

國軍支援河川疏濬作業模式之研究

作者／李銘正少校 陳雅雯上尉

提 要

近年來全球受到溫室效應影響，季節氣候之變化與降雨量驟增之情況日趨嚴重；以台灣地區而言，主要河川水庫集水區歷經多次颱風豪雨沖刷，改變河道流向，亦將大量泥沙流入庫區，導致淤積之泥砂渾濁自來用水，嚴重影響人民生計甚鉅。國軍秉持「愛鄉愛民」之精神，奉命派遣工兵部隊執行水庫上游河川清淤任務，協助地方改善水源供應與防洪防災之整備，同時配合政府有效解決現階段公共工程砂石供應短缺問題。

本研究論述目前台灣地區主要河川之特性及各水庫所面臨之危機與國土復育之急迫性，以我工兵部隊可運用於疏濬任務之制式裝備，就其作業效能、限制等因素加以探究；另針對我工兵部隊首次支援「石門水庫羅浮橋段」淤塞疏濬作業全程，區分「計畫準備」、「工程執行」、「復原歸建」等階段，逐項探討其作業程序、要領與精進作為，期能建構一套符合我國軍支援河道疏濬作業模式，俾利部隊於爾後執行「防災復育」河川疏濬任務時，有一標準作業程序(SOP)可供遵循。

關鍵字：溫室效應、河川疏濬、標準作業模式

壹、前言：

近年來全球受到溫室效應影響，季節氣候之變化與降雨量驟增之情況日趨嚴重；以台灣地區而言，主要河川水庫集水區歷經多次颱風豪雨沖刷，改變河道流向，亦將大量泥沙流入庫區，導致淤積之泥砂渾濁自來用水，嚴重影響人民生計甚鉅。

國軍為達成「平、戰結合」、「廣義國土防衛」與「防災復育」等多重目標，建構「平時能應急救災，戰時能支援作戰」之工兵部隊，藉水庫清淤與河川疏濬等工程，實施工兵專業訓練，寓軍事訓練於防災復育，以同步達成戰力培訓與支援民生建設等目的，近期國軍遂行支援地方河川疏濬作業，已成為工兵部

隊常態性任務。本文概述現行台灣地區主要河川之特性及各水庫所面臨之危機與國土復育之急迫性，以我國軍工兵部隊可運用於疏濬任務之制式裝備，就其作業效能、限制等因素加以探究；藉首次「石門水庫羅浮橋段疏濬作業專案」實例，探究其作業程序、要領與精進作為，期能建構一套符合我國軍支援河道疏濬之標準作業模式，俾供爾後執行「防災復育」河川疏濬任務時，有一標準作業程序（SOP）可供遵循。。

貳、河川疏濬作業模式之研究：

一、台灣地區主要河川之特性分析：

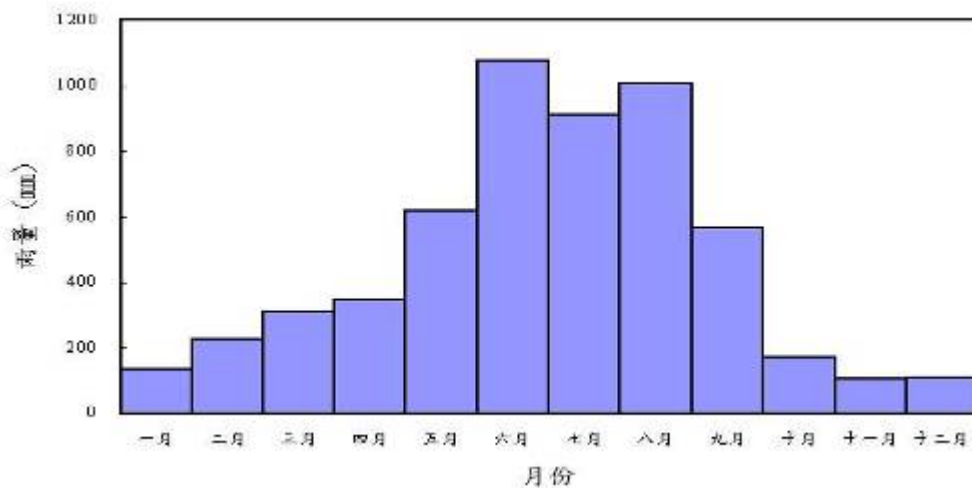
台灣地區河川大多流短坡陡，加上降雨量分配不均，豐枯水期逕流量相差懸殊，暴雨時期容易產生短時而量大之洪水，造成上游集水區及河岸沖刷而產生大量泥砂。台灣水庫大多興建於山區，近年來水庫集水臨近地區因觀光產業過度開發，水庫淤積問題日趨嚴重，除減少水庫蓄水容量、縮短水庫壽命外，每逢颱風暴雨後所夾雜之土石流、枯木等雜物，改變河道流向，提高上游之洪峰水位，亦嚴重影響水庫供水品質，甚至危及壩體安全與下游居民之生命財產^[1]；因故，河川疏濬作業之急迫需求，亦成為我工兵部隊常態性任務。下述就台灣地區河川及水庫特性作扼要之說明。

（一）河川特性分析：

台灣河川多源於中央山脈，分水嶺南北縱走位置偏東，大小河川約一百八十餘條，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。台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，雖然年雨量充沛，但由於降雨時間的分配不均，降雨地點也常不平均，地表坡度又大，因此全省河川雖超過百條，但大多短促而急流入海，可供利用的水資源就相當地有限。由水資局歷年文獻統計得知：約有 70%的水資源集中在每年的五月至九月，另外 30%則由十月至翌年四月（如圖 1）；而在五月至十月的降雨，主要是以颱風所帶來的雨量，在暴雨的情形下，很多的水便直接流入大海，無法被保留在土壤中，因此也經常發生枯水期缺水情形。

