

## 局限案例 3\_分析參考

### 印刷電路板製造業-於廢水處理場慢混槽內發生硫化氫中毒災害調查分析報告

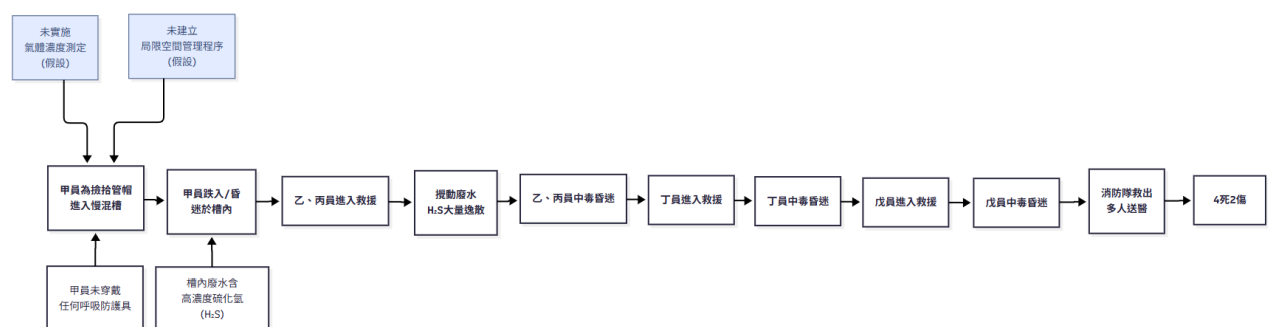
**重要提醒：** 本分析報告是基於所提供案例的有限資訊，並結合事故調查的專業方法論進行。部分內容為根據邏輯與經驗所做的合理假設，並會明確標示為\*\*(假設)\*\*。一場實際、完整的事務調查，需要更詳盡的現場勘查、人員訪談與物證檢驗來支持所有結論。

#### 事故基本資料

- 行業分類：印刷電路板製造業
- 災害類型：中毒、缺氧
- 媒介物：硫化氫 ( $H_2S$ )
- 罹災情形：死亡 4 人、受傷 2 人
- 事故時間：106 年 6 月
- 事故地點：廠內廢水處理場之化學處理慢混槽
- 事故摘要：因廢水場刮泥異常，勞工甲員於停止進水並抽除部分廢水後的慢混槽內，疑為撿拾掉落的管帽時不慎跌入槽內。隨後，勞工乙、丙、丁、戊員在未有適當防護下，接連進入槽中試圖救援，因攪動廢水導致劇毒硫化氫逸散，相繼中毒昏迷。最終由其他配戴空氣呼吸器的人員與消防隊救出，但仍造成 4 死 2 傷的重大悲劇。

