

出國報告(出國類別：實習)

CMC Rescue School 侷限空間救援訓練

服務機關：內政部消防署

職稱姓名：分隊長陸瑞璽、隊員陶志偉

派赴國家：美國

出國期間：107 年 10 月 7 日至 16 日

報告日期：107 年 12 月 20 日

摘要

CMC 救援學院(CMC Rescue School)於 1982 年成立於美國加州，係由各種具救援專長的現職及退休消防人員所組成，該團隊致力於透過實際勤務與教學經驗，進而成為結合救援器材之教學、研發與技術研究合一的專業救援教學團隊。該學院師資，除於美國國內定期開課外，並受邀於各國教授有關繩索救援 (Rope Rescue)、侷限空間救援(Confined Space Rescue)、壕溝支撐救援(Trench Rescue)、倒塌建物支撐(Emergency Building Shoring)等課程，亦針對軍方、風力電風機工作者等特殊工作或單位，規劃與執行特殊救援訓練。

侷限空間救援環境，充斥著許多複雜危害因子，且救援人員技術要求較高。以往救援技術多以實際經驗傳承，作為人員及團隊的訓練方式。此次內政部消防署特種搜救隊派員赴美，除學習該國目前實務救援方式，實際操作該國侷限空間救援器材，並學習侷限空間救援課程系統化授課方式，以期對我國未來救援技術及技術傳承有所助益。

目錄

第一章 目的及過程.....	4
第一節 目的.....	4
第二節 過程	6
第二章 侷限空間救援訓練	9
第一節 美國法規依據.....	9
第二節 侷限空間救援器材.....	10
第三節 侷限空間救援現場管理	19
第四節 侷限空間救援實作及擬真情境操作.....	28
第三章 本德消防局 305 分隊.....	43
第四章 心得與建議.....	62

第一章 目的及過程

第一節 前言

99年10月2日林口某公司以柴油清洗油槽，發生林姓工人入槽後缺氧昏迷，惟救援時為爭取救援時間而使用切割器具切割槽體，確造引燃槽內柴油，致林姓工人嚴重燒燙傷。101年2月15日，承包高雄市鳥松區下水道工程的營造廠勞工，為撿拾遺落於人孔的工具，在未通風測定的情況下，貿然進入下水道人孔內，因吸入高濃度硫化氫氣體而中毒昏迷，而2名同事入內搶救，亦因為未穿著適當呼吸防護具而陸續罹災，本事故共造成3名勞工昏迷送醫。101年3月21日，位於高雄市鳳山區污水下水道系統管線工程，黃姓勞工進入人孔執行維修，未確實使用安全帶及防墜器，於進出入人孔過程不慎墜落6公尺深之人孔底部，造成黃姓勞工頭部受傷，經送醫急救後仍因傷重不治死亡。106年6月26日耀華電子宜蘭廠勞工從事廢水槽清污作業，亦造成4死2傷重大職業災害。顯示出了侷限空間作業的危險歷歷在目。

侷限空間在界定上，有以下幾點，一、空間進出口大小只容許1個人進出，二、進出的方式或過程是受限的，三、不是設計用來讓勞工長時作業的。侷限空間包含了坑道、下水道、油槽、油罐車、船體、圍堰、處理容器、反應槽、人孔、工業空間、排水孔、烤箱及鍋爐等，因此侷限空間救援環境非常廣泛，包含了工業環境、道路工程，以及船體施工意外等，都是侷限空間救援技術的範圍。本隊為精進侷限空間救援技術，遂派員赴美實作學習不同環境國家的救援組織及系統，

甚至是他國之救援文化體系，都足以讓我們救援技術更進一步。

第二節 過程

一、訓練行程

日期	預定行程	訓練內容	
10月7日	桃園機場-西雅圖機場-波特蘭機場	啟程(交通日)	
10月8日	波特蘭機場-本德市消防局	駕車前往本德市消防局訓練中心報到(交通日)	
10月9日	本德市消防局訓練中心侷限空間訓練場	1. 美國侷限空間救援法規與案例研討 2. 基本個人救員裝備操作	
10月10日		1. 侷限空間風險評估及排除 2. 侷限空間繩索救援系統操作	
10月11日		1. 侷限空間救援現場管理 2. 侷限空間進入操作 3. 筆試	
10月12日		各類型侷限空間分項操作	
10月13日		綜合情境模擬操作	
10月14日		本德市-波特蘭機場	交通日
10月15日		波特蘭機場-西雅圖機場	交通日
10月16日	西雅圖機場-桃園機場	交通日	

二、訓練教學項目

- (一). Introduction to Confined Space 侷限空間環境介紹
- (二). Entry and Rescue 侷限空間進入及救援注意事項
- (三). Confined Space Regulations 美國對侷限空間作業及救援的相關法規說明
- (四). Atmospheric Monitoring 危害氣體偵測介紹
- (五). Knots 救援繩結
- (六). Harness 救援吊帶、各式患者包覆吊掛器材使用
- (七). Other Confined Space 各種形式的侷限空間講解
- (八). Hazards 各種危害因素剖析
- (九). Hazards Control(Ventilation, Lock out/Tag out, Personal Protective Equip,
Medical Monitoring) 現場危害控制(通風，警戒標示方式/解除，個人保護裝
備 PPE 管理，醫療檢測)
- (十). Anchors 救援用固定點選擇操作
- (十一). Artificial High Anchor Points 人工架高固定點架設
- (十二). Winches (Cable and Rope) 絞盤使用(鋼索型式與繩索型式)
- (十三). Rope Rescue System 侷限空間繩索救援系統操作
- (十四). Belay / Retrieval Systems 繩索確保/上拉系統
- (十五). Rescue Systems and Equip. 侷限空間用之救援系統及設備使用
- (十六). Confined Space Rescue Ops. 侷限空間救援現場作業體系

- (十七). Written Test 筆試
- (十八). Claustrophobia 幽閉恐懼症解說
- (十九). Respiratory Protection Equip. 各種侷限空間救援呼吸裝備使用
- (二十). Communications Equipment 侷限空間救援通訊系統使用
- (二十一). Ventilation Equipment 侷限空間通風設備使用
- (二十二). Ladder Rescue System 爬梯救援系統
- (二十三). Vertical Entry Operations 立坑進入操作
- (二十四). Horizontal Entry Operations 橫坑進入操作
- (二十五). Rescue Scenarios 綜合情境操作
- (二十六). Critique , evaluations and Questions 研討與課程回饋

第二章 侷限空間救援訓練

第一節 美國法規依據

美國在法律上，進入侷限空間作業的人員均需接受過訓練並持有許可證，亦包含侷限空間救援人員。受過操作等級(Operation level)的訓練，才能執行「可目視到患者的情況下」的救援，或是受過更高階的技術級(Technician Level)訓練，才能完全進入侷限空間執行救援(無法從外側目視到患者)，且每年均需接受複訓以維持認證資格(註一)。

美國救援人員在訓練上的依據乃根據國家防火協會(NFPA, National Fire Protection Association)所制定的準則 NFPA1006 與 NFPA 1670。而 NFPA 的準則是依據美國國家標準協會(ANSI American National Standard Institute)所制定。再者，美國又有嚴格的勞檢制度與組織(AHJ Authority having Jurisdiction)，執行侷限空間作業環境有無違法行為(註二)。也就是說，在美國的侷限空間救災現場，除了消防及警察外，現場還有獨立的勞檢監察人員，察看救援程序、人員管制及現場管理等事項。

由美國的制度可發現，該國執法嚴格確實，法規上對專業的尊重及要求亦非常嚴謹，也因此 NFPA 標準一直受世界各國制定標準時作為參考。

第二節 侷限空間救援器材

(一). 半身式固定救援吊帶(CMC Rescue/SKEDCO Drag-N-Lift Harness™)

以往在侷限空間拖拉患者時，全身式 SKED 在轉彎處和窄洞處，均會因 SKED 本身的長度而卡住，此種半身式擔架重量約 5.4 公斤，且長度僅為傳統 SKED 的一半(如圖 1)，患者的雙腿並未固定於擔架內，使得患者在通過狹小空間時，腿部得以彎曲，易於通過。惟該產品在垂直吊掛時，因部份重量會壓在胯下及腋下，有意識患者會較不舒服(如圖 2)。



