

出國報告（出國類別：實習）

赴瑞典 NATEL 訓練中心實習重型救援 訓練

服務機關：內政部消防署

姓名職稱：謝秉勳 科員

何建樺 分隊長

李信德 小隊長

洪育仁 小隊長

派赴國家：瑞典

出國期間：101 年 6 月 2 日至 101 年 6 月 13 日

報告日期：101 年 8 月 31 日

摘要

本次赴瑞典研修 NATEL 重型救援訓練計 4 人，研修目的為重型救援之訓練模式並取得教官資格，返國後為本署訓練中心設計重型救援之訓練課程，進而使我國消防人員具備大型災害搶救之技能。

有關訓練課程部分，共區分 3 部分，第 1 部分主要係規劃重型救援之理論課程、實際操作課程（共計 9 項場景操作訓練）。第 2 部分為燃燒櫃實火訓練，由於瑞典就燃燒櫃實火訓練已施行多年，期望藉由本訓練以吸取其燃燒櫃訓練經驗作本署訓練中心籌建燃燒櫃訓練場之參考。第 3 部分為消防分隊參訪交流，考察瑞典消防分隊及制度之模式。

瑞典 NATEL 訓練中心實習重型救援訓練報告大綱

第一章 瑞典訓練簡介.....	3
第一節 目的.....	3
第二節 行程概要(過程).....	4
第二章 NATEL 重型救援介紹.....	6
第三章 訓練場設施介紹.....	10
第四章 重型救援訓練.....	16
第一節 巴士側翻.....	16
第二節 巴士側翻在斜坡.....	26
第三節 巴士翻覆(車頂著地)	34
第四節 巴士翻覆(車頂著地,車頂結構破壞變形)	41
第五節 巴士側翻(壓小客車)	44
第六節 火車頂昇.....	54
第七節 火車側翻.....	60
第八節 頂昇於軌道上之火車(小客車追撞)	64
第九節 大型車輛車體破壞.....	71
第五章 燃燒櫃介紹.....	77
第六章 分隊交流.....	83
第七章 返國訓練成果.....	90
第八章 心得與建議.....	95

第一章 瑞典訓練簡介

第一節 目的

重型載具(包含了火車、高鐵、大貨車、大巴士及貨櫃車等)之出現大大提升了人們交通運輸便利性，不過另一方面，重型載具亦帶來了災害之風險。舉例來說，當高速行駛之火車在運行中因小客車闖越平交道造成車體碰撞時，即可能發生人員受困之情形，當受困人員被噸位龐大之車體壓住時，如何有效率並安全的將車體移除並順利將人員救出成爲了消防人員必須學習之搶救技能。

重型救援，即是就重型災害現場進行搶救行動，包含各式重型載具災害現場搶救。NATEL，早已就重型災害搶救訓練建置完整之訓練模式，並已運行多年，訓練模式相當成熟，訓練教官均爲資經歷相當完整之師資。本次訓練主要係爲學習重型救援之大型載具災害搶救之訓練模式及技能，藉以提昇我國就重型載具之災害搶救訓練，建置專業之重型救援(大型載具)災害搶救訓練模式，進而使消防人員於面對類似災害搶救現場時，能夠做出正確之判斷並發揮專業之技能，盡速並安全地將受困人員從車體中救出。

本次前往訓練地點爲瑞典之 VIKTORIA 訓練中心，參加重型救援訓練天數爲 8 天，訓練課程係爲重型載具災害搶救訓練，參與訓練之人員包含謝秉勳科員(本署訓練中心)、何建樺分隊長(雲林縣消防局)、李信德小隊長(苗栗縣政府消防局)及洪育仁小隊長(臺南市政府消防局)等 4 人，經歷本次完整之訓練並經過測驗通過取得「NATEL 重型救援訓練教官」證書(如圖 1-1-1)。



圖 1-1-1 參與訓練 4 人訓練合格取得證書

第二節 行程概要(過程)

本次研修出國期間為 101 年 6 月 2 日至 6 月 12 日，實際研修日期 6 月 4 日至 11 日，主要為參加 NATEL 專為本訓練團專開之 4 人重型救援教官訓練。另由於瑞典早將燃燒櫃實火訓練納入消防人員養成教育之必要一環，因此規劃參與燃燒櫃實火訓練。除此之外，為了解瑞典消防人員實際救災編制、分隊設施及消防人員平時訓練等，請訓練中心協助安排瑞典 UPPSALA 消防分隊參訪交流

有關本次赴瑞典研修之日期、地點與行程概要如下：

日期	時刻	地點	行程
6 月 2 日 週六 (第 1 天)	2005	桃園	TG-635 中正國際機場起飛
	2250	泰國	抵達泰國曼谷蘇汪納蓬國際機場(轉機)
6 月 3 日 週日 (第 2 天)	0110	泰國	TG-960 泰國曼谷蘇汪納蓬國際機場
	0700	瑞典	抵達斯德哥爾摩阿蘭達機場
	0900	飯店	抵達 VIKTORIA 訓練中心飯店
6 月 4 日 週一 (第 3 天)	0800-1200	VIKTORIA 訓練中心	訓練教官介紹及訓練課程介紹、訓練中心場景介紹暨操作訓練前置準備工作
	1400-1800		重型救援訓練 6 大步驟解說
6 月 5 日 週二 (第 4 天)	0800-1200	VIKTORIA 訓練中心	重型救援訓練(巴士側翻)
	1400-1800		重型救援訓練(巴士側翻在斜坡)
6 月 6 日 週三 (第 5 天)	0800-1200	VIKTORIA 訓練中心	重型救援訓練(巴士翻覆，車頂著地)
	1400-1800		重型救援訓練(巴士翻覆，車頂著地，車頂結構破壞變形)
6 月 7 日 週四 (第 6 天)	0800-1200	VIKTORIA 訓練中心	重型救援訓練(巴士側翻壓小客車)
	1400-1800		重型救援訓練(火車頂昇)

日期	時刻	地點	行程
6月8日 週五 (第7天)	0800-1200	VIKTORIA 訓練中心	重型救援訓練(火車側翻)
	1400-1800		重型救援訓練(頂昇於軌道上遭小客車追撞之火車)
6月9日 週六 (第8天)	1000-1400	UPPSALA 消防分隊	參訪瑞典消防分隊(UPPSALA 消防分隊)
6月10日 週日 (第9天)	0900-1600	VIKTORIA 訓練中心	收集瑞典有關重型救援及支撐破壞資料(含訓練及實際就災)
6月11日 週一 (第10天)	0800-1200	VIKTORIA 訓練中心	重型救援訓練(大型車輛車體破壞)
	1400-1600		測驗
	1600-1800		訓練裝備清點及結訓交流
6月12日 週二 (第11天)	0700	瑞典	SK-525 斯德哥爾摩阿蘭達機場起飛
	0935	英國	抵達倫敦希斯洛機場(轉機)
	1230	英國	TG-911 倫敦希斯洛機場起飛
6月13日 週二 (第12天)	0605	泰國	抵達泰國曼谷蘇汪納蓬國際機場(轉機)
	0710	泰國	TG-634 泰國曼谷蘇汪納蓬國際機場起飛
	1150	臺灣	抵達桃園中正國際機場

第二章 NATEL 重型救援介紹

什麼是重型救援？消防人員執行主要道路、卡車、公共汽車和火車事故之救援任務，現有的裝備、機具及技術雖足以使傷者或罹難者脫困，但這傳統救援方式卻往往造成被救者的二次傷害，甚至因為操作安全的疏忽，製造出另一災害現場。但重型救援並非就是使用重型拖、吊車進行救援工作，重型救援著重於重型交通車輛事故發生時，避免傷者和罹難者救援時二次傷害的發生，而非使用重型機具進行救援，這兩者必須釐清。重型救援與一般汽車事故相比，所需要的緊急救援人員、救援方法、技術、戰術皆不同，同時重型救援所面對的狀況會比一般車輛事故複雜許多。



圖 2-1 本次訓練主授課教官 Jimmy
(資料來源：瑞典重型救援訓練網站)

背景

在瑞典，Natel 重型救援技術發展之前，也與我國目前的狀況相近，對於重型車輛救援相關的訓練並不多，沒有一個專業的單位專研此方面的技術，實際參與過卡車和公共汽車等事故的救援人員更是佔少數。

但是在巴士緊急意外事故中，往往涉及大規模人員傷亡和伴隨許多特殊問題，如車體的穩定、鎖固、現場安全維護、頂舉巴士、傷者脫困、疏散及緊急救護大量傷病患等不勝枚舉，超過卡車事故可能發生的各種問題，都是我們急需探討的。然而現今車輛的設計與材料選擇上已經有重大變化，目前在道路上行駛的公共汽車和卡車 90% 是 2000 年或更新的車體。

這些車輛構造不同於以往我們訓練時經常所使用的報廢車輛。其中最重要的是改變是加強車體梁柱系統，以強化整體車輛結構。新型的卡車車廂配有氣壓式避震器、安全帶張緊器和安全氣囊。許多新型的車輛都將這些配備列表於前擋玻璃上。這些改變是車廠在這約 10-15 年間所做的安全設計，這意味著，如果我們並不正確做重型車輛資訊更新，我們就在重型車輛的知識方面落後 10-15 年。為了不讓訓練與實務脫節，Natel 通過模擬真實情境車輛救援及定期的培訓，並納入實際卡車和公共汽車的意外事故的經驗，創造出快速、安全、便於救援的重型救援技術與知識。為了達到這些訓練成果，必須以現行在路上行駛的現代化重型車輛做為模擬對象，才能得到最全面的且符合實務狀況的學習成效。

瑞典消防單位先前在執行重型車輛救援主要關注於人員的脫困。但最佳的救援是先將車體穩固，再進行安全頂舉及鎖固，最後才進行受困人員搶救。這幾年來，這些觀念已逐漸推廣出去，並且不斷充實訓練的設備與場景，這使 Natel 有更大的能力，去創造出一個更安全和更有效救援培訓工作。



圖 2-2 將撞擊全新的斯堪尼亞(Scania)卡車，作為教學用

發展

(資料來源：作者拍攝)

縱觀以往的里空父迪工具救援經驗，無論定下車或公共汽車，我們所思考的搶救模式與一般轎車救援別無兩樣。但就車種設計、選用材料種類、車高、車長、受傷人數、救援環境及不同單位之間的協作，其中間的差異性是相當大。為了改善重型交通工具事故搶救，NATEL 一直以來著重於救援方法、技術、戰術和設備的提升。但其中救援裝備的提升位居首位，使用錯誤或是不安全的搶救裝備可能會使災害現場衍生出更多問題。重型救援所要求的是快速，安全，易於操作的設備，以因應所發生的緊急危難。

第二個主要發展的領域是檢討救援的方法。NATEL 在重型救援方面已經發展

了四年，並已在瑞典消防單位和其他歐洲國家得到很好的回應。他們提供比過去更安全和更有效的救援行動。其中一個例子是在一個模擬卡車衝出護欄的事故場景，測試未受訓的救援團隊成功將人員救出的時間為 45 分鐘，接受完整訓練後測試的時間是 10-15 分鐘，這是一個相當戲劇性的改變。在重型交通意外事故，把握搶救時間是增加受困者的生存機會的關鍵。



圖 2-3 本次受訓團隊利用重型救援裝備，迅速將側翻公車安全頂舉
(資料來源：作者拍攝)

設備

現今市面上所見的救援工具，都有穩性的性能與良好的能力，但在大多救援團隊執行任務時，僅使用頂舉氣袋頂昇公共汽車或卡車，缺乏足夠的頂昇系統和穩固裝置，來迅速、安全及有效地搶救受困民眾。

Natel 重型救援技術彌補了這方面的不足，穩固設備的使用不僅可用於重型救援和穩固車體，在倒塌建築物救援上也能提供相當的助益。Natel 常使用的穩固的裝備如支撐桿及墊塊，能處理最大負荷 10-100 噸的重型救援任務。因此在推行重型救援技術時，為了執行更安全和更有效的救援行動，備齊正確和視任務所需要的裝備是相當重要的。我們所使用重型救援設備，也可用於其他領域，例如汽車、邊坡坍塌、地滑及倒塌建築物等意外事故。



圖 2-4 使用氣動式支撐桿及墊塊組鎖固重型車輛

(資料來源：作者拍攝)

訓練

這幾年來 Natel 不斷針對重型車輛意外的救援行動，發展更周全的救援技術與戰術，並且創建一系列的訓練課程。這過程不是一味只追求課程數量，他們所重視的是訓練的品質。

在進行卡車和公共汽車救援測試和試驗，他們始終跟隨現代汽車工業的發展腳步，且不斷修正救援方式。在訓練中使用全新和現代化的車輛，他們花了五年以上的時間，並使用超過 96 輛新的斯堪尼亞(Scania)卡車做技術研發，並操作過 450 次以上的重型車輛頂舉，對於側翻或是車頂朝下的救援，都研發出安全且有效率的救援方式。

重要的是在進行模擬複雜重型事故訓練，亦納入救援時的合作夥伴，如警察、醫療單位、吊車公司及當地的緊急救援隊伍。與這些組織合作，在困難的搶救環境中，Natel 創建出一個更具整合性且有效的救援工作，這就是為何今天重型救援訓練可以達到高品質的學習並且符合實務工作運用。在每次的訓練中，堅持使用一個全新的斯堪尼亞(Scania)卡車，在其他的訓練並不是每個人可以有這樣的機會！這樣的經驗遠比書面上的訓練教材和演習腳本所能獲得的更為珍貴！

第三章 訓練場設施介紹

重型救援訓練場位於瑞典烏普薩拉(Uppsala)，於 2004 年建設完畢，所提供的訓練有一般車輛事故救援、重型救援、消防戰術戰技、化學災害搶救及倒塌、侷限空間救援訓練。本訓練中心雖然位於烏普薩拉(Uppsala)重型救援消防分隊旁，但卻屬於私人所有，其負責人即為本次訓練的主教官 Jimmy Safstrom。

該訓練場提供各式課程給民間組織、公司行號及政府相關單位受訓，目前更以瑞典為基地，推廣到全歐洲甚至世界各地，以下為本訓練基地所提供的各項訓練項目：



圖 3-1 瑞典重型救援訓練場平面圖
(資料來源：作者自行拍攝)

一、一般車輛事故救援：

1. 道路交通事故的緊急醫療。
2. 脫困時緊急救護處置。
3. 車輛對撞事故救援。
4. 車輛倒翻事故救援。
5. 車輛側翻事故救援。



圖 3-2、3-3 一般車輛事故救援
(資料來源：瑞典重型救援網站)

