

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：幹部進修)

赴美國科羅拉多州立大學進修土木工程博士
心得報告書

服務機關：國防部聯合後勤司令部營工署

出國人職稱：中校工參官

姓名：劉世明

出國地點：美國

出國期間：87年1月6日至91年1月4日

報告日期：91年4月

內容摘要：

本出國報告書為簡述有關職赴美國科羅拉多州立大學進修土木工程博士之學習過程、論文概要、心得及建議事項。

職謹遵派訓專長 - 土木結構工程設計，專攻鋼結構及橋樑結構分析，以符合營產工程署研究發展之任務需求。論文題目為橋樑載重分享係數之評估，藉此研究，當外力、材料強度、跨度長、載重位置等條件已知時，即可求得橋樑各長度不等樑之載重分享比例，進而瞭解橋樑各桿件之受力情況，並有效評估橋樑之安全性。

目錄

壹、前言	1
貳、過程	1
一、進修環境簡介.....	2
二、進修學校簡介.....	2
三、進修課程內容.....	3
參、論文概要	5
一、論文題目	6
二、研究目的及方法	6
三、結論	12
肆、心得	12
伍、建議事項	13
陸、附件	15

壹、前言

奉聯勤總部 86 年 12 月 15 日 (86) 寰祿字第三九三六號令轉國防部 86 年 12 月 9 日 (86) 易旭字第二五六一一號令辦理，於 87 年 1 月 5 日至 91 年 1 月 4 日前往美國科羅拉多州立大學土木工程系進修土木博士四年，吸收美國大學先進之工程知識與經驗，以利日後相關業務之推展及運用。

貳、過程

一、進修環境簡介

科羅拉多州位於美國之中西部，環境優美，著名之觀光旅遊點包括落磯山國家公園 (Rocky Mountain National Park)、科羅拉多州國家紀念公園 (Colorado National Monument) 及美國空軍官校 (U.S. Air Force Academy) ；

科州水質潔淨，即使於炎熱的夏季，水龍頭一打開便有冰涼的自來水供生飲；人口約 3,892,600 人，面積為 104,247 平方英哩，依面積大小排名美國第八，首都為丹佛市 (Denver)，其州稅為 3%，丹佛市收 8% 的旅館稅和 4% 的食物和飲料稅。

在科羅拉多州，您也可以乘坐古老的蒸氣火車去造訪荒

廢的礦場或聖璜國家森林(San Juan National Forest)，看大黑熊在叢林中的生活，大角羊在山壁上行走。如果在冬天造訪科羅拉多州，滑雪就成為必須的活動之一，打包好毛襪，選好滑雪場，先在簡單的地方開始學習滑雪，等到稍有進步時，再挑戰更艱難的斜坡。如果您不滑雪，也可以在玩雪後留在小木屋中觀看雪景，喝著熱巧克力。在夏天，在同樣的滑雪場，您可以跳上纜車上山，再騎越野車或慢慢的走下山，享受森林內特有的氣息。

二、進修學校簡介

- ◇ 特殊設備包括學習研究中心、美術館、語言中心、天文台、及廣播天台供學生實習使用。
- ◇ 目前有來自不同國家的國際學生就讀於此校。校方提供學生各種輔導服務，學生可多加利用。
- ◇ 研究生住宿費用不包括膳食費用。
- ◇ 運動設備有體育館、羽毛球場、籃球場、網球場、排球場、游泳池、田徑場、健身房。
- ◇ 學校距離丹佛市 65 哩。
- ◇ 學生人數：23098 人

- ◇ 校園面積：666 英畝，學校屬性：公立
- ◇ 著名科系：企業管理、人文科學、獸醫
- ◇ 授予學位：學士、碩士、博士、專業證書
- ◇ 學年制度：兩學期制及暑期

三、進修課程內容

台灣位於歐亞板塊和菲律賓海板塊之反衝地帶，地震活動十分頻繁，平均每年大小地震超過四千個，相對的所引發之土石災害亦相當頻繁。如何提昇整治工程的效能與服務年限，已成為所有大地、結構、水保及水利工程人員的共同課題。有基於此，個人選課偏重與與地震及大地相關及較實用之課程如結構動力、土壤及擋土結構及地震工程高等鋼結構設計等。