圖 1 半身式固定救援吊帶(CMC Rescue/SKEDCO Drag-N-Lift Harness™)



圖 2 半身式固定救援吊帶使用時會造成患者鼠蹊部及腋下較大的壓力

(二). 可吊掛式脊椎固定器(SPEC PAK PATIENT EXTRICATION SYSTEM)(如圖 3)

此款固定器非常類似車禍救助使用的脊椎固定器(Kendrick)，並改良成可垂直吊掛拖拉版本(如圖 4)，相較於 SKEDO，SPEC PAK 對脊椎固定效果較完善，但重量約重 11 公斤以上。



圖 3 可吊掛式脊椎固定器(SPEC PAK PATIENT EXTRICATION SYSTEM)



圖 4 可吊掛式脊椎固定器改良成可垂直吊掛拖拉版本

(三). 侷限空間救援用全身式吊帶(CONFINED SPACE HARNESS):

此款吊帶與一般的全身式吊帶最大的不同，在於其左右兩側肩部均有吊環，搭配吊架的使用，可使救援人員身體完全保持垂直，非常適合立坑救援。另其模組化的

口袋設計，可使救援人員便於攜帶侷限空間救援必備的通訊與偵檢器材(圖

5)。



圖 5 CMC 侷限空間救援用全身式吊帶

(四). 工業用三角架(SKED-EVAC INDUSTRIAL TRIPOD)

此次訓練課程所使用的三角架(Tripod)，與我國各消防單位所使用的樣式進
乎相同，惟腳架上端有 2 個固定點，並可於腳座上附掛機械式捲揚器(如圖 6)。



圖 6 訓練所使用的三腳架

(五). 繩索手動絞盤(HARKEN LOKHEAD WINCH KIT) (圖 7)

此款手動絞盤可上拉及下放，是以 10 英吋長手柄手動驅動，上拉時把手正轉及反轉均可上拉，正轉為低荷重快速上升模式，反轉為高荷重慢速省力模式，省力比約為 40:1，1 人即可輕易操作。該手動絞盤可使用編織繩的繩徑介於 10 至 12.7 公厘，在使用繩徑為 11 公厘的編織繩非常順手。惟因省力比高，上拉速度相較一般 3:1 拖拉較慢。下放方式為利用繩索於絞盤走繩的轉折，作為下放的制動方式。此種手動絞盤拆裝簡便，不論三腳架是方管或圓管都可以裝設，亦不需要太多人力於洞口熱區操作。此外，此款手動絞盤亦可以用電動起子機趨動。吊掛的最大荷重為 500 公斤（1,102 磅），用於救援負荷為 240 公斤（529 磅）。



圖 7 HARKEN 手動繩索絞盤

(六). SAVOX 侷限空間通訊系統 (SAVOX CON-SPACE RESCUE KIT)(如圖 8)

該通訊系統分為控制器、訊號分接盒、訊號線、耳機、喉振式發話器及擴音器。控制器可分接 3 線出去，另接上訊號分接盒後，另可分接 4 線。橘色通話纜線每條長度為 30 公尺，通話纜線末端為耳機可固定於頭盔耳側束帶上，發話方式是以喉震式發話器繫於脖子。

一般此通話系統控制器放置於指揮站位置，指揮官可同時透過擴音器聽到系統內所有人的溝通，而前端搜救人員發話，無需按壓發話鍵，可由聲音觸發而發話。另指揮官端發話須按發話鈕，指揮官發話時可產生阻斷功能，全體都只聽到指揮官發話。

侷限空間容易造成無線電電波阻礙，此系統可完全解決通訊斷訊問題，並可隨時監聽內部作業情形。搜救人員搜索與通訊線路的延伸，需要外部人員配合收放纜線。

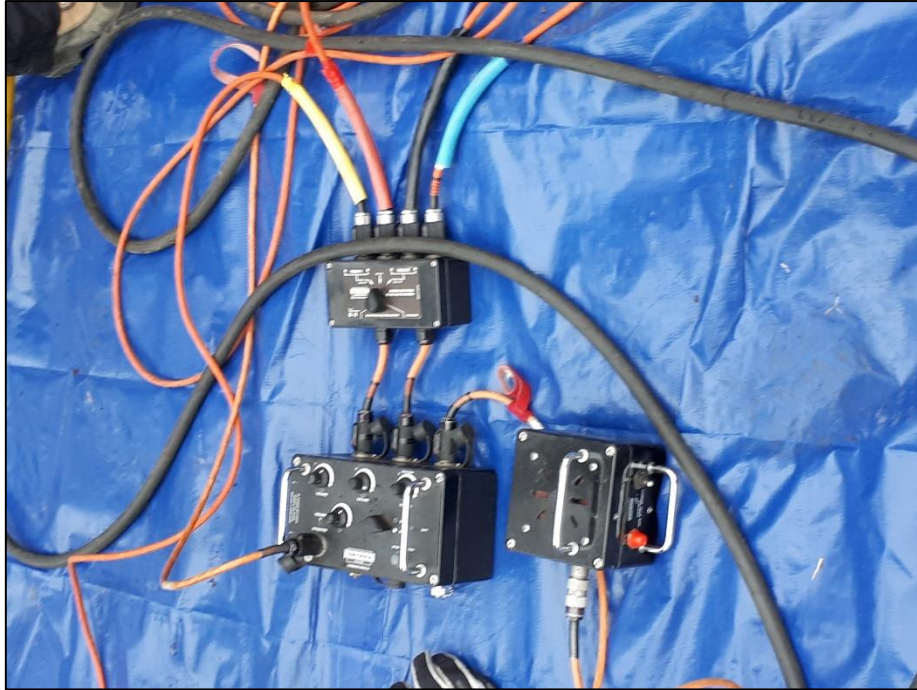


圖 8 SAVOX 侷限空間通訊系統

(七). 外部空氣供應系統

美國以往曾發生救援人員因通過障礙而脫下氣瓶背架，不知障礙物後面有落差，而將氣瓶脫下往前移動時，氣瓶連同背架掉落洞內，連帶將救援者面罩扯下，造成救援者人員失去空氣供給而喪命的案例。另使用傳統氣瓶背架，不利於通過狹小侷限空間救援環境。

此空氣供給系統，一次可同時延伸四條管線，配合控制端 2 個氣瓶，以並聯方式交替使用，並且可依使用環境的不同，而使用輪架式(如圖 9)或輕量化手提供氣系統(如圖 10)。此系統因無氣瓶與背架阻礙，在狹窄管路間移動，可快速通過障礙。另無限制的空氣使用時間亦為其最大優點，而缺點即在於管線長度限制。在管線管理上，推車上設置分隊同仁名牌，在供氣接頭正面，每個接頭旁亦貼有魔鬼氈，在實際使用時，那個接頭目前負責給那位同仁供氣，即一目瞭然，在供

氣異常時，亦易於處理。



圖 9 推車型供氣系統



圖 10 輕量化手提供氣系統

(八). 緊急用逃生氣瓶

在侷限空間中，當供氣管路出問題時，可立即使用緊急逃生氣瓶，其氣量使用時間約為 5 至 10 分鐘，可供救援人員快速脫離救援環境。該氣瓶體積相較正規氣瓶小許多，在實際於管道內移動時幾乎沒有阻礙(如圖 11)。



圖 11 緊急用逃生氣瓶

第三節 侷限空間救援現場管理

一、侷限空間救援團隊組成

侷限空間救援團隊最主要係由三種職位人員所組成，分別為現場指揮官(Entry Supervisor)、管制官(Attendant)、救援人員(Entrant)、後備救援人員(back-up entrant)、通訊控制員(communication)、供氣控制員(Air supply)及管線管理員(Tailer)等，每種職位可由單人或多人組成。

(一). Entry Supervisor(現場指揮官)：

成為指揮官前，必需接受救援者與管制官的訓練，指揮官必需清楚的明白整體救援行動中，各職位所擔負的責任。此外，亦有下列要求事項。

1. 非常的清楚現場所有危險因素，及可能產生的危害。
2. 決定在何種安全條件下可入內執行救援。
3. 有權終止任務及決定現場人員的進入權限。
4. 現場救援行動計劃的可行性及效率評估及認可。
5. 有權驅趕現場未授權人員。
6. 時時確認現場可允許進入救援的安全條件是否改變。

