

國軍制式橋樑運用機制之探討

——以楓港MGB橋架設為例

作者簡介



李銘正少校，中正理工學院專15期、正57期，工兵正規班133期，國立高雄第一科技大學營建工程系營管所碩士；曾任排、連長、工兵官、工程官、工保官、營產官、教育訓練參謀官、專業教官等職務，現任職於陸軍工兵學校總教官室渡河組。

◆ 提 要

- 一、我工兵部隊負有「戰時」促進部隊機動路線暢通及「平時」確保道路橋樑通行安全等雙重任務，惟軍方如因應地方政府需求，掌握救災處理程序，有效支援救災任務，應有標準、明確、可行之作業程序可供遵循。
- 二、因應本島橋樑多為鋼筋混凝土（含預力）構造，遭受破壞後，修建構造時間耗時，於短時間內難以修復通車，故我工兵部隊於平時應熟悉制式橋樑架設指揮並結合應急橋樑（河床便引道、涵管橋、貨櫃橋等）開設之應用，期能迅速恢復受災地區交通。
- 三、執行楓港MGB倍力橋架設任務中，得以驗證我工兵部隊執行公路橋樑應急通行能力，業經檢視救災任務全程，習得事前規劃整備之重要性，舉凡完善架橋整備計畫、救災指揮權責統一與綿密無間之作

業聯繫等，均為影響制式橋樑架設之重要影響因子。唯有反覆不斷地檢討教學演訓計畫與成果之落差，始可提升我工兵部隊執行救災應急能力。

關鍵詞：作業程序、制式橋樑、應急橋樑、影響因子

前言

在科技文明發達時代中，天然災變會發生（地震為甚）於何時？造成何處災損？仍為資訊技術難以掌控之盲點，尤當災害驟臨，影響人民生計，而地方政府束手無策時，工兵部隊如何於災後黃金時間內，運用國軍現有制式橋樑投入救災工作，展現公路橋樑應急通行之專業能力，是為國內各界黨政官要與眾多媒體矚目焦點。

民國94年7月19日海棠颱風登陸，屏東縣楓港地區連外道路楓港橋橋面斷裂，導致臺東、墾丁往來交通全面中斷；我工兵部隊在各級長官群策群力之規劃指導下，協助地方政府完成公路橋樑應急通行任務。

反觀本次楓港MGB倍力橋架設任務，我工兵部隊遂行任務之時，如何因應地方政府需求，掌握救災處理程序，有效支援救災任務，實應作明確之律定。另以平時建立之渡河參數，因應渡河任務在「力、空、時」需求，建立標準之渡河作業行動準據（如：現地偵察、架橋方案可行性分析、架橋前中後作業整備等），是為現階段亟須建立之作業機制，期能有效迅速遂行救災任務。

臺灣河川與橋樑特性分析

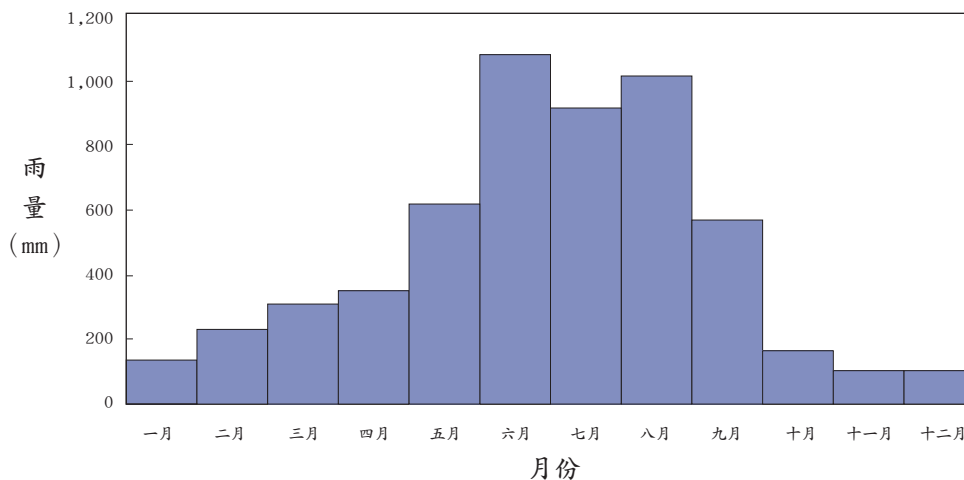
河川特性（如河幅、水深、流速、河底性質等）與橋樑特性（結構、型式）是為提供渡河方案選定與計畫作為之依據，其準確性與可靠性，影響渡河計畫及作業成敗甚鉅，故探討橋樑如何應急搶修之際，仍應對臺灣地區河川與橋樑特性有一基本之認識。

一、河川特性分析

臺灣河川多源於中央山脈，分水嶺南北縱走位置偏東，大小河川約180餘條，呈放射狀分別流入海洋；惟流域甚短且上游山嶺重疊，形勢峻峭流速湍急，土石流頻頻發生，而墊高河床；下游則水勢徐緩，而盜採砂石嚴重，致中下游河床日漸降低；每屆雨季汛期，洪流四溢、漫無定向，甚至氾濫成災。

