

113年度局限空間作業危害預防實務 操作教育訓練

1

主辦單位：財團法人職業災害預防及重建中心

執行單位：中華民國工礦安全衛生技師公會全國聯合會

汗(廢)水下水道清淤作業

- 汗(廢)水下水道之地下埋設物，因地面載重及所排放汗(廢)水在惡劣水質環境下逐年老化、劣化，含油脂汗水長期產生皂化現象，造成管壁結垢、堵塞不通，而妨礙附近用戶排水暢通，定期清淤及健全的維護管理制度，才能保障排水設施之正常功能。



管徑 800mm 以下的管線一般用高壓清洗車清淤



管徑 800mm 以上的管線應由管線內作業員進行清淤

案例一：從事汗水下水道管線清理檢視有害氣體中毒致三人致傷災害

- 發生經過：民國109年5月25日，接獲通報臺北市內湖區舊宗路一段與新湖二路口汗水管渠阻塞，因油污垢太多無法疏通，改以高壓清洗及TV檢視方式進行疏通，並依規定於施工前通風20分鐘後並以四用氣體偵測器檢測後，人員進入作業。下午3:20分疏通人員1名進入人孔，執行管渠油脂塊清除工作。於3:40發生暈眩昏倒現象。夥同作業人員2名見狀緊急入孔救援，疑似因吸入人孔內不明氣體，於4:20分將3員全送往內湖三軍總醫院急救。
- 原因分析
 - 作業期間雖有通風但換氣量不足。
 - 監測位置及方法不當，未能確實監測作業環境氧氣濃度及硫化氫的濃度。
 - 作業人員安全衛生教育訓練不足。



消防隊到場搶救受困工人

案例二：從事曝氣池疏通阻塞作業硫化氫中毒致死災害

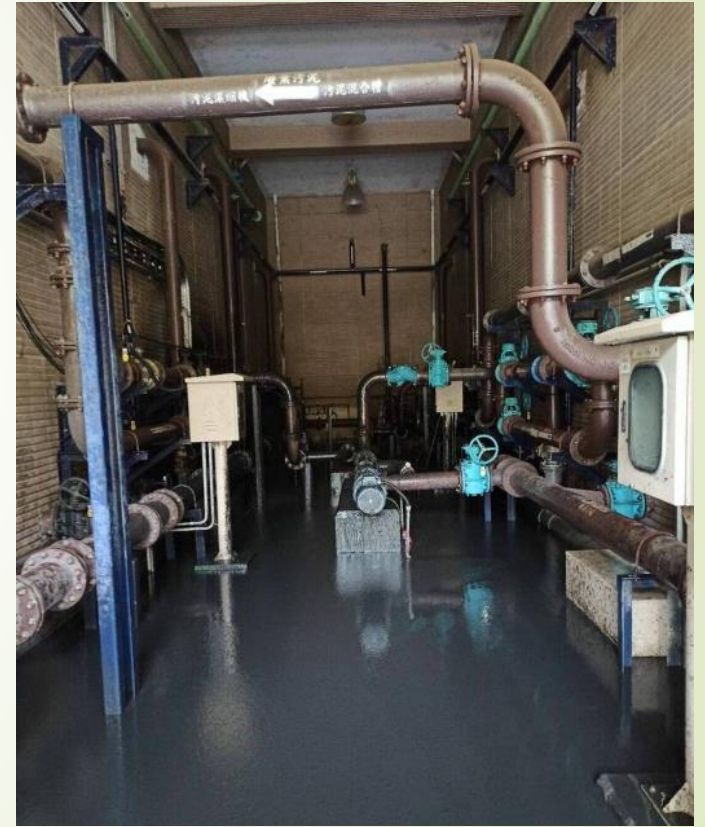
- 發生經過：民國110年1月24日，某衛生工程行於某住宅大樓地下室從事曝氣池疏通阻塞作業時，因未確認空氣中有害物濃度、未實施換氣及未置備救援用呼吸防護具等，導致經營負責人下池作業時，吸入硫化氫中毒昏倒，2名員工見狀即在無呼吸防護具可使用之情況下，陸續下池救援，造成1死1傷。
- 原因分析
 - 未置備監測空氣中氧氣濃度之必要監測儀器。
 - 未設置適當通風換氣設備，並確認維持連續有效運轉。
 - 未置備緊急避難或救援人員使用。
 - 作業人員安全衛生教育訓練不足。



災害發生場所未置備監測儀器、換氣裝置等相關安全措施

案例三：從事汙泥管閥件定期更換作業硫化氫中毒災害

- 發生經過：民國111年11月18日上午10點多，中科汙水處理廠2名勞工進行汙泥管閥件定期更換作業時，疑似因沼氣外洩，造成年約30歲和50歲2名男性施工人員昏厥，其他人員發現後趕緊將2人拉至通風處，並進行緊急處置後送醫，所幸2人都恢復意識。
- 原因分析
 - 未置備監測空氣中氧氣濃度之必要監測儀器。
 - 未設置適當通風換氣設備，並確認維持連續有效運轉。
 - 作業人員安全衛生教育訓練不足。



中科汙水處理廠因沼氣外洩造成2名勞工送醫災害現場

案例四：從事地下汙水工程作業缺氧及硫化氫中毒

- 發生經過：民國112年6月6日一名49歲王姓勞工在高雄市仁武區德中路進行地下汙水工程時，疑似因沼氣中毒而暈眩，不慎墜入約3米深的下水道中，一旁34歲陳姓同事見狀，連忙伸手搭救，不料也跟著滑倒摔進下水道內，其他勞工趕緊報案，警消獲報，出動7車16人趕抵現場，與其他工地人員合力摔落下水道的兩人拉起，並送往高雄榮民總醫院治療，所幸均已恢復意識，無生命危險。
- 原因分析
 - 罹災勞工進入人孔作業時，未採取通風換氣。
 - 進入救援人員未全程使用空氣呼吸器等呼吸防護具即進入槽內。
 - 作業人員進入人孔未設有防止墜落措施。
 - 作業人員安全衛生教育訓練不足。