(二). Attendant(管制官)的職責：

通常在現場至少要有一位管制官，管制官身兼溝通、安全等重要職務。

1. 隨時辨別空間內危險因素，包括使用氣體監測器持續測量侷限空間內的氣體濃度組成成份，並告知指揮官及救援者所觀察到的任何變化。

2. 對危險因素可能造成的影響有完整的認知，如空間若有可燃性氣體存在，就要小心產生火源。
3. 要能辨識成員進出侷限空間的資格，及進出人員及管路標記管制。
4. 需持續留侷限空間入口處，直到救援人員全數撤離。
5. 負責救援者對外的溝通。
6. 必要時可下令撤出。
7. 有權請求支援。
8. 警告未經授權的人員靠近並勸導離開現場。

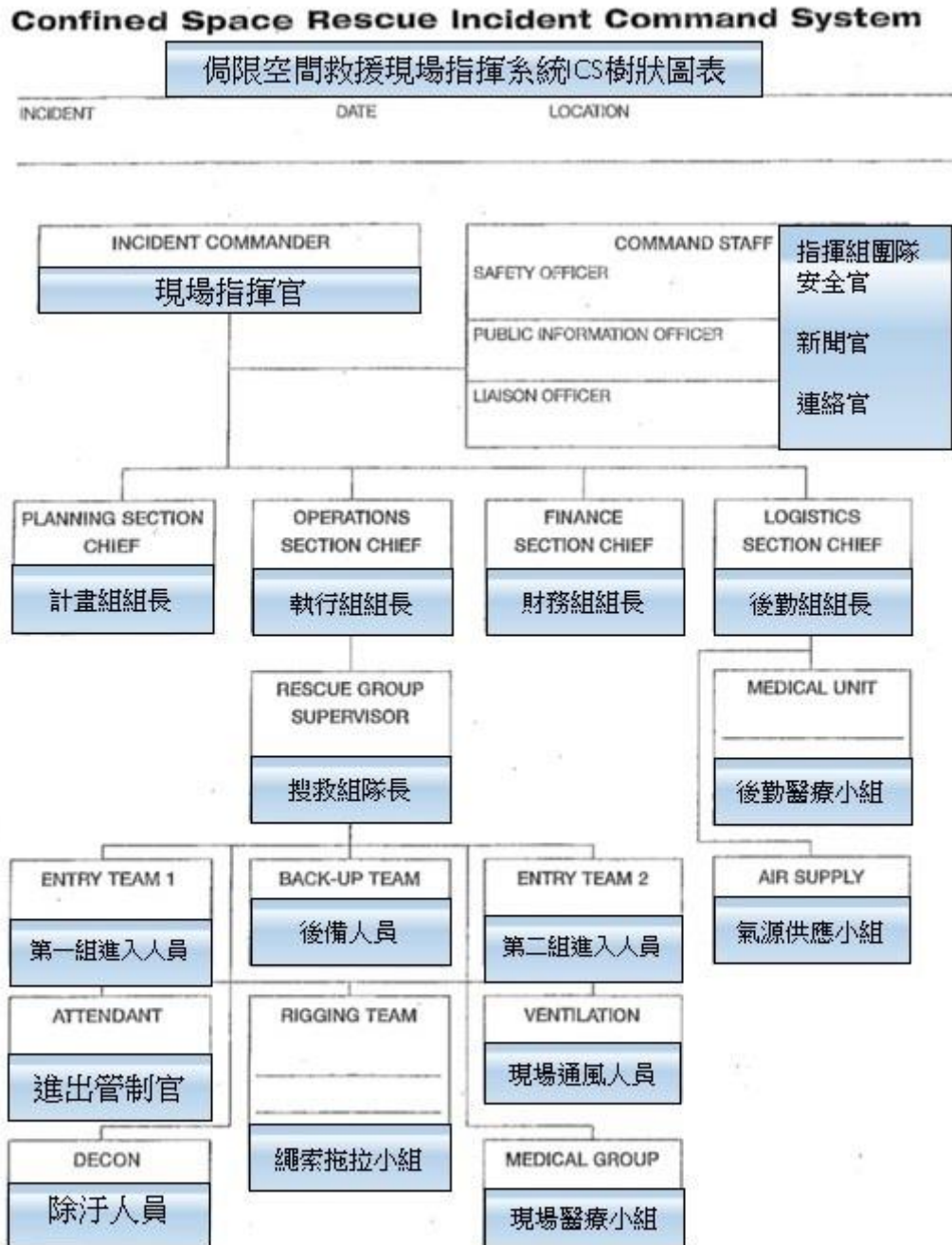
(三). Entrant(救援者)：

1. 清楚侷限空間內各種可能的危害因子與風險。
2. 熟悉所有需使用到的救援裝備。
3. 與管制官律定溝通方式，不論是以拉繩或語音方式。
4. 和管制官律定何種狀況下即暫停或終止任務。
5. 有能力在侷限空間進行自救。

二、現場管制

(一) 侷限空間救援現場指揮系統樹狀圖(如圖 12):

該表由指揮官持有，並於各職務內填具成員



A-7

圖 12 侷限空間救援現場指揮系統樹狀圖

(二) 侷限空間進出管制表

進出管制表(如圖 13)由管制官填具現場進出人員資料、現場狀況、器材需求使用等資料。

Confined Space Rescue Permit

DATE	LOCATION		
TIME			
RESPONSIBLE PARTY/CONTACT PERSON			
NUMBER OF VICTIMS	TIME LAST SEEN	CONDITION	
<input type="checkbox"/> ENTRY PERMIT AVAILABLE			
DESCRIPTION OF SPACE			ACCESS
CONTENTS OF SPACE			<input type="checkbox"/> MSDS AVAILABLE
HAZARDS IN SPACE			
<input type="checkbox"/> Mechanical <input type="checkbox"/> Electrical <input type="checkbox"/> Pneumatic <input type="checkbox"/> Hydraulic <input type="checkbox"/> Other ATMOSPHERIC: % Oxygen % LEL TOXICITY: % ppm of Other Toxic Substances: % ppm of % ppm of			
TIME TESTED	PERSON TESTING	METER CAL. DATE	
<input type="checkbox"/> RESCUE <input type="checkbox"/> RECOVERY (Acceptable Entry Conditions > 19.5% O ₂ < 10% LEL/<PEL)			
HAZARD CONTROL			
VENTILATION: <input type="checkbox"/> Positive Pressure <input type="checkbox"/> Exhaust <input type="checkbox"/> Local Exhaust <input type="checkbox"/> Local Supply MECHANICAL: <input type="checkbox"/> Block Linkage <input type="checkbox"/> Disconnect <input type="checkbox"/> None ELECTRICAL: <input type="checkbox"/> Lock-Out <input type="checkbox"/> Tag-Out <input type="checkbox"/> None PNEUMATIC: <input type="checkbox"/> Lock-Out <input type="checkbox"/> Tag-Out <input type="checkbox"/> None PIPING: <input type="checkbox"/> Blind <input type="checkbox"/> Disconnect <input type="checkbox"/> None HYDRAULIC: <input type="checkbox"/> Lock-Out <input type="checkbox"/> Tag-Out <input type="checkbox"/> Bleed Lines <input type="checkbox"/> Disconnect Lines <input type="checkbox"/> None			
EQUIPMENT REQUIRED			
RESPIRATORY PROTECTION: <input type="checkbox"/> SCBA <input type="checkbox"/> SAR _____ Ft. Airline VENTILATION: _____ Fans _____ Ft. Duct _____ Ft. Electrical Cord <input type="checkbox"/> Generator LIGHTING: <input type="checkbox"/> Caplamp <input type="checkbox"/> Handlight <input type="checkbox"/> Lightsticks <input type="checkbox"/> Cordlight _____ Ft. Electrical Cord (All equipment should be explosion-proof and equipped with GFCI) ENTRY AND EXTRICATION: <input type="checkbox"/> Tripod <input type="checkbox"/> Davit <input type="checkbox"/> Winch <input type="checkbox"/> Rope M/A <input type="checkbox"/> Belay Line <input type="checkbox"/> Harness VICTIM PACKAGING: <input type="checkbox"/> Backboard <input type="checkbox"/> Halfback <input type="checkbox"/> SKED <input type="checkbox"/> Litter <input type="checkbox"/> Harness COMMUNICATIONS: <input type="checkbox"/> Visual <input type="checkbox"/> Hardline <input type="checkbox"/> Radio			
Entry Team 1		Phone No./Radio Call Sign:	
Back-Up Team			
Entry Team 2			
Attendant			
Atmospheric Monitoring Required:			
<input type="checkbox"/> Continuously Record on log every _____ Min.			
Entry Terminated Time Date			
Rescue Group/Entry Supervisor		Print	Signature

ASSESSMENT

PRE-ENTRY

ENTRY

TERM.

