

工兵與國家重大經濟建設-橋樑篇

洪秀鳳少校

前言

道路是交通運輸與民生活動重要命脈，臺灣山脈為南、北走向，河川東、西分流，南、北交通遇河流處，則需仰賴橋樑通行兩地，故橋樑對我交通影響甚鉅。臺灣本島建設初期，政府為安定軍民生活，促進南北貨物流通，優先執行道路與橋樑建設，期能促進國家經濟建設，活絡民生需求。

橋樑興築需配合天然環境及周邊地形地貌，跨越天然障礙，克服工程艱鉅問題，軍工協建之橋樑工程，其中澎湖跨海大橋、高雄愛河忠勇大橋、屏東楓港大橋、苗栗中港溪橋及臺中烏溪橋等 5 座橋樑具特殊代表性，各項任務執行過程需完善周延架橋作業規劃與溝通協調，並結合路堤構築、便引道開設，從任務規劃、兵力派遣、機具指揮調度、裝備維保，甚至與民間承商施工界面協調，均能累積寶貴施工經驗，充分展現工兵部隊的專業職能，戮力推動臺灣經濟建設，績效顯著備受國人肯定。

背景

民國 38 年政府遷臺初期，積極推動國家建設，省政府自民國 44 年 9 月起接管代養縣、鄉道，迄至民國 62 年獲得中央補助為止，此期間自行編列年度預算或以公路建設基金投資，興建諸多公路與橋樑¹。國防部乃訂立制度，正式成立軍工協建處，並訂定各種作業辦法，全面展開軍工協建的工作，舉凡橋樑、機場、港口等水利、土木工程項目，協請工兵部隊投入國家建設，均透過軍工協建處申請辦理，適時依需應援。

政府及地方為執行重大工程建設；惟因應經費拮据節省建設龐大費用，國軍依據地方政府所提出之申請，在不影響軍事任務下，派遣支援各項建設，動員國軍人力、物力投入軍工協建，參與國家橋樑工程興建任務，以平衡工資物價及缺工問題，兼具國防與民生雙重價值，提高經濟效益。

¹ 財團法人中華顧問工程司，《臺灣公路建設紀要》，西元 2017 年，頁 76。

執行經過

軍工協建歷程中，其支援國家經濟及民生建設，貢獻卓著，對國家整體發展過程影響甚鉅，下面就具有代表性軍工協建橋樑工程摘述如後：

一、澎湖跨海大橋

澎湖跨海大橋橫跨於白沙、西嶼兩島間的吼門海道上，為兩島間唯一聯絡通道。原橋包括兩端路堤全長 2,478 公尺，其中路堤長 319 公尺，橋長 2,159 公尺，橋面寬 5.1 公尺，有 7 處 8 公尺寬避車道，大小橋孔 76 孔²。澎湖跨海大橋又稱「遠東第一長虹」，為澎湖馬公、湖西、西嶼及白沙等四個鄉鎮通聯之重要橋樑。

民國 54 年 5 月 16 日起，由國軍工兵部隊以拋石式路堤工法，先行施工橋樑路堤部份，路堤全長 319 公尺，興築路堤施工照片(如圖 1)，橋樑主體部份於民國 55 年 8 月動工，至民國 59 年 12 月 25 日竣工³。澎湖跨海大橋(如圖 2)，被譽為遠東首座跨海大橋，先總統 蔣公指示其施工單位參照國際經驗之餘，掌握各期工程進度(如圖