臺灣位於北太平洋副熱帶季風區，氣候溫暖，除少數高山偶有降雪，主要水份仍以降雨為主，全年總雨量豐沛，亦為臺灣河川主要的水源；全島河川流域屬於雨源型，顯著受到氣候與地形之雙重影響，全年降雨總量雖屬豐沛，惟在季節和區域分布上，卻有顯著之差異（如圖一）。

由於受到地形與季風、雨量等氣候因素影響，造成豐水期與枯水期之



圖一 臺灣雨量月分布圖

資料來源：經濟部水資局，<http://www.nog.tw/record/recordindex.htm>

顯著差異，依據水資局歷年文獻統計^①顯示，河川流量豐枯懸殊近1000mm之距。河川豐水期（雨季）多出現於每年5月至9月間的濕季，而枯水期（乾季）則在10月迄翌年4月；然而不同區域的河川，亦各具有不同之特色。總而言之，臺灣地形多高山、坡度大，加諸地質不穩定及雨季集中，導致臺灣河川普遍具有下列共通特徵：(一)河床比增大；(二)河川流量變化大；(三)河川侵蝕作用旺盛；(四)河川含沙量大。

在水流量變化上，臺灣河川流量豐枯變異可謂懸殊，尤以南部區域河川的流量豐、枯水期變異較其他區域河川更大，故對橋樑遭破壞後之搶修極為困難。

二、橋樑特性分析

臺灣河川數量眾多、道路網絡密

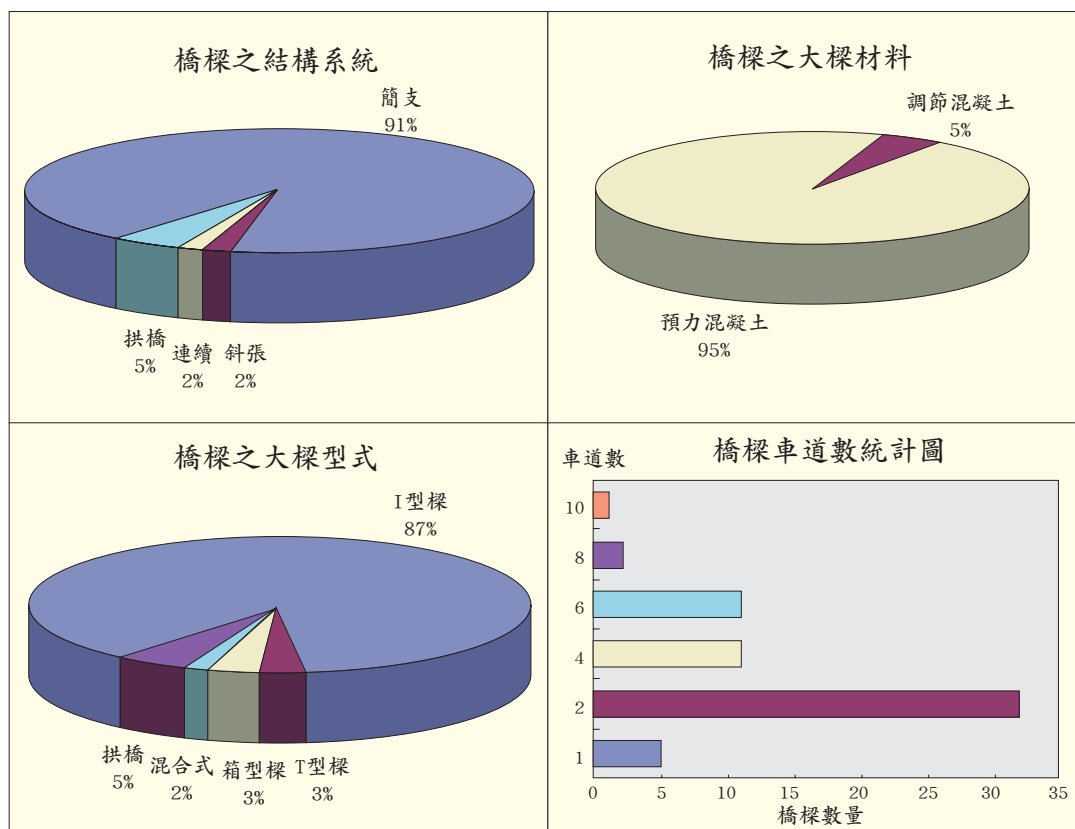
布，橋樑為聯絡兩地瓶頸要道，其種類與型式雖然繁多，若依結構系統區分，則以簡支樑結構佔91%之比例最大；若依使用之材料分類則甚為單純，以預力混凝土大樑佔95%為大宗^②，橋樑大樑型式以I型樑佔87%為主，車道數以二車道比例較高（如圖二）；可見本島橋樑多為鋼筋混凝土（含預力）構造，遭受破壞後，於短時間內難以修復通車，且復建構造成時間久。因此，我工兵部隊於平時應熟悉制式橋樑架設與應急橋樑（河床便引道、涵管橋、貨櫃橋等）開設之應用技能，期能迅速恢復受災地區交通。

