

工兵

160

期

2022年5月

半年刊

Journal of Army Engineer Semiannually



陸軍工兵訓練中心發行

第 160 期

發行人 林佳躍
社長 李安邦
副社長 朱栢鴻
總編輯 楊家驊
主編 王嘉聖
審查委員 陳世煌 黃嘉仁 姚奇君
林明文 王禹景 陳泓瑜
陳弘驥 張凌甄 張仲名
潘致中 吳文藝
美術編輯 王嘉聖
審校 郭旻鑫、徐秀良
封面設計 王嘉聖

工兵裝備-平路機

因應各項工兵支援任務，遂行工兵機械聯合作業；越野性能強，前輪可傾斜增加作業運用之彈性，適用於挖溝、輕度刮除作業、移送材料至短距離側方、道路與機場跑道一般構築與保養、整平、拌合、挖溝、鋪散及鬆土等作業。

G P N 4809704422

ISSN 2225-5400

定價 非賣品



本著作採用創用 CC 為：
「姓名標示-非商業性-相同方式分享」
3.0 版臺灣

陸軍工兵半年刊 版權頁



出版日期
中華民國 111 年 05 月 13 日

創刊日期
中華民國 60 年 11 月 16 日

發刊網頁
國防部全球資訊網/軍事書刊
/學術期刊
[https://www.mnd.gov.tw/
PublishMPPeriodical.aspx?
title=軍事刊物&id=17](https://www.mnd.gov.tw/PublishMPPeriodical.aspx?title=軍事刊物&id=17)

發行
陸軍工兵訓練中心

地址
高雄市燕巢區中西路 1 號

電話
07-6169882

電子郵件
caes736141@gmail.com



第160期 目錄

軍事工程

1945年硫磺島戰役日軍守備之研究——兼論不同地質條件之衰減層抗爆震效能



曾世傑 上校

陸軍官校 89 年班、現為臺灣科技大學營建工程研究所博士候選人，曾任連、營長、動員參謀官、計畫參謀官；現任國防大學陸軍指揮參謀學院軍事理論組教官



楊國鑫 教授

美國德州大學奧斯汀校區土木建築環境工程博士(2009)，曾任國立臺灣科技大學營建工程系助理教授、副教授、加拿大皇家軍事大學訪問學者(科技部國外短期研究計畫)；現任國立臺灣大學土木工程學系教授兼副系主任



蔡營寬 中校

中正理工學院 92 年班、美國佛羅里達大學博士 104 年班，曾任研發官、工程官；現任國防大學理工學院環境資訊及工程學系副教授兼軍工組組長



王璽 少校

陸軍官校 100 年班，曾任排、連、營參謀主軍任；現為國防大學陸軍指揮參謀學院正規班 111 年班受訓學員。

1

軍事工程

探討陸軍營區生活廢(污)水處理改善規劃之對策能



李明宗 少校

指職軍官班 93-1 期高苑技術學院建築工程系，工兵學校正規班 99-1 期，曾任排長、工程官，現任陸軍工兵訓練中心軍事工程組教官

29

軍品發展

水域救援拋繩槍之運用發展與研改探究



林右朗 少校

國立屏東科技大學土木工程系、陸軍工兵訓練中心正規班 100-1 期；曾任排長、副連長、連長、工兵官，現任陸軍工兵訓練中心渡河組教官

46

快速加油設備推廣之研析

軍品發展



王貴鈴 少校

陸軍工兵練中心正規班 100-1 期
排長、副連長、連長、工兵官、教官
現任陸軍工兵訓練中心渡河組教官

64

JAB 聯合突擊橋淺析

武器裝備



楊家心 士官長

陸軍專科學校士官長正規班 42 期
曾任班長、副排長、連士官督導長
現任陸軍工兵訓練中心渡河組教官

79

工兵部隊指揮程序之研析

教育訓練



吳珮瑄 少校

陸軍官校 96 年班、國防大學理工學院機航所 102 年班碩士
曾任排、連長、隊長
現任陸軍工兵訓練中心戰工組教官

91

美陸軍戰場生存力教範-第四章-戰鬥陣地

美軍準則翻譯



周寬渝 中校

陸軍官校土木系 95 年班、高雄科技大學土木研究所 108 年班碩士，國防大學陸軍指參學院 110 年班
曾任排長、連長、營後勤官、營參謀主任、研究教官
現為陸軍司令部工兵處工兵參謀官

109

工兵大小事—五八戰備道路拓寬

期刊專欄

實地採訪臺灣各鄉鎮區關於工兵老前輩協力民生經濟及建設之紀念碑，將鮮為人知的事蹟紀錄下來，而不忘先輩前人的辛勤付出。辛勤付出。

142

1945 年硫磺島戰役日軍守備之研究—兼論不同土質條件衰減層抗爆效能

曾世傑上校、楊國鑫教授、蔡營寬中校、王璽少校

提要

- 一、1945 年硫磺島戰役中，日軍因熟知守備區域地質條件特性，據以調整兵、火力配置、提升工事阻絕強度、將全島各類型工事予以地下化，並放棄灘岸決戰而改採誘敵深入之作戰指導，將美軍登陸兵力極大化的削弱，並成功延遲美軍作戰時程將近 36 日。
- 二、本研究從戰前日軍守備與戰場經營切入，並分析作戰工事對作戰經過之影響以及從中所獲得之啟發，接續置重點探討我國目前面臨敵情威脅與灘岸一帶之地質特性，並進一步執行地下掩體上方衰減層抗爆震效能分析。
- 三、數值模型建立與分析，成功預測出 5.5kgTNT 炸藥於地表爆炸後，所造成之彈坑大小與爆壓在地層中傳遞衰減的趨勢，並提出衰減層設計尺寸，係以 315 號疏鬆石英砂且鋪設 3 層地工織布之回填加勁土條件最佳，其設置厚度僅 143cm。
- 四、本篇於防衛作戰期間戰力防護階段中，軍事工程構築整備事項提出：「反覘陣地以求克敵之道」、「結合兵要調查遂行固定設施抗爆震評估」、「研提最佳化掩體之防禦體系」、「強化部隊精神戰力教育」等具體建議事項。

關鍵字：硫磺島戰役、堅固工事、衰減層、抗爆震

前言

1945 年 2 月 19 日，太平洋戰爭中的硫磺島戰役爆發，美軍挾著優勢海、空軍戰力，在其海軍陸戰隊登陸前夕，即已對硫磺島上的日軍守備部隊主力、各類型陣地進行登陸前火

力射擊，其目的在於截斷日軍來自於海、空方面的後勤、人員持續補充力量以及為登陸部隊開創登陸初期良好態勢。由上充分瞭解，因硫磺島地理位置特殊，美日雙方對於該島均有著攻必取、守必固的強烈作戰

企圖，¹而能於戰場中立於不敗之地的條件之一，係取決於對地形、地質特性的瞭解與運用。美軍因未對硫磺島地質特性與守備重點進行先期探查，從而導致登陸初期與島上作戰階段，大量損傷兵員；而日軍因熟知守備區域地質條件特性，據以調整兵、火力配置、提升工事阻絕強度、將全島各類型工事予以地下化，並放棄灘岸決戰而改採誘敵深入之作戰指導，將美軍登陸兵力極大化的削弱，並成功延遲美軍作戰時程將近 36 日(2 月 19 日迄 3 月 26 日)。²

進一步探究硫磺島戰役相關文獻，僅聚焦於攻勢方是如

何獲得勝利，對於戰敗一方之日軍守備作為較少著墨。經文獻分析後，在戰役初始階段，美軍海軍陸戰隊登陸第一梯隊雖未遭遇強大抵抗，卻在後續進入縱深地帶作戰時期，遭受到莫大損傷，其主要原因有以下幾點：

1. 美軍未能掌握硫磺島上實際守備兵力大小，³無法精確分析灘岸黑砂地質環境對於登陸部隊所帶來之影響。⁴

2. 美軍雖於戰前進行強大海、空軍火力攻擊，卻未能於登島 D 日前夕分析攻擊效果，日軍仍然具備抵抗美軍從海上登陸的兵力與戰力。⁵

¹ 美國第 21 轟炸隊於 1944 年 6 月開始在塞班島建造基地，並至 11 月完成，硫磺島因位居東京與塞班島中點站，1945 年 2 月美軍登陸硫磺島後，中型轟炸機已可自硫磺島起飛執行任務，迄 1945 年 3 月間，塞班島基地已能遂行 300 架空中堡壘大型編隊任務。摘錄自楊德鈞，《第二次世界大戰大畫史》，北開文化事業出版社，1989 年 3 月，頁 320。

² 硫磺島戰役中，美軍係以戰死 5,500 員、負傷 1,9250 員作戰人員之高昂代價所換來的最後勝利，亦使得原定 5 日內攻克作戰時程，最後竟高達 36 天。摘錄自國防部政治作戰局，《硫磺島作戰史料彙編》，國防部政治作戰局，1978 年 7 月，頁 143。

³ 美軍情報部門雖於夏威夷地區實施廣泛反情報措施，並到處散布謠言說將對臺灣日軍進行攻擊，然對於守備硫磺島守軍指揮官言，卻絲毫沒有任何影響；另美軍情報部門未曾注意硫磺島上尚有 7 千餘人海軍部隊，未能掌握島上實際守軍兵力。摘錄自鈕先鐘編譯，《島嶼戰爭—太平洋爭奪戰》(臺北：軍事譯粹出版社，西元 1954 年)，頁 263-265。

⁴ 1944 年 10 月，第五兩棲軍雖已掌握敵軍地圖、美國水道局地圖以及航空母艦於 6、7 月份空中攻擊時的空照圖，有關敵人戰鬥序列的情報卻不完全，且依情報部門判讀結果，對於海灘的研究指出，普通車輛在鬆軟砂地上運動有困難，但牽引車較為容易。但 D 日登陸沙灘後，人車均陷入灘岸一帶，與當初情資落差甚遠。摘錄自國防部史政局編譯，《硫磺島兩棲戰史》(臺北：國防部史政局，西元 1962 年 3 月)，頁 60-61。

⁵ 美軍雖於登陸前 72 天連續對島上實施火力攻擊，然而即便登陸後，美軍地面部隊與其空中作戰支援飛機，仍舊遭受島上日軍火炮反擊。摘錄自鈕先鐘編譯，《島嶼戰爭—太平洋爭奪戰》(臺北：軍事譯粹出版社，西元 1954 年)，頁 270。

3.日軍於戰前已精準研判美軍攻島企圖，並耗費將近半年以上時間，於島上進行完整堅固陣地、多道阻絕設施，以及將島上各類型工事構築予以地下化。⁶

4.日軍島上守備指揮官栗林忠道中將，將原本灘岸決戰方案，結合島上地形特性，調整為縱深防禦為主，並沿敵最有可能登陸灘岸至縱深地帶構築多道帶狀陣地。⁷

基於上述觀點可知，日軍海、空補給路線雖於開戰前已遭美軍截斷，卻仍於作戰期間給予美軍帶來巨大傷損，其主要關鍵即是日軍正確防禦作戰指導與戰場經營能力。

為進一步探究日軍守備主要重點與戰場經營對於防衛作戰重要性影響，下列研究中，除進行日軍防禦作戰指導外，亦

從戰前日軍守備與戰場經營切入，並分析作戰工事對作戰經過之影響以及從中所獲得之啟發，接續置重點探討我國目前面臨敵情威脅與灘岸一帶之地質特性，並進一步執行地下掩體上方衰減層抗爆震效能分析，期能對我防衛作戰戰力防護作為提供些許芻議。

日軍守備重點與戰場經營

美軍自1941年珍珠港事件後，即開始規劃一系列對日作戰行動，並以跳島方式遂行作戰，⁸逐步攻克遭日軍所侵佔的太平洋群島。迄1944年2月，美軍攻克馬紹爾群島，10月，美軍於雷伊泰灣海戰中大勝日軍後，⁹日軍海、空戰力迅速削減，美軍遂逐步向日軍所佔領之島嶼採取攻勢行動。¹⁰日軍此時已研判美軍下一步即將對硫磺島進行兩棲登陸作戰，並

⁶ 蘇虹，《天昏海暗—太平洋戰爭》（臺北：藍天出版社，西元1964年8月），頁210-211。

⁷ 栗林忠道將褶鉢山地區規劃成陣地要塞化，於掩體內部配置各種不同種類且密集武器系統，其海岸砲與砲兵火網能夠相互支援，其火砲配置於褶鉢山與北部高原地區隱、掩蔽處，防止敵軍進行反擊，主抵抗線一般朝向西北—東南方向跨越硫磺島。摘錄自國防部政治作戰局，《硫磺島作戰史料彙編》（臺北：國防部政治作戰局，西元1978年7月），頁14。

⁸ 日本的島鏈防禦體系意外被自給自足的大批兩棲部隊攻破，美軍兩棲部隊置重點於攻佔關鍵島嶼，逐步進逼日本帝國核心，並以繞道摧毀重要地點的方式推進。摘錄自國防部史政編譯室，《第二次世界大戰發生之軍事錯誤》（臺北：國防部史政編譯室，西元2005年8月），頁239。

⁹ 1944年雷伊泰灣海戰中，日軍海上聯合艦隊第二艦隊司令長官栗田健男中將，於10月20日起，與美國太平洋艦隊展開海上作戰行動，日軍栗田艦隊最終於10月28日戰敗結束。摘錄自星辰、清浪、張宇翔、長陽，《太平洋戰爭—海島鏖戰》（臺北：知兵堂出版社，西元2010年3月），頁206-308。

¹⁰ 曾世傑，〈淺析1945年硫磺島戰役〉《清流雙月刊》（臺北），西元2016年5月，頁52。

強化島上各式防禦系統，同時增強島上防守兵力以及進行各項工事構築與阻絕設置，¹¹ 下列將從島上地理、地質進行分析後，再逐步探討日軍守備重點。

一、硫磺島地理位置與地質條件

硫磺島地理位置，係處於東京與關島兩地直線的中點位置(詳如圖1所示)，北距東京約1,216公里，南距關島約1,292公里，係硫磺列島之第一大島，此島縱長約8公里、橫寬約4公里，面積約為21平方公里，島上北端灘岸地質屬岩石懸崖，南端為火山地形，又名褶鉢山，其灘岸稍具平坦可供登陸使用，海拔為160公尺，為本島最高處。¹² 島上因火山地形，佈滿硫磺氣味，地下溫度甚高，在褶鉢山與北部高地中間地區，覆蓋一層較厚之粗糙黑色火山灰，粒子甚小可被風吹動，故在此柔軟地質表層，人員與



圖1 硫磺島地理位置暨島上俯視圖
資料來源：作者修正自 Google 網路地圖，
<https://www.google.com.tw/maps/place/硫磺島>，檢索日期：西元2021年11月25日。

車輛均難以通行，且因無地下水源，飲用水全靠儲存雨水與海水蒸餾淡化取得，¹³ 對於守備部隊言，除不利於部隊長期於島上生活外，更遑論進行戰場經營與工事構築等艱難任務。

硫磺島上地質條件雖不利於人員長期於島上生活，然因其所處之關鍵地理位置，卻形塑出其重要之地理戰略價值，此點可從當時美軍與日軍的戰略涵義中窺見一斑，摘述重點如後：¹⁴

¹¹ 1941 年美日戰爭爆發時，小笠原群島上的全部守軍僅 1,400 員，且全部在父島。迄 1943 年，第 1 號機場已在硫磺島構築，由於美軍於 1944 年 2 月攻略馬紹爾群島，故日本帝國大本營認為馬里亞納迄加羅林群島地區業已受威脅，於是日軍乃採取加強內線地區(加羅林—馬里亞納—小笠原群島)防禦兵力，迄 3、4 月份，硫磺島上之兵力已逐漸增多。摘錄自國防部史政局編譯，《硫磺島兩棲戰史》(臺北：國防部史政局，西元 1962 年 3 月)，頁 10—11。

¹² 董旻杰、張凱倫、周明，《太平洋戰爭-美日對決》(臺北：知兵堂出版社，西元 2007 年)，頁 211。

¹³ 迄 1944 年 5 月底時，由於島上海軍、陸軍兵力已達 7 千餘人，因此守備部隊指揮官特別提出指導：「在此狹窄的海島上，飲水及其他生活上的必需品是如此的稀少，但卻集中著七千人以上的海軍與陸軍人員。如果陸海軍能合作無間，小心謹慎地做一融合協調的部隊，其結果便將產生決心，以增加該島的作戰力量」。摘錄自國防部史政局編譯，《硫磺島兩棲戰史》(臺北：國防部史政局，西元 1962 年 3 月)，頁 8-12。

¹⁴ 同註 12，頁 209。

(一)美軍攻佔硫磺島戰略涵義

1. 硫磺島位處東京與塞班島中間，美軍B-29轟炸機可於該島起飛至東京轟炸，航程相較塞班島減少一半，載彈量可增加一倍，戰鬥機亦可隨伴護航。

2. 硫磺島機場，可作為B-29轟炸機備降機場，亦可提供因戰損之各類型戰機緊急降落修復或加油補給。

(二)日軍守備硫磺島戰略涵義

1. 硫磺島位居日本本土南方，可提供東京及早預警功能。

2. 可自硫磺島起降戰鬥機，對途經之美軍轟炸機進行攔截，降低對日本本土威脅。

3. 在硫磺島之海、空戰力，可具備對馬里亞納群島上美軍反擊之能力。

日軍因研判美軍將會以進攻日本本島為主要目的，¹⁵勢必攻佔硫磺島成為其前進基

地，故強化島上各類型工事強度，¹⁶以下探討其守備作戰指導與戰場經營重點。

二、日軍守備作戰指導

1944年6月美軍攻佔塞班島後，日本大本營即刻重新調整硫磺島上兵力配置，以109師團全權負責島上守備任務，守備指揮官由栗林忠道中將擔任，島嶼守備指揮系統詳如圖2所示。初期抵禦美軍登陸作戰指導，係海軍戰術家所堅持建議為：「海灘需嚴重加以防禦，並於水際與敵人實施決戰」。迄1945年1月，栗林忠道修改其防禦作戰構想為「使守備陣地內達到堅強與相互支援的陣地為目的，全島即劃分五大守備地區，當陣地遭敵切斷時，採取逆襲以恢復陣地功能」。¹⁷

¹⁵ 硫磺島屬於小笠原群島，位於塞班島至東京的中點上，對美國而言，硫磺島可作為向日本推進的中點，可以提供對馬里亞納基地海軍、轟炸機提供掩護與轟炸機的中途站。摘錄自舒孝煌、耿直，《二戰記事—會戰名將武器組織》(台北：麥田出版社，西元1995年)，頁114。

¹⁶ 迄1944年5月底，日本陸軍在硫磺島兵力已達官兵5,170員、大砲13門、輕重機關槍200挺以上、步槍4,652支，另外日本海軍守備隊所使用武器有14門12cm以上大口徑之海岸砲、12門高射砲、30門25公厘雙管高射砲。摘錄自國防部史政局編譯，《硫磺島兩棲戰史》(臺北：國防部史政局，西元1962年3月)，頁11。

¹⁷ 硫磺島日軍指揮系統尚稱複雜，以指揮權責區分，島上陸軍由栗林忠道指揮，所有海軍部隊由市丸少將指揮；以部隊層級劃分，分別是109師團、混成第二旅團、海軍地面部隊等三個主要司令部；以防禦地區區隔，分別是褶鉢山、南部、西部、東部、北部等五大防禦地區；栗林忠道與其參謀群，考量美軍海上與空中力量，將會使島上海灘地區及第1號機場附近陣地無法防守，因此最初計畫係要求將褶鉢山與北部元山地區加以要塞化，並輕微防守海灘，由高地火力掩護，同時空留較大預備隊採取逆襲，惟此方案與海軍戰術家所堅持灘岸決戰相左。摘錄自國防部史政局編譯，《硫磺島兩棲戰史》(臺北：國防部史政局，西元1962年3月)，頁12-22。

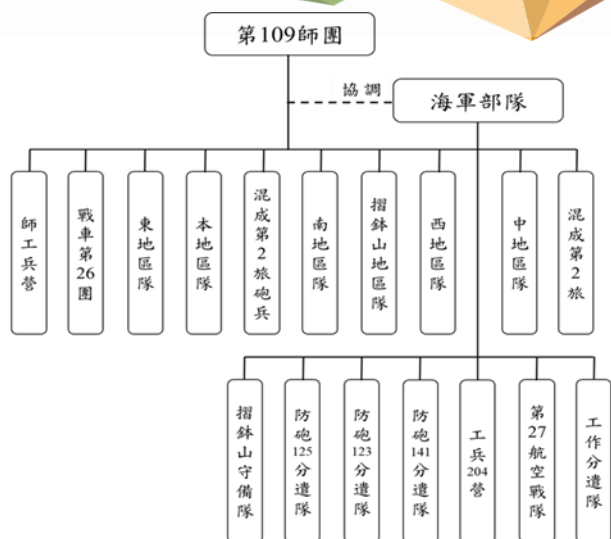


圖2 日軍於1945年2月守備硫磺島作戰指揮系統要圖

資料來源：摘錄自國防部史政局編譯，《硫磺島兩棲戰史》（臺北：國防部史政局，西元1962年3月），頁553~556；蕭英煜、吳光中，〈第二次世界大戰美、日太平洋島嶼作戰之研究—以沖繩島、硫磺島及臺灣為例〉《陸軍學術雙月刊》（桃園），第51卷第543期，2015年10月，頁107。

栗林忠道借鑒過往日、美兩軍交戰經驗獲知，美軍慣常採取戰術戰法係在登陸灘岸初期，以優勢海、空軍火力對島上各類型防禦陣地、各式工事阻絕設施進行火力打擊，尤置重點在任何一切即將影響美軍登陸部隊之兵力、火力與阻絕設施，故揚棄過往「灘際決戰」之戰術戰法指導，改採「縱深防禦」為主要作戰模式，並結合島上地質條件特性以及兼顧海軍戰

術家所提方案，作出肆應硫磺島守備作戰指導（守備區域劃分如圖3），摘述如後。¹⁸

（一）全島守備部署以縱深防禦為主、灘頭防禦為輔，海軍守備部隊沿海灘構築堅固支撐點。

（二）於褶鉢山、元山守備地區均加以要塞化，依縱深防禦指導遂行兵、火力配置。

（三）沿海灘縱深地區敵接近路線，埋設大量地雷，並配置綿密火網殺傷敵軍。

（四）作戰全程區分誘伏、近距射擊與機動作戰，係以損耗敵軍大量兵力為目標。

此一修正後之島嶼守備指導要點，突顯出日軍最後選定折衷方案，以間接配備部署，¹⁹達成兵力地下化、砲兵陣地要塞化的作戰指導，²⁰主要係考量地形與敵軍具備登島作戰能力，亦是因為島上地形以及地質條件關係，迫使日軍不得不放棄以灘岸一線直接配備之防禦守備方案。²¹

¹⁸ 栗林忠道原規劃以縱深地區守備為主要部署，然因考量島上所有建築工事材料均仰賴海軍運輸，所以最後不得不做出折衷方案作戰指導，縱深防禦為主、灘岸防禦為輔。摘錄自同註12，頁213-216。

¹⁹ 間接配備係指：當防禦正面過廣或敵有迂迴之可能時，乃採配備方式。以一部兵力配置於預想敵攻擊地區，以警報敵之當近，妨害、遲滯敵之行動，並拘束之；主力控置於適當地區為機動打擊部隊，乘敵半渡或迂迴行動中，實施反擊而擊滅之。摘錄自國防部，《國軍軍語辭典（九十二修訂版）》（臺北：國防部史政局，西元2004年3月15日），頁6-53。

²⁰ 栗林忠道於1945年初，對島上兵火力配置作戰指導中，要求兵力地下化、砲兵陣地要塞化。摘錄自游俊傑，《島嶼防衛作戰之研究—以1945年2月硫磺島戰役為例》，陸軍學術雙月刊，第五十五卷第563期，2019年2月，頁108。

²¹ 直接配備係指：當正面適宜或局部正面必須固守時，乃行之配備方式，依陣地防禦要領，憑藉障礙，編組陣地，藉火力及逆襲，擊滅敵人於陣地當及陣地內。摘錄自國防部，《國軍軍語辭典（九十二修訂版）》（臺北：國防部史政局，西元2004年3月15日），頁6-53。

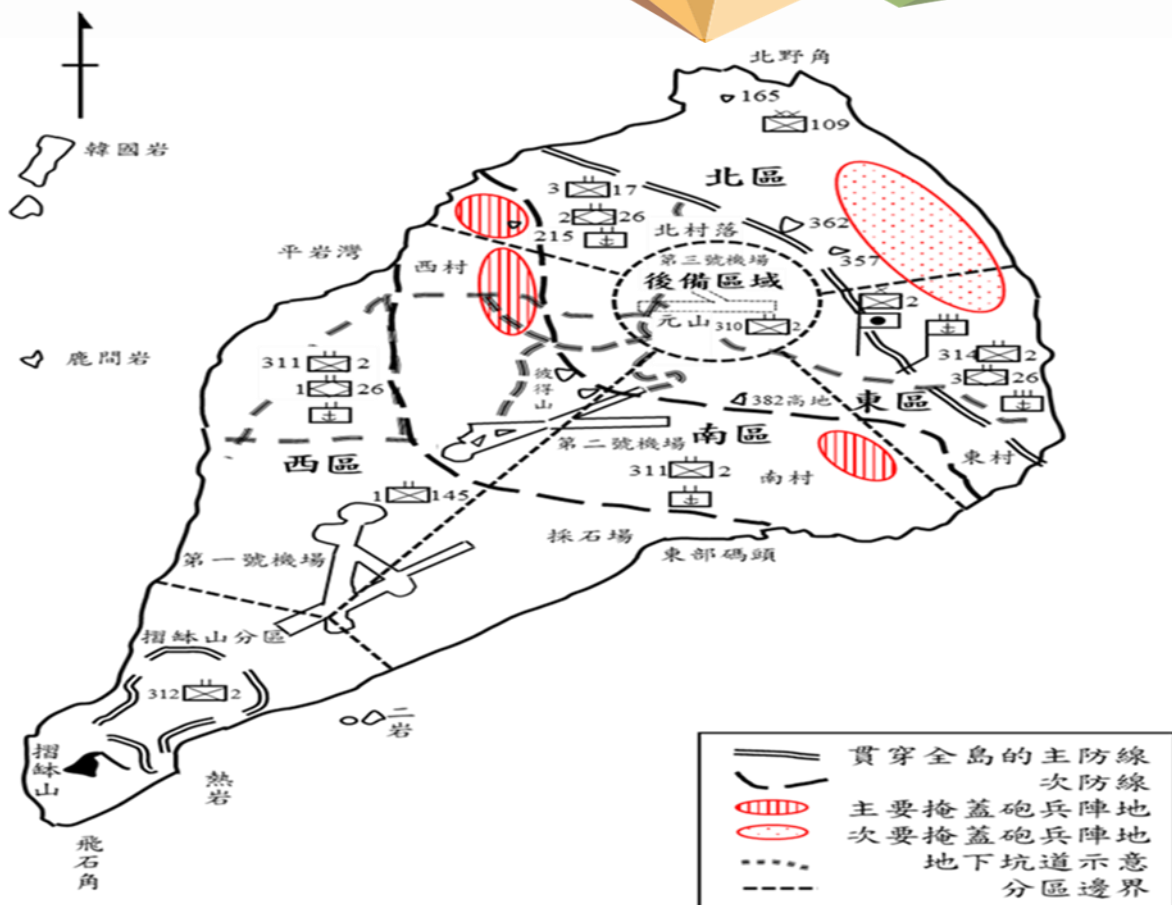


圖3 日軍守備區域劃分暨兵力部署要圖

資料來源：筆者重繪自羅伯特·奧尼爾編著，《太平洋戰爭圖文史》，金城出版社有限公司，2019年8月，頁437；國防部史政局編譯，《硫磺島兩棲戰史》（臺北：國防部史政局，西元1962年3月），頁567。

三、戰場經營重點評析

栗林忠道指揮官所重新修訂之島上防衛作戰指導，對於後續美軍海軍陸戰隊第一登陸梯隊影響甚大，尤其美軍甫登陸灘岸一線之際，因尚未遇到日軍大規模抵抗，致使美軍部隊心生大意與輕敵，加上灘岸因火山灰覆蓋地質，導致其人員與輜重車輛均陷入灘岸地帶，²² 較難以順利向縱深地區邁進，登陸作戰期間確實因此而

造成其重大損傷，接續將深入探討日軍於島上遂行各項戰場經營作為。

(一)克服島上惡劣環境，完成各類型工事地下化

硫磺島上遍布因火山噴發期間所自然演化成的天然岩洞以及火山灰所覆蓋成的黑灰地質，開挖至地表下方約 10 公尺處，即會遇到夾雜高溫達 40 度以上之硫磺氣體逸散，²³ 其土質鬆軟，可運用傳統人工構

²² 美軍登陸部隊第五師的陸戰隊人員，由紅一號海灘慢慢地爬上鬆軟的火山灰土堆，在該處構築工事固為容易，但是前進卻困難與易感疲勞。摘錄自國防部史政局編譯，《硫磺島兩棲戰史》（臺北：國防部史政局，西元 1962 年 3 月），頁 133。

²³ 同註 10，頁 53。

築工事方式向下進行開挖。²⁴而日軍守備部隊雖因缺乏大型機具，開挖工事均採人工方式進行，其施工環境亦相當艱困，然仍在戰役前夕，克服天然阻礙，完成島上多數各式防禦陣地、工事地下化作為。

(二)依敵進攻路線遂行縱深防禦，極大化削弱敵軍戰力

日軍依敵最大可能進攻軸線，於戰場經營階段，就島嶼特性構築堅固核心陣地帶，以此為核心向外延伸發展出多道堅強作戰工事與阻絕設施，²⁵並運用島上原有之天然孔道，繼續向其內部開挖施工，²⁶擴展出可儲放戰略物資空間、地下掩體、遮蔽式掩體、火炮陣地掩體等各類型工事，以防備敵由空中或海上遂行之火力攻擊。

因島上地形條件特殊，北

部多岩石峭壁，南部多屬平坦區域，因此能夠遂行非正規登陸作戰地區，僅褶鉢山向北延伸之灘岸一線。經日軍研判美軍進攻軸線後，極有可能從褶鉢山向東北延伸約 5 至 8 公里處灘岸進行登島作戰，且日軍採取海灘不抵抗模式，因此島上火砲射擊方向全部指向側面或者斜面上，²⁷此種配置火力方式，看似雖放棄擊敵於海上之大好機會，但確因有效之隱、掩蔽措施，而減少日本守軍火炮陣地遭受美軍海上艦砲反擊之危險，給予登陸美軍迎頭痛擊，削弱其戰力。

(三)精研美軍戰術戰法，適切調整兵火力部署

栗林忠道指揮官，係當時硫磺島戰役中之日軍最高層級指揮官，因其過往豐富作戰

²⁴ 硫磺島中部的防禦工事中，大部分都是純粹人工性的，除了火山地形區域與北部三分之一地區外，此島地形均不足以構成堅強的天然防禦陣地，但是此島卻很便於設防，因島上火山灰地質鬆軟，既像粗砂又像細石，僅需簡易工具，即可挖出複雜工事，將火山灰土壤與水泥結合，即可以組成最優品質混凝土；栗林忠道有著充分時間進行島上防禦工事，且島上士兵除了挖掘工事，亦無其他消遣，最終建構成島上各式類型的地下通道設施以及堅固陣地工事。摘錄自鈕先鐘編譯，《島嶼戰爭—太平洋爭奪戰》(臺北：軍事譯粹出版社，西元 1954 年)，頁 266。

²⁵ 同註 10，頁 53。

²⁶ 島上工事設施已於美軍登陸前大部完成，包含機場底下將近有數百公尺之連通地道、8 百公尺連接兩座營指揮所地下孔道、孔道內裝設電燈且各防禦陣地間底下均有複雜交通網保持聯繫，且火炮、戰防砲、迫擊砲陣地工事中，加強壁體厚度達到 1.2 至 2.4 公尺強度。摘錄自鈕先鐘編譯，《島嶼戰爭—太平洋爭奪戰》，(臺北：軍事譯粹出版社，西元 1954 年)，頁 266。

²⁷ 栗林忠道回顧曾經於塞班島和關島之日軍守備部隊，因為與登陸美軍進行海灘戰鬥而失去半數以上兵力與火力，而消耗其持久戰力，而斷然於硫磺島採取「海灘不抵抗」守備模式，並將所有火力指向島上敵接近路線。摘錄自國防部政治作戰局，《硫磺島作戰史料彙編》(臺北：國防部政治作戰局，西元 1978 年 7 月)，頁 115。

經驗，深知美軍登島作戰慣用戰術戰法，必先取得作戰地區局部海、空優勢後，才得以遂行登陸作戰。故日軍自 1944 年初起，大幅強化硫磺島上防禦系統，透由本土運送大量火炮及彈藥，²⁸ 迄美軍登陸前，島上彈藥已囤儲步槍及其他武器將近 2 萬支、彈藥多達 2 萬多發、各類型迫砲口徑以上之火砲數量高達 700 多門，²⁹ 且其配置位置經過計算後，均使島上火力發揚無死角與間隙。

日軍火炮配置方式除消除間隙之外，更重要的是均以地下化與進入遮蔽式掩體為優先，即便後續遭受美軍從海、空轟炸攻擊之火力，仍能有效維持其武器系統功能。

(四)結合作戰地區特性，構成完整防禦體系
硫磺島面積僅 21 平方公里，日軍為削弱美軍登島主力部隊，特於島上建構完整防禦體系，其中地表上方工事，係以結合

島上地形，於敵軍可能接近路線，構築多道阻絕設施、戰車壕與布雷系統，用以遲滯、拒止敵軍向縱深地帶突入；地下工事則由地表下方岩塊、土體(衰減爆壓層)與地下結構體組成：包含全島構築無數個地下掩體，並裝設電力設施，³⁰ 修築深達 9 層地下坑道、各式機槍與砲兵掩體(硫磺島日軍防禦陣地種類數量詳如表 1)，並將各式天然孔洞以地下孔道串接，形成綿密地下交通網設施，並設置完整地下通信聯絡線路，另地下坑道設置則深達 9-12 公尺，³¹ 此作法除可有效達成隱、遮蔽及利於島上兵力、物資調整，更可衰減炸彈於地表爆炸後產生之爆震波。

²⁸ 1944 年 7 月，美軍佔領塞班島時，日軍大本營決定於硫磺島方面調整以 109 師團負責守備任務，原急迫集結用於救援塞班島之人員、武器裝備，全部轉移馳援硫磺島，預期打造硫磺島為一攻不可破陣地。摘錄自國防部史政局編譯，《硫磺島兩棲戰史》(臺北：國防部史政局，西元 1962 年 3 月)，頁 12-13。

²⁹ 詹中一，《硫磺島戰史對國軍反登陸作戰之啟示》，海軍學術雙月刊，第四十九卷第 6 期，民國 104 年 12 月，頁 111。

³⁰ 美國陸軍軍官學校，《美軍對日戰爭第三卷》(臺北：美國陸軍軍官學校，西元 1950 年)，頁 39。

³¹ 日軍除設置地下掩體與聯絡道外，更巧妙運用地形構築防戰車壕，凡敵戰車可能前進之道路均加以布雷，以阻止美軍登陸即向內陸挺進。詹中一，《硫磺島戰史對國軍反登陸作戰之啟示》，海軍學術雙月刊，第四十九卷第 6 期，民國 104 年 12 月，頁 111-113。

表1 硫磺島日軍防禦陣地種類數量統計表

陣地種類	陣地數量	統計至 1944.12.3	統計至 1945.2.10	增減狀況(%) (「-」為遭敵摧毀)
海岸砲		3	6	+100
兩用火砲陣地		16	42	+162
兩用火砲陣地(備用)		4	8	+100
自動高射砲陣地		151	203	+34
自動高射砲陣地(備用)		2	16	+700
有掩體砲兵陣地		39	67	+71
無掩體砲兵陣地		40	5	-87
戰防砲-攻擊敵艦艇 火砲陣地		18	3	-83
機關槍陣地		352	292	-17
總計		625	642	+2.5

資料來源：筆者修改自國防部史政局編譯，《硫磺島兩棲戰史》(臺北：國防部史政局，西元1962年3月)，頁67。

戰場經營對作戰經過之影響

美軍自1944年10月雷伊泰海戰勝利後，栗林忠道已研判美軍後續攻島企圖，並立即在天然防禦工事為基礎上，加緊各型工事構築速度，³²以下將依序探討美軍作戰指導、日軍戰場經營對作戰經過之影響，俾得從實際作戰經過中，驗證作戰工事所發揮之效能。

一、美軍作戰指導

美軍於1944年10月3日參謀首長聯席會議中決議，有關太平洋戰爭進行期間作戰指導，並摘述如後。³³

1.由西南太平洋部隊，對於呂宋的佔領擔任艦隊的掩護與支援，目標日為1944年12月

20日。

2.在南部諸島中佔領一處或多處陣地，目標日為1945年3月1日。

美軍持續對此作戰指導，逕行充分研判與討論後，認為攻佔此陣地(島嶼)必須具備該地區作戰中所能使用之機場，僅硫磺島符合此一要求。另10月7日，參謀首長聯席會議下發一份參謀研究，內容提及『分遣隊』作戰任務如後：³⁴

1.削減日本海軍與空軍的力量，及削弱日本帝國的生產能力。

2.摧毀小笠原群島的敵海軍與空軍。

3.佔領與防守硫磺島，並發展該島的空軍基地。

³² 于倉和譯，《太平洋戰爭》(臺北：風格司藝術創作坊，2011年2月)，頁148-185。

³³ 國防部史政局編譯，《硫磺島兩棲戰史》(臺北：國防部史政局，西元1962年3月)，頁43-49。

³⁴ 同註33，頁50-53。

迄10月9日，尼米茲海軍上將發布高度機密文件給史密斯將軍，並通知：「硫磺島已明確決定為目標」，後續任命斯普魯恩斯海軍上將擔任戰役指揮官，並編組作戰部隊，登陸作戰指揮系統詳如圖4所示。時任登陸部隊指揮官第五兩棲軍軍長斯密特將軍，持續依上述決議備戰，並於1945年2月下達登陸硫磺島作戰指導(登陸作戰兵力部署如圖5所示)：「以第4、第5陸戰師在島的東南岸並列登陸，第3陸戰師為預備隊。登陸後，左翼第5師切斷硫磺島最狹窄頸部，並轉向西南佔領褶鉢山地區；右翼第4師佔領1號機場，並續向東北方擴張

二、各階段作戰與工事造成之影響

硫磺島戰役自2月19日美軍登陸起，迄3月26日完成肅清島上殘餘日軍為止將近36天，然爭取作戰區域之海、空優及轟炸島上重要指管、陣地、掩體、工事及阻絕設施等行動，卻早已於登陸前持續進行2個多月，以下將作戰經過區分各階段進行探討。

(一)登陸作戰準備，奪取制海權與制空權(1944年12月迄1945年2月18日)

1944年11月，美軍佔領馬里亞納群島後，為奪取作戰區制空與制海權，空軍經常不斷派出轟炸機轟炸硫磺島，³⁶

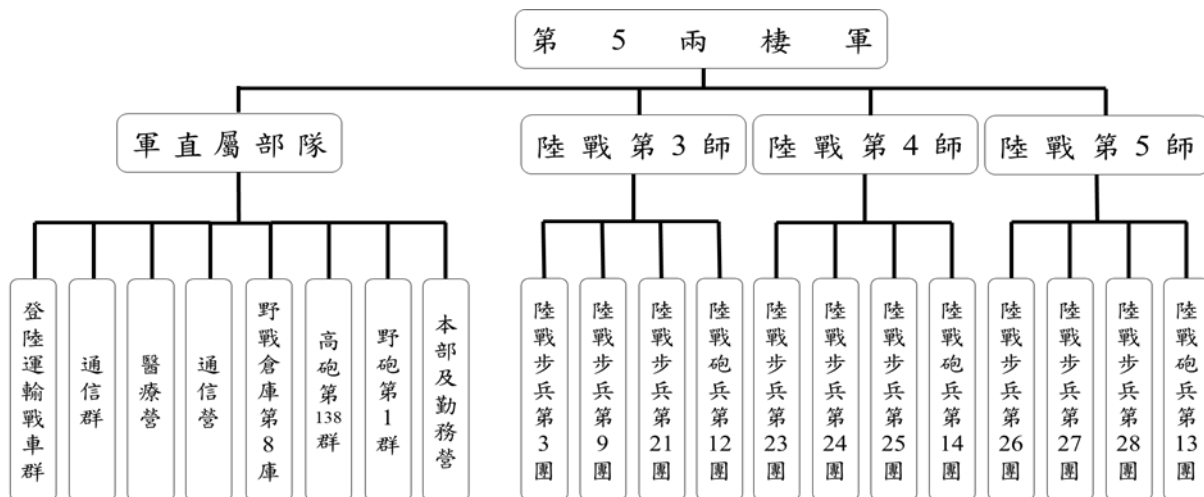


圖4 美軍登陸部隊作戰指揮系統圖

資料來源：筆者修改自國防部史政局編譯，《硫磺島兩棲戰史》，國防部史政局，1962年3月，頁517~544；蕭英煜、吳光中，〈第二次世界大戰美、日太平洋島嶼作戰之研究—以沖繩島、硫磺島及臺灣為例〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第51卷第543期，2015年10月，頁108。

戰果」。³⁵

迄登陸當天止，連續執行72天

³⁵ 同註34，頁54-59。

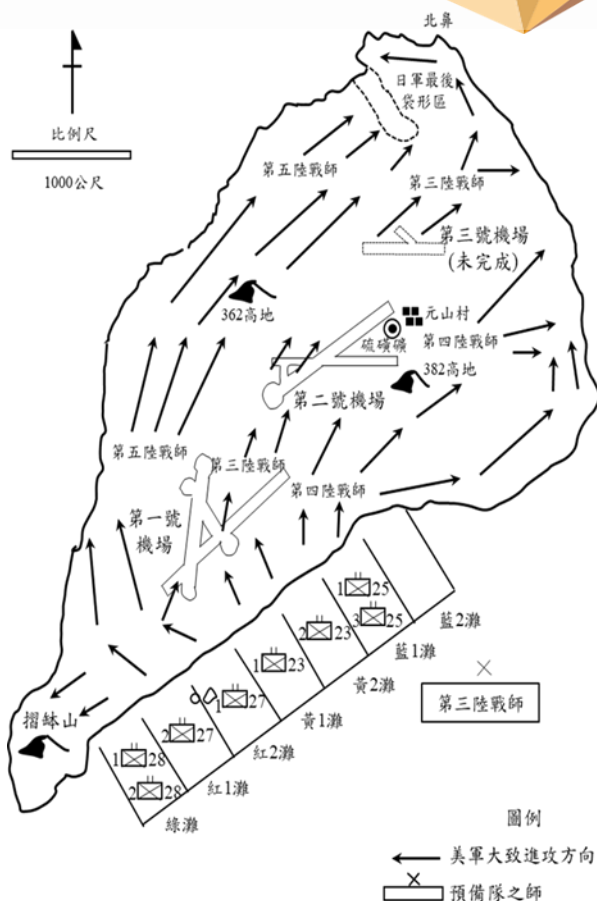


圖5 美軍登陸作戰暨島上攻勢作戰兵力部署要圖
資料來源：筆者重繪自羅伯特·奧尼爾編著，《太平洋戰爭圖文史》（臺北：國防部史政局，西元金城出版社有限公司，2019年8月），頁437；鈕先鐘編譯，《島嶼戰爭—太平洋爭奪戰》（臺北：軍事譯粹出版社，西元1954年），頁264。

轟炸任務，³⁷ 這些行動係伴隨著夜間襲擊任務和白晝空中偵察飛行，轟炸計畫主要完成以下任務：³⁸

1. 夜間擾亂、戰鬥機掃射敵軍與偵察硫磺島上重要目標等。
2. 無論晝夜，瓦解敵軍在海上運輸行動。

3. 制壓與破壞島上機場與其設施，摧毀砲兵陣地與固定防禦設施，使其喪失作戰以及火力制壓功能。

另在 2 月 16-18 日間，美軍第 58 特遣部隊攻擊日本帝國國土，以切斷島上海、空支援，另第 52、54 特遣部隊，執行硫磺島轟炸任務：³⁹

1. 敵人威脅我船隻、飛機與水中爆破作業者，包含海岸防禦工事、高射砲、砲兵掩體與戰防砲等。

2. 敵方威脅我登陸部隊由艦至岸運動者，如堡壘、掩蓋之砲兵掩體、機關槍、指揮所等。

3. 敵各種設施，如洞穴、彈藥、油料堆積所、宿舍營地。

(二) 登陸部隊受灘岸地質遲滯，大量作戰人員損傷(2 月 19 迄 22 日)

1. 2 月 19 日拂曉，美軍海上艦砲持續砲擊後，艦載機起飛遂行島上轟炸。9 時，兩棲登陸車開始從海上推進至灘岸內 45 公尺，並成功掩護第一波海軍陸戰隊搶灘登陸成功，然因灘岸一線均為 4.5 公尺高，由火山

³⁶ 據統計，從 1944 年 8 月至 1945 年 2 月，美軍隊硫磺島上海空火力炸射，共消耗各類砲彈達 24,000 餘噸，平均每平方公里承受 1,200 噸，在太平洋戰爭中實為猛烈，然而此期間日軍僅死傷 104 人，地面工事遭到嚴重破壞，惟地下堅固工事，卻損失輕微。摘錄自同註 12，頁 224。

