

Confined space confined absence



缺氧中毒重大職業災害

局限空間

局限空間作業缺氧、中毒
重大職業災害案例電子書

Confined space
Confined space

- Confined space
- Hypoxia
- Hydrogen sulphide poisoning
- Carbon monoxide poisoning
- Organic solvent poisoning



勞動部職業安全衛生署
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, MINISTRY OF LABOR

目錄

署長序	1
一、歷年局限空間缺氧、中毒重大職業災害統計分析	2
二、局限空間缺氧、中毒重大職業災害案例分析	5
1. 災害類型 - 缺氧窒息	5
1.1 於塔槽內進行卸除觸媒作業發生缺氧造成 1 人死亡	7
1.2 從事液化石油氣清槽作業發生缺氧造成 2 人死亡	9
1.3 從事純水槽清洗作業發生缺氧造成 1 人死亡	11
1.4 從事啤酒發酵桶槽清洗作業發生缺氧造成 1 死 1 傷	13
1.5 從事純水桶槽維修作業發生缺氧造成 2 人死亡	15
1.6 從事船艙廢鐵裝卸作業發生缺氧造成 1 死 1 傷	17
1.7 從事污水下水道檢視作業發生缺氧造成 1 人死亡	19
1.8 從事發酵槽清理作業發生缺氧造成 1 死 1 傷	21
2. 災害類型 - 硫化氫中毒	23
2.1 從事溫泉蓄水槽清洗作業發生硫化氫中毒造成 2 人死亡	25
2.2 從事紙漿槽清洗作業發生硫化氫中毒造成 5 人受傷	27
2.3 於屠宰場化製場從事入料作業發生硫化氫中毒造成 1 死 1 傷	29
2.4 進入污水下水道作業發生硫化氫中毒造成 3 人受傷	31
2.5 於廢水處理場慢混槽內發生硫化氫中毒造成 4 死 2 傷	33
2.6 於廢水處理場調整池內發生硫化氫中毒造成 5 人死亡	35
3. 災害類型 - 一氧化碳中毒	37
3.1 從事紙漿儲槽清洗作業發生一氧化碳中毒造成 5 人受傷	39
3.2 於直井內使用內燃機抽水幫浦發生一氧化碳中毒造成 2 死 1 傷	41
3.3 於污水池機房使用內燃機抽水幫浦發生一氧化碳中毒造成 1 死 2 傷	43
3.4 於袋式集塵器內作業發生一氧化碳中毒造成 1 死 1 傷	45
4. 災害類型 - 化學溶劑或有害蒸氣中毒	46
4.1 從事化學品槽車槽體內部清洗作業發生吸入醋酸蒸氣造成 2 人死亡	49
4.2 從事顯影液桶槽內部檢查作業發生吸入有害物造成 2 死 3 傷	51
結語	53

署長序

依據歷年資料分析，一旦發生局限空間災害，往往造成多人死傷，以 106 年某電子廠為例，因勞工進入污水槽作業發生硫化氫中毒，釀成 4 人死亡、2 人受傷之重大職業災害，導致數個勞工家庭破碎並成為社會大眾高度關注議題。為了降低災害的發生，職安署除訂頒相關作業安全指引外，並持續推動專案檢查計畫、辦理各式觀摩會及宣導會，然而局限空間普遍存在於各行各業，包括下水道、地下坑井及廠內的廢（污）水槽、儲槽、塔槽等，因為內部常為缺氧及存在各種有害氣體，肉眼難以辨識，尤其進入作業具有臨時、短期等特性，導致勞工及搶救人員容易輕忽風險而一併罹災。

為能更精確瞭解局限空間災害發生原因，職安署針對近 20 年所發生之局限空間缺氧、中毒等重大職業災害進行統計分析，並將其中較典型之 20 件災害的發生經過及原因分析摘述於本書中，提供各界參考，同時也呼籲雇主應先辨識工作場所內局限空間作業可能的危害，使勞工進入作業時，應確實採取通風、氧氣及有害氣體測定，並透過教育訓練及專責人員於現場督導，落實各項防災措施。