工兵支援救災之行動準據

當天然災害發生時，地方政府對地區受損之公路或橋樑搶救無方或救急無

註①：經濟部水資局，〈節約用水資訊網〉：www.wcis.itr.org.tw

註②：交通部公路總局，〈公路橋樑結構設計之影響評估〉，www.thb.gov.tw/hw/



圖二 臺灣公路橋樑特性圖

資料來源：公路總局，<http://www.thb.gov.tw/hw/main.05.htm>

效時，得以依據國軍救援體系，申請國軍部隊協助各項救援工作；惟審視我工兵部隊參與救災任務之時機、作業程序與應遵循之相關法令規章，均應有所規範，俾利單位（作戰區）遂行救災任務。茲就「各級政府災害防治職責」、「申請國軍支援救災時機」與「工兵部隊參與救災之行動準據」等三項^③說明如后。

一、中央與地方政府災害防治職責

(一)依據：內政部頒定「災害防治

法」第12條。

(二)為預防災害或有效推行災害應變措施，當災害發生時或有發生之虞，直轄市、縣（市）及鄉（鎮、市）災害防救會報召集人，應視災害規模成立「災害應變中心」並擔任指揮官。前項災害應變中心成立時機及編組，由直轄市、縣（市）及鄉（鎮、市）定之。

(三)重大災害發生時或有發生之虞時，中央災害防救業務主管機關首長應立即報告中央災害防救會報召集人。召

註③：國防部陸軍總司令部，《防颱救災現行作業程序》，93年9月。

集人得視災情之規模、性質，成立中央災害應變中心，並指定指揮官。前項災害應變中心成立時機及編組，由行政院定之。

(四)災害發生時或有發生之虞時，為處理災害防救事宜或配合各級災害應變中心執行災害應變措施，災害防救業務、計畫及地區災害防救計畫指定之機關、單位或公共事業，應設立緊急應變小組，執行各項應變措施。

(五)中央或地方政府依災情判斷，無法因應災害處理，須申請國軍支援時，依據中央災害應變中心指揮官指示或「申請國軍支援救災處理辦法」之規定，請求國軍支援，派遣適當部隊、裝備支援災害搶修作業。

二、申請國軍支援救災時機

(一)依據：內政部頒定「災害防治法」第34條第四項。

(二)直轄市、縣（市）政府及中央災害防救業務主管機關，無法因應災害處理時，得申請國軍支援。申請國軍支援災害處理，國軍調派兵力支援，應不影響國軍戰備、不破壞國軍指揮體系、不超過國軍能力支援範圍。

(三)申請國軍支援災害處理，在中央由「災害防救業務主管機關」向「國防部」申請；在地方由「直轄市、縣（市）政府」向所在地「後備司令部」申請。

(四)各單位於接獲縣市政府申請救災任務時，依「申請國軍支援災害處

理辦法」第三條之規定「緊急時得以電話傳真或其他方式先行聯繫」執行，及「臺灣地區天然災害國軍官兵支援單位分配」、「行政院災害緊急通報作業規定」等，據以運用，以免延誤支援救災處理時效。

(五)國軍對於災後非迫切性、一般性或地方政府有能力執行工作，應於應變階段過後主動終止，並協調轉交地方政府賡續執行，恢復戰訓本務工作。

三、工兵部隊參與救災之行動準據^④

為有效支援災害搶救，藉先期適切編組與作業規範，全般掌握災害狀況，建立標準作業規定及部隊行動準據，於天然災害（如颱風、地震）發生時，以「軍團」為基礎，編組工兵部隊，運用各項指揮機制及機具整備，迅速掌握災情狀況，即時投入救災工作。救災時，以民間救災單位為主，各級部隊配合中央機關或地方政府實施救災，並依支援責任地區協力救災與復原工作。各級工兵部隊並依救災期程，於戰鬥部隊結束救災任務及恢復戰備時，由工兵部隊調整編組，以利繼續次階段之支援救災任務及災後重建工作。

(一)工兵部隊救災編組^⑤

各級工兵部隊依災害狀況實需，納編相關幕僚人員，從事各項支援救災連絡及成果統計，包括人員、裝備機具之管制、協調、調派及綜整，並依上級之命令於戰鬥部隊結束救災任務，適時調整任務編組，接替戰鬥部隊之救災任

註④：同註③，p15。

註⑤：同註③，p23。

務及執行災後復原工作。

①總部（司令部）：負責救災工兵部隊之裝備、兵力、營產、工程設施等相關協調事宜。

②軍團：於災害發生時，由總部派遣救災指導官，結合軍團救災編組及工兵群派遣之前進連絡官，救災之工兵部隊運用及機具調派實施建議，並於後續救災階段（戰鬥部隊結束救災任務，工兵部隊繼續執行救災或復原工作時）擔任工兵兵力接替、任務分配等建議，救災期間工兵部隊之兵力、裝備及機具派遣以前進指導官之建議為主。