下汙水工程作業沼氣中毒現場

案例五：從事汗水井管線阻塞清除作業硫化氫中毒致死災害

- 發生經過：民國113年1月18日高雄某魚電共生廠汗水井內，發生從事管線阻塞清除作業之蔡姓勞工疑似硫化氫中毒而失去意識，進入搶救的熊姓勞工同樣也中毒昏迷，經消防隊搶救送醫後，仍不幸造成1死1傷。
- 原因分析
 - 罹災勞工進入汗水井作業時，未採取通風換氣，且作業期間未確認氧氣及危害物質濃度。
 - 進入救援人員未全程使用空氣呼吸器等呼吸防護具即進入槽內，致吸入硫化氫中毒。
 - 作業人員安全衛生教育訓練不足。



高雄某魚電共生廠勞工掉入汗水井災害現場

作業危害辨識與風險評估

- 汙(廢)水下水道作業及汙(廢)水池清淤作業，常須進入人孔等局限空間之工程、管線(渠)維護、維修、保養、勘查或檢視作業，通常作業時間不確定，且多為臨時性、短暫性或非預期進入而進入作業。局限空間作業為較高風險之作業類型，具有缺氧、中毒、墜落、崩塌、捲夾及感電等危害，而**缺氧及中毒**為局限空間作業常見高風險災害類型。