勞工為企業及社會之本，一旦發生職業災害，對勞工家庭的衝擊非常嚴重，對於企業更是在營運及社會責任上造成重大的損傷，為了避免再次發生類似災害，除職安署將持續精進各項降災作為外，也需要各界共同努力，以提升業者對於局限空間作業之危害意識，落實危害預防措施，保護勞工之生命安全及健康，對於本電子書所蒐集之局限空間職業災害案例資訊，也歡迎各界廣為引用及宣導流傳。相信透過更廣更深的危害辨識及安全衛生作業標準化，局限空間災害不再發生。

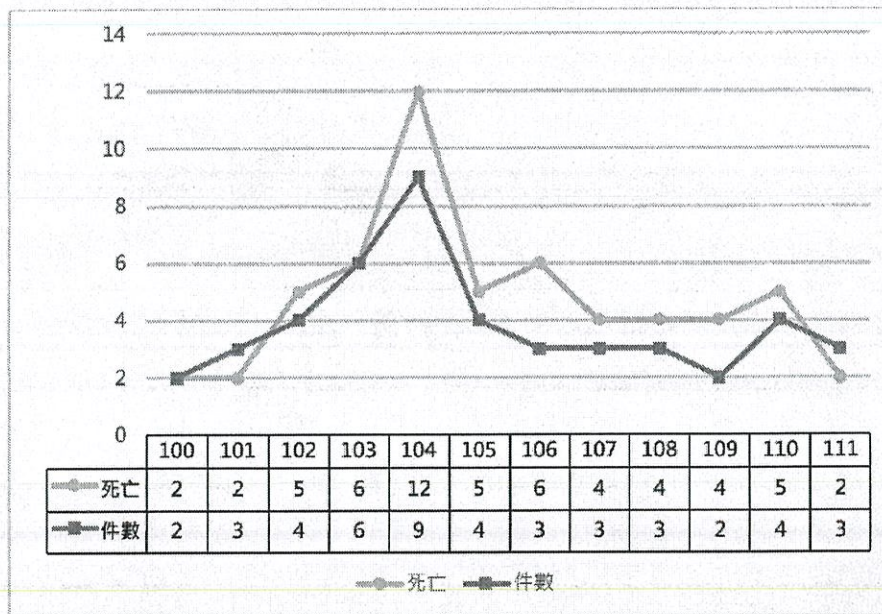
署長

鄒子廉

112 年 9 月

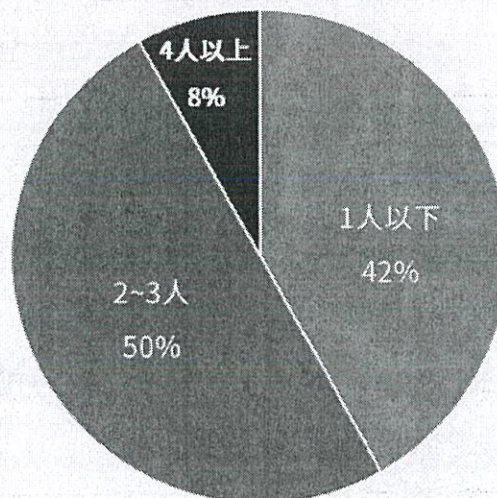
一、歷年局限空間缺氧、中毒重大職業災害統計分析

● 100~111 年局限空間重大職業災害發生件數與死亡人數



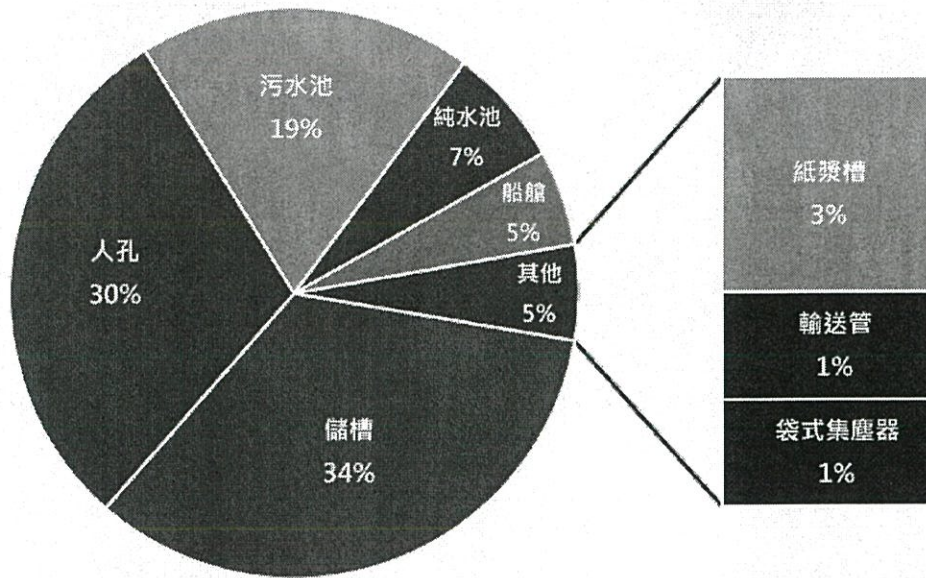
近年發生件數雖已漸趨緩，但每年仍有造成勞工傷亡災害發生，雇主及相關工作者絕不可輕忽。

