

精進固定橋裝載運輸之研析-以 MGB 中框橋為例

作者／余志柏中校

◆提要

- 一、本島東西受縱向山脈限制，南北受河川阻隔其橋樑肩負島內公路運輸責任，若天然災害造成破壞，將嚴重影響交通中斷與百姓生命財產安全。
- 二、因應橋樑多為鋼筋混凝土構造，遭受破壞後，因修建構造成時間耗時，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，然橋材裝載運輸整備，為影響制式橋樑架設之重要關鍵因素。

關鍵字：橋樑、裝載運輸

壹、前言

台灣地屬亞熱帶地區，四面環海，每至夏、秋季颱風肆虐不斷，天然災變會發生於何時？造成何處災損？仍為現今資訊技術難以掌控之，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投入救災，展現公路橋樑應急通行之專業能力，是為國內各界與眾多媒體矚目焦點。

以 94 年海棠颱風沖毀恆春半島唯一進出瓶頸楓港大橋(如圖 1)及 97 年 7 月 17 日卡玫基颱風過境，所帶來豐沛雨量，導致高雄縣旗山溪洲大橋橋樑遭洪水沖斷(如圖 2)，均為地方民眾極重要之橋樑要道，對民生影響極鉅，國軍亦秉持救災視同作戰優良傳統，緊急架設 MGB 中框橋雖在各級群策群勵下完成任務；惟經本身檢討整個架設過程的情況下，針對橋材裝載運輸整備仍有值得務實檢討與策進空間，是為現階段亟需建立之作業機制，期能有效迅速遂行救災任務。



圖 1：楓港大橋損壞實況

資料來源：工校渡河組提供



圖 2：溪州大橋損壞實況

資料來源：工校渡河組提供

貳、裝載運輸方式與分析

一、裝載方式介紹

裝載運輸乃是藉由人力或機械將橋材裝載於車上，再由集散地運輸至架橋場，固定橋實施裝載運輸作業時，通常需考慮橋樑架設型式、長度、架設程序、作業空間及可用輸具等因素；除上述考量因素外，裝載時必須考量原則如下：

- (一) 所有橋材實施裝載前，須先依架設順序區分各項橋材組件類別，以利裝載\及運輸之安排。
- (二) 不論實施何種裝載方式，各項橋材疊置均應注意體積與重量之限制，且重心亦須力求保持平穩。

(三) 橋材裝載堆疊應緊密靠齊，捆紮須牢固穩定，務使裝運過程中不致鬆散。

橋材之裝載運輸，通常依橋樑架設任務需要及輸具種類不同，可區分下列裝載方式^{註1}：

1. 板台裝載運輸：係利用橋材板台疊裝所需橋材，並以固定帶予以捆紮，再以起重機吊掛方式置放於橋車上實施運輸，通常橋材裝載均採此種方式裝運。
2. 戰鬥裝載運輸：係將橋材以人工搬運方式，依橋樑架設程序區分裝車次序，直接裝載於輸具上以行運輸，此種裝載方式通常於輸具足或架設作業場地空間受限時使用。
3. 空中運輸：指橋材運用直昇機吊運，或疊裝於橋材板台由運輸機實施裝運、空投作業，此方式需配合直昇機及運輸機之運載能力始可實施，除於特殊狀況需要外通常甚少使用。
4. 機械協建組裝運輸：係於配合機械協建之組件，先行將橋材組裝成橋節段，再以起重機吊掛方式裝載於橋車上實施運輸，通常僅於實施機械協建架設橋樑時使用。

不論運用板台裝載、戰鬥裝載運輸均須考量運輸車輛載台大小及載重能力作考量，分別就目前軍用車輛來介紹：

(一) 多用途橋車^{註2}：多用途橋車具有移動式起重機的吊掛及大型貨(卡)車載運能力；除替代以往人力搬運及現有五噸載重車裝載橋材的功能。

1. 載台尺寸：長 7.49 公尺、寬 2.91 公尺、高 1.26 公尺，如圖 3。
2. 吊桿：
 - (1)最大吊重：距軸 1.4 公尺/5.58 公噸。
 - (2)最小吊重：距軸 7.6 公尺/1.11 公噸。
3. 承載重量：可載重 17 公噸。

