

公路橋樑之載重安全快速評估研究

作者／余志柏中校

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常形成運輸瓶頸，橋樑安全直接關係部隊機動速度，能否迅速感赴所望地區，其重要性不言而喻。
- 二、根據交通部所頒布之公路橋樑安全載重之評估資料中顯示，橋樑之結構型式、橋面板、伸縮縫、主樑現況、橫隔樑數目與帽樑橋墩橋台基礎等會影響橋樑載重安全，因此本文根據該評估準則並引入我國軍所頒布之軍用固定橋簡易能量評估法，研擬更有效且快速之公路橋樑載重安全評估方法，使我國軍部隊在遂行機動時，能夠更快速地評估公路橋樑載重之安全性，以利戰時部隊機動時能安全通過公路橋樑。

關鍵字：公路橋樑、載重安全評估、評估表

前言

根據一般橋樑檢測工作報告內容可知，橋樑之載重能力主要受到橋樑之結構型式、主樑與橋面板裂化程度以及橋墩與橋台基礎現況等因素影響，因此，在民間學術界與一般工程顧問公司進行橋樑承載能力評估時，最常採用的方式係先獲取該橋樑之原始設計資料(該資料可向縣市政府主管機關或交通部主管單位申請)，再依據其設計時所使用之相關條件並考量橋樑的裂化情形，利用容許應力或極限強度設計法來分析評估該橋樑之承載能量。若無法順利獲取橋樑原始設計資料，則可利用現地載重試驗(field loading test)量測橋樑於服務載重階段(service load，一般而言以極限強度之 60 % 定義為服務載重)之強度、變形與自然頻率，進而計算出該橋樑之影響線分布情形及勁度(stiffness)，再分別配合結構靜、動力分析來評估該橋樑之承載能量。然而，若欲詳細瞭解台灣本島內四千多座公路橋樑之承載能力，所需耗費之人力、時間與金錢均相當可觀，即使各縣市政府與行政院交通部路政司每年均編列預算進行橋樑普查計畫與橋樑檢測工作，並已建立國內橋樑管理系統與成立中央橋樑諮詢委員會協助政府進行相關工作¹。因此，我國軍部隊應與上述主管機關單位保持密切的聯繫與合作關係，隨時更新島內橋樑相關資訊，以期在使用公路橋樑進行運輸時，可以更快地獲取橋樑承載能量資料。

除平日之基本運輸任務外，我國軍在戰時亦需肩負快速機動與大量運輸等

任務，更需要橋樑承載能量資料，且於作戰期間時間更為緊迫，可能無法等待相關橋樑資訊的獲取或重新根據原始設計資料再進行橋樑承載安全評估工作，因此，如何依據現地的基本資料即能夠有效並快速地進行橋樑承載能量評估工作，是我國軍當前所必須克服的重要課題。根據交通部公路局所公佈之統計資料²顯示，台灣地區之公路橋樑之結構系統主要以簡支型式為主，其數量佔所有公路橋樑總數的 91 %。此外，台灣地區公路橋樑所使用之大樑型式以 I 型樑為主，其數量佔所有公路橋樑總數約 87 %，因此，本文以預力混凝土簡支樑為主要研究對象，探討橋樑載重等級評估法之適用性，並提出一套較為簡單且快速之橋樑安全評估準則。

橋樑載重等級評估法之相關文獻回顧

橋樑軍用載重等級係以數字表示橋樑之承載能力，該數字亦表示車輛或載重通過橋樑時其所能承受之彎矩、剪力與扭矩等作用力。根據美軍準則³可知，目前現有橋樑之載重等級評估方式主要區分如下所示：

1. 急迫分級法(hasty classification)。
2. 渡河卡片(bridge crossing card)。
3. 快速野戰分級法(rapid field classification)。
4. 關聯曲線分類法(classification by correlation)。
5. 分析分級法(analytical classification)。
6. 現地載重試驗法(field load-testing classification)。

上述六種評估方法中，第一與第二種方式為急迫性評估，其精確度相對較低，而第三至第六種方式之精確度則相對較高，但其步驟與程序亦較為複雜，其主要內容概述如下。

一、快速野戰分級法：

快速野戰分級(rapid field classification)係依據橋樑上部結構之的外型尺寸，以簡化之程序計算得到橋樑承載級數，但所得結果較為保守，其相關的假設事項如下列所示：

1 交通部路政司，〈台灣地區橋樑管理系統之建立與橋樑基本資料調查作業計畫〉，89 年 11 月，頁 95-105。

2 交通部公路局橋樑資料庫，網址：www.shs.edu/works/essay.html，2007 年 10 月 30 日。

3 Headquarter, Department of the Army, 「FM5-446 Military Nonstandard Fixed Bridging」, September, 1991.

- (一)上部結構為簡支樑，並決定承載級數。
- (二)忽略支承與連結。
- (三)木材容許應力為 1750 psi，容許剪力為 95 psi。
- (四)型鋼等級為 A36 級。
- (五)混凝土強度值為 3000psi，鋼筋比為 0.5 %。
- (六)單車道橋樑級數不因橋寬限制而折減，雙車道橋級數考量橋寬限制而折減。
- (七)詳細之運算與判斷程序可參考美軍準則 FM5-446 中之相關規定。

二、關聯曲線分級法：

關聯曲線分級法係依據美軍 1968 年所頒佈之「TM5-312 軍用固定橋」教範⁴ 教範以及美國聯邦公路總署（American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO）所頒佈之 AASHTO 橋樑設計規範⁵所得之分級方法，該分級法係根據設計載重、橋樑跨度、桁樑間距與橋樑型式為計算因子，再利用軍用載重等級與 AASHTO 設計規範所得之載重關係換算，再利用查表方式即可得知該橋樑之載重等級，詳細流程如下圖所示：

