本島公路橋樑與軍用載重等級之探討

作者／余志柏中校、陳俊宏少校

提　要

一、本島公路橋樑平時肩負島內公路運輸責任，戰時即為部隊機動運輸要徑，尤以反擊路線上必經之公路橋樑，橋樑安全直接關係部隊機動速度，能否迅速至接戰地區發揮殲敵火力，其重要性不言而喻。

二、藉由透過 MLC 載重程式分析或採用 STANG2021 安全係數法，建立國內軍用裝備載重等級（MLC）係數表，並在未來公路橋樑設計上能相結合，以利戰時部隊機動使用。

三、隨著軍事裝備日新月異與戰爭型態改變，現代化軍事裝備輸具重量亦不斷增加，而公路橋樑之實際承載能力與裝備能否安全通行常存在不確定性，因此本文在探討目前國內公路橋樑與軍用載重等級之問題及在公路橋樑安全範圍內初估核算軍事裝備容許通過重量等級，進一步提出未來建議。

關鍵詞：公路橋樑設計規範、軍用載重等級、承載能力

前　言

本島公路橋樑除平日基本運輸任務外，在戰時亦肩負使部隊快速機動與大量運輸之任務，尤以反擊路線行經之公路橋樑，可否使戰車及重型車輛安全通行，實可為深入研究之議題；惟現今公路橋樑管理單位對於橋樑之軍用載重等級分類資料多所闕如，以致部隊通行無所依據，造成機動路線選擇困擾，然橋樑承載能力卻直接影響軍車通行等級，其重要性不言而喻。

公路橋樑設計規範與軍用載重介紹

一、本島公路橋樑載重分類與承載能力評估

本島公路橋樑設計規範係依據美國州公路及運輸官員協會之公路橋樑設計規範（AASHTO）為藍本實施修訂；公路橋樑設計規範適用於跨徑 150 公尺以下之一般性鋼筋混凝土結構、預力混凝土結構及鋼結構等新建公路橋樑。特殊性橋樑如吊橋、斜張橋、桁架橋、活動橋或臨時便橋等及跨徑超過 150 公尺者，除本規範可適用者外，應就其特殊性另作考量。

公路橋樑載重等級分類係採用通過橋樑之活載重實施設計；活載重包括所

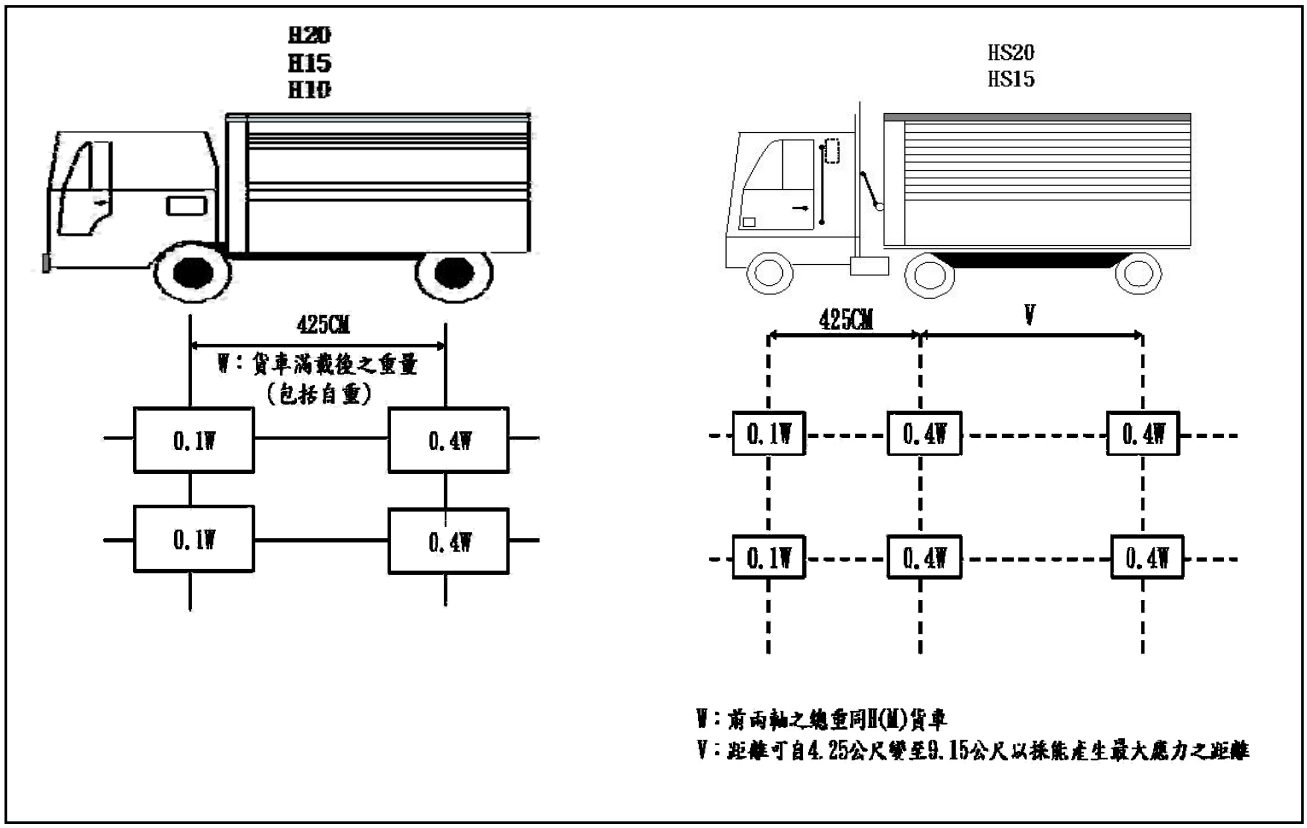
有在橋上行駛之車輛及行人重量。目前國內所採用設計活載重沿用美國 AASHTO 設計規範中「標準貨車」(詳如表一、圖一)為活載重實施公路橋樑載重等級分類；區分為 H10、H15、H20、HS15、HS20 等五種；國內公路橋樑載重等級主要以 H15、H20、HS15、HS20 實施設計；基於近年台灣地震頻繁、人口稠密且運輸量等安全因素考量，均以設計強化 20%~30%承載力。