● 平均每案造成勞工死傷人數



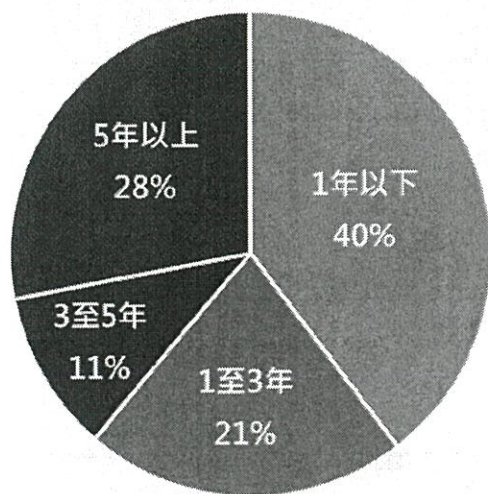
統計近 20 年重大職災案件，有近 60% 職業災害案件死傷人數超過 1 人，主因是肉眼難以辨識缺氧、有害環境，當勞工於局限空間罹災時，救援人員未清楚局限空間內的危害狀況，即貿然進入搶救，造成多人罹災。

● 發生處所

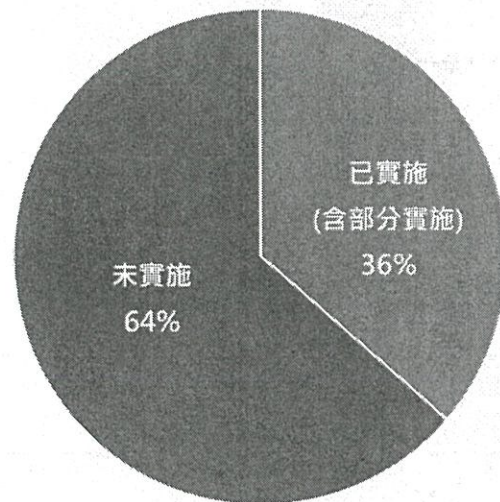


統計近 20 年重大職災案件，儲槽、人孔及污水池為較常發生局限空間災害之作業處所。

● 罹災者年資及實施教育訓練情況



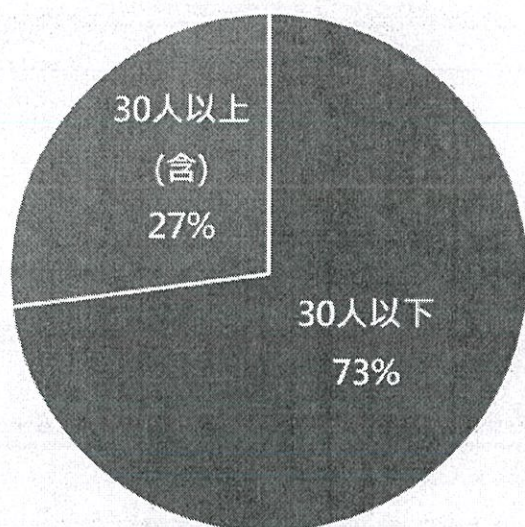
罹災者年資分析



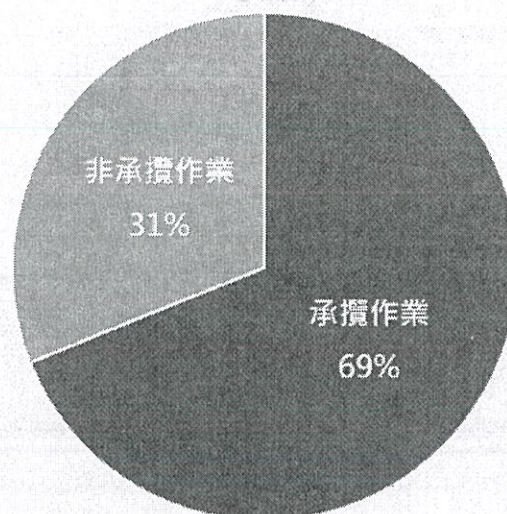
事業單位實施教育訓練概況分析

統計近 20 年重大職災案件，年資 3 年以下的勞工罹災率偏高 (61%)，另罹災者中約有 64% 未落實教育訓練，對於新進員工、或臨時工等，應落實教育訓練，以強化局限空間作業危害意識。