侷限空間進出管制表翻譯版本

侷限空間進出許可管制表				
現場評估	日期		地點	
	時間			
	執行隊伍/連絡人			
	待救者人數	最後接觸時間	待救者狀況	
	<input type="checkbox"/> 災害現場進入許可證			
	現場情況		進入條件	
	現場可能危害物質內容		<input type="checkbox"/> 物質安全資料表	
	現場侷限空間危害描述			
	<input type="checkbox"/> 機械性 <input type="checkbox"/> 電氣性 <input type="checkbox"/> 氣體性 <input type="checkbox"/> 液體性 <input type="checkbox"/> 其他			
	現場氣體組成：氧氣濃度 %，爆炸下限 %，有毒氣體為 %ppm			
	氣體測試次數	測試人員	測試深度	
	<input type="checkbox"/> 可執行救援 <input type="checkbox"/> 待現場環境改善 (可接受進入條件：氧氣濃度>19.5% 小於10%的爆炸下限LEL 或小於暴露限值PEL)			
進入前	危害控制方式			
	通風： <input type="checkbox"/> 正壓通風 <input type="checkbox"/> 排氣 <input type="checkbox"/> 侷部場所排氣 <input type="checkbox"/> 侷部供氣			
	機械： <input type="checkbox"/> 子系統連結 <input type="checkbox"/> 切斷連接 <input type="checkbox"/> 不需處置			
	電氣： <input type="checkbox"/> 上鎖 <input type="checkbox"/> 掛牌 <input type="checkbox"/> 不需處置			
	氣動： <input type="checkbox"/> 上鎖 <input type="checkbox"/> 掛牌 <input type="checkbox"/> 不需處置			
	管路： <input type="checkbox"/> 使用盲蓋 <input type="checkbox"/> 管路截斷 <input type="checkbox"/> 不需處置			
	油壓： <input type="checkbox"/> 上鎖 <input type="checkbox"/> 掛牌 <input type="checkbox"/> 管路洩壓 <input type="checkbox"/> 切斷管路 <input type="checkbox"/> 不需處置			
	救援器材需求			
	呼吸系統： <input type="checkbox"/> SCBA空氣呼吸器 <input type="checkbox"/> SAR外部供氣系統 含_公尺供氣管_條			
	通風設備：風扇_個、供氣管_公尺、延長線_公尺、發電機_台			
	照明器材： <input type="checkbox"/> 頭燈 <input type="checkbox"/> 手電筒 <input type="checkbox"/> 燈柱 <input type="checkbox"/> 工作燈(須具防爆及接地故障斷路功能)			
	進出系統： <input type="checkbox"/> 三腳架 <input type="checkbox"/> 單臂吊掛架 <input type="checkbox"/> 捲揚器 <input type="checkbox"/> 省力系統 <input type="checkbox"/> 確保繩系統 <input type="checkbox"/> 吊帶			
患者載具： <input type="checkbox"/> 長背板 <input type="checkbox"/> 半身固定器 <input type="checkbox"/> SKED軟式擔架 <input type="checkbox"/> 擔架 <input type="checkbox"/> 吊帶				
通訊器材： <input type="checkbox"/> 視訊 <input type="checkbox"/> 有線通訊系統 <input type="checkbox"/> 無線電				
進入管制	搜救小組1:	電話號碼/無線電代號:		
	備援小組:			
	救援小組2:			
	管制官:			
	氣體偵測： <input type="checkbox"/> 需持續監測	每_分鐘紀錄一次		
終止	任務終止：時間	日期	BY TAO	
	搜救隊伍名稱/現場指揮官：	簽章		

(三) 侷限空間現場處理紀錄表

管制官接收到進入人員回報各種情況時記錄，如進入深度時的氧氣濃度數值。

Confined Space Tactical Log

DATE	INCIDENT				
LOCATION					
TIME	ATMOSPHERIC MONITORING				ACTION TAKEN
	LOCATION	OXYGEN	%LEL	TOX	

(四) 侷限空間搜救小組供氣紀錄表

用來記錄氣瓶使用時間，以估算該行動工作強度可能所需要的氣瓶量。

Confined Space Air Supply Log

DATE	INCIDENT				
LOCATION					
TYPE OF BOTTLES		# OF BOTTLES		# OF MANIFOLDS	
Entry Team 1		Entry Team 2		Back-Up Team	
Air Lines		Air Lines		Air Lines	
TIME	ACTION TAKEN	TIME	ACTION TAKEN	TIME	ACTION TAKEN
AIR SUPPLY OFFICER:					

第四節 侷限空間救援訓練

(一)大小橫管通過練習：

訓練初期，為使學員熟悉侷限空間內的移動方式，教官所使用的訓練裝備僅是 2 截粗細不同的 PVC 管，相較以往國內所使用的管材多為水泥涵管，PVC 管用重量輕且易於移動，細管直徑約 60 公分，粗管直徑約 65 公分。管長可視訓練需求調整並加設彎管。惟 PVC 管因重量較輕，故在訓練使用上宜以楔型木於底部及連結重疊處固定。兩水管確實固定妥後，採 5 種通過方式練習，分別為單人頭進頭出、單人腳進腳出、雙人頭對頭進入並相互通過、雙人腳對腳進入並相互通過及單側雙人進入後並以 SKED 救出(如圖 13)。

此種訓練方式可以達到許多效果，模擬窄管中通過患者時，不但衣物、鞋子或身上的裝備會相互卡住，有時還需適時脫下頭盔才能通過患者(如圖 14)。在雙人相互通過的練習中，兩人身體會極度擠壓，身體各部位及器官的不適以及呼吸困難甚至是否會產生幽閉恐懼症(claustrophobia)等狀況，也很容易從項練習中發現，並可透過此種練習慢慢適應與克服(如圖 15)。這種訓練方法可以很容易評斷出該人員是否適合侷限空間救援工作。不論是身型或心理層面。是很簡單且實際的方式。



圖 13 以 PVC 管練習侷限空間通過



圖 14 通過 PVC 管侷限空間必要時需脫除頭盔



圖 15 透過練習可確認自身在侷限空間的身心狀況

(二)本德市消防局侷限空間救援訓練塔

此訓練塔專為侷限空間救援訓練而設計，其結構空間配置，非常符合實際救援環境。此訓練塔為鋼材所建構，包含了模擬油槽、儲氣槽、儲料塔、料斗、地底儲槽及各式水平、垂直、斜向及彎曲管道。結構內、外部，亦有垂直爬梯、平台與貓道。各類空間的進出口大小，多與實際救援環境相同，進出方向亦有水平與垂直方向，進出口形狀亦分為方孔及圓孔，且部分進出口在內外部位，即是大落差，可充份訓練出學員在侷限空間的進出與移動技術，是極為擬真的侷限空間訓練塔(如圖 16-21)。



圖 16 本德市消防隊侷限空間訓練塔



圖 17 本德市消防隊侷限空間訓練塔



圖 18 地底管路箱涵進出口模擬



圖 19 訓練塔內部管道



圖 20 料斗救援模擬塔



圖 21 部份進出口需脫除裝備始能進出

(三)綜合情境操作：

訓練的最後一天的綜合操作，即結合數前日各單項學、術科訓練如基本繩索拖拉、三腳架、通訊系統、空氣供給系統等訓練，進行侷限空間綜合救援測驗。測驗情境分為 2 個情境，分別為橫向槽體(如圖 22)及立坑型油槽(如圖 23)，救援人員必需遵循各項訓練要求，完成救援。在受訓學員先推選一位指揮官後，指揮官將所有學員分成安全官、第 1 救援組、後備救援組、進出管制官、繩索系統小組、通風小組、氣源供應及通訊小組及管線管理小組。