③工兵學校：納編工兵專業軍官（教官、督訓官）及推、平、挖、空壓機、傾卸車等工兵機械，編組搶修隊，待命支援救災任務。

(二)工兵部隊救災之行動準據

依據國軍救災現行作業程序，工兵部隊救災之行動準據區分為「計畫準備階段」、「災害（難）處理階段」與「災後復原（重建）階段」等三階段實施。

①災害發生時，各級部隊長應在營區待命，並迅速依據救災編組編成救災部隊，必要時至災害現場遂行指揮任務，以掌握救災時機。

②各單位平時與縣市政府消防局、兵役科等單位建立聯絡管道，以適時獲得地方災情，爭取救援時效。

③有關緊急重大之突發事件，軍團所屬工兵部隊授命支援時，必須回報以掌握救災進度及兵力裝備之管制。

④與人民生命財產安全相關之突發災難事件各級部隊長應考量安全及執行能力，適時投入救災。

⑤各單位部隊得依國軍現行救災作業程序，對於災害來襲前（有預警之災害，如颱風）、來襲後（無預警之災害，如地震）遂行救災作業整備，先期完成指揮編組、兵力、機具資材支援能量等基本資料，以利任務遂行。

國軍制式橋樑運用機制之檢討

工兵在平時肩負救災任務，為因應公路橋樑紓困需要，運用制式或應急橋樑架設作業，進行道路橋樑搶修，打通地區連外道路，有效解決災區問題。以九二一震災與近期敏督利、海棠風災為例，毀壞橋樑造成交通阻斷致救援不及，人民生命財產損失甚鉅。

以現行軍用制式橋樑而言，雖有重複使用、便捷快速之優點，卻有數量及架設條件限制，難滿足戰時或緊急任務需要；另應急橋樑（河床便道、涵管橋、貨櫃橋等）屬於行水區內之臨時構造物，易受洪水毀壞，雖有就地取材、型式彈性之優點，然我工兵部隊尚缺乏運用之機具設備與施作經驗，且使用壽命受天候等因素影響，較不易評估。

因此，架設何種橋樑，將取決於任務之特性（以完成任務之時限為要），故部隊自受領任務後，即須對任務特性進行分析，依據渡河偵察所得之各項情資，著手予以彙整、分析，排除橋樑架設之相關限制因素後，據以擬定數個行動方案，經由比較、分析後所得之可行性方案，始可有效遂行渡河任務。

一、國軍現有制式橋樑運用與限制

制式橋樑^⑥係指橋材零件、工具經設計製作，有一定規格尺寸可進行模組化組裝，且配賦部隊使用之橋材。本軍制式橋樑目前按類別區分為：固定橋、履帶機動橋與浮門橋等三類。

(一) 固定橋

國軍現有之固定橋樑計有：M2框桁橋與MGB中框橋兩種。

①M2框桁橋^⑦之特性：M2框桁橋（如圖三）每一種零件，均為標準機具製作而成之構件，於結構為橋樑時，每一橋節之連結均使用相同方法，各種零件重量均可以人力運搬，於橋樑結構或推進時僅需基本結構技術及器材即可實施，除架設三層橋外通常不需要重型機具；各種橋材零件可用以結構七種正常結構型式橋樑，以供跨越210呎以下單跨距之河川、地障使用。

②M2框桁橋之限制因素：橋樑正橋節坡度限制以不超過3%為原則；另橋樑之跨距如超過150呎且載重等級在50級（含）以上或跨距超過120呎其載重等級在75級（含）以上，通常須架設中央支點。

③MGB中框橋^⑧之特性：MGB橋材（如圖四）以鋁、鋅、鎂合金製成，其比重僅及鋼鐵之三分之一，運搬容易，強度極佳，且不易生鏽，便於保養維護；可負荷載重等級60級之履帶車輛通行，結構簡單，架設迅速，僅需一個排之作業兵力，人員只須短時間訓



圖三 M2框桁橋

資料來源：作者自行拍攝



圖四 MGB中框橋

資料來源：作者自行拍攝

註⑥：國防部陸軍總司令部印頒，《渡河教範》（桃園），民國84年12月，頁2-10。

註⑦：國防部陸軍總司令部印頒，《M2框桁橋操作手冊（上冊）》（桃園），民國91年9月，頁1-9。

註⑧：國防部陸軍總司令部印頒，《MGB中框橋操作手冊（上冊）》（桃園），民國90年9月，頁1-3。

練便可架設；另可搭配「機械協建組件」實施吊載作業與機械聯合架設作業。

④MGB中框橋之限制因素：橋樑架設之縱向坡度不可超過10%，橫向坡度不可超過20%，架設框滾具樑可調整之高度範圍為0.58公尺至1.28公尺（由地面至滾輪頂部）。另架設多跨距橋時，於靠近兩岸之端末節間不得超過一端末橋節加上十二節正橋節之長度，而中間節間則不得超過十四節正橋節之長度。

(二)M48A5履帶機動橋⑨（如圖五）

①特性：機動性大、裝甲防護力強，作業人員少，僅需2人，架設迅速，只需2至5分鐘。橋樑兩端均能實施架撤作業，能於崎嶇地形上行駛，可在核生化環境下操作，橋樑跨距達18.3公尺，並能重疊架設至45公尺。