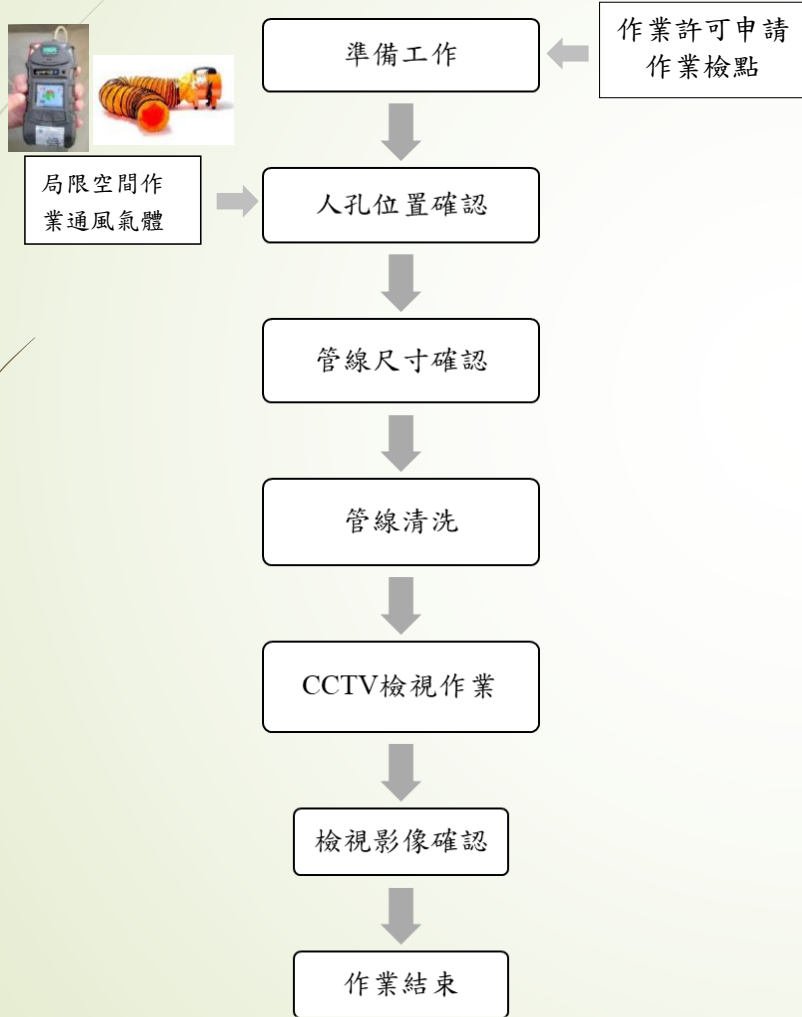


局限空間缺氧危害環境常造成嚴重傷亡



救援人員穿戴空氣呼吸器入廢水槽營救吸入硫化氫中毒人員

汙(廢)水下水道清淤及汙(廢)水池安全作業程序



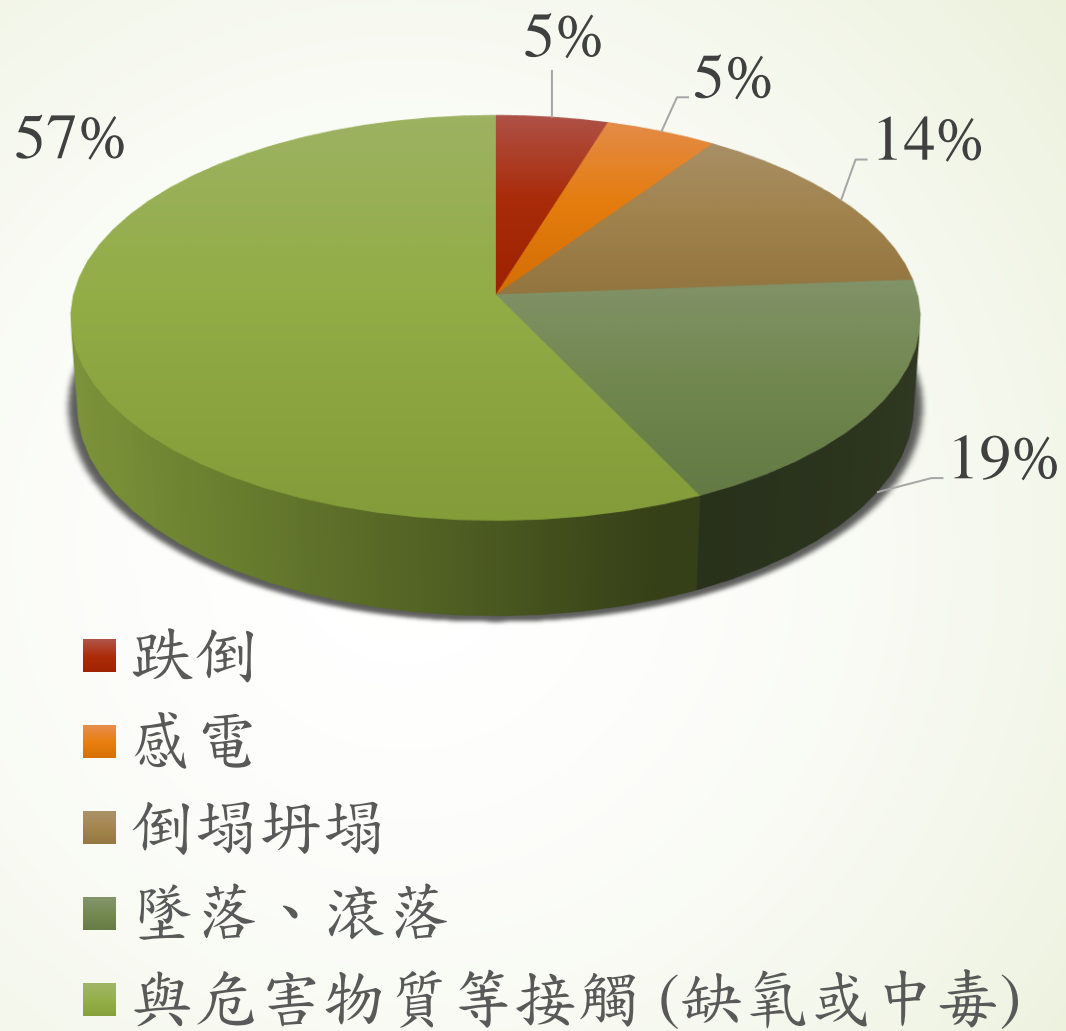
汙(廢)水下水道清淤作業流程



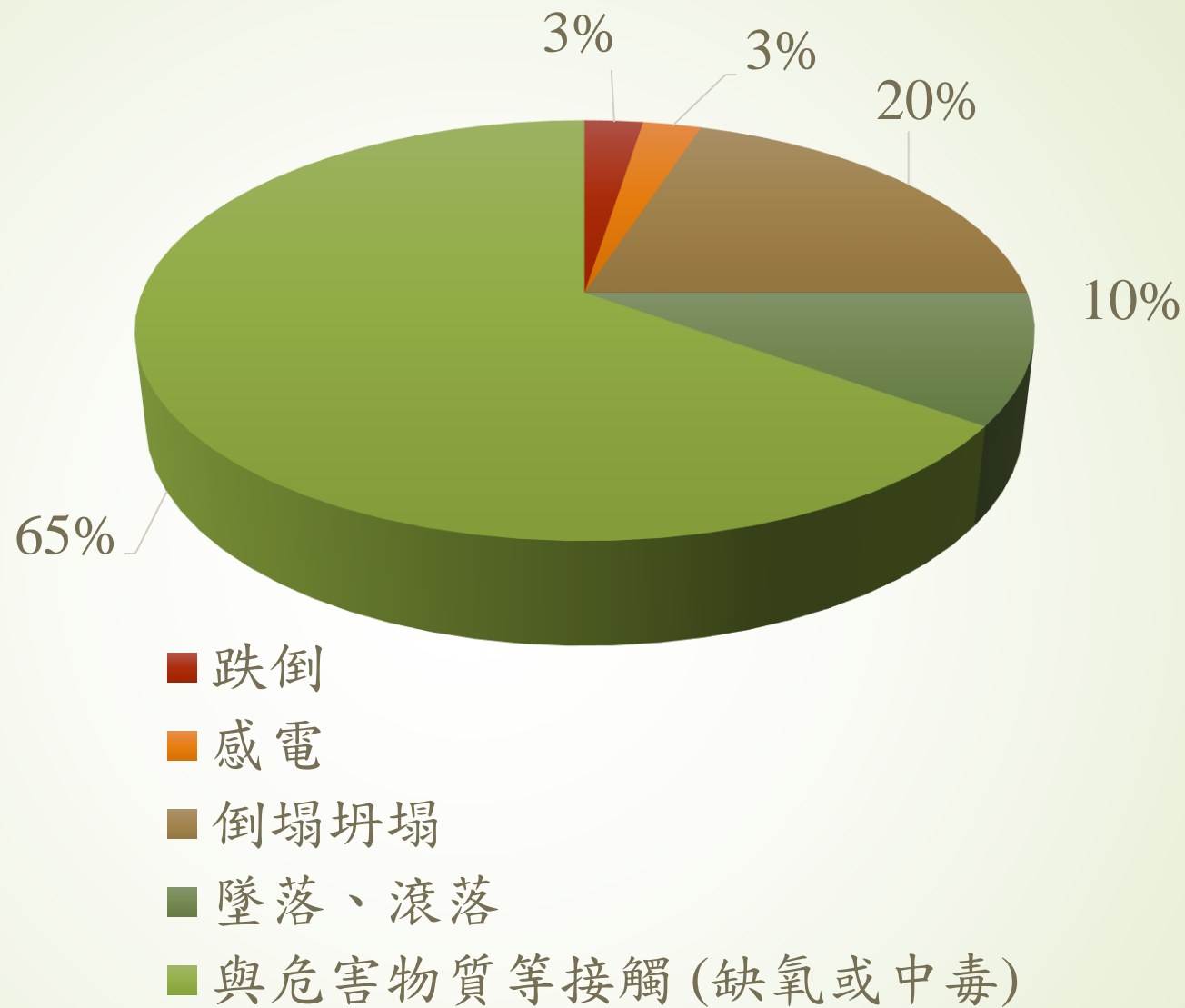
沉澱池進流渠清淤作業標準流程

汙(廢)水下水道及汙(廢)水池清淤作業職災案例統計分析

- 從勞動部職安署、勞動檢查機構及勞動及職業安全衛生研究所等單位之網站，及新聞媒體、報章雜誌，蒐集近5年內局限空間作業重大職業災害案例相關資料，並進行職災原因分析、統計及提出相應之防災對策。
- 經統計民國109至113年職災實例中汙(廢)水下水道及汙(廢)水池清淤作業相關者計21件，共造成勞工20人死亡、20人受傷。
- 在缺氧、硫化氫等有毒氣體中毒災害案中，除作業相關之勞工、承攬商、雇主外，甚至包括救援人員，未確實採取**通風換氣**及**作業環境監測**等措施，導致發生死傷嚴重之職業災害。



