

先進戰術型固定橋-軸摺式橋 Axial Folding Bridge (AFB) 簡介

作者／劉恩光少校

提 要

- 一、戰術型橋樑發展迄今已逾百年，隨著世界各國研究發展，其已從標準零件組裝系統，進展為「軸摺式橋系統」。
- 二、戰術型橋樑架設方式已從人力架設發展至機械架設，架設方法由複雜變簡單，架設時間已由十幾個小時減少至幾十分鐘，運用時機及方式已有重大的改變。
- 三、現代戰爭節奏快、變化大，為肆應快速變化的戰場，部隊強大機動力為致勝的關鍵，而渡河裝備之良莠則影響機動力的發揮，未來渡河裝備籌建即為當前重要考慮因素。
- 四、戰術型橋樑發展迄今已逾半世紀，隨著世界各國之研究發展，已有長足進步，為使我軍對「軸摺式橋系統」有所瞭解，特收集相關資料，並整理歸納成報告，俾提供各部隊參考，期使本軍瞭解其發展概況及未來趨勢，充實軍事科技新知。

關鍵詞：軸摺式橋系統、戰術型橋樑、固定橋、機械架橋

前 言

2003年4月4日入夜前，美軍第299工兵連奉命於伊拉克北部Kazer橋實施橋樑搶修，以恢復地區交通，該連經過運輸、準備及架設等作業程序，共花了全連一整晚的時間架橋，並終於天亮前完成一座17節MGB雙層加強橋(MLC-60)¹。正當299工兵連弟兄稍歇喘息時，美軍第74多功能橋樑連M-18重機橋車隊以自行機動方式到達Kazer橋，並以1個小組兵力(8員)及不到2小時的時間，迅速完成了另一座40公尺M-18重機橋(MLC-80)架設，併排於MGB加強橋旁，恢復Kazer橋雙向交通。此一快捷的架橋行動，獲得299工兵連及236工兵營指揮官非常正面的評價，而M-18重機橋即為最新之Axial Folding Bridge (AFB)「軸摺式

¹MLC (MILITARY LOAD CLASSIFICATION)，中譯為軍用載重等級，是一種北大西洋公約組織(NATO)規範的標準系統，主要是用一個數字來訂出路線、橋樑、浮橋之承載能力等級；車輛亦用數字訂出重量等級，當低於路線、橋樑、浮橋之承載能力等級時，可允許通過。

橋」(如圖1所示)。

軍用戰術型固定橋，乃為支援作戰地區戰術行動使用，通常供攻擊任務中後續梯隊(預備隊)渡越河川地障之用，其發展迄今已逾百年，隨著世界各國研究發展，其已進展為Axial Folding Bridge (AFB)「軸摺式橋系統」，架設方式已從人力架設發展至機械架設，架設方法由複雜變簡單，架設時間已由十幾個小時減少至幾十分鐘，運用時機及方式已有重大的改變，為使我軍對「軸摺式橋系統」有所瞭解，特收集相關資料整理歸納成報告，期使本軍瞭解其發展概況及未來趨勢，充實軍事科技新知，俾提供各部隊參考。

圖 1 伊拉克北部 Kazer 橋橋樑搶修情形



資料來源：WFEL 公司商情資料

軸摺式橋系統

一、概述

「軸摺式橋系統」最早發展起源於德國，1984 年時德國陸軍採購辦公室(Federal Procurement Office of the German armed forces)與 EADS 公司(European Aeronautic Defence and Space Company)²簽訂一份契約，內容為發展並生產一個可操作的 40 公尺跨距摺疊式乾地支援橋原型³，在經過多次研發及改進後，於 1998 年六月正式完成研發及製造，並移交德國陸軍使用。該橋即是德國著名的 Faltfestbrücke (FFB) 橋。在此同時，亦有瑞典 Kockums 公司的 FB48/200 重機橋、英國 WFEL 公司的 M18 重機橋及以色列軍事工業公司(IMI)

