

由職災案例談特殊作業管理

作者姓名：劉銘池

行政院勞工委員會北區勞動檢查所製造業組組長

一、前言

事業單位之行業種類繁多，各項設施及生產作業亦是複雜，故政府訂定之勞工安全衛生法令僅係為保障勞工安全所訂定一般通用之最低要求標準，無法詳細涵蓋所有設施及生產作業，若事業單位安全衛生工作僅被動地以達到法令規定為目標，即使檢查機構如何再增加檢查人力，其結果也只能將職災控制在一有限範圍內，無法再更進一步降低。欲防止職業災害發生，唯有事業單位能建立安全衛生自主管理體系，落實安全衛生自主管理，由事業單位自己發掘問題，檢討問題，持續不斷改善，安全衛生工作表現超越法令之基本規定，自可達到防止職業災害發生目的。

為了預防重大職業災害的發生，我們除了可以由健全各項防災設施著手外，更需建立健全的安全衛生管理制度、訂定各項作業的安全標準作業程序、特殊作業的作業管制機制、完整的安全衛生教育訓練計畫等等，其中因為特殊作業並非公司常態性的作業，且特殊作業管制往往又涉及到承攬管理的落實，因此特殊作業管理不落實往往是事業單位發生重大工安事故的主因，本文就藉由探討桃園縣某家科技公司火災爆炸案來驗證「特殊作業管理」的重要性

二、災害案例

(一) 災害發生經過

96年6月25日上午9時44分桃園縣政府消防局119接獲報案，桃園縣蘆竹鄉海湖東路(○○科技股份有限公司)發生爆炸，隨即出動各式消防車輛，並通報消防署調派台北市政府消防局、台北縣政府消防局、桃園機場消防隊協助搶救。總計出動41部各式消防車輛，人員100名。

現場為2樓RC結構建築物，燃燒室外化學儲槽(冰醋酸30噸9座、150噸1座;PGME 150噸1座;50噸2座;250

噸 1 座；30 噸 1 座；PGMEA 150 噸 3 座；250 噸 1 座；50 噸 2 座；BDG 300 噸 1 座），並燒毀廠房內機器設備及辦公室約 1500 平方公尺，造成 7 名員工死傷（1 死、6 傷），財務損失約 2 億 5 仟萬元。（圖 1）



圖 1 爆炸現場照片

（二）災害發生原因

1. 燃燒物質概述

（1）物質特性：

本次發生事故的化學原料儲槽分別裝有冰醋酸、丙二醇甲醚（PGME）、二乙二醇丁醚（DBG）與槽車灌裝區的槽車分別有乙醇胺（MEA）、GD-200 等物質，其個別的閃火點及爆炸上下限如表 1 所示。由表 1 得知都屬於高易燃性的化學藥品，閃火點為三、四十度，燃燒受熱後造成儲槽內的液體急速膨脹，而引發數波罩狀雲連鎖爆炸。另外丙二醇甲醚（PGME）在高溫時會發生脫水作用而產生低沸點易爆性之丙烯（propene），而引發連鎖爆炸。

表 1 事故點火源旁所存放的化學品火災爆炸特性

物質名稱	閃火點	爆炸上限	爆炸下限
冰醋酸	39°C	19.9 %	4.0 %
丙二醇甲醚	31~32°C	13.8 %	1.6 %
二乙二醇丁醚	78°C	24.6 %	0.4 %
乙醇胺	85°C	17.0 %	5.5 %

起火點：

在第一次起爆點係為內裝有 20%的丙二醇甲醚槽體炸飛，由

2. 起火源分析

依據事故現場多項爆炸破壞痕跡調查結果，茲分析起火源如下：

(1) 切割動火作業：

(a) 可能引火源為事故現場的動火作業，現場有使用到焊機具與砂輪切割機具。而在事故現場發現到在鐵塔下方的金屬管線有切割過的痕跡。而根據現場作業員工闡述，當時是要將兩支金屬管線對調，在切割管線作業時有不明液體與氣體滲出，雖隨即停止作業，但該火源可能引起防溢堤內的有機溶劑燃燒。