表一 AASHTO 設計「標準貨車」種類

	AASHTO 貨車載重種類		
	設計用車	總重	
H 貨車	H10	20000lb	9072kg
	H15	30000lb	13608kg
	H20	40000lb	18144kg
HS 半拖車	HS15	54000lb	24494kg
	HS20	72000lb	32659kg

資料來源：交通部，《公路橋樑設計規範》，2009 年，頁 20-22。

圖一 標準貨車

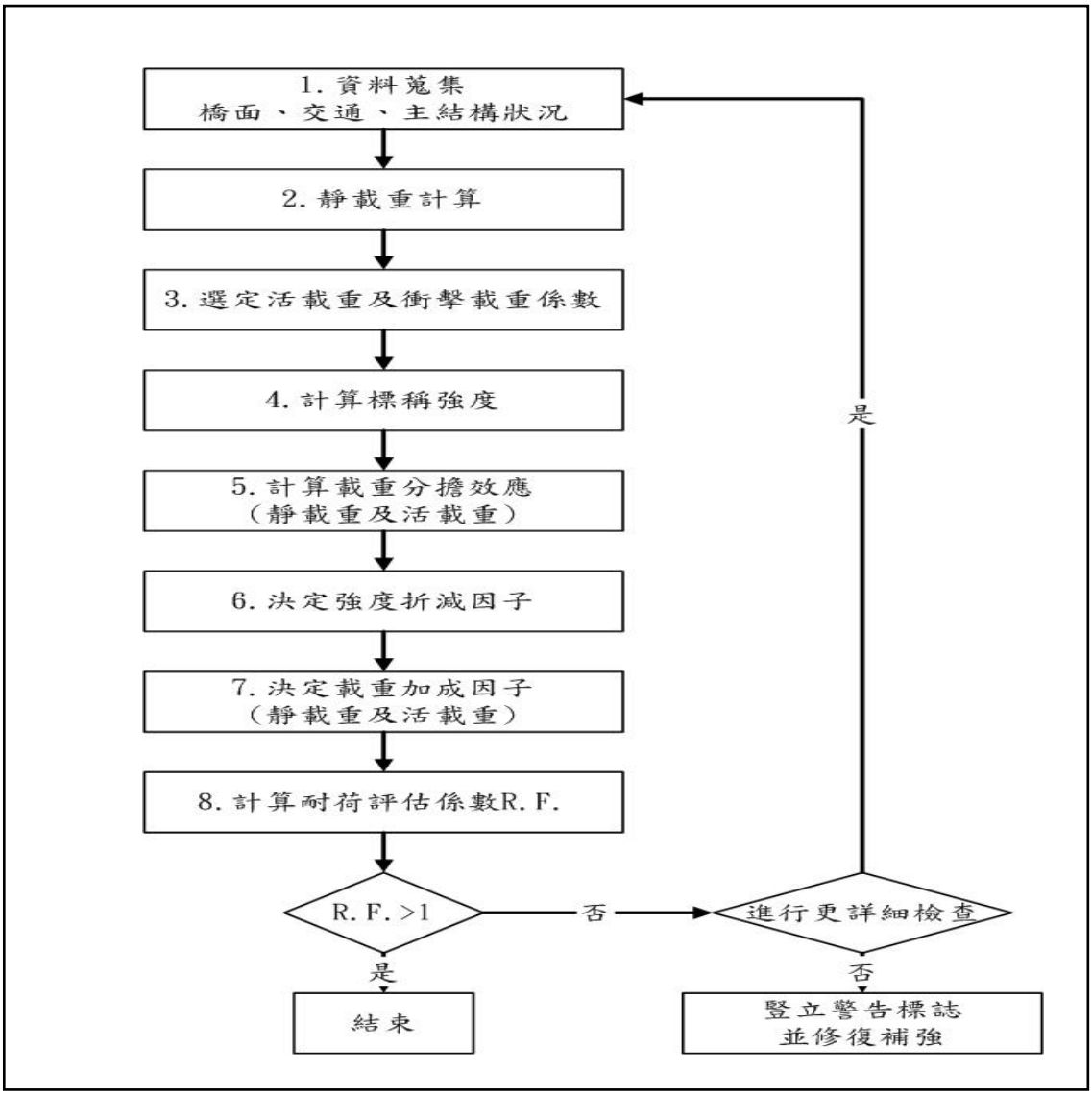


資料來源：同表一

影響橋樑承載力的因素很多，主要有橋樑原來的設計荷載等級、施工方法與品質、橋樑結構完好狀況與結構材料性能好壞等方面；由於影響承載力的還有其他許多直接的或間接的因素。因此，要進行「定量」的分析，須用精確的方法始可計算出橋樑的承載力；目前國內公路部門尚無統一的方法，對橋樑承載力有詳細檢測判定，均委託民間學術研究單位進行評估。

目前有國內民間學術研究單位如中央大學等，透過 AASHTO 承載能力評估法流程（如圖二）及結構分析軟體來進行橋樑承載力評估。

圖二 AASHTO 承載能力評估流程圖



資料來源：李有豐，《公路橋樑檢測評估-公路橋樑安全檢測及評估實例二》，財團法人台灣營建研究中心，民國 85 年 8 月，頁 20。

二、軍用載重等級分類標準

（一）軍用載重等級定義（MILITARY LOAD CLASSIFICATION）：[1]