二、重型救援：

1. 重型車輛脫困。
2. 重型車輛倒翻。
3. 重型車輛側翻。
4. 巴士頂昇。

5. 搶救流程、脫困、巴士人員疏散。
6. 巴士車禍救援單位統合。
7. 絞盤機拖曳技術。



圖 3-4 巴士倒翻，車頂著地訓練場景



圖 3-5 絞盤機拖曳技術運用

(資料來源：作者自行拍攝)

三、消防訓練：

1. 建築物火災搶救。
2. 通風排煙訓練。
3. 火災搶救訓練。
4. 空氣呼吸器訓練。
5. 閃燃櫃訓練。
6. 消防戰術。
7. 水源供應。



圖 3-6 建築物火災搶救訓練場



圖 3-7 閃燃櫃訓練

(資料來源：作者自行拍攝)



圖 3-8 渦輪式瞄子訓練場



圖 3-9 加油站火警訓練場

(資料來源：作者自行拍攝)

四、化學災害搶救：

1. 化學災害指揮官應有的思維。
2. 有毒或腐蝕性和易燃性氣體、液體及氧化性物質等化學品搶救方法與技術。
3. 燃燒中鋼瓶搶救。
4. 根據危害物特性，劃定冷、熱、暖區及疏散距離界定。

五、倒塌建築物及侷限空間救援。



圖 3-10 倒塌建築物訓練場



圖 3-11 侷限空間訓練場

(資料來源：作者自行拍攝)

六、民間機構、公司行號防火教育：

1. 基本防火知識建立。
2. 室外油盤滅火器滅火。
3. 密閉容器加熱試驗。
4. 高熱油鍋加水試驗。



圖 3-12 倒塌建築物訓練場



圖 3-13 侷限空間訓練場

(資料來源：作者自行拍攝)

另外與其他訓練基地不同的是，訓練場學員宿舍與飯店相結合，宿舍一、二樓與一般飯店別無兩樣，餐廳、會議室、閱覽室皆齊全，亦提供一般民眾住宿。但地下一樓則為消防訓練所使用，訓練所需消防衣帽鞋儲藏室、個人置物間、消防衣清洗室及消防衣乾燥室皆可供受訓學員所使用，提供良好課後休憩環境。



圖 3-14 學員餐廳吧檯



圖 3-15 飯店式學員宿舍

(資料來源：作者自行拍攝)



圖 3-16 地下室消防衣清洗室
(資料來源：作者自行拍攝)



圖 3-17 地下室消防衣帽鞋儲藏室
(資料來源：瑞典重型救援網站)

第四章 重型救援訓練

第一節 巴士側翻

一、訓練場景介紹

一輛側倒於地面（平面）的 40 人座巴士，如何借助可針對重物進行穩固、支撐、舉升和確保的裝備器材來營造足夠搶救的動線與空間。



圖 4-1-1 巴士側倒（平面）場景

二、訓練場景特殊性

1. 第一優先處理的目標（人或物）
2. 多人受困的可能性
3. 車身是否穩固
4. 舉升過程中可能造成車體移動
5. 車身結構的強度
6. 裝備器材所需具備的能力

三、救援 6 大步驟：

1. 思考：由現場指揮官與成員針對下列問題討論後，即可開始分工執行各自所負責的部分。
 - (1) 舉升的目標物是什麼 - 40 人座巴士。
 - (2) 車身的結構強度 - 跟車底盤比較相對的脆弱。
 - (3) 巴士的重心位置 - 引擎靠近車頭所以是車身中心再往車頭偏一些的位置。
 - (4) 車身重量 - 巴士每公尺約 1 公噸，此巴士長約 14 公尺，所以大約 14 公噸。

- (5) 所需頂昇的重量 - 巴士大部分的重量落在底盤，如果從車頂舉升大約 3 噸。
- (6) 所需舉升的高度 - 視現場狀況而定，通常比肩略寬，所以設定為 50 公分。
- (7) 支點的位置 - 從車頂舉升支點通常會落在輪胎。
- (8) 舉昇時可能發生之弧形運動幅度 - 以單邊舉升為例，舉升過程一定會造成弧形運動，舉升的高度越高幅度越大，車高約 3 公尺的巴士，單邊舉升 50 公分的弧形運動尚不大。
- (9) 舉升器材的能力（高度和力量） - 必須選擇能力足夠的裝備器材來使用。
- (10) 舉升器材的弧形運動能力 - 所使用的裝備器材最好能有適應弧形運動的能力。
- (11) 舉升器材位置的選擇 - 靠近車頭和車尾結構較強壯的位置。
- (12) 支撐確保的器材 - 塑膠墊塊、木頭墊塊、液壓頂桿或氣壓頂桿。
- (13) 支撐的位置 - 通常是舉升器材附近結構較為強壯的位置。
- (14) 如何跟隨負載 - 手動調整、油壓調整或者氣壓自動調整。
- (15) 如何確保 - 以塑膠墊塊、木頭墊塊填塞或者將液壓、氣壓、手動頂桿鎖固。
- (16) 如何將受困者脫困 - 選擇最快捷與障礙最少的動線來進行搶救。

2. 穩固和阻塞：

為避免將車體翻轉的同時支點與軸線又再一次回到靠近地面側的 2 個輪胎上而造成其前後滑動，所以必須在開始執行舉升之前就先將支點做止擋的動作，而針對此輛巴士的狀況最簡單最便捷的方法則是以楔型的墊塊以 V 形夾角的方式塞入輪胎底下的左右兩側，藉此方法來將支點鎖死防止其滑動。所使用的墊塊高度必須足夠，以避免車身翻轉的同時墊塊受力不均而跟著移動，如此會造成車輛滑動的風險增加。



圖 4-1-2 輪胎的阻塞動作

3. 舉升：

選擇適當的舉升工具及舉升位置後，由指揮官下令分配各成員所需執行之任務，當一切設施都定位後，即完成頂昇之準備工作。接著指揮官便可開始下令進行頂昇的動作，頂升過程中，唯有指揮官可下令頂升之命令，已確保頂升命令之單一性，避免衍生命令混淆之情形發生。頂升過程車止停之命令發布，則是每位搜救人員皆可下令，由於頂昇過程中，每位搜救人員均有其所被賦予之工作，當所負責之範圍有頂升安全或是其他疑慮時，即可暫停整個頂升行動，當問題解決後，再繼續進行頂升之工作，舉升時以雙邊同時頂升為原則，因此操作較能保持車體的上升時的平穩狀態。

以此巴士為例，考量到因車身結構尚屬完整不易因前後距離過長而變形，所以頂升位置選擇在車頭及車尾橫樑直柱交會的地方，此位置之強度較為足夠且舉升後重心亦較為穩固。至於使用的器材方面則是選用氣動式頂舉袋 NT2 和 NT4 連結，其最小頂升力量為 4 噸，最高可頂升超過 70 公分，對於此次任務頂升的重量約 3 噸及高度 50 公分算是在其能力範圍之內，另外氣動式頂舉袋對於弧形運動的適應亦算良好，算是相當適合的工具，只是使用此氣墊之時不宜站在其弧形運動的正後方，以避免其滑動時向後彈出造成操作人員的受傷，又如果有一邊高度不足以塞入頂舉袋之時，可先以單邊頂升，待創造出空間後再塞入另一邊，接著再進行雙邊同時舉升的動作。



圖 4-1-3 頂升位置的選擇



圖 4-1-4 頂升後的情形

4. 跟隨負載：

在開始進行頂升之前，還有一項確保的動作必須執行，為的是防止在頂升的過程中防止車體側向的滑動，另外如果不幸頂升失敗也不會造成目標物馬上掉落而使受困人員受到更嚴重的二次傷害，而針對此項任務所選用的器材則是氣動式支撐柱 M-1400 型，延伸行程為 95 公分，最低負重安全係數於 4：1 的設定下為 14 公噸，對於此次的任務 50 公分

的舉升及 3 噸的受力可說是有足夠能力的。此器材的好處就是可先於柱內充氣 2bar，即當氣墊開始頂升時車體會跟著升高，支撐柱可自動跟隨車體被提升的高度慢慢延伸，而當氣墊頂舉袋突然洩氣、彈開或其他緊急狀況時，支撐柱可適時發揮其功能，只要受力超過 30 公斤便會自動鎖固以完成確保的動作防止意外發生，而在頂升的過程中亦可提供不錯的側向支撐力，除此之外，氣動式支撐柱對於弧形運動幅度的適應可算是非常良好。

當然在架設氣動式支撐柱之前必須先選擇適當的位置，且架設之時需與車體保持 2 個拳頭之寬度以避免跟車體的互相碰撞造成移動而失效，而此次的支撐點則選在頂舉袋旁的車頂緊急逃生口且靠近橫樑的位置。另外針對預計頂升的高度選擇合適的支撐柱型號非常重要，如長度不足則無法達成確保的任務，必要時則可進行延長管的連結以增加長度（最多 2 節最長 120 公分），如果舉升的高度為 50 公分，則支撐桿的延伸行程則必須遠超過 50 公分，因為弧形運動會影響支撐柱的角度，而支撐柱角度越大則延伸的行程和實際頂升的高度落差就越大。而使用氣動式支撐柱時角度的改變亦會增加其水平的移動力，除了可以在地上打入鋼釘、使用固定帶或改變地面支撐點的角度來預防外，也必須注意操作時盡量勿站在其受力的正後方以避免其滑脫時受其波及而受傷。



圖 4-1-5 跟隨負載的支撐點位置



圖 4-1-6 支撐柱與車體保持的距離



圖 4-1-7 地面的承重板打入鋼釘以防止其水平移動

5. 鎖固：

當完成頂升及跟隨負載的準備動作後便可開始進行舉升的實際操作，一開始先將頂舉袋充氣，且隨時觀察其動作的狀況還有氣動式支撐柱的工作情形，注意支撐點及受力點有無移動，車體有無變形或滑動，如一切正常則持續平緩的向上頂升，不過由於外在各項因素如地面鬆軟、車體變形、弧形運動或接觸面不平整等…會導致實際的頂升高度和

頂舉袋標示的高度有所落差，此時則需將頂舉袋洩氣利用支撐柱及塑膠墊塊填塞先進行鎖固及確保，再將頂舉袋往車側內部推進以縮短力距來增加其頂升的距離，必須特別注意的一點則是因為頂舉袋於車體的施力點將改變而被移動到更靠近底盤重心的位置。

而依據槓桿原理，因力距的縮短所需要的頂舉力量便需增加，而車身上的受力亦會隨之增加，所以更要選擇車身強度最高的位置當做受力點，還有車頂的上升速度也會因此而相對的加快，所以操作控制時更要小心謹慎充氣不可過快，而等到車身被頂升到事先預計達到的高度之後，最後的步驟就是要將支撐桿鎖固來承受車體重量以防止車體上下擺盪，而在執行此動作之前必須先使用墊塊往上堆疊直至碰觸車體，選擇的位置也必須是車身結構穩固的地方，可利用楔形墊塊來增加其與車身的接觸面積，在完成此動作之後再將頂舉袋洩氣讓車身的重量坐落在支撐柱及墊塊之上，此時支撐柱因受力會自動鎖固而墊塊亦會幫忙分擔受力，以達到雙重確保的效果，進而使頂升起之車身達到相對穩定之狀態。



圖 4-1-8 往車身內側移動的頂舉袋



圖 4-1-9 塞入墊塊以達雙重確保的效果



圖 4-1-10 頂升至定位完成圖

6. 脫困：

等頂舉袋已經完全脫離車身之後，表示車身的重量已經完完全全受在支撐柱及墊塊上之上，但尚須確認其是否有平均受力，可以敲打的方式測試，針對不足的部分補強，直至車體處於穩定狀態，接著再繞著車身巡視一遍，確定沒有任何的不穩定因素才可開始進行救援的動作，此舉不僅能確保受困人員不會遭受到不必要的二次傷害更可避免搶救

人員在搶救過程中受傷的風險，絕對馬虎不得。而等到受困人員脫困之後便可依頂升的方式反向操作將打舉袋充氣然後支撐柱解鎖，再將墊塊搬離，接著慢慢的將頂舉袋洩氣，支撐柱往回縮而車體則平緩的向下直至地面，讓車體處於更穩定的狀態等待專門用來救援車輛的機具前來處理，而有時為了避免頂舉袋被車體壓住而無法抽出，可在車體下降至地面之前先放置木塊至頂舉袋旁來承載車身的重量。

四、訓練後檢討：

在此次的模擬搶救訓練過程中因為尚在學習階段，多少都有一些失誤出現，但影響都不算大也很好解決，例如頂舉袋的高度計算不足、支撐柱與車身的距離不夠或者承重板的擺放角度不穩固等…而其中最值得一提的就是，在我們將頂舉袋由車頂向車內底盤方向移動以藉此來改變它的力距以增加車身被舉升的距離時，結果由於選擇擺放的位置錯誤（車頭前方的車門中段，該受力點的強度不足），以致於造成在頂升時車體一直變形而高度卻無明顯提升，在發現此一問題後為了解決車體強度不足的問題，大家一致決議於車身內部的頂舉袋受力點上方置入一支撐柱延伸至對向車側的車身直柱上，以藉此來將單一側的車身受力分擔至另一側的車身上，來讓兩側的車身都平均受力，幸好此一方案順利的解決了這個問題，而車體也隨著頂舉袋的充氣而平緩的上升至我們想要的高度，我想這算是一次非常難能可貴的舉升經驗，也如同訓練教官 Jimmy 常常提到的，舉升過程中一定會遇到問題，不用怕，想辦法把它解決了再來繼續頂升的動作。



圖 4-1-11 車體變形導致高度無法提升



圖 4-1-12 於車體內置放一支撐柱來分擔受力

第二節 巴士側翻在斜坡

一、訓練場景介紹

一輛側倒於地面（斜坡）的 40 人座巴士，如何借助可針對重物進行穩固、支撐、舉升和確保的裝備器材來營造足夠搶救的動線與空間。



圖 4-2-1 巴士側翻（斜坡）場景

二、訓練場景特殊性

1. 車身可能因斜坡之因素，於搶救過程中產生滑動之情況
2. 第一優先處理的目標（人或物）
3. 多人受困的可能性
4. 車身是否穩固
5. 舉升過程中可能造成車體移動
6. 車身結構的強度
7. 裝備器材所需具備的能力

三、救援 6 大步驟：

1. 思考：由現場指揮官與成員針對下列問題討論後，即可開始分工執行各自所負責的部分。
 - (1) 舉升的目標物 - 大巴士。
 - (2) 車體結構強度 - 結構未損壞，結構強度強。
 - (3) 車體重心位置 - 巴士之中間。
 - (4) 車體重量 - 大約 16 噸重(以目視測定，1 公尺約莫 1 噸重)。
 - (5) 必須穩定之位置 - 輪胎(可能因接觸地面後致使車體滑動)。
 - (6) 大約需頂升之重量 - 考量頂昇點及重心後，大約需頂昇 4 噸之重