^{註1} 陸軍總司令部，MGB 中樑橋操作手冊上冊，陸軍總司令部頒行，民國 90 年 9 月，頁 3-1、2

^{註2} 陸軍總司令部，多用途橋車操作手冊，陸軍總司令部頒布，民國 94 年 5 月，頁 1-5

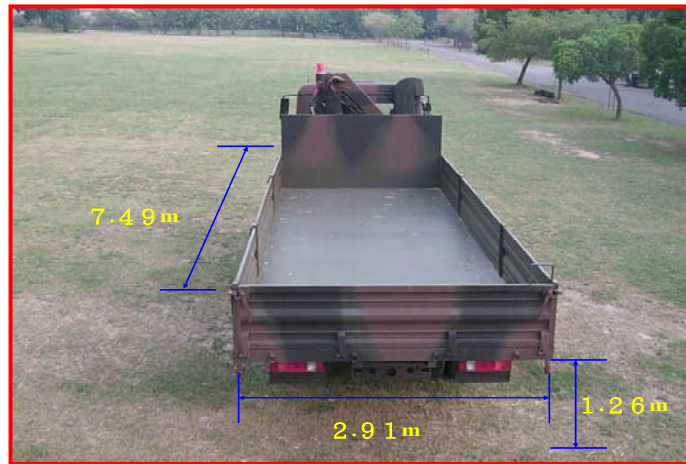


圖 3：多用途橋車

資料來源：工校渡河組提供

(二)十噸半載重車：

1. 載台尺寸：長 5.83 公尺、寬 2.2 公尺、高 1.15 公尺，如圖 4。
2. 承載重量：可載重 10.5 公噸。

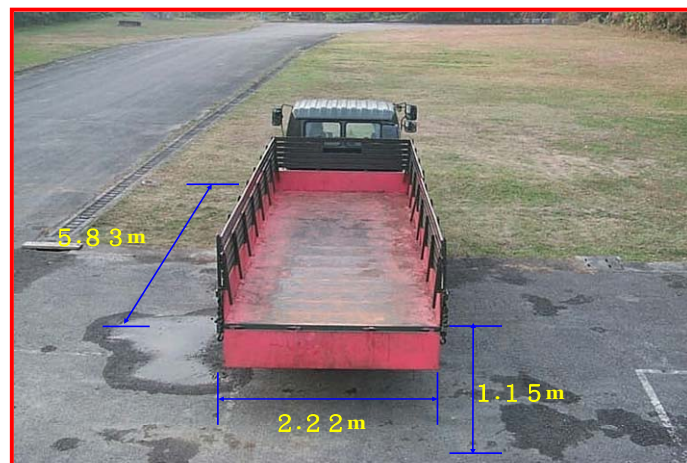


圖 4：10.5 噸載重車

資料來源：工校渡河組提供

(三)三噸半載重車^{註 3}：

1. 載台尺寸：長 5.2 公尺、寬 2.2 公尺、高 1.28 公尺，如圖 5。
2. 承載重量：可載重 3.5 公噸。

^{註 3} 國防部聯合後勤司令部，TM9-2320-C11-10 萬國 7400 4*4 裝用 DT466 引擎輪型車輛操作手冊，國防部聯合後勤司令部頒布，民國 97 年 6 月，頁 6、7、8、17