109-113年間汙(廢)水下水道及汙(廢)水池清淤作業之職災件數百分比



109-113年間汙(廢)水下水道及汙(廢)水池清淤作業之職災人數百分比

缺氧或中毒職災原因分析

- ➡ 歸納上述下水道作業職災原因主要為通風、環測、救援及教育等四大問題。
- ➡ 解決此四大問題所需強化之認知與技能。

通風問題

- 大部分是作業前未進行充分之通風，其中有多數作業因作業空間狹小，人員作業時通風管路不易進入該空間，有些案例為人員因撿拾器材，未進行通風及逕行進入下水道，吸入缺氧空氣或有毒氣體而釀災。
- 有案例為通風設施之送風口放在不當位置，導致引擎排放廢氣被送入人孔之局限空間內，人員因吸入一氧化碳等有害氣體導致傷亡之災害。

遭遇狹小空間之通風解決方案

- 可採用新款通風設備(無翼扇形送風機，如圖)，不須使用風管直接從人孔送風，並在另一處人孔進行排風，使下水道作業環境中可產生空氣對流，並維持連續通風，可有效通風及排出有害氣體，此通風設備可在狹小局限作業空間可參考此通風方式，可避免人員在狹小空間作業，因作業環境無法持續通風而衍生缺氧、中毒等職災。



無翼扇形送風機(圖片諾迪股份有限公司提供)

環測問題

- ▶ 多數災害案例於作業現場未置備環境測定儀器，或雖有測定但測定方法不當，無法得知下水道局限空間內之氧氣及有害氣體濃度，人員未確認作業環境氧氣及有害氣體濃度，就貿然進入局限空間作業，導致吸入缺氧或有害氣體而釀災。

個人攜帶式氣體偵測器

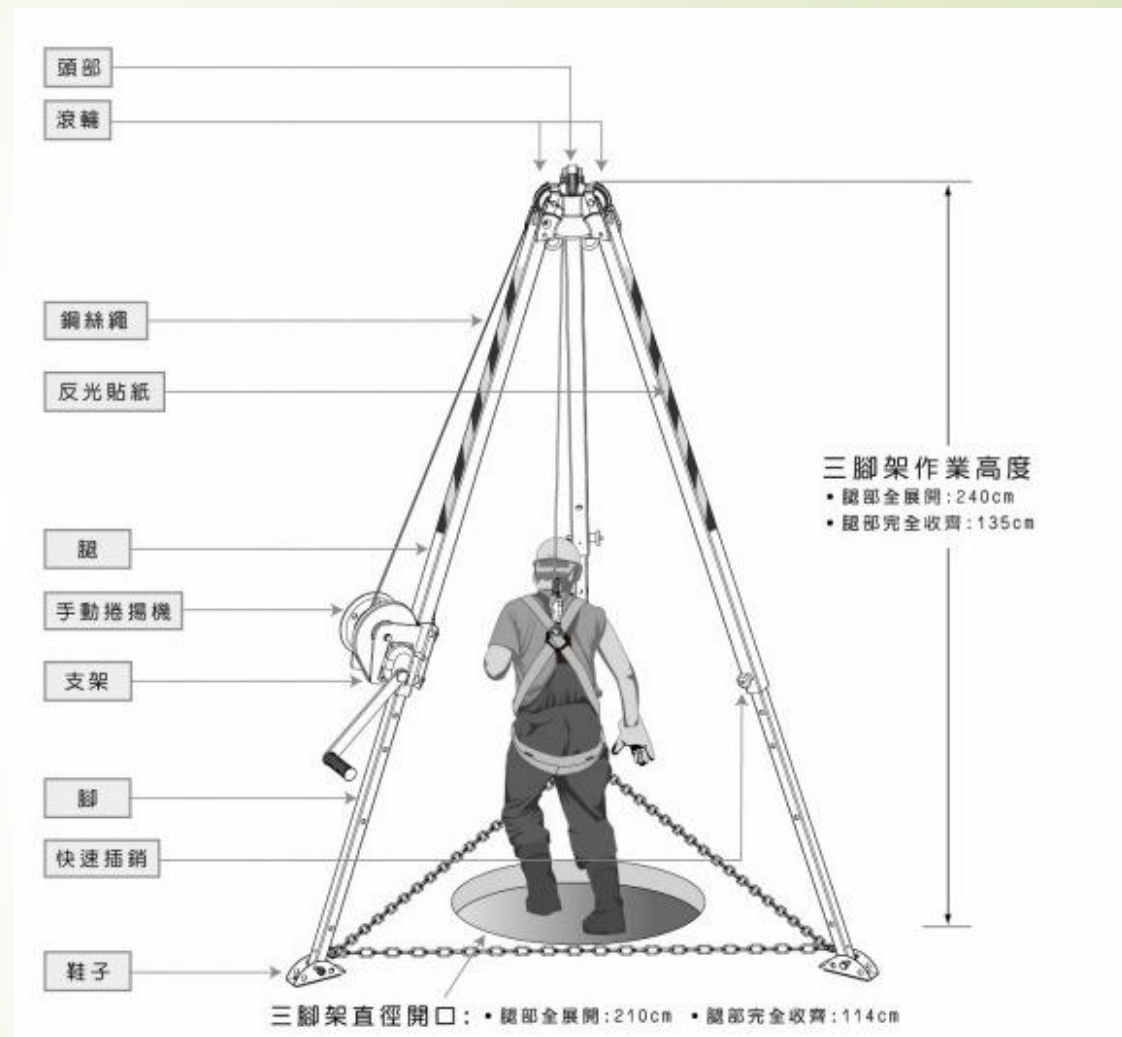
- ▶ 一般下水道環境監測係在局限空間作業環境外部施測，人員在狹小空間作業時，從局限空間外部測得確切之氧氣及有害氣體濃度，有其技術上之困難。此時優先使用**主動式氣體偵測器**施測，最後才需要作業人員使用攜帶型氣體監測器，才能有效測得作業點實際之氧氣及有害氣體濃度。



四用氣體偵測器(經 CE、FCC、歐盟認可)