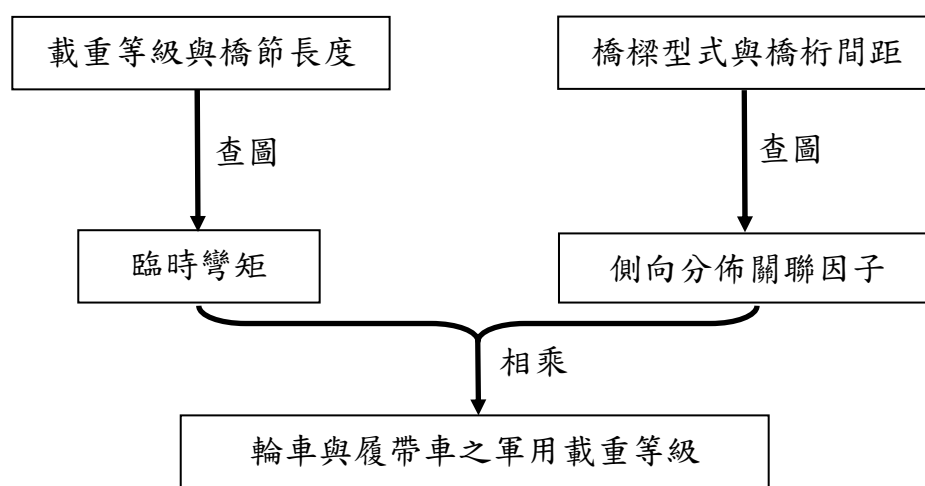


圖 1 關聯曲線分級法之計算流程

資料來源：美軍，「TM5-312 軍用固定橋」教範，1968 年版

⁴ 美軍 《TM5-312 軍用固定橋教範》，1968 年版，頁 23。

⁵ American Association of State Highway and Transportation Officials, “Guide Specification for Strength Evaluation of Existing Steel and Concrete Bridges,”1989.

三、分析分級法：

分析分級法係根據材料力學、結構學與預力混凝土學等相關學門，依據橋樑之型式、完整度、實際斷面尺寸與材料容許應力等條件分析所得之強度結果，因此該分級方式需要詳實可靠的資料以及專業力學知識，且在分析過程中需要較大量的計算工作。因此，本分級方法雖然可以得到較為精確的結果，但橋樑相關基本資料取得不易且計算較為費時。有關本分級方法之詳細計算流程將在下一章中做較詳盡的介紹。

四、現地載重試驗法：

現地載重試驗法係依據橋樑實際狀況求取其承載等級，在試驗過程中需量測橋樑於實際載重作用下撓度、各構件部位之變形與應力值，再利用相關力學理論換算出橋樑實際的最大載重與載重等級。本試驗方式可完全精確地反應出橋樑的承載能力，但試驗過程所需花費之時間與成本過高，且參與試驗人員須具備相當之專業知識，因此並不廣泛被工程界使用。

一般載重試驗之程序係以設計載重 75 % 重量的載重車通行開始，採用單車單向方式沿橋樑中心線上通行，車輛行駛速度小於 5 公里/小時，行駛過程中載重車採不加速、不煞車且不換檔之行駛方式行進，當橋樑無明顯撓度及裂縫產生，此時即為安全通過之橋樑載重等級，上述流程在國軍或美軍準則中並未做詳細之規定，而我國建築技術規則中之建築構造篇⁶中則對於建築結構物之現地載重試驗有較為詳盡之相關規定，但僅限於建築結構物適用。

橋樑載重評估方法與實際評估案例介紹

此評估方法係由美國聯邦公路總署(AASHTO)於 1989 年所頒佈，屬於前節所述方法中之分析分級法，採用強度折減與載重加成的觀念，評估橋樑於極限狀態下之承載力，其基本前提主要為下述兩項。首先，在計算斷面的標準強度時，需考慮材料之裂化現象；其次，於計算載重時，須能夠反應現場之交通狀況，上述兩項之主要目的在能夠完整且實際地反應出現地之交通狀況。此評估準則中，主要以耐荷評估係數 **R.F.**(rating factor)當做橋樑承載能力之指標，其定義如下所示：

$$R.F. = \frac{\phi R_n - \gamma_D D}{\gamma_L L (1 + I)}$$

⁶ 建築技術規則，第六章混凝土構造第一節 通則第 337 條 載重試驗，民國 87 年 9 月。

其中

R_n ：斷面之標準強度(nominal strength)。

D ：靜載重所造成之斷面力。

ϕ ：強度折減因子(capacity reduction factor)。

γ_D ：靜載重加成因子(dead load factor)。

γ_L ：活載重加成因子(live load factor)。

I ：衝擊係數。

根據橋樑載重評估方法規定，當耐荷評估係數 $R.F.$ 值 ≥ 1.0 表示橋樑能夠承受評估等級中所承受之活載重；當耐荷評估係數 $R.F.$ 值 < 1.0 表示橋樑之承載能力不足，此種情況下可將耐荷評估係數乘以載重評估所使用之活載重，求得橋樑所能承受之容許活載重，並針對造成橋樑承載能力不足之因素，考慮對橋樑採取限重、限速、封閉橋樑或進行維修補強等措施，以提高橋樑之承載能力，此評估方法之完整分析流程詳見圖 2 所示。