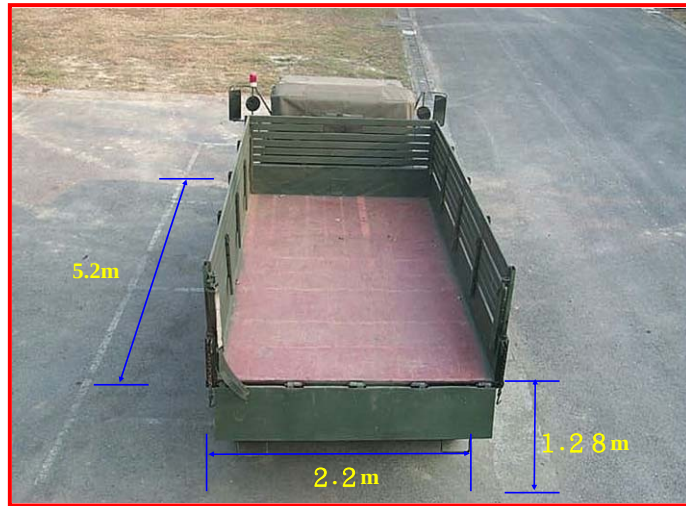


圖 5：3.5 噸載重車

資料來源：工校渡河組提供

(四)五噸傾卸車^{註4}：

1. 載台尺寸：長 3.18 公尺、寬 2.43 公尺、高 1.53 公尺，如圖 6。
2. 承載重量：可載重 5 公噸。

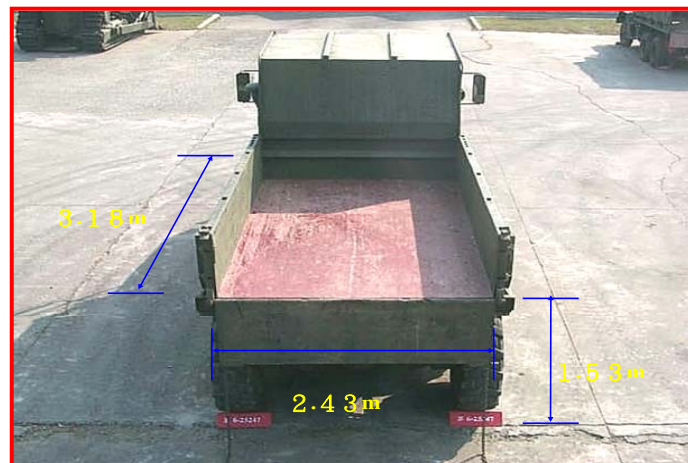


圖 6：5 噸傾卸車

資料來源：工校渡河組提供

^{註4} 國防部陸軍總司令部，TM9-2320-272-10 M939 系列 6*6 五噸載重車操作手冊，國防部陸軍總司令部頒布，民國 97 年 1 月，頁 22、21、24、26

(五) 平板車^{註 5}：

1. 載台尺寸：長 9.05 公尺、寬 2.42 公尺、高 1.03 公尺，如圖 7。
2. 承載重量：可載重 40 公噸。

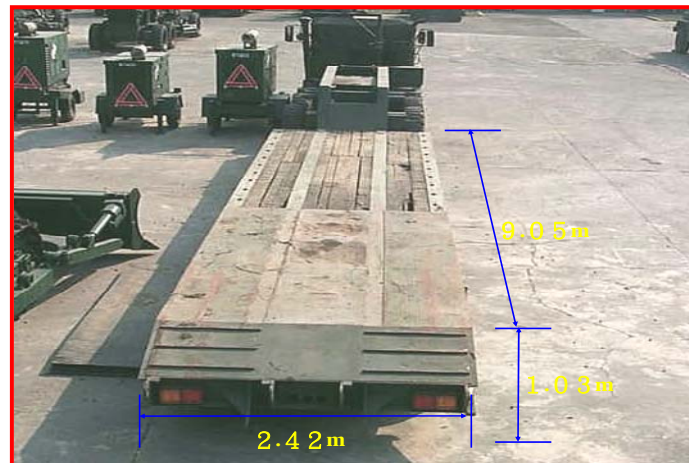


圖 7：平板車

資料來源：工校渡河組提供

二、裝載運輸分析比較

台灣地區四面環海，東西窄而南北長，中央山脈綿亙南北，阻隔東西，僅西部沿海地區多為平原，公路縱橫交錯，惟公路多在沿海區，主要幹線均被河流分割，橋樑特多，易遭敵空中及海上威脅，然架橋點一般多為進出路不便的地點。

