

局限案例 2_分析參考

飲料製造業-從事發酵槽清理作業發生缺氧災害調查分析

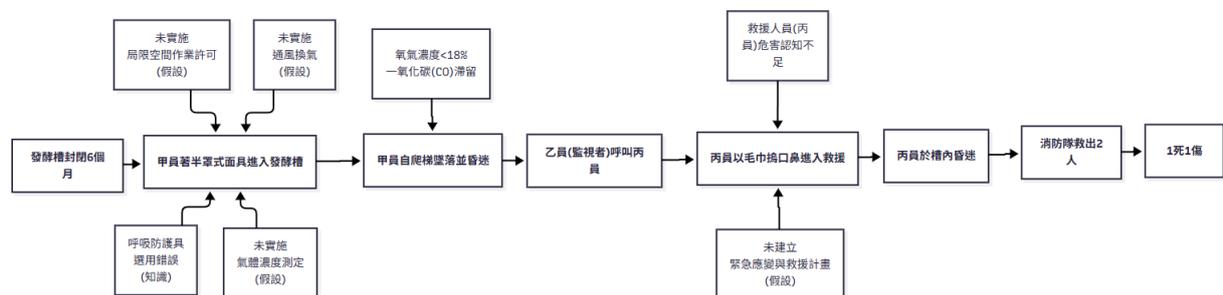
- **重要提醒：** 本分析報告是基於所提供案例的有限資訊，並結合事故調查的專業方法論進行。部分內容為根據邏輯與經驗所做的合理假設，並會明確標示為**(假設)**。一場實際、完整的事務調查，需要更詳盡的現場勘查、人員訪談與物證檢驗來支持所有結論。

事故基本資料

- 行業分類： 飲料製造業
- 災害類型： 缺氧、中毒
- 媒介物： 缺氧空氣及一氧化碳
- 罹災情形： 死亡 1 人、受傷 1 人
- 事故時間： 105 年 1 月
- 事故地點： 廠內發酵槽
- 事故摘要： 勞工甲員在已封閉 6 個月的發酵槽內從事殘渣清理作業時，因吸入缺氧及含有一氧化碳的空氣而昏迷。監視人員乙員呼叫丙員前來，丙員在防護不足的情況下進入救援，亦隨即昏迷。經消防隊救出後，甲員不治死亡，丙員經救治後住院觀察。

一. 事件成因分析圖 (ECFC)