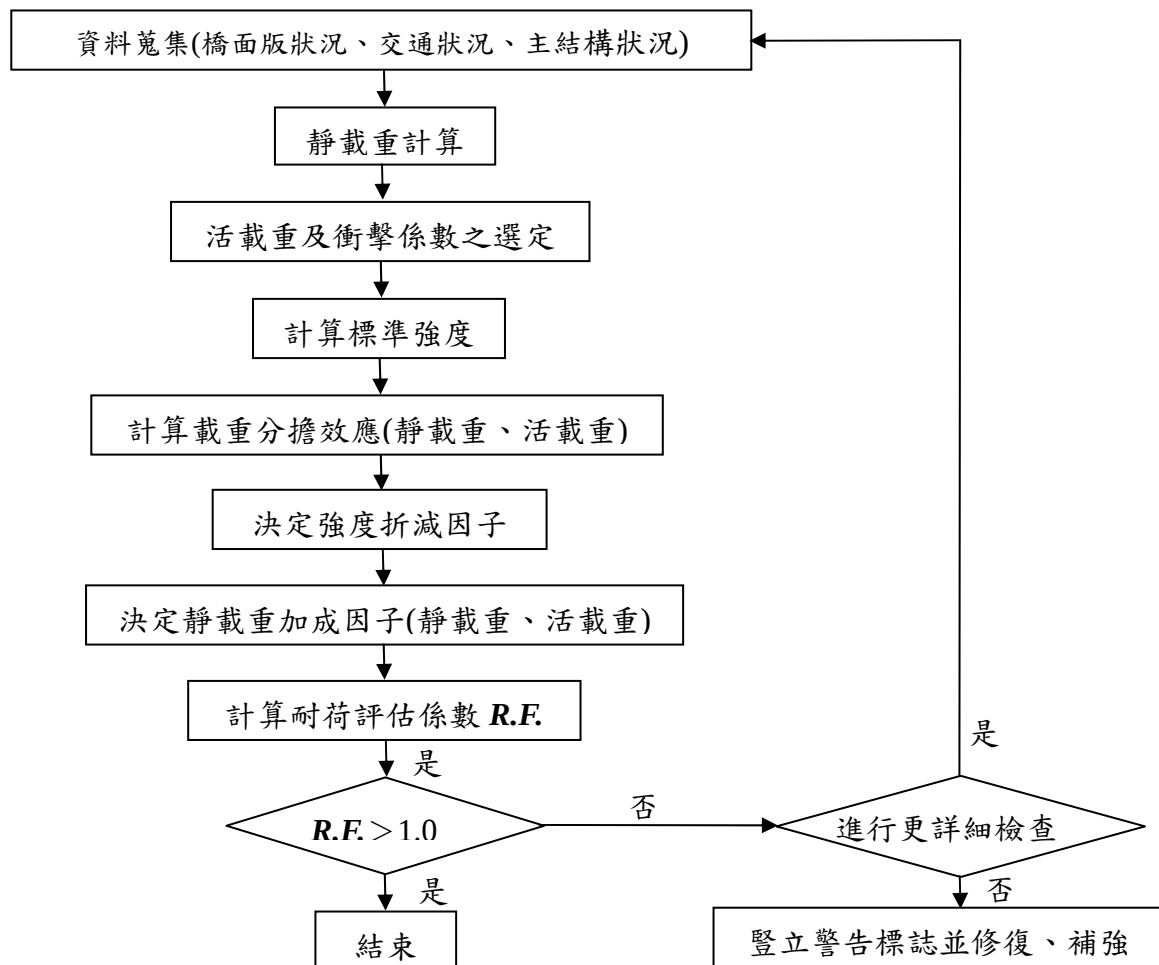


圖 2 橋樑承載能力評估分析流程

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，民國八十五年八月

本研究以台北市民權大橋為例，利用上述之橋樑載重評估進行民權大橋之承載力評估。

(一)台北市民權大橋主橋之結構型式為單跨簡支場鑄預力箱型樑，橋面寬度為 26.5 m、跨度 38.5 m、橋面版之鋪面厚度 5 cm，其結構配置圖如圖 3 所示。