MLC 為一種標準系統，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。

（二）軍用載重等級分類：

為北大西洋公約組織共同定義 16 種假設的標準輪型車輛及假設的履帶式車輛，共同制訂輪、履標準車型十六種 MLC（4～150 級），[2]提供評定車輛重量級數及軍用橋樑載重設計之標準車型。區分如下：

1.標準履帶式車輛：

MLC 數從 4 到 150，對應的車輛總重；每個標準履帶車輛中也定義寬度，長度和間距方面。

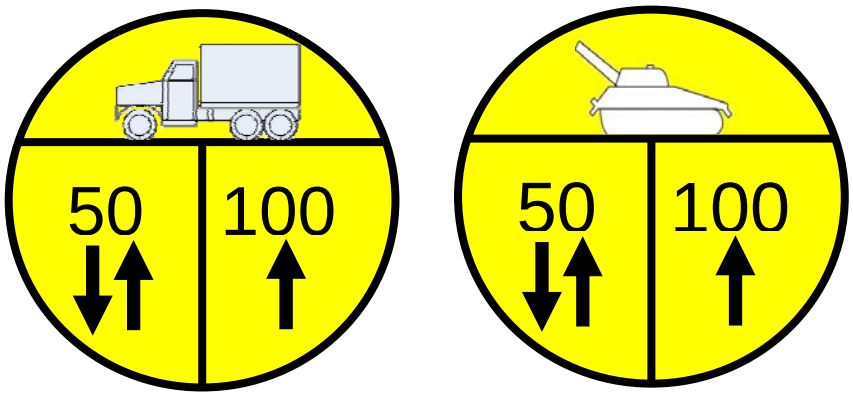
2.標準輪式車輛：

MLC 數從 4 到 150，分別對應約 85%的總重量；每一個標準的定義輪式車輛的總重量，軸數，軸距，軸重。

（三）橋樑軍用載重等級：

橋樑軍用載重等級亦賦予一個數字以表示橋樑承載能力，亦為橋樑能承受車輛通過時所產生之彎矩與剪力。於橋頭豎立軍用載重等級標誌牌，提供交通管制使用；其通行標誌區分為單、雙向車道，輪車、履車安全通行級數，如圖三。

圖三 橋樑軍用載重等級標示圖



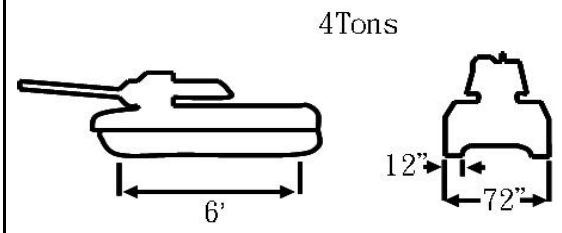
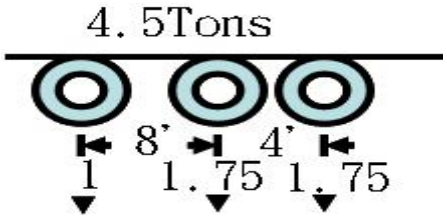
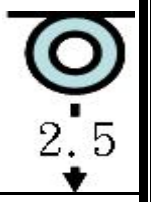
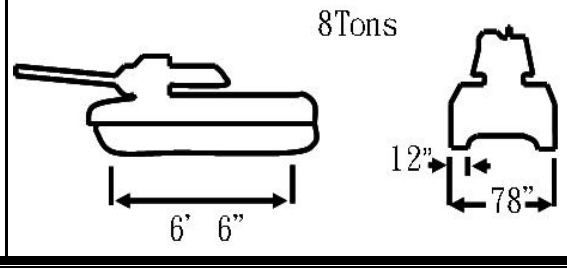
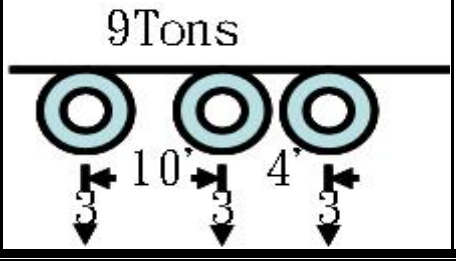
資料來源：國防部陸軍司令部，《陸軍渡河訓練教範》，2009 年 9 月，頁 5-6。

[1] 美國國防部準則會電子資料庫軍語辭典，http://www.dtic.mil/doctrine/jel/doddict/data/m/03283.html.
[2] FM3-34.343 (FM5-446) Military Nonstandard Fixed Bridging，2002， Washington.

三、公路橋樑與軍用載重等級關聯性

目前所採用的軍用載重等級制度之軍用車輛模型（如圖四）與現行「公路橋樑設計規範」設計之標準貨車載重模型比較，可得知在設計車輛活載重時所採用之車輛模型不同，自然所設計出的橋樑承載能力亦有所差異，不利於戰時軍車管制通行使用。

圖四 軍用車輛模型圖

CLASS	TRACKED VEHICLES	AXLE LOAD AND SPACING	MAX SINGLE AXLE
4			
8			

資料來源：FM3-34.343 (FM5-446) Military Nonstandard Fixed Bridging,2002,Washington.