於四年修業期間，完成土研所結構組之必修、選修課程及論文共計四十七個學分，詳列如下：

1. 高等結構分析，Advanced Structural Analysis
2. 風工程，Wind Engineering

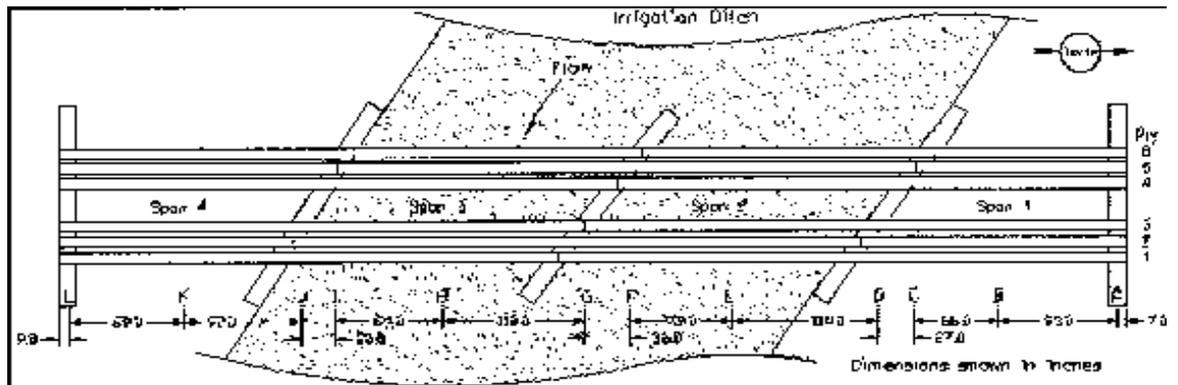
3. 版、殼及橋樑結構 , plate, Shell & Bridge Structures
4. 科學及工程用 C++程式設計 , C++ for Science and Engineers
5. 土壤及擋土結構 , Earth & Retain Structures
6. 基礎振動學 , Foundations of Vibrations
7. 水壩學設計 , Design of Dams
8. 流體力學 , Fluid Mechanics
9. 結構動力及地震工程 , Structural Dynamics & Earthquake Engineering
10. 量測及實驗方法學 , Experimental Methods & Measurements
11. 土壤動力學 , Soil Dynamics
12. 固體力學基礎 , Foundations of Solid Dynamics
13. 高等鋼結構設計 , Advanced Design of Metal Structures
14. 結構論文 , Dissertation- Structures

參、論文概要

一、論文題目：橋樑載重分享係數之評估

論文背景簡介

源自美國鐵路歷史之開端，木材為其構築之主要來源，因此至今尚有許多由木材架設的鐵路用橋樑尚在使用中。本篇論文採福特考林市一座經過普渡河之鐵路用橋樑為研究對象，此橋樑為 4 跨度，總長約 69 呎，其內部之橋墩與鐵軌垂直線錯開約 30 度，詳如圖一

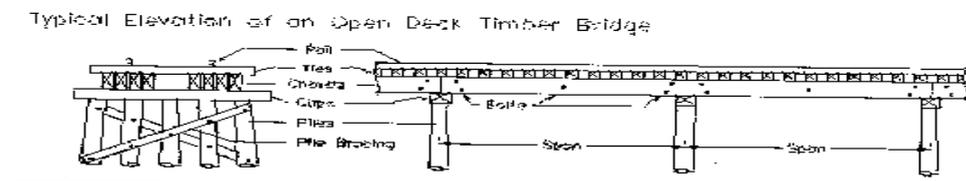
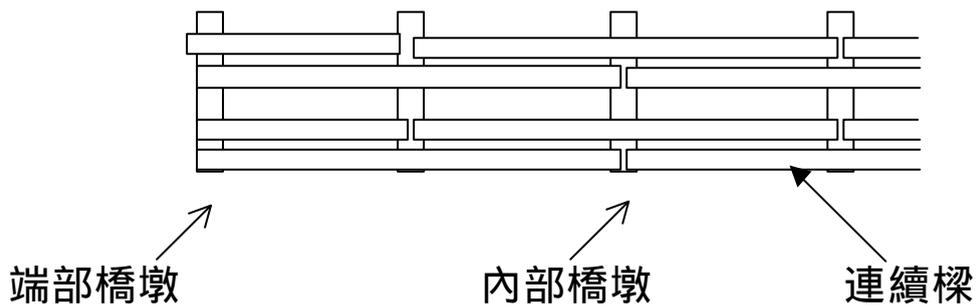


