

第八章 消防防護計畫

目 錄

一、消防工作之組織及行政管理	8.1-1
(一) 消防工作組織	8.1-1
(二) 權責區分	8.1-1
二、火災災害分析及影響評估	8.2-1
(一) 引 言	8.2-1
(二) 火災模擬計算工具	8.2-4
(三) 火災情境所需評估方法	8.2-12
(四) 假想情境模擬與評估結果	8.2-13
(五) 結論	8.2-35
三、防火設計及消防設備	8.3-1
(一) 防火設計	8.3-1
(二) 消防設備	8.3-1
四、火警偵測及消防能力評估	8.4-1
(一) 火警偵測	8.4-1
(二) 核二廠現有消防能力評估	8.4-1
五、相關單位之消防及救護支援	8.5-1
六、防火及消防有關設備之維護及管理	8.6-1
七、防火及消防有關之人員訓練	8.7-1
八、參考文獻	8.8-1

附圖目錄

圖 8.1.1-1 核二廠消防工作組織.....	8.1-3
圖 8.2.1-1 貯存場沿線可能發生火災之位置圖.....	8.2-3
圖 8.2.2-1 爆炸壓力波與爆炸規模關係(Baker, 1996).....	8.2-8
圖 8.2.2-2 過壓與比例參數 Z_e 的關係.....	8.2-9
圖 8.2.4-1 運貯設施及乾式貯存設施之探測點設置.....	8.2-22
圖 8.2.4-2 50 加侖油箱洩漏引發火災之情形.....	8.2-22
圖 8.2.4-3 運貯設施所受之輻射熱：50 加侖油箱火災.....	8.2-23
圖 8.2.4-4 運貯設施之溫度曲線：50 加侖油箱火災.....	8.2-23
圖 8.2.4-5 50 加侖油箱洩漏引發火災所產生之輻射熱.....	8.2-24
圖 8.2.4-6 50 加侖油箱爆炸之過壓值評估結果.....	8.2-24
圖 8.2.4-7 輻射熱及溫度探測點設置位置.....	8.2-25
圖 8.2.4-8 150,000 公升室外儲油槽防溢堤發生火災之情形.....	8.2-25
圖 8.2.4-9 距離 150,000 公升室外儲油槽最近道路之溫度分布.....	8.2-26
圖 8.2.4-10 距離 150,000 公升室外儲油槽最近道路之輻射熱分布.....	8.2-26
圖 8.2.4-11 距離 150,000 公升儲油槽 10.5 公尺及 126 公尺之溫度.....	8.2-27
圖 8.2.4-12 距離 150,000 公升儲油槽 10.5 公尺及 126 公尺之輻射熱強度.....	8.2-27
圖 8.2.4-13 150,000 公升儲油槽，鋼板及探測點之設置位置.....	8.2-28
圖 8.2.4-14 距離 150,000 公升儲油槽 6.5m 及 126m，鋼板所受之輻射熱.....	8.2-28
圖 8.2.4-15 距離 150,000 公升儲油槽 6.5m 及 126m，鋼板之溫度曲線.....	8.2-29
圖 8.2.4-16 650,000 公升儲油槽，鋼板及探測點設置位置.....	8.2-29
圖 8.2.4-17 650,000 公升儲油槽發生火災之情況.....	8.2-30
圖 8.2.4-18 距離 650,000 公升儲油槽 6.5 公尺及 124 公尺，鋼板所受之輻射 熱.....	8.2-30
圖 8.2.4-19 距離 650,000 公升儲油槽 6.5 公尺及 124 公尺，鋼板之溫度曲線.....	8.2-31
圖 8.2.4-20 距離變壓器 1~6 公尺之過壓值.....	8.2-31
圖 8.2.4-21 五號緊急柴油發電機爆炸在不同距離下之過壓值.....	8.2-32
圖 8.2.4-22 五號緊急柴油發電機建築物內之通風口.....	8.2-33
圖 8.2.4-23 五號緊急柴油發電機建築物內之通風口.....	8.2-33
圖 8.2.4-24 五號緊急柴油發電機引擎冷卻口.....	8.2-33

附表目錄

表 8.2.2-1 物質反應性、燃燒結構、結構密度與火焰速度關係.....	8.2-10
表 8.2.2-2 燃燒結構分類.....	8.2-10
表 8.2.2-3 結構物密度分類.....	8.2-11
表 8.2.4-1 50 加侖油箱爆炸之過壓值評估結果.....	8.2-34

第八章 消防防護計畫

本章說明核二乾貯作業之消防防護計畫之內容，原則上將配合核二廠已有之消防計畫執行。以下將依消防工作之組織及行政管理、初步火災災害分析及影響評估、防火設計及消防設備、火警偵測及消防能力評估、相關單位之消防及救護支援、防火及消防有關設備之維護及管理、防火、以及消防有關人員訓練等內容，分別說明：

一、消防工作之組織及行政管理

本計畫消防工作之組織架構及責任與權限說明如下：

(一) 消防工作組織

本計畫消防工作之組織架構及編制如圖 8.1.1-1 所示。

(二) 權責區分

依管理權人、防火管理人及防火消防管理人員，分述如下：

1. 管理權人

- (1) 選任管理或監督層次且具有執行防火管理業務者為防火管理人，以推動防火管理業務。
- (2) 監督防火管理上必要業務之推動。
- (3) 申報消防防護計畫書。
- (4) 消防安全設備檢查維護之實施及監督。
- (5) 防火管理人制定或變更消防防護計畫時，提供必要之指示。
- (6) 申報防火管理人之遴用及解任。
- (7) 消防安全設備檢修之申報。

2. 防火管理人

- (1) 消防防護計畫之製作、檢討。
- (2) 用火、用電安全管理之指導及監督。

- (3) 危險物品及相關設施之監督及檢查。
- (4) 消防安全設備檢查維護之實施及監督。
- (5) 通報、滅火、避難訓練之實施。
- (6) 對管理權人提出建議、請示及其他相關協調聯絡事項。
- (7) 防火避難設施自主檢查及管理。
- (8) 其他防止縱火之預防措施等防火管理上必要之事項。

3. 防火消防管理人員

- (1) 定期對責任區域內所有火源、瓦斯、電器等設備進行檢查管理。
- (2) 定期對責任區域內之防火避難設施時實施自主檢查。
- (3) 定期對責任區域內之消防安全設備實施自主檢查。
- (4) 定期陳報各項自主檢查結果給防火管理人核閱。
- (5) 責任區域內所有火源、瓦斯、電器等設備遇缺失應即刻陳報防火管理人進行改善。

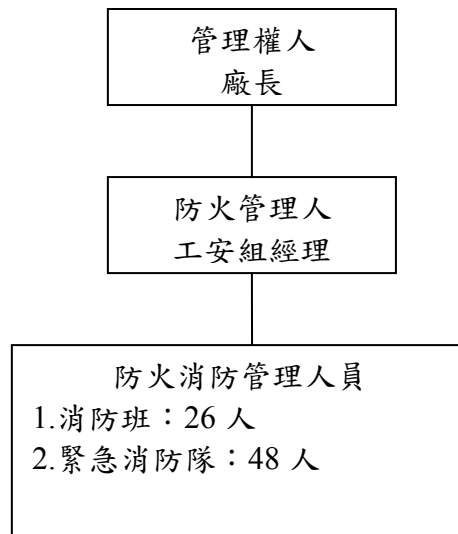


圖 8.1.1-1 核二廠消防工作組織

二、火災災害分析及影響評估

(一) 引言

本分析以貯存場為主，而燃料廠房及運送路徑有關消防事故分析及因應對策，可依核二廠現有之安全程序規範施作，如於執行燃料裝填時之銲接等相關作業，可依核二廠 151 程序書「動火許可証申請」之規定辦理。

貯存場場址無任何火源發生之可能，但在進行火災意外分析時，將以假想情境進行火災危害評估。經評估貯存場及運送路徑沿線可能發生火災之地點或情境，主要有變壓器、大型儲油槽、緊急發電機(其位置如圖 8.2.1-1 所示)，以及運貯車輛因故障所產生之火災。以下就這四項進行分析，計算所得之火場環境氣溫，作為熱流與結構分析時之邊界條件。

1. 運貯車輛燃料箱爆炸燃燒

因運貯車輛油箱中有柴油，故考量於運送過程中，萬一發生運貯車輛機械故障，造成柴油洩漏引發火災時，所造成之爆炸壓力對於不同距離之貯存設施或運送設備之影響。

2. 大型柴油貯槽發生火災

於二號機出口及運送路線附近分別有 150,000 公升及 650,000 公升等兩座室外柴油貯油槽，距離最近道路邊緣皆約 6.5 公尺。考量其內貯有大量柴油，具發生火災之風險，故將評估柴油貯油槽萬一發生火災時，所產生之輻射熱對於貯存設施或運送設備之影響。

3. 變壓器爆炸

變壓器位於運送沿線附近，且靠近 650,000 公升室外柴油儲油槽，距離最近道路邊緣 6 公尺，本分析考量變壓器萬一發生火災爆炸時，對貯存設施或運送設備之影響。

4. 緊急發電機爆炸

貯存場與五號緊急柴油發電機相鄰約 30 公尺，本分析考量此緊急發電機發生故障爆炸時，對貯存設施或運送設備之影響。



- A：15 萬公升室外柴油儲油槽
- B：65 萬公升室外柴油儲油槽
- C：高壓電變壓器
- D：5 號緊急柴油發電機

圖 8.2.1-1 貯存場沿線可能發生火災之位置圖

(二) 火災模擬計算工具

以下將說明本案所採用之火災分析軟體。

1. FDS

FDS(Fire Dynamics Simulator) 是由 NIST (National Institute of Standards and Technology)發展出來的一套模擬火場情境之軟體，它可以用來模擬火災發生時的火勢蔓延和火災成長的情形以及氣體流動之狀態；氣體與固體表面之間的輻射熱與對流熱等情況並可設置溫度、氣流速度、流量等偵測參數。本程式之設計遵循質量守恆(Conservation of Mass)、物種守恆(Conservation of Species)、動量守恆(Conservation of Momentum)以及能量守恆(Conservation of Energy)等原理。

1. 質量守恆：

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \rho u = 0$$

2. 物種守恆：

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho Y_i) + \nabla \cdot \rho Y_i u = \nabla \cdot \rho D_i \nabla Y_i + \dot{m}_i'''$$

3. 動量守恆：

$$\rho \left(\frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla) u \right) + \nabla p = \rho g + f + \nabla \cdot \tau$$

4. 能量守恆：

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho h) + \nabla \cdot \rho h u = \frac{Dp}{Dt} - \nabla \cdot q_r + \nabla \cdot k \nabla T + \sum_i \nabla \cdot h_i \rho D_i \nabla Y_i$$

FDS 主要是以大渦流模擬法(Large Eddy Simulation, LES)為基礎，將建築物空間切割為多格細小之格點，利用數值法求得各守恆方程式之解，可以用來模擬火災發生以及氣體流動之狀態等情境。

2. ALOHA

ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 是由 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration) 與 EPA(Environmental Protection Agency)聯合所開發出來的一套模擬軟體，其內建化學物質資料庫約 1000 種。ALOHA 模擬軟體可用來模擬毒性或易燃性之液體及氣體，在不同大氣條件或特殊條件下洩漏，導致火災爆炸所產生的熱輻射、爆炸壓力和氣雲擴散分布的後果與嚴重度。

ALOHA 不適用於下述之分析情境。

- A. 風速非常低時：在風向不變的情況下，使用者所輸入的參數，ALOHA 可模擬出準確的數值，但風速過小時，風向是難以預測的。因上述之原因，ALOHA 軟體限制了風速的大小(在高度 10 公尺的風速 2 海里或每秒 1 公尺為可設定之最小風速)
- B. 非常穩定的大氣條件下：例如在深夜或清晨時，因為很少有風的緣故，洩漏的化學物質幾乎沒有與空氣混合，但是在洩漏源遠處卻有高濃度的化學物質。所以在非常穩定的大氣條件之下，ALOHA 的模擬結果是不可靠的。
- C. 風向的轉變或地形的變化。
- D. 物質濃度分佈不均勻，特別是靠近洩漏源時。

3. Baker-Strehlow method

Baker-Strehlow method 是由 Baker 提出了一整套的爆炸壓力波的計算方法，而 Strehlow 再進行修改，增加了 TNO multi-energy 的方法。Baker 以實驗數據為基礎，證明火焰速度與反應性、燃燒結構、結構密度等條件有關，其關係如表 8.2.2-1 所示。

表 8.2.2-1 中物質反應性分類(material reactivity classification)係依據 TNO(Zeeuwen and Wiekema,1978)的建議分為低、一般及高。甲烷、一氧化碳等為低反應性；飽和烴類如乙烷、丙烷等分類為一般反應性；氫氣、乙炔、乙烯、環氧乙烷、環氧丙烷則為高反應性。