圖 1 台灣雨量月分布圖

註¹：陳孟威，〈類神經網路應用於石門水庫集水區暴雨產砂量推估之研究〉<<碩士論文〉>（台北市），國立台灣大學土木工程學系研究所，民國 91 年，頁 1。



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

河川是一個動態平衡系統，它會調整本身的高程及斷面型態來因應上游來水量及來砂量的變化，換句話說，它會朝一個水、砂平衡的方向去改變。當從上游集水區所帶下來的砂石量超過河川的輸砂能力時，或是因越域引水造成水量驟減時，部份泥砂會沈積下來，造成河床的淤積（aggradation）^[2]，這時河川會自衛調整本身的特性，如：增加河床坡度，減小砂石粒徑等，來增加本身的輸砂能力，達到新的平衡。綜而言之，台灣地形多高山、坡度大，加諸地質不穩定、雨季集中，以及河川集水區快速開發，卻未注重生態環境的保護，使集水區環境品質逐漸惡化，導致水土流失，引發河川濕季洪水氾濫，乾季水量枯竭，致使台灣河川普遍具有下列共通特徵：

1. 河床比降大。
2. 河川流量變化大。
3. 河川侵蝕作用旺盛。
4. 河川含沙量大。

（二）水庫特性分析：

台灣年平均雨量雖超過兩千五百公釐，年平均溫度也相對增高，然高山上沒有明顯的冰川遺跡，僅分佈著少數的高山湖泊和溪流；在蓬萊造山運動發生後，地殼上升劇烈，坡度增大，雖內陸河流眾多，但多山高水急，地表水

註²：李鴻源，〈河川砂石濫採所引起之工程問題〉，

<http://www.chinatimes.org.tw/features/river-new/paper/008.htm>。

和地下水的利用困難，使得人口密度高居世界第二的台灣，不得不興建水庫來解決用水迫切的危機^[3]，但也帶來了許多負面影響。水庫興建後，集水區原經由雨水逕流所挾帶的泥沙無法再由上游搬運至下游，經河川進入海洋沈積。當挾帶泥沙的水進入水庫後，水庫內水深增加使流速降低，導致水流輸送能力減少，一部分泥沙就逐漸沉澱並淤積，而佔去了可供蓄水的空間，最後使得水庫喪失了蓄水濟枯的功效，大大地減少水庫使用的年限。在台灣水庫集水區內民眾活動頻率高，土地高密度使用，加速土壤沖蝕作用，且台灣高溫多溼，岩石風化迅速，受水侵蝕產生大量砂石，以及地殼上升劇烈，使得河坡陡水急，水庫淤砂問題特別嚴重，大大地降低水庫壽命。水庫因為泥沙的淤積，使得水庫蓄水量逐年減少，原本一座水庫可以用 50 年，因為大量泥沙淤積可能僅剩下 20 年壽命，在經濟上的損失相對極大。又因為水庫壩址難尋，水庫淤滿後對水資源衝擊將更大；現階段臺灣地區很多小型水庫因河道淤積，已逐漸喪失其調節水資源功能，同時泥沙淤塞問題亦造成水庫取水設施遭到破壞^[4]，供水系統也產生問題，例如，每逢豪雨，桃園縣便面臨停水的困擾。另一方面，每逢大雨攜帶出大量泥沙，也使得河道淤積，河川堤防高度不足，每年政府需花費大筆經費進行河道清淤工作。因此，看似輕微之泥沙淤塞問題，實際上所背負之社會經濟成本卻龐大至難以估算。

（三）國土復育任務分析：

臺灣本土地形係由歐亞與大陸板塊推擠而成，地理與地質均屬於極不穩定狀態，故地震及颱風發生之機率頻繁，人為活動常受天然災害影響，尤以九二一大地震後，使得原本敏感性地質更加脆弱，每遇颱風豪雨，屢屢發生大規模的洪水及土石流侵襲，再加上地狹人稠，人民長期與天爭地，濫墾濫伐，造成國土資源劣化。九十三年七二水災過後，復又造成重大災情。政府體認尊重及順應自然之重要性，復育國土及自然生態資源藉以保障居民生命財產遠離災害之威脅，並促進國土環境資源之永續發展，已成為當務之急，刻不容緩^[5]。行政院乃針對國土之保育及管理進行檢討，並訂定國土復育及管理之整體政策，並於九四年院會通過，以期復育過度開發地區的生態體系，降低環境敏感地區的開發程度，有效保育水、土及生物資源，降低自然危害風險，減少人民

註³：同註解 3

註⁴：洪念民，〈國土復育與水資源〉，<http://e-info.org.tw/taxonomy/term/246>

註⁵：內政部營建署市鄉規劃局，國土復育條例草案總說明，<http://www.tcd.gov.tw/TCD/國土復育條例草案總說明.ASP>

生命財產損失。在國土復育的過程中，希將人為開發對自然之影響降至最低，首先將原有超限利用的土地，回歸合理的土地利用；再者，對受到破壞的土地加強復育，恢復原有林相。除了上述增加水資源的功能外，另一方面可減少河川及水庫泥沙淤積問題的發生。