(b) 當防溢堤內的廢溶液抽乾後，在 PGME 化學儲槽區旁的中央走道下方發現自儲槽接出來的金屬管線有被切割過的痕跡。而該切割作業可能引起槽內 PGME 燃燒。

(2) 電氣火花：

(a) 在事故現場所使用的電器設備幾乎皆屬於防爆型電器。電源控制開關，主要是受熱熔融與火焰燒毀的現象。故初

步排除電氣火花危害之可能性。

(3)車輛排氣管火星：

(a)根據槽車司機闡述，在事故發生前，槽車灌裝區正要實施載運化學原料槽，當接近作業平台，突然聽見巨響，火球就直撲而來。

(b)而根據災害現場調查結果，槽車灌裝區並非起炸點，且車輛的排氣管與外觀處並無灼燒的痕跡。故初步排除車輛火星危害之可能性。

(4)化學反應：現場的儲槽原料 PGME、BDG 都屬有機溶劑，並不會與冰醋酸發生化學劇烈反應，故排除化學失控反應危害之可能性。

綜合上述：

分析災害發生之可能原因為：96年6月25日上午9:30幾分○○科技股份有限公司桃園廠陳○○課長經目視檢視計畫切管之管線沒有殘液流出，請鍾員至槽頂關閉氣動閥，鍾員下來後陳課長指示○○工程公司施作人員葉○○進行管線之切割作業，葉員以手提式砂輪切割機切割TK5303A進料管，該切割造成火花自管內回火燃燒，之後鍾員又將氣動閥打開，火源沿管線經進料管之導入管上兩個0.6公分小孔進入槽體內，槽內PGME揮發蒸氣與槽內未被置換空氣之混合氣體直接被點火而爆炸(附圖2;事故發生模擬圖)，(另鍾員下槽頂至空橋時，氣動閥之氣壓缸可能由金屬管材之熱傳導加熱及墊圈因熱劣化而爆開)，而使TK5303A槽由槽底爆破炸飛，並引起儲槽區其他易燃液體桶槽之燃燒爆炸，造成義鎧科技股份有限公司桃園廠於儲槽區附近工作之8名員工灼燒傷，經送醫急救，其中高○○不治死亡，胡○○、游○○、陳○○、鐘○○及賴○○等5人重傷住院，另外黃○○及陳○○有兩名員工擦藥後無大礙隨即離開醫院。

1 直接原因：危險物儲槽爆炸，致附近作業人員被燒灼造成1名勞工不治死亡，5人重傷。

2 間接原因：

不安全狀況：

(1)動火作業(切割管線)時,管線內仍有危險物(PGME 液體及蒸氣)存在。

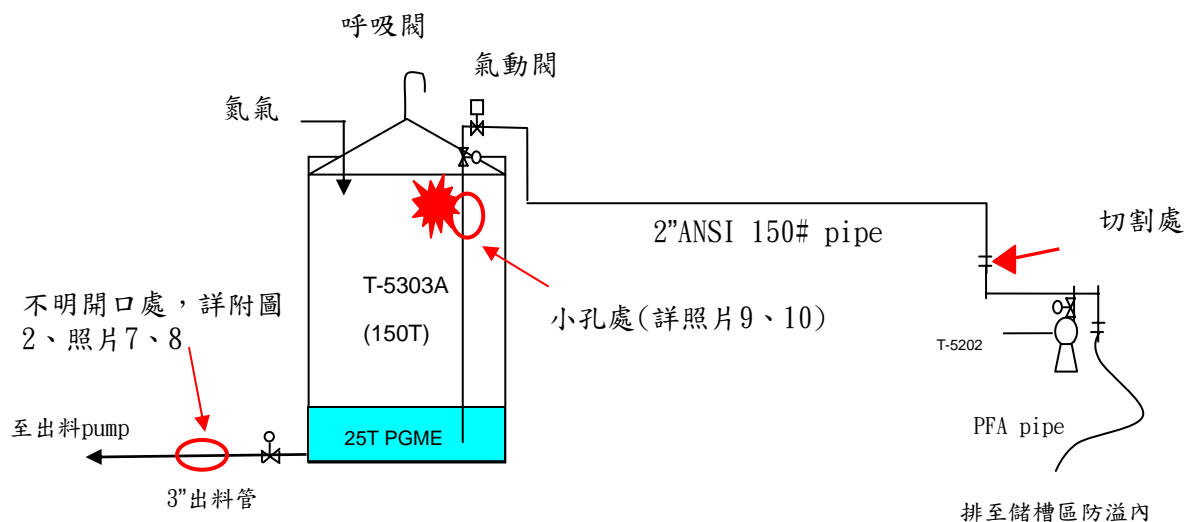
(2)對於化學設備及其附屬設備之改善、拆卸作業,未將閥雙重關閉或設置盲板。

3 基本原因：

(1)未落實動火管制作業。

(2)未落實承攬管理作業

(3)作業勞工危害意識不足。



附圖 2：事故發生模擬圖。

三、災害防止對策

(一) 雇主對於有危險物或有油類、可燃性粉塵等其他危險物存在之虞之配管、儲槽、油桶等容器,從事熔接、熔斷或使用明火之作業或有發生火花之虞之作業,應事先清除該等物質,並確認無危險之虞。(勞工安全衛生設施規則第173條暨勞工安全衛生法第5條第1項)