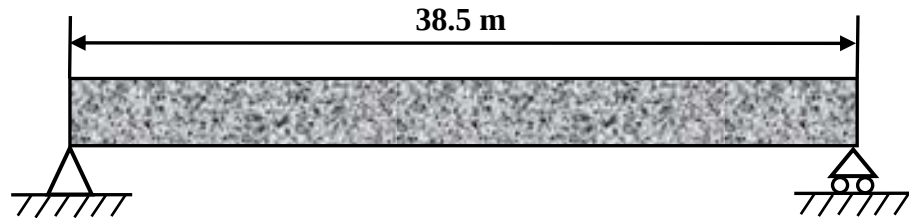


圖 3 單跨簡支場鑄預力箱型樑

資料來源：邱浩然博士 提供

此外，此座橋樑之相關斷面設計圖如圖 4 至圖 7 所示。

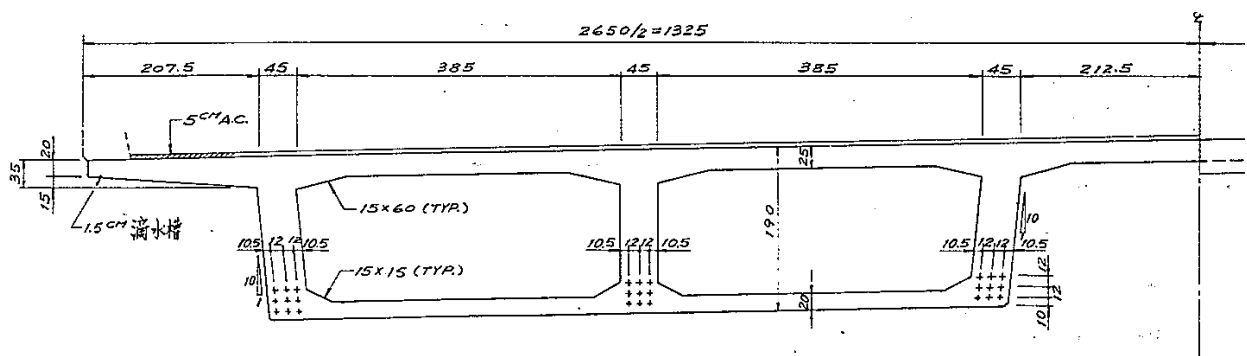


圖 4 箱型樑斷面尺寸圖

資料來源：邱浩然博士 提供

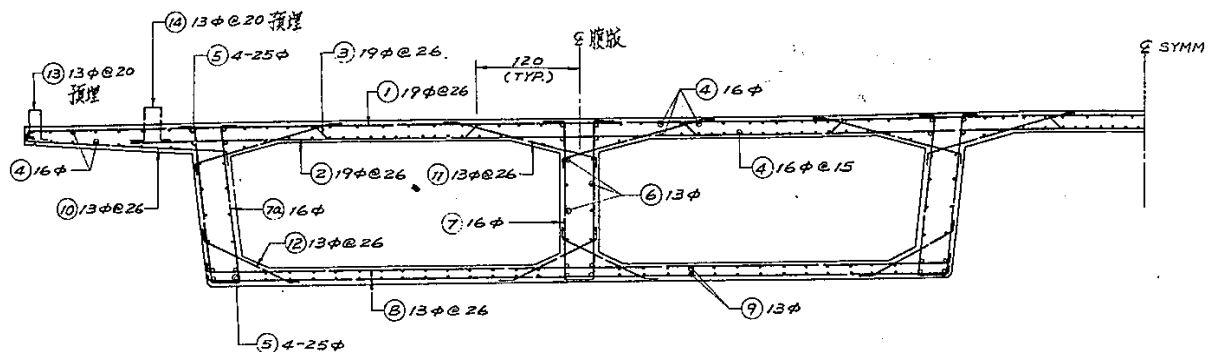


圖 5 箱型樑斷面配筋圖

資料來源：邱浩然博士 提供

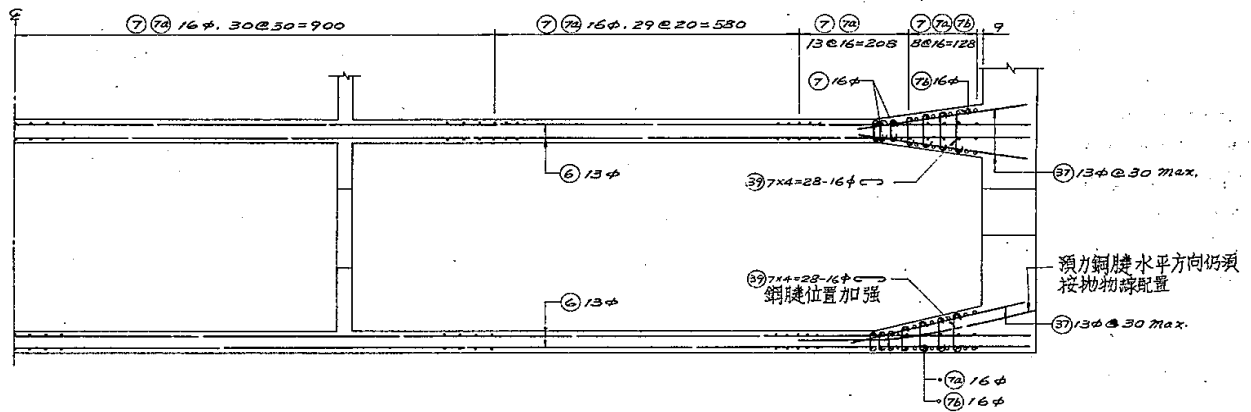


圖 6 箱型樑腹版配筋平面圖

資料來源：邱浩然博士 提供

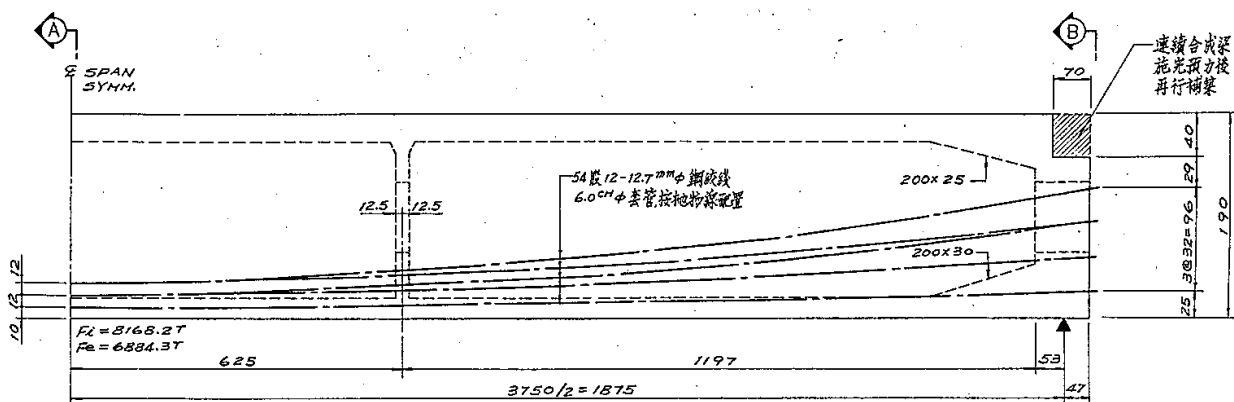


圖 7 箱型樑預力鋼腱配置立面圖

資料來源：邱浩然博士 提供

(二)本橋樑之材料性質如下所示：

- 1.預力部分混凝土單軸抗壓強度： 350 kg/cm^2 。
- 2.預鑄槽型預力合成樑橋面版混凝土強度： 300 kg/cm^2 。
- 3.場鑄箱型預力合成樑橋面版混凝土強度： 250 kg/cm^2 。
- 4.竹節鋼筋降伏強度： 2800 kg/cm^2 。
- 5.預力鋼絞線極限抗拉強度： 19000 kg/cm^2 。
- 6.預力鋼絞線降伏強度： 16000 kg/cm^2 。
- 7.預力鋼絞線直徑： 12.70 mm 。
- 8.預力鋼絞線斷面積： 0.98 cm^2 。
- 9.波浪式摩擦係數： 0.005 1/m 。
- 10.曲線摩擦係數： 0.3 1/rad 。
- 11.錨定滑動量： 12 mm 。
- 12.預力鋼絞線彈性模數： $2.0 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ 。

(三)根據上述條件分別計算靜載重與活載重效應如下所示：

- 1.主樑斷面積：74018.8 cm²。
- 2.混凝土單位重：2.5 t/m³。
- 3.橋面版鋪面厚度：6 cm。
- 4.橋面版鋪面單位重：2.4 t/m³。
- 5.橋面寬：26.5 m。
- 6.欄杆重：1.7 t/m。
- 7.人行道重：0.6 t/m。
- 8.公共設施重：0.4 t/m。

$$W_{SDL} = (W_{SDL1} + W_{SDL2}) / \text{樑數} = 3.258 \text{ t/m}。$$

9.車種分擔係數：1。

10.衝擊係數：0.1。

(四)主樑斷面標稱計算強度如下所示：

1.標稱彎矩強度計算：

$$M_n = A_{ps} f_{ps} d_p \left[1 - 0.59 \left(\frac{\rho_p \times f_{ps}}{f'_c} + \frac{d}{d_p} \frac{\rho \times f_y}{f'_c} \right) \right] + A_s f_y d \left[1 - 0.59 \left(\frac{d_p}{d} \frac{\rho_p \times f_{ps}}{f'_c} + \frac{\rho \times f_y}{f'_c} \right) \right]$$