燃燒結構分為三種類型，如表 8.2.2-2 所示。若在無阻礙物的情形下，火焰傳播以球狀的方式自由擴散，則歸類為 point symmetry(3D)，如非侷限空間的爆炸；火焰傳播在兩個對稱的阻礙物之間向四面擴散，且火焰變形比 point symmetry 嚴重，則為 planer symmetry (2D)，如四周開放的建築物內爆炸；火焰以直線的方式在同軸向傳播，則歸類為 line symmetry (1D)，例如在管路或隧道等燃燒結構內會產生很大的亂流，而亂流對於火焰加速和火焰的變形有很大的影響。

結構物密度之分類，如表 8.2.2-3 所示，若空間內部的阻礙物佔整體平面比例小於 10%，則歸類為低結構物密度(Low)；而空間內部的阻礙物佔整體平面比例介於 10%至 40%分類為中結構物密度(Medium)；空間內部的阻礙物佔整體平面比例大於 40%以上，或內部空間具有許多設備之場所，則歸類為高結構物密度(High)。

爆炸壓力與爆炸規模的關係如圖 8.2.2-1，圖中之 MW 為燃燒速度(flame velocity)，其單位為馬赫(Mach numbers)。當爆炸發生時，求出爆炸規模並利用上述 Baker-Strehlow method 提及之反應性、燃燒結構、結構物密度等參數所得到的火焰速度，即可得知過壓值(overpressure)。而爆炸規模與距離、能量有關，其計算公式如下：

$$R_n = r \left(\frac{P_0}{E} \right)^{1/3} \quad , \text{ 其中}$$

R_n ：爆炸規模
 r ：距離(m)
 P_0 ：起始壓力
 E ：爆炸能量

4. TNT 理想爆炸曲線

TNT 理想爆炸曲線之爆炸計算公式，是將爆炸時的能量換算為相對的 TNT 重量，再透過與距離的關係得到比例參數值 Z_e ，再透過圖 8.2.2-2 理想爆炸曲線則可得知距離 R 公尺位置處的過壓值。TNT 重量及比例參數的計算公式如下：

$$1. \text{ TNT 重量: } TNT(kg) = \frac{E}{4686(kJ/kg)}$$

E：能量(kJ)

$$2. \text{ 比例參數: } Z_e = \frac{R}{W^{1/3}}$$

R：距離(m)

W：燃料重量(kg)

5. FLACS

FLACS 是 GexCon (CMR / CMI) 公司自 1980 年基於計算流體力學技術整合國際油氣單位與相關法規單位，所開發出之危害物質洩漏後果及消防設計的 3D 模擬軟體。FLACS 可用於模擬災害發生時，物質洩漏、氣化、散佈的物理現象和效應以及火災爆炸所產生的溫度和壓力，並可設置偵測點、消防系統配置及防火防爆牆等預防措施設計，進而探討災害對設備及人員的影響。此軟體將建築物空間分割為許多細小的格點，利用數值分析方法進行運算，可以較精確地預估氣體爆炸發生時之爆炸壓力、溫度、及氣體流速等物理數據。該軟體的主要架構分為以下三部份：

- A. 前處理模組：用來輸入欲模擬的模型尺寸、物件規格、格點配置及邊界條件等，以做為模擬時之計算標準。
- B. 數值計算模組：為 FLACS 之運算核心，將前處理中製作好的物件幾何尺寸等參數讀入，以數值方法求解，並將計算結果輸出。
- C. 後處理模組：FLACS 的後處理部分是將計算的結果，以平面或立體之靜態或動畫方式予以呈現。

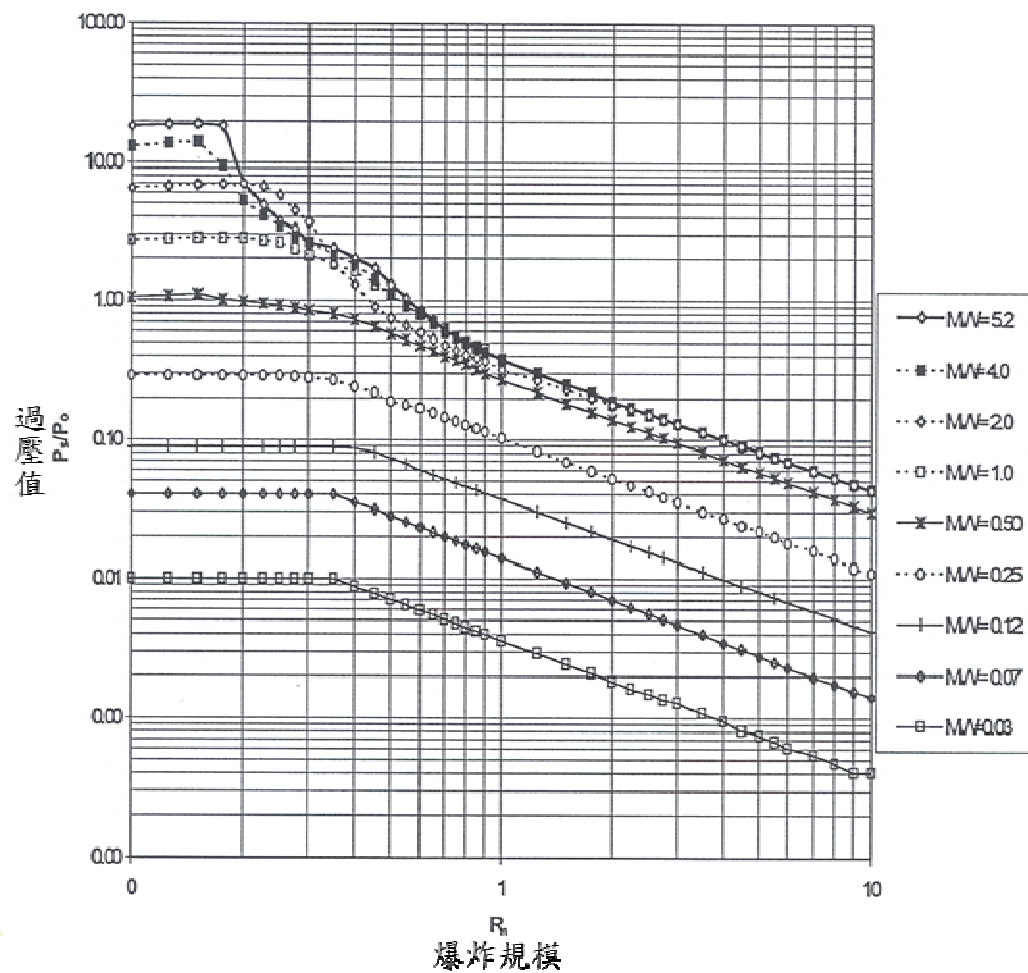


圖 8.2.2-1 爆炸壓力波與爆炸規模關係(Baker, 1996)

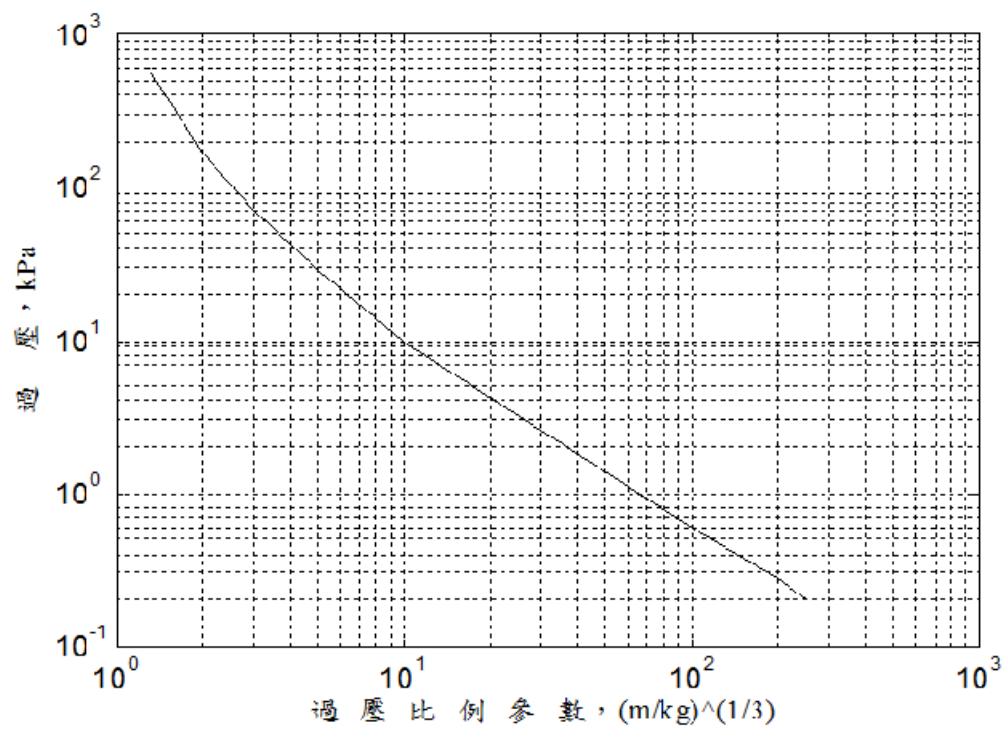


圖 8.2.2-2 過壓與比例參數 Z_e 的關係

表 8.2.2-1 物質反應性、燃燒結構、結構密度與火焰速度關係

燃燒結構 1-D		結構物密度		
		高	中	低
物質反應性	高	5.2	5.2	5.2
	一般	2.265	1.765	1.029
	低	2.265	1.029	0.2942
燃燒結構 2-D		結構物密度		
		高	中	低
物質反應性	高	1.765	1.029	0.588
	一般	1.235	0.662	0.118
	低	0.662	0.471	0.079
燃燒結構 3-D		結構物密度		
		高	中	低
物質反應性	高	0.588	0.153	0.071
	一般	0.206	0.1	0.037
	低	0.147	0.1	0.037

表 8.2.2-2 燃燒結構分類

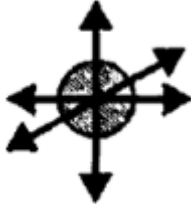
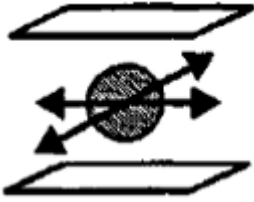
類型	維	說明	幾何圖形
point symmetry	3-D	非侷限空間 完全自由膨脹	
planer symmetry	2-D	平台上的加工設備、車子下方的空間	
line symmetry	1-D	隧道、管路	

表 8.2.2-3 結構物密度分類

類型	阻礙物佔 平面比例	障礙物間的層距	幾何圖形
低	小於 10%	一層或兩層的結構物	
中	10%至 40%	兩層到三層的結構物	
高	40%以上	三層或相當於緊密的空間結構物	

(三) 火災情境所需評估方法

本分析將評估四種假想情境，藉以了解貯存場鄰近設施發生火災爆炸時，所產生之過壓、熱輻射及溫度，對於貯存設施或運送設備或人員所產生的危害或影響。

因 ALOHA 模擬軟體是藉由擴散模式計算毒性或易燃性之液體及氣體洩漏時，導致火災爆炸或毒氣擴散，所產生的熱輻射、爆炸壓力波、氣雲擴散分布及毒性氣體等危害之影響範圍。而 FDS 則是模擬固定表面積的火災，如防溢堤火災，並可偵測溫度、輻射熱、氣流速度、流量等參數，但無法模擬爆炸之情境。因此，於模擬情境一，將採用 FDS 分析火災之輻射熱及溫度，且利用 ALOHA 模擬軟體，進行氣雲爆炸之後果分析，並輔以壓力容器爆炸計算公式進行爆炸壓力波之評估；情境二係防溢堤之油池火災，故可利用 FDS 模擬軟體分析儲槽火災之輻射熱及溫度的分布情形；而情境三與情境四分別為高壓電變壓器爆炸與五號緊急柴油發電機爆炸，此二個情境無法利用 ALOHA 及 FDS 進行電氣爆炸模擬，因此情境三與情境四將使用 TNT 理想爆炸曲線計算方式來評估其爆炸壓力波的影響。綜合上述，四種假想情境所適用的模擬軟體或計算方式如下：

1. 假想情境一(運貯車輛燃料箱發生火災及爆炸)

- (1) 熱輻射：FDS
- (2) 溫度：FDS
- (3) 氣雲爆炸：ALOHA、壓力容器爆炸

2. 假想情境二(大型儲油槽因意外發生火災)

- (1) 熱輻射：FDS
- (2) 溫度：FDS

3. 假想情境三(變壓器爆炸)

- (1) 壓力波過壓值：TNT 理想爆炸曲線

4. 假想情境四(緊急發電機爆炸)

