-05	8.510E-05	8.076E-05	7.583E-05
10	6.418E-04	6.041E-04	1.762E-03	1.566E-03	1.698E-04	1.551E-04	6.915E-05	1.838E-04	1.713E-04	1.542E-04
11	5.214E-04	5.864E-04	1.744E-03	1.560E-03	1.714E-04	1.573E-04	1.062E-04	2.902E-04	2.660E-04	2.307E-04
12	3.240E-04	4.055E-04	1.275E-03	1.163E-03	1.332E-04	1.241E-04	1.304E-04	3.973E-04	3.588E-04	3.015E-04
13	1.637E-04	2.209E-04	7.532E-04	7.086E-04	8.712E-05	8.334E-05	1.195E-04	4.926E-04	4.455E-04	3.752E-04
14	7.621E-05	1.047E-04	3.781E-04	3.643E-04	4.746E-05	4.647E-05	6.612E-05	3.444E-04	3.230E-04	2.938E-04
15	3.261E-05	4.457E-05	1.667E-04	1.630E-04	2.206E-05	2.195E-05	2.734E-05	1.543E-04	1.493E-04	1.465E-04

表 7-5 各壕溝貯存對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) (續 3)

偵檢點	s162	s171	s172	s181	s182	s191	s192	s200	s211	s212
1	1.960E-05	2.360E-05	1.063E-05	2.735E-06	5.072E-06	4.064E-06	4.176E-06	2.888E-06	6.637E-06	1.140E-05
2	2.254E-05	2.651E-05	1.189E-05	3.184E-06	5.885E-06	4.671E-06	4.782E-06	3.264E-06	7.428E-06	1.271E-05
3	2.591E-05	2.965E-05	1.325E-05	3.683E-06	6.779E-06	5.319E-06	5.423E-06	3.641E-06	8.188E-06	1.394E-05
4	2.873E-05	3.191E-05	1.422E-05	4.233E-06	7.756E-06	6.013E-06	6.101E-06	4.023E-06	8.936E-06	1.514E-05
5	3.071E-05	3.343E-05	1.487E-05	4.558E-06	8.322E-06	6.396E-06	6.467E-06	4.206E-06	9.259E-06	1.563E-05
6	3.448E-05	3.670E-05	1.630E-05	5.174E-06	9.412E-06	7.165E-06	7.218E-06	4.623E-06	1.008E-05	1.694E-05
7	4.434E-05	4.592E-05	2.035E-05	6.944E-06	1.258E-05	9.468E-06	9.495E-06	5.972E-06	1.286E-05	2.151E-05
8	5.509E-05	5.622E-05	2.488E-05	8.738E-06	1.580E-05	1.183E-05	1.184E-05	7.392E-06	1.583E-05	2.641E-05
9	7.146E-05	7.140E-05	3.155E-05	3.481E-05	6.259E-05	4.594E-05	4.563E-05	2.765E-05	5.760E-05	9.497E-05
10	1.429E-04	1.334E-04	5.890E-05	2.530E-05	4.519E-05	3.276E-05	3.236E-05	1.912E-05	3.944E-05	6.481E-05
11	2.109E-04	1.871E-04	8.315E-05	4.322E-05	7.640E-05	5.401E-05	5.279E-05	2.976E-05	5.976E-05	9.711E-05
12	2.725E-04	2.332E-04	1.054E-04	7.227E-05	1.260E-04	8.624E-05	8.316E-05	4.401E-05	8.554E-05	1.373E-04
13	3.393E-04	2.944E-04	1.393E-04	1.659E-04	2.812E-04	1.819E-04	1.711E-04	8.022E-05	1.482E-04	2.332E-04
14	2.731E-04	2.657E-04	1.335E-04	3.203E-04	5.244E-04	3.235E-04	2.963E-04	1.198E-04	2.130E-04	3.307E-04
15	1.403E-04	1.562E-04	8.235E-05	2.765E-04	4.571E-04	3.002E-04	2.762E-04	1.041E-04	1.879E-04	2.933E-04

表 7-5 各壕溝貯存對 15 個偵檢點之向天輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ ) (續 4)

偵檢點	s220	s230	總劑量率
1	2.984E-06	4.735E-05	3.808E-02
2	3.270E-06	6.867E-05	5.255E-02
3	3.519E-06	1.006E-04	7.100E-02
4	3.749E-06	1.455E-04	9.135E-02
5	3.821E-06	1.834E-04	1.038E-01
6	4.084E-06	2.568E-04	1.260E-01
7	5.094E-06	4.312E-04	1.693E-01
8	6.196E-06	6.671E-04	2.155E-01
9	2.121E-05	1.137E-03	2.959E-01
10	1.444E-05	3.691E-04	2.592E-01
11	2.102E-05	1.433E-04	1.301E-01
12	2.894E-05	6.378E-05	6.479E-02
13	4.803E-05	2.328E-05	2.868E-02
14	6.964E-05	9.180E-06	1.441E-02
15	6.831E-05	3.630E-06	7.092E-03

表 7-6 提升營運安全作業期間所造成年劑量總整理\* (單位  $\mu\text{Sv/y}$ )

	直接輻射**	開蓋作業向天輻射**	直接輻射+向天輻射
偵檢點	總年劑量	總年劑量	總年劑量
1	7.182E-01	2.594E+01	2.666E+01
2	1.262E+00	3.590E+01	3.716E+01
3	2.255E+00	4.890E+01	5.115E+01
4	5.497E+00	6.369E+01	6.918E+01
5	1.445E+01	7.290E+01	8.735E+01
6	2.421E+01	8.908E+01	1.133E+02
7	4.520E+01	1.165E+02	1.617E+02
8	1.977E+01	1.427E+02	1.625E+02
9	2.900E+00	1.862E+02	1.891E+02
10	4.710E+00	1.650E+02	1.697E+02
11	2.422E+00	9.855E+01	1.010E+02
12	3.442E+00	7.165E+01	7.509E+01
13	1.075E+01	7.137E+01	8.211E+01
14	2.157E+00	4.089E+01	4.305E+01
15	1.267E+00	1.714E+01	1.841E+01

\*:佔用因數: 402/8760

\*\* : 假設暫貯區於作業中為滿貯之條件

表 7-7 提升營運安全完成後所造成年劑量總整理\* (單位  $\mu\text{Sv/y}$ )

	直接輻射	貯存作業向天輻射	直接輻射+向天輻射
偵檢點	總年劑量	總年劑量	總年劑量
1	6.320E-01	1.531E+01	1.594E+01
2	1.229E+00	2.112E+01	2.235E+01
3	2.226E+00	2.854E+01	3.077E+01
4	5.462E+00	3.672E+01	4.218E+01
5	1.441E+01	4.171E+01	5.612E+01
6	2.417E+01	5.067E+01	7.483E+01
7	4.514E+01	6.808E+01	1.132E+02
8	1.970E+01	8.664E+01	1.063E+02
9	2.808E+00	1.190E+02	1.218E+02
10	4.544E+00	1.042E+02	1.087E+02
11	2.230E+00	5.232E+01	5.455E+01
12	1.625E+00	2.604E+01	2.767E+01
13	1.894E+00	1.153E+01	1.342E+01
14	1.627E+00	5.793E+00	7.420E+00
15	8.618E-01	2.851E+00	3.713E+00

\*:佔用因數: 402/8760

### 三、輻射工作人員劑量評估分析

#### (一) 物料之基本條件(廢棄物)

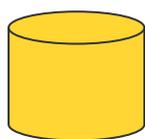
1. 屏蔽材料組成與密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) 參考(表 7-2)。
2. 評估採用核種：Co-60
3. 活度：目前全部貯存溝貯存之單一廢棄物桶平均活度為  $1.27 \times 10^8$  Bq  
(0.003437Ci)。參考(表 7-1)壕溝活度計算表。

#### (二) 評估劑量貢獻來源

1. 人員作業位置劑量來源。
  - (1) 人員工作位置接受劑量。
  - (2) 作業空間劑量貢獻。
2. 吊掛作業以單桶廢棄物桶或單只重裝容器吊卸工作。
3. 堆卸作業以單只重裝容器堆卸操作工作。

#### (三) 評估物料堆置幾何模式：(如圖 7-3 模擬物料堆放區域幾何配置圖)

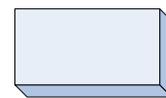
1. 單桶廢棄物桶，假設為“圓柱體”。
2. 廢棄物桶置入 3x4 重裝容器內；為方便計算，假設為“長方體”。
3. 貯存溝內排列廢棄物桶；惟為方便計算，假設為“長方體”。



單桶



重裝容器



貯存溝

圖 7-3 模擬物料堆放區域幾何配置圖

#### (四) 評估計算採用程式

##### 1. 加馬屏蔽分析 MicroShield®程式 Version 8.02

MicroShield 程式之功能主要為分析輻射屏蔽及估算加馬輻射之輻射曝露，其分析應用涵括使用之圖像化界面，以互動方式選擇並輸入射源體、放射性核種、輻射屏蔽、材質組成、密度、尺寸大小、偵測點位置等，並即時計算得到評估結果。詳述(如附錄 B 之二)劑量評估程式說明。

##### 2. 點核仁積分法、組合幾何(CG)及幾何級進(GP)增建因數加馬屏蔽分析 QADCG/INER-3 程式，QADCG/INER-3 為一點核仁法程式，藉組合幾何法描述三維屏蔽問題之幾何結構，並配合加馬增建因數理論計算加馬射線之屏蔽體穿透問題。詳述(如附錄 B 之二)劑量評估程式說明。

#### (五) 壕溝取桶、回貯作業情形

##### 1. 作業情形

壕溝開蓋作業時，使用「小型遮蔽物件」每次打開 4 片蓋板，如使用「取出單元」每次打開 8 片蓋板(每片蓋板長 5.4×寬 2 公尺)，檢視檢整後壕溝內之第一、二、四類 55 加侖廢棄物桶。經量測記錄表面輻射劑量率之 55 加侖廢棄物桶後，直接盛裝於同一只「3×4 重裝容器」運送至「鋼構廠房」暫存，待一定數量後再將「3×4 重裝容器」回貯於壕溝。

##### 2. 壕溝取桶、回貯作業人員

(1) 壕溝取桶、回貯作業：（一個作業區）

壕溝內：理貨員 1 人。

壕溝外：理貨員 1 人、起重機駕駛 1 人、卡車駕駛 1 人、指揮手 1 人、檢驗員 1 人、安衛(工安)人員 1 人、輻射防護員 1 人、助啟閉蓋板 2 人。

(2) 「鋼構廠房」暫貯作業：

堆高機操作員 1 人、安衛(工安)人員 1 人、輻射防護員 1 人、理貨員 2 人。

### 3. 作業時間

(1) 參考檢整期間作業規劃及操作經驗，擬定壕溝取桶、回貯各項作業需求操作時間與期程規劃評估計算。

(2) 取出、回貯吊裝作業，每週作業 5 日，每年工作天 200 日，每日工作 6 小時。

(3) 壕溝開蓋及協助啟閉蓋板作業人員(每日平均約 2 小時)。共計 42 壕溝(以單座壕溝計算，預估每年完成 28 壕溝)，每片蓋板吊卸為 5 分鐘，平均每單座壕溝單次開啟及回蓋蓋板吊卸作業預定各 20 分鐘。

(4) 全面開放打開蓋板，檢視檢整後第一、二、四類之 55 加侖廢棄物桶，進行 55 加侖廢棄物桶吊卸盛裝於「3x4 重裝容器」內每桶需費時 2 分鐘(裝卸吊鉤為 1 分鐘，吊裝為 1 分鐘)，每日作業 96 桶/

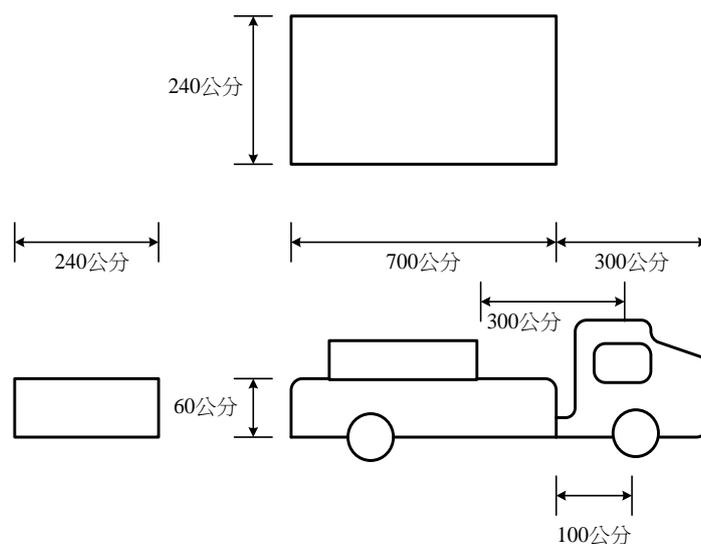
溝(8只「3x4重裝容器」)。吊卸每只「3x4重裝容器」須費時2分鐘(裝卸吊鉤為1分鐘，吊裝為1分鐘)，吊運上卡車，運送至「鋼構廠房」暫置待回貯。

(5)「3x4重裝容器」進行壕溝回貯，每只「3x4重裝容器」吊入壕溝需2分鐘(裝卸吊鉤為1分鐘，吊裝為1分鐘))，每次平均回貯30只「3x4重裝容器」。

#### 4. 運送作業情形

「3x4重裝容器」運送作業係使用卡車運送(如圖7-4)，每車次(趟)運送1只「3x4重裝容器」，作業情形如下：

鋼構廠房：每日最多來回各8車次(共16車次)，每車次耗時5分鐘(共80分鐘)。



## 圖 7-4 卡車尺寸示意圖

### 5. 推估計算條件

(1) 人員作業位置劑量貢獻來源。

A. 人員工作位置接受劑量。

B. 作業空間劑量貢獻。

(2) 吊掛作業以單桶廢棄物桶或單只「3×4 重裝容器」吊卸工作。

A. 單桶廢棄物桶計算。

放射性廢棄物桶尺寸：高 88.4 公分，半徑  $\varnothing$  28.6 公分。

桶壁厚：0.15 公分（鋼板）。

計算活度：假設 Co-60 0.003437 Ci（如表 7-1 為與經衰變計算至 103 年 9 月之活度）。

放射性廢棄物材料密度：1.499999 g/cm<sup>3</sup>（廢棄物桶）。

計算點：30 公分、100 公分、200 公分（理貨員）、300 公分（輻射防護作業員、安衛(工安)人員、指揮員)、600 公分（起重司機）。

B. 單一「3×4 重裝容器」計算。

重裝容器尺寸（內徑）：長 270 公分、寬 205 公分、高 92 公分。

重裝容器壁厚：0.45 cm（鋼板）。

計算活度：假設 Co-60 0.003437Ci × 12 桶 = 0.041244 Ci。

放射性廢棄物材料密度：0.881478 g/cm<sup>3</sup>（重裝容器）。

計算點：30 公分、100 公分、200 公分（理貨員、堆高機操作）、  
300 公分（輻射防護作業員、安衛(工安)人員）、6 00 公  
分（吊車司機）。

C. 堆高機操作單一「3x4 重裝容器」計算。

重裝容器尺寸（內徑）：長 270 公分、寬 205 公分、高 92 公分。

重裝容器壁厚：0.45 公分（鋼板）。

計算活度(<0.05 mSv/hr)：假設 Co-60 0.001072Ci x12 桶=  
0.012864 Ci。

放射性廢棄物材料密度：0.881478 g/cm<sup>3</sup>（重裝容器）。

計算點：200 公分（堆高機操作）、300 公分（輻射防護作業員、  
安衛(工安)人員）。

(3) 推估工作位置假設：

A. 理貨員：最近距離勾卸工作為 30 公分。

B. 檢驗員：最近距離檢視工作為 30 公分。

C. 指揮手：最近距離指揮工作為 300 公分。

D. 輻射防護員、工安員：最近距離工作為 300 公分。

E. 起重機駕駛：最近距離吊卸操作為 600 公分。

F. 卡車駕駛：駕駛位置距離重裝容器最近距離為 300 公分。

G. 堆高機操作員：駕駛操作位置距離重裝容器最近距離為 200 公分。

H. 協助啟閉蓋板：最近距離啟閉蓋板上工作為 100 公分。

#### 四、輻射工作人員劑量評估結果

工作人員於執行本計畫期間，將壕溝內 35,867 桶 55 加侖廢棄物桶盛裝於「3x4 重裝容器」之作業，依前節(五) 壕溝取桶、回貯作業情形與預估作業時間，推估各場所之各項作業，對工作人員所造成之輻射劑量影響予以評估。

##### (一) 壕溝區作業各類工作位置輻射劑量率

###### 1. 理貨員吊卸工作位置輻射劑量率

(1)理貨員於作業吊卸單桶廢棄物桶時，其輻射劑量率評估結果為(表 7-8)。(經 Microshield Version 8.02 程式計算，計算輸入檔如(附錄 B 之四))。

表 7-8 理貨員吊卸單桶廢棄物桶輻射劑量率評估結果

計算位置	輻射劑量率( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
中心點相對 5 cm 位置	109.1	肢端位置
中心點相對 30 cm 位置	31.7	工作位置
中心點上方 100 cm 位置	7.08	工作位置

(2)理貨員於壕溝內作業，場所空間其輻射劑量率評估結果為(表 7-9)。經 QADCG/INER-3 程式計算，計算輸入檔如(附錄 B 之四))。

表 7-9 理貨員工作壕溝內空間輻射劑量率評估結果

計算位置	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
中心點上方 1 cm 位置	6.88	肢端位置
中心點上方 100 cm 位置	117.1	工作位置

說明：計算活度依 42 座單座壕溝合計總平均活度  $2.956 \times 10^{11} \text{Bq}$  (7.99Ci) 計算。

(3)理貨員於作業吊卸單只「3x4 重裝容器」時，其輻射劑量率評估結果為(表 7-10)、(表 7-11)。經 Microshield Version 8.02 程式計算，計算輸入檔如【附錄 B 之四之(三)】。

表 7-10 理貨員吊卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(1)

計算位置	屏蔽材質與厚度 (cm)	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
	鋼板		
(X 軸)中心點相對 30 cm 位置	0.45	88.34	工作位置
中心點上方 100 cm 位置	0.45	55.27	工作位置

說明：1. 「3x4 重裝容器」(X 軸) 尺寸：長 270cm、寬 205cm、高 92cm。  
2. X 軸為「3x4 重裝容器」長邊、Y 軸為「3x4 重裝容器」短邊。

表 7-11 理貨員吊卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(2)

計算位置	屏蔽材質與厚度 (cm)	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
	鋼板		
(Y 軸)中心點相對 30 cm 位置	0.45	94.04	工作位置
中心點上方 100 cm 位置	0.45	72.21	工作位置

說明：「3x4 重裝容器」(Y 軸) 尺寸：長 205cm、寬 270cm、高 92cm。

## 2. 檢驗員檢視工作位置輻射劑量率

(1) 檢驗員於作業檢視單桶廢棄物桶時，其輻射劑量率評估結果為(表 7-12)。經 Microshield Version 8.02 程式計算，計算輸入檔如(附錄 B 之四)。

表 7-12 檢驗員檢視單桶 55 加侖廢棄物桶輻射劑量率評估結果

計算位置	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
中心點相對 5 cm 位置	109.1	肢端位置
中心點相對 30 cm 位置	31.7	工作位置
中心點上方 100 cm 位置	7.08	工作位置

(2) 檢驗員於壕溝內檢視作業，場所空間其輻射劑量率評估結果為(表 7-13)。經以 QADCG/INER-3 程式計算，計算輸入檔如(附錄 B 之四)。

表 7-13 檢驗員檢視工作壕溝內空間輻射劑量率評估結果

計算位置	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
中心點上方 1 cm 位置	117.1	肢端位置
中心點上方 100 cm 位置	6.88	工作位置

說明：計算活度依 42 只單座壕溝合計總平均活度  $2.956 \times 10^{11} \text{Bq}$  (7.99Ci) 計算。

### 3. 指揮手指揮工作位置輻射劑量率

(1) 指揮手指揮工作，於作業吊卸單桶廢棄物桶時，其輻射劑量率評估結果為(表 7-14)。經 Microshield 程式計算，計算輸入檔如(附錄 B 之四)

表 7-14 指揮手於指揮吊卸單桶廢棄物桶輻射劑量率評估結果

計算位置	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
中心點相對 300 cm 位置	0.77	工作位置

(2) 指揮手指揮工作，於作業吊卸單只重裝容器時，其輻射劑量率評估結果為(表 7-15)、(表 7-16)。經 Microshield Version 8.02 程式計算，計算輸入檔如(附錄 B 之四)。

表 7-15 指揮手吊卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(1)

計算位置	屏蔽材質與厚度 (cm)	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
	鋼板		
(X 軸)中心點相對 300 cm 位置	0.45	5.42	工作位置

說明：「3x4 重裝容器」(X 軸) 尺寸：長 270 cm、寬 205 cm、高 92 cm。

表 7-16 指揮手吊卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(2)

計算位置	屏蔽材質與厚度 (cm)	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
	鋼板		
(Y 軸)中心點相對 300 cm 位置	0.45	6.92	工作位置

說明：「3x4 重裝容器」(Y 軸) 尺寸：長 205 cm、寬 270 cm、高 92 cm。

#### 4. 輻射防護員、工安員工作位置輻射劑量率

- (1) 輻射防護員、工安員工作，於作業吊卸單桶 55 加侖廢棄物桶時，其輻射劑量率評估結果為(表 7-17)。經 Microshield Version 8.02 程式計算，計算輸入檔如(附錄 B 之四)。

表 7-17 輻射防護員、工安員吊卸單桶 55 加侖廢棄物桶輻射劑量率評估結果

計算位置	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
中心點相對 300 cm 位置	0.77	工作位置

- (1) 輻射防護員、工安員工作，於作業吊卸單只「3x4」重裝容器」時，其輻射劑量率評估結果為(表 7-18)、(表 7-19)。經 Microshield Version 8.02 程式計算，計算輸入檔如(附錄 B 之四)。

表 7-18 輻射防護員、工安員於吊卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(1)

計算位置	屏蔽材質與厚度 (cm)	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
	鋼板		
(X 軸)中心點相對 300 cm 位置	0.45	5.42	工作位置

說明：重裝容器尺寸 (X 軸) 方向：長 270 cm、寬 205 cm、高 92 cm。

表 7-19 輻射防護員、工安員於吊卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(2)

計算位置	屏蔽材質與厚度 (cm)	輻射劑量率 (μSv/hr)	備註
	鋼板		
(Y 軸)中心點相對 300 cm 位置	0.45	6.92	工作位置

說明：重裝容器尺寸 (Y 軸) 方向：長 205 cm、寬 270 cm、高 92 cm。

#### 5. 起重機駕駛吊卸操作位置輻射劑量率

- (1) 起重機駕駛吊卸操作，於吊卸單桶廢棄物桶其輻射劑量率評估結果為(表 7-20)。經 Microshield Version 8.02 程式計算，計算輸入檔如(附錄 B 之四)。

表 7-20 起重機駕駛吊卸單桶 55 加侖廢棄物桶輻射劑量率評估結果

計算位置	輻射劑量率 (μSv/hr)	備註
中心點相對 600 cm 位置	0.19	工作位置

- (2) 吊卸單只「3x4 重裝容器」其輻射劑量率評估結果為(表 7-21)、(表 7-22)。經 Microshield Version 8.02 程式計算，計算輸入檔如(附錄 B 之四)。

表 7-21 起重機駕駛吊卸單只「3×4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(1)

計算位置	屏蔽材質與厚度 (cm)	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
	鋼板		
(X 軸)中心點相對 600 cm 位置	0.45	1.52	工作位置

說明：「3×4 重裝容器」尺寸 (X 軸)：長 270 cm、寬 205 cm、高 92 cm。

表 7-22 起重機駕駛吊卸單只「3×4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(2)

計算位置	屏蔽材質與厚度 (cm)	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
	鋼板		
(Y 軸)中心點相對 600 cm 位置	0.45	1.98	工作位置

說明：「3×4 重裝容器」尺寸 (Y 軸)：長 205 cm、寬 270 cm、高 92 cm。

#### 6. 啟閉蓋板操作位置輻射劑量率

作業員於壕溝上方作業啟閉蓋板，壕溝開蓋作業為單座壕溝打開四片蓋板，雙併壕溝打開八片蓋板(蓋板：長 5.4 公尺×寬 2 公尺)，作業場所空間之輻射劑量率評估結果為(表 7-23)。經 QADCG/INER-3 程式計算，計算輸入檔如(附錄 B 之四)。

表 7-23 啟閉蓋板作業壕溝內空間輻射劑量率評估結果

計算位置	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
蓋板上方 1 cm 位置	112.2	肢端位置
蓋板上方 100 cm 位置	78.59	工作位置

說明：計算活度依雙併壕溝打開八片蓋板其總平均活度  $3.63 \times 10^{10} \text{Bq}$  (0.89Ci) 計算。

## (二) 堆高機堆卸操作位置輻射劑量率計算結果

鋼構廠房區堆高機操作員堆卸操作，於堆卸單只重裝容器其輻射劑量率評估結果如(表 7-24)、(表 7-25)。經 Microshield Version 8.02 程式計算，計算輸入檔如(附錄 B 之四)。

表 7-24 堆高機操作堆卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(1)

計算位置	屏蔽材質與厚度 (cm)	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
	鋼板		
(X 軸)中心點相對 200 cm 位置	0.45	10.78	操作位置
(X 軸)中心點相對 300 cm 位置	0.45	5.42	輻防、工安
(X 軸)中心點上方 100 cm 位置	0.45	55.27	

說明：「3x4 重裝容器」尺寸 (X 軸)：長 270 cm、寬 205 cm、高 92 cm。

表 7-25 堆高機操作堆卸單只「3x4 重裝容器」輻射劑量率評估結果(2)

計算位置	屏蔽材質與厚度 (cm)	輻射劑量率 ( $\mu\text{Sv/hr}$ )	備註
	鋼板		
(Y 軸)中心點相對 200 cm 位置	0.45	13.41	操作位置
(Y 軸)中心點相對 300 cm 位置	0.45	6.92	輻防、工安
(Y 軸)中心點上方 100 cm 位置	0.45	72.21	

說明：「3x4 重裝容器」尺寸 (Y 軸)：長 205 cm、寬 270 cm、高 92 cm。

### (三) 卡車運送作業計算結果

卡車每次(趟)運送 1 只「3×4 重裝容器」，相關位置圖如(圖 7-5)所示，其車斗周圍輻射劑量率之評估，以 Microshield Version 8.02 程式運算評估輸入檔(如附錄 B 之四) 評估結果如下：

1. 距離「3×4 重裝容器」1 公尺位置(離地面 1 公尺高):29.57 ~ 34.37  $\mu\text{Sv/hr}$ 。
2. 距離「3×4 重裝容器」2 公尺位置(離地面 1 公尺高):10.78 ~ 13.41  $\mu\text{Sv/hr}$ 。
3. 距離「3×4 重裝容器」3 公尺位置(離地面 1 公尺高):5.42 ~ 6.92  $\mu\text{Sv/hr}$ 。
4. 距離「3×4 重裝容器」器 6 公尺位置(離地面 1 公尺高):1.52 ~ 1.98  $\mu\text{Sv/hr}$ 。
5. 車斗上方位置 (離「3×4 重裝容器」1 公尺): 55.27  $\mu\text{Sv/h}$ 。
6. 駕駛位置 (離「3×4 重裝容器」3 公尺): 5.42  $\mu\text{Sv/hr}$ 。

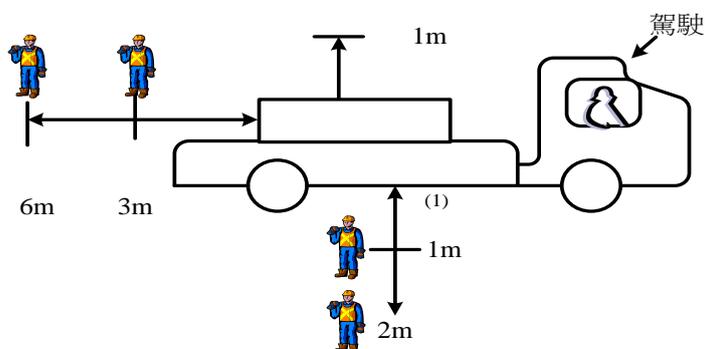


圖 7-5 卡車運送作業距離容器位置圖

#### (四) 推估各項作業人員接受輻射劑量

各項作業工作人員接受輻射劑量推估結果，依前節四 壕溝取桶、回貯作業之作業情形、作業時間，及運送至「鋼構廠房」等作業情形，評估結果每年集體劑量為 0.16289 人·西弗，完成集體總劑量 (2.5 年，35,867 桶) 為 0.407225 人·西弗。各項工作人員推估接受輻射劑量彙整表詳(表 7-26)。

表 7-26 各項工作人員推估接受輻射劑量彙整表

作業/場所	工作人員	人數	作業所需時間	年處理量(桶)	mSv / 年·人	年集體劑量 人·西弗
壕溝內、外作業	理貨員 (壕溝內)	6	壕溝內作業 2 min./桶(含吊卸 1min./桶)	19,200	17.0	0.1021
	理貨員 (壕溝外)	2	吊卸 1min./桶; 吊卸 1min./重裝容器		8.91	0.01782
	檢驗員 (壕溝外)	1	壕溝外檢視作業 1 min./桶		12.2	0.0122
	指揮手 (壕溝外)	1	3 min./桶; 3min./重裝容器		1.55	0.00155
	輻射防護員	1	3 min./桶; 3min./重裝容器		1.55	0.00155
	工安員 (壕溝外)	1	重裝容器		1.55	0.00155
	起重機駕駛	1	2 min./桶; 2min./重裝容器		0.27	0.00027
	協助啟閉蓋板人員(壕溝外)	2	5min./蓋板; 20min./單溝	1.10	0.0022	
運至鋼構廠房	卡車駕駛	1	5min./ 1 只重裝容器	19,200	1.26	0.00126
鋼構廠房內作業	堆高機操作員	1	3min./重裝容器	16,800	2.25	0.00225
	理貨員	2	吊卸 1min./桶; 吊卸 1min./重裝容器		8.91	0.01782
	輻射防護員	1	3min./重裝容器		1.16	0.00116
	工安員	1		1.16	0.00116	
年集體總劑量		21	0.16289 人·西弗			
完成集體總劑量 2.5 年 (35,867 桶)			0.407225 人·西弗			

※為使工作人員劑量符合法規要求，將以增加工作人員及作業輪調之方式，理貨員壕溝內、檢驗員壕溝外作業並配合劑量管制作業達到合理抑低之目標。

## 1. 壕溝區作業人員計算結果

假設均由一人員操作執行，壕溝區各項作業人員推估接受輻射劑量結果如(表 7-27)。

表 7-27 壕溝區作業人員推估接受輻射劑量結果

作業/場所	工作人員	作業所需時間	作業內容	年集體劑量 (mSv)
壕溝內、外作業	理貨員(溝內)	壕溝內作業 2 min/桶 (含吊卸 1 min/桶)	吊卸單桶廢棄物桶	102.1
	理貨員(溝外)	吊卸 1 min/桶; 吊卸 1 min/重裝容器	吊卸單只重裝容器、單桶廢棄物桶	17.82
	檢驗員	壕溝內作業 1 min/桶	檢視單桶廢棄物桶	12.2
	指揮手(溝外)	3 min/桶; 3 min/重裝容器	吊卸單只重裝容器、單桶廢棄物桶	1.55
	輻射防護員 工安員(溝外)	3 min/桶; 3 min/重裝容器	吊卸單只重裝容器、單桶廢棄物桶	1.55 1.55
	起重機駕駛	2 min/桶; 2 min/重裝容器	吊卸單只重裝容器、單桶廢棄物桶	0.27
	啟閉蓋板人員(溝外)	5 min/蓋板; 各 20 min/單壕溝	啟閉蓋板, 預估一年期作業約 21 座單壕溝	2.20

(1) 假設均由一人理貨員操作執行壕溝取桶，推估理貨員吊卸工作接受輻射劑量結果。

### A. 壕溝內(吊卸單桶廢棄物桶)

$$31.7 \mu\text{Sv/hr} \times 96 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1 \text{ hr}/60 \text{ min} = 253.6 \mu\text{Sv/wk}。$$

$$117.1 \mu\text{Sv/hr} \times 192 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1\text{hr}/60\text{min} = 1873.6 \mu\text{Sv /wk}。$$

$$(253.6 \mu\text{Sv/wk} + 1873.6 \mu\text{Sv/wk}) \times 4 \text{ wk/month} \times 12 \text{ month/year} \\ = 102,105.6 \mu\text{Sv/year} = 102.1 \text{ mSv/year}$$

$$\text{合計} = 102.1 \text{ mSv/年}$$

B. 壕溝外(吊卸單只重裝容器、單桶廢棄物桶)

(a) 吊卸單桶廢棄物桶：

$$31.7 \mu\text{Sv/hr} \times 96 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1 \text{ hr/60min} = 253.6 \mu\text{Sv/wk} \circ$$

(b) 吊卸單只重裝容器：

(c) 壕溝取桶：

$$94.04 \mu\text{Sv/hr} \times 8 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1 \text{ hr/60min} = 62.7 \mu\text{Sv/wk} \circ$$

(d) 回貯壕溝：

$$94.04 \mu\text{Sv/hr} \times 7 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1 \text{ hr/60min} = 54.9 \mu\text{Sv/wk} \circ$$

$$(253.6 \mu\text{Sv/wk} + 62.7 \mu\text{Sv/wk} + 54.9 \mu\text{Sv/wk}) \times 4 \text{ wk/month} \times \\ 12 \text{ month/year} = 17817.6 \mu\text{Sv/year} = 17.82 \text{ mSv/year}$$

$$\text{合計} = 17.82 \text{ mSv/年}$$

(2) 檢驗員檢視工作推估接受輻射劑量結果

假設均由一人檢驗員檢視執行

A. 壕溝外(檢視單桶廢棄物桶)

$$31.7 \mu\text{Sv/hr} \times 96 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1 \text{ hr/60min} = 253.6 \mu\text{Sv/wk} \circ$$

$$(253.6 \mu\text{Sv/wk}) \times 4 \text{ wk/month} \times 12 \text{ month/year} \\ = 12172.8 \mu\text{Sv/year} = 12.2 \text{ mSv/year}$$

合計=12.2 mSv/年

- (3) 假設均由一人員指揮手指揮工作執行，推估指揮手接受輻射劑量結果。

A. 壕溝外：

- (a) 吊卸單桶廢棄物桶：

$$0.77 \mu\text{Sv/hr} \times 288 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1 \text{ hr/60min} = 18.48 \mu\text{Sv/wk}。$$

- (b) 吊卸單只重裝容器：

$$6.92 \mu\text{Sv/hr} \times 24 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1 \text{ hr/60min} = 13.84 \mu\text{Sv/wk}。$$

$$(18.48 \mu\text{Sv/wk} + 13.84 \mu\text{Sv/wk}) \times 4 \text{ wk/month} \times 12 \text{ month/year} = 1551.36 \mu\text{Sv/year} = 1.55 \text{ mSv/year}$$

合計=1.55 mSv/年

- (4) 假設均由一人員輻射防護員、工安員工作執行，推估輻射防護員、工安員接受輻射劑量結果。

A. 壕溝外：

- (a) 吊卸單桶廢棄物桶：

$$0.77 \mu\text{Sv/hr} \times 288 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1 \text{ hr/60min} = 18.48 \mu\text{Sv/wk}。$$

- (b) 吊卸單只重裝容器：

$$6.92 \mu\text{Sv/hr} \times 24 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1 \text{ hr/60min} = 13.84 \mu\text{Sv/wk}。$$

$$(18.48 \mu\text{Sv/wk} + 13.84 \mu\text{Sv/wk}) \times 4 \text{ wk/month} \times 12 \text{ month/year} \\ = 1551.36 \mu\text{Sv/year} = 1.55 \text{ mSv/year}$$

合計 = 1.55 mSv/年

(5) 假設均由一人員起重機駕駛起重吊卸操作執行，推估起重機駕駛接受輻射劑量結果(設吊卸操作距離為 600 公分)。

A. 溝外：

(a) 吊卸單桶廢棄物桶：

$$0.19 \mu\text{Sv/hr} \times 192 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1 \text{ hr/60min} = 3.04 \\ \mu\text{Sv/wk}。$$

(b) 吊卸單只重裝容器：

$$1.98 \mu\text{Sv/hr} \times 16 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1 \text{ hr/60min} = 2.64 \mu\text{Sv/wk}。$$

$$(3.04 \mu\text{Sv/wk} + 2.64 \mu\text{Sv/wk}) \times 4 \text{ wk/month} \times 12 \text{ month/year} \\ = 272.64 \mu\text{Sv/year} = 0.27 \text{ mSv/year}$$

合計 = 0.27 mSv/年

(6) 協助啟閉蓋板人員推估接受輻射劑量結果(壕溝外)

A. 壕溝外：

吊卸蓋板：(每只蓋板吊卸約 5 分鐘，完成單溝開啟及回蓋約靠近蓋板各 20 分鐘吊卸時間。

$$78.59 \mu\text{Sv/hr} \times 20 \text{ min/單壕溝} \times 1 \text{ hr/60min} \times 2 \text{ 次} = 52.4 \mu\text{Sv}$$

(單壕溝開啟及回蓋)。

$52.4 \mu\text{Sv/hr/單壕溝} \times 21 \text{ 單壕溝/年} = 1100.2 \mu\text{Sv/year} = 1.10 \text{ mSv/year}$  (一年期壕溝啟閉)。

合計 = 1.10 mSv/年

## 2. 壕溝區運送人員計算結果

卡車駕駛作業人員運送 1 組「3x4 重裝容器」，其輻射劑量率為 5.42  $\mu\text{Sv/hr}$ (駕駛座輻射劑量率)，推算卡車駕駛每週作業 5 日所接受之輻射曝露劑量：如(表 7-28)。

表 7-28 卡車駕駛運送推估接受輻射劑量結果

作業/場所	工作人員	作業所需時間	作業內容	mSv/年
運至鋼構廠房	卡車駕駛	5min./ 1 只「3x4 重裝容器」	運送單只重裝容器，每天 7 只，一年共 2,800 只(來回)	1.26

(1) 運到「鋼構廠房」：

$5.42 \mu\text{Sv/hr} \times 35 \text{ min/d} \times 200\text{d/y} \times 1\text{hr}/60\text{min} \times 2(\text{來回}) = 1264.7 \mu\text{Sv/year} = 1.26 \text{ mSv/year}$ 。

合計(200 工作天) = 1.26 mSv/年

(2) 「鋼構廠房」之作業人員，假設均由一人操作執行，推估接受劑量之結果如(表 7-29)。

表 7-29 鋼構廠房人員推估接受輻射劑量結果

作業/ 場所	工作人員	人數	作業所需時間	作業內容	mSv /年
鋼構廠 房內作 業	堆高機操作員	1	3min. / 「3×4 重 裝容器」	堆卸操作單只 重裝容器，每天 約 7 只來回。	2.25
	理貨員	2		吊卸 1min. / 桶； 吊卸 1min. / 重裝 容器	1.782
	輻射防護員 工安員 (壕溝外)	1 1	3min. / 「3×4 重 裝容器」	堆卸操作單只 重裝容器，每天 約 7 只來回。	1.16 1.16

(1)鋼構廠房：

A. 假設均由同一堆高機操作人員執行堆卸單只「3×4 重裝容器」，

推估堆高機操作員接受輻射劑量：

$$13.41 \mu\text{Sv/hr} \times 42 \text{ min/d} \times 5 \text{ d/wk} \times 1\text{hr}/60\text{min} = 46.94$$

$\mu\text{Sv/wk}$ 。

$$46.94 \mu\text{Sv/wk} \times 4 \text{ wk/month} \times 12 \text{ month/year} = 2253.12$$

$$\mu\text{Sv/year} = 2.25 \text{ mSv/year}$$

合計 = 2.25 mSv/年

B. 假設均由同一堆高機操作人員執行堆卸單只「3×4 重裝容器」，

推估輻射防護員、工安員接受輻射劑量：

$$6.92 \mu\text{Sv/hr} \times 42 \text{ min/d} \times 5\text{d/wk} \times 1\text{h}/60\text{min} = 24.22 \mu\text{Sv/wk}。$$

$$24.22 \mu\text{Sv/wk} \times 4 \text{ wk/month} \times 12 \text{ month/year} = 1162.56$$

$$\mu\text{Sv/year} = 1.16 \text{ mSv/year}$$

$$\text{合計} = 1.16 \text{ mSv/年}$$

## 五、場內運送輻射劑量評估

### (一) 場內運送輻射劑量計算

評估在貯存壕溝區以卡車一次載運一只盛裝 12 桶廢棄物桶之「3x4 重裝容器」，對場界造成的輻射劑量，經採簡化方式進行，以 MicroShield v8.02 計算距「3x4 重裝容器」不同距離的單位活度劑量率，計算「3x4 重裝容器」造成輻射劑量率之計算參數如(表 7-30)，評估之幾何示意如(圖 7-6)。

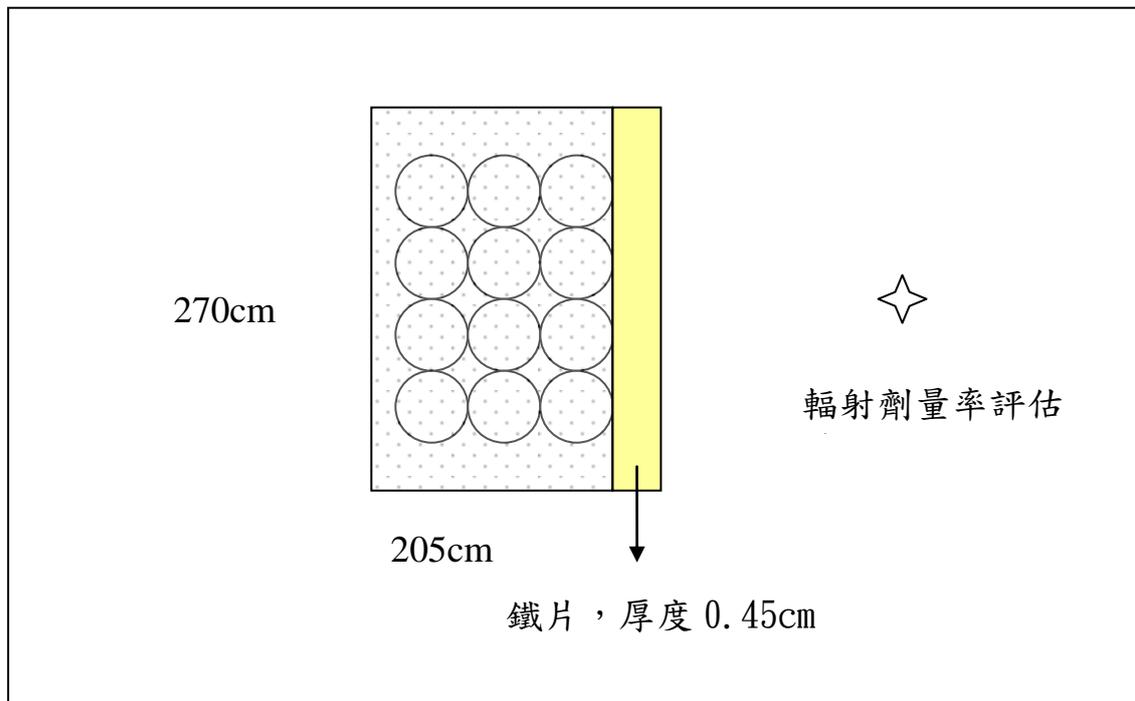


圖 7-6 「3x4 重裝容器」造成輻射劑量率評估之幾何

表 7-30 「3x4 重裝容器」造成輻射劑量率評估之計算參數

劑量率 評估點	「3x4 重裝容器」 尺寸(cm)	屏蔽 (cm)	輻射源模擬 幾何形狀/核種	12 桶總活 度 (Ci)
15 點 場界偵測點	270cm×205cm×109cm	0.45 鐵	矩形/ Co-60 270cm×205cm×89cm	0.118212

計算輻射劑量率時，射源為裝滿 12 桶廢棄物桶之「3x4 重裝容器」，內側尺寸為 270 公分 × 205 公分 × 109 公分，12 桶廢棄物桶的體積為  $12 \times (\pi \times 30 \text{ 公分} \times 30 \text{ 公分} \times 89 \text{ 公分})$ ，裝滿 12 桶廢棄物桶後「3x4 重裝容器」為一均質長方體，內有多餘的空間，於長方體前方覆蓋一片 0.45 公分厚的金屬屏蔽。

其次，規劃運送路線並計算輻射劑量如(圖 7-7)，圖中三角形(▲)為場界偵測點，共 15 點。運送路線分割成數小段，每一段取一代表點(以方塊◆表之)，假設該線段上任一點對場界造成輻射劑量率與代表點相同；量測每一線段長度，以時速十公里估算運行於該路段所花費的時間；時間乘以單位活度劑量率、乘上該壕溝平均 12 桶廢棄物桶活度，可計算出單一「3x4 重裝容器」運行於該路段對場界造成的劑量。

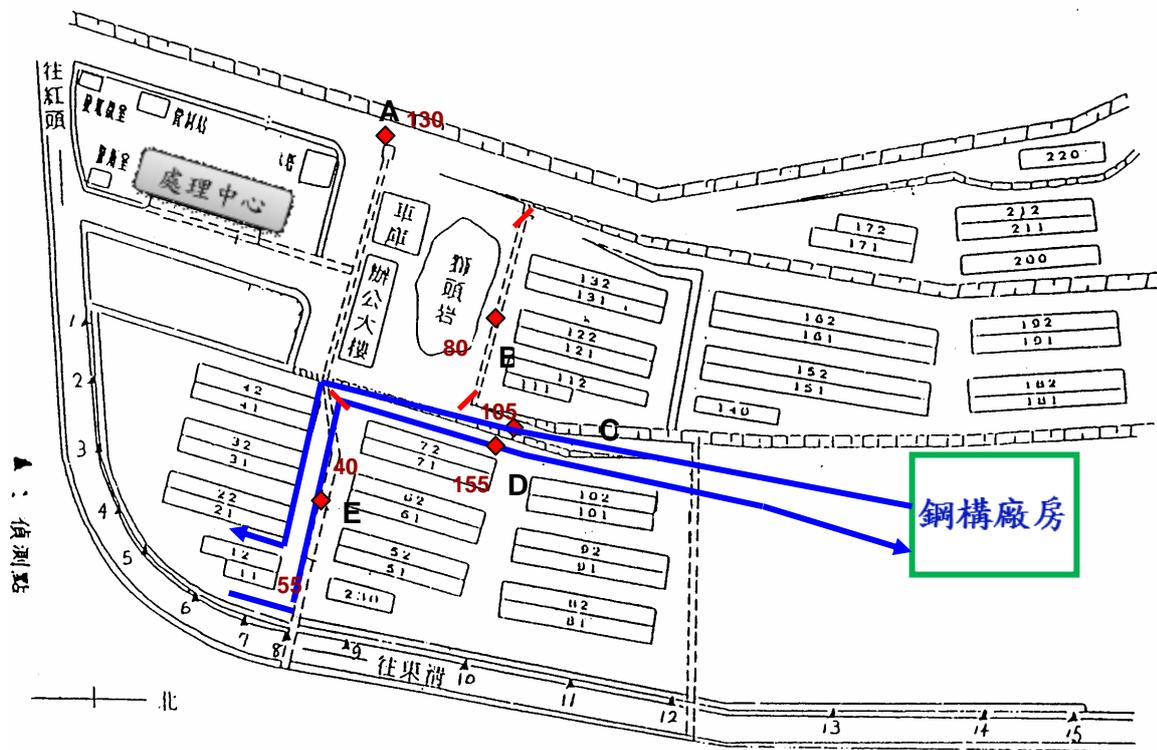


圖 7-7 運送路線規劃示意圖

欲評估運送各壕溝所有廢棄物桶對場界造成之輻射劑量，本次重裝作業將檢整後第一、二、四類之所有 55 加侖廢棄物桶，共 35,867 桶，裝入「3x4 重裝容器」先運送至「鋼構廠房」暫貯，待一定量後再將「3x4 重裝容器」回貯於壕溝內。因此需考慮壕溝到「鋼構廠房」、「鋼構廠房」到「壕溝」兩條運送路線造成的場界輻射劑量。依照壕溝的編號順序列出 23 座壕溝的詳細場界輻射劑量資料(如附錄 B 之五)各壕溝運送路線圖與場界輻射劑量計算)，包含平均單一「3x4 重裝容器」由壕溝運送至「鋼構廠房」造成的場界輻射劑量(A)、平均單一「3x4 重裝容器」由「鋼構廠房」運送至「壕溝」造成的場界輻射劑量(B)，造成的場界輻射劑量(D Dose)：

$$D \text{ Dose} = \text{「}3 \times 4 \text{ 重裝容器」數目} \times (A + B)$$

其中每座壕溝之「3×4 重裝容器」數目為  $2989/23=125.956$  約 126 個，由壕溝運送至「鋼構廠房」暫貯，利用(如表 7-1)各壕溝廢棄物桶平均單桶活度為  $1.272 \times 10^8$  貝克 ( $3.437 \times 10^{-3}$  居里)，12 單桶裝入「3×4 重裝容器」的輻射劑量為  $1.526 \times 10^9$  貝克 ( $4.124 \times 10^{-2}$  居里) 予以推估假設。

## (二) 運送劑量

經計算運送所有壕溝廢棄物桶對場界造成的總輻射劑量與平均年劑量(以規劃工時 2.5 年計算)如(表 7-31)。

表 7-31 運送壕溝廢棄物桶對場界造成輻射劑量

場界	運送 23 座壕溝所有廢棄物桶對場界造成之總輻射劑量 (mSv)	運送廢棄物桶對場界造成劑量之平均年劑量*(規劃工時 2.5 年) (mSv/yr)	運送廢棄物桶對場界造成劑量之平均劑量率*(規劃工時 2.5 年) ( $\mu$ Sv/h)
1	3.446E-04	6.326E-06	1.574E-05
2	4.204E-04	7.717E-06	1.920E-05
3	5.160E-04	9.473E-06	2.356E-05
4	6.047E-04	1.110E-05	2.761E-05
5	6.527E-04	1.198E-05	2.981E-05
6	7.429E-04	1.364E-05	3.392E-05
7	9.809E-04	1.801E-05	4.479E-05
8	1.243E-03	2.281E-05	5.674E-05
9	1.610E-03	2.956E-05	7.353E-05
10	3.478E-03	6.384E-05	1.588E-04
11	3.180E-03	5.838E-05	1.452E-04
12	2.990E-03	5.488E-05	1.365E-04
13	4.421E-03	8.115E-05	2.019E-04
14	3.040E-03	5.580E-05	1.388E-04
15	9.740E-04	1.788E-05	4.447E-05

\*:佔用因數: 402/8760

## 六、場內運送意外事件輻射劑量評估

### (一) 意外事件

意外事件依作業分成三大類，場內運輸階段、重裝階段與回貯階段。

1. 場內運輸階段可能發生的意外有：貨車或運送「重裝容器」傾覆、鎖扣鬆脫運送停頓、貨車車禍後因漏油而引起燃燒。
2. 重裝階段可能發生的意外有：吊車或夾具故障、55 加侖廢棄物桶或「重裝容器」墜落地面。
3. 回貯階段可能發生的意外：吊車故障、單一「重裝容器」墜落傾覆。
4. 事件後之劑量評估可分為有、無放射性物質，外釋評估。

### (二) 無放射性物質外釋意外事件之輻射劑量計算

各個意外事故之模擬幾何設定與事故處理時間如(表 7-32)所示，大致上可分為人在「重裝容器」旁、人在廢棄物桶旁、以及其他幾何設定。作業人員與「重裝容器」或 55 加侖廢棄物桶的距離，依一般作業距離設定為 30 公分，計算不同幾何狀況下的輻射劑量率。

### (三) 無放射性物質外釋意外事件之輻射劑量評估結果

發生單次意外時，各事故處理人員之輻射劑量評估結果(如表 7-33)。

表 7-32 各意外事故輻射劑量評估設定條件

事故	幾何	處理時間 (hr)
一、場內運輸階段後		
1. 貨車或運送容器傾覆	單一重裝容器，工作人員在容器旁邊	1/3
2. 鎖扣鬆脫運送停頓	單一重裝容器，工作人員在容器旁邊	1/3
3. 貨車車禍後因漏油而引起燃燒	單一重裝容器，工作人員在容器旁邊	1/2
二、重裝階段		
1. 吊車或夾具故障	單一廢棄物桶，工作人員在桶旁	1
	單一廢棄物桶，工作人員在桶下方	1
2. 廢棄物桶或「重裝容器」墜落地面	單一廢棄物桶，工作人員在桶旁	1/3
	單一重裝容器，工作人員在容器旁邊	1/3
三、回貯階段		
1. 吊車故障	單一廢棄物桶，工作人員在桶旁	1/2
	單一廢棄物桶，工作人員在桶下方(或上方)	1/2
2. 廢棄物桶或「重裝容器」傾覆	單一廢棄物桶，工作人員在桶旁	1
	單一重裝容器，工作人員在容器旁邊	1

表 7-33 無放射性物質外釋意外事故輻射劑量評估

情 節	單次意外輻射劑量(mSv)
一、場內運送階段	
1. 貨車或運送容器傾覆	3.07E-02
2. 鎖扣鬆脫運送停頓	3.07E-02
3. 貨車車禍後因漏油而引起燃燒	4.61E-02
二、重裝階段	
1. 吊車或夾具故障：工作人員在桶旁	5.11E-02
2. 吊車或夾具故障：工作人員在桶上(或下)	4.29E-02
3. 廢棄物桶或重裝容器墜落地面：工作人員在桶旁	1.70E-02
4. 廢棄物桶或重裝容器墜落地面：工作人員在桶上(或下)	1.43E-02
三、回貯階段	
1. 吊車故障：工作人員在桶旁	2.55E-02
2. 吊車故障：工作人員在桶上(或下)	2.15E-02
3. 廢棄物桶或「重裝容器」傾覆：工作人員在桶旁	5.11E-02
4. 廢棄物桶或「重裝容器」傾覆：工作人員在重裝容器旁。	9.21E-02

#### (四) 放射性物質外釋意外之輻射劑量影響

針對放射性物質外釋情形，其輻射劑量評估係考慮各核種在外釋期間因體外直接曝露及體內曝露對肺、小腸、大腸、腎、肝、紅骨髓、骨及甲狀腺等器官之等效劑量分析。其中體外直接曝露分別考慮由地表沈積(Ground Deposition)及空氣浸身(Air Submersion)兩種途徑造成的輻射劑量，而體內曝露則考慮由呼吸(Inhalation)途徑造成的輻射劑量。

1. 大氣擴散因數(Atmospheric Dispersion Factor,  $\chi/Q$ ) 評估參考美國核能管制委員會法規指引 1.3/1.4 (Regulatory Guide 1.3/ 1.4)，計算地面排放之大氣擴散因數所採用之方程式為：

$$\chi/Q = 1/(\pi u \sigma_y \sigma_z)$$

式中，

$\chi$  = 短期中心線之地面濃度(居里/立方公尺)

Q= 外釋之放射性物質(居里/秒)

u= 風速(公尺/ 秒)

$\sigma_y$ = 煙羽之水平擴散係數(公尺)

$\sigma_z$ = 煙羽之垂直擴散係數(公尺)

建議於事故發生後 0 至 8 小時內所採用之大氣狀況為大氣穩定度 F 級，風速 1 公尺/秒，且風向不變。

## 2. 事故後短期大氣擴散因數

評估大氣穩定度 F 級，風速 1 公尺/秒，大氣擴散時間採 2 小時內，不同距離之  $\chi/Q$  值如(表 7-34)。

表 7-34 不同距離之 2 小時  $\chi/Q$  值

距離(m)	$\chi/Q(\text{sec}/\text{m}^3)$	距離(m)	$\chi/Q(\text{sec}/\text{m}^3)$
10	3.297E+00	90	4.263E-02
20	7.881E-01	100	3.509E-02
30	3.499E-01	200	1.007E-02
40	1.990E-01	300	4.977E-03
50	1.292E-01	400	3.054E-03
60	9.123E-02	500	2.105E-03
70	6.816E-02	1000	6.876E-04
80	5.307E-02	2000	2.376E-04

### 3. 事故之外釋輻射源

不論是否造成放射性物質外釋之意外事故，計算採用之射源項均假設因單一「重裝容器」之廢棄物所造成之意外事故。

假設發生意外事故之大氣擴散時間為 2 小時，「重裝容器」因意外事故破裂而造成放射物質外釋，根據 IAEA Safety Series No.7[1961] 報告中的數據，假設單一容器 2 小時之外釋率為  $10^{-3}$ ，由於廢棄物均存放於廢棄物桶後再置入重裝容器內，可視為雙重的容器包覆，因此重裝容器之廢棄物外釋率為  $10^{-3} \times 10^{-3} = 10^{-6}$ 。

由於放射性物質外釋，需考慮非單一核種外釋，在缺乏廢棄物桶平均表面輻射劑量率的條件下，以最保守情形假設單一廢棄物桶表面輻射

劑量率為 17.45 mGy/hr(2R/hr)，其內之活度以 MicroShield®程式評估，結果顯示：Co-60 為  $1.317 \times 10^{10}$  Bq (0.356Ci)，Cs-137 及 Sr-90 均為  $1.317 \times 10^9$  Bq (0.0356Ci)。

外釋至大氣中之核種及活度：Co-60 為  $1.317 \times 10^4$  Bq，Cs-137 及 Sr-90 均為  $1.317 \times 10^3$  Bq。

4. 放射性物質外釋事故所造成之輻射劑量，其評估結果（如表 7-35）。

表 7-35 放射性物質外釋事故之大氣擴散輻射劑量評估結果(mSv)

距離(m)	肺	小腸	大腸	腎	肝	紅骨髓	骨	甲狀腺	有效劑量
10	$1.108 \times 10^{-1}$	$1.031 \times 10^{-2}$	$1.100 \times 10^{-2}$	$8.810 \times 10^{-3}$	$1.159 \times 10^{-2}$	$1.448 \times 10^{-2}$	$1.955 \times 10^{-2}$	$1.029 \times 10^{-2}$	$2.490 \times 10^{-2}$
20	$2.649 \times 10^{-2}$	$2.464 \times 10^{-3}$	$2.630 \times 10^{-3}$	$2.106 \times 10^{-3}$	$2.770 \times 10^{-3}$	$3.462 \times 10^{-3}$	$4.674 \times 10^{-3}$	$2.459 \times 10^{-3}$	$5.952 \times 10^{-3}$
30	$1.176 \times 10^{-2}$	$1.094 \times 10^{-3}$	$1.168 \times 10^{-3}$	$9.350 \times 10^{-4}$	$1.230 \times 10^{-3}$	$1.537 \times 10^{-3}$	$2.075 \times 10^{-3}$	$1.092 \times 10^{-3}$	$2.643 \times 10^{-3}$
40	$6.688 \times 10^{-3}$	$6.221 \times 10^{-4}$	$6.641 \times 10^{-4}$	$5.318 \times 10^{-4}$	$6.995 \times 10^{-4}$	$8.742 \times 10^{-4}$	$1.180 \times 10^{-3}$	$6.210 \times 10^{-4}$	$1.503 \times 10^{-3}$
50	$4.342 \times 10^{-3}$	$4.039 \times 10^{-4}$	$4.311 \times 10^{-4}$	$3.453 \times 10^{-4}$	$4.541 \times 10^{-4}$	$5.676 \times 10^{-4}$	$7.662 \times 10^{-4}$	$4.032 \times 10^{-4}$	$9.758 \times 10^{-4}$
60	$3.066 \times 10^{-3}$	$2.852 \times 10^{-4}$	$3.044 \times 10^{-4}$	$2.438 \times 10^{-4}$	$3.207 \times 10^{-4}$	$4.008 \times 10^{-4}$	$5.411 \times 10^{-4}$	$2.847 \times 10^{-4}$	$6.890 \times 10^{-4}$
70	$2.291 \times 10^{-3}$	$2.131 \times 10^{-4}$	$2.274 \times 10^{-4}$	$1.821 \times 10^{-4}$	$2.396 \times 10^{-4}$	$2.994 \times 10^{-4}$	$4.042 \times 10^{-4}$	$2.127 \times 10^{-4}$	$5.148 \times 10^{-4}$
80	$1.784 \times 10^{-3}$	$1.659 \times 10^{-4}$	$1.771 \times 10^{-4}$	$1.418 \times 10^{-4}$	$1.865 \times 10^{-4}$	$2.331 \times 10^{-4}$	$3.147 \times 10^{-4}$	$1.656 \times 10^{-4}$	$4.008 \times 10^{-4}$
90	$1.433 \times 10^{-3}$	$1.333 \times 10^{-4}$	$1.423 \times 10^{-4}$	$1.139 \times 10^{-4}$	$1.498 \times 10^{-4}$	$1.873 \times 10^{-4}$	$2.528 \times 10^{-4}$	$1.330 \times 10^{-4}$	$3.220 \times 10^{-4}$
100	$1.179 \times 10^{-3}$	$1.097 \times 10^{-4}$	$1.171 \times 10^{-4}$	$9.377 \times 10^{-5}$	$1.233 \times 10^{-4}$	$1.541 \times 10^{-4}$	$2.081 \times 10^{-4}$	$1.095 \times 10^{-4}$	$2.650 \times 10^{-4}$
200	$3.384 \times 10^{-4}$	$3.148 \times 10^{-5}$	$3.360 \times 10^{-5}$	$2.691 \times 10^{-5}$	$3.540 \times 10^{-5}$	$4.424 \times 10^{-5}$	$5.972 \times 10^{-5}$	$3.142 \times 10^{-5}$	$7.606 \times 10^{-5}$

300	$1.673 \times 10^{-4}$	$1.556 \times 10^{-5}$	$1.661 \times 10^{-5}$	$1.330 \times 10^{-5}$	$1.749 \times 10^{-5}$	$2.186 \times 10^{-5}$	$2.952 \times 10^{-5}$	$1.553 \times 10^{-5}$	$3.759 \times 10^{-5}$
400	$1.026 \times 10^{-4}$	$9.547 \times 10^{-6}$	$1.019 \times 10^{-5}$	$8.161 \times 10^{-6}$	$1.074 \times 10^{-5}$	$1.342 \times 10^{-5}$	$1.811 \times 10^{-5}$	$9.530 \times 10^{-6}$	$2.307 \times 10^{-5}$
500	$7.074 \times 10^{-5}$	$6.580 \times 10^{-6}$	$7.024 \times 10^{-6}$	$5.625 \times 10^{-6}$	$7.399 \times 10^{-6}$	$9.247 \times 10^{-6}$	$1.248 \times 10^{-5}$	$6.569 \times 10^{-6}$	$1.590 \times 10^{-5}$
1000	$2.311 \times 10^{-5}$	$2.149 \times 10^{-6}$	$2.295 \times 10^{-6}$	$1.837 \times 10^{-6}$	$2.417 \times 10^{-6}$	$3.021 \times 10^{-6}$	$4.078 \times 10^{-6}$	$2.146 \times 10^{-6}$	$5.193 \times 10^{-6}$
2000	$7.985 \times 10^{-6}$	$7.428 \times 10^{-7}$	$7.929 \times 10^{-7}$	$6.349 \times 10^{-7}$	$8.352 \times 10^{-7}$	$1.044 \times 10^{-6}$	$1.409 \times 10^{-6}$	$7.414 \times 10^{-7}$	$1.795 \times 10^{-6}$