² GmbH 公司為 EADS 公司的前身。

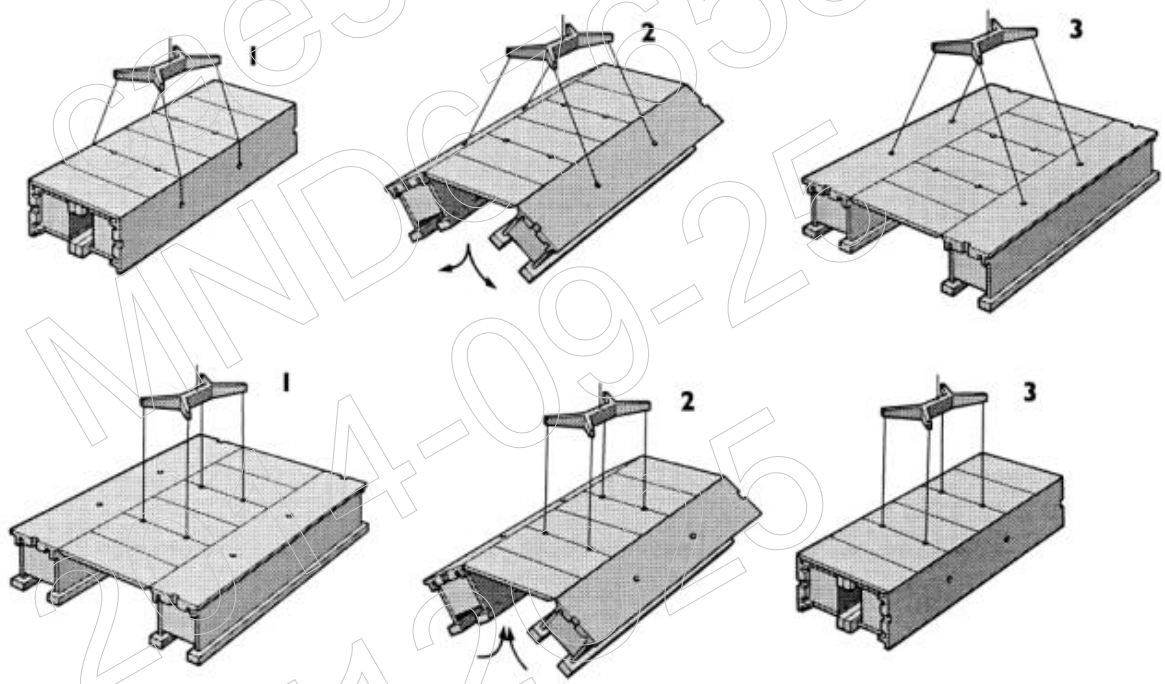
³ 原文 Federal Procurement Office of the German armed forces awarded a contract to Dornier System GmbH, for the development and production of an operational prototype of a 40 m span Foldable Dry Support Bridge. 詹氏年鑑資料庫。

的 Rapid Deployment Bridge (RDB) 橋同時研發，並相繼投入軍隊中服務。

「軸摺式橋系統」之設計概念(如圖 2 所示)，主要是以模組的概念，將整座橋樑簡化成數個節塊模組，以簡化架設程序及節省時間，另節塊模組可以軸向摺疊方式收摺，以利運輸，並以機械吊裝取代人力組裝，以節省人力及增加安全性，與原軍用固定橋標準構件人力組裝方式相比，已有重大的改變。

「軸摺式橋系統」之特性，與其他戰術型固定橋相比，主要有架設、撤收快速、使用人力少、模組化、作業程序簡易及運輸方便等優點，但也存在購置及維保成本高等缺點，故發展至今，僅有少數先進國家使用。