- (1) 壓力波過壓值：TNT 理想爆炸曲線

(四) 假想情境模擬與評估結果

1. 假想情境一：乾式貯存設施運貯車輛燃料箱發生火災及爆炸

本情境係假設載運用過核子燃料傳送護箱之運貯車輛於運送過程中，發生機械故障之意外，造成 50 加侖柴油油箱洩漏而引起火災及爆炸(註：運貯車輛油箱容量大於 50 加侖，但將以行政管制措施控制油量小於 50 加侖。)。因此，針對火災及爆炸所造成之輻射熱、溫度和爆炸壓力對於乾式貯存場及運貯設施結構影響進行評估。本情境係利用 FDS 模擬軟體評估火災發生之情形以及 ALOHA 模擬軟體、壓力容器爆炸公式之計算結果比較爆炸發生時之模擬結果。FDS、ALOHA 模擬軟體之參數設定及壓力容器爆炸計算公式流程說明如下：

(1) 火災情境

A. FDS 模擬參數設定：

➤ 洩漏之面積

因考量最嚴重之情況，故假設 50 加侖油箱內之柴油完全洩漏，並計算出洩漏至地面的面積，以供設置 FDS 模擬火災之火源面積，其計算方法如下：

將 50 加侖換算成相對應的體積，故 50 加侖=189.2706 公升=0.1892706m³，假設柴油洩漏至地面後之燃料厚度為 0.01 公尺，則火源之面積為 $\frac{0.1892706m^3}{0.01m}=18.93m^2$

➤ 熱釋放率計算：

火源之面積 A=18.93 m²、煤油燃燒熱 $\Delta H = 43,200(kJ/kg)$ 、單位面積之質量損失率 $\dot{m}'' = 0.039(kg/m^2s)$ ，因此，防溢堤火災之熱釋放率計算如下：

$$\begin{aligned} HRR &= \chi \times \Delta H \times \dot{m}'' \times A \\ &= 0.7 \times 43,200(kJ/kg) \times 0.039(kg/m^2s) \times 18.93(m^2) = 22,325kW \end{aligned}$$

➤ 燃燒時間：

若 50 加侖油箱洩漏，其洩漏至地面後，燃料之燃燒時間計算如下：

將 50 加侖相對應之體積乘上密度，換成等重之重量，其燃料煤油密度為 820kg/m^3 即 $0.1892706\text{m}^3 \times 820\text{kg/m}^3 = 155.2\text{kg}$ ，而煤油之燃燒率為 $\dot{m} = \dot{m}'' \times A = 0.039(\text{kg/m}^2\text{s}) \times 18.93(\text{m}^2) = 0.73827(\text{kg/s})$

$$\text{故燃燒時間為 } \frac{M}{\dot{m}} = \frac{155.2\text{kg}}{0.73827\text{kg/s}} = 210\text{s}$$

綜合上述，若 50 加侖油箱內之燃料完全洩漏，可燃燒之時間為 210 秒，故本情境將以 210 秒作為 FDS 模擬時間，探討對於乾式貯存設施或運貯設施的影響。

➤ 輻射熱及溫度探測點設置位置

從 Zalosh 的工業防火之教科書得知油類火災之火焰溫度一般為 $1190\text{-}1600^\circ\text{F}$ ($917^\circ\text{C}\text{-}1327^\circ\text{C}$)，且為使火焰不會直接在乾式貯存設施上加熱，車子位置應比乾式貯存設施略低。因此假設火源設置於距離乾式貯存設施 1 公尺，每間隔 0.25 公尺設置一座乾式貯存設施，共 5 座乾式貯存設施，其貯存設施直徑為 4 公尺，並在火源正中央與運貯設施以及每座乾式貯存設施距離火源之最近邊緣上設置一束偵測點，設置點高度分別為距離地面 1 m、1.5 m、2 m、3 m、4 m、5 m 及 6 m，如圖 8.2.4-1 所示。

(2) 模擬結果

50 加侖油箱洩漏引發火災之情形如圖 8.2.4-2 所示。藉由 FDS 模擬結果得知，當 50 加侖油箱洩漏引發火災之平均火焰溫度為 1082°C 。位於火源 1 公尺處之運貯設施所受平均輻射熱為 82 kW/m^2 (圖 8.2.4-3 及 8.2.4-4)，另由圖 8.2.4-5 可得知，輻射熱隨距離增加而快速下降。

2. 爆炸情境

(1) ALOHA 模擬參數設定：

- 洩漏物質為正庚烷
- 油箱油料為 50 加侖
- 風速 1.5 m/s
- 大氣穩定度 F
- 環境溫度 28°C

(2) 壓力容器計算公式

根據公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準暨安全管理辦法第 33 條第 4 款「正負壓力超過五百公釐水柱壓力之儲槽(以下簡稱壓力儲槽)應經常用壓力之一點五倍進行耐壓試驗十分鐘，不得洩漏或變形。但儲存固體六類物品者，不在此限」。故假設油箱可承受之壓力值為 1.5 大氣壓。而壓力容器爆炸計算有三種方法：

$$\text{方法一： } E = \frac{P_1 - P_0 V}{\gamma - 1}$$

$$\text{方法二： } W = (1.39 \times 10^{-6} \frac{\text{lb-mole-TNT}}{\text{ft}^3 \text{BTU}}) V \left(\frac{P_1}{P_0} \right) R_g T_0 \ln \left(\frac{P_1}{P_2} \right)$$

$$\text{方法三： } E = R_g T \left[\ln \left(\frac{P}{P_E} \right) - \left(1 - \frac{P_E}{P} \right) \right]$$

經過方法一及方法三所計算出來的能量(E)，代入

$$TNT(kg) = \frac{E}{4686(kJ/kg)}$$

後，求得所相對應的 TNT 重量，再將欲評估之

距離與相對的 TNT 重量以 $Z_e = \frac{R}{W^{1/3}}$ 來計算求得過壓比例參數 Z_e ，並對

照圖 8.2.2-2 爆炸理想曲線得到欲評估之距離下的過壓值。而方法二所計算出來的結果，即為相對應的 TNT 重量，只要再與欲評估之距離代入

$Z_e = \frac{R}{W^{1/3}}$ 中並對照爆炸理想曲線，就可求得欲評估之距離下的過壓值。

(3) 模擬結果

ALOHA 模擬軟體及壓力容器爆炸公式之計算結果如表 8.2.4-1 及圖 8.2.4-6 所示。由表 8.2.4-1 及圖 8.2.4-6 之結果顯示，若 50 加侖油箱不慎發生爆炸時，無論是藉由 ALOHA 模擬或是利用壓力容器爆炸計算公式得到之過壓值，在距離油箱 1~10 公尺位置之爆炸壓力波皆低於密封鋼筒所能承受之耐壓值 22 psi。故 50 加侖油箱若發生爆炸，對於乾式貯存場之貯存設施或運貯設施之結構皆不會有影響。

2. 假想情境二：乾式貯存設施附近之大型儲油槽發生火災

位於一、二號機組出口運送沿線附近有 2 座 150,000 公升及 650,000 公升室外柴油儲油槽，設置位置分別為圖 8.2.1-1 中 A 與 B 之位置。因本情境之儲油槽皆為常壓儲槽，其儲槽上有弱焊設計，於火災發生時槽頂會先被掀開，故本情境不考慮爆炸時的情況，僅針對室外柴油儲油槽發生火災時，評估其火災產生之輻射熱及溫度對於乾式貯存或運送設施結構之影響。本分析以最嚴重之情況來評估油槽發生火災時，對於乾式貯存或運送設施結構之影響，故假設火災情境為儲槽發生洩漏，柴油流入防溢堤內，進而發生防溢堤火災，所以此情境較適合利用 FDS 模擬軟體進行分析探討。

(1) 150,000 公升室外儲油槽防溢堤火災

圖 8.2.1-1 中 A 處放置了兩座 150,000 公升油槽，與運送路徑最近之距離為 6.5 公尺，與乾式貯存場最近之距離為 126 公尺，其 FDS 模擬設置如下：

A. 防溢堤大小為 287 m²

因考量最嚴重之情形，亦即兩座 150,000 公升油槽之防溢堤發生火災，而扣除與柴油儲槽接觸之面積後，其防溢堤火災之面積為 287 m²。

B. 熱釋放率計算：

防溢堤面積 $A=287\text{ m}^2$ 、正庚烷燃燒熱 $\Delta H = 44,600(\text{kJ/kg})$ 、單位面積之質量損失率 $\dot{m}'' = 0.1(\text{kg/m}^2\text{s})$ ，因此，防溢堤火災之熱釋放率計算如下：
$$HRR = \chi \times \Delta H \times \dot{m}'' \times A$$
$$= 0.7 \times 44,600(\text{kJ/kg}) \times 0.1(\text{kg/m}^2\text{s}) \times 287(\text{m}^2) = 896,014\text{ kW}$$

C. 輻射熱及溫度探測點設置位置

於儲油槽到乾式貯存場以及距離儲油槽最短距離之運送路徑上，每 10 公尺設置一束偵測點，設置點高度分別為距離地面 1m、1.5m、2m、3m、4m、5m 及 6m，如圖 8.2.4-7 所示。

兩座 150,000 公升油槽之防溢堤火災發生時之情況及溫度、輻射熱之分析結果如圖 8.2.4-8 至 8.2.4-12 所示：

由圖 8.2.4-11 及 8.2.4-12 可得知，當距離 150,000 公升儲油槽防溢堤 10.5 公尺處，最高溫度低於 40°C ，且 126 公尺外的乾式貯存場之溫度並無明顯上升；而距離儲油槽防溢堤最短路徑 10.5 公尺之平均輻射熱強度約為 58 kW/m^2 ，126 公尺外的乾式貯存場受到防溢堤火災之平均輻射熱強度為 2.05 kW/m^2 ，以上所得之數據，無法對運貯設施及乾式貯存設施的影響進行評估，故本情境設置運貯設施之材質鋼於最近道路邊緣與乾式貯存場上，並設置溫度及輻射熱探測點於鋼板上，在運送路徑之鋼板上每間隔 10 公尺設置一束偵測點，而在乾式貯存場之鋼板上設置一束偵測點，設置點高度分別為距離地面 1m、1.5m、2m、3m、4m、5m 及 6m，如圖 8.2.4-13 所示，測量鋼板之溫度及所受輻射熱強度，進而探討火災發生時，對於對運貯設施及乾式貯存設施的影響，其分析結果如圖 8.2.4-14 及 8.2.4-15 所示。距離 150,000 公升儲油槽 126 公尺外，鋼板之溫度及所受輻射熱沒有顯著的上升。而距離最近道路邊緣 6.5 公尺處的鋼板，其所受輻射熱平均雖可達 70 kW/m^2 ，但由於儲油槽火災發展有其時間歷程，若運貯設備恰巧停留於最近處(6.5 公尺)，亦可於短時

間內迅速移至安全地點，故應不致造成威脅。

(2) 650,000 公升室外儲油槽

位置位於圖 8.2.1-1 中 B 處與運送路徑最近之距離為 6.5 公尺，距離乾式貯存場 124 公尺，其 FDS 模擬設置如下：

A. 防溢堤大小為 132.73 m^2

在扣除與柴油儲槽接觸面積之後，其防溢堤火災之面積為 132.73 m^2 。

B. 熱釋放率計算：

防溢堤面積 $A=132.73 \text{ m}^2$ 、正庚烷燃燒熱 $\Delta H = 44,600(\text{kJ} / \text{kg})$ 、單位面積之質量損失率 $\dot{m}'' = 0.1(\text{kg} / \text{m}^2\text{s})$ ，因此，防溢堤火災之熱釋放率計算如下：

$$\begin{aligned} HRR &= \chi \times \Delta H \times \dot{m}'' \times A \\ &= 0.7 \times 44,600(\text{kJ} / \text{kg}) \times 0.1(\text{kg} / \text{m}^2\text{s}) \times 132.73(\text{m}^2) = 414,383 \text{ kW} \end{aligned}$$

C. 輻射熱及溫度探測點設置位置

考量對於運貯設施及乾式貯存設施的影響，故在乾式貯存場以及距離儲油槽最短距離之運送路徑上設置鋼板，並在鋼板上設置溫度及輻射熱之探測點，在運送路徑之鋼板上每間隔 10 公尺設置一束偵測點，而在乾式貯存場之鋼板上設置一束偵測點，設置點高度分別為距離地面 1 m、1.5 m、2 m、3 m、4 m、5 m 及 6m，其鋼板設置位置及探測點設置位置如圖 8.2.4-16 所示，圖 8.2.4-17 則為儲槽火災時之情形。另由圖 8.2.4-18 及 8.2.4-19 可得知，距離 124 公尺外之乾式貯存場，其鋼板之溫度及輻射熱皆無明顯上升。而距離最近道路邊緣 6.5 公尺處的鋼板，其所受輻射熱平均為 58 kW/m^2 ，但由於儲油槽火災發展有其時間歷程，若運貯設備恰巧停留於最近處(6.5 公尺)，亦可於短時間內迅速移至安全地點，故應不致造成威脅。