³⁷ 鈕先鐘編譯，《島嶼戰爭—太平洋爭奪戰》（臺北：軍事譯粹出版社，西元 1954 年），頁 270。

³⁸ 同註 34，頁 88-89。

³⁹ 同註 34，頁 94-95。

灰堆積成的斜坡，使美軍人、車均陷入火山灰中難以前進，且無法構築散兵坑保護自己。10時，日軍防禦工事砲火、隱蔽處之迫擊砲與機槍火力開始從兩側夾擊，頓時海灘彈如雨下，⁴⁰作戰異常艱辛，迄天黑時，美軍有6個步兵團、6個砲兵營與2個戰車營共約3萬人上岸，佔領約3600公尺寬、深650公尺至1000公尺不等的登陸場，第一天戰損計548人陣亡，受傷1,755人。⁴¹

2.2月20迄22日，第5師開始向褶鉢山攻擊，並以手榴彈、炸藥包、火焰噴射器逐一消滅岩洞中日軍，並使用推土機將洞口封閉，終能肅清此區域日軍抵抗；⁴²陸戰第4師在艦砲支援下突破日軍防線，並切斷島南日軍與元山間聯繫，成功攻佔1號機場，其工兵部隊立即搶

修機場設施，⁴³並沿機場向北構築工事，防敵逆襲。

3.綜觀此階段作戰，美軍當初預期以登陸前火力轟炸擊潰硫磺島上火砲陣地企圖，在登陸當天即受到嚴重考驗，⁴⁴另日軍憑藉島上戰場經營、堅固作戰工事、隱、掩蔽火砲陣地強大火力優勢，確實給予登陸美軍海軍陸戰隊極大殺傷力。

(三)豎立軍隊士氣精神象徵，持續向任務目標進攻(2月23日迄3月1日)

1.2月23日，1020時，左翼海軍陸戰第5師第28團2營E連終於攻上褶鉢山頂並插上美國國旗，此後繼續掃蕩山地周邊地區；⁴⁵2月24日，第3師第21團突破了二號南側機場的防線，但隨著地形升高，遇到日軍大小據點將近800

⁴⁰ 羅伯特·奧尼爾編著，《太平洋戰爭圖文史》(臺北：金城出版社有限公司，2019年8月)，頁430-435。

⁴¹ 同註12，頁237。

⁴² 同註12，頁238-239。

⁴³ 對美國而言，硫磺島擁有極高戰略價值，當戰鬥還在繼續進行的時候，海蜂工兵已經開始改善機場設施，到了三月初，第一架受損的B-29轟炸機就曾緊急降落在硫磺島上，此外第15戰鬥機大隊也進駐該島，為超級空中堡壘轟炸機護航。摘錄自于倉和譯，《太平洋戰爭》(臺北：風格司藝術創作坊，西元2011年2月)，頁182。

⁴⁴ 自從美軍佔領馬里亞納群島，其空軍與海軍火力經常不間斷轟炸硫磺島，迄2月19日登陸前，美軍已連續轟炸72天之久，雖島上機場最終被炸毀，但因日軍重要作戰工事均埋設在地表以下與高原隱蔽處，美軍登陸當天卻仍然遭受到島上日軍強大火力反擊。摘錄自同註38，頁270。

⁴⁵ 1945年2月23日上午，美國海軍部長福雷斯特與第五兩棲軍軍長史密斯關注硫磺島作戰經過時，持續注視在褶鉢山山頂飄揚之美國國旗，顯出相當激動，福雷斯特總結說：「褶鉢山升起的國旗，意味著海軍陸戰隊從此後500年的榮譽！」島上其他美軍看見國旗，都感到勝利的曙光，海軍軍艦上的水兵看見象徵勝利的國旗，也都歡聲雷動。摘錄自同註12，頁243。

個，⁴⁶日軍憑藉著密密麻麻、縱橫交錯的地堡與坑道，抵抗越來越強，最終美軍以慘重代價，佔領第 2 號機場南端。

2. 迄 3 月 1 日，右翼第 4 師雖遭受從四處各地偽裝良好碉堡日軍火力攻擊下，犧牲大部兵力，⁴⁷最後仍勉力攻佔第 2 號機場北端東面的任務目標——382 高地。⁴⁸

3. 此階段作戰中，美軍陸戰隊英勇插上美國國旗作戰行為，充分展現精神戰力，大幅度提升美軍作戰士氣；另因日軍已將整座褶鉢山與北方高地變成地下要塞，⁴⁹地表以下均由一系列長度不一的聯絡道，將各地下碉堡、掩體構連成完整堅強防禦體系，也造成美軍陸戰隊傷損慘重，惟此區域日軍兵員與火炮亦已消耗殆盡。

(四) 美軍持續掃蕩，日軍採取最後反攻(3 月 2 日迄 26 日)

1. 3 月 2 日迄 6 日，第 5 師持續向西山脊北部與 362 高地進攻，惟作戰地區逐漸變成陡峭山谷與突出露岩等具天然防禦條件地形，作戰遂以近戰使用之火焰噴射器、火箭筒、手榴彈等武器為主，美軍此階段傷損計 4,292 人；3 月 7 日迄 15 日，第 4 師在其砲兵火力掩護下，向敵防線火雞瘤地區攻擊，⁵⁰期間持續遭敵來自位於岩石山脊上、溝渠中隱蔽陣地內的火力攻擊，⁵¹這些均係機關槍與步槍交叉火網形成之威脅。

2. 3 月 8 日，美軍已突入至第 2 號機場防線，並逐次向西北部壓縮對日軍包圍圈，3 月 17 日栗林忠道指揮官向東京大本營發出電報：「戰局終已面臨最後之關頭，現期於十七日夜半…親率全員敢行壯烈之總攻擊…縱粉深碎骨亦必在所不惜…」，⁵²結果栗林兵團長、市乞司令

⁴⁶ 同註 38，頁 278。

⁴⁷ 陸戰第 4 師在奪佔島上第 2 制高點 382 高地時，屢遭日軍交叉火網攻擊，傷亡極其慘重，382 高地因此被稱為絞肉機，戰鬥部隊傷亡達到 50%。摘錄自同註 12，頁 245。

⁴⁸ 同註 38，頁 279。

⁴⁹ 在 18-19 世紀之拿破崙時代，「要塞」亦即城堡和設防的都市，就現今說法言，「要塞」為在軍事上有重要意義的、有堅固、鞏固防禦設備的據點。摘錄自克勞塞維茲原著、王洽南譯，《戰爭論》(臺北：國防部史政編譯局，西元 1991 年 3 月)，頁 421。

⁵⁰ 火雞瘤防線係位於島上南村落一圓形場中間地區。摘錄自同註 33，頁 310-389。

⁵¹ 美軍陸戰隊常遭受隱藏於島上洞穴與罅隙之日本守軍攻擊，一旦日軍位居地表陣地遭摧毀，日軍即刻退入洞穴，因這些天然洞穴或既設地下掩體，能夠提供日軍適當掩護，狀況許可時，又走出洞穴開始射擊。摘錄自同註 33，頁 434-435。

官於17日夜半實行最後總攻擊時，均告陣亡。迄26日，美軍已完成硫磺島上最後掃蕩任務，並由美軍步兵第147團接替硫磺島防禦任務。⁵³

3.本階段作戰中，日軍已於戰前充分利用島上地形地物特性進行戰場經營，甚至對於美軍可能作戰經過路線亦一再進行反覆演練，⁵⁴企圖達成陣地工事、兵火力配置、創新戰術戰法行動，⁵⁵以發揮殲滅敵軍戰力最大效果。

硫磺島戰役中，美軍雖以優勢兵、火力對守島日軍進行攻擊，然而在日軍結合作戰地區地形、地質特性與戰場經營之手段，成功達成拖延美軍島上作戰時間以及造成其重大損傷之任務，主要因日本守軍實地瞭解與充分利用硫磺島地質、地形與地貌條件，得以量地用兵，於灘岸一線大幅度節

約兵力，並於山地、高原、縱深地帶遂行各項戰備整備、工事構築，使其兵力、各類型陣地、戰略物資達到地下化、掩體化作為。日軍守備島嶼作戰指導與手段，殊值我輩軍人效法與看齊，同時須擷取日軍進行戰場經營之思維與措施，用以啟發我防衛作戰戰力防護各項作為。

以下將借鏡上述硫磺島戰役中，日軍防禦島嶼與作戰經過之經驗教訓，接續分析我國面臨中共敵情威脅，並探討在不同土質條件下，進行地下掩體衰減層抗爆震案例分析，預期提出我國灘岸抗爆震地下掩體設施之衰減層設計尺寸建議成果，並提出個人對於防衛作戰軍事工程構築之芻議。

⁵² 國防部政治作戰局，《硫磺島作戰史料彙編》（臺北：國防部政治作戰局，西元1978年7月），頁97。

⁵³ 同註33，頁439。

⁵⁴ 美軍情報部門於作戰經過時期，亦不斷在戰場蒐集擄獲日軍大量情報文件進行分析，三月初發現一份無日期之硫磺島北部日軍地圖，該地圖顯示出美軍部隊可能所在位置，美日兵力部署大致與2月底概同，日軍俘虜曾經說明此地圖係日軍1月份舉行作戰演習準備使用，上述可證明日軍已透由頻繁演習大致研判出美軍進攻行動方案。摘錄自同註34，頁391。

⁵⁵ 栗林忠道為激勵島上官兵奮勇殺敵信念，特地印發英勇的戰鬥誓詞：「...我們應該握著炸彈，向敵人戰車衝鋒，以來炸毀它們；我們應該滲入敵人陣地中，以來殲滅他們；我們應該彈不虛發，一槍打一個；每個在戰死之前應該負責殺死十個敵人；...我們還要用游擊戰繼續阻撓敵人」，此一戰術戰法上指導，確實灌注至每一位日本守軍，從美日兩軍作戰經過中發現，日軍莫不以擊殺進入防禦陣地內之美軍部隊為其主要任務。摘錄自同註53，頁47-48。

國軍現行面臨威脅與抗爆震分析

吾人從栗林忠道中將於硫磺島戰役中備戰整備手段中，瞭解戰前精準研判敵情威脅，並因應敵軍戰術戰法，而克敵致勝重要性。觀察目前臺海情勢發展對我威脅狀況有增無減，中共軍機、軍艦擾臺各項行動頻仍。美國《2021中國軍力報告》顯示，中共對臺動武主要軍事選項有四種：「空中和海上封鎖、有限度或脅迫性軍事行動、空中和導彈攻擊以及聯合登陸入侵臺灣本島」，⁵⁶而我國最新國防報告資料顯示，2021年10月1至4日，有多達149架次共機侵擾我國空域，此狀況不但使我空防壓力遽增，亦企圖打壓我民心士氣，⁵⁷另部長邱先生亦於立法院報告時說明，面對中共軍力擴張、對臺軍事威攝與侵擾等行動，國軍將積極推動國防發展與戰力整建，建構堅強可恃之防衛戰力，並提出「愈接近本島、反制力愈強作為」等重

要聲明，⁵⁸顯示國軍不畏強權以及奮戰守土之決心。

我們須借鏡硫磺島戰役中日軍守備戰場經營之經驗與教訓，並肆應當前敵情威脅與動態演變，強化戰力防護階段各項作為，平時除完善可供使用之兵要地形與設施調查外，更應建立一系列軍事掩體設施如何衰減爆炸引致爆震波之研究機制，以及建構地下掩體、衰減層抵抗爆震之設計尺寸與規範，俾可供遭敵猝然突襲時，縮短構築軍事抗爆震地下掩體設施之時間，以大幅提升國軍戰力防護效能。

一、中共對我危害行動分析

國內軍事研究人員曾經指出中共有四種可能犯臺軍事行動模式，且將以多重併行實施，務以擊潰我軍作戰意志為首要目的。從美軍登陸硫磺島前之作戰準備階段—海、空火力轟炸模式中，研判上述中共各種可能採取手段，對我危害最大行動者，係以其火箭軍對我重要指管系統、地下指揮所、機

⁵⁶ 摘錄自鍾志東，〈研析《美國 2021 中國軍力報告》對台海安全之評估〉，《國防安全雙週報》，財團法人國防安全研究院國家安全研究所，第 42 期，2021 年 11 月 26 日，https://indsr.org.tw/Content/Upload/files/biweekly/42/4_WilliamChihTungChung.pdf，檢索日期：2022 年 2 月 10 日。

⁵⁷ 摘錄自呂昭隆，〈共機頻侵擾 國防部最新報告揭 10 字因應策略〉，《中時電子報》，<https://tw.sports.yahoo.com/news/因應共機侵擾-國防部秉持-愈接近本島-反制力愈強-010103924.html>，檢索日期：2022 年 2 月 9 日。

⁵⁸ 摘錄自聯合新聞網，〈共軍威懾 國防部提 12 項精進作為強化應對能力〉，《聯合新聞網電子報》，2021 年 10 月 13 日，檢索網址：<https://udn.com/news/story/10930/5814117>，檢索日期：2022 年 2 月 10 日。

場、港埠、防空陣地、雷達、情監偵等固定設施等，遂行精準火力打擊。⁵⁹

中共遂行登陸作戰前，必優先思考其制空、制海權之獲得，在進入島上作戰階段後，其陸航旅攻擊直升機，將對我軍陣地、武器、裝備、人員造成重大危害。⁶⁰國內軍事研究學者曾就中共陸航旅攜行之火箭彈對我設施造成影響進行探討，並提出2.7kg炸藥於地表爆炸後，以地表下方鋪設5層地工織布作為衰減層之衰減效果最佳，且加勁土回填厚度僅需102cm，尖峰爆壓值即可降低至48kPa等具體研究成果。⁶¹本篇在上述研究成果基礎上，持續進行地下掩體衰減層抵抗爆震之相關研究，並以陸航旅武裝直升機所經常掛載之S-8航空火箭彈為威脅源，⁶²針對不同

土質條件所構成之衰減層，進行抗爆震效能方面之研究。

二、抗爆震文獻探討

有關抗爆震文獻分析中，美軍因應作戰實務需要，遂結合現地進行爆炸試驗，其試驗內容除空氣場爆壓傳遞現象外，亦探討許多有關與地下結構體上方抗爆層衰減爆壓之研究，其研究成果多被整理成技術規範以供研究使用。上述爆炸試驗結果數據亦被歸納成經驗公式，其中以1986年版之TM5-855-1技術規範建議之土中尖峰爆壓值經驗公式較為精準，⁶³並可供初步評估使用，惟公式中相關參數需結合現地土層條件，較能進行後續有效之評估與應用，將於下列第(四)小節中內容，結合本研究數值分析案例進行深入探討。

⁵⁹ 曾世傑、楊國鑫、蔡營寬，《地下結構體抗爆震研究-以加勁土衰減爆震壓力之數值分析為例》，陸軍工兵半年刊第159期，2021年10月，頁3-5。

⁶⁰ 摘錄自〈武直-10〉，《百度百科》，<https://baike.baidu.com/item/%E6%AD%A6%E7%9B%B4-10/5543885>，檢索日期：2022年2月10日。

⁶¹ 國內軍事研究學者曾就中共陸航旅攜行之火箭彈對我設施造成影響進行探討，並提出2.7kg炸藥於地表爆炸後，以地表下方鋪設5層地工織布作為衰減層之衰減效果最佳，且加勁土回填厚度僅需102cm，尖峰爆壓值即可降低至48kPa等具體研究成果。摘錄自曾世傑、楊國鑫、蔡營寬，《地下結構體抗爆震研究-以加勁土衰減爆震壓力之數值分析為例》，陸軍工兵半年刊第159期，2021年10月，頁13-22。

⁶² S-8DM航空火箭彈係一系列由蘇聯空軍和塞爾維亞空防軍研製的航空型火箭彈系武器，被軍用飛機用以攻擊地面半硬和堅硬目標，經常被掛載於Su-24, Su-25, Su-27, Su-27K, MiG-27, MiG-29, Mi-8, Mi-24, Mi-28, Ka-252 and Ka-50等定翼機、旋翼機等航空器上，彈頭重量為5.5至6公斤不等。摘錄自〈S-8 unguided aircraft rockets〉，檢索網址：<https://web.archive.org/web/20140321125243/http://www.rbs.ru/vttv/99/Firms/AppPhys/e-s8.htm>，檢索日期：2022年2月15日。

⁶³ TM5-855-1(1986). Design and analysis of hardened structures to convention weapon effects. The Departments of the Army, The Air Force, The Navy and The Defense Special Weapons Agency, Washington, DC, USA.

三、臺灣灘岸地質現況

臺灣地質由花東縱谷、西部麓山帶(北部為主)、西部濱海平原、中央山脈西翼、中央山脈東翼、海岸山脈等主要地質區所組成，⁶⁴其中西部麓山帶靠近灘岸地區主要常見為砂岩、頁岩與礫岩等項，⁶⁵又中央山脈以西地區，大多遭受東西向河川切割，且河川下游大多是泥砂、礫石質土壤所淤積而成之沖積扇平原地形，如濁水溪沖積扇即是以粗砂與厚層礫石為主，地質特性為強度與透水性高，可壓縮性低，⁶⁶如欲在此地質條件下進行開挖施作地下結構體，可就近以現地土壤作為回填土料，縮短地下掩體施工工時與節省成本，故須先行對砂性土質進行抗爆震之數值模型分析，以獲得不同地質條件下之掩體設計尺寸。

四、不同土質條件抗爆震效能案例分析

硫磺島戰役中，日軍雖於島上建構一系列地下掩體等設

施結構物，用以抵抗美軍重層火力，然而因當時時間與工程技術有限，未能對已構築好之地下掩體設施進行抗爆震效能分析。國內研究學者曾以 2.7kg TNT 炸藥為威脅源，於地表爆炸中，提出具體加勁土配置方式與衰減爆壓效能等豐碩成果，惟針對不同土質條件抗爆震行為，尚未建構完整性研究。本研究係奠基於前述成果基礎之上，衰減層以國內砂性土壤回填料與土工織布材料所組成，探討地表 TNT 炸藥爆炸後，爆震波經過不同土質條件衰減爆壓之效果，下列依序述明數值分析之土壤材料參數、案例分析數值模型建立與綜合分析。

(一)材料參數說明

國內學界常用之 LS-DYNA 爆震軟體，常用於進行數值模型建立與分析，具備探討爆震波經由介質傳遞之瞬間暫態現象之功能，廣泛於業界

⁶⁴ 摘錄自然與人文數位博物館，〈變質作用與變質岩〉，檢索網址：<http://digimuse.nmns.edu.tw/Default.aspx?tabid=409&ObjectId=0b00000181e341b1&Domin=g&Field=rm&TypeKind=&FieldName=>，檢索日期：2022 年 2 月 10 日。

⁶⁵ 摘錄王原賢，〈西部麓山帶〉，《臺灣大百科全書》，檢索網址：<https://nrch.culture.tw/twpedia.aspx?id=3269>，檢索日期：2022 年 2 月 9 日。

⁶⁶ 摘錄自水利署水文技術組，〈多元整合空間資訊技術於地層下陷監測之應用〉，《水利署電子報》，2019 年 2 月 22 日，檢索網址：https://epaper.wra.gov.tw/Article_Detail.aspx?s=D083F1D2672AFD57，檢索日期：2022 年 2 月 9 日。

使用，亦為本次進行數值分析研究工具。本篇數值模型案例建立係以空氣場、TNT 炸藥、地工織布與土壤等參數所組成，其中衰減層土壤參數設定係本研究主軸，爆炸威脅源則設定為 5.5 公斤的 TNT 炸藥，⁶⁷ 餘程式功能、參數設定與介紹均已於前人研究中詳述。⁶⁸

(二) 案例分析

本案例設置原則，為符合真實物理現象，以建立 3D 數值全模型實施探討(設計尺寸詳如圖 6 所示)，⁶⁹ 另炸藥放置於地表上，爆炸後引致之爆震波向四周傳遞，並隨經過之介質(僅空氣、土壤、地工織布)性質不同，不同土質條件傳遞衰減效果亦將所差異。

衰減層回填土材料參數輸入值(詳如表 2 所示)，⁷⁰ 分別以標準砂與 315 號石英砂在深度

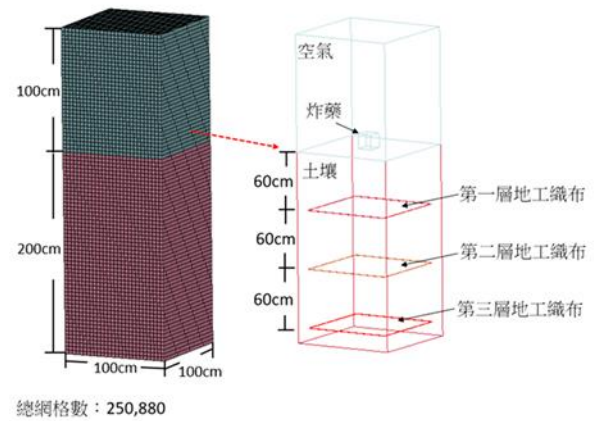


圖6 衰減層數值模型配置示意圖

資料來源：依本研究成果繪製。

與夯實條件等變數下進行衰減效能分析，⁷¹ 結果分述如後。

1. 土壤衰減層深度變化

地表炸藥爆炸後，爆震波傳遞至不同土質之衰減程度，將隨不同深度而有所變化。距地表炸源 0-60 公分區間，深層土雖較淺層土衰減值效果較佳，然趨勢較不明顯；另距離炸源越遠(180cm)處，深層土尖峰爆壓值為 755kPa、淺層土則為 1224kPa，深層較淺層土壤衰減效能多達 38%；另由表 2 土壤

⁶⁷ TNT 炸藥係由 LS-DYNA 第 8 號材料參數所描述，所需輸入值計有密度等 7 項，並依 TNT 5.5 公斤重量、密度進行換算體積大小，並輸入於所建立之數值模型尺寸。摘錄自曾世傑、蔡營寬、施述立，〈防衛作戰戰力防護之研究—以北部灘岸後方地區構築地下掩體為例〉《陸軍工兵半年刊》，第 156 期，2020 年 6 月，頁 17。

⁶⁸ 曾世傑、楊國鑫、蔡營寬，《地下結構體抗爆震研究-以加勁土衰減爆震壓力之數值分析為例》，陸軍工兵半年刊第 159 期，2021 年 10 月，頁 13-15。

⁶⁹ 本案例設定炸藥於地表爆炸後，爆震波傳遞土層介質，且土層四周係均質條件，無產生反射；另數值模型建立中，為避免爆震波傳遞至邊界四周產生反射，數值模型外在邊界均設置無反射。

⁷⁰ LS-DYNA 土壤材料中，土壤受瞬間動態之應力-應變行為主要以 EPS1~EPS10、P1~P10 等參數描述，實際參數可參考自曾世傑，〈地下結構體爆震反應研究〉《國防大學中正理工學院軍事工程研究所碩士論文》，(桃園)，2005 年，頁 73-75。

⁷¹ 本研究設置網格數量高達 25 萬，以 Intel(R) Core(TW) i5-11400@2.60GHz(RAM16GB)，時間需時 2 天。

表2 不同土質材料主要參數輸入值

LS-DYNA第五號土壤材料參數輸入一覽表								
土質類型	深度描述	參數區分	密度 (g/cm ³)	動態 剪力模數 (Mbar)	體積 模數 (Mbar)	剪力屈服面 係數		
		有效圍壓 (kPa)	RO	G	BULK	A0	A1	A2
緊密 標準砂	淺	49.05	1.708	0.000355	0.2264	0	0	0.646
	深	196.2	1.708	0.000736	0.2264	0	0	0.646
疏鬆 標準砂	淺	49.05	1.635	0.000325	0.005254	0	0	0.462
	深	196.2	1.635	0.000722	0.005254	0	0	0.462
315號 疏鬆石 英砂	淺	49.05	1.466	0.000449	0.005254	0	0	0.567
	深	196.2	1.466	0.000743	0.005254	0	0	0.567

附記：參數反映土層物理現象「RO：緊密或疏鬆程度；G：土層深、淺程度」

資料來源：摘錄自曾世傑，〈地下結構體爆震反應研究〉《國防大學中正理工學院軍事工程研究所碩士論文》，（桃園），2005年，頁73-75。

參數進一步探討，深度衰減機制主要係由土壤動態剪力模數 **G** 值控制，土層越深則 **G** 值越大，爆壓值衰減效果越好，與物理現象趨勢吻合。

2. 不同土質變數與衰減層夯實程度影響

不同土壤之回填料其土壤密度、動態剪力模數等亦隨之改變，影響爆壓衰減程度也有所差異，本節針對苗栗三義礦業 315 號石英砂與標準砂等兩種回填覆土材料，進行抗爆震衰減數值分析。圖 7 顯示兩

種材料分別在淺層覆土條件下、距離炸源 180 公分處尖峰爆壓極值，疏鬆標準砂為 1224kPa，315 號石英砂 984kPa，兩者相較後，以 315 號石英砂衰減效能多達 20% 較優，且製造成本亦較為低廉；⁷² 衰減層夯實程度主要密度所控制，體積固定下，密度越大則土壤重量越重，⁷³ 衰減效能也會有相關的影響。圖 7 顯示衰減層在不同緊密程度衰減爆壓曲線之比較，以疏鬆砂衰減爆壓效能衰減多達 60% 較好。深

⁷² 美國渥太華 (C-190) 標準砂與一般建築材料所使用之砂土比較，美國渥太華標準砂係符合 ASTM C778 規範工地密度試驗用且常用於土壤力學實驗中，故標準砂成本較為昂貴。

⁷³ 依據物理公式「物體密度等於每單位物體體積內所含有的質量大小」，計算公式 $\rho = M/V$ (ρ = 密度、 M = 質量、 V = 體積)，在相同體積下所含土壤重量與密度的關係是呈正比，故固定重量下，密度越大，體積越大。摘錄自蔡坤憲，教育物理如何看懂物理公式(一):定義篇，《物理雙月刊》，2019 年 4 月 11 日，檢索網址：https://pb.ps-taiwan.org/catalog/ins.php?index_m1_id=3&index_id=441，檢索日期：2022 年 2 月 17 日。

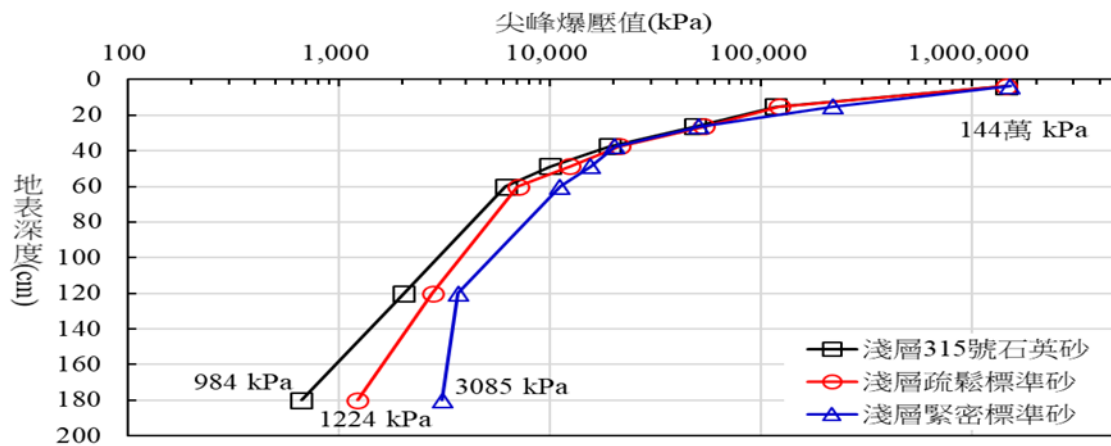


圖7 不同土質變數與衰減層夯實程度
資料來源：依本研究成果繪製。

究土壤夯實程度衰減爆壓機制，其原因主要為緊密砂土粒子間較為緊實，當爆震波透過土層粒子間碰撞進行傳遞時，因孔隙被壓縮之故，導致粒子間傳遞較為連續，能量衰減較少。

3.加勁土衰減探討

依美軍經驗公式建議，當爆壓值介於 **48kPa** 以上時，將對人體造成主要傷害。基此條件，前人研究中，可在砂性土壤中加入地工織布等加勁材料，其抗拉伸機制可有效衰減爆炸產生之尖峰爆壓值，並提出在回填土中鋪

設 **5層** 地工織布，可達衰減爆壓值效果最好，然鋪設 **3層** 亦可兼具經濟效能。

從圖 8 顯示鋪設 **3層** 地工織布加勁材料與未加勁土壤比較，距離炸源 **180cm** 處，未加勁土層衰減爆壓值仍達到 **1224kPa**，對人體產生極大危害，加勁土結果中，欲降尖峰爆壓值至 **48kPa** 以下，以淺層 **315** 號石英砂組成之加勁材料較佳，回填土衰減層僅需 **147cm**，不致對人體造成危害。

4.抗貫穿效能探討

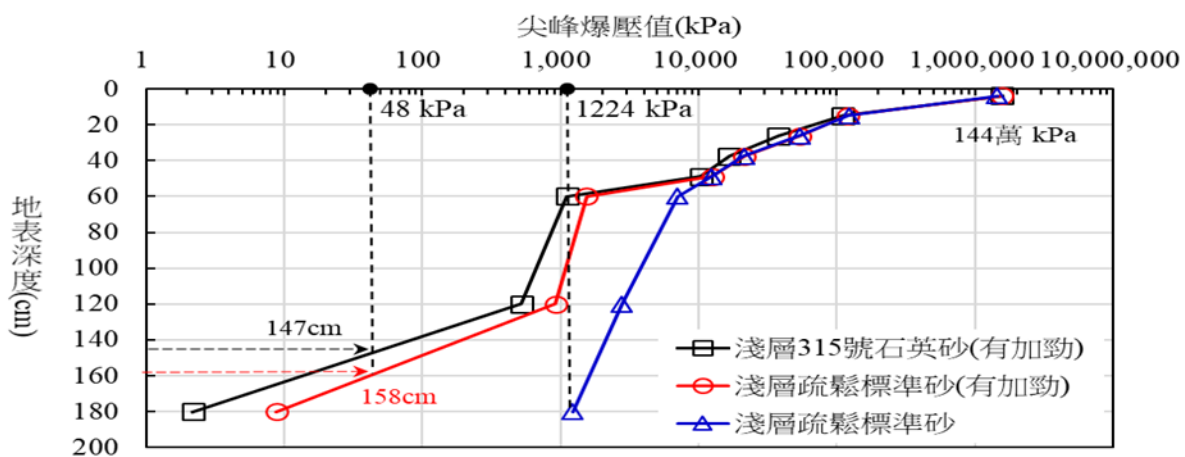


圖8 加勁土衰減爆壓曲線圖
資料來源：依本研究成果繪製。

爆炸過程所釋放能量形成動態壓力，土壤之動態特性與破壞之影響範圍受衝擊波能量影響，然接觸爆炸源之材料受高強度爆壓影響，會形成破壞之彈坑現象(如圖 9 所示)，彈坑大小亦顯示出抗貫穿能力。

為使爆炸引致彈坑不影響地下掩體，掩體上方衰減層須在一定厚度以上。表 3 顯示在不同土質條件下，地表爆炸引致彈坑直徑與範圍，且彈坑範圍越小、防護效果越好，其中以加勁土壤在深層、夯實緊密標準砂條件，炸藥引致彈坑直徑 51cm、深度 22cm 為最佳，本表數據可納入衰減層設計考量，方能全面達到安全防護之目的。

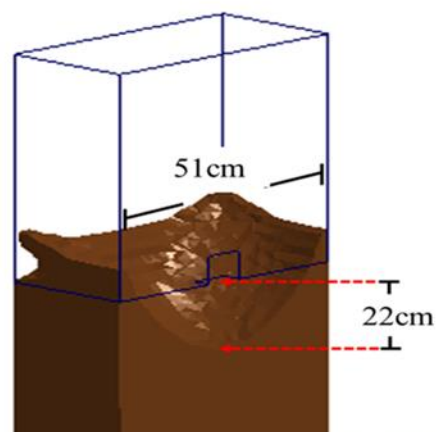


圖9 地表爆炸引致夯實緊密加勁土之彈坑現象
資料來源：依本研究成果繪製。

5.美軍建議經驗公式探討

在美軍 TM5-855-1(1986)規範中，對於炸藥於地表、地中爆炸後，衰減尖峰爆壓值與爆壓傳遞現象有諸多爆炸試驗可供參考，然而試驗土層性質與我國灘岸現地土區相差甚遠，美軍建議規範土層基本性質如表 4 所示。⁷⁴

表3 不同土質條件土壤受地表爆炸引致彈坑大小

不同土質條件下地表爆炸彈坑大小一覽表							
加勁條件	區分 尺寸 (cm)	淺層			深層		
		疏鬆 標準砂	緊密 標準砂	315號 石英砂	疏鬆 標準砂	緊密 標準砂	315號 石英砂
未加勁土	彈坑直徑	86	81	86	84	78	84
	彈坑深度	35	27	33	30	24	30
加勁土壤	彈坑直徑	61	60	60	52	51	52
	彈坑深度	22	22	22	22	22	22

資料來源：依本研究成果繪製。

⁷⁴ TM5-855-1(1998). Design and analysis of hardened structures to convention weapon effects. The Departments of the Army, The Air Force, The Navy and The Defense Special Weapons Agency, Washington, DC, USA, P8-1.; 曾世傑，〈地下結構體爆震反應研究〉《國防大學中正理工學院軍事工程研究所碩士論文》，頁 12。

表4 美軍TM5-855-1規範中之回填材料基本性質

回填土料名稱	基本描述	比重	乾密度 (mg/m ³)	含水量 (%)	飽和度 (%)	孔隙比 (%)
Demodry1	Dry Sand	2.67	1.69	4	18.3	30
Demowet1	Wet Sand	2.71	1.59	24.8	92.6	3
DSOIL3	Clayey Sand	2.69	1.85	2.5	15.1	26.5

附記：美軍準則規範試驗之回填材料土壤共計有20餘種，此次研究土壤性質選定與美軍試驗土中性質最相近的乾砂土來做比較。

Special Weapons Agency, Design and analysis of hardened structures to convention weapon effects, Washington, D.C., 1998, P8-1；曾世傑，〈地下結構體爆震反應研究〉《國防大學中正理工學院軍事工程研究所碩士論文》，頁12。

從圖 10 資料顯示，係筆者歸納美軍建議經驗公式中，提出有關砂性土壤衰減尖峰爆壓值數據，並與本研究數值模型預測值進行比較與分析，數據趨勢顯示，美軍經驗公式值與本研究預測值交會處，距地表炸源 112.5cm 處較精準，另誤差值在 10%以內之距離，約為 90cm 至 110cm 範圍之間，在此範圍外，其誤差值將超過 10%以上，不具參考價值。由上述分析可知，美軍經驗公式運用於預測尖峰爆壓值仍有

其限制，仍會依土質條件區域不同而產生誤差範圍，故欲獲得本國不同土質衰減尖峰爆壓值之相關精準數值，可進行數值分析，以同步修正數值模型參數，或可納入後續再實施縮尺與現地爆炸試驗之研究。

6.衰減層設計尺寸探討

本節次係探討前述數值分析成果，主要變數區分加勁條件、深淺變化、彈坑體積、尖峰爆壓值等項，經綜合評析，探究尖峰爆壓值衰減至 48kPa 時，衰減層適切設計厚度。

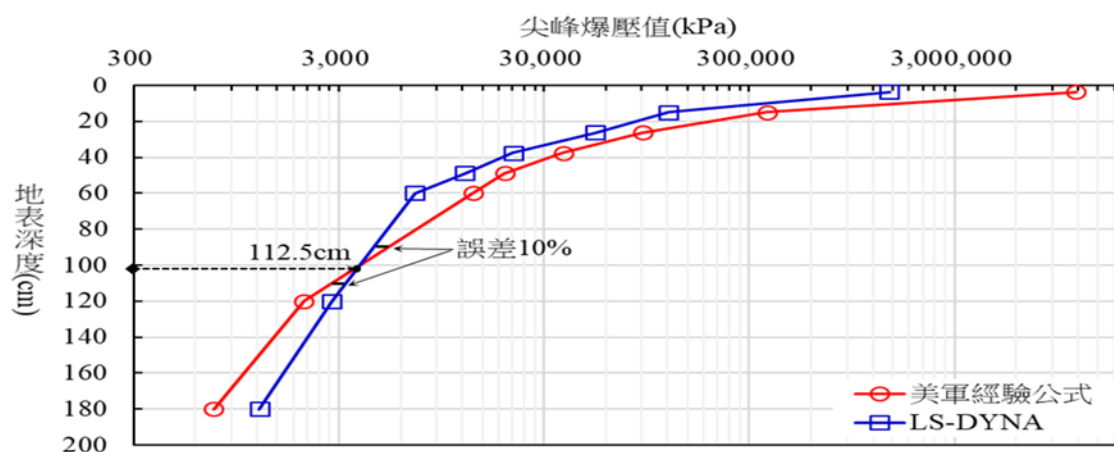


圖10 美軍經驗公式與LS-DYNA預測數值分析曲線圖
資料來源：依本研究成果繪製。

從表 5 顯示，以鋪設 3 層地工織布之加勁土層作為衰減層，無論哪一種砂土條件，距離炸源 180cm 處之尖峰爆壓值均未超過人體能夠負荷數值。爆壓衰減效果以深層土壤與疏鬆砂土較佳，然在抗貫穿能力比較，則以夯實緊密砂土較佳，另以工程施工成本言，以 315 號石英砂較具經濟成本。總體而言，以疏鬆 315 號石英砂作為衰減層回填料，在加勁、深層條件下，具備高效能衰減尖峰爆壓值，以及較佳之抗貫穿能力，且鋪設厚度僅需 143cm。

對我防衛作戰啟發與建議

1945 年硫磺島戰役距今已將近 77 年，然戰事殷鑒不遠，

我們都應該汲取過往戰史經驗與教訓，因應現今所面臨之敵情威脅及早準備，俾得在未來戰場與敵決戰時，能夠獲取最大成功公算。目前中共武力發展仍不斷提升，對我威脅狀況有增無減，我軍仍應保持警戒，時刻謀求知敵勝敵之道，下列就防衛作戰期間戰力防護階段中，軍事工程構築整備事項提出個人芻議。

一、鑽研敵軍戰術戰法、反覘陣地以求克敵之道

日軍於 1945 年 2 月 19 日美軍登陸硫磺島前，除完善島上各類型防禦工事之外，另自 1945 年 1 月開始，積極針對美軍自灘岸登陸迄島上作戰階段所有可能攻勢行動，進行陣地

表5 美軍TM5-855-1規範中之回填材料基本性質

不同地質條件衰減爆壓數值參數研究一覽表								
項次	土質條件	加勁層數	深、淺層變化	彈坑直徑 a(cm)	彈坑深度 c(cm)	彈坑體積 $\frac{4}{3}\pi a^2c$ (cm ³)	尖峰爆壓值 (kPa)	爆壓衰減至48kPa 設計厚度
1	疏鬆標準砂	0	淺層	86	35	1,084,309	1,224	—
2		0	深層	84	30	886,682	755	—
3		3	淺層	61	22	342,902	8.8	158cm
4		3	深層	52	22	249,183	2.5	154cm
5	緊密標準砂	0	淺層	81	27	742,031	3,085	—
6		0	深層	78	24	611,630	2,453	—
7		3	淺層	60	22	331,752	8.5	168cm
8		3	深層	51	22	239,691	6.5	163cm
9	疏鬆 315號石英砂	0	淺層	86	33	1,022,349	983	—
10		0	深層	84	30	886,682	663	—
11		3	淺層	60	22	331,752	2.2	147cm
12		3	深層	52	22	249,183	0.25	143cm

附記：設計厚度中「—」符號代表超出180cm，不敷設計成本。

資料來源：依本研究成果繪製。

反覘與反覆進入陣地演練，而從日軍俘虜截獲敵軍作戰行動判斷圖顯示，日軍研判美軍兵力部署與其作戰實際經過大致相同，顯示日軍鑽研美軍戰術戰法發揮效果，此作法也造成美軍作戰重大傷亡。

我國臺灣本島在西部灘岸一帶地質條件，尤以出海口地區，主要以粒狀土壤為主，包含礫石質、砂土等承載力性質較高土層，然再往灘岸內陸地質條件則差異性較大，以中南部雲嘉南地區而言，此區間較多魚塢、水稻田等地形，對於機甲車輛運動均造成影響。因此在遂行戰場經營任務時，作戰部隊應先就作戰地區戰術位置進行兵要調查，針對地質土層條件建立資料庫，並著手分析哪些地質影響人車機動，哪些地質條件適合快速建構地下化掩體設施、半遮蔽式掩體陣地，並從敵可能登陸灘岸地帶反覘陣地配置地點，及早肆應敵向我接近路線，適切規劃配置兵、火力部署，再依配置位置區域、地質條件、陣地種類、可容納兵力大小、戰時可供戰場經營時間等項，建構完整防禦體系(詳如圖 11 所示)，使各層級野戰部隊更加熟稔戰場環境特性，將平時戰場經營、作戰用兵指導、

部隊接戰完整行動程序，結合年度戰備任務訓練、重大演訓、電腦輔助兵棋推演、漢光實兵等項，進行反覆周而復始演練，俾達到仗在哪裡打，部隊在哪裡訓練之指導原則。

二、深入研究戰史勝敗關鍵、結合兵要調查遂行固定設施抗爆震評估

美軍於硫磺島戰役登陸前將近2個多月時間，在島上投下累計數以萬噸炸藥，企圖為後續登陸部隊，掃除戰場敵軍設置各項雷區、阻絕工事與陣地，然日軍憑藉著錯綜複雜的地下化工事掩體，抵禦美軍初期對硫磺島的轟炸，方能在晝夜連續不斷砲擊威脅下，使得其戰力得以保存完好；另日軍充分利用島上灘岸黑砂軟弱地質環境，限制美軍灘岸登陸行動，依量地用兵原則，採取間接守備作戰指導，成功吸引美軍逐步向日軍預設殲敵地區，並重創美軍登陸部隊於灘岸與縱深地區，我輩軍人應持續深入研究過往中西戰史當中勝負關鍵因素，並汲取經驗運用於建軍備戰各項作為。

我國國防部為使各級野戰部隊更加貼近戰場實戰化訓練，近年來在作戰區規劃指導下，

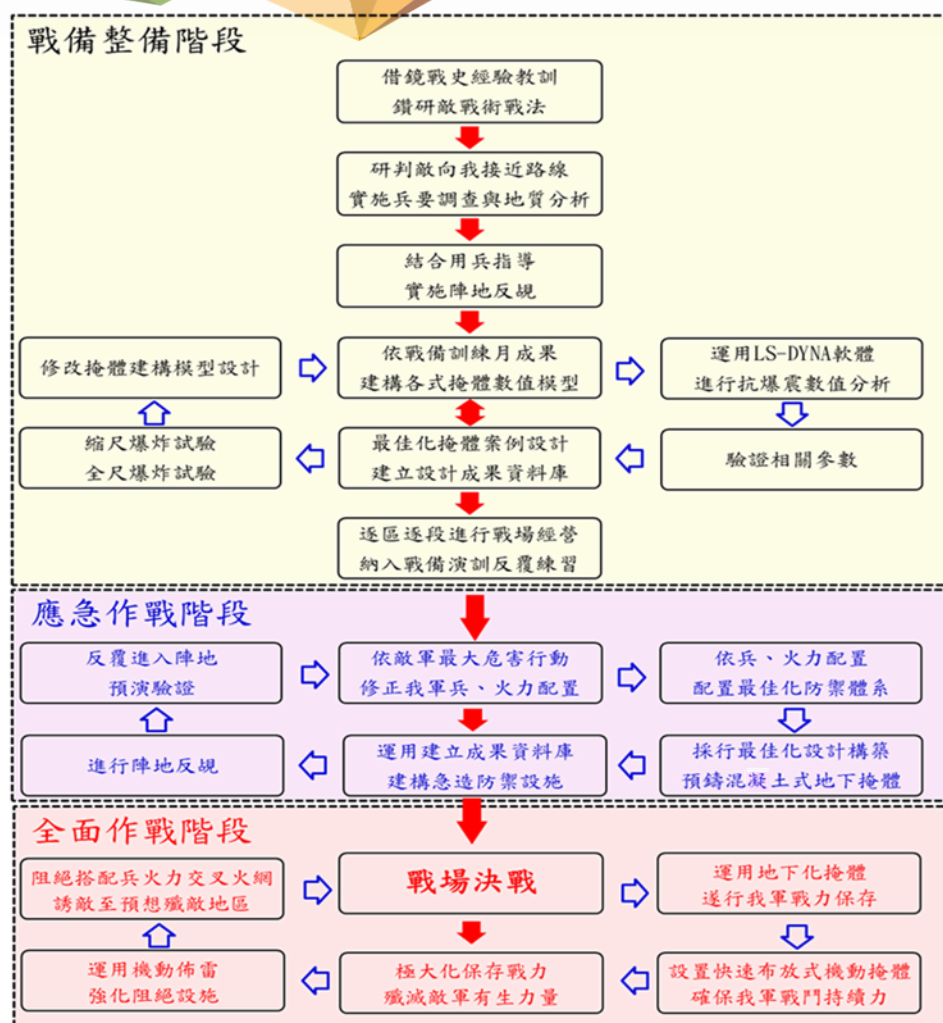


圖11 運用抗最佳化掩體設計與構築機制遂行防衛作戰
資料來源：依本研究成果繪製。

不分晝夜均依計畫在各縣市省道、縣道遂行戰備偵巡任務，無論是戰車、機械化步兵、砲兵自走砲等各類型部隊，均可於平時戰備任務訓練月階段，看見上述部隊出現在城市、鄉鎮等固定設施、公園、涵洞、橋樑等周邊進行巡弋，同時進行單一或多兵種作戰任務訓練。因此可結合戰備任務訓練時期，運用各層級部隊偵蒐機構，先就本身負責戰術任務位置範圍，進行兵要調查與資料更