繩索系統小組在救援行動中，負責所有救援人員與患者的垂直移動，以及管理救援人員的確保繩。救援人員以 2 人為一組，確保繩鉤接 2 人的方式為，繩索的末端連結第 1 位救者，而第 2 位救者以普魯氏繩結鉤接在距繩索末端約 1.5 公尺之處(如圖 24)



圖 22 橫向槽體救援情境演練進出管制員登記救援人員姓名及進入時間

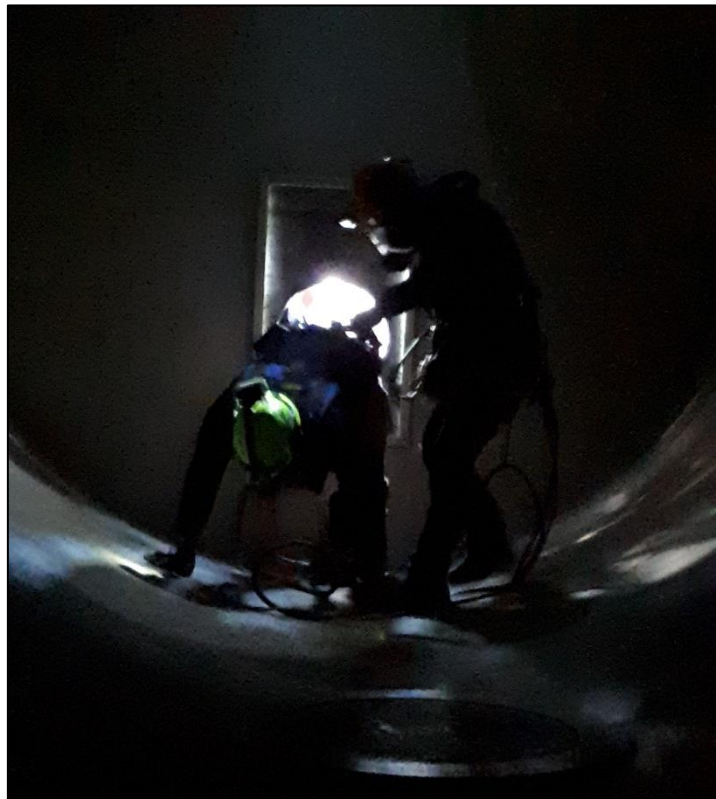


圖 22 橫向槽體內部



圖 23 立坑型油槽情境演練



圖 24 救援人員確保繩鉤接方式



圖 25 情境模擬時指揮官對救援人員進行任務提示

在侷限空間救援，最重要的 2 個系統即為空氣供給與通訊，而為了增加救援人員在侷限空間作業空氣使用時間，多使用外部空氣供應系統，惟侷限空間救援作業時，會有 4 位救援人員進入侷限空間，而每位救援人員身上均有供氣管線、通訊線路及確保繩，在 4 人同時進入侷限空間作業時，至少會有 10 條管線與確保繩，因此，侷限空間救援，其中不可忽略的一環即為管線的管理。在美方操作系統中，每位救援人員身上的供氣管線及通訊管線均合成 1 條，每條供氣通訊結合管的頭尾 2 端，均有供氣及通訊接頭，另每位救援人員其所屬管線再分色管理(如圖 27)，如此在救援現場即可減少管線整理負擔並降低風險。



圖 26 救援人員身上的空氣供應及通訊管線合成 1 條色管



圖 27 氣源供應及通訊管線以顏色區分不同使用者



圖 28 訓練結束立即清理清點裝備

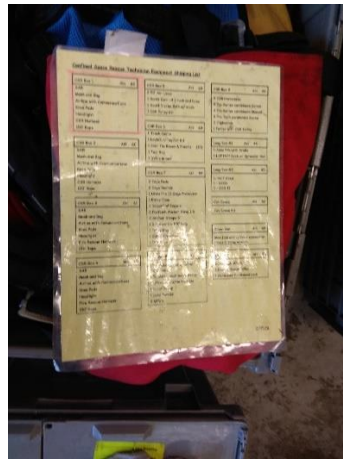


圖 29 器材清冊

第三章 本德消防局 305 分隊(Bend Fire Dept. Station 305)

本次訓練地點在本德當地消防分隊，我們有幸參觀全分隊及生活起居部份。

並了解當地的消防歷史與文化。本德市為美國奧勒岡州中部最大城市，人口數約

9 萬人，該市由 5 個分隊執行消防勤務(如圖 30、31)。

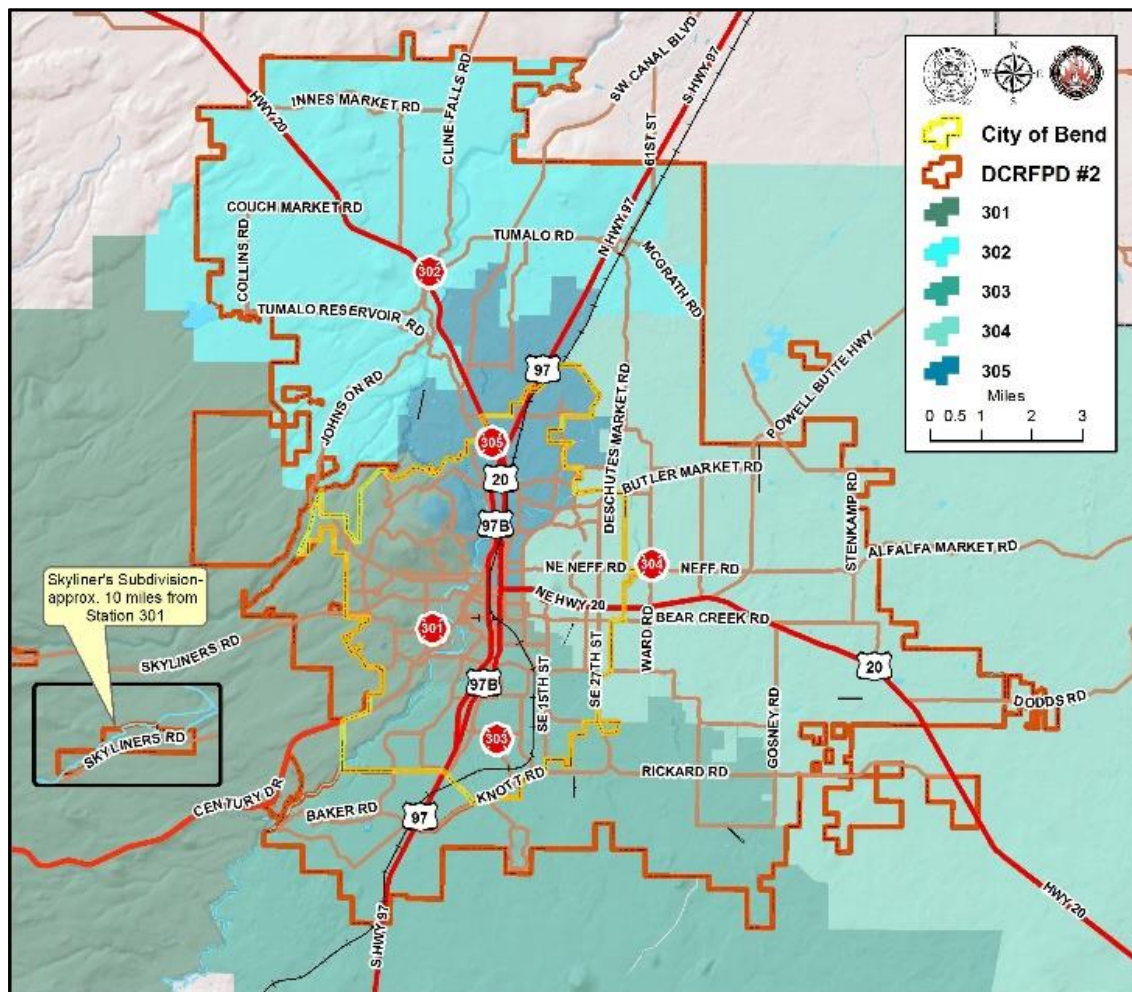


圖 30 消防車服務範圍圖例(橘框)