## 七、綜合評估

### (一) 重裝作業期間與完成後場界輻射劑量評估

根據「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第五條規定，處理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等效劑量，不得超過 0.25 mSv，並符合合理抑低原則。

由(表 7-6)與(表 7-7)分別於重裝作業期間與完成後對於場界劑量所增加之直接輻射與向天輻射劑量率與總年劑量評估結果。對於 15 個場界評估點，均低於 0.25 mSv/y 的限值。意即蘭嶼貯存場作業變更後之重裝作業，作業期間造成場外居民之年劑量影響，合乎法規訂定的年劑量限值。

### (二) 輻射工作人員輻射劑量評估

參考(表 7-29)工作人員推估接受輻射劑量彙整表，於進行現場作業時，需特別注意輻射工作人員之輻射劑量管制。

### (三) 場內運送輻射劑量評估

場內運送輻射劑量評估結果(如表 7-34)，其對場界之年劑量影響非常低微。

### (四) 場內意外事件輻射劑量評估

參考場內意外事件輻射劑量評估結果，當發生意外事件而需進行處理時，需特別注意輻射工作人員之劑量管制，並依現場狀況進行輻射管

制措施、個人佩戴呼吸防護裝具及/或設置臨時輻射屏蔽，以降低所受輻射劑量。

執行本案重裝作業期間與運送過程對場界造成之年劑量評估結果，經彙總後(如表 7-36)，其結果低於法規訂定的年劑量限值。

表 7-36 重裝作業期間與運送過程對場界造成之輻射劑量

偵檢點	年劑量( $\mu\text{Sv/y}$ )			總年劑量( $\mu\text{Sv/y}$ )
	直接輻射	向天輻射	運送劑量	直接+向天+運送
1	7.182E-01	2.594E+01	6.326E-03	2.666E+01
2	1.262E+00	3.590E+01	7.717E-03	3.717E+01
3	2.255E+00	4.890E+01	9.473E-03	5.116E+01
4	5.497E+00	6.369E+01	1.110E-02	6.920E+01
5	1.445E+01	7.290E+01	1.198E-02	8.736E+01
6	2.421E+01	8.908E+01	1.364E-02	1.133E+02
7	4.520E+01	1.165E+02	1.801E-02	1.617E+02
8	1.977E+01	1.427E+02	2.281E-02	1.625E+02
9	2.900E+00	1.862E+02	2.956E-02	1.891E+02
10	4.710E+00	1.650E+02	6.384E-02	1.698E+02
11	2.422E+00	9.855E+01	5.838E-02	1.010E+02
12	3.442E+00	7.165E+01	5.488E-02	7.515E+01
13	1.075E+01	7.137E+01	8.115E-02	8.220E+01
14	2.157E+00	4.089E+01	5.580E-02	4.310E+01
15	1.267E+00	1.714E+01	1.788E-02	1.842E+01

\*: 佔用因數: 402/8760

## 第八章、意外事件之應變措施

為因應「提升蘭嶼貯存場營運安全實施計畫」作業期間意外事故發生時，迅速適當執行各項應變及處理措施，以防止災害擴大，確保工作人員與民眾健康與安全，擬訂應採取之緊急措施。對於重裝作業過程中可能發生之異常或意外災害事件，採取之應變處理措施，使本計畫相關人員能及時進行緊急處理、組織動員，以防止事故擴大，合理抑低人員可能接受之輻射劑量，使意外事件對人員、設備之損失與環境影響降至最低。相關應變措施參考「蘭嶼貯存場銹蝕破損廢棄物桶檢整重裝作業工作計劃書」與經由前述章節分析評估後，所發生最嚴重假想意外事故時仍屬場內事件，未涉及場外緊急應變組織之動員；惟若萬一發生之意外事故超出前述最嚴重假想意外事故，而有涉及影響場外之虞者，則將依循蘭嶼貯存場緊急事故處理相關程序妥適應變處理。

### 一、意外事件種類

(一) 執行本計畫重裝、運貯作業中，可能發生之異常或緊急事件如下：

#### 1. 場內運送階段：

- (1) 貨車運送容器或「重裝容器」傾覆。
- (2) 鎖扣鬆脫運送停頓。
- (3) 貨車車禍後因漏油而引起燃燒。

#### 2. 運貯重裝階段：

- (1) 吊車或夾具故障。

(2)廢棄物桶或「重裝容器」墜落地面。

(3)通風系統故障。

(4)停電、斷電。

### 3. 回貯階段

(1)吊車故障。

(2)廢棄物桶或單一「重裝容器」傾覆。

### (二)壕溝之取桶及回貯作業之危害類型如下：

1. 墜落、滾落：指人體從建築物、施工架、機械、車輛、梯子、樓梯、斜面等墜落而言，例如人員自壕溝上跌落溝內。
2. 物體飛落：指以飛來物、落下物等為主體碰撞人體之情況而言，包含自己所提攜物體掉落腳上之情況。例如吊卸物落下碰撞人體或攜帶之物料、工具掉落脚上。
3. 物體倒塌、崩塌：指堆積物崩塌、倒塌而碰撞人體之情況而言，包含豎立物體倒下之情況。例如壕溝內堆疊豎立之廢棄物桶倒塌而碰撞溝內人員。
4. 被撞：指突飛來、落下、崩塌、倒塌等外，以物體為主碰撞人體之情況而言。例如吊放廢棄物桶時，因擺盪過大而撞及人體。
5. 被夾、被捲：指被物體夾入狀態及捲入狀態而被擠壓、撻挫之情況而言，例如使用吊卸容器、蓋板之夾具時，遭吊具夾傷。
6. 被切、割、擦傷：包含刀傷、使用工具中因物體之割傷、擦傷之情

況。例如切斷防水膠、防水膜時割傷。

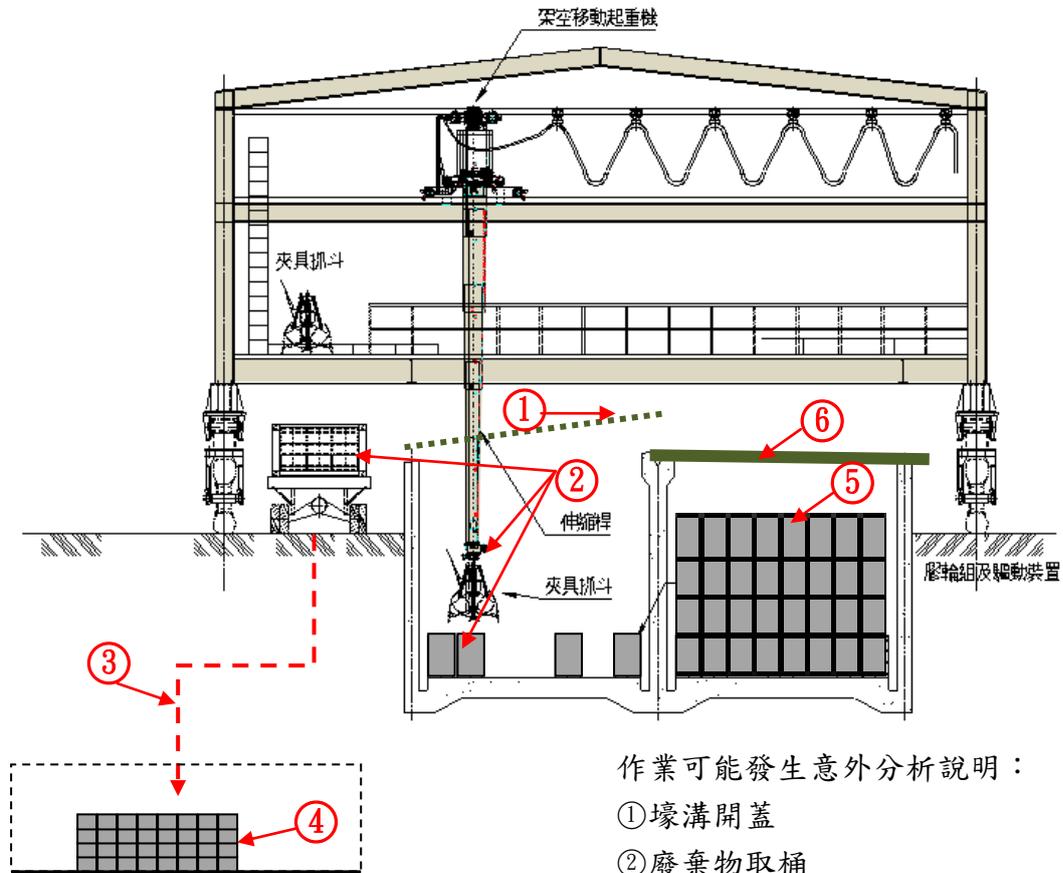
7. 與有害物之接觸：包含暴露於輻射線、缺氧症等有害環境下之情況。

8. 交通事故：除公共運輸車輛外，在事業單位工作場所內之交通事故，

例如運送容器之車輛所產生之交通事故、堆高機堆放容器時傾倒等。

(三) 針對運貯過程之取桶、重裝與貯存作業流程可能發生之危害類型，

其危害防止措施如(圖 8-1)與(表 8-1)。



作業可能發生意外分析說明：

- ① 壕溝開蓋
- ② 廢棄物取桶
- ③ 運輸至鋼構廠房暫存區
- ④ 鋼構廠房暫存區貯存與帳料登記紀錄
- ⑤ 「3x4 重裝容器」壕溝回存
- ⑥ 蓋板復原

註：相關作業意外危害預防措施參見(表 8-1)。

圖 8-1 取桶、重裝與貯存作業流程

表 8-1 取桶、重裝與貯存作業流程中危害類型及危害防止措施(1/4)

作業	危害類型		危害防止措施
	危害狀況	災害原因	
(1) 壕溝開蓋 / (6) 蓋板復原	墜落	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 人員未依規定由扶梯或爬梯上、下貯存溝。</li> <li>2. 過度勞累或精神不濟。</li> <li>3. 貯存溝開口未設安全圍籬。</li> <li>4. 指揮手墜落。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 嚴格要求人員由扶梯或爬梯上下壕溝。</li> <li>2. 作業過程中發現工作人員有精神狀態不佳者應暫停其工作。</li> <li>3. 壕溝開口範圍予以設置安全圍籬。</li> <li>4. 指揮手應配戴安全帶。</li> </ol>
	物體飛落 / 蓋板掉落	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 鋼索斷裂、鋼索吊掛未落實或脫鉤。</li> <li>2. 操作不當。</li> <li>3. 人員在禁止立入範圍內。</li> <li>4. 吊車手與吊掛手溝通不良。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用鋼索、吊具前應進行外觀檢查，鋼索若有打結、纏繞、折傷情形應更新。</li> <li>2. 壕溝蓋板、吊環應進行外觀檢查，若有異常，應暫停吊卸作業，並回報主辦課依其指示處理。</li> <li>3. 吊起蓋板 20~30 公分時應稍作停頓，檢視被吊物、吊環、鋼索是否正常。</li> <li>4. 吊車操作手應具有合格證照。</li> <li>5. 人員不得進入吊車迴轉半徑範圍內及吊掛物件之下方。</li> <li>6. 指揮手動作應清楚、一致，使吊車操作手明瞭，或採無線電對講機通話，保持溝通順暢。</li> </ol>
	切割與擦傷	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 切割時刀片斷裂脫落。</li> <li>2. 未戴防護手套。</li> <li>3. 切割姿勢不良。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用適當厚度刀片切割防水膠、防水膜。</li> <li>2. 穿戴手套進行切割作業。</li> <li>3. 切割動作謹慎、小心進行。</li> </ol>
	被吊鉤或鋼索夾傷	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 吊車手與指揮手溝通不良。</li> <li>2. 作業人員戴防護手套。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 指揮手動作應清楚、一致，使吊車操作手明瞭，或採無線電對講機通話，保持溝通順暢。</li> <li>2. 作業人員不宜穿戴手套進行吊掛作業。</li> </ol>
	被撞擊	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 吊車故障。</li> <li>2. 吊車操作不當。</li> <li>3. 吊車車體傾斜。</li> <li>4. 人員在禁止立入範圍內。</li> <li>5. 吊車車體搖動晃動。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 吊車應定期檢查，合格證應隨車攜帶。吊車使用前應進行自主檢查，並留存檢查紀錄。</li> <li>2. 吊車操作手應具有合格證照。</li> <li>3. 吊車前後支撐腳架應充分伸展，受力平均，必要時以鐵板鋪墊。</li> <li>4. 吊起壕溝蓋板時，人員應退至吊掛作業半徑外及運輸動線外。</li> <li>5. 吊車吊桿揚角控制在安全範圍內。</li> </ol>

表 8-1 取桶、重裝與貯存作業流程中危害類型及危害防止措施(2/4)

作業	危害類型		危害防止措施
	危害狀況	災害原因	
(2) 廢棄物取桶與重裝容器	與有害物質接觸（開蓋時之壕溝缺氧、有害氣體、直接輻射、核種濃度）	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 缺氧。</li> <li>2. 人員劑量異常。</li> <li>3. 人員污染。</li> <li>4. 人員空浮之防護器具使用不當。</li> <li>5. 運輸容器污染。</li> <li>6. 人員表面污染。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 壕溝開蓋後，先進行含氧量及有害氣體測定，含氧量不足（&lt;18%）或有害氣體濃度過高時，應進行通氣或換氣。</li> <li>2. 個人劑量警報器，於作業開始前依預定作業區之輻射強度設定適當之警報值。</li> <li>3. 壕溝進行除污、清溝或、破碎塊狀廢棄物時，依「呼吸防護面具使用標準」規定，人員適時穿著防護衣及配戴防護面具，作業區內設置連續式空浮偵檢器，由保健物理人員每隔 2 小時巡視紀錄乙次。</li> <li>4. 空浮取樣放射性物質濃度偵測值依「呼吸防護面具使用標準」規定：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 空浮放射性物質濃度小於 150 貝克／立方米（Bq/m<sup>3</sup>）不用配戴面具亦無任何限制。</li> <li>(2) 空浮放射性物質濃度大於或等於 150Bq/m<sup>3</sup> 及小於 500 Bq/ m<sup>3</sup> 時，不用戴面具，但停留此區域時間一週內不得超過 40 小時。</li> <li>(3) 空氣放射性物質濃度大於或等於 500 貝克／立方米則需依濃度之增加配戴各式呼吸面具。</li> </ol> </li> <li>5. 運輸容器外表進行偵測，若有輻射污染，應除污。</li> <li>6. 人員離開貯存溝時，於污染隔離墊前脫除防護衣物。</li> </ol>
	物體倒塌、崩塌	廢棄物桶倒塌（貯存四層廢棄物桶）。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 取桶時以階梯方式進行。</li> <li>2. 半傾倒狀態之廢棄物桶應使其豎立或橫放。</li> </ol>
	物體飛落（廢棄物桶）	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 鋼索斷裂、鋼索吊掛未落實或脫鈎。</li> <li>2. 操作不當。</li> <li>3. 人員在禁止立入範圍內。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用鋼索吊具前應進行外觀檢查。</li> <li>2. 吊起廢棄物桶約 20~30 公分時應稍作停頓，檢視被吊物及吊索是否正常。</li> <li>3. 吊車操作手應具有合格証照。</li> <li>4. 人員不得進入吊車迴轉半徑範圍內及吊掛物件之下方。</li> </ol>

表 8-1 取桶、重裝與貯存作業流程中危害類型及危害防止措施(3/4)

作業	危害類型		危害防止措施
	危害狀況	災害原因	
(3) 運輸至鋼構廠房	交通事故	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 車禍。</li> <li>2. 車輛故障。</li> <li>3. 酒醉駕駛。</li> <li>4. 運輸容器未依規定安放及固定。</li> <li>5. 未依規定路線行駛。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 運輸車輛由具合格駕照人員駕駛。</li> <li>2. 運輸車輛使用前應進行自主檢查，並留存檢查紀錄。</li> <li>3. 駕駛員工作時間內嚴禁喝酒，心神恍惚者嚴禁其工作。</li> <li>4. 運輸前確認運輸容器放置平穩，並控制行車速度在 25 km/hr 以下。</li> <li>5. 勤前提醒並嚴格要求駕駛依據規定路線行駛。</li> </ol>
(4) 鋼構廠房暫存	物體倒塌、崩塌（重裝容器）	「重裝容器」倒塌或塌陷。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 回貯「3x4 重裝容器」時，以階梯方式進行疊放。</li> <li>2. 「3x4 重裝容器」疊放時應保持平整與豎立。</li> </ol>
	被撞擊	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 堆高機故障。</li> <li>2. 堆高機操作不當。</li> <li>3. 堆高機車體傾斜。</li> <li>4. 人員在禁止立入範圍內。</li> <li>5. 堆高機車體搖動晃動。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 堆高機應定期檢查，合格證應隨車攜帶。吊車使用前應進行自主檢查，並留存檢查紀錄。</li> <li>2. 堆高機操作手應具有合格證照。</li> <li>3. 堆高機貯存溝蓋板時，人員應退至吊掛作業半徑外及運輸動線外。</li> <li>4. 堆高機提放高度控制在安全範圍內。</li> </ol>
	與有害物質接觸	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 人員劑量異常。</li> <li>2. 人員空浮防護器具使用不當。</li> <li>3. 容器表面污染。</li> <li>4. 人員表面污染。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 個人劑量警報器，於作業開始前依預定作業區之輻射強度設定適當之警報值。</li> <li>2. 空浮取樣放射性物質濃度偵測值依「呼吸防護面具使用標準」規定</li> <li>3. 運輸容器外表進行偵測，若有輻射污染，應除污。</li> <li>4. 人員離開壕溝時，於污染隔離墊前脫除防護衣物。</li> </ol>

表 8-1 取桶、重裝與貯存作業流程中危害類型及危害防止措施(4/4)

作 業	危 害 類 型		危 害 防 止 措 施
	危害狀況	災害原因	
(5) 重裝容器壕溝回貯	與有害物質接觸(開蓋時壕溝缺氧、有害氣體、直接輻射、核種濃度)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 缺氧。</li> <li>2. 人員劑量異常。</li> <li>3. 人員空浮防護器具使用不當。</li> <li>4. 容器表面污染。</li> <li>5. 人員表面污染。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 壕溝開蓋後，先進行含氧量及有害氣體測定，含氧量不足 (&lt;18%) 或有害氣體濃度過高時，應進行通氣或換氣。</li> <li>2. 個人劑量警報器，於作業開始前依預定作業區之輻射強度設定適當之警報值。</li> <li>3. 空浮取樣放射性物質濃度偵測值依「呼吸防護面具使用標準」規定               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 空浮放射性物質濃度小於 150 貝克/立方米 (Bq/m<sup>3</sup>) 不用配戴面具亦無任何限制。</li> <li>(2) 空浮放射性物質濃度大於或等於 150Bq/m<sup>3</sup> 及小於 500 Bq/ m<sup>3</sup> 時，不用戴面具，但停留此區域時間一週內不得超過 40 小時。</li> <li>(3) 空氣放射性物質濃度大於或等於 500 貝克/立方米則需依濃度之增加配戴各式呼吸面具。</li> </ol> </li> <li>4. 運輸容器外表進行偵測，若有輻射汙染，應除污。</li> <li>5. 人員離開壕溝時，於污染隔離墊前脫除防護衣物。</li> </ol>
	「重裝容器」倒塌、崩塌	廢棄物桶倒塌或塌陷。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 回貯「3x4 重裝容器」時，以階梯方式進行疊放。</li> <li>2. 「3x4 重裝容器」疊放時應保持平整與豎立。</li> </ol>
	墜落	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 未依規定人員由扶梯或爬梯上、下貯存。</li> <li>2. 過度勞累或精神不濟。</li> <li>3. 壕溝開口未設安全圍籬。</li> <li>4. 指揮手墜落。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 人員由扶梯或爬梯上下貯存溝。</li> <li>2. 作業過程中發現工作人員有精神狀態不佳者應暫停其工作。</li> <li>3. 壕溝開口範圍予以設置安全圍籬。</li> <li>4. 指揮手應配戴安全帶。</li> </ol>

## 二、意外事故之通報

### (一) 意外事故發生時之通報

執行本計畫作業時，如發生前節所述之意外事件時，作業人員應立即向蘭嶼貯存場經理或其代理人報告，經理或其代理人則立即以「電話通報」核能後端營運處處長/副處長，15 分鐘內填妥「台灣電力公司各類災害及緊急事件速報表」提報(如表 8-2)，並依「台灣電力公司各類災害及緊急事件速報程序流程」規定(如表 8-3)，依災害等級以電話及填製(表 8-2)提報，如為工業安全衛生災害事故，應於工安事故發生 3 日內提出報告

1. 上班時間：速報表電傳「核能後端營運處辦公室」，由「處辦公室」依事件狀況、類別、及嚴重性，分別轉通報總管理處、國營會、原能會核安監管中心、或其他相關單位。
2. 下班時間：速報表內容向處長/副處長報告並奉核定後，經理（或其代理人）核章後送處內安管組，依事件狀況、類別、及嚴重性，電傳總管理處、國營會、原能會核安監管中心、或其他相關單位。

### (二) 意外事件緊急應變小組及成員

蘭嶼貯存場經理應視意外事件之狀況及嚴重性，迅速通知動員「意外事件應變小組」執行事件處理工作，使事件之影響降至最低程度，其意外事件應變小組及成員(如圖 8-2)。

### (三) 意外事件發生後

事件發生後，若有新狀況或衍生持續性事件，蘭嶼貯存場應隨時依「核能後端營運處異常事件電話通報程序書」規定，以傳真方式通報核能後端營運處「處辦公室」。

表 8-2 台灣電力公司各類災害及緊急事件速報表

單位：

速報時間： 年 月 日 時 分 (第 報)

事故類別	<input type="checkbox"/> 公用氣體與油料管線、輸電線路災害 <input type="checkbox"/> A 天然災害 <input type="checkbox"/> B 生產事故 <input type="checkbox"/> C 工安衛生 <input type="checkbox"/> D 環保 <input type="checkbox"/> E 勞資 <input type="checkbox"/> F 其他		
事故等級	<input type="checkbox"/> 有新聞媒體報導，引起廣泛注意者 <input type="checkbox"/> 甲級狀況 <input type="checkbox"/> 乙級狀況 <input type="checkbox"/> 丙級狀況 (或 <input type="checkbox"/> 達通報行政院甲級災害規模)		
事故名稱			
發生時間	年 月 日 時 分	發生地點	
發生原因 (事故情況) 或 訴求事項			
處理情形			
擬採對策			
人員傷亡	死亡	人(員工 人, 其他人士 人)	
	受傷	人(員工 人, 其他人士 人)	
財物損失			

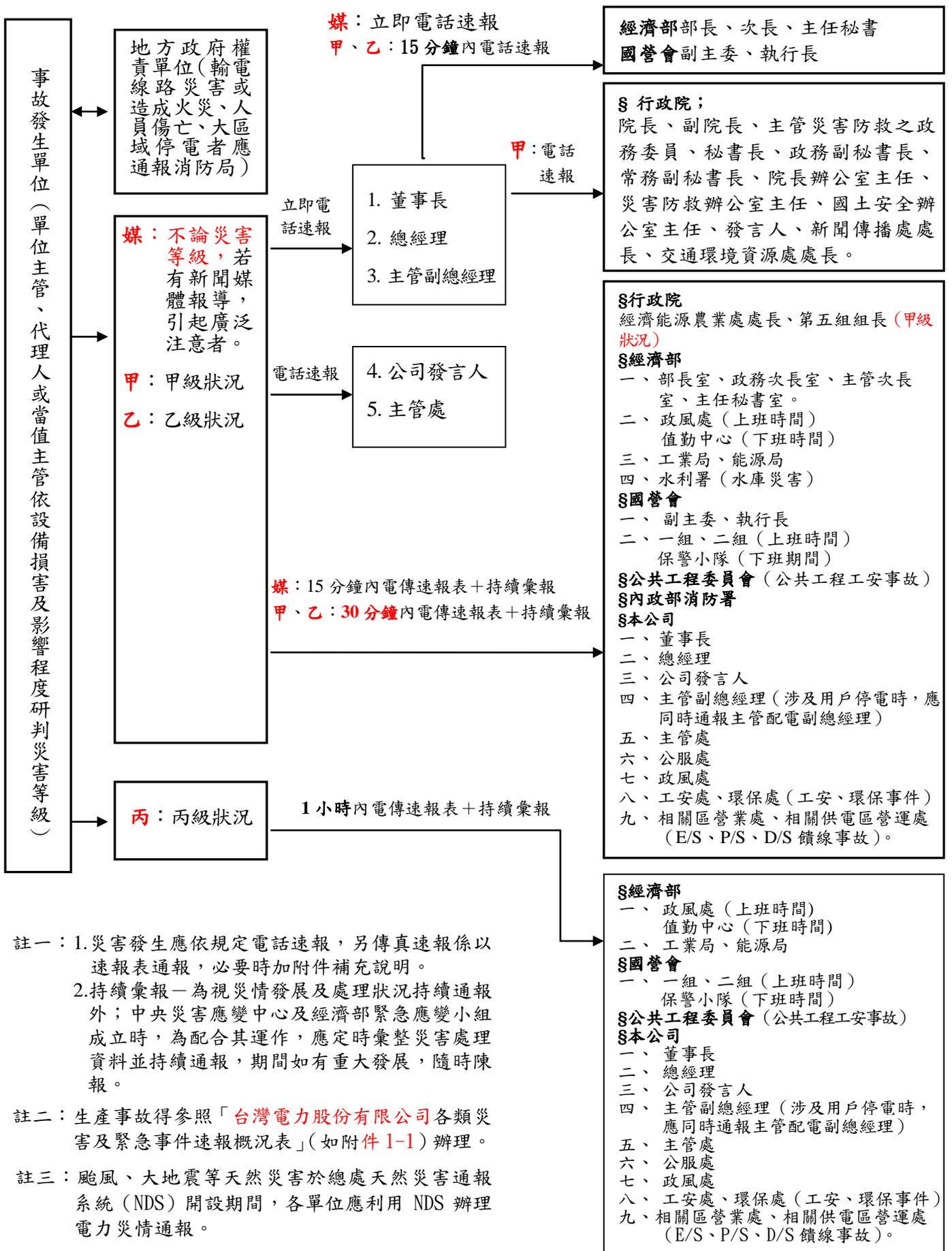
承辦人：

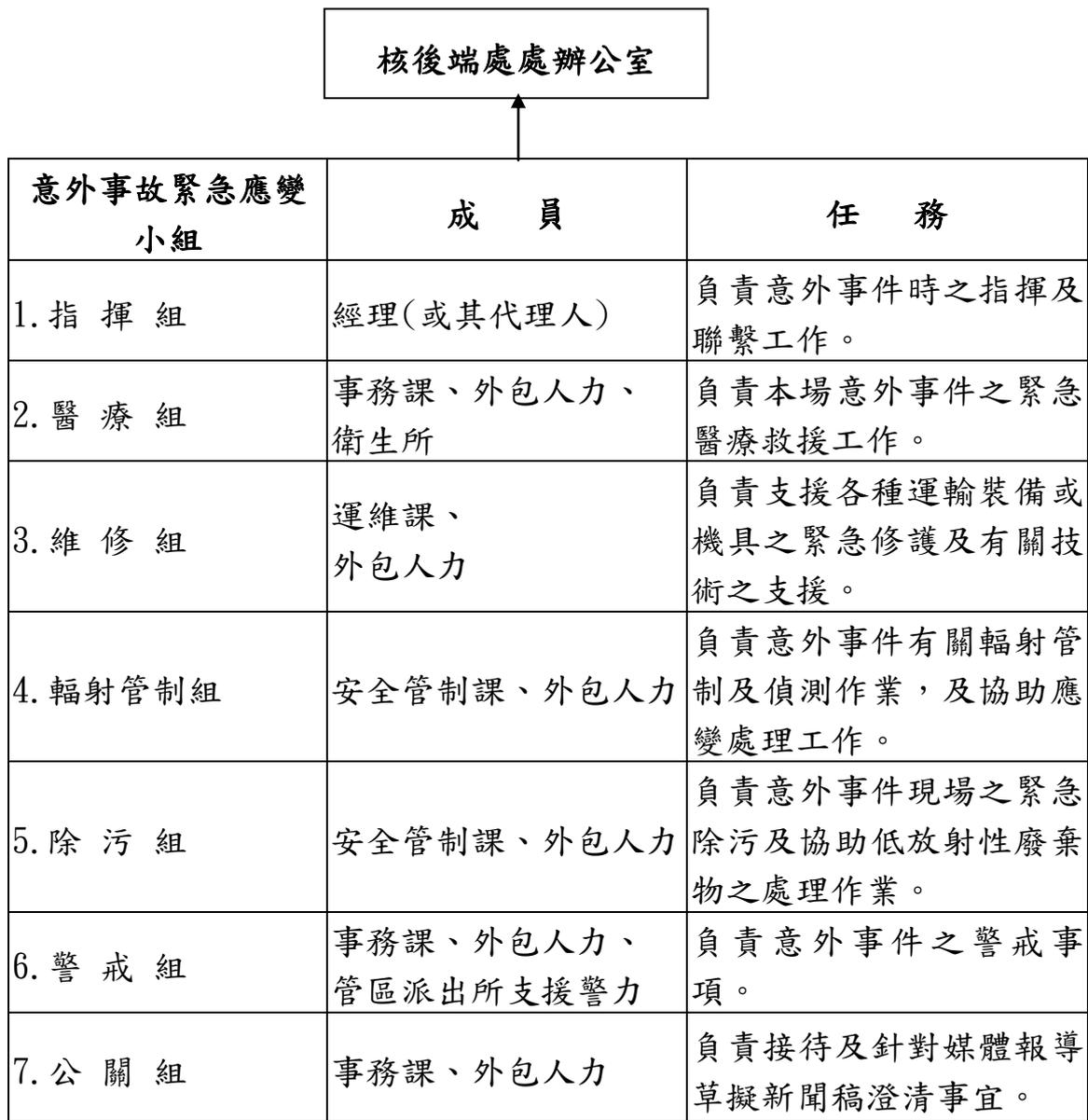
發生單位主管：

電話：

單位	速報對象	通報打 ✓	應速報類別	單位	速報對象	通報打 ✓	應速報類別	
經濟部	部長室		甲、乙級狀況 重大供電事故 或可能引起新聞 媒體廣泛報導	台電公司	董事長		ABCDEF	
	政務次長室				總經理		ABCDEF	
	主管次長室				主管策略行政系統副總經理		ABCDEF	
	主任秘書(室)				主管財會資源系統副總經理		ABCDEF	
	政風處(上班時間)		ABCDEF		主管配售電系統副總經理		ABCDEF	
	值勤中心(下班時間)		ABCDEF		主管水火力發電系統副總經理		ABCDEF	
	國營會	副主委兼執行長			同 部長室	主管核能發電系統副總經理		ABCDEF
		二組一科 科長			ABCDEF	主管輸供電系統副總經理		ABCDEF
		一組			CDF	主管營建工程系統副總經理		ABCDEF
		保警小隊(下班)			ABCDEF	公司發言人		ABCDEF
能源局(電力組公用電業科)		AB	專總		ABCDEF			
工業局 金屬機電組重機電科		AB(工業區停電)	專總		ABCDEF			
水利署		水庫災害事故	政風處		ABCDEF			
公共工程委員會工程管理處(第二科)		公共工程工安事故	公服處 新聞組組長		ABCDEF			
行政院第五組			主管處 處長		ABCDEF			
行政院經濟能源農業處		甲級狀況	配電處 處長		ABCDEF			
內政部消防署		甲、乙級狀況	配電處 副處長(二)		ABCDEF			
註：請依相關規定通報當地勞動檢查機構、環保、消防、警察、醫療救護等單位。				配電處 連轉維護組長		ABCDEF		
				供電處 連轉組		ABCDEF		
				區營業處		ABCDEF		
				客服中心		ABCDEF		
				供電區營運處		ABCDEF		
				工業安全衛生處 處長		CF		
				工業安全衛生處 查核評鑑組組長		CF		
				環境保護處 處長		DF		
				環境保護處 污染防治組組長		DF		
				直轄市、縣(市)政府消防局		ABF		

表 8-3 台灣電力公司各類災害及緊急事件速報程序流程





註：意外事件緊急應變小組之各組由課長擔任組長。

圖 8-2 意外事件緊急應變小組

### 三、權責

蘭嶼貯存場負責意外事件之現場處理、事件通報、協調聯絡、及善後工作等事宜，為使應變工作發揮最大效能，設立「意外事件緊急應變小組」，依權責編組區分為七個小組(如圖 8-2)，各組全則說明如下：

(一)指揮組：由蘭嶼貯存場經理(或其代理人)負責意外事件時之指揮及聯繫工作。

(二)醫療組：非固定編組，事故發生時視需要電請蘭嶼衛生所支援意外事件之緊急醫療救援工作。

(三)維修組：由蘭嶼貯存場維護課及貯運人員與相關外包人力負責支援各種運輸裝備或機具之緊急修護及有關技術之支援。

(四)輻射管制組：由蘭嶼貯存場保健物理人員負責意外事件有關輻射管制及偵測作業，及協助應變處理工作。

(五)除污組：由蘭嶼貯存場保健物理人員及相關外包人力負責意外事件現場之緊急除污及協助低放射性廢棄物之處理作業。

(六)警戒組：由蘭嶼貯存場保全人員及支援警力協助意外事件之警戒事項。

(七)公關組：由蘭嶼貯存場公關人員負責接待及針對媒體報導草擬新聞稿澄清事宜。

核能後端營運處「處辦公室」接獲蘭嶼貯存場意外事件通報後，應審查其通報內容並研判等級後，依本公司「各類災害及緊急事件速報程

序」規定，分別依循行政程序逐級通報。另「處辦公室」除應協助蘭嶼貯存場研擬適當之因應措施外，並視需要協調有關單位(核能發電處、核能安全處、核能技術處、……等單位)提供必要之支援，及協同公眾服務處處理有關新聞發佈等事宜。

發言人在事故發生後，對外發言由總處發言人或各單位指定發言人代表發言；搶修現場必須受訪時，則由現場職位最高者或其指定者發言。發言人報告後，其對外發言內容，需儘速通知公服處，俾做後續因應辦理。

#### 四、意外事件緊急應變方法

##### (一) 意外事件防止及其處理原則

1. 執行低放射性廢棄物桶運貯作業之人員，應接受游離輻射防護之訓練，作業時並應受輻射防護人員之監督。
2. 前項作業人員應受工安訓練，相關之運送設備及吊卸機具應定期執行保養維護及工安檢查，重裝及運貯作業均應嚴守工安守則，防止意外事件。
3. 低放射性廢棄物桶或容器發生墜落地面之意外事故時，運送人應先確認廢棄物桶或容器外表若未受損，則應優先吊回鋼構廠房檢視，否則，應以帆布或其他適當物品覆蓋，以免人員與散出放射性物質接觸，並將現場以圍籬及警示標誌隔離，並立即通知經理組成意外事件應變小組協助處理。隔離區域內除消防或急救人員

外，未經輻射專業人員檢查及督導處理前，其他人員不得進入或停留，人員受放射性污染或有污染之虞，應接受檢查及適當除污措施。

## (二) 意外事件處理程序

1. 意外事件發生，則立即暫停作業，採取有效緊急措施，防止意外事件擴大；輻射管制組與維修組進行意外事件的評估後並將實際狀況報告貯存場經理，再由經理指派各組進行緊急應變措施，蘭嶼貯存場意外事件緊急應變計畫作業流程如(圖 8-3)。於處理完畢後，再依「DNBM-G-5.2 異常事件通報作業程序書」規定於事件發現之日起 30 日內提報詳細書面報告送相關單位。
2. 意外事故排除後，依照事件之損害程度及修復方式與所需時間，實施復原工作其內容包含：
  - (1) 確認污染區域除污所須的時間，除污後區域之偵檢、污染拭跡試驗(Smear test) 等，須輻射防護人員確認無污染後，再恢復工作。
  - (2) 損害設備修復，經試運轉後訂定恢復運轉時間。
  - (3) 檢討意外事故發生原因，採取必要措施以防止相同意外再度發生。
  - (4) 依規定呈報權責單位核准後，恢復運轉。

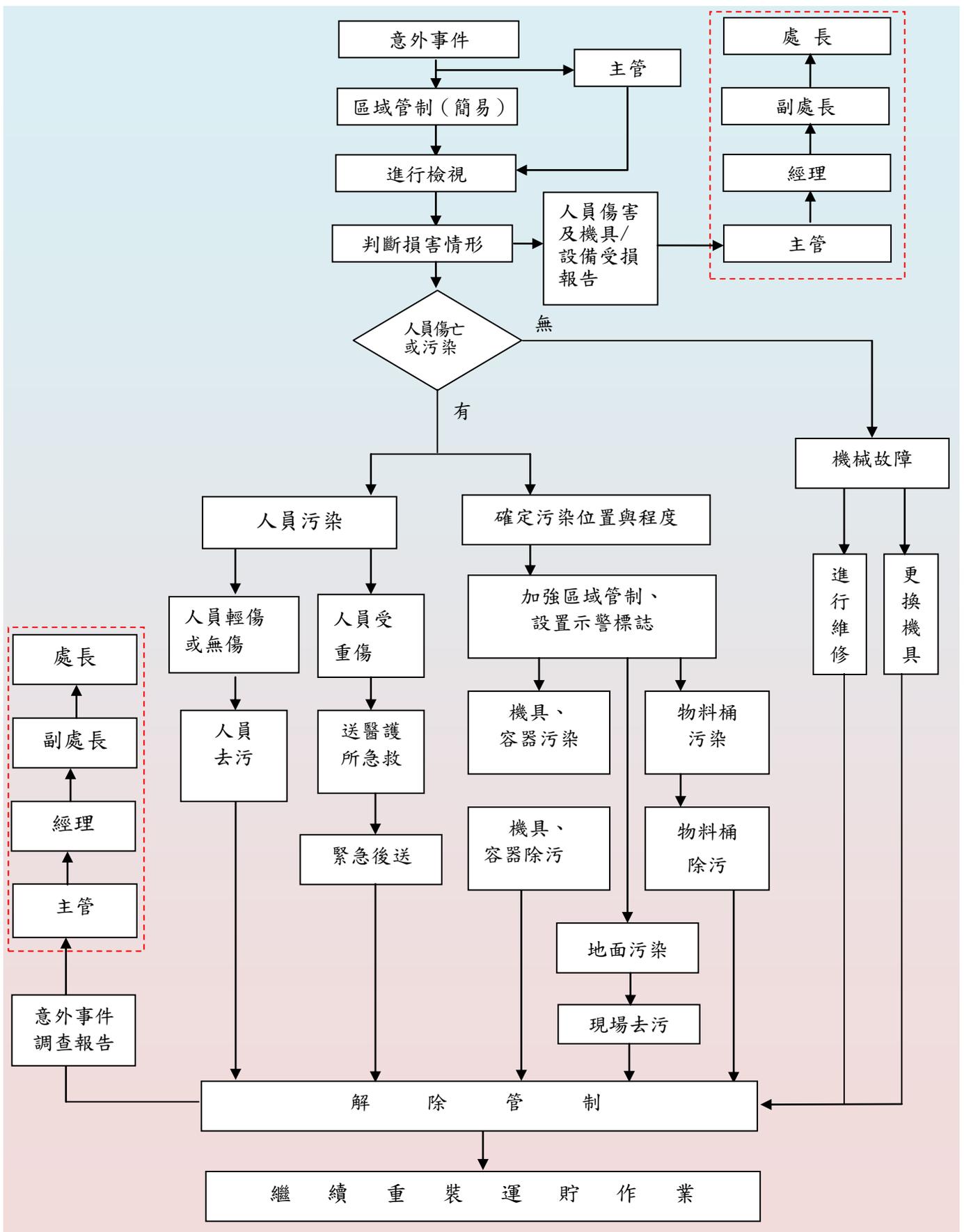


圖 8-3 意外事件緊急應變計畫作業流程

### (三) 意外事件及其應變措施

對於天災之防範，鑑於颱風來襲前，依氣象局發布之訊息，能提前先作防颱準備並停止系統之運轉；地震雖是無法預知，但因系統設計時已考慮防震，故所發生之影響，應已包括在意外事件處理之方法內。

#### 1. 場內運送階段

##### (1) 貨車或運送容器或「重裝容器」傾覆之處理要點

- A. 檢視人員受傷情形：如有人員受傷則由輻射管制組及醫療組與在場工作人員進行傷患之搶救工作，並安排急救送醫或緊急後送事宜，必要時由輻射管制組人員陪同送醫(以防污染擴散)。
- B. 輻射管制：輻射管制組立即對意外事件現場設立警戒線，警戒組進行管制，限制人員進出。輻射管制組進行運輸容器表面污染偵測及地面污染偵測以確定有無放射性物質外洩。
- C. 防止污染擴散及除污：若發現有污染情事，則立即採取有效措施，防止污染擴散。除污組開始進行受污染地面、運輸容器表面或機具之除污工作。
- D. 檢視機具受損狀況：維修組會同輻射管制組進行運輸容器及低放射性廢棄物桶受損狀況之檢視，必要時將廢棄物桶裝

入大套桶內，等待更進一步的處理。維修組在無污染之虞下，進行維修工作或更換運輸機具和對移位的運輸容器重新固定。

E. 預防措施：檢討原因並進行改善以避免類似情形再度發生。

### (2) 鎖扣鬆脫運送停頓之處理要點

檢查並固定所有鎖扣：現場作業暫停，維修組將鬆脫之鎖扣鎖緊並檢查其餘鎖扣，確定容器固定妥當無虞後繼續作業。

A. 預防措施：檢討鎖扣鬆脫之原因及加強人員訓練以避免類似情形再度發生。

### (3) 貨車車禍後因漏油而引起燃燒之處理要點

A. 滅火：使用滅火器或有效器材(如砂包、泥土等)撲滅火苗；尤其特別注意事件現場受傷人員身上著火之緊急處理(使用適當消防器材或令其倒地翻滾)。

B. 輻射管制：輻射管制組立即對意外事件現場設立警戒線，警戒組進行管制，限制人員進出。輻射管制組進行運輸容器表面污染偵測及地面污染偵測以確定有無放射性物質外洩。

C. 防止污染擴散及除污：若發現有污染情事，則立即採取有效措施，防止污染擴散。除污組開始進行受污染地面、運輸容器表面或機具之除污工作。

D. 受損狀況檢視及處理：維修組會同輻射管制組進行運輸容器及低放射性廢棄物桶受損狀況之檢視，必要時將 55 加侖廢棄物桶直接裝入「重裝容器」。維修組在無污染之虞下，進行維修工作或更換運輸機具和對移位的運輸容器重新固定。

E. 研判車禍之責任，詳細記錄。

## 2. 盛裝運貯階段

設備在維修之前，皆須先掛妥設備禁止操作卡，以保障維修人員之安全，再進行設備維修工作，維修工作完成後，須先確認，再拆除禁止操作卡後，恢復運轉。

### (1) 車故障之處理要點

- A. 若「取出單元」吊車故障，吊車手解離自動煞車裝置，工作人員利用維修平台進行維修。
- B. 若吊卸壕溝蓋板的吊車故障，則以現場備份的吊車繼續作業，故障吊車駛至維修區進行維修。
- C. 若「取出單元」夾具故障，維修人員會同輻射管制人員視情況配戴呼吸防護面具進入移動式廠房拆卸故障夾具，更換新品，機械故障排除後，經輻射管制組認可後繼續作業。

### (2) 55 加侖廢棄物桶或「重裝容器」墜落地面之處理要點

- A. 檢視人員受傷情形：現場作業暫停，如有人員受傷則由輻

射管制組及醫療組與在場工作人員進行傷患之搶救工作，並安排急救送醫或緊急後送事宜，必要時由輻射管制組人員陪同送醫(以防污染擴散)。

- B. 輻射管制：輻射管制組立即對意外事件現場設立警戒線，警戒組進行管制，限制人員進出。輻射管制組進行運輸容器表面污染偵測及地面污染偵測以確定有無放射性物質外洩。
- C. 防止污染擴散及除污：若發現有污染情事，則立即採取有效措施，防止污染擴散。除污組開始進行受污染地面、運輸容器表面或機具之除污工作。
- D. 檢視機具受損狀況：維修組會同輻射管制組進行運輸容器及低放射性廢棄物桶受損狀況之檢視，若容器內 55 加侖廢棄物桶傾倒出則立即以適當夾具將之吊回容器內。維修組在無污染之虞下，進行維修工作，於故障排除後繼續進行作業。
- E. 預防措施：檢討原因並進行改善以避免類似情形再度發生。

### (3) 停電、斷電之處理要點

- A. 臨時停電而緊急柴油引擎發電機為可用狀況
- B. 非預知性臨時停電時，使用備用照明及緊急柴油引擎發電機，留下部分人員將吊車所載物卸下及暫停廠區作業。

### C. 臨時停電且緊急柴油引擎發電機不可用狀況

若 300KW 緊急柴油引擎發電機在不可用狀況下，則請工作人員留下來，採用人力吊車所載物卸下。此時為保障工作人員的安全，除需穿防護衣物、橡皮手套外，並需採用半面式面具，以避免吸入污染，並需用足夠的臨時照明設備，以確保輻安與工安。

## 3. 回貯階段

### (1) 吊車故障之處理要點

吊車發現異常，應迅速將吊卸中之 55 加侖廢棄物桶或「重裝容器」放至地面。若嚴重故障無法操作，應立即以備用吊車將 55 加侖廢棄物桶或「重裝容器」吊下後，再進行吊車維修。維修前須先確定現場並無任何污染，修畢後即可繼續進行作業。

### (2) 55 加侖廢棄物桶或單一「重裝容器」傾覆之處理要點

輻射管制：輻射管制組立即對意外事件現場設立警戒線，警戒組進行管制，限制人員進出。輻射管制組進行運輸容器表面污染偵測及地面污染偵測以確定有無放射性物質外洩。

A. 防止污染擴散及除污：若發現有污染情事，則立即採取有效措施，防止污染擴散。除污組開始進行受污染地面、運輸容器表面或機具之除污工作。

- B. 視機具受損狀況：維修組會同輻射管制組進行運輸容器及低放射性廢棄物桶受損狀況之檢視，若 55 加侖廢棄物桶有變形或「重裝容器」受損，則送回「鋼構廠房」檢修，若未受損則續作相關貯存作業。維修組在無污染之虞下，進行維修工作，於故障排除後繼續進行作業。
- C. 預防措施：檢討原因並進行改善以避免類似情形再度發生。

## 五、意外事件應變設備及設施

### (一) 儀器設備

蓋革-牟勒計數器(0~1 mSv/hr)	管制站
游離腔 ( Ion Chamber ) (0~50 mSv/hr)	管制站
阿伐計數器(閃爍計數器或游離腔)	管制站
緊急柴油發電機	鋼構廠房
空氣取樣設備	管制站
個人劑量計 ( Personnel Dosimeter )	管制站

### (二) 除污設備

拖把、刷子、除污布、水桶	管制站
除污劑	管制站
真空吸塵器	管制站
輻射警告標誌、輻射示警繩	管制站
防護膠鞋及橡膠手套	管制站

以上儀器設備數量視需求情況設置。

## 六、維持緊急應變準備之能力

### (一) 緊急應變演練

針對緊急應變作業程序書內可能發生之項目，提報演練計畫書，進行模擬演習乙次，期使異常事件發生時所造成的影響降至最低程度。演練計畫書及演習時程，依本公司核安處規定時間彙總其

他核能設施之演習計畫後一併陳報物管局核備後實施。

## (二) 人員訓練

### 1. 輻射防護人員

輻射防護人員須具專業技術知識，參加蘭嶼貯存場舉辦之輻射防護講習與輻射防護協會舉辦之輻射防護訓練班，並領有原能會頒發的輻射防護人員證明書。

### 2. 運轉人員

將依「放射性物料管理法」第二十七條及放射性廢棄物處理設施運轉人員資格管理辦法（98.04.22）規定處理設施內，主要作業流程與運轉安全、處理效率相關之設備或儀具，應由運轉員或高級運轉員操作，負責指揮或調度責任之處理設施主管人員應取得高級運轉員核可証書。運轉員應施以 60 小時以上訓練，其中設施系統及操作程序之訓練時數應在 30 小時以上，一般訓練時數應在 30 小時以上高級運轉員施以 30 小時以上之設施管理，系統操作訓練及 30 小時一般訓練，並經主管機關筆試測驗合格取得原能會之合格證明書。課程安排內容至少包括實施計畫簡介、運貯作業與操作程序、工令單填寫說明、發電機組系統、料帳資訊管理系統、項目、空氣壓縮機系統教育訓練、公用系統及設備、設備異常事故處理、安全分析、放射性物料管理法、放射性廢棄物處理貯存及其設設施安全管理規則。擔任設施運轉人員於証書有效期

6 年內須再接受前述取証訓練（運轉員 60 小時，高級運轉員 60 小時）並取得及格證明；申請換發証照，依據前述運轉人員資格管理辦法施行前已取得處理設施運轉人員合格證明書者，得於其有效期間或本辦法施行之日起 2 年內，繼續操作原領合格證明書中載明之處理設施。

### 3. 其餘操作人員

依其參與之作業項目，施以適當時數之輻射安全與檢整作業流程訓練並經測試合格。

### 4. 緊急應變計畫有關之人員

緊急應變計畫有關之人員須接受一般之輻射防護講習，此類人員包括救火員、警衛、醫護人員等。

### 5. 其他

低放射性廢棄物桶之取出、處理、運送及貯存作業人員每年應參與緊急應變防護演練，演練內容依本節規定。

## 第九章、品質保證措施

為確保實施「提升蘭嶼貯存場營運安全實施計畫」作業能落實品質管制工作，擬定品質計畫及品質保證措施，建立完整品質保證系統，使運貯重裝作業人員能依據品質管制程序作業，達成本公司品質政策要求。

### 一、管理組織架構

本公司蘭嶼貯存場實施「提升營運安全計畫」之行政及技術支援管理組織架構如(圖 9-1)。本公司核能後端營運處為本案督導單位，該計畫有關之工業安全、輻射防護安全與改善等工作，將由本處相關單位依工作職掌，提供技術支援來協助蘭嶼貯存場。

本公司蘭嶼貯存場依工作分工，各課將督導承攬商執行本計畫(如圖 1-3)。承攬商人員編制應考量本計畫之運貯重裝作業包括壕溝蓋板開與回蓋、壕溝取桶作業、廢棄物桶吊卸、「重裝容器」運送、鋼構場房暫存、壕溝回貯作業，所需之指揮員、吊掛員、理貨員及移動式吊車、固定式吊車、卡車、堆高機之操作員，料帳系統操作及其他工安、輻安與管理支援之必要作業，相關人力需求將視實際情況調整。本公司將依現況作業需求調配相對適當人力，如輻射防護、工安、品質管制(包括現場檢驗及運貯所需「3x4 重裝容器」及「3x1 重裝容器」製程之駐廠檢驗)、廢棄物桶資料處理，以監督並確保本計畫作業順利執行與完成。

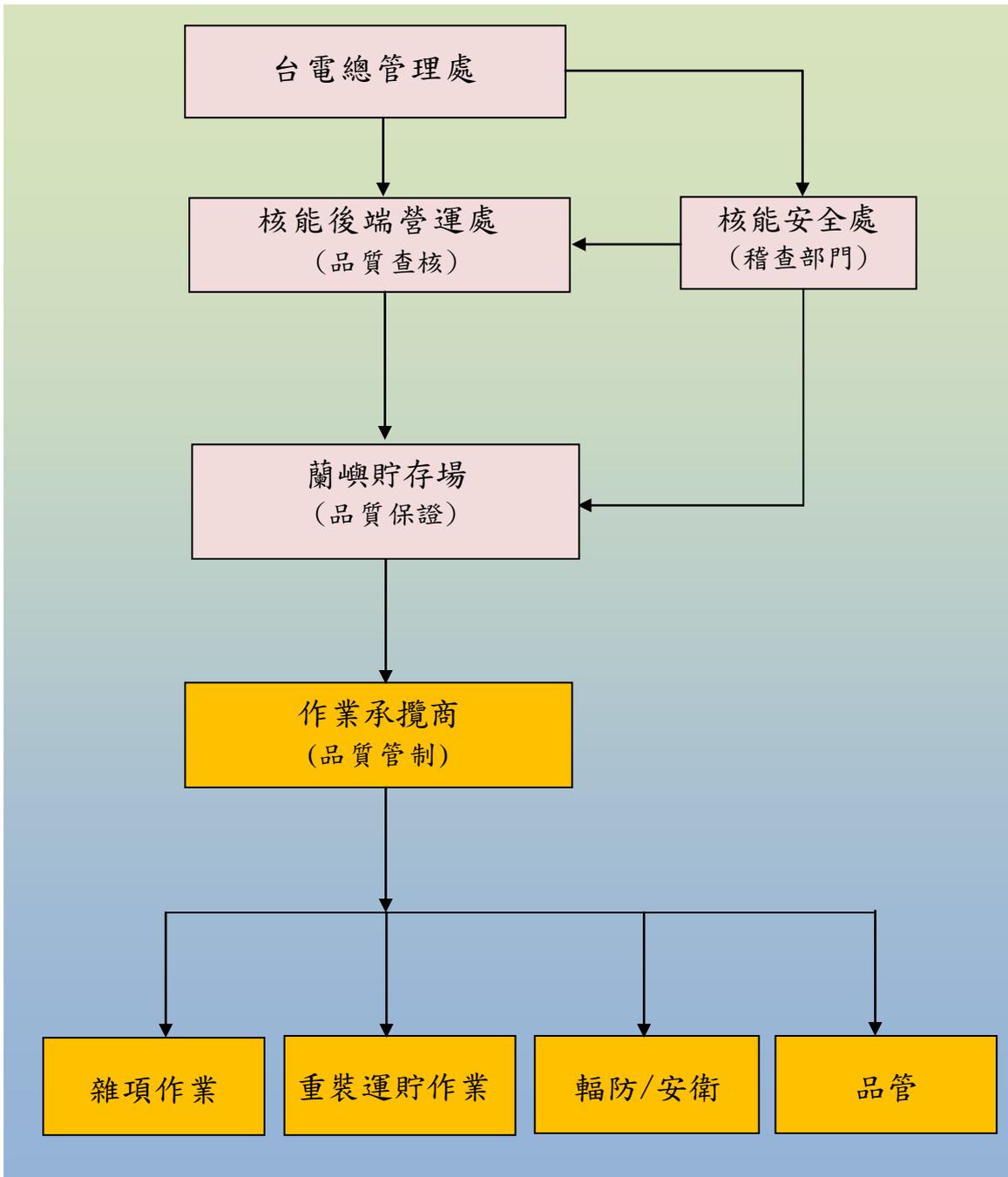


圖 9-1 本計畫管理組織架構

## 二、品質管理計畫

實施本計畫期間將遵照本公司「核能營運品質保證方案」及核能後端營運處相關作業程序書辦理。

### (一) 品質管理與查證

1. 核能安全處依權責範圍實施獨立審查與稽核作業。
2. 核能後端營運處將依 DNBM-G-18.1 、DNBM-G-16.1 等相關品質稽查程序書執行品質查證作業。
3. 承攬商將依本節相關品質管理程序書執行品質管制，並依重裝作業之相關程序書執行自主品管檢查。

### (二) 蘭嶼貯存場相關品質管理程序書

1. DNBM-L-5.5 蘭嶼貯存場運貯作業品質管制作業程序
2. DNBM-L-5.6 蘭嶼貯存場設施維護作業品質管制作業程序書。
3. DNBM-L-5.7 蘭嶼貯存場設計修改品質管制作業程序書。

### (三) 運貯重裝作業使用之「3x4 重裝容器」及「3x1 重裝容器」，必須依

「蘭嶼貯存場低放射性廢棄物熱浸鍍鋅重裝容器品質查證計畫」規定，執行容器製造前材料檢驗、容器製程中檢驗、鍍鋅作業及相關測試等之品質查證工作。

## 三、品質稽查作業

本公司核安處依權責範圍實施獨立品質稽查作業，核能後端營運處將執行品質查證作業，詳如圖 9-1。

## 四、改正作業

依據本公司蘭嶼貯存場稽查改正行動通知管制作業程序書 DNBM-G

-16.1 採取改正作業。

## 五、文件紀錄管制

(一) 蘭嶼貯存場需建立品質文件及紀錄之分類存檔結構或目錄，以利於查詢及存取。

(二) 品質文件及紀錄及其保存年限如(表 9-1)所列。

(三) 品質文件及紀錄管理系統

1. 為確保本計畫所有文件與紀錄能有效的管制與正確的使用，訂定品質文件及紀錄管理系統，對各類文件包括程序書、圖面/規範、各項實施計畫作業品管紀錄、品質查證紀錄、人員資格及訓練紀錄……等，分門別類，建檔保存，以供日後評鑑、驗收之查證及提供日後其他計畫之查閱及參考。

2. 對於公文往來、會議紀錄、品管文件（各項施工查證紀錄、檢驗與試驗報告、作業照片、改正報告）、估驗紀錄、設計書圖等予以個別彙整建檔。。

3. 文件紀錄編碼依據蘭嶼貯存場品質管理程序書編碼原則方式編製。

(1) 作業抽查或材料儀器設備查驗以外之文件，依本公司電腦化文書編輯作業系統統一分類、編號。

(2) 作業抽查或材料儀器設備抽驗文件之編號，按年、月、日、類別

由 1 開始編列登記。

(3) 為妥善管理本實施計畫作業期間之文件紀錄，將相關的文件紀錄分類如表 9-2 所示，如有不足之部分，則視作業上實際需求增加。

(四) 品質文件紀錄管理作業程序(品質文件紀錄管制流程參見圖 9-2)

1. 本實施計畫作業期間的公文，由蘭嶼貯存場依本公司電腦化文書編輯作業系統統一之格式建檔、歸類，與承攬商之相關檔案分類及保存年限區分表。公文正本由蘭嶼貯存場檔案室統一管理，以利公文之歸類、借閱及存檔，影本由相關單位保管，以利品保之執行與驗收前工程之抽查。
2. 文件核發:任何品質文件之編擬、審核、分發等均應依蘭嶼貯存場相關規定辦理。欲修改已頒布之品質文件時，仍應依相同程序辦理。
3. 文件歸檔:收到品質文件應予以分門別類，並經由文件管理員歸檔登錄管理，各檔案卷宗均應詳註清楚，以便查閱。
4. 資料借取及回檔：因需要可向經辦部門借出資料，借用人先填寫品質文件借閱申請單，經主管核准後始可借出。
5. 借用人應負責資料之完整，歸還時由經管人員檢查文件是否完整，並將歸還日期填入品質文件借閱申請單後歸檔。
6. 文件管理員應每月清查一次文件借閱申請單，如有逾期未還者，應填寫品質文件、紀錄借閱稽催單。

(五) 紀錄移轉及存檔：本實施計畫完工後，須製作文件清冊，將相關文

件及紀錄保存於蘭嶼貯存場，以供其執行、運轉與維護時參考。各經辦課須將作業期間之相關文件及紀錄妥善保存，存檔之年限如表

9-2 所列。主要之清冊項目如下：

1. 計畫契約
2. 設計圖說
3. 各項品管、工安與輻安等查核紀錄
4. 器材/設備報告
5. 竣工報告
6. 其他必要文件

表 9-1 品質文件紀錄種類及保存年限

品質文件紀錄種類	保存年限	保管單位
程序書	保存至遷場完成	蘭嶼貯存場安全管理課
契約、圖面、規範	永久保存	蘭嶼貯存場安全管理課
各項實施計畫作業品管紀錄	保存至遷場完成	蘭嶼貯存場安全管理課
熱浸鍍鋅重裝容器品質查證紀錄	保存至遷場完成	蘭嶼貯存場安全管理課
人員資格及訓練紀錄	保存至遷場完成	蘭嶼貯存場安全管理課
儀器校正紀錄	到儀器報廢為止	蘭嶼貯存場安全管理課
不合格報告	保存至遷場完成	蘭嶼貯存場安全管理課
各類意外事件之相關文件	永久保存	蘭嶼貯存場安全管理課
稽核紀錄	保存至遷場完成	蘭嶼貯存場安全管理課
實施計畫作業前工安、輻安措施檢核表	保存至遷場完成	蘭嶼貯存場安全管理課
實施計畫作業中現場工安、輻安措施檢核表	保存至遷場完成	蘭嶼貯存場安全管理課

表 9-2 文件紀錄分類代碼表

總類	總類代碼	細類	細類代碼	保存期限(建議)
計畫書	P	實施作業及品質計畫書	PQ	保存至遷場完成
		各項實施計畫作業品管紀錄	PA	保存至遷場完成
		材料出廠證明	PM	保存至遷場完成
估驗	B	向業主申請估驗	BU	保存至遷場完成
		作業照片	BP	保存至遷場完成
		承攬商估驗	BS	保存至遷場完成
圖說	D	合約、圖面與規範	DC	永久保存
		施工大樣圖	DS	永久保存
		變更設計圖	DR	永久保存
檢驗與查核	E	材料品質查驗紀錄表	EM	保存至遷場完成
		熱浸鍍鋅重裝容器品質查證紀錄	EQ	保存至遷場完成
		稽核紀錄	ER	保存至遷場完成
		實施計畫作業前工安、輻安措施檢核	EB	保存至遷場完成
		實施計畫作業中現場工安、輻安措施檢核	ED	保存至遷場完成
進度報告	G	工作日報表	GD	保存至遷場完成
		工作月進度表	GM	保存至遷場完成
會議與人員訓練記錄	R	工地檢討會	RW	保存至遷場完成
		品質督導小組	RQ	保存至遷場完成
		人員資格及訓練紀錄	RT	保存至遷場完成
		公文	RB	保存至遷場完成
試驗報告	T	儀器校正紀錄	TC	到儀器報廢為止
		其他試驗報告	TA	保存至遷場完成
品質缺失改善	Q	不合格報告及改善追蹤表	QA	保存至遷場完成
		各類意外事件之相關文件	QU	保存至遷場完成
		缺失改善照片	QR	保存至遷場完成

