

出國報告（出國類別：進修）

美國佛羅里達大學結構工程系博士班進修報告

服務機關：國防大學理工學院

姓名職稱：蔡營寬

派赴國家：美國

出國期間：民國 100 年 8 月 10 日至民國 104 年 8 月 9 日

報告日期：民國 104 年 10 月 12 日

摘要

本人於民國 100 年 8 月 10 日奉派至美國佛羅里達大學攻讀博士學位，並於 104 年 8 月 9 日返國防大學理工學院任職，四年期間除了在專業領域知識及技能上的累積，在視野上更因為美國文化大熔爐的衝擊下獲得了充分的拓展。

本報告旨在分享本人於美國佛羅里達大學進修土木工程博士班期間之求學心得，期能透過此報告所彙整簡介之相關資料，包含學校特色、課程設計、當地氣候、環境、人文、飲食文化及風俗民情等，提供各大專院校相關教學人員及有志留學的同學參考運用。

目次

一、 目的.....	4
二、 過程.....	4
1. 學校簡介	4
2. 系所簡介	6
3. 學程簡介	6
4. 論文研究	7
三、 心得與建議.....	10

一、目的

本人自就讀國防大學理工學院期間，即自許能成為國防大學理工學院師資之一員，為國防科技研究發展及國防科技人才培育貢獻一己之力。

有鑑於近年國際間各類爆炸事件頻傳(如化學工廠爆炸及恐怖攻擊等)，當今工程結構物的設計除需考量天然潛在威脅之外(如地震、海嘯及颱風等)，也己成為工程設計領域中無法忽視的課題之一。本人博士論文研究著重於防護工程結構上的理論分析與評估，期能透過此研究，提供從事工程及學術研究等相關人員，對於防護工程設計上有一基本認識。

二、過程

1. 學校簡介

佛羅里達大學是一所知名公立大學，為公立常春藤學校之一，成立於 1853 年，校址位於佛羅里達州蓋恩斯威爾(Gainesville)，主校區占地約 8.1 平方公里，2015 年由 U.S. News & World Report 評選為全美第 14 名之公立大學，且為美國與加拿大的主要 62 所研究型大學之一。佛羅里達大學在 87 個院系裡共設有 123 個碩士項目及 76 個博士項目，其中 2005 年佛羅里達大學獲得國家獎學金的學生人數排名全美第二，僅次於哈佛大學。

佛羅里達大學亦在大學運動項目的表現出眾，曾於 2006 年奪得史無前例的全美男子籃球及美式足球雙料冠軍，其吉祥物是一隻名為 Albert 的短吻鱷，簡稱 Gator, 是重要的校園文化之一。

佛羅里達大學知名校友包括 2 位諾貝爾獎得主，8 位參議員，35 位眾議員，10 位州長及多位外交官，並有多名體育明星。

佛羅里達大學由於地理位置緯度較低，夏季漫長且較為溫暖潮濕，冬季氣候較溫和，一月份的月均溫大約為攝氏 12 度，七月份月均溫大約為 28 度。陽光普照，非常適合各類戶外活動，如網球、高爾夫球、水上運動及釣魚等等。



圖 1 校園鐘塔

圖片來源: https://en.wikipedia.org/wiki/University_of_Florida



圖 2 美式足球場

圖片來源: https://en.wikipedia.org/wiki/Ben_Hill_Griffin_Stadium

2. 系所簡介

佛羅里達大學結構工程所，研究領域包括防護結構系統於極端荷載 (extreme-event loading) 下之反應，結構設施之材料與其耐用性探討，既有結構設施之檢查與評估系統，新建結構設施之改善與長期維護方法之建構方式。所內師資在理論分析、電腦軟體分析、尖端科技及相關工程實務上具有豐富的經驗，能有導學生有效處理並解決工程上重要的議題。



圖 3 結構工程系研究範圍簡介示意

圖片來源: <http://www.essie.ufl.edu/>

3. 學程簡介

佛羅里達大學結構工程所博士班學程設計以碩士班基本課程為基礎，並以培養獨自完成研究並解決問題的能力為主要目的。

完成博士學程須至少修得 90 學分，其中不包含大學本科學分，過去七年當中如有修習相關專業研究所學分，則可申請辦理學分轉換，但最多不超過 30 學分為限。博士生必須完成 30 學分(約 10 門課)之專業課程，其餘課程視指導教授及個人研究興趣自由選定。

博士生必須維持平均分數(GPA)達 3.0 以上，否則將無法順利取得學位。博士生在二年級時，必須請指導教授擔任監督委員會(Supervisory Committee)之主席，並至少邀集所內教授 2 名及所外教授 1 名組成委員會。通常於博士第二年，修得研究生核心課程後，始可參加博士資格考先期考試(Preliminary Exam)，其中核心課程包括結構動力學(Structural Dynamics)，鋼筋混凝土學(Reinforced Concrete)，鋼結構(Steel)設計與分析以及結構力學分析(Structural Analysis)，考試區分筆試及口試，筆試時間約 4 至 6 小時，口試時間約為 2

至 3 小時，考試不合格者，有 1 次補考機會，補考不過者，不得繼續進行相關博士課程。通過資格考先期考試者，始得著手研究計畫書(Proposal)撰寫，通常於博士三年級完成計畫書撰寫，完成後須邀集論文指導委員，由主席主持召開口試及審議，審議合格後始具備博士候選人資格(Candidacy)。