圖 2 軸摺式橋系統節塊模組



資料來源：詹氏年鑑資料庫

二、用途

現代戰爭節奏快、變化大，為肆應快速變化的戰場，部隊強大機動力為致勝的關鍵，而渡河裝備之良莠則影響機動力的發揮⁴。「軸摺式橋系統」多歸類於戰術型橋樑使用，其主要功能在支援作戰部隊戰鬥間運動，並同時維持作戰區與後勤區間軍民交通之通暢⁵。

三、效能

「軸摺式橋系統」為目前最先進之戰術型橋樑，其效能非常優異，經本研

⁴姚志豪，本島公路橋樑軍用載重級初步研究，工兵學術半年刊，122 期，工兵學校、92 年 3 月 27 日，1~5 頁。

⁵FM3-34.343 (FM5-446) Military Nonstandard Fixed Bridging，2002，Washington

究整理，主要有下列 6 點：

- (一)橋樑單一有效跨距(不需架設中央支點)可達 30~50 公尺，承載力多達 MLC-60 級(含)以上，橋面寬達 4 公尺(含)以上，可滿足各戰術任務通行需求。
- (二)架設作業時間多能於 2 小時內完成，有效肆應戰術任務反應時間之要求⁶。
- (三)橋樑架設作業時所需架設兵力多在 1 個排組以下，能滿足現代各國工兵部隊模組化專業編組之趨勢⁷。
- (四)裝備及橋材本身具機動能力，其道路通行性及越野性可適應公路、橋樑及越野地形，能滿足平、戰任務需求。
- (五)裝備及橋材可配合海陸空制式載具實施運輸，能滿足執行任務時運輸快速及便利需求。
- (六)橋樑本身須為質輕、強度高、不易生鏽、無須特別保養之金屬材質，可肆各種環境。

各國發展現況

軍用戰術固定橋樑發展迄今已逾百年，隨著世界各國研究發展，其已進展為「軸摺式橋系統」，設計概念主要是運用機械自動化架設取代人力組裝，以節省人力、時間及增加安全性；目前發展國家主要有英、德、瑞典及以色列，以下即就上述 4 個國家，介紹世界現役「軸摺式橋系統」的發展現況。

一、英國—M-18重機橋簡介(如圖3~7所示)

M18重機橋是英國WFEL公司設計製造的軍用戰術橋樑，源起於1990年代美國國防部US Army Tank-automotive and Armaments Command (TACOM)部門所擬訂之新一代戰術橋樑之規劃需求(快速架設、撤收、模組化、堅固可靠、運用方便)所設計，2003年美國德州胡特堡測試後，美國陸軍正式授與軍用M-18型號，並正式運用於戰場上。本裝備機動能力強，架設十分迅速，結構牢固，橋樑載重達MLC-80級；其主要功能在支援作戰部隊戰鬥間運動，並同時維持作戰區與後勤區間軍民交通之通暢。

本裝備有效跨距達46公尺，橋面寬度4.3公尺，最大載重履帶車輛可達MLC-80級，輪型車輛達MLC-120級，並可在少於90分鐘的時間內，以8員兵力完成46公尺橋架設。本裝備橋體由鋁合金所構成，其組成包括1輛OSHKOSH

⁶黃明秋，組織調整後工兵部隊編組與運用之研析，戰術研討會，中華民國 100 年，2 月。

⁷涂啟仁，組織精簡後工兵未來角色、功能與定位之研究，戰術研討會，中華民國 100 年，2 月。

M1075 10X10重機橋引進車(launching vehicle)、4輛OSHKOSH-HEMTT8*8運輸車、3部尾車及橋體，每組裝備可架設46公尺橋1座或2座30公尺橋。在運輸方面，M18重機橋之軸摺式橋節模組設計，可將橋面板兩端構衍摺疊，縮短其寬度，以利運輸，當其摺疊狀況下，兩組橋體除可以裝入通用PLS尾車外，另可以裝入20呎標準貨櫃中；另每一組橋體模組亦可以裝載在平板載台用於空運及鐵運，或以CH-47直升機或其他同級者實施吊掛，運輸非常便利。