新，主要包含敵軍登陸上岸地區地質條件現況，以及可供戰時運用之固定設施類型、數量、機動道路、橋樑、涵洞位置等項，然而這些設施最早係依國家耐震設計規範進行設計，對於抵抗爆炸貫穿與衰減尖峰爆壓仍有待進一步評估，因此後續戰場經營應結合兵要調查結果，依所需徵用設施用途進行抗爆震效能評估，提高野戰部隊戰場存活率。

三、結合數值分析與抗爆炸試驗，研提最佳化掩體之防禦體系

美軍於1986年、1998年產製的TM5-855-1技術規範中，雖有針對將近20多種不同回填土壤進行爆炸試驗，並依試驗結果數據，歸納出現今所使用之尖峰爆壓經驗公式，俾供後續地下掩體與其上方衰減層尺寸設計使用。然經本研究實際從事美軍經驗公式與我國回填料數值分析比較，得出僅在距離炸源較遠的某距離範圍區間之誤差值在10%以內，餘範圍均超過容許誤差值，顯示出美軍經驗公式仍會受到回填土材料在不同地區、相異之物理性質、回填條件、相對密度、夯實程度大小等因素而影響其精準預測。

本研究中，實際針對我國回填土材料進行數值模型建立與分析，成功預測出5.5kg TNT炸藥於地表爆炸後，所造成之彈坑大小與爆壓在地層中傳遞衰減的趨勢，並且提供加勁土在不同土質條件下，衰減爆震波至人體可接受程度的尺寸設計，最終提出以315號石英砂進行疏鬆回填且地工織布鋪設3層之加勁土，在距離炸源180cm處可最大化衰減爆壓值趨近於0kPa，另設計尺寸中，

僅需回填143cm厚度，即可將尖峰爆壓值衰減至48kPa以下，以施工成本節省與效能而言最高。後續建議以本研究為基礎，持續針對敵軍最大可能採行火力威脅，進行數值模型建立與分析，再配合縮尺爆炸試驗、現地全比例尺爆炸試驗驗證與參數修正，據以設計出相對應抵抗爆壓傳遞之衰減層尺寸或各種類型掩體構型，設計最佳化防禦掩體構型，完善防禦體系機制，並作為本軍抗爆震工事教範修訂依據。

四、強化部隊精神戰力教育、俾得提升戰場抗壓能力

1944年3、4月起，日軍大本營已逐步強化硫磺島上防禦兵力、武器裝備等戰略物資，然栗林忠道指揮官於6月接掌硫磺島守備任務後，依其與美軍交戰經驗，深知美軍登陸前勢必以海空火力炸射摧毀島上既設工事、陣地。因此在後續戰場經營指導中，除調整兵、火力部署為間接配備外，更以其卓越領導統御灌注至防區每一位日軍官兵，故其所轄部眾均能克服島上不利傳統構工之險惡環境，貫徹指揮官作戰意志，使島上防禦達到兵力地下化、砲兵陣地要塞化；另栗林中將更於3月17日發出訣別電文，最終以身先士卒之

姿，突圍美軍包圍並於激戰當中戰死沙場，充分將軍人武德精神戰力發揚到極致。

我國軍部隊自 1949 年間，逐次轉進至臺澎金馬地區戍守迄今已有 73 年，此期間雖歷經 3 次臺海危機，均因國軍部隊在堅苦卓絕環境中，仍持續貫徹守土堅定信念，亦是因為作戰部隊長期重視官兵精神戰力教育，而使得軍人魂得以延續。值此中共戰機、戰艦持續以擾臺行動企圖打擊我軍民士氣之際，各級作戰部隊應以戰史為鑑，將戰史教育落實在每位官兵心中，除強化官兵個人戰技技能外，亦可磨練幹部在沒有預案下，對於戰鬥、戰術之間各種臨機狀況處置能力，再配合各基地測考中心震撼堡教育、戰場抗壓訓練，使官兵感受輕、重機槍彈藥、火炮炸彈落在身邊的震撼力，真正落實仿真戰場景況訓練，更加貼近戰場實況。

結語

孫子兵法提及：「知彼知己、百戰不殆」與「先為不可勝、以待敵之可勝，不可勝在己、可勝在敵」等兩段。主要突顯出：「若要於戰場中立於不敗之地，其關鍵在於自身準備程度是否完善；若要尋找戰場中戰

勝敵人的契機，決定權在於敵人是否犯下致命錯誤，並遭我識破後，得以能突入敵間隙，指向敵軍要害」。由此看來，日軍守備硫磺島防禦作戰指導，即是以孫子兵法所提及立於不敗之地的精神，所進行一系列戰場經營作為，然日軍雖於開戰之初失去海空支援，卻能以其大縱深多據點堅固陣地、縝密火力發揚作為以及頑抗到底戰至最後一兵一卒的精神，給予登陸美軍部隊極大震撼與損傷。

由上亦知，國軍長期準備之戰場經營與戰力防護作為，就是未來防衛作戰中立於不敗之地的關鍵，而我軍只要能夠掌握戰場客觀兵要條件，並研判敵軍最大可能行動，據以適切兵火、力配置，同時強化各類型設施抗炸效能與重要軍事力量地下化，必能於戰力防護階段爭取完整戰力保存，使後續戰力發揚極大化。

探討陸軍營區生活廢(污)水處理 改善規劃之對策

李明宗少校

提要

- 一、陸軍營區駐地從都市至集水區、山坡地、外離島及偏遠地區都有建置，經查3百餘多處營區僅設置先期或初級廢(污)水處理系統，例如化糞池、陰井沉澱方式，雖都符合排放規定，但還是有部分區域仍有排放(廢)污水不合格風險之存在，雖本軍已訂定「軍事環境實務工作實施計畫¹」作業，但仍因基層人員對於污(廢)水處理知識與經驗缺乏，導致翻新老舊兵舍時，未將污(廢)水處理規劃納入，造成兵舍周邊水溝、陰井積水惡臭及蚊蠅病媒滋生狀況。
- 二、為有效將營區營造「家」的感覺為目標，使居住環境品質達到保育性、健康性及舒適性之永續發展要求，藉由本研究發掘如何規劃營區污(廢)水處理設置，另將未符合環保機關規定放流水標準不佳營區，做為爾後汰除方案之參考。

關鍵字：營區、匯流、污(廢)水、放流水、污水下水道

前言

陸軍列管計4百餘營區，統計109年廢(污)水排放量約1仟萬餘噸，整理出目前營區污水處理系統，計有公共污水下水道、專用污水下水道及獨立性建築物等3類(廢)污水處理系統，²營區駐地從都市至集水區、山坡地、外離島及偏遠地區都有建置，經查3百餘多處營區

僅設置先期或初級廢(污)水處理系統，例如化糞池、陰井沉澱實施處理，雖都符合排放規定，但還是有風險存在。本研究旨以實地訪查高雄市等4營區探討各種廢(污)水處理方式，再針對鳳山區已接管地方污水下水道系統營區，做施工前、後效益及窒礙等分析，由於該營區於

¹ 陸軍司令部《軍事環境實務工作實施計畫》，西元2021年12月，頁1。

² 蔡欣庭、胡芳瑜、許國恩《公共污水處理廠及污水下水道統計指標介紹與趨勢分析》，西元2019年4月，頁14。

70年建置至今已40餘年，在早期興建兵舍時，廢(污)水處理概念嚴重不足，僅以簡易設施(先期或初級)處理，造成周邊溝渠惡臭及病媒蚊蠅蟲滋生，藉此案例提出營區生活廢(污)水處理改善參考。

營區生活廢(污)水處理問題

一、源起

營區水污染源點除雨水外，還包括生活廢(污)水，區域計建築物廁所、浴室及廚房、餐廳等，其污染物計有機物質、懸浮固體物(油脂)、鹽份及細菌，³目前陸軍營區駐地多處尚未規劃污水下水道系統區域，僅列管38處獲地方政府要求納管，19處配合新建案設置小型污水收集處理廠，3百餘處為獨立性建築物廢(污)水處理(先期或初級)，以未符合環保局規範設置居多，更何況營區受限於免辦建照之條件，設置污水處理設施無須環保局檢測均可使用，雖然每年度均辦理委外檢測均符合流放水排放規定，排放標準如表1，但還是有風險存在，為預防單位因營區整體評比及惡質委外承商為利益便宜

行事在水污染排放處，應用水稀釋的方式，以降低污染排放濃度排入河川，最後不但污染總量並未減少，且易造成水質源浪費。

二、解釋名詞

為有利於本研究防治水污染及確保水資源清潔，以維護對生態體系，⁴改變營區官兵生活環境，本文相關專用解釋名詞如下：

(一)污水下水道系統：指公共下水道及專用下水道之廢(污水)收集、抽送、傳遞、處理及最後處置之各種設施。

(二)專用下水道：指供特定地區或場所使用而設置尚未納入公共下水道之下水道，簡單來為自設污水處理廠。

(三)廢水：指事業於製造、操作、自然資源開發過程中或作業環境所產生含有污染物之水。

(四)污水：指事業以外所產生含有污染物之水。

(五)廢(污)水處理設施：指廢(污)水為符合本法管制標準，而以物理、化學或生物方法處理之設施。

(六)放流水：指進入承受水體前之廢(污)水。

³ 溫清光、張志華《水污染防治原理與實務》，成大出版社，西元2018年9月，頁3。

⁴ 行政院環境保護署《水污染防治法》，西元2018年6月，頁1。

表1 放流水標準

適用範圍		項目	最大限值	備註
污水下水 水道系統	流量大於250 立方公尺／日	總氮	15	總氮、總磷僅適用於排放 廢(污)水於水源水質水量保護區內之新設立之公共下水道。(新設立之公共水道係指於中華民國九十年十一月二十三日前尚未完成規劃，或已完成規劃，但尚未進行工程招標者)。
		總磷	2.0	
		生化需氧量	30	
		化學需氧	100	
		懸浮固體	30	
		大腸桿菌群	200,000	
	流量250 立方公尺／日 以下	總氮	15	
		總磷	2.0	
		生化需氧量	50	
		化學需氧	150	
		懸浮固體	50	
		大腸桿菌群	300,000	
新設建築物 污水處理	流量大於250 立方公尺／日	生化需氧量	30	一、新設建築物指中華民國九十八年一月一日以後申請建造執照者。 二、流量小於五十立方公尺／日者，不適用大腸桿菌群項目。
		化學需氧	100	
		懸浮固體	30	
		大腸桿菌群	200,000	
	流量250 立方公尺／日 以下	生化需氧量	30	
		化學需氧	100	
		懸浮固體	30	
		大腸桿菌群	200,000	
既設建築物 污水處理	流量大於250 立方公尺／日	生化需氧量	30	既設建築物指中華民國九十七年十二月三十一日以前申請建造執照者。
		化學需氧	100	
		懸浮固體	30	
		大腸桿菌群	200,000	
	流量介於 50~250 立方公尺／日	生化需氧量	50	
		化學需氧	150	
		懸浮固體	50	
		大腸桿菌群	300,000	
	流量小於50 立方公尺／日	生化需氧量	80	
		化學需氧	250	
		懸浮固體	80	

資料來源：行政院，〈環境保護署放流水標準〉，西元2018年4月，頁68-70。

(七)放流水標準：指對放流水品質或其成分之規定限度。

(八)陰井：指銜接管渠，使流水順暢及易於檢查或清理管渠之設施，分為雨水陰井及污水陰井。

(九)連接管：指接用雨水、污水下水道，埋設於防火間隔、後巷、前巷或側巷之管渠。

(十)匯流管：將污水收集至連接管之匯流管線。

(十一)匯流井：匯流井由底座、豎井及井蓋組成，底座銜接匯流管及用戶接管，為連接下水道用戶雜排水及糞管之設施。

(十二)人孔：指銜接、檢查或清理管渠，使人能出入之設施(先期施工時為工作井)。

三、研究動機

本軍雖已訂定「軍事環境實務工作實施計畫」⁵作業，但依目前營區污(廢)水處理發現，基層保管人員對於污(廢)水處理知識與經驗缺乏，進而在老舊兵舍整體整修時，未將污(廢)水處理規劃納入，造成翻新後兵舍仍周邊水溝、陰井積水，產生惡臭及蚊蠅病媒滋生狀況，如圖1、2，藉由本研究發掘如何規劃營區污(廢)水處理設置，另將未符合環保機關規定放流水標準不佳營區，做為爾後汰除方案之參考。

四、研究方法與目的

藉由實地訪查高雄市鳳山區已納入廣域性公共污水下水道系統等2營區、阿蓮區社區性專用污水下水道及燕巢區獨立性建築物污水處理系統，做為本研究分析，再以鳳山區實施公共污水下水道系統等2營區，廢(污)水系統改善前、後及施工中所帶來之影響及效益做分析，其研究目的如下，如圖3。

(一)施工前傳統式廢(污)水處理所帶來環境影響。

(二)施工中介面衝突影響。

(三)未來營區廢(污)水處理系統規劃對策。



圖1 污(廢)水處理方式現況



圖2 兵舍側溝排水不定時產生積水
資料來源：作者自行拍攝。

營區現有廢(污)水處理設施分析

藉由高雄市鳳山區納入公共污水下水道系統、阿蓮區專用污水下水道及燕巢區獨立性建築物污水處理系統等4營區，如圖4，做實地訪查分析，內容包括處理、居住及維護等。

一、接管公共污水下水道系統營區
A1/A2營區位於鳳山區，如圖5，建築物民國70年建置(約40餘年/加強磚造)，統計109年廢

⁵ 陸軍司令部《軍事環境實務工作實施計畫》，西元2021年12月，頁1。



(污)水量約45萬/14萬餘噸，106年配合地方都市計畫發展，國防部將營區納入專案改善規劃，於110年7月已完成廢(污)

水連接鳳頂路2處、鳳林路1處公共污水下水道系統，將廢(污)水與雨水分流，生活廢(污)水以重力流方式，將兵舍廢(污)水污染源點設施，以接戶連接管→匯流管→匯流井→人孔→地方公共污水下水道系統，匯流管

埋設洩水坡度應 $\geq 1\%$ ，50-70m設置人孔，如圖6，另在連接公共污水下水道系統前必須將兵舍現有污水處理設施拆除，餐廳油水截流器必須設置，做為液固(油脂與廢水)分理作業，以避免管路阻塞及惡臭現象發生，在雨水部分沿用舊有溝渠匯流於營區外曹公圳。

營區廢(污)水以匯流集中方式對營區生活品質改善環境影響甚多，尤其與雨水分流使得營區溝渠及陰井，達到無積水乾燥及惡臭異味、病媒蚊蟲降低等，且無須委託承商實施化糞池水肥清理作業及降低人員實施清潔。在廢(污)水處理主要由「高雄市污水下水道使用費徵收辦法」，隨水費徵收每度5元計算，⁶與未接管公共污水下水道系統前，污水處理費用持平，定期5年維護清洗管路、人孔，唯獨營區管理造成窒礙，因大多人員調動任務時，承辦人員對於營區廢(污)水管路設置方式及位置、水污染防治規範及知識缺乏等情事。

二、專用污水下水道系統營區

B營區位於阿蓮區，如圖7，民國107年由老舊兵舍拆除後重新建設之營區(RC構造)，統計



圖6 人孔設置 50-70m
資料來源：A1營區提供。

109年營區廢(污)水量平均約

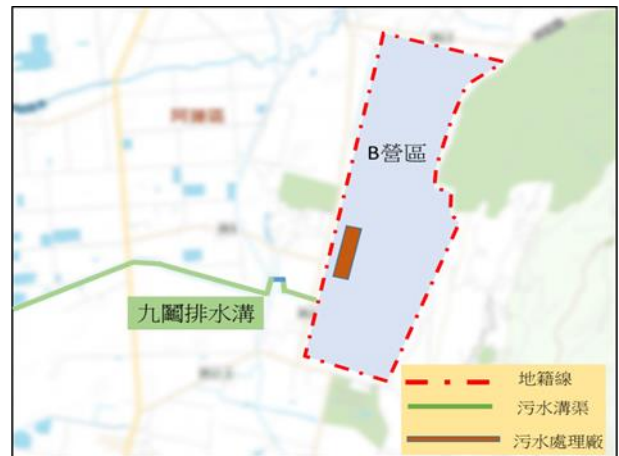


圖7 阿蓮區B營區域圖
資料來源：google 地圖為底圖，作者再自行繪製。

13萬餘噸，營區以專用型污(廢)水管系統運用重力流方式處理集中，並與接管公共污水下水道系統營區前設置相同，除最後接管於專用性小型污水處理廠(27M*9M*5M)/500cmd，如圖8，再實施放流水作業匯流至九鬮排水溝，在環境影響部分與接管公共污水下水道系統相同。營區廢(污)水處理主要由污水

⁶ 高雄市政府水利局《高雄市污水下水道使用費徵收辦法》，西元2012年3月，頁1。



圖8 專用性小型污水處理廠
資料來源：B營區提供。

處理廠完成二級處理，放流水檢驗每年需呈報地方主管機關核備/不定期實施檢查，在污水處理廠設施多為機電設備，年度須編列相關預算實施設備操作、管理、維護保養等事宜，另在管理單位及人員因演訓練任務時常調動，易產生管理銜接不當，時常造成設備異常情事發生。

三、獨立性建築物廢(污)水處理系統

C營區地段位於燕巢區，如圖9，民國72年建置(約38年/加強磚造)，統計109年營區廢(污)水量平均約12萬餘噸，營區廢(污)水處理方式如下：

(一)廁所部分由衛生器具連接管匯流入獨立性污水處理系統(化糞池)，設施是否符合環保機關簽認，有待評估。

(二)浴室或其他空間處理方式，直接由衛生器具連接管，匯流建築物側溝渠集中於四周。

(三)餐廳廢(污)水處理直接由溝渠匯流建築物四周側溝，集中於油水截流器，做為液固(油脂與廢水)分理作業，再匯入溝渠。

(四)上述各區域最後僅以陰井做沉澱簡易處理，如圖10，再匯流營區主要溝渠，直接匯入阿公店溪溝渠實施放流水作業。



圖9 燕巢區C營區域圖
資料來源：google 地圖為底圖，作者再自行繪製。



圖10 陰井沉澱簡易廢(污)水處理
資料來源：作者自行拍攝。

C營區雨水與廢(污)水合流方式處理，平常時兵舍周邊側溝、陰井及營區主溝渠雨水與廢(污)水匯流使用，造成水溝常態積水，產生惡臭及病媒蚊蟲等，須每周不定期實施清潔及定期委託承商實施化糞池水肥清理作業，如圖11，如衛生器具連接管未定期實施水肥清理作業時，易造成管路阻塞使用空間惡臭。在兵舍廢(污)水處理設施因修繕工程承辦人員，對於營區廢(污)水處理規範知識不足，導致年度整體整修工程建案，未將廢(污)水處理介面納入考量，僅以傳統方式實施規劃，更何況營區內兵舍改善受限於免辦建照，在傳統的廢(污)水處理設施設置後，無須環保機關採樣簽認，導致廢(污)水處理設施功能成效有待評估，如圖12。



圖11 化糞池水肥清理作業



圖12 無環保機關採樣簽認
資料來源：作者自行拍攝。

營區污(廢水)匯流系統建案分析

陸軍營區駐地計 3 百餘多處從都市至集水區、山坡地、外離島及偏遠地區都有建置，本章節以 A1 及 A2 營區完成高雄市鳳山區公共污水下水道系統建案為例，針對工程執行基本概要、施工中介面衝突及改善前、後環境與維護管理等影響做分析，由於該營區在早期興建時環保及衛生概念嚴重不足，設置廢(污)水系統，僅以簡易設施處理(先期或初級)，造成部分營

舍週邊溝渠惡臭及病媒蚊蠅蟲滋生，可藉此案例分析，可提供3百餘處營區僅設置先期或初級廢(污)水處理系統做為未來修繕之參考。

一、工程執行基本概要

鳳山區等2營區以配合地方機關實施公共污水下水道系統接管作業，如圖13，主要連接管以重力流方式，運用明挖管路、小型推進施工(表2、表3)，將兵舍(廢)污水收集連接管→匯流管→匯流井→人孔→地方公共污水下水道系統(須符合水利局及環保局執行接管作業)，其建築物接戶連接管以明管/HDPE管直接接戶，如圖14、15，設置匯流管、匯流井工法為明挖開挖1~4公尺，匯流管/RC

管部分以小管推進方式施工，管路推進50-70m長，以明挖開挖設置工作井人孔/RC，管路坡度洩水坡度應 $\geq 1\%$ 。

二、施工中介面衝突影響

工程施工中各脈絡之介面衝突是然免，但本案窒礙歸類管路施工、預算支用受限、規劃與執行及施工時間受限制等4項，提出可解決之方案如下：

(一)管路施工

1.住宿

(1)因營區人員長期均遭受工程執行時，造成住宿人員及車輛動線受阻，以不定期規劃運輸路線加強宣導。

(2)建築物實施接戶管作業時，造成人員無法使用衛生及餐廳廚房器具設備，運用半半施工方式，協調單位支援。

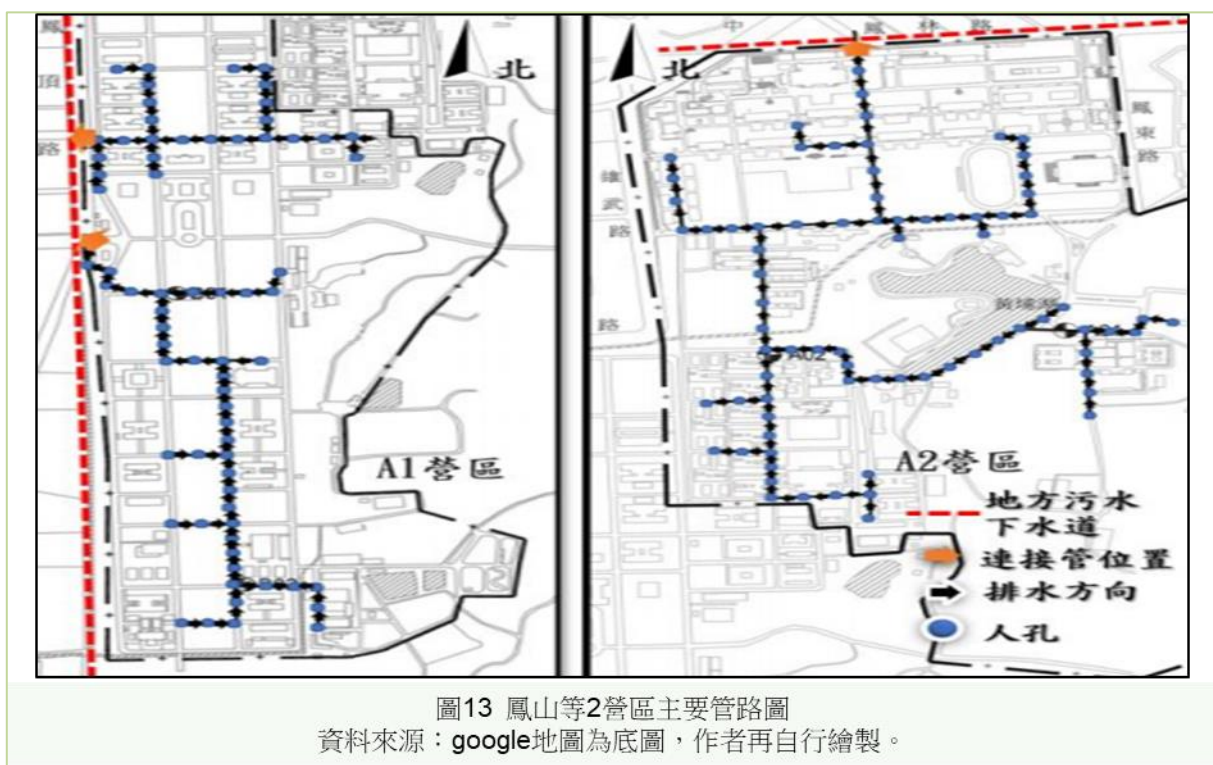


表2 管路施工方式

項目	明挖工法	小管推進
適用內進(mm)	300以下	700以下
最長推進距離(m)	可長距離施工	100
施工障礙	易遷移	遷移困難
曲線施工	可	困難
曲線修正	可	較難
設備規模/工期	小/短	小/短
公害問題	大	小

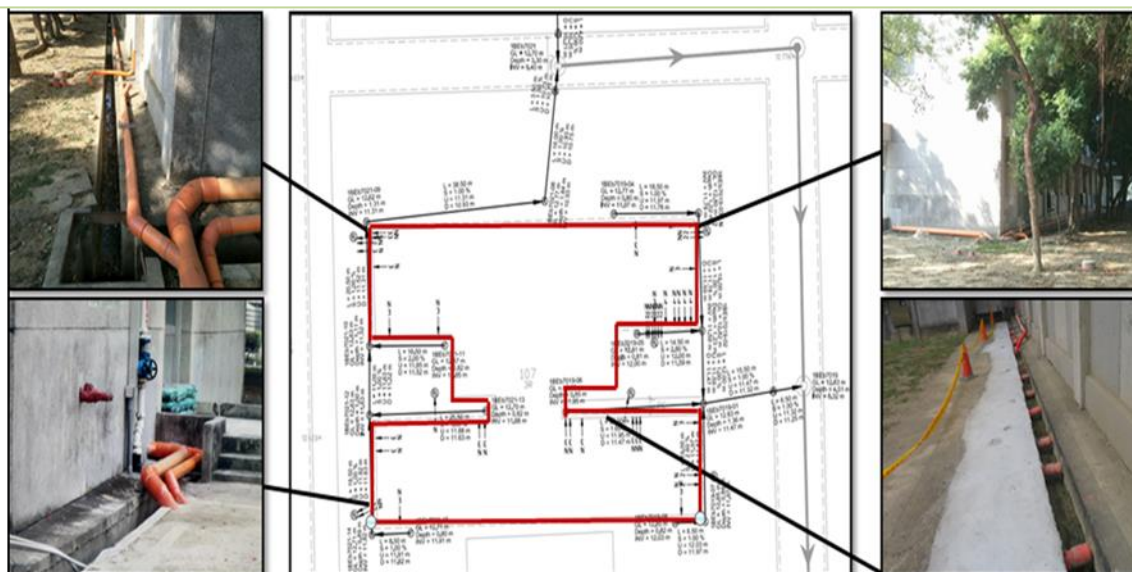
資料來源:作者再自行整理。

表3 鳳山等2營區執行概要表

鳳山等2營區廢(污)水匯流收集系統工程執行概要分析表

項目	A1營區	A2營區	施工
工期/費用	485工作天/ 8仟9百萬餘元	400工作天/ 1億3百萬餘元	
小管推進/1.2萬	3544m	3921m	推進暗管/h=10m含以上
人孔(工作井)數量/10萬	70處	80處	明挖工法/道路接合處設置人孔蓋
接戶管位置/1萬	611處	443處	1.明挖工法/h=1~4m。 2.原污化糞池開挖、敲處及回填，連接管直接銜接兵舍廢(污)水系統，導入營區只匯流管。 3.兵舍周邊側溝，連接管直接明管銜接廢(污)水系統 4.餐廳油水截流器必須設置，做為液固(油脂與廢水)分理作業。
接戶管長度/0.6萬	6774m	5868m	
陰井數量/1.5萬	306處	290處	

資料來源:作者再自行整理。

圖14 兵舍周邊接戶管設置
資料來源：A1營區提供。

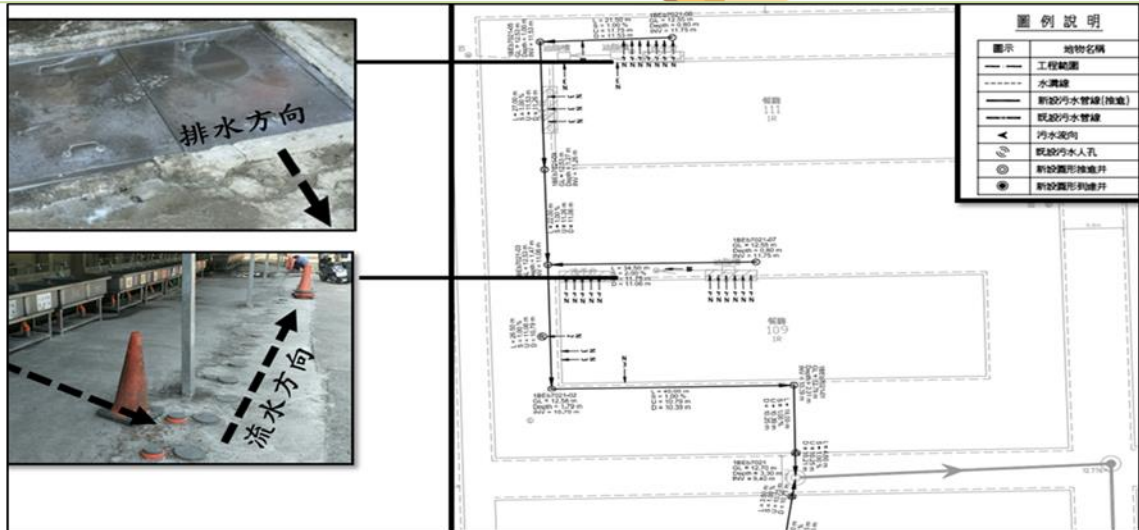


圖15 餐廳周邊接戶管設置
資料來源：A1營區提供。

2. 推進及明挖施工

(1)人孔(工作井)侷限空間、高空作業人員安全管制，開挖 1.5m 以上未設置安全圍籬、未設置灑水設施，廢土棄運車輛運輸時缺乏交管，督施工前、中職業安全衛生，加強會議宣導。

(2)兵舍建置約 40 年查無相關地下設施配置圖說，造成開挖或推進時遇到障礙物例如供水、供電、瓦斯及光纖網路等管線，如圖 16；另該處現有污水處理設施數量極大造成短缺，當初規劃時僅以現地研判，爭取預算辦理變更設計，另未來建案須多方面考量。

(3)管路開挖時，遭遇樹木及草地，且契約內未編列植物遷移及復原，造成施工執行窒礙，必須辦理變更設計增取預算，如圖 17。

(二)預算支用受限



圖16 開挖時誤挖瓦斯管路



圖17 無設置植物遷移及復原
資料來源：作者自行拍攝。

「國防部所屬單位預算調整管制作業規定」施政計畫內容說明，建案預算招標後剩餘之標節餘款須繳回，⁷由於污水下水道系統施工為地下工程，多處規劃與現況不符，變更設計居多，例如：現有污水處理設施敲除、誤挖地下管路設備、原有連接管路數增加等等，如無法使用該建案所核撥之預算，造成工程施工期程易受阻；建議標結餘款運用，應納入該建案單位運用；或可改用開口式契約方式辦理工程採購，避免履約期間因隱蔽部位施工窒礙造成工期延宕情事。

(三)規劃與執行

承辦建案人員對於污水下水道規範知識缺乏，造成規劃設計時未將建築物側溝接戶連接管路暗管施工，匯流井及清潔口處裸露於兵舍周邊凹凸不齊造成有礙兵舍整體美觀，如圖 18。針對建案編組人員應申請工程管理費用，實施相關教育訓練，並深入瞭解法規考量與限制，提供未來建案所需之參考。

(四)施工時間限制

因營區為管制區，進入時須換證入營施工，由於時間過



圖18 管路明管搭接、匯流井及清潔口處
資料來源：A1營區提供。

於冗長(人多時，有時會超過 1 小時多)，且施工時間 0800~1700 時，但地下工程施工時不可抗拒因數過多(例如：土質軟硬、地下設施)，造成承商無法持續下一段工項。多利用工程協調會時，提出改善，運用專責人員處理換證檢查事宜，減少工人損耗時間，單位如有限制時間施工應要納入契約，避免後續履約爭議。

三、施工前、後環境分析

施工前概況於前章節燕巢區獨立性建築物廢(污)水處理系統，其兵舍接戶連接管→匯流管→匯流井→人孔→匯流地方公共污水下水道系統，改善後分析計原建築物周邊溝渠環境、整體營區觀感及維護管理等項目，如圖 19，分析內容如下：

⁷ 國防部《國防部所屬單位預算調整管制作業》，西元 2022 年 1 月，頁 2。



(一)原建築物周邊溝渠環境

1.廢(污)水集中於匯流管系統處理並將雨水分流，現況可見兵舍周邊側溝、陰井及營區主溝渠乾燥，水溝異味不見，如圖20，病媒蚊蟲等數量降低，降低人力清潔，且無須定期委託承商實施化糞池水肥清理。

2.餐廳原明溝渠因清洗(例如:蔬果、肉品解凍、鍋碗瓢盆等)，匯流集中油水截流器，再經陰井做沉澱簡易處理方式已經不常見，目前完成接戶連接管後，周邊側溝及陰井以無產生油脂積水、惡臭及病媒蚊蟲孳生情事。

(二)整體營區觀感

1.原營區廢(污)水管路易阻塞、設備易破損、溝渠、陰井易積水、暗溝渠難清潔，易造成

蚊蟲孳生，產生不必要的傳染疾病，經完成廢(污)水集中於匯流管系統處理並將雨水分流，官兵在居住舒適度也提升，排廢(污)水惡臭、病媒蚊蟲孳生之環境已獲得改善計約可降低59萬餘噸廢(污)水(1cmd/戶)。

2.規畫時未將舊有遷走、溝渠納入改善工項，造成兵舍側溝接戶連接管路以明管搭接，如圖21，有礙美觀；匯流井



圖20 陰井水溝無積水現況圖
資料來源：A1營區提供。



圖21 明管接戶管搭接
資料來源：A1營區提供。

及預留接戶連接管設置，裸露兵舍周邊，凹凸不齊，易讓人絆倒及割草時遭破壞。

四、綜合效益評估

為有效將營區營造「家」的感覺為目標，使居住環境品質達到保育性、健康性及舒適性之永續發展要求，綜合上述營區廢(污)水處理現況，擬定環境效益、廢(污)水處理成本及維護成本評估，如表4，分析如下：

(一)環境效益

完善設置廢(污)水系統

集中並合格的處理設備，能將廢(污)水與雨水做分流，溝渠環境可達無積水、惡臭及孳生蚊蟲降低，可提升官兵居住生活品質；唯獨接護管以明管直接接管，造成營區兵舍周邊環境美觀大大折扣。

(二)處理成本

年度無須辦理委外抽水肥採購發包作業，人員在業務程序上及清理溝渠方面可降低人力，在廢(污)處理成本與原抽水肥作業持平。

(三)維護成本

阿蓮區 B 營區設置污水處理廠，因設備系統以機電設施設置，需每月定期實施檢查維護及清理汙泥作業，成本較高；燕巢區 C 營區為獨立性建築物廢(污)水處理系統，管路易阻塞、設備易破損、溝渠、陰井易積水、暗溝渠難清潔，維修成本較鳳山區 A1、A2 營區高。

表4 營區廢(污)水處理評估表

項目		影響因子	陰井沉澱	接戶連接集中→ 汙水處理設施	匯流管路集中 →汙水處理廠	匯流管路集中 →公共汙 水下水道
環境	兵舍測溝渠	積水 惡臭 孳生蚊 蟲	有	無	無	無
	營區主溝渠		有	有	無	無
	周邊環境		有	無	無	無
處理	人員清理	成本	高	中	低	低
	汙水清理		低	中	高	中
維護	設備維護	成本	低	中	高	中
	設備損換		高	低	高	中

資料來源:作者再自行整理。

結論與建議

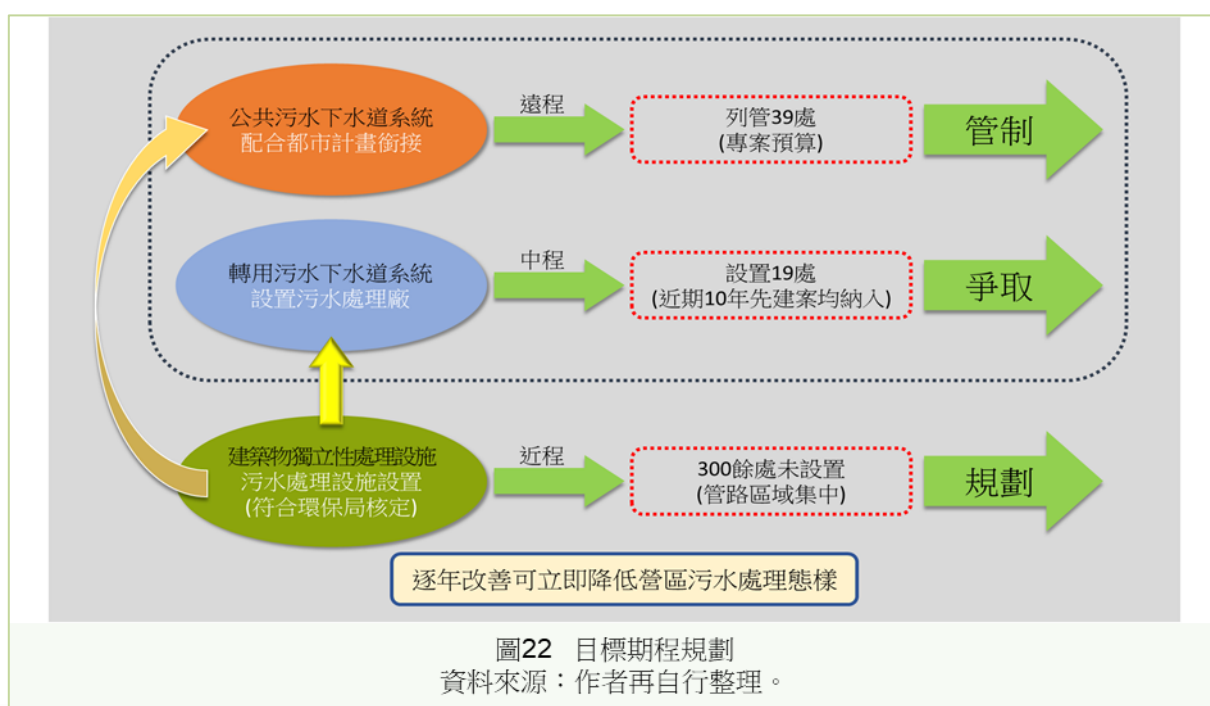
改善環境衛生與河川污染是現代政府推動指標，水資源保護是由政府、團體你我都有之責任，透過案例分析及規劃思考，因地制宜建立參考範例即能發揮最大建設效益。如此一來，營區老舊兵舍針對系統集中規劃，亦能有相關案例可循，做為未來營區整建案規劃時參考之用，改善建議計目標、期程規劃、詳實規劃審查、調整預算支用及施工專責管理等 4 項，內容如下：

(一)期程規劃

綜合上述分析，若陸軍營區駐地均採地方政府公共污水下水道系統接管方式作業，將造成花大錢、做小事的結果或造成部分營區(例如：高山及偏遠地區)可能無法執行之狀

況。如以提高廢(污)水收集處理為目標，考量處理效率、穩定性、維護管理等，再針對處理區域特性、經濟性、環境背景等因素加以比較分析檢討，依期程以不投資浪費為原則，應將 3 百餘處營區僅設置先期或初級廢(污)水處理系統，納入近、中及遠程三階段逐步推動營區廢(污)水系統處理改善規劃評估，如圖 22，評估內容如下：

1.近程：5年以內運用年度整體整修預算，以區域性方式，將原建築物側溝、衛生設備及餐廳、廚房設備等接戶連接匯流管，集中至符合環保機關簽認污水處理設備(區分預鑄型及現場澆置型)，最後須達放流水標準(二級處理)匯流營區主溝渠，先期以建築物周邊溝渠及水溝達無積水、無積水、惡臭及孳生蚊蟲降低為原則改善。



2.中程：納入國防部投資綱要計畫預算編列實施規劃，以專用污水下水道系統並設置小型污水處理廠方式辦理。

3.遠程：每年主動函文地方機關是否辦理連接匯流管路至地方公共污水下水道系統，再以專案預算辦理改善。

(二)詳實規劃審查

1.編組專案相關人員，編列相關預算派員於實施專業、專長訓練(例如:委外聘請專家學者或至政府核定技術機構)，已增進組員對法規、規範知識不足部分補強，加以對計畫審查有一定之概念。

2.落實委外設計審查機制，常見規劃人員因便宜形式，未落實際會勘丈量，造成設計與現地不符或短缺工項，例如本案例所發生之兵舍周邊接戶連管路做為明管，開挖時遇樹木、草皮未編列相關復原及保護預算等等項目，單位應落實聯審設計單位是細部計畫內容並要求現地簡報述明；另可將老舊兵舍周邊犬走、水溝損壞一併改建，接戶管路順可納入暗管施工，如圖23、24。

3.委託地方政府主管機關辦理建案推動，依其業管機關專業機制，洽談規劃、施工與履約管理，彌補單位承辦人員專

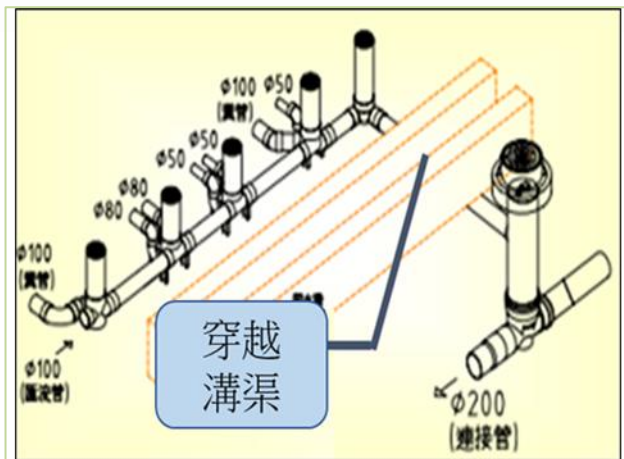


圖23 暗管施工(一)

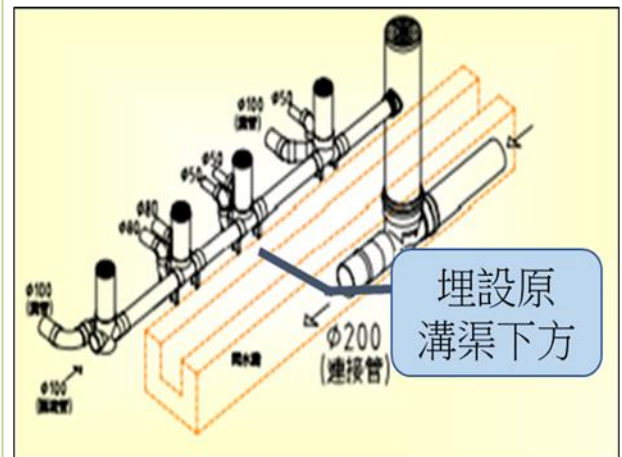


圖24 暗管施工(二)

資料來源：聯聖工程顧問股份有限公司，〈臺灣地區污水下水道建設現況及實務簡報〉，頁，10，網址<https://docsplayer.com>，檢索日期：西元2022年03月03日。

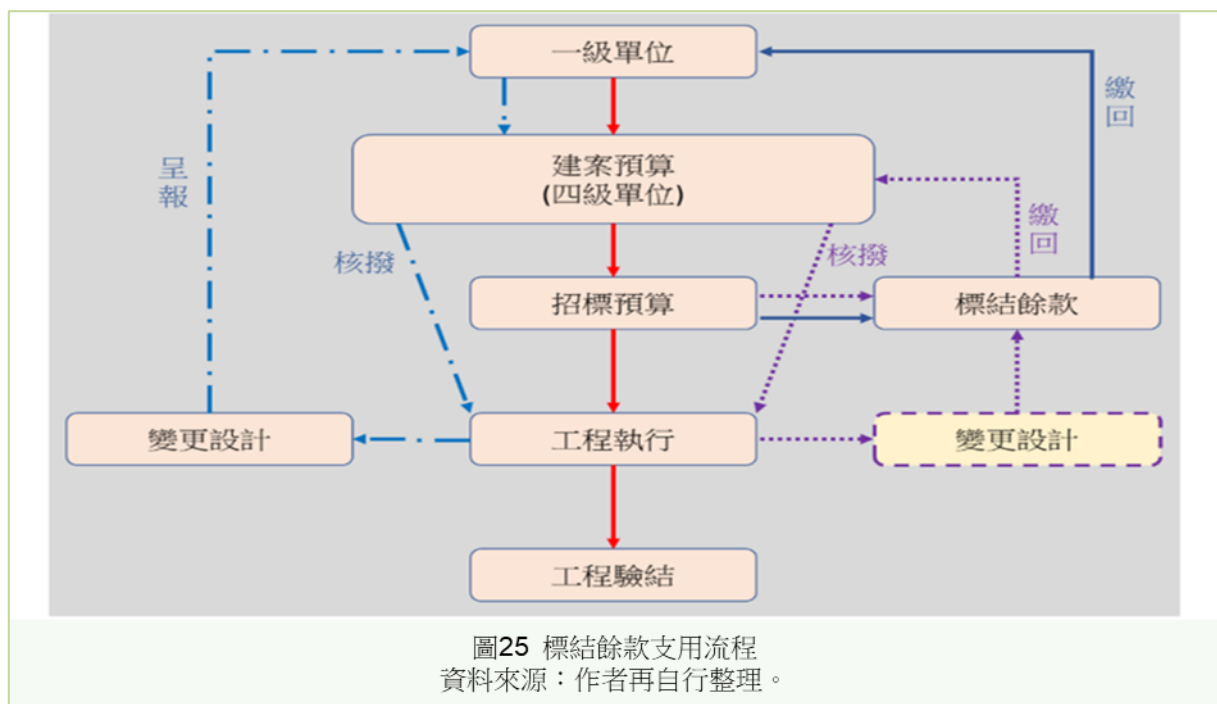
業知識不足，將建案窒礙降至最低。

(三)調整預算支用

污水下水道工程均為地下工程，多處因規劃與現況不符，因國防部施政計畫規定，建案預算招標後剩餘之標節餘款須繳回統一管制運用，無法立即使用該建案所核撥之剩餘預算，辦理工程變更設計所需增撥預算造成延宕工程期程，如圖25，例如：A1、A2營區辦理變更計畫增撥預算，依程序從4級向