● 事業單位規模及承攬概況



事業單位規模分析



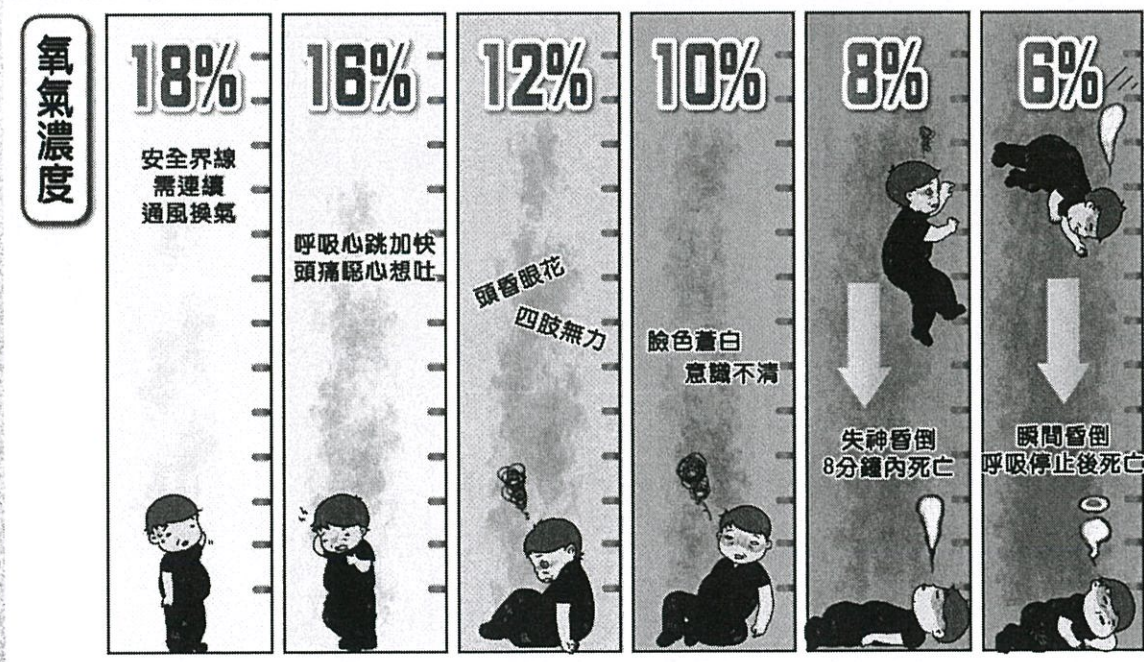
事業單位承攬概況分析

統計近 20 年重大職災案件，有 73% 的重大職業災害，發生在勞工人數 30 人以下的事業單位；有 69% 為交付承攬作業，因此局限空間作業相關工程若交付給中小型事業單位時，其契約應要有預防職災的具體規範，並確實告知危害及督導各級承攬人落實局限空間作業危害防止措施。

二、局限空間缺氧、中毒重大職業災害案例分析

1. 災害類型 - 缺氧窒息

人體必須靠氧氣維持生命，為避免勞工於局限空間或缺氧環境作業引起缺氧危害，應保持作業場所空氣中氧氣濃度在 18% 以上。另外，雖然人員沒有完全進入局限空間，但是伸頭進入槽體，或是吸入槽體溢出的缺氧空氣都可能造成人員瞬間昏迷，甚至發生墜落災害，應必須特別注意。