美軍 FM5-446 手冊曾針對境內幾種類型橋樑，透過相關橋樑載重分析程式計算並歸納出幾種類型 AASHTO 載重等級橋樑換算為 MLC 載重等級的快速野戰分級法經驗公式；惟實際透過民間工程顧問公司（富台工程）之結構技師詢問此經驗公式是否可套用本島公路橋樑載重等級換算，經得知此經驗公式套用需於共同標準條件及環境因子下，透過程式計算歸納後，始可換算得知公路橋樑 MLC 載重等級；而非均一適用，僅可適用相同類型條件下之橋樑。

由上述可知公路橋樑等級設計係以不同標準車型，而制定出各公路橋樑載重等級標準；本島公路橋樑係以美國 AASHTO「標準貨車」規格設計實施載重等級分類，而德國則以北約 16 種標準輪、履帶車輛（MLC）實施公路橋樑設計及載重等級分類。因此 AASHTO 及 MLC 實分屬於兩個不同系列載重等級系統。

AASHTO 及 MLC 為兩個不同系列載重等級系統，而美軍快速野戰分級法係僅可針對少數本島公路橋樑可適用；此經驗公式於 2002 年版 FM5-446 手冊刊出，是否可依然適用，尚有待討論空間。近年來橋樑結構計算軟體亦快速發展，

如 SAP2000 系列；可採用軍用載重等級所律定之標準車型，結合本島公路橋樑特性與環境，透過程式分析出本島公路橋樑軍用載重等級標準。

軍用裝備載重等級評估方式

一、軍用裝備載重等級

目前國軍軍用制式固定橋皆自國外籌補獲得，如 M2 框桁橋及 M48 履帶機動橋向美國籌獲、M3 兩棲機動浮門橋向德國籌獲、MGB 中框橋向英國籌獲，其中美、德、英皆為北大西洋公約組織（NATO）會員國，均依北大西洋公約組織相關規範設計製造運用，本軍亦遵循美、德、英國規範教則及操作手冊通行於部隊教授使用。

軍用載重等級係以北約組織系統採用 16 種標準輪、履帶型車輛實施載重設計標準；然這 16 種假設車輛典型實際為北約國家中常使用的軍用輪、履帶型車輛。因此若非為這 16 種同類型之輪、履帶軍用裝備，則無法藉由軍用載重等級分類表（MLC）得知軍用裝備載重等級；國內目前軍用裝備僅少數可藉由軍用載重等級分類表得知裝備軍用載重等級。

二、軍用裝備載重等級評估

軍用裝備載重 MLC 等級評估，可透過下列幾種方式實施評估裝備載重等級，如下所列：

（一）MLC 載重程式分析法

將軍用裝備相關性能諸元（重量、軸距、軸載、長、寬），輸入於 MLC 載重程式分析，可精確得知軍用裝備 MLC 值，MLC 載重程式分析案例，如表二

表二 MLC 載重程式分析案例

Example 1 : Simple wheeled vehicle	
Simple wheeled vehicle : English Leyland DAF truck 	Data Axle loads : 4.42 t (forward axle), 6.16 t (rear axle) Spacing : 3.950 m Width : 2.450 m Calculation Uncorrected MLC = 10.803 determined by shear force for the span 45 m Corrected MLC = 10.803 Rounded to 11 MLC = 11
Example 2 : Combined wheeled vehicle	
Combined wheeled vehicle : US Heavy Equipment Transport System	Data Axle loads : 9.389 t (forward axle), 10.384 t, 9.768 t,

	9.045 t, 12.773 t, 12.519 t, 12.519 t, 14.016 t, 13.925 t (rear axle) Spacing : 3.962 m, 1.537 m, 1.549 m, 4.547 m, 1.842 m, 1.829 m, 1.829 m, 1.842 m Width : 3.66 m Calculation Uncorrected MLC = 95.583 determined by shear force for the span 40 m Corrected MLC = 95.583 Rounded to 96 MLC = 96
Example 3 : Tracked vehicle	
Tracked vehicle : German LEOPARD 2 A5 	Data Mass : 59.83 t Track length : 4.93 m Width : 3.42 m Calculation Uncorrected MLC = 65.654 Determined by unit bending moment For the span of 55 m Corrected MLC = 65.971 Rounded to 66 MLC = 66
Example 4 : Large wheeled vehicle	
Large wheeled vehicle : German amphibious M3 	Data Axle loads : 12.36 t (forward axle), 12.89 t (rear axle) Spacing : 6.5 m Footprint length : 0.465 m (forward axle), 0.465 m (rear axle) Width : 2.46 m Calculation Uncorrected MLC = 26.127 Determined by unit bending moment For the span of 2.50 m Corrected MLC = 26.127 Rounded to 26 MLC = 26

資料來源：RDECOM，STANAG 2021 ENGR（EDITION 6）Annex G page1-3，2009

（二）MLC 載重等級查表法

將軍用裝備性能諸元（重量、軸距、軸載、接地面積），透過 MLC 載重等級表，可查表得知與軍用裝備相同類型輪、履帶型軍用載重等級。

（三）STANAG2021 安全係數法

STANAG2021 為一種各類型載具載重等級分析軟體，此軟體對照 287 以上之軍用載具實施 MLC 載重等級分析，而藉由此軟體歸納出不同軍用裝備(輪型、履帶型）以不同重量（公噸、美噸）規範乘以不同安全係數，獲得初估 MLC 載重等級，計算案例如表三。

表三 STANAG2021安全係數MLC載重等級計算案例

STANAG2021安全係數MLC載重等級計算案例
Stanag 2021 Edition 6 NATO UNCLASSIFIED

EXPEDIENT METHOD FOR TEMPORARY
MILITARY LOAD CLASSIFICATION OF VEHICLES

Pocket reminder
Examples
Example 1 : Wheeled vehicle in tonnes (metric tons)
Example 2 : Tracked vehicle in tonnes (metric tons)
Example 3 : Wheeled vehicle in short tons
Example 4 : Tracked vehicle in short tons