上呈報至 1 級單位，每層級審查 1 週，那核撥下授概略 6 週以上。應建議主管機關，擬訂相關級距歸類方式，將工程執行時介面衝突較多之工程建案(例如：地下、隱蔽部等施工居多之工程)，易須辦理變更設計增加預算者歸類不受標結餘款繳回限制，這時標結餘款運用就有它的效益，可降低公文往返時效；另可改用開口式契約辦理工程採購，可避免履約期間遭隱蔽部施工影響造成工期延宕。

(四)施工專責管制營區施工時間及門禁管制換證受限，應設置專責人員處理或將限制施工時間納入契約，避免後續履約爭議。



水域救援拋繩槍之運用發展與 研改探究

林右朗少校

提要

- 一、臺灣地區近五年來破千件溺水案件當中有超過 45% 是發生在水域，約 25% 是在海中發生，其餘則為湖泊、水塘等，可見水域溺水案佔大宗。因此，水域救援之操作技術與裝備適用性嚴重影響救援任務順遂。
- 二、工兵為戰時能作戰、平時能救災之專業部隊，就水域救援作業而言，除了配賦有合適性之拋繩槍救援裝備，更必須具備正確的預判河川水域各種危險狀況，互救援全程仰賴四項要素「訓練、練習、經驗、判斷」，保持靈敏的反應能力與判斷力及熟稔裝備之操作，才能發揮最佳救援效益，也才能符合危險水域環境災救之實際需要。
- 三、陸軍工兵部隊於民國 94 年獲撥拋繩槍裝備，迄今已逾 17 年之久，各項裝備之效能與限制影響執行任務之成效，故本研究將針對拋繩槍之發展與其救援彈研改之成效實施分析，驗證檢討拋繩槍改良之效益，以提升工兵部隊於水域救援裝備運用成效。

關鍵字：拋繩槍、水域救援、救援彈研改

前言

因應地球暖化現象，臺灣地區因惡劣氣候肇生災害之機率有逐年增加之情形，經統計臺灣每年發生水域救援案件中屬河流水域者高達 45%，可見河流救援之重要性。檢討陸軍工兵部隊現有救災裝備中，「拋繩槍」為具水域救援能力之制

式裝備，惟經歷次任務執行發現，其仍有諸多裝備限制待提升，藉由歷年小型軍品研發之成果實施探究，期能精研與突破裝備各項使用限制，提供部隊更佳裝備，應付險峻之水域災害救援。

臺灣河川水域特性

根據臺灣本島河川統計共計129條¹，因主要分水嶺雪山山脈與中央山脈較為偏東邊，故河流東短西長，多為東西流向，特徵計有河身短、坡度大、水流急等現況。河流之危險為眾多影響因素形成，每種因素都暗藏危機，能輕易奪走人命。由於河川緊密分布每逢豪大雨就有可能釀成災情，每年均有多人因人為或天然因素產生生命危害，故身為救災專業人員必須瞭解與認識水域中各項特性與危險因素，在確保自身安全基礎上實施各項水域救援。

一、河流各部名稱特性

臺灣本島之河流大多數源頭源於高山(深)處，匯集了各路泉源流水，漸漸豐富並加入各主(支)流行列進入河道。從初端至末端形成了上游、中游與下游，每一段長短各不相同，流速與各項風險因子亦不盡相同，值得深入瞭解並熟知特性。

(一)上游：上游的坡度較陡，河川窄淺，流速較急，河底性質多為大小不一石頭為主，位於上游端之流速最快，河流的

搬運能力較強，能搬運大量的砂礫，有時還能搬運相當大且重的岩石帶動至中游地區，河水溫度較為冰冷，水質清澈較不受汙染。上游之環境位處於高山上，因為流速較快，容易把河道侵蝕成深溝或峽谷地形。

(二)中游：河川流至中游部分，坡度轉為較平緩，流速逐漸變慢，河道通常較上游來的寬，對於體積較為龐大、重量重之礫石無法持續搬運，僅能堆積於中游之河道上，造成底質多為中等卵石及泥砂，河流的磨蝕力量也減少許多，兩岸較平緩，河谷漸寬廣。

(三)下游：下游之流域最為寬廣，流速最為緩慢，河床中堆滿大量之沙泥質(亦稱沙礫)，經過多年之流水變化形成常見之沙礫。

二、水流特性

水受位能影響，由高處向低處流動產生動能，不斷對地表進行侵蝕與堆積，也影響人員於水域中之安全。水流各階段產生不同之水域型態，其中位處於河川主流段常肇生多起救溺事件，身為救援人員務必多加

¹ 黃煥彰，〈第一屆河川教育工作坊〉，
http://club.tncomu.tn.edu.tw/~nature/modules/tad_book3/.pda.php?tbdsn=21，
檢索日期：西元2022年5月2日。

瞭解其環境特性。主流為河川中之主要水流，流速最慢在底部，最快在表面，遇障礙時會改變其流向。主流位於最長最寬之水道，且位居中央²，如圖1，除少部分流入分支陸地外，大部分之水系匯流入大海，當遇豪大雨或溪水暴漲期間，主流河流轉為湍急，容易導致戲水或位於河床之人員受困或遇難。



圖1 河川主流之型態
資料來源：消防署訓練中心急流救生訓練教材

三、臺灣水域危險事故分析

隨著地球氣候持續暖化，溫室效應日漸嚴重，臺灣位處於亞熱帶氣候區，四季分明之氣候型態，彷彿只剩下微熱、很熱、非常熱分別，尤其時序進入夏季時節感受特別酷熱難耐，民眾特別喜歡投向大自然的懷抱及探索秘境，更多數人

選擇至河川、溪谷或沿海實施各類水上活動，消除惱人之暑氣，使得戲水活動成為民眾戶外活動的熱門首選，然而大自然所產生之流水也在每年造成許多人員生命安全遭受威脅，經統計歷年各級消防機關執行救溺勤務，其中溺水事故發生地點皆以溪河佔最多數，以下針對危險水域事故肇生之溺水概況實施分析。

(一)人員溺水數據分析³

彙整各級消防機關近 5 年執行轄內救溺勤務結果統計，其中溺水總人數(105 年 739 人、106 年 848 人、107 年 907 人、108 年 948 人、109 年 882 人，共計 4,324 人)及溺水死亡人數(105 年 464 人、106 年 498 人、107 年 507 人、108 年 558 人、109 年 572 人，共計 2,599 人)，從數據中觀察每年發生之憾事仍然未減，各年度溺水及罹難人數有逐漸增加趨勢，可見水域救援這課題值得大家關注。分析近年來臺灣經濟繁榮，生活水平提升，且政府開放山林、向海致敬等政策，帶起民眾從事水上遊憩活動的趨勢，有時民眾可能因疏

² 消防署訓練中心，〈急流救生訓練教材 Swiftwater Rescue 1.2〉，107 年 3 月。

³ 內政部消防署，〈消防機關近 5 年執行水域事故救援系統分析〉，

<http://monthly.nfa.gov.tw/article.php?id=779>，檢索日期：西元 2022 年 4 月 6 日。

忽、未注意環境危險、忽略評估身體狀況與天候急遽變化等因素，導致救援事故頻傳，除了增加教育百姓危險水域判斷及防範溺水觀念外，地區救援人員更要深知災害救援正確觀念，防範各項救援傷害發生。

(二)溺水事件原因分析

分析各級消防機關執行救溺勤務案件統計，105至109年近5年合計總人數為4,324人，其中溺水原因計區分有戲水、潛水等11項類型，統計分析又以戲水、失足、垂釣等三項產生之受困人員，無法平安脫困遭溺斃計1,065人為大宗，佔整體溺水人數24.62%，可見人員從事水域遊憩活動(戲水、垂釣、失足)有很大之危安關係。除了政府透過持續強化水域安全活動宣導，以及於經常發生溺水案件處所，協請相關場域管理機關設置簡易救生設施、設立警告標誌外，另責由消防機關完成救溺整備，並於平時即強化救援人員自救互救訓練，以健全水域救援體制。

(三)溺水地點分析

臺灣炎熱夏季，民眾前往溪河及山林溪谷等處戲水消暑

乃不可避免之情勢，分析近年來執行救溺勤務地點，均以「溪河」發生人數佔最多，為整體戲水溺水人數最高。為防杜百姓因忽略水流、水位變化、未能注意體能狀態是否足以負荷水域環境變化而慘遭溺水，除了各級機關持續將轄內溪河及戲水處所等處，列為加強水域救援作為之重點區域，並對池塘、溪流等休憩場所，豎立警告標示或設置簡易救生器具，以為因應。唯有透過各種管道加強防溺宣導，隨時隨地提醒前往「溪河」等處遊水(憩)之民眾提高警覺，才能使救溺事件逐年減少；以下綜整戲水危險之六種類型水域，提供注意防範參酌。

1.溪流深潭瀑布⁴

瀑布旁的水面，有時看似平緩，但水面下其實暗潮洶湧。因為瀑布強大的水壓落下時，會對水面造成一股向內拉的水壓力，表面上看不出來。萬一陷入這股壓力，彷彿像被拉入水中，捲在洗衣機裡持續翻滾，即使是游泳高手也難敵水流。

2.溪水暴漲

當發現溪流出現「齊頭

⁴ 梁惠明，〈戲水六大奪命不眨眼殺手 都藏在你看不出來的地方〉，
<https://www.commonhealth.com.tw/article/77547>，檢索日期：西元2022年4月6日。

水」及水面混濁、水流加速時，就是溪水即將暴漲之危險訊號，應盡快撤離水域，這個溪水暴漲前兆發生時，就在一兩分鐘時間之內，必須迅速安全逃離水域。

3.海邊離岸流

海邊戲水，如果風浪大潮水洶湧，民眾還會有些戒心，但有些地方小波小浪，水面也平靜無波，民眾容易掉以輕心，常陷入「離岸流」而不自知。

4.海灘落差

在看似寬闊平坦的沙灘，其實在海面下暗藏如懸崖般的陡峭落差，這種地形被稱為陡降型沙灘，多年來屢傳溺水意外，陡降型沙灘最可怕地方，在於遊客往往在沙灘上往前走幾步，一不小心就陷入陡峭下凹的海溝，最深達上百公尺。這樣的地形最容易形成「反捲流」，也就是浪潮接觸到水面下的深溝壁後，立即打回，很容易把陷入其中的人，直接帶往海外。

5.瘋狗浪

瘋狗浪是臺灣民間對突來之巨浪的俗稱，又被稱為「異常波浪」，會突然威脅海邊戲水以及磯釣民眾，幾乎全年都會發生。瘋狗浪較常發生的地點

包括突出岸邊之礁岩、峭壁下之海蝕平台以及防波堤，這些地點恰巧都是釣客和遊客最喜歡造訪的地方。根據海洋專家研究，瘋狗浪的發生往往與「湧浪」有關。湧浪是從遠處傳來的波浪，具有波長很長、傳播速度快的特性。由於波長很長，相對之下坡度平緩，因此難以察覺。湧浪進入淺水區時會破碎，能量會轉變成驚人的衝擊力。

6.游泳池意外

比較大自然之突然變化，游泳池為相對較安全之水域場合，惟仍然要注意相關安全防險措施，一個不小心閃神，都會釀成意外。

四、水域救援實例分析

臺灣天候狀況每年常有梅雨季節、防汛期、熱帶性低氣壓颱風形成與豪大雨等影響，國軍會依救援程序超前部署完成汛期前整備，民間消防與搜救大隊也都在季節來臨前完成各項裝備前置準備與救援訓練。當豪大雨與天然災害發生時，豐沛之雨量將造成河川水勢湍急、水位迅速暴漲，若人員、機具未能及時撤離，則導致受困甚至慘遭沖走、滅頂命運，以下針對幾件實際案例實施分析。

(一)案例一：突遇大水來襲

1.案由：〇〇縣消防局第〇大隊〇〇分隊於〇〇〇年〇月〇〇日〇〇時〇〇分，接獲民眾報案指稱「〇〇鄉〇〇村濁水溪北堤岸〇〇號入口處」，約5名工人為搶收機具突遇大水來襲，受困於濁水溪河道上的沙洲進退兩難，值班人員立即通報，並依作業程序派遣同仁、消防車、救護車、橡皮艇與拋繩槍等器材出勤⁵，如圖2。

2.案情經過：轄區分隊救援組於〇〇時〇〇分到達現場，發現民眾自行開設的便道早已被溪水沖毀，有5名民眾受困於濁水溪沙洲的機具上，兩旁被暴漲溪水困住；且後方還有另一沙洲也有約10名民眾受困，情況相當危急；初期指揮官立即請求指揮中心派遣附近分隊及空勤直升機支援，並要求上游攔河堰停止放水，且立即發射拋繩槍，嘗試將救生器材先行送至對岸，但由於接近傍晚視線不良，且風勢逆風與距離過長，嘗試多次仍無法成功。

3.檢討分析：濁水溪中、下游處，因河蝕與河積共同作用



圖2 突遇大水來襲

資料來源：華視新聞網，〈高屏橋暴漲，5名工人受困沙洲驚險獲救〉，<http://news.cts.com.tw/cts/society/201301/201304061221116.html>，檢索日期：2022年2月8日。

之關係，於萬大大橋周邊因溪水暴漲沖刷產生河道之水域寬度漸長，部分流域產生沙洲地形，民眾受困其中，加上傍晚時分視線不良，風勢逆風，造成拋繩槍作業困難。

(二)案例二：溪水暴漲釣客受困⁶

1.案由：〇〇縣消防局接獲民眾報案指稱「一名釣客受困於南屯筏子溪橋下，溪水淹至腰際」，如圖3。

2.案情經過：消防分隊於〇〇時〇〇分到達現場，發現釣客距離岸邊約30公尺遠，救援區域初步評估無影響拋繩槍射擊作業，惟現場雨勢過大、視線不良且接近傍晚，造成拋繩槍彈體拋射過程無法精準到達

⁵ 華視新聞網，〈屏橋暴漲，5名工人受困沙洲驚險獲救〉，<http://news.cts.com.tw/cts/society/201301/201304061221116.html>，檢索日期：西元2022年2月8日。

⁶ TVBS新聞資料，〈溪水暴漲釣客來不及跑，拋繩槍涉溪救人〉，<http://news.tvbs.com.tw/local/612924>，檢索日期：西元2022年2月8日。



圖3 溪水暴漲釣客受困
資料來源：TVBS新聞資料，〈溪水暴漲釣客來不及跑，拋繩槍涉溪救人〉<http://news.tvbs.com.tw/local/612924>，檢索日期：西元2022年2月8日。

目標，經射擊多發拋繩槍彈體後才成功將釣客救回。

3.檢討分析：現場雨勢過大、視線不良且天色昏暗、能見度不佳。

(三)案例三：少年受困沙洲⁷

1.案由：○○縣消防局接獲民眾報案指稱「有少年至沙洲釣魚，因溪水暴漲受困且水勢湍急，少年無法自行回到岸邊」，如圖4。

2.案情經過：消防分隊於○○時○○分到達現場，發現水勢湍急，橡皮艇無法接近，立即使用拋繩槍營救，救援過程因雨勢過大、視線不良，經射擊多發拋繩槍彈體後才成功將少年救回。

3.檢討分析：大雨視線不良。



圖4 少年受困沙洲
資料來源：TVBS新聞資料，〈午後雨釀禍！男受困河床，警消拋繩槍救人〉<http://news.tvbs.com.tw/local/612924>，檢索日期：西元2022年2月8日。

五、小結

在臺灣複雜之水域環境下，每年救援事件頻繁，本次主要探討危險水域中執行拋繩槍實際救援案例分析，經分析影響拋繩槍救援成敗關鍵要素，計有夜間救援視線不良、射擊距離過長、現場風勢過大、現場照明不足與大雨影響視線等五項，其中更以救援現場夜間視線不良，為影響拋繩槍救援成敗之關鍵要素，因此，納入後續探討研改精進。

拋繩槍裝備介紹

一、拋繩槍概述

渡河及山地作戰過程中，經常受河川地形及地障限制而遲滯部隊機動，進而影響任務

⁷ TVBS 新聞資料，〈午後雨釀禍！男受困河床，警消拋繩槍救人〉，<http://news.tvbs.com.tw/local/612924>，檢索日期：西元 2022 年 2 月 8 日。

遂行。如何在任務初期第一時間內，將我方人員及裝備物資順利引渡推進至對岸，並發揚作戰或救災之持續力，經檢討拋繩槍較能符合現行部隊任務需求。因此，國軍於民國 94 年 8 月籌獲「捷克製氣壓式 PLT-RESCUE230 型拋繩槍⁸」，如圖 5，並正式配賦於工兵部隊編裝，俾強化其執行渡河作戰及災害救援能力。

二、裝備用途、諸元與特性

拋繩槍一套裝備包含有發射器組件、空氣鋼瓶組件與救援實彈(含練習彈)組件三大部分。其原理乃藉由壓縮空氣驅動之拋繩方式，由彈頭攜帶 0.3 公分中徑細繩拋射向目標區，留在我岸端之細繩可再接續 1.1 公分中徑編織繩做為主繩，在主繩之前端打一單線蛇口結，並將安全頭盔及救生衣繫固於單線蛇口結上，當主繩被牽拉至目標區後，受困人員穿戴好頭盔及救生衣並繫固主繩，我岸救難人員便可將受困人員營救回來。

(一)裝備用途

1. 平時：用於急流、河川、沙洲、水患災區、山谷地形或高樓火災等救援任務。



圖5 捷克製氣壓式PLT-RESCUE230型
資料來源：作者自行拍攝。

2. 戰時：可協助支援渡河作業及山地作戰(流籠、吊橋索道等主纜架設)，以利人員通過及裝備物資運送等任務。

(二)裝備特性

1. 操作步驟簡單，易於保養。
2. 具有保險裝置，安全性高。
3. 救援彈最大射程距離 230 公尺。
4. 練習彈最大射程距離 150 公尺。
5. 空氣鋼瓶於壓力 300BAR(巴爾)，可供發射 10 次。

(三)限制條件

1. 避免於夜間、視線不良環境下操作。
2. 針對高空障礙物、密集樹林地區等，皆不適宜使用該裝備，以免影響拋射效果。

三、限制條件與現況檢討

(一)限制條件

拋繩槍通常於日間或天

⁸ 陸軍司令部編印，《陸軍拋繩槍操作手冊》(桃園：陸軍司令部，中華民國 96 年 11 月 19 日)。

候狀況良好情況下可正常發揮其功能，但於夜間視線不良、天候影響、高空障礙物與密集樹林地等條件狀況下，皆不適合使用該裝備，將嚴重影響拋射效果與成效。

(二)現況檢討

「捷克製氣壓式 PLT-RESCUE230 型拋繩槍」自民國 94 年籌獲迄今已逾 17 年多，依據消防局資料顯示，目前國內拋繩槍 82% 主要運用於水域救援，從歷年執行教育訓練、部隊輔訪、移地測考與救援受訓（R1、R2）等任務觀察，國軍與消防救難單位所使用之拋繩槍，均存在無法於「夜間、視線不良狀況下操作」之限制條件。因此藉由歷年小型軍品研發，針對工兵部隊配賦拋繩槍之救援彈實施階段性研改，期望透過逐次的精進，以提升拋繩槍救援過程對環境的適應性。

四、高識度救援彈簡介

(一)第一代高識度救援彈研發概述

1.研發動機

本軍自 94 年採購「捷克製氣壓式 PLT-RESCUE230 型拋繩槍」，主要運用於流籠、吊橋索道架設與急流水域、沙洲水上救援，然本裝備經多次救

災使用及部隊訓練經驗累積發現，拋繩槍配發之救援彈本體並無明顯之輔助標示設計，如遇夜間或視線不良等作業環境，即無法順利識別，進而錯失作戰或救援時機，另救援彈要價新台幣 1 萬元，發射一次即斷裂損壞，並無法回收再利用，因此提出第一次研發精進構想。

2.研發目的

救災為國軍主要核心任務之一，執行救災為達成任務，需不分晝夜分秒必爭進行，因此救災裝備的良窳，成為影響救援成敗最大關鍵，藉檢討研改，解決拋繩槍受天候、環境與成本之限制。

3.裝備組成

彈頭、發光器、緩衝管、結合座、彈尾、裝填尾管，如圖 6。

4.裝備效能

(1)高識度：彈體 LED 發光器亮度高達 200 流明，人員



圖6 第一代高識度救援彈
資料來源：作者自行拍攝。

可於 100 公尺對岸即可清晰識別彈體飛行路線與落點方位。

(2)高分貝：蜂鳴器開啟 10 公尺範圍內可達到 70 分貝，有利辨識彈體落點位置。

(3)可回收：彈體拋射後，經回收檢整，可再行使用，回收率達 90%，重複使用降低維護成本。

(4)易組裝：組裝與分解容易，操作人員僅需實施簡單訓練，即可實施操作。

5.諸元介紹

(1)尺寸：長度 120 公分×寬度 6 公分×高度 9.5 公分。

(2)重量：3.5 公斤/組。

(二)第二代高識度救援彈研發概述

1.研發動機：第一代高識度救援彈研發完成後，結合相關教學訓練驗證及部隊輔訪回饋意見綜整計有該裝備射程不如預期、結構強度不佳、識別裝置容易脫落等問題缺陷，常造成無法順利完成任務，若能再加以研改精進，必能再提升拋繩彈使用效益。

2.研發目的：藉由研發第二代高識度救援彈，可有效改善第一代各項缺陷，更符合我工兵部隊支援任務，並期能推

廣至各配賦「PLT-RESCUE 230型拋繩槍」之工兵部隊。

3.裝備組成⁹：彈頭、控制器總成、彈尾、裝填尾管，如圖 7。

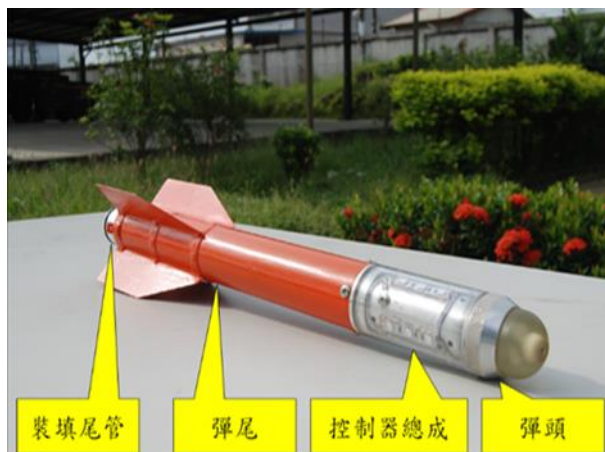


圖7 第二代高識度救援彈
資料來源：作者自行拍攝。

4.裝備特性

(1)高識度：彈體 LED 發光器亮度可連續開啟達 30 分鐘，高達 1000 流明，人員可於 300 公尺對岸清晰識別彈體飛行路線與落點方位。

(2)高分貝：蜂鳴器開啟 20 公尺範圍內可達到 100 分貝，有利辨識彈體落點位置。

(3)可回收：彈體拋射後，經回收檢整，可再重複使用，回收率達 90%，降低維護成本，大大提升成本效益。

(4)易組裝：組裝與分解容易，操作人員僅需實施簡單訓練，即可實施操作。

⁹ 陸軍工訓練中心 108 年小型軍品研發「第二代高識度救援彈」操作手冊，中華民國 108 年 9 月，頁 5。

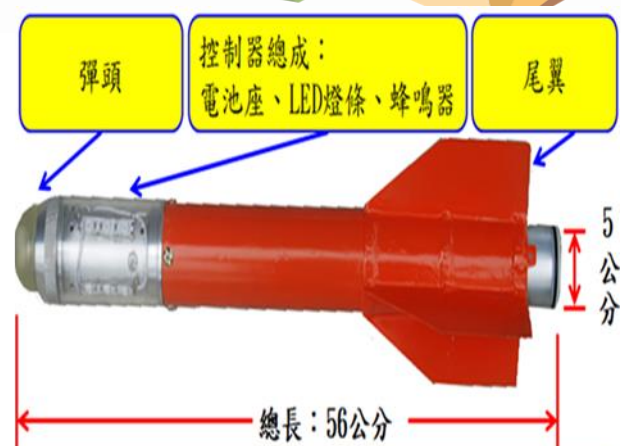


圖8 第二代高識度救援彈諸元圖示
資料來源：作者自行拍攝。

(5)改良彈體，縮短尺寸、重量，增加拋射距離。

5.諸元介紹

(1)尺寸：長度 56 公分×寬度 5 公分×高度 13 公分，如圖 8。

(2)重量：835 公克/組。

高識度救援彈研改、運用探究

拋繩槍最前端所發射之彈體稱為「高識度救援彈」，它是利用本體鋼瓶壓力推擠產生之運動現象，並拋射至預想位置之貫性動作。在瞭解其設計與發射原理後，透過研改設計將所影響救援之因素、條件予以克服，經過多次試驗與測評加以精進改良，提升拋繩槍運用效益。

一、救援彈研改效益分析

救援彈研改參酌原配賦

「PLT-RESCUE230 型拋繩槍」之救援彈彈體，從各項功能、特性與參數實施分析，完成第一代研改，第一代完成品雖已優於原配賦彈體，惟仍存在重量重與體積大問題，待精進提升；在第二代研改中修正不足之處，優化完成各項功能，以下針對最後研改之第二代救援彈，從聲響效果、燈光裝置、發射距離等三項重點項目，測評成效分析如下¹⁰：

(一)聲響效果：本研改測試採 80 分貝之聲響，可傳遞約 100 公尺之距離為測試標準，本裝置經實測蜂鳴聲響分貝數值可達 100 分貝，實測照片如圖 9，符合研改之測試標準，並依 1 公尺、5 公尺、10 公尺距離測試，蜂鳴器開啟後由三個不等距離條件，測得實際分



圖9 蜂鳴器分貝值
資料來源：作者自行拍攝。

¹⁰ 陸軍工兵訓練中心 108 年小型軍品研發「第二代高識度救援彈」結案報告，中華民國 108 年 12 月，10 頁。

貝數均達 80 分貝以上，測試判定結果均優於原始之救援彈與第一代高識度救援彈，更適合於複雜水域環境下，藉由高分貝聲響，有利於救災人員輕易識別位置，並於第一時間尋獲救援彈目標，爭取救援時間。

(二)燈光裝置：設計標準之 LED 燈光開啟須有能夠持續恆亮、閃爍與連續急閃等 3 種模式，並能供電長達 20 分鐘時間。測試結果，在燈光裝置模式與恆亮時間均可達成，亦優於原始之救援彈與第一代高識度救援彈之發光效果與時間，經實測發光效果在新裝電池下，可有效連續開啟 30 分鐘，如圖 10。有利於昏暗複雜水域環境下，藉由其明亮度，快速尋獲，有效縮短救援時間。

(三)發射壓力設定：鋼瓶採乾燥壓縮空氣，依設定不同壓力巴(BAR)數值，可產生發射距離長短不同，在既有發射本體、壓力與拋射角度相同情況下，能影響發射距離長短，則為救援彈本體設計之體積、重量與配重，以下針對第二代研改後之救援彈，依不同發射壓力實施測遠，綜合檢視測評發射距離結果是否符合標準值，測評分析如下：(詳如表 1)



圖10 連續開啟30分鐘
資料來源：作者自行拍攝。

1.採 50BAR 發射壓力，射擊角度以 45 度角為基準，距離達 80 公尺為合格，經三次測試數據取平均值為合理參酌數值。

(1)平均距離：83.3 公尺。

(2)測試標準：50BAR 達到 80 公尺。

(3)判定結果：測試判定【合格】。

2.採 60BAR 發射壓力，射擊角度以 45 度角為基準，距離達 120 公尺為合格，經三次測試數據取平均值為合理參酌數值。

(1)平均距離：121.8 公尺。

(2)測試標準：60BAR 達到 120 公尺。

(3)判定結果：測試判定【合格】。

表1 50、60、70BAR發射壓力測試距離數據成果表

項次	發射壓力 設定	合格距離	第一次 測試距離	第二次 測試距離	第三次 測試距離	綜和平均 距離	判定 結果
1	50BAR	80公尺	85.2公尺	83.4公尺	81.3公尺	83.3公尺	合格
2	60BAR	120公尺	118.6公尺	124.8公尺	121.9公尺	121.8公尺	合格
3	70BAR	150公尺	157.8公尺	158.1公尺	156.7公尺	157.5公尺	合格

資料來源:作者自行彙整。

3.採 70BAR 發射壓力，射擊角度以 45 度角為基準，距離達 150 公尺為合格，經三次測試數據取平均值為合理參酌數值。

(1)平均距離：157.5 公尺。

(2)測試標準：70BAR 達到 150 公尺。

(3)判定結果：測試判定【合格】。

4.經測評第二代高識度救援彈透過原拋繩槍發射器，分別以 50BAR、60BAR、70BAR 發射壓力，以同樣之射擊角度 45 度，發射測評照片紀實如圖 11，統計各發射壓力三次之平均值，測評結果均符合標準，具備有效於狹小或寬廣水域複雜環境下，彈性運用發射壓力調整預想拋射距離，精準命中目標區。

5.就原配賦救援彈、第一代與第二代高識度救援彈研改綜合整體運用效益分析，探究各項諸元與性能改良精進，項目計有尺寸、重量、材質、燈

光與亮度等 12 項內容，各項性能數據均更加精進，符合部隊需求之最佳救援彈構型規格，分析如圖 12。

二、拋繩槍水域救援運用狀況演練

(一)一般狀況

00 年 00 月 00 日 00 時受中度颱風「芭瑪」外圍環流影響，高屏溪上游因豪雨不斷造成溪水暴漲，經通報高屏橋以西 2 公里處，發現種菜婦人受困沙洲等待救援。

(二)特別狀況

連長受命後，於任務地區完成作業人員任務賦予後，即派遣偵察人員對救援地區實施偵察。

(三)偵察回報與演練事項

偵察人員：「報告連長，經偵察結果：種菜婦人困於沙洲上岸際高處求救，高屏溪目前水流持續高漲，且有可能淹沒沙洲，救援現場天色已逐漸昏暗，建議迅速以拋繩槍搭配高識度救援彈實施救援」。

(四)狀況處置程序(如表 2)



三、檢討與建議

第二代高識度救援彈設計構想，依原有救援彈與第一代高識度救援彈之性能、規格與尺寸研改，強化各部件性能，

增加整體強度、縮小體積與重量，並透過 LED 燈光與聲響裝置，優於第一代研改裝備，歷經教學訓練與實況操作驗證，相關檢討建議如下：

(一)考量第一代之彈體各部

效益分析	原配賦 救援彈 	第一代 高識度救援彈 	第二代 高識度救援彈 
尺寸 長x寬x高(mm)	120x6x9.5	120x6x9.5	勝 56x5x13
重量	1.2公斤	3.5公斤	勝 0.85公斤
材質	PVC	PVC、壓克力	勝 鋁合金、PVC
燈光	無燈光	LED燈泡	勝 LED燈泡
亮度	0流明	200流明	勝 1000流明
燈光可視距離	0公尺	100公尺	勝 300公尺
聲響	無響聲(0分貝)	蜂鳴器(70分貝)	勝 蜂鳴器(100分貝)
聲響有效距離	0公尺	10公尺	勝 20公尺
緩衝設計	無緩衝設計	具緩衝設計	勝 具緩衝設計
回收設計 (回收率)	無(0%)	可回收設計 (90%)	勝 可回收設計 (100%)
本體成本	10,000元	10,000元	勝 9,000元
訓耗成本(次)	10,000元	3000元	勝 100元

圖12 研改高識度救援彈與原救援彈效益分析

資料來源：陸軍工兵訓練中心108年小型軍品研發「第二代高識度救援彈」結案報告，中華民國108年12月，頁13。

件結構較厚實，發射後為達到耐撞擊及可回收之目標，而導致本體設計重量偏重，第二代修正彈體體積與重量之問題，經測評第二代救援彈本體相較第一代彈體重量減少 2.65 公斤，亦比原救援彈減輕 0.35 公斤，彈體零件改良結構輕量化(減輕 115%)與彈體縮小化(縮小 315%)，後續如能再加以改良調整彈體配重問題，在一定空氣壓力拋射下，本體拋射距離將可再增長，達到效能提

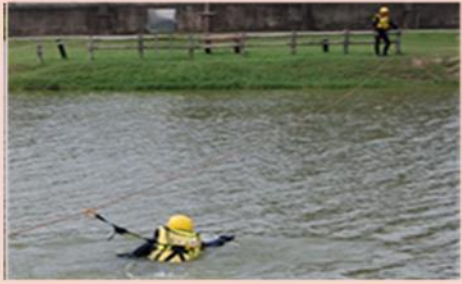
升，創造更遠之拋射距離。

(二)第二代救援彈借鏡第一代發射落地後電池容易脫落，且彈體易於落地後撞擊造成結構損壞(近 30%射擊後彈體產生斷裂，發光器內建電池撞擊後脫落，致發光器與蜂鳴器失效)。經測評第二代研改已精進本體設計，歷經 9 次實測驗證，均無第一代類似問題，性能狀況均穩定妥善，惟仍有發現彈體與發射器結合之組裝密合度問題，未來組合如能再

表2 狀況處置程序一覽表

項次	狀況處置	模擬圖
救援編組	1.指揮官1員 (負責救援作業指揮與管制) 2.救援手兼拋繩槍作業手6員 (負責從事實際救援工作及拋繩槍之組裝與射擊) 3.上游安全手1員 (負責上游100-200公尺處管制河道，不讓其餘人員或船隻進入救援作業區) 4.安全手2員 (負責在下游處，以拋繩或攔截網等方式執行救援任務)	 救援編組
流程(一)	災民：救命啊!!快來救我。 立即下達救援命令。 救援手：手持大聲公(擴音器)向受困民眾高喊，不要緊張，請注意!!我們等一下會拋射有閃光及聲響的高識度救援彈到你周邊附近，請於彈體落地後把它撿起，協助將彈體細繩穩固在旁固定物或牢固於身體上。	 等待救援
流程(二)	救援手： - 以測距儀先行完成目標區距離量測。 - 判斷現場風向與雨勢。 - 完成施打壓力值計算 - 實施裝填高識度救援彈，並開啟燈光與蜂鳴器。 - 完成氣體加壓及瞄準實施發射。 災民：閃燈?有，我看到了。但它好像掉到附近的草叢裡消失了?	 完成射擊作業
流程(三)	救援人員：請你注意，彈體會發出聲音與閃爍燈光，循聲音與亮光就可以找到它了。 災民：有、有、有，我找到了。 救援人員：我把救生衣等物資綁在粗細繩交接處，你收繩後將救生衣與防護具穿戴身上，並將粗繩繫緊牢固在身上。	 遞送救生衣



項次	狀況處置	模擬圖
流程 (四)	災民：我穿好了，快救我!! 救援人員： 1. 若婦人能自行穿戴救生衣並完成繩索繫固，則以拖拉之方式將人員施救上岸 2. 若待救援人員無法自力完成，則由施救者前往協助救援。待救人員將救生衣、頭盔等防護具穿戴完成後，並將主繩繫固在固定點(樹幹或岩石上)或其餘同仁身體上，依手握住主索往待救援方向前進(水域流速許可下則以游泳方式前往)施救。 (若水流研判流速湍急，人員易遭沖離，則不可冒然下水施救，易生危安，應採其他方式救援。)	 將人員拉救上岸
		 前往施救
		 人員直接泳渡或遞送救援器材救援
流程 (五)	救援人員：依救生員訓練之救援程序，將人員平安救援上岸。報告連長，人員已救援完成。 現場指揮官：請立即攙扶婦人帶至醫護站。 救援人員：報告連長，收到。 災民：謝謝你們大家，辛苦了。	 人員營救

資料來源：作者自行拍攝及彙編。

朝向精密穩固，必能更加提升優化彈體效能。

(三)經實測第二代彈體，測試期間共發射 9 次，彈體落地，

尾翼結構輕微變形，導致後續使用飛行軌跡呈不規則狀，探究第二代尾翼製作屬不鏽鋼材質，且與彈體本身以鉚釘方式

連接，變形後不易更換，將納入後續研改精進。

(四)為改善研發相關缺失，透過技術諮詢研討後，綜整改善建議高識度救援彈彈體部分，未來朝密合度與公差方向精進，讓整體組裝品質更加精準密合；尾翼部分產生損壞、變形之問題，後續研改朝改變尾翼材質及調整安裝固定方式，使尾翼受撞擊後不易變形，及容易實施更換之特性，以提升救援彈使用壽命與效能。

進，以符合小型軍品研發「小投資、大效益」之目的，並期待成品穩定後量產納入部隊推廣運用，以全面提升本軍水域救援效益。

結語

本研究以拋繩槍救援彈體之研改，依據驗證參數評估「第二代高識度救援彈」取代「PLT-RESCUE230型拋繩槍-救援彈」可行性與成效分析，經測評結果第二代救援彈可有效解決夜間或視線不良環境下，不利拋繩槍操作之相關限制條件。由各測評項目參數顯示，均可有效提升人員於高識度救援彈發射過程中，掌握拋物線與達到高識別目的，同時研改後之彈體結構也具備足夠之耐衝擊能力，有利於回收再次利用達到降低裝備成本，惟尚有重量配比須調整、本體密合度與尾翼改良相關項目待精進，未來持續朝第三代研改精

快速加油設備推廣之研析

王貴鈴少校

提要

- 一、工兵部隊為陸軍主要之戰鬥支援部隊，而工兵執行任務時多需仰賴工兵機械輔以實施作業，以提高效率。
- 二、然工兵重型機械於路面移動時，易造成柏油路面損壞，工兵部隊多運用載具運送油料，再利用手動加油泵實施加油作業，故而研發快速加油設備。
- 三、研發後，實施軍品測試及效益分析，希望藉由軍品研發改善工兵部隊工兵重型機械油料即時補給問題。

關鍵字：加油設備、快速加油、油桶

前言

先總統 蔣公嘉言：「工兵是全軍的命脈，必須工兵健全，然後攻則能穿山越水，迅赴事機，勇猛邁進，所向克捷；守則能深溝高壘，無隙可尋，固守堅持，牢不可破；這樣，我們軍隊纔能盡到保國衛民的天職。」工兵為陸軍重要戰鬥支援兵種，具有戰鬥、勤務支援及災害防救之多重能力，藉由工兵各項機動與反機動作為，協力戰鬥部隊，解決戰爭與非戰爭軍事行動之需求，以爭取最大成功公算與成效¹。

工兵部隊執行任務，通常在促進我軍機動，亦或遲滯敵軍機動，大多需仰賴工兵裝備實施作業，以爭取作戰時效。然軍以戰為主，戰以勝為先，作戰勝利與否，其關鍵往往在於作戰補給是否能即時迅速前送至作戰地區，當補給品滿足作戰需求時，才能有機會掌握軍隊立於不敗之地。而工兵機械需要之補給品即為油料，故油料即時的補給問題，為一重要之課題。

¹ 工兵部隊指揮教則(第三版)(中華民國 102 年 5 月 28 日)，頁 1-1。

軍品研發概述

一、研發動機及目的

工兵部隊依防衛作戰任務之需求，於平時致力於各項戰鬥與勤務支援及災害防救整備工作，置重點於專業訓練、軍事工程與災害防救等項目，戰時則發揮工兵各項專業技能，協力戰鬥部隊執行機動與反機動作為，以利防衛作戰任務遂行²。

有鑑於工兵重型機械移動易造成路面損壞，故一般工兵部隊目前在每日或每週加油過程中，皆利用中型戰術輪車、1.75噸小貨車…等裝備，利用

人力搬運空桶，至補給油料分庫或加油站實施加油，再載運至機械作業場利用手動抽油泵加油，加油過程中需因應角度或距離的需要調整油桶位置，其加油速度緩慢，人員搬運及車輛移動過程風險增加(如圖1)，故欲利用現有編制鏟裝機或堆高機貨叉掛載「快速加油設備」，另結合12伏特柴油抽油泵及油管配件，即時運送油桶並添加燃油，簡化工兵重型機械現地之加油程序及時程，有效提昇加油時效及減少油桶搬運風險³。



手動抽油泵



運用1.75小貨卡實施53加侖油桶運輸



運用鏟裝機運載油桶



運用手動泵實施加油作業

圖1 現行加油作業方式
資料來源：作者自行拍攝彙整。

² 同註1。

³ 王貴鈴，陸軍工兵訓練中心【快速加油設備】研發測評報告，中華民國110年10月15日，頁1。

二、設計構想

(一)設計構想：使工兵部隊運用現有編制鏟裝機貨叉掛載「快速加油設備」，結合 12 伏特柴油抽油泵及油管配件，即時運送 53 加侖油桶並添加工兵機械燃油，有效縮短工兵機械加油作業時程及油桶搬運風險，如圖 2、3、4。

(二)構想性能

1. 本身即有電瓶供電作為動力實施加油作業，亦可連接裝備電瓶使用。

2. 增加加油作業機動性，可縮短加油作業時間，提升作業效率。

3. 可減少油桶搬運所造成之危安風險，有效提高作業安全⁴。

三、軍品介紹

(一)單桶油桶夾具⁵(如圖 5)

1. 夾具採鷹嘴式固定，載重 500 公斤(含)以上。

2. 鏈結掛鉤及防接綁帶，可固定支撐用。

(二)加油設備組⁶

1. 抽油泵(如圖 6)

(1)電壓：直流 12 或 24 伏特。

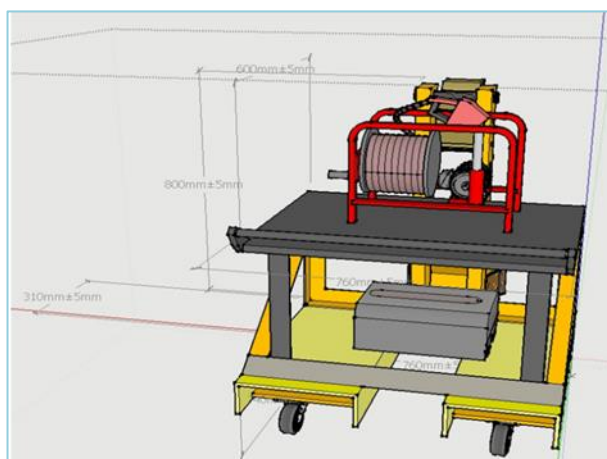


圖 2 快速加油設備規劃立體示意圖(正面)

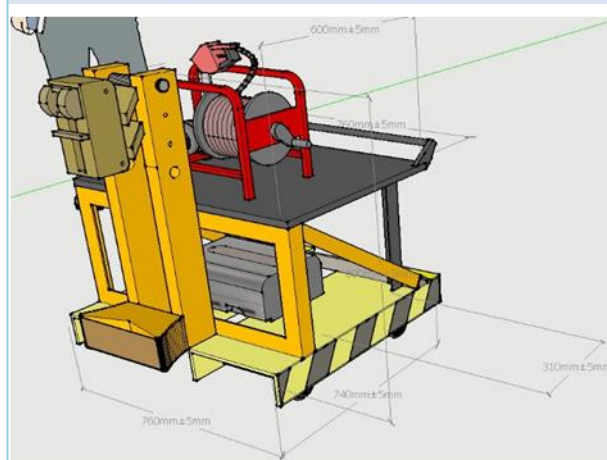


圖 3 快速加油設備規劃立體示意圖(側面)

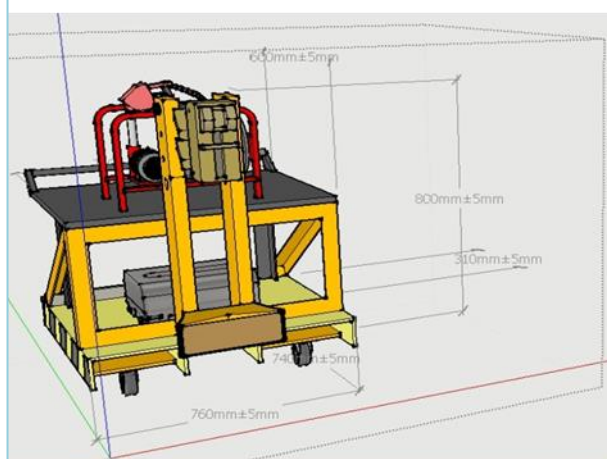


圖 4 快速加油設備規劃立體示意圖(後面)

資料來源：作者自行繪製。

⁴ 王貴鈴，陸軍工兵訓練中心【快速加油設備】結案報告，中華民國 110 年 10 月 27 日，頁 6。

⁵ 王貴鈴，《110 年度小型軍品研發【快速加油設備】操作與保養手冊》(中華民國 110 年 9 月 17 日)，頁 3。

⁶ 同註 5，頁 3。

(2)作業流量：每分鐘 70 公升含以上(於空機運轉使用時)。

2.進油管(如圖 7)：長度 3 公尺(含以上)之單層鋼絲編織管，並具備單向閥式濾網。

3.出油管(如圖 8)：長度 10 公尺(含以上)之單層鋼絲編織管，並具備油管捲盤器可收納。

4.自封式計量加油槍(如圖 9)

(1)作業流量：可支援每分鐘 70 公升(於空機運轉使用時)

(2)出油口：22mm(誤差 ± 2 mm)。

(3)可自動跳停。

(4)可單次計量。

(5)本計量計可調整計量的單位有：LTR(公升)、GAL 加侖、PT(品脫)、QT(夸特)可選擇。

5.柴油過濾器：

(1)初濾(如圖 10)