作業方式主要是運用重機橋引進車之「引進機械系統」架設「引進吊樑」，再將「橋節模組」逐節組裝並掛於「引進吊樑」引進至對岸落橋，然後運用「引進機械系統」收回「引進吊樑」，最後架設橋頭板即可完成橋樑架設。架設過程均由操作手以電子儀器操作，迅速安全。另重機橋引進車之「引進機械系統」及「引進吊樑」，可於橋樑架設完成後回收撤離，而不為橋身一部份，使每一重機橋引進車可用於多座橋樑架設。

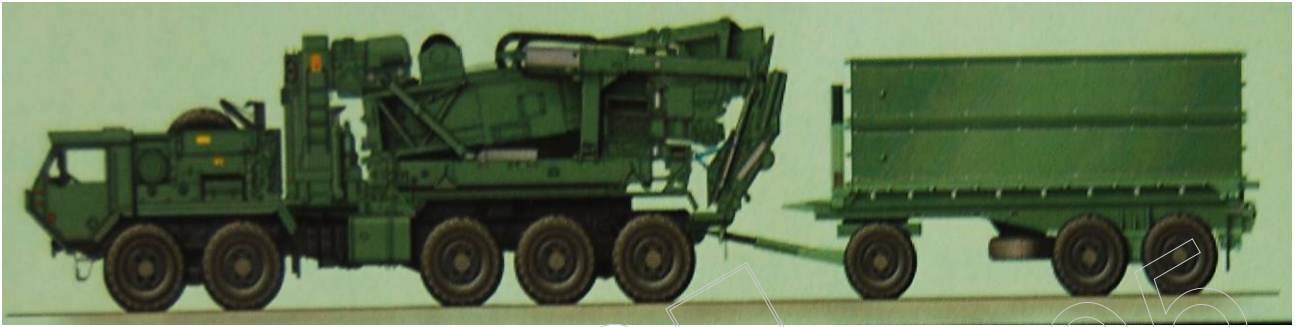
作業限制主要是兩岸容許高程差最大 ± 3 公尺；而最小作業淨空高度需達8公尺，我岸最小作業幅員最小為寬12*長20公尺，且遠、我岸地質均須選擇較乾土質或土壤乘載力達3公斤/平方公分以上，始可架設。