2.標稱剪力強度計算如下所示：

$$V_{ci} = 0.16 \sqrt{f'_c} b_w d + V_d + \frac{V_i M_{cr}}{M_{\max}}$$

$$V_{cw} = (0.93 \sqrt{f'_c} + 0.3 f_{pc}) b_w d + V_p$$

$$V_c = \text{Max} (V_{ci}, V_{cw})$$

$$V_n = V_c + V_s$$

根據上述公式可得橋樑斷面之標稱剪力強度如表 1 所示：

表 1 橋樑斷面標稱剪力強度表

檢核處	V _c (ton)	d (cm)	s (cm)	Av (cm ²)	Vs (ton)	Vn=Vc+Vs (ton)	備註
L=1.5 m	652.66	152	16	23.21	617.25	1269.91	左端支承
L=2.5 m	404.20	152	16	11.92	316.97	721.16	斷面變化處
L=8.5 m	407.77	152	20	11.92	253.57	661.34	1/4 跨度處

資料來源：邱浩然博士 提供

(五)耐荷評估係數計算：

- 1.彎矩強度折減係數 ϕ_M ： 0.85。
- 2.剪力強度折減係數 ϕ_V ： 0.85。
- 3.靜載重載重係數 γ_D ： 1.20。
- 4.活載重載重係數 γ_{LL+I} ： 1.45。

$$RF_M = \frac{\phi_M M_n - \gamma_D M_D}{\gamma_{LL+I} M_{LL+I}} = \frac{\phi_M M_n - \gamma_D (M_{DL} + M_{SDL})}{\gamma_{LL+I} M_{LL+I}}$$

$$RF_V = \frac{\phi_V V_n - \gamma_D V_D}{\gamma_{LL+I} V_{LL+I}} = \frac{\phi_V V_n - \gamma_D (V_{DL} + V_{SDL})}{\gamma_{LL+I} V_{LL+I}}$$

根據上述公式可得橋樑斷面之彎矩與剪力強度評估結果如表 2 與表 3 所示：

資料來源：邱浩然博士 提供

表 2 橋樑斷面彎矩強度評估表

檢核處	Mn (t-m)	M _{DL} (t-m)	M _{SDL} (t-m)	M _{LL+I} (t-m)	耐荷評估係數	備註
L=19 m	9358	3268	588.4	839	2.73	跨度中央

資料來源：邱浩然博士 提供

表 3 橋樑斷面剪力強度評估表

檢核處	Vn (ton)	V _{DL} (ton)	V _{SDL} (ton)	V _{LL+I} (ton)	耐荷評估係數	備註
L=1.5 m	1269.91	316.9	57.05	89.4	4.87	左端支承
L=2.5 m	721.16	298.8	53.79	86.7	1.51	斷面變化處
L=8.5 m	661.34	190.1	34.23	70.8	2.85	1/4 跨度處

資料來源：邱浩然博士 提供

此評估方法雖然可以得到較為精確的結果，但橋樑相關基本資料取得不易計算較為費時，且參與評估人員須具備相當之專業知識，因此對於國軍部隊需要快速與安全之目的，並無法滿足我國軍於戰時需快速評估橋樑承載安全之需求。