各種不同的氧氣濃度對人體所造成的影響

造成缺氧的原因：

1. 為了避免火災爆炸或是其他氧化反應，而於塔槽、純水槽等以人為方式灌入氮氣等惰性氣體。
2. 因微生物作用消耗氧氣，產生甲烷、二氧化碳等氣體，如發酵槽等。使局限空間空氣中二氧化碳濃度升高，置換空氣中的其他氣體，使得氧氣濃度低於 18% 造成缺氧窒息。
3. 因金屬氧化而造成缺氧，如密閉許久金屬儲槽內部、船艙、載運鐵砂之散裝貨輪等。
4. 煤、褐煤、硫化礦石、鋼材、鐵屑、原木片、木屑、乾性油、魚油等容易吸收空氣中氧氣，因此存放該等物質等之儲槽、船艙等內部，有缺氧危害風險。
5. 須特別注意，下水道人孔內常見因上述兩種因素而造成缺氧。

★常見缺氧的場所：

純水池、下水道、管道、儲槽、船艙、污水池、發酵槽、高溫爐、儲酒桶等。

案例 1-1 於塔槽內進行卸除觸媒作業發生缺氧造成 1 人死亡

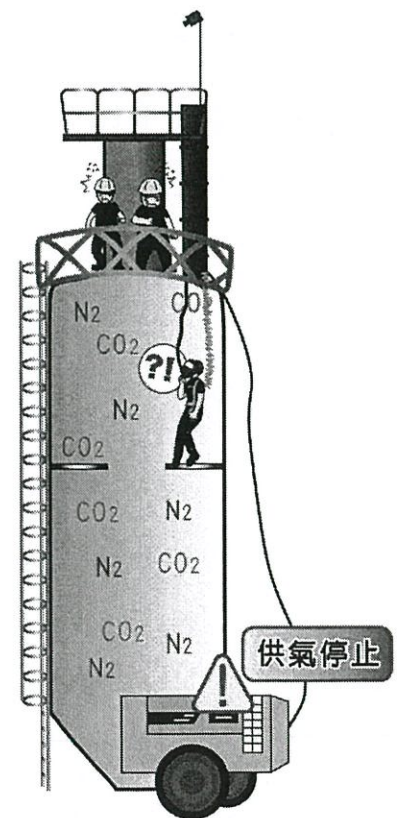
行業別：其他營造業

災害媒介物：缺氧空氣

災害發生經過：

91 年 8 月，某廠甲員於氨合成塔內部進行四氧化三鐵觸媒卸除作業，因觸媒遇空氣會產生氧化反應釋放高熱，因此採取由塔底灌入氮氣，並用二氧化碳冷卻塔內溫度，使觸媒層溫度維持約 40°C 左右。

當塔內降溫至約 35°C 時，作業勞工才能進入，進入人員需使用輸氣管面罩、全身背負式安全帶，並綁上救命索及手繫警鈴繩進入塔內。塔頂平台有 2 名工作人員負責監視，當日下午約 3 時 10 分左右聽到甲員拉警鈴一聲表示要出來換班，平台上人員移除阻止空氣大量進入塔槽的橡膠板，但是甲員並未出來而且觸媒抽取機正常操作中，過 8 分鐘後，連結輸氣管面罩的空壓機突然停止運轉，現場作業主管迅速再啟動空壓機後，塔頂另一名作業勞工立即使用輸氣管面罩、安全索及綁救命索進入塔內，發現甲員側躺在第二層塔盤人孔道旁，輸氣管面罩已鬆脫，並聽到空氣洩出聲音。現場作業主管隨即爬上平台協助救出罹災勞工並緊急送醫急救，但當日仍不治死亡。



災害原因分析：

- (一) 經現場作業主管現場測試，當空壓機停止運轉約 4 秒鐘後，面罩內空氣即停止供應，在運轉中突然關閉開關再重新啟動空壓機運送氣體，大約需 15 秒鐘才能供應空氣至面罩內，作業勞工因吸入塔內大量氮氣及二氧化碳而缺氧窒息死亡。
- (二) 現場檢測結果為空壓機內燃油電磁閥開關接點有輕微氧化現象及接頭有鬆動現象，造成電阻過大，使電磁閥吸力不足，或因接頭鬆動造成瞬間接觸不良而斷電，使電磁閥關閉，造成空壓機燃油中斷而熄火，作業勞工因吸入塔內氮氣及二氧化碳缺氧窒息死亡。另對關鍵設備應備緊急電源，防止中斷輸氧。