3. 假想情境三：乾式貯存設施附近之變壓器爆炸

於用過核子燃料運送路徑上，有一變壓器，其位置如圖 8.2.1-1 中之 C 處。該變壓器規格為 6.6 kV/110-220V、25 kVA、額定電流 3.79 A，主要用途為供應廠內路燈電源。倘若使用超過額定之電流，則可能產生電弧短路進而造成變壓器爆炸，而爆炸時所產生的輻射熱，因爆炸瞬間產生的火球時間非常短暫，故不考慮輻射熱對於運貯設施及乾式貯存設施的影響。本情境計算該變壓器電弧短路時瞬間釋放之能量，並將該能量轉換成 TNT 重量，進而評估變壓器爆炸時之過壓值。

本分析假設變壓器故障電流為 4.0 A(大於 3.79A)、造成電弧短路時間為 0.1 秒進行計算，計算式如下所示：

功率(瓦特)=電流(安培)×電壓(伏特)

$$P(W) = I(A) \times E(V) \dots\dots\dots(式 1)$$

電流短路時，所產生的功率

$$P(W) = 6600(V) \times 4.0(A) = 26400(W) = 26.4(kJ / s) \dots\dots\dots(式 2)$$

電弧短路時間 0.1 秒所釋放的能量

$$26.4(kJ / s) \times 0.1(s) = 2.64(kJ) \dots\dots\dots(式 3)$$

將能量轉換成相對的 TNT 重量

$$TNT(kg) = \frac{E}{4686(kJ / kg)} = \frac{2.64(kJ)}{4686(kJ / kg)} = 0.000563(kg) \dots\dots\dots(式 4)$$

由式 4 得知當變壓器產生電弧短路爆炸時，釋放之能量相當於 0.000563kg 之 TNT 重量。故將 0.000563 kg 之 TNT 重量及欲評估之距離帶

入 $Z_e = \frac{R}{W^{1/3}}$ ，可得知某距離下的過壓比例參數 Z_e ，再透過理想爆炸壓力曲線 (圖 8.2.2-2)，即可求得不同距離下之過壓值。因變壓器距離運送路徑之最短距離為 6 公尺，故計算距離變壓器 1~6 公尺之過壓值結果如圖 8.2.4-20 所示。由圖 8.2.4-20 可得知，若變壓器爆炸時，運送中的乾式貯存護箱所受到的爆炸壓力波遠小於密封鋼筒的耐壓值 22 psi，故不會造成重大影響。

4. 假想情境四：乾式貯存設施附近緊急發電機爆炸

五號緊急柴油發電機位於乾式貯存場南南東側距離 30 公尺處，此外，與用過核子燃料運送路徑之最短距離為 10 公尺，其設置位置如圖 8.2.1-1 所示。該緊急柴油發電機之規格為 4.16 kV、4.0 MW、3ψ60 Hz、1200 rpm、0.8 PF、故障電流為 42,644 A，旁邊有一大型儲油槽供柴油予緊急發電機使用，而此油槽位於水泥建築物內，而建築物之鋼筋混凝土已對於油槽有良好之防護，故不考慮其油槽發生火災之影響。本分析利用該緊急柴油發電機電流短路時瞬間釋放之能量，並將該能量轉換成 TNT 重量，進而評估變壓器爆炸時之過壓值。

本分析假設造成電弧短路時間為 0.1 秒進行計算，其算式如下：

利用式 1 計算電流短路時，所產生的功率

$$P(W) = 4160(V) \times 42644(A) = 177399040(W) = 177399.04(kJ/s) \dots (式 5)$$

電弧短路時間 0.1 秒所釋放的能量

$$177399.04(kJ/s) \times 0.1(s) = 17739.904(kJ) \dots \dots \dots (式 6)$$

將能量轉換成相對的 TNT 重量

$$TNT(kg) = \frac{E}{4686(kJ/kg)} = \frac{17739.904(kJ)}{4686(kJ/kg)} = 3.78(kg) \dots \dots \dots (式 7)$$

故由式 7 之計算結果得知，當五號緊急柴油發電機產生電弧短路爆炸時，釋放之能量相當於 3.78 kg 之 TNT 重量，故將 3.78 kg 之 TNT 重量及欲評估之距離代入 $Z_e = \frac{R}{W^{1/3}}$ ，可得知某距離下的過壓比例參數 Z_e ，再透過理想爆炸壓力曲線(圖 8.2.2-2)，即可求得過壓值。而五號緊急柴油發電機與乾式貯存場及運送路徑最近距離分別為 30 公尺及 10 公尺，故本分析評估五號緊急柴油發電機爆炸 30 公尺內之過壓值結果如圖 8.2.4-21 所示。由圖 8.2.4-21 可得知，在五號緊急柴油發電機發生爆炸時，在 30 公尺的距離內所受到的爆炸壓力波，皆小於密封鋼筒的耐壓值 22 psi，故五號緊急柴油發電機電弧短路爆炸，對於乾式貯存場及於運送途中之密封鋼筒，皆不會造成重大影響。

五號緊急柴油發電機放置於建築物內，因該建築物內設置數只通風口(圖 8.2.4-22 至圖 8.2.4-24)，倘若五號緊急柴油發電機不慎爆炸，其產生之壓力波將從這些通風口釋出，且這些通風口之方向並不會對貯存場造成影響，因此，對於乾式貯存場及於運送途中用過核子燃料之影響又更不顯著。