A.裝置數：1 個。

B.過濾效能：過濾水份及雜質。

C.濾網材質：鋼芯。

(2)次濾(如圖 11)

A.裝置數：1 個。

B.過濾效能：過濾 $5\mu\text{m}$ 以上雜質。

C.濾網材質：紙芯。

(三)直流 12 伏特鉛酸電池⁷(如圖 12)：

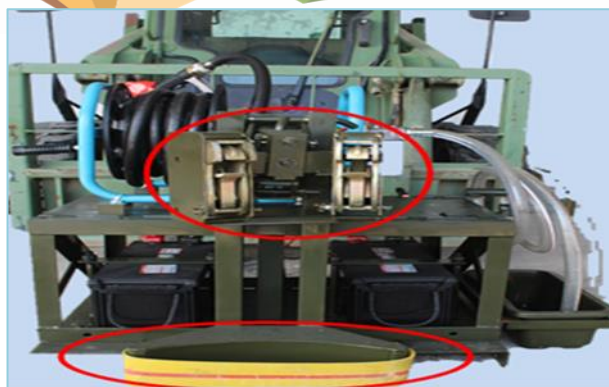


圖5 單桶油桶夾具



圖6 抽油泵

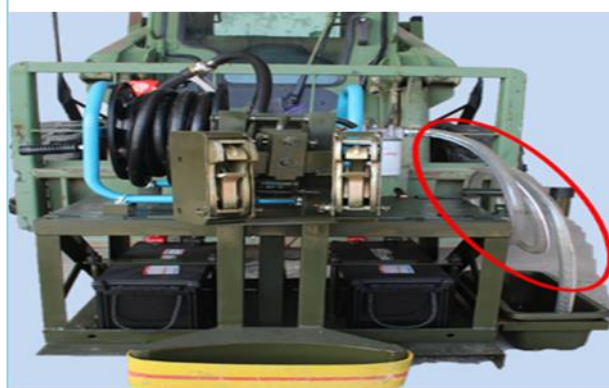


圖7 進油管

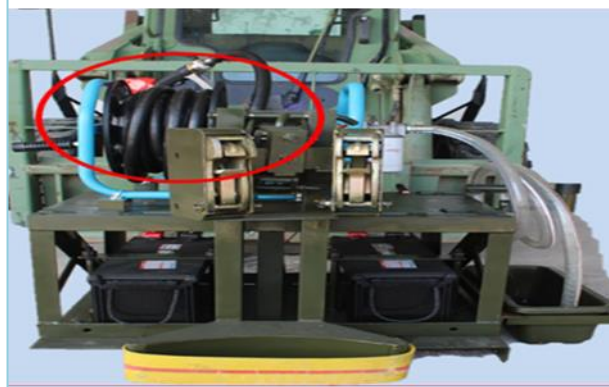


圖8 進油管
資料來源：作者自行拍攝。

⁷ 同註 5，頁 7。



圖9 自封式計量加油槍



圖10 初濾



圖11 次濾

資料來源：作者自行拍攝。

1. 直流 12 伏特鉛酸電池 2 個。
2. 電池容量為 120Ah(含以上)。

(四) 手提式充電機⁸(如圖 13)

1. 輸入電壓為交流 110 伏特。
2. 充電輸出電壓為直流 12 伏特、24 伏特、36 伏特等 3 種，可切換選擇。

3. 充電輸出安培為 1 至 8 安培等 8 種，可切換選擇。

(五) 機身固定座⁹(如圖 14)

1. 材質：金屬(鐵)。
2. 承載重量：(可承壓 505 公斤)可承載 53 加侖油桶(滿油)及其加油設備(含電瓶)之重量。
3. 適用於 3000 磅至 8000 磅之叉動車使用。

四、限制因素¹⁰

- (一) 適用工兵部隊現有鏟裝機。
- (二) 適用於 3000 磅至 8000 磅之叉動車使用。
- (三) 抽油泵僅適用於柴油。

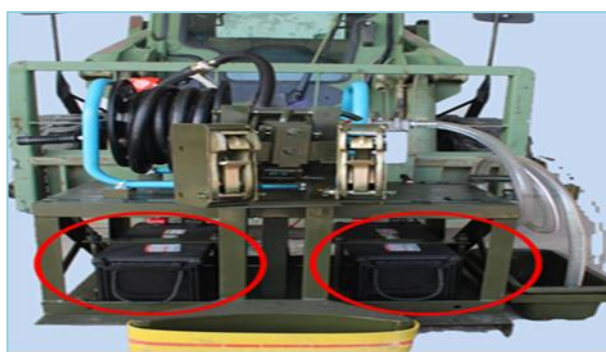


圖12 直流12伏特鉛酸電池



圖13 手提式充電機

圖14 機身固定座
資料來源：作者自行拍攝。

⁸ 同註 5，頁 7。

^{9、10} 同註 5，頁 8。

五、裝備操作步驟¹¹

(一)調整貨叉間距(如圖 15):調整運載裝備之貨叉間距,使其與油桶夾叉孔同寬,可插入快速加油設備。

(二)結合快速加油設備(如圖 16):將裝備貨叉對準快速加油設備的插入孔前駛,使其插入方孔之盡頭為止,使其與快速加油設備結合,並與機身固定座分離。

(三)固定防脫鍊條(如圖 17):將快速加油設備放置平穩地面,隨即將防脫鍊條固定於裝備,防止快速加油設備運載中脫落。

(四)運載油桶(如圖 18):將裝備(叉車)開至欲夾取之油桶前,之後油桶架向前傾斜,使夾嘴上緣略低於油桶之上緣,將裝備(叉車)向前行駛,使夾嘴碰觸油桶側邊,升起貨叉,此時夾嘴會夾住油桶上緣,確認油桶夾緊後,即可開始行駛載運油桶至所需位置進行加油或放置。

(五)結合進油管(如圖 19):確認進油管之濾網有無髒污、阻塞,濾網與進油管接合是否牢固,並將進油管插入油桶上之孔槽內。



圖15 調整貨叉間距



圖16 結合快速加油設備



圖17 固定防脫鍊條



圖18運載油桶



圖19結合進油管
資料來源：作者自行拍攝。

¹¹ 同註 5, 頁 8。

(六)連接電源(如圖 20): 連接 12V 電瓶，將抽油泵上之電夾頭與電瓶相接(紅為+，黑為-)。

(七)開啟開關(如圖 21): 先拉出油槍及出油管，提起加油槍至加油處，按下抽油泵之 ON 按鈕，開啟抽油泵開關。

(八)實施加油(如圖 22)

1. 按下手把開關即可加油，當油加滿時，油槍會自動跳起關閉，此時請按下油泵上之 OFF 按鈕，以關閉油泵電源。

2. 計量器單位調整及設定

(1) 本計量器可調整計量的單位有：LTR(公升)、GAL 加侖、PT(品脫)、QT(夸特)可選擇，一般原廠皆設定在公升。

(2) 計量單位切換方式：同時按下上下二按鈕(如圖 23) 面板將顯示原廠設定參數按下 DISPLAY，移動標示到 LTR 時，按下 CALIBRATE 切換到所要用的計量單位即可。

3. 加油計量操作：

(1) 單次計量前按 DISPLAY 鍵歸 0，當面板顯示 0.00 時，即可開始本次計量。

(2) 按住 CALIBRATE 不放，顯示面板顯示的量為累計油量。

(3) 若要歸零之前的總加油量，請打開流量計面板，取



圖20 連接電源

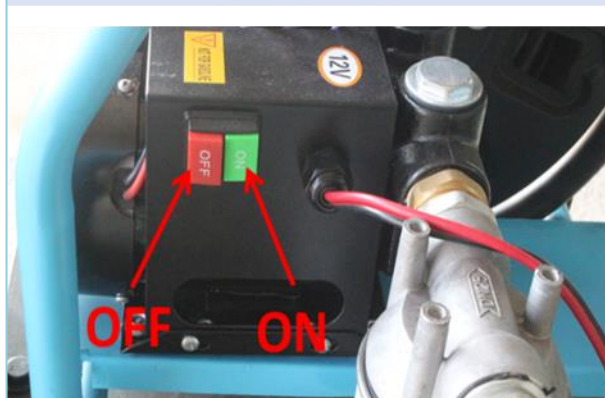


圖21 開啟開關



圖22 實施加油



圖23 計量器按鈕
資料來源：作者自行拍攝。

出電池後，同時按下 CALIBRATE 及 DISPLAY 二按鈕 10 秒後，將所有安裝復原，流量計的累計流量就會歸零。

(九)當加油完畢不再使用時，將所有裝備擦拭後，收置整齊。使其勿遭受風吹雨淋日晒。

使(運)用效益分析

一、2軍品測試運用及規劃

(一)軍品測試時程及地點¹²

依核定測評計畫期程(D ~ D+21 日)，規劃於計畫核定後之實施測試作業，於 21 日內完成測評報告實際測試期程及地點如表 1：

表1 實際測試期程及地點表

時間\項目	測試區分	實際測試場地	實際測試時間
D ~ D+10日	測試項目1-6項，測試3次並記錄數值。	工兵機械作業場	9月23日至10月4日
D+11日 ~ D+21日	測試項目1-6項，測試2次並記錄數值。	工兵機械作業場	10月5日至10月14日

資料來源：作者自行整理。

表2 測試編組及職掌表

分組	職稱	人員	職掌
指導組	組長	2員	負責測試規劃時程
	副組長		
測試組	組長	4員	負責執行相關測試
	組員		
	組員		
	組員		
備援編組	組長	2員	負責輔助支援測試
	組員		
救護組	組長	2員	1.醫療救護任務。 2.器材(救護車、醫務箱、擔架)。
	組員		

資料來源：作者自行整理。

(二)測試編組及職掌

軍品測試編組區分指導組、測試組、備援編組及救護組，其中指導組負責測試時程之規劃，測試組負責執行快速加油設備各項測試項目，備援編組則負責支援輔助測試，其測試編組及職掌如表 2。

(三)測試項目

本軍品研發後，依設計構想性能逐項實施測試，測試項目如下：(測試項目矩陣表，如表 3)

1.作業手可於2分鐘內利用鏟裝機貨叉，安裝加油設備組。

¹² 同註 3，頁 1。

表3 測試項目矩陣表

測試項目	測試標準	油桶運輸固定架(安裝及操作)	
	測試標準	是否達標	
作業手可於可於2分鐘內利用鏟裝機貨叉，安裝加油設備組。	2分鐘	測試5次平均值__秒 ☐ 是 ☐ 否	
單桶油桶夾具可於2分鐘內固定53加侖油桶(包含運搬、安裝及運輸作業)。	2分鐘	測試5次平均值__分__秒 ☐ 是 ☐ 否	
可運用加油設備組實施加油任務。	測試作動是否正常	☐ 是 ☐ 否	
可於5分鐘內完成快速加油設備與貨叉組裝及油桶固定作業(包含運搬、安裝及運輸作業)。	5分鐘	測試5次平均值__分__秒 ☐ 是 ☐ 否	
可於10分鐘內完成推土機加油作業200公升。	10分鐘	測試5次平均值__分__秒 ☐ 是 ☐ 否	
可於15分鐘內完成快速加油設備安裝及推土機加油作業200公升(包含運搬、安裝、運輸及加油作業)。	15分鐘	測試5次平均值__分__秒 ☐ 是 ☐ 否	

資料來源：作者自行整理。

2.單桶油桶夾具可於2分鐘內固定53加侖油桶(包含運搬、安裝及運輸作業)。

3.可運用加油設備組實施加油任務。

4.可於5分鐘內完成快速加油設備與貨叉組裝及油桶固定作業(包含運搬、安裝及運輸作業)。

5.可於10分鐘內完成推土機加油作業200公升。

6.可於15分鐘內完成快速加油設備安裝及推土機加油作業200公升(包含運搬、安裝、運輸及加油作業)。

二、測試成果效益分析

(一)測試成果

本次「快速加油設備」測評項目計「作業手可於可於2分鐘內利用鏟裝機貨叉，安裝加油設備組」、「單桶油桶夾具可於2分鐘內固定53加侖油桶(包含運搬、安裝及運輸作業)」、「可運用加油設備組實施加油任務」、「可於5分鐘內完成快速加油設備與貨叉組裝及油桶固定作業(包含運搬、安裝及運輸作業)」、「可於10分鐘內完成推土機加油作業200公升」、及「可於15分鐘內完成快速加油設備安裝及推土機加油作業200公升(包含運搬、安裝、運輸及加油作業)」等6項，實測成果相關說明如后¹³：

¹³ 同註3，頁13。

1. 「作業手可於可於2分鐘內利用鏟裝機貨叉，安裝加油設備組」測試¹⁴：分別測試「利用鏟裝機貨叉，安裝加油設備組」作業(如圖24、圖25)五次，其作業時間，測試五次作業時間分別為1分15秒、1分10秒、1分12秒、1分22秒、1分11秒，平均為1分14秒。

2. 「單桶油桶夾具可於2分鐘內固定53加侖油桶(包含運搬、安裝及運輸作業)」測試¹⁵：分別測試「油桶夾具固定53加侖油桶」作業(如圖26、圖27)五次，其作業時間，測試五次作業時間分別為42秒、35秒、38秒、30秒、32秒，平均為35秒。

3. 「可運用加油設備組實施加油任務」測試¹⁶：經連接電源，測試加油槍及計量表作動(如圖28、圖29)五次均正常。

4. 「可於5分鐘內完成快速加油設備與貨叉組裝及油桶固定作業(包含運搬、安裝及運輸作業)」測試¹⁷：分別測試「快速加油設備與貨叉組裝及油桶固定作業」作業(如圖30、圖31)五次，其作業時間，測試五次作業時間分別為1分40秒、1分35秒、1分38秒、1分35秒、1分30秒，平均為1分37秒。



圖24 安裝加油設備組



圖25 設備與機身固定座分離



圖26 設備與油桶結合中



圖27 完成設備與油桶固定後運搬
資料來源：作者自行拍攝。

14、15、16 同註3，頁13、14。

17 同註6，頁15。



圖28 接上電源



圖29 實施加油作業



圖30 貨叉組裝及油桶固定作業1

圖31 貨叉組裝及油桶固定作業2
資料來源：作者自行拍攝。

5. 「可於 10 分鐘內完成推土機加油作業 200 公升」測試¹⁸：分別測試「推土機加油作業 200 公升」作業(如圖 32、圖 33)五次，其作業時間，測試五次作業時間分別為 5 分 25 秒、5 分 29 秒、5 分 30 秒、5 分 31 秒、5 分 32 秒，平均為 5 分 29 秒。

6. 「可於 15 分鐘內完成快速加油設備安裝及推土機加油作業 200 公升(包含運搬、安裝、運輸及加油作業)」測試¹⁹：分別測試「快速加油設備安裝及推土機加油作業 200 公升」作業(如圖 34、圖 35)五次，其作業時間，測試五次作業時間分別為 6 分 36 秒、6 分 33 秒、6 分 30 秒、6 分 32 秒、6 分 20 秒，平均為 6 分 30 秒。

綜合測試項目 1~6 項，本次軍品研發共計實施拆卸及安裝測試 30 次，其測試成果統計如表 4。

(二)效益分析

本次研發測評項目計「快速加油設備」測評項目計「作業手可於可於 2 分鐘內利用鏟裝機貨叉，安裝加油設備組」、「單桶油桶夾具可於 2 分鐘內固定 53 加侖油桶(包含運搬、安裝及運輸作業)」、「可運用加油設備

¹⁸ 同註 6，頁 15。

¹⁹ 同註 6，頁 15。

表4 測試成果統計表

「快速加油設備」研發測評報告表				
區分	項目	測試項目	測試結果	備考
組裝作業	作業手可於2分鐘內利用鑷裝機貨叉，安裝加油設備組。	作業手可於2分鐘內利用鑷裝機貨叉，安裝加油設備組。 1.第一次時間： <u>1分15</u> 秒。 2.第二次時間： <u>1分10</u> 秒。 3.第三次時間： <u>1分12</u> 秒。 4.第四次時間： <u>1分22</u> 秒。 5.第五次時間： <u>1分11</u> 秒。 6.平均時間： <u>1分14</u> 秒。	■相符 □不符	
	單桶油桶夾具可於2分鐘內固定53加侖油桶(包含運搬、安裝及運輸作業)。	測試作業手完成53加侖油桶固定作業之時間。 1.第一次時間： <u>0分42</u> 秒。 2.第二次時間： <u>0分35</u> 秒。 3.第三次時間： <u>0分38</u> 秒。 4.第四次時間： <u>0分30</u> 秒。 5.第五次時間： <u>0分32</u> 秒。 6.平均時間： <u>0分35</u> 秒。	■相符 □不符	
加油作業	可運用加油設備組實施加油任務。	連接電源，測試加油槍及計量表作動是否正常。	■相符 □不符	
組裝作業	可於5分鐘內完成快速加油設備與貨叉組裝及油桶固定作業(包含運搬、安裝及運輸作業)。	測試作業手可一人將快速加油設備掛載於貨叉上，並完成油桶及加油泵組裝作業之時間。 1.第一次時間： <u>1分40</u> 秒。 2.第二次時間： <u>1分35</u> 秒。 3.第三次時間： <u>1分38</u> 秒。 4.第四次時間： <u>1分35</u> 秒。 5.第五次時間： <u>1分30</u> 秒。 6.平均時間： <u>1分37</u> 秒。	■相符 □不符	
運輸加油作業	可於10分鐘內完成推土機加油作業200公升。	測試快速加油設備加油200公升之時間 1.第一次時間： <u>5分25</u> 秒。 2.第二次時間： <u>5分29</u> 秒。 3.第三次時間： <u>5分30</u> 秒。 4.第四次時間： <u>5分31</u> 秒。 5.第五次時間： <u>5分32</u> 秒。 6.平均時間： <u>5分29</u> 秒。	■相符 □不符	
組裝及運輸加油作業	可於15分鐘內完成快速加油設備安裝及推土機加油作業200公升(包含運搬、安裝、運輸及加油作業)。	測試作業手完成快速加油設備安裝及推土機加油作業200公升之時間 1.第一次時間： <u>6分36</u> 秒。 2.第二次時間： <u>6分33</u> 秒。 3.第三次時間： <u>6分30</u> 秒。 4.第四次時間： <u>6分32</u> 秒。 5.第五次時間： <u>6分20</u> 秒。 6.平均時間： <u>6分30</u> 秒。	■相符 □不符	

資料來源：作者自行整理。

組實施加油任務」、「可於 5 分鐘內完成快速加油設備與貨叉組裝及油桶固定作業(包含運搬、安裝及運輸作業)」、「可於 10 分鐘內完成推土機加油作業 200 公升」、及「可於 15 分鐘內完成快速加油設備安裝及推土機加油作業 200 公升(包含運搬、安裝、運輸及加油作業)」等 6 項，經測試後發現，運用快速加油設備實施加油作業，可減少油桶運搬風險，增加加油作業機動性，縮短加油時間，可有效提升作業安全及作業時效²⁰，測試成果如表 5。

針對工兵部隊加油作業之比較分析，以現行方式實施加油作業，其加油器材較為簡便，但油桶須由人員自行運搬，運搬過程無支架固定易使油桶搖晃甚或翻覆，進而造成人員壓傷，作業風險指數高，且加油作業時間冗長，易造成操作人

員體力負荷過大；而快速加油設備組裝快速簡單，可快速結合油桶，並實施短距離運輸，減少油桶運搬危安，提升作業效率，且運用油桶運輸固定架，可減少作業人力及體力負荷，縮短加油作業時間，並確保加油作業安全。

推廣建議

本次軍品研發經由各項測試均顯示，可使部隊縮短加油作業時間，減少作業人力，並可確保加油作業安全，經下列分析，建議推廣全軍運用

一、裝備燃油加油問題

目前一般部隊乃運用 M978 2500 加侖油罐車實施戰、甲車加油作業，惟油罐車使用年限均已超過 20 年，且無裝備新購或更換之建案，油罐車損壞後，部隊將面臨使用油桶實施加油作業問題；且若受限地形或狹小陣地，油料運輸補

表5 快速安裝及加油作業時間效益分析表

快速安裝及加油作業時間效益分析表			
比較項目 測試項目	現行加油作業	油桶固定架 加油作業	備考
推土機加油作業 200公升	1.0.5小時，甚至更長。 2.需運用機具運搬油桶，且無固定措施。 3.易使人員受傷。	1.約6分30秒。 2.運搬油桶快速，且固定安全。 3.人員操作安全。	

資料來源：作者自行整理。

²⁰ 同註 6，頁 16。

給問題更加不易，例如楓港陣地進出路狹隘(如圖 36)，若大型機具或裝備進出，則須先行整地，才可使裝備順利通行。若將「快速加油設備」推廣全軍運用，將解決部隊裝備燃油加油作業問題。

二、現有裝備運用分析

(一)經調查後，目前本軍一般部隊均配賦叉動車，其中雖大部分配賦於地支部，但作戰區各部隊仍均有配賦叉動車，部隊可運用叉動車結合快速加油設備，實施教油作業，可解決部隊裝備燃油加油作業問題。

(二)工兵部隊除裝備連配賦 JCB 堆高機外，於各營均配賦鏟裝機，可運用鏟裝機貨叉結合快速加油設備，實施教油作業。

三、快速加油設備優點

(一)自封式計量加油槍可解決燃油計量問題。

目前，部隊加油方式，不管是運用油罐車或油桶補充燃油，均無法準確對添加之燃油實施計量，除非直接至加油站實施加油，才可實施計量。本快速加油設備設置有自封式計量加油槍，可單次計算油量，亦可累次計算油量，可解決部隊皆僅用平均燃油量或油桶實施計量。

(二)柴油過濾器可過濾燃油雜質。



圖36 挖土機實施楓港陣地進出路整地
資料來源：作者自行拍攝。

本快速加油設備設置 2 道柴油過濾器，初濾為鋼芯，可過濾水分及雜質，並設置逆流止閥，可防止油管内燃油回滲；次濾為紙芯，可過濾 $5\mu m$ 以上雜質，可避免油桶內之雜質及鐵屑進入裝備油箱。

(三)鏟裝機及叉動車可於狹小空間運輸。

本快速加油設備乃設計運用鏟裝機及叉動車之貨叉結合，運載油桶實施教油作業，故可於狹小空間運輸，解決裝備因受限地形或狹小陣地油料補給不易之問題。

(四)減少人力運搬油桶，造成人員夾傷問題。

目前部隊針對油桶運輸，大都仍運用人力運搬，易造成人員夾傷，若運用快速加油設備，即使不實施教油作業，亦可協助油桶運搬，可減少油桶運搬危安風險。

四、推廣部隊運用

然本軍品研發經費為 17 萬 1 仟元整，製作一式二套，經訪商若大量產製應可減少製作金額，且由目前之任務型態考量，建議工兵群群部連及各營各 1 套，防衛部及聯兵旅工兵連各 1 套，預計尚須製作 25 套分發各單位。

油桶運輸固定架除可支援工兵機械燃油添加任務外，尚可支援需添加柴油之裝備，而我軍大部分裝備均使用柴油，藉由小型軍品(快速加油設備)研發，除可利用於工兵部隊加油作業外，一般部隊亦可運用叉動車協助戰甲裝備實施加油作業，可達到縮短加油作業時間，使裝備迅速恢復機動性及作業能力。

完成各項任務，建議可將快速加油設備推廣至各工兵部隊使用，提升作業效率，以提升工兵任務作業成效。

結語

我工兵部隊，為萬能之兵種，具有逢山開路、遇水架橋、障礙排除與設置之多重能力，平時致力於勤務支援及災害救援，戰時則運用工兵各項專業技能，協力戰鬥部隊執行機動與反機動作為，主要任務為促進我軍機動或阻礙敵軍機動，然工兵部隊於執行各項任務中，大多需仰賴工兵機械實施作業，若想讓工兵部隊可順利

JAB 聯合突擊橋淺析

楊家心士官長

提要

- 一、綜觀現在各國武器裝備發展及戰爭中，機動作戰已經成為現代陸戰的主流，而該如何確保機動路線及主補給路線之暢通，使作戰部隊能迅速機動並形成優勢，則有賴於我工兵迅速排除阻絕設置及障礙物之能力。
- 二、現代渡河裝備除需具有迅速架設、撤收及變換位置之高機動性外，還必須擁有與主戰部隊同樣之裝甲防護力，才能達到支援與促進機動之要求，故機動架橋裝備之發展與運用已受到各國的重視，對於我國也佔有重要地位。
- 三、目前我工兵機動架橋裝備為 M48A5 履帶機動橋，已無法支持現在最新採購的 M1A2 戰車通過，故在此探討 JAB 聯合突擊橋之優缺點及特性，與 M48A5 履帶機動橋比較，以提供我爾後提升機動架橋裝備之參考。
- 四、聯合突擊橋的英文 Joint Assault Bridge(JAB)，是指以 M1A1 戰車底盤構成的架橋車；履帶機動橋的英文 Armored Vehicle Launched Bridge(AVLB)，是指以履帶為驅動的架橋車；裝甲架橋車是指裝有制式橋樑和架設、撤收機構的裝甲車輛；以下統一名詞稱為架橋車。

關鍵字：M48A5 履帶機動橋、JAB 聯合突擊橋、裝甲架橋車

前言

鑒於共軍仍未放棄以武力犯臺，積極快速擴充軍備提升部隊戰力，致力於各類裝備研發及籌補，而本島防衛作戰中橋樑是影響部隊機動、交通連絡及兵火力轉用的重要樞紐，

故工兵部隊之架橋車為本軍目前最有利本島作戰環境下實施快速架橋作業之裝備，為創造機動作戰有利態勢，架橋車裝備發展趨勢，為部隊戰術戰法策擬、裝備自行研發籌購，奠定

爾後建軍備戰發展之基礎。¹

因目前我工兵 M48A5 履帶機動橋無法讓 M1A2 戰車通過，而不能發揮其作戰支援能力，故透過不同面向去比較 M48A5 履帶機動橋與 JAB 架橋車之差別，分析 JAB 架橋車是否適宜我國採購。

JAB 聯合突擊橋沿革發展

一、美國突擊橋發展歷程與現況

裝甲架橋車是裝有制式橋樑和架設、撤收機構的裝甲車輛，多為履帶式，通常用於敵火威脅下快速架設橋樑，保障戰車和其他車輛通過反戰車壕、溝渠等人工或天然障礙。²

美國陸軍工兵現役的履帶機動橋主力，是以 M60 底盤打造的「戰車推進橋」(AVLB)，但其行駛速度太慢，跟不上 M1 主力戰車與 M2 步兵戰鬥車的速度，美軍早在 1983 年就立案研發新一代履帶機動橋，卻直到 2000 年以後，才以 M1 底盤打造出 M104「金剛狼」重型突擊架橋系

統，其性能優異，且能架設長達 26 公尺的橋梁，但太過昂貴、操作複雜，美軍僅採購 44 輛，遠低於當時需求 465 輛。

以下就架橋車底盤的差別區分為三個時期：

(一) M48 底盤 (1950~1978 年)：1950 年代初期，美國陸軍的制式架橋車是 M48A2 架橋車，是在 M48 主戰戰車底盤基礎上安裝剪刀式橋研製而成，1978 年改造 M48A1 和 M48A2 戰車成為 M48A5 履帶機動橋 (如圖 1)。

(二) M60 底盤 (1963~2002 年)：1963 年開始採用 M60 主戰戰車底盤，成為 M60 架橋車 (如圖 2)。

(三) M1 底盤 (2003~2019 年)：2003 年 M60 架橋車被 M104 金剛狼架橋車取代。³2016 年 JAB 架橋車開始低速生產，於 2019 年開始全速率生產，預計 2024 年 5 月將生產完畢，取代 M60 架橋車和 M104 金剛狼架橋車⁴ (如圖 3、圖 4)。

¹ 林右朗，〈共軍架橋車裝備發展之研析〉《陸軍工兵半年刊》(高雄)，第 153 期，西元 2017 年，頁 1。

² 華人百科，〈裝甲架橋車〉，<https://www.itsfun.com.tw/wiki-4834106-6851085>，檢索日期：2021 年 12 月 8 日。

³ 華人百科，〈美國 M48 和 M60 裝甲架橋車〉，<https://www.itsfun.com.tw/wiki-6282838-5485608>，檢索日期：2021 年 12 月 8 日。

⁴ Jen Judson，〈Army, DRS Set To Integrate New Bridging System on Tanks〉，<https://www.defensenews.com/pentagon/2016/09/06/army-drs-set-to-integrate-new-bridging-system-on-tanks/>，檢索日期：2021 年 12 月 8 日。



圖1 M48A5履帶機動橋

資料來源：軍聞社，<https://www.gpwd.mnd.mil.tw/Publish.aspx?p=75714>，檢索日期：西元2021年12月8日。



圖2 M60架橋車

資料來源：美國陸軍國防工業技術資訊網，<https://www.army-technology.com/projects/M60>，檢索日期：西元2021年12月8日。



圖3 M104金剛狼架橋車

資料來源：BEMIL照片檔案庫，〈M104金剛狼架橋車〉http://bemil.chosun.com/nbrd/bbs/vieb_bbs_id=10044&num=156409，檢索日期：2021年12月8日。



圖4 JAB聯合突擊橋

資料來源：LEONARDO網站，〈JAB聯合突擊橋〉https://www.leonardodrs.com/media/5416/jab_datasheet.pdf，檢索日期：2021年12月8日。

目前發現，M60架橋車無法承載美軍最新款的戰車M1A2 SEPv3，也叫做M1A2C(70噸)重量，而且由於其壽命過長，使得零件變得難以維護和維持⁵；M1系列戰車的馬力為1500匹，相較之下，M60架橋車的馬力只有750匹，在戰場上機動力不足，無法達到隨伴支援效果；M60架橋車和M1系列戰車的底盤不同，在後勤維保方面，維修

料件無法相互支援；M104金剛狼架橋車製造成本太高，維護不易和操作複雜，導致其生產被暫停。⁶綜合上述考量，美軍用JAB架橋車取代M60架橋車和M104金剛狼架橋車(如表1)。

二、JAB聯合突擊橋簡介

JAB聯合突擊橋是一種履帶式架橋車，採用M1A1坦克底盤，設計用於攜帶和部署重型剪刀橋，裝備陸軍機動加強連

表1 生產JAB架橋車之沿革

項次	原因	簡述
一	承載力不足	M60架橋車載重能力為60噸，M1A2 SEPv3戰車重量為70噸，故承載力不足。
二	機動力不足	M60架橋車馬力為750匹，M1A2 SEPv3戰車馬力為1500匹，故機動力不足。
三	部份料件無法相互支援	M60架橋車和M1系列的底盤不同，在後勤維保方面，部份料件無法相互支援。
四	製造成本高	M104金剛狼架橋車製造成本高，維護不易和操作複雜。

資料來源：作者自行整理。

⁵ 美國陸軍國防工業技術資訊網，<https://www.army-technology.com/projects/M60>，檢索日期：西元 2021 年 12 月 8 日。

⁶ 同註 5。

保障裝甲旅戰鬥隊跨越乾溝或裂谷，這款新型聯合突擊橋性能將顯著加強陸軍部隊的機動能力，尤其是裝備M1艾布拉姆斯坦克和布萊德利步戰車的裝甲旅戰鬥隊的機動能力，美軍計劃用聯合衝擊橋取代兩個舊的橋樑系統「裝甲架橋車(AVLB)」和「獾式」橋樑系統」因為舊的AVLB「在旅戰鬥隊編組中不能跟上如M1和布萊德利等其他車輛的速度」，現有裝甲架橋車(AVLB)系統採用M60底盤，不僅速度比旅戰鬥隊中其他車輛慢，且2002年停產迄今已近20年，越來越難於維護和保養。

2012年，美國陸軍要求通用動力陸地系統公司、萊昂納多(LEOMAROO DRS)公司研製JABS原型車，以支持裝甲旅戰鬥隊的軍事行動，並取代現有的M60架橋車和M104金剛狼架橋車，其系統是由改良後的M1A1艾布蘭斯底盤和M1A2重懸架構成的架橋車，在架橋車頂部是液壓橋發射器系統，可用於載運、展開和收回垮度為18.3公尺的軍用級95剪式

橋，提供裝甲部隊及其他車輛跨越反戰車壕的能力。⁷

2014年，XM1074 JABS原型車完成，測試和評估工作一直持續到2016年。最終，萊昂納多DRS公司的原型車得標，定型為M1074，並獲得了總價值4億美元的合同。美國陸軍初始訂單就達到了158輛，海軍陸戰隊訂購29輛，澳大利亞陸軍還計劃採購18輛。

雖然也以M1A1底盤打造JAB(使用M1A2懸吊)，但透過降低製造與操作成本，達成性能與價格的折衷，JAB使用的橋面通過等級達到95噸軍用載重標準(MLC95)，遠遠超過M60AVLB的MLC60，因此可以通行大多數最新型的裝甲車輛，長約18.3公尺(與AVLB同級)，可在3分鐘內完成橋面架設。

以下表為美軍各式架橋車之分析比較(如表2)，從此表中可以得知，JAB架橋車在載重能力方面，比起前面幾代的架橋車，有明顯的提升；在橋樑設置方面，也更加縮短了架設時間；在機動力方面，保持和主戰部隊戰車一樣的馬力，在戰場上能達到隨伴支援效果。

⁷ BREAKING DEFENSE, 〈Mind The Gap:The Army Looks to a New Assault Bridge for Heavy Armor Maneuvers in Europe〉, <https://www.breakingdefense.com/2019/10/mind-the-gap-the-army-looks-to-a-new-assault-bridge-for-heavy-armor-maneuvers-in-europe/>, 檢索日期：西元2021年12月8日。

表2 美軍各式架橋車之分析比較

項次	M48A5 履帶機動橋	M60 架橋車	M104 金剛狼架橋車	JAB架橋車
外觀				
裝備總重	57.5噸	55.2噸	68.7噸	62.3噸
裝備總高	3.84公尺	3.9公尺	3.96公尺	3.08公尺
裝備總寬	4.01公尺	4.02公尺	3.48公尺	3.66公尺
裝備總長	11.28公尺	11.3公尺	13.4公尺	9.83公尺
有效垮度	18.3公尺	18.3公尺	24公尺	18.3公尺
通行速度	48公里/小時	最高： 48公里/小時 越野： 12-19公里/小時	最高： 72公里/小時 越野： 32.2公里/小時	平時： 72公里/小時 越野： 48公里/小時
載重能力	軍用級60剪式橋 (MLC60)	軍用級60剪式橋 (MLC60)	軍用級70剪式橋 (MLC70)	軍用級95剪式橋 (MLC95)
燃料容量	1268公升	1419公升	-	1900公升
發動機	V12汽油 750馬力	通用動力公司 風冷 雙渦輪柴油發電機 750馬力	霍尼韋AGT1500C 渦輪發電機 1500馬力	霍尼韋爾AGT1500 渦輪發電機 1500馬力
架設時間	5分鐘	6分鐘	4分鐘	3分鐘

資料來源：作者自行整理。

三、小結

美國陸軍在2019年4月進行了首次測試後，因為液壓系統和訓練問題，該橋勉強通過了第一輪試驗，由五角大樓首席武器測試員公布的一份報告顯示，聯合衝擊橋在德克薩斯布里堡進行的第一輪初始作戰測試和評估(IOT&E)中，系統可靠性及可用性表現不佳，報告

認為，「試驗結果缺乏足夠數據令作戰測試與評估主任(DOT&E)決定作戰效能，且問題主要與液壓系統或訓練問題有關」。

第二次測試於2020年6月在堪薩斯賴利堡持續了三週，此次測試的重點在改進液壓系統的耐久性及裝備行駛的動力測試，區分以下兩點：

(一)液壓系統方面：他們找了有經驗的士兵進行測試，並在經過 1000 英里(約 1610 公里)的行駛和 200 多次橋樑的展開和收回後，證明液壓系統沒有故障；另外，維修人員也需要針對 M1A1 Abrams 底盤進行訓練，因為它和 M1A2 有所差異(如圖 5、圖 6)。

(二)人員培訓方面：為此增加人員的操作訓練，提升維修裝備訓練，以及訓練學術、戰術和技術的地方，並在訓練時間上增加了 30%⁸。

最終美軍於 2020 年 12 月宣布完成 JAB 聯合突擊架橋的作戰測評，在為期 11 天的戰鬥演習中，以 JAB 協助第 66 裝甲團 3 營的戰甲車，共計 40 餘次跨越自然地障，另有 22 次跨越人

造反戰車壕等戰術障礙物，負責評估這次演習的美國陸軍作戰測評指揮部英格洛夫中校表示，JAB 能以自身機動力持續跟隨裝甲部隊，並且提供跨越障礙的能力(如圖 7)。

JAB 聯合突擊橋綜合分析

因應兩岸軍力懸殊與作戰型態改變，近年來我國建軍規劃方向已產生變化，而陸軍裝備購置預算大幅縮減，尤其是戰鬥支援單位，近年來已鮮有新購裝備的採購案，我工兵部隊之架橋車支援能量(數量及效能)不足，已是不爭的事實。有鑒於此，研發或購置戰鬥部隊高性能之架橋車為當前之重點，建議我軍應積極投入大量時間及金錢，發展或購置適合



圖5 JAB架橋車動力測試



圖6 JAB架橋車橋樑展開及收回測試

資料來源：MP頭條網站，〈美軍演練聯合突擊橋〉<https://min.news/zh-tw/military/0137fc631e529356b3d510a640482acb.html>，檢索日期：2022年2月14日。

⁸ MP 頭條網站，〈美軍演練聯合突擊橋〉<https://min.news/zh-tw/military/0137fc631e529356b3d510a640482acb.html>，檢索日期：2022 年 2 月 14 日。



圖7 2021年12月美軍完成JAB聯合突擊架橋的作戰測評

資料來源：青年日報，〈美軍「聯合突擊架橋系統」測評完成〉<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1299145&type=international>，檢索日期：

2022年2月14日。

本島作戰地形且高效益之架橋裝備，以利我軍作戰。⁹現以美軍「JAB架橋車」與我國現役裝備M48A5履帶機動橋比較，先瞭解其優缺點後，再區分作戰需求、環境適應、裝備維保及救災需求等4個方面，針對運用之效益實施分析(如表3)。

一、作戰需求效益分析

本島河川溪流密布且大多為東西走向，地隙溝圳及灌溉渠道密布，主要河川129條、橋樑24,250座，¹⁰在平時已對全軍之輪型車輛造成影響，需藉由架設各式橋樑始能通行無

虞，戰時若再因敵火破壞造成地隙，則將嚴重影響我軍反擊戰力之發揮，故需要具備適切功能之橋樑適時、適切提供部隊機動，協力通過地隙、地障始能充分發揮部隊戰力。其中，本島的城鎮、魚塢、稻田中遍布之溝渠，其數量多且短跨及多為水泥護岸之特性，對裝甲部隊影響最大，而以JAB架橋車作業程序簡單及能快速架橋等優點，可有效克服裝甲部隊在城鎮、魚塢、稻田中機動不利的困境。目前本島橋樑建築施工技術進步，依據公路局統計，橋節

⁹ 莊志寬，〈機動部隊的前驅-雷鋼(LEGUAN)架橋系統簡介〉《陸軍工兵半年刊》(高雄)，第154期，陸軍工兵訓練中心，2018年，頁12。

¹⁰ 交通部運輸研究所「臺灣地區橋樑管理資訊系統」，tbms.iot.gov.tw，西元2017年12月25日。

表3 JAB架橋車與M48A5履帶機動橋比較

項次	JAB架橋車(美國)	M48A5履帶機動橋(我國)
外觀		
用途	密接支援橋樑	密接支援橋樑
底盤	M1A1 戰車	M48A5 戰車
架設型式	剪型式	剪型式
裝備總重	62.3噸	57.5噸
有效垮度	18.3公尺	18.3公尺
載重能力	軍用級95剪式橋(MLC95)	軍用級60剪式橋(MLC60)
架設時間	3分鐘	5分鐘
作業人力	2員	2員
通行速度	平時：72公里/小時 越野：48公里/小時	48公里/小時
燃料容量	1900公升	1268公升
發動機	霍尼韋爾AGT1500渦輪發電機1500馬力	V12汽油750馬力

資料來源：作者自行整理。

跨度平均已達20-30公尺¹¹；另外，裝甲部隊已於2019年向美軍購買了M1A2戰車108輛，其重量為63噸，比我軍現役的M60A3戰車53噸重上許多，若以現有的M48A5履帶機動橋性能，載重能力為軍用級60，已無法承載其重量，而JAB架橋車載重能力為軍用級95，能滿足

其作戰需求，惟其架橋有效垮度仍為18.3公尺，若遇30-40公尺以上之跨度，則無法順利通過，僅能實施有限度支援。

二、環境適應效益分析

(一) 橋樑發射機制(Bridge Launcher Mechanism): JAB 架橋車液壓系統結合了優良的工業設計和零件，以提高安全性、

¹¹ 賴明皇，〈臺灣地區公路橋樑特性統計分析之研究〉《國立中央大學》，西元2004年7月，頁52~53。

效率性、可靠性、可支持性。

(二)M1A1底盤和 M1A2 懸吊系統：提高整體系統的移動性，保持底盤的穩定性，總而言之，將對啟動機制有害的影響降至最低。

(三)戰車城鎮生存套件(Tank Urban Survival Kit)：輕量化的裝甲車底、防撞的駕駛座椅、車身為反裝甲材質的鋼板、步戰通信設施(如圖 8)。

(四)快速臨戰反應：可大幅地減少 JAB 架橋車遭受敵火攻擊的影響，並提高機動力快速克服障礙的能力。

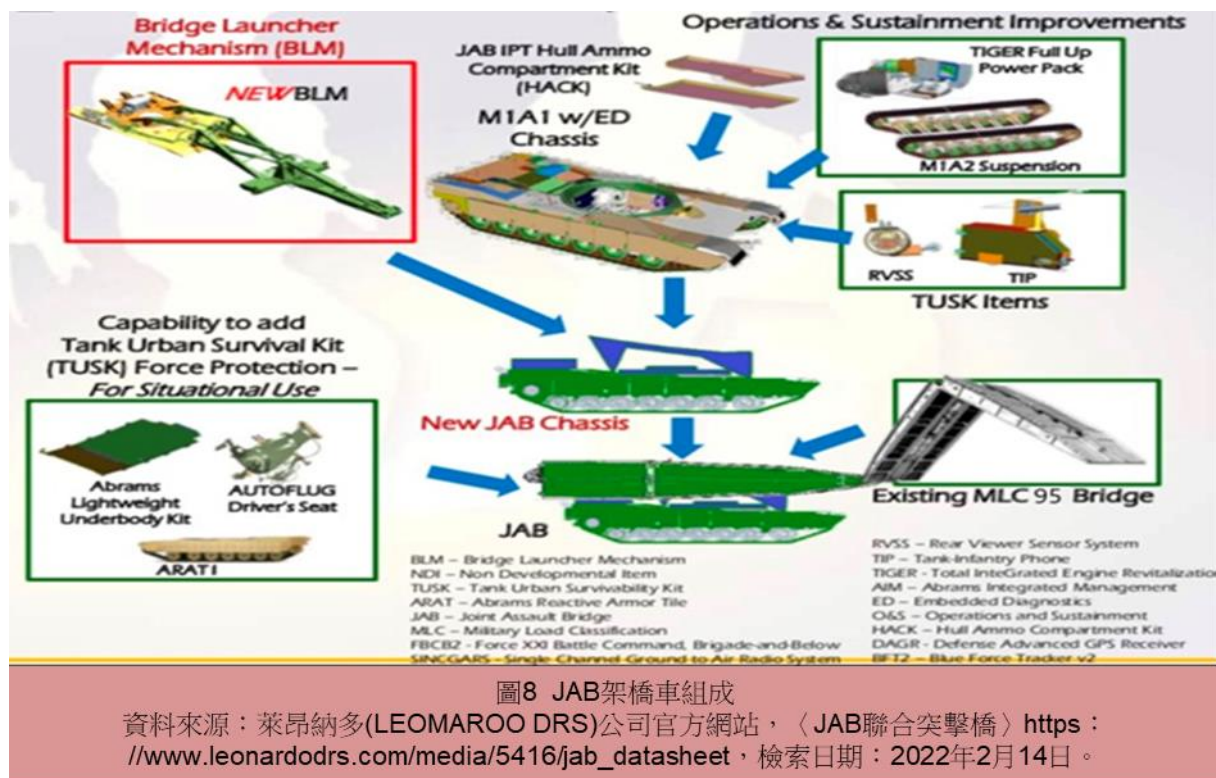
(五)卓越的視野：能在白天、夜晚和能見度有限的條件下提供良好的視野，使車長和駕駛

能保持最佳的觀測能力，並確保及時完成任務。

三、裝備維保效益分析

目前我軍工兵裝備量少項雜，後勤維保與專業訓練一直是維持工兵作業效能之關鍵，新裝備採購後，其維保預算可能影響其他現有工兵裝備的預算，將對後續戰力維持產生影響及衝擊，¹²目前履帶機動橋上半部橋面系統為商維，下半部M48A5 戰車底盤系統為軍維。

未來若採購JAB架橋車，上半部橋面系統因裝備特殊性，建議維持為商維以節約維保人力，下半部架橋車底盤和現在最新的M1A2戰車底盤相同，都是由M1A1底盤改良構成，建議維持



¹² 同註 9。

維軍維，在平、戰時需要維修時，兩者的部份料件可以相互支援，能節省許多時間，提升後勤維保能量，以快速有效達成後勤支援目的。

四、救災需求效益分析

工兵平時的任務著重於災害防救，也需將其視同作戰，災害已成為國家的最大敵人，為因應各項災害所帶來的新挑戰，必須加強對環境劇變所形成的能力，儲備基礎能量並提升整體救災能力；就本島災情狀況而言，災害產生多為突發、多處、同時發生，為了在第一時間(黃金72小時)內暢通救災路線，滿足各救災單位渡河需求，以JAB架橋車的性能，可提升我工兵渡河能力及效率，縮短救災時間、減少災情擴大等效益，對國軍而言，有很大的幫助。¹³