救援問題

- 在發生人員受困、昏倒於局限空間時，現場大多無緊急救援設備，共同作業人員在無適當救援設備之情況下，逕自進入局限空間施救受困人員，導致多人同時受困，釀嚴重傷亡之職災。



緊急救援設備

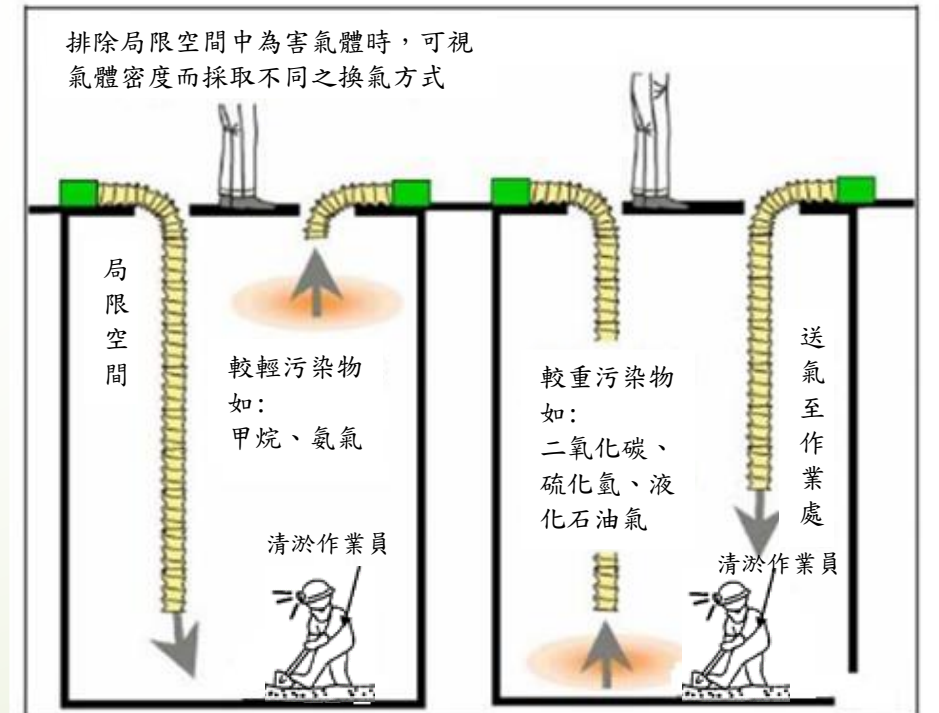
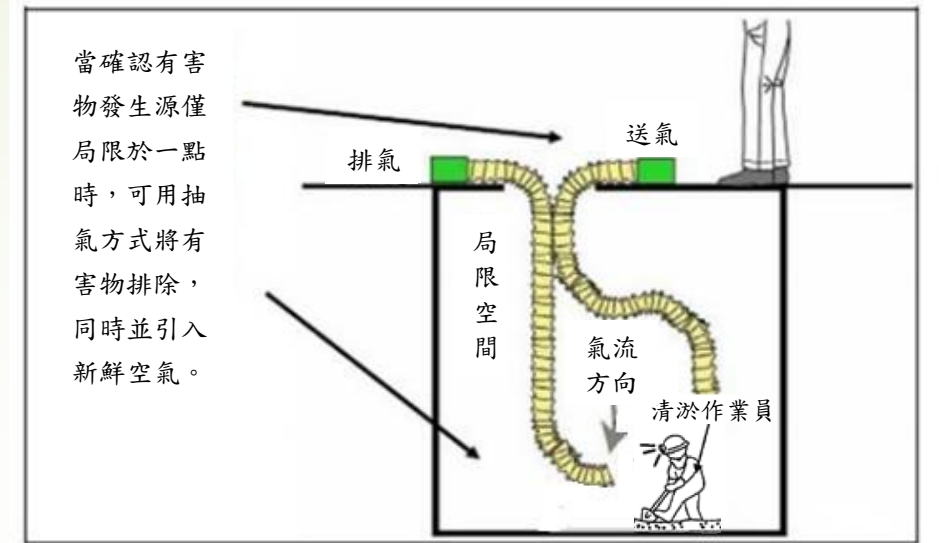
教育問題

- ▶ 災害案例中，多數罹災者未接受局限空間作業危害相關訓練，即使有接受相關訓練，對通風設備之使用、測定儀器之操作，及救援設備之架設、使用等實務操作皆嚴重不足。

通風設備須注意下列事項

21

- ▶ 作業期間應持續進行通風，通風位置要配合作業人員之呼吸帶。
- ▶ 當確認有害氣體發生源僅局限於一點時，可用抽氣方式將有害氣體排除，同時並引入新鮮空氣。
- ▶ 當有害氣體比重大於空氣(如硫化氫)時，排氣管應接近作業位置下方(有害氣體處)，送氣管應置於上方。
- ▶ 當有害氣體比重小於空氣(如甲烷)時，排氣管應接近作業位置上方(有害氣體處)，送氣管應置於下方。

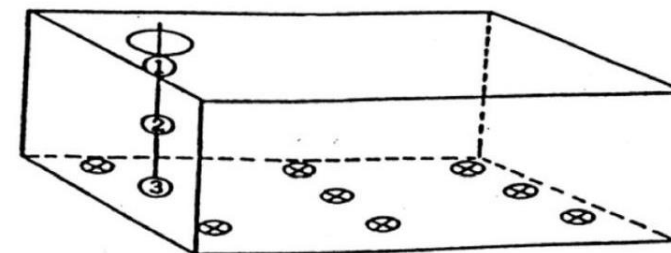


環境監測位置應考慮事項

- ▶ 有發生突出侵入缺氧空氣之位置。
- ▶ 垂直方向與水平方向各選三個以上測點。
- ▶ 勞工進入可能滯留之位置且測定位置需配合作業人員之**呼吸帶**。
- ▶ 前項確認結果應予記錄，並保存三年。