②限制因素：承載之等級需達

60噸級以上，行駛路面需完成淨空，高度需4公尺，寬度4.5公尺；作業中迴旋半徑需12公尺，橋樑架設時之作業淨空高度需11公尺，涉水行駛之深度限制為1.2公尺。

(三)M3機動浮門橋⑩（如圖六）

①特性：可依河幅跨度結構組成載重等級70級之浮橋或門橋，作業人員僅需3人即可操作，於水中作業係以兩具水中推進器驅動，由液壓操作具有360度轉向能力，陸上越野行駛時速35公里、公路行駛時速80公里，水中負載70級，航行時速12公里。

②限制因素：障礙不得大於60公分，爬坡角度不得大於31度（60%）、俯角26度、仰角29度；側坡行駛不得大於16.7度（30%），最小水深1.2公尺且流速不得大於305公尺／秒，岸高不得超過2.5公尺。

二、應急橋樑開設運用與限制

應急橋樑概可區分為便道及引道開設兩類，係屬人車物資通過障礙之臨時



圖五 M48A5履帶機動橋

資料來源：陸軍工兵學校渡河組提供



圖六 M3機動浮門橋

資料來源：陸軍工兵學校渡河組提供

註⑨：國防部陸軍總司令部印頒，《M48A5履帶機動橋操作手冊》（桃園），民國89年9月，頁1-7。

註⑩：國防部陸軍總司令部印頒，《M3機動浮門橋操作手冊》（桃園），民國89年8月，頁1-8。

設施，以最短時間恢復交通為要旨，特別適用於戰時（機動作戰）及救災（救人第一）使用，而不著眼於取代原有橋樑，是一種運用現地資材之急造便道，具有施工快速（數小時至數十日）之優點，耐久性低（易受豪雨洪水毀損）之缺點。

（一）應急橋樑之定義

①便道^⑪：係原有道路因人為或天然因素（山路崩塌、道路破壞等），造成人車無法通行，遂於橋樑附近所構建完成之道路（由河溝至我、遠岸之臨時通道），如河床便道、涵管便橋、架柱式鋼桁橋、貨櫃型鋼橋等（如圖七～十）。

②引道^⑫：為銜接河床兩岸河堤（橋礎）間，可供人車通行之便道，惟路基高程差異，須藉各種資材建構，使其相連貫，以利人車通行道路謂之引



圖七 河床便道

資料來源：<http://CECI-www.ceci.org.tw:88/book/ch69.htm>



圖八 涵管便橋

資料來源：<http://CECI-www.ceci.org.tw:88/book/ch69.htm>



圖九 架柱式鋼桁橋

資料來源：<http://CECI-www.ceci.org.tw:88/book/ch69.htm>

道；如通過河川堤防臨時開設之斜面道路、砂石路堤、貨櫃路堤、壘石路堤等（如圖十一、十二）。

（二）應急橋樑之特性與限制

應急橋樑（河床便道、涵管橋、貨櫃橋等）雖有就地取材與開設型式可彈性選擇之優點，然我工兵部隊編裝缺

註⑪：同註⑦，頁2-12。

註⑫：同註⑦，頁5-1。



圖十 貨櫃型鋼橋

資料來源：<http://CECI-www.ceci.org.tw:88/book/ch69.htm>



圖十二 壘石路堤

資料來源：<http://CECI-www.ceci.org.tw:88/book/ch69.htm>



圖十一 貨櫃路堤

資料來源：<http://CECI-www.ceci.org.tw:88/book/ch69.htm>

乏可資運用之機具、設備與純熟之施作經驗，故在無法運用制式橋樑架設之狀況下，應就偵察之地形環境、應急開設型式與特性限制等，作充分之分析與考量，俾利選定可行之橋樑應急通行作為（如表一）。

三、國軍制式橋樑運用機制之探討

當交通線上之橋樑因災損中斷時，若坍方路段僅為砂石土壤，得以重機械

清除較為簡易；惟路基塌陷或橋樑之節間毀損，則施作上較為困難，若另覓它地開設便道、架設便橋，則耗費更多時日。一般言之，於完成現地偵察後，即可依據偵察獲得之各項渡河、橋樑參數等，研擬具體可行之應急通行方案。

作者以親自參與「海棠颱風」損毀楓港大橋後之MGB倍力橋架設實例，針對我工兵部隊執行公路橋樑應急通行任務全程，區分現地偵察、受領任務、架橋準備與架設作業等四階段，據以探究並策進，俾利於爾後教學與部隊教育訓練及單位任務遂行時，有所遵循。

（一）現地偵察：民國94年7月19日海棠颱風¹⁸登陸，屏東縣楓港地區連外道路楓港橋橋面斷裂，導致臺東、墾丁往來交通全面中斷（如圖十三、十四）。依據7月20日工兵群偵察報告，楓港溪河水洶湧湍急，估算楓港大橋沖毀橋面約35至40公尺；同日1230時，工校召開任務研討後，由測量組教官1500