圖1 澎湖跨海大橋興築路堤
資料來源：文化部國家文化記憶庫，
<https://memory.culture.tw>，檢索日期：西元
2022年8月21日。

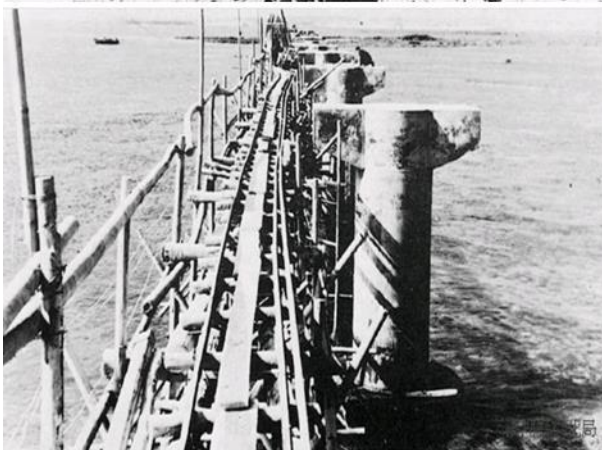


圖2 澎湖跨海大橋興築施工照
資料來源：澎湖縣政府文化局，
<https://nchdb.boch.gov.tw/asset>，檢索日期：西
元2022年8月22日。

² 交通部公路總局第三區養護工程處，<https://thbu3.thb.gov.tw/>，檢索日期：西元 2022 年 8 月 26 日

³ 陳英俊等，《澎湖縣文化資產手冊》(澎湖縣馬公市：澎湖文化局，西元 2010 年)，頁 140。

3)，並在民國 59 年底以前完工，澎湖跨海大橋景況(如圖 4)。

民國 82 年 5 月澎湖跨海大橋出現橋墩下陷，導致橋面產生斷裂，經評估後橋樑須全面拆除重建，為顧及白沙、西嶼兩島間居民交通民生，由澎湖防衛司令部陸軍 168 師後勤指揮部工兵營營部連負責實施橋樑搶修任務，架設景況(如圖 5)，於斷橋路段架設二路一層 M2 桁桁橋一座，完成架設照片(如圖 6)。同年 10 月又因斷橋架設二路二層型式之橋樑，含中央支點及三層橋部分加強架設，三層橋部分加強架設過程則運用 2 輛移動式起重機並配合人力搬運將構桁實施結構，過程繁瑣相對危安風險高；橋樑跨度分別為 100 呎(約 31 公尺)及 170 呎(約 52 公尺)，澎湖跨海大橋完成架橋後通車景況(如圖 7)。

民國 85 年 3 月澎湖跨海大橋興建完成後，全線實施通車景況(如圖 8)，就民生建設而言，使澎湖本島與白沙島、漁翁島三島連成一體，促進漁業及觀光發展；就國防建設而言，作戰時對兵力、武器及裝備之調度，能以便捷方式補給轉運，以遂行後勤補給任務。

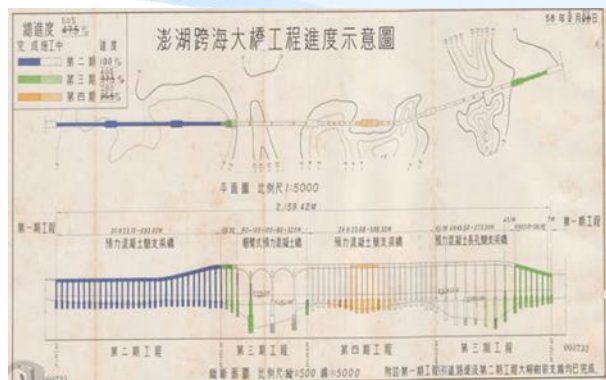


圖3 興建澎湖跨海大橋工程進度圖

資料來源：國家發展委員會檔案管理局，
<http://www.archives.gov.tw>，檢索日期：西元
 2022年9月12日。



圖4 民國59年澎湖跨海大橋景況

資料來源：澎湖縣政府文化局，
<https://nchdb.boch.gov.tw/asset>，檢索日期：西元
 2022年8月22日。



圖5 工兵部隊架設M2桁桁橋現況

資料來源：胡一平先生提供。



圖6 工兵部隊架設M2桁桁橋完成架設
資料來源：胡一平先生提供。



圖8 現今澎湖跨海大橋樣貌
資料來源：澎湖縣政府文化局，
<https://nchdb.boch.gov.tw/asset>，檢索日期：西
元2022年8月22日。