POCKET REMINDER

Expedient and temporary classification on campaign of military or civilian vehicles according to STANAG 2021		
Mass of vehicle or combination in metric tons (look at manufacturer's plate or technical manual)	Wheeled vehicle	temporary MLC = MASS X 1.25
	Tracked vehicle	temporary MLC = MASS X 1.20
Mass of vehicle or combination in short tons (look at manufacturer's plate or technical manual)	Wheeled vehicle	temporary MLC = MASS X 1.15
	Tracked vehicle	temporary MLC = MASS X 1.10
Note : refer to STANAG 2021 for calculation of the permanent MLC of the vehicle		

NATO UNCLASSIFIED

Example 1 : wheeled vehicle in metric tons

Vehicle	Combined VTL with trailer
Weight:	Truck VTL laden = 27 tonnes Trailer VTL laden = 18 tonnes Total weight = 45 tonnes
Temporary MLC	MLC p = 45 X 1.25 = 56.2
So	MLCp VTLR = 56

Example 2 : tracked vehicle in metric tons

Vehicle	EBG tank
Weight:	EBG fighting weight = 41.2 tonnes
Temporay MLC	MLCp = 41.2 X 1.20 = 49.5
So	MLCp EBG = 50

Example 3 : wheeled vehicle in short tons

Vehicle	Combined HETS
Weight:	Tractor + Semi-trailer laden = 115.4 tons
Temporary MLC	MLCp = 115.4 X 1.15 = 132.7
So	MLCp HETS = 133

Example 4 : tracked vehicle in short tons

Vehicle	M1A2 tank
Weight :	M1A2 tank fighting weight = 69.5 tons
Temporary MLC	MLCp= 69.5 X 1.10 = 76.4
So	MLCp M1A2 = 76

資料來源：RDECOM，STANAG 2021 ENGR（EDITION 6）Annex E page1-7，2009

三、小結

軍用裝備 MLC 載重等級係為通過軍事橋樑或以 MLC 載重等級設計公路橋樑之重要依據，可藉由上述三種方式得知軍用裝備 MLC 載重等級，獲得軍用裝

備通行橋樑之安全性及機動性準據。

裝備通行本島公路橋樑估計方式

平、戰時部隊機動時，運輸及機動安全性甚為重要，而運輸路線選擇的可行性，除了受到道路等級、坡度、曲率、交通流量、限高與限寬等影響外，在通過橋樑時，橋樑載重能力亦影響通行的可行性。

公路橋樑設計時不論採取何種規範，結構本身均會設定安全係數存在，因此當重量超過設計容許值（載重）時，並不會於第一時間造成橋樑產生目視之損壞（如橋樑斷裂），有可能易造成路面破壞、結構受損，進而降低使用壽命。

本島公路橋樑設計多採 H20、HS20 以上之等級實施設計（如表四），若以公路橋樑設計規範中，採用「力學」中單一評估分項，而評估各等級公路橋樑承載重車運輸能力；實屬為粗估公路橋樑承載力之方式，僅可做低速臨時性通行之參考簡易參據，若軍用重型裝備通行係具臨時及急迫之特性，可用「力學」靜載重實施分析計算，取得靜載重之數據是否小於橋樑載重等級之規範，作為臨時性通行之參據；惟須在限定條件下（如沿橋面中行進、低速或均速通行橋樑、不可加速、橋樑結構良好等），始可使用此粗估之方式，得知軍用重型裝備通行本島公路橋樑之可行性。

表四 本島公路橋樑載重等級設計表

橋樑等級	H20	HS20	H20+25%	HS20+25%	H20+30%	HS20+30%
集中載重	8.2 噸	8.2 噸	10.25 噸	10.25 噸	10.66 噸	10.66 噸
均佈載重	9.4KN/M	9.4KN/M	11.75 KN/M	11.75 KN/M	12.22 KN/M	12.22 KN/M
車道載重	省市重要道路即有重行貨車行駛並經橋樑主管機關認定之橋樑，其載重不得小於 HS20 之 1.25 倍（41 噸）。					

資料來源：同表一

一、軍用裝備通行本島公路橋樑初估方式

（一）履帶型裝備通行評估案例

1.履帶型裝備基本資料

（1）屬 M1 系列新型戰車。

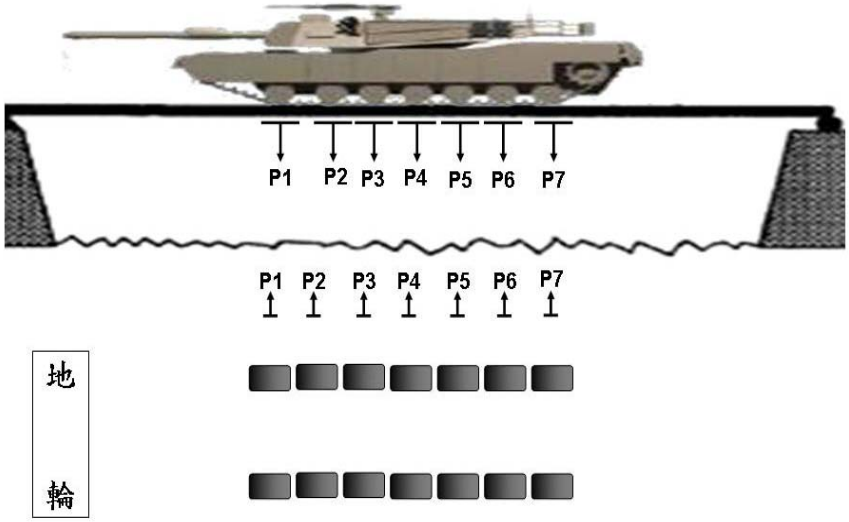
（2）長 9.77 公尺、寬 3.7 公尺、重量約 65 噸。

（3）履帶型式為膠塊、有 14 個地輪。

2.履帶型裝備通行評估說明（在限定條件狀況下）

以 M1 系列新型戰車，沿橋面中心行駛，通行 RC 結構 HS20 雙車道新建橋樑，沿途採低速行駛（限速 10Km/h），且通行時禁止加速與緊急煞車，評估是否可通行此橋樑（如圖五）。