通常裝載運輸需考慮橋樑架設作業空間、運輸輸具、運輸路線路況等各因素，以目前現有之多用途橋車、十噸半載重車、三噸半載重車、五噸傾卸車、平板車等五種運輸輸具實施裝載運輸對於載台空間、載重能力、吊掛便利性、載台高度及車輛越野性能、迴轉空間、油箱容量、吊臂能力實施比較分析。

本次分析比較採限制條件如下：吊車乙部、人員均受過吊掛訓練，橋材均使用戰鬥裝載運輸，架橋架設作業空間足夠及運輸路線狀況良好情況下；同時由甲地運至乙地。針對上述比較因素分析比較如表 1-8(分析採數值比較分析法，最優得 5 分；最差得 1 分)：

^{註 5} 國防部陸軍總司令部，TM5 手冊 賓士 3344AS 6*6 牽引車(含板尾)操作保養手冊，國防部陸軍總司令部頒行，民國 97 年 2 月，頁 61

表 1：載台空間比較

裝載台空間比較表	輸具	多用途橋車	10.5 噸載重車	3.5 噸載重車	5 噸傾卸車	平板車
比較因素	輸具	多用途橋車	10.5 噸載重車	3.5 噸載重車	5 噸傾卸車	平板車
載台空間		長 7.49 公尺 寬 2.91 公尺	長 5.83 公尺 寬 2.2 公尺	長 5.2 公尺 寬 2.2 公尺	長 3.18 公尺 寬 2.43 公尺	長 9.05 公尺 寬 2.42 公尺
數值分數		4	3	2	1	5

資料來源：作者繪製

表 2：載重能力比較

載重能力比較表	輸具	多用途橋車	10.5 噸載重車	3.5 噸載重車	5 噸傾卸車	平板車
比較因素	輸具	多用途橋車	10.5 噸載重車	3.5 噸載重車	5 噸傾卸車	平板車
載重能力		17 公噸	10.5 公噸	3.5 公噸	5 公噸	40 公噸
數值分數		4	3	1	2	5

資料來源：作者繪製

表 3：吊掛便利性比較

裝運能力量分析表	輸具	多用途橋車	10.5 噸載重車	3.5 噸載重車	5 噸傾卸車	平板車
比較因素	輸具	多用途橋車	10.5 噸載重車	3.5 噸載重車	5 噸傾卸車	平板車
吊掛便利性		有邊板，但可拆卸	有邊板，但無法拆卸	有邊板，但可拆卸	有邊板，但無法拆卸	無邊板
數值分數		4	1	4	1	5

資料來源：作者繪製

表 4：載台高度比較

載台高度比較表	輸具	多用途橋車	10.5 噸載重車	3.5 噸載重車	5 噸傾卸車	平板車
比較因素	輸具	多用途橋車	10.5 噸載重車	3.5 噸載重車	5 噸傾卸車	平板車
載台高度		高 1.26 公尺	高 1.15 公尺	高 1.28 公尺	高 1.53 公尺	高 1.03 公尺
數值分數		3	4	2	1	5

資料來源：作者繪製

表 5：越野性能比較

越 野 性 能 比 較 表					
輸具 比較因素	多用途 橋 車	10.5 噸 載重車	3.5 噸 載重車	5 噸 傾卸車	平板車
越野性能	具越野能力	無越野能力	具越野能力	具越野能力	具越野能力
數值分數	5	1	5	5	4