圖 3 M18 重機橋



資料來源:英國 WFEL 公司商情資料

圖 4 M18 重機橋-引進系統



資料來源：英國 WFEL 公司商情資料

圖 5 M18 重機橋-運輸系統



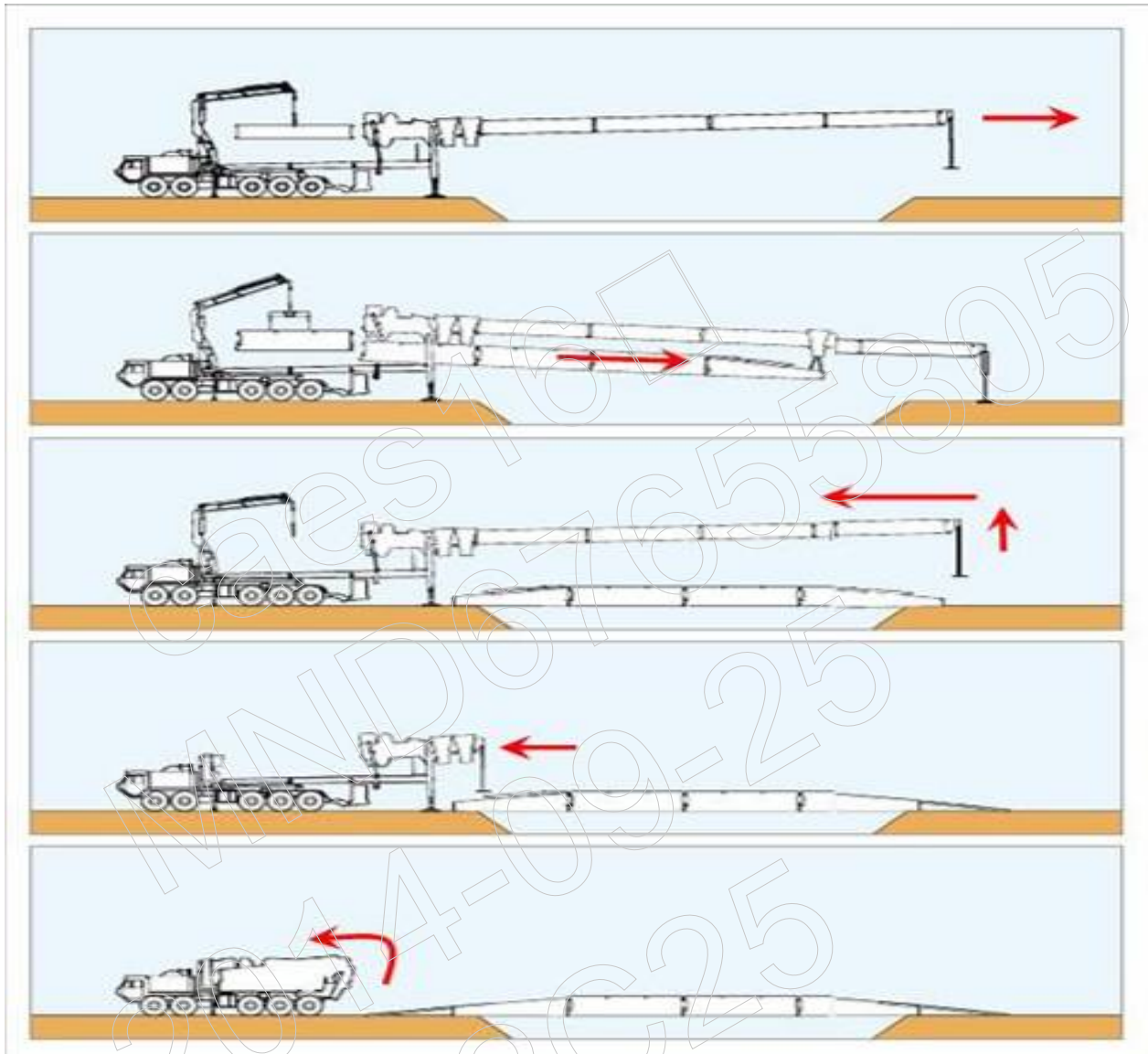
資料來源：英國 WFEL 公司商情資料

圖 6 M18 重機橋作業情形



資料來源：英國 WFEL 公司商情資料

圖 7 M18 重機橋作業方式



資料來源：英國 WFEL 公司商情資料

二、瑞典—FB-48/200 重機橋簡介(如圖 8~12 所示)

FB48/200 重機橋，乃瑞典 Kockums 公司運用其造船技術，專為瑞典皇家陸軍要求而設計生產的機動式橋樑系統，於 1995 年完成設計供應，並於 2002 年改進為 FB48/200，若配合油壓支撐架的使用，其延伸架設長度可達 200 公尺；該系統係運用模組化之高強力鋼橋節，快速架設一種固定橋樑，載重能力達 MLC-70 可跨過 46 公尺跨距。該架橋系統本身擁有柴油引擎和移動式液壓起重機，故僅需七位作業人員和六部卡車，即可在 75 分鐘左右結合並架成一座 40 公尺 MLC-70 的橋樑；本裝備與 M18 同時入選美軍戰術固定橋樑採購評選，惟因其原型橋測試結果劣於 M18，故無法獲得美國陸軍生產合約，但是後續美國海軍陸戰隊卻採購了 14 套，其中美國陸軍及海軍陸戰隊評選內容差異值得我國觀察。