量。

- (7) 所需頂昇高度-將車體頂昇離地 20 公分。
- (8) 如何創造並穩固支點-以墊塊創造出車體穩定之支點。
- (9) 頂昇器具之空間-足夠將頂舉袋置入。
- (10) 器具選擇-必須選擇能力足夠的裝備器材來使用。
- (11) 舉昇時可能發生之弧形運動幅度 - 以單邊舉升為例，舉升過程一定會造成弧形運動，舉升的高度越高幅度越大，車高約 3 公尺的巴士，單邊舉升 20 公分的弧形運動尚不大。
- (12) 頂昇位置之選擇-通常是舉升器材附近結構較為強壯的位置。
- (13) 跟隨覆載方式與器具之選擇-手動調整、油壓調整或者氣壓自動調整。
- (14) 頂昇達目標高度如何鎖固車體-以塑膠墊塊、木頭墊塊填塞或者將液壓、氣壓、手動頂桿鎖固。
- (15) 如何將受困者脫困-運用最迅速並兼顧安全之搶救模式進行。

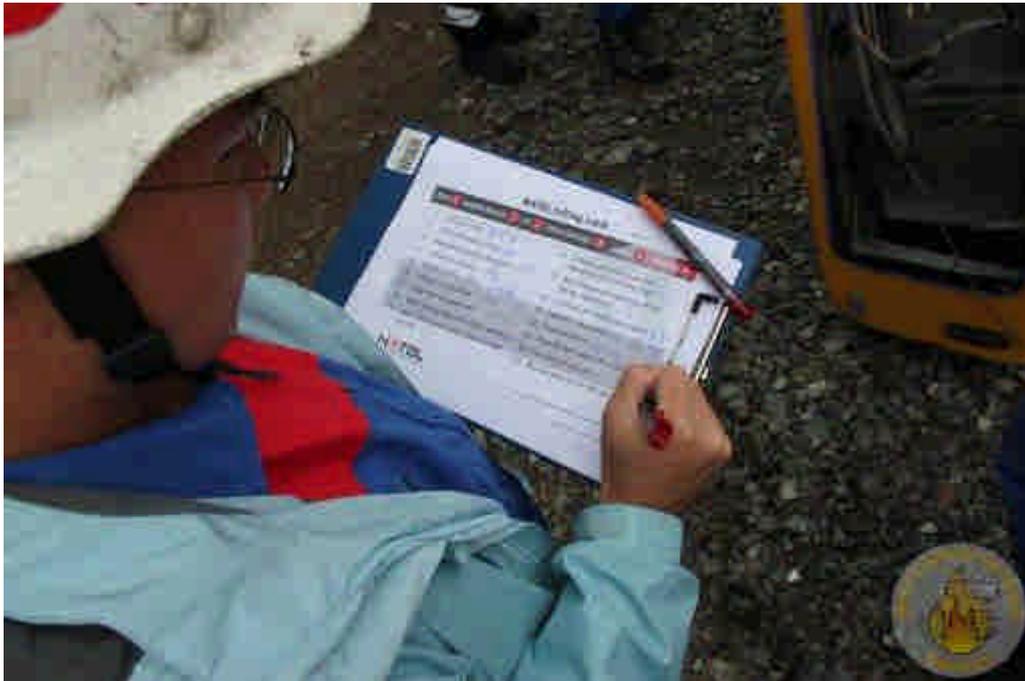


圖 4-2-2 製作頂昇計畫

2. 穩固和阻塞：

為避免將車體翻轉的同時支點與軸線又再一次回到靠近地面側的 2 個輪胎上而造成其前後滑動，所以必須在開始執行舉升之前就先將支點做止擋的動作，而針對此輛巴士的狀況最簡單最便捷的方法則是以楔型的墊塊以 V 形夾角的方式塞入輪胎底下的左右兩側，藉此方法來將支點鎖死防止其滑動。所使用的墊塊高度必須足夠，以避免車身翻轉的同時墊塊受力不均而跟著移動，如此會造成車輛滑動的風險增加。



圖 4-2-3 輪胎的阻塞動作

3. 舉升：

選擇適當的舉升工具及舉升位置後，由指揮官下令分配各成員所需執行之任務，當一切設施都定位後，即完成頂昇之準備工作。接著指揮官便可開始下令進行頂昇的動作，頂升過程中，唯有指揮官可下令頂升之命令，已確保頂升命令之單一性，避免衍生命令混淆之情形發生。頂升過程車止停之命令發布，則是每位搜救人員皆可下令，由於頂昇過程中，每位搜救人員均有所被賦予之工作，當所負責之範圍有頂升安全或是其他疑慮時，即可暫停整個頂升行動，當問題解決後，再繼續進行頂升之工作，舉升時以雙邊同時頂升為原則，因此操作較能保持車體的上升時的平穩狀態。

以此巴士為例，考量到因車身結構尚屬完整不易因前後距離過長而變形，所以頂升位置選擇在車頭及車尾橫樑直柱交會的地方，此位置之強度較為足夠且舉升後重心亦較為穩固。至於使用的器材方面則是選用氣動式頂舉袋 NT2 和 NT4 連結，其最小頂升力量為 4 噸，最高可頂升超過 70 公分，對於此次任務頂升的重量約 4 噸及高度 20 公分算是在其能力範圍之內，另外氣動式頂舉袋對於弧形運動的適應亦算良好，算是相當適合的工具，只是使用此氣墊之時不宜站在其弧形運動的正後方，以避免其滑動時向後彈出造成操作人員的受傷，又如果有一邊高度不足以塞入頂舉袋之時，可先以單邊頂升，待創造出空間後再塞入另一邊，接著再進行雙邊同時舉升的動作。



圖 4-2-4 頂升位置的選擇（以墊塊創造合適之頂昇角度）



圖 4-2-5 頂升後的情形

4. 跟隨負載：

在開始進行頂升之前，還有一項確保的動作必須執行，為的是防止在頂升的過程中防止車體側向的滑動，另外如果不幸頂升失敗也不會造成目標物馬上掉落而使受困人員受到更嚴重的二次傷害，而針對此項任務所選用的器材則是氣動式支撐柱 M-1400 型，延伸行程為 95 公分，最低負重安全係數於 4：1 的設定下為 14 公噸，對於此次的任務 20 公分

的舉升及 4 噸的受力可說是有足夠能力的。此器材的好處就是可先於柱內充氣 2bar，即當氣墊開始頂升時車體會跟著升高，支撐柱可自動跟隨車體被提升的高度慢慢延伸，而當氣墊頂舉袋突然洩氣、彈開或其他緊急狀況時，支撐柱可適時發揮其功能，只要受力超過 30 公斤便會自動鎖固以完成確保的動作防止意外發生，而在頂升的過程中亦可提供不錯的側向支撐力，除此之外，氣動式支撐柱對於弧形運動幅度的適應可算是非常良好。

當然在架設氣動式支撐柱之前必須先選擇適當的位置，且架設之時需與車體保持 2 個拳頭之寬度以避免跟車體的互相碰撞造成移動而失效，而此次的支撐點則選在頂舉袋旁的車頂緊急逃生口且靠近橫樑的位置。另外針對預計頂升的高度選擇合適的支撐柱型號非常重要，如長度不足則無法達成確保的任務，必要時則可進行延長管的連結以增加長度（最多 2 節最長 120 公分），如果舉升的高度為 20 公分，則支撐桿的延伸行程則必須遠超過 20 公分，因為弧形運動會影響支撐柱的角度，而支撐柱角度越大則延伸的行程和實際頂升的高度落差就越大。而使用氣動式支撐柱時角度的改變亦會增加其水平的移動力，除了可以在地上打入鋼釘、使用固定帶或改變地面支撐點的角度來預防外，也必須注意操作時盡量勿站在其受力的正後方以避免其滑脫時受其波及而受傷。

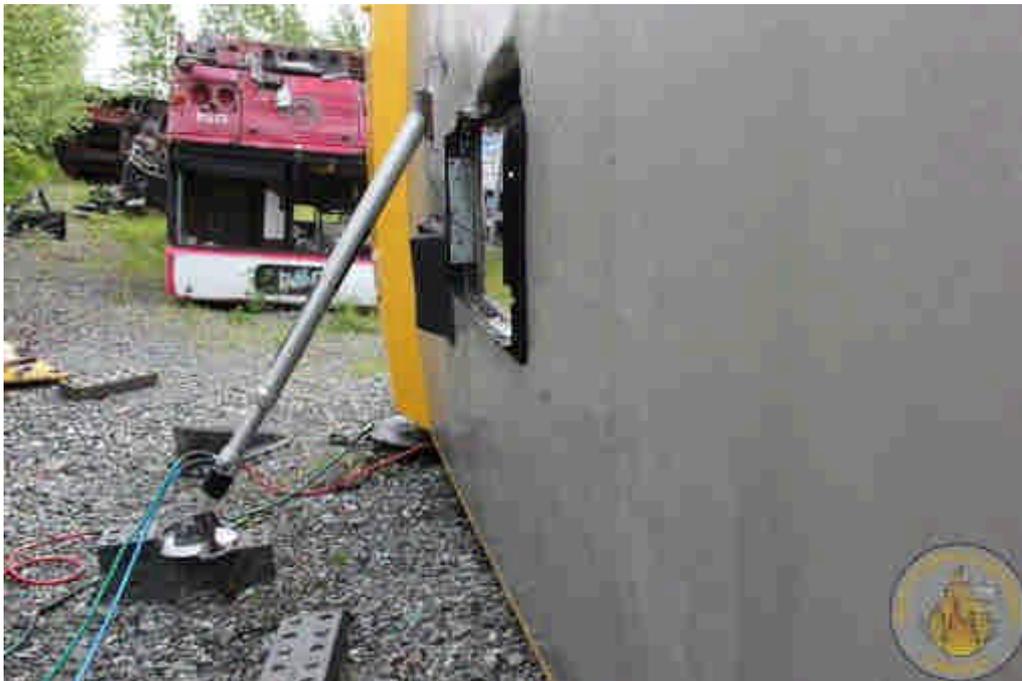


圖 4-2-6 跟隨負載的支撐點位置-1



圖 4-2-7 跟隨負載的支撐點位置-2



圖 4-2-8 支撐柱與車體保持的距離



圖 4-2-9 地面的承重板打入鋼釘以防止其水平移動

5. 鎖固：

當完成頂升及跟隨負載的準備動作後便可開始進行舉升的實際操作，一開始先將頂舉袋充氣，且隨時觀察其動作的狀況還有氣動式支撐柱的工作情形，注意支撐點及受力點有無移動，車體有無變形或滑動，如一切正常則持續平緩的向上頂升，不過由於外在各項因素如地面鬆軟、車體變形、弧形運動或接觸面不平整等…會導致實際的頂升高度和頂舉袋標示的高度有所落差，此時則需將頂舉袋洩氣利用支撐柱及塑膠墊塊填塞先進行鎖固及確保，再將頂舉袋往車側內部推進以縮短力距來增加其頂升的距離，必須特別注意的一點則是因為頂舉袋於車體的施力點將改變而被移動到更靠近底盤重心的位置。

而依據槓桿原理，因力距的縮短所需要的頂舉力量便需增加，而車身上的受力亦會隨之增加，所以更要選擇車身強度最高的位置當做受力點，還有車頂的上升速度也會因此而相對的加快，所以操作控制時更要小心謹慎充氣不可過快，而等到車身被頂升到事先預計達到的高度之後，最後的步驟就是要將支撐桿鎖固來承受車體重量以防止車體上下擺盪，而在執行此動作之前必須先使用墊塊往上堆疊直至碰觸車體，選擇的位置也必須是車身結構穩固的地方，可利用楔形墊塊來增加其與車身的接觸面積，在完成此動作之後再將頂舉袋洩氣讓車身的重量坐落在支撐柱及墊塊之上，此時支撐柱因受力會自動鎖固而墊塊亦會幫忙分擔受力，以達到雙重確保的效果，進而使頂升起之車身達到相對穩定之狀態。



圖 4-2-10 頂昇至定位（以墊塊作鎖固車體之器具）

6. 脫困：

等頂舉袋已經完全脫離車身之後，表示車身的重量已經完完全全受在支撐柱及墊塊上之上，但尚須確認其是否有平均受力，可以敲打的方式測試，針對不足的部分補強，直至車體處於穩定狀態，接著再繞著車身巡視一遍，確定沒有任何的不穩定因素才可開始進行救援的動作，此舉不僅能確保受困人員不會遭受到不必要的二次傷害更可避免搶救人員在搶救過程中受傷的風險，絕對馬虎不得。而等到受困人員脫困之後便可依頂升的方式反向操作將打舉袋充氣然後支撐柱解鎖，再將墊塊搬離，接著慢慢的將頂舉袋洩氣，支撐柱往回縮而車體則平緩的向下直至地面，讓車體處於更穩定的狀態等待專門用來救援車輛的機具前來處理，而有時爲了避免頂舉袋被車體壓住而無法抽出，可在車體下降至地面之前先放置木塊至頂舉袋旁來承載車身的重量。

三、訓練後檢討：

1. 頂昇過程中，應考量頂昇之時效性，並選擇最合適之器具輔助，藉由思考將頂昇計畫擬定完成後，指揮官即進行任務分配。於頂昇過程中，避免發生將頂升起之車體因系統之轉換致使必須將頂升起之高度降下之情況發生，如遇頂昇問題，因即時就問題擬定解決之道。
2. 於思考階段，花費太多時間在就斜坡頂昇可能發生問題之解決方式上，顯見就斜坡因素可能致生之危險因子無法預測可能發生之情況，經過實際操作訓練後，就斜坡可能發生之狀況已有充分認知。

第三節 巴士翻覆(車頂著地)

一、訓練場景介紹

一輛 180 度翻轉的大客車以車頂朝下之姿橫躺於地面上，此情境設計為針對車頂底下的受困人員進行脫困，如何藉由最簡便快速的裝備器材來將目標物進行穩固、支撐、舉升和確保等以營造足夠的搶救動線與空間。



圖 4-3-1 大客車翻轉車頂朝下場景

二、訓練場景特殊性

1. 人員受困的位置
2. 車體是否變形
3. 車身是否穩固
4. 車身結構的強度
5. 舉升過程中可能造成車體移動
6. 裝備器材所需具備的能力

三、救援 6 大步驟：

1. 思考：由現場指揮官與成員針對下列問題討論後，即可開始分工執行各自所負責的部分。
 - (1) 舉升的目標物是什麼 - 大客車。
 - (2) 車身的結構強度 - 跟車底盤比較相對的脆弱。
 - (3) 巴士的重心位置 - 引擎靠近車頭所以是車身中心再往車頭偏一些的位置。
 - (4) 車身重量 - 巴士每公尺約 1 公噸，此巴士長約 16 公尺，所以大約 16 公噸。