二、高雄愛河忠勇大橋改建

忠勇大橋位於高雄五福路橫跨愛河，連結新興區通往鹽埕區之交通橋樑。

民國 71 年 12 月，高雄市政府工務局為改善仁愛河兩岸交通需求規劃改建忠勇大橋，以利市區交通疏運；當時協請



圖11 楓港大橋斷橋景況



圖12 楓港大橋遭溪水沖毀橋面
資料來源：聯合新聞網，
<https://city.udn.com/headline/>，檢索日期：西元
2022年9月22日。

請陸軍第 8 軍團派遣第 512 工程兵營加強工兵連，於仁愛河兩岸架設兩座二路一層 M2 桁桁橋(如圖 9)，跨度為約 134 公尺，中間設有五個支點，架設作業期間中官兵採三輪班制日以繼夜施工⁴，與高雄市政府工務局合作，運用工程方式完成橋墩施作，克服中央支點之橋樑滾具設置，架設全程以人力完成 35 節桁桁橋架設；工兵部隊執行架橋作業，有賴工兵部隊平時精實訓練的架橋技術，使



圖9 民國71年國軍工兵部隊高雄仁愛河架設M2
框桁橋

資料來源：邵承澤，《行伍老兵我見我思-民國
35年迄73年役期事蹟摘記》，西元2011年3月。

市民於橋樑改建期間，紓解交通擁塞，解決民生問題，便於往來愛河兩岸，改善生活機能。

三、楓港大橋斷橋事件

屏東楓港大橋位處臺 1、臺 9 和臺 26 線三條交通要道，因民國 94 年 7 月 19 日海棠颱風豪雨沖刷及楓港溪水位暴漲，受到溪水主流與支流河川淤積影響，造成河水湍急而沖斷橋樑(如圖 10)，橋面流失及掏空岸基(如圖 11)，斷橋導致阻斷通往臺東及恆春半島之唯一交通道路，恆春等 5 個鄉鎮約 20 萬居民及遊客全部受困、橋樑遭受破壞後，因修建時間耗時，



圖10 楓港大橋斷橋景況



圖11 楓港大橋遭溪水沖毀橋面

資料來源：聯合新聞網，
<https://city.udn.com/headline/>，檢索日期：西元
2022年9月22日。

於短時間內難以恢復通車，國軍因應地方政府需求，掌握救災處理程序，多方考量後決議於「楓港大橋上游 500 公尺河床位置，橋礎整備現況(如圖 12)，架設 MGB 中框橋乙座」(如圖 13)。共計架設 MGB 中框橋 17 節雙層橋，花費 6 小時完成，由陸軍第 8 軍團派遣一個橋樑連兵力約 70 餘人；另當時工兵學校派教官及助教

⁴ 國防部史政編譯局，《國軍工兵發展史略》(國防部史政編譯局)，西元 2000 年 11 月，頁 357。



圖12 MGB中樑橋橋礎整備



圖13 屏東楓港斷橋架設MGB中樑橋

資料來源：TVBS新聞網，<https://news.tvbs.com.tw/life/434426>，檢索日期：西元2022年9月22日。

共 10 員擔任作業指導；完成橋樑長度 40.3 公尺，載重限制 30 級以下輪型車輛，管制單向通行⁵，迅速恢復交通，以利車輛通行(如圖 14)。

四、苗栗中港溪橋

中港溪橋係位於臺灣苗栗縣中港溪上一座鐵路橋樑，橋樑經臺 3 線跨越流域，連接苗栗縣竹南鎮竹南車站與造橋鄉談文車站，擔負疏運旅客進出南庄各景點重要要道。橋體沿革可分為三代，第一代橋於明治 36 年(西元 1903 年)3 月完工，橋臺與橋墩採用紅磚砌築，橋墩墩身為橢圓形，全長 315.5 公尺⁶；民國 11 年 4 月因橋墩長期經溪水沖刷遭掏空之虞而實施整修，橋樑施工照片(如圖