圖一 鐵路用橋樑平面圖

二、研究目的及方法

研究目的：評估載重分享修正係數

當火車經過橋墩上不等長跨度之連續樑時，因樑之長度不等，受力及位移狀況亦不同，詳圖二，連續樑配置圖。



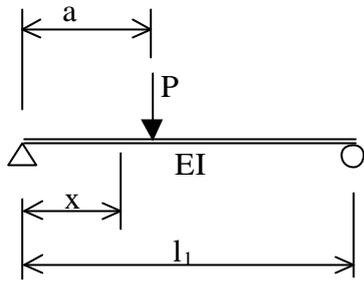
圖二 鐵路用橋樑立面圖及平面圖

研究方法

- 求位移：

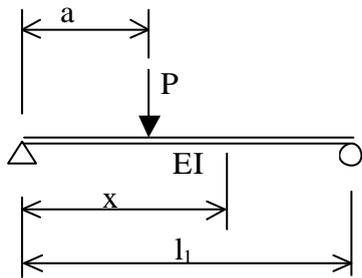
1. 求簡支樑上因點荷重所造成之位移

狀況 1: $0 \leq x \leq a \leq l_1$



$$\Delta_x = P / (EI) * \text{function}_{1-\text{case1}}(l_1, x, \text{ and } a) \downarrow$$

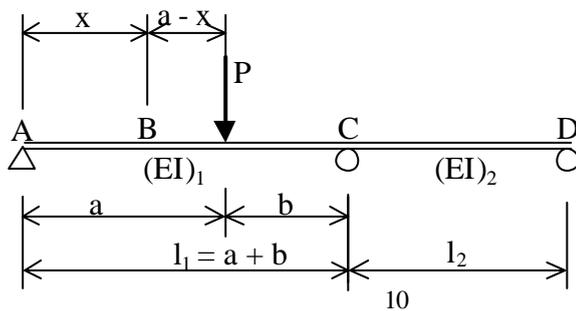
狀況 2: $0 \leq a \leq x \leq l_1$



$$\Delta_x = P / (EI) * \text{function}_{1-\text{case2}}(l_2, x, \text{ and } a) \downarrow$$

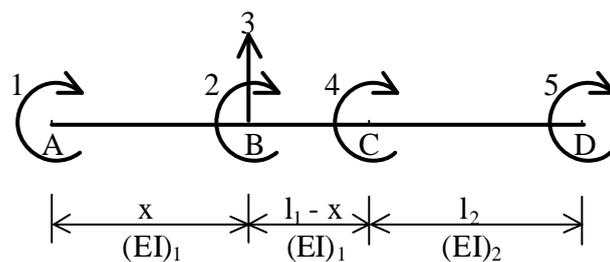
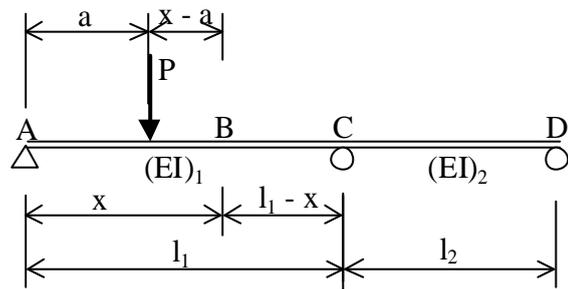
2. 藉結構矩陣法求連續樑上因點荷重所造成之位移

狀況 1: $0 \leq x \leq a \leq l_1$



自由度編號(D.O.F Numbering)