註¹⁸：聯合新聞網，2005.07.20，www.sina.tw/focus.report/13889.htm

表一 應急橋樑架設運用表

區 分	地 形 環 境	急 造 型 式	特 性	限 制
便 道	河寬水急	流籠索道	工期短	限重、安全性低
	乾涸水少	河床便道	重車通行	易遭洪水毀壞
	水緩量小	過水路面	涉水通過	易遭洪水毀壞
	水淺量小	涵管橋	重車通行	易遭洪水毀壞
	河底堅實水位穩定	貨櫃鋼桁橋	較耐久	工期長、限重
	河底堅實水位高	架柱式鋼桁橋	較耐久	工期長、限重
	路基流失	鋼樁擋土	施工迅速	需打樁機易遭豪雨毀壞
引 道	路面高差小	砂石路堤	重車通行	易遭洪水毀壞
	路面高差不大	壘石路堤		
	路面高差太大	貨櫃路堤（擋牆）		

資料來源：姚志豪，《便引道開設具體作法》，民國89年6月，頁15。



圖十三 楓港橋地理位置

資料來源：[http：//www.sina.tw/focus.report/13889.htm](http://www.sina.tw/focus.report/13889.htm)



圖十四 斷橋處現況

資料來源：[http：//www.sina.tw/focus.report/13889.htm](http://www.sina.tw/focus.report/13889.htm)

時攜「雷射測距儀」實地量測損壞橋節為28公尺與工兵群偵察結果落差甚大。2200時工校偵察小組再次抵達斷橋現場，礙於天色昏暗且豪雨不斷，於2330時經上級長官指示，不實施橋上架橋。

(二)受領任務

7月21日1000時，上級長官電話指示「於楓港大橋上游500公尺河床位置，架設MGB中框橋乙座」，現場指揮官立即召集各單位相關人員實施任務賦予。

⊖軍團：派遣交通管制兵力與相關通訊、運輸、補給等資源之整備與民

事協調。

②工兵學校：整備MGB中樑橋架設所需橋材、橋樑載運及架橋場整備事項。

③工兵群：橋樑架設兵力調派與執行。

(三)架橋整備

架橋前之整備工作完善與否，影響架橋整體成效甚鉅，有如專案工程執行前之事前規劃、管理，稍有不慎或疏漏，均影響架橋作業成果。本次橋樑架設任務自7月21日1100時著手整備橋材起，至7月22日0600時完成戰鬥裝載，待命實施橋樑架設作業，共計耗費19小時之架橋前整備時間，實有精進空間。

①經始作業：「橋軸中心線」為橋樑架設全程之經緯，在本次橋樑架設全程中，礙於時限與地形限制，未依準則之作業規範，預先於架設作業前，如期完成標示，導致橋身偏移及遠岸落橋窒礙不前，耽誤整體通車時間。

②便引道開設（如圖十五、十六）：我岸進出路係由臺一號道轉接楓港溪之百姓果園，礙於現地偵察時，未能事先判別土壤性質、承載荷重與架橋作業場地之幅員，致調派之施工機具（挖土機6部）作業能量受限，重型油罐車無法前進至架橋場供應油料；業經連夜十餘小時整地作業，計完成長180公尺、寬6公尺之爐石鋪面引道，惟路基承載有限，僅限10噸以下之載重車單向通行，致使以民間板車裝載之MGB橋材無法直接駛進架橋場，徒增橋材改以橋車轉運裝載作業困擾，耗費搬運人力與時間。



圖十五 便道開設

資料來源：作者自行拍攝



圖十六 引道開設

資料來源：作者自行拍攝

③橋礎、作業場整備（如圖十七、十八）：楓港溪上游沿岸之土壤結構，多為黏土夾雜粒徑較大之卵礫層，惟現地偵察時，未能熟諳架橋場之作業幅員需求，忽略迴車與橋材置場之整體規劃，僅調派挖土機6部，實施廣正面之整地作業，共計完成寬12公尺、縱深70公尺之架橋作業場，惟經現地實施橋樑架設後發現，橋材運搬與架設動線相互干擾，徒增作業人力與時間，更嚴重影響作業安全之維護與整體架橋績



圖十七 我岸橋礎整備

資料來源：作者自行拍攝



圖十八 遠岸橋礎整備

資料來源：作者自行拍攝

效。

④橋材裝運卸載：工校於7月21日1100時受命實施橋材整備事宜，原計畫依據架橋之準則規範，以10噸橋車按架設順序實施戰鬥裝載，惟受限於現有車輛與駕駛兵力，無法滿足任務需求，遂改以租用5部民間非制式拖板車，逐次裝載十八節橋材及所需工具零件；本次橋材裝載運輸任務尚稱本軍首例，惟欠缺相關準則驗證與板車裝載實務經驗，故耗時達9小時；MGB橋材於2300時運抵楓港集結區卸載後，連夜改以多用途橋車4部，按架橋順序完成

戰鬥裝載，逐次轉運至開設之架橋點，待命架橋（如圖十九、二十）。

（四）架設作業

7月22日0700時開始實施架設作業，1300時完成MGB中框橋十七節雙層橋，1315時通車，共計耗費6小時，參與架橋兵力為一個橋樑營、工校教官及助教10員；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。