(二) 雇主對於化學設備及其附屬設備之改善、修理、清掃、拆卸等作業,應指定專人,依下列規定辦理：一、…二、為

防止危險物、有害物、高溫水蒸汽及其他化學物質洩漏致危害作業勞工，應將閥或旋塞雙重關閉或設置盲板…。(勞工安全衛生設施規則第198條暨勞工安全衛生法第5項第1項)

(三) 雇主對勞工應施以從事工作及預防災變所必要之安全衛生教育、訓練。(勞工安全衛生法第23條第1項)

(四) 事業單位以其事業之全部或一部分交付承攬時，應於事前告知該承攬人有關其事業工作環境、危害因素暨本法及有關安全衛生規定應採取之措施。(勞工安全衛生法第17條第1項)

(五) 事業單位與承攬人分別僱用勞工共同作業時，為防止職業災害，原事業單位應採取左列必要措施：一、設置協議組織，並指定工作場所負責人，擔任指揮及協調之工作。二、工作之連繫與調整。三、…。四、相關承攬事業間之安全衛生教育之指導及協助。…。(勞工安全衛生法第18條第1項)

三、動火作業管理重點

根據勞委會之勞動檢查，近幾年的年報顯示，國內製造業因動火切割之熱源、火花或工作物熱表面及電線走火、電焊機感電引起工作人員重大職業災害，約佔18%。因此，如何防止因熱(電)引起的火災爆炸及工作人員接觸破損的焊接柄、電焊條、焊接中之帶電金屬母材、電焊夾頭帶電部、電焊機漏電等，以降低動火工作造成的職業災害，應強化重點管理事項：

1. 動火作業前應確認明火作業申請表有否申請，明火作業時間、地點、工作內容是否相符。
2. 電氣部份應確認電氣設備是否經檢查合格才入場(合格證)，電源開關箱是否依照電焊作業電流大小來選用具有電氣絕緣性能及耐熱性及耐衝擊性之絕緣包覆電焊用絕緣型握把(holder)。

3. 電焊機電纜線是否有破皮或機腐損，使用電焊機的二次迴路側配線係使用橡膠絕緣電纜(Cab-tire Cable)及焊接用電纜，應要求電焊人員配合電焊機電弧之電流高低選擇大小合適、無損傷之電纜線，避免使用過細之電纜線造成過負荷材質劣化，另外部被覆破損心線外露易造成人體接觸感電之虞。
4. 人員是否使用手套內層經過樹脂處理之絕緣手套施行動火作業可防止因電焊時的電弧熱、火花(Spark)而引起電焊人員手部燒傷，同時避免人員手心出汗會降低手套的電氣絕緣性。

四、結論

各特殊作業如動火作業、電氣作業、高處作業、侷限空間作業、起重吊掛、危害物使用等危害性較高之作業須建立工作許可制度，要求作業前須事先提出申請，由相關負責人員確認該作業之危害因子(如相關作業主管是否在現場監督，操作人員是否有合格證照，作業場所是否有危險物存在，使用之機器設備是否安全等)已在掌控中，方能簽認同意該作業之進行。工作許可實施辦法至少應包含：

1. 作業申請程序
2. 申請表格
3. 指定核發許可人員或部門
4. 指定現場監督人員或部門
5. 核發許可所要注意事項，如特定設備使用程序、爆炸環境、通風、氧氣濃度及有害氣體之監測等。
6. 規定應使用之個人防護具、逃生及急救、滅火設備。
7. 現場作業應注意事項。
8. 每次核發許可之時間限制應不逾一日。

特殊作業因非常態性作業，因此操作同仁往往會忽略此等作業的風險，由本案例中可以很清楚的了解到，一個簡單的管線修改作業，因為公司的管理機制未周延、作業勞工的輕忽，所造成的災害後果卻是難以衡量，故而所有事業單位對於公司內部的特殊作業管理不可不慎。