圖 8.2.4-1 運貯設施及乾式貯存設施之探測點設置

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

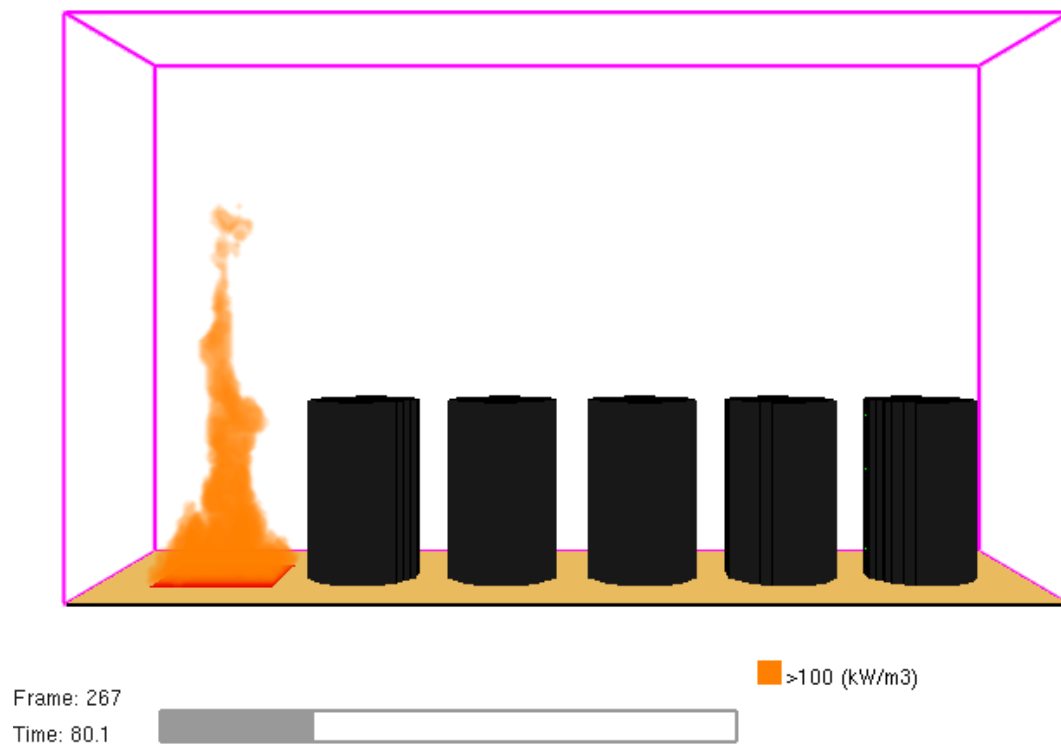


圖 8.2.4-2 50 加侖油箱洩漏引發火災之情形

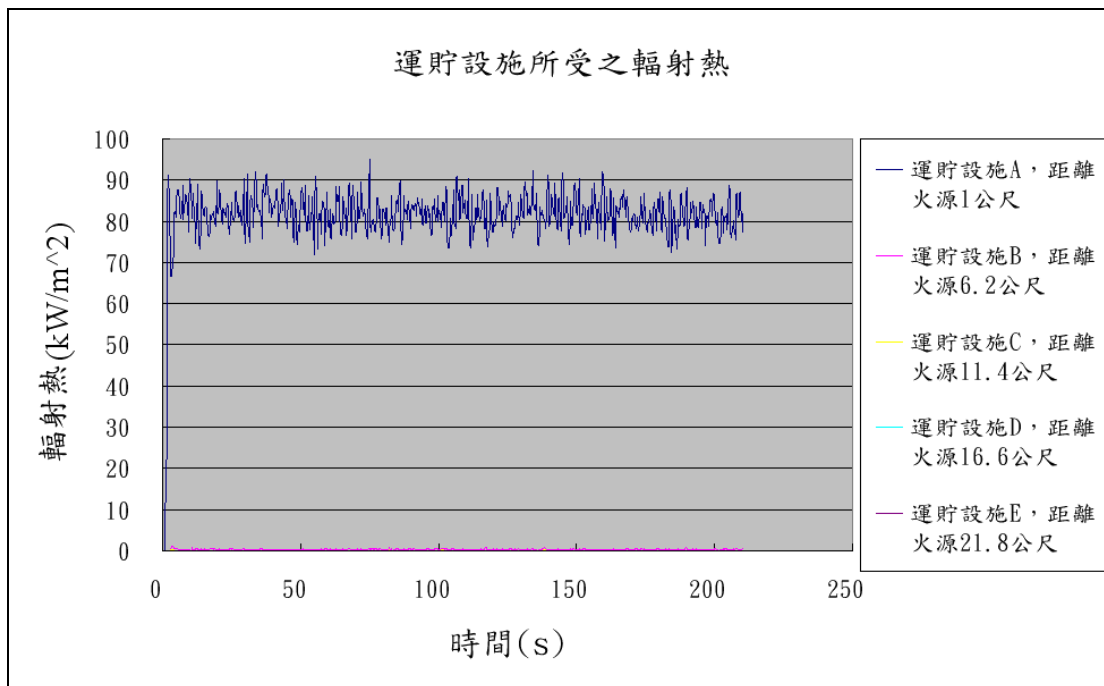


圖 8.2.4-3 運貯設施所受之輻射熱：50 加侖油箱火災

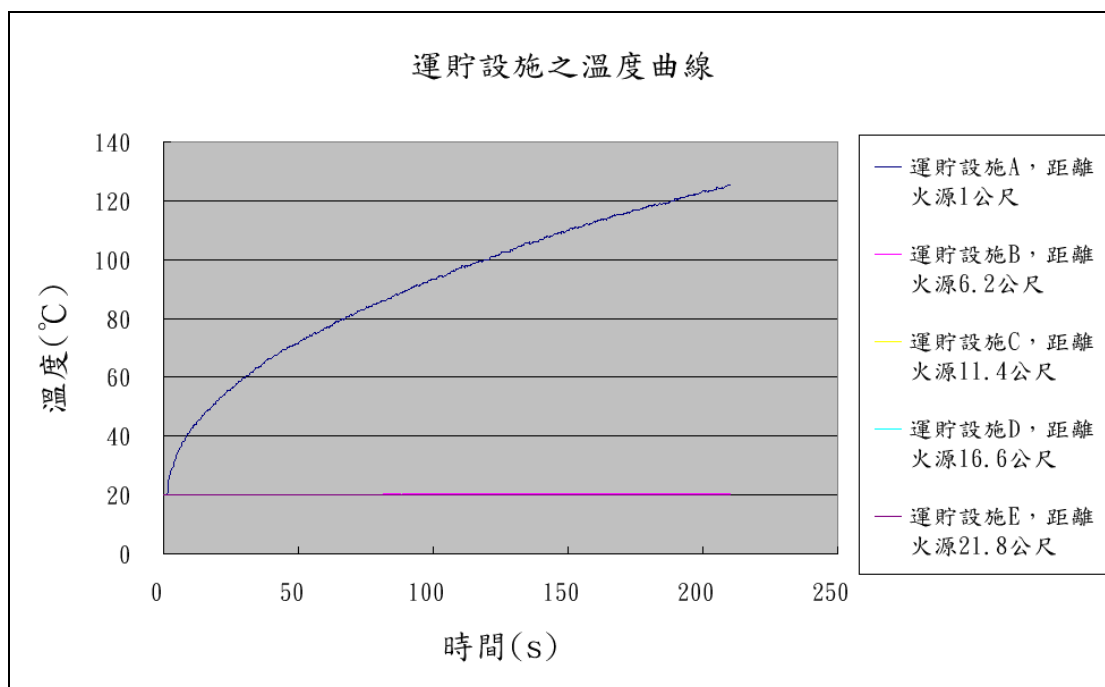


圖 8.2.4-4 運貯設施之溫度曲線：50 加侖油箱火災

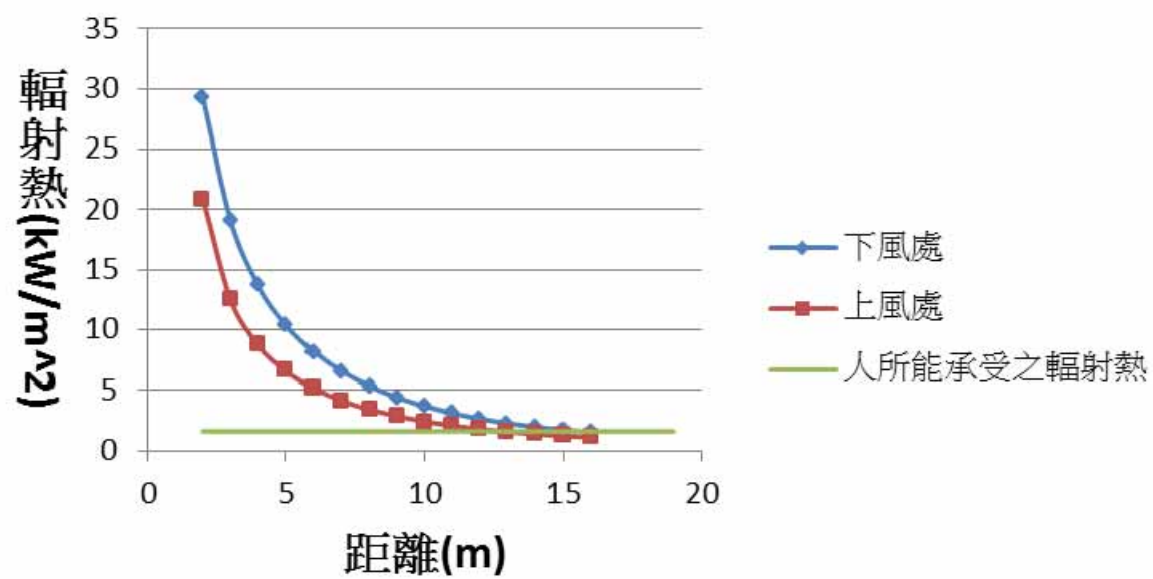


圖 8.2.4-5 50 加侖油箱洩漏引發火災所產生之輻射熱

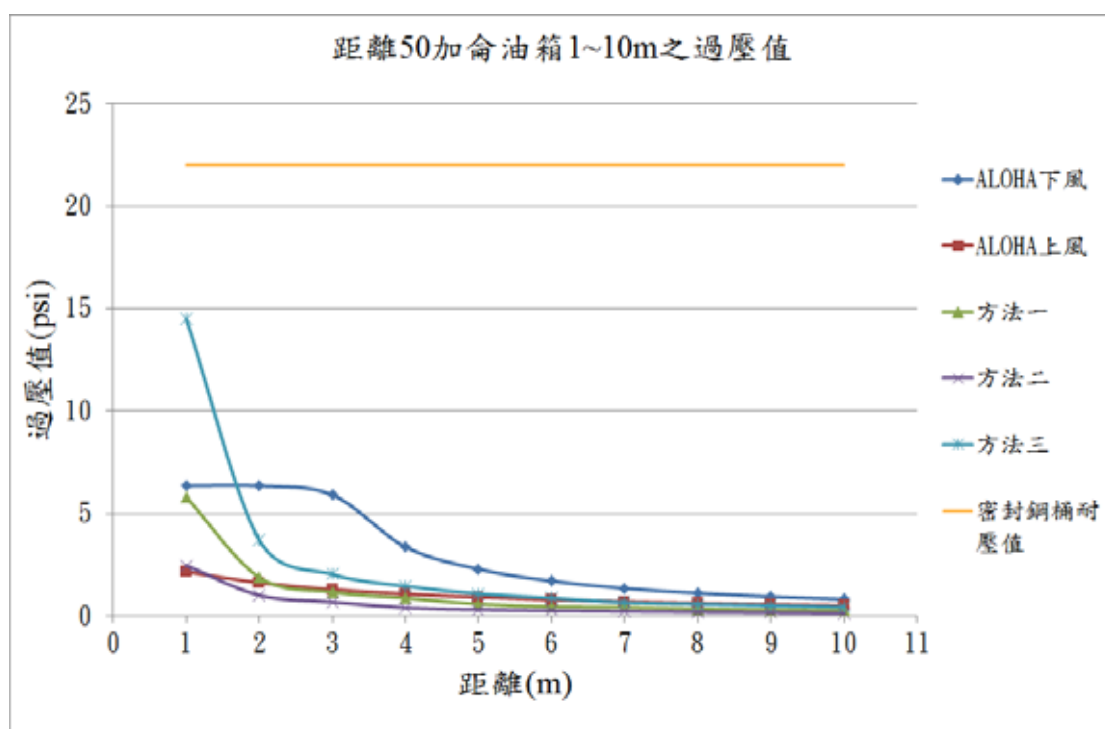


圖 8.2.4-6 50 加侖油箱爆炸之過壓值評估結果

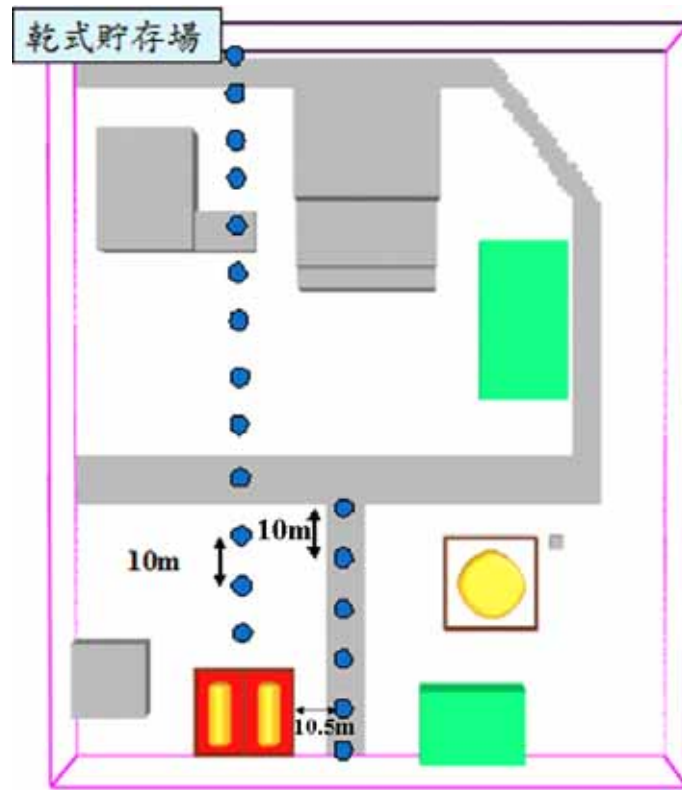


圖 8.2.4-7 輻射熱及溫度探測點設置位置

Smokeview 5.8 - Oct 28 2018

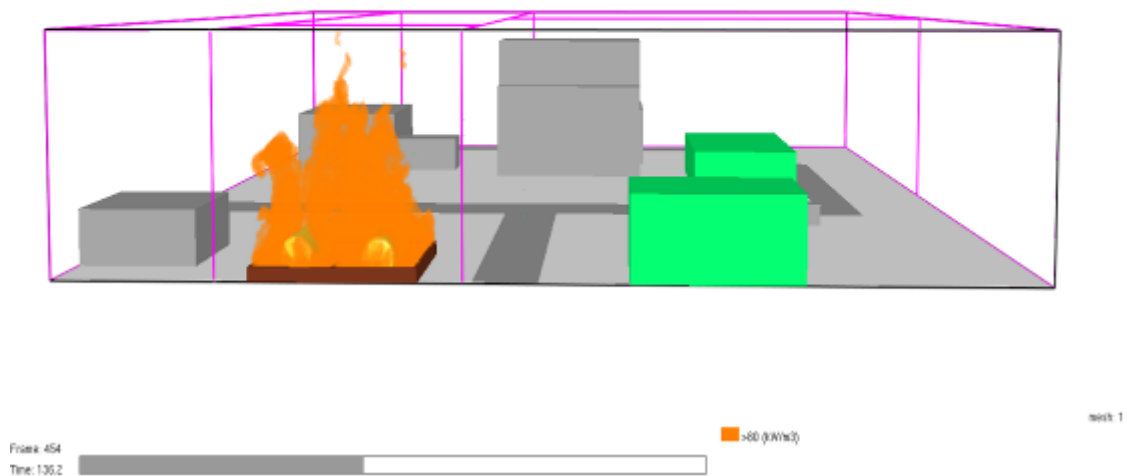


圖 8.2.4-8 150,000 公升室外儲油槽防溢堤發生火災之情形

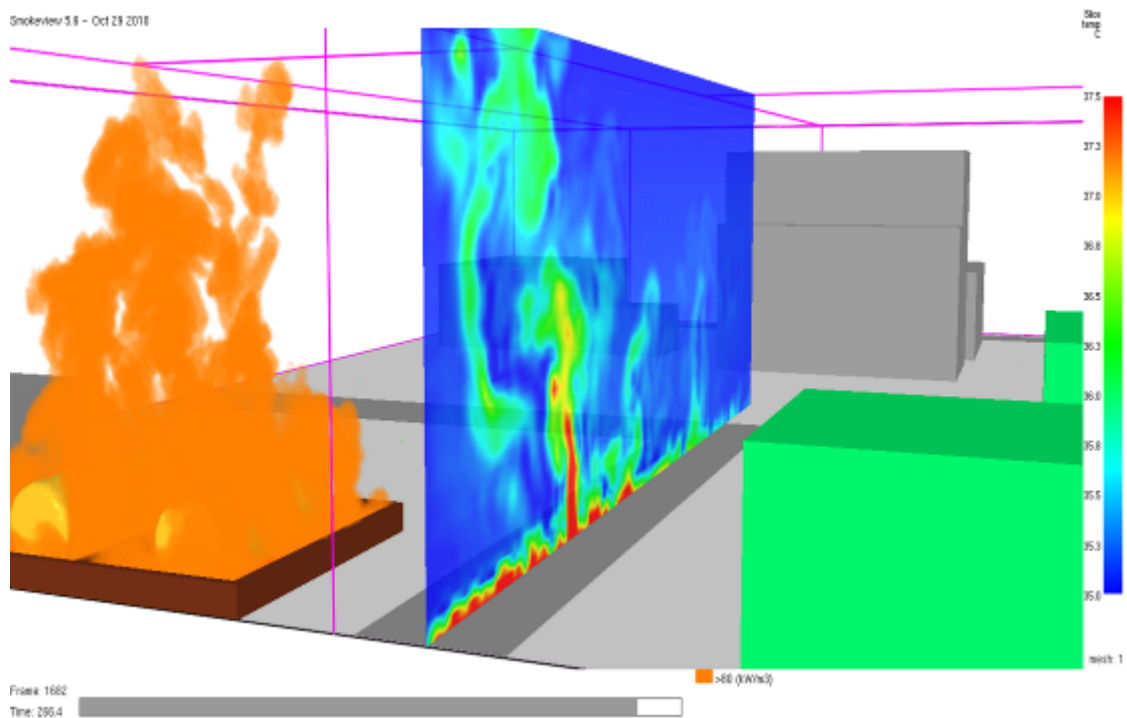


圖 8.2.4-9 距離 150,000 公升室外儲油槽最近道路之溫度分布

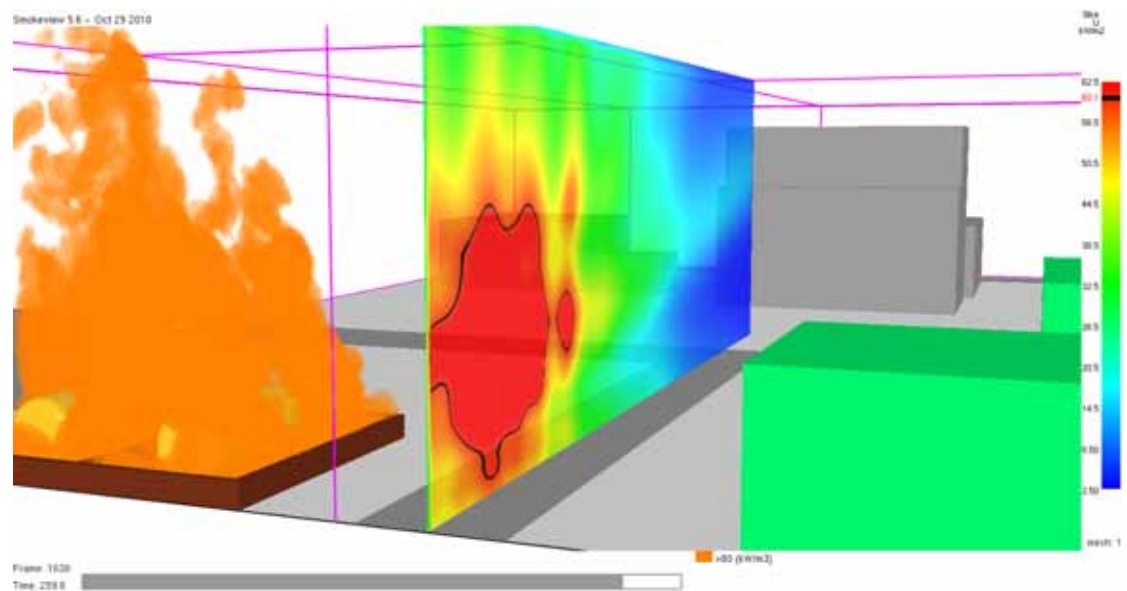


圖 8.2.4-10 距離 150,000 公升室外儲油槽最近道路之輻射熱分布

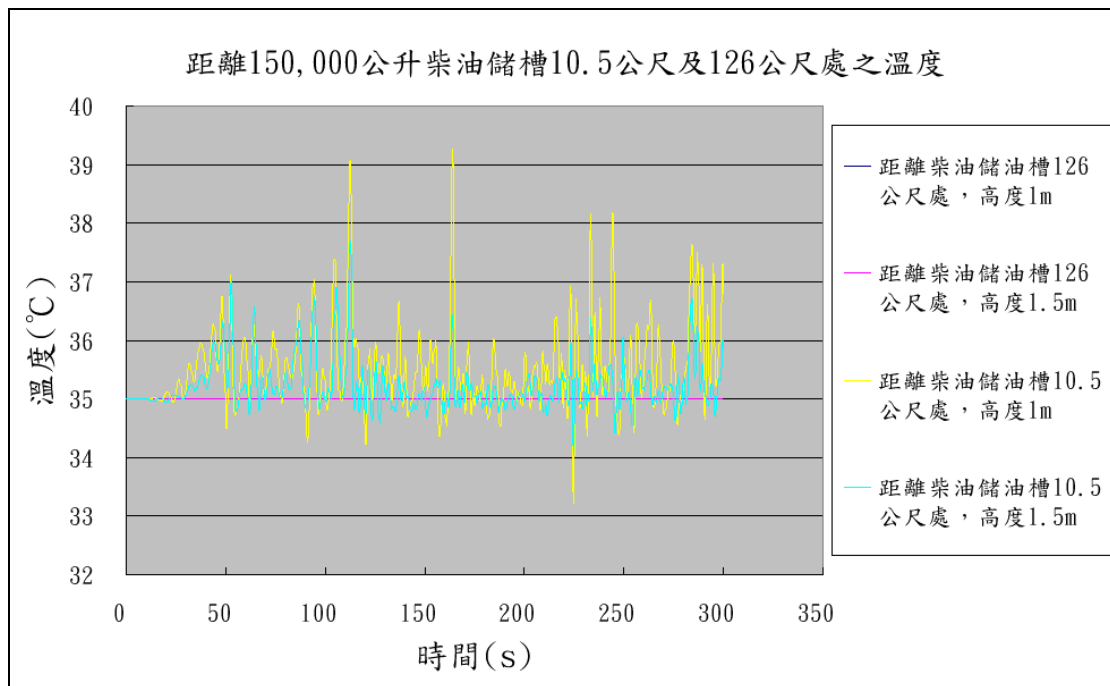


圖 8.2.4-11 距離 150,000 公升儲油槽 10.5 公尺及 126 公尺之溫度

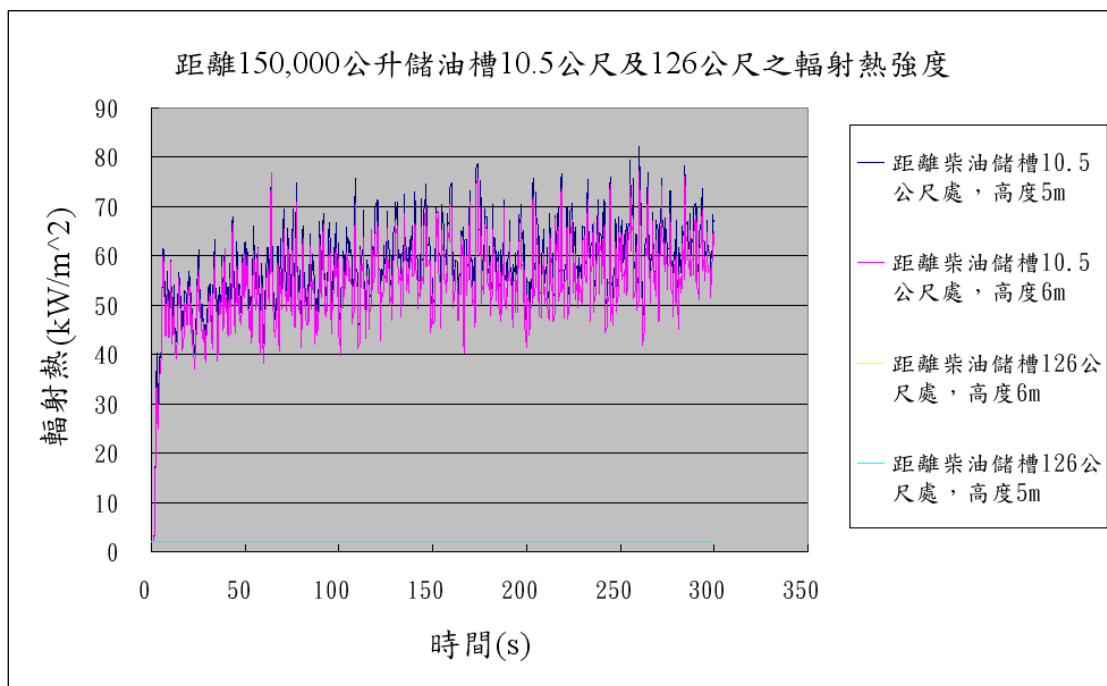


圖 8.2.4-12 距離 150,000 公升儲油槽 10.5 公尺及 126 公尺之輻射熱強度

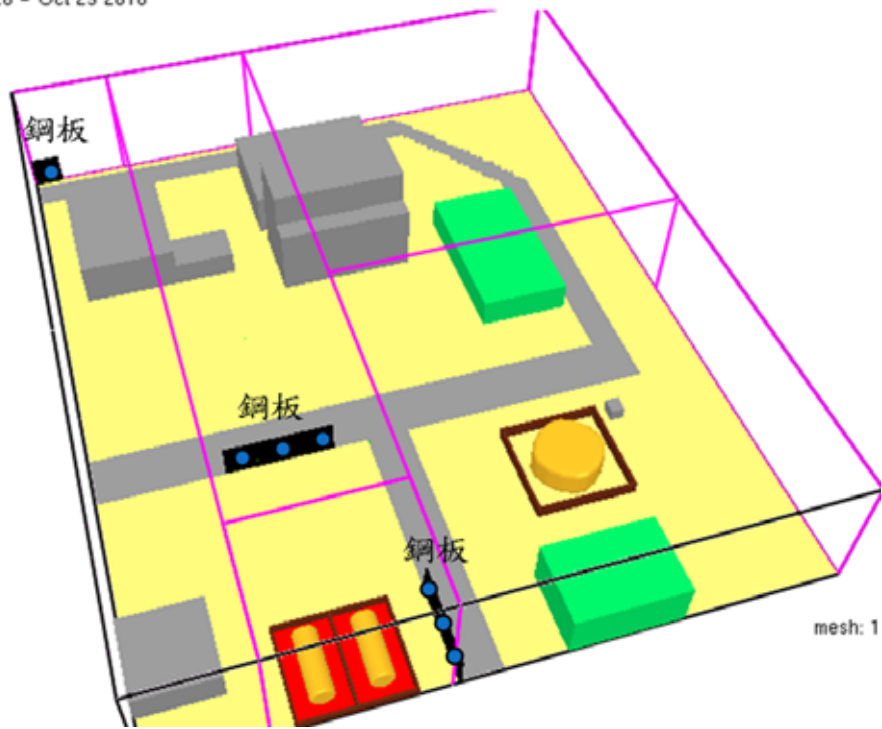


圖 8.2.4-13 150,000 公升儲油槽，鋼板及探測點之設置位置

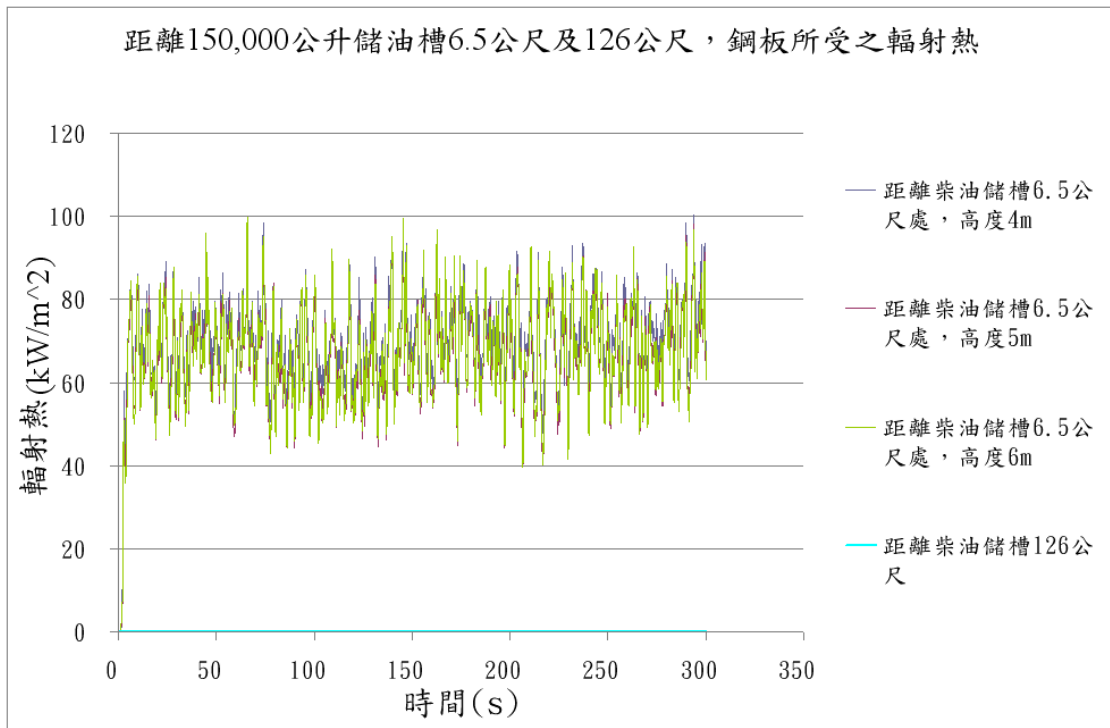


圖 8.2.4-14 距離 150,000 公升儲油槽 6.5m 及 126m，鋼板所受之輻射熱

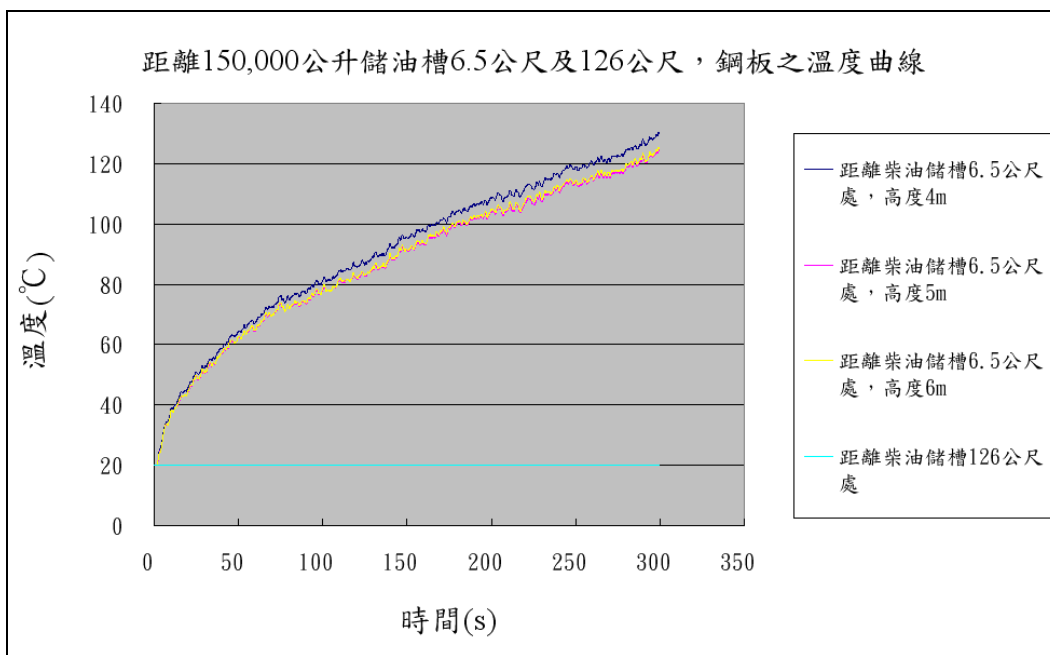


圖 8.2.4-15 距離 150,000 公升儲油槽 6.5m 及 126m，鋼板之溫度曲線

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

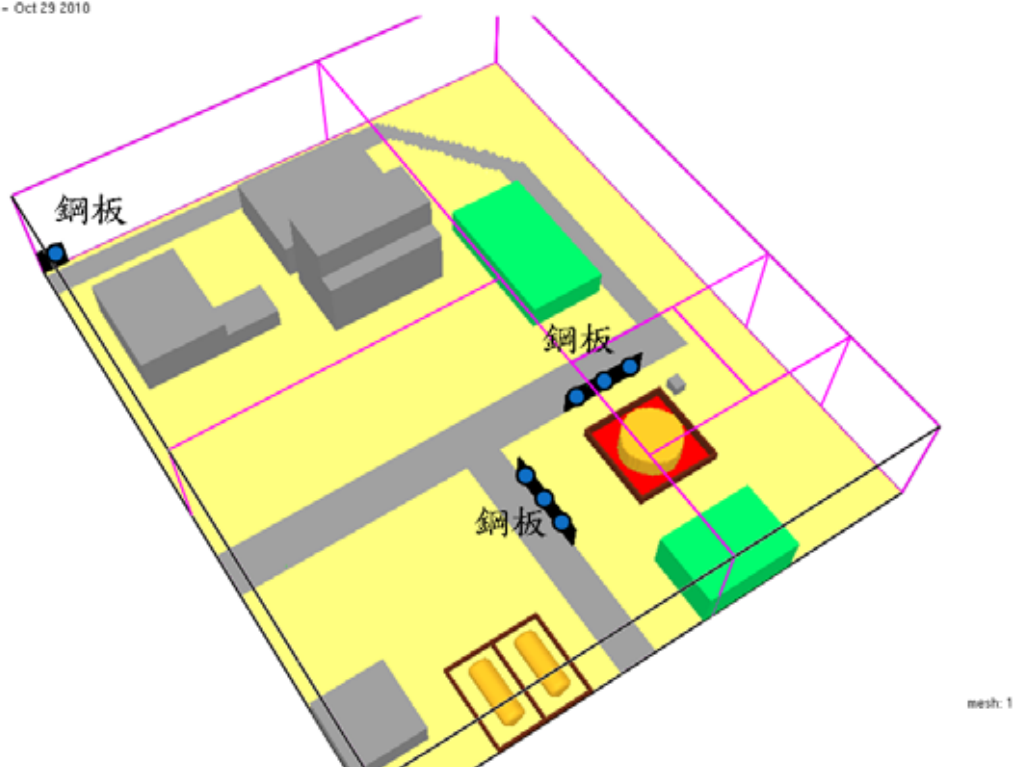


圖 8.2.4-16 650,000 公升儲油槽，鋼板及探測點設置位置

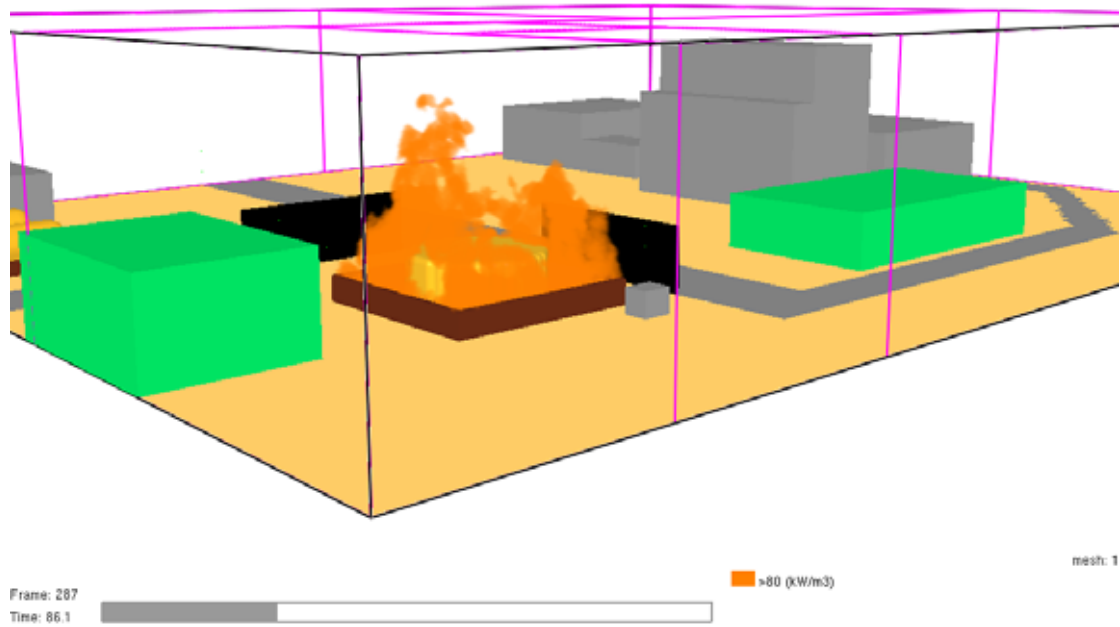


圖 8.2.4-17 650,000 公升儲油槽發生火災之情況

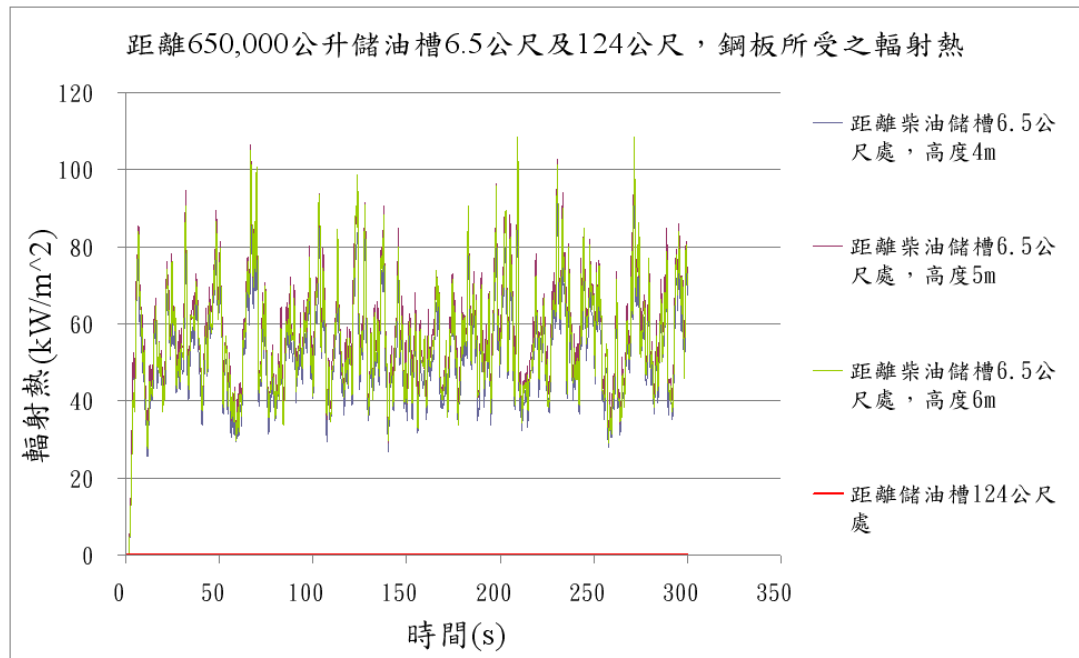