泥沙問題造成了近年水資源應用困難、水庫壽限降低、提防高度不足、洪水成災機會增加、缺水情形增加等，各級政府所需採取之因應作為，增加其困難度與更多之成本付出。以北部地區之石門水庫而言，於民國 52 年 5 月導水隧道封堵開始蓄水，為桃園地區之主要水源。民國 93 年「艾莉颱風」來襲，降下 973mm 超大雨量(水庫年平均雨量約為 2,467mm)，引發嚴重土石災害，巨量泥砂沖入水庫之結果，導致水庫原水混濁，遠超過淨水廠處理能力，嚴重衝擊桃園地區民生用水。之後，接連颱風(海棠、瑪莎及泰利等)夾帶豪雨，亦擴大集水區崩塌面積，再次影響水庫供水。近年極端水文事件發生頻繁，若水庫及下游淨水與輸配水系統未能及時因應，恐將影響未來供水功能。近年石門水庫遭遇之供水問題^[6]，主要原因分析概述如下：

1. 自然因素

- (1) 豪大雨量—受到艾莉颱風帶來超大雨量影響，遠超過山坡土石負荷能力，集水區嚴重崩塌，土石流災害，挾帶大量泥砂進入石門水庫，造成水庫淤積及原水濁度急遽增高。
- (2) 地質地形特性—石門水庫集水區地形陡峻、地質脆弱、土壤鬆軟、河短流急，地質主要為砂岩、頁岩及煤質頁岩此種頁岩受風化影響，含有泥質或粉質黏土，是細顆粒泥質土的主要來源。

2. 人為因素

- (1) 山地農業開發及山區道路闢建—山區產業道路之開闢引起的坍方，上游廣泛種植高價作物，如水蜜桃、水柿等，果園及部份土地超限利用，加速沖蝕現象。
- (2) 攔砂設施多已喪失功能—艾莉風災前集水區已有 74 座攔砂壩淤滿，且艾莉風災崩塌土石量遠超過攔砂壩剩餘貯蓄量。
- (3) 水庫取水設施無法滿足公共用水需求—侷限於原取水設施，颱洪期間

註⁶：經濟部水資局，〈石門水庫及其集水區整治計畫〉，<http://www.nog.tw>。

未能取用上層低濁度原水，致使超過淨水廠處理負荷。

綜上所述，泥沙淤積已是台灣地區河川及水庫所面臨的最大危機，其影響民生計之程度，非金錢數字可以量化，除中央及地方政府加強集水區水土保持措施，遏止大量人為活動及觀光產業闢建外，有計劃地興建蓄砂池、攔砂壩等作為，然考量各級政府年度挹注於國土復育之經費有限，若端視土木施作所得之預期效果，仍緩不濟急，惟需適時、適地協調國軍專業部隊投入河川疏濬作業，始可改善當前燃眉之急。

二、工兵裝備作業效能與限制因素之探討：

歷年來我工兵部隊投入各地方政府防災應變抑或災損搶修復原等任務，如近期之 921 震災，運用各型工兵重機械、M2 框桁橋投入豐原、南投地區災區復原，94 年海棠颱風重創南台灣地區，遂以 MGB 中框橋及挖土機等重機具，執行楓港橋搶通之聯合作業，均能在專案整體規劃下，作有效率之執行。而「石門水庫羅浮橋段疏濬作業」專案，是為因應行政院在國土復育及管理之整體政策推行，各級政府礙於現有之人、物資源短缺下，亟需國軍工兵部隊作有效率之支援與協助，俾利後續之整體國土復育推動。

在支援本次河川疏濬作業中，規劃運用各型工兵制式裝備，概可區分「工兵重型機械」與「制式橋樑」兩大類，茲就其特有之效能及期限限制因素等分述如下，俾供任務特性分析時得以應用參考。

（一）「工兵重機械」之運用與作業限制：

工兵部隊現有制式重機械，可資應用於河川疏濬作業之裝備，計有推土機、挖土機、裝土機等三類，本文就石門水庫疏濬作業施工部隊所使用之機型，推土機：卡他皮拉 D7H 型、挖土機：CAT320B、FJ2800 及 KOBECO 等三種、裝土機：721B 及 CATS185 等兩種，其性能與運用限制，分述如后：

1. 推土機：主要以美國卡它皮拉公司生產 D7G、D7H、D7R 等三種機型為主。

(1) 特性：

履帶裝備、學習操作容易、行駛速度較慢、低轉速、扭力大、檢測維修容易，通常用於構築路基、維護搶修道路等土方量較大的土工作業及推拉動作^[7]。其中 D7H（如圖 2）、D7R 屬三角履帶裝備，其優點將主動輪提高，使其不再承載車身重量，只負責輸出動力，動力發揮較以往更有效率，且土石塊不易卡住履帶，作業較為靈活。

(2) 作業限制：

裝備本身自重過大、行進速度較慢、推力較大，在複雜地形特具清除土方、開闢便道、牽引笨重物之能力，在泥濘地上作業時，如過度溼濘請勿作業，否則易於打滑、陷車^[8]。



作業效能

15 公尺推土量(每小時)：

1. 黏土：164.3 立方公尺

2. 泥土：187.8 立方公尺

3. 沙土：211.3 立方公尺

4. 耗油量：4.8 介侖/每小時

圖 2 D7H 推土機

資料來源：作者自行拍攝

註⁷：陸軍聲，〈從傳統中銳變出來的戰場新利器-裝甲推土機〉<<陸軍月刊>>，第 41 卷第 477 期，民國 94 年 5 月 1 日，頁 68

註⁸：〈推土機操作手冊〉

2. 挖土機：主要以 CAT320B、FJ2800 及 KOBECO 機型（如圖 3）

（1）特性：

重心低，不易滑動，適合山上地區作業，轉彎半徑小，適合狹小空間作業，履帶著地面積大、抓地力強，不易下陷打滑，適合土質鬆軟及泥濘地區作業。

（2）作業限制：

挖土機工作半徑需 9.83 公尺，在下坡作業時不得超過 35 度，否則偏離中心軸易造成挖土機翻覆，且其行駛速度慢，無法在短時間內長距離運動，於柏油路面行駛易造成損壞，另挖土機最大裝料高度為 6.58 公尺（以 CAT320B 而言），若傾卸車車斗高於 6.57 公尺，易造成土斗與車斗互撞。