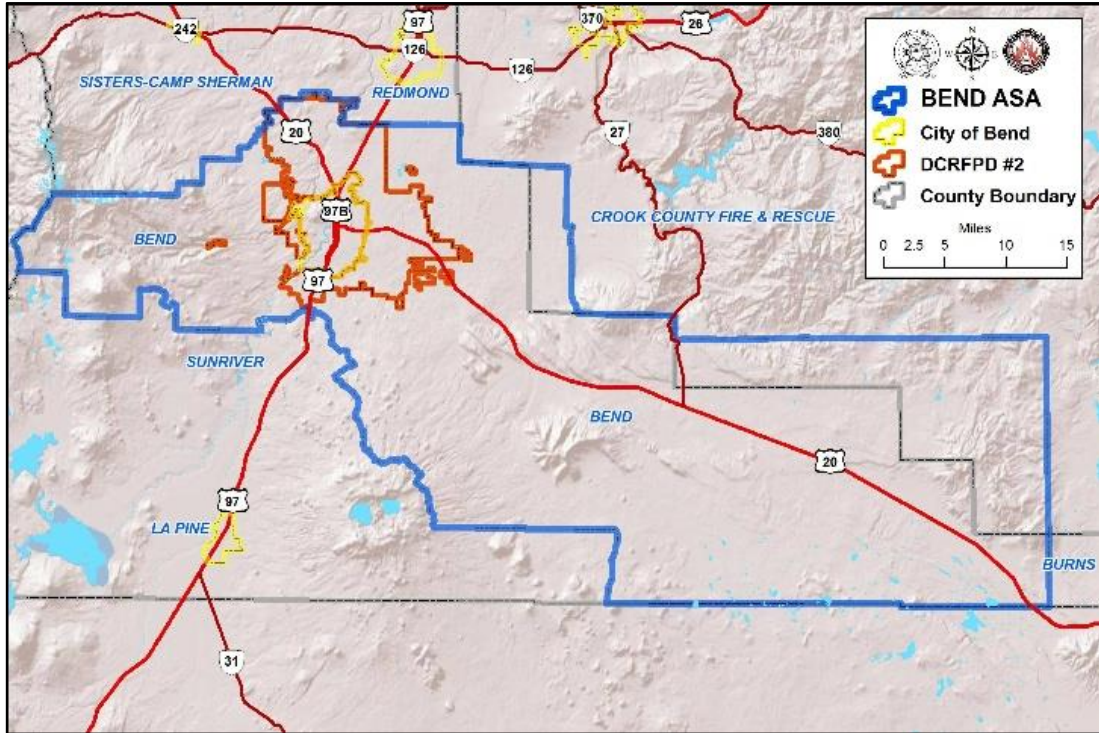


圖 31 救護車服務範圍(藍框)



圖 32 消防隊的外觀

本德市屬高緯度地區，全消防分隊連同車庫均有暖氣空調。車庫所有的車位停妥後，旁邊的系統化管路包括了電源（充電）線、高壓氣體灌氣源(紅色)、清潔噴槍氣源通通延伸到各車體駕駛座外側，黑色為充電線，可將電源充至可連接到車輛本身電瓶及各項電力器材如無線電、手電筒等充電性手持設備及車輛引擎加熱系統。教官分享該分隊過往經驗，以往消防車上設有無線電及手機筒的充電座，但座充所消耗的電量均來自車輛本身電瓶，因此易產生車輛電瓶電量不足或裝備充不滿電疑慮，進而影響實際任務出勤，故後來即在整合消防車充電電路，得以用 1 個插頭即可為全身系統充電。紅色為車庫高壓氣體灌氣管路，亦以管線連接固定式氣瓶灌充機與車體(如圖 33)，可直接為車內 SCBA 氣瓶充氣，減少勤務人員工作負擔。

在寢室走廊設有勤務呼叫電子管理面板(如圖 44)，該系統在夜間於接獲勤務時，會自動開啟備勤人員寢室照明燈，並發出警示音響，而非備勤人員寢室則不作動，由此可見外國隊於消防人員在隊期間睡眠品質的維護。