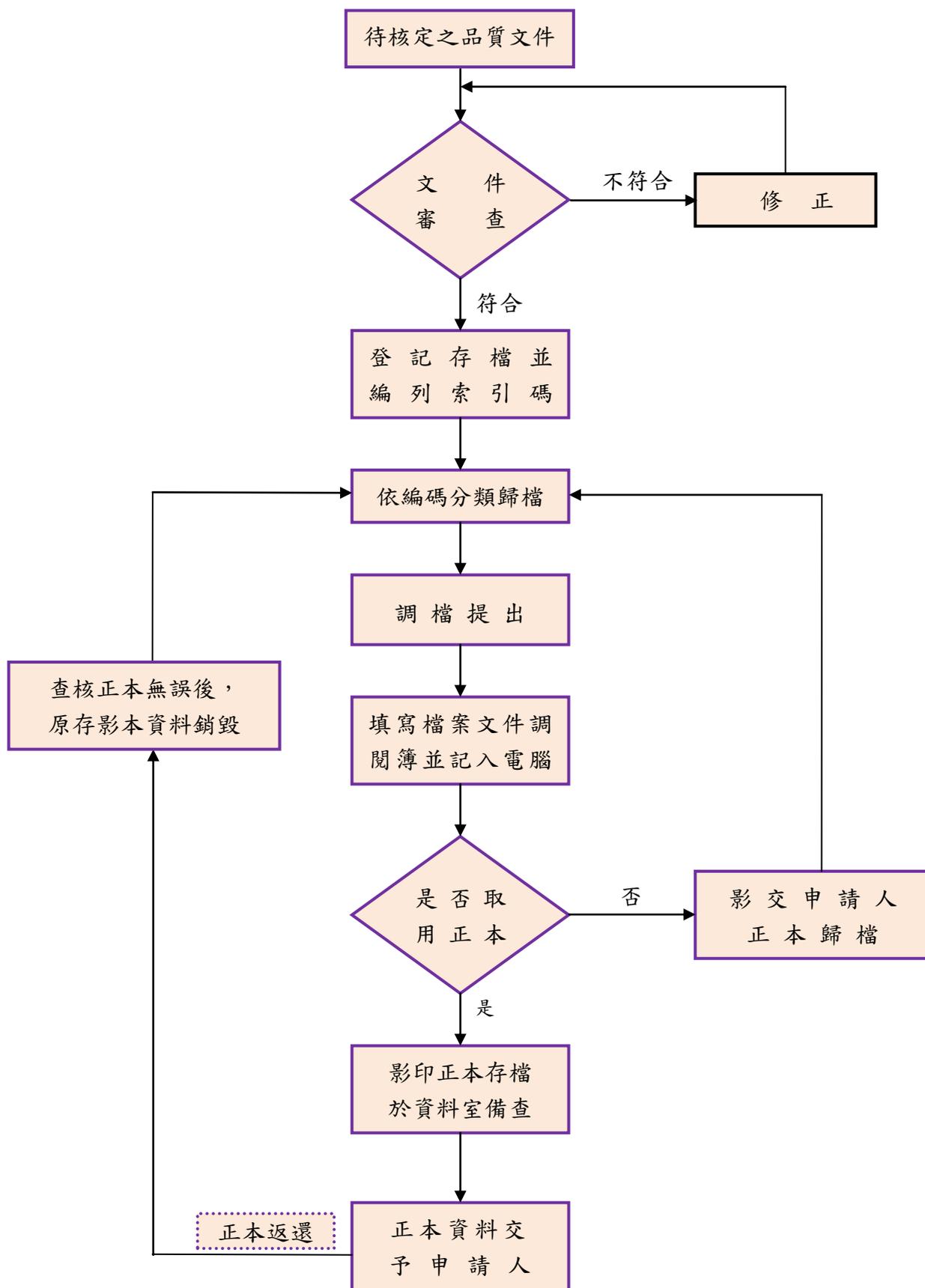


圖 9-2 品質文件紀錄管制流程

## 第十章、結語

本提升營運安全實施計畫係依據原能會於 101 年 12 月 20 日第 121 次放射性物料管制會議之第 647 議案決議，針對台電公司所提出之「提升蘭嶼貯存場營運安全之方案規劃報告」中所擬定採取之改善規劃方案，進行相關規劃與分析。本報告內容主要參照「放射性廢棄物處理貯存及其設施安全管理規則」第十八條，提出提升營運安全作業實施計畫報告，對壕溝內 55 加侖廢棄物桶之貯存方式進行改善，以增加廢棄物桶整體貯存耐久度。

本計畫藉由「3x4 重裝容器」之耐用特性，規劃將壕溝內 35,867 桶之 55 加侖廢棄物桶依其所含核種濃度，將廢棄物桶區分為 A、B、C、超 C 等四類，並依其類別分別盛裝於「3x4 重裝容器」，裝滿 12 桶後運送至「鋼構廠房」暫置，於料帳資料登載完整後待一定量後再回貯於壕溝內。對於壕溝內 953 桶自產廢棄物，其中 11 櫃以「3x4 重裝容器」盛裝、274 櫃以「3x1 重裝容器」盛裝，故不需再規劃新設貯存區。

為確保本計畫之安全可行，針對工作人員及環境所造成之輻射劑量影響予以評估，而工作人員進行現場作業時，應需特別注意輻射工作人員之輻射劑量管制。對於場界劑量所增加之直接輻射與向天輻射劑量率與總年劑量評估結果，15 個場界評估點，均低於 0.25 mSv/年的限值。對蘭嶼貯存場重裝作業期間對場外居民造成的年劑量，合乎法規訂定的年劑量限值。

另外對於提升營運安全重裝作業期間與運送過程對場界造成之年劑量評估結果，均低於法規訂定的年劑量限值。而壕溝與廢棄物桶運送過程對

場界造成之年劑量評估結果，均低於法規訂定的年劑量限值。

本計畫將配合「蘭嶼貯存場貯存設施十年再評估」，依檢視壕溝內 55 加侖廢棄物桶貯存狀況，再執行檢整後第一、二、四類等 55 加侖廢棄物桶 (合計總數約 35,867 桶)盛裝於「3×4 重裝容器」中，及 953 桶自產廢棄物盛裝於 11 櫃「3×4 重裝容器」與 274 櫃「3×1 重裝容器」，加計「3×4 重裝容器」及「3×1 重裝容器」製作時程，本計畫預估所需總作業時程約 38 個月，亦即在 3 年 2 個月內完成，可有效提升蘭嶼貯存場營運安全。

## 附錄 A

「鋼構廠房」A 棟自產廢棄物種類、活度  
及數量

「鋼構廠房」自產廢棄物統計表 [ <370Bq/kg ] (1/7)

盛裝方式		舊編號	檢整後新編號	內容物	重量/含桶 (kg)	表面劑量率 μSv/h	比活度(Bq/kg)		存放位置	備註
外包件	內包件						Cs-137	Co-60		
3x4容器 (97-0941) 1010630 60067PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3090	0.33	<MDA	31.04		
3x4容器 (97-1740) 1010630 60048PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3250	0.28	23.77	16.74		
3x4容器 (97-1353) 1010630 60060PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3030	0.58	51.57	<MDA		
3x4容器 (97-0993) 1010630 60045PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3060	0.68	56.65	<MDA		
3x4容器 (97-1573) 1010630 60057PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3130	0.47	<MDA	4.75		
3x4容器 (99-0464) 1010630 60066PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2960	0.49	<MDA	207.82		
3x4容器 (100-0160) 1010630 60100PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	6140	0.13	10.452	4.437		
3x4容器 (100-0163) 1010630 60107PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	4090	0.14	327	12.58		
3x4容器 (100-0188) 1010630 60109PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3350	0.28	9.244	5.628		
3x4容器 (100-0212) 1010630 60093PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	4500	0.12	3.5	1.35	鋼構廠房A棟	
3x4容器 (99-0508) 1010630 60083PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	4480	0.13	5.38	8.25		
3x4容器 (97-1929) 1010630 60173PC	NA	NA	NA	水泥包	4832	0.12	2.75	4.12		
3x4容器 (100-0016) 1010630 60174PC	NA	NA	NA	水泥包	5287	0.11	3.26	5.18		
3x4容器 (100-0081) 1010630 60175PC	NA	NA	NA	水泥包	4967	0.1	8.29	4.52		
3x4容器 (100-0157) 1010630 60176PC	NA	NA	NA	水泥包	5778	0.1	2.14	1.38		
3x4容器 (100-0091) 1010630 60177PC	NA	NA	NA	水泥包	5182	0.11	7.18	7.45		
3x4容器 (97-1876) 1010630 60178PC	NA	NA	NA	水泥包	4190	0.12	5.27	8.24		
3x4容器 (100-0178) 1010630 60179PC	NA	NA	NA	水泥飛灰	4287	0.14	8.933	10.587		
3x4容器 (100-0193) 1010630 60180PC	NA	NA	NA	水泥飛灰	5246	0.1	18.189	17.427		

「鋼構廠房」自產廢棄物統計表 [ <370Bq/kg ] (2/7)

盛裝方式		舊編號	檢整後新編號	內容物	重量/含桶 (kg)	表面劑量率 μSv/h	比活度(Bq/kg)		備註
外包件	內包件						Cs-137	Co-60	
3x4容器 (100-0206) 1010630 60080PC	NA	NA	NA	帆布、取出單元橡膠氣囊、墊片	3400	1.22	4.38	3.7	鋼構廠房A棟
3x4容器 (100-0113) 1010630 60016XC	NA	NA	NA	大遮A、B物件配電箱、電線、水銀燈罩、通風扇、燈	3270	0.18	10.69	98.72	
3x4容器 (100-0002) 1010630 60018XC	NA	NA	NA	小A遮蔽物件、配件、冷氣、天車、配電箱、排風機	3360	0.15	89.64	74.32	
3x4容器 (97-1762) 1010630 60050PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2680	3.62	107.95	<MDA	
3x4容器 (97-1907) 1010630 60070PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2850	1.11	<MDA	160.14	
3x4容器 (97-2026) 1010630 60123PC	NA	NA	NA	第四類桶蓋 + 束環	3820	5.4	334.44	13.655	
3x4容器 (98-0183) 1010630 60061PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3150	0.18	36.25	<MDA	
3x4容器 (98-0338) 1010630 60074PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3040	0.64	281.78	13.26	
3x4容器 (99-0556) 1010630 60139XC	NA	NA	NA	絕對過濾網24只	5060	0.16	100.1	256.07	
3x4容器 (99-0091) 1010630 60075PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2580	0.58	226.2	7.05	
3x4容器 (100-0079) 1010630 60121PC	NA	NA	NA	第四類桶蓋 + 束環	3540	5.05	22.42	9.03	
3x4容器 (100-0127) 1010630 60130PC	NA	NA	NA	第四類桶蓋 + 束環	3060	1.32	107.91	97.756	
3x4容器 (99-0451) 1010630 60114XC	NA	NA	NA	自產廢棄物(一般垃圾)	4410	1.54	230.4	33.608	
3x4容器 (98-1140) 1010630 60082PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3910	0.13	17.69	9.16	
3x4容器 (99-0389) 1010630 60105PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3220	0.32	6.64	<MDA	
3x4容器 (99-0516) 1010630 60081PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	4070	0.14	90.27	1.92	
3x4容器 (99-0563) 1010630 60086PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	4450	0.13	7.78	4.17	
3x4容器 (97-1495) 1010630 60084PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3730	0.19	12.73	3.18	
3x4容器 (98-0206) 1010630 60085PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	4080	0.13	11.5	50.69	

「鋼構廠房」自產廢棄物統計表 [ <370Bq/kg ] (3/7)

盛裝方式		舊編號	檢整後新編號	內容物	重量/含桶 (kg)	表面劑量率 μSv/h	比活度(Bq/kg)		存放位置	備註
外包件	內包件						Cs-137	Co-60		
3x4容器 (99-0454) 1010630 60102PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3700	0.1	7.687	<MDA		
3x4容器 (97-1911) 1010630 60089PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3720	0.16	8.933	10.587		
3x4容器 (100-0138) 1010630 60092PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3950	0.14	14.22	4.93		
3x4容器 (97-0943) 1010630 60095PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3790	0.17	6.6	20.2		
3x4容器 (100-0159) 1010630 60087PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3540	0.15	4.219	1.985		
3x4容器 (97-1930) 1010630 60091PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3600	0.17	13.89	5.3		
3x4容器 (94-438) 1010630 60040XC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2800	2.08	<MDA	16.85		
3x4容器 (97-1635) 1010630 60171PC	NA	NA	NA	處理中心自產廢棄物	6200	1.83	74.31	162.73		
3x4容器 (94-449) 1010630 60030PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2750	0.85	49.81	<MDA		
3x4容器 (95-034) 1010630 60052PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2820	0.43	<MDA	16.48	鋼構廠房A棟	
3x4容器 (100-0221) 1010630 60124PC	NA	NA	NA	第四類桶蓋 + 束環	3250	1.6	32.64	10.5		
3x4容器 (95-132) 1010630 60131PC	NA	NA	NA	第四類桶蓋 + 束環	3100	1.08	355.44	251.91		
3x4容器 (95-072) 1010630 60035PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2950	0.39	182.29	<MDA		
3x4容器 (95-330) 1010630 60053PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3080	1.26	<MDA	148.32		
3x4容器 (95-175) 1010630 60055PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2970	0.8	<MDA	23.11		
3x4容器 (95-213) 1010630 60023PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2980	0.99	55.93	25.72		
3x4容器 (95-266) 1010630 60071PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2700	1.86	<MDA	21.15		
3x4容器 (95-277) 1010630 60049PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2920	0.28	9.25	<MDA		
3x4容器 (100-0022) 1010630 60101PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3670	0.18	12.73	<MDA		

「鋼構廠房」自產廢棄物統計表 [ <370Bq/kg ] 4/7

盛裝方式		舊編號	檢整後新編號	內容物	重量/含桶 (kg)	表面耐量率 μSv/h	比活度(Bq/kg)		存放位置	備註
外包件	內包件						Cs-137	Co-60		
3x4容器 (100-0027) 1010630 60106PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3920	0.16	<MDA	4.675		
3x4容器 (100-0032) 1010630 60094PC(B)	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3670	0.12	8.524	8.062		
3x4容器 (100-0072) 1010630 60104PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	4430	0.22	11.55	7.94		
3x4容器 (100-0074) 1010630 60090PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	4240	0.22	14.41	18.72		
3x4容器 (100-0078) 1010630 60103PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3610	0.09	1.683	4.213		
3x4容器 (100-0107) 1010630 60097PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	4350	0.28	2.74	3.6		
3x4容器 (100-0118) 1010630 60017XC	NA	NA	NA	小A遮蔽物件、配件、冷氣、 天車、配電箱、排風機	3460	0.28	23.15	18.45		
3x4容器 (97-1943) 1010630 60122PC	NA	NA	NA	束環+橡皮+鐵	3410	1.4	18.15	22.02		
3x4容器 (99-0546) 1010630 60137XC	NA	NA	NA	絕對過濾器24只	3060	0.18	15.13	93.51		
3x4容器 (97-1261) 1010630 60140XC	NA	NA	NA	前置濾網56只	5510	0.16	25.47	12.64		
3x4容器 (100-0122) 1010630 60094PC(A)	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3750	0.2	5.062	11.958	鋼構廠房A棟	
3x4容器 (100-0124) 1010630 60096PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3820	0.16	3.77	2.73		
3x4容器 (100-0132A) 1010630 60099PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	4600	0.19	<MDA	12		
3x4容器 (100-0132B) 1010630 60098PC	NA	NA	NA	自產廢棄物(PU膜)	3640	0.14	2.53	1		
3x4容器 (97-1274) 1010630 60069PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3110	0.56	233.26	<MDA		
3x4容器 (97-1346) 1010630 60113XC	NA	NA	NA	自產廢棄物(一般垃圾)	3240	0.35	73.17	13.68		
3x4容器 (97-0010) 1010630 60064PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3170	0.39	56.28	<MDA		
3x4容器 (98-0574) 1010630 60044PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2990	0.89	<MDA	72.94		
3x4容器 (95-362) 1010630 60056PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2960	0.3	<MDA	34.27		
3x4容器 (95-402) 1010630 60062PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3080	0.87	9.38	<MDA		

「鋼構廠房」自產廢棄物統計表 [ <370Bq/kg ] (5/7)

盛裝方式		舊編號 (83加侖桶： #6, #7, #9, #10, #11, #13, #15, #16 , #18及 55加侖桶：#17- 1, #17-2, #21)	檢整後新編號	內容物	重量/含桶 (kg)	表面劑量率 μSv/h	比活度(Bq/kg)		存放位置	備註
外包件	內包件						Cs-137	Co-60		
3x4容器 (98-1460) 1010630 60073PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3100	0.28	<MDA	27.42		
3x4容器 (98-1487) 1010630 60068PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3180	0.56	68.91	<MDA		
3x4容器 (99-0465) 1010630 60058PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2880	0.65	84.17	<MDA		
3x4容器 (97-0658) 1010630 60065PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	3110	1.51	39.54	<MDA		
3x4容器 (100-0121) 1010630 60154XC	NA	NA	NA	處理中心自產廢棄物	3270	0.74	47.17	46.45		
3x4容器 (100-0129) 1010630 60021PC	NA	NA	NA	遮B物件電源線、風管、電源 箱、連風扇	3020	0.17	58.93	<MDA		
3x4容器 (100-0144) 1010630 60020PC	NA	NA	NA	鐵盤、排風機接縫框	3320	0.54	36.12	<MDA		
3x4容器 (94-331) 1010630 60132XC	NA	NA	NA	絕對過濾網11只、前置過濾 網32片、袋式過濾器10只	2850	0.18	90.41	87.62		
3x4容器 (97-0256) 1010630 60138XC	NA	NA	NA	絕對過濾網22只	5100	0.18	78.81	54.62		
3x4容器 (98-0625) 1010630 60136XC	NA	NA	NA	絕對過濾網13只、前置過濾 網50片、袋式過濾網20只	3020	0.15	28.34	24.19		
3x4容器 (100-0096) 1010630 60015XC	NA	NA	NA	空桶櫃	5750	109	43.8	41.78		
3x4容器 (99-0151) 1010630 60046PC	NA	NA	NA	第四類鐵皮	4310	0.33	43.67	<MDA		
3x4容器 (99-0527)	55加侖桶	NA	990907-60004SR	土壤	259	0.323	363	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60036FR	防護衣物	72	0.55	330	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60037FR	防護衣物	58	0.49	225	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60038FR	防護衣物	63	0.61	279	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60044PR	束環及螺栓	166	0.747	254	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60046PR	束環及螺栓	137	0.878	304	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60050PR	束環及螺栓	163	0.677	330	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60053PR	束環及螺栓	198	0.33	300	<MDA		
	55加侖桶	(#11)	1000329-60067SR	珊瑚碎碟	219	0.16	345	<MDA		
	55加侖桶	(#10)	1000329-60079SR	珊瑚碎碟	258	0.18	343	<MDA		

鋼構廠房A棟

「鋼構廠房」自產廢棄物統計表 [ <370Bq/kg ] (6/7)

盛裝方式		舊編號	檢整後新編號	內容物	重量/含桶 (kg)	表面劑量率 $\mu$ Sv/h	比活度 (Bq/kg)		存放位置	備註
外包件	內包件						Cs-137	Co-60		
3×4容器 (100-0099)	55加侖桶	NA	990909-60040SR	貯存溝周圍廢土	307	0.412	346	<MDA	鋼構廠房A棟	
	55加侖桶	NA	990909-60045PR	束環及螺栓	143	0.689	249	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60047PR	束環及螺栓	135	0.644	342	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60051PR	束環及螺栓	161	0.321	355	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60052PR	束環及螺栓	145	0.549	358	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60054PR	束環及螺栓	132	0.31	330	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60055PR	束環及螺栓	154	0.36	363	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60060SR	蒸發器周圍廢土	187	0.9	253	<MDA		
	55加侖桶	NA	990909-60061SR	鐵皮	127	0.333	353	256		
	55加侖桶	(#15)	1000329-60065SR	珊瑚碎礫	232	0.15	263	<MDA		
	55加侖桶	(#6+17-2)	1000329-60070SR	珊瑚碎礫	245	0.18	264	<MDA		
	55加侖桶	(#17-2)	1000329-60071SR	珊瑚碎礫	264	0.16	330	<MDA		
	55加侖桶	NA	1010630-60366PR	第四類鐵皮屑	280	25.6	123.54	<MDA		
	55加侖桶	NA	1010630-60373PR	第四類鐵皮屑	248	44.1	49.88	<MDA		
	55加侖桶	NA	1010630-60374PR	第四類鐵皮屑	326	52.3	4.85	<MDA		
3×4容器 (100-0058) 1010630 60156PC	55加侖桶	NA	1010630-60353PR	第四類鐵皮屑	314	82.6	363.34	125.73		
	55加侖桶	NA	1010630-60480PR	第四類鐵皮屑	304	71.26	129.85	198.88		
	55加侖桶	NA	1010630-60486PR	第四類鐵皮屑	286	18.4	86.19	194.1		
	55加侖桶	NA	1010630-60487PR	第四類鐵皮屑	337	19.8	222.62	173.52		
	55加侖桶	NA	1010630-60303PR	第四類鐵皮屑	284	90.7	80.292	62.81		
	55加侖桶	NA	1010630-60304PR	第四類鐵皮屑	248	36.5	82.27	27.51		
	55加侖桶	NA	1010630-60390PR	第四類鐵皮屑	280	20.8	25.21	138.53		
	55加侖桶	NA	1010630-60257PR	第四類鐵皮屑	232	62.3	42.43	42.24		
	55加侖桶	NA	1010630-60408XR	第四類鐵皮屑	195	0.14	116.72	307.06		
	NA	NA	NA	第四類鐵皮	2860	0.3	14.58	<MDA		
	NA	NA	NA	污泥	4867	0.13	293.45	182.7		
	NA	NA	NA	濾棉	2876	0.17	<MDA	<MDA		

「鋼構廠房」自產廢棄物統計表 [ <370Bq/kg ] (7/7)

盛裝方式		舊編號	檢整後新編號	內容物	重量/含桶 (kg)	表面劑量率 $\mu$ Sv/h	比活度(Bq/kg)		存放位置	備註
外包件	內包件						Cs-137	Co-60		
3x4容器 (97-1564) 1030220 60183XC	55加侖桶	NA	1030220-60560SR	蒸發器室周圍廢土	239	0.19	<MDA	26.689	鋼構廠房A棟	
	55加侖桶	NA	1030220-60561SR	蒸發器室周圍廢土	287	0.18	<MDA	24.527		
	55加侖桶	NA	1030220-60562SR	蒸發器室周圍廢土	304	0.14	<MDA	16.832		
	55加侖桶	NA	1030220-60563SR	蒸發器室周圍廢土	284	0.31	<MDA	20.164		
	55加侖桶	NA	1030220-60564SR	蒸發器室周圍廢土	276	0.15	<MDA	28.472		
	55加侖桶	NA	1030220-60565SR	蒸發器室周圍廢土	314	0.16	<MDA	30.218		
	55加侖桶	NA	1030220-60566SR	污泥	294	1.69	<MDA	<MDA		
	55加侖桶	NA	1030220-60567SR	污泥	287	1.34	<MDA	<MDA		
101年11月前自產廢棄物重量(含3x4容器和55加侖桶重)小計					<b>349, 996</b>					
3x4容器 (97-360) 1040318 60184BC	55加侖桶	NA	1040318-60575BR	飛灰	174	0.12	144.66	<MDA	鋼構廠房A棟	
	55加侖桶	NA	1040318-60576BR	飛灰	197	0.11	86.24	<MDA		
	55加侖桶	NA	1040318-60577BR	飛灰	150	0.11	123.48	<MDA		
	55加侖桶	NA	1040318-60578BR	飛灰	131	0.12	127.54	<MDA		
	55加侖桶	NA	1040318-60579BR	飛灰	162	0.11	119.14	<MDA		
	55加侖桶	NA	1040318-60580BR	飛灰	209	0.12	93.47	<MDA		
3x4容器 (100-0065) 1040318 60186XC	NA	NA	NA	濾棉	3100	0.11	16.889	<MDA	鋼構廠房A棟	
	NA	NA	NA	濾棉	26	0.13	<MDA	<MDA		
3x4容器 (100-0125) 1050305 60187PC	55加侖桶	NA	NA	廢棄電熱管	62	0.16	482.8	<MDA	鋼構廠房A棟	
	55加侖桶	NA	NA	蒸發器室結晶物	256	1.75	3895.2	<MDA		
	55加侖桶	NA	NA	處理中心旁水溝廢土	205	0.17	95.269	<MDA	鋼構廠房A棟	
101年12月迄今(105.3.31)自產廢棄物重量(含3x4容器和55加侖桶重)小計					<b>4, 672</b>					
存放「鋼構廠房」自產廢棄物重量(含3x4容器和55加侖桶重)總計					<b>354, 668</b>					
備註: 歷年鋼構A自產廢棄物淨重=自產廢棄物(含容器)重354,668公斤-232,500公斤(2,500kg/櫃x93櫃「3x4重裝容器」)-1,785公斤(35kg/個x51個「55加侖桶」)=120,383公斤										

## 附錄 B

「鋼構廠房」A 棟蓋板環立四周之安全評估  
計算

# 「鋼構廠房」A棟蓋板環立四周之安全評估計算分析

## 壹、鋼構廠房外側蓋板屏蔽現況評估

### 一、分析依據

(一)內政部營建署"建築技術規則"，(96.07.02)

(二)中國土木水利工程學會"混凝土工程設計規範與解說"

(三)內政部營建署"建築技術規則建築構造編基礎構造設計規範"

二、鋼構廠房外側蓋板屏蔽設置方式為將內蓋板(260cm ×260cm × 35cm)平放堆疊五層，如下圖：



室外蓋板堆疊方式

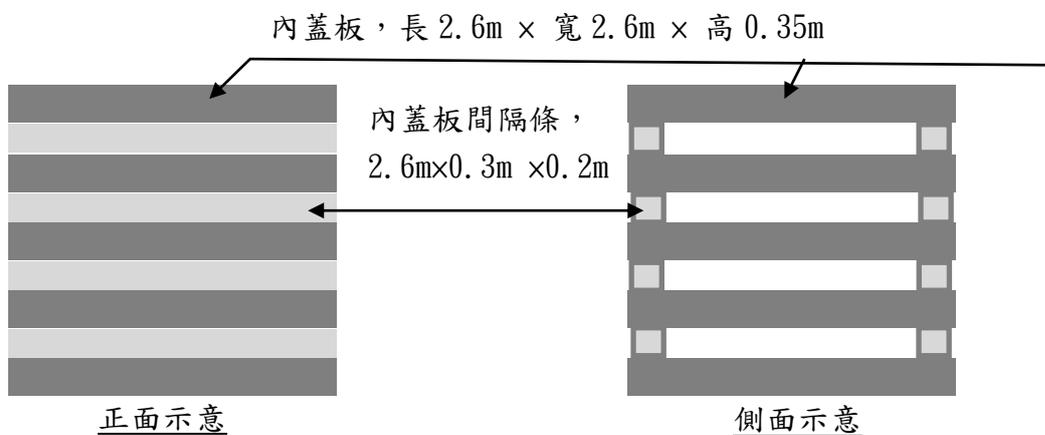


圖 1-1 鋼構廠房外側蓋板屏蔽堆疊示意圖

### 三、 材料強度

(一) 混凝土： $f_c' = 175 \text{ kg/cm}^2$

$$E_c = 2.17 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

單位重  $24000 \text{ kg/m}^3$

(二) 鋼筋：D16(含)以下： $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$

D19(含)以上： $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$$E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

### 四、 土壤性質及強度

依據「蘭嶼貯存場貯存設施十年再評估報告(台灣電力公司核能後端營運處，97年12月)」，相關土壤參數如下：

(一) 土壤單位重  $\gamma = 1.9 \text{ t/m}^3$

(二) 土壤內摩擦角  $\phi = 35^\circ$

(三) 地盤反應係數： $K_v = 2500 \text{ t/m}^3$ ； $K_h = 2500 \text{ t/m}^3$

(四) 土壤容許承载力  $Q_a \geq 30.00 \text{ t/m}^2$

### 五、 載重

(一) 靜載重(DL)

1. RC 地坪：15cm 厚  $175 \text{ kg/cm}^2$  混凝土  $W_{D1} = 2400 * 0.15 = 360 \text{ kg/m}^2$ 。

2. 內蓋板：尺寸：長 2.6m × 寬 2.6m × 高 0.35m，作用於 RC 地坪之載

重為  $W_{D2} = (2.6 * 2.6 * 0.35 * 2400 * 5) / (2.6 * 2.6) = 4200 \text{ kg/m}^2$ 。

(二) 活載重(LL)：依據建築技術規則建築構造編第十七條，作為倉庫使

用之樓地版，設計活載重  $W_L$  採  $600 \text{ kg/cm}^2$ 。

(三) 載重組合

1. 1.4DL

2. 1.2DL+1.6LL

六、 承载力分析

(一) caseI:1.4D

$$Q = 1.4 \times (360 + 4200) / 1000 \doteq 6.38 \text{ t/m}^2 < 30.00 \text{ t/m}^2 \text{ O.K.}$$

(二) caseI:1.2DL+1.6LL

$$Q = (1.2 \times (360 + 4200) + 1.6 \times 600) / 1000 \doteq 6.43 \text{ t/m}^2 < 30.00 \text{ t/m}^2 \text{ O.K.}$$

## 貳、鋼構廠房內側蓋板屏蔽現況評估

### 一、分析依據

1. 內政部營建署"建築技術規則"，(96.07.02)
2. 內政部營建署"建築物耐震設計規範及解說"

二、鋼構廠房內側蓋板屏蔽設置方式為將內蓋板(260cm × 260cm × 35cm)豎立設置於鋼構廠房牆面板與斜撐間，並以 3/4"  $\phi$  鋼索固定於鋼柱上，如下圖：



鋼構廠房內蓋板豎立方式

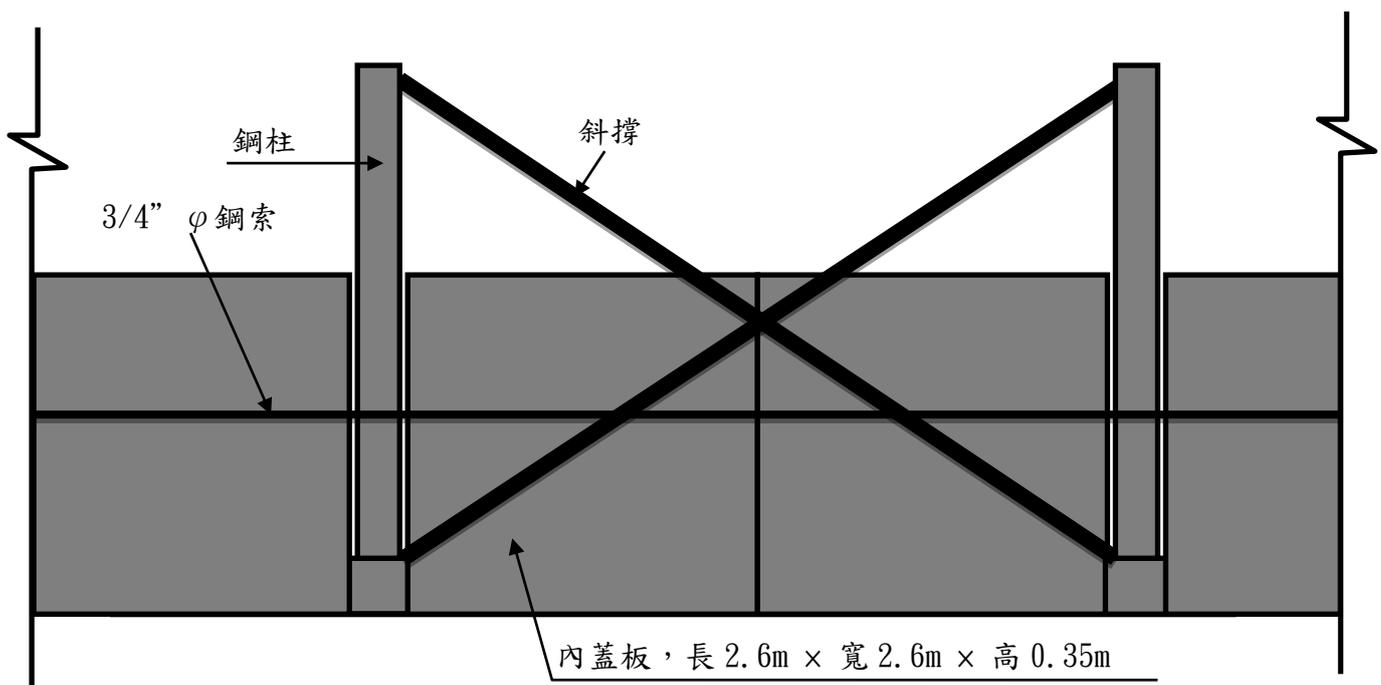


圖 2-1 鋼構廠房內側蓋板屏蔽設置示意圖

### 三、材料強度

(一) 混凝土：單位重  $2400 \text{ kg/m}^3$

(二) 鋼索： $P_u=19.2 \text{ tf}$

### 四、載重

(一) 內蓋板自重(W)

內蓋板：尺寸：長  $2.6\text{m}$  × 寬  $2.6\text{m}$  × 高  $0.35\text{m}$ ，自重為  $W_{D2}=2.6 \times 2.6 \times 0.35 \times 2400=5678.4 \text{ kg}$ 。

(二) 地震力(EQ)：依據建築物耐震設計規範及解說第五章(非建築結構物之地震力)5.3 剛性結構物之設計地震力，作用於固定鋼索之橫向地震力  $V_h$  如下：

$$V_h = \frac{S_{DS}IW}{3\alpha_y}$$

其中  $S_{DS} = F_a S_S^D$ ，工址短周期之水平譜加速度係數

$S_S^D$ ：震區短周期之水平譜加速度係數

$\alpha_y$ ：起始降伏地震力放大倍數

I：用途係數

$F_a$ ：反應譜等加速度段之工址放大係數

$$V_h = \frac{S_{DS}IW}{3\alpha_y} = \frac{1.0 \times 0.8 \times 1.0}{3 \times 1.5} \times 5678.4 \times 2/1000 \approx 2.02t$$

### 五、鋼索固定力檢核

$$\text{鋼索固定力 } P = \frac{2.02}{2} = 1.01t$$

$$\text{鋼索安全係數 } SF = \frac{P_u}{P} = \frac{19.2}{1.01} \approx 19 > 1 \text{ O.K.}$$

## 附錄 C

「鋼構廠房」B棟南北側牆面新增工程  
-結構計算書

# 目 錄

一、導言.....	4
二、設計依據.....	4
三、結構系統.....	4
四、材料強度.....	6
五、載重 .....	6
六、分析模式.....	9
七、分析結果.....	12
八、山牆柱設計.....	15
九、圍梁設計.....	17

## 圖 目 錄

圖 2-1	北側山牆構架立面圖	4
圖 2-2	南側山牆構架立面圖	5
圖 2-3	鋼構廠房平面圖	5
圖 4-1	結構物牆面主要抵抗風力系統	8
圖 5-1	L=11.10m 山牆柱分析模型及靜載重作用示意圖	9
圖 5-2	L=11.10m 山牆柱分析模型及風力作用示意圖	10
圖 5-3	L=10.00m 山牆柱分析模型及靜載重作用示意圖	10
圖 5-4	L=10.00m 山牆柱分析模型及風力作用示意圖	11
圖 6-1	L=11.10m 山牆柱軸力圖	12
圖 6-2	L=11.10m 山牆柱剪力圖	12
圖 6-3	L=11.10m 山牆柱彎矩圖	13
圖 6-4	L=10.00m 山牆柱軸力圖	13
圖 6-5	L=10.00m 山牆柱剪力圖	14
圖 6-6	L=10.00m 山牆柱彎矩圖	14

## 表 目 錄

表 4-1 牆之平均外風壓係數（主要風力抵抗系統用） .....	5
----------------------------------	---

## 一、導言

附錄 C 為本報告第一章作業概述之第六條 作業場所中「鋼構廠房」B 棟南北側牆面新增工程之結構計算書，考量蘭嶼當地特殊之風壓與地震(地震係數 0.28g，屬強震區)情形，廠房之牆面結構設計所採用之風壓值不低於  $300\text{kg}/\text{m}^2$ ，相關詳細分析結果如下：

## 二、設計依據

- (一)內政部營建署"建築技術規則"，(96.07.02)
- (二)內政部營建署"鋼構造建築物鋼結構設計技術規範"，(96.07.01)
- (三)內政部營建署"鋼構造建築物鋼結構施工規範"，(96.08.01)
- (四)內政部營建署"建築物耐風設計規範及解說"，(96.01.01)

## 三、結構系統

一層雙山形連續鋼構架，分析之相關南北側山牆如圖 2-1~2-3：

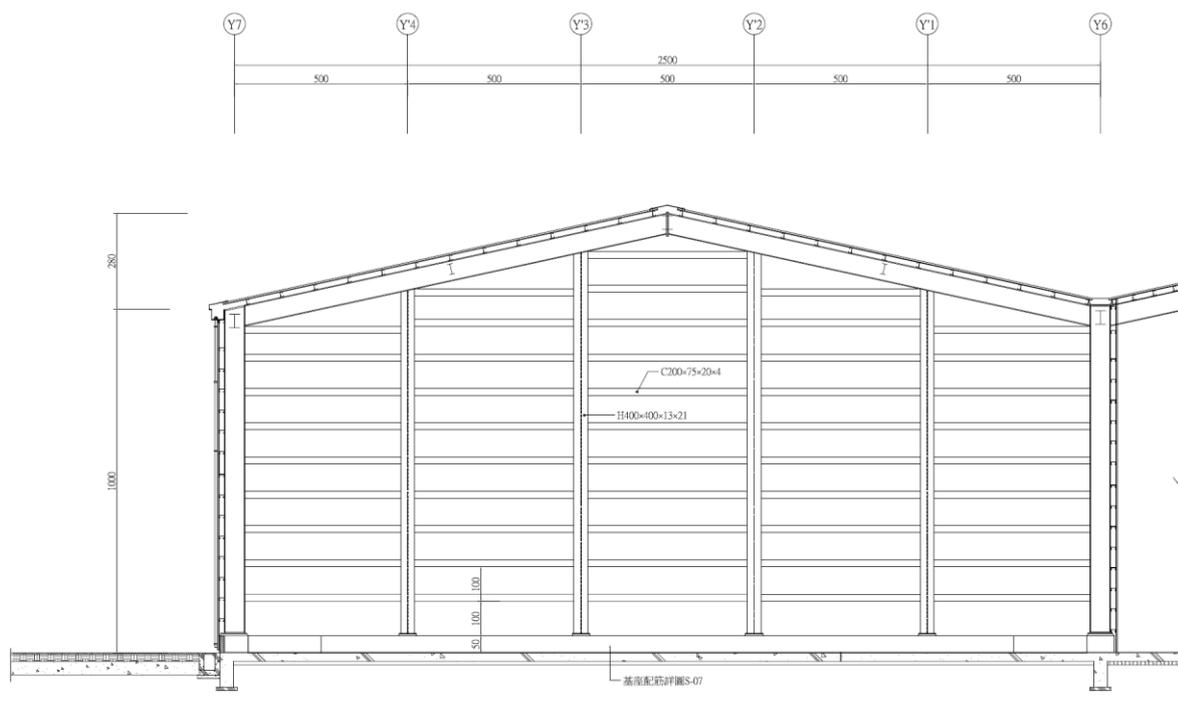


圖 2-1 北側山牆構架立面圖

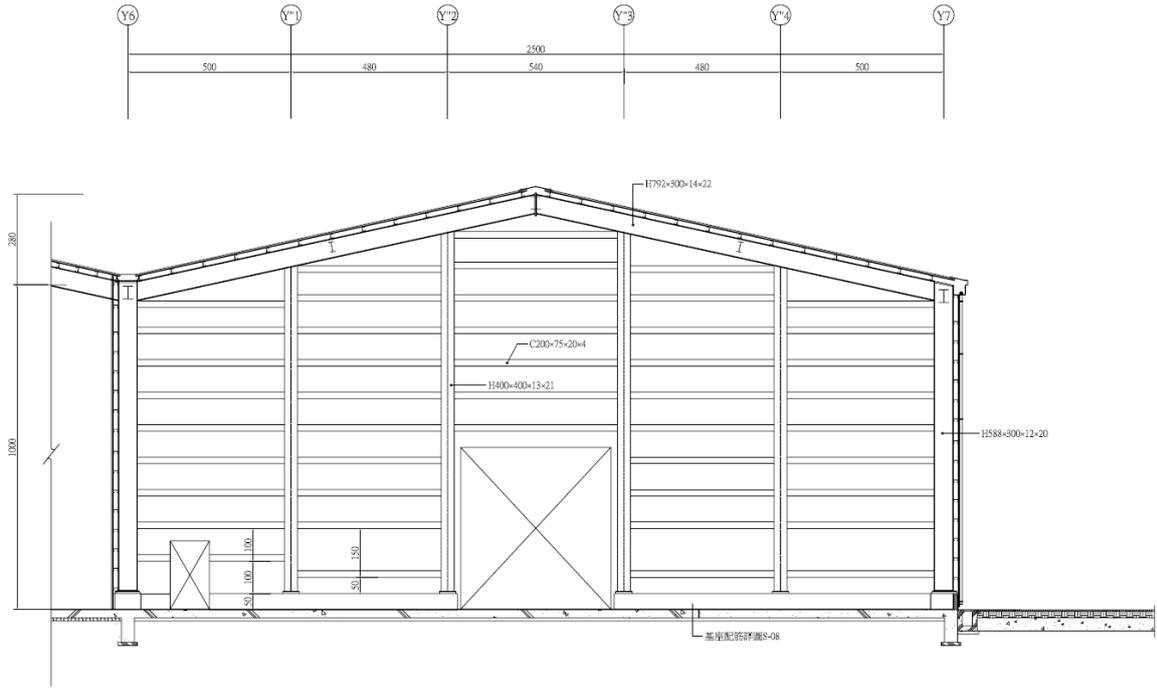


圖 2-2 南側山牆構架立面圖

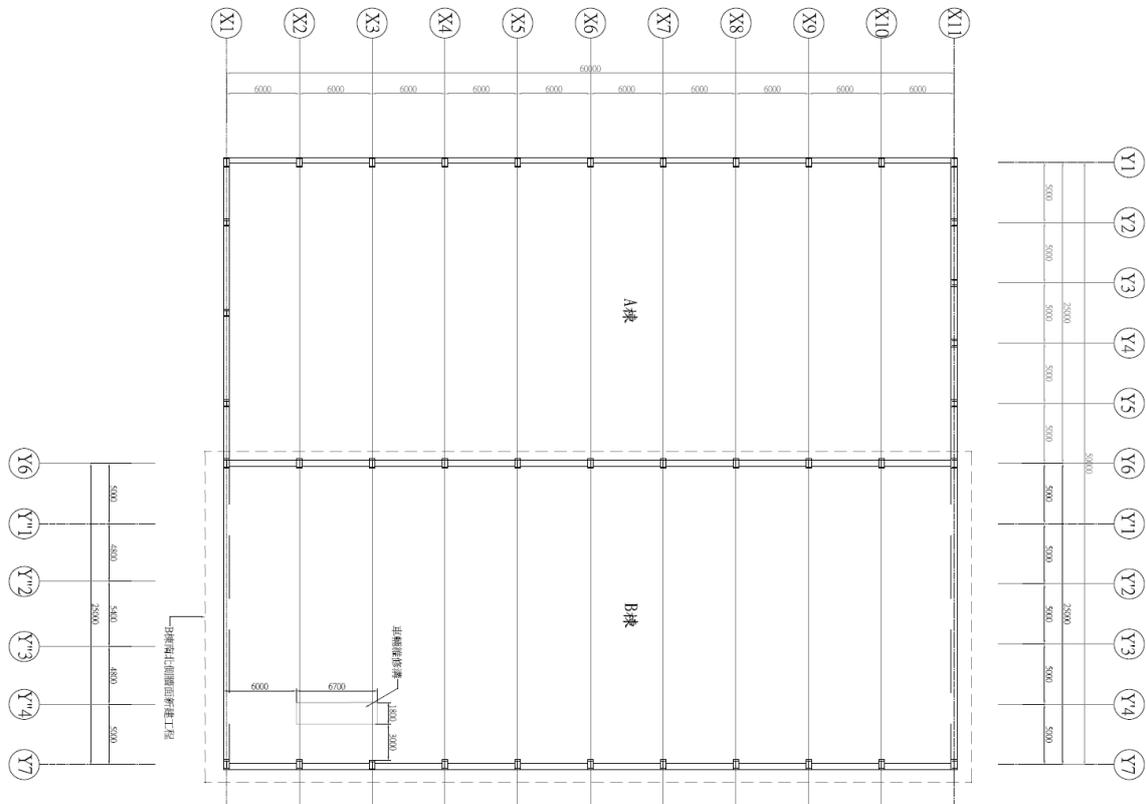


圖 2-3 鋼構廠房平面圖

#### 四、材料強度

(一)主要鋼結構材料：CNS 13812 G3262 SN400B/C 或 SN490B/C

(二)鍍鋅鋼承板：ASTM A653 GR.230.

(三)剪力釘：ASTM A108

(四)圓鋼：JIS G3101 SM400 或 ASTM A36

(五)錨定螺栓(A.B.)： JIS G3103 SS400 或 ASTM A307

(六)普通螺栓(M.B.)： JIS B1180 4T

(七)高強度螺栓(H.S.B.)： JIS B1186 F10T, S10T

#### 五、載重

(一)靜載重(DL)：依構材實際單位重計算

(二)風力(WL)：風速壓依契約規定採  $300\text{kg}/\text{cm}^2$ ，設計風壓  $p$  依下式計算：

$$p = qGC_p$$

其中  $q$ ：外風速壓，對迎風面牆採  $q(z)$ ；對背風面牆、側牆與屋

頂，外風速壓採  $q(h)$ ，本計畫依契約規定採  $300\text{kg}/\text{cm}^2$

$G$ ：普通建築物之陣風反應因子，普通建築物可取 1.77

$C_p$ ：外風壓係數，作用於牆面之外風壓係數參考表 4-1

另考量一般建築物之基本設計風速係對應於 50 年回歸期，為提高重要建築物之基本設計風速為 100 年回歸期，設計風壓須再乘上用途係數  $I=1.1$ 。因此作用於「鋼構廠房」B 棟南北側山牆之設計風壓  $p = qGC_p = 1.1 \times 1.77 \times 0.8 \times 300 = 467.28\text{kg}/\text{cm}^2$ 。

(三)載重組合(ASD)

-  $DL+LL$

-  $DL+0.75(LL\pm 1.25WL)$

-  $0.7DL\pm 1.25WL$

表 4-1 牆之平均外風壓係數（主要風力抵抗系統用）

所屬牆面	$L/B$	$C_p$	使用的風速壓
迎風面	所有值	0.8	$q(z)$
背風面	0-1	-0.5	$q(h)$
	2	-0.3	
	$\geq 4$	-0.2	
側風面	所有值	-0.7	$q(h)$

註：L：平行於風向之結構物水平尺寸，m

B：垂直於風向之結構物水平尺寸，m

G：陣風反應因子

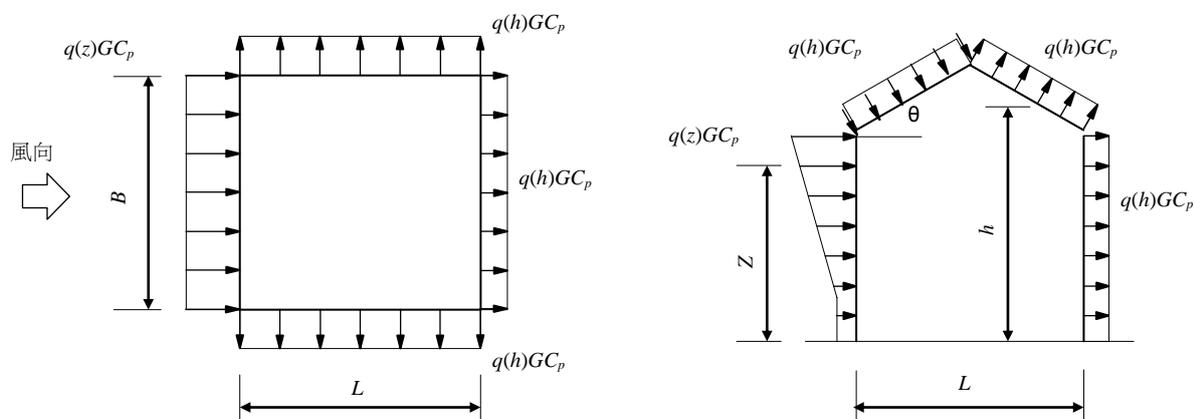


圖 4-1 結構物牆面主要抵抗風力系統

## 六、分析模式

本案採用 SAP2000V16 程式分析作用於山牆柱之軸力、彎矩及剪力，南北側山牆柱長度有 11.10m 及 10.00m 二種，柱間距均為 5m，依長度不同分別進行分析。L=11.10m 及 L=10.00m 山牆柱模擬分析之模型如圖 5-1~5-4。

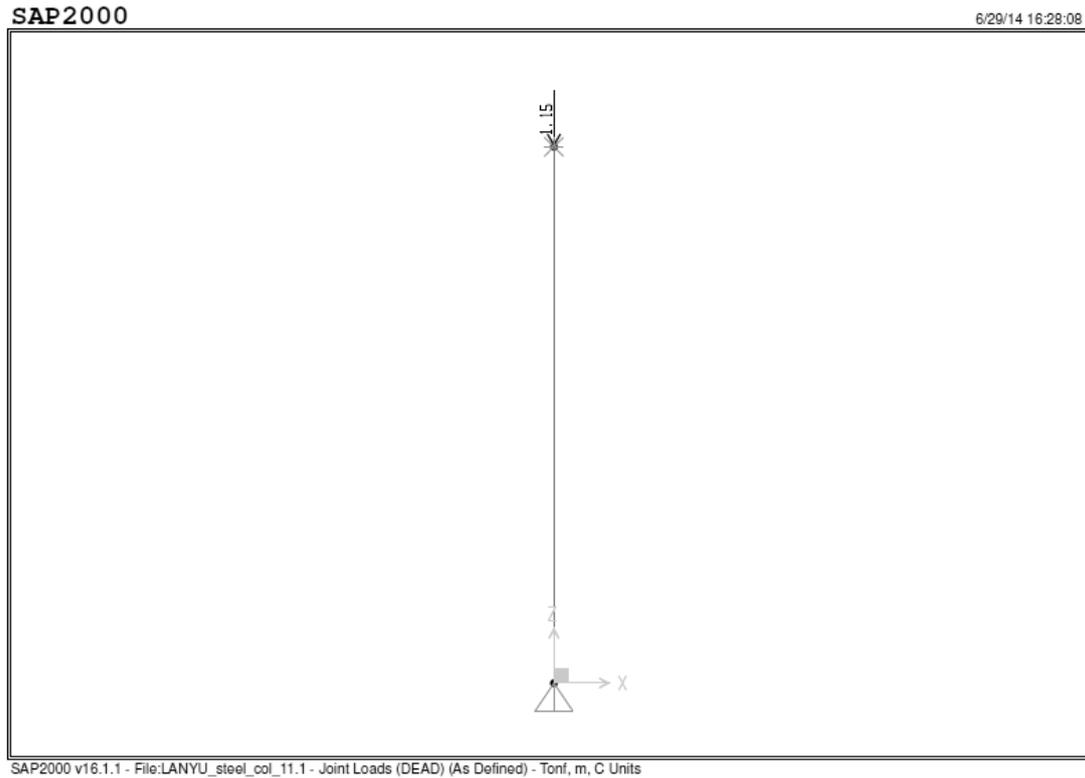
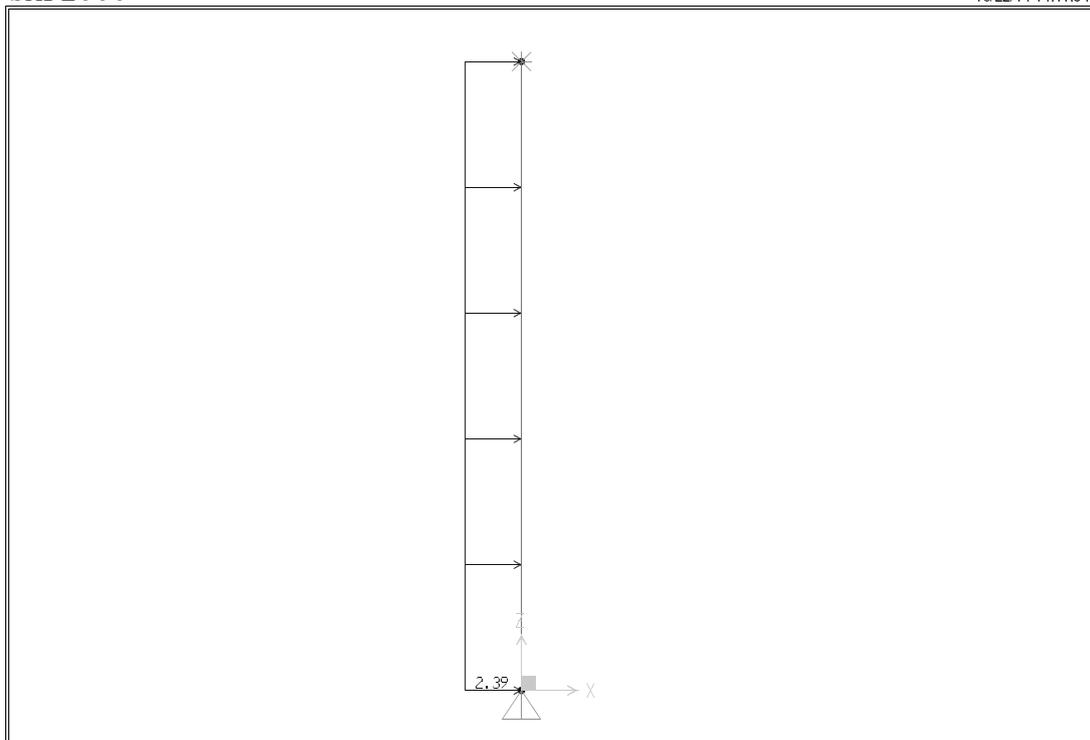
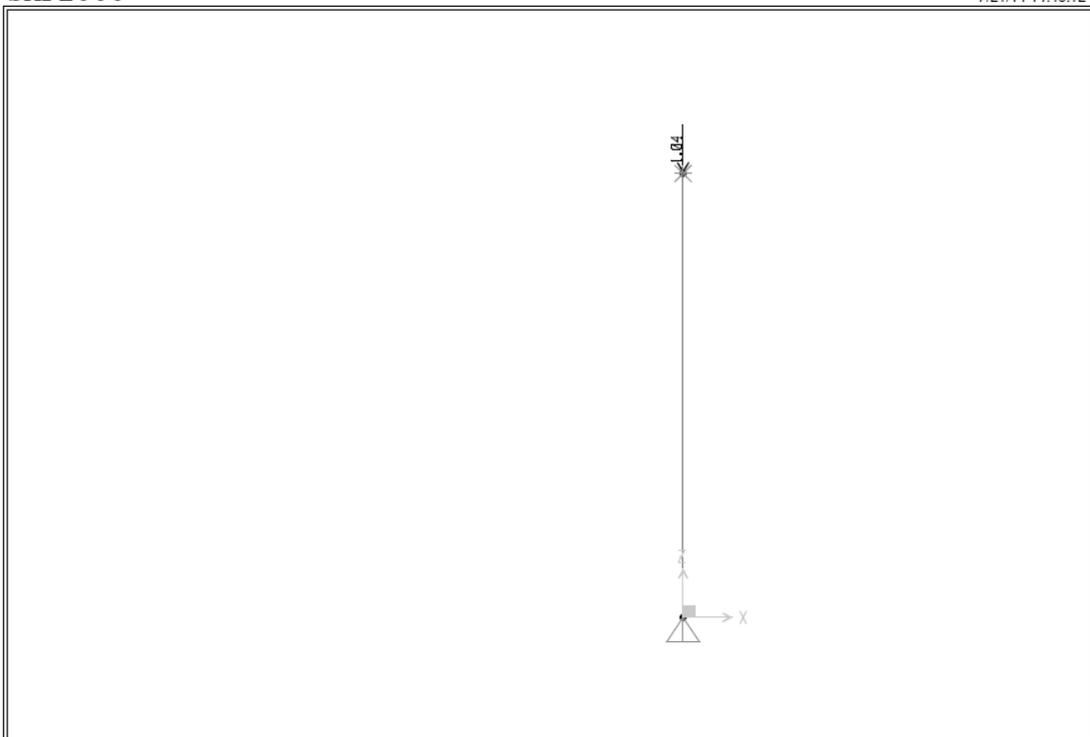


圖 5-1 L=11.10m 山牆柱分析模型及靜載重作用示意圖



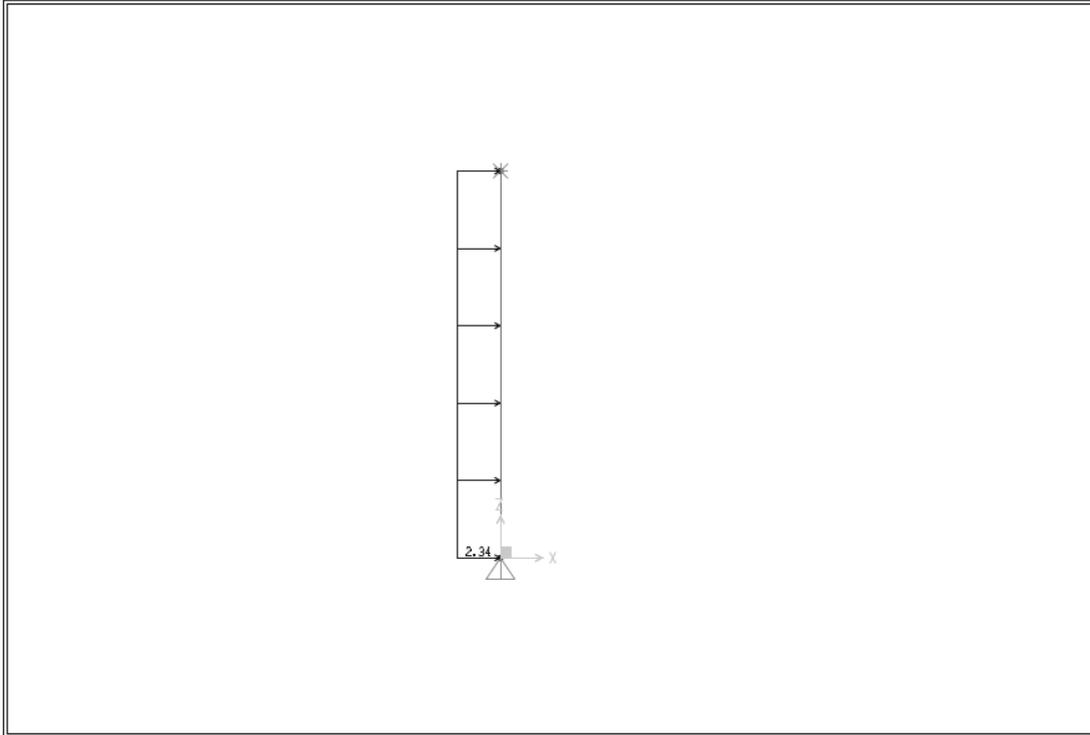
SAP2000 v16.1.1 - File:LANYU\_steel\_col\_11.1 - Frame Span Loads (WIND) (As Defined) - Tonf, m, C Units

圖 5-2 L=11.10m 山牆柱分析模型及風力作用示意圖



SAP2000 v16.1.1 - File:LANYU\_steel\_col\_10 - Joint Loads (DEAD) (As Defined) - Tonf, m, C Units

圖 5-3 L=10.00m 山牆柱分析模型及靜載重作用示意圖



SAP2000 v16.1.1 - File:LANYU\_steel\_col\_10 - Frame Span Loads (WIND) (As Defined) - Tonf, m, C Units