作業效能

1. 挖土斗容量：0.8 立方公尺
2. 最大卸土高度：6.57 公尺
3. 最大吊重：11,300 公斤
4. 最大牽引力：18,053 公斤
5. 最大挖掘深度：6.64 公尺
6. 105 立方公尺/每小時

圖 3 KOBECO 挖土機

資料來源：作者自行拍攝

3. 裝土機：以 721B 及 CATS185 機型為主(如圖 4)，係由美國凱獅公司製造，擔任鏟裝、牽引裝備、短距離移運及起重等作業，尤以支援歷年來國軍各項救災任務，均能發揮其卓越效能。

(1) 特性：

本裝備操作簡單，保養容易，並可配附各種工具，如：鏟土斗、岩石鏟掘斗、堆高架、推土板、抓斗等，其關節式腰身轉向，轉彎半徑小且靈活，具有鏟斗定位器，作業迅速，操作輕巧，機動性高，有變速箱煞車裝置，可將動力切斷，並集中於油壓系統上，增加舉升力量，適用於砂石集散區或細砂石河床作業。

(2) 作業限制：

石塊或其它尖堅銳物體，易割破輪胎，對堅硬土石鏟掘困難，不適用於硬礫石河床上作業，輪胎打滑磨損快速，影響裝載能量，於泥濘地區作業易打滑下陷，鏟斗應與傾卸車擋板配合，避免裝載困難。



作業效能

1. 沙土：每小時 115 立方公尺
2. 一般土壤：每小時 102 立方公尺
3. 黏土：每小時 89 立方公尺
4. 耗油量：4 公升/小時

圖 4 721B 裝土機
資料來源：作者自行拍攝

（二）國軍現有制式橋樑運用與限制：

制式橋樑^[9]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：M2 框桁橋、MGB 中框橋、M48A5 履帶機動橋與 M3 浮門橋等，其特性與限制分述如后：

1. M2 框桁橋^[10]：

（1）特性：

M2 框桁橋（如圖 5）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，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，較適合運用於土質堅硬、兩岸進出路良好之乾溝，目前在國內公路局台北、高雄市及第一至第五公路段均有囤儲是項橋材。

（2）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，是何底盤較低之用型車輛通行，車輛淨寬不得大於橋幅 12 英尺 6 英吋之限制，惟機動性較為遲緩，另所需組合之橋材零組件繁雜，架設作業較費時費力，亦需考量橋材本身變形等狀況排除之因素。



圖 5 M2 框桁橋

資料來源：作者自行拍攝

作業效能
1.可架設 7 種下路式單車道
2.作業人員 44-80 不等，可全人力架設
3.架設能量：130ft-二路二層 1 座或 80ft 二路二層 2 座

註⁹：國軍準則，91 年 7 月，渡河教範，第二章。

註¹⁰：國軍準則，91 年 9 月，M2 框桁橋操作手冊（上冊），頁 1-29

2. MGB 中框橋^[11]：

(1) 特性：

MGB 橋材（如圖 6）以鋁、鋅、鎂合金製成，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，可因應河川漲、退潮及水位變化，作彈性之架設與撤收，適用於軍用車輛或車身底盤較高之工程車輛通行，目前為國軍支援救災、河川疏濬（如楓港橋搶修作業及石門水庫疏濬作業）較常用之制式橋材。

(2) 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。

圖 6 MGB 中框橋



作業效能

1. 可架設單層或雙層 5-22 節不等之橋樑
2. 架設時間：14-150 分鐘
3. 可配合機械吊掛與機械協建作業

資料來源：作者自行拍攝

註¹¹：國軍準則，90 年 9 月，MGB 中框橋操作手冊（上冊），頁 1-29

3. M48A5 履帶機動橋^[12]：(如圖 7)

(1) 特性：

機動性大、作業人員少、具裝甲防護力，僅需二人，在二至五分鐘可架設完成。橋樑兩端均能實施架撤作業，能於崎嶇地形上行駛，橋樑跨距為 18.3 公尺，適用於短跨距之河岸、乾溝通行。

(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。由於該橋樑跨度僅 18.3 公尺，其跨度較短為其最大限制。