公路橋樑載重安全之初步評估

台灣大學土木工程學系陳清泉教授等人受財團法人台灣營建研究中心委託，根據「公路橋樑安全檢測及評估準則」研擬橋樑受地震、車載及洪水等作用下之耐震能力、載重能力與耐洪能力等相關評估準則，上述評估準則可對於上述影響橋樑安全因素提供快速簡易的方法與流程，而本文針對公路橋樑安全

之載重初步評估準則進行較詳盡之探討，並引入我國軍所使用之軍用固定橋簡易能量評估法，提出更適合我國軍使用之公路橋樑載重安全評估方法。本評估方法共計四條，其相關條文與述之如下：

第一條 總則

本準則係配合「公路橋樑安全檢測及評估準則」草案第四條之規定訂定之，內容相關規定亦參考國軍於民國九十年四月所頒佈之軍用固定橋簡易能量評估法加以補述與修訂。

橋樑載重安全初步評估表格係根據影響橋樑載重安全之一些最主要項目，以填表格方式評定各項目之分數，再綜合獲得總體分數，並據以判定受評橋樑載重能力為足夠、有問題或是不足，藉以提供我國軍於平日或戰時，為評估國軍所使用之輪車或履帶車輛是否適合通過之重要依據。

由於需要進行載重安全評估的橋樑數目太多，因此評估需分初步評估與詳細評估兩層次，初步評估可快速協助使用者篩選出大量橋樑之載重安全程度，因此其方法要簡單、有效，以填表計分的方式最為恰當。

第二條 初步評估方法

橋樑載重安全初步評估，依照所附評估表中所列項目予以評分。評估依橋樑之基本資料、橋面版、伸縮縫、上部結構、下部結構及其他影響載重安全之異常現象等之狀況為之。評估之項目共有 14 項詳如表 4，所有項目之總分合計為 100 分，各項目之得分為各項目之配分乘以該項目評估內容括號中之數字(權重)。

初步評估的方式主要分為幾個大項，分別是橋樑基本資料、橋面版、伸縮縫、上部結構、下部結構、限重限速及其他影響載重安全之異常現象等項目。為讓評估人員了解各項目的涵義，以及幫助評估人員作最適當的圈選，僅做下列解說，以供參考。

一、基本資料

(一)設計載重：

設計橋樑時所使用之活載重，稱為設計載重。一般以 HS-20+25%為標準。設計載重愈高，則橋樑承載能力愈好，設計載重愈低，則承載能力愈弱。

(二)結構型式：

橋樑結構型式種類繁多，在本載重安全初步評估中，僅分為簡支與非簡支的型式，簡支型式橋樑會承受較大的彎矩與剪力，非簡支橋樑可將力量傳遞到臨跨，其所承受的力量將較簡支樑為小，因此簡支樑的載重能力較非簡支樑小。

(三)最小橋樑淨空高：

在國軍於民國九十年四月所頒布之軍用固定橋簡易能量評估法中，將最小橋樑淨空高值納入，作為橋樑載重分級之考量，而最小橋樑淨空高係橋樑之最小垂直淨空值，其高度為自路床外緣起之垂直向上量。根據分級標準可知，最小橋樑淨空高之值愈大，其載重能力愈高。

(四)最小橋面寬度：

在國軍於民國九十年四月所頒布之軍用固定橋簡易能量評估法中，亦將最小橋面寬度值納入，作為橋樑載重分級之考量。最小橋面寬度係橋面版緣材至緣材間之有效寬度值，在分級過程中先將橋樑區分為單車道與雙車道兩種型式，再依據其最小橋面寬度值區分為四個不同的等級。根據分級標準可知，最小橋面寬度值愈大，其載重能力愈高。

二、橋面版

(一)磨耗層表面平整度：

依據 AASHTO 橋樑承載能力評估規範(1989)，將磨耗層表面平整度分為三種狀況來考慮衝擊係數，在本評估表依據 AASHTO 精神定義磨耗層表面三種狀況，平整、略不平整、嚴重不平整。

1.平整

磨耗層表面無坑洞完全可發揮設計功能。

2.略不平整

(1)坑洞直徑小於 150 mm 或表面磨損深度小於 25 mm。

(2)表面材料剝落深度不超過 5 mm。

(3)車轍深度不超過 5 mm。

(4)嚴重不平整

凡超過上述狀況即為嚴重不平整。

(二)磨耗層厚度

磨耗層的厚度會直接影響均佈於橋面版的呆重進而造成橋樑承受活載重能力的損失，磨耗層愈厚，載重能力愈弱。若 h_E 的值小於 h_0 的值為適當，若 h_E 大於 h_0 則不適當，而以其差值作為評估的依據。

(三)混凝土橋面版：

混凝土橋面版之主要功能為提供車輛通行，並直接承受交通活載重及橋面版自重，再將其傳遞至相鄰之下方橋樑支承構件。本研究中依據其混凝土表面裂縫分佈狀況及裂縫寬度區分為無裂損、微裂損、裂損、嚴重裂損四種不同的

損壞程度。

- 1.無裂損範圍：結構無目視可辨識之裂縫。
- 2.微裂損範圍：
 - (1)構件產生白華。
 - (2)小於中度裂損範圍之裂縫。
- 3.裂損範圍：
 - (1)裂縫寬度 0.2 mm~0.3 mm，且間隔大於 40 cm。
 - (2)裂縫寬度大於 0.3 mm，且間隔大於 50 cm。
 - (3)裂縫成龜甲狀，但無混凝土剝落情形。
- 4.嚴重裂損範圍：
 - (1)裂縫寬度 0.2 mm~0.3 mm，且間隔小於 40 cm。
 - (2)裂縫寬度大於 0.3 mm，且間隔小於 50 cm。
 - (3)混凝土有剝落情形產生。