資料來源：作者繪製

表 6：迴轉空間比較

迴 轉 空 間 比 較 表					
輸具 比較因素	多用途 橋 車	10.5 噸 載重車	3.5 噸 載重車	5 噸 傾卸車	平板車
迴轉空間	14.5 公尺	12.6 公尺	11.5 公尺	9 公尺	18 公尺
數值分數	2	3	4	5	1

資料來源：作者繪製

表 7：油箱容量比較

續 航 力 比 較 表					
輸具 比較因素	多用途 橋 車	10.5 噸 載重車	3.5 噸 載重車	5 噸 傾卸車	平板車
油箱容量	300 公升	200 公升	246 公升	439 公升	400 公升
數值分數	3	1	2	5	4

資料來源：作者繪製

表 8：吊臂能力比較

續 航 力 比 較 表					
輸具 比較因素	多用途 橋 車	10.5 噸 載重車	3.5 噸 載重車	5 噸 傾卸車	平板車
吊臂能力	有	無	無	無	無
數值分數	5	1	1	1	1

資料來源：作者繪製

利用上述限制條件分析載台空間、載重能力、吊掛便利性、載台高度及越野性能、迴轉空間、油箱容量、吊臂能力作綜合比較，裝載運輸能力以平板車及多用途橋車為最佳，五噸傾卸車及三噸半載重車為次佳，十噸半載重車為劣，如表 9 及圖 8 所示。

表 9：綜合分析表

綜 合 分 析 表	輸具 數值分數	多用途 橋 車	10.5 噸 載重車	3.5 噸 載重車	5 噸 傾卸車	平板車
載台空間		4	3	2	1	5
載重能力		4	3	1	2	5
吊掛便利性		4	1	4	1	5
載台高度		3	4	2	1	5
越野性能		5	1	5	5	4
迴轉空間		2	3	4	5	1
油箱容量		3	1	2	5	4
吊臂能力		5	1	1	1	1
		30	17	21	21	30