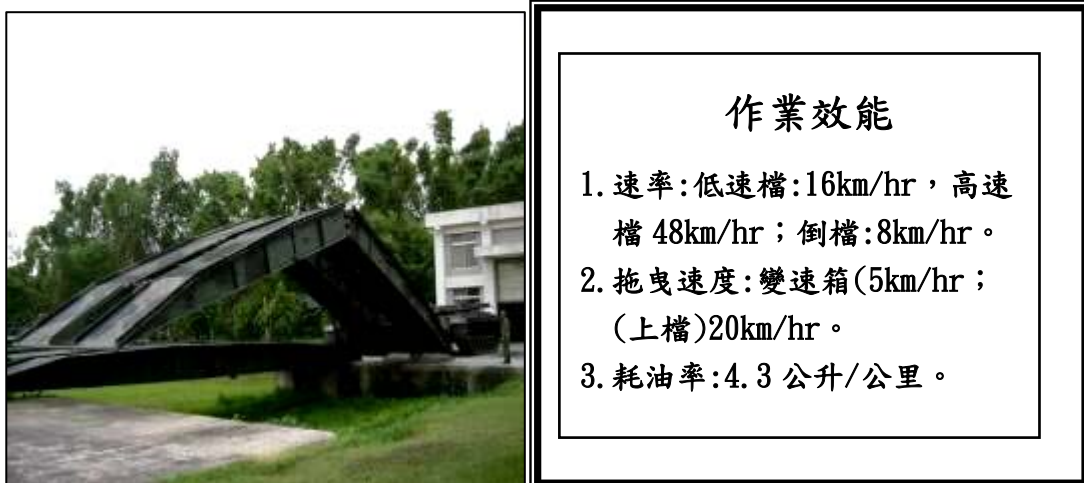


圖 7 M48A5 履帶機動橋

資料來源：作者自行拍攝

註¹²：國軍準則，89 年 9 月，M48A5 履帶機動橋操作手冊，頁 1-7。

4. M3 機動浮門橋^[13]：(如圖 8)

(1) 特性：

可依河幅跨度結構成載重等級 70 級之浮橋或門橋，作業人員僅需三人即可操作，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：

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。就河川疏濬而言，工區多為水淺、砂石多，不利此裝備作業。



1. 陸上作業恒速行駛續航力：725 公里(±5%)。
2. 最大道路速度：80 公里／小時(2100 轉／分)。
3. 水上作業續航力：6.25 小時(±5%)。
4. 單(雙)舟航行最大速度：(無負載) 14 公里／小時。

圖 8 M3 機動浮門橋

資料來源：作者自行拍攝

綜合上述，支援中央及地方政府遂行相關「國土復育」任務時，應針對支援作業之特性與現地偵察所得資訊，加以分類、綜整、分析，據以研擬出具體可行之方案，進行評選合宜之工兵重機械與制式橋樑，有效支援疏浚任務，確保作業時效與安全維護。

三、河川疏濬作業模式之探討：

大漢溪為石門水庫主要進水之河川，惟距水庫上游 30 公里遠之羅浮橋段，河道極為彎曲，每逢豪雨即淤積大量砂石，影響水庫進水量。國軍首次奉命支援水資局在汛期來臨前，完成石門水庫上游霞雲段五萬立方淤砂疏濬作業，減緩淤砂對水庫破壞，延續水壩壽命，使桃園地區自來水供水作業正常，我工兵部隊為達成該段五萬立方淤砂疏濬任務，全程採取「裝備不停，人員輪

註¹³：國軍準則，89 年 8 月，M3 機動浮門橋操作手冊，第二章，頁 1-7。

替」方式施作，區分任務編組、任務整備、分組就位、任務演練、工程執行、任務復原等六階段實施，以最大清運量及朝突破 200%進度為目標全力投入，全程共計使用 36 個日曆天，完成清淤量 12 萬 4,465 立方公尺，達 預訂目標之 249%，圓滿提前達成疏濬任務（如圖 9、10）。



圖 9 疏浚完工全景

資料來源：作者自行拍攝



圖 10 平面媒體完工報導

資料來源：95.5.18 青年日報

本文以我工兵部隊首次支援石門水庫羅浮橋段疏濬工程為例，規劃「計畫整備」、「疏濬執行」與「復原歸建」三階段，逐項探討其作業程序與要領，俾利作為爾後遂行河川疏濬任務之依據。

（一）計畫整備階段：

1. 研討工區特性，完成現勘規劃：

我工兵部隊接獲上級命令後應即遴選專業專責人員，會同委辦機關先期現地會勘，蒐集整治河川之水文資料、圖說及週邊相關資訊；並協同架橋、測量教官勘察及測量淤積河川面積、實度、淤積土質並擬定作業路線，審慎評估是否需開設便引道或 渡河橋樑架設，確認清淤範圍，完成可行性評估，俾利提供權責長官決策（如圖 11、12）。



圖 11 疏浚河道現況

資料來源：測量組提供



圖 12 疏浚河道現地測量

資料來源：測量組提供

2. 工區專案整體規劃：

疏浚專案業經現地實施量測後，該河段淤積面積甚廣，在工區之動線規劃上應保有彈性之作業，概可區分為「指揮區」、「後勤支援區」、「挖掘區」、「運輸區」及「囤儲區」。初期作業侷限於各式機具及車輛尚未全數投入工區，平均每車僅能以 2-3 車次/小時作業，每日工作量約 1000m³，俟後續作業推展順利及裝備整補完成，即可擴大挖掘區範圍，計開設三個工作面、運輸區開設 3 條運輸路線（一條為備用路線）、囤儲區開設二處進出路（一進一出），使作業路線流暢，平均每部挖土機配 4-5 輛傾卸車，每車約以 4 - 5 車次 / 小時實施運輸，每日工作量可達 2500~3000m³。且因考量天候因素，影響水位高度之變化，於運輸路線上以旗幟標示路線，以每 10m 設立乙支，除做為道路安全標示外，亦可做為工區放樣及施作數量核算之用。故在參與疏浚部隊未機動進駐工區時，應就「人、事、時、地、物」作好工區整體性之規劃（包括施工期間相關設施需求彙整、工作面劃分、工區動線、安全旗幟標示、裝備囤儲區、油料區設置等規劃）事宜（如圖 13、14），俾利施工進度管制。