三、伸縮縫：分為良好、尚可及裂

伸縮縫功能良好關係到橋面版受到溫度影響或外力作用下受力的狀況。

(一)良好範圍：伸縮縫能發揮應有之功能。

(二)尚可範圍：

- 1.凸緣(基座)部分混凝土剝落，錨定螺栓脫落。
- 2.伸縮縫雜屑堆積使伸縮縫功能減弱。

(三)劣的範圍

- 1.伸縮縫尖端材質開裂。
- 2.伸縮縫完全被密封。
- 3.填縫膠完全掉入膨脹缺口。

四、上部結構

(一)主樑

主樑是上部結構直接承受載重的構件，因此主樑的狀況，對於橋樑的載重能力有絕對性的影響。

(二)隔樑數及功能

隔樑的功用為連接兩根大樑，並有將力量分散到臨近大樑的功能，因此隔樑數多寡與載重能力有相當的關係。隔樑數的多寡可以下列關係式判斷：

$$\frac{\frac{L}{N+1} - 6}{12} \leq 1.0$$

其中 L 為跨徑， N 為不含端隔樑之中隔樑數目。若上式之值趨近於 1.0 則表示端隔樑數目不夠。

(三) 支承墊現況：

支承墊係提供橋樑上、下部結構之介面，其主要功能為傳遞上部結構之在壩至下部結構、容許上部結構因溫度變化所產生之軸向伸縮以及容許橋樑因在壩所產生之上部結構轉動。本研究根據目視可見之完整度將其損傷程度區分為良好、尚可及劣。

1. 良好範圍：支承能符合設計要求。

2. 尚可範圍：

(1) 彈性支承超過混凝土墊塊的邊緣，沒有開裂現象。

(2) 因受到雜物堆積而使支承移動受到限制。

3. 劣的範圍：支承嚴重破裂，彈性支承開裂或腐蝕，支承材料變質或支承墊移動。

五、下部結構

下部結構對橋樑載重不及上部結構重要，但因下部結構的損壞都會造成上部結構無法發揮功能，因此將下部結構之狀況一起併入評估範圍，各裂損範圍詳見混凝土橋面版裂縫範圍說明。

(一) 限重及限速

橋樑載重能力於設計時有一定之限制，因此若有嚴重執行限重、限速將有助於維持橋樑現況。

(二) 其他影響載重安全之異常現象

凡有其他材料性或結構性的破壞現象不屬於上列項目的範圍，皆可在此項目中加以評估。

第三條 評定標準

將各項目的得分加總，再根據下列評定標準評定之：

- 一、危險度評分總計大於 60 分，安全有疑慮，應立即進行詳細檢測及評估，再判定是否適合載重車通過。
- 二、危險度評分總計大於 30 分至等於 60 分之間，安全略有疑慮，近期應進行詳細安全檢測及評估。
- 三、危險度評分總計小於等於 30 分，安全無疑慮，但須繼續進行另行性檢測維護。

此評定標準非並非一成不變，將來評估的案例增加，且與詳細評估的

關係明確化以後，則可以進一步修正。

第四條 評估人員之資格

初步評估人員應具有基本之橋樑結構工程之學識與經驗，故建議大專土木相關科系畢業之人員，具有相關的工作經驗，即可擔任此項工作。

表 4 公路橋樑之載重安全初步評估表

橋樑名稱：

橋樑編號：

項次	項 目	配 分	評 估 內 容	得 分
01	設計載重	6	☐ 鄉道公路橋樑 HS-20 以下(1.0) ☐ 縣道公路橋樑 HHS-20+0~25%(0.5) ☐ 國道、省道公路橋樑 HS-20+25%以上(0)	
02	結構型式	10	☐ 簡支(1.0) ☐ 非簡支(0.5)	
03	最小橋樑淨空高	6	☐ 最小淨空高 $\leq 4.30\text{m}$ (1.0) ☐ 最小淨空高 $> 4.70\text{m}$ (0)	
04	最小橋面寬度	10	☐ 單車道寬度 $\leq 2.75\text{m}$ ；雙車道寬度 $\leq 5.50\text{m}$ (1.0) ☐ 單車道寬度 $\leq 3.35\text{m}$ ；雙車道寬度 $\leq 5.50\text{m}$ (0.7) ☐ 單車道寬度 $\leq 4.00\text{m}$ ；雙車道寬度 $\leq 7.30\text{m}$ (0.4) ☐ 單車道寬度 $\leq 4.50\text{m}$ ；雙車道寬度 $\leq 8.20\text{m}$ (0)	
05	橋面磨耗層表面平整度	4	☐ 平整(0)：磨耗層表面無坑洞 ☐ 略不平整(0.5)： - 坑洞直徑小於 150 mm 或表面磨損深度小於 25mm。 - 表面材料剝落深度不超過 5 mm。 - 車轍深度不超過 5 mm。 ☐ 嚴重不平整(1.0)：凡超過上述狀況者	
06	混凝土橋面版	10	☐ 無裂損(0)：無目視可辨識之裂縫。 ☐ 微裂損(0.25)： - 構件產生白華。 - 裂縫寬度小於 0.2 mm 之裂縫。 ☐ 裂損(0.5) - 裂縫寬度 0.2 mm~0.3 mm，且間隔大於 40cm。 - 裂縫寬度大於 0.3 mm，且間隔大於 50 cm。 - 裂縫成龜甲狀，但無混凝土剝落情形。 ☐ 嚴重裂損(1.0) - 裂縫寬度 0.2 mm~0.3 mm，且間隔小於 40 cm。 - 裂縫寬度大於 0.3 mm，且間隔小於 50 cm。 - 混凝土有剝落情形產生。	