- (5) 所需頂昇的重量 - 大客車翻轉 180 度底盤在上方，而車的重量大部分落在底盤，如果從車頂往上舉升大約需 8 公噸的力。
- (6) 所需舉升的高度 - 視現場狀況而定，通常比肩略寬，此次設定為 60 公分。
- (7) 支點的位置 - 另一側的車頂邊緣。
- (8) 舉昇時可能發生之弧形運動幅度 - 以單邊舉升為例，舉升過程一定會造成弧形運動，舉升的高度越高幅度越大，車寬約 2 公尺比車高短約 1 公尺，因力距較短舉升 50 公分的弧形運動會比側翻稍大一些。
- (9) 舉升器材的能力（高度和力量） - 頂舉袋 NT2 和 NT4 結合，有足夠的能力。
- (10) 舉升器材的弧形運動能力 - 頂舉袋的弧形運動幅度適應能力算足夠。
- (11) 舉升器材位置的選擇 - 靠近車頭和車尾結構較強壯的位置。
- (12) 支撐確保的器材 - 此次僅使用塑膠墊塊。
- (13) 支撐的位置 - 通常是舉升器材旁結構較為強壯的位置。
- (14) 如何跟隨負載 - 手動調整墊塊。
- (15) 如何確保 - 以塑膠墊塊填塞止擋。
- (16) 如何將受困者脫困 - 選擇最方便快速的動線來進行搶救。

2. 穩固和阻塞：

此次情境雖沒有車體翻轉之時支點重回輪胎而造車身輻滑動的問題，不過爲了在頂升時維持車身的穩定和平整還是必須爲先爲目標物創建支點，而在這輛 180 度翻轉的大客車於側面轉動時將以車頂的邊緣轉折處爲其軸線，所以建立支點最好的位置就是在靠近前後車頭及車尾的車頂邊緣的堅固處所，並且盡量讓其位置距離對稱以增加頂升後的穩定性。



圖 4-3-2 先於大客車的翻轉軸線上創建支點

3. 舉升：

選擇適當的舉升工具及舉升位置後，便由指揮官下令分配各成員所需執行之任務，當一切設施都定位後，即完成頂昇之準備工作。接著指揮官便可開始下令進行頂升的動作，頂升過程中，唯有指揮官可下令頂升之命令，已確保頂升命令之單一性，避免衍生命令混淆之情形發生。頂升過程車止停之命令發布，則是每位搜救人員皆可下令，由於頂昇過程中，每位搜救人員均有所被賦予之工作，當所負責之範圍有頂升安全或是其他疑慮時，即可暫停整個頂升行動，當問題解決後，再繼續進行頂升之工作，舉升時以雙邊同時頂升為原則，因此操作較能保持車體的上升時的平穩狀態。以此大客車翻轉的情境設定，因車身結構並沒有嚴重毀損不易因前後頂升的距離過長而變形，所以頂升位置還是選擇在靠近車頭及車尾的樑柱交會處所，此位置之強度較為足夠且舉升後重心亦較為穩固。

至於使用的器材方面則是選用氣動式頂舉袋 NT2 和 NT4 連結，其最小頂升力量為 4 噸，最高可頂升超過 70 公分，對於此次任務頂升的重量約 8 噸及高度 60 公分如果以單組來講可能略微不足，但是同時間 2 組頂舉袋一起操作便可產生至少 8 噸的頂舉力量，而且在設定高度為 60 公分的情形下亦尚未達其全伸展的最小推力高度，而且車體一旦被舉起其重心便會往軸線移動所需的頂升力道只會越來越小，因此以 NT2 頂舉袋的頂升能力來說是非常足夠的。另外氣動式頂舉袋對於弧形運動的適應亦算良好，算是相當適合的工具，只是使用此氣墊之時不宜站在其弧形運動的正後方，以避免其滑動時向後彈出造成操作人員的受傷，又如

果有一邊高度不足以塞入頂舉袋之時，可先以單邊頂升，待創造出空間後再塞入另一邊，接著再進行雙邊同時舉升的動作。



圖 4-3-3 頂升位置的選擇



圖 4-3-4 頂升後的情形

4. 跟隨負載：

在開始進行頂升之前，還有一項確保的動作必須執行，為的是防止在頂升的過程中防止車體平移，另外如果不幸頂升失敗也不會造成目標物馬上掉落而使受困人員受到更嚴重的二次傷害，而針對此項任務所選

用的器材則是聚乙烯製造的塑膠墊塊，此塑膠墊塊有各種不同的形狀可以互相組合，而其最小的負重強度為 20 公噸，且在單排的組合下最高的確保適用高度則為 60 公分，以其功能來講對於此次的任務 60 公分的舉升及 8 公噸的受力可說是剛好適用的。此器材的缺點就是必須全程有人員在旁邊跟著操作以增加其高度來跟隨負載，所以說人力的消耗上可說是比較大的，如果說在頂升過程中使用 2 組塑膠墊塊，那便必須多 2 個操作人員在一旁執行增加墊塊以進行確保的動作，而在此情形下，如果頂舉袋失效、彈開或發生其他緊急狀況時，此塑膠墊塊便可發揮其功能止擋目標物墜落來防止意外發生，雖然耗費人力，不過由於此墊塊為人力操作，所以不會有機械性的故障問題發生，除此之外，由於其為純手工方式針對車身的高度及角度來做調整，因此對於弧形運動幅度的適應來說是非常良好的，而所需選擇的支撐位置通常也是在頂舉袋的施力點附近較為堅固及對稱的處所。



圖 4-3-5 跟隨負載的支撐點位置

5. 鎖固：

當完成頂升及跟隨負載的準備動作後便可開始進行舉升的實際操作，一開始需先將頂舉袋充氣，且隨時觀察其動作的狀況，並注意施力點及受力點有無移動，車體有無變形或滑動，如一切正常則持續平緩的向上頂升，於此同時操作跟隨負載的 2 員必須一直將楔形墊塊組往車底下推以保持其頂部可以跟車體接觸，如此持續的動作直到墊塊高度不足時再停止頂舉袋的充氣，接著從車底下抽出墊塊後增加其高度再推回，等到 2 邊的墊塊組都準備好了才可以開始再行舉升動作，而整個頂升的過程會來回不斷的持續此動作直到車體達到所需的高度，在確定高度足

夠之後便必須將頂舉袋洩氣讓車身的重量坐落在墊塊之上讓墊塊承受車身的重量，進而使頂升起之車身達到相對穩定之狀態，以確保受困人員及搶救人員的安全。



圖 4-3-6 車體到達定位完成圖



圖 4-3-7 車頂底下創造出來的搶救空間

6. 脫困：

等頂舉袋已經完全脫離車身之後，表示車身的重量已經完完全全受在墊塊之上，但尚須確認其是否 2 組墊塊均有受力，可以敲打的方式

測試，針對不足的部分補強，直至車體處於穩定狀態，接著再繞著車身巡視一遍，確定沒有任何的不穩定因素才可開始進行救援的動作，此舉不僅能確保受困人員不會遭受到不必要的二次傷害更可避免搶救人員在搶救過程中受傷的風險，絕對馬虎不得。而等到受困人員脫困之後便可依頂升的方式反向操作將頂舉袋充氣然後再將墊塊往外抽出，接著慢慢的將頂舉袋洩氣讓車體向下直至地面，而有時為了避免頂舉袋被車體壓住而無法抽出，可在車體下降至地面之前先放置木塊至頂舉袋旁來承載車身的重量。

四、訓練後檢討：

在許多的搶救模擬演練情境中，此次的模擬搶救訓練算是相對比較容易的，可是我們卻犯了最大的錯誤，雖然在舉升的過程中沒有太大的缺失，不過卻一直疏忽了一個重要的因素，經過教官的提醒我們才恍然大悟，不足的地方在於此次舉升的距離雖不算高，但由於其底盤在上方因此造就重心位於至高點，只要有些微的側邊舉升其重心很容易越過旋轉軸而造成整輛車的翻轉，而且雖然車底盤在上方一開始需耗費較大的力量來頂升，可是一旦其重心越接近旋轉軸則其所需推舉的力量會越來越小且落差很大，也因此更容易造成頂舉袋在超過一定之高度後會因為受力變輕而過度伸展，進而將車體推舉過頭導致車輛的翻轉，這樣的缺失亦很可能會危及週圍的人、事、物。改善方法是一開始在舉升的過程中便必須在頂舉側的對向側以支撐柱來做反向的跟隨負載的動作，如果一不注意讓頂舉袋充氣過度而造成車輛的重心越過旋轉軸，則支撐柱因瞬間受力超過 30 公可以在第一時間鎖固來防止車輛翻轉，並藉此來避免在預期之外的危險發生。不過藉由這次的錯誤，更可以讓我們了解在執行重型救援之前計畫要更週全，思考要更全面且心思要更縝密，對於我們的學習在實質上有著更大的幫助。



圖 4-3-8 此側應再增加支撐柱來防止車輛翻轉

第四節 巴士翻覆(車頂著地，車頂結構破壞變形)

一、狀況：巴士四腳朝天+車頂變形（如圖 4-4-1）



二、處理原則：

1. 到達現場：個人防護裝備應穿戴齊全。
2. 瞭解引擎是否發動？是：從引擎進氣孔噴入 CO2 或乾粉滅火器。
3. 發現有柴油或汽由外漏時？用砂土覆蓋或準備乾粉滅火器滅火。
4. 瞭解受困者的狀況：安撫受困者,並給予適當的醫療處置。
5. 救援六大步驟：
 - (1)思考：①傷者在哪？車體中央。②重心在哪？約車體中間。③重量多重？長 14M 約 14 噸。④需要頂升多高？中間須頂 60 公分高。⑤結構有多結實？車體不結實。⑥我們該選擇哪裡作為支點？車體左前、左中及左後。⑦從哪裡開始頂升？先從前後頂升，創造中間頂升空間，再從中間頂升。⑧是否有風險？前後頂升點不穩固，利用墊塊加強接觸面積。⑨使用何種設備？NT 橢圓形頂昇氣墊及墊塊。
 - (2)穩定與阻塞：穩定車體及阻塞支點。

(3)起重頂升：放置起重設備，團隊溝通合作進行起重頂升。如圖 4-4-2：



(4)跟隨負載：在頂升過程中調固定墊塊和支撐桿，並觀察設備。如圖 4-4-3：



(5)固定：當頂升到足夠高度，用固定墊塊固定載荷。如圖 4-4-4 ：



(6)解救受固者：當載荷與物體或傷員隔離時，可以開始進行救援。

第五節 巴士側翻(壓小客車)

一、訓練場景介紹

一輛側翻於地面的大客車底下壓著一台自小客車，而人員則受困在自小客車內，該如何藉由對目標物大客車進行穩固、支撐、舉升和確保來營造足夠的搶救動線與空間，以利搶救人員救援自小客車內的受困人員脫困。



圖 4-5-1 大客車側倒（壓車）場景

二、訓練場景特殊性

7. 優先搶救對象（大客車或小客車）
8. 單一支撐點車輛的穩定性
9. 舉升過程中可能造成車體移動
10. 車身結構的強度
11. 裝備器材所需具備的能力
12. 舉升過程中重心轉移車輛翻轉的問題

三、救援 6 大步驟：

1. 思考：由現場指揮官與成員針對下列問題討論後，即可開始分工執行各自所負責的部分。
 - (1) 舉升的目標物是什麼 - 大客車。
 - (2) 車身的結構強度 - 跟車底盤部位比較相對的脆弱。
 - (3) 大客車的重心位置 - 引擎靠近車頭所以是車身中心再往車頭偏一些的位置。車身重量 - 大客車每公尺約 1 公噸，此大客車長約 14 公尺，所以大約為 14 公噸。
 - (4) 所需頂昇的重量 - 大客車上大部分的重量落在底盤，且車頂已被小

客車頂高重量更是集中在前後輪的支點上，如果從車頂舉升大約只需 2 噸的力量，而如果是從車高的中心點靠近底盤的位置則大約為 4 公噸。

- (5) 所需舉升的高度 – 視現場狀況而定，此情境的設定只需讓大客車脫離自小客，而有足夠的空間將自小客拖離即可，因此只需再向上提升 30 公分左右。
- (6) 支點及軸線的位置 – 從車頂側舉升支點及軸線通常會落在接觸地面的前後輪之上。
- (7) 舉昇時可能發生之弧形運動幅度 – 以單邊舉升為例，舉升過程一定會造成弧形運動，舉升的高度越高幅度越大，此大客車已被小客車頂升有相當高度，所以弧形運動所造成的問題會相對嚴重。
- (8) 舉升器材的能力（高度和力量） – 必須選擇能力足夠的裝備器材並搭配地形地物的應用調整運作。
- (9) 舉升器材的弧形運動能力 – 所使用的裝備器材最好能有適應弧形運動的能力與可調整之能力。
- (10) 舉升器材位置的選擇 – 靠近車頭和車尾及較接近車高中心偏底盤位置的結構強壯位置，2 個舉升點之間不可太近以確保頂升時的相對穩定性。
- (11) 支撐確保的器材 – 塑膠墊塊、木頭墊塊、液壓支撐桿、手動支撐桿或氣壓支撐桿。
- (12) 支撐的位置 – 通常是舉升器材附近結構較為強壯的位置，選擇與支點軸線距離較遠則受力較小且相對的較為穩固。
- (13) 如何跟隨負載 – 手動調整、油壓調整或者氣壓自動調整。
- (14) 如何確保 – 以塑膠墊塊、木頭墊塊填塞或者將液壓、氣壓、手動頂桿鎖固。
- (15) 如何將受困者脫困 – 選擇最快捷與障礙最少的動線來進行搶救，此情境以將小客車脫離大客車為主。

2. 穩固和阻塞：

為避免操作時車體靠近地面側的支點與軸線，即接觸地面側的前後輪胎滑動而造成危害，所以必須在開始執行舉升之前就先將支點做止擋的動作，而針對此輛巴士的狀況最簡單最便捷的方法則是以楔型的墊塊以 V 形夾角的方式塞入輪胎底下的左右兩側，藉此方法來將支點鎖死防止其滑動，於此同時亦須考慮到車體因只靠車頭前方的小客車支撐，操作時有可能會晃動，而增加小客車車內受困人員二次傷害的風險，所以也必須在大客車近車頂位置以支撐柱進行支撐鎖固，開始頂升之前需完成以上動作以確保車身不會上下左右晃動，進而降低不必要的風險。