圖14 MGB中樑橋完成架設車輛通行景況

資料來源：華視新聞網，
<https://news.cts.com.tw/cts/society200507.htm>，
檢索日期：西元2022年10月21日。

⁵ 李銘正，《國軍制式橋樑運用機制之探討-以楓港 MGB 橋架設為例》(陸軍學術雙月刊：第 43 卷第 496 期，西元 2007 年 12 月，第 58 頁)。

⁶ 國家文化記憶庫，《中港溪橋》，<https://memory.culture.tw/Home/Detail>，檢索日期：西元 2022 年 10 月 5 日。

15)；民國 45 年 11 月橋墩已有嚴重裂痕急需改建中港溪橋，由公路局發包辦理，陸軍第 56 軍共同協力建造橋樑⁷，由工兵部隊執行投入人力、施工機具、鋼筋、水泥、塊石等資源，在民國 47 年 3 月橋樑修繕完工。第二代橋於民國 57 年 9 月完成改建，配合海線鐵路雙軌工程，重新選線遷建於第一代橋下游側約 330 公尺之處，由退除役官兵輔導會榮民工程處承包興建，下部結構為單圓柱懸臂式橋墩及直徑 6 公尺開口圓形沉箱基礎(平均深 20 公尺)、上部結構則為上承式預力混凝土簡支樑，橋樑全長 435.6 公尺，在山線竹南至豐原間雙軌工程中，為複線化新建第三代橋，民國 81 年完工成為雙向通車的橋樑。

五、臺中烏溪橋

烏溪橋位於省道臺三線 210 公里處，跨越烏溪路段，為臺中市霧峰區及南投縣草屯鎮之重要道路，原橋上部結構為連續 I 型樑，橋面寬 26 公尺，總長度 634.5 公尺；下部結構分為北上線與南下線各有不同，北上線為壁式橋墩，沉箱深度 6.5 至 11 公尺，南下線為 T



圖15 民國11(1922)年第一代鋼鉸橋樑施工照
資料來源：蔡龍保，《推動時代的巨輪：日治中期的臺灣國有鐵路(1910—1936)》臺北市：臺灣書房，西元2007年7月。

型橋墩，沉箱深度達 13 公尺⁸。

民國 45 年由公路局及陸軍第 56 軍共同建造臺中烏溪橋，跨越烏溪全長約 1 公里的烏溪大橋，於民國 49 年完工，烏溪橋完工通車現況(如圖 16)，是連接臺中縣霧峰鄉與南投縣草屯鎮的重要橋樑。



圖16 臺中烏溪橋完工通車現況
資料來源：文化部國家文化記憶庫，檢索日期：西元2022年8月21日。

⁷ 國家文化記憶庫，《中港溪橋》，<https://memory.culture.tw/Home/Detail>，檢索日期：西元 2022 年 10 月 5 日。

⁸ 蔣致善，《軍工協建在臺灣-橋樑篇》，西元 2022 年 10 月 21 日。

工兵具體作為

一、有效現地偵察作業，提供最佳方案參考

以屏東楓港橋斷裂架設 MGB 中框橋為例，楓港大橋進出路為 20 公尺寬雙向雙車道，具良好橋材置場與迴車場，兩岸坡度平整，經勘察原有之橋墩未損壞可供架設 MGB 中框橋乙座，提供 35 級以下輪型車輛作單向通行，工兵部隊亦可配合公路局逐步實施原橋樑搶修。在部隊接獲支援架橋命令後，便遴選具備橋樑架設實務經驗、熟悉測量儀器操作及渡河偵察要領之偵察人員，掌握當地進出道路坡度、河流寬度、河岸情形、水流狀況、河底特性、當地可用資材與地區週鄰環境有關之進出路、迴車場、聯絡道交通狀況及材料置場等項，提供決策者最佳方案，有效提升任務執行。