人孔、坑、井之監測位置



先在開口下方1、2、3位置實施測定，必要時配戴空氣呼吸器進入測定其餘各點

下水道內部及船艙、水槽之監測位置

供氣式呼吸防護具應注意事項

- ▶ 作業勞工應接受過呼吸防護具相關訓練，並在作業主管監督下使用呼吸防護具。
- ▶ 應定期妥善的實施清潔及檢查鋼瓶、壓力錶、呼吸面罩、輸氣管等是否符合有效性狀態，並搭配呼吸防護計畫。
- ▶ 空氣回填之空氣品質須符合我國CNS 14258 Z3035 標準規定。
- ▶ 建置一套確認正確使用空氣鋼瓶及空壓機的作業程序。
- ▶ 執行確立的預防措施，以避免不正確地使用輸氣管接頭與錯接管線。
- ▶ 執行確立的預防措施，避免使用空壓機時周遭環境有引擎排放一氧化碳等廢氣暴露之虞。



自攜式空氣呼吸器

背負式安全帶應注意以下事項

- 安全帶須依職業安全衛生設施規則第281條規定，採用符合國家標準 CNS 14253-1 同等以上規定之全身背負式。
- 由背後D型環抓住安全帶，搖動一下安全帶，讓所有帶子都垂下來。
- 目視檢查安全帶及安全繩索有無損害的跡象。
- 使D型環位於背部兩肩頰骨中間。
- 連接腰部綁帶。
- 扣緊雙腿間大腿綁帶部分並連接大腿綁帶至另一端。
- 當所有帶子都扣上，拉緊所有調整扣環，使安全帶合身舒適，但能自由活動。
- 若安全帶包含胸前綁帶，調整其位置使胸前扣環能落於胸口區域中間的位置，並拉緊綁帶。



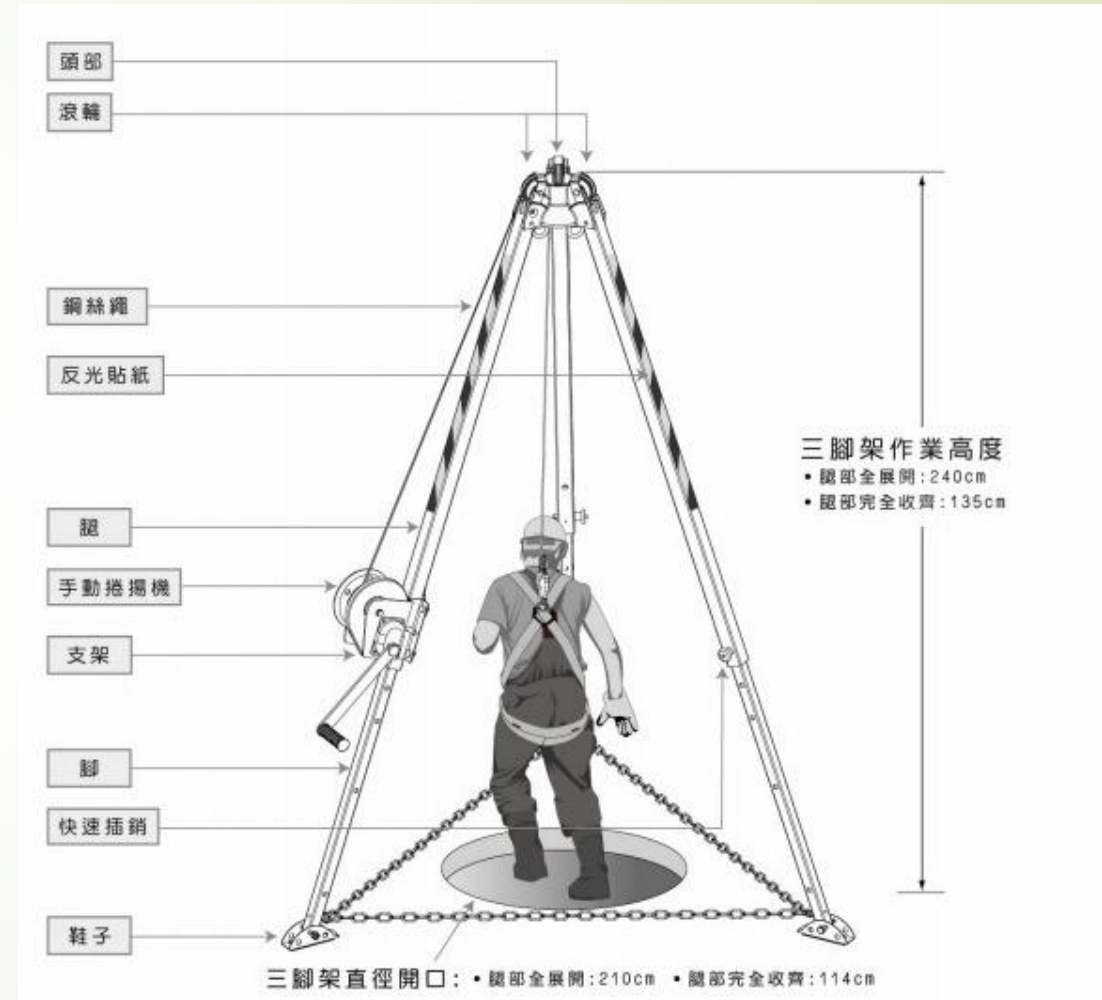
背負式安全帶

捲揚式防墜器

背負式安全帶及捲揚式防墜器

緊急救援設備-吊掛用三腳支撐架注意事項

- 使用符合安全認證之升降設備，每次使用前，必須經過嚴格的檢測，關於鋼索架，拉針使用，安全腳，鎖針必須被嚴格的檢測是否正確的安裝，任何危險的操作都能導致危險發生。
- 使用降落系統之前必須經過訓練，以避免救援過程中可能發生的危險情況。
- 在使用之前，必須檢測每個鋼架，所有鍊子的緊固性能。使用該設備的人必須進行上述測試，有任何不適合的微小損害都不宜操作。
- 用一個三角架作為固定點，具備鋼索捲揚器，以備工人在發生意外時可以快速的將其救援至地面。
- 必需架設另一條安全繩通過一個自動制停(煞車)的確保器，由地面上一位救援人員收放繩索，以防止工人墜落。