①MGB橋架設全程，架橋指揮官對架橋指揮程序與各部運搬動作要領不熟悉，未能全般掌握狀況，致衍生許多危安顧慮。

②架橋前準備作業未完成適當之人員編組，參與架設部隊架橋經驗不足，對各類橋材、零組件之運搬甚為陌生，各作業手均以派公差方式納編，作業程序混亂，致部隊無所適從。

③學校、基地訓練及歷年演訓中，均以既有之教學、測考型式架設（九節正常架設與廿二節加強架設），惟本次任務礙於時限緊迫，因應楓港溪



圖十九 板車行政裝載

資料來源：作者自行拍攝



圖二十 橋車戰鬥裝載

資料來源：作者自行拍攝

之河床地勢，對十七節之雙層橋架設細節，未作全般性推演，忽略技術手冊等資料運用，進而衍生橋樑架設、推進過程等諸多顧慮與遲疑，間接延遲落橋通車時效。

四、精進作法

茲就「現地偵察」、「受領任務」、「架橋準備」與「架設作業」等四項，研擬精進作法如下：

(一) 現地偵察

① 決策評估：現地偵察所得資料與現況是否相符，進而採行何種之渡河手段（舉凡運用現有之制式橋樑、迂迴繞越、徒涉、泅渡、漕渡、應急橋樑開設及空中載運等方式等），影響渡河決策者之思維甚鉅。以本次楓港倍力橋架設任務為例，楓港大橋進出路為20米寬雙向雙車道，具良好橋材置場與迴車場，兩岸坡度平整，經勘查原有之橋墩未損毀，橋面損壞28公尺，可於現地架設M2框桁橋三路一層110呎乙座，抑或架設MGB中框橋十二節雙層橋乙座，先行提供35級以下輪型車輛作單

向通行，並配合公路局逐步實施原橋樑修護事宜。

② 偵察作為：納編之作業人員應具架橋實務經驗並熟悉渡河偵察要領（包括河川與橋樑參數）與量測儀器之操作，確保蒐整偵察資料之完整性，俾利提供決策者作最佳渡河方案之研判與後續相關之架橋前整備工作。以本次楓港倍力橋架設任務為例，若能即時提出正確可行性方案供決策者參考，將可於07202300前完成橋樑搶通任務，不致耗費更多架設兵力與時間，喪失救災第一時間。

(二) 受領任務

當受領架橋任務後，因指揮體系未能即時整合各執行單位，對救災任務缺乏全般性之分析與整合，導致遂行任務期間，衍生諸多事權不一、溝通協調不良之情況。故須於受領任務後，儘速成立「營指揮所」，明確律定執行單位之各項作業項目與時間節點上之管制，有效整合架橋前、中、後所需人、物力資源，俾利架橋任務之執行。

(三) 架橋準備

① 經始作業：盱衡架橋全程，橋軸中心線與兩岸高程差整備，均需配合量測儀器作全程之監控；靈活運用工兵部隊既有之制式裝備抑或學校新式之教學儀器應用，均應於任務過後，建立標準之運用機制；另如何因應臨機性之任務需求，強化量測儀器操作與應用，則須針對學校教育、駐地訓練與部隊訓練等課程，加以落實改進。

② 便引道開設：現地偵察作業，不可忽視「進出路」、「便引道」開路路線之查察，包括：交通流量、土壤性

質與車輛通行限制等，故偵察人員必須具備橋樑架設之實務經驗並熟悉整體架橋流程，依據蒐整所得之情資，加以歸納、分析後，始可針對救災任務作全般性之規劃與調配，俾利各項施工機具作最佳效能之發揮，避免事前評估不周，衍生諸多救災通行限制因素，延宕救災時效。另針對通過泥濘、不堪荷重之稻田、果園土壤，如何運用快速、便捷、無污染之土壤強度改良摻料（飛灰、爐石等）與軟、硬式鋪墊（橡膠蓆墊、鋼蓆等），均為學校日後研發、整備之方向。

③架橋場整備：迴車場與橋材置場，應符合橋樑架設規範與限制因素，預先做好整體之規劃，包括：載運車輛之進出動線、橋材吊掛、卸載、運搬、車輛迴轉等。以MGB橋為例，板臺卸載位置距上下游作業區至少需18公尺以上；以M2橋為例，橋材置場距上下游作業區至少需9.14公尺以上，始可滿足架橋作業空間與安全維護。因此在施工機具選用調派與施作方式上，應因地制宜作適時、適地之運用；以挖土機之作業能量而言，適用於溪水導流與河床障礙物之移除，較不適用於廣面積之基礎整地作業，在本次架橋任務執行中，若輔以推土機、刮路機聯合作業，將可有效節省整備時間，確保架設作業空間之安全性。

④橋材裝卸載：各式橋材之裝載運輸，依橋樑架設任務需要及輸具種類不同，概可區分：板臺裝載、戰鬥裝載、空中運輸與機械協建組裝等四類。以本次架橋任務為例，架設十八節雙層橋計需4噸以上橋車14部，惟考量架橋