圖 13 工區開挖規劃圖

資料來源：疏濬專案資料

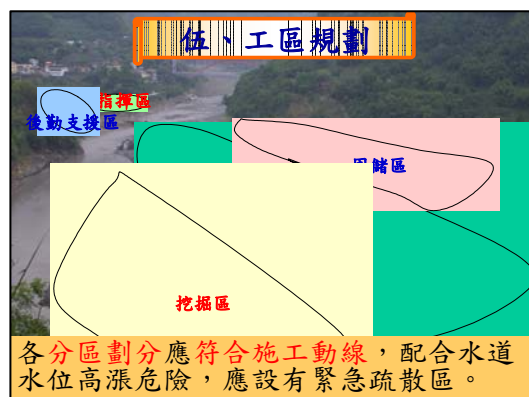


圖 14 機具設施位置圖

資料來源：疏濬專案資料

3. 策訂具體實施計畫：

各地區指揮部應完成施工人員（含管制、機械、後勤支援組等）及機具編組，並策頒具體實施計畫，俾供施工部隊施作遵循。

4. 召集參與單位實施模擬推演：

為順利遂行任務，各地區指揮部應召集相關主、協辦單位（聯勤地支部）及施工部隊實施模擬推演，俾確實分工及預應準備。

5. 實施任務訓練：

鑑於疏濬作業為計畫性任務與一般突發之臨機作業不同，各地區指揮部結合主、協辦單位，督導施工部隊於駐地進行裝備、機具集中檢整與人員任務訓練。

6. 完成裝備檢整：

經任務研討後，應針對執行作業中所需運用之工兵重機械與制式橋樑（渡河裝備），詳實檢討其需求量，並區分為軍維與商維二大類；「軍維裝備」完成二級保養，凡超出單位維保能力者，協調地區聯保廠提昇裝備妥善；「商維裝備」循委商保修作業程序完成裝備檢整。另協調地支部支援施工部隊油料、零件整補及機動保修等後勤作業，落實裝備後勤紀錄及庫儲管理

7. 成立施工指揮部及工程管制室：

為全般掌握疏濬工程作業成效，達到事權統一之標準，自最高階之權責單位，納編指導、督導、指揮與執行單位（如圖 15），上下脈絡一貫，上級單位應全力支援施工部隊推展進度，各作業組應協調配合，全力投入施作；另管制室為整體施工工期、品質與安全之樞紐，各式表報資料均應設置齊全，並按實際進度完成填寫與呈核，俾利有效掌握每日作業成效（如圖 16）。

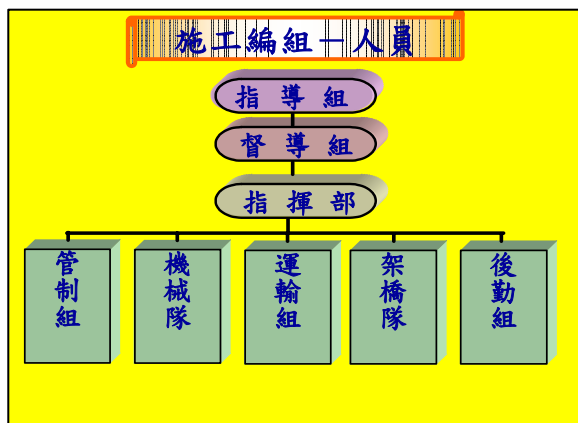


圖 15 施工指揮部編組

資料來源：疏濬專案資料

管制室	首先應覓妥施工區域民宅設置，若客觀環境受限，可採搭建組合屋或貨櫃屋方式因應，俾提供工程管制作業。
掛表	組織架構及運作程序、施工規劃配置圖、工區規劃圖、作業期程管制表、編組及執掌表、施工位置關係圖、裝備統計表、安全衛生管理規定、每日（週）成果統計表、晴雨表等。
簿冊	工程管制：監工日誌、監工日（週）報表、工期檢討表、晴雨表、施工進度統計表、每日派工單、機具出勤統計表、長官視導紀錄。 值日官：每日通聯紀錄簿、緊急召回人員聯絡簿、電話（傳真）使用登記簿、值日交接輪值表、水情狀況緊急通報單。

圖 16 管制室掛表簿冊

資料來源：疏濬專案資料

8. 施工機具裝備完成運輸申請：

為配合施工進度要求，按計畫目標達成任務，由後勤部門依「施工指揮部」所需施工機具、車輛需求，協調完成運輸申請作業。

9. 辦理施工作業（含安全）及規範講習：

由地區指揮部業管工程單位負責召集施工部隊辦理施工前作（含安全）及

施工規範講習，俾熟悉各項作業程序及界面整合。

10. 完成進駐工地準備：

奉命支援河川疏濬作業部隊，應確遵上級指導要求，應就施作工區所在位置，進行機動路線現勘查並作演練，以不干擾該地區人民正常作息與交通之原則下，人員、裝備及施工機完成安全、有效之機動前準備作業，待命機動。

(二) 工程執行階段：

1. 人員、機具進駐工地：

施工部隊駐紮工區後，應恪遵「計畫準備階段」相關整備事項，各「人、機、料」務求以最短時限內完成定位；當完成受命後，依管制要點機動至工區，執行各項作業準備（如工區整地、施工說明會、宣導相關安全規定）及工程管制室相關掛圖、表報建立，配合委辦機關規劃，展開清淤疏濬作業