五、研究建議

綜合上述之裝備性能比較及各效益分析，就JAB架橋車裝備性能而言，能滿足我軍未來任務需求，無論是戰時的隨伴支援，還是平時的救災任務，均能充分發揮其性能；就JAB架橋車效益而言，在作業效率、機動力和載重能力方面，均較

我軍現行裝備為佳，在裝備維保方面，其底盤和主戰部隊M1A2戰車相同，具有共同性，能節省時間增加維修效率，惟其在維保預算和架設長度方面可能造成我軍的負擔及支援略顯不足(如表4)。

子曰：「工欲善其事，必先利其器」要在消耗資源最少、動員人力最小、花費時間最短的狀況下運作，以發揮最大效能，關鍵就是「裝備」可否充分發揮其效能，面臨未來多元性的作戰環境。¹⁴而JAB架橋車，在作業效率和機動力方面較佳、底盤和懸吊系統更加強化、底盤和M1A2戰車相同，有利於後勤維保、載重方面大幅地提升，能承載M1A2戰車。因此，若我軍決定採購新的架橋車，從上述分析JAB架橋車可以納入考量。

結論

「逢山開路，遇水架橋」一直是戰爭中必須解決的重要課題，從過去的戰爭中來看，敵我雙方對戰場上橋樑等重要目標的爭奪非常激烈。¹⁵另外，面對共軍部隊組織不斷地更新調

¹³ 同註9。

¹⁴ 李彥奕，〈共軍工程兵舟橋部隊裝備能量之研析〉《陸軍工兵半年刊》(高雄)，第147期，2013年，頁16。

¹⁵ 同註15，頁17。

表4 JAB架橋車效益分析結果

項次	JAB架橋車(美國)	M48A5履帶機動橋(我國)
外觀		
架設時間	3分鐘	5分鐘
馬力	1500匹	750匹
載重能力	軍用級95剪式橋(MLC95)	軍用級60剪式橋(MLC60)
架橋車底盤	M1A1 戰車	M48A5 戰車
分析結果	1.作業效率：在同樣垮距下，JAB架橋車架設時間較短。 2.機動力：在戰鬥支援方面，JAB架橋車之馬力和M1A2戰車相當，能確實達到隨伴支援效果。 3.作業性能：JAB架橋車承載重量表現較高。 4.維保能力：JAB架橋車底盤和M1A2戰車相同，在戰場上故障時，部份料件能相互支援，增加維修效率。	

資料來源：作者自行整理。

整，依我國國防戰略指導，必須從不對稱之作戰形態下發展我有利作戰態勢，我國更需積極發展國防自主研發或採購合宜之裝備，朝向較符合我國「快速、節約、機動、有效」要求之裝備為目標，以增進工兵支援能力，俾利未來作戰任務遂行，可謂當務之急。

工兵部隊指揮程序之研析

吳珮瑄少校

提要

- 一、現行部隊指揮程序中，區分受領預備命令、受領任務、擬定初步計畫、處置下列事項、實施偵察、完成計畫、下達命令及督導實施等八個步驟。
- 二、因應目前工兵準則並無相關部隊指揮程序之參考依據，故冀藉由分析及狀況誘導方式，發展出符合工兵部隊指揮程序之作業模式。
- 三、本研究研究發現，工兵部隊以戰鬥支援為主，配合主戰部隊執行阻絕效果之達成作戰目的，故在部隊指揮程序中，仍須交代主戰部隊等相關事項，當然主戰部隊有須協助工兵各項警戒及掩護等，以利任務順遂。

關鍵字：部隊指揮程序、TLP、工兵偵察

前言

連級部隊指揮程序為連、排、班長用以分析任務、研擬計畫與準備作戰之一程序，使指揮者得以有效計畫與充分準備其作戰任務，¹然部隊指揮程序之順序並非一成不變，可依當時狀況，靈活運用；如某一程序可在另一程序前實施，或某些程序可同時實施或省略，但每一程序均應加以考慮。

工兵屬於戰鬥支援部隊，為有效支援聯合兵種營遂行作戰任務，提升工兵部隊作業效能，應以戰鬥部隊之「任務」為主軸，發展其工兵所需之執行作業，並須納入力、空、時之限制因素，以協力主戰部隊遂行作戰，故藉由相關準則作為依據，探討其工兵部隊指揮程序各步驟適用順序，以供部隊訓練作為參考。

¹ 陸軍司令部印頒，《陸軍機械化步兵營、連訓練教範(第二版)》(臺北:國防部，2015年8月)，頁4-1。

工兵部隊指揮程序概述

「部隊指揮程序」(Troop Leading Procedure, 簡稱 TLP) 係適於無參謀編組之連、排、班長用以分析任務、研擬計畫與準備作戰之程序，使指揮者得以有效計畫與充分準備其作戰任務，部隊指揮程序為遂行指揮之思維及行動過程，使指揮者能迅速下達至當決心，並使下級及早從事戰鬥準備。² 其 8 個步驟如下：

一、受領預備命令

受領預備命令源自於上級所下達之命令或預備命令，通常會依據命令五段格式述明，在上級完成指參作業程序過程中，會持續下達預備命令，通常為三道，其預備命令內容將伴隨推演階段逐漸明確本部任務，而連(排)長於受領預備命令後，必須儘速對狀況進行初步瞭解，完成時間分配與管制，並召集必要人員下達預備命令，以利所屬展開相關作戰準備工作等，其動作如下：

(一)瞭解簡要敵情及上級任務

連(排)長依據上級所下達之預備命令內容瞭解當前狀況

與任務、作戰企圖與作業環境概況、任務開始及完成時間及作戰支援構想為基礎，就當前所掌握的資訊，預判可能會執行之任務，產生本部初步作戰支援構想。

(二)擬定初步時間管制

受領預備命令中，最重要的作業就是「擬定初步時間管制」，時間分配原則通常採用 1/3 及 2/3 區分，即為指揮官使用 1/3 的時間來進行部隊指揮程序，並且控留 2/3 的可用時間給下級部隊作業準備，連(排)長藉由作戰時間分析表內光度時間表及上級作戰準備時間表，擬定本部作戰支援準備時間表之初步時間管制，以任務完成時間為基準，採逆序式推導出作業開始時間，其中需包含器材(裝備)整備、裝載、運輸、卸載、作業場地整理及作業等相關時間，產製出初步作戰支援全程所需作業時間管制表填寫。工兵部隊所需估計時間之資訊如下：

1. 彈藥(爆材、地雷)、阻材存量與申領作業所需時間。
2. 執行工兵作業裝載所需時間估計。

² 陸軍司令部印頒，《陸軍指揮參謀組織與作業教範(第三版)》(臺北：國防部，2015 年 12 月)，頁 2-1-23。

3.執行工兵作業執行能量，包含人員、裝備及器材估算。

4.輸具現況估算運輸所需時間。

(三)擬定作戰支援整備要求事項

依據任務評估可執行之工兵作業方式來擬定，通常上級會律定下屬各作戰準備須完成之事項及程度等，連(排)長必須藉由受支補給單位查詢存量表、作業器材清單、作業人時參考及目前裝備現況，產製出本部作業資源能力現況，執行要領如下：

1.彈藥(爆材、地雷)、阻材存量調查。

2.工兵支援作業所需器材檢整與調借。

3.工兵支援作業人員編組。

4.動力裝備現況。

(四)下達預備命令

由連長召集連部組及各排排長以「口述」方式下達，內容則至少應包含當前狀況與任務、並針對作戰整備要求事項、依作業相關性，依序完成各項作業完成時限律定等，其口述內容如下：

1.狀況。

2.任務。

3.執行

(1)作業方式與作業環境概況。

(2)初步時間管制。

(3)作業準備及要求程度。

二、受領任務

通常在參與上級任務簡報(決心簡報)或是下達命令後實施，連(排)長受領任務後，即開始依照地形、天候、敵情任務、時間等進行分析過程，確實瞭解任務後，依據上級任務分析，並確認任務開始與完成時間、任務地點與任務成果，其執行要領如下：

(一)確實瞭解任務

受領任務後，應藉由質疑、複誦、協調、對錶等步驟及上級之協同計畫管制表，來確實瞭解其任務開始與完成時間、任務地點與任務成果。

(二)實施任務分析

連(排)長對上級所賦予任務之理解，藉以產生初步的作戰概念，並對以下 3 點進行分析：

1.分析地形、天候、敵情

(1)分析地形

參考營級以上階層情報官所提供的地形五大要素(觀測與射擊、隱蔽與掩蔽、障礙物、地形要點、接近路線)分析成果，先利用圖上偵察瞭解

作戰地區環境，並查詢我工兵執行任務地區內的道路、橋樑資訊，產製出可執行之機動路線、作業時間及評估作業威脅。

(2)分析天候

依據天候要素(能見度、風、降水、雲、溫溼度)逐項實施分析。

(3)分析敵情

參考營級以上階層情報官所實施之敵軍威脅評估及研判敵可能行動，並藉分析、討論，研判出敵最大可能行動。

2.分析任務

分析上級的命令，瞭解上級指揮官企圖、任務、鄰接友軍任務與指揮關係等，俾能認知本部在全般作戰中之地位，藉由上級特定行動發展及所望作業成果，經由連(排)長在分析上級命令、地形、敵情及敵可能行動等因素後，自行推斷產生的推斷行動及關鍵行動。

3.修訂時間

依據任務、現況及實際作業能量(檢討可運用資源及限制因素)，修訂初步作戰支援全程作業時間管制表，俾利後續作戰準備。

三、實施偵察

偵察乃利用目視觀測或其他偵測方法，以獲取有關之敵情、天候、地形等情報資料，動

作如下：

(一)計畫偵察

決定偵察編組、方式、時間、地點、偵察事項及隨同偵察之人員。

(二)計畫下達命令

以上級所律定之任務完成時間為基準，依本部作業能量(含偵察作業所需時間)，計畫最晚需對所屬任務部隊完成命令下達之時間與地點。

(三)偵察地形

參考分析地形五大要素後之結論，依據任務所需使用載具(車輛重機械裝備)之通行條件(長、寬、高、越野、爬坡、徒涉能力及載重等諸元)，完成機動路線及作業地區相關偵察作業，產製出可通行之機動路線及作業地區現況。

(四)偵察敵情

連(排)長偵察作業地區有無影響作業之敵情狀況，作為爾後完成計畫之依據，若無威脅，則依據原定之行動方案下達命令及執行作業，若有威脅，則必須重新擬定行動方案。

(五)偵察作業技術資訊

連(排)長針對需執行作業所需相關技術資訊完成調查，並初步判斷以何種工兵作業方式為最佳之任務執行模式，產製出最佳作業方式。

四、擬定初步計畫

連(排)長實施任務分析及實施偵察後，已對任務、地形、敵情等有全般概念及最佳作業方式，擬定初步計畫時，應以我軍現有之部隊與資源為根基研擬我軍行動方案，擬定初步行動腹案並填入作業階段管制表，其動作如下：

(一)各部隊任務與編組

依作業任務將整體作業人員編成指揮組、偵察組、整備組(如器材、爆藥阻材、裝備)、作業組(區分駐地裝載及作業地區設置)及警戒組。

(二)受配屬(作戰管制)部隊管制

依配屬(作戰管制)部隊需求，規劃工兵部隊執行任務事項與任務完成時間，並律定所需兵力、器材、到達地點與時間，連(排)長須構思並管制時間，如何與配屬(作戰管制)部隊配合各行動來完成的支援作業。

(三)作業方式

依上級任務、時間、兵力、器材及相關裝備，規劃最佳作業方式(如採爆破作業、障礙設置等)，在攻防階段中，如何執行機動、反機動及提升戰場生存力之工兵作為實施擬訂。

(四)警戒措施

因敵情之顧慮，故須指

定部隊擔任警戒，依據作業環境，律定警戒派遣位置及通訊與情傳方式。

五、處置下列事項

連(排)長擬定初步計畫後，依據地形、敵情之分析與行動方案之研擬「處置下列事項」，動作如下：

(一)警戒部隊派遣

依任務需求，於作業開始前派遣警戒人員至作業地區完成警戒。

(二)部隊調動

依據計畫下達命令之時間、地點，命令傳達人員返回集結地區，通知部隊於規定之時間，帶至指定地點接受命令。

六、完成計畫

連(排)長須將命令依五段格式完成，依偵察結果，比對作戰支援全程作業時間管制表，如原定計畫無法滿足作業現況需求，則依現況實施人員編組、器材、裝備及所需作業時間修正。

七、命令下達

命令為向下級傳達作戰構想之方法，也就是要下級去做什麼、何時做、如何做，動作如下：

(一)派遣警戒掩護

下達命令時，因有敵情顧慮，故須派遣警戒於下達命

令地點四周以防遭敵突擊，派遣時，通常由連絡兵及警戒兵擔任。

(二)介紹方向地形

介紹方向地形之順序依據中、前、右、後、左之方向順序結合地形介紹。

(三)下達命令

通常在現地以口述方式下達，位置應力求隱掩蔽，且能通視任務地區與目標，依據作業計畫向所屬人員完成命令五段格式下達，並要求所屬人員完成質疑、複誦、協調、對錶等事項，以確保所屬確實了解任務。

八、督導實施

督導所屬貫徹執行先前所律定之戰備整備事項，並實施戰備檢查，動作如下：

(一)戰備檢查

依據作戰支援全程作業時間管制表，所列之作業整備檢查時間點，實施戰備檢查，以確認部隊整備狀況。

(二)執行任務

依據作戰支援全程作業時間管制表，所管制之任務開始時間，管制所屬依計畫執行任務。

工兵部隊為戰鬥支援單位，在執行任務前，除了須與作

戰部隊確認工兵支援任務所望阻絕效果，也須配合作戰環境內現有資阻材獲得來規畫，力求於力、空、時能達成任務。

工兵部隊指揮程序之運用

一、想定狀況

(一)一般狀況(如圖 1)

1.敵軍：海景登陸之敵與我守軍激戰後，其一部兵力，已奪取連城水庫附近要點，現正集結整補，有積極北進之徵候，預計3日內可抵我陣地前緣。

2.我軍：

(1)國軍聯兵第 1 營為旅之一部，奉命至新城附近集結，完成整補後，即採兩區分，機步第 1 連在右為重點，於△乙~△40 之線編組陣地實施防禦，阻殲來犯之敵，以利營爾後作戰。

(2)聯兵第 1 營配屬有砲兵 1 連、工兵排。



圖1 一般狀況要圖
資料來源：作者自行繪製。

(二)特別狀況(如圖2)

1.機步第1連為聯兵第1營之一部，於錦城附近從事作戰準備中。

2.D-1日0130時，連長於集結地區接獲營長預備命令，刻正積極籌劃防禦準備諸事宜，營長預備命令內容如表1所示。

3.D-2日0130時，連長接獲營部電令通知：海景登陸之敵，有佔領連城諸高地之企圖，

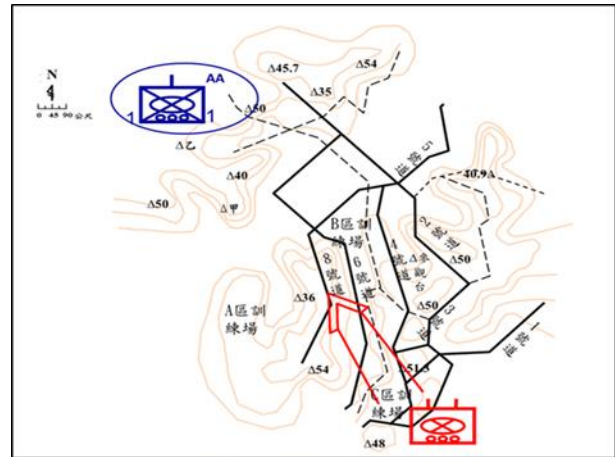


圖2 特別狀況要圖
資料來源：作者自行繪製。

表1 營預備命令第1號

聯 兵 第 1 營 預 備 命 令 第 1 號		
任務編組	建制： 1.營部暨營部連 2.機步1連 3.機步2連 4.戰車連	配屬： 1.砲兵1連 2.工兵1排
狀況	D-3日1700時海景海灘登陸之敵與我守軍激戰後，其後續梯隊仍不斷登陸，部分已竄抵連城市一帶，有佔領連城諸高地建立攻勢基地之企圖。	
任務	營奉命即於Δ54~Δ乙實施防禦，各連立即完成防禦作戰準備，並加強心戰措施。	
執行	1.作戰方式與作戰地區範圍(無) (1)作戰方式 (2)作戰地區 2.各部隊任務(無) 3.協調指示事項 (1)初步作戰時間管制(無) (2)作戰準備與要求程度 A.各連連長於D-1日0230時到營長處受領任務。 B.各單位於D日0530前完成防禦準備。 C.檢查武器、車輛維持完整戰力。 D.營情報官彙整防禦地區週邊情報。 (3)其他規定事項 A.車輛檢修，期於戰備檢查前恢復妥善。 B.各排派出警戒，掩護連大休息安全。 C.通信裝備檢修及試通。 D.武器保養檢查及規正。 E.加強人員著裝及偽裝。 G.收繳不必要文件及裝備。 H.心戰、心防編組及精神動員。 I.編組滅跡小組，離開集結地區前完成滅跡工作。	

資料來源：作者自行整理。

連城市一帶發現其偵察兵力，加強心戰措施，各連連長及配屬營奉命於△54~△乙實施防禦，部隊長於D-1日0230時至營指揮所接受防禦命令，如表2所示。

表2 營作戰命令

聯 兵 第 1 營 作 戰 命 令 第 1 號	
狀況	1.敵情 海景海灘登陸之敵與我守軍激戰後，其後續梯隊仍不斷登陸，部分已竄抵連城市一帶，有佔領連城諸高地，建立攻勢基地之企圖。 2.友軍 (1)旅負有阻殲該敵之任務。 (2)左有聯兵二營。 (3)砲兵1連及工兵1排配屬本營。
任務	營奉命即於△54~△乙實施防禦，阻殲犯敵，以利旅爾後作戰。
執行	1.作戰構想 營以阻殲犯敵為目的，採二區分，以機步一、二連為一線，機步一連在右為重點，沿△50~△乙一線編組陣地，實施防禦；戰車三連任預備隊，初期於營指揮所附近集結，待命實施逆襲戰鬥；火力行一般支援，初期優先警戒部隊，爾後優先重點方面，逆襲時優先逆襲部隊。 2.各部隊任務 (1)警戒部隊(監視排) 於1號道與敵保持接觸，積極偵蒐當前敵軍動態，遲滯敵軍行動，警戒任務完成後待命於△50擔任營南側翼警戒。 (2)戰鬥前哨(機步二連三排) A.即於3號道一線編組警戒陣地，早期警報敵情，吸引敵兵力於B區訓練場附近。 B.任務完成後，機步二連三排待命變換陣地至2號道一線擔任營北側翼警戒。 (3)機步一連 佔領△50~△乙之線，編組防禦陣地；構築A、B預備陣地。 (4)機步二連 佔領△35~△54之線，編組防禦陣地；構築C、D預備陣地。 (5)砲兵一連 於奇峰山附近佔領射擊陣地，火力行一般支援。 (6)120迫砲排 於△45.7後方佔領射擊陣地，火力行一般支援，初期優先警戒部隊，爾後優先重點方面，逆襲時優先逆襲部隊。 (7)工兵排 完成阻絕計畫，並指導各連完成阻絕設施，工一班配屬機步一連；任務完成後於指揮所附近集結，待命擔任預備隊任務；構築E輔助陣地。 (8)預備隊 由戰車連擔任，初期於指揮所附近集結，以火力支援第一線部隊，待命實施逆襲作戰；構築F、G陣地。 3.協調指示事項 (1)陣地按射界、散兵坑、多人操作武器、障礙阻絕、車輛掩體、交通壕之順序構築；於四小時內完成單人散兵坑之構築；於入夜前完成夜間射擊準備；同時加強偽裝。 (2)戰鬥地境線為△40-△35間之RC2號道路，線上責任屬機步二連。 (3)最後防護線為5號道之線。 (4)情報蒐集要項。 A.敵是否向我攻擊？若然，何時？何地？兵力為何？ B.是否發現敵戰車及反裝甲武器？若然，何時？何地？型式、數量為何？ 4.勤務支援與政戰 (1)油、彈消耗三分之一立即回報；營戰鬥輜重（營救護站、彈藥分配點、機保組）位於橄欖園。 (2)政戰措施按政戰指示第三號規定，特別注意三星里、七星里之反情報措施。 5.指揮與通信電子 (1)通信按本月份規定，一小時後完成有、無線電通聯，出網試通，防禦準備時以傳令及有線電為主，無線電保持靜聽，防禦戰鬥階段無線電開放使用，嚴禁使用明語。 (2)營指揮所位於奇峰高中，營觀測所位於△40，我的位置位於觀測所，現在時間2時40分。

資料來源：作者自行整理。

二、工兵排排長指揮程序

(一)受領預備命令

1.瞭解簡要敵情及上級任務：

我已確實了解任務，本營奉命於△54~△乙實施防禦，阻殲犯敵，以利旅爾後作戰；若還有疑慮之處，則須向上級級提出質疑，並且要協調其報到時間與地點及應準備事項。

2.擬定初步時間管制：

根據時間分配 1/3 計畫、2/3 部隊準備時間原則，在受領營長賦予任務之同時即為部隊指揮程序之開始時間(D-1 日 0230 時)。然在任務中上級要求統一於 D 日 0530 時完成防禦

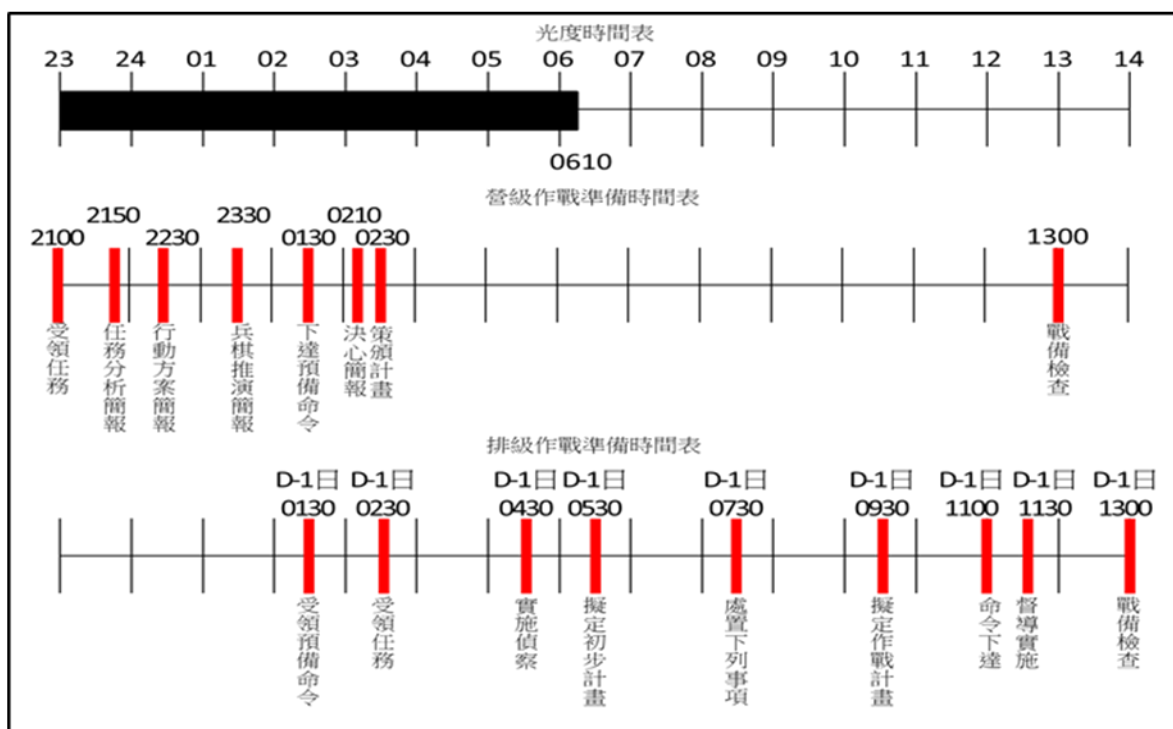
準備，亦為單位最後能掌握之時間；計算方式如下：

(1)全程作戰可用及掌握之時間，從 D-1 日 0230 時到 D 日 0530 時總計 27 小時。

(2)依照 1/3 計畫，2/3 部隊準備之分配原則，可得知計畫作為時間為 9 小時(27 小時乘以 1/3)；部隊準備時間為 18 小時(27 小時乘以 2/3)。

(3)將上述時間配合上級律定之時間，結合本部指揮程序之步驟及所規劃部隊須執行之動作及準備之事項於時間分析表中，如表 3、表 4 所示。

表3 作戰時間管制表



資料來源：作者自行整理。

表4 作戰時程管制表

時間	管制事項	負責人(管制單位)
D-1日0230	受領任務	排長
D-1日0230-0430	任務分析	營長
D-1日0400-0430	下達預備命令	排長
D-1日0430-0530	實施偵察	排長
D-1日0530-0730	擬定初步計畫	排長
D-1日0730-0930	處置下列事項	排長
D-1日0930-1130	完成計畫與下達命令	排長
D-1日1300	戰備檢查	排長
D-1日1400	沙盤推演	排長
D-1日1700	完成夜間防禦準備	排長
D日0530	完成防禦準備	排長

資料來源：作者自行整理。

3.擬定作戰支援整備要求事項

工兵排長先行完成心中腹案，由副排長完成彈藥及阻材存量調查，要求各班班長檢整器材及完成作業人員編組，並確保車輛妥善率。

4.下達預備命令

(1)排長：傳達兵！即刻通知副排長及各班班長至此地聽我下達預備命令！

(2)傳達兵：我複誦！即刻通知副排長及各班班長至此地聽排長下達預備命令！

(3)副排長：報告排長！各班班長到！

(4)排長：各位同仁！辛苦了！我剛才接獲營長準備防禦準備電令，現在聽我下達預備命令：

A.狀況：海景海灘登陸之敵與我守軍激戰後，其後續梯隊仍不斷登陸，部分已竄抵連城一帶，有佔領連城諸高地，建立攻勢基地之企圖。

B.任務：營奉命即於△54~△乙實施防禦，各連立即完成防禦作戰準備，並加強心戰措施，本排奉命指導各連完成防護性阻絕設施及設置戰術性阻絕，以利爾後之作戰。

C.協調與指示

時間管制事項如下：

D-1日0130時—下達預備命令。
D-1日0430時—實施偵察。
D-1日1100時—下達命令。
D-1日1300時—戰備檢查。
D-1日1400時—沙盤推演。

各班須於D日0500時前完成障礙物設置作業前準備，D-1日1100時副排長及各班班長於此地接受我命令。

D.作戰準備與要求程度

我不在時請副排長督導完成下列各項工作：

(A)武器裝備在戰備檢查前完成檢修，恢復妥善。

(B)各班彈藥基本攜行量不足部分向副排長協調補給。

(C)通信裝備檢修及試通。

(D)武器保養檢查及規正。

(E)加強人員著裝。

(F)收繳不必要文件及裝備。

(G)心戰、心防編組及精神動員。

(H)編組滅跡小組，離開集結地區前完成滅跡工作。

(I)設置器材檢整與調借。

(J)作業人員編組。

(5)各位同仁！對預備命令內容是否瞭解？

(6)受命人員：瞭解！。

(二)受領任務

1.確實瞭解任務

我已確實了解任務，本營奉命即於△54~△乙實施防禦，各連立即完成防禦作戰準備，並加強心戰措施，本排奉命指導各連完成防護性阻絕設施及設置戰術性阻絕，以利爾後之作戰。

2.實施任務分析

(1)分析地形、天候、敵情

A.界定戰場空間

(A)確定作戰地區範圍：

本作戰地區北起錦城、南至連城；東起25號道、西至17號道。

(B)確定利害地區範圍：

利害區北起高程市、南至海景、東起連城溪、西至海景港。

B.分析作戰地區

(A)地形分析

a.觀測與射擊

(a)對我而言：5號道-△40間為開闊地，地形平坦，觀測、射界良好。

(b)對敵而言：敵如攻佔參觀台，對△40陣地均有良好觀測與射界。

b.隱蔽與掩蔽

(a)對我而言：B區訓練場一帶隱蔽、掩蔽效能良好。

(b)對敵而言：受B區訓練場一帶及其附近樹、竹叢之遮障，對△40攻擊初期，有良好之隱蔽、掩蔽，爾後運動至開闊地時，則無地形、地物可供其隱蔽與掩蔽。

c.障礙物

(a)對我而言：△40前方為開闊地，有利於敵近接攻擊與衝鋒，因無天然障礙，故須藉人工阻絕設置，遲滯敵攻擊行動。須設置之種類計有戰術型鐵絲網(屋頂型)、防護型鐵絲網(蛇腹型)、補助型鐵絲網、高(低)絆網、詭雷、照明雷、人員殺傷雷及戰防雷等。

(b)對敵而言：△40 前緣，無天然之地形障礙；連設置之人工阻絕，將不利於敵運動攻擊。

d.地形要點

(a)對我而言：△40~△乙可瞰制前方開闊地及 6 號道、8 號道等敵接近路線，為連第一線陣地主要防禦區域。

(b)對敵而言：敵攻佔參觀台後，可瞰制△40，可做為奪取△40 之支撐。

e.接近路線

(a)敵最佳接近路線：利用△54 及△36 山谷向△40 攻擊。

(b)戰甲車接近路線：經 6 號道向△40 攻擊。

(B)天氣分析

a.能見度：月出時間 0608 時，行軍全程於晝間，能見度良好有利於我部隊機動及觀察敵情。

b.風：風向東北，風力 3 級，不利於敵我施放煙幕及核生化攻擊。

c.降水：受梅雨鋒面影響，多雲陣雨，影響敵軍觀測，有利於敵我部隊機動，不利敵我防禦。

d.雲：晨有濃霧影響敵我觀測，有利於敵我部隊機動。

e.溫濕度：氣溫 18—25 度，濕度低，有利敵我人員運動與觀測器材運用。

(C)敵情分析

a.評估敵軍威脅：依據營長情報得知，海景登陸之敵為先頭部隊，有佔領連城諸高地，以掩護其後續部隊建立攻勢基地之企圖，目前後勤補給能力薄弱，其後續梯隊正陸續登陸中。

b.研判敵可能行動：敵為建立攻勢基地，研判向△40 發起攻擊，以掩護後續梯隊

表5 任務分析表

任務：本排奉命指導各連完成防護性阻絕設施及設置戰術性阻絕，實施防禦，阻攔來犯之敵，以利爾後作戰。		
特定行動	推斷行動	關鍵行動
排於 D 日 0530 前於△40~△乙一線完成戰術性阻絕設置，阻攔來犯之敵，以利爾後作戰。	各排必須於 D-1 日 1300 前完成設置前準備。	排必須於 D 日 0530 時前完成戰術性阻絕。
	△40~△乙前緣指導各連完成防護性障礙阻絕配置。	
	△40~△乙前敵接近路線上，完成戰術性阻絕設置。	

資料來源：作者自行整理。

登陸及增加整補時間。

(2)分析任務：營採陣地防禦，工兵排負責重點為戰術性阻絕設置。

(3)修訂時間：尚無需修正。

(三)實施偵察

1.計畫偵察：排長依營長賦予任務先行決定偵察編組、方式、時間、地點、偵察事項及隨同偵察之人員，並完成計畫偵察表如表6所示。

2.計畫下達命令：排長依本部作業能量，計畫最晚需對所屬任務部隊完成命令下達之時間與地點。

3.偵察地形：偵察地形結果發現△40前方為開闊地，正面約300公尺、縱深約150公尺左右，有利於敵近接攻擊與衝鋒，因無天然障礙，故須藉人工阻絕設置，遲滯敵攻擊行動。其主要機動路線為6號道，次要機動路線為2號道。

4.偵察敵情：在作業時間規畫下，尚無敵情顧慮。

5.偵察作業技術資訊：經排長偵察△40前方為開闊地，正面約300公尺、縱深約150公尺左右，須設置之種類計有戰術型鐵絲網架設及戰車掩體構築，以支持主戰部隊完成陣地構築。

(四)擬定初步計畫

1.各部隊任務與編組：作業人員編成指揮組，由排長擔任，器材整備組由工兵二班第一伍負責，包含鐵絲網各器材數量，作業組則由工兵二班及裝備班負責，如表7。

2.受配屬(作戰管制)部隊管制：營長1130下達命令後至次日0530完成阻絕設置，因工兵一班以配屬機步一連，故排可用兵力為工兵二班及裝備班，設置時間共計18小時，故分配工兵二班敵戰甲車接近路線

表6 計畫偵察表

偵察	偵察編組	偵察方式	偵察地點	偵察時間	偵察事項
	排長 工二班班長 裝備班班長 通信兵	統一偵察	△51.3 △50 △40.9	30分鐘	重要建物地形要點 敵戰甲車接近路線
			△40	20分鐘	障礙阻絕設置位置 重要地形要點
			△50	10分鐘	預備陣地位置 輔助陣地位置
下達 命令	時間		地點		
	D-1日1100時		△40		

資料來源：作者自行整理。

表7 作業編組表

組別	編組人員
指揮組	排長、通信兵
整備組	工兵二班第一伍
作業組	工兵二班裝備班

資料來源：作者自行整理。

阻絕設置，裝備班後方構築預備陣地工事。

3.作業方式：工兵二班在△40前方為開闊地完成長300公尺戰術型鐵絲網架設，設置時間約為4.5小時，裝備班於後方構築13個戰車掩體，設置時間為2.1小時，並逐步加強縱深及強度。

4.警戒措施：因敵情之顧慮，指派機步一連派遣一個班至△48高地實施警戒。

(五)處置下列事項

連(排)長擬定初步計畫後，依據地形、敵情之分析與行動方案之研擬「處置下列事項」：

1.警戒部隊派遣：由機步一連派遣一個班至△50高地實施警戒。

2.部隊調動：通知部隊於1100，帶至△40接受命令。

(六)完成計畫

1.完成內心計畫腹案：排於D日0530前，完成△40前方戰術性鐵絲網架設及後方構築預備陣地工事戰車掩體，殲滅

所在敵軍，以利營爾後作戰。

2.下達命令：預定於D-1日1100時下達。

(七)命令下達

1.傳達兵！你在前方交通壕擔任警戒，工兵二班長到我右側方疏散，連絡兵到右前方擔任警戒；裝備班長到我左側方疏散，連絡兵到左前方擔任警戒。

2.首先介紹方向、地形：我手指的方向概略為東南方，亦為敵來襲之方向，此地為△40，前方約150公尺之橫向道路為5號道，右方約200公尺處為△甲，後方約200公尺處為△50及△乙，左方約200公尺處為△35。

3.連長：大家對我介紹的方向、地形有沒有問題？如果沒有，現在聽我下達命令：

(1)狀況

A.敵情：敵約一個步戰混合加強團之兵力已由海景外海登陸，刻正持續向內陸突入，其一部約一個機步營附戰車十餘輛之部隊目前已行抵連城，研

表8 作戰階段管制表

	陣地構築	警戒陣地戰鬥	主陣地帶戰鬥	逆襲戰鬥
階段開始	△40周邊構築工事	警戒部隊發現敵先鋒部隊，迫敵展開	敵發起衝鋒	發起逆襲，退至預備陣地實施防禦
階段結束	完成工事構築，並持續練進出入陣地	警戒部隊從警戒陣地退回主陣地歸建	陣地遭敵突入	逆襲奏功，奪回原陣地，並持續實施防禦工事修整
工兵排部	構築防禦工事	掌握警戒部隊戰況並指揮主陣地實施防禦	持續掌握部隊戰況	指揮預備隊戰鬥
工兵一班	協助機步一連第一線排完成工事及障礙構築	進入陣地完成戰鬥前準備	持續對敵實施射擊	預備隊投入後，重新編組成新任預備隊
工兵二班	敵戰甲車接近路線阻絕設置	進入陣地完成戰鬥前準備	持續對敵實施射擊	實施防禦
裝備班	後方構築預備陣地工事	進入陣地完成戰鬥前準備	持續對敵實施射擊	實施防禦
警戒部隊	機步一連派遣一個班至△50高地實施警戒	與敵戰鬥並回報其兵力大小，退回原排組歸建	歸建制排指揮	歸建制排指揮

資料來源：作者自行整理。

判於 D 日有向我進犯，有佔領連城諸高地，掩護其續部隊建立攻勢基地之企圖。

B.友軍：

(A)營負有固守△40 南北一線，阻殲該敵進犯之任務。

(B)左有機步二連，右為機步二營，營偵察排正於 1 號道向敵之方向實施警戒。

(C)工一班配屬機步一連。

(2)任務：本排奉命指導各連完成防護性阻絕設施及設置戰術性阻絕，以利爾後之作戰。

(3)執行

A.作戰構想：排以阻殲來犯之敵為目的，採任務分配法完成△40 前方戰術性阻絕及防護性阻絕，以一個班負責戰術型鐵絲網架設，一個班負責戰

車掩體構築。

B.各部隊任務

(A)工二班：負責△40 前方戰術型鐵絲網架設，長 300 公尺。

(B)裝備班：負責後方構築預備陣地工事 13 個戰車掩體。

C.協調指示

(A)各班保持聯絡，相互支援。

(B)人員、武器、車輛加強偽裝及隱蔽掩蔽。

(C)作業期間需有敵情觀念及軍紀秩序。

(D)情報蒐集要項：

a.敵是否向我發起攻擊？若然！何時？何地？主要方向與兵力如何？

b.發現敵戰車及反裝甲武器，立即回報！

(4)勤務支援

A.營彈藥交付所位於△45.7、營傷患集中點位於△50。

B.油、彈消耗三分之一立即回報。

(5)指揮與通資電

A.通信以無線電為主，聲視號為輔；餘按本月份通信規定實施。

B.我的位置在工兵二班附近。

(八)督導實施

排長完成戰備檢查，相關器材整備狀況，另針對各位幹部對我任務賦予有沒有問題，沒有問題，即刻出發執行任務。

三、小結

部隊指揮程序非固定格式，其格式可依兵科特性實施調整，參考其他兵科準則後，與步兵、裝甲兵及化學兵差異如表9。

研究發現與建議

一、工兵執行任務前優先偵察

工兵為戰鬥支援部隊，主戰部隊在下達命令後，其工兵如何支援任務已相當明確，惟工兵執行相關作業前，均須先行完成工兵偵察，在配合既有的阻材及鄰近的非制式資阻材等兵要調查下，諸般考量後，才能完成任務編組、作業方式及作業時間之規劃，故在工兵部

隊指揮程序中，與其他兵科執行順序較大不同及考量點為「實施偵察」，在時間允許下，可配合主戰部隊同步出發實施偵察地形，若時間不足狀況下，則須依據主戰部隊協同計畫管制表(或計畫偵察表)，先行出發完成工兵偵察作業，以利後續裝備及資阻材整備事宜。

二、建立工兵偵察作業表格

依據工兵部隊指揮教則工兵偵察要項為道路偵察、橋樑(含便引道開設)偵察及河川偵察等3類，其中偵察包含徒涉場、漕度場、障礙等，另依據道路偵察作業手冊中，偵察目的在先期獲得與作戰(作業)有關之道路、橋樑資料，作為作戰部門規劃部隊運行路線之參考，工兵支援項目計有阻絕作業、渡河作業、爆破等10項，其支援項目並非全部都需要詳細的偵察要項才能執行工兵支援，故建議應重新檢討各工兵支援作業所必須偵察項目，建立對應相關偵察報告表(含圖)，如表10所示，以提供偵察單位可以依報告逐一填寫。

三、增購新式偵察裝備

目前工兵部隊偵察人員運用偵察裝備為測具望遠鏡、雷射測距經緯儀、光學水準儀、傳統平板儀、地雷搜索器等，其功

表9 程序差異對照表

步兵部隊指揮程序	裝甲兵部隊指揮程序	化學兵部隊指揮程序	工兵部隊指揮程序
一、受領預備命令 (一)瞭解簡要敵情及上級任務 (二)擬定初步時間管制 (三)完成作戰整備要求事項 (四)下達預備命令 二、受領任務 (一)確實瞭解任務 (二)實施任務分析 (三)分析地形、天候、敵情 三、擬定初步計畫 (一)各部隊任務及編組 (二)戰鬥隊形 (三)配屬部隊運用 (四)警戒措施 四、處置下列事項 (一)計畫偵察 (二)計畫下達命令 (三)部隊調動 五、實施偵察 (一)偵察敵情 (二)偵察地形 六、完成計畫 七、下達命令 (一)狀況 1.敵情 2.上級 3.友軍 (二)任務 (三)執行 1.作戰構想 2.各部隊任務 3.協調指示事項 (四)勤務支援 (五)指揮與通資電 八、督導實施 (一)戰備檢查 (二)沙盤推演	一、受領任務 (一)確實瞭解任務 (二)實施任務分析 (三)分析地形、天候、敵情 二、下達預備命令 (一)瞭解簡要敵情及上級任務 (二)擬定初步時間管制 (三)完成作戰整備要求事項 (四)下達預備命令 三、擬定初步計畫 (一)任務 (二)敵情 (三)地形及天氣 (四)部隊及配屬支援 (五)可用時間 (六)民事考量 四、部隊先期調動 五、實施偵察 (一)偵察方式 (二)偵察重點 (三)偵察結果 六、完成計畫 七、下達命令 (一)狀況 1.敵軍 2.友軍(上臨支增)) (二)任務 (三)執行 1.指揮官作戰企圖 2.作戰構想 3.各部隊行動 4.協調指示 (四)勤務支援 (五)指揮與通資電 八、督導實施及修正	一、受領任務 (一)確實瞭解任務 (二)實施任務分析 (三)分析地形、天候、敵情 二、下達預備命令 三、擬定初步計畫 四、部隊調動 五、實施偵察 (一)偵察敵情 (二)偵察地形 六、完成計畫 七、下達命令 (一)狀況 1.敵情 2.上級 3.友軍 (二)任務 (三)執行 1.指揮官作戰企圖 2.支援構想 3.各部隊任務 4.協調指示事項 (四)勤務支援 (五)指揮與通資電 八、督導實施 (一)戰備檢查 (二)沙盤推演	一、受領預備命令 (一)瞭解簡要敵情及上級任務 (二)擬定初步時間管制 (三)完成作戰整備要求事項 (四)下達預備命令 二、受領任務 (一)確實瞭解任務 (二)實施任務分析 三、實施偵察 (一)計畫偵察 (二)計畫下達命令 (三)偵察地形 (四)偵察敵情 (五)偵察作業技術資訊 四、擬定初步計畫 (一)各部隊任務及編組 (二)受配屬(作戰管制)部隊管制 (三)作業方式 (四)警戒措施 五、處置下列事項 (一)警戒部隊派遣 (二)部隊調動 六、完成計畫 七、下達命令 (一)狀況 1.敵情 2.上級 3.友軍 (二)任務 (三)執行 1.作戰構想 2.各部隊任務 3.協調指示事項 (四)勤務支援 (五)指揮與通資電 八、督導實施 (一)戰備檢查 (二)執行任務

資料來源：作者自行整理。

表10 偵查報告表(含圖)範例

徒涉場偵察報告				日期：00年0月00日	
受文者：(命令實施偵察之司令部) 五〇工兵群戰工營營部連		發文者：(偵察軍官單位、階級、姓名) 000000		4 日期(偵察時間) 000年2月22日 1000時	
1 路線號碼 29-I號道路	2 自(起點) UT229535 2524730	3 至(終點) UT229532 2524702			
5 圖編號 V734	6 圖號 5561-III	7 參考方格網 種類 1:25000 座標 UT229535 2524730	8 徒涉場號數 1		
9 由最近鎮市至本處 距離 2.1公里		方位 北偏東	市鎮名稱 燕巢鄉		
11 徒涉場狀況		10 跨越河溪名稱 000溪			
水位高	寬	深	流速	日期	季或月份
即日	7.3公尺	0.5公尺	每秒1.5公尺	00年1月14日	
低	6.1公尺	0.3公尺	每秒1.1公尺		秋季
中等	7.3公尺	0.5公尺	每秒2公尺		夏季、冬季
高	8.4公尺	1.8公尺	每秒2.2公尺		春季
12 水底性質 ☒ 砂 ☐ 礫 ☒ 石 ☐ 其他(沙礫)		13 接近道路狀況 ☒ 堅 ☐ 鬆 ☒ 鋪有路面		14 坡度 8%	
15 道路種類 瀝青		16 可用寬度 7.3公尺		17 危險情形(山洪、流砂) 尚未悉知	
18 附註：(說明進入道路、指引標示、各種水深表等。) 無水深表					

側視要圖

比例尺：1:250

俯視要圖

比例尺：1:250

資料來源：作者自行整理。

能多為測量距離、高程差、金屬探測，所呈現成果多為二維空間地形、地貌與地物之偵察，並無法有效偵察到作業地區河岸土壤承載力、河流速與近岸水深等較工兵情報之資訊。目前世界各國發展無人飛行載具越來越廣泛及成熟，無人飛行載具具備輕小、廉價、節省現地偵察人員之傷損，藉由無人飛行載具的全景攝影機搭配掛載功能，以遠距離方式實施偵察作業，依工兵偵察所需偵察功能，如距離、高程差、金屬探測、河岸土壤承載力、河流速與近岸水深等，客製工兵部隊所需之無人飛行載具，供部隊在第一時間實施工兵偵察時使用。

結語

部隊指揮程序之目的，在使連、排、班長將可用的時間，發展出有效率的計畫和整備，以利任務執行順遂，其程序內容並非一層不變，指揮官可依據情況實施修正，以符合兵科特性，希望藉由本文之研析，可以提供給部隊做為參考，程序若有需再調整則可共同討論研究，使工兵幹部熟稔靈活運用部隊指揮程序。

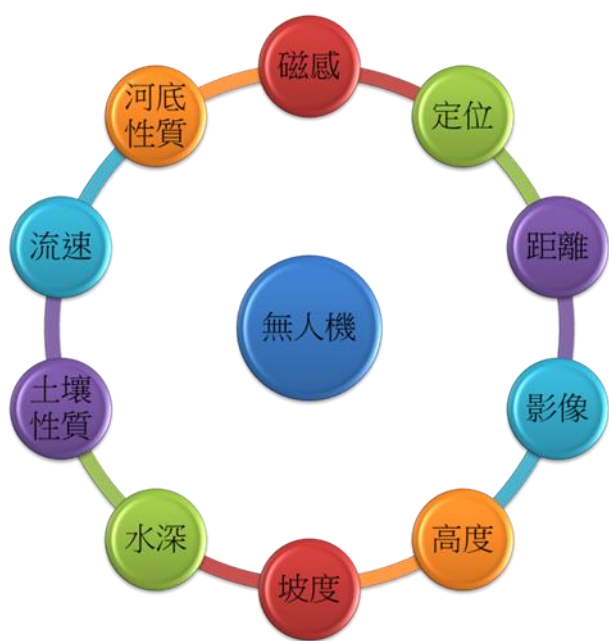


圖3 無人機功能構想圖
資料來源：作者自行繪製。

SURVIVABILITY OPERATIONS

美陸軍戰場生存力教範

翻譯--周寬渝中校

Chapter 4

第四章

Fighting Positions

Fighting positions provide cover and (often) camouflage and concealment for personnel and physical assets. At the same time, fighting positions must allow Soldiers/Marines and their weapon systems to engage and destroy enemy forces from the position. Fighting positions include individual and crew-served weapon fighting positions, bunkers and towers, vehicle fighting positions, and artillery positions. While individual and crew-served weapon fighting positions can be—and often are—constructed entirely without engineer support, the other categories (bunkers and towers, vehicle fighting positions, and artillery positions) usually require engineer support. This chapter provides planning, design, and construction considerations for fighting positions, focusing on those aspects that most commonly require engineer support.