圖 5-4 L=10.00m 山牆柱分析模型及風力作用示意圖

## 七、分析結果

南、北側山牆柱依前節所述分析條件分析所得作用於桿件上最大彎矩  $M$ 、  
軸力  $P$  及剪力  $V$  如圖 6-1~6-6。

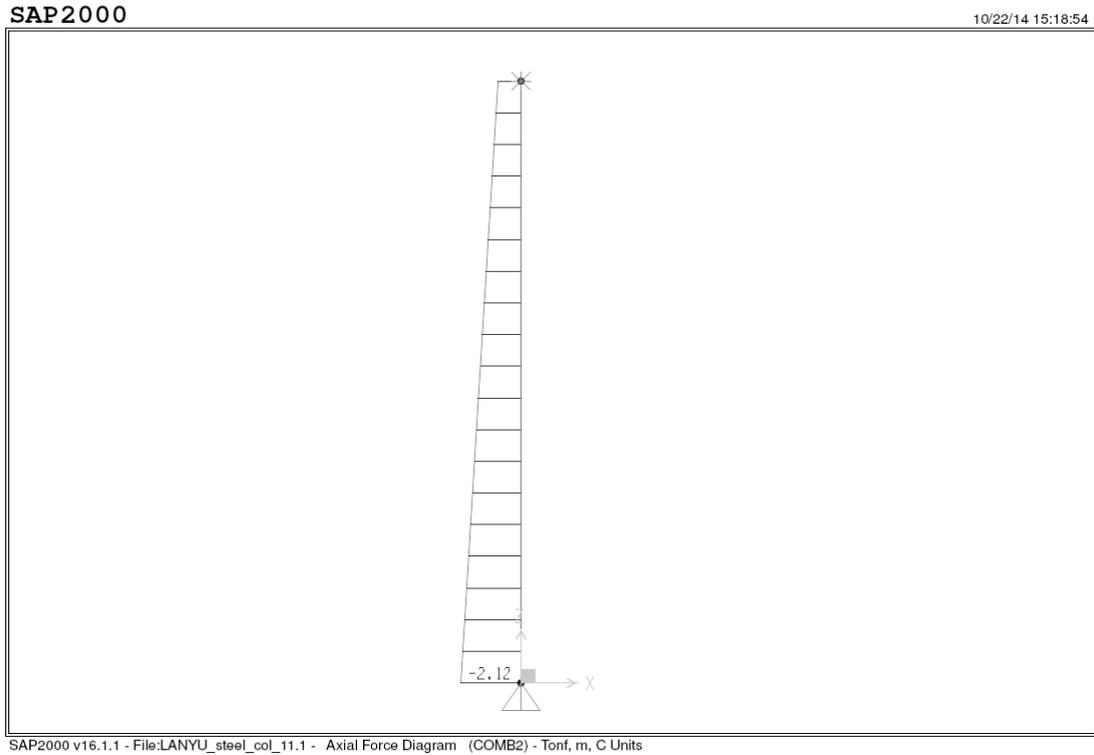


圖 6-1 L=11.10m 山牆柱軸力圖

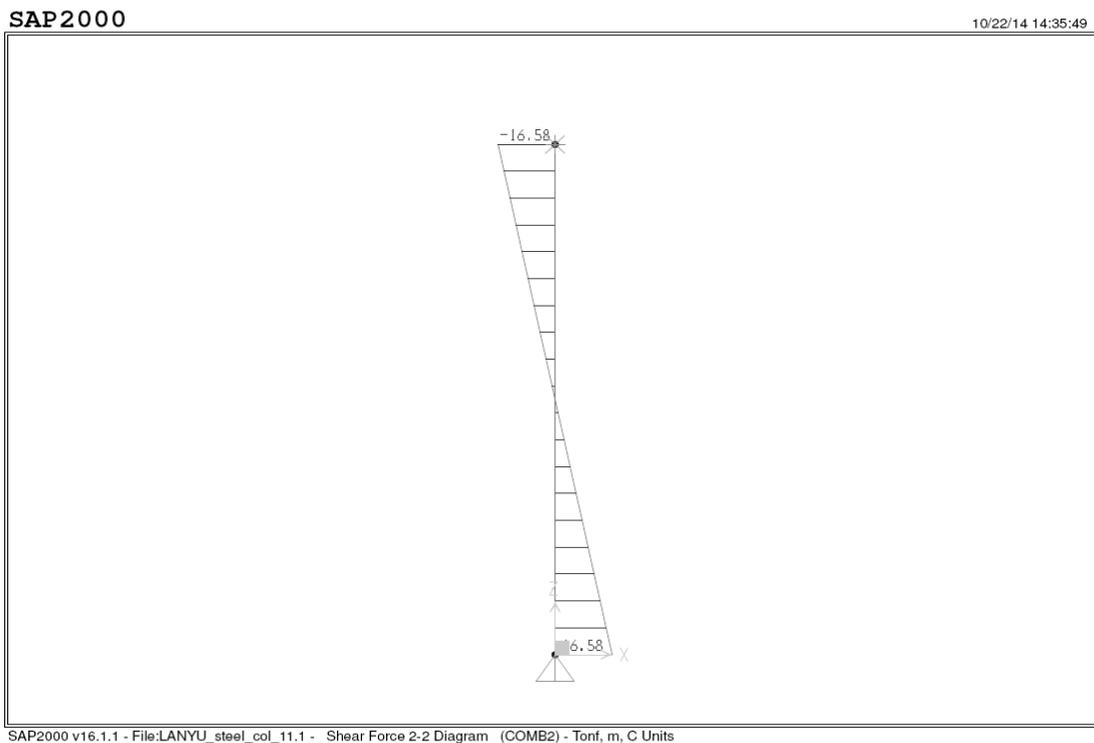
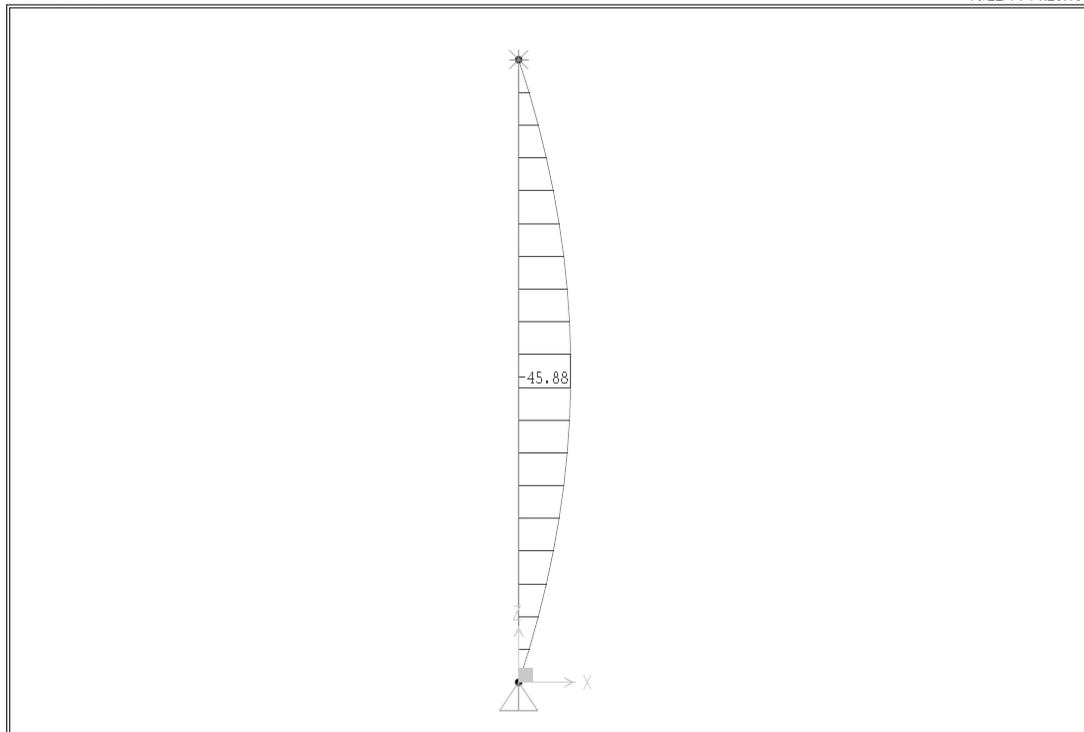
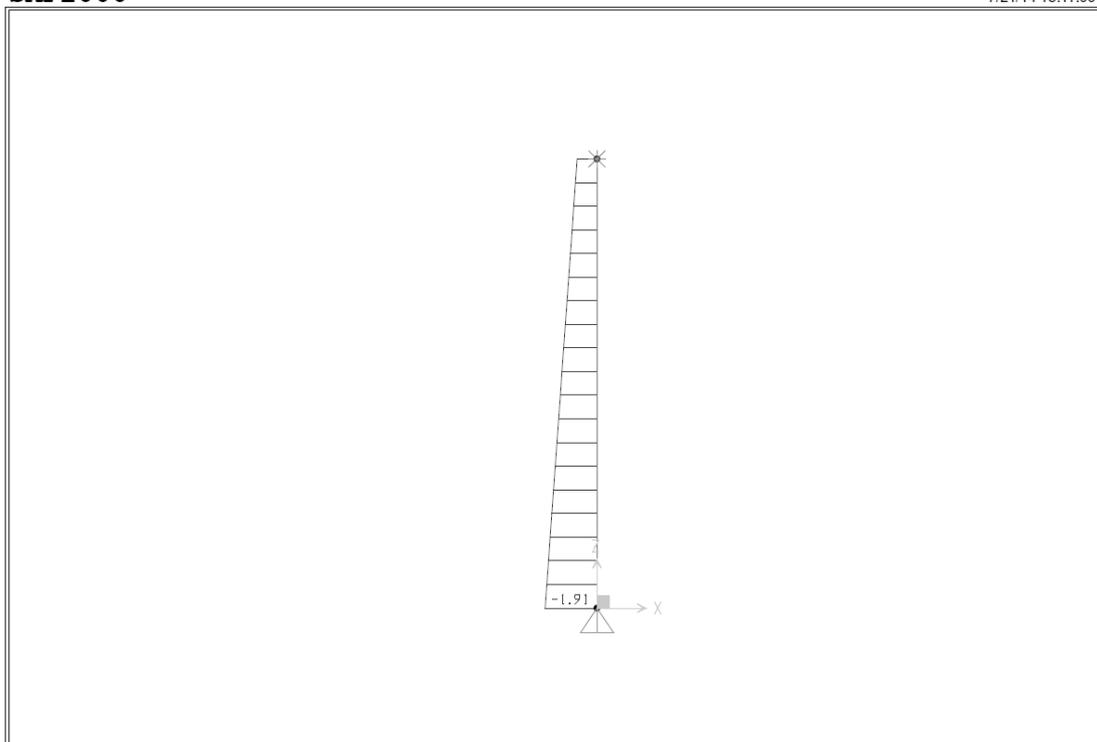


圖 6-2 L=11.10m 山牆柱剪力圖



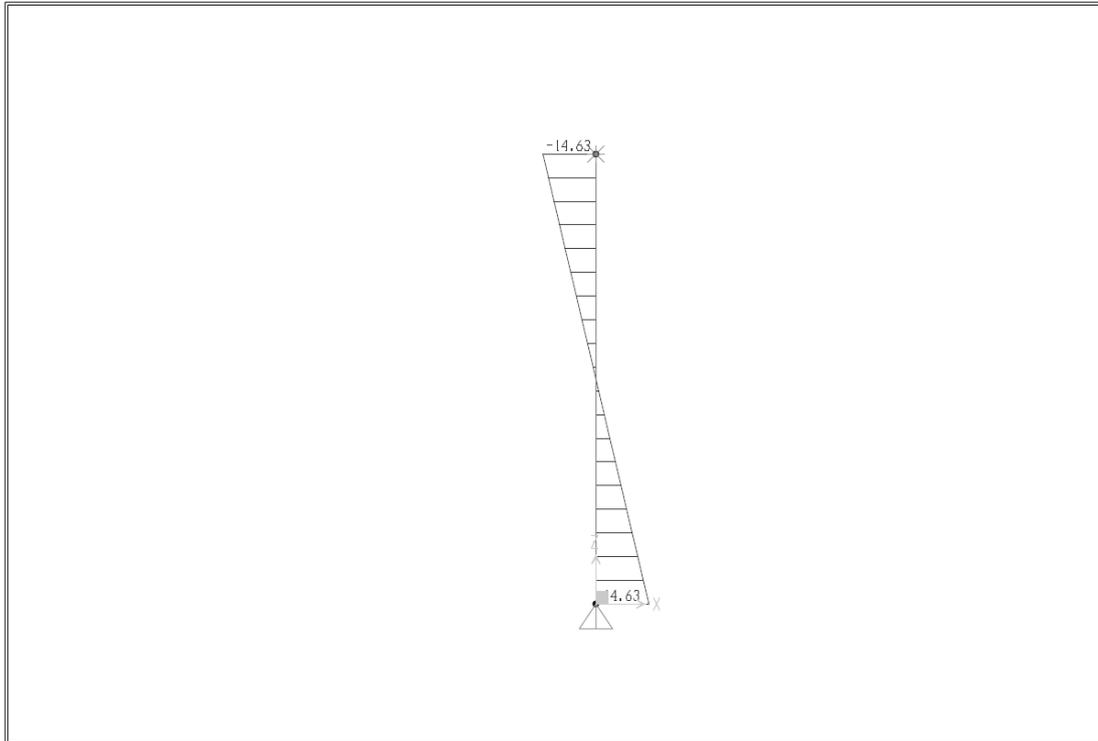
SAP2000 v16.1.1 - File:LANYU\_steel\_col\_11.1 - Moment 3-3 Diagram (COMB2) - Tonf, m, C Units

圖 6-3 L=11.10m 山牆柱彎矩圖



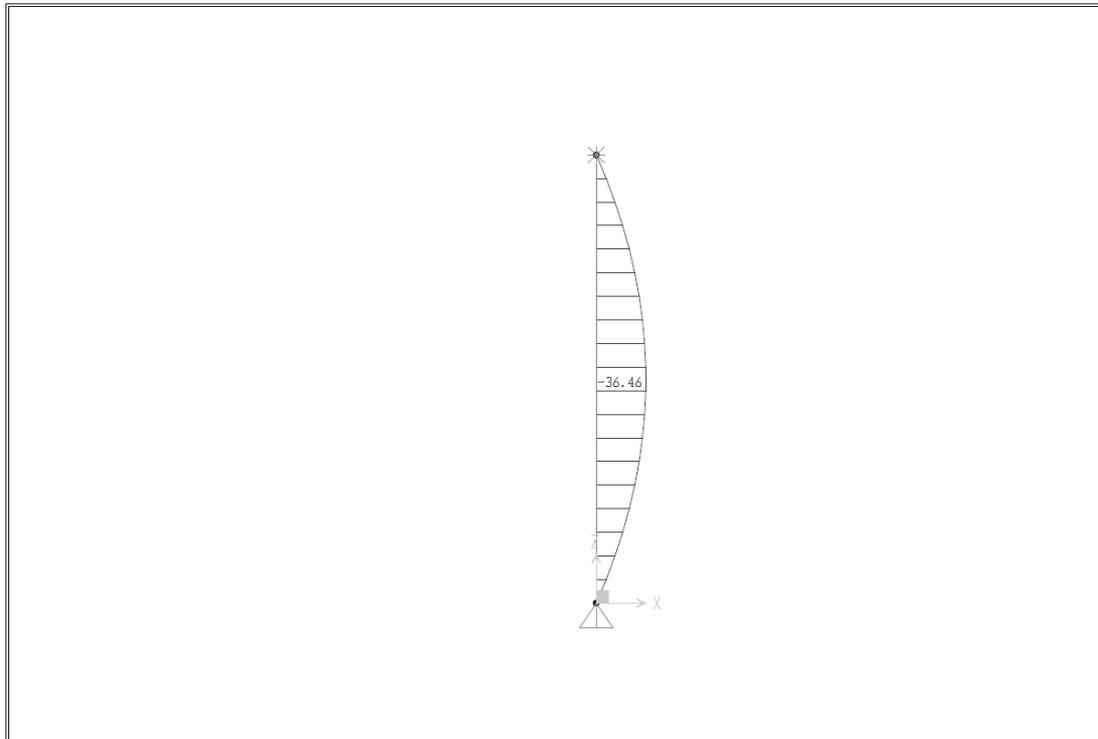
SAP2000 v16.1.1 - File:LANYU\_steel\_col\_10 - Axial Force Diagram (COMB2) - Tonf, m, C Units

圖 6-4 L=10.00m 山牆柱軸力圖



SAP2000 v16.1.1 - File:LANYU\_steel\_col\_10 - Shear Force 2-2 Diagram (COMB2) - Tonf, m, C Units

圖 6-5 L=10.00m 山牆柱剪力圖



SAP2000 v16.1.1 - File:LANYU\_steel\_col\_10 - Moment 3-3 Diagram (COMB2) - Tonf, m, C Units

圖 6-6 L=10.00m 山牆柱彎矩圖

## 八、山牆柱設計

L=11.10m 山牆柱：

### 山牆柱設計

#### 1. 材料性質

鋼材降伏強度 $F_y$	2545 kg/cm <sup>2</sup>
鋼材楊氏係數 $E_s$	2.10E+06 kg/cm <sup>2</sup>

#### 2. 桿件受力

間柱長L	=	11.10 m
間柱間距S	=	5.10 m
設計風速壓	=	300.0 kgf/m <sup>2</sup>
風壓係數	=	1.56
軸力P	=	2.120 t
彎矩M	=	45.880 t-m
剪力V	=	16.580 t

#### 3. 採用型鋼型號

採用型鋼型號	:	H400×400×13×21 mm	，斷面性質如下：
單位重	=	172 kg/m	
斷面積A	=	219 cm <sup>2</sup>	
腹板斷面積 $A_w$	=	46.54 cm <sup>2</sup>	
翼板斷面積 $A_f$	=	84 cm <sup>2</sup>	
腹板高d	=	40 cm	
翼板寬 $b_f$	=	40 cm	
迴轉半徑 $r_x$	=	17.5 cm	
迴轉半徑 $r_y$	=	10.1 cm	
迴轉半徑 $r_T$	=	10.9 cm	
斷面模數 $S_x$	=	4480 cm <sup>3</sup>	
斷面模數 $S_y$	=	1120 cm <sup>3</sup>	
桿件未支撐長度L	=	1110 cm	
桿件細長比 $\frac{KL}{r}$	=	63.43 < $C_c$	$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} = 127.62$

#### 4. 容許軸壓應力 $F_a$

#### 5. 容許彎曲應力 $F_b$

$$L_c = \min \left\{ \frac{20b_f}{\sqrt{F_y}}, \frac{1400}{(d/A_f)F_y} \right\} = 501.47 \text{ cm}$$

$$\sqrt{\frac{7160 C_b}{F_y}} = 53.04 \quad \sqrt{\frac{35800 C_b}{F_y}} = 118.60 \quad \frac{L}{r_T} = 101.83$$

容許彎曲應力 $F_b$  = 1527.00 kg/cm<sup>2</sup>

#### 6. 容許剪應力 $F_v (=0.4F_y)$

#### 7. 桿件軸壓應力 $f_a$ = 9.68 kg/cm<sup>2</sup> < $F_a$ , OK !

#### 8. 桿件彎曲應力 $f_b$ = 1024.11 kg/cm<sup>2</sup>

#### 9. 梁柱桿件應力檢核 = $\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} = 0.679 < 1$ , OK !

#### 10. 桿件剪應力 $f_v$ = 356.253 kg/cm<sup>2</sup> < $F_v$ , OK !

∴採用 H400×400×13×21 mm

L=10.00m 山牆柱：

### 山牆柱設計

1.材料性質

鋼材降伏強度 $F_y$  = 2545 kg/cm<sup>2</sup>

鋼材楊氏係數 $E_s$  = 2.10E+06 kg/cm<sup>2</sup>

2.桿件受力

間柱長L = 10.00 m

間柱間距S = 5.00 m

設計風速壓 = 300.0 kgf/m<sup>2</sup>

風壓係數 = 1.56

軸力P = 1.910 t

彎矩M = 36.460 t-m

剪力V = 14.630 t

3.採用型鋼型號 : H400×400×13×21 mm ，斷面性質如下：

單位重 = 172 kg/m

斷面積A = 219 cm<sup>2</sup>

腹板斷面積 $A_w$  = 46.54 cm<sup>2</sup>

翼板斷面積 $A_f$  = 84 cm<sup>2</sup>

腹板高d = 40 cm

翼板寬 $b_f$  = 40 cm

迴轉半徑  $r_x$  = 17.5 cm

迴轉半徑  $r_y$  = 10.1 cm

迴轉半徑  $r_T$  = 10.9 cm

斷面模數 $S_x$  = 4480 cm<sup>3</sup>

斷面模數 $S_y$  = 1120 cm<sup>3</sup>

桿件未支撐長度L = 1000 cm

桿件細長比  $\frac{KL}{r}$  = 57.14 <  $C_c$        $C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} = 127.62$

4.容許軸壓應力 $F_a$  = 1255.86 kg/cm<sup>2</sup>

5.容許彎曲應力 $F_b$

$L_c = \min\left\{\frac{20b_f}{\sqrt{F_y}}, \frac{1400}{(d/A_f)F_y}\right\} = 501.47 \text{ cm}$

$\sqrt{\frac{7160 C_b}{F_y}} = 53.04$        $\sqrt{\frac{35800 C_b}{F_y}} = 118.60$        $\frac{L}{r_T} = 91.74$

容許彎曲應力 $F_b$  = 1527.00 kg/cm<sup>2</sup>

6.容許剪應力 $F_v(=0.4F_y)$  = 1018.00 kg/cm<sup>2</sup>

7.桿件軸壓應力  $f_a$  = 8.72146 kg/cm<sup>2</sup> <  $F_a$  , OK !

8.桿件彎曲應力  $f_b$  = 813.84 kg/cm<sup>2</sup>

9.梁柱桿件應力檢核 =  $\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_b}{F_b} = 0.540 < 1$  , OK !

10.桿件剪應力  $f_v$  = 314.353 kg/cm<sup>2</sup> <  $F_v$  , OK !

∴採用 H400×400×13×21 mm

## 九、圍梁設計

### 圍梁設計

#### 1. 材料性質

$$\text{鋼材降伏強度 } F_y = 2545 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{鋼材楊氏係數 } E_s = 2.10 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

#### 2. 桿件受力

$$\text{圍梁跨距 } L = 5.40 \text{ m}$$

$$\text{圍梁間距 } S = 1.00 \text{ m}$$

$$\text{設計風速壓} = 300.0 \text{ kgf/m}^2$$

$$\text{風壓係數 } C_p = 0.8$$

$$\text{彎矩 } M_x = 0.875 \text{ t-m}$$

$$\text{彎矩 } M_y = 0.042 \text{ t-m}$$

#### 3. 採用型鋼型號 : C200×75×20×4.0 mm ， 斷面性質如下：

$$\text{單位重} = 11.4 \text{ kg/m}$$

$$\text{斷面積 } A = 14.6 \text{ cm}^2$$

$$\text{迴轉半徑 } r_x = 7.74 \text{ cm}$$

$$\text{迴轉半徑 } r_y = 2.62 \text{ cm}$$

$$\text{斷面模數 } S_x = 87.1 \text{ cm}^3$$

$$\text{斷面模數 } S_y = 18.9 \text{ cm}^3$$

#### 4. 容許彎曲應力 $F_b = 1527.00 \text{ kg/cm}^2$

$$\text{5. 桿件應力檢核} = \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} = 0.802 < 1, \text{ OK !}$$

## 附錄 D

### 人員劑量及環境輻射影響評估分析資料 說明與結果

# 目 錄

一、導言 .....	2
二、劑量評估程式說明 .....	2
三、壕溝貯存各類廢棄物桶數量表 .....	9
四、各類作業人員工作位置輻射劑量評估結果 .....	10
五、各壕溝運送路線圖與場界輻射劑量計算 .....	33

## 一、導言

附錄 D 各章節內容為本報告中第七章人員劑量及環境輻射影響評估之各分析計算說明與結果，主要係依據運貯重裝計畫作業路線對環境輻射之影響，經詳細分析結果如下：

## 二、劑量評估程式說明

本案進行人員輻射劑量評估、場界環境加馬直接輻射及向天輻射劑量評估所採用之電腦程式有 QADCG/INER-3 程式、MicroShield®程式、SKYDOSE 程式等，以下就其功能作一簡要說明。

### 1. 點核仁積分法、組合幾何(CG)及幾何級進(GP)增建因數加馬屏蔽分析 QADCG/INER-3 程式

QADCG/INER-3 為一點核仁法程式，藉組合幾何法描述三維屏蔽問題之幾何結構，並配合加馬增建因數理論計算加馬射線之屏蔽體穿透問題。程式提供九種幾何體殼(Geometrical Bodies)，可以經由交集、差集與聯集的運算，形成不同的材料區(Material Zone)，再由這些互不重疊的區域併成整個三度空間之幾何結構系統。

引用點核仁法，對多群能量均向 (Isotropic) 加馬射源之劑量率計算可用下式表示：

$$D = \sum_j \sum_i Q_j \frac{S_{ij}}{4\pi R_j^2} \cdot \exp \left[ - \sum_k (\mu_j t)_k \right] (B_j)_k$$

式中，j=能群標誌

i=射源點標誌

k=區間標誌

Q=通率—劑量率轉換因數 (rem/hr/unit flux)

S=體積加權點加馬射源強度 (photons/sec)

R = 射源點至偵檢點距離 (cm)

B = 劑量增建因數

$\mu$  = 線性衰減係數 (cm)

t = 射源與偵檢點連線穿過每一區間之距離 (cm)

點核仁法程式增建因數的選用，為考慮加馬射線通率各種不同反應，本程式建有兩種增建因數，第一種的 Capo 增建因數，係基於 Goldstein & Wilkins 二人，於 1954 年在美國 AEC-NBS 合約下，對一系列屏蔽材所做的加馬線穿透計算，當時所用計算方法為冪次法 (Moment Method)。後人即根據這二人所做增建因數檔，發展出各種增建因數之擬合經驗公式，包括本程式所使用 Capo 雙變數多項式表示公式 (Bivariant Polynomial Formula)，如下：

高原子序材：

$$B(\mu t, E) = \sum_{j=0}^4 \sum_{i=0}^3 C_{ij} (\mu t)^i \cdot (E)^j$$

低原子序材：

$$B(\mu t, E) = \sum_{j=0}^4 \sum_{i=0}^3 C_{ij} (\mu t)^i \cdot \left(\frac{1}{E}\right)^j$$

式中， $C_{ij}$  乃隨  $i$ 、 $j$  和材料而變之展開係數。用 Capo 擬合公式 (Fitting Formula) 作為增建因數計算的公式，計有八種不同的單材增建因數供選擇，分別為屏蔽體常用的材料，如水、鋁、鐵、鉛等之劑量增建因數與能量吸收增建因數。

第二種則為日本東京技術研究所與 JAERI 共同發展之 GP 擬合公式，共有鈹等 26 種元素或材料 (包括水、混凝土及空氣) 之吸收與曝露增建因數，共 51 種 (空氣只有一種) 選擇。其中包括空氣之增建因數數據庫，數據庫中的增建因數乃以幾何級進擬合法 (Geometric Progression Fitting) 來作為計算公式，成為該程式之最大特色，QAD-CGGP 也因此而得名。

增建因數之 GP 擬合公式如下定義：

$$\begin{aligned}
 B(E, x) &= 1 + (b-1)(K^x - 1)/(K-1) && \text{for } K \neq 1 \\
 &= 1 + (b-1)x && \text{for } K = 1 \\
 K(E, x) &= cx^a + d[\tanh(x/X_K - 2) - \tanh(-2)]/[1 - \tanh(-2)]
 \end{aligned}$$

其中 E 為射源之能量，x 為射源到偵測點之平均自由行程之距離，b 為在 1 個平均自由行程之增建因數，式中的 K(E,x) 是由 a、c、d 以及 XK 等 4 個參數所決定的方程式。其中曝露及能量吸收增建因數所求得之能量範圍為 0.015 ~ 15 MeV。

QADCG/INER-3 在質量衰減係數之處理上，亦伴隨著 QAD-CGGP 程式之改進而與 QADCG/INER-2 程式不同，其衰減係數數據庫原有 92 個元素，在 QADCG/INER-3 程式內則增加為 100 個元素。其加馬能量範圍則為 0.01 ~ 30 MeV，共有 28 組。另 QADCG/INER-2 程式是採用線性內差 (Interpolation) 來求得能量之質量衰減係數；而 QADCG/INER-3 程式則採用 log-log 作內差計算，40 個平均自由徑以上則改採用外差 (Extrapolation) 來求得。

QADCG/INER-3 程式中所使用的增建因數數據庫，其中包含曝露增建因數 (Exposure Buildup Factor) 與能量吸收增建因數 (Energy Absorption Buildup Factor) 兩組數據庫，曝露增建因數的定義如下所示：

$$Br = \frac{\int \mu_a^{air}(E) I_o(\vec{r}, E) dE}{\int \mu_a^{air}(E) I_o^o(\vec{r}, E) dE}$$

其中  $\mu_a^{air}$  是空氣的能量吸收係數 (Energy Absorption Coefficient)

而能量吸收增建因數定義如下所示：

$$Br = \frac{\int \mu_a^{med}(E) I_o(\vec{r}, E) dE}{\int \mu_a^{med}(E) I_o^o(\vec{r}, E) dE}$$

其中  $\mu_a^{med}$  是材料的能量吸收係數 (Energy Absorption Coefficient)

在射源的描述上，依據射源的分佈，在選定射源描述座標後，切割射源體成點射源的組合，每一點射源以三個座標軸標定其座標位置，其空間強度分佈可為均勻分佈、餘弦分佈或是依照需要指定。射源能譜最多不得超過 30 個能群。射源座標系有圓柱，球型與笛卡爾三種座標可以選用，每一座標的座標軸最多各可劃為 100 個分格。程式在每一案例計算中，最多允許 100 個偵檢點，依輸入之順序逐一運算。計算時間與偵檢之數目成正比。

## 2. 加馬屏蔽分析 MicroShield Version 8.02<sup>®</sup> 程式

MicroShield Version 8.02<sup>®</sup> 程式係由葛洛夫軟體公司(Grove Software, Inc.)所負責銷售，該程式之功能主要為分析輻射屏蔽及估算加馬輻射之輻射曝露，其分析應用涵括貯放容器及輻射屏蔽設計、評估輻射對於人員及材料之輻射曝露、評估輻射作業所須臨時輻射屏蔽之選擇、由處置放射性廢棄物之輻射量測推算輻射源強度、降低人員之輻射曝露評估等。MicroShield<sup>®</sup> 程式提供一使用之圖像化界面，讓使用者可以互動方式選擇並輸入射源體、放射性核種、輻射屏蔽、材質組成、密度、尺寸大小、偵測點位置等，並即時計算得到評估結果。

## 3. 加馬射線向天輻射計算 SKYDOSE 程式

SKYDOSE 程式是美國堪薩斯大學 Shultis 等人在 1996 年發展的利用線束積分法(integral line-beam response method)，從事中子和加馬射線向天輻射計算程式集 SKYSHINE-KSU 的一支程式，用來計算單一能量、均向加馬點射源於三種簡單幾何體：(1)開放式圓窖，(2)垂直黑(全吸收)牆，及(3)長方形建築物內，經向天輻射對外界所造成的劑量。本案所採用之版本為經清華大學更新並改良為可以處理非均向、且多能量的加馬射源之。本程式中線束積分法的線束積分函數，採用改良式三參數近似法得出。對於頂端屏蔽射源的問題，採用在屏蔽材料中指數衰減及增建效應近似法計算。

線束響應函數 (line-beam response function, LBRF)  $R(x, E, \varphi)$  為線束積分法 (Integral line-beam method) 之基礎，其定義為能量  $E$  的點射源以相對於射源-偵檢器軸線  $\varphi$  之角度射入無窮大空氣中，對於與射源點距離為  $x$  之偵檢器每個射源光子所造成的劑量。由一能量、角度分佈為  $S(E', \bar{\Omega})$  的加馬點射源，所造成的天空散射劑量  $R(x)$  可就 LBRF 對射源能量和射源準直所允許的角度方向積分獲得：

$$R(x) = \int_0^{\infty} dE' \int_{\bar{\Omega}_s} d\Omega S(E', \bar{\Omega}) \mathfrak{R}(x, E', \Phi(\bar{\Omega}))$$

其中  $\bar{\Omega}_s$  代表輻射可由射源直接射入大氣之方向。此處假設地面為無窮大空氣介質，這樣的假設對於大多數加馬和中子天空散射問題，已被證實相當合理。若射源分佈以多群的近似來表示，則天空散射劑量可寫成：

$$R(x) = \sum_{g=1}^G \int_{\bar{\Omega}_s} d\Omega S(E_g, \bar{\Omega}) \mathfrak{R}(x, E_g, \Phi(\bar{\Omega}))$$

以上的處理方式實際上隱含兩個假設：其一為射源準直牆假設為黑牆，任何光子打在牆上即被吸收。因此穿越射源包封牆之光子對偵檢器造成劑量貢獻部分將被忽略。其二為假設射源包封結構體對於天空散射輻射場不會造成任何擾動，即當光子一進入大氣後，便不會再與射源結構體發生作用。對於遠場 (far-field) 天空散射計算此假設相當合理，然而對於近場 (near-field) 計算，此一假設就不見得十分正確。

若考慮的射源同 SKYDOSE 中所假設的為一均向、單一能量  $E$  射源，強度為  $S_p$ ，其射源能量與角度分佈可表示如下式：

$$S(E', \Omega) = \frac{S_p}{4\pi} \delta(E' - E)$$

在假設射源置於原點，以極軸垂直向上的圓柱座標表示時，則可以簡化為

$$R(x) = \frac{S_p}{4\pi} \int_0^{2\pi} d\psi \int_{\omega_{\min}}^{\omega_{\max}} d\omega \mathfrak{R}(x, E, \phi)$$

其中， $\omega$  為極角  $\theta$  的餘弦值，而方位角  $\phi$  則定義為在水平面上與射源至偵測點連線的夾角。 $\omega_{\max}$  與  $\omega_{\min}$  定義光子經準直牆限制可發出光子角度餘弦值許可範圍。一般而言，此限制範圍隨方位角  $\phi$  不同而不同。

由上述公式可知，任何點射源的天空散射劑量皆可用其進行計算，而  $\omega_{\max}$  與  $\omega_{\min}$  可自一些簡單的天空散射幾何模型得出其表示式。上式積分可使用標準的數值積分法方得出。

射源頂端有屏蔽時，光子必須穿過屏蔽層後才會進入大氣經過散射到達偵測點。對於頂端屏蔽之效應，SKYDOSE 程式採取經過屏蔽層指數衰減與增建因數的處理，而後再以線束積分法計算天空散射劑量率。因此將上式改寫為：

$$R(x) = \frac{S_p}{4\pi} \int_0^{2\pi} d\psi \int_{\omega_{\min}}^{\omega_{\max}} d\omega \mathfrak{R}(x, E, \phi) B(E, \lambda) e^{-\lambda}$$

其中， $B(E, \lambda)$  為能量  $E$ ，穿過屏蔽材料距離為  $\lambda$  個該材料的平均自由徑長之無限介質暴露增建因數。其中對一個厚度為  $t$ 、作用係數為  $\mu$  的水平平板屏蔽材， $\lambda = \mu t / \omega$ 。對於射源頂端屏蔽問題，此處理方式僅為一近似法，只考慮在屏蔽材中光子指數衰減與增建效應，而沒有考慮到經屏蔽材料後光子能量的改變，以及二次光子的貢獻。

為了有效執行積分，通常將 LBRF 利用解析函數來近似之。程式首先提出一個三參數之函數來近似 LBRF，如下式所示

$$\mathfrak{R}(x, E, \phi) \equiv \kappa E (\rho / \rho_0)^2 [x(\rho / \rho_0)]^b e^{a - cx(\rho / \rho_0)}$$

堪薩斯大學 Shultis 等人和 Gui 進一步證實此種近似法相當準確。式中  $\rho$  為空氣密度，以  $\text{g/cm}^3$  為單位。 $\rho_0$  為參考空氣密度 ( $0.0012 \text{ g/cm}^3$ )。 $\kappa$  為一常數  $1.308 \times 10^{-11}$ ， $a$ 、 $b$ 、 $c$  三個參數值與射源光子能量  $E$  (單位為： $\text{MeV}$ )、發射角度  $\phi$  有關。

射源能量範圍限制在  $0.02$  至  $100 \text{ MeV}$  之間，而射源能量可為單一能量或多能量(能量分布)，能量分布的情形可由使用者自行輸入或匯入 EPS 程

式計算之能譜資訊檔。能量在 10 MeV 以下，射源至偵檢器最大距離可達 3,000 公尺，當能量高時，則最大距離限制為 1,500 公尺。

### 三、壕溝貯存各類廢棄物桶數量表

壕溝貯存各類廢棄物桶數量表

壕溝	設計貯存桶數(A)	第一類(1)	第二類(2)	第三類(1.314倍)(3)	第四類(4)	實際已貯存55gal桶數(B)=(1)+(2)+(3)+(4)	合計貯存空間桶數(C)=(1)+(2)+(3)×1.314+(4)	預估尚可回貯55gal桶數(A)-(C)	貯存溝空間使用率	壕溝長度(m)	備註	
1-1	2,080	0	800	1,008	0	1,808	2,090	(10)	100	42.95	"括弧"表示： 貯存量>設計量	
1-2	2,560	0	832	1,344	0	2,176	2,566	(6)	100	52.7		
2-1	3,200	0	1,120	1,584	0	2,704	3,201	(1)	100	65.7		
2-2	3,200	0	1,033	1,008	465	2,506	2,823	377	100	65.7		
3-1	3,200	0	1,120	1,584	0	2,704	3,201	(1)	100	65.7		
3-2	3,200	0	832	1,776	0	2,608	3,166	34	100	65.7		
4-1	3,200	180	132	2,136	0	2,448	2,939	261		65.7		含「3x1容器」 200只 計600
4-2	3,200	0	1,248	1,488	0	2,736	3,203	(3)	100	65.7		
5-1	3,200	0	0	2,448	0	2,448	3,217	(17)	100	65.7		
5-2	3,200	0	0	2,448	0	2,448	3,217	(17)	100	65.7		
6-1	3,200	0	752	1,872	0	2,624	3,212	(12)	100	65.7		
6-2	3,200	0	0	2,400	0	2,400	3,154	46	100	65.7		
7-1	3,200	0	640	1,968	0	2,608	3,226	(26)	100	65.7		
7-2	3,200	0	0	2,448	0	2,448	3,217	(17)	100	65.7		
8-1	3,744	0	1,392	1,776	0	3,168	3,726	18	100	75.45		
8-2	3,744	0	0	2,783	0	2,783	3,657	87	100	75.45		
9-1	3,616	0	0	2,784	0	2,784	3,658	(42)	100	74.15		
9-2	3,616	0	960	2,016	0	2,976	3,609	7	100	74.15		
10-1	3,200	0	3,328	0	0	3,328	3,328	(128)	100	65.7		
10-2	3,200	0	736	1,872	0	2,608	3,196	4	100	65.7		
11-1	1,280	0	1,308	0	0	1,308	1,308	(28)	100	26.28		

11-2	3,520	0	0	0	2473	2,473	2,470	1,050		72.2	
12-1	3,520	0	3,680	0	0	3,680	3,680	(160)	100	72.2	
12-2	3,520	0	346	672	109	1,127	1,229	2,291		72.2	
13-1	3,520	0	3,680	0	0	3,680	3,680	(160)	100	72.2	
13-2	3,520	0	0	2,352	0	2,352	3,091	429		72.2	
14	1,824	0	0	811	0	811	1,066	758		37.75	
15-1	4,320	0	1,472	2,208	0	3,680	4,373	(53)	100	88.45	
15-2	4,320	0	879	2,112	0	2,991	3,654	666		88.45	
16-1	4,320	0	0	3,264	0	3,264	4,289	31	100	88.45	
16-2	4,320	0	0	3,216	0	3,216	4,226	94		88.45	
17-1	1,952	0	1,752	0	284	2,036	2,036	(84)	100	40.35	
17-2	1,216	0	0	0	1248	1,248	1,248	(32)	100	25.4	
18-1	3,584	0	0	2,736	0	2,736	3,595	(11)	100	73.5	
18-2	3,584	0	1,344	1,344	0	2,688	3,110	474		73.5	
19-1	3,200	0	0	2,448	0	2,448	3,217	(17)	100	65.7	
19-2	3,200	0	0	672	436	1,108	1,319	1,881		65.7	
20	3,040	0	0	2,112	0	2,112	2,775	265		62.45	
21-1	3,040	0	0	2,304	0	2,304	3,027	13	100	62.45	
21-2	3,040	0	928	1,416	0	2,344	2,789	251		62.45	
22	1,216	0	0	0	0	0	0	1,216		25.4	
23	1,600	0	704	672	0	1,376	1,587	13	100	33.2	
代理運轉		0	615	4,547	574	5,736	121,372				
檢整重裝		180	30,057	59,863	4,441	94,541					
自產廢棄物		0	346	672	-	1,018					
壕溝貯存總數	130,816	180	31,018	65,082	5,015	101,295	100,277 (不含自產廢棄物桶)				

#### 四、各類作業人員工作位置輻射劑量評估結果

##### (一) 單桶計算

廢料桶尺寸：高 88.4 cm，半徑  $\phi$  28.6 cm

桶壁：0.15 cm (鋼板)

活度：Co-60 0.003437Ci (如表 7-1，103 年 9 月)

密度：1.499999

計算點：30 cm、1 m、2 m (理貨員)、3 m (輻防員、工安、指揮員)、  
6 m (起重司機)

計算結果：

計算位置	劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	備註
中心點相對 5 cm 位置	109.1	肢端位置
中心點相對 30 cm 位置	31.7	理貨員
中心點相對 100 cm 位置	5.73	理貨員
中心點相對 200 cm 位置	1.66	理貨員
中心點相對 300 cm 位置	0.774	輻防員、工安、指揮員
中心點相對 600 cm 位置	0.19	起重駕駛
中心點上方 100 cm 位置	7.08	
中心點上方 600 cm 位置	0.25	

# 單桶計算

MicroShield 8.02 - [HTML Report: C:\Program Files (x86)\MicroShield 8\Examples\CaseFiles\HTML\Case1-ER-00.htm]

MicroShield 8.02  
iner (8.02-0000)

Date	By	Checked

Filename	Run Date	Run Time	Duration
Case1	May 20, 2014	上午 10:55:14	00:00:00

Project Info

Case Title	Case 1
Description	Case 1
Geometry	7 - Cylinder Volume - Side Shields

Source Dimensions

Height	88.4 cm (2 ft 10.8 in)
Radius	28.6 cm (11.3 in)

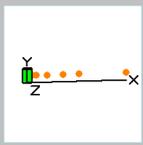
Dose Points

A	X	Y	Z
#1	33.75 cm (1 ft 1.3 in)	44.2 cm (1 ft 5.4 in)	0.0 cm (0 in)
#2	58.75 cm (1 ft 11.1 in)	44.2 cm (1 ft 5.4 in)	0.0 cm (0 in)
#3	128.75 cm (4 ft 2.7 in)	44.2 cm (1 ft 5.4 in)	0.0 cm (0 in)
#4	228.75 cm (7 ft 6.1 in)	44.2 cm (1 ft 5.4 in)	0.0 cm (0 in)
#5	328.75 cm (10 ft 9.4 in)	44.2 cm (1 ft 5.4 in)	0.0 cm (0 in)
#6	628.75 cm (20 ft 7.5 in)	44.2 cm (1 ft 5.4 in)	0.0 cm (0 in)

Shields

Shield N	Dimension	Material	Density
Source	2.27e+05 cm <sup>3</sup>	Concrete	1.499999
Transition	.15 cm	Mixed ->	7.86122
		Air	0.00122
		Iron	7.86
Air Cap		Air	0.00122

Source Input: Grouping Method - Actual Photon Energies



MicroShield 8.02 - [HTML Report: C:\Program Files (x86)\MicroShield 8\Examples\CaseFiles\HTML\Case1-ER-00.htm]

Source Input: Grouping Method - Actual Photon Energies

Nuclide	Ci	Bq	$\mu$ Ci/cm <sup>3</sup>	Bq/cm <sup>3</sup>
Co-60	3.4370e-003	1.2717e+008	1.5130e-002	5.5982e+002

Buildup: The material reference is Transition

Integration Parameters

Radial	10
Circumferential	10
Y Direction (axial)	20

Results - Dose Point # 1 - (33.75,44.2,0) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm <sup>2</sup> /sec		Exposure Rate mR/hr	
		No Buildup	With Buildup	No Buildup	With Buildup
0.6938	2.074e+04	1.156e-01	2.615e-01	2.232e-04	5.049e-04
1.1732	1.272e+08	1.625e+03	3.262e+03	2.904e+00	5.828e+00
1.3325	1.272e+08	1.988e+03	3.860e+03	3.449e+00	6.697e+00
<b>Totals</b>	<b>2.544e+08</b>	<b>3.613e+03</b>	<b>7.122e+03</b>	<b>6.354e+00</b>	<b>1.253e+01</b>

Results - Dose Point # 2 - (58.75,44.2,0) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm <sup>2</sup> /sec		Exposure Rate mR/hr	
		No Buildup	With Buildup	No Buildup	With Buildup
0.6938	2.074e+04	2.966e-02	7.326e-02	5.726e-05	1.414e-04
1.1732	1.272e+08	4.361e+02	9.445e+02	7.794e-01	1.688e+00
1.3325	1.272e+08	5.391e+02	1.126e+03	9.354e-01	1.954e+00
<b>Totals</b>	<b>2.544e+08</b>	<b>9.753e+02</b>	<b>2.071e+03</b>	<b>1.715e+00</b>	<b>3.642e+00</b>

Results - Dose Point # 3 - (128.75,44.2,0) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm <sup>2</sup> /sec		Exposure Rate mR/hr	
		No Buildup	With Buildup	No Buildup	With Buildup
0.6938	2.074e+04	5.065e-03	1.289e-02	9.779e-06	2.490e-05
1.1732	1.272e+08	7.576e+01	1.699e+02	1.354e-01	3.037e-01
1.3325	1.272e+08	9.412e+01	2.038e+02	1.633e-01	3.536e-01
<b>Totals</b>	<b>2.544e+08</b>	<b>1.699e+02</b>	<b>3.738e+02</b>	<b>2.987e-01</b>	<b>6.573e-01</b>

Results - Dose Point # 3 - (128.75,44.2,0) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate	Fluence Rate	Exposure Rate	Exposure Rate
		MeV/cm2/sec No Buildup	MeV/cm2/sec With Buildup	mR/hr No Buildup	mR/hr With Buildup
0.6938	2.074e+04	5.065e-03	1.289e-02	9.779e-06	2.490e-05
1.1732	1.272e+08	7.576e+01	1.699e+02	1.354e-01	3.037e-01
1.3325	1.272e+08	9.412e+01	2.038e+02	1.633e-01	3.536e-01
<b>Totals</b>	<b>2.544e+08</b>	<b>1.699e+02</b>	<b>3.738e+02</b>	<b>2.987e-01</b>	<b>6.573e-01</b>

Results - Dose Point # 4 - (228.75,44.2,0) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate	Fluence Rate	Exposure Rate	Exposure Rate
		MeV/cm2/sec No Buildup	MeV/cm2/sec With Buildup	mR/hr No Buildup	mR/hr With Buildup
0.6938	2.074e+04	1.417e-03	3.683e-03	2.737e-06	7.111e-06
1.1732	1.272e+08	2.144e+01	4.914e+01	3.832e-02	8.782e-02
1.3325	1.272e+08	2.672e+01	5.914e+01	4.636e-02	1.026e-01
<b>Totals</b>	<b>2.544e+08</b>	<b>4.817e+01</b>	<b>1.083e+02</b>	<b>8.469e-02</b>	<b>1.904e-01</b>

Results - Dose Point # 5 - (328.75,44.2,0) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate	Fluence Rate	Exposure Rate	Exposure Rate
		MeV/cm2/sec No Buildup	MeV/cm2/sec With Buildup	mR/hr No Buildup	mR/hr With Buildup
0.6938	2.074e+04	6.458e-04	1.697e-03	1.247e-06	3.276e-06
1.1732	1.272e+08	9.831e+00	2.277e+01	1.757e-02	4.070e-02
1.3325	1.272e+08	1.227e+01	2.745e+01	2.129e-02	4.762e-02
<b>Totals</b>	<b>2.544e+08</b>	<b>2.210e+01</b>	<b>5.022e+01</b>	<b>3.886e-02</b>	<b>8.832e-02</b>

Results - Dose Point # 6 - (628.75,44.2,0) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate	Fluence Rate	Exposure Rate	Exposure Rate
		MeV/cm2/sec No Buildup	MeV/cm2/sec With Buildup	mR/hr No Buildup	mR/hr With Buildup
0.6938	2.074e+04	1.617e-04	4.333e-04	3.122e-07	8.366e-07
1.1732	1.272e+08	2.493e+00	5.967e+00	4.447e-03	1.049e-02
1.3325	1.272e+08	3.114e+00	7.086e+00	5.403e-03	1.229e-02
<b>Totals</b>	<b>2.544e+08</b>	<b>5.603e+00</b>	<b>1.295e+01</b>	<b>9.850e-03</b>	<b>2.278e-02</b>

計算點：5 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	5.535e-002	1.091e-001
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	4.917e-002	9.693e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	3.956e-002	7.797e-002
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	3.749e-002	7.390e-002
Rotational Geometry	mSv/hr	4.678e-002	9.222e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	4.086e-002	8.054e-002

Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	6.043e-002	1.191e-001
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.980e-002	5.874e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	5.561e-002	1.096e-001
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	5.561e-002	1.096e-001
Isotropic Geometry	mSv/hr	5.081e-002	1.002e-001

Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	6.174e-002	1.217e-001
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	3.330e-002	6.564e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	4.030e-002	7.944e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	4.030e-002	7.944e-002

## 計算點：30 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.494e-002	3.173e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.327e-002	2.818e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	1.068e-002	2.267e-002
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	1.012e-002	2.149e-002
Rotational Geometry	mSv/hr	1.263e-002	2.682e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	1.103e-002	2.342e-002
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.631e-002	3.464e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	8.045e-003	1.708e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	1.501e-002	3.188e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	1.501e-002	3.188e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	1.371e-002	2.912e-002
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.666e-002	3.539e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	8.988e-003	1.909e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	1.088e-002	2.310e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	1.088e-002	2.310e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	1.751e-002	3.682e-002

## 計算點：100 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	2.602e-003	5.726e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.311e-003	5.086e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	1.860e-003	4.092e-003
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	1.763e-003	3.879e-003
Rotational Geometry	mSv/hr	2.199e-003	4.840e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	1.921e-003	4.227e-003
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	2.841e-003	6.252e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.401e-003	3.083e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	2.614e-003	5.754e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	2.614e-003	5.754e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	2.389e-003	5.256e-003
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	2.902e-003	6.387e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.566e-003	3.445e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	1.895e-003	4.169e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	1.895e-003	4.169e-003

## 計算點：200 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	7.377e-004	1.659e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	6.553e-004	1.474e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	5.273e-004	1.185e-003
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	4.998e-004	1.124e-003
Rotational Geometry	mSv/hr	6.236e-004	1.402e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	5.446e-004	1.224e-003
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	8.054e-004	1.811e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	3.973e-004	8.931e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	7.413e-004	1.667e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	7.413e-004	1.667e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	6.772e-004	1.523e-003
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	8.228e-004	1.850e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	4.439e-004	9.980e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	5.372e-004	1.208e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	5.372e-004	1.208e-003

## 計算點：300 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	3.385e-004	7.693e-004
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	3.007e-004	6.834e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	2.419e-004	5.498e-004
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	2.293e-004	5.211e-004
Rotational Geometry	mSv/hr	2.861e-004	6.503e-004
Isotropic Geometry	mSv/hr	2.499e-004	5.679e-004
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	3.695e-004	8.400e-004
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.823e-004	4.142e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	3.401e-004	7.731e-004
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	3.401e-004	7.731e-004
Isotropic Geometry	mSv/hr	3.107e-004	7.062e-004
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	3.775e-004	8.582e-004
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.037e-004	4.629e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	2.465e-004	5.602e-004
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	2.465e-004	5.602e-004

# 計算點：600 cm

The screenshot displays the MicroShield 8.02 software interface with a table of radiation dose calculation results. The table is organized into three main sections: Effective Dose (ICRP 74 - 1997), Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997), and Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997). Each section lists eight different geometries with their corresponding dose values in mSv/hr and two additional columns of values.

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	8.580e-005	1.984e-004
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	7.622e-005	1.763e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	6.133e-005	1.418e-004
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	5.813e-005	1.344e-004
Rotational Geometry	mSv/hr	7.253e-005	1.677e-004
Isotropic Geometry	mSv/hr	6.335e-005	1.465e-004
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	9.368e-005	2.167e-004
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	4.622e-005	1.068e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	8.622e-005	1.994e-004
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	8.622e-005	1.994e-004
Isotropic Geometry	mSv/hr	7.877e-005	1.821e-004
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	9.570e-005	2.213e-004
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	5.164e-005	1.194e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	6.249e-005	1.445e-004
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	6.249e-005	1.445e-004
Isotropic Geometry	mSv/hr	7.188e-005	1.662e-004

# 單桶計算(上方)

MicroShield 8.02 - [HTML Report: C:\Program Files (x86)\MicroShield 8\Examples\CaseFiles\HTML\Case1-ER-00.htm]

File Edit Display Preferences Tools Window Help

New Open Save Print Ext Src Cu Mat Inf Src Exp Bt Sensitivity

Save As HTML File Save As Excel File Save As Word File Save as Text File

MicroShield 8.02  
iner (8.02-0000)

Date	By	Checked

Filename	Run Date	Run Time	Duration
Case1	May 20, 2014	上午 11:30:12	00:00:00

Project Info

Case Title	Case 1
Description	Case 1
Geometry	8 - Cylinder Volume - End Shields

Source Dimensions

Height	88.4 cm (2 ft 10.8 in)
Radius	28.6 cm (11.3 in)

Dose Points

A	X	Y	Z
#1	0.0 cm (0 in)	188.58 cm (6 ft 2.2 in)	0.0 cm (0 in)
#2	0.0 cm (0 in)	688.58 cm (22 ft 7.1 in)	0.0 cm (0 in)

Shields

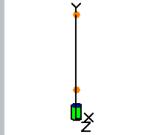
Shield N	Dimension	Material	Density
Source	2.27e+05 cm3	Concrete	1.499999
Shield 1	.15 cm	Iron	7.86
Air Gap		Air	0.00122

Source Input: Grouping Method - Actual Photon Energies

Nuclide	Ci	Bq	µ Ci/cm3	Bq/cm3
Co-60	3.4370e-003	1.2717e+008	1.5130e-002	5.5982e+002

Buildup: The material reference is Source Integration Parameters

Radial	20
Circumferential	10



MicroShield 8.02 - [HTML Report: C:\Program Files (x86)\MicroShield 8\Examples\CaseFiles\HTML\Case1-ER-00.htm]

File Edit Display Preferences Tools Window Help

New Open Save Print Ext Src Cu Mat Inf Src Exp Bt Sensitivity

Save As HTML File Save As Excel File Save As Word File Save as Text File

A	X	Y	Z
#1	0.0 cm (0 in)	188.58 cm (6 ft 2.2 in)	0.0 cm (0 in)
#2	0.0 cm (0 in)	688.58 cm (22 ft 7.1 in)	0.0 cm (0 in)

Shields

Shield N	Dimension	Material	Density
Source	2.27e+05 cm3	Concrete	1.499999
Shield 1	.15 cm	Iron	7.86
Air Gap		Air	0.00122

Source Input: Grouping Method - Actual Photon Energies

Nuclide	Ci	Bq	µ Ci/cm3	Bq/cm3
Co-60	3.4370e-003	1.2717e+008	1.5130e-002	5.5982e+002

Buildup: The material reference is Source Integration Parameters

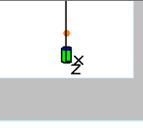
Radial	20
Circumferential	10
Y Direction (axial)	10

Results - Dose Point # 1 - (0,188.58,0) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm2/sec		Exposure Rate mR/hr	
		No Buildup	With Buildup	No Buildup	With Buildup
0.6938	2.074e+04	8.475e-03	1.878e-02	1.636e-05	3.627e-05
1.1732	1.272e+08	1.115e+02	2.133e+02	1.992e-01	3.811e-01
1.3325	1.272e+08	1.343e+02	2.485e+02	2.330e-01	4.311e-01
<b>Totals</b>	<b>2.544e+08</b>	<b>2.435e+02</b>	<b>4.617e+02</b>	<b>4.322e-01</b>	<b>8.122e-01</b>

Results - Dose Point # 2 - (0,688.58,0) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm2/sec		Exposure Rate mR/hr	
		No Buildup	With Buildup	No Buildup	With Buildup
0.6938	2.074e+04	2.677e-04	6.517e-04	5.169e-07	1.258e-06
1.1732	1.272e+08	3.652e+00	7.624e+00	6.526e-03	1.363e-02
1.3325	1.272e+08	4.444e+00	8.954e+00	7.709e-03	1.553e-02
<b>Totals</b>	<b>2.544e+08</b>	<b>8.096e+00</b>	<b>1.658e+01</b>	<b>1.424e-02</b>	<b>2.916e-02</b>



## 計算點：中心點上方 100 cm 位置

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	3.765e-003	7.075e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	3.345e-003	6.285e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	2.691e-003	5.055e-003
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	2.550e-003	4.792e-003
Rotational Geometry	mSv/hr	3.182e-003	5.980e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	2.779e-003	5.222e-003
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	4.111e-003	7.726e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.027e-003	3.808e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	3.783e-003	7.109e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	3.783e-003	7.109e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	3.456e-003	6.494e-003
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	4.200e-003	7.893e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.265e-003	4.256e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	2.741e-003	5.151e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	2.741e-003	5.151e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	3.154e-003	5.927e-003

## 中心點上方 600 cm 位置

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.240e-004	2.540e-004
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.102e-004	2.256e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	8.862e-005	1.815e-004
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	8.400e-005	1.720e-004
Rotational Geometry	mSv/hr	1.048e-004	2.147e-004
Isotropic Geometry	mSv/hr	9.154e-005	1.875e-004
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.354e-004	2.774e-004
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	6.677e-005	1.367e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	1.246e-004	2.553e-004
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	1.246e-004	2.553e-004
Isotropic Geometry	mSv/hr	1.138e-004	2.332e-004
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.383e-004	2.834e-004
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	7.461e-005	1.528e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	9.030e-005	1.849e-004
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	9.030e-005	1.849e-004
Isotropic Geometry	mSv/hr	8.000e-005	1.600e-004

(二) 貯存溝空間計算

\*\*\*\*Concrete(貯溝總活度 7.99 Ci 空間)

1\$\$ 50 50 50 11 5 1 2 0 1 4 1 5R0 1 2 T

2\*\* 3.7E10 6R0.0 T

3\*\* 49I0.0 6500.0 T

4\*\* 49I0.0 540.0 T

5\*\* 49I0.0 270.0 T

0 0 CG of Temporary Storage Area

RPP 1 0.0 6500.0 0.0 540.0

0.0 270.0

RPP 2 0.0 6500.0 0.0 540.0

270.0 270.18

RPP 3 -100000.0 100000.0 -100000.0 100000.0 -100000.0

100000.0

END

101 1

102 2

103 3 -1 -2

END

1 1 1

2 4 1

9\$\$ 225 1 7 8 11 12 13 14 16 20 26 27 T

10\*\* 0.0 0.0010056 0.0002873 8R0.0

0.01184 0.7141 0.04665 0.38104 0.02093 0.3119 5R0.0

10R0.0 8.9

9R0.0 7.86 0.0

0.111 0.0 0.889 8R0.0 T

11\*\* 1.173 1.333 T

12\*\* 7.99 7.99 T

13\*\* 2R3250.0 T

14\*\* 2R270.0 T

15\*\* 271.18 371.18 T

-----  
DETECTING PT.

TOTAL GAMMA RAY

DOSE RATE

NO.