圖 33 消防車輛停妥後可直接電源與高壓空氣管



圖 34 各車配患者用逃生氣瓶組



圖 35 自排消防車，左側為踏板式喇叭



圖 36 氣瓶充灌區



圖 37 空器呼吸器面罩清洗區水源及吹乾風槍均有配置



圖 38 分隊的維修室



圖 39 庫房

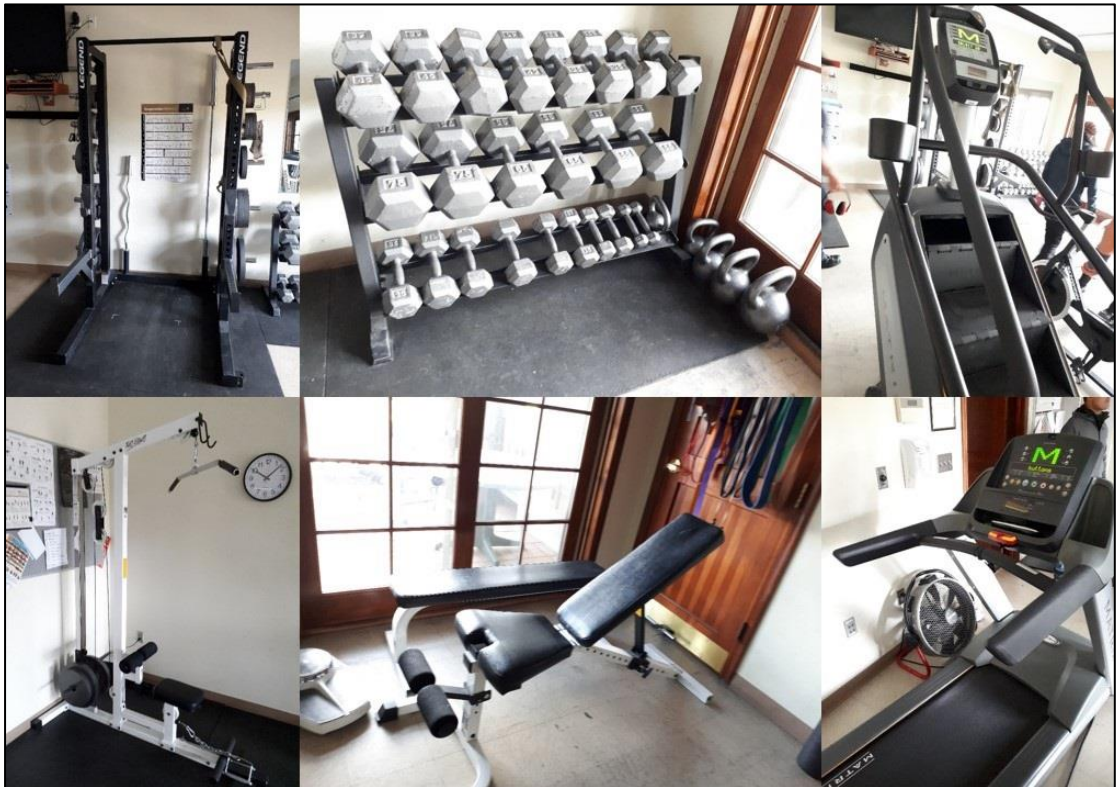


圖 40 健身房



圖 41 隊員寢室



圖 42 淋浴間及個人更衣櫃



圖 43 接獲勤務能自動斷水斷電斷瓦斯的自動化廚房

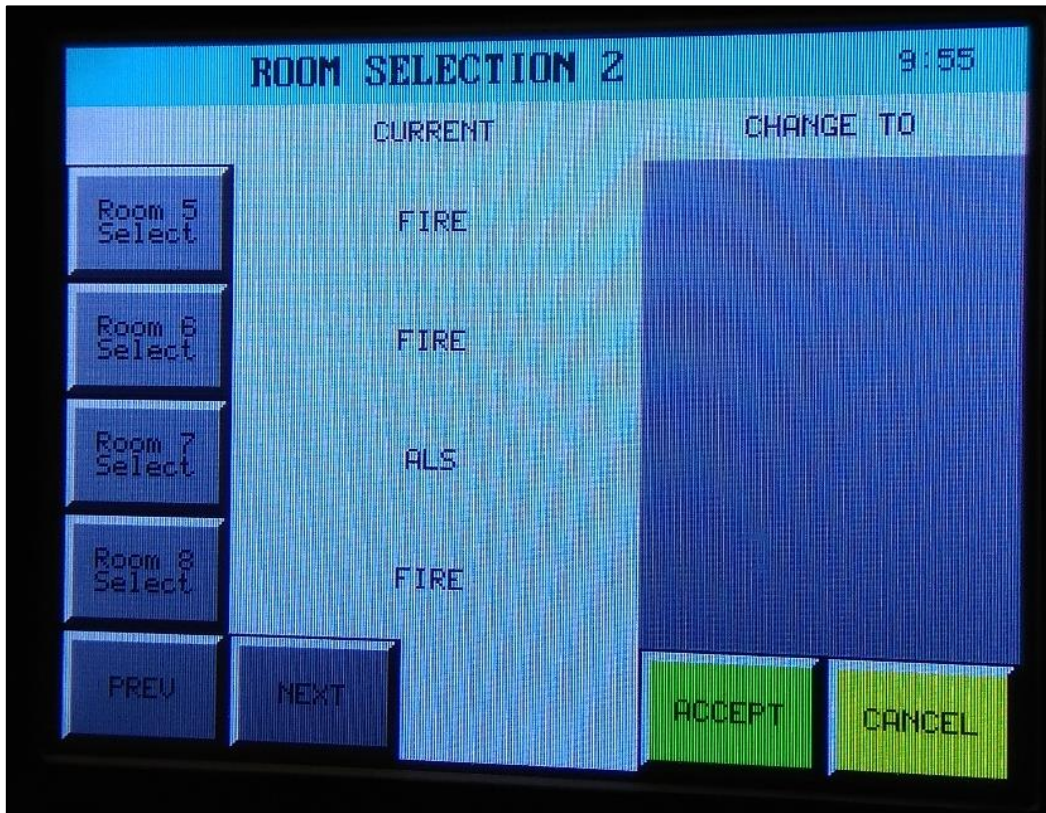


圖 44 勤務呼叫系統



圖 45 交誼廳及寫有於 911 事件殉職消防員名字的美國國旗

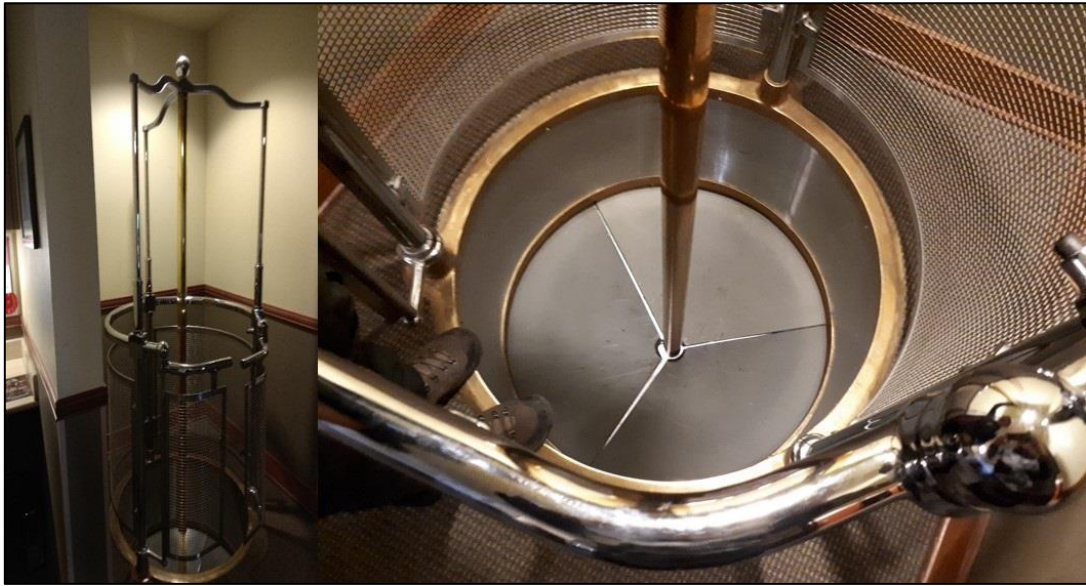


圖 46 滑竿連動開啟防墜蓋



圖 47 本德市消防隊的精神價值



圖 48 超過百年歷史的本德市消防局文物展示櫃

自 911 事件後，美國治安單位為提昇戰術救護能力，雖各州有不同做法，但目的大多是增加戰術與醫療的結合力，以提升槍傷及炸傷存活率。因此，美國治安單位開始徵招具戰術背景的消防人員，有的州是明文規定將消防救護人員編組於戰術單位，有的州則是以招募志願者的方式，由消防救護人員協同治安單位執行戰術任務，目的即是希望爭取戰傷處理時間，因此我們在本德消防隊即見到配

有全身戰術裝備的消防人員。以在本德見到的這位戰術醫療人員，該員自美軍海豹部隊退役後轉任消防單位，負責該城市反恐任務中的醫療救護任務，其戰術裝備包含個人槍械、各式彈藥、戰術頭盔、戰術背心及防彈衣以及戰術醫療急救包，總重約 40 公斤(如圖 50)，平時戰術裝備即置於分隊或個人車輛，如手機接獲治安協勤任務即協同治安單位執行反恐或武裝任務，如此戰術醫療人員得以進入戰術熱區，爭取醫療時間。



圖 49 槍傷急救包(外面有 4 支止血帶 Combat Application Tourniquet(CAT)，及大傷快速檢傷用的三色膠帶)



圖 50 戰術救護員的個人防護裝備



圖 51 戰術救護包

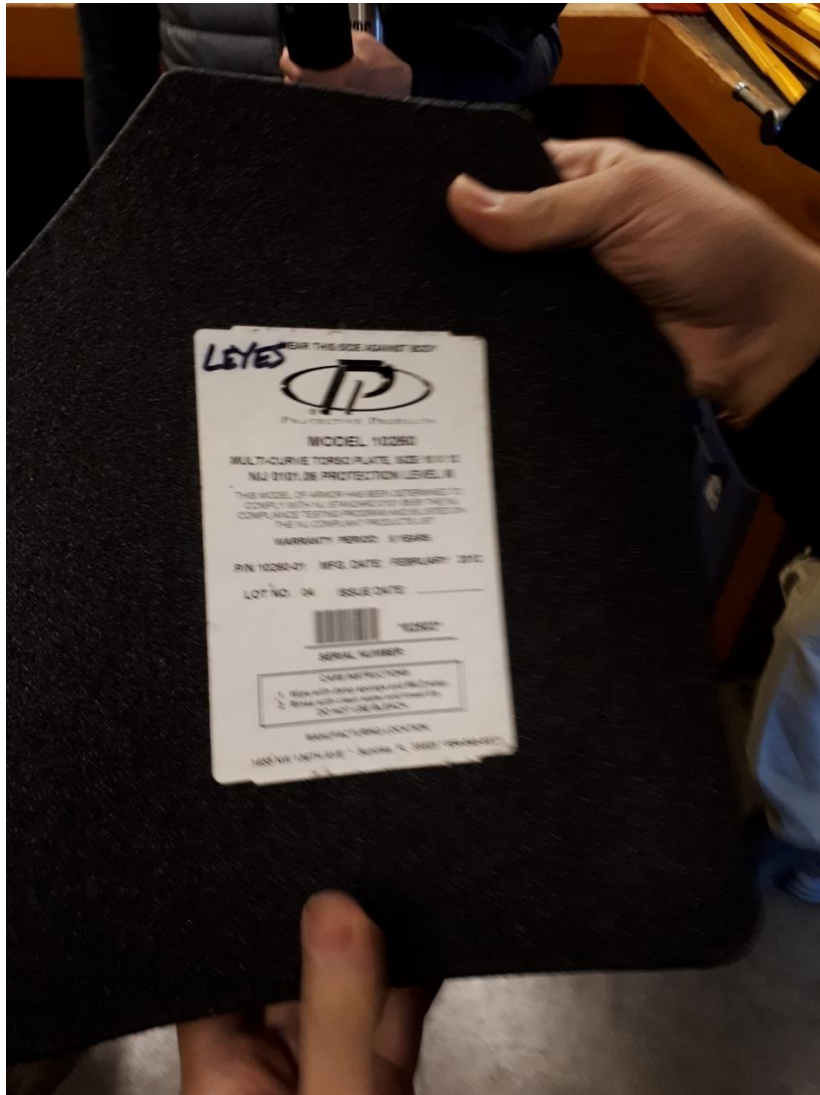


圖 52 防彈衣內部輕量化防彈材

當地授課教官跟我們分享他們的破門技巧，三用撬棒會根據使用上去改良，前端缺口可以撬開喇叭鎖，並搭配消防斧破門(如圖 58)。先用三用撬棒將消防斧敲入門縫製造縫隙；縫隙出來後插入撬棒扁嘴再以延伸桿槓桿開門。另可於網路搜尋“Halligan Guide Search & Destroy Training and Tools” 有詳細的美國消防隊破壞技巧資訊。