圖 8.2.4-18 距離 650,000 公升儲油槽 6.5 公尺及 124 公尺，鋼板所受之輻射熱

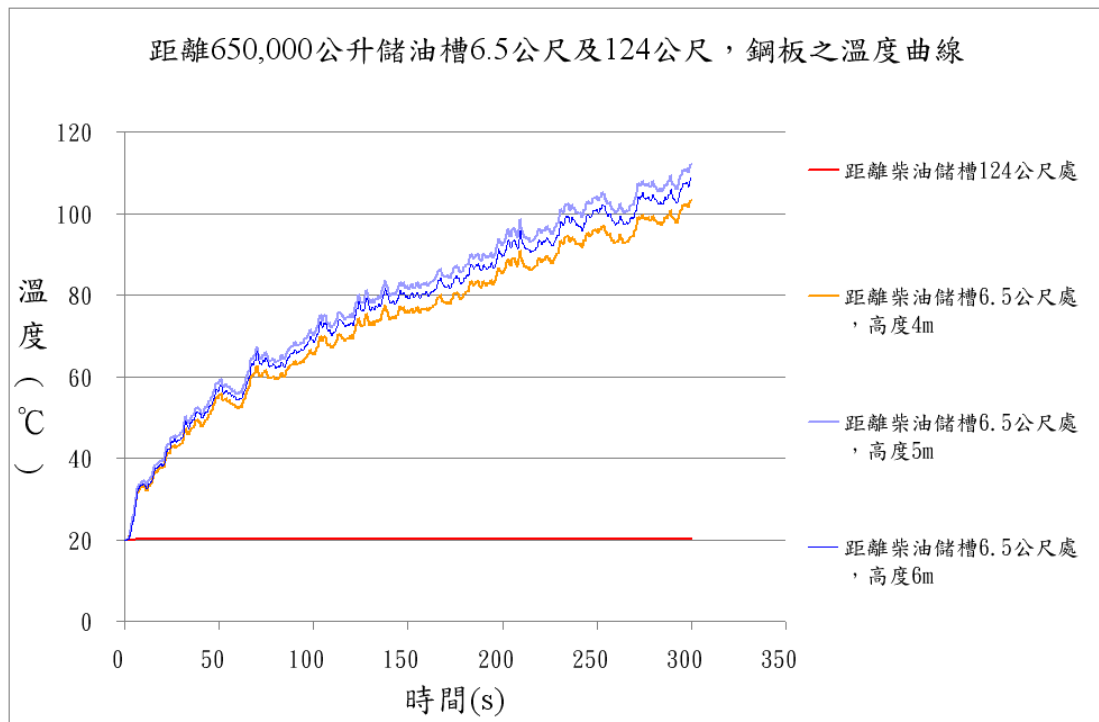


圖 8.2.4-19 距離 650,000 公升儲油槽 6.5 公尺及 124 公尺，鋼板之溫度曲線

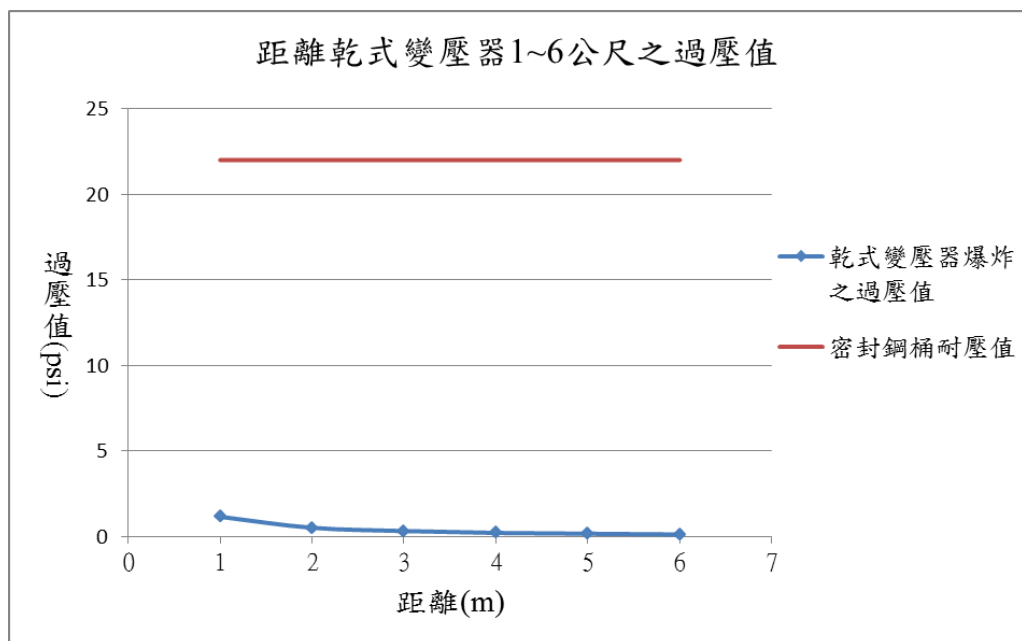


圖 8.2.4-20 距離變壓器 1~6 公尺之過壓值

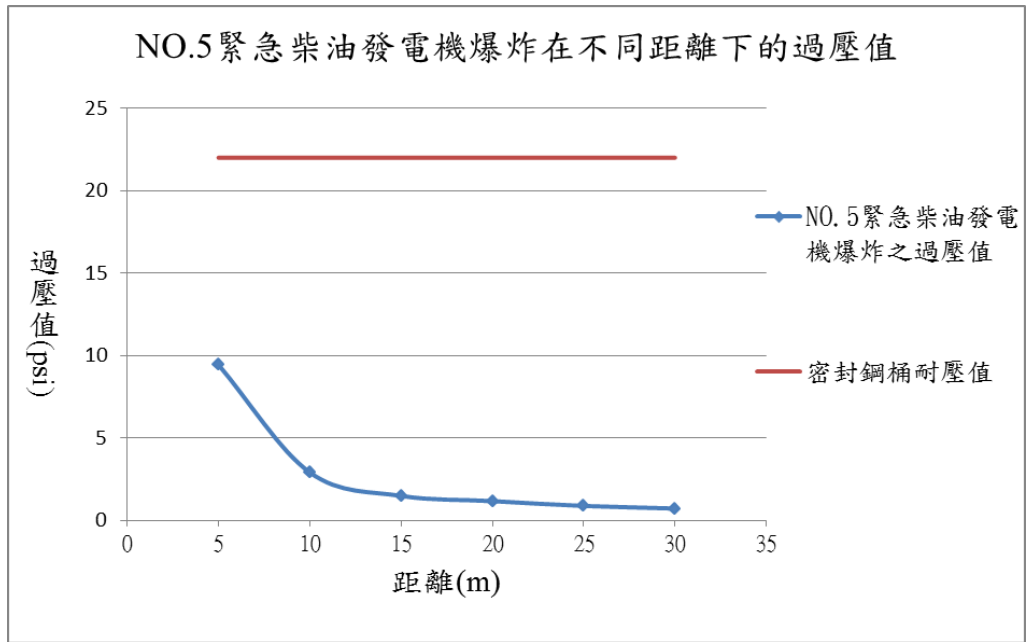


圖 8.2.4-21 五號緊急柴油發電機爆炸在不同距離下之過壓值



圖 8.2.4-22 五號緊急柴油發電機建築物內之通風口



圖 8.2.4-23 五號緊急柴油發電機建築物內之通風口



圖 8.2.4-24 五號緊急柴油發電機引擎冷卻口

表 8.2.4-1 50 加侖油箱爆炸之過壓值評估結果

距離(m)	ALOHA 壓力值(psi)		壓力容器爆炸計算(psi)		
	下風處	上風處	方法一	方法二	方法三
1	6.35	2.15	5.8	2.465	14.5
2	6.35	1.62	1.88	1.01	3.698
3	5.91	1.29	1.16	0.681	2.03
4	3.37	1.07	0.87	0.406	1.45
5	2.28	0.91	0.58	0.305	1.08
6	1.7	0.789	0.45	0.254	0.87
7	1.34	0.695	0.42	0.22	0.652
8	1.11	0.62	0.35	0.189	0.58
9	0.936	0.559	0.29	0.16	0.507
10	0.809	0.508	0.276	0.13	0.435

(五) 結論

本分析針對不同情境選用了不同電腦模擬軟體及計算方式，例如：FDS、ALOHA、壓力容器爆炸計算或 TNT 理想爆炸曲線進行危害分析。其模擬分析參數包括火災燃燒時間、輻射熱通量、護箱表面溫度及爆炸產生之壓力，並考量最嚴重之情形，進一步評估在不同情境下，其火災爆炸危害程度將是否嚴重影響乾式貯存或運送設施之結構安全。而四種假設情境模擬經分析後所得之結論如下：

一、假想情境一：乾式貯存設施運貯車輛燃料箱發生火災及爆炸

運貯車輛於運送過程中發生機械故障之意外，油箱洩漏(內含50加侖柴油)因此引發火災爆炸，評估其所造成之溫度、輻射熱及爆炸壓力對於不同距離下之貯存設施或運送設備之影響。經 FDS 模擬火災之結果可以得知，對於離火源最近距離 1 公尺之運貯設備，所受輻射熱平均為 82 kW/m^2 ，且隨距離增加而快速下降。

若 50 加侖油箱洩漏發生爆炸，無論是藉由 ALOHA 模擬或是利用壓力容器爆炸計算公式得到之過壓值，在距離油箱 1~10 公尺位置之爆炸壓力波皆低於密封鋼筒所能承受之耐壓值 22 psi。故 50 加侖油箱若發生爆炸，對於乾式貯存場之貯存設施或運貯設備之結構皆不會有影響。

二、假想情境二：乾式貯存設施附近之大型貯油槽發生火災