防災措施：

應訂定局限空間作業危害防止計畫，落實空壓機自動檢查及建立氣體輸送異常之緊急處理程序及備援措施。

案例 1-2 從事液化石油氣清槽作業發生缺氧造成 2 人死亡

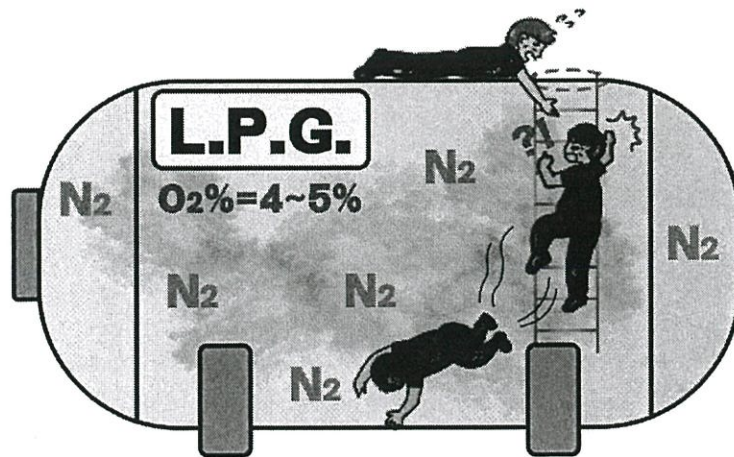
行業別：水電燃氣業

災害媒介物：缺氧空氣

災害發生經過：

94 年 8 月，某液化石油氣公司進行圓筒臥式液化石油氣儲槽開放檢查，當日下午 5 時許，由雇主、甲員及乙員等 3 人實施該儲槽之殘氣卸放及充填氮氣作業。雇主打開儲槽人孔蓋並請甲員傳遞直徑 3 英吋之可繞式送風管，準備實施槽內空氣置換作業，因送風管長度不夠，甲員便至防爆牆外將盤繞之通風管予以拉直延伸，以便進行通風換氣，當時僅放置風管，未裝設送風機。甲員突然聽到雇主大叫，立即奔回防爆牆內並爬上儲槽，發現雇主已入槽搶救乙員。

甲員見雇主抱住乙員，欲伸手拉住乙員但未能將其拉住，2 人再度跌下儲槽內。甲員隨即聯絡消防隊派員搶救。約 15 分鐘後消防隊將槽內 2 人以繩索吊出，送醫救後不治死亡。



災害原因分析：

- (一) 災害發生翌日以四用氣體偵測器實施槽內空氣測定，氧氣濃度僅 4~5 %，儲槽內氧氣濃度不足；同時又以捕集袋採取槽內空氣樣本，經分析結果：乙烷為 2.66~2.54 %、丙烷為 52.58~50.0 %、丁烷為 5.35~5.01 %、氧氣為 5.13~6.04 %、氮氣為 27.80~30.32 %。
- (二) 雇主、乙員等 2 人於進入液化石油氣儲槽前，因未採取適當之機械通風換氣等必要措施，又未使用適當之呼吸防護具，致吸入缺氧空氣而窒息死亡。

防災措施：

- (1) 應訂定局限空間作業危害防止計畫。
- (2) 應訂定入槽作業之標準作業程序及實施作業檢點。
- (3) 應對勞工施以入槽作業必要之安全衛生教育訓練。
- (4) 應將缺氧中毒注意事項公告於局限空間作業場所入口顯而易見之處所。
- (5) 應設置缺氧作業主管從事監督作業。
- (6) 進入缺氧儲槽作業前應採取適當之機械通風(應考量氣體比重，防止積存)及氣體測定等必要措施。
- (7) 應置備空氣呼吸器、梯子、安全帶或救生索等設備，及可以動力或機械輔助吊升之緊急救援設備，供緊急搶救時使用。