( mSv/hr)

---

1	6.876E-03	(桶表面脚站)
---	-----------	---------

2	1.171E-01	(距桶表面 1m)
---	-----------	-----------

---

### (三) 單一重裝容器計算

重裝容器尺寸 (X 軸) 方向：長 270 cm、寬 205 cm、高 92 cm

重裝容器尺寸 (Y 軸) 方向：長 205 cm、寬 270 cm、高 92 cm

重裝容器壁：0.45 cm (鋼板)

活度：Co-60  $0.003437\text{Ci} \times 12 \text{桶} = 0.041244 \text{Ci}$

密度：0.881478

計算點：30 cm、1 m、2 m (理貨員、堆高機操作)、3 m (輻防員、工安)、  
6 m (吊車司機)

計算結果：

重裝容器尺寸 (X 軸)：長 270 cm、寬 205 cm、高 92 cm

計算位置	屏蔽材質與厚度(cm)	劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	備註
	鋼板		
中心點相對 30 cm 位置	0.45	88.34	理貨員、堆高機操作
中心點相對 100 cm 位置	0.45	29.57	〃
中心點相對 200 cm 位置	0.45	10.78	〃
中心點相對 300 cm 位置	0.45	5.42	輻防員、工安
中心點相對 600 cm 位置	0.45	1.52	吊車駕駛
中心點上方 100 cm 位置	0	72.21	理貨員

重裝容器尺寸 (Y 軸)：長 205 cm、寬 270 cm、高 92 cm

計算位置	屏蔽材質與厚度(cm)	劑量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	備註
	鋼板		
中心點相對 30 cm 位置	0.45	94.04	理貨員、堆高機操作
中心點相對 100 cm 位置	0.45	34.37	〃
中心點相對 200 cm 位置	0.45	13.41	〃
中心點相對 300 cm 位置	0.45	6.92	輻防員、工安
中心點相對 600 cm 位置	0.45	1.98	吊車駕駛
中心點上方 100 cm 位置	1	55.27	理貨員

# 重裝容器

重裝容器尺寸 (X 軸) 方向：長 270 cm、寬 205 cm、高 92 cm

MicroShield 8.02 - [HTML Report: C:\Program Files (x86)\MicroShield 8\Examples\CaseFiles\HTML\Case1-ER-00.html]

MicroShield 8.02  
iner (8.02-0000)

Date	By	Checked

Filename	Run Date	Run Time	Duration
Case1	May 20, 2014	下午 01:15:30	00:00:00

Project Info

Case Title	Case 1
Description	Case 1
Geometry	13 - Rectangular Volume

Source Dimensions

Length	270.0 cm (8 ft 10.3 in)
Width	205.0 cm (6 ft 8.7 in)
Height	92.0 cm (3 ft 0.2 in)

Dose Points

A	X	Y	Z
#1	300.45 cm (9 ft 10.3 in)	46.0 cm (1 ft 6.1 in)	102.5 cm (3 ft 4.4 in)
#2	370.45 cm (12 ft 1.8 in)	46.0 cm (1 ft 6.1 in)	102.5 cm (3 ft 4.4 in)
#3	470.45 cm (15 ft 5.2 in)	46.0 cm (1 ft 6.1 in)	102.5 cm (3 ft 4.4 in)
#4	570.45 cm (18 ft 8.6 in)	46.0 cm (1 ft 6.1 in)	102.5 cm (3 ft 4.4 in)
#5	870.45 cm (28 ft 6.7 in)	46.0 cm (1 ft 6.1 in)	102.5 cm (3 ft 4.4 in)

Shields

Shield N	Dimension	Material	Density
Source	5.09e+06 cm <sup>3</sup>	Concrete	0.881478
Shield 1	.45 cm	Iron	7.86
Air Gap		Air	0.00122

Source Input: Grouping Method - Actual Photon Energies

Nuclide	Ci	Bq	# Ci/cm <sup>3</sup>	Bq/cm <sup>3</sup>
Co-60	4.1244e-002	1.5260e+009	8.0994e-003	2.9968e+002

MicroShield 8.02 - [HTML Report: C:\Program Files (x86)\MicroShield 8\Examples\CaseFiles\HTML\Case1-ER-00.html]

Buildup: The material reference is Source  
Integration Parameters

X Direction	10
Y Direction	20
Z Direction	20

Results - Dose Point # 1 - (300.45,46,102.5) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate		Exposure Rate	
		MeV/cm <sup>2</sup> /sec No Buildup	MeV/cm <sup>2</sup> /sec With Buildup	mR/hr No Buildup	mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	8.997e-02	2.323e-01	1.737e-04	4.485e-04
1.1732	1.526e+09	1.259e+03	2.661e+03	2.248e+00	4.755e+00
1.3325	1.526e+09	1.534e+03	3.104e+03	2.662e+00	5.386e+00
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>2.792e+03</b>	<b>5.765e+03</b>	<b>4.909e+00</b>	<b>1.014e+01</b>

Results - Dose Point # 2 - (370.45,46,102.5) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate		Exposure Rate	
		MeV/cm <sup>2</sup> /sec No Buildup	MeV/cm <sup>2</sup> /sec With Buildup	mR/hr No Buildup	mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	3.148e-02	7.781e-02	6.077e-05	1.502e-04
1.1732	1.526e+09	4.322e+02	8.906e+02	7.723e-01	1.592e+00
1.3325	1.526e+09	5.254e+02	1.039e+03	9.115e-01	1.803e+00
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>9.576e+02</b>	<b>1.930e+03</b>	<b>1.684e+00</b>	<b>3.395e+00</b>

Results - Dose Point # 3 - (470.45,46,102.5) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate		Exposure Rate	
		MeV/cm <sup>2</sup> /sec No Buildup	MeV/cm <sup>2</sup> /sec With Buildup	mR/hr No Buildup	mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	1.117e-02	2.806e-02	2.157e-05	5.418e-05
1.1732	1.526e+09	1.543e+02	3.241e+02	2.758e-01	5.739e-01
1.3325	1.526e+09	1.890e+02	3.793e+02	3.262e-01	6.580e-01
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>3.423e+02</b>	<b>7.034e+02</b>	<b>6.020e-01</b>	<b>1.237e+00</b>

Results - Dose Point # 4 - (570.45,46,102.5) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate		Exposure Rate	
		MeV/cm <sup>2</sup> /sec No Buildup	MeV/cm <sup>2</sup> /sec With Buildup	mR/hr No Buildup	mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	1.117e-02	2.806e-02	2.157e-05	5.418e-05
1.1732	1.526e+09	1.543e+02	3.241e+02	2.758e-01	5.739e-01
1.3325	1.526e+09	1.890e+02	3.793e+02	3.262e-01	6.580e-01
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>3.423e+02</b>	<b>7.034e+02</b>	<b>6.020e-01</b>	<b>1.237e+00</b>

Results - Dose Point # 2 - (370.45,46,102.5) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate	Fluence Rate	Exposure Rate	Exposure Rate
		MeV/cm2/sec No Buildup	MeV/cm2/sec With Buildup	mR/hr No Buildup	mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	3.148e-02	7.781e-02	6.077e-05	1.502e-04
1.1732	1.526e+09	4.322e+02	8.906e+02	7.723e-01	1.592e+00
1.3325	1.526e+09	5.254e+02	1.039e+03	9.115e-01	1.803e+00
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>9.576e+02</b>	<b>1.930e+03</b>	<b>1.684e+00</b>	<b>3.395e+00</b>

Results - Dose Point # 3 - (470.45,46,102.5) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate	Fluence Rate	Exposure Rate	Exposure Rate
		MeV/cm2/sec No Buildup	MeV/cm2/sec With Buildup	mR/hr No Buildup	mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	1.117e-02	2.806e-02	2.157e-05	5.418e-05
1.1732	1.526e+09	1.543e+02	3.241e+02	2.758e-01	5.792e-01
1.3325	1.526e+09	1.880e+02	3.793e+02	3.262e-01	6.580e-01
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>3.423e+02</b>	<b>7.034e+02</b>	<b>6.020e-01</b>	<b>1.237e+00</b>

Results - Dose Point # 4 - (570.45,46,102.5) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate	Fluence Rate	Exposure Rate	Exposure Rate
		MeV/cm2/sec No Buildup	MeV/cm2/sec With Buildup	mR/hr No Buildup	mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	5.478e-03	1.400e-02	1.058e-05	2.704e-05
1.1732	1.526e+09	7.622e+01	1.629e+02	1.362e-01	2.911e-01
1.3325	1.526e+09	9.304e+01	1.910e+02	1.614e-01	3.314e-01
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>1.693e+02</b>	<b>3.540e+02</b>	<b>2.976e-01</b>	<b>6.226e-01</b>

Results - Dose Point # 5 - (870.45,46,102.5) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate	Fluence Rate	Exposure Rate	Exposure Rate
		MeV/cm2/sec No Buildup	MeV/cm2/sec With Buildup	mR/hr No Buildup	mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	1.460e-03	3.862e-03	2.818e-06	7.457e-06
1.1732	1.526e+09	2.060e+01	4.548e+01	3.682e-02	8.127e-02
1.3325	1.526e+09	2.525e+01	5.350e+01	4.380e-02	9.282e-02
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>4.585e+01</b>	<b>9.898e+01</b>	<b>8.062e-02</b>	<b>1.741e-01</b>

計算點：30 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	4.276e-002	8.834e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	3.799e-002	7.847e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	3.056e-002	6.312e-002
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	2.897e-002	5.963e-002
Rotational Geometry	mSv/hr	3.615e-002	7.466e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	3.157e-002	6.520e-002

Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	4.669e-002	9.647e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.303e-002	4.755e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	4.297e-002	8.877e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	4.297e-002	8.877e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	3.926e-002	8.109e-002

Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	4.770e-002	9.855e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.573e-002	5.314e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	3.114e-002	6.431e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	3.114e-002	6.431e-002

## 計算點：100 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.467e-002	2.957e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.303e-002	2.627e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	1.048e-002	2.113e-002
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	9.936e-003	2.003e-002
Rotational Geometry	mSv/hr	1.240e-002	2.499e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	1.083e-002	2.183e-002
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.602e-002	3.229e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	7.896e-003	1.592e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	1.474e-002	2.972e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	1.474e-002	2.972e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	1.346e-002	2.715e-002
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.636e-002	3.299e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	8.825e-003	1.779e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	1.068e-002	2.153e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000

## 計算點：200 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	5.244e-003	1.078e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	4.658e-003	9.574e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	3.748e-003	7.701e-003
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	3.552e-003	7.300e-003
Rotational Geometry	mSv/hr	4.432e-003	9.109e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	3.871e-003	7.955e-003
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	5.725e-003	1.177e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.824e-003	5.801e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	5.269e-003	1.083e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	5.269e-003	1.083e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	4.814e-003	9.893e-003
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	5.849e-003	1.202e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	3.155e-003	6.483e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	3.818e-003	7.846e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	3.818e-003	7.846e-003

## 計算點：300 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	2.593e-003	5.423e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.303e-003	4.819e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	1.853e-003	3.875e-003
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	1.756e-003	3.673e-003
Rotational Geometry	mSv/hr	2.192e-003	4.584e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	1.914e-003	4.003e-003
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	2.831e-003	5.922e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.396e-003	2.919e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	2.605e-003	5.450e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	2.605e-003	5.450e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	2.380e-003	4.978e-003
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	2.892e-003	6.050e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.560e-003	3.262e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	1.888e-003	3.948e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	1.888e-003	3.948e-003

## 計算點：600 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	7.023e-004	1.517e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	6.239e-004	1.347e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	5.019e-004	1.084e-003
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	4.758e-004	1.027e-003
Rotational Geometry	mSv/hr	5.937e-004	1.282e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	5.185e-004	1.119e-003
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	7.668e-004	1.656e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	3.782e-004	8.163e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	7.057e-004	1.524e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	7.057e-004	1.524e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	6.447e-004	1.392e-003
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	7.834e-004	1.692e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	4.226e-004	9.123e-004
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	5.114e-004	1.104e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	5.114e-004	1.104e-003

## 重裝容器計算(上方)

中心點上方 100 cm 位置

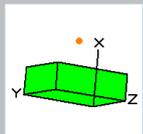
MicroShield 8.02 - [HTML Report: C:\Program Files (x86)\MicroShield 8\Examples\CaseFiles\HTML\Case1-ER-00.htm]

File Edit Display Preferences Tools Window Help

New Open Save Print Ext Src Cu Mat Jrf Src Exp Bt Sensitivity

Save As HTML File Save As Excel File Save As Word File Save As Text File

Case Title		Case 1			
Description		Case 1			
Geometry		13 - Rectangular Volume			
<b>Source Dimensions</b>					
Length	92.0 cm (3 ft 0.2 in)				
Width	205.0 cm (6 ft 8.7 in)				
Height	270.0 cm (8 ft 10.3 in)				
<b>Dose Points</b>					
A	X	Y	Z		
#1	192.0 cm (6 ft 3.6 in)	135.0 cm (4 ft 5.1 in)	102.5 cm (3 ft 4.4 in)		
<b>Shields</b>					
Shield N	Dimension	Material	Density		
Source	5.09e+06 cm <sup>3</sup>	Concrete	0.881478		
Air Gap		Air	0.00122		
<b>Source Input: Grouping Method - Actual Photon Energies</b>					
Nuclide	Ci	Bq	$\mu$ Ci/cm <sup>3</sup>		
Co-60	4.1244e-002	1.5260e+009	8.0994e-003		
<b>Buildup: The material reference is Source Integration Parameters</b>					
	X Direction	10			
	Y Direction	20			
	Z Direction	20			
<b>Results</b>					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm <sup>2</sup> /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm <sup>2</sup> /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	8.954e-02	1.929e-01	1.729e-04	3.724e-04
1.1732	1.526e+09	1.164e+03	2.179e+03	2.080e+00	3.894e+00
1.3325	1.526e+09	1.399e+03	2.533e+03	2.427e+00	4.395e+00
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>2.563e+03</b>	<b>4.712e+03</b>	<b>4.507e+00</b>	<b>8.289e+00</b>



MicroShield 8.02 - [HTML Report: C:\Program Files (x86)\MicroShield 8\Examples\CaseFiles\HTML\Case1-2014\_5\_20-T#-01\_32\_29.htm]

File Edit Display Preferences Tools Window Help

New Open Save Print Ext Src Cu Mat Jrf Src Exp Bt Sensitivity

Save As HTML File Save As Excel File Save As Word File Save As Text File

<b>Effective Dose (ICRP 74 - 1997)</b>			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	3.926e-002	7.221e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	3.488e-002	6.414e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	2.806e-002	5.199e-002
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	2.659e-002	4.890e-002
Rotational Geometry	mSv/hr	3.318e-002	6.103e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	2.898e-002	5.329e-002
<b>Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)</b>			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	4.287e-002	7.885e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.114e-002	3.886e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	3.945e-002	7.256e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	3.945e-002	7.256e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	3.604e-002	6.628e-002
<b>Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)</b>			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	4.379e-002	8.056e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.362e-002	4.344e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	2.858e-002	5.257e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000

## 重裝容器計算(上方)

中心點上方 100 cm 位置 (1 公分鋼板屏蔽)

**Case 1**  
13 - Rectangular Volume

Source Dimensions			
Length	92.0 cm (3 ft 0.2 in)		
Width	205.0 cm (6 ft 8.7 in)		
Height	270.0 cm (8 ft 10.3 in)		

Dose Points			
A	X	Y	Z
#1	193.0 cm (6 ft 4.0 in)	135.0 cm (4 ft 5.1 in)	102.5 cm (3 ft 4.4 in)

Shields			
Shield N	Dimension	Material	Density
Source	5.09e+06 cm <sup>3</sup>	Concrete	0.881478
Shield 1	1.0 cm	Iron	7.86
Air Gap		Air	0.00122

Source Input: Grouping Method - Actual Photon Energies				
Nuclide	Ci	Bq	$\mu$ Ci/cm <sup>3</sup>	Bq/cm <sup>3</sup>
Co-60	4.1244e-002	1.5260e+009	8.0994e-003	2.9968e+002

Buildup: The material reference is Source Integration Parameters			
Direction	X	Y	Z
X Direction			10
Y Direction			20
Z Direction			20

Results					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm <sup>2</sup> /sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm <sup>2</sup> /sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	4.436e-02	1.395e-01	8.564e-05	2.693e-04
1.1732	1.526e+09	6.756e+02	1.658e+03	1.207e+00	2.962e+00
1.3325	1.526e+09	8.398e+02	1.950e+03	1.457e+00	3.383e+00
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>1.515e+03</b>	<b>3.607e+03</b>	<b>2.664e+00</b>	<b>6.345e+00</b>

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Geometry	Unit	Value	Value
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	2.321e-002	5.527e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.062e-002	4.910e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	1.659e-002	3.949e-002
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	1.572e-002	3.743e-002
Rotational Geometry	mSv/hr	1.962e-002	4.672e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	1.713e-002	4.080e-002

Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Geometry	Unit	Value	Value
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	2.534e-002	6.035e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.250e-002	2.975e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	2.332e-002	5.554e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	2.332e-002	5.554e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	2.131e-002	5.073e-002

Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Geometry	Unit	Value	Value
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	2.589e-002	6.166e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.397e-002	3.325e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	1.690e-002	4.024e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	1.690e-002	4.024e-002

# 重裝容器計算

重裝容器尺寸 (Y 軸) 方向：長 205 cm、寬 270 cm、高 92 cm

MicroShield 8.02 - [HTML Report: C:\Program Files (x86)\MicroShield 8\Examples\CaseFiles\HTML\Case1-ER-00.html]

File Edit Display Preferences Tools Window Help

New Open Save Print Ext Src Cu Mat Inf Src Exp Bt Sensitivity

Save As HTML File Save As Excel File Save As Word File Save As Text File

MicroShield 8.02  
iner (8.02.0000)

Date	By	Checked

Filename	Run Date	Run Time	Duration
Case1	May 20, 2014	下午 02:53:54	00:00:00

Project Info

Case Title	Case 1
Description	Case 1
Geometry	13 - Rectangular Volume

Source Dimensions

Length	205.0 cm (6 ft 8.7 in)
Width	270.0 cm (8 ft 10.3 in)
Height	92.0 cm (3 ft 0.2 in)

Dose Points

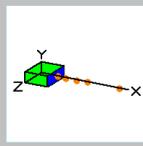
A	X	Y	Z
#1	234.45 cm (7 ft 8.3 in)	46.0 cm (1 ft 6.1 in)	135.0 cm (4 ft 5.1 in)
#2	305.45 cm (10 ft 0.3 in)	46.0 cm (1 ft 6.1 in)	135.0 cm (4 ft 5.1 in)
#3	405.45 cm (13 ft 5.6 in)	46.0 cm (1 ft 6.1 in)	135.0 cm (4 ft 5.1 in)
#4	505.45 cm (16 ft 7.0 in)	46.0 cm (1 ft 6.1 in)	135.0 cm (4 ft 5.1 in)
#5	605.45 cm (20 ft 5.1 in)	46.0 cm (1 ft 6.1 in)	135.0 cm (4 ft 5.1 in)

Shields

Shield N	Dimension	Material	Density
Source	5.09e+06 cm <sup>3</sup>	Concrete	0.881478
Shield 1	45 cm	Iron	7.86
Air Gap		Air	0.00122

Source Input: Grouping Method - Actual Photon Energies

Nuclide	Ci	Bq	μ Ci/cm <sup>3</sup>	Bq/cm <sup>3</sup>
Co-60	4.1244e-002	1.5260e+009	8.0994e-003	2.9968e+002



MicroShield 8.02 - [HTML Report: C:\Program Files (x86)\MicroShield 8\Examples\CaseFiles\HTML\Case1-ER-00.html]

File Edit Display Preferences Tools Window Help

New Open Save Print Ext Src Cu Mat Inf Src Exp Bt Sensitivity

Save As HTML File Save As Excel File Save As Word File Save As Text File

Nuclide	Ci	Bq	μ Ci/cm <sup>3</sup>	Bq/cm <sup>3</sup>
Co-60	4.1244e-002	1.5260e+009	8.0994e-003	2.9968e+002

Buildup: The material reference is Source

Integration Parameters

Direction	Value
X Direction	10
Y Direction	20
Z Direction	20

Results - Dose Point # 1 - (234.45,46,135) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm <sup>2</sup> /sec		Exposure Rate mR/hr	
		No Buildup	With Buildup	No Buildup	With Buildup
0.6938	2.489e+05	9.351e-02	2.454e-01	1.805e-04	4.738e-04
1.1732	1.526e+09	1.316e+03	2.830e+03	2.351e+00	5.057e+00
1.3325	1.526e+09	1.608e+03	3.308e+03	2.790e+00	5.739e+00
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>2.924e+03</b>	<b>6.137e+03</b>	<b>5.141e+00</b>	<b>1.080e+01</b>

Results - Dose Point # 2 - (305.45,46,135) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm <sup>2</sup> /sec		Exposure Rate mR/hr	
		No Buildup	With Buildup	No Buildup	With Buildup
0.6938	2.489e+05	3.577e-02	8.996e-02	6.905e-05	1.737e-04
1.1732	1.526e+09	4.945e+02	1.034e+03	8.837e-01	1.848e+00
1.3325	1.526e+09	6.022e+02	1.209e+03	1.045e+00	2.097e+00
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>1.097e+03</b>	<b>2.243e+03</b>	<b>1.928e+00</b>	<b>3.945e+00</b>

Results - Dose Point # 3 - (405.45,46,135) cm

Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm <sup>2</sup> /sec		Exposure Rate mR/hr	
		No Buildup	With Buildup	No Buildup	With Buildup
0.6938	2.489e+05	1.376e-02	3.484e-02	2.837e-05	6.726e-05
1.1732	1.526e+09	1.908e+02	4.031e+02	3.409e-01	7.204e-01
1.3325	1.526e+09	2.326e+02	4.721e+02	4.035e-01	8.191e-01
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>4.233e+02</b>	<b>8.752e+02</b>	<b>7.444e-01</b>	<b>1.540e+00</b>

Results - Dose Point # 2 - (305.45,46,135) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm2/sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm2/sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	3.577e-02	8.996e-02	6.905e-05	1.737e-04
1.1732	1.526e+09	4.945e+02	1.034e+03	8.837e-01	1.848e+00
1.3325	1.526e+09	6.022e+02	1.209e+03	1.045e+00	2.097e+00
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>1.097e+03</b>	<b>2.243e+03</b>	<b>1.928e+00</b>	<b>3.945e+00</b>
Results - Dose Point # 3 - (405.45,46,135) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm2/sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm2/sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	1.376e-02	3.484e-02	2.657e-05	6.726e-05
1.1732	1.526e+09	1.908e+02	4.031e+02	3.409e-01	7.204e-01
1.3325	1.526e+09	2.326e+02	4.721e+02	4.035e-01	8.191e-01
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>4.233e+02</b>	<b>8.752e+02</b>	<b>7.444e-01</b>	<b>1.540e+00</b>
Results - Dose Point # 4 - (505.45,46,135) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm2/sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm2/sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	6.961e-03	1.786e-02	1.344e-05	3.448e-05
1.1732	1.526e+09	9.702e+01	2.079e+02	1.734e-01	3.715e-01
1.3325	1.526e+09	1.185e+02	2.439e+02	2.053e-01	4.232e-01
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>2.155e+02</b>	<b>4.518e+02</b>	<b>3.789e-01</b>	<b>7.947e-01</b>
Results - Dose Point # 5 - (805.45,46,135) cm					
Energy (MeV)	Activity (Photons/sec)	Fluence Rate MeV/cm2/sec No Buildup	Fluence Rate MeV/cm2/sec With Buildup	Exposure Rate mR/hr No Buildup	Exposure Rate mR/hr With Buildup
0.6938	2.489e+05	1.902e-03	5.038e-03	3.672e-06	9.727e-06
1.1732	1.526e+09	2.696e+01	5.929e+01	4.800e-02	1.060e-01
1.3325	1.526e+09	3.292e+01	6.976e+01	5.711e-02	1.210e-01
<b>Totals</b>	<b>3.052e+09</b>	<b>5.978e+01</b>	<b>1.291e+02</b>	<b>1.051e-01</b>	<b>2.270e-01</b>

計算點：30 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	4.479e-002	9.404e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	3.979e-002	8.354e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	3.201e-002	6.719e-002
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	3.034e-002	6.369e-002
Rotational Geometry	mSv/hr	3.786e-002	7.948e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	3.306e-002	6.941e-002
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	4.890e-002	1.027e-001
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.412e-002	5.062e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	4.500e-002	9.449e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	4.500e-002	9.449e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	4.111e-002	8.632e-002
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	4.996e-002	1.049e-001
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.695e-002	5.657e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	3.261e-002	6.846e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	3.261e-002	6.846e-002

## 計算點：100 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.680e-002	3.437e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.492e-002	3.053e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	1.201e-002	2.456e-002
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	1.138e-002	2.328e-002
Rotational Geometry	mSv/hr	1.420e-002	2.905e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	1.240e-002	2.537e-002
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.834e-002	3.753e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	9.046e-003	1.850e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	1.688e-002	3.453e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	1.688e-002	3.453e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	1.542e-002	3.155e-002
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.874e-002	3.834e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.011e-002	2.067e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	1.223e-002	2.502e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	1.223e-002	2.502e-002

## 計算點：200 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	6.484e-003	1.341e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	5.760e-003	1.191e-002
Left Lateral Geometry	mSv/hr	4.634e-003	9.582e-003
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	4.393e-003	9.083e-003
Rotational Geometry	mSv/hr	5.481e-003	1.133e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	4.787e-003	9.898e-003
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	7.080e-003	1.464e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	3.492e-003	7.218e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	6.516e-003	1.348e-002
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	6.516e-003	1.348e-002
Isotropic Geometry	mSv/hr	5.953e-003	1.231e-002
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	7.233e-003	1.496e-002
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	3.902e-003	8.067e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	4.722e-003	9.763e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000

## 計算點：300 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	3.301e-003	6.923e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	2.932e-003	6.150e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	2.359e-003	4.947e-003
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	2.236e-003	4.689e-003
Rotational Geometry	mSv/hr	2.790e-003	5.851e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	2.437e-003	5.110e-003
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	3.604e-003	7.559e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.777e-003	3.726e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	3.317e-003	6.956e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	3.317e-003	6.956e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	3.030e-003	6.355e-003
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	3.682e-003	7.723e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	1.986e-003	4.164e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	2.404e-003	5.040e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	2.404e-003	5.040e-003

## 計算點：600 cm

Effective Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	9.157e-004	1.977e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	8.134e-004	1.757e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	6.544e-004	1.413e-003
Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Right Lateral Geometry	mSv/hr	6.203e-004	1.339e-003
Rotational Geometry	mSv/hr	7.740e-004	1.671e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	6.760e-004	1.459e-003
Eye Lens Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	9.998e-004	2.159e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	4.931e-004	1.064e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	9.201e-004	1.987e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	9.201e-004	1.987e-003
Isotropic Geometry	mSv/hr	8.406e-004	1.815e-003
Thymus Absorbed Dose (ICRP 74 - 1997)			
Antero-posterior Geometry	mSv/hr	1.021e-003	2.206e-003
Postero-anterior Geometry	mSv/hr	5.510e-004	1.190e-003
Left Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Lateral Geometry	mSv/hr	6.668e-004	1.440e-003
Right Lateral Geometry	mSv/hr	0.000e+000	0.000e+000
Rotational Geometry	mSv/hr	6.668e-004	1.440e-003

(四) 壕溝開蓋計算

\*\*\*\*Concrete(協助開蓋 計算總活度(每桶平均活度 X288 桶))

```

1$$ 50 50 50 11 5 1 2 0 1 4 1 5R0 1 2 T
2** 3.7E10 6R0.0 T
3** 49I0.0 540.0 T
4** 49I0.0 800.0 T
5** 49I0.0 270.0 T
      0 0          CG of Temporary Storage Area
      RPP 1      0.0 540.0      0.0 800.0
0.0 270.0
      RPP 2      0.0 6500.0      0.0 800.0
270.0 270.18
      RPP 3 -100000.0 100000.0 -100000.0 100000.0 -100000.0
100000.0
      END
      101          1
      102          2
      103          3      -1      -2
      END
      1 1 1
      2 4 1
9$$ 225 1 7 8 11 12 13 14 16 20 26 27 T
10** 0.0 0.0010056 0.0002873 8R0.0
      0.01184 0.7141 0.04665 0.38104 0.02093 0.3119 5R0.0
      10R0.0 8.9
      9R0.0 7.86 0.0
      0.111 0.0 0.889 8R0.0 T
11** 1.173 1.333 T
12** 0.98 0.98 T
13** 2R270.0 T
14** 2R400.0 T
15** 371.18 471.18 T

```

-----  
DETECTING PT.

TOTAL GAMMA RAY

DOSE RATE

NO.

( mSv/hr)

1	1.122E-01(盖板表面)
2	7.859E-02(距盖板表面 1m 位置)

-----

## 五、各壕溝運送路線圖與場界輻射劑量計算

附錄中列出各壕溝廢棄物桶在貯存場的運送路線圖以及運送造成之場界劑量。

「3x4 重裝容器」運送路線圖：圖上以紅色短線段將運送路線分割成數小段，以紅色菱形代表該線段的劑量計算點，數字代表該線段長度（單位：公尺）。圖 1：為各個壕溝與「鋼構廠房」往來之路線圖，圖 2：為「鋼構廠房」與「壕溝」廢棄物桶往來之路線圖。

運送「3x4 重裝容器」造成場界劑量表，12 桶廢棄物桶裝入一重裝容器，第一欄「壕溝-鋼構廠房」代表重裝容器的運送路線是由各個壕溝到鋼構廠房，其下方的劑量是指單趟運送單一重裝容器造成的場界劑量。第二欄「鋼構廠房-壕溝」代表重裝容器的運送路線是由鋼構廠房回到壕溝，其下方的劑量是指單趟運送單一重裝容器造成的場界劑量。第三欄 D Dose 代表運送完該壕溝內所有廢棄物桶後對場界造成的劑量。

# 1 號壕溝

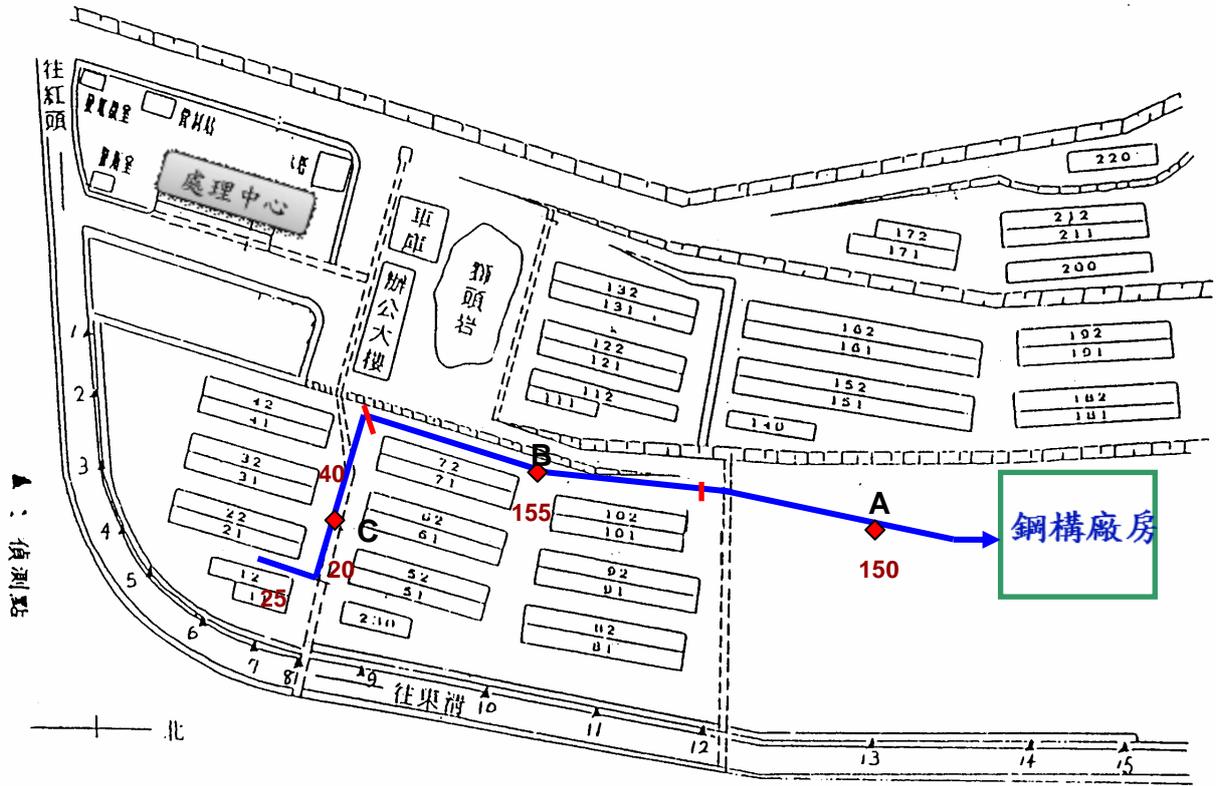


圖 4-1 廢棄物桶運送路線(1 號壕溝→鋼構廠房)

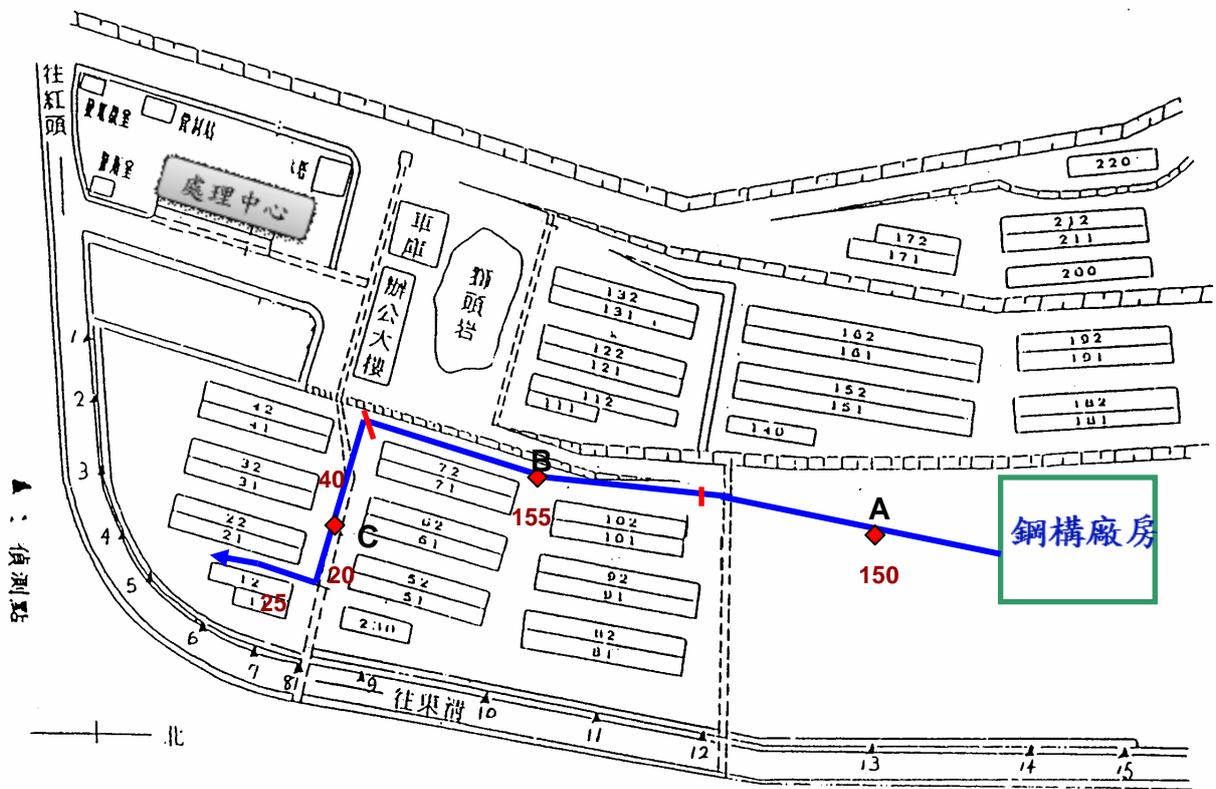


圖 4-2 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→1 號壕溝)

表 4-1 #1 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝-鋼構廠房	鋼構廠房-壕溝	D dose(mSv)
1	2.679E-08	2.679E-08	2.072E-05
2	3.717E-08	3.717E-08	2.874E-05
3	5.399E-08	5.399E-08	4.175E-05
4	7.603E-08	7.603E-08	5.880E-05
5	8.885E-08	8.885E-08	6.871E-05
6	1.141E-07	1.141E-07	8.824E-05
7	1.677E-07	1.677E-07	1.297E-04
8	2.216E-07	2.216E-07	1.714E-04
9	2.431E-07	2.431E-07	1.880E-04
10	1.788E-07	1.788E-07	1.383E-04
11	1.870E-07	1.870E-07	1.446E-04
12	1.508E-07	1.508E-07	1.166E-04
13	1.907E-07	1.907E-07	1.475E-04
14	1.368E-07	1.368E-07	1.058E-04
15	4.241E-08	4.241E-08	3.280E-05

## 2 號壕溝

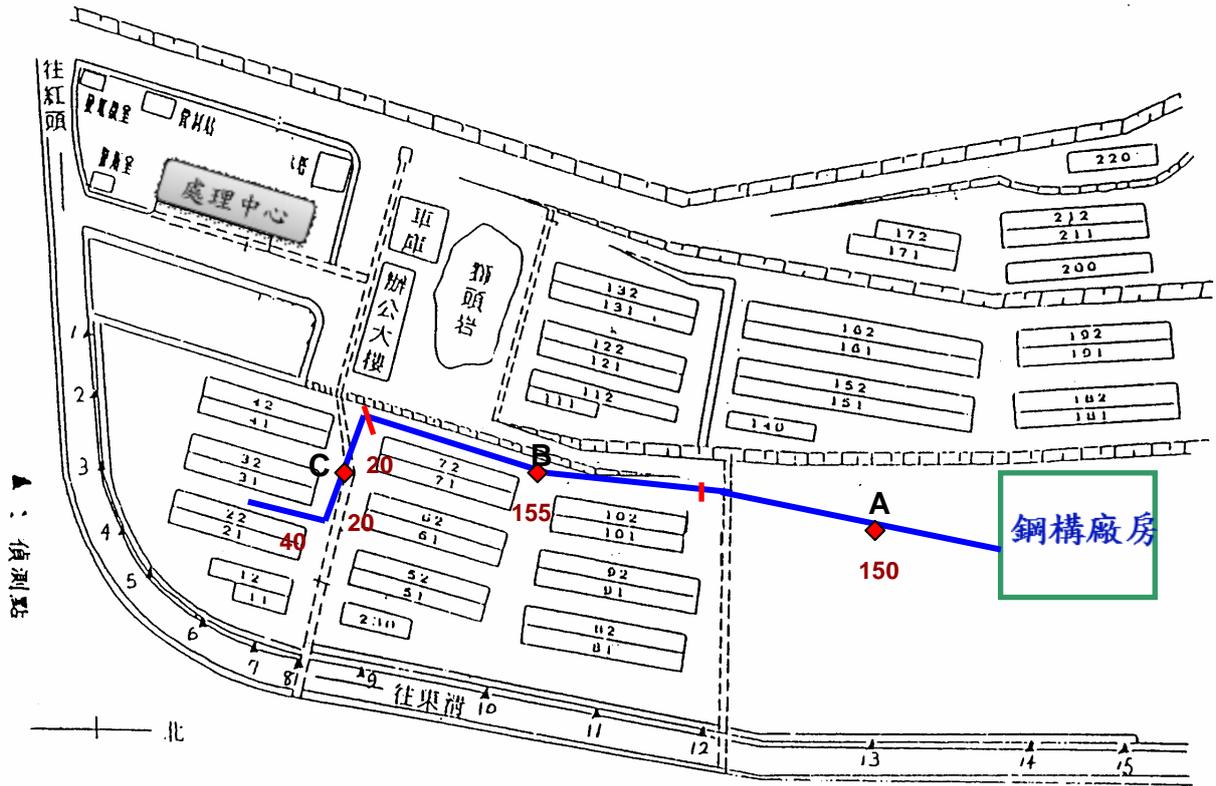


圖 4-3 廢棄物桶運送路線(2 號壕溝→鋼構廠房)

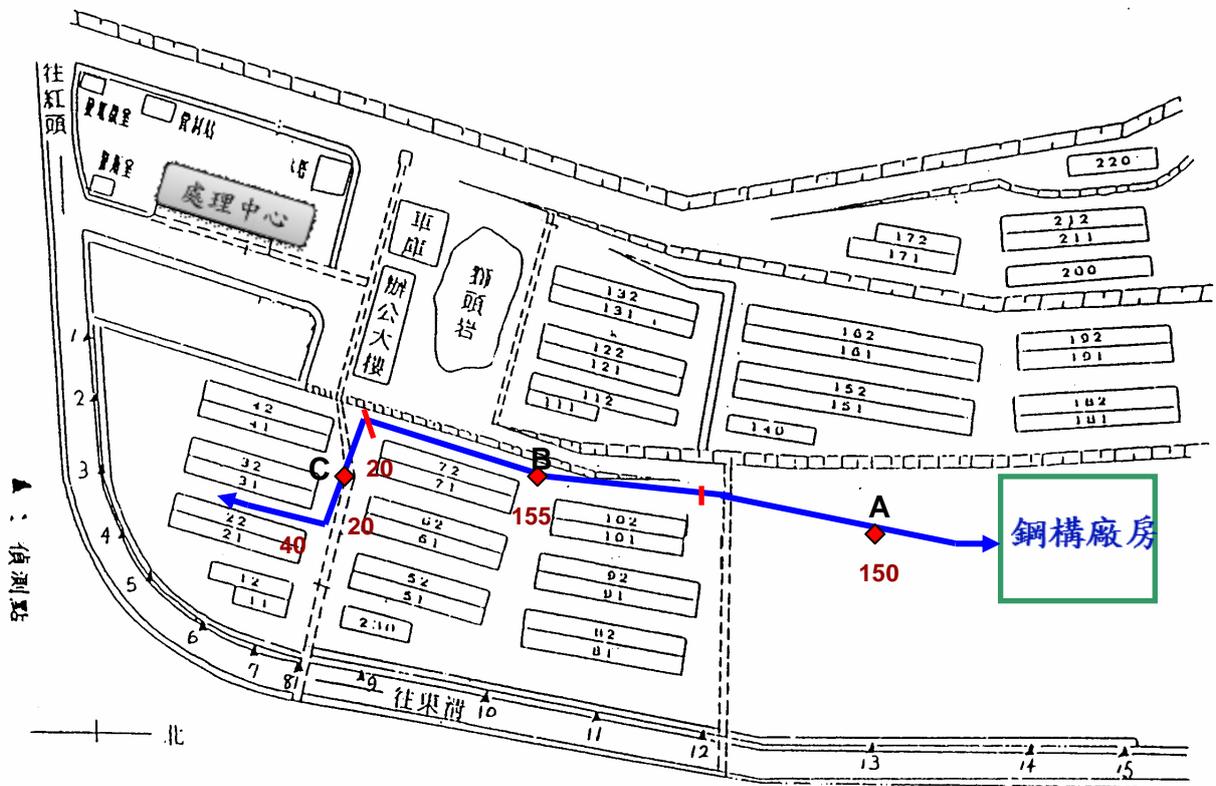


圖 4-4 棄物桶運送路線(鋼構廠房→2 號壕溝)

表 4-2 #2 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	2.779E-08	2.779E-08	2.964E-05
2	3.771E-08	3.771E-08	4.022E-05
3	5.112E-08	5.112E-08	5.453E-05
4	6.497E-08	6.497E-08	6.930E-05
5	7.178E-08	7.178E-08	7.657E-05
6	8.046E-08	8.046E-08	8.582E-05
7	1.029E-07	1.029E-07	1.098E-04
8	1.268E-07	1.268E-07	1.353E-04
9	1.465E-07	1.465E-07	1.563E-04
10	1.668E-07	1.668E-07	1.779E-04
11	1.842E-07	1.842E-07	1.965E-04
12	1.501E-07	1.501E-07	1.601E-04
13	1.907E-07	1.907E-07	2.034E-04
14	1.369E-07	1.369E-07	1.460E-04
15	4.243E-08	4.243E-08	4.526E-05

### 3 號壕溝

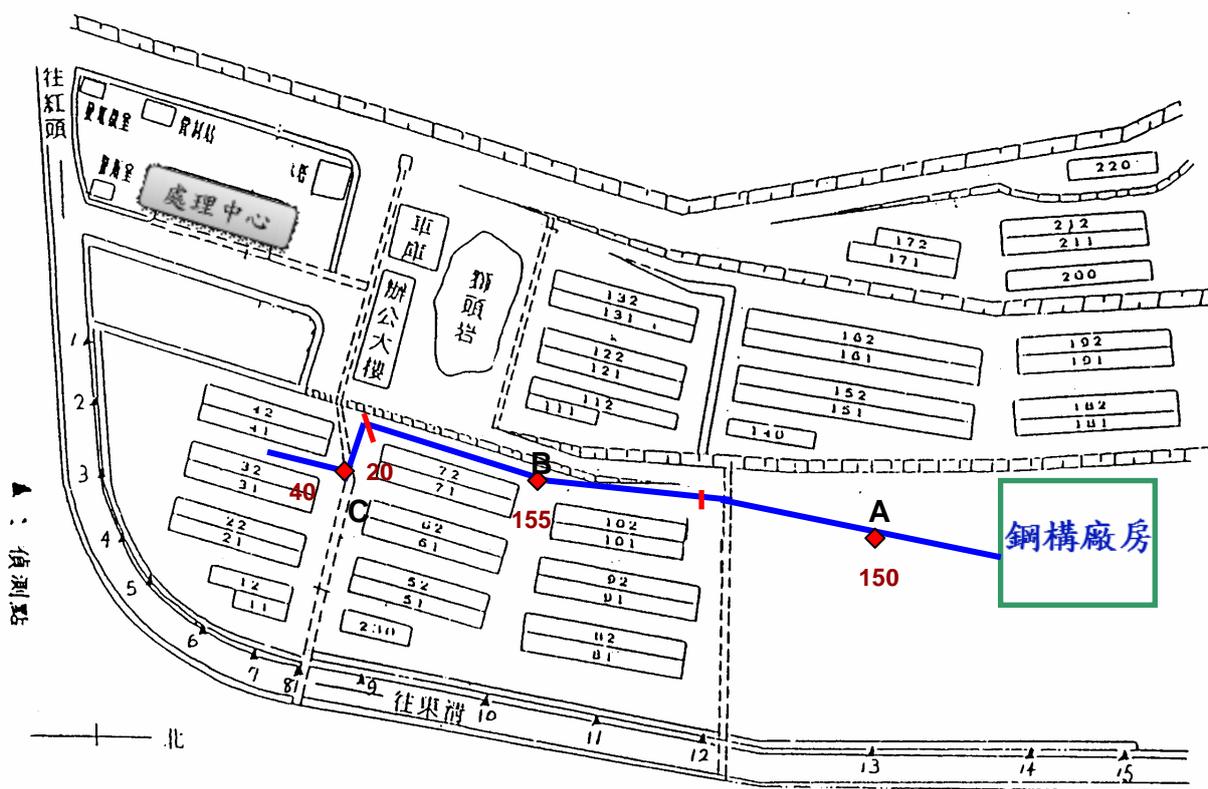


圖 4-5 廢棄物桶運送路線(3 號壕溝→鋼構廠房)

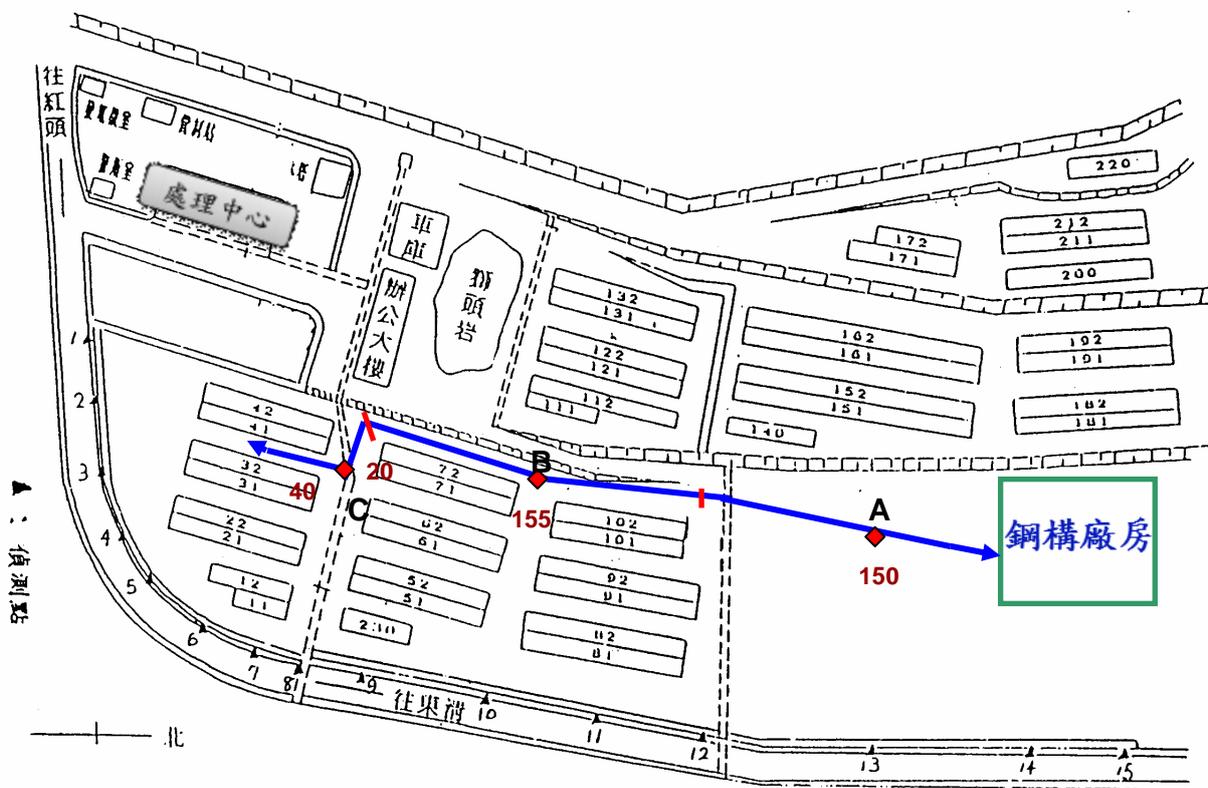


圖 4-6 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→3 號壕溝)

表 4-3 #3 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	2.214E-08	2.214E-08	2.362E-05
2	2.970E-08	2.970E-08	3.168E-05
3	3.982E-08	3.982E-08	4.247E-05
4	5.027E-08	5.027E-08	5.362E-05
5	5.553E-08	5.553E-08	5.923E-05
6	6.250E-08	6.250E-08	6.667E-05
7	8.051E-08	8.051E-08	8.588E-05
8	9.972E-08	9.972E-08	1.064E-04
9	1.178E-07	1.178E-07	1.257E-04
10	1.541E-07	1.541E-07	1.644E-04
11	1.786E-07	1.786E-07	1.905E-04
12	1.474E-07	1.474E-07	1.572E-04
13	1.895E-07	1.895E-07	2.021E-04
14	1.363E-07	1.363E-07	1.454E-04
15	4.216E-08	4.216E-08	4.497E-05

### 4 號壕溝

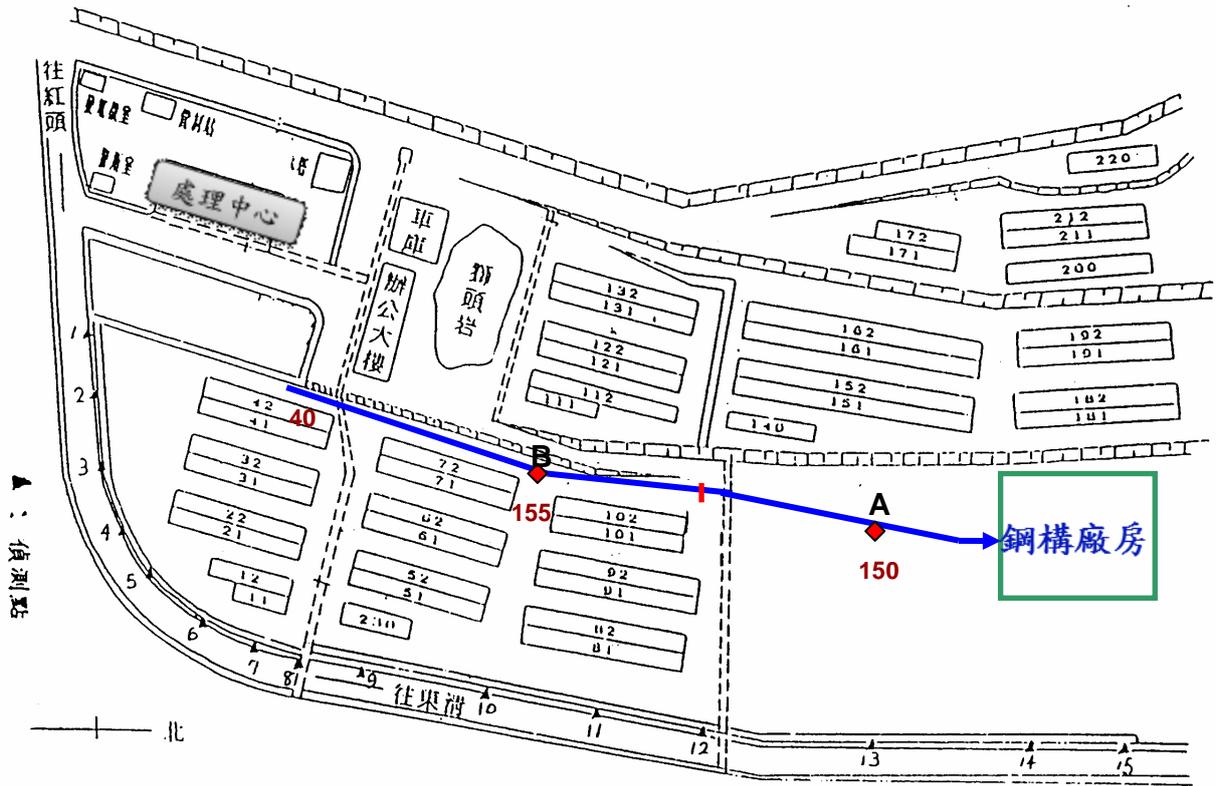


圖 4-7 廢棄物桶運送路線(4 號壕溝→鋼構廠房)

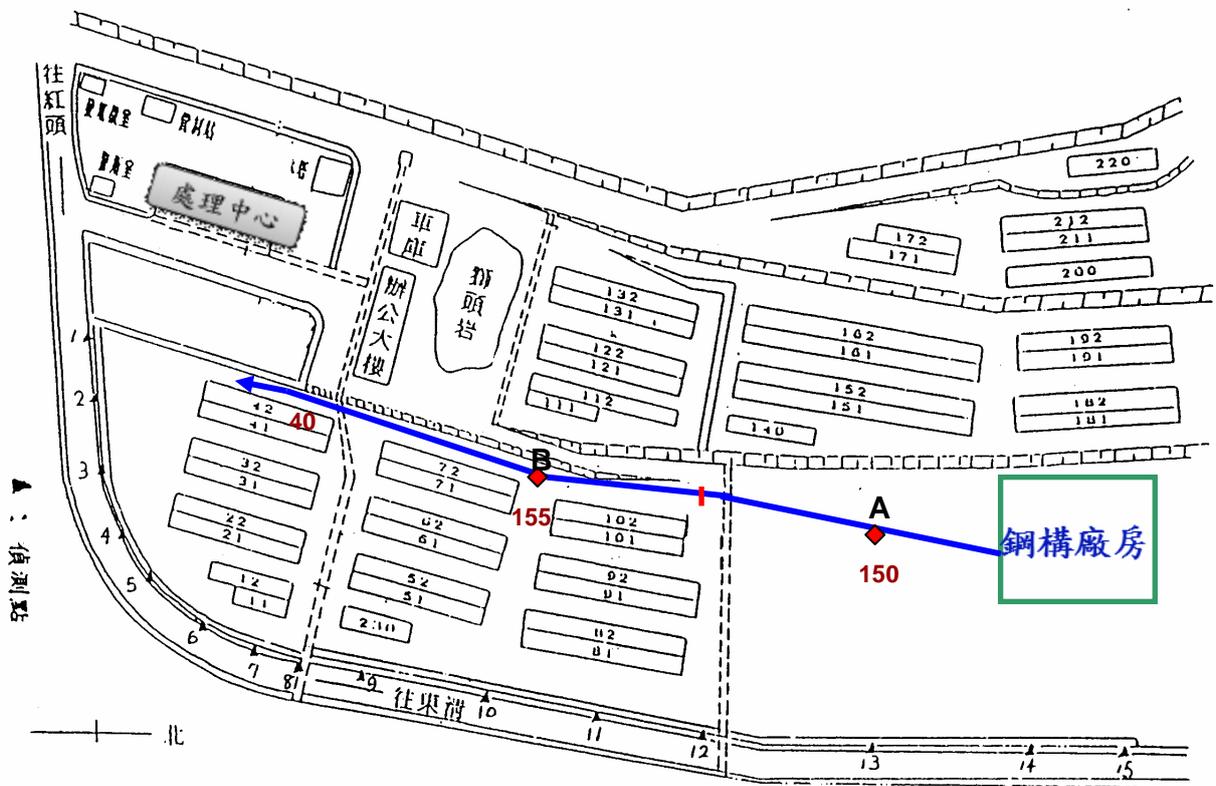


圖 4-8 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→4 號壕溝)

表 4-4 #4 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	1.041E-08	1.041E-08	1.110E-05
2	1.269E-08	1.269E-08	1.354E-05
3	1.545E-08	1.545E-08	1.648E-05
4	1.823E-08	1.823E-08	1.945E-05
5	2.010E-08	2.010E-08	2.144E-05
6	2.361E-08	2.361E-08	2.518E-05
7	3.268E-08	3.268E-08	3.486E-05
8	4.253E-08	4.253E-08	4.537E-05
9	5.992E-08	5.992E-08	6.391E-05
10	1.515E-07	1.515E-07	1.616E-04
11	2.000E-07	2.000E-07	2.133E-04
12	1.624E-07	1.624E-07	1.732E-04
13	1.955E-07	1.955E-07	2.085E-04
14	1.386E-07	1.386E-07	1.478E-04
15	4.300E-08	4.300E-08	4.587E-05

# 5 號壕溝

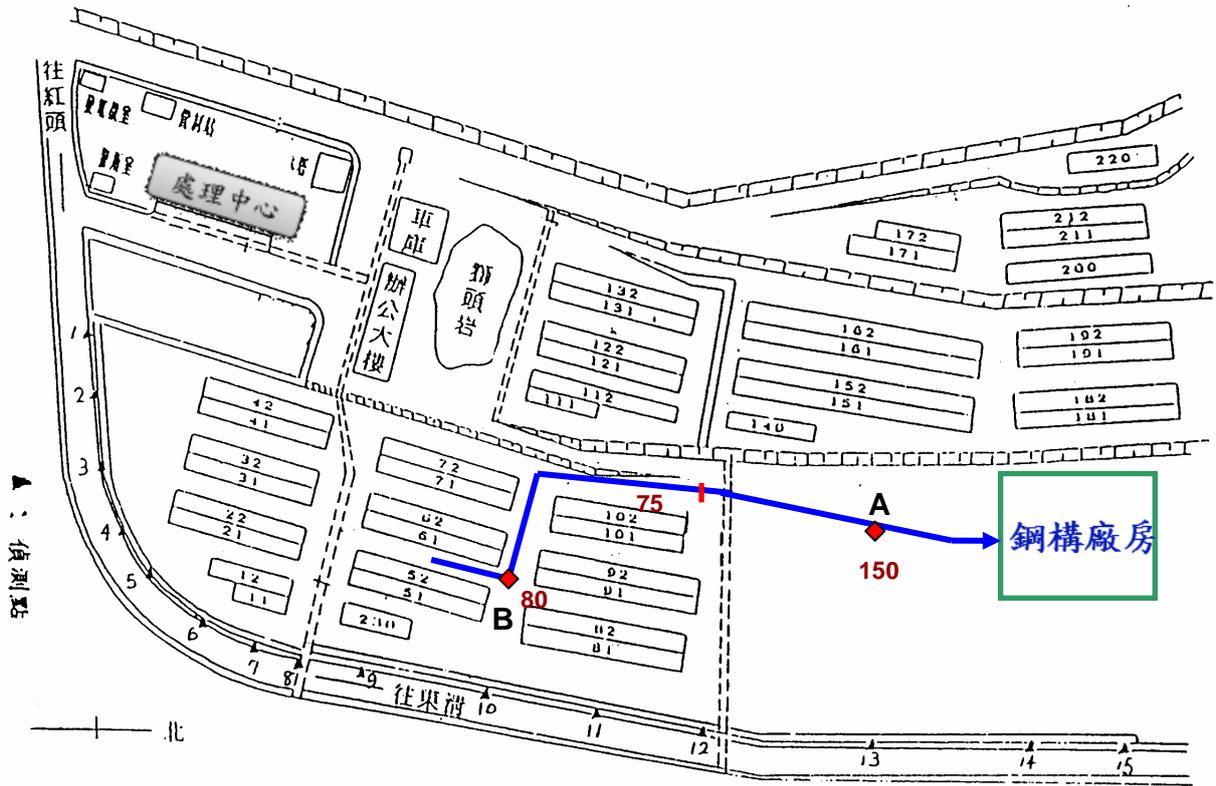


圖 4-9 廢棄物桶運送路線(5 號壕溝→鋼構廠房)

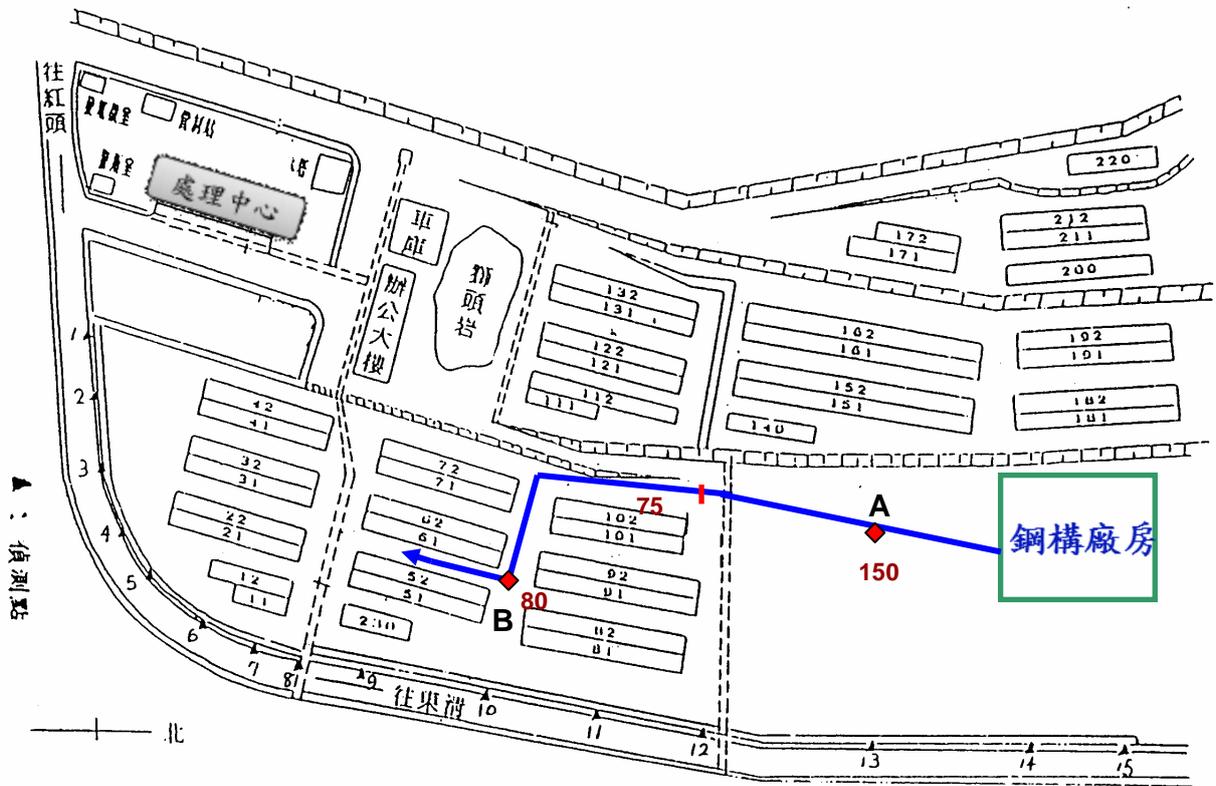


圖 4-10 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→5 號壕溝)

表 4-5 #5 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	1.160E-08	1.160E-08	1.237E-05
2	1.489E-08	1.489E-08	1.588E-05
3	1.976E-08	1.976E-08	2.108E-05
4	2.557E-08	2.557E-08	2.727E-05
5	3.053E-08	3.053E-08	3.257E-05
6	3.874E-08	3.874E-08	4.132E-05
7	6.167E-08	6.167E-08	6.578E-05
8	8.908E-08	8.908E-08	9.502E-05
9	1.540E-07	1.540E-07	1.643E-04
10	6.763E-07	6.763E-07	7.214E-04
11	2.868E-07	2.868E-07	3.059E-04
12	1.321E-07	1.321E-07	1.409E-04
13	1.754E-07	1.754E-07	1.871E-04
14	1.298E-07	1.298E-07	1.385E-04
15	3.945E-08	3.945E-08	4.208E-05

## 6 號壕溝

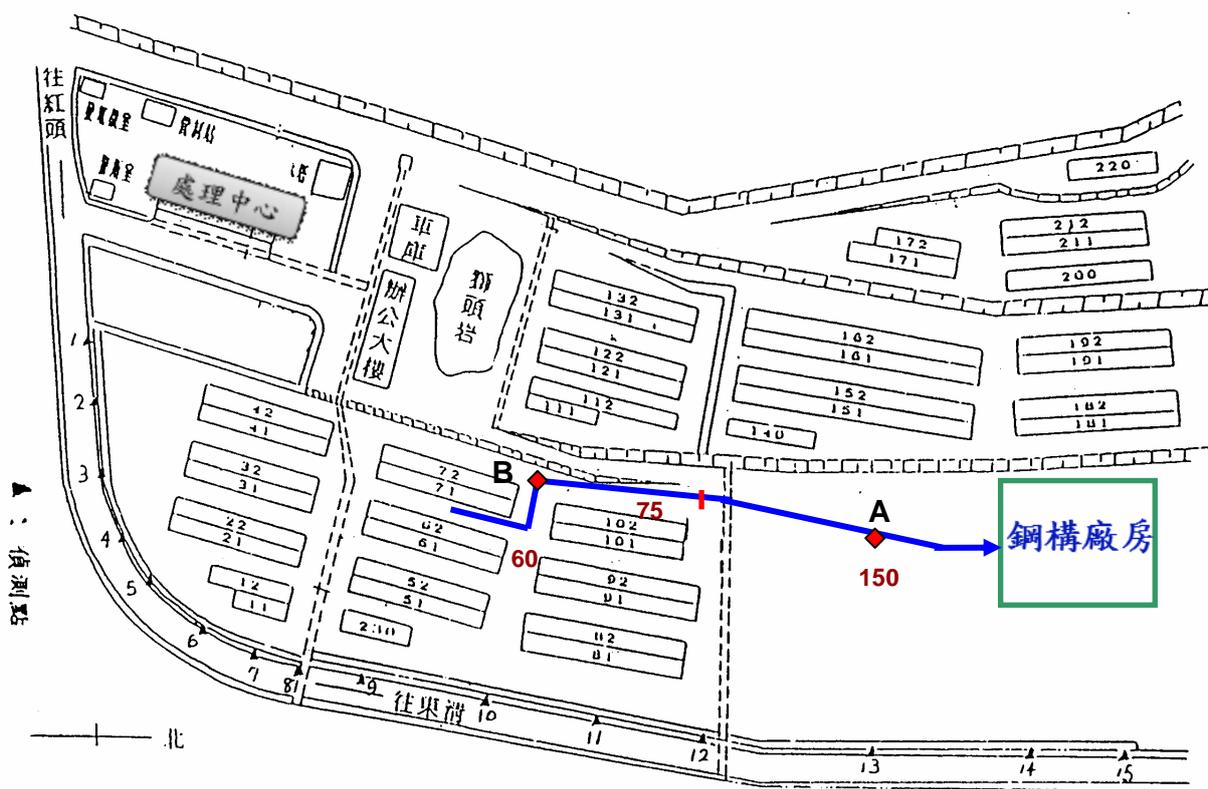


圖 4-11 廢棄物桶運送路線(6 號壕溝→鋼構廠房)