狀況 2: $0 \leq a \leq x \leq l_1$



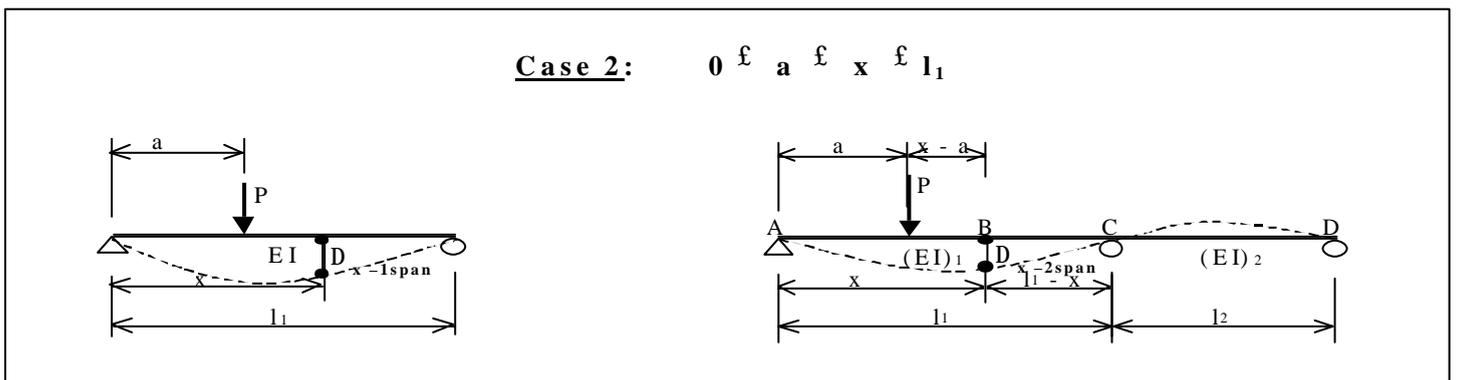
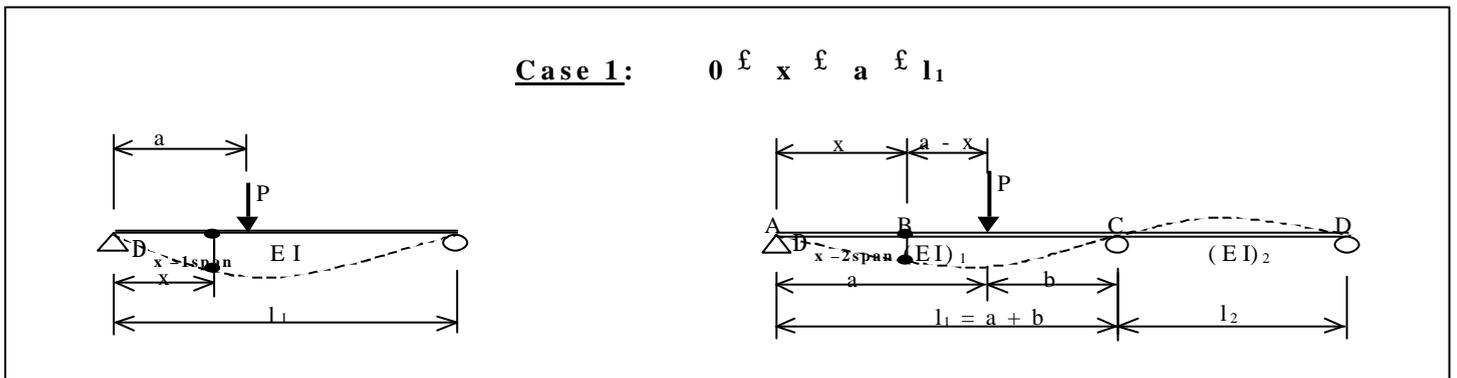
- (1) 求桿件 AB, 桿件 BC, 桿件 CD 之結構勁度矩陣。
- (2) 合併桿件 AB, 桿件 BC, 桿件 CD 之結構勁度矩陣, 求整體桿件之結構勁度矩陣 [K]。
- (3) 位移矩陣 [X] = 反矩陣 [K] * 外力矩陣 [P]

由位移矩陣即可求得桿件上任意點之位移量，
 並藉 MAPLE 5 數學軟體做矩陣之運算及方程式之推
 導。

● 載重分享係數(CF)之評估

1. 一點荷重作用於兩不等長跨度連續樑之任意處

$$CF = \Delta_{x-1span} / \Delta_{x-2span}$$



$$CF = (P / EI) * \text{function}_1(l_1, x, \text{ and } a) / (P / EI) * \text{function}_2(l_1, l_2, x, \text{ and } a)$$

$$= \text{function}_1(l_1, x, \text{ and } a) / \text{function}_2(l_1, l_2, x, \text{ and } a)$$

■ 載重分享係數(CF)之歸納

$$[1/\text{function}_1(l_1, x, \text{and } a)] * E * \Delta x_{-1\text{span}} = P/I \quad \text{----- 單一跨度}$$

$$[\text{function}_2(l_1, l_2, x, \text{and } a)] * E * \Delta x_{-2\text{span}} = P/I \quad \text{-----二不等長跨度}$$

$$\text{令 } U = 1/\text{function}_1(l_1, x, \text{and } a)$$

$$(1) * U * E * \Delta x_{-1\text{span}} = P/I \quad \text{----- 單一跨度}$$

$$CF * U * E * \Delta x_{-2\text{span}} = P/I \quad \text{-----二不等長跨度}$$

2. 同理，數點荷重作用於兩不等長跨度連續樑之任意處

$$CF = (P / EI) * \Sigma \text{function}_1(l_1, x, \text{and } a) / (P / EI) * \Sigma \text{function}_2(l_1, l_2, x, \text{and } a) \\ = \Sigma \text{function}_1(l_1, x, \text{and } a) / \Sigma \text{function}_2(l_1, l_2, x, \text{and } a)$$

$$[1/\Sigma \text{function}_1(l_1, x, \text{and } a)] * E * \Delta x_{-1\text{span}} = P/I \quad \text{----- 單一跨度}$$