資料來源：作者彙整

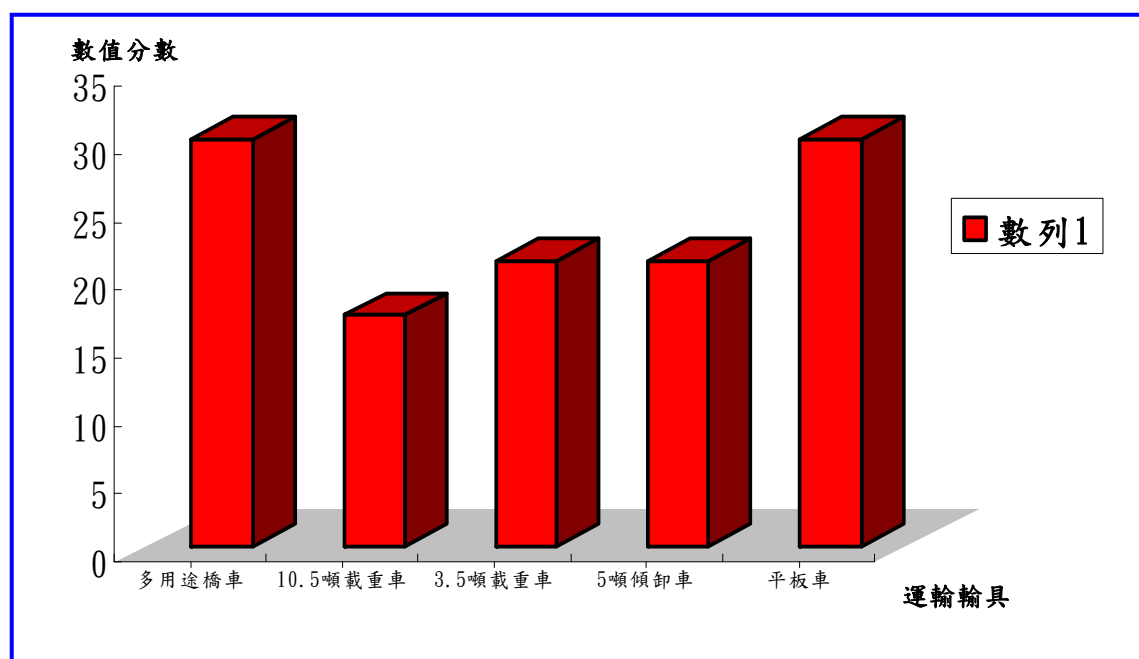


圖 8：數值分析圖

資料來源：作者繪製

參、MGB 橋樑裝載運輸運用之檢討

一、楓港大橋執行檢討

(一)救災紀實摘要^{註6}如下表 10 所示：

表 10：94 年海棠颱風救災架橋任務紀實

9 4 年 海 棠 颱 風 救 災 架 橋 任 務 紀 實			
月	日	項目	內 容
7	19	海棠颱風登陸	屏東縣楓港地區聯外道路楓港橋橋面斷裂，導致台東、墾丁、楓港往來交通全面中斷。
7	20	54 工兵群現地偵察	0730 時八軍團副司令及 54 工兵群指揮官至災害現場實施現地偵察，估計橋節損壞約 35-40 公尺。
		工兵學校現地偵察	校長蕭將軍接獲指示派員現地勘查 1230 即刻召集教育長、渡河、測量組長等相關人員召開任務研討及提示，於當日 1500 時必要人員抵達現場，經測量損壞橋節 28 公尺。
		副部長親臨指導	2200 時副部長霍上將抵達災害現場親臨指導，並於 2330 時做成結論，不實施橋上架橋，次日清晨再度現地會勘。
7	21	決心下達	1000 時部長電話指示「於楓港大橋上游五百公尺河床位置，架設 MGB 中框橋乙座」。
		任務賦予	1010 時副部長霍上將召集八軍團嚴副司令、工校教育長羅上校、54 工兵群指揮官實施任務賦予及作業指導。
		預備命令	1030 時工校教育長羅上校下達預備命令，準備挖土機 2 部、MGB 中框橋 17 節雙層橋橋材，橋材裝載與運輸。
		橋材整備	1100 時渡河組實施所需橋材整備。
		橋材裝載	考量學校教勤營多用途橋車駕駛不足及裝備吊桿妥善率偏低，改以民間 5 部 35 噸板車運載，自 1300 時開始裝載，至 1830 時完成所有橋材裝載及繫固。
		進出路整理	1600，54 工兵群投入楓港溪北岸架橋作業，先期針對進出路及架橋點整備，另南岸落橋位置與進出路就近委託民間砂石場施作。
		橋材運輸	1850 時校長蕭將軍實施勤前教育指導，2130 時橋材運輸抵達楓港。

^{註6} 吳俊瑩，「MGB 中框橋架設作業檢討與策進-以楓港橋為例」，94 年 11 月，頁 2

		橋材卸載	考量進出路計畫於 22 日凌晨構築完成且僅能提供一部橋車進入卸載，於是決定 21 日 2300 時實施橋材分載，由民間拖板車(5 車次)載運之橋材依照戰鬥裝載順序實施分裝於 54 群軍用制式多用途橋車(8 車次)待命架設
7	22	作業整備	0600 時工兵學校與 54 工兵群協力完成完成長 180 公尺、寬 6 公尺之引道開設含爐石鋪面與長 70 公尺、寬 12 公尺架橋點整備。
		橋樑架設	0700 時 54 工兵群橋樑營實施MGB 中框橋（17 節）架設作業，於 1300 時完成 17 節 40.3 公尺雙層橋，載重等級 30 級之架設並於 1315 時實施通車。
		架設完成	於 1300 完成架設(如圖 9)
		實施通車	在 1315 實施通車