2. 施工期程：

疏濬作業全程，應於每日施工前，完成施工編組及任務研討，並於當日收工後，完成施工車輛及工兵機械保養與油料補充與次日施工之準備。施工指揮官每日主持施工檢討會，召集各組組長及操作手，除檢討當日執行缺失，並研討次日施工人員、機具出勤數量，詳實紀錄於統計表內，並依網狀圖各作業項目之管制節點與施工要徑，律定竣工期程。（如圖 17、18）

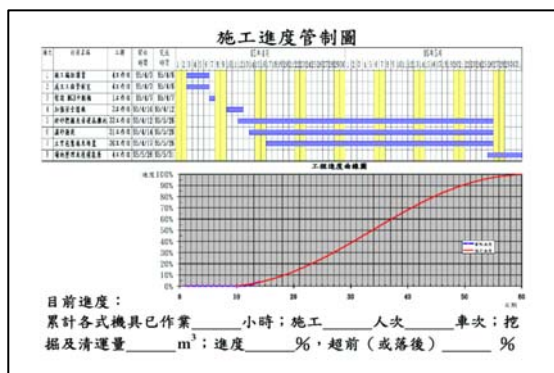


圖 17 施工指揮部編組

資料來源：疏濬專案資料

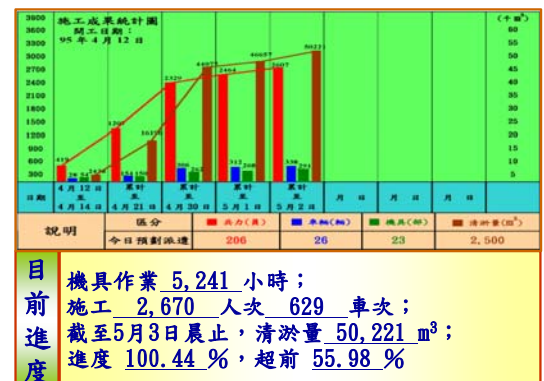


圖 18 管制室掛表簿冊

資料來源：疏濬專案資料

3. 河川清淤疏濬作業要領：

為確保疏濬作業按計畫期程，如期、如質、如量，安全有效達成，施工全程應建立上、下、平行單位及委辦機關之聯絡窗口，以利作業協調；施工指揮部應周延工地分區規劃（須包含保修區、加油區、機修零料件

國儲區等)，採明顯放樣標幟（如旗幟等）標示，妥適訂好工作面及順暢動線，俾利作業順遂。

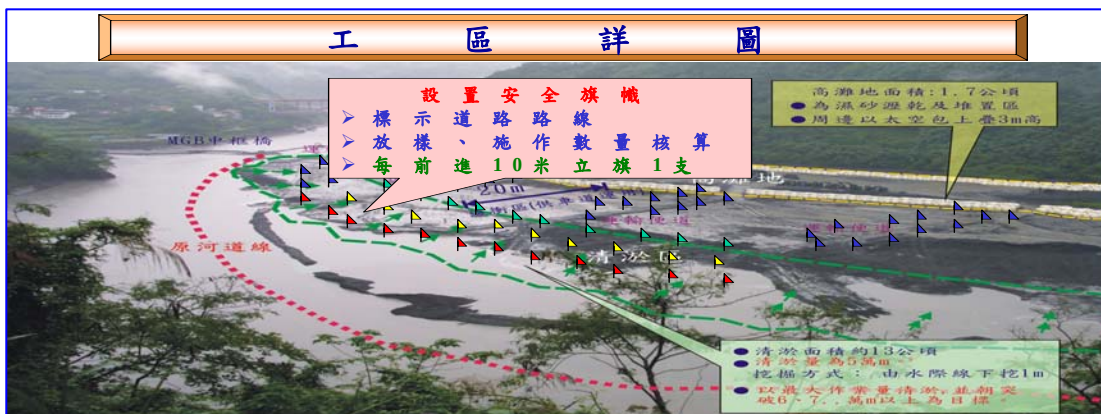


圖 19 工區規劃圖

資料來源：專案管制室提供

- (1) 各施工部隊應確遵作業程序，並對所屬官兵每日實施勤前教育、收工檢討，特重施工前、中、後安全規定之講解與要求，以確保全程「零工安、零傷害」，相關勞工安全衛生管理規定，如圖 20。



圖 20 勞工安全衛生管理規定

資料來源：專案管制室提供

- (2) 鑑於疏濬作業期間正逢汛期來臨，晴天採早、中、晚三次與水資局通聯，如遇午後下雨或豪大雨時，則每小時通聯一次，以掌握降雨量及水位，確保人員與裝備安全。若上游洪水暴漲，水位危及橋樑與施工作業區時，則由施工指

揮官採取緊急應變措施，提前實施撤橋作業，確保施工期間人、機、料之安全。

- (3) 作業工區附近重要路口均應協調安排交通管制人員，以維護作業時之安全，河床架設制式橋樑應落實相關橋樑勤務作業，設置管制及指揮人員，以引導過橋之人、機安全。
- (4) 為防範緊急事故於未然，於施工指揮所設置高功率警報系統，如接獲任何危險資訊通報時（如上游榮華大壩洩洪），經由指揮官緊急裁定後，通報所有人員撤離；另建立河川安全警戒及預警（報）機制，並對氣象變化、水位升高或溪水暴漲等做好防範措施；作業時，人員、機具勿過於靠近水際，且不得強行渡河，以免肇生危安事件。
- (5) 施工部隊應妥適訂定每日預訂清淤量，並在地區指揮部督導及管制下，執行河川清淤疏濬工程全般作業與進度管控（如圖 21、22）。