07	伸縮縫構造 現況及功能	6	☐ 良好(0) ☐ 尚可(0.5): 1.凸緣(基座)部分混凝土剝落，錨定螺栓脫落。 2.伸縮縫雜屑堆積使伸縮縫功能減弱。 ☐ 劣(1.0): 1.伸縮縫尖端材質開裂。 2.伸縮縫完全被密封。 3.填縫膠完全掉入膨脹缺口。	
08	主樑	10	☐ 無裂損(0) ☐ 微裂損(0.25): 1.裂縫寬度小於 0.2 mm 之裂縫。 ☐ 裂損(0.5): 1.裂縫寬度 0.2 mm~0.3 mm，且間隔大於 40cm。 2.裂縫寬度大於 0.3 mm，且間隔大於 50 cm。 3.裂縫成龜甲狀，但無混凝土剝落情形。 ☐ 嚴重裂損(1.0): 1.裂縫寬度 0.2 mm~0.3 mm，且間隔小於 40 cm。 2.裂縫寬度大於 0.3 mm，且間隔小於 50 cm。 3.混凝土有剝落情形產生。	
09	橫隔樑數量	4	☐ 良好(0) ☐ 劣(1.0) 評估方式如下： $(L/(N+1)-6)/12 \leq 1.0$ 其中 L ：跨度 N ：不含端隔樑之中隔樑數目， 若上式之值趨近於 1.0 則表示端隔樑數目不夠，則為劣；若大於 1.0，則為良好。	
10	橫隔樑功能	4	☐ 良好(0) ☐ 尚可(0.5)裂縫成龜甲狀，但無混凝土剝落情形。 ☐ 劣(1.0)：混凝土有剝落情形產生。	
11	主樑支撐墊 現況	6	☐ 良好(0) ☐ 尚可(0.5): 1.彈性支撐超過混凝土墊塊的邊緣，沒有開裂象 2.因受到雜物堆積而使支撐移動受到限制。 ☐ 劣(1.0): 1.支撐嚴重破裂，彈性支撐開裂或腐蝕。 2.支撐材料變質或支撐墊移動。	
12	帽樑橋墩橋 台基礎	10	☐ 無裂損(0) ☐ 微裂損(0.25): 1.裂縫寬度小於 0.2 mm 之裂縫。 ☐ 裂損(0.5) 1.裂縫寬度 0.2 mm~0.3 mm，且間隔大於 40	

			cm。 2.裂縫寬度大於 0.3 mm，且間隔大於 50 cm。 ☐ 嚴重裂損(1.0) 1.裂縫寬度 0.2 mm~0.3 mm，且間隔小於 40 cm。 2.裂縫寬度大於 0.3 mm，且間隔小於 50 cm。	
13	限重及限速	4	☐ 兩者皆無(1.0) ☐ 有其中一種(0.5) ☐ 兩者皆有(0)	
14	其他影響載重安全之異常現象	10	☐ 有下列情形(1.0) ☐ 有其中一種(0.5) ☐ 無下列情形(0) 附掛管線、改建、加建及河川沖刷	
總計	100			
註記		1.所有項目之總分合計為 100 分，各項目之得分為各項目之配分乘以該項目評估內容括號中之數字(權重)，則為該項得分。 2.得分總計大於 60 分，安全有疑慮，應立即進行詳細檢測及評估，再判定是否適合車輛通過；若得分總計大 30 分至等於 60 分之間，安全略有疑慮，近期應進行詳細安全檢測及評估；若得分總計小於等於 30 分，則安全無疑慮。		

資料來源：作者整理

結論與建議

本文針對美國聯邦公路總署(AASHTO)所提出之橋樑載重評估準則進行探討與研究，另以台北市民權大橋為例並利用前述之流程進行評估計算。根據計算結果顯示，AASHTO 所提出之評估方法可精確地計算橋樑之承載能力，但其計算所需要之相關條件較為複雜且計算流程冗長，需要有相關專業經驗之工程師才能夠完成此評估並提供專業之判斷，作者認為該評估方式無法滿足我國軍於戰時或平日救災需快速評估橋樑承載安全之需求，因此，作者建議我國軍在未來可開發相關電腦分析軟體，配合掌上型行動電腦(PDA)與全球衛星定位系統(GPS)作業，提供數位化之快速評估作業。此外，本文另提出公路橋樑之載重安全初步評估表格，該表格不僅引入我國軍所使用之軍用固定橋簡易能量評估準則，雖然精確度較 AASHTO 所提出之橋樑載重評估準則略低，但在使用上可符合我國軍簡單快速之需求，且評估人員僅需接受短期訓練即可達到熟練作業的程度，較為符合我國軍現階段之需求。因此作者建議利用該評估方式作為我國軍於戰時或救災時進行橋樑載重安全評估作業之準則，以利我國軍進行簡單快速之評估作業。

參考文獻：

- 1.交通部路政司，「台灣地區橋樑管理系統之建立與橋樑基本資料調查作業計畫」89 年，95-105 頁。
- 2.交通部公路局網站橋樑資料庫。
- 3.Headquarter, Department of the Army, 「FM5-446 Military Nonstandard Fixed Bridging」, September, 1991.
- 4.美軍「TM5-312 軍用固定橋」教範，1968 年版。
- 5.American Association of State Highway and Transportation Officials, “Guide Specification for Strength Evaluation of Existing Steel and Concrete Bridges,” 1989.
- 6.建築技術規則，第六章混凝土構造第一節 通則第 337 條 載重試驗，民國 87 年 9 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、裁判官