圖五 戰車通行橋樑示意圖



資料來源：自行繪製

（1）戰車沿橋面中心行駛，由橋樑結構特性得知為最有利之橫向位置。

（2）戰車通行橋樑時，採均速通行，此時靜載重＝活載重。

（3）戰車通行於雙車道 RC 結構良好之橋樑，所以活載重不折減。[3]

（4）戰車通行於橋樑採低速並嚴禁加速，可減少戰車對橋樑衝擊力、離心力與震動作用，降低橋樑受力。

3.評估通行（依據上述條件）

（1）由圖四得知戰車有 7 對地輪組。

（2）戰車重量為 65 噸，所以每對地輪組受力為 65/7＝9.28 噸。

（3）每個地輪組有 2 個地輪，所以每個地輪受力為 9.28/2＝4.65 噸（橋樑受力 P1、P2、P3、P4、P5、P6、P7）。

（4）HS20 等級橋樑集中載重為 8.2 噸。

（5）戰車通行橋樑受力 4.65 噸＜HS20 等級橋樑集中載重 8.2 噸。

綜合上述可知戰車可通行 HS20 載重等級橋樑（初步評估，不考量結構受損及橋樑鋪面破壞）。

（二）輪型裝備通行評估案例

[3]交通部，《公路橋樑設計規範》，2009 年，頁 27。

1.輪型裝備基本資料

（1）屬軍用拖板車。

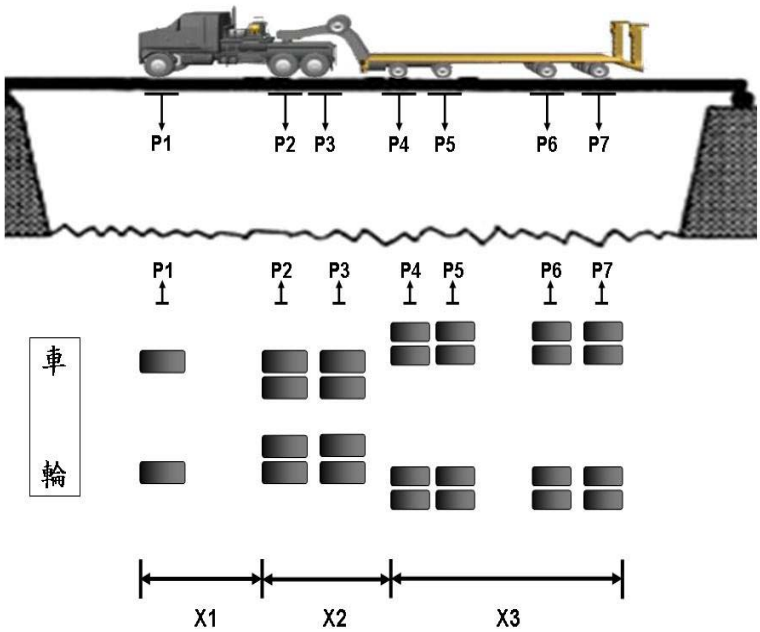
（2）車長約 4.15 公尺、車寬約 3.25 公尺、板長約 9.14 公尺。

（3）車頭重量 12 噸與 10 個車輪、板車 23 噸與 16 個車輪。

2.輪型裝備通行評估說明（在限定條件狀況下）

以軍用拖板車，沿橋面中心行駛，通行 RC 結構 HS20 雙車道新建橋樑，沿途採低速行駛（限速 10Km/h），且通行時禁止加速與緊急煞車，評估是否可通行此橋樑（如圖六）。