本裝備以單跨距架設有效跨距達46公尺、以多跨距架設有效跨距達198公尺，橋面寬度4公尺，最大載重履帶車輛可達MLC-70級，輪型車輛達MLC-96級，並可在少於75分鐘的時間內，以7員兵力完成40公尺橋架設。本裝備橋體由高張力鋼材所構成，其組成包括1輛重機橋引進車、3輛運輸車及橋體，每組裝備可架設46公尺橋1座。在運輸方面，FB48/200重機橋之橋節模組設計，可將橋面板兩端構衍摺疊，縮短其寬度，以利運輸，當其摺疊狀況下，兩組橋體除可以裝入制式運輸車外，另可以通用10噸以上卡車裝載，但無法裝於貨櫃及貨機，運輸上造成些許限制。

FB48/200橋樑系統之架設方法與M18相似，係先在一個架橋機構上連結「引進鋼軌」跨過地障至遠岸，然後在遠岸設置該「引進鋼軌」支柱，而各橋節則由起重機吊置於該「引進鋼軌」上，並將彼此連結，再以液壓系統推過該跨距，最後架設橋頭板即可完成橋樑架設。而比較不同的是FB48/200重機橋之「引進鋼軌」於橋樑架設完成後，將成為橋身一部份，無法回收撤離；另FB48/200重機橋還可以利用液壓腳撐及移動起重機架設多跨距橋樑，運用非常便利。

作業限制主要是兩岸容許高程差最大 ± 3 公尺；而最小作業淨空高度需達8公尺，我岸最小作業幅員最小為寬12*長30公尺，且遠、我岸地質均須選擇較乾土質或土壤乘載力達2.5公斤/平方公分以上，始可架設。

圖 8 單跨距及多跨距 FB48/200



資料來源：瑞典 Kockums 公司商情資料

圖 9 單跨距橋架設-引進鋼軌架設



資料來源：瑞典 Kockums 公司商情資料

圖 10 單跨距橋架設-橋節架設



資料來源：瑞典 Kockums 公司商情資料

圖 11 多跨距橋架設-腳撐架設實例



資料來源：瑞典 Kockums 公司商情資料



圖 12 多跨距橋架設-橋節架設

資料來源：瑞典 Kockums 公司商情資料

三、德國--Faltfestbrücke (FFB) 重機橋簡介(如圖 13~16 所示)

FFB 重機橋，乃德國 EADS 公司專為德國陸軍要求而設計生產的機動式橋樑系統，於 1998 年完成設計供應德國陸軍使用；該系統係運用模組化之輕量化鋁合金橋節，快速架設的一種固定橋樑，載重能力達 MLC-70 級，可跨過 46 公尺跨距。該架橋系統擁本身有柴油引擎和液壓起重機，僅需 6 位作業人員和 6 部卡車，即可在 60 分鐘左右結合並架成一座 40 公尺 MLC-70 級的橋樑；現服役於德國、奧地利及新加坡等國家。

本裝備有效跨距達 46 公尺，橋面寬度 4.4 公尺，最大載重履帶車輛可達 MLC-70 級，輪型車輛達 MLC-110 級，並可在少於 60 分鐘的時間內，以 6 員兵力完成 40 公尺橋架設。本裝備橋體由輕量化鋁合金所構成，其組成包括 1 輛重機橋引進車、5 輛運輸車及橋體，每組裝備可架設 46 公尺橋 1 座。在運輸方面，FFB 重機橋之橋節模組設計與 M-18 重機橋相同，橋節模組摺疊後，兩組橋體除可以裝入通用運輸車外，亦可以 20 呎標準貨櫃、平板載台，用於空運、海運、鐵運及以 CH-47 直升機實施吊掛，運輸非常便利。FFB 重機橋之架設方法與 FB48/200 重機橋相似，係先在一個架橋機構上連結「引進鋼軌」跨過地障至遠岸，然後在遠岸設置該「引進鋼軌」支柱，而各橋節則由起重機吊置於該「引進鋼軌」上，並將彼此連結，再以液壓系統推過該跨距，最後架設橋頭板即可完成橋樑架設。其「引進鋼軌」於橋樑架設完成後，即為橋身一部份，無法回收撤離。