PLANNING AND DESIGNING FIGHTING POSITIONS

4-1. Fighting positions should be selected, designed, and built to support a unit's direct and indirect fires while simultaneously enhancing the protection provided to the individuals or vehicles occupying those positions. When planning and designing fighting positions, several basic design requirements must be considered. These design requirements will help to ensure that the positions are effective. Requirement considerations include weapons employment, cover, simplicity and economy, ingenuity, and progressive development.

戰鬥陣地

戰鬥陣地可提供人員及實體物資隱、掩蔽及偽裝，同時戰鬥陣地必須能提供士兵、陸戰隊員及其武器系統從戰鬥陣地與敵接戰及摧毀敵軍。戰鬥陣地包含單兵、多人操作武器據點、掩體、警戒塔、車輛戰鬥陣地及砲兵陣地。

雖然單兵及多人操作武器戰鬥陣地通常可在無工兵支援的狀況下完成構築，但其他類型的戰鬥陣地(掩體、警戒塔、車輛戰鬥陣地及砲兵陣地)通常需要工兵支援，本章提供執行戰鬥陣地構築時之計畫、設計及構築相關考慮事項，置重點於多數普遍需要工兵支援的項目。

戰鬥陣地之計畫與設計

4-1 戰鬥陣地應經篩選、設計及構築，以支援單位的直射與非直射武器火力發揚，並同步提升佔領據點之單兵與載具之防護力。當執行戰鬥陣地規劃及設計時，必須考量各項基本設計要項，這些設計要項將協助確認所構築之據點具效能設計要項包含武器部署、掩護、簡單性、經濟性、創造力及漸進式發展等能力。

WEAPON EMPLOYMENT

4-2. Although it is desirable for a fighting position to provide maximum protection to personnel and equipment, the primary consideration is always given to effective weapons employment. In the offense, fighting positions for weapons systems are often sited where natural or existing positions are available or where terrain will provide the most protection—while maintaining the ability to engage the enemy in a selected EA. Because of the speed typically associated with offensive tasks, these positions are sited where minimal preparation and digging are required. In the defense, when more time may be available, positioning of weapons systems for the most effective employment becomes more critical. The best use of available terrain is always considered, but in the defense, terrain may be modified or changed to provide the most protection while still maximizing the capabilities of the weapons system. It is the responsibility of the unit, not the engineer, to locate the unit's positions where they are most effective.

COVER

4-3. Fighting positions are designed to allow the most effective use of weapons systems, while providing the maximum amount of protection to Soldiers/Marines and their equipment. The primary function of most fighting positions is to defeat the effects of conventional direct and indirect fire. When nuclear and chemical attacks or other threats (to include EHCs) are anticipated, the design of the fighting position must consider the potential effect of the enemy weapon or threat and increase the protection level accordingly. Designing and constructing fighting positions will be based on the type of cover that is needed to defeat the particular effects of enemy weapons systems. The following three different types of cover are used to make fighting positions more survivable :

武器部署

4-2 儘管構築戰鬥陣地最大之用意在提供人員及裝備最大的防護力，但優先考慮因素應為使所部署的武器能有效發揚火力。於攻勢作戰時，用於部署武器系統之戰鬥陣地通常選定於可獲得之天然及現有據點或可提供最大防護力之地形，以在選定之接戰地區中維持與敵接戰能力。

由於戰線推進之速度通常與攻擊行動相互連結，這些據點通常以最少量的時間設置並以挖掘最少量的土方構成。在防禦作戰中，當可獲得較多的時間時，如何部署武器系統使其能發揮最大效益則更加關鍵，必須永遠考量如何將可獲取的地形做最佳運用，但在防禦時，當武器系統仍可發揮最大能力時，可藉由修改或改變地形以提供最大之防護力。選定單位據點以發揮最大戰力為單位的責任，而非工兵部隊的責任。

掩蔽

4-3 戰鬥陣地仍設計為使武器系統發揮最大效能並提供士兵陸戰隊員及其裝備最大之防護力，戰鬥陣地的主要功能為抵擋傳統的直射與非直射武器影響，當預期將遭受核子、化學或其他威脅時(包含爆炸危害)，在設計戰鬥陣地時，必須依潛在之敵軍武器或威脅以及防護等級的增加，將所需抵擋敵武器系統的特定影響，根據掩體的種類實施設計及構築戰鬥陣地，以下 3 種不同類型的掩體，可使戰鬥陣地具備較高之戰場生存力：

●Frontal cover.

The primary purpose of frontal cover is to provide protection from direct-fire weapons, but it also provides some protection from the effects of indirect-fire weapons. Use of effective natural frontal cover such as rocks, thick trees, thick logs, and rubble is preferred because it is more difficult for the enemy to detect. In selecting a construction material, consider its capability to withstand enemy weapons effects, its potential to produce secondary shrapnel, and its ability to improve concealment. If these natural materials are not available or not adequate to provide the desired protection, it then becomes paramount to employ spoil (excavated from the fighting position and compacted) as frontal cover. Frontal cover requires that the fighting positions be built to correct dimensions to allow Soldiers/Marines adequate room to move and fight. It also requires adequate thickness necessary to stop small caliber direct fire and correct height to facilitate proper overhead protection. Constructing cover to protect from large caliber (greater than 12.7 millimeters) direct-fire weapons can be very difficult and resource-intensive. It is usually easier to achieve such protection by placing positions where the enemy cannot effectively engage them, and by concealing them, making pinpointing the exact location difficult.

●Overhead cover.

The primary purpose of overhead cover is to provide protection from indirect fire and fragmentation, but it also provides some protection from direct fires delivered from a higher position (for example, from a hill) or from enemy aircraft. When possible, overhead cover is always constructed to enhance protection against airburst indirect-fire rounds. Overhead cover dramatically increases survivability and protection for a

●前方掩體

前方掩體的主要功能為提供對直射武器之防護，但也可提供對非直射武器之防護，設置時偏向運用岩石、厚實的樹林、圓木及碎石等自然性物資作為前方掩體使用，因為運用自然性的物資可使敵方較難偵測，在選擇構築材料時，應考慮材料所能承受敵軍武器影響、潛在可能產生次級破片及提升隱蔽的能力，如果上述自然資材無法獲得或不具備所需之防護能力，構築材料改用的首選即為設置土堆(自戰鬥陣地所挖掘之土方並夯實)以作為前方掩體。前方掩體必須以正確的尺寸構築，使人員具備運動及戰鬥之所需空間，亦須具備足夠之厚度，以抵擋小口徑直射武器及正確的高度，以提供覆頂式的防護能力。要構築足以抵擋大口徑武器的掩體(口徑大於 12.7 公厘)非常困難，且需密集資源，較為簡易可達成相同目的之方法，為使敵無法判定正確位置，通常採取調整戰陣地位置，使敵無法對其施以有效之攻擊；並施以隱掩蔽措施。

●覆頂式掩體

構築覆頂式掩體的主要目的為提供對非直射武器及破片之防護，但亦可提供部分對相對高處地區(如自山丘)或敵飛行器直射武器之防護。在可能的狀況下，應構築覆頂式掩體，以提供對敵空炸非直射火力之防護力，覆頂式掩體可大幅增

position. Most individual fighting positions will not be constructed to withstand a contact burst from an indirect-fire weapon.

CAUTION

Improper construction of overhead cover can lead to collapse and result in injury or death to Soldiers/Marines. One common construction error is the lack of support (beams) on which to stabilize the stringers. Another error is improper spacing of stringers. Eighteen inches of overhead cover provided by sandbags can weigh up to 4,000 pounds on a two-person fighting position.

● Flank and rear cover.

The primary purpose of flank and rear cover is to provide protection from the effects of indirect fire to the flanks and rear of the position, and the effects of friendly fire hazards such as the petals from discarding sabot ammunition. Flank and rear cover also provides some protection against direct fire delivered from the flank or rear of the position. In ideal conditions, natural cover and terrain provide this type of cover; however, in urban environments, it is often desirable to take advantage of existing manmade cover. If this is not possible, flank and rear cover are constructed as the situation permits

SIMPLICITY AND ECONOMY

4-4. Normal characteristics of fighting positions are simplicity and strength, providing the maximum amount of protection possible to the Soldier/Marine and equipment. Providing this protection through the use of readily available materials or existing structures is typically the most desirable as this requires the least amount of engineer equipment to construct the position. Occupying (and modifying, if necessary) existing positions can also save significant time and resources over constructing new positions.

INGENUITY

4-5. The most effective use of available materials and time requires a high degree of imagination. Various materials found on the battlefield, and prefabricated materials from built-up areas and industrial sites, make excellent fighting position components.

PROGRESSIVE DEVELOPMENT

加陣地的防護力及戰場生存力，大多數個別的陣地並不會構築可承受非直射武器直接命中爆炸的能力。

注意事項

不當的覆頂式掩體構築可能會導致掩體塌陷而造成人員受傷或死亡。普遍的構築錯誤為缺乏穩定桁支撐(樑)，另一個錯誤為不正確之樑距，18 英吋沙包構築的雙人戰鬥陣地覆頂式掩體重量可達 4000 磅。

● 側、後方掩體

構築側、後方掩體的主要目的為提供對戰鬥陣地之側方及後方對非直射武器之防護，以及友軍火力危害影響。側、後方掩體亦可提供自側、後方來襲直射武器之防護，在理想的條件下，天然掩護及地形可提供此類掩體之功能，然而在城鎮的環境中，通常會利用現存之人為掩蔽物，如果前述條件無法滿足，就會在狀況允許時構築側、後方掩體。

簡單性及經濟性

4-4 戰鬥陣地普遍的特性為簡單性及堅固，提供士兵或裝備最大可能之防護力。通常部隊最希望使用整備完成的可用資材或既有結構物來提供防護力，因為可以使用最少工兵裝備實施陣地構築，相較於構築新陣地，佔領(在需要的狀況下實施修整)既有陣地，同樣也能節約大量的時間與資源。

創造性

4-5，為使可用之材料及時間發揮最大的效能，須具備高度的創造性，在戰場上所發現的各式材料及在建築或工業區之預製材料，均為構築戰鬥陣地之構件。

4-6. Fighting positions should be progressively developed as time and situation permit. Hasty fighting positions provide immediate protection for Soldiers/Marines, but to a minimum degree. As time and resources are available, these positions should be improved into deliberate positions as quickly as possible. Given available time, fighting positions may be enhanced by the construction of tunnels and trenches connecting other fighting positions nearby. This provides the flexibility to move from position to position for engagements or resupply while remaining protected. Positions with grenade sumps and drainage increase the level of survivability.

4-7. In cases where design and development of fighting positions can be planned well ahead of their actual emplacement, deliberate positions can be located and bills of material can be identified for their construction. In addition, where advanced planning is possible, more effective and more efficient construction materials can be employed in fighting position construction, such as concrete barriers, soil-filled containers, or other materials. Such materials are especially advantageous for overhead cover. Using these materials can save time in both obtaining protective materials and in constructing fighting positions.

INDIVIDUAL FIGHTING POSITIONS

4-8. Individual fighting positions protect one or more dismounted Soldiers/Marines armed with individual weapons—intended to be operated by an individual rather than by a crew—while supporting their ability to engage the enemy from the position. Such positions typically consist of a hole in the ground, supplemented with frontal, overhead, and flank or rear cover as the time and situation permit. Individual fighting positions are generally constructed in the defense in generally rural areas. Other individual fighting positions may be constructed in

漸進式發展

4-6 在時間及狀況允許時，戰鬥陣地應逐次改良，急迫之戰鬥陣地可立即提供對士兵之防護，但僅具最低程度之防護能力。在時間及資源許可之狀況下，應儘速改造為周密陣地；在能獲得充分構築時間的狀況下，應構築隧道及壕溝連接鄰近的戰鬥陣地。這些設施可提供陣地間運動的彈性，或在維持防護力的狀況下實施重新補給，陣地內具備手榴彈坑及排水溝可提升防護能力層級。

4-7 若戰鬥陣地在實際部署前有完善的設計及發展，即能實施周密陣地之建構，並可了解構築陣地所需使用之材料。此外，能夠事先完成構築計畫，就能更有效地構築效能更佳的戰鬥陣地，例如混凝土障礙、填土容器及其他材料或其他適於作為覆頂式掩體之材料，在獲取防護材料及構築戰鬥時，運用這些材料均可節省時間。

單兵戰鬥陣地

4-8 單兵戰鬥陣地可提供一個以上配備單兵操作武器之單兵之防護能力，主要為單兵使用而非供多人使用，本戰鬥陣地主要為支援單兵自戰鬥陣地與敵接戰之能力。這些陣地由地洞組成，在時間允許下會增加前方、覆頂式及側方或後方的掩體。單兵戰鬥陣地通常於鄉間地區實施陣地防禦時構築，其他單

urban terrain (see chapter 8) or may be constructed in support of base camps. The positions should be planned and designed so that they are concealed, mutually supporting, and have interlocking fields of fire in all directions. Each weapons system must be assigned a primary sector of fire to support the defensive plan. Alternate positions that overwatch the primary sector should also be selected. Finally, each weapon should be assigned a supplementary position to engage attacks from other directions.

4-9. Design considerations include the mission variables and the following :

- Availability of materials. Certain materials such as logs and dressed lumber may be available locally. Other materials (such as U-shaped pickets, sandbags, plywood, and specialized materials) may be acquired through the supply system.
- Soil. Soil type is a design consideration when constructing individual fighting positions. Different soils can affect the integrity of the fighting position hole and its ability to remain structurally stable and drain off rainwater. In general, the looser the soil the more standoff from the edge of a fighting position will be required when placing supports for overhead cover.
- Drainage. Water can seriously degrade the structural stability of a fighting position and create unhealthy conditions for Soldiers/Marines occupying them. Proper drainage is often difficult to achieve when constructing fighting positions. In areas or seasons where rainfall is expected, drainage or some form of waterproofing should be implemented. The use of sumps, gravel, or wood decking at the bottom of positions will assist in water drainage and help protect Soldiers/Marines from the water. Additionally, waterproofing overhead cover using plastic garbage bags, ponchos, or other suitable material will help prevent water infiltration. Care should also be taken to ensure that the surrounding terrain drains water away from fighting positions.
- Safety. Care should be taken not to deviate from designs established in this and other Army and Marine Corps references. The

兵戰鬥陣地可能在城鎮構築或用於支援基地防衛，戰鬥陣地應規劃及設計為具備隱蔽、相互支援且對各方向火力的交互鎖定功能。各武器系統應指定主要火力射向，以支援防禦計畫，另選定可對主要火力射向實施監視的替代陣地，最終每個武器系統應指定輔助陣地，以對應其他方向之攻擊。

4-9 戰鬥陣地設計所需考量任務變數。

- 可用資材：圓木及整飾過的木材等材料可就地取得，其他例如 U 型樁、沙包、聚合木材或其他特殊材料，可能須透過補給系統獲得。
- 土壤：單兵戰鬥據點設計時應考慮土壤型態，不同的土壤型態將影響各戰鬥陣地之構築、保持構築穩定性及對雨水之排水性。普遍而言在構築覆頂式掩體時，較鬆的土壤需要在戰鬥陣地邊緣使用更多的支撐。
- 排水：水會嚴重分解戰鬥陣地的結構穩定性並使駐留士兵處於不健康的環境，在構築戰鬥陣地時通常很難具備合適的排水能力，預期將降雨的區域或季節就應該運用排水溝及部分的防水措施，在陣地底部運用集水坑、碎石堆或木板執行對積水的防護，此外具防水功能的覆頂式掩體可運用垃圾袋、斗篷或其他適合的材料製作，以防止水份滲透，亦應留意戰鬥陣地周邊地域所排的水，不應向戰鬥陣地匯集。

collapse of fighting positions has lead to death and serious injury due to improper construction.

4-10. Individual fighting positions are categorized in two types : hasty and deliberate. The type of position constructed depends on time, equipment available, and the required level of protection. Characteristics and planning factors for individual fighting positions are found in table 4-1.

4-11. Soldiers/Marines are responsible for constructing their individual fighting positions. They use hand tools and the detailed descriptions and construction procedures found in FM 3-21.8, FM 3-21.75, FM 5-34/MCRP 3-17A, GTA 05-08-001, GTA 07-06-001, and MCWP 3-11.2. See ATTP 3-06.11 for information about individual fighting positions in urban terrain. While engineer support is desirable, supported commanders usually allocate such support to other tasks ahead of supporting the construction of individual fighting positions. When engineer support is available to support individual fighting positions, it should be used to assist with the most time-consuming and labor-intensive tasks—such as digging holes— or tasks requiring special equipment or expertise. Engineers typically use engineer equipment to support the digging effort, but rocky areas may require the use of explosives. Clearing the site of boulders, trees, roots, or other obstructions may require heavy engineer equipment, explosives, chain saws, or other engineer tools and equipment. Care should be taken, however, to minimize disruptions to the site that will make camouflage and concealment more difficult or less effective. Engineers can also assist with clearing selected obstructions from the fields of fire.

HASTY POSITIONS

4-12. When time and materials are limited, troops in contact with the enemy use a

●安全：在進行陣地構築時應注意不可偏離陸軍或海軍陸戰隊所訂定之設計參考資料。不當之構築方式將導致戰鬥陣地坍塌，導致人員死亡或嚴重受傷。

4-10 單兵戰鬥陣地可分為急迫與周密等兩類，構築時依可用之時間、裝備及所需防護等級進行選擇，各單兵戰鬥陣地之特性及計畫參數如表 4-1

4-11 士兵負責單兵戰鬥陣地構築，針對所需運用之手工具及構築細節程序可於 FM 3-21.8, FM 3-21.75, FM 5-34/MCRP 3-17A, GTA 05-08-001, GTA 07-06-001, and MCWP 3-11.2.等準則查閱，針對於城鎮地區構築單兵戰鬥陣地的相關資訊，可參考 ATTP 3-06.11 準則，當需要工兵支援時，受支援部隊指揮官通常會先將工兵支援優先配置於其他任務而非運用於協助構築單兵戰鬥陣地，當可獲得工兵支援實施單兵陣地構築時，應該用於協助最耗時費力之任務，例如挖掘或者需其他特種工具與專長的任務。工兵通常會運用工兵裝備支援挖掘的勤務，但在岩石構成的區域可能就需要運用爆破清除巨石、樹木、樹根，或其他可能需要運用工兵重機械、爆破、鏈鋸或其他工兵器材及裝備的障礙。在實施構築時應謹慎執行，然而使現地對構築時的干擾降至最低將對更能以實施偽裝及隱蔽，並且使相關能力效能更差，工兵亦可針對射界中特定的障礙實施清除。

Table 4-1. Characteristics of individual fighting positions

Type	Position	Estimated Construction Time ¹ (Man-Hours)	Protection Provided				Remarks
			Direct Small Caliber Fire	Indirect-fire Blast and Fragmentation (Near-Miss) ²	Indirect-fire Blast and Fragmentation (Direct-Hit)	Nuclear Weapon ³	
Hasty	Prone Position	1.0	7.62mm	Better than in open-no overhead protection	None	Fair	Provides All-around cover
Deliberate	One-person position	3.0	12.7mm	Medium artillery no closer than 30 feet—no overhead protection	None	Fair	-
	One-person position with 1.5feet overhead cover	8.0	12.7mm	Medium artillery no closer than 30 feet	None	Good	Additional cover provides protection from direct hit small mortar blast.
	Two-person position	6.0	12.7mm	Medium artillery no closer than 30 feet—no overhead protection	None	Fair	-
	Two-person position with 1.5feet overhead cover	11.0	12.7mm	Medium artillery no closer than 30 feet	None	Good	Additional cover provides protection from direct hit small mortar blast.
	SLM position	3.0	12.7mm	Medium artillery no closer than 30feet—no overhead protection	None	Fair	-

Note.

Chemical protection is assumed because of individual protective masks and clothing.

A dash indicates no data.

¹ Estimated construction time assumes use of hand tools to prepare the position.

² Shell sizes are — Light Medium
 Mortar 82 mm 120 mm
 Artillery 105 mm 152 mm

³ Nuclear protection ratings are rated poor, fair, good, very good, and excellent.

Legend :

mm – millimeter

SLM – shoulder-launched munition

x – times

表 4-1. 各類單兵戰鬥陣地據點特性一覽表

類別	陣地型式	估計作業人時 ¹ (人/小時)	防護能力				備註
			小口徑直射武器	幾乎命中狀態之非直射武器爆炸及破片 ² (Near-Miss)	直接命中狀態之非直射武器爆炸及破片 (Direct-Hit)	核子武器 ³	
急迫	俯臥陣地	1.0	7.62 mm	無覆頂式掩體狀態下(無上部防護能力)·較開闊地具較佳防護能力	無防護能力	一般	提供對四周之防護
周密	單兵陣地	3.0	12.7 mm	無覆頂式掩體狀態下(無上部防護能力)·對中型火炮於 30 英尺以外爆炸具防護能力	無防護能力	一般	-
	具 1.5 呎覆頂式掩體之單兵陣地	8.0	12.7 mm	對中型火炮於 30 英尺以外爆炸具防護能力	無防護能力	佳	外加的防護措施可提供對小口徑迫擊砲直接命中爆炸之防護
	雙人陣地	6.0	12.7 mm	無覆頂式掩體狀態下(無上部防護能力)·對中型火炮於 30 英尺以外爆炸具防護能力	無防護能力	一般	-
	具 1.5 呎覆頂式掩體之雙人陣地	11.0	12.7 mm	對中型火炮於 30 英尺以外爆炸具防護能力	無防護能力	佳	外加的防護措施可提供對小口徑迫擊砲直接命中爆炸之防護
	肩射武器陣地	3.0	12.7 mm	無覆頂式掩體狀態下(無上部防護能力)·對中型火炮於 30 英尺以外爆炸具防護能力	無防護能力	一般	-

備註

由於單兵具防護服及面具，故假設陣地具化學防護力。

橫線表示無相關資料。

¹ 預估構築時間是以運用手工具之構築時間。

² 砲彈種類分類

輕型火炮	中型火炮
迫擊砲 82 mm	120 mm
砲兵火炮 105 mm	152 mm

³ 核子防護能力區分為不良、一般、佳、極佳及優良。

圖例：

mm – 公厘 SLM–肩射武器 x – 時間

hasty fighting position located behind whatever cover is available, maximizing the advantages provided by the existing terrain and natural or manmade cover. Hasty positions may only provide limited protection; however, positions should be selected to provide, as a minimum, frontal protection from direct fire while allowing Soldiers/Marines to fire to the front and oblique. Because of the situation and limited time typically associated with selecting a hasty position, extreme care must be taken to select a position that will reduce the risk of fratricide. For protection from indirect fire, a hasty fighting position can be located in a depression or hole that is at least 1 ½ feet deep. While there may be little or no natural cover, these positions can provide limited protection from fragmentation. If the unit remains in the area and/or as the situation permits, hasty positions should be continually improved to provide as much protection as possible. See FM 3-21.75 and MCWP 3-11.2 for additional information on hasty individual fighting positions.

DELIBERATE POSITIONS

4-13. Deliberate fighting positions are often modified hasty positions prepared as the situation and time permit. The unit leader should verify the sectors of observation/fire, interlocking fields of fire, adequate size for occupants, and safe backblast areas before improving each position. Continued improvements are made to strengthen the position during the period of occupation. In some cases, particularly in urban environments, it may be necessary to 'build up' or construct a position within an existing structure. Improvements include adding overhead cover, digging trenches or opening routes to adjacent positions, and maintaining camouflage.

CREW-SERVED WEAPONS FIGHTING POSITIONS

4-14. Like individual positions, crew-

急迫陣地

4-12 當時間及材料受限時，與敵接觸部隊會在可獲得掩蔽的地方運用急迫陣地，以最大化地運用現有地形優點及天然或人為掩蔽物。急迫陣地可能僅能提供有限的防護，雖然陣地位置經過篩選後，可提供對前方直射武器最少量的防護能力，並使士兵能向前方及前方斜對角的目標進行射擊。但由於急迫陣地通常是在時間受限下進行選擇，必須慎選急迫陣地位置，以降低誤傷同袍的風險，為具備對直射武器的防護能力，可選擇深度大於 1.5 英尺的淺坑或坑洞作為急迫陣地的位置，由於這些位置可能只有少部分的天然掩蔽，或甚至沒有任何掩蔽，可提供對破片的防護，若單位需持續待在選定之陣地或在時間許可之狀況下，必須持續改善急迫陣地，以提升防護能力。

周密陣地

4-13 周密陣地通常是在時間即情況允許下，藉由修改預先完成之急迫陣地而成，單位領導者在針對各陣地實施強化前，應辨識區域中所需之觀測、火力、交叉火網、充足之陣地空間及對具筒後噴火武器所需之安全區域，佔領陣地後，應持續改善陣地，以強化陣地強度。在部分案例中，特別在城鎮環境中，可能必須在現有結構中建立或構築陣地，強化的手段包含增加覆頂式掩體，挖掘壕溝或開闢可連接鄰近據點的路徑，並維持偽裝效能。

served weapons positions are also classified as hasty and deliberate. The same principles apply to the crew-served weapon, although minor changes include dimensions of the position and characteristics to facilitate effective use of the weapon system. Frontal, overhead, flank, and rear protection provide increased survivability and protection as well. For crew-served weapons that create a backblast, overhead and rear protection must be considered for effective employment of the weapon while minimizing the risk of injury to the operator.

4-15. As with individual fighting positions, Soldiers/Marines are responsible for constructing their crew-served weapon fighting positions. These positions must be tailored to the operating characteristics and requirements of the weapon that will occupy the position. Weapon crews—and their leaders—must thoroughly understand and apply the descriptions and procedures for constructing fighting positions (found in the manuals listed in table 4-2) and camouflage and concealment of fighting positions (found in chapter 6). In addition, see ATTP 3-06.11 for information about crew-served weapon positions in urban terrain.

4-16. When engineer support for fighting positions is available, supported commanders often give higher priority to supporting construction of fighting positions for crew-served weapons than to individual fighting positions. As with individual fighting positions, available engineer support should be used to assist with the most time-consuming and labor-intensive tasks, or those requiring special equipment or expertise. Engineer support to crew-served weapon fighting positions typically involves the same types of tasks used to support individual fighting positions—digging, cutting, and clearing. Characteristics and planning factors for crew-served fighting positions are found in table 4-3.

多人武器戰鬥陣地

4-14 多人操作武器據點與單兵陣地同樣可分類為急迫及周密 2 類，同樣的原則也適用於多人操作武器陣地，藉由對陣地的空間及特性進行修改，以能更有效的發揮武器系統效能。前方、覆頂式、側方及後方的掩體同樣能增加生存力及防護力，對會產生噴射火焰的多人操作武器而言，在構築覆頂式及後方防護時，必須考慮能在將操作手受傷風險降至最低的狀況下進行武器部署。

4-15 如同單兵戰鬥陣地，士兵們必須負責自己的多人操作武器陣地構築，這些據點必須設計具備能符合部署於此陣地的武器操作特性。武器操作手及其領導者必須全然的了解及運用相關的說明及流程實施陣地構築(可參閱本手冊表 4-2 所提列之資訊)，另針對多人操作武器陣地之偽裝及隱蔽(參閱本手冊第六章)可另外參考 ATTP 3-06.1 中，有針對多人操作武器於城鎮地區的偽裝及隱蔽作為實施說明。

4-16 當可獲得工兵支援陣地構築時，受支援部隊指揮官通常會將工兵優先運用於支援多人操作武器構築而非單兵戰鬥陣地，可獲得的工兵兵力應用於最耗時費力地構築任務或其他需特殊裝備或技術之處，與支援單兵戰鬥陣地構築原則相同，工兵於支援多人操作武器構築時，通常所需支援任務型式與支援單兵戰鬥陣地相同包含挖掘、切除及清除等任務，構築多人操作武器戰鬥陣地相關特性及計畫因素如表 4-3。

Table 4-2. References for crew-served weapon fighting positions	
<i>Weapon</i>	<i>Reference</i>
Javelin	FM 3-22.37
Tube-launched, optically-tracked, wire-guided missile	FM 3-21.91 and FM 3-22.34/MCWP 3-15.4
Machine gun	FM 3-21.8, FM 3-21.75, FM 3-22.27, FM 3-22.65, FM 3-22.68, and MCWP 3-15.1
Mortar	ATTP 3-21.90/MCWP 3-15.2
Legend :	
ATTP–Army tactics, techniques, and procedures FM – field manual MCWP–Marine Corps warfighting publication	

表 4-2. 各類多人操作武器戰鬥陣地構築資訊參考表	
武器類型	參考資料
標槍	FM 3-22.37
線控導引光學追蹤式發射筒	FM 3-21.91 and FM 3-22.34/MCWP 3-15.4
機槍	FM 3-21.8, FM 3-22.27, FM 3-22.65, FM 3-22.68 and MCWP 3-15.1
迫砲	ATTP 3-21.90/ MCWP 3-15.2
圖例	
ATTP-陸軍戰術、技術及流程 FM-野戰手冊 MCWP-陸戰隊戰鬥手冊	

Table 4-3. Characteristics of crew-served weapons fighting positions

Type of Position	Estimated Construction Time ¹ (Man-Hours)	Protection Provided			
		Direct Small Caliber Fire	Indirect-fire Blast and Fragmentation (Near-Miss) ²	Indirect-fire Blast and Fragmentation (Direct-Hit)	Nuclear Weapon ³
Javelin position	4.0	12.7 mm	Medium artillery no closer than 30 feet—no overhead protection	None	Fair
Dismounted TOW missile position	11.0	12.7 mm	Medium artillery no closer than 30 feet—no overhead protection	None	Fair
Machine gun position	7.0	12.7 mm	Medium artillery no closer than 30 feet—no overhead protection	None	Fair
Machine gun position with 1 ½ feet overhead cover	12.0	12.7 mm	Medium artillery no closer than 30 feet	None	Good
Mortar position	14.0	12.7 mm	Medium artillery no closer than 30 feet—no overhead protection	None	Fair

Note.
Chemical protection is assumed because of individual protective masks and clothing.
A dash indicates no data.
¹ Estimated construction time assumes use of hand tools to prepare the position.
² Shell sizes are — Light Medium
Mortar 82 mm 120 mm
Artillery 105 mm 152 mm
³ Nuclear protection ratings are rated poor, fair, good, very good, and excellent.
Legend :
mm – millimeter SLM – shoulder-launched munition x – times

Table 4-3. 各類多人操作武器戰鬥陣地據點特性一覽表

陣地型式	估計作業人時 ¹ (人/小時)	防護能力			
		小口徑直射武器	幾乎命中狀態之非直射武器爆炸及破片 ²	直接命中狀態之非直射武器爆炸及破片	核子武器 ³
標槍飛彈陣地	4.0	12.7 mm	無覆頂式掩體狀態下(無上部防護能力)·對中型火炮於 30 英尺以外爆炸具防護能力	無防護能力	一般
非車載式拖式飛彈陣地	11.0	12.7 mm	無覆頂式掩體狀態下(無上部防護能力)·對中型火炮於 30 英尺以外爆炸具防護能力	無防護能力	一般
機槍陣地	7.0	12.7 mm	無覆頂式掩體狀態下(無上部防護能力)·對中型火炮於 30 英尺以外爆炸具防護能力	無防護能力	一般
具 1.5 英尺覆頂式掩體之機槍陣地	12.0	12.7 mm	無覆頂式掩體狀態下(無上部防護能力)·對中型火炮於 30 英尺以外爆炸具防護能力	無防護能力	Good
迫砲陣地	14.0	12.7 mm	無覆頂式掩體狀態下(無上部防護能力)·對中型火炮於 30 英尺以外爆炸具防護能力	無防護能力	一般

備註
由於單兵具防護服及面具，故假設陣地具化學防護力。
橫線表示無相關資料。
¹ 預估構築時間是以運用手工具之構築時間。
² 砲彈種類分類 輕型火炮 中型火炮
迫擊砲 82 mm 120 mm
砲兵火炮 105 mm 152 mm
³ 核子防護能力區分為不良、一般、佳、極佳及優良。
圖例：
mm – 公厘 SLM–肩射武器 x –時間

BUNKERS AND TOWERS

4-17. Base camps will generally require fighting positions in the form of bunkers and towers. These are generally constructed above ground using timber, sandbags, soil-filled containers, prefabricated concrete, or other specific items that are available through the supply system. These positions are employed to support perimeter security, security of key sites such as enemy prisoner of war compounds, and ECPs. A deliberate defense may also involve the construction of more elaborate bunkers that may hold up to a squad of Soldiers/Marines.

4-18. Bunkers are larger fighting positions constructed for squad-size (or potentially larger) units that are required to remain in defensive positions for a longer period of time. They are built either above- or below-ground and are usually made of reinforced concrete, but can be designed and constructed with a variety of materials. Because of the extensive engineer effort required to build bunkers, they are usually constructed when preparing strong points or protecting vital facilities such as base camps. If time permits, bunkers are connected to other fighting or supply positions by tunnels. Prefabrication of bunker assemblies affords rapid construction and placement flexibility. Bunkers offer excellent protection against direct fire and indirect-fire effects and, if properly constructed with appropriate collective protection equipment, can provide protection against chemical and biological agents.

4-19. The positions described below (in paragraphs 4-20 through 4-23) are designed for use by two or more individuals armed with rifles or machine guns. Although these are beyond the construction capabilities of nonengineer troops, certain construction phases can be accomplished with little or no engineer assistance. For example, while engineer assistance may be necessary to build steel frames and cut timbers for the roof of a structure; the excavation, assembly, and installation are all within the

地堡及警戒塔

4-17 在基地中一般會需要地堡及警戒塔等型式的戰鬥陣地，前述陣地通常為地上式，運用木材、沙包、填滿土方的容器、預鑄混凝土或其他可透過補給系統獲得知特殊材料構築。這些陣地被部署運用於支援基地週邊警戒、戰俘營重要地點警戒及進出管制點，周密的防禦可能也需要運用更多如可容納整班士兵的精良地堡建物。

4-18 地堡為一種較大之戰鬥陣地，構築的尺寸需可容納一個班(或可能更大)，能長期作為防禦陣地使用，可設計構築於地上或地下，且通常由鋼筋混凝土所構成，但亦可運用其他各種材料設計、構築，由於構築地堡需要密集之工兵兵力，通常用以協助兼顧陣地整備及基地等重要設施防護，在時間許可時，地堡應藉隧道與其他陣地或補給點連接，預鑄式的地堡組件，具備可快速構築及彈性部署之特性。地堡對直射及非直射武器均有良好防護效能，如搭配適當的團體防護裝備，則具對抗生化戰劑之防護能力。

4-19、4-20 至 4-23 節次為針對配置兩個以上之步、機槍陣地之相關說明，雖然構築這些陣地已超過非工兵部隊的能力，但於特定的構築階段中，可在少量或無工兵協助的狀況下完成，舉例而言，當建築鋼構及切割木材作為結構之屋頂時需要工兵之協助，但挖角、組裝及安裝則是大部分單位能力所及之作業。具備充足的支援能力對構築覆頂式掩體是相當重要的，支撐系統

capabilities of most units. Adequate support for overhead cover is extremely important. The support system should be strong enough to safely support the roof and soil material and survive the effects of weapon detonations. FM 5-34/MCRP 3-17A, GTA 90-01-011, and the Theater Construction Management System (TCMS) provide additional designs, information, construction techniques, and bills of material.

SOIL-FILLED CONTAINER FIGHTING POSITIONS

4-20. Soil-filled container positions can be quickly constructed and provide a high degree of survivability. They are most commonly used above ground, but the soil-filled container will provide increased ability when partially buried. Soil-filled containers are available through normal supply channels and, when employed correctly, provide a high degree of protection against blast and fragmentation. When using soil-filled containers, Soldiers/Marines must ensure that proper overhead cover frames are used in the construction to prevent cave-ins from occurring. Some preparation may be required for the base of the position if the foundation soil is unsuitable or if longer term emplacement is anticipated. GTA 90-01-011 shows several designs (including bills of materials; estimates of equipment, personnel, and time requirements; and construction steps) using soil-filled containers for construction of fighting positions, observation posts, and bunkers.

WOOD OR STEEL-FRAME FIGHTING POSITION

4-21. The wood-frame or steel-frame fighting position consists of prefabricated timber or steel-frame support elements that support a timber or concrete roof. The position is useful as a two-person fighting or observation position in areas where it can be dug into the ground.

應足夠強度，以安全地支撐所構築之屋頂及土壤材料，使其能在武器爆炸所產生的影響下存活。

填土容器式戰鬥陣地

4-20 填土容器式戰鬥陣地可被快速構築用以提供高度生存力，此類陣地通常採地上式構築，但部分埋設於土壤的填土容器砂包式陣地可提供更加的防護能力，填土容器砂包所構築之戰鬥陣地可由一般補給管道獲得。填土容器砂包式戰鬥陣地正確部署時，可提供對爆炸或破片之防護，當運用填土容器砂包式陣地時，士兵們必須確保運用適當的覆頂式掩蔽框架，以防止坍塌發生。部分基地若有基礎土壤不宜構築或預期需長期部署之狀況，需要具備之相關準備事項詳見 GTA 90-01-011，內容中展示數種運用填土容器構築戰鬥陣地、觀測陣地及地堡之設計方式(包含材料清單、預估所需裝備、人員及時間及構築步驟)。

木架或鋼架戰鬥陣地

4-21 木架或鋼架戰鬥陣地乃由預製之木架或鋼架支撐其木造或混凝土之屋頂元件，此類已地下式構築之陣地適於作為雙人戰鬥陣地或觀測陣地。

CORRUGATED METAL WALL BUNKERS

4-22. A bunker made from corrugated metal walls is very useful in areas where digging is not possible or practical. With 4-foot, earth-filled walls and 2-foot overhead cover, this position defeats direct fire and blasts or fragments from near miss mortar and artillery ammunition. The upper portion of the bunker is left open for maximum visibility in all directions.

PLYWOOD PERIMETER BUNKER

4-23. A plywood perimeter bunker is used as an aboveground protected observation post. The bunker has a post foundation or can be constructed on the ground. Another option is to build the wood bunker on top of one or two stacked CONEX boxes. Walls of this bunker will need to be earth filled or otherwise hardened to resist the applicable threat.

VEHICLE FIGHTING POSITIONS

4-24. Vehicle fighting positions include fighting and protective positions for major weapons systems vehicles and their support equipment. Initially, vehicles use the natural cover and concealment in hide positions to increase survivability. As time, assets, and situation permit, positions are prepared using engineer support. Priority is given to those vehicles containing essential critical equipment or supplies. Drivers and crews should also use these fighting positions for individual protection.

4-25. Berms and revetments positioned at the front of or around major weapons systems will provide improved protection from direct fire and from blast and fragments of indirect-fire artillery, mortar, and rocket shells. At its base, a berm has a thickness of at least 8 feet. Further, the berm or revetment functions as a standoff barrier for impact-detonating, direct-fire HEAT and antitank guided missile (ATGM)

金屬浪板牆地堡

4-22 在無法實施挖掘的區域中，金屬浪板牆地堡為非常適用於構築地堡的材料，運用厚度 4 呎的填土及浪板牆及 2 呎厚的覆頂式掩體，即可抵抗直射武器及迫砲或砲兵火砲近距離的爆炸與破片，地堡上方應保留對各方向最大之觀測能力。

膠合木製地堡

4-23 膠合木製地堡一般用於對地上式觀測陣地之防護。地堡具有基礎陣地或可構築於地面；另一種構築方式的選擇是在木質地堡上方疊上一至兩層的儲物箱，地堡的牆面需填土或其他堅硬材料，以具備適宜之抵抗能力。

載具戰鬥陣地

4-24 載具戰鬥陣地對大多數主要武器系統之載具及所屬支援裝備而言包含戰鬥及防護陣地，於作戰初期載具運用天然的地形實施隱、掩蔽，在時間、資材及狀況許可時，可運用工兵支援執行陣地整備，優先支援項目為必要之關鍵裝備或補給品，駕駛及乘員亦應運用這些陣地作為個人的防護。

4-25 主要武器系統周圍前方所構築之護堤及護牆將提供對直射武器及砲兵火砲、迫擊砲與火箭彈之爆炸與破片防護，在基地構築時，至少需 8 呎厚的護堤。此外，護堤或護牆可作為對爆破衝擊、直射武器熱源及反戰車導引飛彈投射之阻柵，可使相關彈藥引信啟動，因此可增加備防護車輛之生存

projectiles. It should cause the fuzes to activate, thereby increasing survivability for the protected vehicles. If the expected enemy uses kinetic energy direct-fire armor piercing or hypervelocity projectiles, it is impossible to construct berms thick enough for protection. To protect against these projectiles, prepare deep-cut, hull defilade, or turret defilade positions. Construct fighting and protective positions that are no larger than operationally necessary.

4-26. Success on the battlefield requires maneuver between hide and fighting positions between main gun firings. Maximum use of wadis or draws, reversed slope hills, and natural concealment is required to conceal fighting vehicles maneuvering among fighting positions. When a major weapon system fires its main gun, the vehicle and gun may make a concealed maneuver to another position before firing again. If the major weapon system immediately reappears in the old position, the enemy will know where to fire the next round. Table 4-4 provides a summary of the dimensions of the hasty and deliberate vehicle positions discussed above. (See the vehicles' respective operator's manuals for more detailed vehicle dimensions.) Construction planning factors for vehicle fighting positions are shown there as well. Chapter 6 provides information about camouflage and concealment of fighting positions.

HASTY POSITIONS

4-27. Hasty fighting positions for combat vehicles take advantage of natural terrain features or are prepared with a minimum of construction effort. A frontal berm, as high as practical without interfering with the vehicle's weapon systems, shields from frontal attack and provides limited concealment if properly camouflaged. Protection is improved if the position is made deeper and the berm extended around the vehicle's

力。若預其敵將使用動能穿甲彈及超音速武器之投射，則構築再厚的護堤亦無法具備對前述武器之防護，為具備對是類武器之防護能力，需具備向下挖掘全遮蔽或半遮蔽掩體，構築戰鬥及防護陣地時，構築尺寸不應超出作戰所需。

4-26 要能成功地在戰場於隱蔽地點、戰鬥陣地及主要武器的射擊位置間機動，需要最大量的運用乾河床或孔洞、反斜坡及天然隱蔽物，提供戰鬥載具在戰鬥陣地間機動時所需之隱蔽，當主要武器系統運用其主要武器實施射擊後，當戰鬥載具及武器要於再次執行射擊時，即運用可能之隱蔽作為機動至另一個陣地，如果主要武器系統迅速於既有陣地重現時，敵軍就會知道我軍下次要射擊之位置，表 4-4 顯示上述急迫與周密載具陣地之構築尺寸。

急迫陣地

4-27 戰鬥載具所需之急迫陣地，可利用天然地形優點或運用最少量構築作業針對已完成準備之陣地實施構築而成。前方陣地之護堤應在不干擾載具武器系統的狀況下，盡可能地滿足實際所需高度，以抵抗前方之攻擊，如能藉由適當的偽裝，則可提供有限之隱

Table 4-4. Dimensions of vehicle positions

Vehicle Types		Position Dimension (feet) ²			Equipment Hours ⁴ D7 Dozer/M9 ACE/MCT	Minimum Berm Thick- ness at Base (feet) ⁵
		Length	Width	Depth ³		
Hasty ¹	Stryker vehicle (all variants) with slat armor	32	19	9	1.6	8
	M113 series carrier	22	14	6	0.6	8
	M577 command post vehicle	22	14	9	0.8	8
	M106 and M125 mortar carrier	22	16	7	0.7	8
	AAV with armor kit	33	19	11	2.0	8
	LAV with armor kit	27	25	9	1.7	8
Deliberate	Hull Defilade					
	M113 series carrier	22	14	6	0.6	NA
	M577 command post vehicle	22	14	9	0.8	NA
	M106 and M125 mortar carrier	22	16	7	0.7	NA
	M2 and M3 fighting vehicle	26	16	7	0.8	NA
	M1 main battle tank	32	18	5.5	0.9	NA
	AAV with armor kit	33	19	11	2.0	NA
	LAV with armor kit	27	25	9	1.7	NA
	Access Route	Each access route between positions or hide locations must have the same width as the hull defilade. Clearing times are planned using FM 5-34/MCRP 3-17A. Production time is determined by calculating the volume of soil needed to be moved (in cubic yards) and dividing by 100 bank cubic yards per 0.75 hour.				
	Hide Location	Hide locations are made using natural terrain and concealment. Ground clearing times are planned with the use of FM 5-34/MCRP 3-17A. The minimum width of the hide location is the same as the deliberate hull defilade. The hide position depth requirement is calculated by increasing the depth given in the deliberate turret defilade position by 15 percent.				
	Turret Defilade					
	Stryker vehicle (all variants) with slat armor	32	19	9	1.6	NA
	M113 series carrier	22	14	7.5	0.7	NA
	M2 and M3 fighting vehicle	26	16	10	1.2	NA
	M1 main battle tank	32	18	9	1.5	NA
	AAV with armor kit	33	19	13	2.3	NA
	LAV with armor kit	27	25	12	2.3	NA

¹ Hasty positions for tanks and infantry fighting vehicles not recommended.