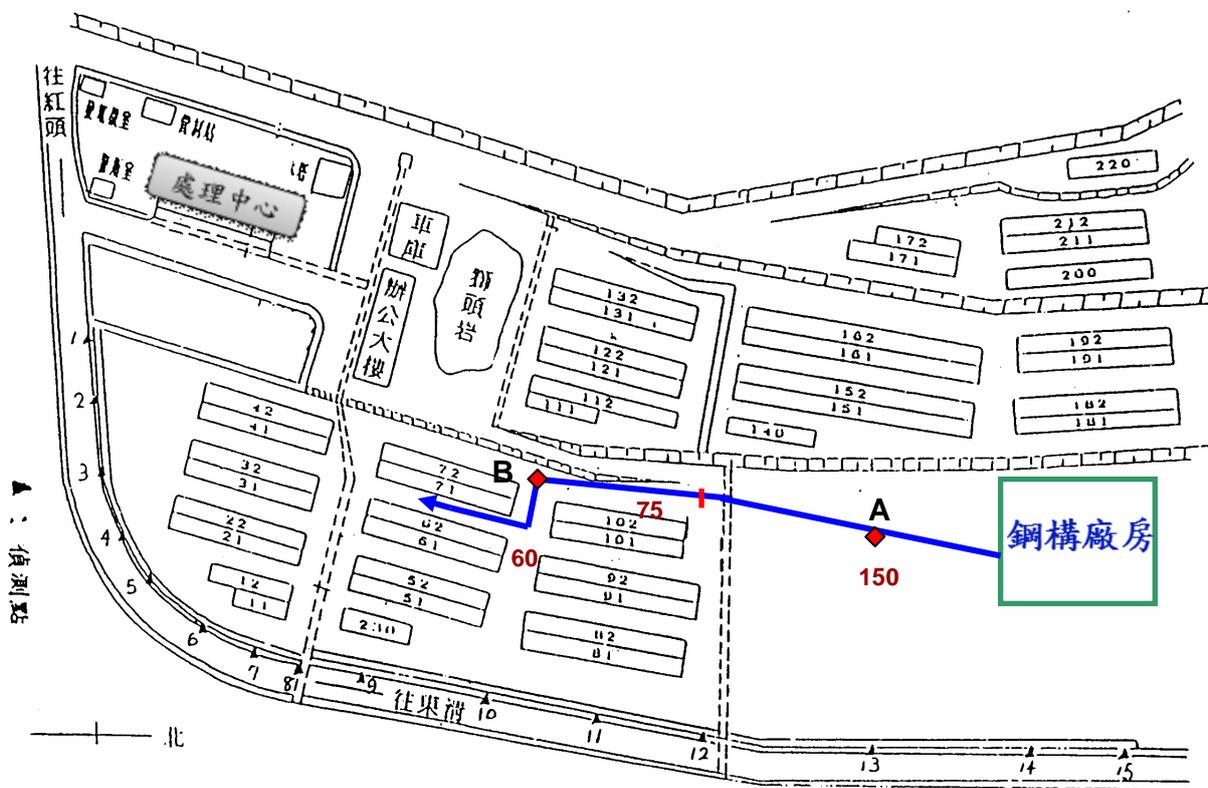


圖 4-12 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→6 號壕溝)

表 4-6 #6 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	7.708E-09	7.708E-09	8.222E-06
2	9.361E-09	9.361E-09	9.985E-06
3	1.137E-08	1.137E-08	1.213E-05
4	1.340E-08	1.340E-08	1.429E-05
5	1.477E-08	1.477E-08	1.575E-05
6	1.732E-08	1.732E-08	1.847E-05
7	2.391E-08	2.391E-08	2.550E-05
8	3.103E-08	3.103E-08	3.310E-05
9	4.355E-08	4.355E-08	4.645E-05
10	1.097E-07	1.097E-07	1.170E-04
11	1.476E-07	1.476E-07	1.574E-04
12	1.300E-07	1.300E-07	1.387E-04
13	1.822E-07	1.822E-07	1.943E-04
14	1.332E-07	1.332E-07	1.421E-04
15	4.077E-08	4.077E-08	4.349E-05

# 7號壕溝

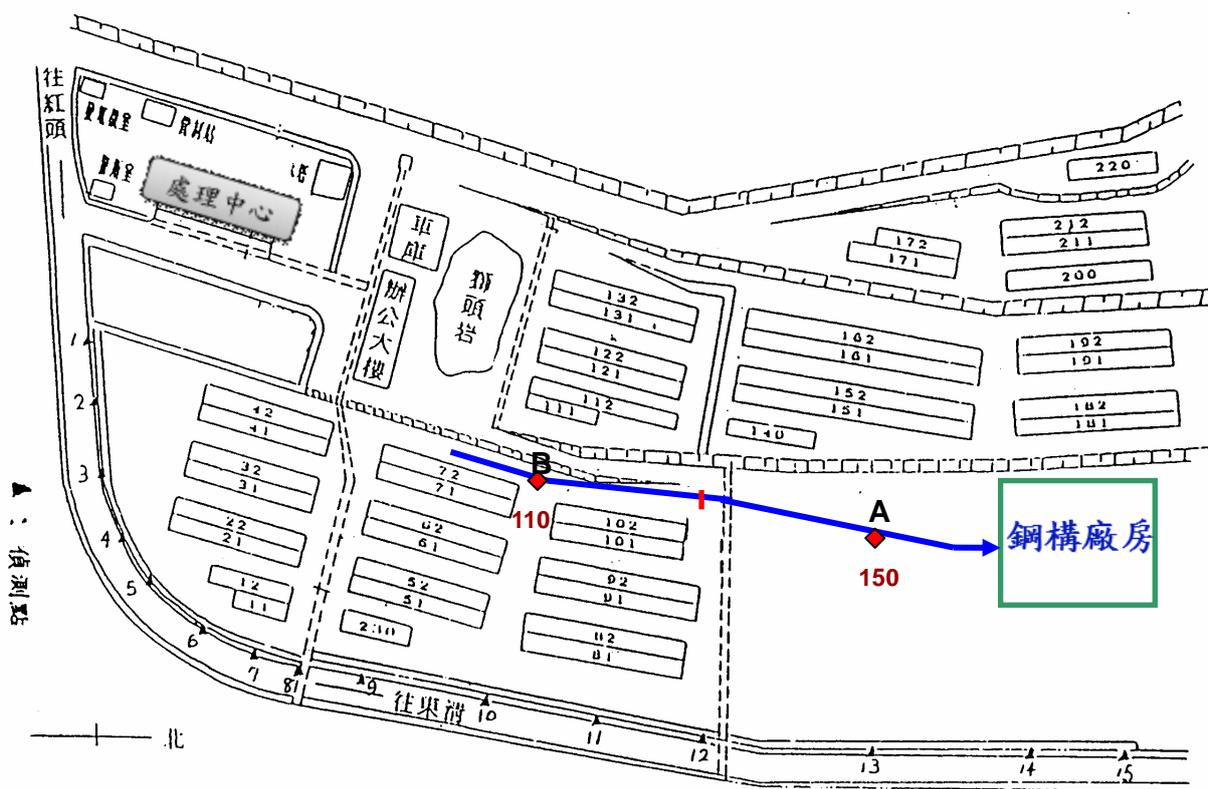


圖 4-13 廢棄物桶運送路線(7號壕溝→鋼構廠房)

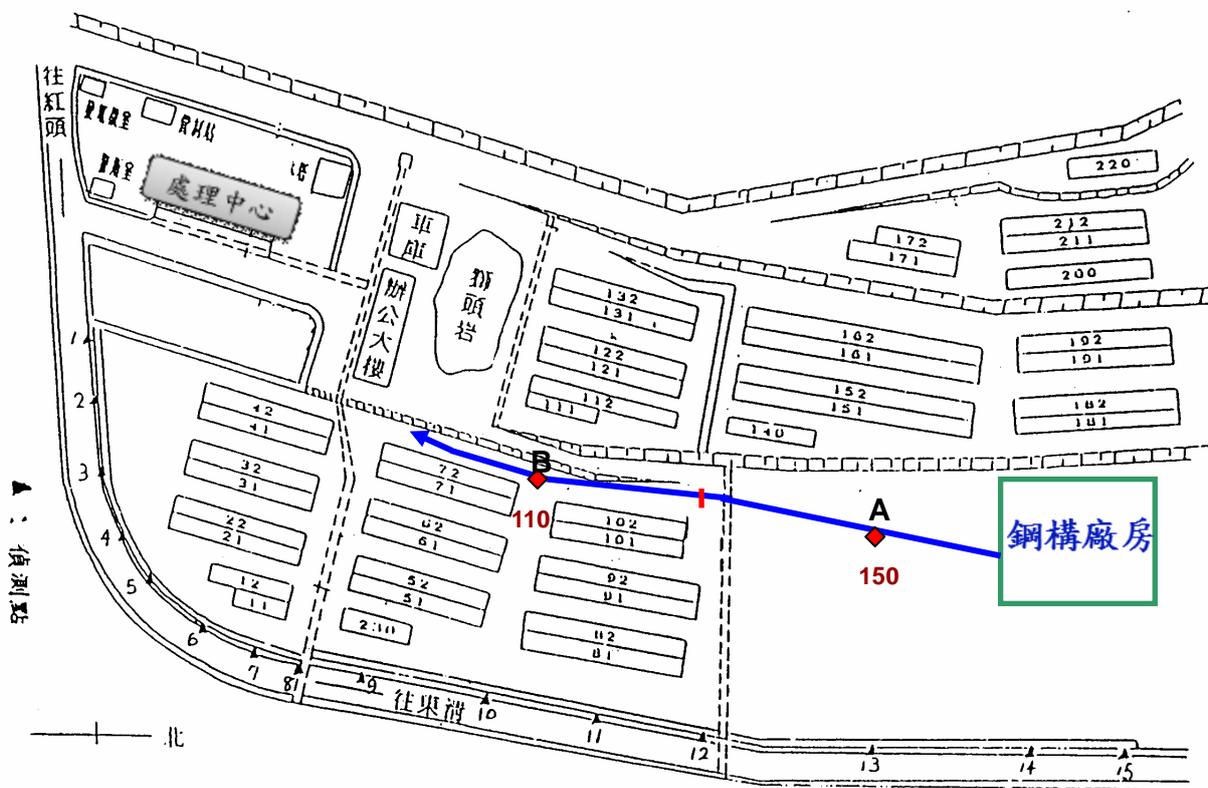


圖 4-14 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→7號壕溝)

表 4-7 #7 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	6.584E-09	6.584E-09	7.023E-06
2	7.973E-09	7.973E-09	8.505E-06
3	9.674E-09	9.674E-09	1.032E-05
4	1.139E-08	1.139E-08	1.215E-05
5	1.255E-08	1.255E-08	1.339E-05
6	1.470E-08	1.470E-08	1.568E-05
7	2.026E-08	2.026E-08	2.161E-05
8	2.625E-08	2.625E-08	2.800E-05
9	3.673E-08	3.673E-08	3.918E-05
10	9.227E-08	9.227E-08	9.842E-05
11	1.258E-07	1.258E-07	1.342E-04
12	1.165E-07	1.165E-07	1.243E-04
13	1.767E-07	1.767E-07	1.885E-04
14	1.309E-07	1.309E-07	1.396E-04
15	3.984E-08	3.984E-08	4.250E-05

# 8 號壕溝

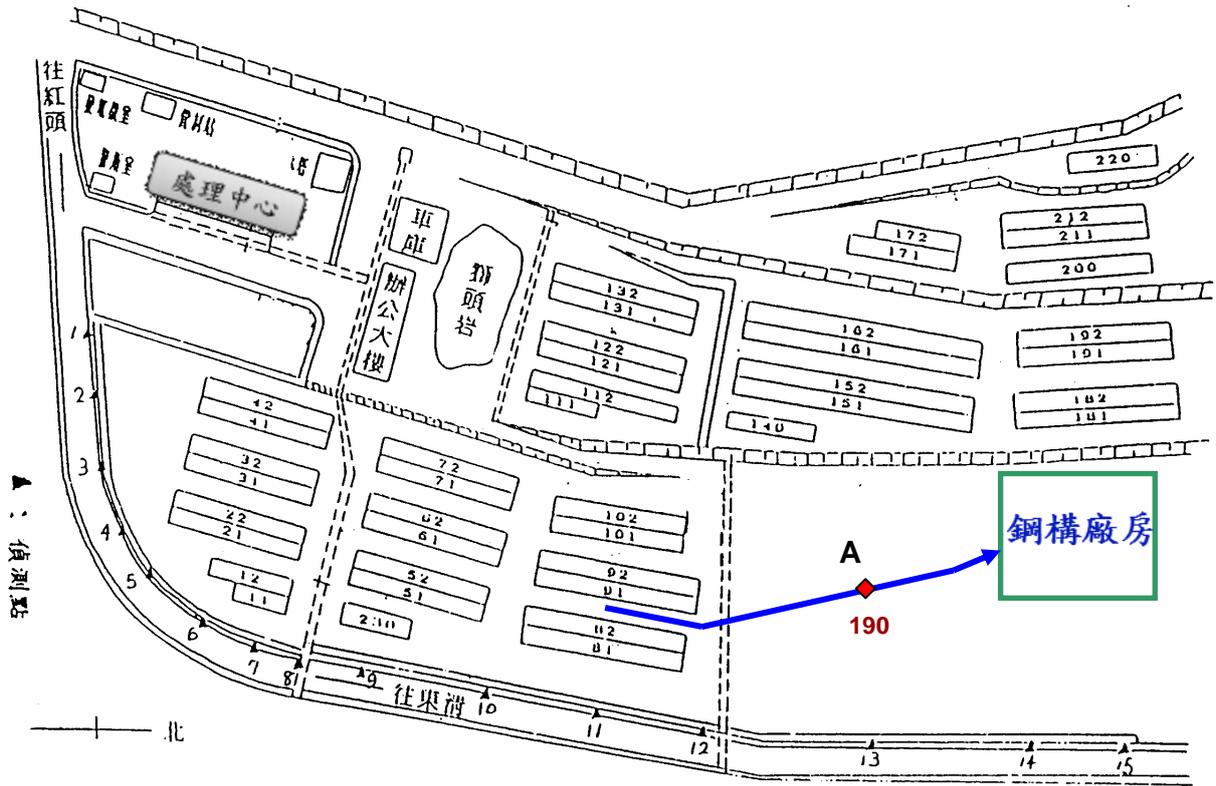


圖 4-15 廢棄物桶運送路線(8 號壕溝→鋼構廠房)

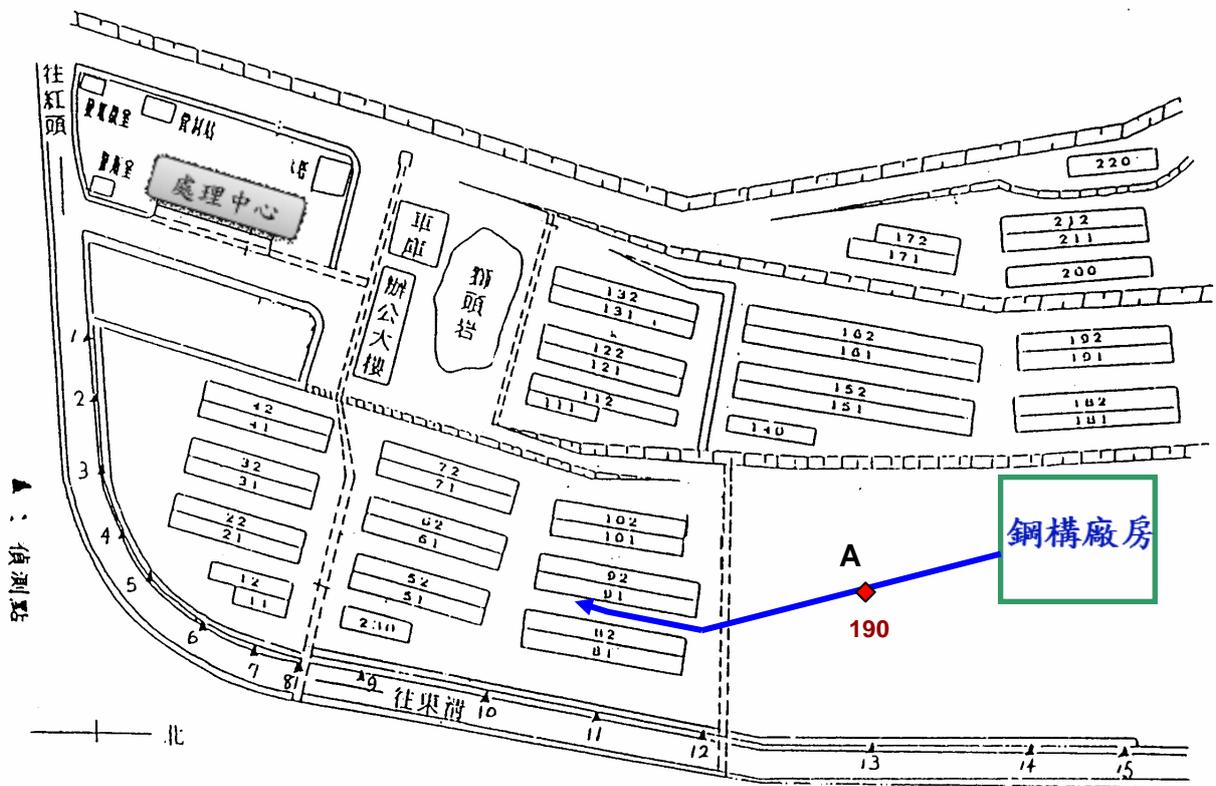


圖 4-16 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→8 號壕溝)

表 4-8 #8 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	2.260E-09	2.260E-09	2.820E-06
2	2.645E-09	2.645E-09	3.301E-06
3	3.149E-09	3.149E-09	3.930E-06
4	3.672E-09	3.672E-09	4.583E-06
5	4.110E-09	4.110E-09	5.129E-06
6	4.776E-09	4.776E-09	5.960E-06
7	6.423E-09	6.423E-09	8.016E-06
8	8.036E-09	8.036E-09	1.003E-05
9	1.081E-08	1.081E-08	1.349E-05
10	2.732E-08	2.732E-08	3.410E-05
11	5.855E-08	5.855E-08	7.307E-05
12	1.324E-07	1.324E-07	1.652E-04
13	4.674E-07	4.674E-07	5.833E-04
14	1.660E-07	1.660E-07	2.072E-04
15	3.923E-08	3.923E-08	4.896E-05

# 9 號壕溝

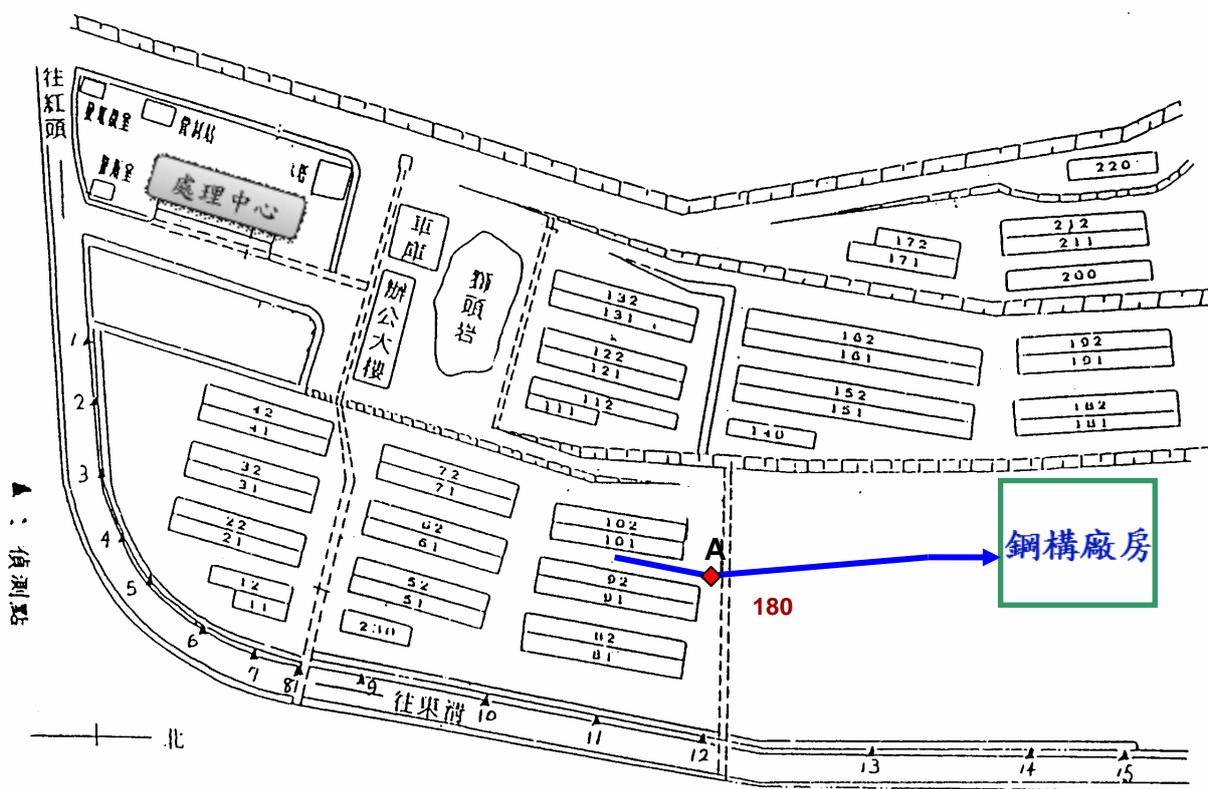


圖 4-17 廢棄物桶運送路線(9 號壕溝→鋼構廠房)

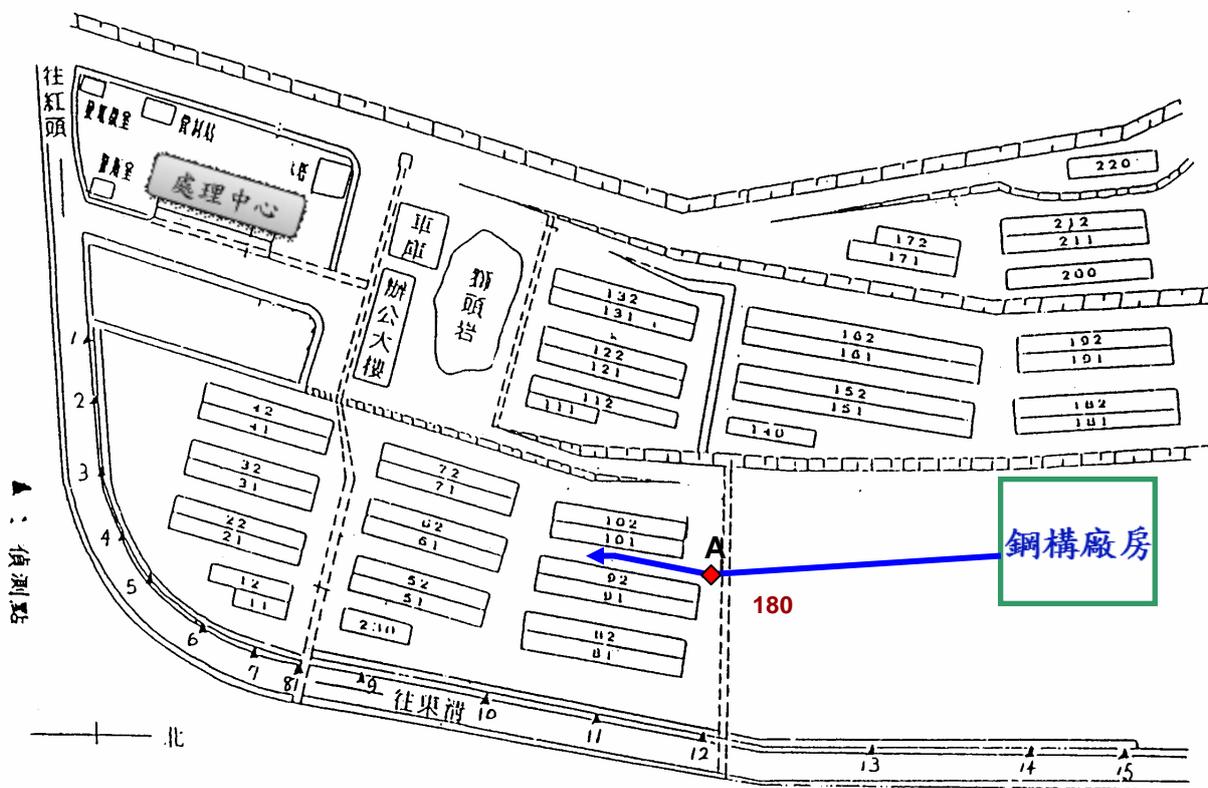


圖 4-18 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→9 號壕溝)

表 4-9 #9 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	4.462E-09	4.462E-09	5.378E-06
2	5.446E-09	5.446E-09	6.564E-06
3	6.624E-09	6.624E-09	7.984E-06
4	7.975E-09	7.975E-09	9.613E-06
5	9.072E-09	9.072E-09	1.093E-05
6	1.080E-08	1.080E-08	1.302E-05
7	1.531E-08	1.531E-08	1.845E-05
8	1.975E-08	1.975E-08	2.381E-05
9	2.807E-08	2.807E-08	3.383E-05
10	9.130E-08	9.130E-08	1.100E-04
11	2.180E-07	2.180E-07	2.628E-04
12	2.981E-07	2.981E-07	3.593E-04
13	1.196E-07	1.196E-07	1.442E-04
14	3.639E-08	3.639E-08	4.386E-05
15	1.256E-08	1.256E-08	1.514E-05

# 10 號壕溝

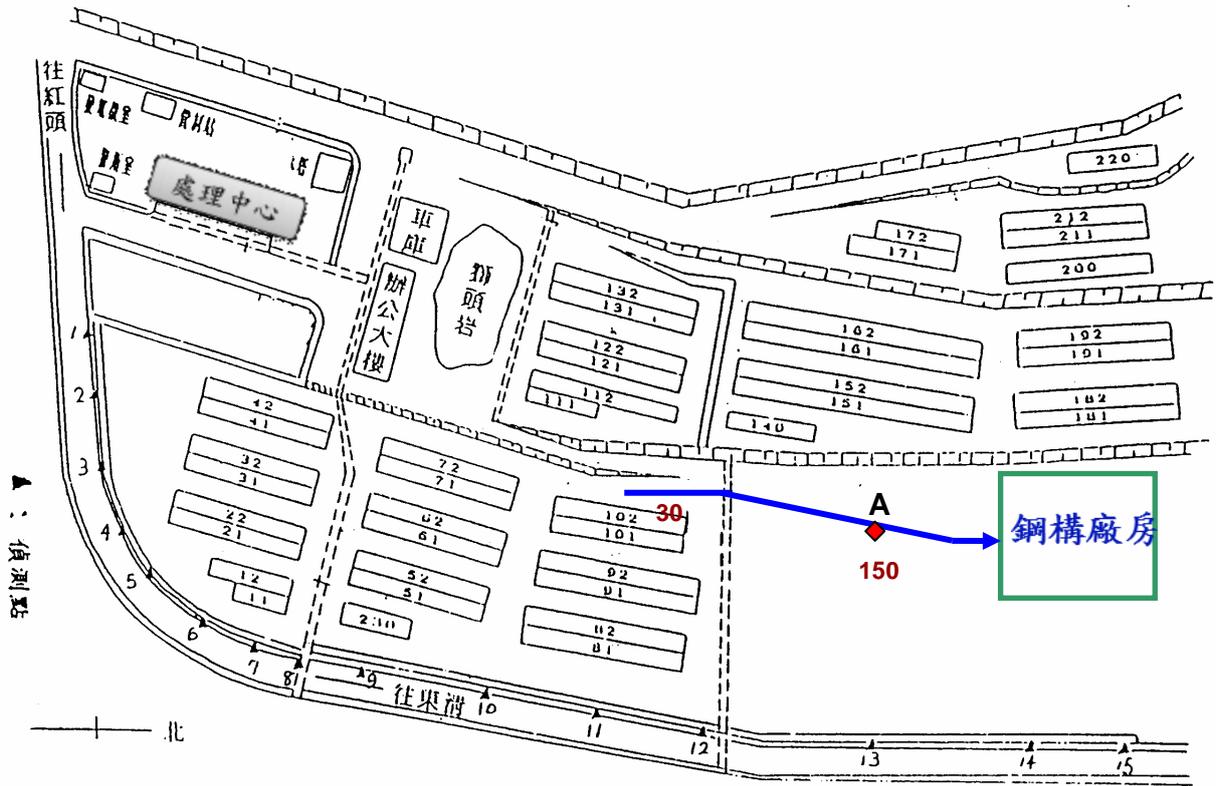


圖 4-19 廢棄物桶運送路線(10 號壕溝→鋼構廠房)

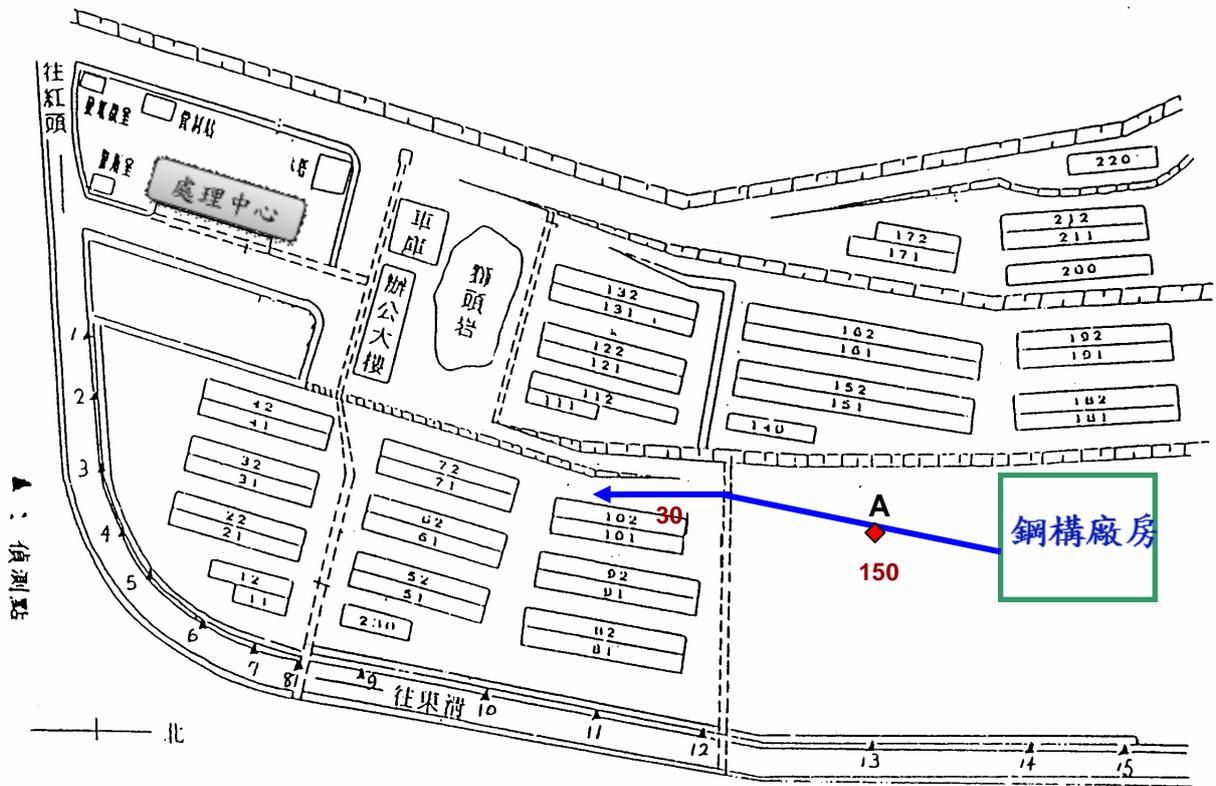


圖 4-20 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→10 號壕溝)

表 4-10 #10 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	1.966E-09	1.966E-09	2.097E-06
2	2.251E-09	2.251E-09	2.401E-06
3	2.646E-09	2.646E-09	2.822E-06
4	3.045E-09	3.045E-09	3.248E-06
5	3.329E-09	3.329E-09	3.551E-06
6	3.806E-09	3.806E-09	4.060E-06
7	5.020E-09	5.020E-09	5.355E-06
8	6.221E-09	6.221E-09	6.636E-06
9	8.094E-09	8.094E-09	8.634E-06
10	1.886E-08	1.886E-08	2.012E-05
11	3.572E-08	3.572E-08	3.810E-05
12	6.825E-08	6.825E-08	7.280E-05
13	1.828E-07	1.828E-07	1.950E-04
14	1.451E-07	1.451E-07	1.548E-04
15	4.288E-08	4.288E-08	4.574E-05

# 11 號壕溝

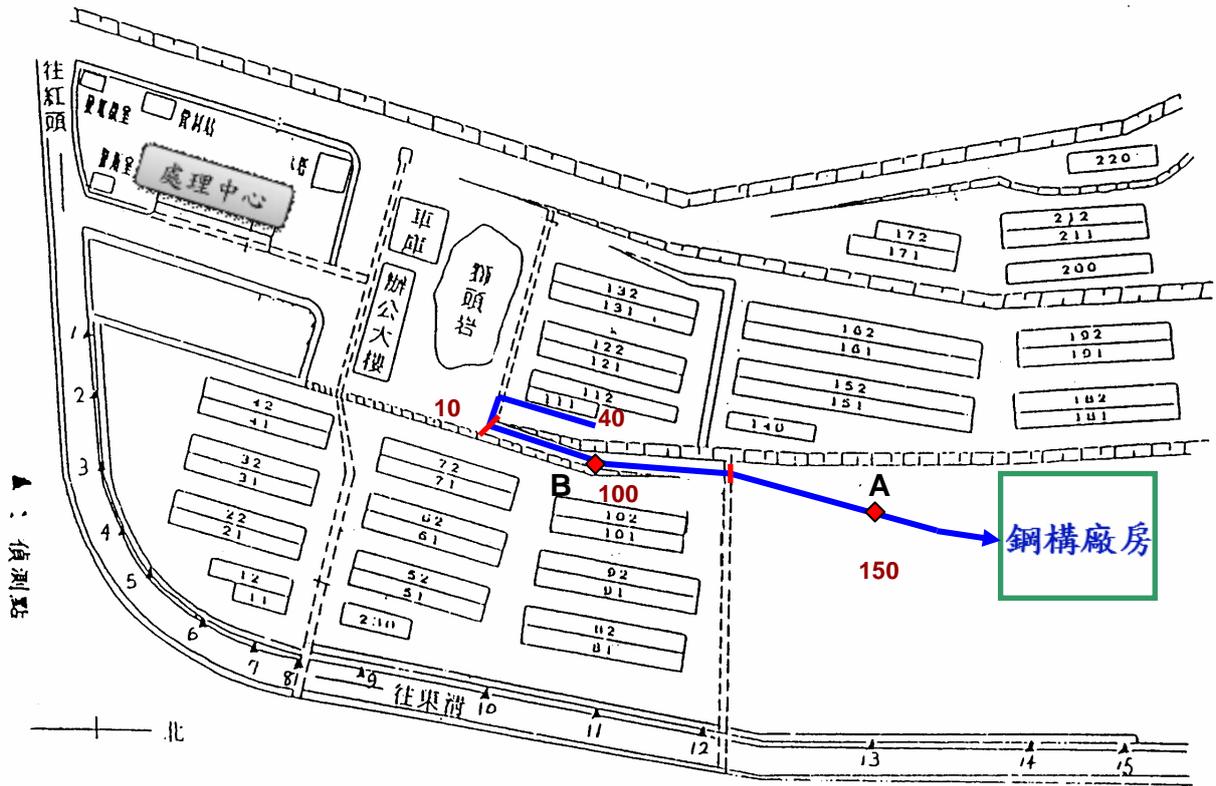


圖 4-21 廢棄物桶運送路線(11 號壕溝→鋼構廠房)

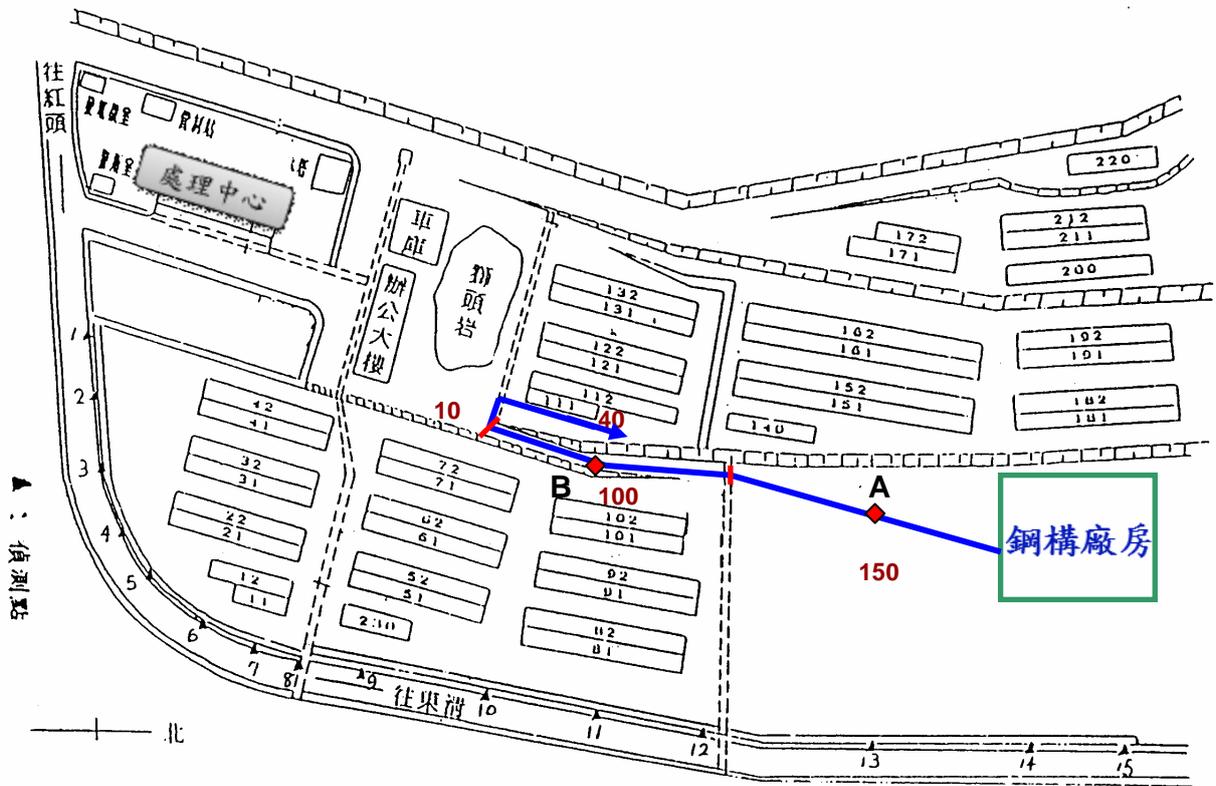


圖 4-22 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→11 號壕溝)

表 4-11 #11 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝-鋼構廠房	鋼構廠房-壕溝	D dose(mSv)
1	9.954E-09	9.954E-09	7.963E-06
2	1.206E-08	1.206E-08	9.648E-06
3	1.462E-08	1.462E-08	1.170E-05
4	1.691E-08	1.691E-08	1.353E-05
5	1.849E-08	1.849E-08	1.479E-05
6	2.152E-08	2.152E-08	1.722E-05
7	2.872E-08	2.872E-08	2.298E-05
8	3.611E-08	3.611E-08	2.889E-05
9	5.005E-08	5.005E-08	4.004E-05
10	1.085E-07	1.085E-07	8.680E-05
11	1.203E-07	1.203E-07	9.624E-05
12	1.113E-07	1.113E-07	8.904E-05
13	1.761E-07	1.761E-07	1.409E-04
14	1.316E-07	1.316E-07	1.053E-04
15	4.038E-08	4.038E-08	3.230E-05

# 12 號壕溝

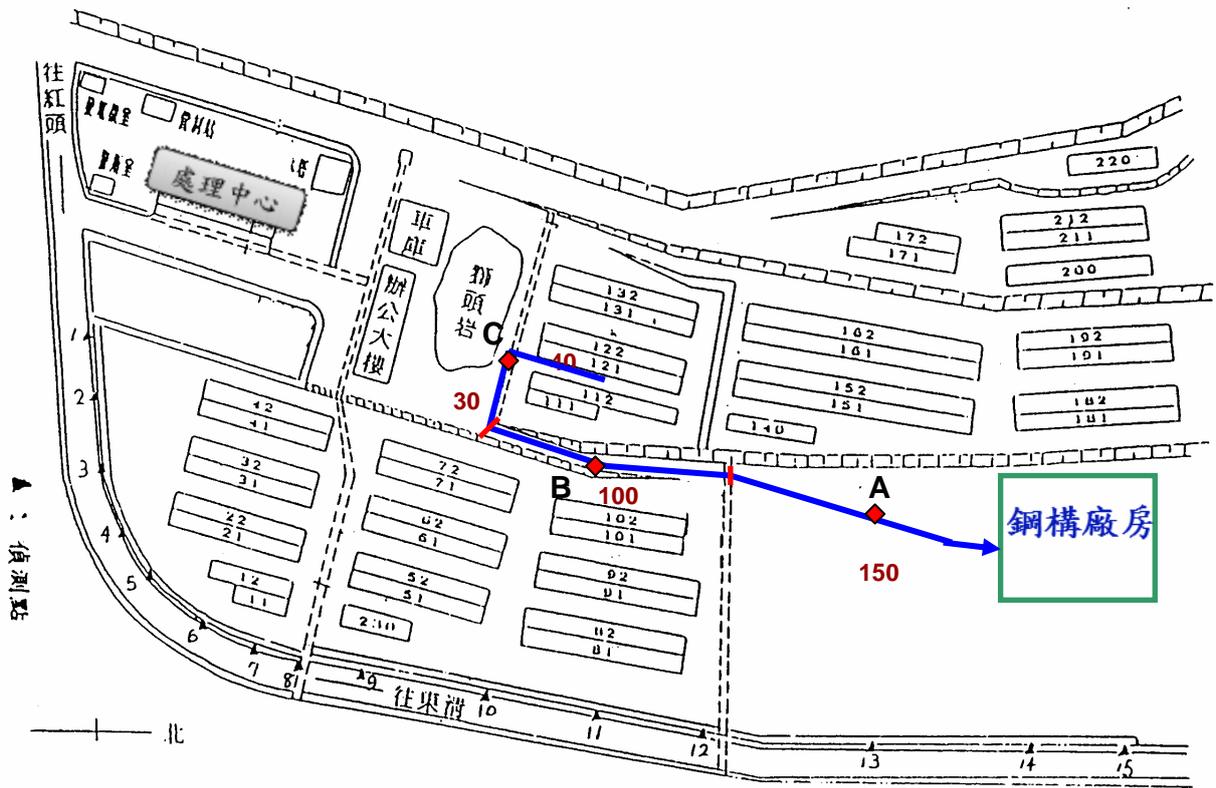


圖 4-23 廢棄物桶運送路線(12 號壕溝→鋼構廠房)

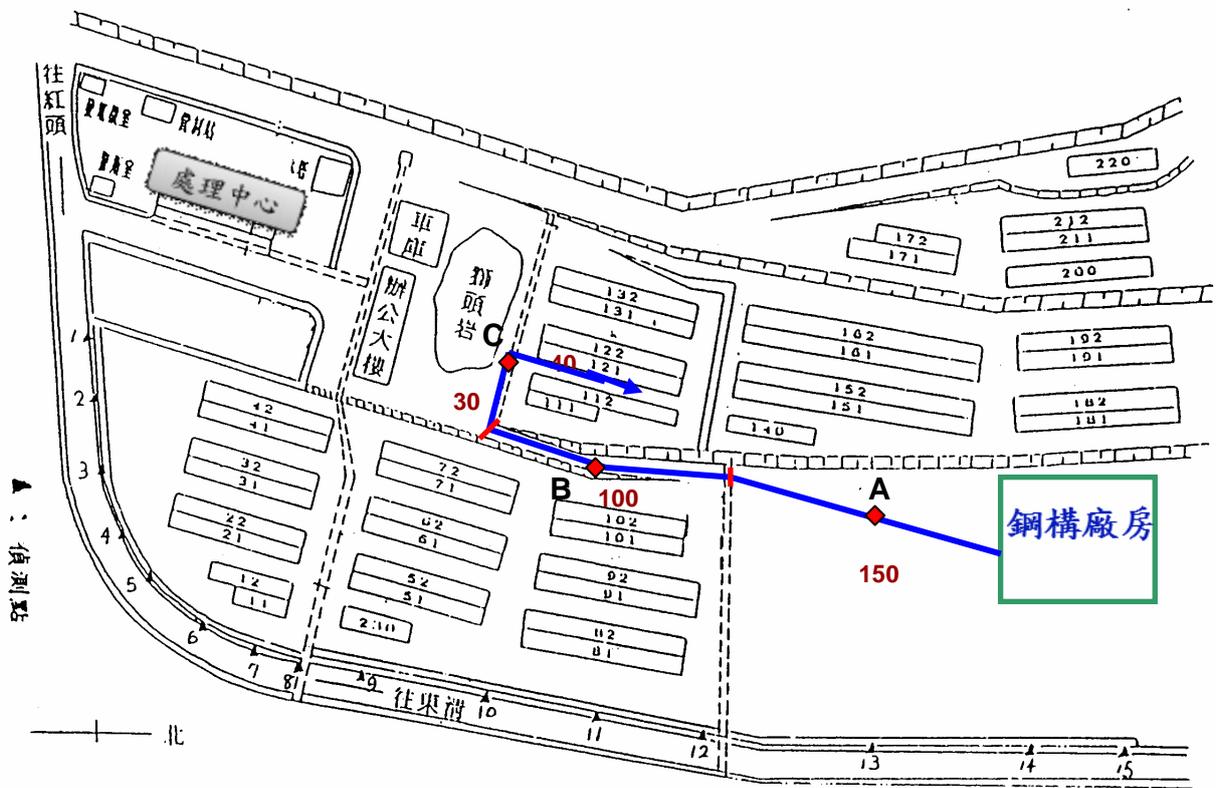


圖 4-24 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→12 號壕溝)

表 4-12 #12 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝-鋼構廠房	鋼構廠房-壕溝	D dose(mSv)
1	1.452E-08	1.452E-08	1.704E-05
2	1.723E-08	1.723E-08	2.022E-05
3	2.036E-08	2.036E-08	2.389E-05
4	2.288E-08	2.288E-08	2.685E-05
5	2.401E-08	2.401E-08	2.817E-05
6	2.668E-08	2.668E-08	3.130E-05
7	3.373E-08	3.373E-08	3.958E-05
8	4.188E-08	4.188E-08	4.914E-05
9	5.472E-08	5.472E-08	6.420E-05
10	9.914E-08	9.914E-08	1.163E-04
11	1.059E-07	1.059E-07	1.243E-04
12	1.029E-07	1.029E-07	1.207E-04
13	1.731E-07	1.731E-07	2.031E-04
14	1.306E-07	1.306E-07	1.532E-04
15	4.011E-08	4.011E-08	4.706E-05

# 13 號壕溝

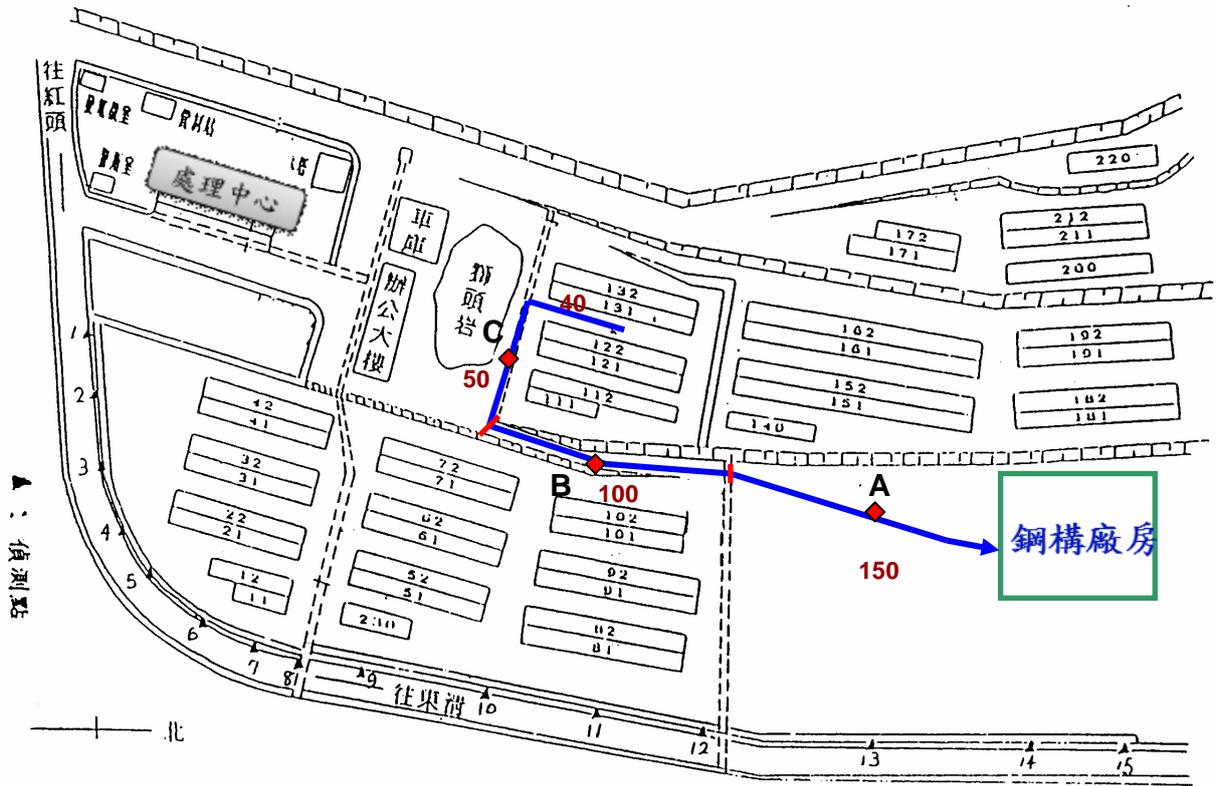


圖 4-25 廢棄物桶運送路線(13 號壕溝→鋼構廠房)

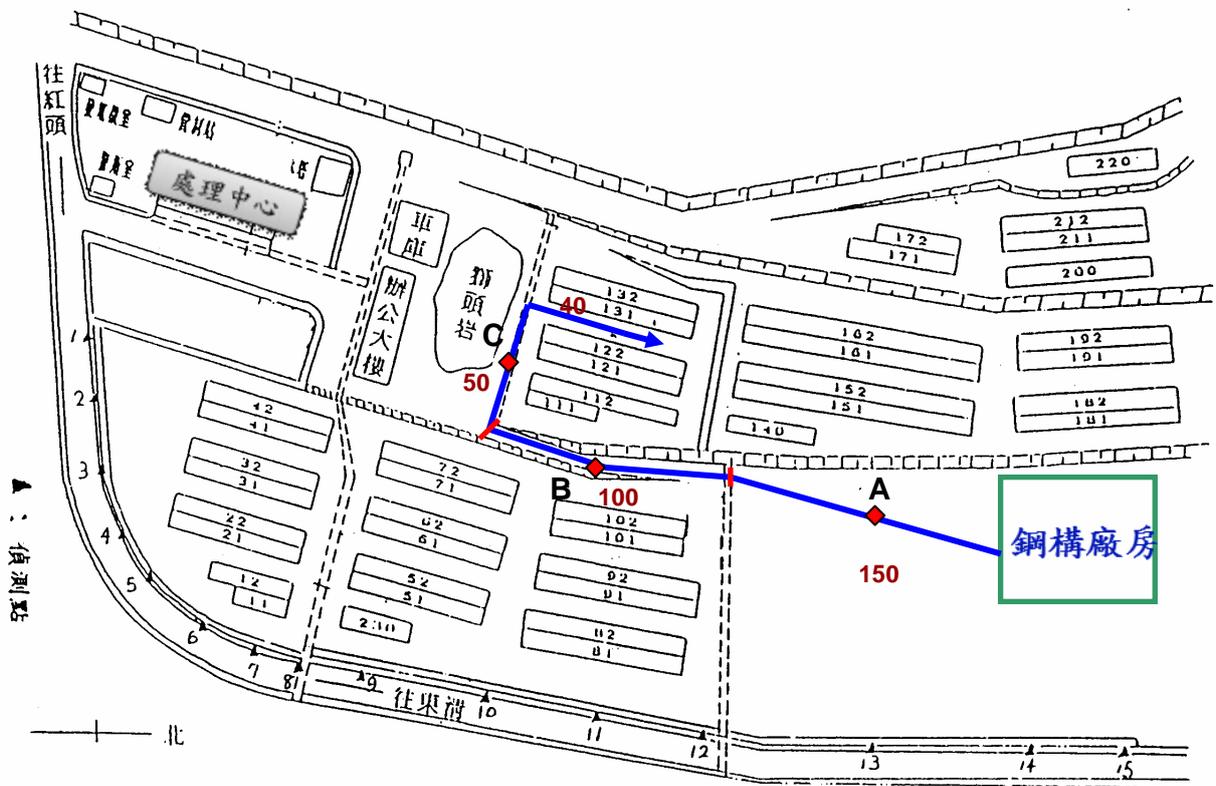


圖 4-26 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→13 號壕溝)

表 4-13 #13 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	1.661E-08	1.661E-08	1.949E-05
2	1.967E-08	1.967E-08	2.308E-05
3	2.319E-08	2.319E-08	2.721E-05
4	2.595E-08	2.595E-08	3.045E-05
5	2.708E-08	2.708E-08	3.177E-05
6	2.991E-08	2.991E-08	3.509E-05
7	3.750E-08	3.750E-08	4.400E-05
8	4.646E-08	4.646E-08	5.451E-05
9	6.016E-08	6.016E-08	7.059E-05
10	1.053E-07	1.053E-07	1.236E-04
11	1.104E-07	1.104E-07	1.295E-04
12	1.057E-07	1.057E-07	1.240E-04
13	1.745E-07	1.745E-07	2.047E-04
14	1.313E-07	1.313E-07	1.541E-04
15	4.047E-08	4.047E-08	4.748E-05

# 14 號壕溝

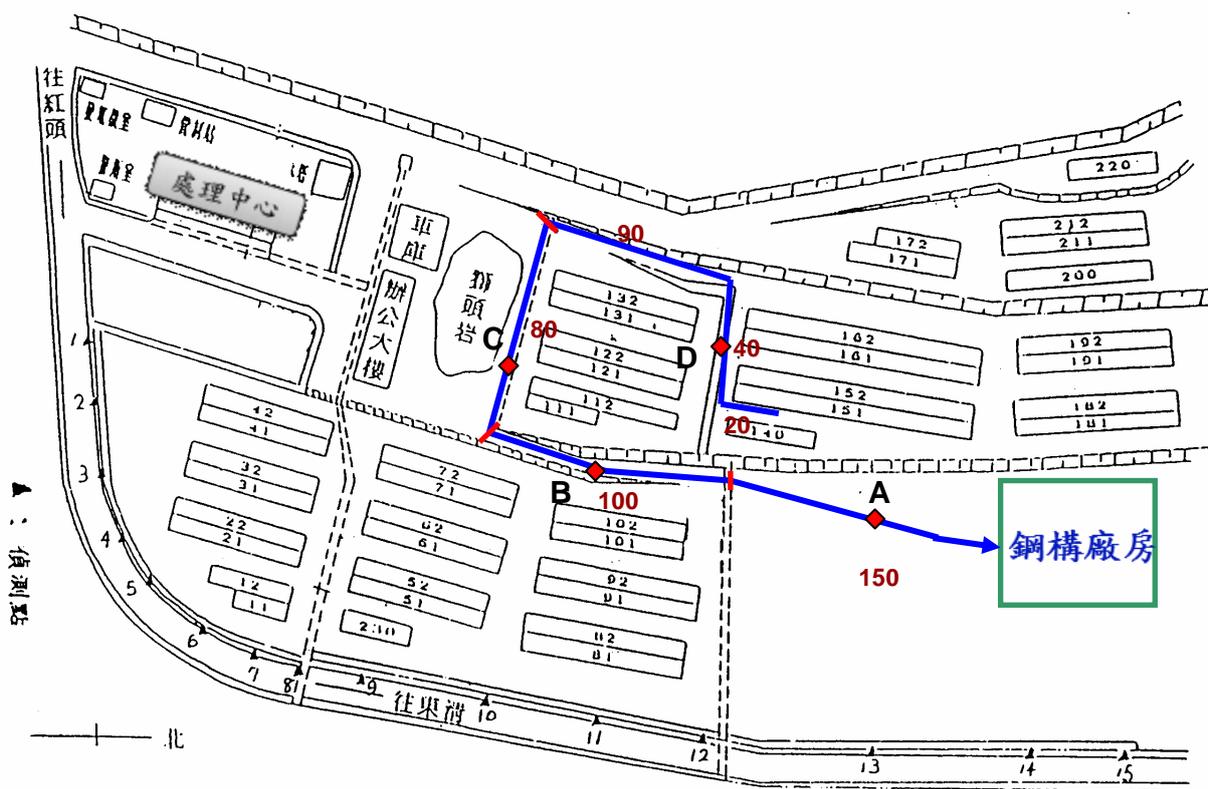


圖 4-27 廢棄物桶運送路線(14 號壕溝→鋼構廠房)

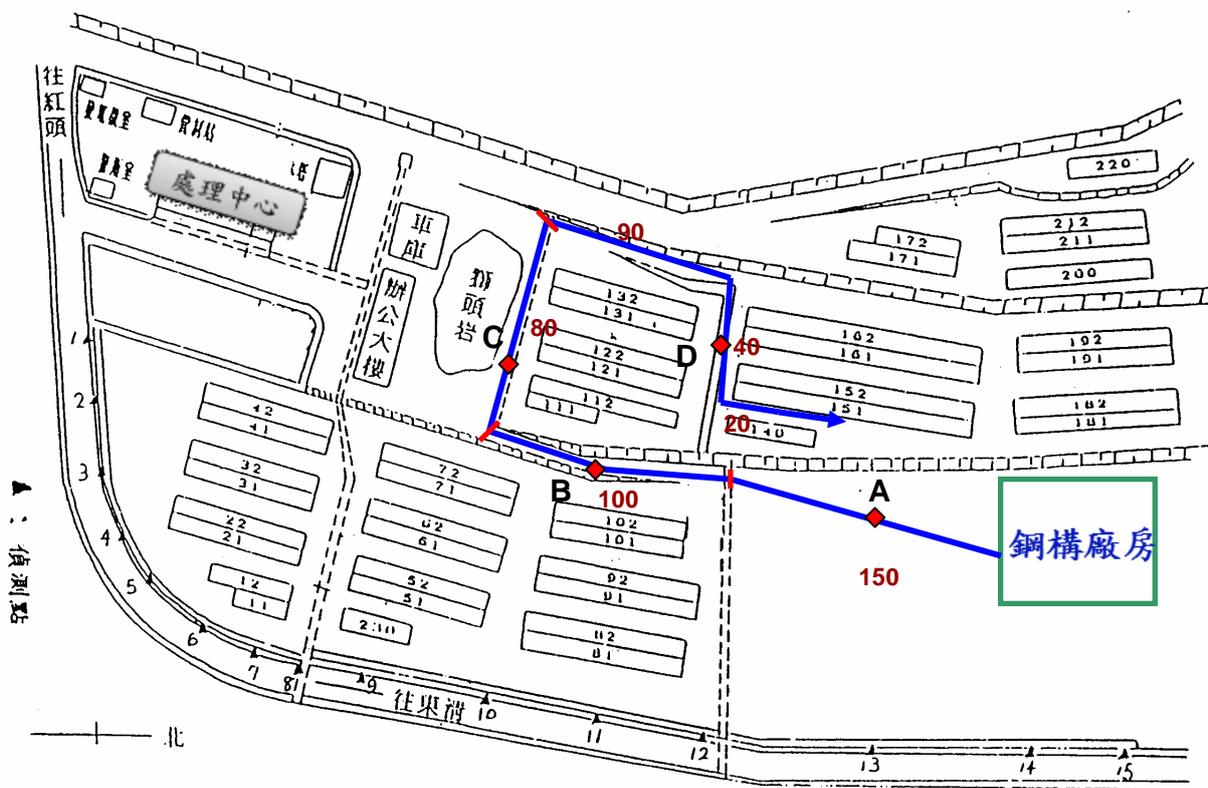


圖 4-28 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→14 號壕溝)

表 4-14 #14 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	1.925E-08	1.925E-08	5.852E-06
2	2.255E-08	2.255E-08	6.855E-06
3	2.622E-08	2.622E-08	7.971E-06
4	2.867E-08	2.867E-08	8.716E-06
5	2.995E-08	2.995E-08	9.105E-06
6	3.284E-08	3.284E-08	9.983E-06
7	4.136E-08	4.136E-08	1.257E-05
8	5.085E-08	5.085E-08	1.546E-05
9	6.628E-08	6.628E-08	2.015E-05
10	1.225E-07	1.225E-07	3.724E-05
11	1.387E-07	1.387E-07	4.216E-05
12	1.376E-07	1.376E-07	4.183E-05
13	2.026E-07	2.026E-07	6.159E-05
14	1.478E-07	1.478E-07	4.493E-05
15	4.836E-08	4.836E-08	1.470E-05