緊急救援設備

一、下水道業者結構性及制度面問題改善方案

- ▶ 業者在承包上述作業時，常因公開招標**壓低價錢**，而略去許多應做的安全防護措施。且為節省成本，作業勞工往往採用未接受相關之安全衛生教育訓練之**派遣工**，在缺乏危害認知訓練及相應之防護措施下，導致作業過程時常發生職業災害，此乃汙(廢)水下水道及汙(廢)水池清淤清淤業者結構性問題。
- ▶ 若要改變目前汙(廢)水下水道及汙(廢)水池清淤作業面臨之窘境，須從制度面進行變革，由發包單位在發包相關作業時，要求業者提供**作業安全規劃**，包括**安全衛生設施之設置及相關經費之編列**，且發包單位也須盡到監管責任，**確實要求並監督業者做好安全防護措施**。對於安全防護不良之業者，應限制其從事汙(廢)水下水道及汙(廢)水池清淤作業，**逐步淘汰這些無良業者**，方能從源頭杜絕汙(廢)水下水道及汙(廢)水池清淤作業職災一再的發生。

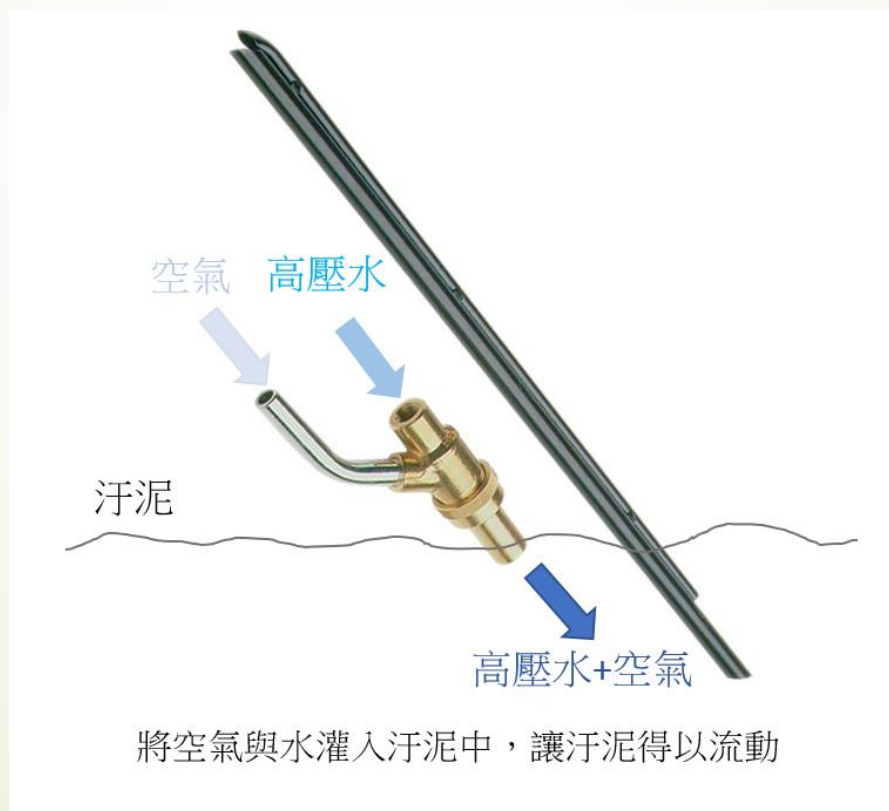
二、氧氣及有害物濃度之測試困難之處改善方案

- ▶ 一般下水道環境測定係在局限空間作業環境外部施測，人員在狹小空間作業時，從局限空間外部測得確切之氧氣及有害氣體濃度，有其技術上之困難。
- ▶ 需要作業人員使用攜帶型氣體測定器，方能有效測得作業點實際之氧氣及有害氣體濃度。



三、人員遭遇狹小空間作業之解決方案

- 使用噴砂槍/倒鉤噴嘴搭配延伸桿（可增加射程）來進行水刀通管，能安全又快速完成汙(廢)水池清洗作業。



四、清淤工具卡住脫困之解決方案

- 從地面遠程控制污水管線內的 CCTV 檢視車，利用檢視車上的投射光調查管線內的狀況，配合使用適當之夾具，夾出卡住之清淤工具。



CCTV 檢視車



取物夾



CCTV 檢視車

取物夾具

使用管線內的 CCTV 檢視車及取物夾取出卡住之清淤工具

五、其他突發狀況之解決方案

- 人員受困於下水道內時，此時救援人員必定要戴用必要的個人防護裝備，如空氣呼吸器，並使用背負式安全帶、捲揚式防墜器，配合使用吊掛用三腳支撐架將受困人員脫救至人孔外。



六、實務與法規面扞格處之解決方案

- 設施規則第29條之5規定：雇主使勞工於有危害勞工之虞之局限空間從事作業時，應設置適當通風換氣設備，並確認維持連續有效運轉，與該作業場所無缺氧及危害物質等造成勞工危害。惟下水道作業在遭遇狹小空間時，人員若在此環境作業時，通風管路並無法進入此位置，在通風無法持續進行時，人員可能會暴露在缺氧、中毒危害。
- 目前有新款通風設備(無翼扇形送風機，如圖)，不須使用風管直接從人孔送風，並在另一處人孔進行排風，使下水道作業環境中可產生空氣對流，並維持連續通風，可有效排出缺氧空氣及有害氣體，此通風設備值得在下水道等局限空間作業環境進行推廣。



執行作業防災方式

■ 對於上述作業之危害風險進行風險管控，可以導入工程控制為優先之方案，降低人員進入局限空間作業頻率之方式。若無法避免人員進入局限空間作業，作業前之危害辨識及相應安全防護方式之有效執行方式，以杜絕局限空間之作業危害可能造成之人員傷亡。