資料來源：吳俊瑩，「MGB 中框橋架設作業檢討與策進-以楓港橋為例」



圖 9：楓港橋架設完成實況

資料來源：工校渡河組提供

(二)裝載運輸檢討

1. 實況：學校接獲命令後，開始實施橋材計算、整備及裝載，以拖板車行政裝載運輸至楓港，因連日豪雨，架設場地濕滑泥濘，又動車無法進入支援，且現場無適當橋材置場，在時間急迫下連夜趕工，僅勉強可供多用途橋車進入架橋點，因考量架橋點因素，則在集結區卸載後，改以多用途橋車二次運搬實施戰鬥裝載轉運至架橋點；二次運搬作業時間足足浪費 7 小時。

2. 形成原因：

- (1)多用途橋車駕駛及操作手不足，橋車吊桿普遍無法正常運作，裝備妥善率偏低。
- (2)受限民間板車停留卸載時間、進出路構築及引道承載力。
- (3)缺乏橋材裝卸載經驗。

二、溪州大橋執行檢討

(一)救災紀實摘要如下表 11 所示：

表 11：97 年卡玫基颱風救災架橋任務紀實

9 7 年 卡 玫 基 颱 風 救 災 架 橋 任 務 紀 實			
月	日	項目	內 容
7	17	卡 玫 基 颱 風 登 陸	卡玫基颱風過境，所帶來豐沛雨量，導致旗山溪洲大橋，均為地方農民與民眾極重要之橋樑要道，對民生影響極鉅。
7	20	工兵學校 現地偵察	校長蔡將軍接獲指示派員現地勘查 1730 即刻召集教育長、渡河、測量組等相關人員召開任務研討及提示，於當日 1820 時必要人員抵達現場，經測量損壞橋節 27.5 公尺。
		預備命令	1930 時校長蔡將軍下達預備命令，準備挖土機 1 部、MAN 拖板車 1 部、多用途橋車 9 部、MGB 中框橋 15 節雙層橋橋材，橋材裝載與運輸。
		橋材整備	1950 時渡河組實施所需橋材整備。
		橋材裝載	自 2000 時開始裝載，至 2200 時完成所有橋材裝載及繫固。
7	21	橋材運輸	0630 時校長蔡將軍實施勤前教育指導，0730 時橋材運輸抵達旗山溪州。
		進出路整 理	0745 針對進出路及架橋點整備施作。
		橋材卸載	考量進出路僅能提供一部橋車進入，載運之橋材依照戰鬥裝載順序進入並以挖土機手實施卸載。
		橋樑架設	0800 時 54 工兵群戰工營實施 MGB 中框橋（15 節）架設作業，於 1130 時完成 15 節 36.5 公尺雙層橋，載重等級 50 級之架設並於 1150 時實施通車。

	架設完成	於 1130 完成架設(如圖 10)
	實施通車	在 1150 實施通車

資料來源：作者繪製



圖 10：溪州大橋架設完成實況

資料來源：作者自行拍攝

(二)裝載運輸檢討

1. 實況： 學校在長官指導下，每年因應梅雨及颱風季節將屆之前，均先期完成 MGB 中框橋十五節橋材戰鬥裝載，共計九個板台，然學校接獲救災命令後，開始以九部多用途橋車及一部怪手實施橋材裝載及繫固，僅以二個小時完成整備工作。
2. 形成原因： MGB 橋材戰鬥裝載板台皆以怪手吊掛至多用途橋車載台上，檢討多用途橋車吊桿原廠設計吊掛能力均無法將戰鬥裝載板台吊起，若能利用吊桿來實施吊掛將可更節省人時。

肆、精進作法

在歷次災後執行橋樑架設任務中，深刻體認事前規劃準備之重要性，舉凡完指揮調度、周詳規劃作業與綿密無間之作業聯繫等，均為影響橋樑裝載運輸重要影響因子。唯有落實於平日，反覆不斷地檢討教學演訓計畫與成果之落差，始可提升工兵部隊執行橋樑裝載運輸能力，據以研擬精進作法如下：