案例 1-3 從事純水槽清洗作業發生缺氧造成 1 人死亡

行業別：環境保護工程業

災害媒介物：氮氣

災害發生經過：

97 年 5 月，某廠甲員從事 15 噸純水槽內部清洗工作，主管並交待甲員不需入槽清洗，只需在人孔外噴水清洗即可，隨即至鐵捲門旁進行文書作業及尋找配管料件。

經過約 1 小時之後，主管返回作業現場發現甲員俯臥於槽內，立即將甲員拉出並喊叫，但甲員已經沒有意識，雖立即實施 CPR，救護車到現場接替急救，送醫後仍不治死亡。

純水槽實施氮封保護，
進入前應該進行通風換氣
及氣體測定



災害原因分析：

罹災者於純水槽內部從事清洗作業時，未依規定實施通風換氣及氣體測定，該純水槽有實施氮封保護，致罹災者吸入大量氮氣缺氧窒息死亡。

防災措施：

- (1) 應訂定局限空間作業危害防止計畫。
- (2) 應訂定入槽作業之標準作業程序及實施作業檢點。
- (3) 應對勞工施以入槽作業必要之安全衛生教育訓練。
- (4) 應將缺氧中毒注意事項公告於局限空間作業場所入口顯而易見之處所。
- (5) 從事局限空間作業時，應實施局限空間作業進入許可管制。
- (6) 純水槽內部有實施氮封保護，進入作業應實施通風換氣及氣體測定等必要措施。

案例 1-4 從事啤酒發酵桶槽清洗作業發生缺氧造成 1 死 1 傷

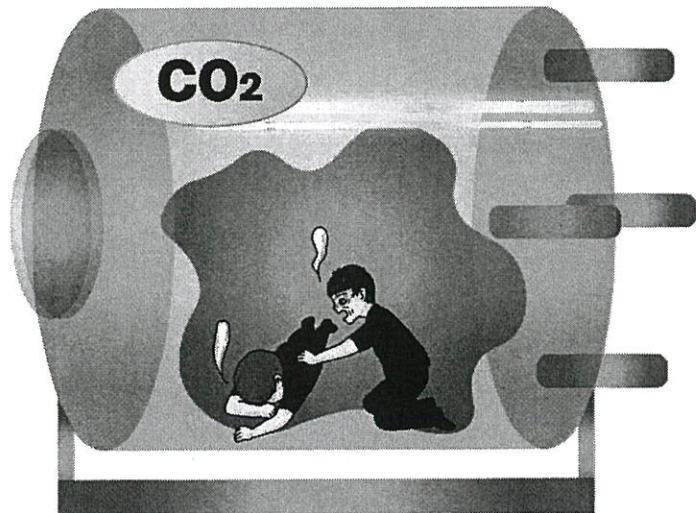
行業別：其他酒精飲料製造業

災害媒介物：二氧化碳

災害發生經過：

101 年 9 月，某廠甲員負責清洗啤酒發酵桶槽，前一天先打開發酵桶槽頂部的人孔，用水清洗桶槽上半部。當日，甲員由頂部人孔進入發酵桶槽清洗啤酒渣，隨即昏倒於桶內，主管立即通知乙員並找另 1 名同仁前來幫忙，乙員到現場後就直接進入桶槽，欲將甲員救出來，但也昏倒，隨後由現場其他人員將發酵桶槽推倒後，將甲員與乙員救出後送醫，惟甲員送醫後仍不治死亡。

二氧化碳比重大於空氣
容易蓄積在發酵槽底



災害原因分析：

啤酒發酵過程會消耗空氣中氧氣並產生二氧化碳，甲員進入啤酒發酵桶槽清洗桶內槽壁的啤酒渣前，雖用水清洗槽體內壁並打開桶槽上方人孔蓋，然乙醇(酒精)蒸氣與二氧化碳比重皆大於空氣，僅用水沖洗並未實施通風換氣，槽體內部仍可能存有高濃度之二氧化碳導致槽內環境呈現缺氧狀態。另進入槽內搶救人員，亦因未配戴空氣呼吸器，同樣發生缺氧窒息災害。

防災措施：

- (1) 應訂定局限空間作業危害防止計畫。
- (2) 應訂定入槽作業之標準作業程序及實施作業檢點。
- (3) 應對勞工施以入槽作業必要之安全衛生教育訓練。
- (4) 應將缺氧中毒注意事項公告於局限空間作業場所入口顯而易見之處所。
- (5) 應設置缺氧作業主管從事監督作業。
- (6) 於進入發酵桶槽時，應實施通風換氣及氣體測定，確認空氣中氧氣及二氧化碳濃度。
- (7) 應置備適當且數量足夠的空氣呼吸器、梯子、安全帶或救生索等設備，及可以動力或機械輔助吊升之緊急救援設備，供緊急搶救時使用。