此圖將事故發生的事件及相關條件按時間順序呈現，以視覺化方式釐清因果關係。



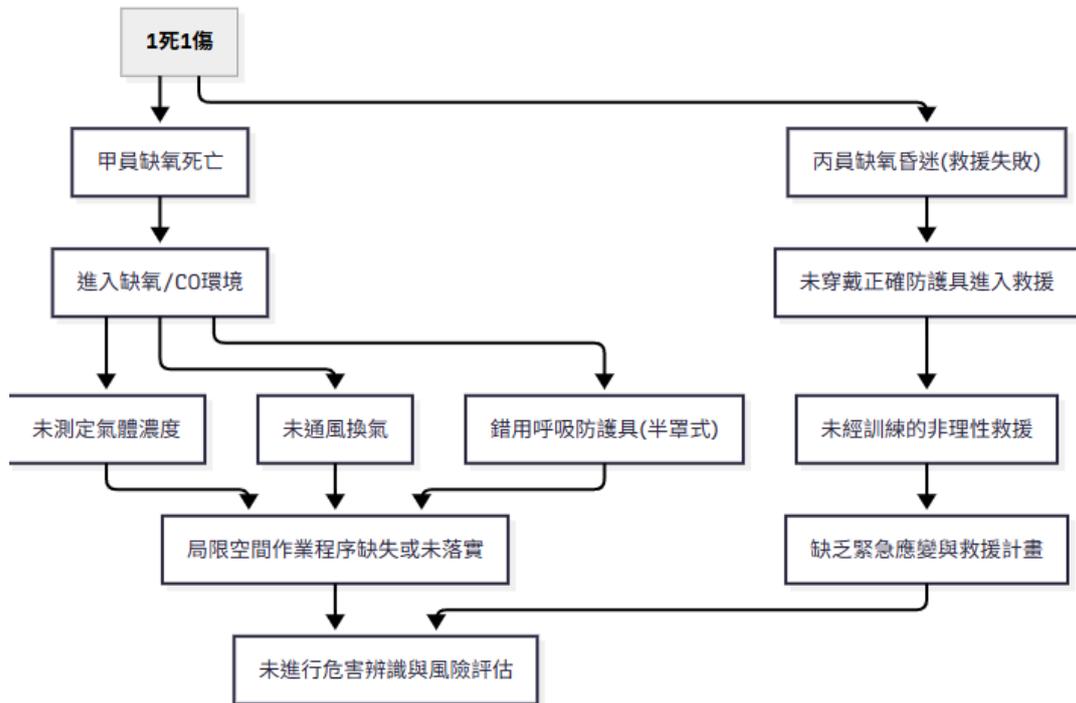
二. 時間序列表

此表以表格形式記錄事故發生的先後順序和相關條件，作為 ECFC 的輔助。

日期時間	事件描述	事實/假設	主(P)/次(S)事件軸	相關條件 1 (直接條件)	相關條件 2 (條件 1 的背景或前提)
事故前	發酵槽已 6 個月未打開。	事實	C (條件)	槽內因發酵殘渣分解，造成缺氧及一氧化碳(CO)蓄積。	缺乏對長時間密閉容器的危害認知。
事故前	公司未建立局限空間作業管理程序。	假設	C (條件)	未要求作業前申請許可、實施風險評估。	安全管理系統性缺失。
105 年 1 月某日	甲員打開人孔蓋，準備進入清理。	事實	P	未依規定實施通風換氣與氣體濃度測定。	缺乏標準作業程序(SOP)或未落實。
同日	甲員配戴半罩式防毒面具及護目鏡，由乙員在旁監視，進入槽內。	事實	P	呼吸防護具選擇錯誤(應使用供氣式呼吸防護具)。	人員安全訓練不足，無法辨識危害與選擇正確防護具。
同日	甲員於爬梯上失足墜落，撞擊攪拌棒後昏迷。	事實	P	暴露於缺氧與一氧化碳環境導致體力不支或暈眩。	危害的直接衝擊。
同日	乙員呼叫丙員協助搶救。	事實	P	現場無緊急應變計畫與指定救援人員。	未規劃救援程序與演練。
同日	丙員僅以毛巾摀口鼻即進入發酵槽救援，隨後也暈倒。	事實	P	救援者嚴重低估危害，防護措施完全無效。	出於救人心切的本能反應，但缺乏危害認知與救援訓練。
事故後	消防隊員將甲、丙二人救出送醫，甲員不治，丙員獲救。	事實	P	錯過黃金救援時間，且第二名人員也陷入危害。	未能執行安全救援，導致災害擴大。

三. 為何樹分析 (Why Tree)

本分析從最終的傷害事件開始，透過不斷追問「為什麼」來探究事件的根本原因。



四. 屏障分析

- 本分析旨在識別應有但失效、缺失或不足的屏障，導致危害接觸到目標。
- **危害：** 缺氧、一氧化碳中毒
- **目標：** 作業勞工甲員、救援勞工丙員

屏障類型	屏障	屏障表現 (事故時狀態)	屏障失效原因	屏障如何影響事故 (失效的後果)
工程控制	1. 機械通風設備	不存在 (假設)	未規劃或提供強制通風設備。	未能將槽內有害空氣排出，也未能導入新鮮空氣，無法從根本上改善作業環境。
	2. 氣體偵測器	不存在 (假設)	未提供或要求使用四合一氣體偵測器。	作業人員與監視者完全無法得知槽內存在立即致命的危險。
	3. 供氣式呼吸防護具	不存在/未使用	未提供，或勞工因訓練不足而選用錯誤的防護具(半罩式面具)。	甲員的半罩式面具在缺氧環境下完全無效，直接暴露於危害中。
行政管理/程序性	4. 局限空間作業許可制度	失效/不存在 (假設)	未建立相關管理程序，或雖有程序但未落實執行。	整個高風險作業在未經任何安全確認下便展開，失去了第一道管理防線。

	5. 安全作業標準 (SOP)	失效/不存在 (假設)	缺乏針對發酵槽清理的 SOP，或 SOP 未包含危害氣體之確認步驟。	勞工只能憑藉過往經驗作業，而忽略了長時間密閉後的狀態已完全不同。
	6. 安全教育訓練	不足 (假設)	未對勞工進行局限空間危害、防護具選擇、緊急應變的訓練。	勞工(甲、乙、丙)皆缺乏危害認知，做出錯誤判斷與行為 (進入、錯用防護具、貿然救援)。
	7. 緊急應變與救援計畫	不存在 (假設)	從未規劃或演練過局限空間的救援程序。	導致發生意外時，現場人員只能憑本能進行危險的、不安全的救援，造成災害擴大。