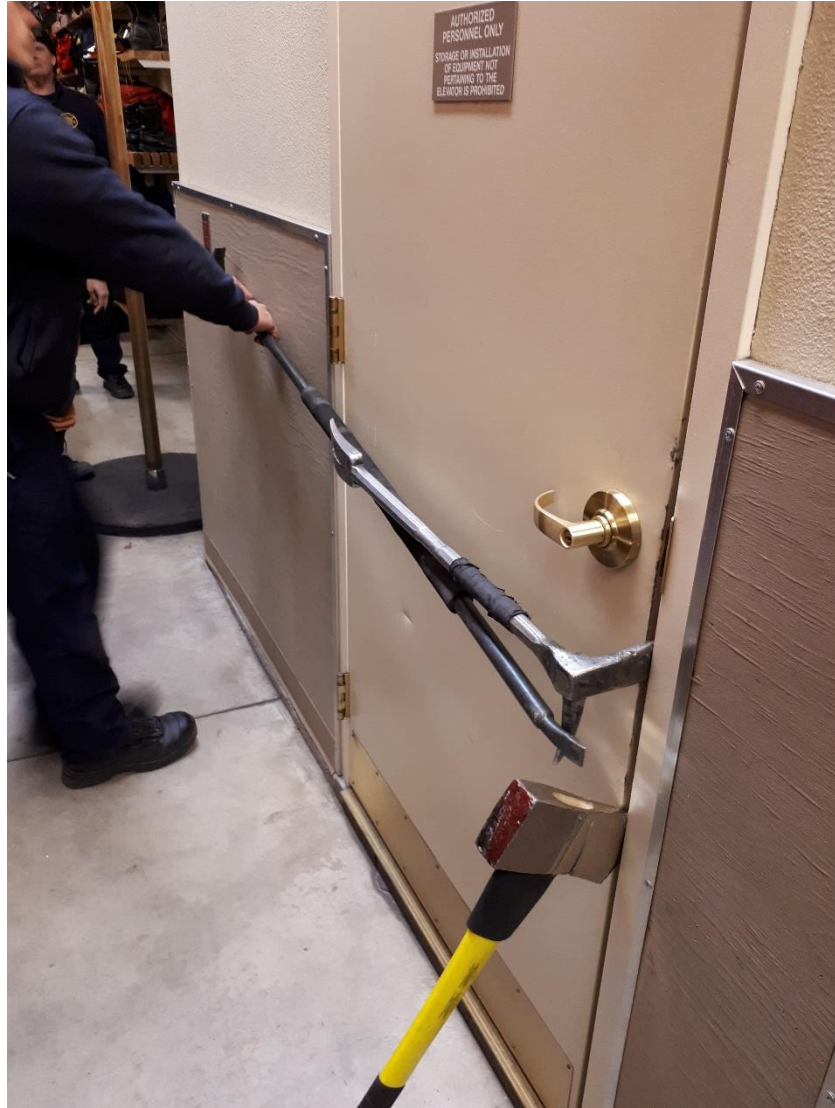


圖 53 破門技巧示範



圖 54 參訓人員與教官合影

第四章 心得與建議

一、訓練設施

本次訓練在本德消防局所使用的侷限空間模擬塔，是專為侷限空間救援訓練而設計，其場景極為豐富多樣，包含橫坑、立坑、斜坑、彎曲管道、直立儲槽、橫向儲槽、地下儲槽、人孔、油罐車、水平貓道、垂直爬梯、建材料斗、供電開關等設計，在侷限空間訓練上，可於同一位置進行多樣訓練。另該設施極為擬真，和現行工業作業救援環境近乎相同，在訓練效率上，能夠看出顯著的成果。

訓練設施的建置，往往使用時間短則十多年，長則三、四十年或著更久，因此一定需要具救援專業及訓練專業的人員來設計，如此始能確保所建構出的訓練設施能夠符合訓練第一線救災人員所需。反觀現行各消防機關救助訓練塔，雖為消防救助訓練所建置，惟設計均多為單調，以一個塔柱可使用的面多僅有一面而以，大量浪費塔柱的可利用性，而單調的設施所延伸出的即是單調的訓練。因此，期望我國未來各級消防單位在建置訓練設施時，能多徵詢第一線救災與訓練人員意見，建構出真正符合實務救災需求的訓練場地。

二、訓練模式

在訓練初期，接受 PVC 涵管的通過訓練，每位學員，尤其是學員當中美國當地的消防人員體型均相當壯碩，在通過涵管時有學員向教官詢問為何要用如此狹窄的涵管，教官即提到一個很實際的訓練觀念，就是訓練內容就是要比實際情境困難，惟有訓練的難度高過真實救災任務，才能真正提昇學員程度。

但以往在訓練中，我們常會聽到類似「這麼困難的情境，在真實環境又不會發生，就算會發生，發生率也一定很低」的話，但孰不知，意外的發生，是沒有明確的概率可供遵循，而災害救援的困難度，我們也僅能從以往曾發生的案例來推想明後災害的困難度。因此，惟有平時精實訓練，災時以戰養戰，方為救援單位維持與提昇救援能量之道。

訓練難度大於救災難度，這個觀念其實是可以套用在各種特種搜救的領域，包含山域、水域、地震搜救、車禍救助及繩索救助等，因為在所有風險均被良好管控的訓練環境中，學員得以充份練習個人技術及團隊模式，而在個人學團隊技術均有效進步後，提昇訓練的困難度，是精進救援技術很重要的一環，而所謂的困難性，應該是讓學員在有限的技術和裝備下，去突破種種環境或情境的困難，提昇個人及團隊技術，進而有天在真實救援環境，始能做到「游刃有餘」的結果。

三、訓練制度

在消防訓練上，美國消防體系上有非常多民間消防訓練機構，而民營訓練機構的訓練成員，多為現役或退休消防人員。民營化的好處，不論是在技術、器材、教育訓練與研發上都非常競爭。因此可以發現美國出現專業救援訓練公司間接或直接的影響國家救援產業、制度、技術的進步。許多救援資格證照，非公家單位發放，而是經過照著美國 NFPA 制度的私人公司在核發，而 NFPA 的標準乃是根據公家與民間單位及專家在嚴格的實驗及實證後所訂定。

近年來，我國消防人員不論是在火災搶救或是在救助技術，已有赴國外學習

或參賽的風氣，甚至自費前往的風氣已明顯成長。救援觀念與技術的進步，應用系統性的方式來學習系統，如此才會是完整的學習，而不是永遠停留在片段式、自我討論土法煉鋼的方式，而在花費了大量時間與經費後，仍得不到應有的訓練效果。

任何救援單位若要進步，就需要離開自己的單位去接受訓練，和來自四面八方各種不同救援背景的參訓人員一同參訓，離開訓練的舒適圈，才能有機會站在不同的角度去發現原單位在知識和技術上的盲點，進而發現進步的方向。

四、消防人員與精神：

本次赴美參訓，也開了我們許多眼界，發現他們所追求的進步，不是建物的外觀，而是內部的裝備充實，與對第一線消防人員在生理與心理人身觀念的進步。很多設施的設置是因應人員的生理、心理需求去建造的。採納第一線執行工作人員的意見去做硬體設施、制度的改善是美國消防一直走在領先地位的原因之一。

美國標準的訂定，是要經過實驗與各方意見的證實，才能設為標準。經過這次訓練學到的不僅僅是技術，更多的是務實的思考方式，才是一個從個人到國家進步的主要元素。