圖 4-5-2 輪胎的阻塞動作



圖 4-5-3 支撐柱的鎖固動作

3. 舉升：

選擇適當的舉升工具及舉升位置後，由指揮官下令分配各成員所需執行之任務，當一切設施都定位後，即完成頂升之準備工作。接著指揮官便可開始下令進行頂升的動作，頂升過程中，唯有指揮官可下達頂升之命令，已確保頂升命令之單一性，避免衍生命令混淆之情形。頂升過程中停止之命令發布，則是每位搜救人員皆可下令，由於頂昇過程中，

每位搜救人員均有其所被賦予之工作，當所負責之範圍有頂升安全或是其他疑慮時，即可暫停整個頂升行動，當問題解決後，再繼續進行頂升之動作，舉升時以雙邊同時頂升為原則，因為如此操作較能保持車體上升時的平穩狀態。

此次大客車設定的情境，因車身結構尚屬完整不易因前後距離過長而變形，所以頂升位置選擇在車頭保桿位置及車尾橫樑直柱交會的地方，此位置之強度較為足夠且舉升後重心亦較為穩固，不過由於此次的大客車車身已被小客車頂舉有相當高度，因此頂升的位置選擇除前後外還必須向底盤靠近以縮短力距來減少頂升的距離，但相對的對於車體及頂舉器材的受力都會增加，另外亦須注意的一點則是頂舉的施力點也不能太過於接近底盤，否則可能造成當作支點的前後輪被頂起而離開地面，形成所謂飄移的重心而讓車體晃動或甚至將車身的重量轉移到小客車的車體上，進而造成受困人員的二次傷害。

至於使用的器材方面則是選用氣動式頂舉袋 NT2 和 NT4 連結，其最小頂升力量為 4 噸，前後合起來為 8 噸，最高可頂升超過 70 公分，對於此次任務頂升的重量約 4 噸及高度 30 公分算是在其能力範圍之內，另外氣動式頂舉袋對於弧形運動的適應亦算良好，算是相當適合的工具，不過此次的車體已有相當高度，因此造成車體側面與地面夾角過大，頂升時會超過頂舉袋的弧形運動幅度允許範圍，極可造成頂舉袋彈出的後果，所以在尚未舉升之前便必須改變地面受力角度來減緩頂舉袋的弧形運動幅度來防止意外的發生，還有使用此氣墊之時不宜站在其弧形運動的正後方，以避免其滑動時向後彈出造成操作人員的受傷。



圖 4-5-4 頂升位置的選擇及地面支撐角度的改變



圖 4-5-5 頂升後的情形

4. 跟隨負載：

在開始進行頂升之前，還有一項確保的動作必須執行，為的是防止在頂升的過程中車體側向的滑動，另外如果不幸頂升失敗也不會造成目標物馬上掉落而使受困人員受到更嚴重的二次傷害，而針對此項任務所選用的器材則是氣動式支撐柱 M880 型，延伸行程為 52 公分，最低負重安全係數於 4：1 的設定下為 14 公噸，對於此次的任務 30 公分的舉升及 4 噸的受力可說是有足夠能力的。此器材的好處就是可先於柱內充氣 2bar，即當氣墊開始頂升時車體會跟著升高，支撐柱可自動跟隨車體被提升的高度慢慢延伸，而當氣墊頂舉袋突然洩氣、彈開或其他緊急狀況時，支撐柱可適時發揮其功能，只要受力超過 30 公斤便會自動鎖固以完成確保的動作防止意外發生，而在頂升的過程中亦可提供不錯的側向支撐力，除此之外，氣動式支撐柱對於弧形運動幅度的適應可算是非常良好。

當然在架設氣動式支撐柱之前必須先選擇適當的位置，而此位置在一開始的穩固與阻塞的操作便已架設好，只需將充排氣軟管接上便可讓其自動跟隨負載。此次的情境設定因小客車的阻擋而無法選在前後左右對稱的位置而稍微有點偏向車尾的方向，雖然如此還是足以應付此次的舉升操作，而支撐點則是靠在車頂橫樑與車身直柱的交會點附近。附帶一提針對預計頂升的高度選擇合適的支撐柱型號非常重要，如長度不足則無法達成確保的任務，必要時則可進行延長管的連結以增加長度（最多 2 節最長 120 公分），如果舉升的高度為 30 公分，則支撐桿的延伸行程則必須遠超過 30 公分，因為弧形運動會影響支撐柱的角度，而支撐

柱角度越大則延伸的行程和實際頂升的高度落差就越大。而使用氣動式支撐柱時角度的改變亦會增加其水平的移動力，除了可以在地上打入鋼釘、使用固定帶或改變地面支撐點的角度來預防外，也必須注意操作時儘量勿站在其受力的正後方以避免其滑脫時受其波及而受傷。

另外還有一點需要特別注意的地方，此大客車因為已被小客車頂舉相當的高度，如果經過頂舉袋的頂升則它的重心會開始往軸線移動，而底盤因包含引擎本體、變速箱、差速器和輪軸輪胎等組件，本就佔車體重量的大部分，一旦於頂升的過程中不小心頂舉過高而讓車體的重心超過它的軸線則可能造成車身翻轉的意外發生，爲了要防止此種狀況的出現必須要車底盤那一側再加上氣動式支撐柱來做雙向的跟隨負載的操作，因車底盤距離地面更高角度更大，所以選擇的支撐柱型號則爲 M1400 伸縮行程爲 95 公分，最低負重安全係數於 4：1 的設定下爲 14 公噸，而支撐的位置因重心分配的考量則選在靠近車頭及車尾前後左右對稱的地方，支撐點則選在車底盤相對堅固的 H 型鋼樑上，以達到穩固車身的目的，在如此設定之下，於小客車那一側頂舉袋開始慢慢頂升之時支撐柱會跟著延伸，同時間底盤這一側的支撐柱則是會跟著收縮來達到一個平衡的狀態，如果一不小心頂舉過頭而讓車體的重心過了車身軸線而要翻轉之時，因車底盤這一側的支撐柱會受力，一旦超過 30 公斤便會自動鎖固來防止不預期的車體翻轉意外發生。

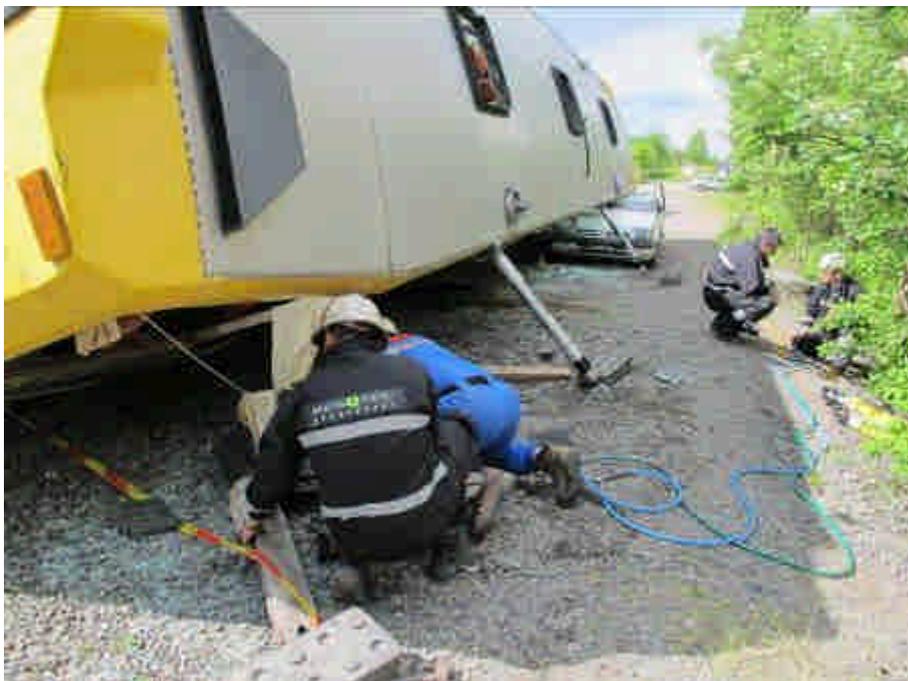


圖 4-5-6 跟隨負載的支撐點位置



圖 4-5-7 跟隨負載的支撐柱作動情形



圖 4-5-8 防止車身翻轉的另一側支撐柱

5. 鎖固：

當完成頂升及跟隨負載的準備動作後便可開始進行舉升的實際操作，一開始先將頂舉袋充氣，且隨時觀察其動作的狀況還有氣動式支撐柱的工作情形，注意支撐點及受力點有無移動，車體有無變形或滑動，重心是否快超過軸線，如一切正常則持續平緩的向上頂升，持續到大客車的車體離開小客車為止，不過由於外在各項因素如地面鬆軟、車體變

形、弧形運動或接觸面不平整等…會導致實際的頂升高度和頂舉袋標示的高度有所落差，此時則需將頂舉袋洩氣利用支撐柱及塑膠墊塊填塞先進行鎖固及確保，因此次的情境設定一開始頂舉袋擺放的位置已經相當靠近底盤軸線的位置無法再往內塞，所以必須從頂舉袋下方增加墊塊來縮短其與車體間的距離以提升其頂舉的高度。

另外值得注意的是，因此次舉升的高度較高，所以重心會更靠近軸線而重心越接近軸線頂舉袋的受力便越輕，一不注意便會將車身推過頭，此時除了車身翻轉外還可能造成頂舉袋的失效彈出，雖然在舉升操作之前便已在底盤那一側先行架設了支撐柱來預防，不過控制時還是要小心謹慎充氣不可過快，以求避免這種情況發生。等到大客車身被頂升到完全脫離小客車的高度之後，最後的步驟就是要將支撐桿鎖固來承受車體重量以防止車體上下擺盪及左右搖晃，而在執行此動作之前必須先使用墊塊往上堆疊直至碰觸車體，選擇的位置也必須是車身結構穩固的地方，可利用楔形墊塊來增加其與車身的接觸面積，在完成此動作之後再將頂舉袋洩氣讓車身的重量坐落在支撐柱及墊塊之上，此時支撐柱因受力會自動鎖固而墊塊亦會幫忙分擔受力，以達到雙重確保的效果，進而使頂升起之車身達到相對穩定之狀態，而於另一側車底盤的支撐柱則會自動延伸跟上預防車體翻轉。

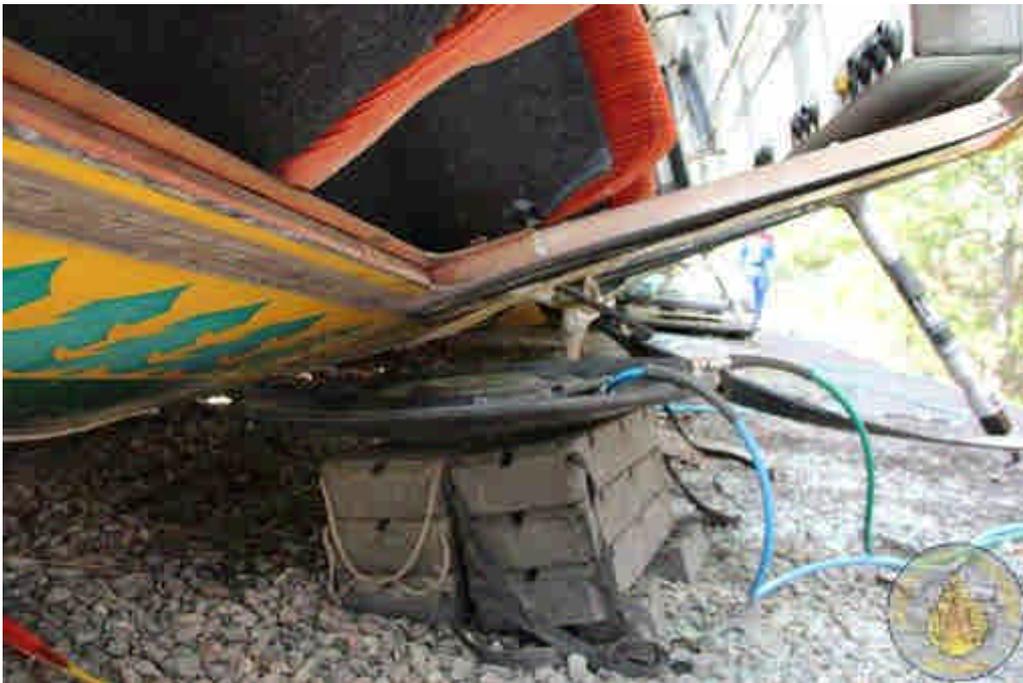


圖 4-5-9 從頂舉袋下方增加墊塊



圖 4-5-10 塞入墊塊以達雙重確保的效果

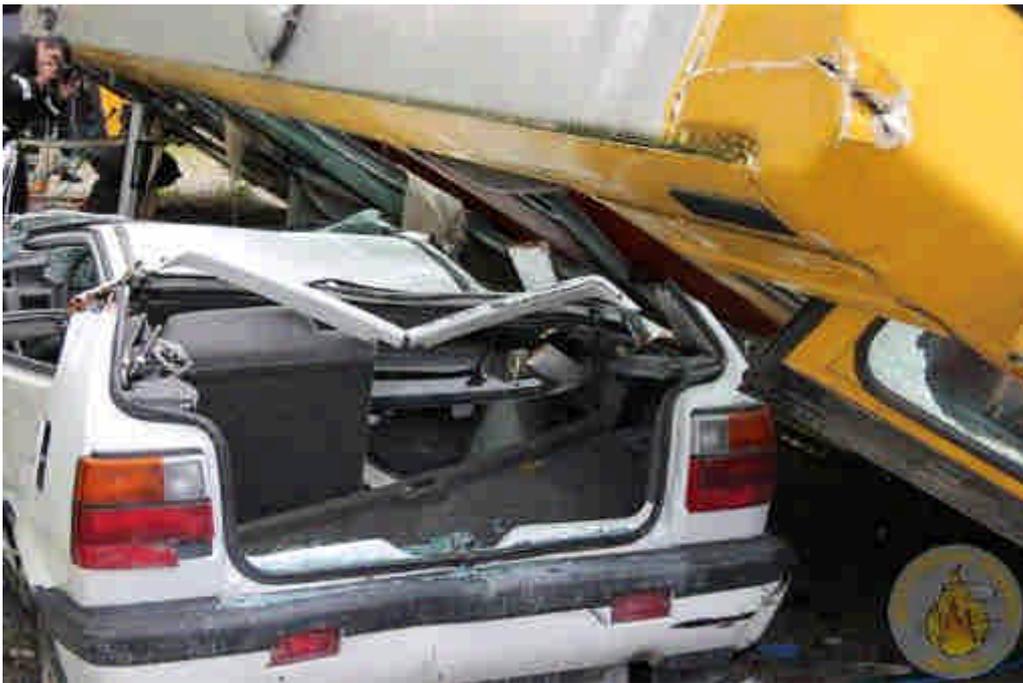


圖 4-5-11 車體完全脫離完成圖

6. 脫困：

等頂舉袋已經完全脫離車身之後，表示車身的重量已經完完全全受在支撐柱及墊塊之上，但尚須確認其是否有平均受力，可以敲打的方式測試，針對不足的部分補強，直至車體處於穩定狀態，接著再繞著車身巡視一遍，確定沒有任何的不穩定因素才可開始進行救援的動作，此舉不僅能確保受困人員不會遭受到不必要的二次傷害更可避免搶救人