二、熟悉多元架設種類，增進工兵支援能量

綜觀前述橋樑搶修任務中，對於阻斷之橋樑損毀，需以便道、便橋或臨時橋樑之型式，予以緊急搶通，工兵部隊執行多起任務中，運用工兵機械實施便引道開設，其涵管便道(如

圖 17)及壘石引道(如圖 18)，遂行跨越河川障礙，藉由縝密的規劃指揮及機具整備，妥適的作業編組，對任務作全般性之規劃與調配，得以安全防險，工兵部隊與民間廠商共同協力下，運用機具清除、開挖、回填及壓實作業，恢復進出路通行，充分發揮機具效能。

以澎湖跨海大橋案例經驗，工程劃分為四期進行，第一期工程之陸上引道 3,061 公尺及海中路堤工程 319 公尺，由



圖 17 涵管便道



圖 18 壘石引道

資料來源：陸軍工兵訓練中心機械組提供。

澎湖防衛司令部責派工兵部隊支援施工以人力搬運大石塊，以拋築方式堆填於底層，作為路堤的基腳，大小石塊混合堆築，後續混凝土澆築增加結構強度，抵禦海岸的地基。第二期工程之大榕樹支線工程，長 345 公尺，亦由澎湖防衛司令部支援協建。第三、四期橋樑及鋪裝瀝青路面工程，均委由利德工程公司之專業施工團隊⁹，同時工兵部隊與民間廠商共同克服施工技術問題，並協助清運土石、混凝土灌漿施作及瀝青鋪設等。

屏東楓港橋斷橋案例，公路局為調節水流流速則使用河流改道，避免貨櫃讓急流沖走，爰以貨櫃工法搭建便橋(如圖



圖19 公路局運用貨櫃疊砌土堤工法搭設便橋
資料來源：蘋果新聞網，
<https://news.appledaily.com.tw/Detail>，檢索日期：西元2022年10月8日。

19)，施作過程工兵部隊則運用挖土機、傾卸車及鏟裝機等機具協助便引道開設，軍民合作故而得以雙向通車，恢復交通運輸，著實有效解決當地通行不便問題。

對我精進戰備與工兵支援之啟示

一、制式橋樑專業訓練，落實工兵專業職能

工兵部隊運用制式橋樑支援架橋作業，迅速恢復交通，以供車輛通行；能遂行架橋任務有賴於精實的訓練，才可造就官兵嫻熟的橋樑架設程序、步驟、要領及作業技術，因工兵幹部健全架橋職能，得以肆應各種突如其來的架橋任務，在時限內完成橋樑搶通；工兵部隊在制式橋樑的專業訓練，更應持恆勤訓精練，強化架橋的熟稔度，展現工兵部隊紮實架橋訓練成果，充分發揮工兵「逢山開路，遇水架橋」的精神。橋樑架設訓練可從兵科教育、部隊訓練、測考實況等時機驗證訓練課目與考核制度，提升官兵對架橋作業的熟練程度，以增進橋樑搶修能量。

⁹ 同註 4，頁 455。

二、提升工兵偵察能量，兵要資料建檔整合

屏東楓港橋斷橋案例中，深刻體認現地偵察之重要性，隨著科技日新月異，高技術發展的趨勢下，運用高科技無人機導入偵察作業，快速執行偵察及觀測，將架橋的高程、橋軸線及架橋作業場地之幅員相關數據反饋，縮短偵察時間，節約兵力運用，有效達成架橋任務。