一、導入工程控制方案

二、作業環境監控方案

三、個人安全防護方案

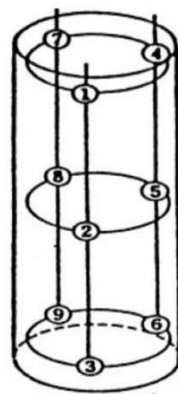
一、導入工程控制方案

- 使用清淤機器人(如圖)代替人工作業，或以遙控方式進行作業，作業人員不須進入局限空間，使人員遠離有害作業環境，即可免除人員暴露危害之風險。

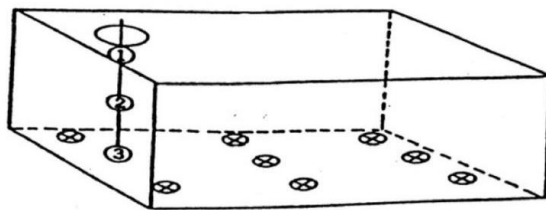


二、作業環境監控方案

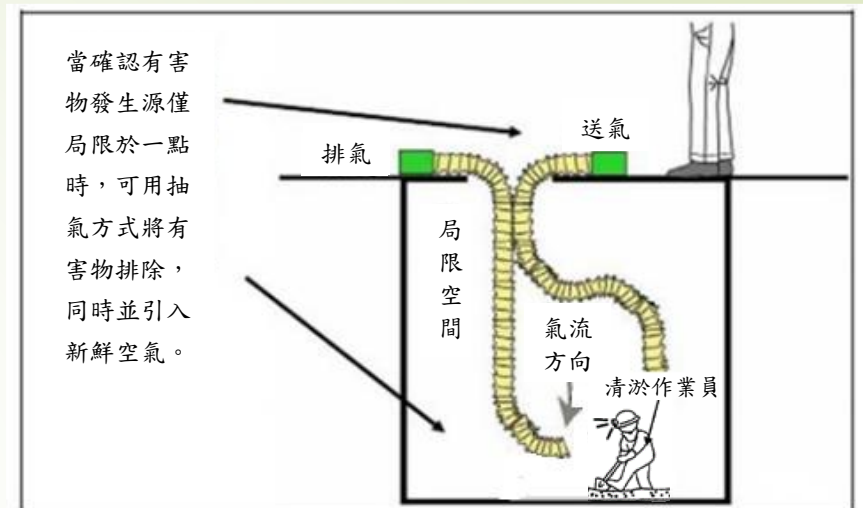
- (一)使用四用氣體偵測器進行環境監測
- (二)正確使用通風設備排除缺氧及有毒氣體



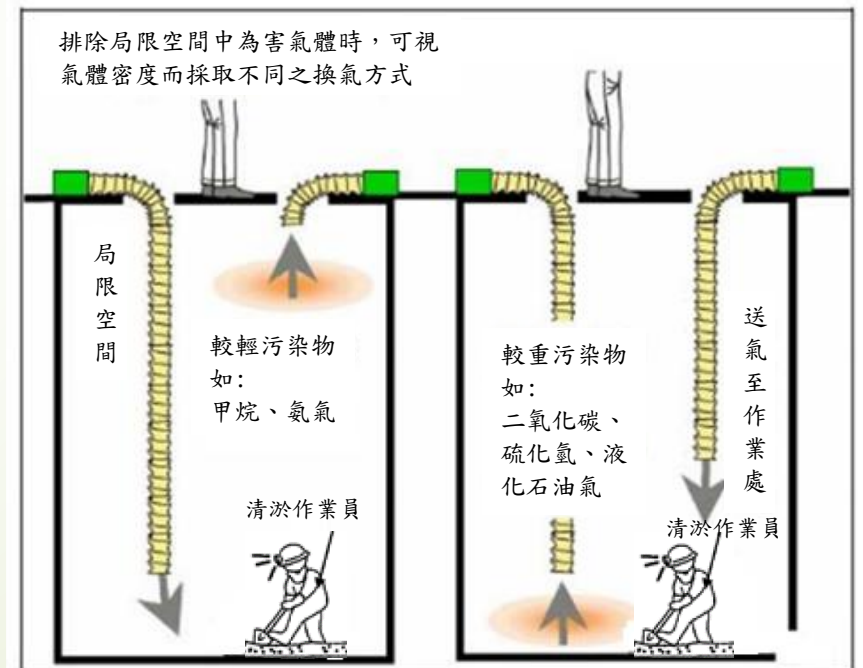
在三個不同深度各
選取三個測定點



先在開口下方1、2、3位置實施測定，必要時配戴空氣呼吸器進入測定其餘各點



排除局限空間中為害氣體時，可視氣體密度而採取不同之換氣方式



三、個人安全防護方案

- 當下水道(清淤)作業因突然氧氣濃度不足，或大量有害氣體釋出，此時應先通風、測定...等，若有人員受困於下水道內，救援人員除須戴用空氣呼吸器及背負式安全帶，並應使用吊掛用三腳支撐架將受困人員脫救至入口外。



背負式安全帶



捲揚式防墜器

未來如何提升改善建議

- 一、改變發包制度面
- 二、引進先進工程技術
- 三、以租賃提方式供安全防護設施

一、改變發包制度面

- ▶ 業者在承包上述作業時，常因公開招標壓低價錢，而略去許多應做的安全防護措施，因此在發包時應制定合理之價格。由發包單位在發包相關作業時，要求業者提供「作業安全規劃」，包括安全衛生設施之設置及相關經費之編列，且發包單位也須盡到監管責任，確實要求並監督業者做好安全防護措施。

二、引進先進工程技術

- 使用清淤機器人代替人工作業，或以遙控方式進行作業，使人員遠離有害作業環境，即可免除人員暴露危害之風險。
- 水道作業在遭遇狹小空間時，可使用新款通風設備(無翼扇型送風機)，不須使用風管直接從人孔送風，並在另一處人孔進行排風，使下水道作業環境中可產生空氣對流，並維持連續通風，可有效排出缺氧空氣及有害氣體，可避免人員在狹小空間作業，因作業環境無法持續通風而衍生缺氧、中毒等職災。

三、以租賃提方式供安全防護設施

- 由政府相關部門扶助、鼓勵安全防護設備商，以租賃方式提供汙(廢)水下水道及汙(廢)水池清淤業者必要之安全監控及防護裝備，如：四用氣體偵測器、通風設備、空氣呼吸器、緊急救援設備等，藉租賃取得必要安全監控及防護設施，業者不必投資昂貴設備，即可取得必要之安全監控及防護裝備，定可減少局限空間職災發生。

報告完畢

敬請指教