員在搶救過程中受傷的風險，絕對馬虎不得。而此次任務的第一要務就是將小客車與大客車脫離，一旦大客車被頂升至足夠高度而與小客車分離，小客車便可被拖至安全且較為空曠的處所方便搶救人員進行救援。而等到確定無其他人員受困便可依頂升的方式反向操作將頂舉袋充氣然後支撐柱解鎖，再將墊塊搬離，接著慢慢的將頂舉袋洩氣，支撐柱往回縮而車體則平緩的向下直至地面，讓車體處於更穩定的狀態等待專門用來救援車輛的機具前來處理，而有時爲了避免頂舉袋被車體壓住而無法抽出，可在車體下降至地面之前先放置木塊至頂舉袋旁來承載車身的重量。

四、訓練後檢討：

在此次的模擬搶救訓練過程中所遭遇的問題並不大，多是那幾項，例如頂升的距離角度計算不足、車體前後形狀不一所延伸的問題、支撐點的接觸面積太小、頂舉袋離軸線的距離太遠或弧形運動的幅度太大之類的，不過都馬上就有了解決方法也立即就修正了，可是這場演練卻還是花了我們相當多的時間，主要的問題還是出在器材的熟悉度不足，我想工欲善其事必先利其器對我們來講還是不夠的，除了有好的器材之外也必須把它操作到很熟悉的地步。除此之外還遇到了器材損壞而無作動的問題，一開始還一直堅持在使用既定的裝備器材，後來經過教官的提醒才瞭解到東西是死的，人是活的，氣動的支撐柱功能無法使用那就改成手動的，幸好操作的同事也都可以互相搭配的很好而不需一直僵在現場浪費時間和氣力，而這堂課所學到最大的重點則在於要會變通而不是只侷限在單一的搶救方法或自我設限的搶救裝備器材上，只要我們在執行舉升操作時的大原則把握住及觀念正確，其餘的旁枝末節好像都可以想其它的替代方案解決。

第六節 火車頂昇

一、訓練場景介紹

1 輛停放於軌道上之火車，如何藉由各式之救援機具，將火車頂昇，創造出必要之搶救空間（如圖 4-6-1）



圖 4-6-1 火車場景

二、訓練場景特殊性

1. 火車之滑動性
2. 火車之高載重

三、救援行動 6 大步驟：

1. 思考：(1)火車結構強度(2)火車重心位置(3)火車重量(4)所需頂昇高度(5)如何創造並穩固支點(6)頂昇時可能發生之弧形運動幅度(7)頂昇器具放置之空間(8)頂昇位置之選擇(9)跟隨覆載方式與器具之選擇(10)頂昇達目標高度如何鎖固車體(11)如何將受困者脫困
2. 穩固與填塞：穩固與填塞將影響車體之穩定度，操作時係藉由墊塊放置於鐵軌與車輪間，使車體不因頂昇過程造成車體之移動。除此之外，另可使用墊塊置於車輪與煞車片間形成阻力，進而使車體無法滑動。頂昇車體時，務必確認穩固點之穩定，確保當頂昇過程中，不因重力之轉移至使穩固點脫落，避免造成車體滑動而威脅搶救人員或受困人員之安全威脅。



4-6-2 穩固與填塞

3. 頂昇：選擇頂昇工具及頂昇位置後，由指揮官下令分配人員所需之工作，開始將所需置於合適之位置，當一切設施都定位後，即完成頂昇之準備工作。接著指揮官分配各搜救人員於頂昇過程之工作項目並開始進行頂昇工作。頂昇過程中，唯有指揮官可下令頂昇之命令，已確保頂昇命令之單一性，避免衍生命令混淆之情形發生。頂昇過程暫停之命令發布，則是每位搜救人員皆可下令，由於頂昇過程中，每位搜救人員均有其所被賦予之工作，當所負責之範圍有頂昇安全或是其他疑慮時，即可暫停整個頂昇行動，當問題解決後，再繼續進行頂昇之工作。



圖 4-6-3 選擇頂昇位置



圖 4-6-3 頂昇(1)



圖 4-6-3 頂昇(2)

4. 跟隨負載(如圖 4-7-4)：

當進行車體頂昇時，利用氣動支撐柱進行頂昇時之跟隨負載，即當氣墊開始頂昇時，支撐柱可自動跟隨車體之頂昇慢慢延伸，避免當氣墊頂舉袋突然洩氣或其他緊急狀況時，支撐柱可適時發揮功能，將車體穩固，進行確保之動作。支撐柱之選擇亦須考慮跟隨負載之長度，選擇合適之支撐柱。當跟隨負載之距離如需 30 公分，必須選擇支撐柱可延伸

之長度必須超過 30 公分，如頂昇器具選擇少於 30 公分延伸長度之支撐柱，將無法順利進行跟隨負載之任務，確保動作將因此失去功用。



圖 4-6-4 利用氣動支撐桿進行跟隨負載(1)



圖 4-6-5 利用氣動支撐桿進行跟隨負載(2)



圖 4-6-6 火車頂昇

5. 鎖固(圖 4-7-7)

火車頂昇後，利用氣動支撐桿進行車輛鎖固，進而使頂昇起之車體結構達到穩定之狀態，確保車體之重量能夠直接負載於地面，進而降低搜救時車體之不穩定因素，減少搜救行動之風險，建立安全之搜救環境，使搜救人員與受困人員之安全風險降低。



(圖 4-6-7)



圖 4-6-8 頂昇定位

6. 脫困：

當創造出搶救空間，藉由墊塊或是支撐柱等器具進行鎖固穩定車體後，即可進行受困人員之搶救。

四、訓練後檢討：

1. 車輛之滑動：由於車輪與鐵軌之摩擦較小，因此當頂昇過程中如未確實進行穩固支點之動作，將使車體發生滑動，進而增加搜救人員或是受困人員之危險。
2. 車輛載重：由於火車載重大，包含空車載重、車輛物品附載。
3. 頂昇工具之選擇：火車之載重量大，必須選擇合適之頂昇工具，必須考量頂昇工具之性能，始可順利負荷火車之重量。
4. 頂昇位置之選擇：由於火車載重大，頂昇位置之選擇必須注意頂昇位置之強度，避免因重量之轉移使頂昇位置因結構無法負荷造成變形或是結構破壞。另火車底部之空間大，因此頂昇時必須要考量空間因素，並藉由枕木、墊塊等工具將氣墊頂舉袋墊高，惟必須考量墊昇高度及墊昇器具之寬度。

第七節 火車側翻

一、狀況：場景火車平躺（如圖 4-7-1）



圖 4-7-1：

二、處理原則：

到達現場：個人防護裝備應穿戴齊全。

三、救援六大步驟：

1. 思考：①傷者在哪儿？車體中央。②重心在哪儿？約車體中間。③重量多重？火車上的標示。④需要頂升多高？中間須頂 40 公分高。⑤結構有多結實？車體結實。⑥我們該選擇哪裡作為支點？車體左前、左中及左後。⑦從哪裡開始頂升？從前中後一起頂升。⑧是否有風險？前後頂升點穩固，利用墊塊跟隨負載。⑨使用何種設備？NT 橢圓形頂昇氣墊及墊塊。
2. 穩定與阻塞：穩定火車車體及阻塞支點。
3. 起重頂升：放置起重設備，團隊溝通合作進行起重頂升：



圖 4-7-2 置放頂舉袋



圖 4-7-3 利用墊塊進行確保

4. 跟隨負載：在頂升過程中調整固定墊塊，並觀察設備。如圖 4-7-4：



圖 4-7-4



圖 4-7-5

5. 固定：當頂升到足夠高度，用固定墊塊固定載荷。



圖 4-7-6 墊塊鎖固車體

6. 解救受固者：當載荷與物體或傷員隔離時，可以開始進行救援。

第八節 頂昇於軌道上之火車(小客車追撞)

一、訓練場景介紹

1 輛小客車撞上停放於軌道上之火車，如何藉由各式之救援機具，將火車頂昇，創造出必要之搶救空間（如圖 4-8-1）



圖 4-8-1 小客車撞上火車場景

二、訓練場景特殊性

1. 火車之滑動性
2. 火車之高載重
3. 頂昇及救援空間之侷限
4. 火車頂昇時小客車造成之推力

三、救援 6 大步驟：

1. 思考：
 - (1) 火車結構強度—火車結構完整，強度足以頂昇。
 - (2) 火車重心位置—位於火車中間。
 - (3) 火車重量—約 44 噸。
 - (4) 所需頂昇高度—使小客車足以脫離，約 40cm。
 - (5) 如何創造並穩固支點—使用墊塊放置於鐵軌與車輪間
 - (6) 頂昇時可能發生之弧形運動幅度—小
 - (7) 頂昇器具放置之空間—頂昇點過高，須加墊塊。
 - (8) 頂昇位置之選擇—於靠近小客車一側輪軸。
 - (9) 跟隨覆載方式與器具之選擇—使用氣動支撐柱跟隨負載。
 - (10) 頂昇達目標高度如何鎖固車體—使用墊塊於車輪兩側使之受力鎖

固。

(11) 如何將受困者脫困—將傷患固定後，把小客車推出。

2. 穩固與填塞：

藉由墊塊放置於鐵軌與車輪間，使車體不因頂昇過程造成車體之移動。因此，穩固與填塞將影響。除此之外，另可使用墊塊置於車輪與煞車片間形成阻力(如圖 4-8-3)，進而使車體穩固不至於滑動。



圖 4-8-2 穩固與填塞



圖 4-8-3 使用墊塊置於煞車片與車輪間

3. 頂昇：

除了按照原有頂昇步驟及應注意事項外，本場景因側邊有一追撞小客車，頂昇過程中應隨時注意火車是否受追撞車輛影響產生側移(如圖 4-8-4)，若發生非預期滑動應立即停止操作，並加強另一側支撐柱防止側向位移，避免氣墊頂舉袋因而彈出造成搶救人員及傷患危險。



圖 4-8-4 追撞小客車施力於火車，增加頂昇時側移風險

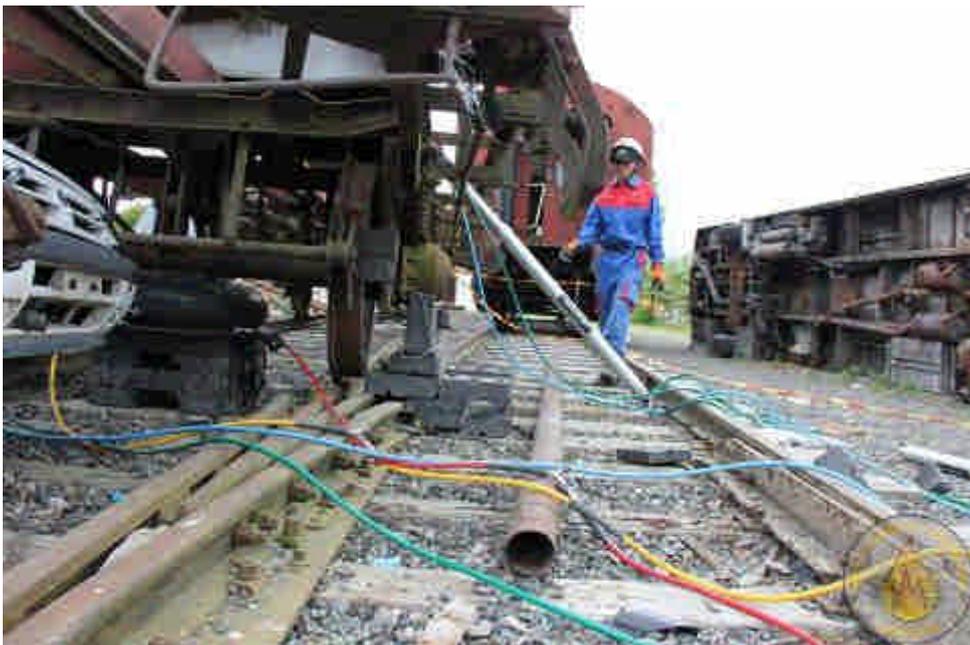


圖 4-8-5 以支撐柱加強，平衡側向力

4. 跟隨負載(如圖 4-8-7)：

本場景在進行車體頂昇時，氣動支撐柱除使用於進行頂昇時之跟隨負載，另外必須同時負擔防止車體側移力，爲了加強頂昇時的安全，避免當氣墊頂舉袋突然洩氣、彈出或發生其他緊急狀況，氣動支撐柱無法有效支撐，同時利用墊塊組合跟隨負載，以強化車體穩固能力，俾利進行安全有效之救援。



圖 4-8-6 利用墊塊組加強跟隨負載能力

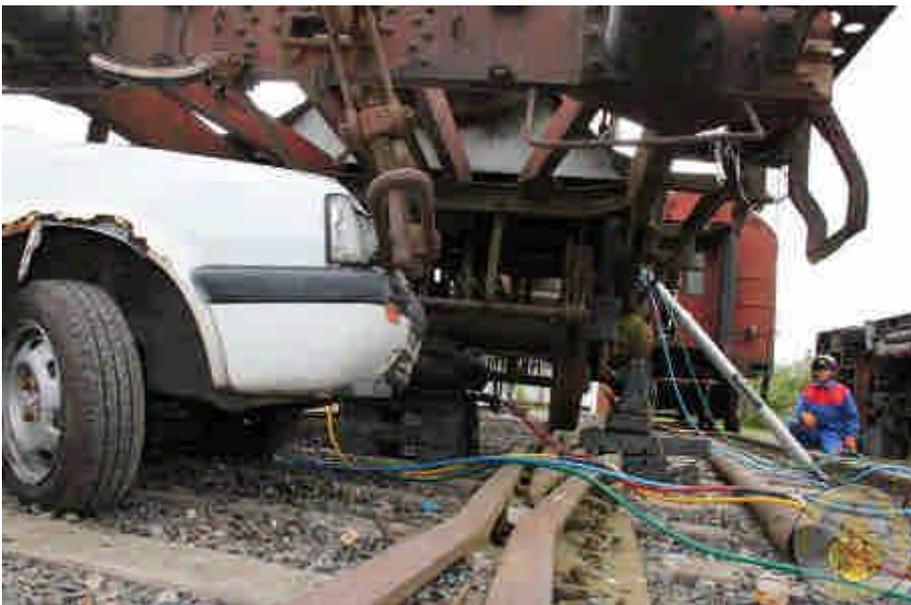


圖 4-8-7 利用氣動支撐桿及墊塊組進行跟隨負載

5. 鎖固(如圖 4-9-8)：

火車頂昇後，利用氣動支撐桿及墊塊進行車輛鎖固，此場景必須特別注意車體鎖固後之穩定度，必須確定車體重量是否平均施於支撐柱及墊塊，以防止車輛脫困時因震動或其他因素造成火車崩落。