現今臺灣在水利署、高公局、林務局及鐵路局等公、民營機關均運用無人機於河川、堤防、山林與鐵路相關巡檢勘察工作(如圖 20)，同時在軍事方面亦可運用無人機實施兵要調查，執行勘察作業前，憑藉兵要資料即能先期掌握橋樑狀況、河川特性(例如徒涉點、河幅、流速、深度、土質性質及聯絡道路)等參數，有效整合橋樑資料，建立完整地形資料圖庫、地質環境資訊、機動路線調查及兵要資料蒐整，運用空中偵照及數位化資訊整合之特性，結合地理資訊系統技術，對地形與環境空間資訊建立，精準定位回傳資訊，確保在時限內快速完成偵察，以肆應工兵部隊即時應援，提供決策者最佳渡河方案之研判。



圖20 水利署第四河川局運用無人機對人車難行處實施河川勘察

資料來源：自由時報電子新聞網，
<https://news.ltnl.com/2ZnYZr>，檢索日期：西元
2022年9月22日。

三、發揮應急橋樑架設，提升工兵支援能力

應急橋樑架設任務工兵部隊除制式橋樑架設外，適時運用應急橋樑及便引道開設，並與民間技術連結，增進設計及施工能力，當橋樑受損導致交通中斷時，能爭取救援時效及物資的補給，快速設置應急橋樑實施通行。

「便引道開設」為開闢應急橋樑的工法，需調查責任區域內河川地質、開設便引道的參考數據及培養良好機械操作技術等事項。於屏東楓港橋斷橋案例中，公路局運用貨櫃工法搭建便橋，其中工兵部隊協助便引道開設，協助橋樑搶通任務。

應急橋樑為利用現地可用資材，例如砂石、涵管、貨櫃、

型鋼等，構築跨越河川之臨時構造物，於短時間內搶通交通運輸管道，以下蒐整以往任務經驗，提供應急橋樑執行工法及方式，列述如後：

(一)河床便道：此工法可就近取用砂石，利用河床高灘地，堆填便道路堤，提供車輛臨時通行，適用於乾涸或微量河水河床便道(如圖 21)。

(二)涵管橋：於行水區埋設足夠數量涵管，上舖天然石料，頂層施作道路面層，邊坡作拍漿混凝土，防止水流沖蝕，適用於水流淺及兩岸高差較小處，涵管橋景況(如圖 22)。

(三)貨櫃型鋼橋：用於河水流速快、水位深、地勢落差大，或交通流量大時使用，作業所需之機具、資材較多，工時耗費時間較長，貨櫃型鋼橋景況(如圖 23)。

(四)貨櫃橋：係利用貨櫃之大尺寸及方正外形，內填石料成重力體，可作為擋土牆、橋墩使用，對於路堤穩固及河岸保護均有良好效果，需注意洪水淘空、沖蝕力量及貨櫃以鋼索或植樁固定，以確保貨櫃穩固，貨櫃橋景況(如圖 24)。

工兵部隊應增進應急橋樑及便引道開設作業能力，除平時應將地區內各河流兵要調查資料完成分類，建立資料庫外，更須將所需運用的機具、材料完成統計，納入物力動員需求申請，藉由橋樑搶修任務，協力運用工程機具實施構工，可同時汲取施工經驗，增進應急橋樑及便引道開設作業能力，多參加由政府與民間教育資源訓練機構，培訓工程技術人才，建立師資種能，提升規劃設計及施工技法；橋樑搶修



圖21 河床便道



圖22 涵管橋

資料來源：交通部公路總局，<https://freeway.gov.tw/publish>，
檢索日期：西元2022年9月22日。



圖23 貨櫃型鋼橋



圖24 貨櫃橋

資料來源：交通部公路總局，<https://freeway.gov.tw/publish>，
檢索日期：西元2022年9月22日。

為顧及時效性，其便道、便橋等臨時結構之簡易設計僅需依河川歷史流量、現地既有材料等工法及估算材料數量¹⁰，同時熟悉應急搶通方法之使用材料、構築方式及使用時機(如表 1)，俾利應援任務遂行。