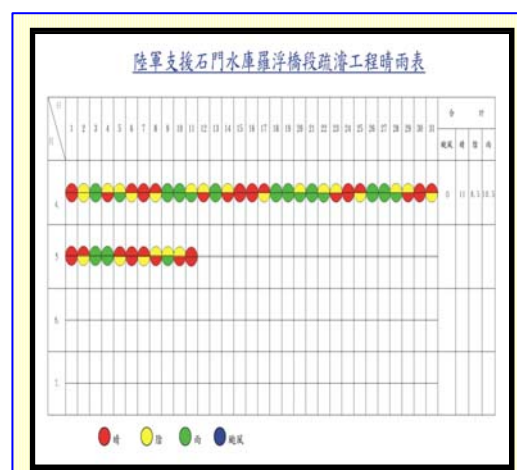
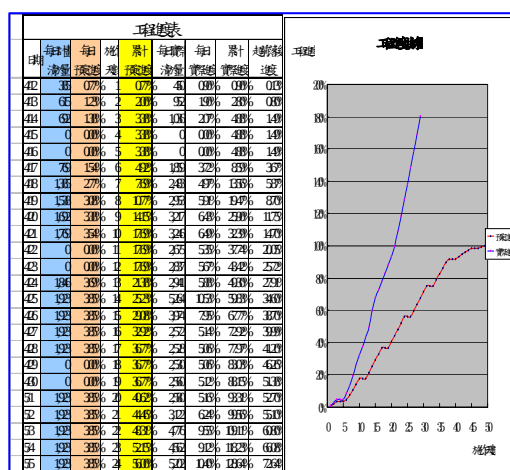


圖 21 施工指揮部編組

圖 22 施工指揮部編組

資料來源：專案管制室提供

- (6) 夜間或假日休工時，應派遣衛哨輪值看管裝備；施工期間，協調地方憲兵隊派遣機動巡邏，並與當地警察機關建立巡查及聯繫窗口，以防範不法人士侵入滋事或破壞。
- (7) 地區公共事務民事服務工作，應由各地區指揮部長官率及相關業管主管主動拜會地區內機關首長、民意代表、地方仕紳及公益團體等，加強互動，建立良好關係。於任務前完成「軍民糾紛處理小組」編組，如肇發糾紛、陳情抗爭

事件，運用友好民意代表居中協調，全力溝通化解。

- (8) 互疏濬全程，安排積極參與疏濬任務之模範官兵，接受媒體採訪，介紹其具新聞性之優良事蹟，以滿足媒體新聞需求，創造軍媒雙贏；工程施作期間，針對重要施工進度，主動發布新聞稿對外說明，使民眾隨時瞭解工程發展。倘若發生危安事件時，秉持「不推諉、不逃避」態度，以「疼惜、不捨、遺憾」之誠懇態度表述，惟說明內容不可過於武斷，應保持彈性，確保我國軍忠誠愛民形象。

(三) 復原歸建階段：

1. 清淤疏濬工程即將竣工前，應完成復原歸建計畫策訂，並以維護工區附近環境生態平衡為前提，不破壞當地地形、恢復原河道、地貌，並確實移除疏濬工程中所有人為設施；對施工編組人員先行與各後勤部門調借之裝備實施清點，確認無誤後，按計畫之歸還期程實施裝備整備，如數歸還；若因施作期間不慎損壞、遺失之裝備，則應循既有補保體系，依規定完成處置後歸還。
2. 疏濬作業完成後，應即協調委辦機關辦理物、料之會銜點交，與地方租借之房（建）物、設施（備），如：貨櫃屋、霞雲山莊等設施，應就事前簽定之相關契約規範，完成租金結算，業經點交無誤後實施退房；另借住之營區營舍之重要設施，應先行妥為檢修內部營產設施，確認無誤後點交歸還。
3. 各類工兵重裝備、橋材、機具等，應比照部隊進駐前相關運輸裝載計畫要領實施，調借軍用或租借民用型板車，均應注意裝載要領與相關安全維護事宜，落實交通管制計畫，依期程實施部隊機動返防。
4. 支援疏浚作業全程乃至工程竣工，應由「施工指揮部」指派專責人員於平日逐項記載大事紀要（包含書面文字、拍照、攝影、媒體報導等），並於疏濬專案結束後，同步完成施工紀實。

參、結語：

當下雖無戰事發生之顯性危機，惟歷年來之天災地變，卻造成無數人民財產損失，相對應於國家整體經濟發展與國土保育，亦造成難以估計之損害。有鑑於此，中央與各級地方政府、民意代表均能感受到這股危機之侵襲，然國軍以「保國衛民」為天職之使命未曾動搖，司令胡上將指導各單

位應本著落實「戰訓本務」工作之職責，發揮我工兵專業應有之作業技能與管理經驗，將學校教育與部隊訓練實務，作充分結合與驗證。

我工兵部隊首次運用各式重型機械與制式橋樑等裝備，以有效率、有紀律、重安全、零危安之作業效能，完成河川水庫清淤任務，端賴專案事前之綿密規劃整備與管理，是為學理與實務驗證之最佳機會，亦能藉由此一任務之遂行，發掘在政策制定、教育推行之漏洞與作業管理上之死角，進能加以檢討與精進，期能重新定位我工兵部隊在國軍所扮演之重要角色。

「凡事豫則立，不豫則廢」，希冀在後續工兵支援勤務作業上，持續傳承專業精實之負責態度，俾能圓滿達成上級交付任務。