圖六 軍用拖板車通行橋樑示意圖



資料來源：自行繪製

（1）軍用拖板車沿橋面中心行駛，由橋樑結構特性得知為最有利之橫向位置。

（2）軍用拖板車通行橋樑時，採均速通行，此時靜載重＝活載重。

（3）軍用拖板車通行於雙車道 RC 結構良好之橋樑，所以活載重不折減。

（4）軍用拖板車通行於橋樑採低速並嚴禁加速，可減少對橋樑衝擊力、離心力與震動作用，降低橋樑受力

（5）軍用拖板車通行橋樑重力分布區分為前、中、後（X1、X2、X3）。

3.評估通行（依據上述條件）

（1）由圖七得知 X1 受力為 12 噸（車頭重量），求得 P1 為 12/2＝6 噸。

（2）由圖七得知 X2＋X3 受力為 23 噸（板車重量），求得 X2、X3 受力

為 23/2＝11.5 噸。

（3）由上知 X2 受力為 11.5 噸，求得 P2、P3 為 11.5/8＝1.44 噸。

（4）由上知 X3 受力為 11.5 噸，求得 P4、P5、P6、P7 為 11.5/16＝0.718 噸。

（5）HS20 等級橋樑集中載重為 8.2 噸。

（6）軍用拖板車最大通行橋樑受力（P1）為 6 噸＜HS20 等級橋樑集中載重 8.2 噸。

綜合上述可知軍用拖板車可通行 HS20 載重等級橋樑（初步評估，不考量結構受損及橋樑鋪面破壞）。

（三）小結

以「力學」靜載重方式計算得知軍用重型裝備通過可行性，僅可作為急迫或臨時性通行之參據，通行過後對於該公路橋樑無法精確估算結構基礎是否破壞，或公路橋樑鋪面是否受損。

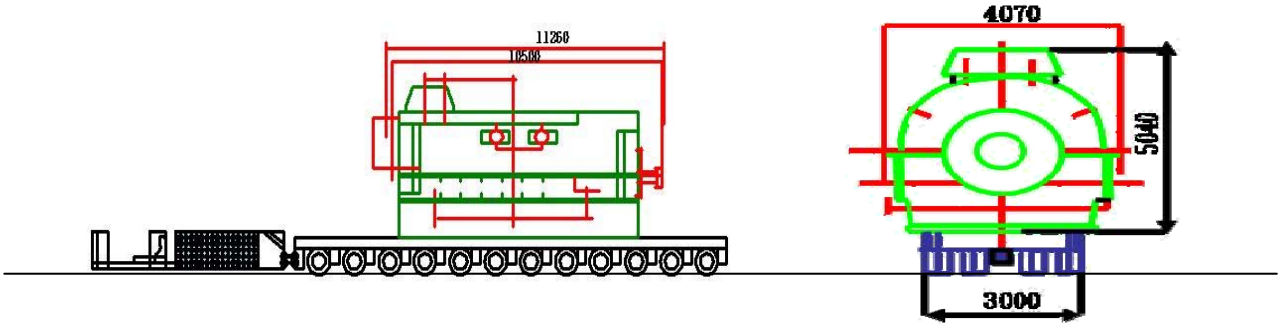
二、民間拖運重型裝備通行本島公路橋樑估計方式

本島公路橋樑對於車輛運輸中超載標準，於道路規範中均有明確之限制，因此對於載重量大之超載車輛如欲通過相關公路橋樑必須經過公路有關主管機關之允許（如桃園國光電廠、嘉義嘉惠電廠及台南豐德電廠之重件運輸），始可實施運輸作業，國光電廠重件運輸案例說明如下（如圖七）。

（一）超重車輛基本資料

圖七 超重車運送重件示意圖

Opertion1. Loading method of Generator & Steam Generator
GENERATOR 11260 X 4070 X 5040 CM ， W/T ： 266 TON



資料來源：林育賢，《現有橋樑重車通行承載力評估與補強設計》（桃園：中央大學碩士論文），2002 年，頁 91-92。

（二）超重車與橋樑結構分析相關的資料

1.曳引車與拖車相互連結。

2.曳引車重 9.22 公噸。

3.拖車輪距長 16.5 公尺（最前與最後之輪距）。

4.拖車之總重 310 噸（包含發電機組 266 噸、支承樑 4.4 噸與拖車本身重 39.6 噸）。

5.拖車有 12 排輪軸，每排有 8 個輪子，總共有 96 個輪子。

6.拖車每個輪子間距離為等距長 1.5 公尺。

7.拖車每個輪軸承載 25.8 噸（=310t/12），每個輪子承載 3.2 噸（=310t/96）。

8.拖車與所載發電機組之平均載重相當於 6.26t/m2。

（三）橋樑基本資料

發電機組重車行經路線為沿台 108 縣道從竹圍港口經蘆竹鄉至林口交流道進入龜山廠區。由交通部公路局全國橋樑資料庫系統，可以查得沿線重車行經橋樑資料。

（四）評估

1.行經路線表，如表五。

表五 國光電廠重車行徑路線沿線橋樑列表

編號	橋樑名稱	所在道路	上部結構	橋樑長度	橋樑淨寬	跨數	跨距	車道數	設計活載重	竣工年月
1	海湖橋	縣 108	RCT	20m	12m	2	10m	2	H15	70.2
2	公溝橋	縣 108	RC 版 RCT	12m	11m	2	6m	2	H15	71.4
3	隆德橋	縣 108	RCT	10m	12m	1	10m	2	H15	72.1
4	頂社新橋	縣 108	RCT	18m	8.5m	2	9m	2	H15	71.4
5	公田溪橋	縣 108	RC 版	12m	10m	1	13m	2	H15	78.2
6	崎腳橋	縣 108	RC 版	5m	10m	1	5m	2	H15	79

資料來源：林育賢，《現有橋樑重車通行承載力評估與補強設計》（桃園：中央大學碩士論文），2002 年，頁 26。

2.路線橋樑結構分析，如表六。

表六 橋樑結構分析結果表

橋樑名稱	載重型式	最大正彎矩(t-m)	最大正彎矩(t-m)
海湖橋	H15	21.03	-18.89
	重車(未補強)	73.86	-112.52
	重車(補強後)	8.02	-12.39
公溝橋	H15	5.80	-6.00
	重車(未補強)	17.22	-27.81
	重車(補強後)	4.42	-5.31
隆德橋	H15	18.20	0

	重車(未補強)	90.37	0
	重車(補強後)	10.93	-6.14
頂社新橋	H15	19.64	-23.11
	重車(未補強)	65.31	-112.67
	重車(補強後)	11.82	-15.69
公田溪橋	H15	9.34	0
	重車(未補強)	33.43	0
	重車(補強後)	7.79	-3.80
崎腳橋	H15	6.27	0
	重車(未補強)	14.60	0
	重車(補強後)	6.03	-0.80

資料來源：林育賢，《現有橋樑重車通行承載力評估與補強設計》（桃園：中央大學碩士論文），2002 年，頁 27-29。

3.國光電廠行經路線橋樑補強方式，如表七。

表七 行經路線橋樑補強方式表

編號	橋樑名稱	評估結果	補強方式	H 型鋼形式
1	海湖橋	需補強	橋底型鋼支撐 橋面鋪設鋼板	W8x21
2	公溝橋	需補強	橋底型鋼支撐 橋面鋪設鋼板	W8x28
3	隆德橋	需補強	橋底型鋼支撐 橋面鋪設鋼板	W8x28
4	頂社新橋	需補強	橋底型鋼支撐 橋面鋪設鋼板	W8x31
5	公田溪橋	需補強	橋底型鋼支撐 橋面鋪設鋼板	W8x40
6	崎腳橋	需補強	橋底型鋼支撐 橋面鋪設鋼板	W8x40