四、機械協建輔助作業，節省人力時間負荷

綜觀澎湖跨海大橋、高雄愛河忠勇大橋改建、楓港大橋斷橋事件、苗栗中港溪橋及臺中烏溪橋等案例經驗得知，以往使用人力執行任務，需耗費大量時間，隨著現代科技進步，

表1 便道及便橋運用方式分析表

便道型式	使用材料	構築方式	使用時機
土堤便道	河床料、工地開挖利用土	- 鋪設夯壓平整 - 鋪設面層	- 無水流通過 - 大多供短期間車行繞道使用
水泥涵管便道	鋼筋混凝土涵管、路基底層面層料	- 水泥涵管埋設 - 上面回填基層底層料及面層料	- 水流量不大 - 短期間內必須設置完成，恢復交通
鋼涵管便道	鋼料涵管、鋼軌路基底層面層料	- 鋼管埋設 - 以鋼軌固定 - 上面回填基層底層料及面層料	- 水流量較大且挾帶石塊、漂流木 - 短期間內必須設置完成，恢復交通
貨櫃疊砌土堤便道	貨櫃、繫結鋼索路基底層面層料	- 貨櫃填充河床料 - 鋼索繫結疊砌 - 回填基層底層料及面層料	- 短期間內必須設置完成，恢復交通 - 便道銜接高程落差大 - 材料使用受限制
簡易鋼便橋	型鋼、土堤便道材料	- 架設排樁、橋墩、橋臺 - 組立型鋼 - 施設兩端引道	便橋使用時間長，考慮河川之排洪量大及挾帶石塊、漂流木

資料來源：作者自行整理。

¹⁰ 許鎧麟等，《重要橋樑搶修及臨時橋樑(含預警系統)施工技術手冊》(財團法人臺灣營建研究院)，西元 2004 年 12 月，頁 43。

發展機械協建取代人力是解決問題好方法，制式橋樑架設屬高風險，其中橋材吊掛、堆高機運輸橋材、千斤頂落橋等作業，均屬高風險項目，為求安全且快速完成橋樑架設，故強化吊車裝備之吊桿能力或購置大型吊車及堆高機輔助架設，提升架設速度、安全及減少人為荷重，也可採人工智慧技術應用於千斤頂，方便於頂落橋作業，所以使用機械協建架設，可降低作業壓傷的風險，以往人力架設雙層橋及三層橋，則運用傾卸車配合移動式起重機，將構桁實施結構，過程繁複且容易肇生危安；就裝載運輸而言，機械協建以機械吊掛橋材取代人力搬運，能大幅降低搬運次數，節省人員體力消耗，可降低人為風險；機械協建架設需提升機具操作之穩定性，便能輕鬆克服人力架設遭遇的難題，使用機械協建方式架設橋樑能節省時間與人力的消耗，於安全性上的考量亦更勝一籌，以達安全之效能。

五、建置教學模擬器，強化架橋訓練成效

現今訓練環境，面臨軍隊兵力少及多重任務下，發展教學模擬器即能解決因場地、天候、人力之限制，仍能落實訓練

熟悉架橋技術，建立技術能量，克服駐地訓練場地受限而無法施訓等問題，有效節約人力、減低訓練危安，在教學模擬器幫助下，熟悉橋樑架設及強化人員訓練，以達訓練成效。

結語

工兵部隊的使命「逢山開路，遇水架橋」，有效支援各項任務，臺灣河川將西部地區分割成大小不同區域，橋樑無論在民生經濟或防衛作戰中均扮演重要角色；然天災人禍、瞬息萬變，於執行橋樑搶修任務時，現地勘察、架橋整備及架設作業程序，各環節都是相互影響，如何有效遂行橋樑搶修任務，為民間各界矚目之焦點；透過歷史回顧，汲取前人經驗，提升架橋職能則需持恆訓練，並藉由反覆地教育訓練，精進各式橋樑運用，且在前述中對我工兵支援之啟示內容，為工兵部隊未來的努力方向，並傳承工兵前輩優良傳統，戮力達成各項任務。