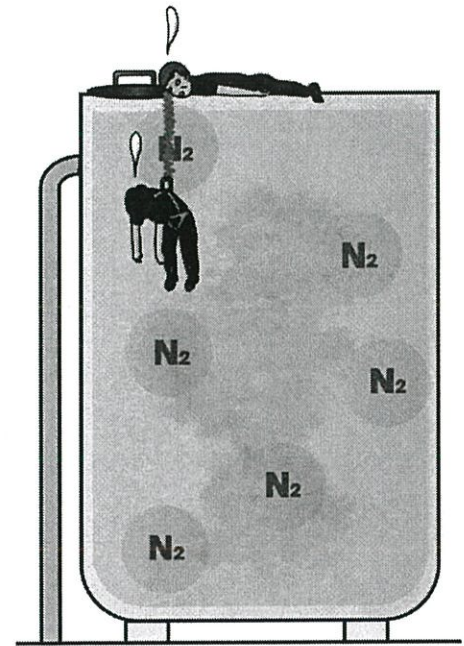
案例 1-5 從事純水桶槽維修作業發生缺氧造成 2 人死亡

行業別：污染防治設備製造業

災害媒介物：氮氣

災害發生經過：

108 年 5 月，災害發生當日下午甲員、乙員及丙員進入某新建工程工地進行超純水桶槽外部修補及復歸作業，工作內容包括移除槽內溢流管帆布封口，因溢流管封口距槽頂人孔僅 70 公分，故採不入槽由乙員趴附於槽頂人孔作業，作業不久乙員即吸入桶內氮氣，造成缺氧昏迷慢慢滑入槽內，因有繫安全帶，懸吊於人孔下方約 50 公分處，甲員於搶救乙員時，亦陷入昏迷趴於人孔上方。



丙員無力將乙員拉出人孔，僅能先將趴於人孔上方的甲員推至人孔旁，便立即對外求援，救護車抵達後，由消防人員進行搶救，並將 2 人送往醫院，但仍宣告不治死亡。

災害原因分析：

此超純水桶槽為 1 個迴路共 4 桶，以氮氣管線、純水管線、檢知管及溢流管連接，為維持超純水潔淨度，氮氣管線會持續供應氮氣使槽內維持錶壓力 0.01 kg/cm²，各槽體之間氮氣除由供氣管線輸送外，尚由溢流管相通，如需進行單一桶槽作業時，除需將該作業桶槽氮氣輸送閥關閉外，尚需封死溢流管，以防氮氣洩漏造成缺氧之危害。

災害發生前一日開始進行桶槽內局限空間作業，已申請局限空間作業並經核准，作業時關閉氮氣管線閥並以帆布和膠帶纏繞封住溢流管開口，由槽頂送氣及槽底抽氣，並全程量測氧氣濃度。

但是災害當日因工作內容為外部排水管路維修，作業人員認為不需進入桶槽，未通知安委會檢查，亦未採取桶槽內通風換氣及氧氣含量測定等措施。於完成排水管線維修後，甲、乙及丙員於槽頂移除溢流管封口，因溢流管封口係以帆布及膠帶纏繞，膠帶纏繞處距離槽頂約 70 公分，故作業勞工乙員趴附於槽頂，施工時開啟人孔蓋，口鼻會進入槽內，雖該桶槽氮氣管線閥已關閉，溢流管因僅以帆布及膠帶纏繞，故研判係因溢流管封口未確實，致甲員及乙員吸入過多氮氣造成缺氧窒息死亡。

防災措施：

- (1) 應訂定入槽作業之標準作業程序及實施作業檢點。
- (2) 應對勞工施以入槽作業必要之安全衛生教育訓練。
- (3) 應將缺氧中毒注意事項公告於局限空間作業場所入口顯而易見之處所。
- (4) 應設置缺氧作業主管從事監督作業。
- (5) 於進入桶槽時，應實施通風換氣及氣體測定，確認空氣中氧氣濃度。
- (6) 應置備適當且數量足夠的空氣呼吸器、梯子、安全帶或救生索等設備，及可以動力或機械輔助吊升之緊急救援設備，供緊急搶救時使用。
- (7) 原事業單位與承攬人分別僱用勞工共同作業時，應確實連繫調整及落實工作場所巡視。