# 15 號壕溝

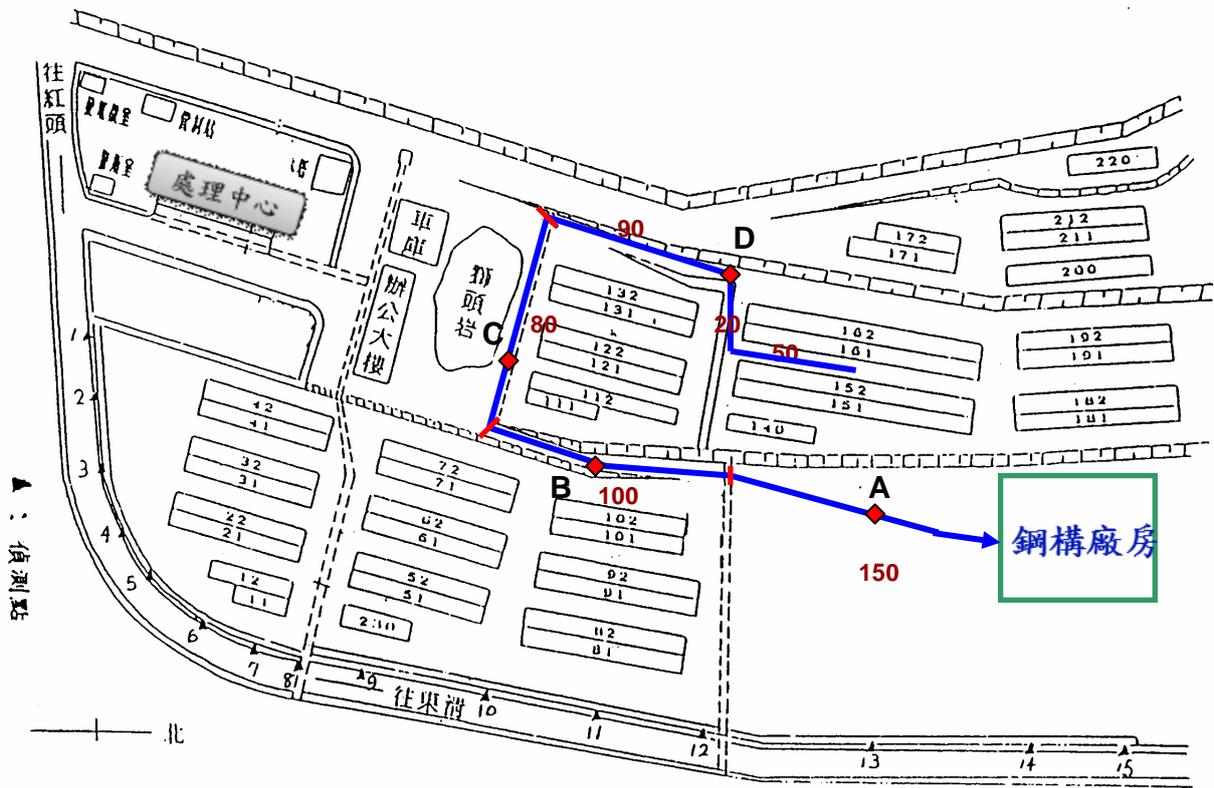


圖 4-29 廢棄物桶運送路線(15 號壕溝→鋼構廠房)

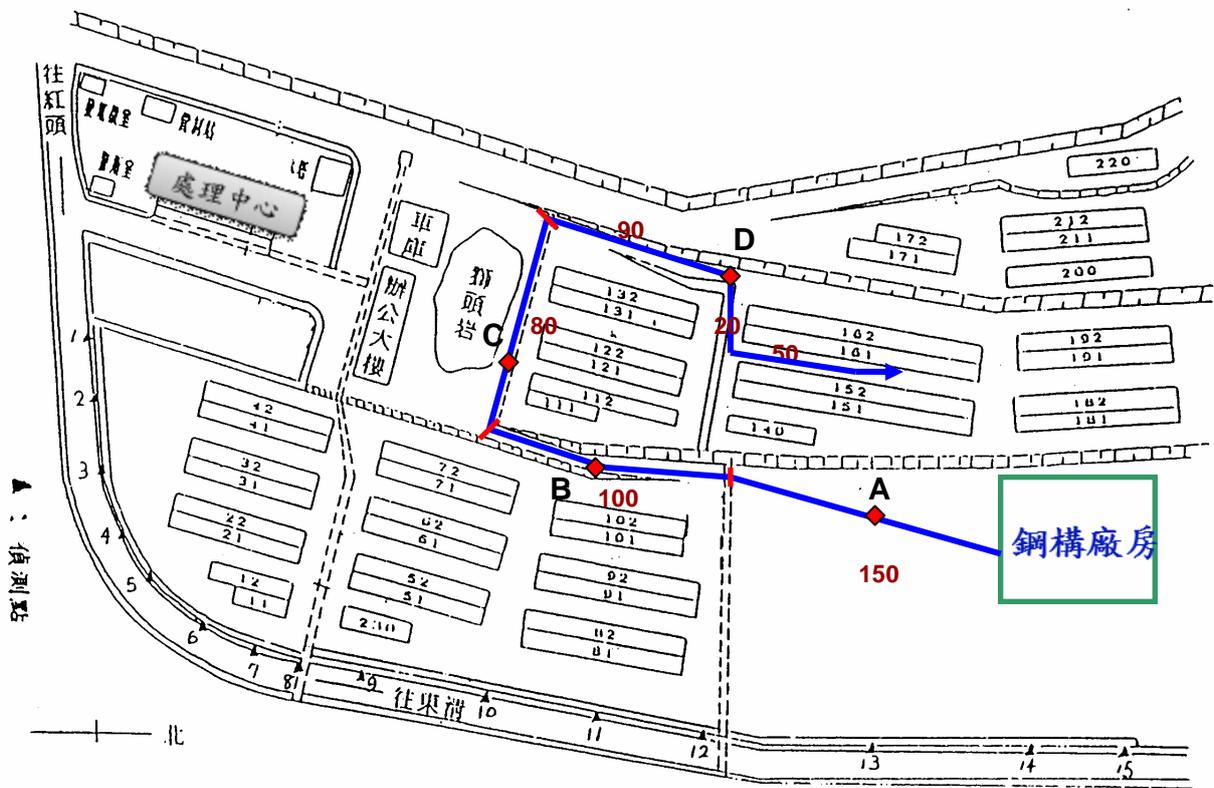


圖 4-30 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→15 號壕溝)

表 4-15 #15 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	1.987E-08	1.987E-08	2.861E-05
2	2.330E-08	2.330E-08	3.355E-05
3	2.711E-08	2.711E-08	3.904E-05
4	3.016E-08	3.016E-08	4.343E-05
5	3.144E-08	3.144E-08	4.527E-05
6	3.455E-08	3.455E-08	4.975E-05
7	4.329E-08	4.329E-08	6.234E-05
8	5.337E-08	5.337E-08	7.685E-05
9	6.906E-08	6.906E-08	9.945E-05
10	1.228E-07	1.228E-07	1.768E-04
11	1.339E-07	1.339E-07	1.928E-04
12	1.309E-07	1.309E-07	1.885E-04
13	1.976E-07	1.976E-07	2.845E-04
14	1.465E-07	1.465E-07	2.110E-04
15	4.826E-08	4.826E-08	6.949E-05

# 16 號壕溝

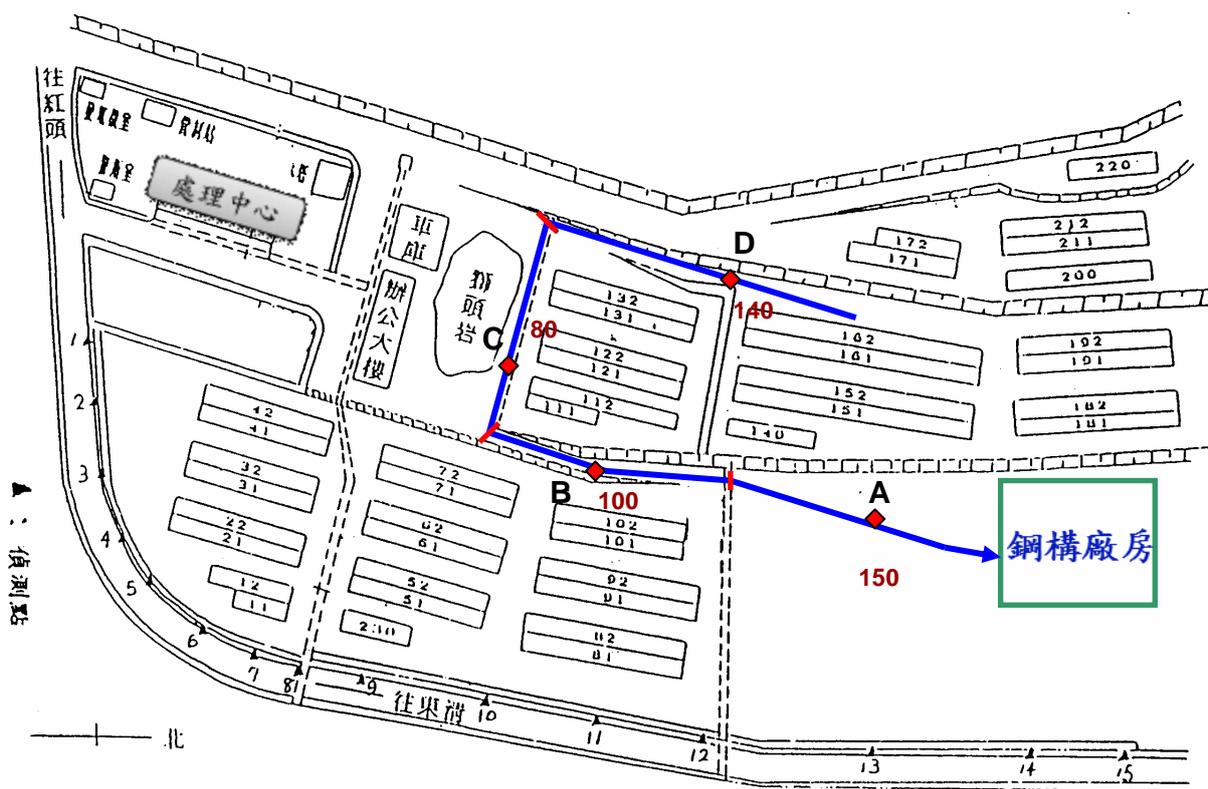


圖 4-31 廢棄物桶運送路線(16 號壕溝→鋼構廠房)

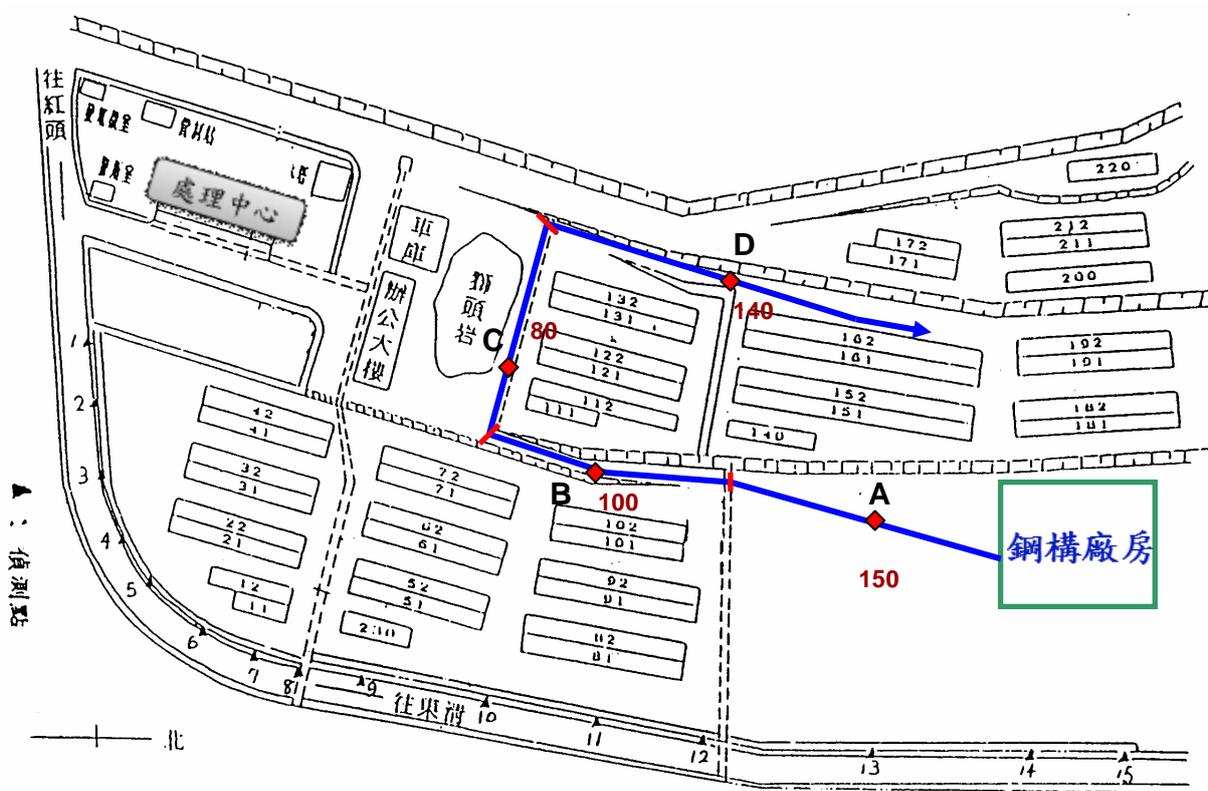


圖 4-32 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→16 號壕溝)

表 4-16 #16 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	1.933E-08	1.933E-08	2.784E-05
2	2.269E-08	2.269E-08	3.267E-05
3	2.645E-08	2.645E-08	3.809E-05
4	2.944E-08	2.944E-08	4.239E-05
5	3.070E-08	3.070E-08	4.421E-05
6	3.377E-08	3.377E-08	4.863E-05
7	4.233E-08	4.233E-08	6.096E-05
8	5.222E-08	5.222E-08	7.520E-05
9	6.761E-08	6.761E-08	9.736E-05
10	1.202E-07	1.202E-07	1.731E-04
11	1.307E-07	1.307E-07	1.882E-04
12	1.276E-07	1.276E-07	1.837E-04
13	1.946E-07	1.946E-07	2.802E-04
14	1.446E-07	1.446E-07	2.082E-04
15	4.726E-08	4.726E-08	6.805E-05

# 17 號壕溝

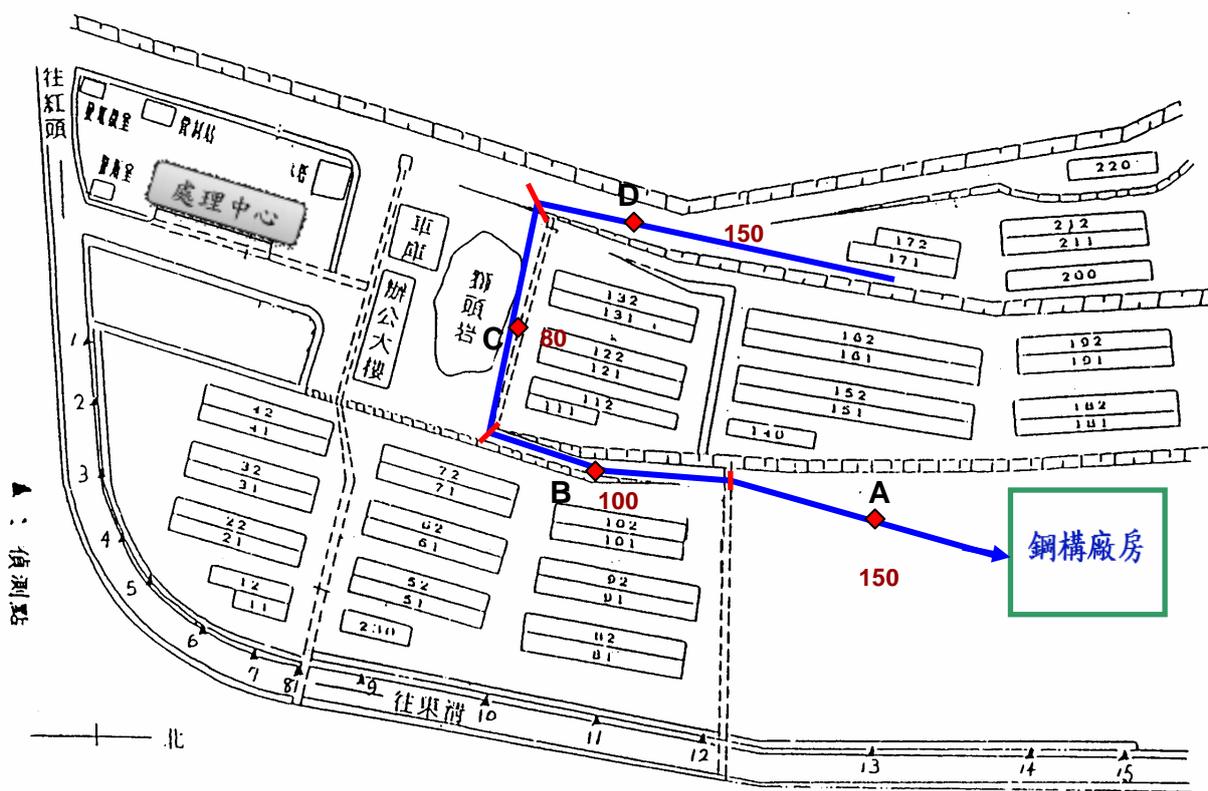


圖 4-33 廢棄物桶運送路線(17 號壕溝→鋼構廠房)

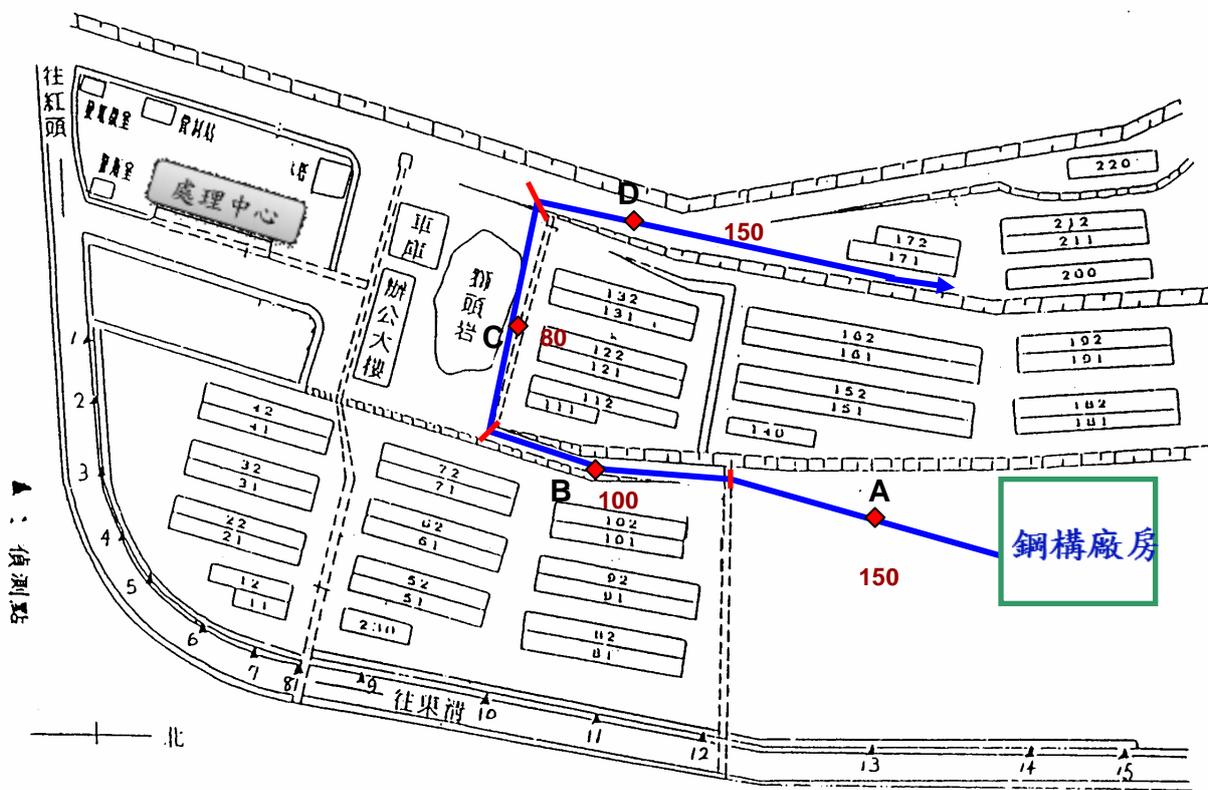


圖 4-34 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→17 號壕溝)

表 4-17 #17 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	2.296E-08	2.296E-08	1.212E-05
2	2.635E-08	2.635E-08	1.391E-05
3	2.990E-08	2.990E-08	1.579E-05
4	3.186E-08	3.186E-08	1.682E-05
5	3.258E-08	3.258E-08	1.720E-05
6	3.515E-08	3.515E-08	1.856E-05
7	4.331E-08	4.331E-08	2.287E-05
8	5.245E-08	5.245E-08	2.769E-05
9	6.690E-08	6.690E-08	3.532E-05
10	1.157E-07	1.157E-07	6.109E-05
11	1.230E-07	1.230E-07	6.494E-05
12	1.172E-07	1.172E-07	6.188E-05
13	1.837E-07	1.837E-07	9.699E-05
14	1.373E-07	1.373E-07	7.249E-05
15	4.377E-08	4.377E-08	2.311E-05

# 18 號壕溝

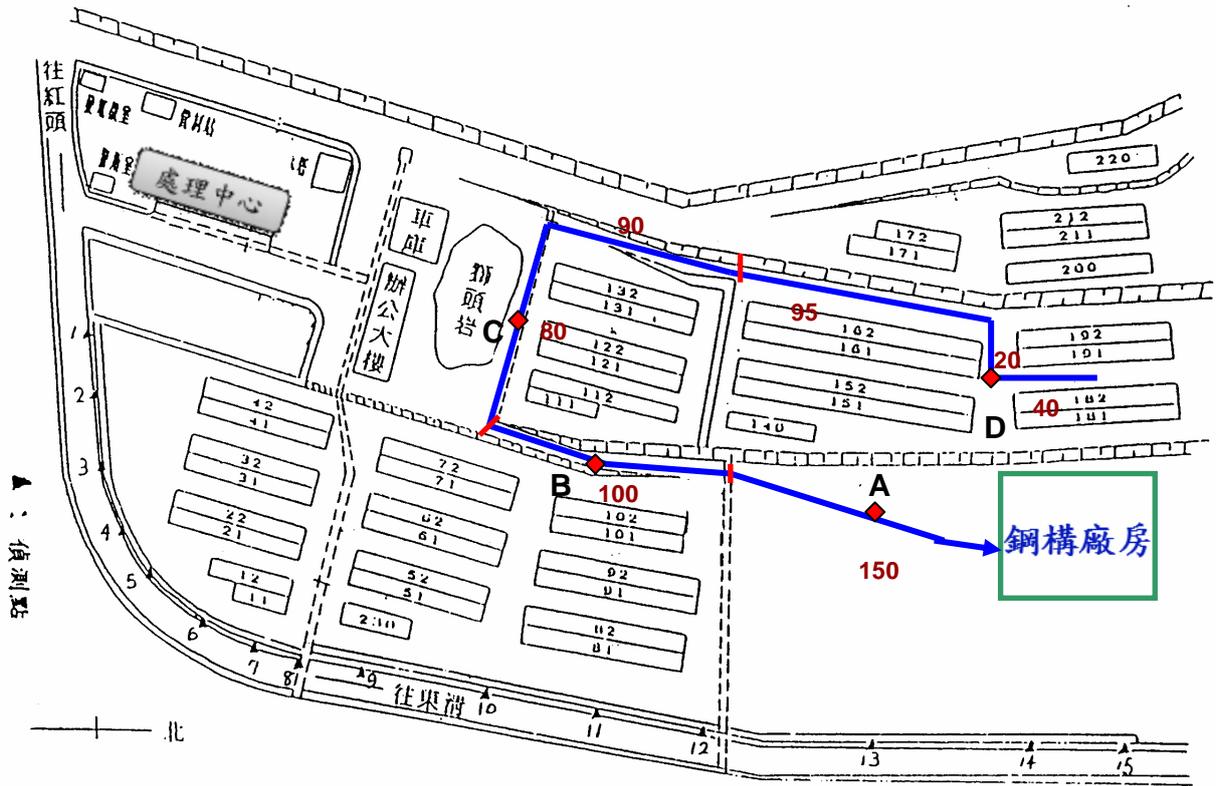


圖 4-35 廢棄物桶運送路線(18 號壕溝→鋼構廠房)

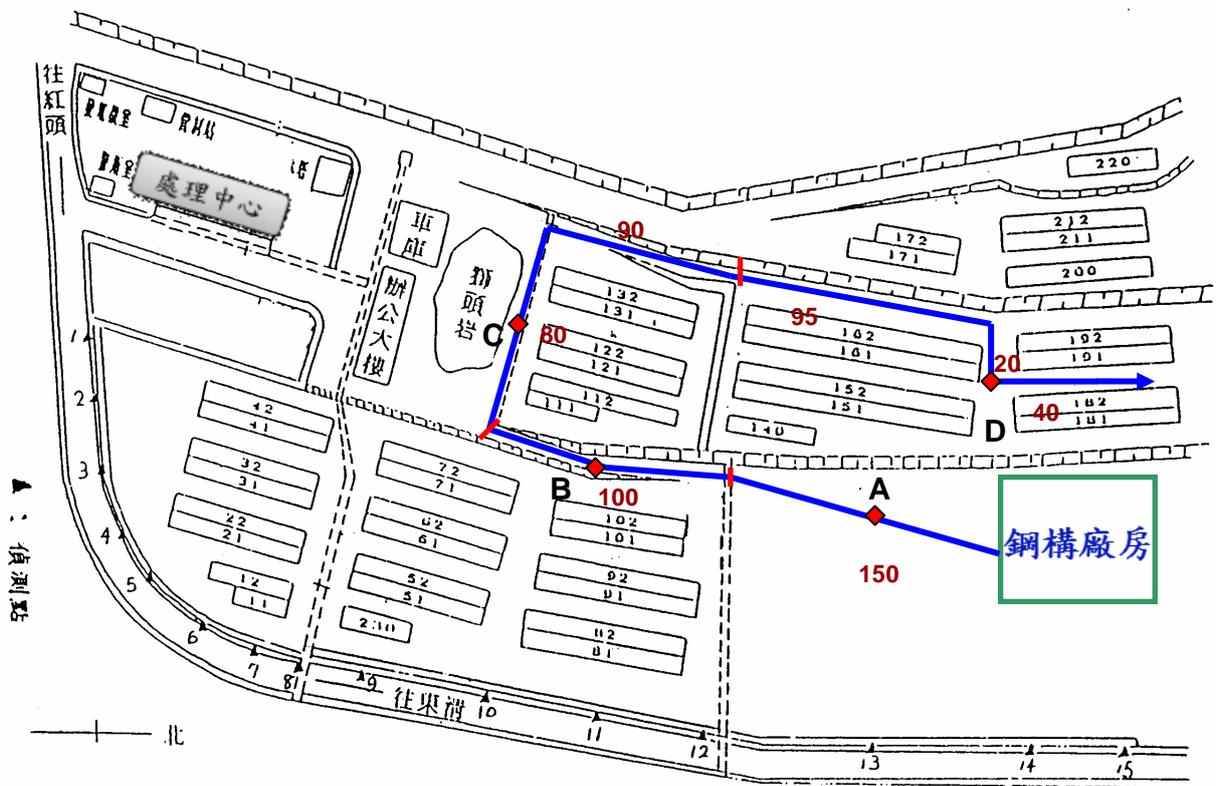


圖 4-36 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→18 號壕溝)

表 4-18 #18 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	2.532E-08	2.532E-08	3.025E-05
2	2.945E-08	2.945E-08	3.518E-05
3	3.407E-08	3.407E-08	4.070E-05
4	3.659E-08	3.659E-08	4.371E-05
5	3.748E-08	3.748E-08	4.478E-05
6	4.022E-08	4.022E-08	4.805E-05
7	4.956E-08	4.956E-08	5.921E-05
8	6.025E-08	6.025E-08	7.198E-05
9	7.639E-08	7.639E-08	9.126E-05
10	1.277E-07	1.277E-07	1.526E-04
11	1.360E-07	1.360E-07	1.625E-04
12	1.367E-07	1.367E-07	1.633E-04
13	2.279E-07	2.279E-07	2.723E-04
14	2.005E-07	2.005E-07	2.395E-04
15	7.950E-08	7.950E-08	9.498E-05

# 19 號壕溝

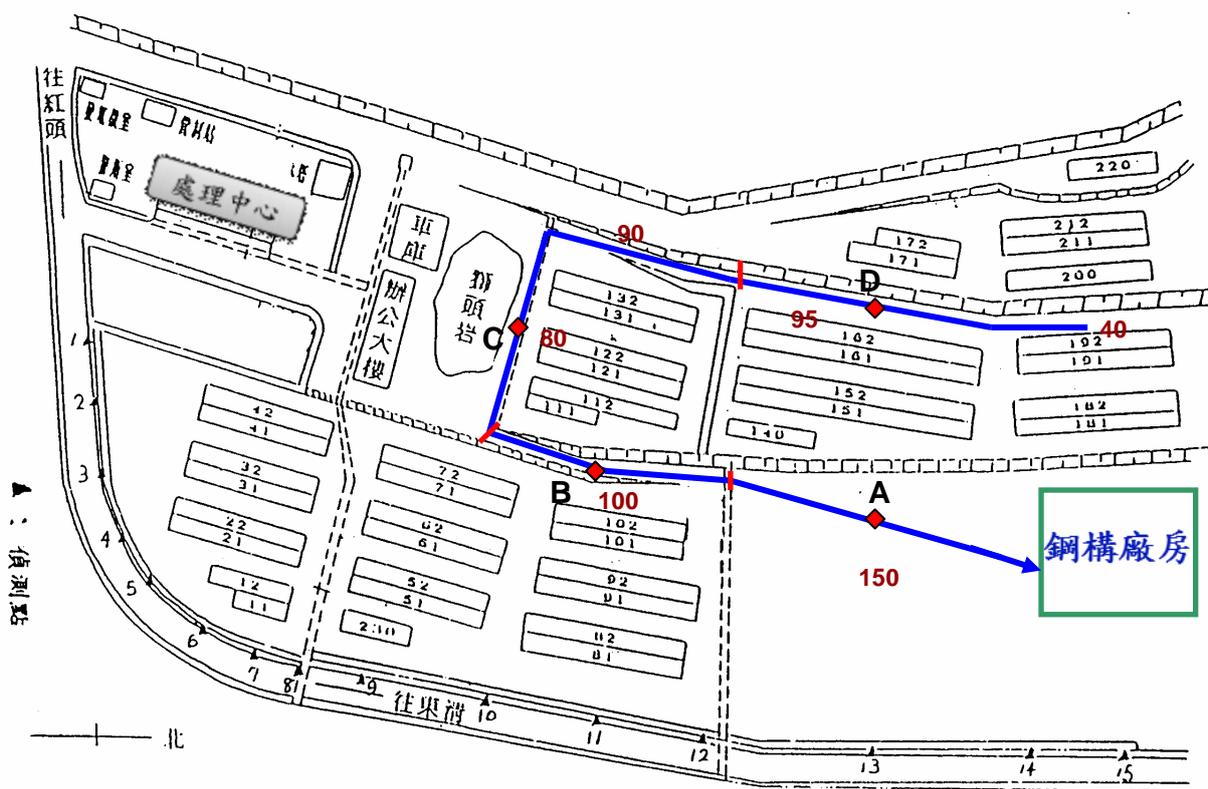


圖 4-37 廢棄物桶運送路線(19 號壕溝→鋼構廠房)

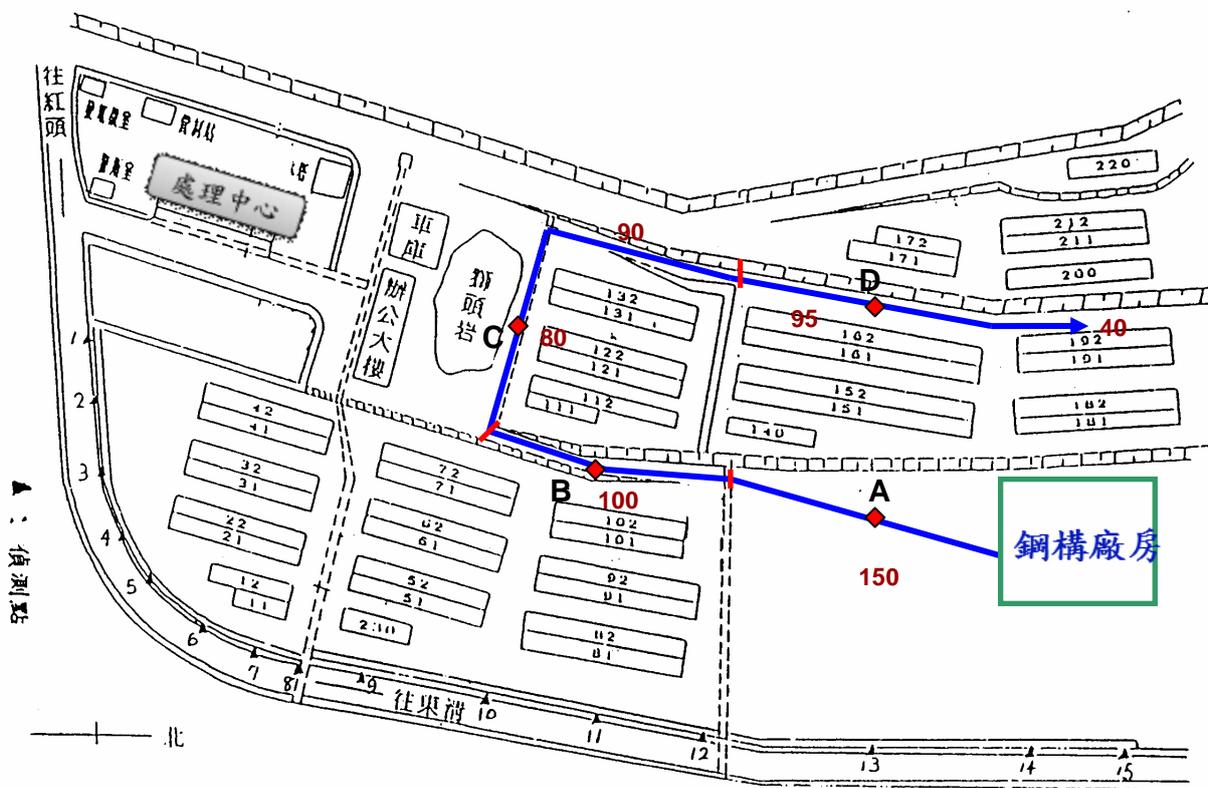


圖 4-38 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→19 號壕溝)

表 4-19 #19 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	2.609E-08	2.609E-08	2.783E-05
2	3.030E-08	3.030E-08	3.232E-05
3	3.499E-08	3.499E-08	3.732E-05
4	3.751E-08	3.751E-08	4.001E-05
5	3.843E-08	3.843E-08	4.099E-05
6	4.120E-08	4.120E-08	4.395E-05
7	5.070E-08	5.070E-08	5.408E-05
8	6.164E-08	6.164E-08	6.575E-05
9	7.815E-08	7.815E-08	8.336E-05
10	1.306E-07	1.306E-07	1.393E-04
11	1.389E-07	1.389E-07	1.482E-04
12	1.350E-07	1.350E-07	1.440E-04
13	2.071E-07	2.071E-07	2.209E-04
14	1.569E-07	1.569E-07	1.674E-04
15	5.422E-08	5.422E-08	5.783E-05

# 20 號壕溝

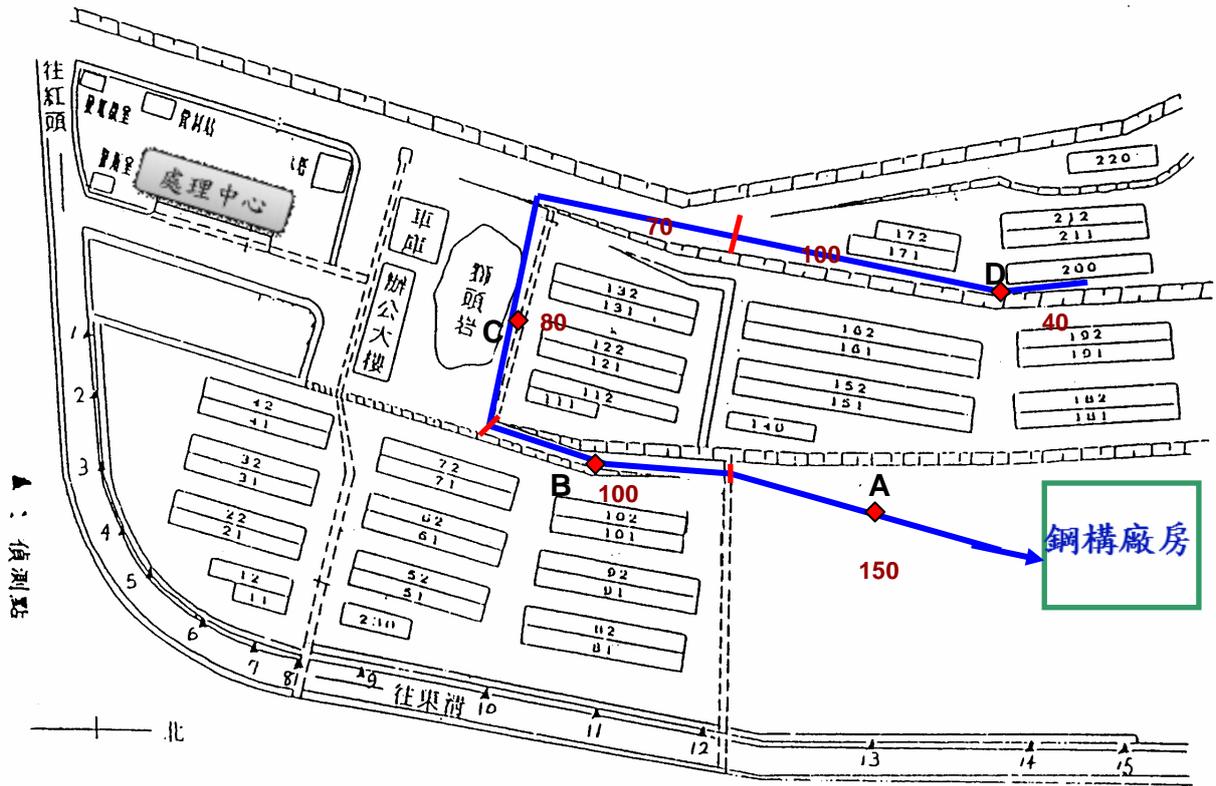


圖 4-39 廢棄物桶運送路線(20 號壕溝→鋼構廠房)

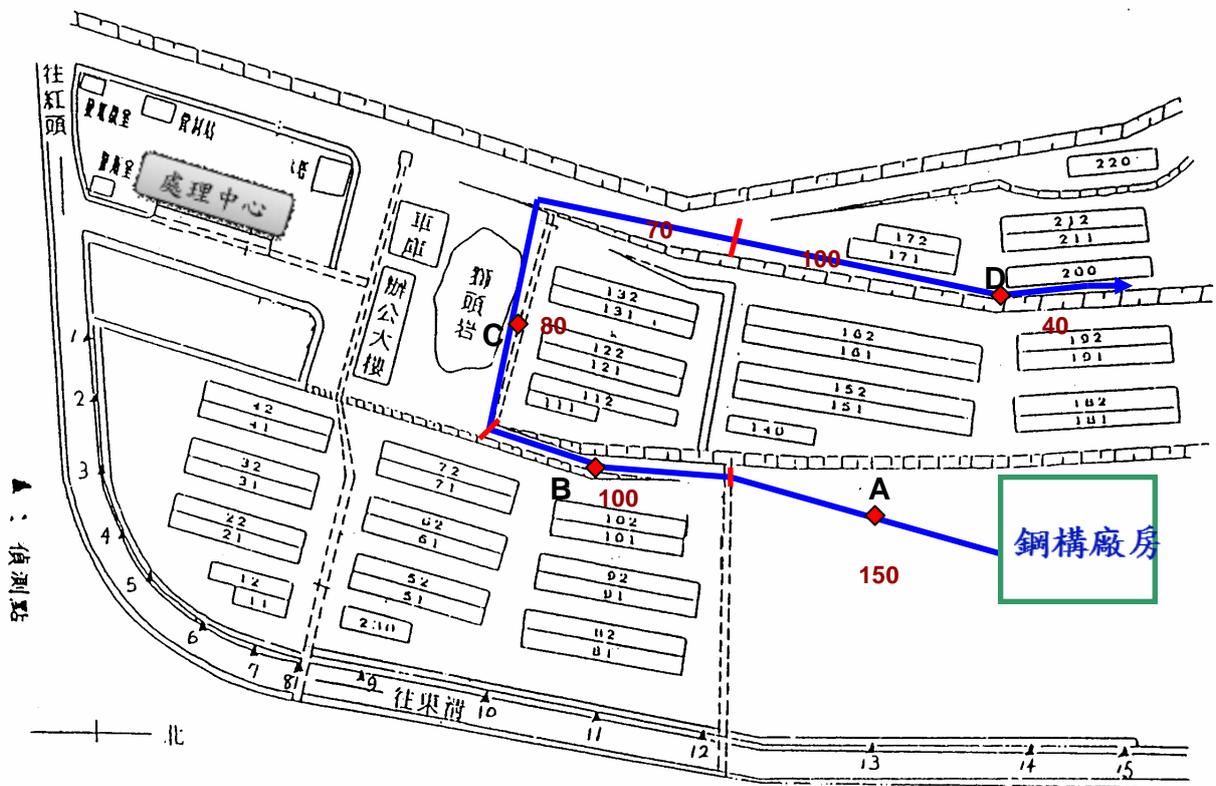


圖 4-40 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→20 號壕溝)

表 4-20 #20 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	2.354E-08	2.354E-08	1.193E-05
2	2.735E-08	2.735E-08	1.386E-05
3	3.166E-08	3.166E-08	1.604E-05
4	3.406E-08	3.406E-08	1.726E-05
5	3.495E-08	3.495E-08	1.771E-05
6	3.758E-08	3.758E-08	1.904E-05
7	4.645E-08	4.645E-08	2.353E-05
8	5.652E-08	5.652E-08	2.864E-05
9	7.196E-08	7.196E-08	3.646E-05
10	1.219E-07	1.219E-07	6.176E-05
11	1.296E-07	1.296E-07	6.566E-05
12	1.270E-07	1.270E-07	6.435E-05
13	2.030E-07	2.030E-07	1.029E-04
14	1.606E-07	1.606E-07	8.137E-05
15	5.862E-08	5.862E-08	2.970E-05

# 21 號壕溝

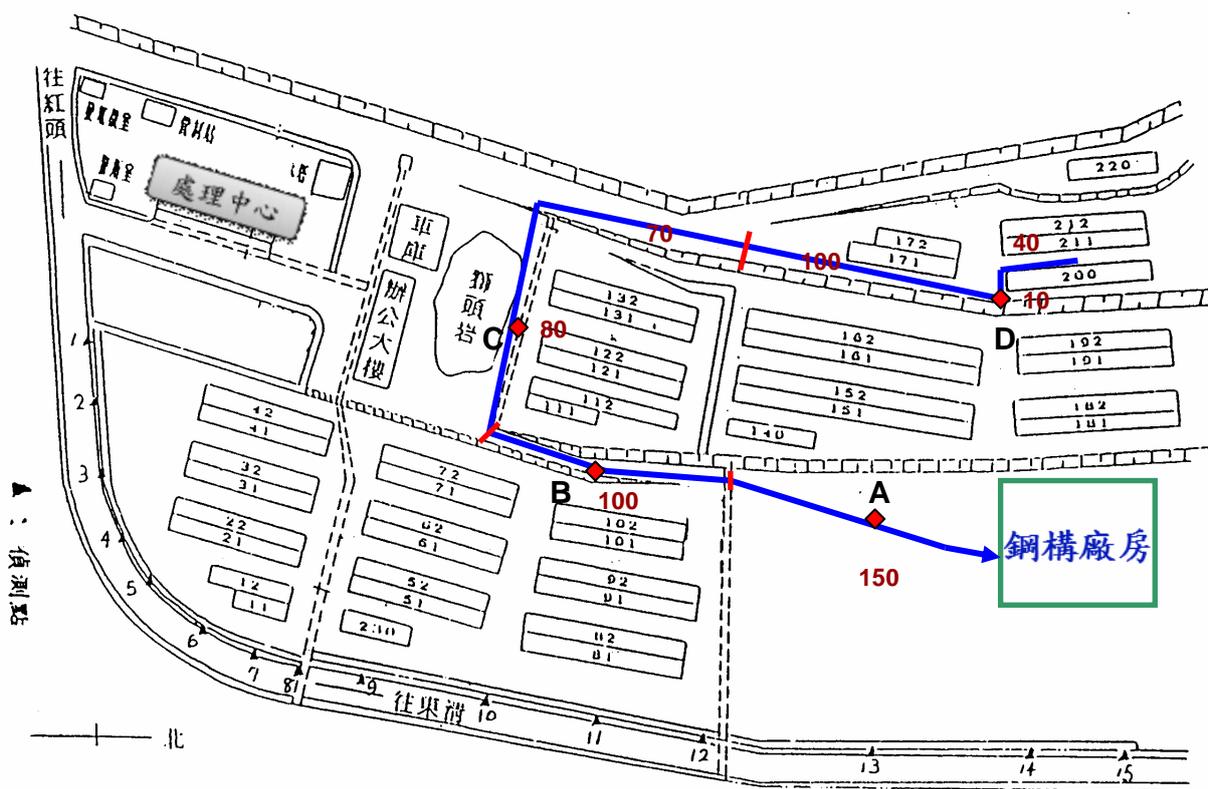


圖 4-41 廢棄物桶運送路線(20 號壕溝→鋼構廠房)

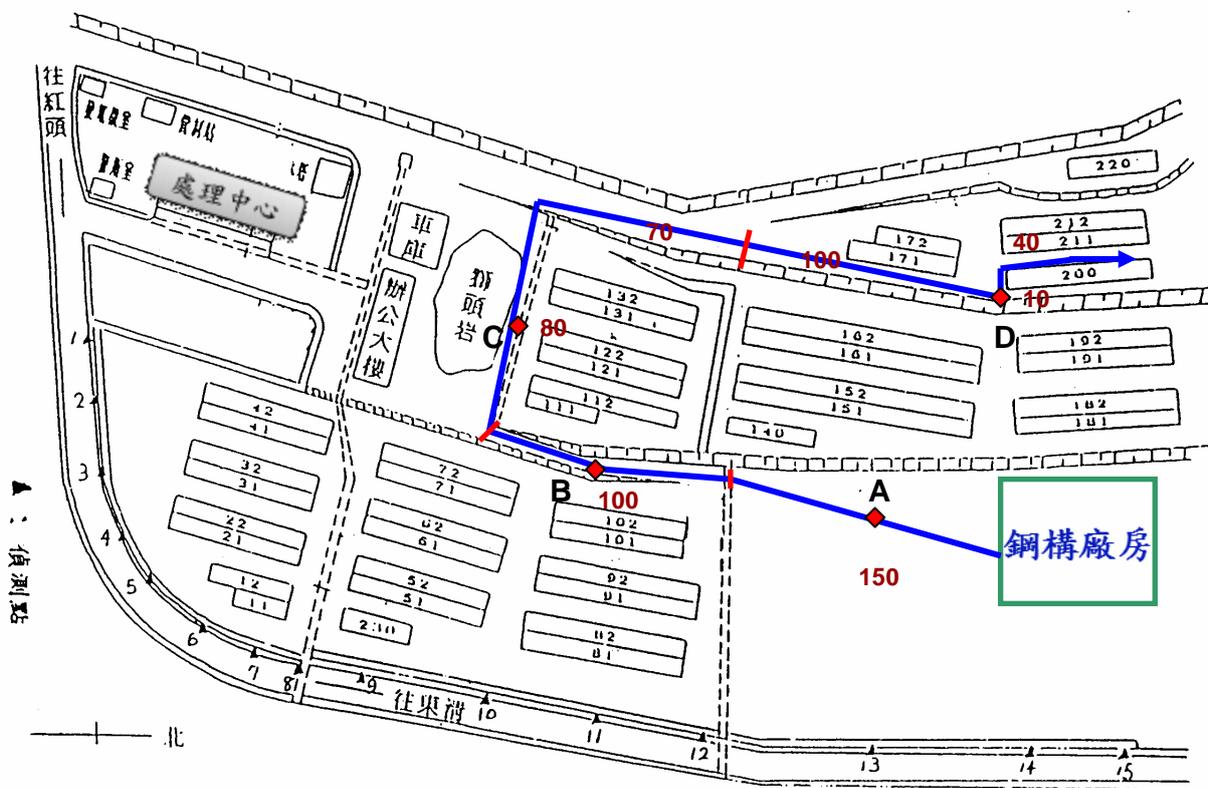


圖 4-42 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→20 號壕溝)

表 4-21 #21 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	2.365E-08	2.365E-08	2.397E-05
2	2.746E-08	2.746E-08	2.783E-05
3	3.180E-08	3.180E-08	3.222E-05
4	3.422E-08	3.422E-08	3.468E-05
5	3.509E-08	3.509E-08	3.556E-05
6	3.775E-08	3.775E-08	3.825E-05
7	4.664E-08	4.664E-08	4.726E-05
8	5.676E-08	5.676E-08	5.752E-05
9	7.227E-08	7.227E-08	7.323E-05
10	1.225E-07	1.225E-07	1.241E-04
11	1.305E-07	1.305E-07	1.322E-04
12	1.281E-07	1.281E-07	1.298E-04
13	2.048E-07	2.048E-07	2.075E-04
14	1.625E-07	1.625E-07	1.647E-04
15	5.986E-08	5.986E-08	6.066E-05

# 22 號壕溝

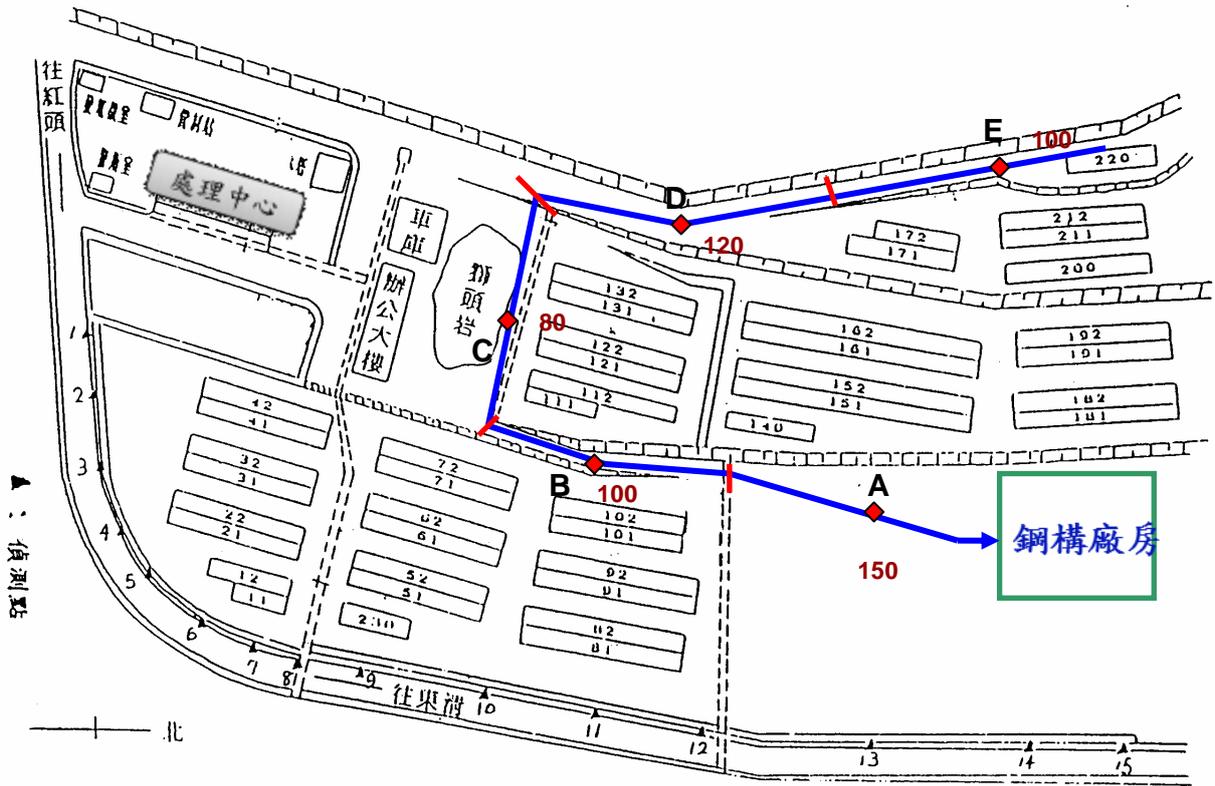


圖 4-43 廢棄物桶運送路線(22 號壕溝→鋼構廠房)

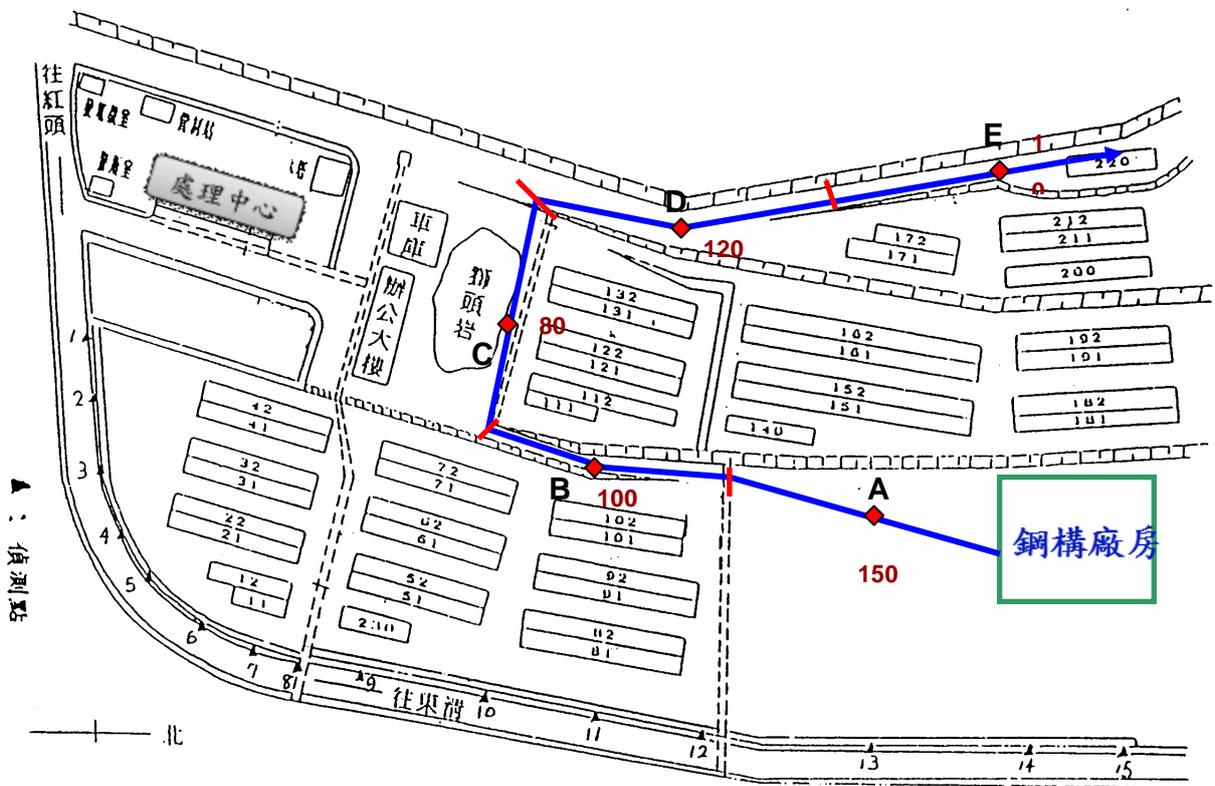


圖 4-44 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→22 號壕溝)

表 4-22 #22 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	2.781E-08	2.781E-08	5.636E-06
2	3.206E-08	3.206E-08	6.497E-06
3	3.674E-08	3.674E-08	7.446E-06
4	3.924E-08	3.924E-08	7.953E-06
5	4.017E-08	4.017E-08	8.141E-06
6	4.291E-08	4.291E-08	8.696E-06
7	5.273E-08	5.273E-08	1.069E-05
8	6.383E-08	6.383E-08	1.294E-05
9	8.083E-08	8.083E-08	1.638E-05
10	1.359E-07	1.359E-07	2.754E-05
11	1.442E-07	1.442E-07	2.922E-05
12	1.370E-07	1.370E-07	2.777E-05
13	2.027E-07	2.027E-07	4.108E-05
14	1.525E-07	1.525E-07	3.091E-05
15	5.294E-08	5.294E-08	1.073E-05

## 23 號壕溝

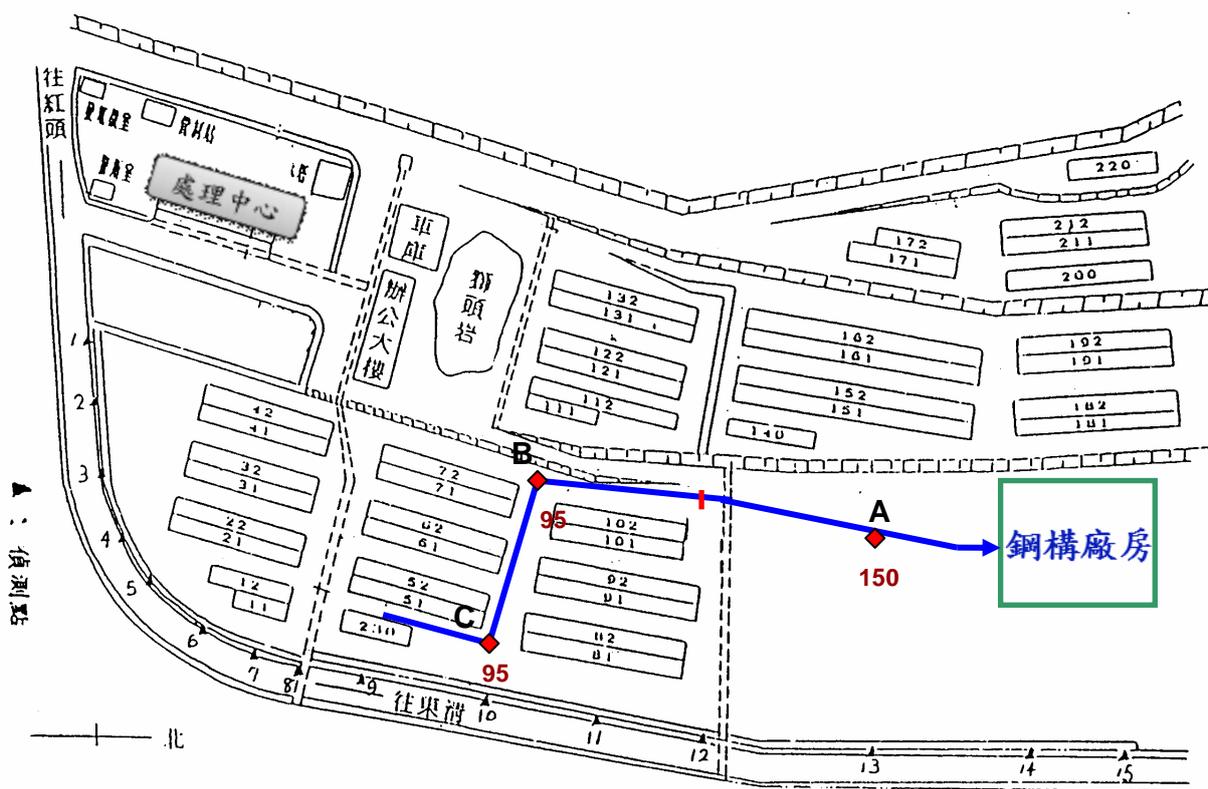


圖 4-45 廢棄物桶運送路線(23 號壕溝→鋼構廠房)

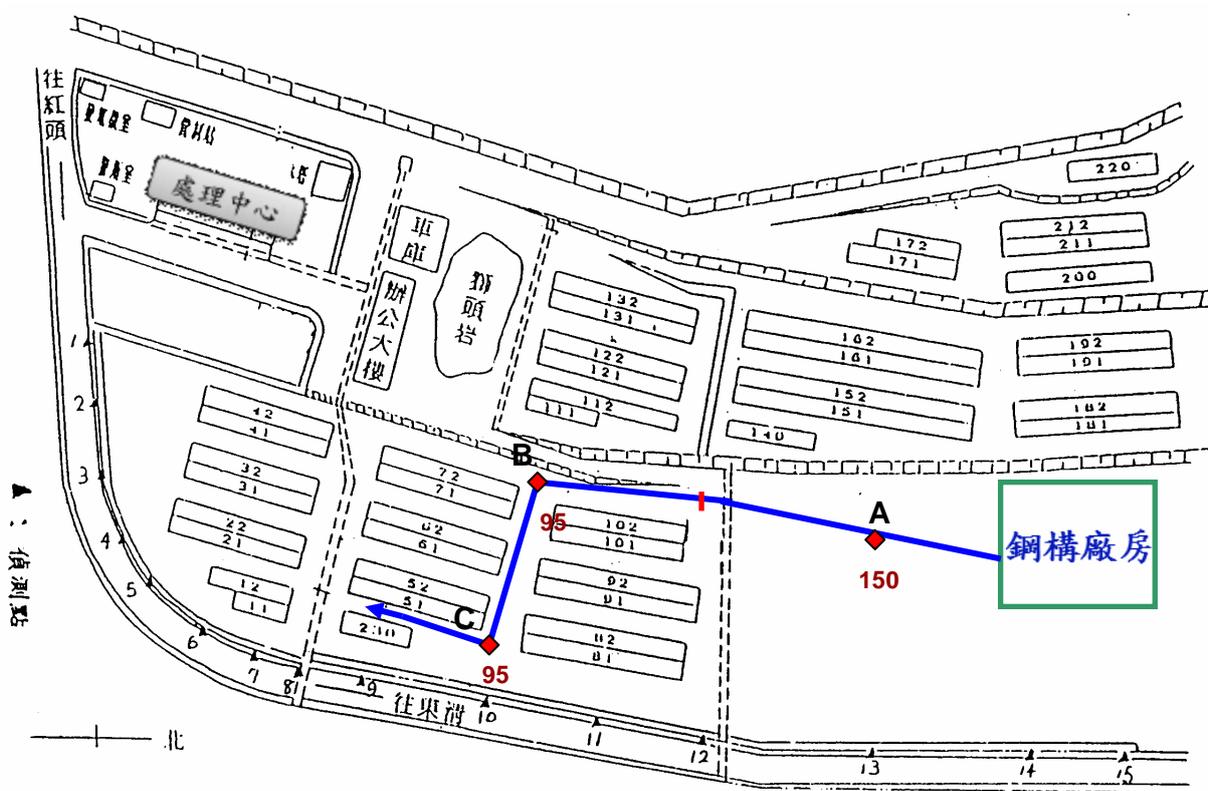


圖 4-46 廢棄物桶運送路線(鋼構廠房→23 號壕溝)