作業限制主要是兩岸容許高程差最大 ± 3 公尺；而最小作業淨空高度需達 8 公尺，我岸最小作業幅員最小為寬 18*長 18 公尺，且遠、我岸地質均須選擇較乾土質或土壤乘載力達 2.5 公斤/平方公分以上，始可架設。

圖 13 FFB 重機橋引進架設車



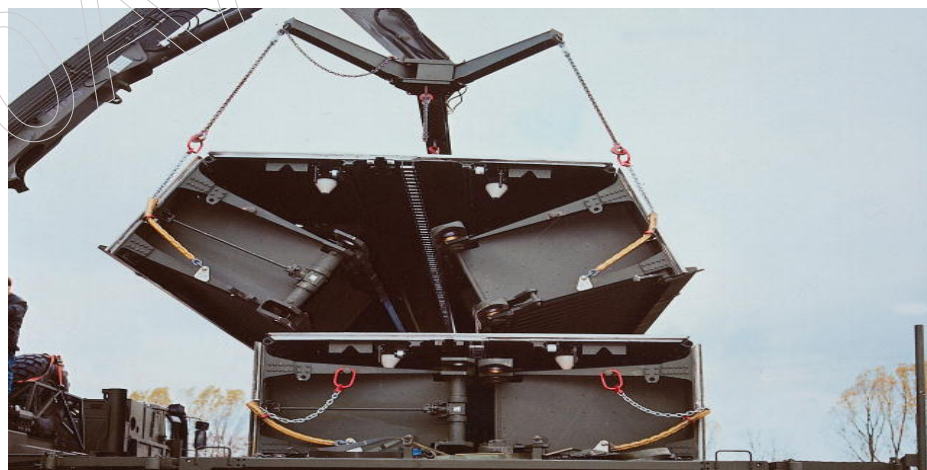
資料來源: 詹氏年鑑資料庫

圖 14 FFB 重機橋架設情形



資料來源: 詹氏年鑑資料庫

圖 15 FFB 重機橋軸摺式橋節模組



資料來源: 詹氏年鑑資料庫

圖 16 FFB 重機橋專用板台與運載車輛



資料來源:詹氏年鑑資料庫

四、以色列-- Rapid Deployment Bridge (RDB) 重機橋簡介(如圖 17、18 所示)

RDB 重機橋，乃以色列軍事工業公司(IMI)專為以色列陸軍要求而設計生產的機動式橋樑系統，該系統係運用輕量化之鋁合金橋節，快速架設的一種固定橋樑，載重能力達 MLC-70 級，可跨過 60 公尺跨距。該架橋系統作業時，僅需 12 位作業人員和 10 部卡車，即可在 100 分鐘左右結合並架成一座 60 公尺 MLC-70 級的橋樑；惟因該裝備目前仍在研發之中，細部橋樑資料及作業方式獲得困難，故僅能依蒐集之資料在此做簡單介紹。

圖 17 長度 34 公尺 RDB 重機橋實驗情形



資料來源:詹氏年鑑資料庫

圖 18 RDB 重機橋橋頭坡道架設



資料來源:詹氏年鑑資料庫

五、小結

「軸摺式橋系統」發展迄今近半世紀，隨著世界各國之研究發展，已從學術理論進展至成熟之成品，而各國因任務及環境不同，更是各自發展出不同的「軸摺式橋系統」(諸元彙編表，詳如附表 1)。綜觀而論「軸摺式橋系統」對於戰術橋樑支援作戰部隊戰鬥間運動，並同時維持作戰區與後勤區間軍民交通通暢之任務，以有劃時代的進步，對軍事甚而救災方面均有很大的利基。