資料來源：林育賢，《現有橋樑重車通行承載力評估與補強設計》（桃園：中央大學碩士論文），2002 年，頁 81。

本島公路橋樑設計大部分都是以標準載重車HS20、H20等來做設計，而目前特殊重車種類相當繁多，如發電廠內的發電機組（300噸）運輸、國軍飛彈坦克或其他重型機具運送，其共同均有超重之特性，國內委商拖運重型裝備，運輸公司於運輸路線中所經過公路橋樑均會蒐集相關公路橋樑資料，輸入資料庫完成程式分析及計算，對於通行能力不足公路橋樑實施補強；也因此，針對這一類型超載重車輛通過本島公路橋樑承載能力及結構安全影響與評估；均必須透過相關計算與分析建立合理評估作業流程，方能獲得橋樑承載能力是否可承受特殊重車種類運輸。

未來精進方向

一、軍用載重等級（MLC）納入設計依據

目前公路橋樑設計規範仍以 AASHTO 之標準車型作為活載重之設計依據，與 MLC 有所落差，建議納入 MLC 相關條文規定，將國軍主力戰車及重型裝備列入設計及結構計算考量，以利平戰結合。

二、結合民間資源建立等級分類

本島公路橋樑依據交通部設計規範，尚未採用 MLC 實施分類，但參考德國境內公路橋樑皆設有 MLC 標示牌，落實平戰結合目的，實可提供國內作為借鏡，故未來應結合政府業管部門、民間學術研究、工程設計機構（如交通部運輸研究所、中央大學橋樑工程研究中心、中華顧問工程公司等）相關資源，透過橋樑檢測儀器及結構分析軟體實施 MLC，並建立軍民用載重標示牌於公路橋樑中，以利平戰時機動與反機動。

三、建立 MLC 係數表

國內軍用裝備重量多以公噸或美噸實施表示，建議可採 MLC 載重程式分析或 STANG2021 安全係數法，盡速建立國內軍用裝備載重等級係數表，並結合國內公路橋樑管理系統，以利戰時指揮者，作出正確決策，可迅速通行公路橋樑，掌握作戰先機。

四、納入民用車輛類型建立參數

本島公路橋樑依據交通部設計規範多以美國 H20、HS20 貨車為設計，不論從車輛外觀或載重方面，較無法涵蓋未來行經公路橋樑之裝備及車輛種類，針對承載能力不足橋樑，亦多採以補強方式實施通行，然美國近年來新建公路橋樑均納入許多民用車輛類型（如 Type3、Type3-S2 等）作為設計標準，以符合美國境內公路橋樑承載能力需求，實可作為未來本島公路橋樑設計標準之參考依據。

結　論

近年來國內重型載具運輸多採用委商運輸方式，其通行路線亦須經過主管公路橋樑機關核准及安全把關，始可實施運輸作業，然現代化軍事裝備輸具重量不斷增加，公路橋樑之實際承載能力與裝備能否安全通行重要性實不容忽視，因此，透過 MLC 載重程式分析或採用 STANG2021 安全係數法，建置可供部隊作為通行依據之分級表，以期未來達到有效提升部隊機動速度，強化戰時殲敵火力之目標。

作者簡介

余志柏中校，中正理工學院專 21 期、工校正規班 139 期、陸院 93 年班；曾任排長、連長、裁判官，現任職於陸軍工兵學校渡河組主任教官。
陳俊宏少校，中正理工學院正 61 期、工校正規班 98 年班；曾任排長、連長，現任職於陸軍工兵學校渡河組教官。

參考文獻

1. 徐耀賜，《公路橋樑之養護與維修》，1995 年。
2. 交通部運輸研究所，《縣市政府所轄老舊橋樑改善可行性評估》，2008 年。
3. 交通部，《公路橋樑設計規範》，2009 年。
4. 林育賢，《現有橋樑重車通行承載力評估與補強設計》（桃園：中央大學碩士論文），2002 年。
5. 黃建霖，《序列重型載具通過橋樑之衝擊夕數探討》（桃園：國防大學理工學院碩士論文），2010 年。
6. 張志豪，《軍用載具對橋樑承載力之分析》（桃園：國防大學理工學院碩士論文），2009 年。
7. 帥化民、徐瑾，《陸軍籌購 M1A2 艾步蘭戰車案之研析》，國家政策研究基金會。
8. 交通部公路局（台灣省公路局）八十年函示：有關本軍以連結車載運戰車運輸作業，通行橋樑時，可配合適切之板車裝載運輸，將戰車載重分散至拖車各輪，須注意事項。
9. 行政院公共工程委員會專案研究計畫，〈公共工程性能設計準則之研究成果報告〉，2008 年。
10. 陳永銘、許阿明，〈台灣與美國之橋樑檢測系統與制度〉《臺灣公路工程》，第 34 卷第 10 期，2008 年。
11. Load Rating of Permanent Bridgeson US Army Installations,2008,US Army Corps of Engineers.
12. Field Testing and Load Rating Report，Bridge S-4360，Camp Hovey,South Korea,2008,US Army Corps of Engineers.
13. FM3-34.343 (FM5-446) Military Nonstandard Fixed Bridging ,2002,Washington.
14. Load Rating of Permanent Bridgeson US Army Installations,2009,US Army Corps of Engineers.