五. 變更分析

本分析比較「事故狀況」與「理想的無事故狀況」，以識別導致事故的關鍵差異。

因素	事故狀況	先前、理想或未發生事故狀況 (假設)	差異(變更)	效果評估 (差異對事故的影響)
WHAT (什麼)	在充滿有害氣體的環境下清理殘渣。	在通風良好、氣體濃度安全的環境下作業。	作業環境的「內部狀態」由安全變為立即致命。	這是導致事故發生的最直接物理原因。
WHEN (何時)	在發酵槽已封閉(6個月後作業)	在短時間密閉後或每次作業前都進行確認。	作業時間點的「條件」發生重大改變。	長時間密閉是導致缺氧/CO 蓄積的關鍵前提。
WHERE (何地)	於發酵槽底部，一個無法自然通風的密閉空間。	於開放空間或已強制通風的空間作業。	危害地點為「局限空間」，危害無法逸散。	使危害氣體濃度累積至致命程度。
WHO (何人)	缺乏局限空間危害認知及訓練的勞工 (甲、丙)。	接受過完整訓練，了解危害並能正確應變的合格作業人員。	作業人員的「危害認知與技能」由具備變為不足。	勞工未能採取任何有效的自我保護及安全的救援措施。
HOW (如何)	未經許可、未通風、未測定、使用錯誤防護具、採非理性救援。	遵循完整的作業許可程序，按 SOP 執行。	「作業程序」發生致命性偏差 (完全缺失)。	將人員直接、無防護地推向了致命的危害。
OTHER (其他)	無局限空間風險管理計畫。	有完整的局限空間風險評估與管理程序。	安全管理措施由「存在且有效」變為「完全缺失」。	這是所有不安全行為與狀況得以發生的根本原因，是管理系統的失效。

六. 人為失誤分析

本分析探討影響人員行為的深層次原因，而非僅歸咎於個人。

失誤類型	主要不安全行為/失誤	根本原因 (組織與系統層面)
知識性錯誤	甲員 ： 不了解長時間密閉發酵槽的危害，因而選擇了完全無效的半罩式防毒面具。	訓練與文化 ： <ul style="list-style-type: none">• 危害告知與安全教育訓練嚴重不足，未使勞工具備局限空間危害辨識能力。• 安全文化薄弱，可能將此類清理視為例行公事，忽略了潛在風險。
知識性錯誤	丙員 ： 不理解缺氧環境的立即致命性，認為用毛巾摀住口鼻即可進入救援。	安全管理制度 ： <ul style="list-style-type: none">• 未建立緊急應變計畫，導致勞工在危急時只能憑本能行動。• 缺乏關於「禁止貿然救援」的強制性規定與宣導。
規則性錯誤	甲、乙、丙及現場主管(假設) ： 整個作業團隊遵循了錯誤的規則(或根本沒有規則)，直接進入高風險區域作業。	監督與資源 ： <ul style="list-style-type: none">• 管理階層未提供必要的安全設備(偵測器、通風扇、供氣式呼吸具)。• 現場監督者(乙員或主管)未能制止不安全的作業程序。

七. 根本原因分析與改善措施

(一) 立即原因

- **不安全的狀況**： 發酵槽內部處於氧氣濃度不足(<18%)且含有一氧化碳的狀態。
- **不安全的行為**：
 1. 勞工甲員未實施通風、測定，並使用錯誤的呼吸防護具即進入局限空間作業。
 2. 勞工丙員在無任何有效防護下，貿然進入局限空間實施救援。

(二) 根本原因分析

1. 安全管理制度的系統性崩壞：
 - **未建立局限空間作業管理程序**： 此為最核心的根本原因。公司完全沒有建立或落實包含作業許可、危害辨識、風險評估、作業前測定、SOP、承攬管理及應變計畫的局限空間安全衛生管理系統。
2. 教育訓練與危害告知的完全缺失：
 - 從管理階層到現場勞工，對於局限空間（特別是長時間封閉的發酵槽）的缺氧及中毒危害普遍缺乏認知，導致從作業規劃到現場執行、緊急應變的每一個環節都充滿錯誤。
3. 工程控制與安全設備的缺乏：

- **未提供必要安全設備**：未提供作業所需的強制通風設備、氣體偵測器、供氣式呼吸防護具、救援設備等，使勞工即使想安全作業也無計可施。

(三) 矯正改善措施建議

- 制度層面：

1. **立即建立並嚴格執行「局限空間安全衛生管理計畫」**：應立即依據法規要求，建立完整的管理制度。任何局限空間作業，非經許可，不得進行。計畫應至少包含：
 - 局限空間之盤點與危害標示。
 - 作業許可制度(包含氣體測定、通風換氣要求)。
 - 標準作業程序(SOP)。
 - 教育訓練計畫。
 - 緊急應變與救援程序。

- 設備層面：

1. **採購並維護必要安全設備**：立即採購並定期維護校正四合一氣體偵測器、抽送風機等通風設備、符合標準之供氣式呼吸防護具(SCBA 或管線式)、三腳架、救生索、通訊設備等救援器材。

- 人員層面：

1. **實施全面性教育訓練**：對所有可能接觸局限空間作業的管理人員、作業人員、監視人員及救援人員，實施完整的專業訓練，確保其具備危害認知、SOP 操作、防護具使用及應變能力。
2. **明確劃分權責並加強監督**：明確指定作業主管於現場指揮監督，並賦予其「立即停止不安全作業」的權力與責任。監視人員應專職監看，不得從事其他工作。
3. **建立指定救援小組**：嚴格禁止非經訓練人員從事救援。應建立專責的救援小組並定期演練，或與外部專業救援單位簽訂支援合約。