評估運送路徑上 150,000 公升及 650,000 公升大型儲油槽發生火災時，其所產生之輻射熱及溫度分別對於 126 公尺外及 124 公尺外乾式貯存設施，或對距離儲油槽 6.5 公尺處，運送設備結構之影響。經 FDS 模擬軟體模擬可得知，若 150,000 公升室外儲油槽發生防溢堤火災，在距離 126 公尺外之乾式貯存設施之溫度及所受輻射熱分別為 20°C 及 0 kW/m^2 ，故對於乾式貯存設施無影響。而對於距離最近道路邊緣 6.5 公尺處之運貯設備所受之輻射熱平均雖可達 70 kW/m^2 ，但由於儲油槽火災發展有其時間歷程，若運貯設備恰巧停留於最近處(6.5 公尺)，亦可於短時間內迅速移至安全地點，故應不致造成威脅。

若 650,000 公升室外儲油槽發生防溢堤火災，則位於距離 124 公尺外之乾式貯存設施之溫度及所受輻射熱分別為 20°C 及 0 kW/m^2 ，故對於乾式貯存設施不會造成影響。而在最近道路邊緣 6.5 公尺處之運貯設備，其所受輻射熱平均為 58 kW/m^2 ，但由於儲油槽火災發展有其時間歷程，若運貯設備恰巧停留於最近處(6.5 公尺)，亦可於短時間內迅速移至安全地點，故應不致造成威脅。

若不慎發生本情境之大型儲油槽火災時，可利用運貯車輛運送路線所施行的交管措施，禁止運貯車輛通過。若在運貯過程發生火災，則駕駛運貯車輛人員，應盡速駛離火災現場，以免造成不必要的傷害。

三、假想情境三：乾式貯存設施附近之變壓器爆炸

評估位於運送道路上之高壓變壓器爆炸，對於距離最近道路邊緣 6 公尺處運貯設備結構之影響。此高壓變壓器規格為 6.6 kV/110 -220V、25 kVA、額定電流 3.79 A，主要用途為供應廠內路燈電源。倘若使用超過額定之電流，則可能產生電弧短路進而造成變壓器爆炸，故計算該變壓器電弧短路時瞬間釋放之能量，並將該能量轉換成 TNT 重量，進而評估變壓器爆炸時之過壓值。計算結果為距離變壓器 1 至 6 公尺之爆炸壓力波產生的過壓值，其 1 公尺至 6 公尺的過壓值為 1.16 psi 至 0.13 psi，其值遠小於 22 psi，故對於 6 公尺處之運貯設備不會造成影響。

四、假想情境四：乾式貯存設施附近緊急發電機爆炸

評估位於乾式貯存場南南東側距離 30 公尺處之五號緊急柴油發電機發生爆炸，其爆炸壓力波對乾式貯存設施之影響。該緊急柴油發電機之規格為 4.16 kV、4.0 MW、3 ϕ 60 Hz、1200 rpm、0.8PF、故障電流為 42,644 A。本分析利用該緊急柴油發電機電流短路時瞬間釋放之能量，並將該能量轉換成 TNT 重量，進而評估變壓器爆炸時之過壓值。經 TNT 爆炸理想曲線計算結果得知，距離緊急發電機 5 至 30 公尺處之過壓值為 9.43 psi 至 0.71 psi，其值未超過 22 psi，故對於乾式貯存設施不會造成影響。

三、防火設計及消防設備

(一) 防火設計

本貯存場設施為不可燃之混凝土護箱，設施內因無可燃物及易爆裂物之陳設，又貯存設施所採用材料，皆為不可燃材料，依消防法第六條本設施非為所列管之場所，故無消防安全設備之設置需要。但為保守安全考量，將於貯存場增設五只手提式滅火器(手提式滅火器需定期更換)。若於異常與緊急狀況時，則將由核二廠已有之消防系統支援。

(二) 消防設備

1. 正常操作

貯存場增設之手提式滅火器，按核二廠 790 程序書「滅火器(車)維護檢查」執行。

2. 異常與緊急情況的操作

依核二廠 107 程序書「消防計劃」執行。

3. 核二廠現有消防設備定期測試

- (1)核二廠程序書 617.5.4.1 程序書「消防水帶箱定期檢查程序書」。
- (2)核二廠程序書 617.5.4.2 程序書「消防水帶箱 18 個月定期檢查程序書」。
- (3)核二廠程序書 617.5.4.3 程序書「廠房消防水栓三年定期檢查」。