表 4-23 #23 號壕溝廢棄物桶的運送造成之場界劑量

場界	壕溝→鋼構廠房	鋼構廠房→壕溝	D dose(mSv)
1	1.170E-08	1.170E-08	3.120E-06
2	1.479E-08	1.479E-08	3.944E-06
3	1.926E-08	1.926E-08	5.136E-06
4	2.455E-08	2.455E-08	6.547E-06
5	2.912E-08	2.912E-08	7.765E-06
6	3.718E-08	3.718E-08	9.915E-06
7	5.994E-08	5.994E-08	1.598E-05
8	8.659E-08	8.659E-08	2.309E-05
9	1.608E-07	1.608E-07	4.288E-05
10	1.704E-06	1.704E-06	4.544E-04
11	3.298E-07	3.298E-07	8.795E-05
12	1.598E-07	1.598E-07	4.261E-05
13	1.873E-07	1.873E-07	4.995E-05
14	1.347E-07	1.347E-07	3.592E-05
15	4.145E-08	4.145E-08	1.105E-05

# 附錄 E

## 低放射性廢棄物 分類計算統計結果報告

台灣電力公司  
中華民國 104 年 6 月



# 目錄

## 前言

1. 我國核種濃度分類規定及核種量測分析方法與精進緣由簡介 .....	1
1.1 我國核種濃度分類規定 .....	1
1.2 低放射性廢棄物固化桶桶號代碼說明 .....	3
1.3 核種量測分析方法簡介 .....	3
1.3.1 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物之核種量測分析方法簡介 .....	4
1.3.2 核能電廠低放射性廢棄物之核種量測分析方法簡介 .....	9
1.4 低放射性廢棄物分類計算精進緣由 .....	11
2. 台電公司低放射性廢棄物固化桶分類數量統計 .....	11
2.1 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物固化桶分類計算精進作業 .....	12
2.2 核電廠低放射性廢棄物固化桶分類計算精進作業 .....	15
2.3 低放射性廢棄物固化桶分類計算結果 .....	16
2.4 超 C 類低放射性廢棄物貯存現況 .....	17
3. 核種分析值為「最低可測值」(MDA)之應用經驗與方法 .....	20
3.1 MDA 分類計算應用方式 .....	20
3.2 國內外 MDA 定義與應用方法彙整 .....	20
4. 結論 .....	22
參考資料 .....	24
附件 1: 蘭嶼貯存場廢棄物固化桶之表面劑量率統計表 .....	25
附件 2: 超 C 類低放射性廢棄物貯存之安全性說明 .....	26
附件 3: 現行「低放射性廢棄物分類計算統計結果」資料庫功能架構說明 .....	30

## 表目錄

表一、低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則---附表一.....	2
表二、低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則---附表二.....	2
表三、難測核種分析技術精進前後比例因數變化.....	13
表四、核能電廠 LRFM 資料庫及「蘭嶼貯存場低放射性廢棄物分類資料庫」現階段低放射性固化廢棄物分類統計結果 .....	17

## 圖目錄

圖一、低放射性廢料核種放射化學分析程序.....	5
圖二、純鍺偵檢器.....	6
圖三、液體閃爍計數儀.....	7
圖四、矽面障阿伐能譜分析儀.....	7
圖五、低放射性廢棄物比例因數資料庫及整桶加馬能譜計測關係.....	8
圖六、核能電廠低放射性廢棄物核種分析作業流程圖.....	9
圖七、「低放射性廢棄物資料庫系統精進案」精進作業架構.....	12
圖八、精進後比例因數採用方式對照.....	14
圖九、蘭嶼地區歷年環境輻射監測劑量.....	19

## 前言

台電公司為因應將來低放射性廢棄物最終處置之需求，持續針對本公司各核能設施所貯存之低放射性廢棄物固化桶進行核種濃度分類計算，且持續關注國內外有關難測核種最低可測值(Minimum Detectable Activity, MDA)問題之相關研究發展，以期能從中汲取兼具合理性及可行性之成熟理論或方法，進一步精進我國低放射性廢棄物核種濃度分類計算作業。

台電公司依「第128次放射性物料管制會議」第691議案決議及「103年放射性物料臨時管制會議」決議事項辦理，將上述工作之現階段成果彙整於此份報告，依不同主題分為三個主要章節詳述各項工作成果與執行細節，並於末章摘錄各章重點結論。

### 1. 我國核種濃度分類規定及核種量測分析方法與精進緣由簡介

本章將逐節介紹我國核種濃度分類規定、低放射性廢棄物固化桶桶號代碼說明、核種量測分析方法與品質保證，以及低放射性廢棄物分類計算精進緣由。

#### 1.1 我國核種濃度分類規定

低放射性廢棄物的核種活度分類標準依101年7月9日修正發布之「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」第二章第3條所載，依其附表一(如表一所示)及附表二(如表二所示)所列核種濃度值定之，各個分類之核種濃度判定標準列於表一與表二「濃度值」欄位下方。因蘭嶼貯存場及核電廠所貯存的低放射性廢棄物桶皆屬含有多核種之低放射性廢棄物，故本報告所述之低放射性廢棄物為依照表二的註二所載方法，針對表一及表二所列各項核種進行濃度分類計算。

表一、低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則---附表一：  
單一長半化期核種濃度值

核種	濃度值 (A<0.1 倍<C<1 倍<超 C)
$^{14}\text{C}$	0.30 TBq/m <sup>3</sup>
$^{14}\text{C}$ (活化金屬內)	3.0 TBq/m <sup>3</sup>
$^{59}\text{Ni}$ (活化金屬內)	8.1 TBq/m <sup>3</sup>
$^{94}\text{Nb}$ (活化金屬內)	0.0074 TBq/m <sup>3</sup>
$^{99}\text{Tc}$	0.11 TBq/m <sup>3</sup>
$^{129}\text{I}$	0.0030 TBq/m <sup>3</sup>
TRU (半化期大於 5 年之 超鈾阿伐放射核種)	3.7 kBq/g
$^{241}\text{Pu}$	130 kBq/g
$^{242}\text{Cm}$	740 kBq/g

表二、低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則---附表二：  
單一短半化期核種濃度值

核 種	濃度值 (TBq/m <sup>3</sup> )		
	第一行	第二行	第三行
	<B 類	<C 類	<超 C 類
半化期小於 5 年之所有核種總和	26	註一	註一
$^3\text{H}$	1.5	註一	註一
$^{60}\text{Co}$	26	註一	註一
$^{63}\text{Ni}$	0.13	2.6	26
$^{63}\text{Ni}$ (活化金屬內)	1.3	26	260
$^{90}\text{Sr}$	0.0015	5.6	260
$^{137}\text{Cs}$	0.037	1.6	170
註一：	B 類廢棄物及 C 類廢棄物並無此核種濃度值之限制。可從實際執行運送、吊卸與最終處置作業時，考量體外輻射與衰變熱，而限制這些核		

	種之濃度。除非由本表內其他核種決定廢棄物歸於C類廢棄物，否則應歸於B類廢棄物。
註二：	<p>多核種之分類：若低放射性廢棄物中含有多核種時，其分類應按下式判斷。</p> $\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{C_{i,0}} \leq 1$ <p>式中  <math>C_i</math>：第 <math>i</math> 個核種之濃度。  <math>C_{i,0}</math>：第 <math>i</math> 個核種第 0 (0=A,B,C) 類之濃度值。  <math>n</math>：所含核種之數目。  若滿足上式，則可歸為第 0 (0=A,B,C) 類廢棄物。</p>

## 1.2 低放射性廢棄物固化桶桶號代碼說明

桶號編碼一共 8 碼，第 1 碼表廠別，如 0 為核研所，1 為核 1 廠，2 為核 2 廠，3 為核 3 廠；第 2 碼表機組，0 為混合機組，1 為 1 號機，2 為 2 號機；第 3、4 碼為廢棄物桶生產民國年代；後 4 碼為固化桶流水編號。

## 1.3 核種量測分析方法簡介

表一及表二所列各項放射性核種，主要分為「易測核種」與「難測核種」兩大類，易測核種活度可藉由非破壞性的整桶外部直接度量分析方法量測得到，而難測核種活度則須取樣進行處理及放化分析才能取得。易測核種主要為包括 Co-60 與 Cs-137 兩個關鍵核種之加馬核種，而難測核種則主要分為兩類：第一類難測核種為 Sr-90、I-129、Pu-241 等分裂核種及中子多元捕獲產生之超鈾元素核種，其濃度以各核種濃度相對 Cs-137 濃度之比例因數 (Scaling Factor) 計算決定；第二類難測核種則有 C-14、Ni-63、Fe-55 等腐蝕活化核種，其濃度以各核種濃度相對 Co-60 濃度之比例因數計算決定。

蘭嶼貯存場所貯存之低放射性廢棄物的核種量測分析為本公司委託核研所執行，而核能電廠之低放射性廢棄物的核種量測分析則由本

公司放射試驗室所負責，本節將分別簡介其核種量測分析程序及方法。

### 1.3.1 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物之核種量測分析方法簡介

蘭嶼貯存場所存之低放射性廢棄物核種量測分析係本公司委託核研所執行，參考國際文獻與核研所過去發展的技術，針對蘭嶼貯存場所貯存之低放射性水泥固化體廢棄物，建立放射性核種分析之標準程序，其流程彙整如圖一所示，自蘭嶼貯存場取得之樣品，依照各程序進行各核種之放射化學分析作業，取得各核種之比活度值，作為比例因數計算之基礎。

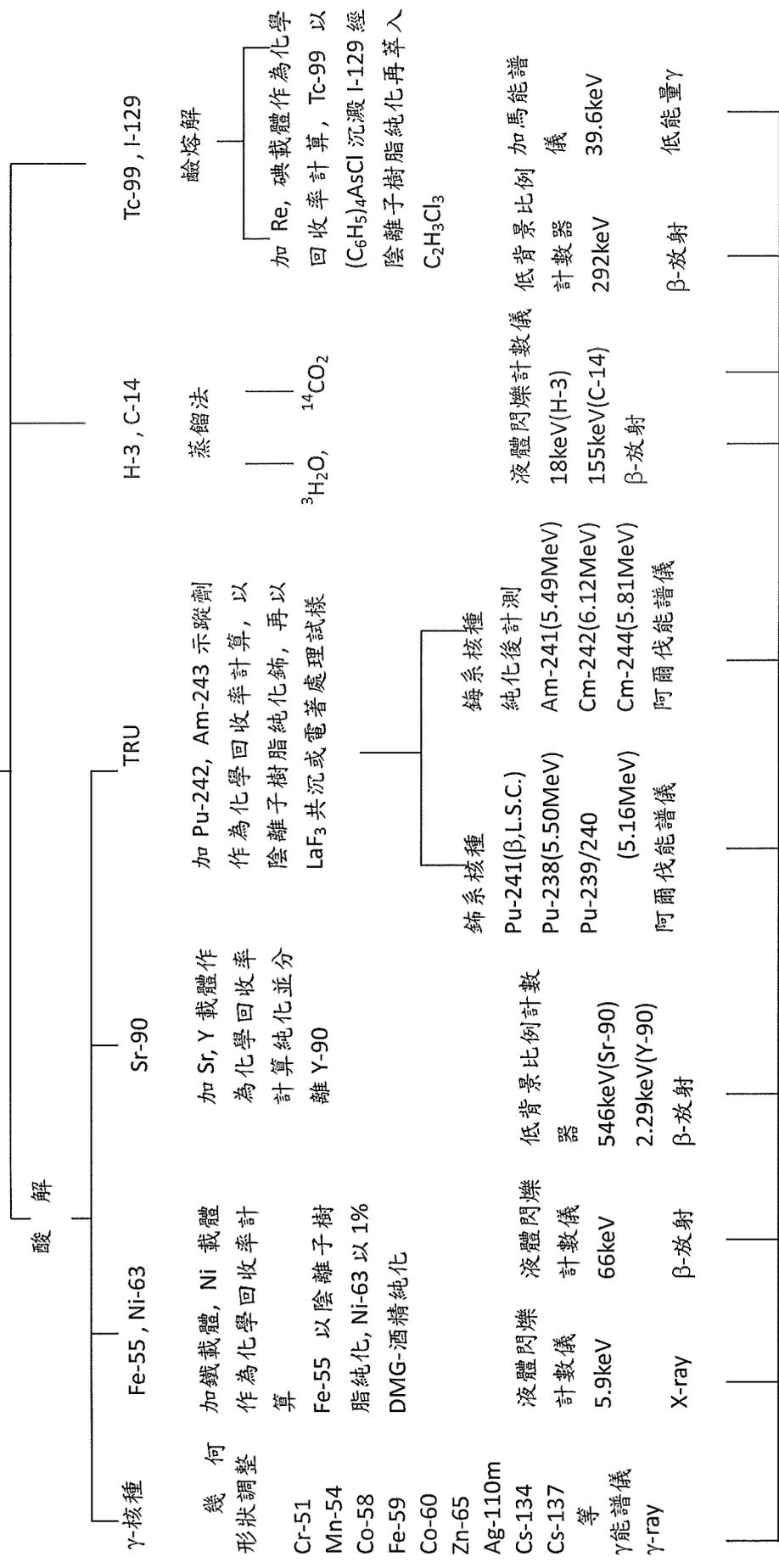
#### 1.3.1.1 樣品前處理方法

蘭嶼貯存場所取得的樣品均為水泥固化體，主要採微波消化方式進行樣品均質化；若微波消化不易完全處理之樣品，則採用酸液迴流或浸泡的方式進行核種萃取，並同時確認回收率。樣品均質化盡可能完全液化，若有無法溶解的殘渣，則以過濾後量測固體殘重，於計算回收率時扣除。

#### 1.3.1.2 各核種純化程序

前處理後的樣品依照各核種分析程序進行分析，試樣在進行 Fe-55、Ni-63、Sr-90、Tc-99、I-129 純化程序前需加入載體，TRU 則需要加入示蹤劑以計算回收率。H-3 和 C-14 計測前需進行蒸餾純化，Fe-55 以陰離子樹脂純化，Ni-63 以 1% DMG-酒精純化，Tc-99 以  $(C_6H_5)_4AsCl$  沉澱 I-129 經陰離子樹脂純化再萃入  $C_2H_3Cl_3$ ，TRU 以陰離子樹脂純化後，再以  $LaF_3$  共沉或電著處理。

樣品接收、登錄、編號



數據品保查驗

圖一、低放射性廢料核種放射化學分析程序

### 1.3.1.3 核種計測

各核種定性與定量的方式如圖一所示。加馬計測均使用純鍺偵檢器，純鍺偵檢器是半導體偵檢器的一種，當輻射進入半導體內，因游離作用而產生電子—電洞對，再利用外加電場在電子與電洞間形成一電子流，並為兩端的電極所收集，而於外電路電阻上感應一脈衝訊號，脈衝訊號的大小與加馬射源的輻射量成正比，半導體偵檢器即利用此特性來度量輻射。系統結構主要包含鍺半導體偵檢器、前置放大器、屏蔽體、多頻道分析儀（MCA）、電源供應器及個人電腦分析軟體等。



圖二、純鍺偵檢器

$\beta$ -放射主要使用液態閃爍分析儀進行分析，其計測原理有三個程序，試樣與閃爍液直接混合，輻射線能量大部份被溶劑分子吸收，溶劑分子被激發可相互傳遞能量，同時把能量傳遞給有機閃爍體，將閃爍體激發，處於激發態的分子在返回基態時會釋放出光子。試樣在閃爍液中產生的光子被光電倍增管內的光陰極吸收，轉變產生光電子，緊接著這些光電子被管內的倍增電極逐級放大後在光電倍增管的陽極上產生脈衝信號，這些信號再經由放大器放大後，被計數器記錄及分析。



圖三、液體閃爍計數儀

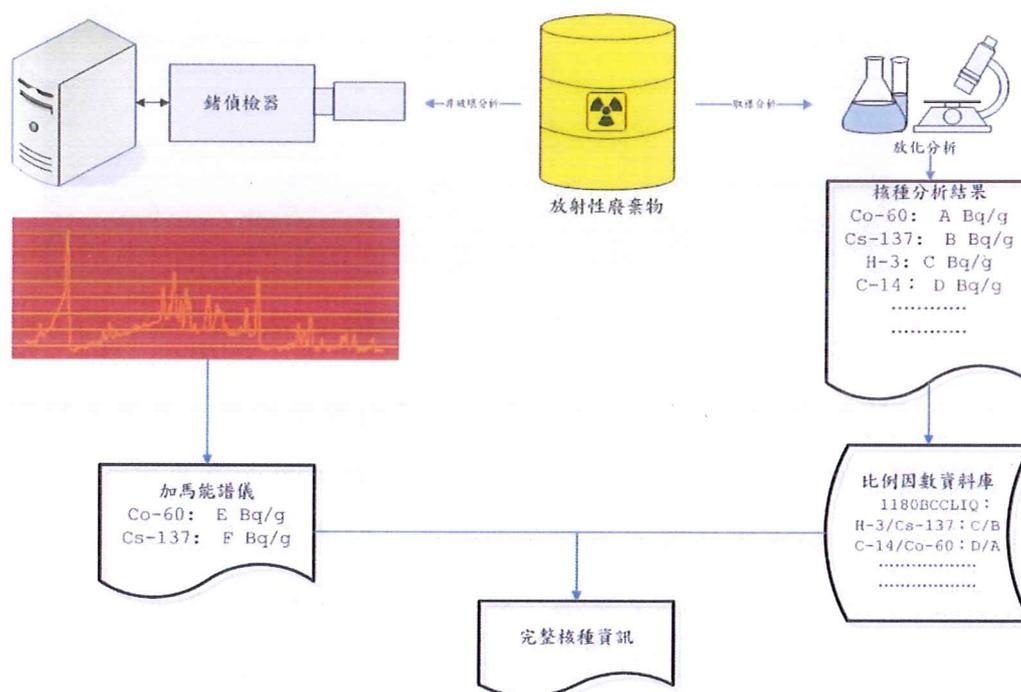
TRU(超鈾元素)的定性與定量主要使用矽面障偵檢器，其為半導體偵檢器的一種，當輻射進入半導體內，因游離作用而產生電子-電洞對，再利用外加電場在電子與電洞間形成一電子流，並為兩端的電極所收集，而於外電路電阻上感應一脈衝訊號，脈衝訊號的大小與輻射量成正比，半導體偵檢器即利用此特性來度量輻射；系統由真空腔室、樣品架、矽面障半導體偵檢頭、前置放大器、鑑別器等所組成。



圖四、矽面障阿伐能譜分析儀

### 1.3.1.4 難測核種估算方法

Co-60 與 Cs-137 為關鍵加馬核種，表一及表二所列其餘阿伐核種與貝他核種為難測核種，計算難測核種與關鍵核種之比值即為比例因數。以比例因數計算難測核種活度之整體作業模式概念可由圖五表示，其作業程序簡述如下：



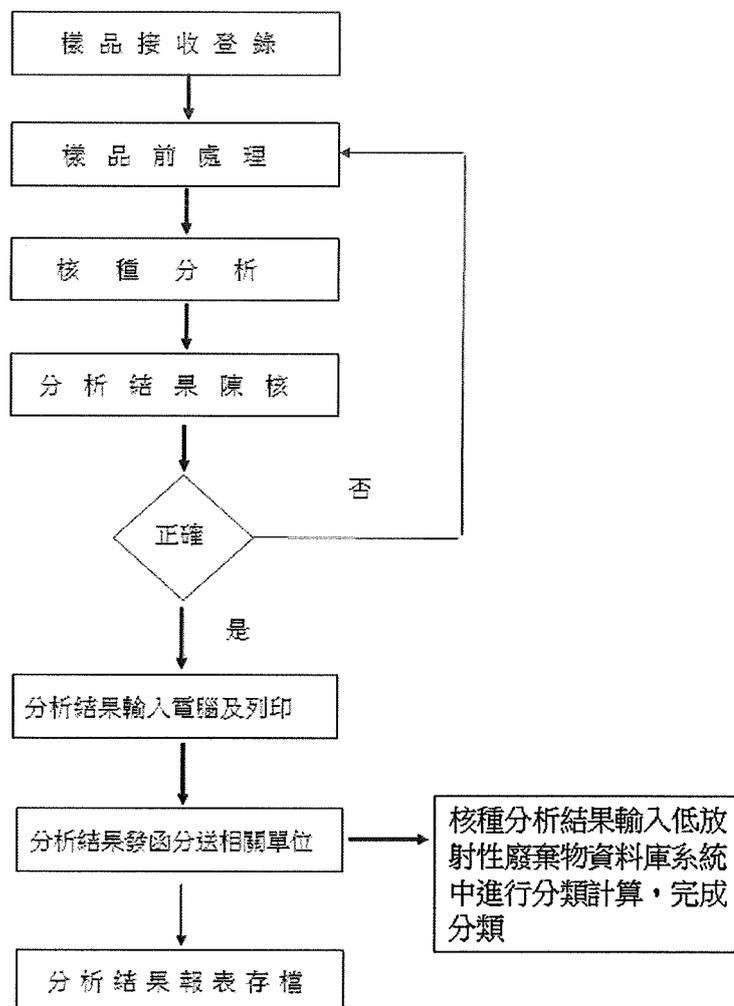
圖五、低放射性廢棄物比例因數資料庫及整桶加馬能譜計測關係

- (1) 由不同廢棄物源(廠別、機組、系統等差異)取得代表性樣品，進行個別核種放射化學分析，得到核種放射性活度分析結果。
- (2) 使用第(1)項之分析結果，計算相同廢棄物源之相關核種比例因數。
- (3) 建立廢棄物源比例因數資料庫。
- (4) 針對廢棄物桶進行加馬能譜儀計測，得到關鍵核種 Co-60、Cs-137 之活度。
- (5) 利用步驟(4)所得關鍵核種活度及比例因數資料庫，計算完整核種活度資訊，並作為進行最終處置時計算核種濃度分類之依

據。

### 1.3.2 核能電廠低放射性廢棄物之核種量測分析方法簡介

核能電廠所產低放射性廢棄物之核種量測分析為本公司放射試驗室所執行，依照「核能電廠低強度放射性廢棄物放射性核種分析作業程序書」執行分析樣品接收登錄、樣品前處理及核種分析等作業，並將所完成之核種量測分析結果提供給電廠人員輸入資料庫系統中進行分類計算作業。其核種量測分析作業及核種濃度分類計算流程如圖六所示，各項作業程序簡述如下：



圖六、核能電廠低放射性廢棄物核種分析作業流程圖

- (1) 由電廠人員自低放射性廢棄物鮮料(即尚未固化裝桶之廢棄物)取樣，將樣品裝入放射試驗室所提供之樣品容器後送至放射試驗室進行後續核種量測分析作業。
- (2) 樣品中 Tc-99、I-129、H-3 及 C-14 核種活度之分析其前處理方式由各分析人員依『低強度放射性廢棄物中鎳-99 核種分離及活度計測操作手冊』、『低強度放射性廢棄物中碘-129 核種分離及活度計測操作手冊』及『低放射性廢棄物碳-14 及氫之分離及活度計測操作手冊』取樣進行前處理作業。
- (3) 樣品中加馬核種、Sr-90、Ni-63、Fe-55 及 TRU 核種活度分析所需的前處理作業，可集中依『低強度放射性廢棄物樣品前處理操作手冊』執行前處理，並由樣品表面劑量強度來評估應取多少樣品進行前處理。
- (4) 樣品完成前處理後，分析加馬核種並記錄分析結果。
- (5) 樣品分析人員依照各核種分析操作手冊進行樣品核種分析，並將所有分析之相關資料記錄於實驗紀錄簿。
- (6) 每批次樣品皆須進行空白試樣、添加試樣或重複測試樣的品管分析。當分析人員由空白樣(超過偵測極限二倍值)、添加樣(相對誤差 $\pm 20\%$ )或重複樣(相對誤差 $\pm 20\%$ )的測試結果發現測試數據異常時，分析人員會先檢查測試過程紀錄、測試結果計算過程等可能原因；如仍無法查出原因，則當批次樣品再進行重複測試，待確認品管合格後，填報測試結果陳至部門主管核定。
- (7) 分析人員填具分析結果紀錄表，連同計測原始資料送主管審查。
- (8) 核定後之分析結果由分析人員輸入電腦製成分析結果報告，經部門主管核定後，分析結果報告發函分送委託及各相關單位。
- (9) 資料庫系統操作人員將核種分析結果報告所載各項核種分析資料輸入資料庫系統中，執行核種濃度分類計算，完成低放射性廢棄物分類。

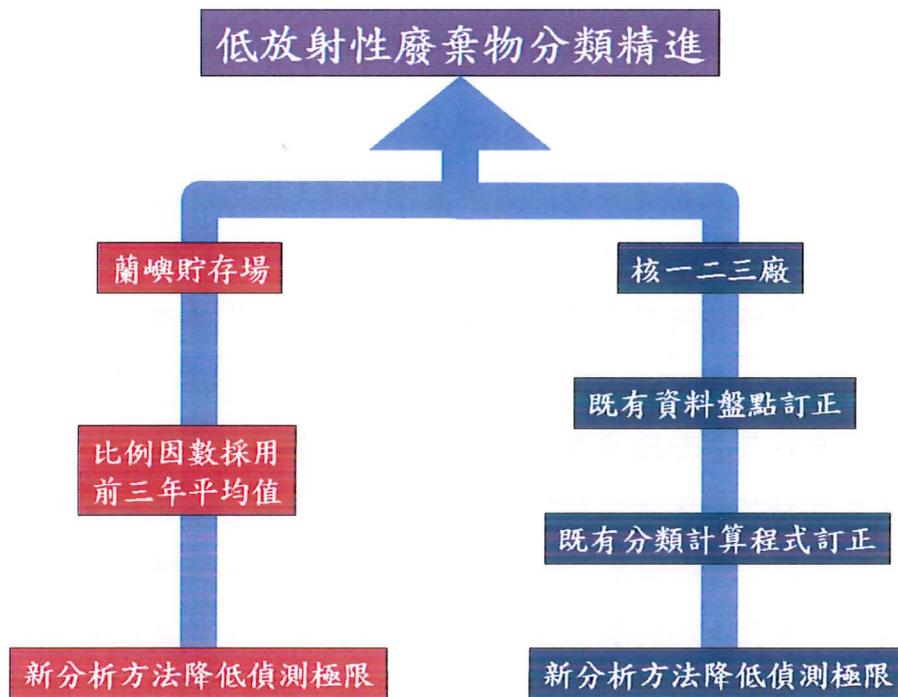
## 1.4 低放射性廢棄物分類計算精進緣由

大局於民國 86 年 7 月 17 日公佈「低放射性廢棄物分類補充規定」，未來低放射性廢棄物送至陸地最終處置場時，其交運文件必須表列核種濃度並加以分類，再依類別處置。101 年 7 月 9 日修正發布之「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」<sup>[3]</sup>亦有相關規定。

97 年 1 月本公司配合蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶檢整，彙整過往相關計畫成果並分階段委託核研所進行為期共 6 年<sup>[1]</sup>之「蘭嶼貯存場廢棄物桶核種濃度評估計算與分類資料庫建立」技術服務，配合 102 年 5 月獲大局核備之「蘭嶼貯存場未分類廢棄物桶之分類方法規劃報告」<sup>[2]</sup>所載比例因數「最保守值」採用方法，完成所有 100,277 桶廢棄物之分類，分類結果 A 類 91,463 桶，B 類 764 桶，C 類 7,305 桶，超 C 類 745 桶，惟因大局認為此分類結果過於保守，要求本公司作檢討精進，故本公司於去年底提出「低放射性廢棄物資料庫系統精進案」，針對蘭嶼貯存場及核能電廠所存之低放射性廢棄物固化桶進行精進作業。

## 2. 台電公司低放射性廢棄物固化桶分類數量統計

本次「低放射性廢棄物資料庫系統精進案」整體精進作業架構如圖七所示，各項精進作業內容及精進後現階段低放射性廢棄物分類計算結果將於本章詳述。



圖七、「低放射性廢棄物資料庫系統精進案」精進作業架構

## 2.1 蘭嶼貯存場低放射性廢棄物固化桶分類計算精進作業

本次「低放射性廢棄物資料庫系統精進案」，針對蘭嶼貯存場所貯存之低放射性廢棄物固化桶，主要完成下列兩項分類計算精進作業：

- (1) 應用台電公司於民國 102 年完成之「難測核種分析技術精進技術案」成果：

針對低放射性廢棄物法規所需提報核種活度資料，難測核種之核種活度計算方法係自固化桶取樣進行放化分析，將難測核種分析值回推至和關鍵核種(Co-60 及 Cs-137)量測同時時間點後建立各難測核種之比例因數，再將各難測核種比例因數與關鍵核種活度值相乘得到各難測核種活度值。

其中 Tc-99 因為易溶於水，I-129 則是容易氣化昇華，造成傳統放射分析分離過程因步驟繁瑣，回收率偏低，導致偵測極限難以降低，故本公司於 100 年 01 月 27 日至 102 年 01 月 26 日

委託核能研究所執行「低放射性廢棄物難測核種分析技術精進委託研究案」，針對 Tc-99 及 I-129 進行放射化學分析技術精進，以降低偵測極限。

該研究藉由選取 10 組蘭嶼水泥固化體樣品(對應 8 組不同的廠年代廢棄物源)以四極柱感應耦合電漿質譜儀及中子活化方法進行 Tc-99、I-129 之活度分析及分類試算，其研究結果顯示，使用質譜儀及中子活化方法分析，確實能夠降低前述核種之偵測極限 1 至 2 個級數(詳如表三所示)。本次精進案中將此 8 組廠年代廢棄物源之 Tc-99 及 I-129 精進後的比例因數更新至蘭嶼資料庫後再進行分類計算。

表三、難測核種分析技術精進前後比例因數變化

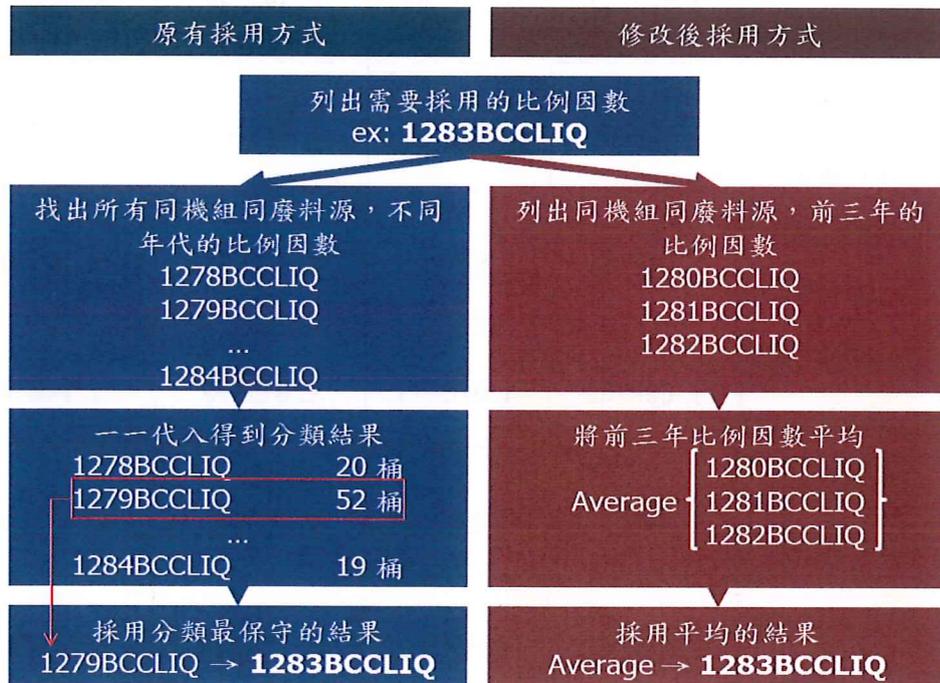
廠年代廢棄物源 (樣品編號)	比例因數 (未精進前)		比例因數 (精進後)	
	Tc-99/Cs-137	I-129/Cs-137	Tc-99/Cs-137 [ICP-MS, INER]	I-129/Cs-137 [NAA, NTHU]
0068IFS (LY-166)	7.21E-04	3.05E-04	1.43E-05	6.72E-06
0078IFSTPC (LY-206)	5.27E-01	1.32E-01	1.01E-02	4.75E-03
1179BSLUDG (LY-135)	5.64E-01	2.24E-01	9.39E-03	2.21E-03
1271BCCLIQ (LY-058, 059)	1.69E-02	4.01E-03	2.64E-03	2.14E-04
1272BCRESI (LY-095)	1.54E+00	6.42E-01	2.88E-02	6.77E-02
1275BCCLIQ (LY-033)	3.41E-01	9.08E-02	5.76E-03	7.46E-03

2076BCCLIQ (LY-082)	2.09E+00	8.04E-01	3.69E-02	8.68E-03
2077BCCLIQ (LY-084, 085)	2.46E+00	1.04E+00	4.88E-02	1.70E-02

註：8 組樣品精進後之核種分析值仍小於精進後之 MDA 值

(2)修訂「蘭嶼貯存場未分類廢棄物桶之分類方法規劃報告」之比例因數採用辦法：

為提升分類結果合理性，避免過度保守估算造成失真，針對缺少比例因數的廠年代廢棄物源，參考核電廠相關作業程序，在原有採用最保守之其他廠年代廢棄物源比例因數程序之前，加入優先採用前三年同機組廢棄物源比例因數之平均值，並納入各年度燃料受損狀況篩選機制，作為建立比例因數之方法。此種做法可避免過度保守與低估導致失真的情形，使分類計算結果更加符合真實狀況。本次精進後之比例因數採用方式如圖八所示。



圖八、精進後比例因數採用方式對照

總結上述內容，藉由執行上述精進作業，在滿足合理保守評估原則的前提下，完成蘭嶼貯存場之分類計算精進。蘭嶼貯存場於精進作業前超 C 類(Greater Than Class C, GTCC)為 745 桶，精進作業完成後之現階段分類計算結果如表四所示，超 C 類(Greater Than Class C, GTCC)為 138 桶(核種衰變至原預定最終處置日期 2020/12/31)。

## 2.2 核電廠低放射性廢棄物固化桶分類計算精進作業

此次核電廠低放射性廢棄物固化桶資料完成之精進作業主要有三項：

- (1) 應用 2.1.(1)節所述，台電公司於民國 102 年完成之「難測核種分析技術精進技術案」成果；
- (2) 修正分類計算公式。部份核種需於分類計算時以重量濃度值(kBq/g)進行分類計算，而原先進行分類計算時，針對此類核種之重量濃度值係以核種活度除以固化桶內廢棄物的純重計算之(不含固化水泥及空桶重量)，但參考 1995 年美國核管會發佈之「核種濃度平均及包封處理之延伸技術導則」所述之固化體濃度計算方式：「蒸發器濃縮液、液體或是離子交換樹脂等低放射性廢棄物於固化後其核種濃度計算應以固化體的體積或重量計算之」，並考量到固化體為鮮料與固化劑均勻混合攪拌而成，核種分佈於整個固化體內，整個固化體應視為一完整低放射性廢棄物，重量濃度值應以固化後之廢棄物固化體重量計算才合理，故此次精進作業改採以固化體重量(固化桶總重減空桶重)計算核種重量濃度值；
- (3) 查證補齊各廠年代廢棄物源之比例因數(為利於敘述，以下電廠比例因數係採用蘭嶼比例因數編碼規則來表示：第一碼表廠別，0~3 依序為核研所至核三廠；第二碼表機組別，0 為混合機組；第三、四碼為廢棄物固化桶生產之民國年代；英文編碼為廢棄物源種類)。由於民國 84 年前核電廠的部分廠年代廢

棄物源引用蘭嶼貯存場所建立之資料庫內相同廠年代廢棄物源比例因數，因應蘭嶼貯存場廢棄物桶之核種分類計算方式精進(如 2.1 節所述)，核電廠部分引用蘭嶼貯存場資料庫之比例因數也隨之調整。

核電廠低放射性廢棄物資料庫完成上述精進工作後，三個核電廠廠內低放射性廢棄物固化桶現階段之分類計算統計結果如表四所示。因難測核種放化分析需較長作業時間，故各核電廠現有的比例因數資料為至民國100年底。核一廠於精進作業前超C類原為296桶，因此次精進作業補齊了所有比例因數，其中部分廠年代廢棄物源未取樣分析，其比例因數係引用「蘭嶼貯存場未分類廢棄物桶之分類方法規劃報告」之「最保守值」採用規則所得，使本次精進案完成後核一廠超C類桶數增為314桶，此分類計算結果較實際情況更為保守，未來若針對上述保守採用比例因數之廠年代廢棄物源實際取樣分析，核一廠超C類數量仍會變動；核二廠超C桶原為159桶，除了執行上述精進作業外，另因檢整作業重測部分廢棄物桶加馬核種活度資料後更新原始核種資料，重新進行分類計算後，核二廠超C類桶數為40桶；核三廠無超C類。

### 2.3 低放射性廢棄物固化桶分類計算結果

表四所列各分類數量為2015年3月完成現階段精進案分類計算作業後之分類計算統計結果，此分類計算統計結果及相關資料目前存於本公司「低放射性廢棄物最終處置射源項管理系統」及「蘭嶼貯存場低放廢棄物資料庫」中，其功能架構詳如附件3所示。蘭嶼貯存場及核電廠內所貯存之超C類固化桶於精進案後現階段共計有492桶，主要原因為「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」附表一及附表二所列各項核種中，I-129、Pu-241以及TRU(半衰期大於5年之超鈾阿伐放射核種)濃度較高所致。

表四、核能電廠 LRFM 資料庫及「蘭嶼貯存場低放射性廢棄物分類資料庫」現階段低放射性固化廢棄物分類統計結果

單位：桶

	A 類	B 類	C 類	超 C 類	各核能設施總桶數 (統計至 103 年 12 月)
核一廠	7,363	595	338	314	8,610
核二廠	25,453	330	577	40	26,400
核三廠	2,615	38	32	0	2,685
蘭嶼貯存場	94,969	811	4,359	138	100,277
各類桶數總計 (統計至 103 年 12 月)	130,400	1,774	5,306	492	137,972

設定核種濃度衰變日期：蘭嶼貯存場為預定最終處置日期 2020/12/31；核能電廠為 2014/12/31

依照現行法規，低放射性廢棄物須於最終處置時依核種濃度完成分類，再依不同類別進行處置。本公司為因應將來低放射性廢棄物最終處置之需求，持續針對本公司各核能設施目前所貯存之低放射性廢棄物固化桶進行核種濃度分類計算，表四為現階段之分類計算結果，各分類數量仍會因未來比例因數持續擴增、實際取樣分析結果、核種濃度最低可測值精進及資料引用方式調整等相關因素而變化。

## 2.4 超 C 類低放射性廢棄物貯存現況

核能電廠運轉所產生之超 C 類廢棄物屬於低放射性廢棄物的範疇，與一般低射性廢棄物的差異，主要為長半衰期核種含量較高。而這些長半衰期核種衰變機制主要為阿伐( $\alpha$ )或貝他( $\beta$ )衰變，無法穿透低放射性廢棄物經安定化程序處理後之水泥固化體，故低放射性廢棄物之分類與表面劑量率並無直接關係，請參考附件1：蘭嶼貯存場廢棄物固化桶之表面劑量率統計表。因此，在低放射性廢棄物處理及貯存的

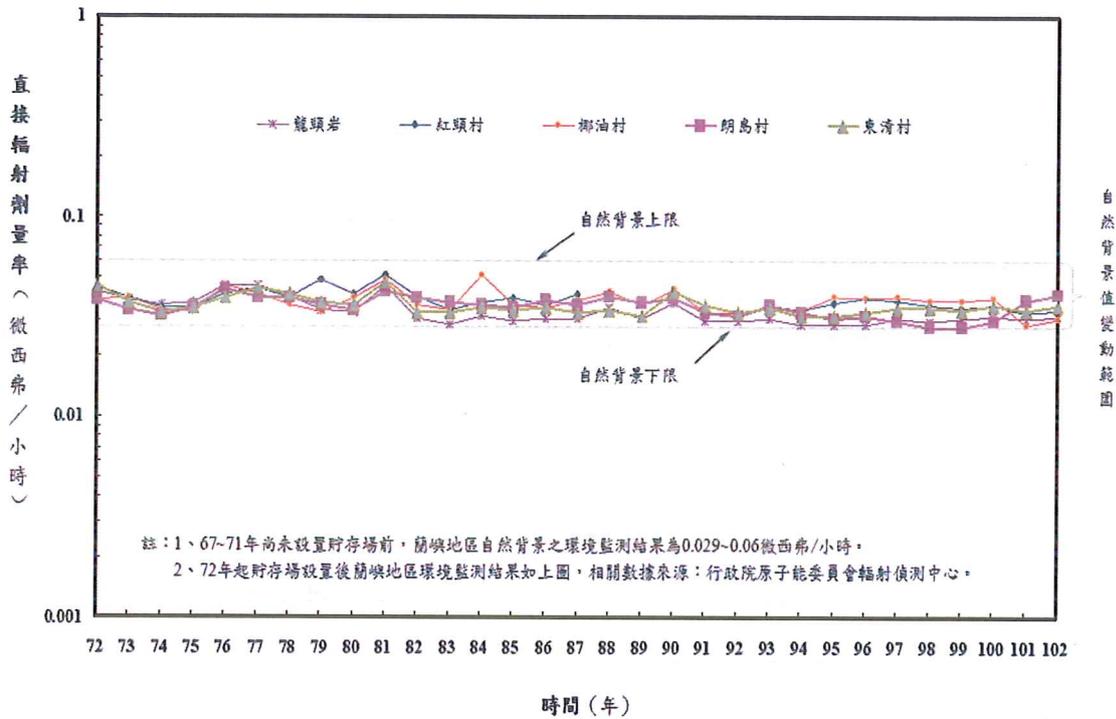
安全要求上，超C類與一般低放射性廢棄物並無差異，僅在未來進行最終處置時因其長半衰期核種含量較高，須依「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」第四條規定取得主管機關同意後才可於低放射性廢棄物最終處置設施進行處置。

目前貯存於核一、二、三廠及蘭嶼貯存場之超C類廢棄物桶，不管是桶表面劑量或活度均未超出貯存設施之設計標準，皆符合貯存相關法規之規定。

核電廠內的超C類固化桶貯於現代化廢棄物貯存庫中，各項安全設計皆符合相關法規之要求。貯存庫外牆所用的鋼筋混凝土可有效阻隔輻射，維持廠界劑量<sup>[4][5]</sup>及周圍環境輻射劑量<sup>[7]</sup>低於法定限值，以保障作業人員及周邊民眾安全。

貯於蘭嶼貯存場內的超C類低放射性廢棄物，於100年完成檢整作業，固化體品質良好，且蘭嶼貯存場貯存溝之各項安全設計皆符合相關法規之要求，超C類與其他類低放射性廢棄物皆安全穩定地貯存於蘭嶼貯存場之貯存溝內，歷年蘭嶼地區環境輻射劑量也如圖九所示皆落於自然背景值變動區間。另外，為消除蘭嶼鄉民疑慮，本公司採取最直接且實際之方式，自民國88年起陸續邀請鄉民至本公司核三廠放射試驗室，量測體內是否有人工放射性物質存在，至103年9月底止，共計完成2,294人次，約佔蘭嶼全島戶口人數近50%，計測結果顯示無任何鄉民體內遭受人工放射性核種入侵。

## 蘭嶼地區歷年環境直接輻射監測結果圖



圖九、蘭嶼地區歷年環境輻射監測劑量

綜觀上述各項結果，蘭嶼貯存場所貯存之超C類低放射性廢棄物經多重障壁設計及檢整作業強化廢棄物桶貯存之安全性等多道程序把關，加上歷年蘭嶼地區環境輻射監測劑量率未曾超出自然背景值上限之紀錄以及蘭嶼鄉民至放射試驗室實際計測無人工核種驗出之結果佐證，顯示蘭嶼貯存場所貯存之超C類低放射性廢棄物經妥善以各項程序處理及24小時全天候監測場界輻射劑量<sup>[6]</sup>下，以安全穩定的型態貯存於蘭嶼貯存場內，歷年周圍環境輻射監測結果<sup>[7]</sup>也皆低於法定限值，顯示其並未外釋至外界環境中，且從未對環境與蘭嶼鄉民造成任何不良影響。

### 3. 核種分析值為「最低可測值」(MDA)之應用經驗與方法

#### 3.1 MDA 分類計算應用方式

依據101年7月9日修正發布之「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」，未來低放射性廢棄物送至陸地最終處置場時，其交運文件必須述明補充規定附錄表一、表二之核種濃度，亦必須按核種濃度分為A、B、C及超C四類，再依類別處置。

97年1月台灣電力公司為配合蘭嶼貯存場低放射性廢棄物桶檢整，分階段委託核研所進行「蘭嶼貯存場廢棄物桶核種濃度評估計算與分類資料庫建立」技術服務。因為蘭嶼貯存場所貯存之廢棄物均已完成水泥固化，水泥固化體中部分難測核種(如I-129)的分析結果常為最低可測值(Minimum Detectable Activity, MDA)，使難測核種活度較實際活度高。97年當時的分析方法為低能量加馬活度計測，其訊號豐度很低，MDA不易降低。其餘如Tc-99 等核種，均因分析技術之限制，在當時均難以獲得更低的MDA。

囿於放化分析樣品及儀器分析極限的限制，MDA問題仍無法完全解決，因此在整個「蘭嶼貯存場及核電廠低放射性廢棄物核種濃度評估計算與分類資料庫建立」的作業中，放化分析樣品的難測核種分析結果若小於MDA值，則該難測核種濃度值將以該MDA值表示，並依其建立比例因數帶入後續的分類計算，得到較實際情況更為保守之分類結果。

#### 3.2 國內外 MDA 定義與應用方法彙整

如 3.1 節所述，保守採用 MDA 為難測核種濃度值進行分類計算造成分類結果較實際情況保守，故 MDA 納入分類計算之合適性便成為值得深究之議題。關於 MDA 的問題國內外有關單位之處理態度不盡相同，以下彙整國內外相關領域針對 MDA 定義與應用的相關資料以資參

考：

1. 根據財團法人全國認證基金會「測試領域中低活度核種技術規範」(TAF-CNLA-T10)所述，最低可測值(Minimum Detectable Activity, MDA)為「在無其他放射性核種干擾下，試樣所含放射性核種有95%之機率可被偵測出的最小活度」，其結果受到試樣數量、化學處理程序、計測方法、計測時間及幾何形狀與分析儀器所處背景之影響。該文件針對低放射性廢棄物各核種之可接受最低可測值(Acceptable Minimum Detectable Amount, AMDA)建議值為A類廢棄物法規限值1/100。
2. 本公司向Xcel Energy Monticello電廠徵詢，其回覆為該電廠採用Co-60作為腐蝕產物之比例因數關鍵核種，分裂產物則是Cs-137，超鈾元素則是Ce-144；若Ce-144小於MDA，則改以Cs-137為超鈾元素比例因數之關鍵核種，若Cs-137小於MDA則改以Co-60為分裂產物比例因數之關鍵核種。換言之，其廢棄物分類均以完整的核種清單進行，不會因為有核種分析值為MDA就將其移除。
3. 本公司向DTE Energy能源公司徵詢，其回覆為該公司電廠各類產物採用的關鍵核種與Xcel Energy Monticello電廠相同，但只有H-3、C-14、Tc-99與I-129四個特別核種是必要提報的，其餘核種只有當有測值才必要提報。當特別核種以外的核種量測值低於MDA時，僅有兩種情形會提報，一是其活度量測值高於3倍標準差，另一種情況則是其活度高於1.65倍標準差，且同一廢料源前兩批次樣品中曾經檢測出來過同一個核種。
4. 本公司向美國電力研究所(EPRI)徵詢，H-3、C-14、Tc-99和I-129四個特殊難測核種即使是MDA也務必要提報，其餘難測核種分析結果為MDA時，若其同時也低於法規限值，EPRI建議可歸零或直接不提報。

本公司將持續關注國內外有關難測核種MDA問題的相關研究發展，

從中汲取兼具合理性及可行性之成熟理論或方法，用以精進我國低放射性廢棄物難測核種 MDA 發展。

## 4. 結論

歸納本報告前述各章節之重點內容如下：

1. 依照現行法規，低放射性廢棄物須於最終處置時依核種濃度完成分類，再依不同類別進行處置。本公司為因應將來低放射性廢棄物最終處置之需求，持續針對本公司各核能設施目前所貯存之低放射性廢棄物固化桶進行核種濃度分類計算。本次「低放射性廢棄物資料庫系統精進案」完成蘭嶼貯存場及核能電廠之低放射性廢棄物分類計算精進作業，現階段(2015年3月)所完成之分類計算結果如表四所示，各分類數量仍會因未來比例因數持續擴增、實際取樣分析、核種濃度最低可測值精進及資料引用方式調整等相關因素而變化。
2. 核電廠內的超 C 類固化桶貯於現代化廢棄物貯存庫中，各項安全設計皆符合相關法規之要求。貯存庫外牆所用的鋼筋混凝土可有效阻隔輻射，維持廠界劑量與周邊環境監測值低於法定限值，以保障作業人員及周邊民眾安全。
3. 蘭嶼貯存場所貯存之超 C 類低放射性廢棄物經多重障壁設計、檢整作業強化廢棄物桶貯存之安全性及專人定期檢查等多道程序把關，加上蘭嶼鄉民至放射試驗室實際計測無人工核種驗出之結果以及歷年蘭嶼貯存場場界與蘭嶼全島環境輻射監測值皆遠低於法規限值之紀錄佐證，顯示蘭嶼貯存場所貯存之超 C 類低放射性廢棄物以安全穩定的型態貯存於蘭嶼貯存場內。
4. 囿於放化分析樣品及儀器分析極限的限制，MDA 問題仍無法完全解決，因此在整個「蘭嶼貯存場及核電廠低放射性廢棄物核種濃度評估計算與分類資料庫建立」的作業中，放化分析樣品的難測核

種分析結果若小於 MDA 值，則該難測核種濃度值將以該 MDA 值表示，並依其建立比例因數帶入後續的分類計算，得到較實際情況更為保守之分類結果。

## 參考資料

1. 「蘭嶼貯存場廢棄物資料庫建立與分類方法之規劃報告」, 台灣電力公司核能後端營運處, 中華民國 95 年 11 月。
2. 「蘭嶼貯存場未分類廢棄物桶之分類方法規劃」, 台灣電力公司核能後端營運處, 中華民國 101 年 12 月。
3. 「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」, 行政院原子能委員會會物字第 1010010789 號令修正發布, 中華民國 101 年 7 月。
4. <http://goo.gl/EQr2b>, 「第一核能發電廠廠界輻射即時監測」, 台灣電力公司
5. <http://goo.gl/I9Fz17>, 「第二核能發電廠廠界輻射即時監測」, 台灣電力公司
6. <http://goo.gl/k7L6rX>, 「蘭嶼貯存場場界輻射即時監測」, 台灣電力公司
7. <http://www.trmc.aec.gov.tw/utf8/big5/>, 「台灣地區核能設施環境輻射監測」, 行政院原子能委員會輻射偵測中心

## 附件 1: 蘭嶼貯存場廢棄物固化桶之表面劑量率統計表

民國 104 年 3 月

表面劑量率 (毫西弗/小時)	廢棄物固化桶之核種濃度分類				合計
	A類	B類	C類	超C類	
≥20	—	—	—	—	—
≥10~<20	—	1	1	—	2
≥5~<10	3	1	5	4	13
≥4~<5	3	1	3	1	8
≥3~<4	19	18	20	1	58
≥2~<3	341	110	66	11	528
≥1.5~<2	513	12	93	13	631
≥1~<1.5	1,140	61	302	24	1,527
≥0.5~<1	4,671	170	1,024	49	5,914
≥0.1~<0.5	29,507	228	2,015	28	31,778
≥0.05~<0.1	10,406	148	409	5	10,968
≥0.01~< 0.05	26,001	58	395	2	26,456
<0.01	22,366	3	25	—	22,394
合計	94,970	811	4358	138	100,277

設定核種濃度衰變日期: 2020/12/31

## 附件 2:超 C 類低放射性廢棄物貯存之安全性說明

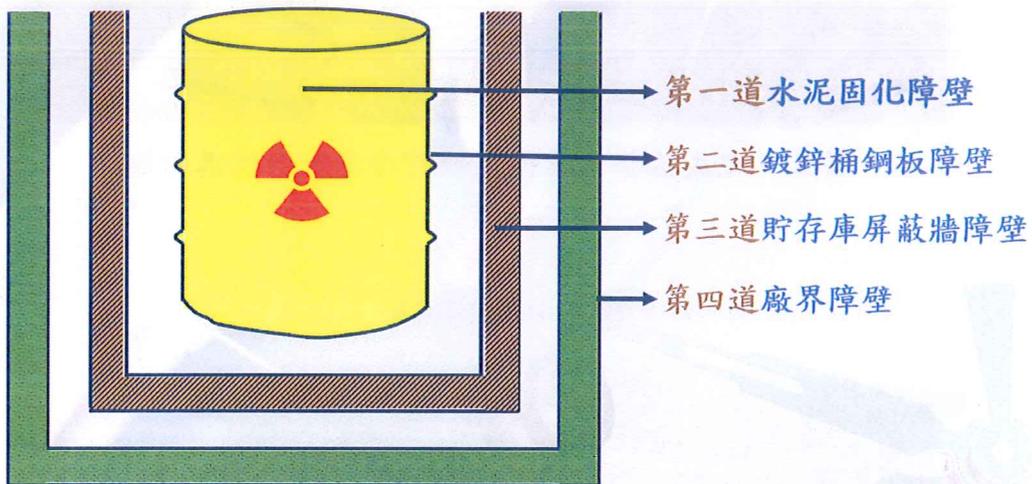
我國放射性廢棄物之分類，為參照美國聯邦核能法規 10CFR61 的定義區分成高、低兩類，其中低放射性廢棄物則依「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理條例」第三條，將不同核種濃度區分為 A、B、C、超 C 四類。其中超 C 類低放射性廢棄物與其他分類之低放射性廢棄物的主要差異為長半衰期核種之濃度較高，而這些長半衰期核種大部分屬於阿伐( $\alpha$ )或貝他( $\beta$ )衰變。不同的輻射具有不同的穿透能力，阿伐衰變所放出之阿伐射線的穿透能力最弱，僅需一張紙就可以全部把它擋住；貝他衰變所放出之貝他射線雖能穿透一般普通的紙張，但卻不能穿透鋁板，更加無法穿透低放射性廢棄物經安定化程序處理後之水泥固化體，故低放射性廢棄物之分類與表面劑量率並無直接關係。因此，在低放射性廢棄物處理及貯存的安全要求上，超 C 類與一般低放射性廢棄物並無差異，僅在未來進行最終處置時因其長半衰期核種含量較高，須依「低放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則」第四條規定取得主管機關同意後才可於低放射性廢棄物最終處置設施進行處置。

目前貯存於核一、二、三廠及蘭嶼貯存場之超 C 類廢棄物桶，不管是桶表面劑量或活度均未超出貯存設施之設計標準，皆符合貯存相關法規之規定。

核電廠內的超 C 類固化桶貯於現代化廢棄物貯存庫中(如圖一所示)，其結構設計具備合格防震功能，各項安全設計也皆符合相關法規之要求，且外牆所用鋼筋混凝土可有效阻隔輻射線，維持廠界劑量低於法定限值，保障作業人員及周邊民眾安全。貯存庫之安全障壁設計如圖二所示。



圖一、核能電廠現代化低放射性廢棄物貯存庫



圖二、核能電廠低放射性廢棄物固化桶貯存庫之安全障壁介紹

蘭嶼貯存場自民國 71 年至 85 年為止，接收貯存來自醫療、農業、工業、學術研究等全國各界的低放射性廢棄物，其中僅有極少數為超 C 類低放射性廢棄物。蘭嶼貯存場所接收之低放射性廢棄物皆為滿足表面劑量低於規定值且經安定化處理後之水泥固化體，並於民國 100 年完成檢整作業，蘭嶼貯存場所貯存低放射性廢棄物之外層包裝容器功能狀況良好且完整(如圖三所示)，且蘭嶼貯存場各貯存溝之安全設計符合現行之耐震及滲入雨水回收處理等規範要求，超 C 類與其他類

低放射性廢棄物皆安全穩定地貯存於蘭嶼貯存場之貯存溝內(如圖四所示)，歷年蘭嶼地區環境輻射劑量也如圖五所示，皆落於自然背景值變動區間。

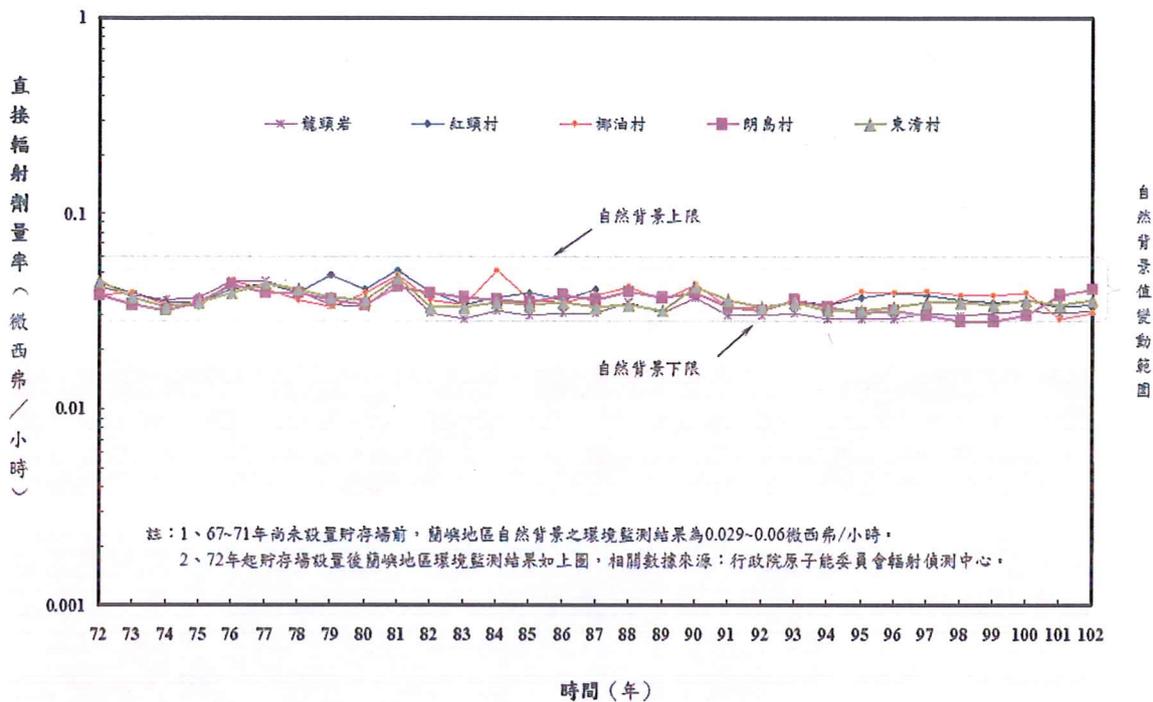


圖三、完成檢整作業後蘭嶼貯存場貯存壕溝內觀



圖四、蘭嶼貯存場貯存溝構造

蘭嶼地區歷年環境直接輻射監測結果圖



圖五、蘭嶼地區歷年環境輻射監測劑量

另外，為消除蘭嶼鄉民疑慮，本公司採取最直接且實際之方式，自民國 88 年起陸續邀請鄉民至本公司核三廠放射試驗室，量測體內是否有人工放射性物質存在，至 103 年 9 月底止，共計完成 2,294 人次，約佔蘭嶼全島戶口人數近 50%，計測結果顯示無任何鄉民體內遭受人工放射性核種入侵。

綜觀上述各項結果，蘭嶼貯存場所貯存之超 C 類低放射性廢棄物經多重障壁設計、檢整作業強化廢棄物桶貯存之安全性及專人定期檢查等多道程序把關，加上歷年蘭嶼地區環境輻射監測劑量率未曾超出自然背景值上限之紀錄以及蘭嶼鄉民至放射試驗室實際計測無人工核種驗出之結果佐證，顯示蘭嶼貯存場所貯存之超 C 類低放射性廢棄物經妥善以各項程序處理及 24 小時全天候監測場界輻射劑量下，以安全穩定的型態貯存於蘭嶼貯存場內，並未外釋至外界環境中，且從未對環境與蘭嶼鄉民造成任何不良影響。

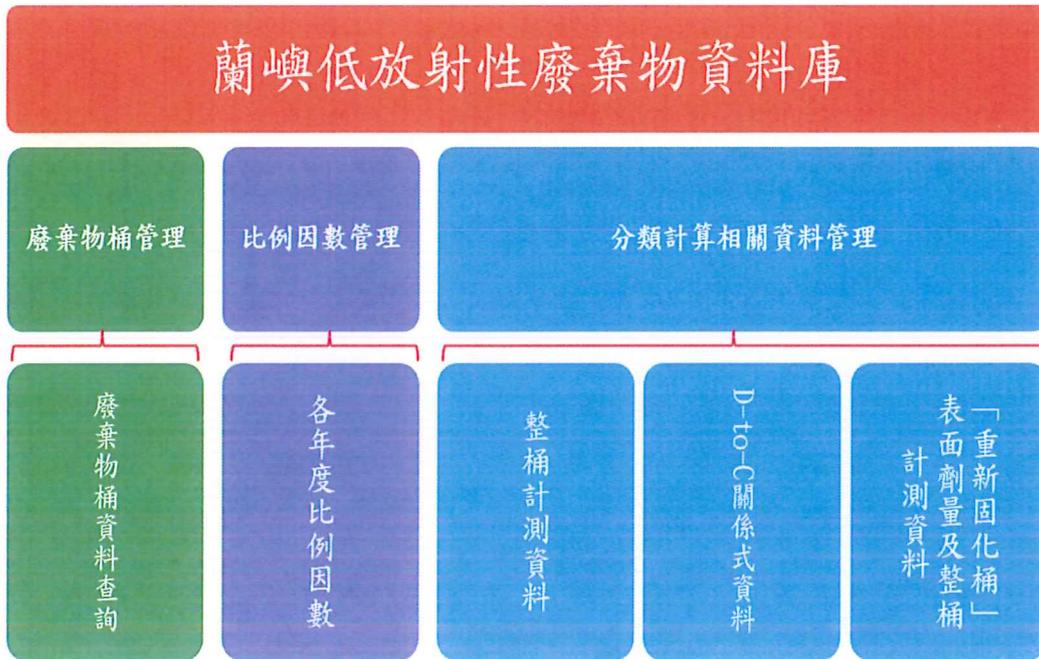
### 附件 3: 現行「低放射性廢棄物分類計算統計結果」資料庫功能架構說明

現行核電廠「低放射性廢棄物最終處置射源項管理系統」之主要貯存資料要項及功能整理如圖一所示，其中「廢棄物桶資料查訊」功能可查詢低放射性廢棄物固化桶每桶之廠年代廢棄物源、固化日期、衰減前後各核種濃度、表面劑量等詳細資訊。



圖一、「低放射性廢棄物最終處置射源項管理系統」功能架構

現行蘭嶼貯存場低放廢棄物資料庫其主要貯存資料要項及功能整理如圖二所示，其中「廢棄物桶資料查訊」可查詢低放射性廢棄物固化桶每桶之廠年代廢棄物源、固化日期、衰減前後各核種濃度、表面劑量等詳細資訊。



圖二、「蘭嶼低放射性廢棄物資料庫」功能架構