#### 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。



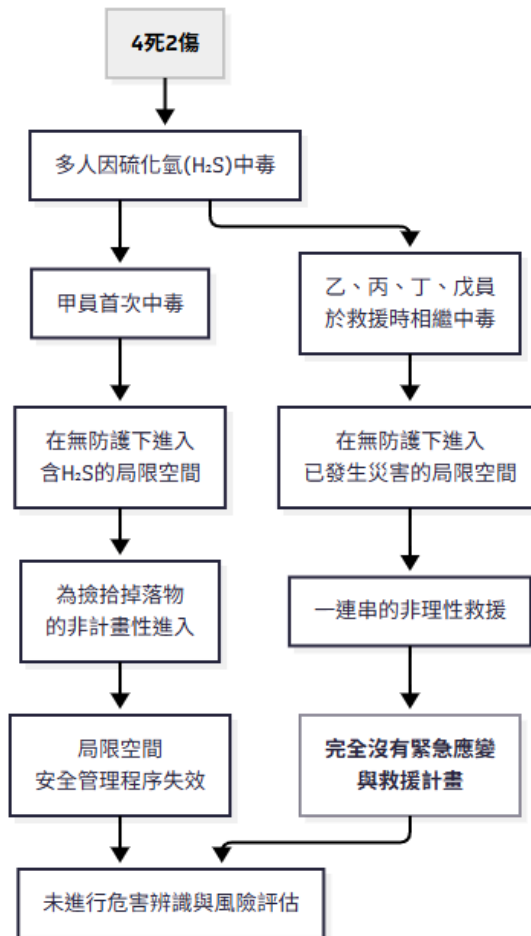
#### 二. 時間序列表

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)
106 年 6 月某日晚間	勞工甲員進入慢混槽，疑為撿拾管帽不慎跌入。	事實	P	未經許可進入局限空間、未佩戴防護具。	缺乏局限空間作業安全程序(SOP)。
同日	乙員發現後，至中控室呼叫支援。	事實	S	啟動了非制式的緊急呼救。	未啟動正式的、有組織的緊急應變計畫。
同日	乙員及丙員接續進入慢混槽救援甲員。	事實	P	救援人員未佩戴呼吸防護具。	嚴重缺乏對硫化氫危害的認知。
同日	因人員進入攪動廢水，造成硫化氫(H <sub>2</sub> S)大量逸散，乙、丙員吸入後中毒昏迷。	事實	P	槽底污泥受擾動，釋放劇毒氣體。	未意識到攪動廢水可能導致危害急遽升高。
同日	丁員見狀，為搶救同事也進入槽內，隨即中毒昏迷。	事實	P	第二波救援人員仍未佩戴呼吸防護具。	「救人心切」的本能反應壓過了風險判斷。
同日	戊員回到現場，看到 4 名同事倒在槽內，亦進入搶救，隨後昏迷 (推斷)。	事實/推斷	P	第三波救援人員依然未佩戴呼吸防護具。	現場已形成**『救援者陷阱』**的死亡連鎖。
同日	己員取抽風管回到現場，發現已有 5 人倒在槽內。	事實	S	終於有人試圖採取工程控制措施，但為時已晚。	缺乏事前規劃，導致應變措施混亂且無效。
事故後	另外 2 名員工配戴空氣呼吸器進入搶救，因困難未能成功。最終由消防隊救出。	事實	P	正確的救援行動終於展開，但已錯過黃金時間。	凸顯了專業救援的必要性與困難度。

### 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：** 硫化氫 (H<sub>2</sub>S) 急性中毒
- **目標：** 甲、乙、丙、丁、戊等現場勞工

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. 機械通風與換氣	不存在	作業前未依規定實施通風，將有毒氣體排出。	整個作業與救援過程，人員皆暴露於致命濃度的硫化氫中。
	2. 氣體濃度偵測器	不存在	未實施作業前測定，也無連續偵測。	人員對無色、初期具臭蛋味但高濃度會麻痺嗅覺的劇毒氣體，完全沒有警覺。
行政管理/程序性	3. 局限空間作業許可	失效/不存在	甲員的進入是未經許可的非計畫性作業。	管理系統的第一道防線被完全繞過，導致後續所有安全措施均未啟動。

	<b>4. 安全教育訓練</b>	嚴重不足	未對勞工進行 H <sub>2</sub> S 危害、局限空間風險、救援程序等訓練。	勞工不僅無法自保，更因錯誤的認知而投入危險救援，導致災情慘重。
	<b>5. 現場監督</b>	失效	未能阻止甲員的非計畫性進入。	失去了在第一時間制止不安全行為的機會。
	<b>6. 緊急應變與救援計畫</b>	完全不存在 (關鍵屏障)	未建立任何書面或口頭的救援計畫，未指定救援隊，未演練。	導致了悲劇性的『救援者連鎖』，是本次災害擴大的最主要原因。

## 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)
<b>WHAT (什麼)</b>	為了撿拾一個小小的「管帽」而進入。	物品掉落應透過正式、安全的程序(如使用工具)或計畫性進入來處理。	作業的「目的」由正常工作變為 <b>非計畫性的臨時任務</b> 。	為了看似微不足道的目標，而繞過了所有安全程序，付出了慘痛代價。
<b>WHEN (何時)</b>	在人員落水/昏迷的「緊急狀態」下。	在計畫性、受控的狀態下作業。	現場情境由「受控」變為「 <b>失控的緊急狀態</b> 」。	緊急狀態引發了恐慌和非理性決策，導致一連串的錯誤救援。
<b>WHERE (何地)</b>	於充滿劇毒 H <sub>2</sub> S 的廢水槽底部。	於槽外安全區域。	危害地點為「 <b>立即致死或危害健康(IDLH)</b> 」的環境。	任何無防護的進入都等於是自殺行為。
<b>WHO (何人)</b>	一群未經訓練、僅憑本能救人的同事。	專業、有組織、配備完整裝備的救援隊。	應變人員的「角色」由 <b>專業救援者變為下一位罹災者</b> 。	救援行動非但無效，反而讓災情呈倍數擴大。
<b>HOW (如何)</b>	「一個接一個」跳下去救。	啟動緊急應變計畫，救援隊著裝後，以安全方式救援。	救援方式為「 <b>無序、無防護的本能反應</b> 」。	這是典型的局限空間災害擴大模式，也是最令人痛心的部分。