² Position dimensions provide an approximate 3-foot clearance around vehicle for movement and maintenance and do not include access ramp(s).

³ Total depth includes any berm height. All depths are approximate and will need adjustment for surrounding terrain and fields of fire.

⁴ This column provides rules of thumb which are useful (in the absence of actual production rate data) as a starting point to estimate time required to prepare fighting positions. These equipment hours are based on a production rate of 100 bank cubic yards per 0.75 hour. Divide construction time by 0.85 for rocky or hard soil, night conditions, or closed hatch operations (M9). Use of natural terrain features will reduce construction time. See FM 5-434 for more information about estimating production rates.

⁵ Berms are not recommended for hull and turret defilade positions.

Legend :

AAV – assault amphibious vehicle

LAV – light armored vehicle

NA – not applicable

ACE – armored combat earthmover

MCRP – Marine Corps reference publication

FM – field manual

MCT – medium crawler tractor

表 4-4. 載具陣地尺寸一覽表

表 4-4. 載具陣地尺寸一覽表						
陣地類型	載具型式	陣地尺寸			裝備構築工時 D7/M9/MCT 推土機(小時)	基地護堤 所需最低 厚度(呎)
		長	寬	深		
急迫	外掛裝甲之史崔克裝甲車	32	19	9	1.6	8
	M113 系列載具	22	14	6	0.6	8
	M577 指揮車	22	14	9	0.8	8
	M106 及 M125 迫砲載具	22	16	7	0.7	8
	具裝甲防護組之 AAV 系列甲車	33	19	11	2.0	8
	具裝甲防護組之 LAV 系列甲車	27	25	9	1.7	8
可掩蔽車體周密陣地	可掩蔽車體陣地					
	M113 系列載具	22	14	6	0.6	NA
	M577 指揮車	22	14	9	0.8	NA
	M106 及 M125 迫砲載具	22	16	7	0.7	NA
	M2 及 M3 戰鬥車	26	16	7	0.8	NA
	M1 主戰車	32	18	5.5	0.9	NA
	具裝甲防護組之 AAV 系列甲車	33	19	11	2.0	NA
	具裝甲防護組之 LAV 系列甲車	27	25	9	1.7	NA
	進入路徑	各進入路徑必須具載具可通行寬度，構築時間可具體依據移除土方量除以 100 立方碼後乘以 0.75 計算				
	掩蔽位置	掩蔽位置通常運用天然掩蔽，所需寬度與可掩蔽載具車體之週密載具陣地相同，深度則需與可掩蔽砲塔之週密陣地尺寸相同。				
	可掩蔽砲塔陣地					
	外掛裝甲之史崔克裝甲車	32	19	9	1.6	NA
	M113 系列載具	22	14	7.5	0.7	NA
	M2 及 M3 戰鬥車	26	16	10	1.2	NA
	M1 主戰車	32	18	9	1.5	NA
	具裝甲防護組之 AAV 系列甲車	33	19	13	2.3	NA
	具裝甲防護組之 LAV 系列甲車	27	25	12	2.3	NA

¹ 步兵戰鬥車及戰車不建議使用急迫陣地。

² 陣地尺寸應提供 3 呎的淨空，用以裝備運動及保修，進入路徑則不需增加。

³ 陣地總高度包含護堤高度，另深度應依據周圍地形及火力配置進行調整。

⁴ 本表提供陣地整備所需時間，來自實用之經驗法則。

⁵ 針對可掩蔽車體及砲塔陣地，不建議運用護堤。

備註

AAV-兩棲突擊載具	LAV-輕型裝甲車	NA 不適用
ACE-戰鬥推土機	MCRP-陸戰隊出版參考資料	
FM -野戰手冊	MCT-中型履帶式推土機	

sides. Because of the false sense of security provided by berms against kinetic energy and hypervelocity projectiles, hasty vehicle fighting positions with berms are not recommended for tanks, infantry fighting vehicles, or Stryker mobile gun systems. Hasty fighting positions do offer protection from HEAT projectiles and provide limited concealment if properly camouflaged. As the tactical situation permits, hasty positions for combat vehicles are improved to deliberate positions.

DELIBERATE POSITIONS

4-28. Deliberate fighting positions are required to protect a vehicle from kinetic energy and hypervelocity projectiles. Deliberate vehicle fighting positions are holes in the ground which provide cover and concealment, reducing the target signature. The position is constructed in four parts: hull defilade, turret defilade, concealed access ramp or route, and hide location. Positions formed by natural terrain are best because of easy modification; however, if preparation is necessary, extensive engineer support is required. Each position is camouflaged with either natural vegetation or a camouflage net, and the spoil is flattened out or hauled away. All fighting positions for fighting vehicles (tanks, infantry fighting vehicles, and Stryker mobile gun systems) are planned as deliberate positions. Since lack of time usually limits the full construction of a deliberate position, only some parts of the position's construction are prepared. For example, the complete fighting position for a tank requires the construction of a hull defilade, a turret defilade, a concealed access ramp or route, and a hide location—all within the same fighting position. The maneuver team commander uses engineer earthmoving assets and usually constructs fighting position parts in the following order:

蔽。如果陣地構築深度越深且將護堤字前方延伸至載具的兩側，則可進一步提升陣地的防護能力。由於護堤能對動能穿甲彈及高速砲彈提供防護為錯誤之認知，故不建議戰車、步兵戰鬥車及史崔克機動武器系統之掩體採地上式具護堤方式執行陣地構築。急迫戰鬥陣地可提供對穿甲彈之防護，並在適當偽裝後，具備有限之隱蔽能力，在戰術狀況允許時，應將載具所用之急迫陣地強化為周密陣地。

周密陣地

4-28 周密陣地能使載具具備對動能穿甲彈及高速砲彈之防護力。周密陣地乃由各個地下坑洞所構成，以提供所需之隱、掩蔽，降低目標特徵。周密陣地由 4 個部份構成，車體掩蔽部、砲塔掩蔽部、具隱蔽性之進入坡道或路徑及躲避地點。運用天然地形所構成之陣地為最佳之選擇，因為最易於修改。然而若需實施相關之準備作業時，就需要大量的工兵支援，各陣地可運用天然植被或偽裝網執行偽裝作業，並把作業產生的棄土移除。各戰鬥載具所用之戰鬥陣地(戰車、步兵戰鬥車及史崔克機動砲塔系統)均需以周密陣地之型式進行規劃。由於常因時間不足而無法構築完整的周密陣地，僅能於準備階段時，完成周密陣地的其中幾個部份構築，例如完成戰車所需陣地與其他相同的陣地一樣需包含車體掩蔽部、砲塔掩蔽部、進入坡道或路徑及掩蔽位置。任務指揮官運用工兵土方作業機具時通常會依下列順序構築：

- Hull defilade. This position leaves the vehicle's turret above ground, allowing it to observe and engage targets.
- Turret defilade. The entire vehicle is belowground level. A hull defilade position is required in front of the vehicle to allow it to move up to engage targets.
- Hide location. The hide location allows the vehicle to be concealed away from the fighting position, and includes overhead concealment when possible.
- Concealed access ramp or route. A concealed route, either natural or constructed, allows the vehicle to move from its hide position to its fighting positions.

4-29. When developing deliberate positions, construction of hide locations and a concealed route between positions is only done when time and engineer assets are available. When limited time is available, engineer assets should be prioritized to concentrate on hull and turret defilade positions. Once the commander's priorities are complete, hide positions and concealed routes can begin. The ramps and concealed routes should require only partial clearing and leveling with engineer equipment because natural concealed routes and hide positions are used. In terrain where natural concealed routes and hide positions are not available, commanders must consider employing organic obscuration equipment when vehicles are occupying primary fighting positions or repositioning. Artillery or mortar-delivered smoke and smoke generators may provide this obscuration. The use of smoke may be a two-edged sword since it alerts the enemy to activity that may be occurring. Figures 4-1 and 4-2 depict what a fully developed deliberate vehicle fighting position may look like.

- 車體掩蔽部：載具之砲塔在此類型陣地中會顯露於地上，使其能執行觀測並與目標接戰。
- 砲塔掩蔽部：全部載具均在地平面以下，於此類掩蔽部前方需要一個車體掩蔽部，使載具能移動至車體掩蔽部與目標接戰。
- 掩蔽位置：躲避位置可使載具在陣地獲得隱蔽，在可能的狀況下，應包含覆頂式的掩蔽功能。
- 隱蔽之進入坡道或路徑：由天然或構築而成之隱蔽路徑，可使載具自隱蔽位置機動至其戰鬥陣地。

4-29 當編組周密陣地時，只有在時間及工兵資材可獲得之狀況下，才能構築陣地所需之隱蔽位置陣地掩蔽路線，在時間受限的狀況下，工兵資材應優先集中用於構築車體及砲塔掩體，當滿足指揮官的優先構築需求後，即可開始構築隱蔽位置及進入陣地，由於路徑及隱蔽位置運用天然的隱蔽，故僅需運用工兵裝備進行局部清除及整平。當路徑及隱蔽位置所在之地形不具天然隱蔽效果時，指揮官必須考慮部署建制之遮蔽器材、砲兵、迫擊砲或煙霧產生器提供此類遮蔽功能，煙霧運用為雙面刃，因為它可能會引起敵人對此作業產生警覺，圖 4-1 及 4-2 為周密陣地示意圖。



Figure 4-1. M1 tank (hull defilade)

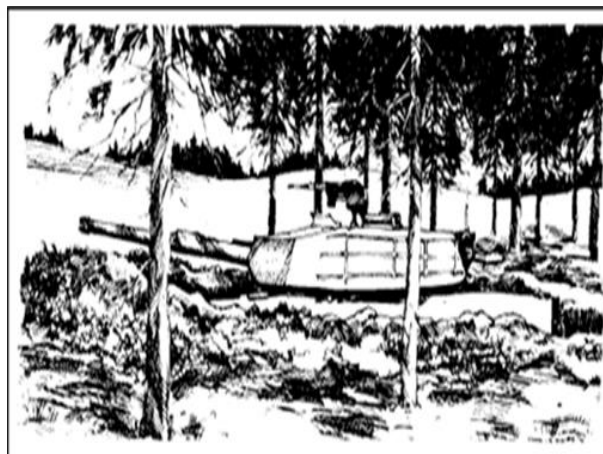


圖 4-1 M1 坦克車(全遮蔽掩體)

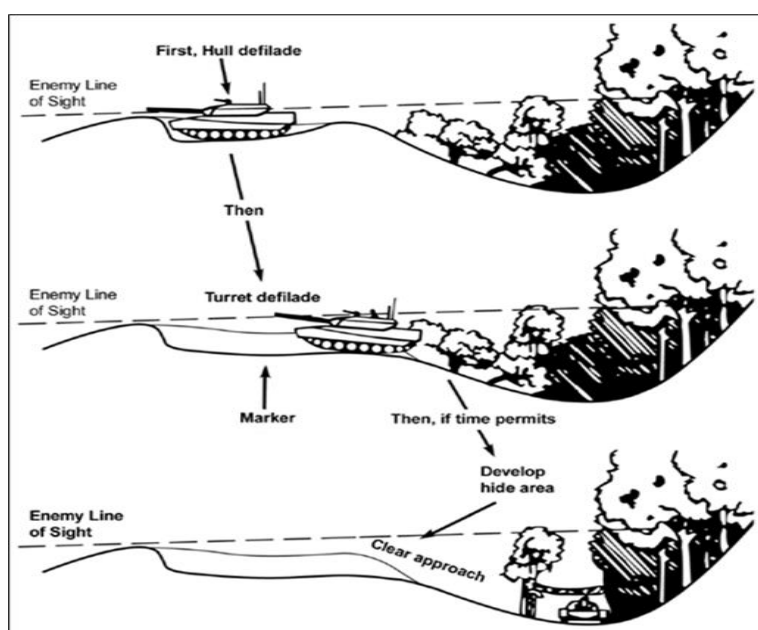


Figure 4-2. Fully developed deliberate fighting position

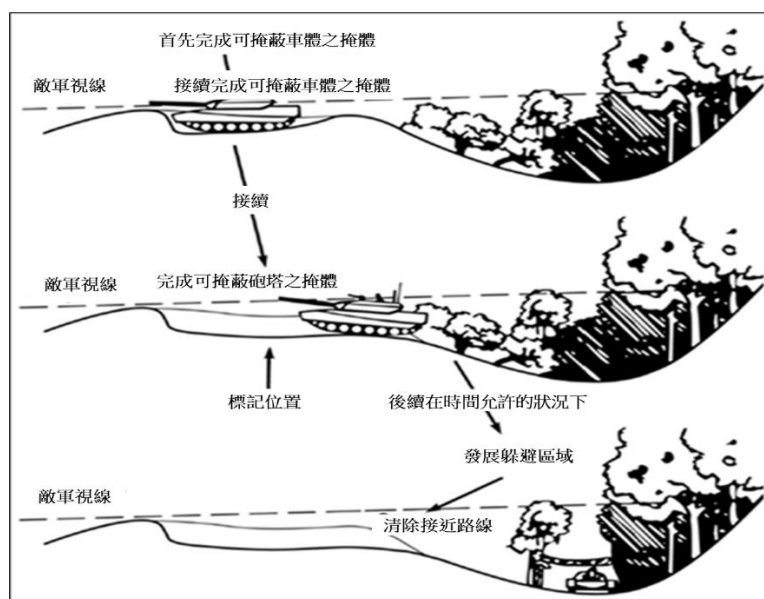


圖 4-2 完備之周密戰鬥陣地

4-30. The terrain, the type of soil, and the water table will all influence the construction of vehicle fighting positions. In many cases, the depth of soil to bedrock or to the water table will prevent or hinder the construction of positions. This concern may impact a specific vehicle position or an entire unit BP. Commanders must sometimes consider the competing requirements of vehicle positions against the ability to excavate the desired fighting positions. For units remaining in place for extended periods of time, measures must be taken to prevent or mitigate erosion and drainage problems.

MARKING

4-31. When fighting positions are planned, it is extremely important to mark the positions (for recognition during day and night) and understand when and how the positions will be occupied. This maximizes the time available for construction and ensures that the fighting positions meet the intent of the maneuver commander. Maneuver commanders and vehicle commanders will mark the position and then be available when engineer assets begin digging. It is the vehicle commander's responsibility to check the position for proper depth and line of sight (LOS) before releasing engineer assets to move to the next position. The vehicle commander or his representative must remain present during the construction of the fighting position. Once the leader is satisfied that the position meets standards and can properly engage his sector, the engineer assets will be released for their next prioritized mission. It is the maneuver unit commander's responsibility to ensure that fighting positions are correctly sited, and it is the engineer commander's responsibility to enforce construction standards.

4-30 地形、土壤種類及地下水位將影響載具戰鬥陣地構築，在許多案例中，土壤之岩床或地下水位將阻礙或造成陣地無法構築，這些相關事項可能會對特殊之載具陣地或對整個單位的戰鬥陣地造成衝擊，指揮官有時必須在所需構築的陣地及構築能力間權衡，單位如需於既有地點延長停留時間，則必須採取方法以防止或減輕陣地的損壞及排水問題。

標記

4-31 當完成戰鬥陣地規劃後，標記陣地即為極度重要的事項(日夜間均能辨識)，並且了解陣地將於何時及何種方式佔領，將可最大化構築可用時間並確認戰鬥陣地可符合任務指揮官之企圖，任務指揮官及載具之車長將會標記陣地位置，並使用工兵器材進行挖掘後即可運用相關陣地。車長在工兵器材轉移至次一陣地實施作業前，須負責檢核陣地之深度及視線是否合適，故在陣地構築期間，車長或其代表必須在場，當車長滿意陣地之構築狀況且符合標準並能適當的在其所負責區域接戰時，工兵器材將轉移執行次一優先任務，任務指揮官須負責確保各戰鬥陣地之正確配置；另工兵指揮官須負責各構築陣地符合標準。

COMPANY AND BATTALION BATTLE POSITIONS

4-32. The creation of company- and battalion-sized BPs involves the construction of numerous fighting and protective positions to meet the commander's intent for those particular sites. That intent will be linked to the defensive plan (see FM 90-7). Although engineers are responsible for prioritizing the engineer effort within the commander's guidance and constructing fighting positions to standard, the maneuver unit is responsible for siting each position and developing the BP. The maneuver unit should designate a representative (typically the unit's senior NCO (Army)/senior staff NCO (Marine Corps) or executive officer) as the on-site point of contact to guide the execution of the required engineer support. There are five kinds of BPs: primary, alternate, supplementary, subsequent, and strong point. All BPs require survivability and countermobility support, but the creation of a strong point requires significant time, resources, and engineer effort to create. See FM 3-90 for more information.

EXCAVATION CAPABILITY PLANNING FACTORS

4-33. The basic excavation capabilities of the most likely survivability equipment supporting a BCT/RCT are shown in table 4-5. These planning factors may be further influenced by the condition of the soil, terrain, weather and weather-related effects; maintenance of the vehicles; personnel availability; and other potential significant influences on their performance.

4-34. These capability estimates can be used to estimate the time required to excavate for various fighting and protective positions, in the event that other tables do not include the information necessary for a specific vehicle or situation. In that event, it is necessary to estimate the size of the position required, the amount of material to be

營、連級戰鬥陣地

4-32 營、連級戰鬥陣地之構築為在特定地點匯集數個符合指揮官企圖之戰鬥及防護陣地而成。指揮官企圖將與防禦計畫相互聯結，雖然工兵負責在指揮官指導下，排定工兵兵力運用優序並構築符合標準的戰鬥陣地，然各陣地位置之選定及發展則為執行任務單位之責任，執行任務單位應指派代表(通常是資深士官或副連長)作為現場的聯絡對口，以引導所需工兵支援兵力執行構築作業，戰鬥陣地計有主要、預備、補充、後續及堅固陣地等 5 類，所有類型的陣地均須戰場生存力及反機動力支援，但構築堅固陣地須具備大量時間、資源及工兵兵力之投入。

計畫所需掘土作業能力參數

4-33 大多數可能用於支援旅級或群級戰鬥隊用於提升戰場生存力之裝備的基本掘土作業能力參數如表 4-5，這些計畫參數可能會因土壤狀況、地形、天氣及天氣相關因素而產生更多的影響，載具的維保、人員獲得性及其他潛在的重要因素都會影響作業能力。

4-34 掘土能力評估數值可用於估計挖掘各式戰鬥及防護陣地所需時間，在構築特種載具或狀況下所需必要之參考資料並未列在其他相關參考表內，對於相關構築作業，必須針對所需構築之陣地尺寸、所

Table 4-5. Excavation capabilities of selected survivability equipment

Equipment	Excavator Capability (cubic yards per hour)	
	Banked Material	Loose Material
Armored combat earthmover, M9	163	204
Scoop loader	125	156
Tractor, full tracked, D3	50	60
Tractor, full tracked, D5 (Army)/ MC1150 (Marine Corps)	150	170
Tractor, full tracked, D7 (Army)/ Medium crawler tractor (Marine Corps)	165	211
Tractor, rubber-tired, articulated-steering, multipurpose (TRAM), 624K	125	156
Deployable universal combat earthmover	160	170
High mobility engineer excavator	66	66
Backhoe loader	66	66
Small emplacement excavator	30	40
Utility tractor	30	40
Note. Rates are based on work performed in clayey sand soil with an operator efficiency of 0.83, a 50-minute work hour, and excavated soil being spread or dumped in the immediate vicinity of the excavation site.		

表 4-5. 各類提升戰場生存力構築機具掘土能力一覽表

裝備型式	掘土能力	
	實方	鬆方
M9 戰鬥推土機	163	204
鏟裝機	125	156
D5/M1150 全履帶牽引機	150	170
D3 全履帶牽引機	50	60
D7 全履帶牽引機(陸戰隊中型履帶牽引機)	165	211
624K 輪型多用途關節式 轉向型牽引機	125	156
通用戰鬥推土機	160	170
高機動性工兵挖土機	66	66
挖掘裝載機	66	66
通用牽引機	30	40
多功能工兵車	30	40
備註 作業效率計算乃基於操作手熟練度達 0.83 時，在黏質砂土每小時作業 50 分鐘，且挖掘產出之土方可立即鋪散或傾倒之狀況。		

moved, and the type of equipment used. FM 5-412/MCRP 3-17.7F provides additional information on estimated earthwork. FM 5-434 (which provides estimated production rates, characteristics, operation techniques, and soil considerations for earthmoving equipment) should be used as a guide to selecting the most economical and effective equipment based on the situation.

ARTILLERY POSITIONS

4-35. The same principles that apply to hasty individual and crew-served weapons positions also apply to artillery positions when time, materials, and engineer equipment are limited. As time, materials, and engineer equipment permit, artillery positions are improved with firing platforms and berm or revetment positions.

ARTILLERY FIRING PLATFORM

4-36. Artillery firing platforms for towed or self-propelled artillery weapons are necessary on soft ground to preclude weapon relaying after each round is fired. The pad distributes the loads over a larger area with no significant settlement and is flexible, level, and strong enough to withstand the turning and movement of self-propelled weapons. The pad allows firing in all directions. Trail logs are anchored outside the pad for towed weapons. For self-propelled weapons, the recoil spades are set in compacted solid material or in a layer of crushed rock around the pad. These positions provide limited protection with the use of a berm or revetment.

BERM OR REVETMENT POSITIONS

4-37. A berm or revetment position for field artillery provides improved protection from near-miss, indirect-fire weapons effects and small caliber direct fire. The berm is constructed with material removed from the excavation and is built low enough to allow direct howitzer fire. It is usually neces-

需移除材料量及運用之土方作業機具進行評估。FM 5 412/MCRP 3-17.F 提供額外土方作業所需評估資訊(在 FM 5-434 中提供作業效率、機具特性、作業技巧及對土方作業機具之土壤考量因素)可應用於依狀況選擇最經濟、有效構築裝備之指引。

砲兵陣地

4-35 砲兵陣地構築時若在時間、資材及工兵裝備有限的狀況下，也可運用與單人及多人操作武器陣地之原則進行構築，待狀況許可時，砲兵陣地應改良具護堤或護牆之射擊平台。

砲兵射擊平台

4-36 在鬆軟的土地上牽引砲或自走砲需要砲兵射擊平台，以排除武器在每發砲彈射擊後須重新瞄準之狀況，射擊平台可將載重分布於較大區域，且無顯著沉陷狀況，並具彈性、平整及足夠支撐自走砲轉向及運動之強度。平台允許向各個方向射擊，牽引武器的腳架固定於發射平台外，針對自走砲、反後座力鏟應設立於夯實之土壤或在平台周邊的碎石堆層，運用護堤或護牆時，可提供此類陣地有限之防護力。

護堤或護牆陣地

4-37 具護堤或護牆之陣地可提供野戰砲兵對非直射武器在近彈狀況或小口徑直射武器進階之防護能力，護堤是由陣地構築時挖掘產出之材料構成，期高度必須低於榴彈砲直射時之所需高度，護堤通常需壓實確保穩定，以防止砲口爆震使期損毀，震地可由天然植被或偽

sary to stabilize the berm to prevent deterioration caused by muzzle blast. The position is camouflaged with natural vegetation or camouflage netting. Table 4-6 gives dimensions of positions for field artillery vehicles. Shelter construction is necessary to provide adequate protection for the firing crew, fire direction center, and CP. Separate shelters are necessary to contain an artillery section's basic load of projectiles, fuzes, and propelling charges. If time allows, firing positions, CPs, and fire direction centers are connected by trenches. See chapter 6 for information about camouflage and concealment of survivability positions.

4-38. Emplacements for towed artillery systems are routinely constructed to increase the weapons systems survivability. These weapons systems are not as mobile as self-propelled systems and require increased survivability measures. Emplacements for towed systems must provide maximum flexibility in the delivery of fire and protect the weapon and crew against the effects of enemy fire. Those positions designed to allow the towed systems to be used in a defensive direct-fire role will have adjusted berm heights that allow firing at 0 mils elevation.

4-39. Trail logs may be necessary to overcome the weapons recoil, while still providing the ability to traverse the artillery piece. Trail logs are commonly constructed in a complete circle to allow the howitzer to pivot 360 degrees. In semipermanent installations, wooden decking may be placed on the floor of the emplacement to assist in drainage and when traversing the howitzer. Protective positions with overhead cover are provided for the personnel ready position and ammunition shelters. (See figure 4-3 and figure 4-4, page 4-16.).

4-40. Modern self-propelled howitzers are designed to shoot during short halts. The ability to shoot and then reposition quickly provides increased survivability for

裝網偽裝，表 4-6 顯示野戰砲兵載具之陣地尺寸、相關隱、掩蔽設施必須能提供射擊人員、射擊指揮所及射擊陣地充足之防護，分儲砲兵組所需之砲彈、引信及推進藥需具有分散之防護場所，在時間允許的狀況下，可構築壕溝將射擊震地、指揮所及射擊指揮所完成構聯。

4-38 牽引砲系統通常會構築火炮掩體以提升武器系統之生存力。這些牽引砲系統機動能力不如自走砲系統，需要增加提升生存力之方法。牽引砲系統所使用之火炮掩體必須提供射擊之最大彈性及武器與操作人員對敵火之防護，這些陣地被設計為當牽引砲系統作為防衛性直射武器時，將調整護堤高度，使火炮能在 0 密位的仰角射擊。

4-39 砲架固定枕木為克服武器後座力所需物品，同時可提供火炮橫向支撐力，砲架枕木通常構築成完整的圓形，使榴彈砲可轉項 360 度，在半永久式設施中，可能會在火炮掩體的地面設置木質平台，以協助排水，同時可橫向移動榴彈砲，於人員待命陣地及彈藥交付所應提供具覆頂式掩體之防護陣地(如圖 4-3 及圖 4-4、頁 4-16)。

4-40 現代化的自走榴砲設計為具備可短暫停止後持續射擊，於射擊後可快速重新部署的能力，增

Table 4-6. Dimensions of field artillery vehicle positions

Vehicle Type	Dimension (feet)¹			Other Information		
	Length	Dimension Width	Depth/ Berm Height^{2,4}	Equip-ment Hours³ (D7 Dozer/ M9 ACE/ MCT)	Minimum Berm Thickness at Base (feet)	Re-marks
105-mm towed howitzer (M102)	21 feet 10-1/2 inches (6.7 meters)	6 feet 4 inches (1.9 meters)	24 inches (0.61 meters)/ 18 inches (0.46 meters)	1 hour	8	—
105-mm towed howitzer (M119A2)	Folded position: 16 feet (4.87 meters) With tube in firing position: 20 feet 9 inches (6.32 meters) With tube locked in tube clamp: 20 feet 2 inches (6.15 meters)	5 feet 10 inches (1.78 meters)	24 inches (0.61 meters)/ 18 inches (0.46 meters)	1 hour	8	—
155-mm towed howitzer (M198)	Firing position (without spades): 36 feet 2 inches (11.02 meters) Stowed position: 24 feet 5 inches (7.44 meters) Towed position: 40 feet 6 inches (12.34 meters) Tread (center-to-center): 7 feet 9 inches (2.36 meters)	Towed position: 9 feet 2 inches (2.79 meters)	—	1.5 hours	8	—
155-mm towed howitzer (M777)	33 feet 6 inches (10.21 meters)	12 feet 3 inches (3.72 meters)	—	—	8	—
155-mm howitzer self-propelled (M109A6)	Overall length (with baskets to rear): 423 inches (10.7 meters) Overall length (with baskets forward): 392 inches (9.9 meters)	Overall width (with baskets forward): 154 inches (3.9 meters) Overall width (with baskets to rear): 128 inches (3.3 meters)	—	—	—	—

Note.

A dash indicates no data.

¹ Position dimensions provide an approximate 3-foot clearance around vehicle for movement and maintenance and do not include ramp(s).² Total depth includes any berm height.³ Production rate of 100 bank cubic yards per 0.75 hour. Divide construction time by 0.85 for rocky or hard soil, night

conditions, or closed hatch operations (M9). Use of natural terrain features will reduce construction time.

⁴ All depths are approximate and will need adjustment for surrounding terrain and fields of fire.**Legend :**

ACE – armored combat earthmover

MCT – medium crawler tractor

mm – millimeter

表 4-6. 野戰砲兵載具陣地尺寸一覽表

載具形式	尺寸(英尺) ¹			其他資訊		
	長	寬	深度/ 護堤高度 ^{2、4}	作業工時 ³ (D7 或 M9 推土機)	護堤最低 厚度(英尺)	備註
M102 105 公厘牽引砲	6.7 公尺	1.9 公尺	0.61 公尺/ 0.46 公尺	1 小時	8	-
M119A2 105 公厘牽引榴砲	1.收合陣地 4.87 公尺 2.可容納砲管陣地 6.32 公尺 3.可容納砲管於鎖制於固定位置陣地 6.15 公尺	牽引陣地 2.79 公尺	-	1 小時	8	-
M198 155 公厘牽引榴砲	1.不包含腳架 11.02 公尺 2.收合陣地 7.44 公尺 3.牽引陣地 12.34 公尺 4.輪距(兩輪中心線距離)2.36 公尺	牽引陣地 2.79 公尺	-	1.5 小時	8	-
M777 155 公厘牽引榴砲	10.21 公尺	3.72 公尺	-	-	8	-
M109A6 155 公厘自走榴砲	1.全長(置物箱在後側)10.7 公尺 2.全長(置物箱在前側)9.9 公尺	1.全寬(置物箱在後側)3.3 公尺 2.全寬(置物箱在前側)3.9 公尺	-	-	-	-

備註

破折號表示不具相關資料

¹ 陣地尺寸需能於載具周邊提供大約 3 英尺的淨空，以提供載具運動及保養空間，坡道不需預留淨空空間。² 總深度需包含任一護堤高度。³ 構築時間為每 0.75 小時可處理 100 立方碼之土堆，若在岩質、硬質土壤、夜間作業、或以 M9 推土機於近接作戰之隱密構築作業時，應將作業效率乘以 0.85。⁴ 本表所列深度為估計值，需配合周邊地形及射界調整。**圖例：**

ACE：裝甲戰鬥推土機

MCT：中型履帶式牽引機

mm：公厘

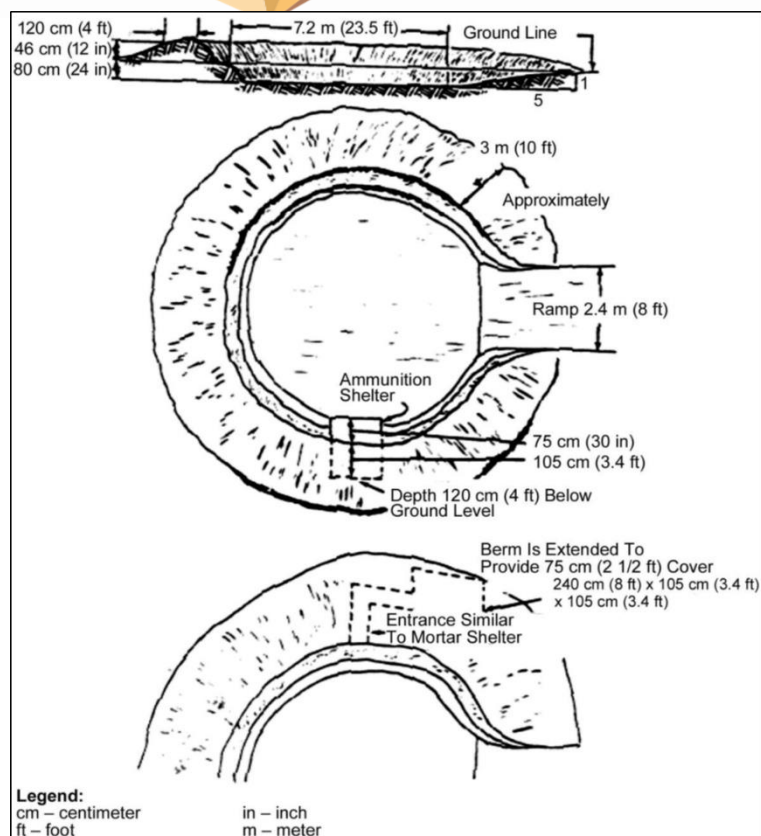


Figure 4-3. Towed howitzer emplacement (105-millimeter and 155-millimeter howitzer) layout

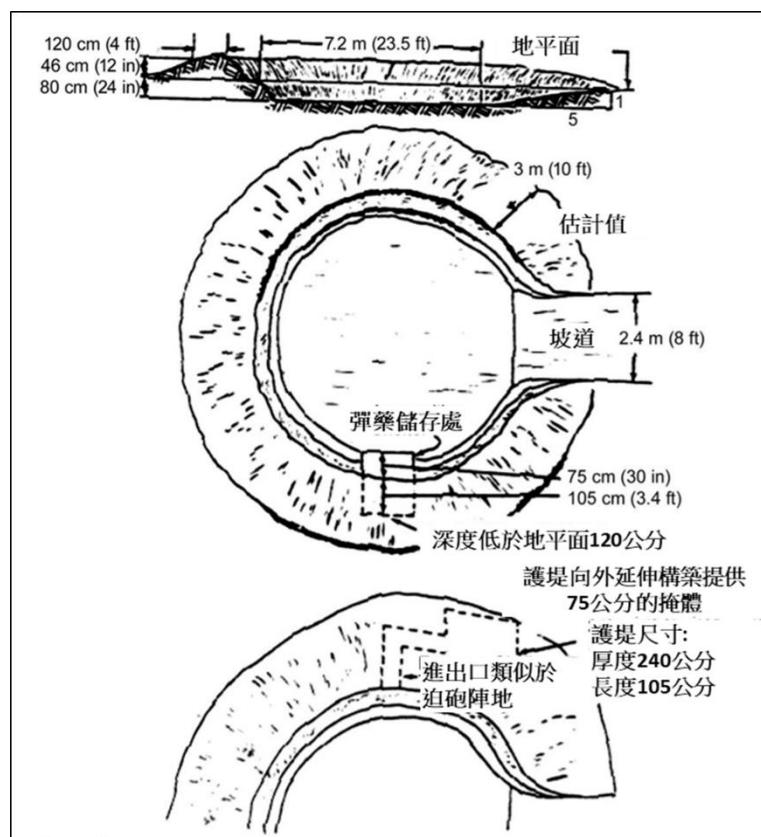
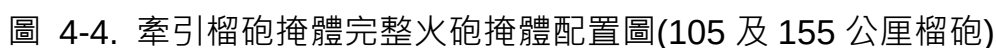
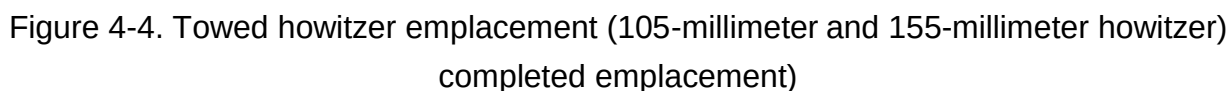


圖 4-3. 牽引榴砲掩體配置圖(105 及 155 公厘榴砲)



the weapons systems. Self-propelled howitzers may be positioned on base camps to provide fire support to the local commander's AO. Figure 4-5 portrays a protected firing emplacement for self-propelled howitzers used in this role.

4-41. When positions for self-propelled artillery systems are prepared, a sloped ramp is built to facilitate the vehicles' entry into and exit from the emplacement. Although the hull of the howitzer is protected, leaders must ensure that berms and revetments are not constructed to a height which prohibits the howitzer from depressing to the minimum elevation. This would prevent the weapons system from being used in the direct-fire role. Barrel stops may be used, if necessary, to prevent fire into adjacent units. In temperate or tropical environments, provisions must be made for drainage inside the emplacement.

加了武器系統的生存力，自走榴砲可能被部署於基地內，以提供作戰地區內指揮官現地之支援火力，圖 4-5 為描述自走榴砲當最為防護性射擊用途時射擊陣地。

4-41 當完成自走砲系統陣地準備後，應構築坡道使自走榴砲可進出陣地，雖然自走榴砲的車體已具備防護，現場指揮官必須確保護堤及護坡的構築高度不可高於火砲最低水平之高度，高於火炮最低水平高度將會妨礙火炮作為直射武器之運用。需要時可能需使用砲管固定器，以避免向鄰近單位進行射擊，驗溫帶或熱帶環境，臨時陣地必須於火炮陣地內設置排水溝。

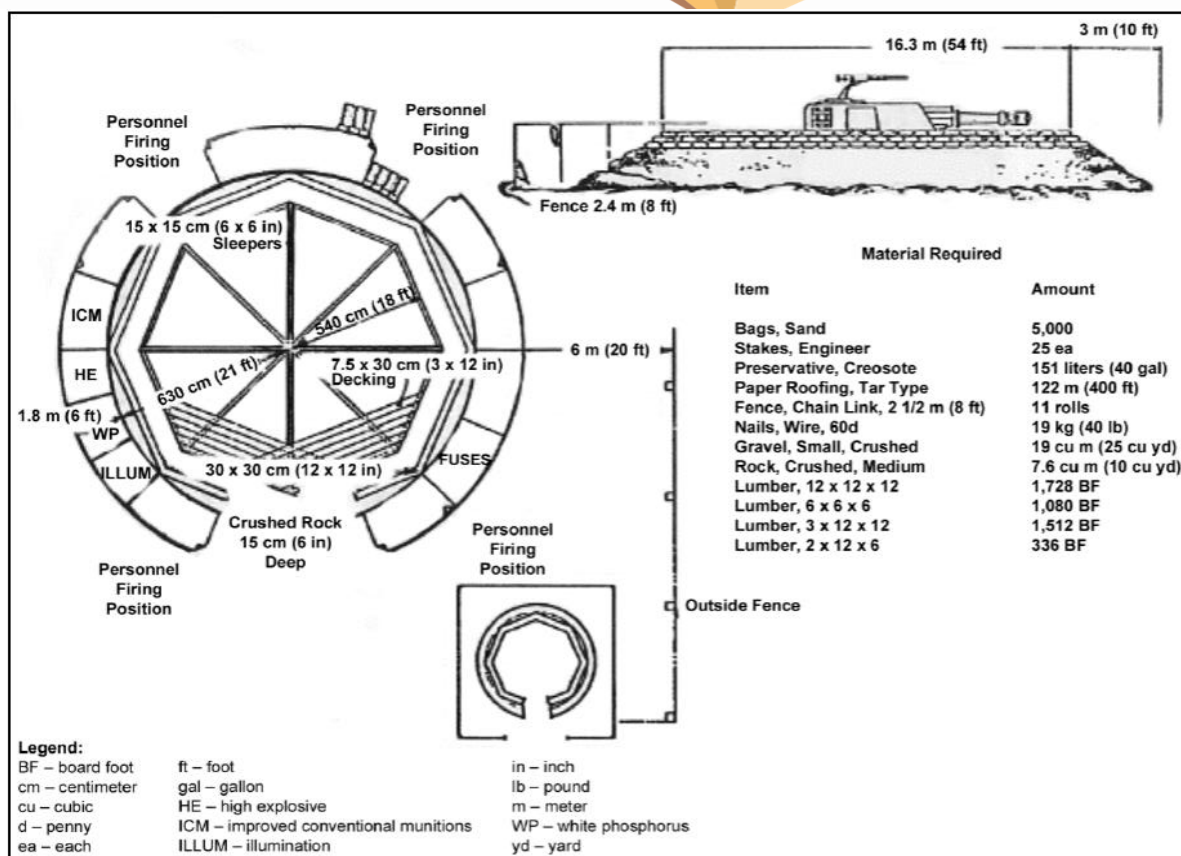


Figure 4-4. Towed howitzer emplacement (105-millimeter and 155-millimeter howitzer) completed emplacement)

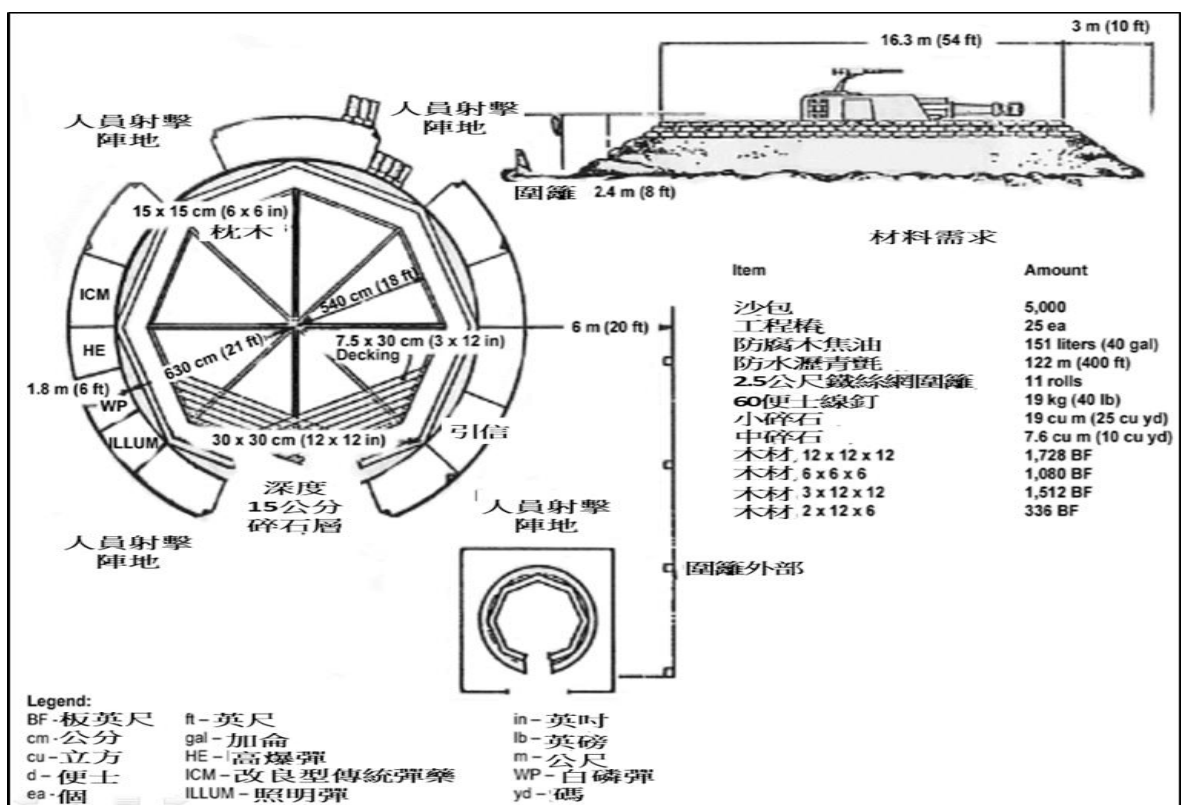


圖 4-5. 155 公厘自走榴砲火砲掩體配置圖(109 系列)(半永久設施)

期刊專欄 工兵大小事



修築路段

從高雄市旗山中埔沿線至台南龍崎路段，由國軍 534 戰鬥工兵營及 532 傾卸車連負責支援路面拓寬工程，施工期為民國 47 年 10 月至民國 48 年 8 月。



挖掘機鏟裝石料

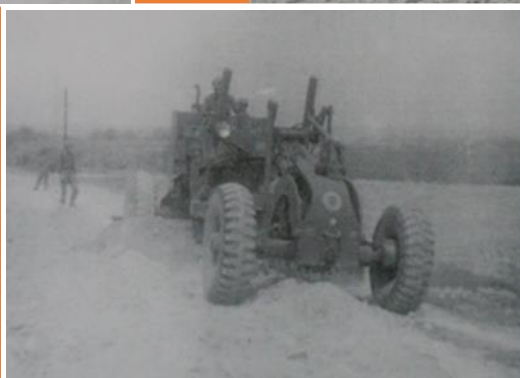
石料鋪於路面



裝運石料之傾卸車



壓路滾之壓實作業



平路機刮平路面之石料，再由壓路機將之壓實

資料來源：

陸軍工兵學校校友聯誼會，《陸軍工兵百年圖集〈工兵發展史略別冊〉》（台北：陸軍工兵學校校友聯誼會，民國 90 年 12 月 31 日），頁 136。



陸軍工兵半年刊
第 160 期



ISSN:2225-5400 建議售價:非賣品
GPN:48097-0442
陸軍工兵訓練中心發行