一、落實駐地訓練，強化裝載能力：

駐地訓練惟一切訓練根本，實施訓練時，應摒除訓練干擾、公差行政支援及臨時任務賦予並依據駐地訓練課表實地、實兵、實裝磨練其裝載各種不同型式板台，並運用制式裝備與不同裝載方式(模組、板台、人力)，建立裝載參數，靈活運用於各種狀況，以磨練部隊裝卸載作業能力。

幹部應有預警防範機制，於每年梅雨及颱風季節將屆之前，事先妥慎研析規劃，配合駐地訓練課表先期完成 MGB 橋材橋材(板台)預組露儲，以達成緊急應援任務。

二、結合基地訓練，模擬裝載運輸測考方式：

基訓時則於連、營綜合教練階段配合各連橋樑架設課程結合想定，以狀況誘導方式實施裝載運輸訓練，並藉紮實及週期性之訓練使部隊裝載能力提升，發揮最大效能，並維持工兵部隊災害救援能力。

配合基地期末測考時，實施模擬實況測考，以戰鬥裝載方式(甲地運至乙地)實施架橋，訓練部隊裝卸載作業能力，驗證軍官參謀作業與應變能力。

三、結合驗證機制，建立裝載參數：

研究民間吊貨卡協助多用途橋車戰鬥裝載與拖板車實施行政裝載，配合叉動車隨伴支援建立裝載作業方式、要領及相關參數，以為準則修編依據，增加橋材運載彈性作法，使裝載作業上能更為安全、迅速，以如期達成橋樑架設作業。

四、落實派訓機制，維繫裝載運輸能量：

各單位營、連主官應親自掌握退補需求作業，對於獲撥新兵應妥善規劃，配合學校班隊流路送訓，以滿足駕駛及作業手員額，對於結訓人員亦應依規定派職，並貫徹「依編制用人、按專長派職」之規定，以使訓用結合，另配合基地實施專精訓練評鑑暨輔訪時機實施符合率驗證，以確保橋材裝載運輸效能。

五、添購新式裝備，精進裝載運輸：

由於多用途橋車吊桿能力受限制且裝載時又必須節省人力與爭取時效，建議由民間針對現有叉動車改良發展出滿足戰場需求及具越野性能優越野戰叉動車，配賦橋樑營及戰工營使用，如此可增強橋材裝(卸)載速度，並節省人力及減少橋材運搬時危安因素發生。

伍、結語

近年來，由於天災頻繁，百姓生活、行動屢遭威脅，我工兵部隊支援架橋機會隨時可能出現，尤其橋材裝載運輸之熟稔與否，更關係著任

務的達成；唯有學校、基地及駐地三者相互運用與連結，本著「從實、從拙、從嚴、從難」的訓練方針與作風，方可提昇工兵訓練成效，增強工兵部隊支援作戰能力。

參考文獻：

1. 陸軍總司令部，MGB 中框橋操作手冊上冊，民國 90 年 9 月。
2. 陸軍總司令部，多用途橋車操作手冊，民國 94 年 5 月
3. 國防部聯合後勤司令部，TM9-2320-C11-10 萬國 7400 4*4 裝用 DT466 引擎輪型車輛操作手冊，民國 97 年 6 月。
4. 陸軍總司令部，TM9-2320-272-10 M939 系列 6*6 五噸載重車操作手冊，民國 97 年 1 月。
5. 陸軍總司令部，TM5 手冊 賓士 3344AS 6*6 牽引車(含板尾)操作保養手冊，民國 97 年 2 月。
6. 吳俊瑩，「MGB 中框橋架設作業檢討與策進-以楓港橋為例」，94 年 11 月。

作者簡介：

余志柏中校，現為渡河組主任教官。

學歷：中正理工專二一期、工校正規一三九期、陸院九三年班。

經歷：排長、連長、裁判