## 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)
<b>違規行為(情境性)</b>	甲員：未依規定(或常識)，為撿拾物品而擅自進入局限空間。	<b>安全管理制度：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>缺乏嚴格的門禁或管制措施，讓人員能輕易進入危險區域。</li> <li>未建立「任何進入都需許可」的強制性安全文化。</li> </ul>

知識性錯誤 / 違規行為(例外性)	乙、丙、丁、戊員：看到同事倒下，出於救人本能，在明知危險(至少看到前人倒下)的情況下仍進入，此為典型的「例外性違規」。他們同時也因知識不足，嚴重低估了危害的立即性與致命性。	<b>訓練與文化：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 緊急應變訓練的完全空白，未教導員工在危急時「唯一且正確」的反應是「通報求援，而非自行救援」。</li> <li>• 安全文化中缺乏對「看不見的殺手(如 H<sub>2</sub>S)」的敬畏。</li> </ul>
-------------------	--	--

## 七. 根本原因分析與改善措施

### (一) 立即原因

- **不安全的狀況：** 慢混槽內廢水攪動後，逸散出超高濃度的劇毒性硫化氫(H<sub>2</sub>S)氣體。
- **不安全的行為：**
  1. 勞工甲員在無任何防護與安全措施下，擅自進入局限空間。
  2. 勞工乙、丙、丁、戊員，在無任何防護與安全措施下，接連進入已發生事故的局限空間進行無效救援。

### (二) 根本原因

1. **安全管理制度的系統性崩壞 (與前案類似但更嚴重)：**
  - **未建立局限空間作業管理程序：** 公司未依法規建立包含許可、測定、通風、監督等在內的完整管理計畫，是所有錯誤的源頭。
2. **緊急應變計畫與救援能力的完全真空 (本次災害擴大的核心原因)：**
  - 公司完全沒有制定局限空間作業的緊急應邊程序與救援計畫。導致事故發生時，現場人員只能憑藉「救人」的本能反應，採取最危險的行動，造成原本 1 人的事故，迅速擴大為 4 死 2 傷的慘劇。
3. **教育訓練與危害告知的嚴重失敗：**
  - 從管理階層到現場勞工，對於廢水處理場常見的硫化氫(H<sub>2</sub>S)危害、局限空間風險、以及\*\*「禁止盲目救援」\*\*的黃金準則，認知完全不足。

### (三) 矯正改善措施建議

- **制度層面：**
  1. **立即建立並雷厲風行地執行「局限空間安全衛生管理計畫」與「緊急事故應變計畫」：** 此為首要且刻不容緩的措施。必須明文規定並強力宣導：「嚴禁任何未經訓練的人員，在未有防護裝備下，對局限空間災害進行『徒手』救援。」
  2. **建立救援程序與專責救援隊：** 應明訂緊急通報流程，並透過內部訓練建立專責救援小組，或與外部專業救援機構簽訂合約，確保救援行動的安全與專業。

- **設備層面：**

1. **補足安全與救援設備：** 立即採購並維護校正氣體偵測器、通風設備、供氣式呼吸防護具(SCBA)、三腳架、捲揚器、救生索等全套救援器材，並放置於隨時可取用之處。

- **人員層面：**

1. **實施震撼教育與重複演練：** 應以本次血的教訓作為案例，對全體員工實施局限空間危害(特別是 H<sub>2</sub>S)的專項訓練。訓練**最關鍵的核心**必須是：「遇到他人倒在局限空間，你的第一任務不是『救他』，而是『救自己，並向外求援』！」此觀念必須反覆演練，深植人心，才能打破救人本能所造成的死亡連鎖。
2. **強化監督與責任：** 嚴格要求作業主管、監視人員的現場監督責任，並賦予其絕對權力，制止任何不安全的進入或救援企圖。