圖 4-8-8 頂昇定位後，利用氣動支撐桿及墊塊雙重鎖固

6. 脫困：

當創造出搶救空間，藉由墊塊或是支撐柱等器具進行鎖固穩定車體後，即可進行受困人員之搶救。

四、訓練後檢討：

1. 車輛之側移：因受追撞小客車影響，頂昇過程中火車車體中心偏移，雖然已增加氣動支撐柱防止側移，但仍需隨時注意是否車體按規劃路徑頂昇，若持續偏移則必須立即停止，以防止危險發生。
2. 頂昇位置之選擇：本場景受限於壓於火車下之小客車，可選擇頂昇支撐點及空間受限，但頂昇時仍必須選擇得以支撐車體重量之頂昇點，若選擇以輪軸頂昇，還須考量輪軸前後滑動之風險。
3. 支撐柱架設需兩側對稱：：頂昇操作時為防止側移，僅架設小客車另一側氣動支撐柱，但實際操作發現會造成頂昇時車輛水平位移，於兩側併同架設支撐柱後才順利頂昇；車輛脫困後，嘗試僅以一根支撐柱將火車緩緩降下，但仍會造成車體偏移，甚至讓頂昇系統崩解進而火車脫軌。



圖 4-8-9 車體降下時側邊施力未平均，造成系統嚴重偏移、火車脫軌

第九節 大型車輛車體破壞

一、大卡車車頭破壞（如圖 4-9-1）



圖 4-9-1

二、處理原則：

1. 到達現場：個人防護裝備應穿戴齊全。
2. 瞭解引擎是否發動？是：從引擎進氣孔噴入 CO₂ 或乾粉滅火器。
3. 發現有柴油或汽由外漏時？用砂土覆蓋或準備乾粉滅火器滅火。
4. 瞭解受困者的狀況：安撫受困者，並給予適當的醫療處置。
5. 如何穩定輪胎及車頭並防止車子移動？利用木頭或墊塊穩定輪胎，用支撐柱隱固車頭，並使用約束帶（**緊固帶**）約束防止車頭上下移動。（如圖 4-9-2）



圖 4-9-2

6. 如何進行窗戶玻璃窗？先用防破碎膠帶黏在玻璃上，再用刀子進行切割破壞。(如圖 4-9-3)



圖 4-9-3

7. 如何進行門之破壞？有四種方式：①利用油压剪剪門扭。②利用油压撐開器撐開門扭。③利用鐵鎚及中心衝破壞門扭。④利用電動鉅子鉅門扭。



圖 4-9-4



圖 4-9-5



圖 4-9-6



圖 4-9-7

8. 破壞門前須利用軟式圓球固定車門門把，並利用**緊固帶**固定門防止破壞

門扭時門掉落。



圖 4-9-8 運用軟式圓球固定門把



圖 4-9-9

9. 利用油压推頂桿推開前方屋頂，並剪兩邊 A 柱上方及屋頂靠近 B 柱處各一刀，持續用油压推頂桿推開前方屋頂，到達人可以進入之空間。(如圖 10-13)



圖 4-9-10



圖 4-9-11



圖 4-9-12



圖 4-9-13

10. 如何進行車內脫困：在兩邊 A 柱下方，利用油壓剪各剪一刀，再尋找車頭內部支撐點，首先將內部駕駛座之塑膠材質拆除，將墊塊固定在後窗下方，利用油壓支撐桿進行推頂，將車內空間撐開（變大）。（如圖 4-9-14、4-9-15）



圖 4-9-14



圖 4-9-15

11. 如何將傷患救出：利用 KED 固定傷患，再利用長背板固定傷患，將傷患救出送醫，順利完成任務。

第五章 燃燒櫃介紹

雖然近年來國內的消防戰術及技能比較偏向美式作風，而且中心的教學也是以美國的理论為基礎進行彙整，不過瑞典卻是全世界第一個使用貨櫃進行燃燒體驗及教學的國家，對於閃燃的預防及控制有其獨到的見解，在國情不同體認不同之下所架構出來的論點也確實值得我們深思。

以中心的教學為例，美國教官認為閃燃會發生有很大的原因是由於牆壁及天花板吸收過多的熱量而當其飽和之後會將熱量回饋給煙層增加其溫度進而造成滾燃，接著滾燃會透過輻射熱將地板加溫使其每平方公尺的熱通量達到 20kw，而使地面上的可燃性物體開始熱分解以致於產生可燃性氣體，如果此時通風良好，當可燃性氣與空氣混合比達到其燃燒的下限之後便會開始全面燃燒，此時便會讓室內陷入一片火海開始進入燃燒的全盛期，也就是所謂的閃燃。因此，美國教官採用的戰術則是以 30 度角的水霧先朝室內或者入室的通道上其 10、12 及 2 點鐘的方向進行點放冷卻，接著則是將瞄子調成全直線再朝著左、右面的牆壁及天花板進行短暫的掃射，以藉由將天花板及牆壁冷卻降溫來延緩閃燃發生的時間，不過其觀念還是以防禦為主，當爭取到時間之後便可朝室外撤退。

儘管對於閃燃的成因瑞典和美國的觀點大致上相同，可是對於閃燃的防制方法瑞典卻有他們自己的想法，他們認為最好的方法就是只針對積聚在天花板的灼熱煙流（可燃性氣體）做點放式的攻擊來降溫冷卻是比較好的戰術，他們不建議將水射向牆壁及天花板，相反的是射出去的水霧最好是能避開牆壁及天花板，所以水線瞄準角度最好是牆角跟天花板的交接處，如無法判斷則以瞄子與地面成 45 度角為佳，因為如果讓水接觸到牆或天花板所產生的水蒸汽將會造成較嚴重的火場活塞效應，更容易破壞熱平衡的穩定層流狀態，如此一來可能會造成中性帶降低而影響視線，更甚者可能將火、熱及煙流往下推而造成搶救人員自身的危險，所以瑞典主張只針對頭頂上的煙層（可燃性氣體）或滾燃做冷卻降溫的動作，他們認為如此一來便可大大的降低閃燃發生的機率。

而對於水霧角度的選擇歐洲與美國觀念也略有不同，美國的教法是比較偏向防禦式的攻擊，目的在於延緩閃燃發生的時間點，以便讓消防人員有足夠的時間可以撤退，所以選用的水線角度是以 30 度角的攻擊水霧及全直線為主，而瑞典所提到的觀念則是偏向主動式的攻擊，其主要的目的是要往火點推進並進而將火勢熄滅，所以其所建議的攻擊水霧角度以 40-60 度角為主，以他們在火場實驗所得到的經驗，當水霧顆粒大小介於 0.2-0.4mm 時的降溫效果最好，此時以流量的調整搭配水霧角度的選擇則能夠得到適當水霧的大小，可是以肉眼是很難判斷其水滴大是否適當，所以最好的方法就是在入室之前正上方點放試射，如果水霧可在空中停留 4 到 5 秒，則此水霧即為適合用來冷卻熱煙流（可燃性氣體）的水霧。另一個觀點就是，他們認為燃燒所產生的濃煙本身就是可燃的氣體，可以把它當成瓦斯燃料的一種氣體，就算它還沒開始燃燒，如果你不將它冷卻降溫，一旦等到它與空氣混合達到燃燒上下限之內便會瞬間開始燃燒，如此一來便可能給

深入火場的消防人員帶來非常大的危害。

另外 Jimmy 教官所提的另一個觀點，當你需要深入火場才能滅火之時，不要一開始就針對火點攻擊，這樣會加速熱平衡的破壞而擾亂煙層阻擋視線，最好能一邊冷卻頭頂上煙層（可燃性氣體）一邊往前推進，利用火點的光來當照明並且利用它所釋出的熱能來保持熱分層的平衡來讓中性帶不致於下降，以利於前進途中的人命搜索與火點搜尋，等到接近火點之後再以小角度（小於 30 度）的攻擊水霧來針對火勢進行掃射滅火的動作以降低蒸汽的產生。致於為何要使用點放的方式來對高溫的可燃性氣做冷卻，而不是持續的直接射水，除了怕發生火場的活塞效應擾亂煙層影響救災之外，根據文獻的記載，持續直接的射水會將入口處的溫度提高 14% 而且會持續 2-5 秒的時間一直到射出去的水開始有冷卻效果出現，除非在現場是使用 26 度角以下的水霧做攻擊，其影響才會比較小，不過相對的小角度的水霧對於高溫的煙層（可燃性氣體）冷卻效果較不理想，而且越小角度的水線，其包覆在瞄子止擋板中間所夾帶的空氣就越多，至於執行點放的建議速率則通常介於 0.1-0.5 秒之間。

當使用點放戰術的時候，一開始中性帶會因為水受熱蒸發變成氣體膨脹 1700 倍（500 度的時候為 4000 倍）的影響而往下沈降，不過一旦煙層被水汽冷卻之後一瞬間便又會開始往上收縮，所以好的點放戰術執行的時候，中性帶應該不是下降反而是往上提升的，而且還可以造成可燃性氣體的遲緩（惰性）效應，室內溫度也會明顯跟著降低，當然適當的點放戰術是需要經過不斷的反覆練習之後才能達到良好的效果，而不能只靠紙上談兵。相反的如果是執行傳統的持續射水掃射攻擊戰術則會遇到以下幾個問題，會嚴重破壞熱平衡擾亂煙層尤其是在密閉空間之中更為明顯，除此之外還會將天花板的熱流煙流擠壓到地面層來，如果有人在室內待救則可能造成更嚴重的傷害甚至危及自己同仁，另外只要是超過 1 秒鐘的持續射水就有可能造成火場的活塞效應而將火勢往未延燒的地區推趕反而更有可能造成火勢的擴大延燒。

雖然在這次的燃燒櫃體驗並沒有實際讓我們做滅火的動作，而主要是針對閃燃的前兆滾燃來做熱輻射的體驗，不過 Jimmy 教官憑著開關門的動作便能控制中性帶的高低及火勢的大小還是依然讓人印象深刻，而室內的溫度則是由另一位資深教官帶頭在最前線以 1 吋的高壓水線做控制，只是在體驗期間有時候快熱得受不了也不見他出水降溫，只見他怡然自得的蹲在火點之前好像沒事一般，還不時的要我們觀察火勢的成長過程，只是當時我們都只希望他趕快出水降溫讓大家涼快一下，本來以為是瑞典人比較不怕熱，只是後來經過觀察才發現他們的防護措施做得比台灣還要確實許多，通常我們的消防衣之內只會有一件薄上衣，褲子則是短褲或者製服褲，可是在瑞典要穿消防衣之前他們會先穿一套厚的棉質運動服來做為第二層的隔熱層，我想也因為如此可以讓他承受更高的溫度，而且還可以避免壓縮性的燙傷，個人認為這是相當值得注意的一點，試想在火場內的高溫及輻射熱已經將你的消防衣外層加熱到非常高的溫度，如果此時有人拍打你的肩膀，隔熱層被壓縮則熱量有很大的機會直接傳導到你的肩部而造成燙傷，避免的

方法除了盡量不要在火場內去拍打同事的肩膀外，像瑞典消防員這樣在內部再加一套衣服隔熱應該是不錯的辦法，只是如果是在夏天的台灣可能沒有幾個人能夠受得了，以下分享一些照片則為此次燃燒櫃體驗的過程。



圖 5-1 燃燒櫃的火點位置挑高以增加安全性



圖 5-2 燃燒櫃內部



圖 5-3 進入燃燒櫃待命



圖 5-4 教官開始點燃合成板（左右兩側及上方皆有擺放）



圖 5-5 中性帶開始往下降



圖 5-6 利用開關門可以控制中性帶的高低及火勢的大小



圖 5-7 大家已經熱到受不了開始壓低姿勢了



圖 5-8 完成體驗後的合影

第六章 分隊交流

於訓練期間，由教官 Jimmy 親自帶我們前往瑞典 Uppsala 的消防隊進行參訪與交流，在參觀訪視之後發覺他們的消防隊跟台灣有很多的不同點，遂歸納如下：

1. 首先不管是白天還是晚上，平時沒有接獲勤務指派時消防隊的門都是關著的，不像台灣的消防隊大部分都是全天 24 小時開放的。
2. 瑞典的消防與救護是各自獨立的，他們的消防隊並沒有救護車停放，也就是消防隊員並不需要執行救護勤務，兩者是分立的，不過他們也有統一的報案受理單位，一旦有災害事件發生便會同步派遣。
3. 瑞典的消防隊負責的業務跟台灣比較起來相對的單純許多，主要就是針對救災滅火的工作，並不像我們那樣業務煩雜。
4. 瑞典消防員每週上班時數為 42 小時，日夜班是輪流下去編排，並沒有既定的模式像台灣的勤一休一或者是勤二休一。
5. 每天報到上班之後除了車輛的保養試動之外，還需執行體能訓練 1 小時。
6. 在瑞典要當消防員必須接受 2 年的學校教育，主要是針對搶救、救援的部分，不過只是訓練，不像台灣畢業後可擁有二專的學歷。
7. 瑞典的消防員包含幹部都必須從基層做起，而要成為指揮官則還要通過國家考試繼續進修並有一定的年資限制。
8. 瑞典也有義消的運用，隸屬於縣市必須接受 3 星期的訓練，而隸屬於國家則為 5 星期。
9. 成為消防員之後每年都必須接受測驗，項目包包括心理、體能和專業等，可先進行預測，如無法通過則加強訓練，如無法通過正式測驗則可能面臨被解雇的問題。
10. 體能測驗必須以全套消防衣帽鞋加空氣呼吸器（總重約 25 公斤）來進行，待其著完裝後便需站上跑步機開始快步走，第 1 分鐘傾斜角為 2.5 度，第 2 分鐘為 4.0 度，第 3 分鐘以後至第 8 分鐘傾斜角都是 8.0 度，行走的速度最少為每小時 4.5 公里才算及格，而一般的消防員則要求要達到每小時 5.6 公里的速度，其測驗表格如下：