- (4)核二廠程序書 617.5.5.1 程序書「廠外消防栓所屬消防箱每月定期檢查」。

4. 核二廠現有之消防栓

室內、外消防栓（箱）依消防法規規定設置，管徑 1 1/2”共 371 具，管徑 2 1/2” 共 131 具。

5. 核二廠現有之消防水源

核二廠消防水源來自山上 A、B 蓄水池，A 池容量為 19,508 噸，B 池容量為 23,858 噸，合計 43,366 噸。自然落差 78 公尺，平地壓力約 7.5 kg/cm^2 。

四、火警偵測及消防能力評估

(一)火警偵測

乾式貯存設施內因無可燃物及易爆裂物之陳設，故應無設置專屬火警偵測設備之必要。貯存場已規劃設置 CCTV 作為設施監視保全之用，同時每個混凝土護箱均設有冷卻空氣進出口溫度偵測裝置，且其信號均即時送至現場監測中心，故藉此信號即可達火警偵測及消防保全之目的。至於鄰近乾式貯存設施之可能引火源，例如油槽，則以核二廠目前之火警偵測設備執行偵測。

(二) 核二廠現有消防能力評估

1. 組織/人員：

- (1) 消防班：每天 24 小時分四班三輪值制；每輪值 6 人。
- (2) 緊急消防隊：緊急指揮中心成立時召集 48 人。

2. 核二廠現有設備：

設備：

- (1) 消防水箱車一輛：水箱容量 10,000 L 一輛。
- (2) 多效能化學消防車一輛：泡沫容量 120 L、水箱容量 2,000 L。
- (3) 消防器材車一部。
- (4) 指揮吉普車一部。
- (5) 消防工程車一部。

五、相關單位之消防及救護支援

(一) 核二廠 96 年 10 月 1 日與新北市政府消防局簽訂消防救災支援協定書。

(二) 外援單位如下：

- 金山區公所
- 萬里區公所
- 新北市政府消防局
- 工業安全衛生處
 - 核發處
 - 公服處
 - 核安處
 - 國營會
 - 政風處
- 台北榮民總醫院
- 基隆長庚醫院
- 金山分局
- 石門分駐所
- 萬里分駐所

六、防火及消防有關設備之維護及管理

核二廠在工安組下設有消防課，專司消防設備之維護及管理，依消防防護計畫書及核二廠程序書內容分項執行，遵照各類場所消防安全設備檢修及申報作業基準規定，每年執行外觀、性能、綜合等檢查，並向新北市政府消防局作檢修申報。

七、防火及消防有關之人員訓練

1. 防火管理人
每二年至中央消防主管機關認可之專業機構講習訓練乙次。
2. 消防班人員
依消防課擬定之訓練計畫予專業人員設備、設施、火場、環境等專門訓練。
3. 緊急消防隊人員
 - (1) 依程序書 1425「訓練程序」年度消防訓練至少 3 小時。
 - (2) 依程序書 791「員工消防訓練程序」輪流參與年度消防訓練至少 4 小時。
4. 一般員工及包商
配合每半年乙次之消防訓練予徵召參訓。

八、參考文獻

1. 核二廠 151 程序書「動火許可証申請」
2. 核二廠 790 程序書「滅火器(車)維護檢查」
3. 核二廠 107 程序書「消防計劃」
4. 核二廠程序書 617.5.4.1 程序書「消防水帶箱定期檢查程序書」
5. 核二廠程序書 617.5.4.2 程序書「消防水帶箱 18 個月定期檢查程序書」
6. 核二廠程序書 617.5.4.3 程序書「廠房消防栓三年定期檢查」
7. 核二廠程序書 617.5.5.1 程序書「廠外消防栓所屬消防箱每月定期檢查」
8. 核二廠程序書 1425「訓練程序」
9. 核二廠程序書 791「員工消防訓練程序」