場地既定之限制因素、現有輸具數量與制式橋車裝載技術與能量等，實無法滿足上述之要求，轉用民間非制式拖板車裝載。經檢討執行是項任務，耗費之時間、人力、經費甚多，且欠缺實地、實裝之裝載經驗，易於作業過程中，衍生安全維護上之死角。學校應針對橋樑裝載課程，從實檢討載運能量與運用方式，因應如何在有效時間內，以模組化、機動性之裝載模式，配合制式之吊掛、載具進行驗證之研究，並推廣至基地訓練，建立標準之生產力數據，俾利日後執行類似救災任務時，得以正確估算橋樑裝載、運輸效能，作為任務時效管制上之重要依據。

（四）架設作業

①因應救災任務之急迫性，提升架橋指揮官層級（由營級主官指揮架設），雖為顧全大局，然該階層已脫離基層架橋訓練實務甚久；惟依現行架設指揮層級，應屬連級（含）以下幹部派任架橋指揮官，俾利架橋全程有效掌握全般狀況，避免因疏忽而產生指揮不當之危安事件發生。

②國軍救災任務非同一般之教學任務或戰備演訓工作，尤其於極短之時間內，達成公路橋樑搶通任務，是為民間各界矚目關心之焦點；因此，對於投入架設部隊，應作審慎之考量，應以近期內完成駐地或基地訓練之部隊為派遣對象；另橋樑架設全程除須遵照準則之相關作業規定外，應於遂行任務前，針對架橋前、中、後各個作業項目，律定前置作業與各後續項目之間關係，繪製成明確之作業管制網圖（如圖二十一），俾供任務時間節點上之掌控，確

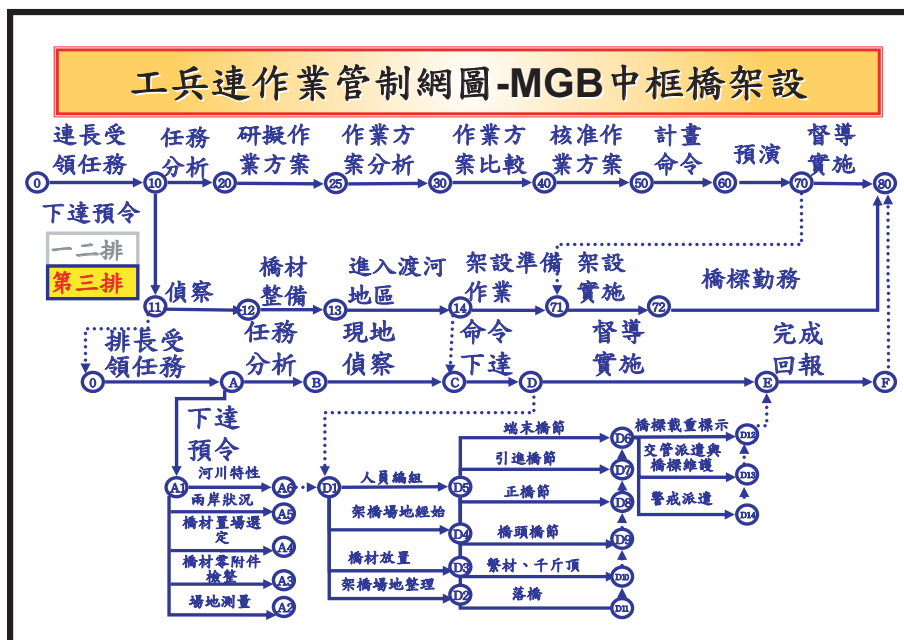
保架橋任務安全、有效達成。

③我工兵幹部應跳脫以往之思維模式，從實檢討修訂適切之教學模式與實況架設演練，檢討現有制式橋樑教學訓練模式，侷限於既有訓練場地與戶外危安因素之考量，僅配合班隊或基訓部隊，作特定型式之架設，日久造成學校、基地與各級部隊均慣於「理想場景」下之架橋模式實施教育訓練，致使在臨機狀況下，無法作靈活之運用；然天災人禍、瞬息萬變，如何因應不同災區狀況，有效遂行公路橋樑應急通行任務，端賴學校教官於平時加強架橋技術之研究創新與適時、適切之驗證與編修相關準則條文，並將平日參與救災之心得、經驗與量化後之各項數據、資料納入教案中施教；針對現行基地訓練測考模式，宜規劃增列各種不同之公路橋樑遭受損毀破壞之模擬實況狀況場地，增

進輪訓部隊臨機應變之架橋能力，均為學校、基地爾後教育訓練策進之方向。

結 論

在海棠風災過後，執行楓港倍力橋架設任務中，深刻體認事前規劃、整備之重要性；舉凡完善架橋整備計畫、救災指揮權責統一、綿密無間之作業協調與管制等，均為影響橋樑架設績效之重要影響因子。在該項任務結束之初，亦是學校、工訓中心與各級部隊檢討策進開始。藉由釐清我工兵部隊因應地方政府參與救災時機，乃至制式橋樑架設機制與標準作業模式之建立，期能作為教學訓練參考改善之憑藉，唯有反覆不斷地檢討教學、演訓與測考成效上之落差，始可提升我工兵部隊執行公路橋樑應急通行能力。



圖二十一 作業管制網圖

資料來源：作者自行繪製