分鐘數	傾斜度	心跳數	備註
1	0° -2.5°		
2	0° -4.0°		
3	8°		
4	8°		
5	8°		
6	8°		
7	8°		
8	8°		

11. 其空氣呼吸氣的氣瓶、背架及面罩是由外聘的人員來進行維修、保養以及測試，每天需提供足夠的面罩、背架及氣瓶以供使用。
 12. 瑞典消防員的退休年紀大約介於 58-60 歲，退休之後也有退休金可以領。
 13. 瑞典消防員所受的訓練除了駕照外，其餘所受的訓練並無領取證照。
 14. 表現突出的隊員可接受專業訓練來成為教官，然後再訓練其他隊員。
 15. 除了體能訓練之外，每日上班都必須按照進度表進行專業技能訓練。
- 其餘較為特別之處則以照片顯示並輔以說明：



圖 6-1 分隊外觀（大門）



圖 6-2 分隊外觀（車庫）



圖 6-3 置衣間

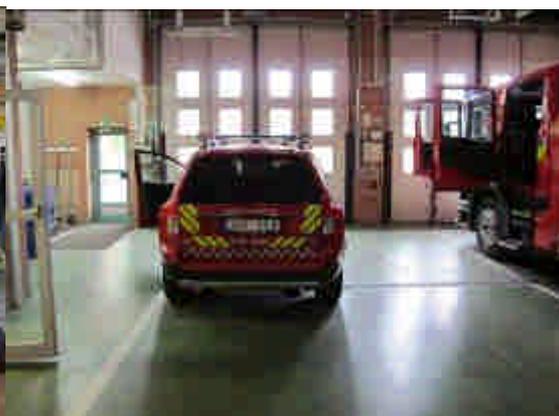


圖 6-4 車庫內部



圖 6-5 廚房



圖 6-6 交誼廳



圖 6-7 室內籃球場



圖 6-8 健身房



圖 6-9 空氣呼吸器保養維修室



圖 6-10 消防車清洗保養房



圖 6-11 空氣呼吸器使用的是雙氣瓶



圖 6-12 與水箱分離後的車頭（可聯結不同的設備）



圖 6-13 車輛都可連接電源線可供無線電充電 圖 6-14 水帶接頭與台灣的不同

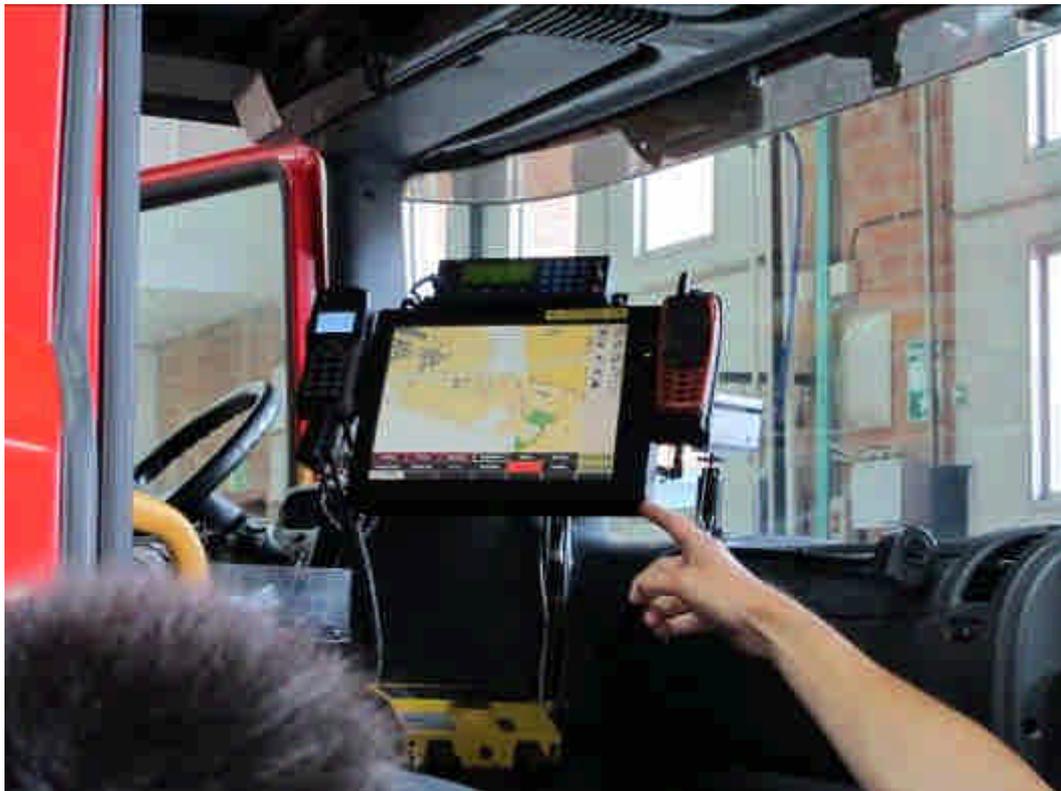


圖 6-15 車上皆配有衛星導航系統在受理報案時可自動定位



圖 6-16 器材車內部

圖 6-17 分離式泵浦



圖 6-18 水箱車上具備高低壓系統（高壓軟管壓力可達 50bar）



圖 6-19 器材車側面



圖 6-20 與消防隊成員互相交流



圖 6-21 離開前合影

第七章 返國訓練成果

一、返國成果場景：火車頂升（如圖 7-1-1）



圖 7-1 本署訓練中心之火車搶救訓練場景

二、處理原則：

1. 到達現場：個人防護裝備應穿戴齊全。
2. 制定緊急頂昇計畫：如圖 7-1-2、7-1-3、7-1-4

NATEL 緊急頂昇計畫 救援單位： 時間： 地點：
Heavy Rescue & Emergency Lifting

1. 思考 2. 穩定目標物 3. 頂昇 4. 跟隨負載 5. 穩固 6. 脫困

1. 頂昇任務?
2. 頂昇的目標物?
3. 結構強度?
4. 重心位置?
5. 目標物的重量?
6. 頂昇需要多少力量?
7. 頂昇的高度?
8. 在何處創建支點?
9. 頂昇過程中目標物的弧形運動?
10. 頂昇裝備的能力?
頂昇力道?
頂昇高度?
11. 頂昇裝備克服弧形運動能力?
12. 頂昇裝備安放的位置?
13. 支撐設備?

14. 支撐點位置?
15. 如何跟隨負載?
16. 如何穩固目標物?
17. 對於傷害的及時救援

現場圖示



填表人：

圖 7-2 緊急頂昇計畫-1

NATEL 緊急頂昇計畫填表說明
Heavy Rescue & Emergency Lifting

1. 頂昇任務：請填入任務屬性如救援或復原
2. 頂昇的目標物：請填入目標物為卡車、貨車、連結車、水泥塊、倒塌建築…等
3. 結構強度：請填入目標物之結構強度分類敘述如強、中、弱
4. 重心位置：請填入重心在目標物之位置說明
5. 目標物的重量：請填入目標物之重量(請參考附表)
6. 頂昇需要多少力量：請填入您所評估之頂昇力道
7. 頂昇高度：請填入您所需要的頂昇(救援)高度
8. 在何處創建支點：請填入支點的位置及使用何種器材，可於現場圖示中標示
9. 頂昇過程中目標物的弧形運動：請填入您評估目標物在被頂昇過程中弧形運動造成的水平位移距離，如長、中、短

圖 7-3 緊急頂昇計畫-2

NATEL 緊急頂昇計畫填表說明
Heavy Rescue & Emergency Lifting

10. 頂昇裝備的能力、頂昇力道、頂昇高度：請填入使用的頂昇設備可用之頂昇力道及高度，請考量頂昇高度與力道的關係及您所需之頂昇高度。
11. 頂昇設備克服弧形運動的能力：請填入使用之頂昇設備有無克服弧形運動之能力及有何風險
12. 頂昇設備安放的位置：請說明或於現場圖示中標示位置
13. 支撐設備：請填入所選擇的支撐設備為墊塊、支撐柱或其他器材名稱
14. 支撐點的位置：請填入支撐點的位置或於現場圖示中標示
15. 如何跟隨負載：請填入所使用的跟隨負載器材如墊塊、支撐柱或其他器材名稱
16. 如何穩固目標物：請填入所使用的器材及方式
17. 對於傷害的及時救援：請填入是否具備現場救援及救護能力，或是需要其他支援

圖 7-4 緊急頂昇計畫-1-3

三、處理程序

1. 思考：

- (1)頂昇任務：受困者在火車左後方。

- (2)頂昇目標物：火車。
- (3)結構強度：頂昇結構強度強。
- (4)重心位置：火車中心點。
- (5)目標的重量：火車上標示空重約 18 噸。
- (6)頂昇須要多少力量：超過 9 噸以上。
- (7)頂昇高度：約 20 公分。
- (8)在何處建立支點：火車右邊輪胎，使用緊固帶及氣動支撐柱做穩固。

(圖 7-1-5)



圖 7-5 緊固帶與支撐柱穩固車體

- (9)頂昇過程中目標的弧形運動：弧形運動位移很少。
- (10) 頂昇裝備的能力、頂昇力道、頂昇高度：NT4 一顆頂昇 5 以上 58 噸以下、頂昇力道 10 巴、44.5 公分。
- (11) 頂昇設備克服弧形運動的能力：橢圓型頂昇氣墊 (NT4) 符合。
- (12) 頂昇設備安放的位置：選擇火車左後方兩個輪胎中間之穩固點。(如圖 7-1-6)



圖 7-6 頂昇位置選擇

- (13) 支撐設備：ProFix M-600 型跟隨負載型支撐柱。
- (14) 支撐點的位置：橢圓型頂昇氣墊（NT4）的正上方穩固點。（如圖 7-1-7）



圖 7-7 選擇結構強之位置作支撐

- (15) 如何跟隨負載：利用 ProFix M-600 型跟隨負載型支撐柱。
 - (16) 如何穩固目標物：可使用 ProFix M-600 型跟隨負載型支撐柱或墊塊。
2. 穩定目標物：使用緊固帶及氣動支撐柱做穩固。（如圖 7-1-8）



圖 7-8 結合緊固帶與支撐柱穩固車體

3. 頂昇：利用橢圓型頂昇氣墊（NT4）進行頂昇。
4. 跟隨負載：利用 ProFix M-600 型跟隨負載型支撐柱。
5. 穩固：將橢圓型頂昇氣墊（NT4）漏一點氣，讓火車重量落在墊塊或支撐柱上。
6. 脫困：進行人員的搶救送醫。



圖 7-9 火車頂昇

第八章 心得與建議

本次奉派遠赴瑞典受訓，主要為接受 Natel 重型救援訓練，但透過當地 Viktoria 訓練中心和消防隊的拜訪，了解瑞典消防體制及相關訓練模式，以下就針對本次訓練所見所聞，提出受訓心得與建議：

一、心得：

- (一) 執行重型救援技術，是需要團隊合作才得以進行，除了小組成員皆熟練器材操作和頂昇步驟，領導者的指揮調度、團隊之間成員默契均扮演重要的角色，在實際救援情況下，任一點操作未恰當除延緩救援時間外，更有可能造成現場二次傷害。
- (二) 目前執行重型救援最有效率的裝備，在國內僅少數消防機關採購，但此次訓練教官特別以消防分隊最常見的方形氣墊結合跟隨負載觀念，結果亦可達到一定程度的效果，推廣後對於我國日後重型車輛搶救，必然有相當的助益。
- (三) 本次訓練所提供之教材，並非僅依教官經驗所攥寫，車輛結構方面知識為彙整瑞典 Volvo 及 Scania 車廠資料，支撐原理取於美國 FEMA US&R 系統，技術來源及操作原理清楚，使受訓學員日後面對各式災害現場，得以靈活應用。
- (四) 有關大型車輛破壞訓練課程部分，有別於我國僅以報廢之車輛進行破壞，Viktoria 訓練中心係運用吊車實際將車體吊高後放下，使車體藉自由落體之方式落下創造如車體碰撞後之場景，使訓練人員能夠藉由與實際碰撞更為貼近之場景學習到大型車輛破壞操作之精髓。
- (五) Viktoria 訓練中心之住宿設施採飯店式管理，住房係採 2 人 1 間之住宿模式，不論是飯店設施或是服務，均由專業人員專責擔任，提供學員於一天完整訓練後舒適之休息環境。
- (六) 瑞典將燃燒櫃之實火訓練納入消防人員每年例行之訓練中，使每位消防人員能夠藉由本項訓練更為認識火之發展歷程學習到如何去控制或是判斷火勢即將發展之狀態，當每位消防人員皆能夠認識火後，即可知道所面對之狀況，進而能夠判斷何時需持續進攻火勢或是撤退，使每位消防人員之生命更有保障。
- (七) 瑞典消防分隊車庫所停放之消防車，均使用專用插座 24 小時充電，除了供高緯度國家防止車輛液態管路結冰、提供車上無線電及手電筒充電電源，並結合 GPS 衛星導航和 3.5G 網路技術，使得受理報案第一時間，車上 GPS 即能定位災害現場，並提供報案地址甲、乙種搶救圖，對火災地理資訊及搶救資源即時掌握助益相當大。

二、建議：

- (一)Natel 重型救援訓練並非僅強調救援理論，而是以實際重型車輛模擬災害現場，操作所獲得的才是符合現況的搶救技術，因此建議訓練中心可購置火車、大客車及大卡車等重型車輛，以達訓練實效。
- (二)建議於本署訓練中心建置重型救援訓練場地後，邀請 Natel 教官來臺開授種子教官班，增加臺灣師資人才，以因應未來訓練中心開班需求。
- (三)本課程重視學員實際操作層面，未來於訓練中心開課後，受訓班期單梯次人數不宜過多，單一場地以 2 教官教授 12 學員比例為佳，避免學員等待操作時間過久，降低學習成效。
- (四)建議中心購置閃燃櫃，以實際燃燒木材觀察火災特性，進而教導學員如何判斷閃燃前兆，並利用正確射水方式防止其現象發生。
- (五)本次受訓參訪瑞典當地消防隊，空氣呼吸器維護、保養及檢測工作，聘有專業維修技師定期進駐執行，建議訓練中心未來可朝此方向規劃，以確保在高使用率狀況下，均能維持功能正常。
- (六)本次受訓之訓練中心對於個人防護裝備均有完善管理機制，包含操作完畢簡易除污間、消防衣專用洗衣機、乾燥室、個人消防衣物置物間等，建議中心未來能購置相關設備，供作學員個人防護裝備於課後妥善放置使用。
- (七)經過本次前往瑞典參加重型救援訓練後，深感將重型救援救災流程標準化相當重要，從開始之理論課程至各場景之操作訓練場景實作，均是在強化操作重型救援之標準作業流程。因此，建構重型救援救災標準作業流程實為令我國重型載具救災更為安全及有效率之不二法門。