$$[1/\Sigma \text{function}_2(l_1, l_2, x, \text{and } a)] * E * \Delta x_{-2\text{span}} = P/I \quad \text{---二不等長跨度}$$

$$\text{令 } U = 1/\Sigma \text{function}_1(l_1, x, \text{and } a)$$

$$(1) * U * E * \Delta x_{-1\text{span}} = P/I$$

$$CF = P/I * U * E * D_{x_{-1\text{span}}} \quad \text{----- 單一跨度}$$

$$CF * U * E * \Delta x_{-2\text{span}} = P/I$$

$$CF = P/I * U * E * D_{x_{-2\text{span}}} \quad \text{----- 二不等長跨度}$$

三、結論

綜合上述可知，當外力、材料強度、跨度長、載重位置

等條件已知，即可求得橋樑各長度不等樑之載重分享比例，進而瞭解橋樑各桿件之受力情況，過去此類鐵路橋樑之設計皆引用工程之經驗公式，並無實際的理論推導，現今載重分享修正係數之評估已求得，對於鐵路橋樑之安全性衡量得以有效地解決。

肆、心得

一、美國各大學的教育系統相當便利，研究生擁有很多豐富的資源可供研究及利用。尤其是資料之蒐集及圖書館系統相當進步，在校內查不到之書籍或雜誌，研究生可利用圖書館內之電腦聯線至全美各大學後跨校借用，外校資料通常以 UPS 快遞之郵寄方式寄出，通常於三至四個工作天即可抵達收到，且費用由學校支應。

二、近年來網際網路蓬勃發展一日千里，在系上甚至圖書館皆免費供學生使用。利用網路可獲得許多資訊，對學術研究及日常生活品質之助益甚大。

伍、建議事項

出國進修對職而言實在是一個相當難能可貴之機會，除了

專業知識之進修外，由於住在學校宿舍，經常可接觸到各國留學生，宛如置身於地球村，體驗不同國家之風土人情，有助於擴大視野；在此對各級長官之厚愛深表感激，在此就個人於美國所學所見，提出下列兩項建議：

一、目前鋼骨結構建物在世界各先進國家已相當普遍，包括我國民間企業界亦然，如台北世貿中心及正在構建之金融大廈；就軍方而言，構築鋼骨結構建物也將成為不可避免之趨勢。

為因應此一世界潮流並提昇國軍相關部門人員對鋼骨結構之認識與了解，建議本部網路之網路資源中，考量加入美國鋼結構協會 AISC (American Institute of Steel Construction)之網址：<http://www.aisc.org/>，供大家上網查詢。

該協會網頁提供鋼骨結構設計及構築之有關線上豐富資訊包括以下諸項：

- 現代鋼結構雜誌：其文章內容圖文並茂含涵蓋如美侖美奐之丹佛國際機場介紹。
- 熱門下載：如美國最新鋼結構地震設計規範及有關建築物及橋樑之設計實例及條文。
- 該協會之最近消息及免費訂閱方法。

- 數百個工程爭議之問題與答案供查詢。
- 鋼骨結構之線上圖書館。
- 每年舉辦為期四日之學術研討會日期。
- 如何成為該協會會員及其會員福利。
- 其他相關網路之聯結如國際鋼骨橋樑聯盟 NSBA (National Steel Bridge Alliance) 之網址。

二、台灣近年來之土石災害相當頻繁。如何提昇整治工程的效能與服務年限，已成為所有大地、結構、水保及水利工程人員的共同課題。在歐、美各國早已廣泛利用地工合成材料(如不織布、地工流網及地工格網等產品)，作為整治土石災害之材料，其優點為材料性質穩定、製造生產容易、型式功能多樣化及施工簡易。反觀國內，由於相關設計方法及規範之缺乏，對於此材料於排水、護坡及沖刷保護等工程的應用一直未見普及。

建議本部網路之網路資源中，考量加入國際地工合成材料協會 NGO (International Geosynthetics Society)之網址：

<http://www.roadconstruction.com/>，供大家上網查詢。

該協會擁有線上圖書館，提供有關地工合成材料之各項豐富資料供參考如地工織布在濾料排水之應用，詳附件二，對

學生之研究及工程專業人員之技術提昇，助益菲淺。

陸、附件

附件一、論文乙篇。限於篇幅，藉 MAPLE 5 數學軟體
做矩陣之運算及方程式之推導部份未附上。

附件二、地工織布在濾料排水之應用，摘錄自國際地工
合成材料之協會線上圖書館。