佛羅里達大學結構工程所並未設定博士生發表論文期刊篇數為畢業條件，但要求學生從事具有原創性及創新性之研究，並將研究結果撰寫成論文，完成論文口試(Final Defense)後即可獲得博士學位。然而，雖然論文發表篇數非為畢業門檻，一般而言，博士論文整體內容均達具備投稿 2 至 4 篇研討會或論文期刊之水準，指導教授才會同意博士生參加論文口試。

4. 論文研究

本人就讀博士班期間，研究室英文全名為 **Center for Infrastructure Protection and Physical Security (CIPPS)**，工程設施防護研究中心，具有學術及實務方面之師資與技師，以及研究發展之相關設備，著重於工程防護知識之交流，解決方案之提供，以及最新科技之研發。



圖 4 CIPPS 研究室外觀

CIPPS (圖片來源: https://en.wikipedia.org/wiki/Ben_Hill_Griffin_Stadium)

本人博士論文之基礎，是以簡化理論分析方式，針對彈藥爆炸後產生之爆壓，評估鋼筋混凝土構件遭受彈藥爆炸後之反應及損壞程度。期望透過建立鋼筋混凝土構件之破壞臨界(如鋼筋混凝土之撓曲破壞)，簡化分析爆壓歷程，藉以繪製鋼筋混凝土構件之荷載-爆壓圖(Pressure-Impulse Diagram)，其結果可作為防護結構物(如鋼筋混凝土牆等)之抗炸評估工具，並與既有實驗結果及數值模擬方法比較以驗證研究方法。

典型之結構反應頻譜圖(Response Spectrum)及荷載-爆壓圖(Pressure-Impulse Diagram)如圖一所示。其中，在給定的構件材料特性及破壞臨界下，構件的反應可繪製成荷載-爆壓圖，使用者可透過外力條件 P(Pressure or Peak Load)及 I(Impulse)之值，來判斷構件在此外力下破壞與否，當(P,I)落於曲線之上，則代表構件將受到破壞。然而，傳統上能量法僅能表示出荷載-爆壓圖上的兩個趨近線(Quasi-static and Impulsive Asymptotes)，介於其間之區域(Dynamic Asymptote)則尚未定義明確的能量平衡式。本研究透過研究能量流(Energy Flow)、外力及構件反應間之關係，建立能量與荷載-爆壓圖之平衡關係式，推導出基於能量法之荷載-爆壓圖(如圖)，並與實驗數據驗證本研究方法。

藉由繪製結構構件之荷載-爆壓圖，省略繁瑣之數值模擬方法(如有限元素分析法)，可有效地評估國軍現有及新建工程之抗炸能力。運用範圍包括評估人為(如恐怖攻擊)及非人為(如化學工廠爆炸)造成之威脅，並可藉以作為潛在爆炸來源週邊建物之安全性及強化設計依據。

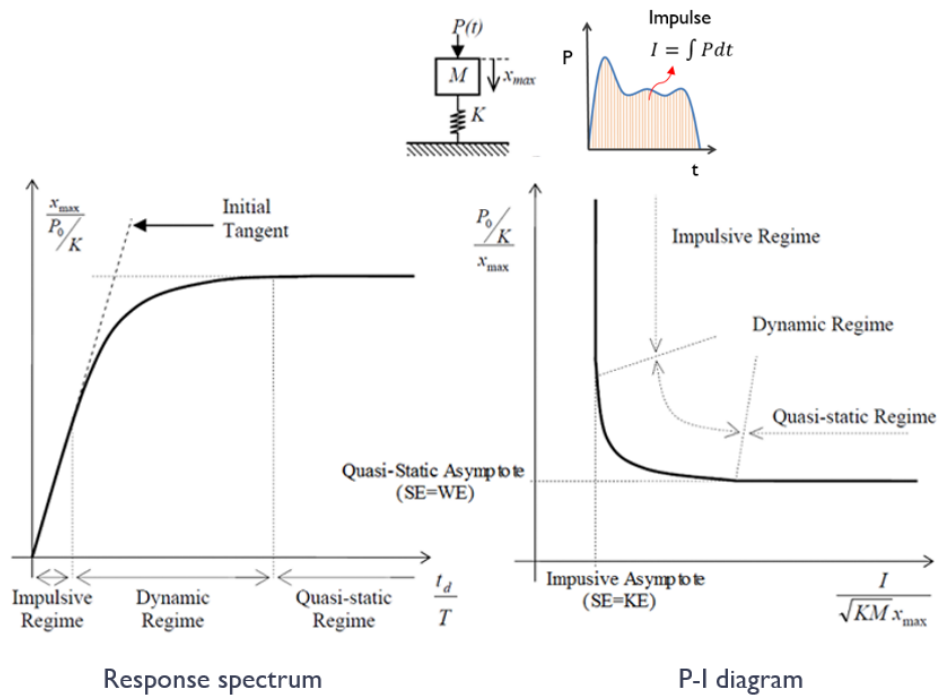


圖 5 典型之結構反應頻譜圖(Response Spectrum)及荷載-爆壓圖(Pressure-Impulse Diagram)

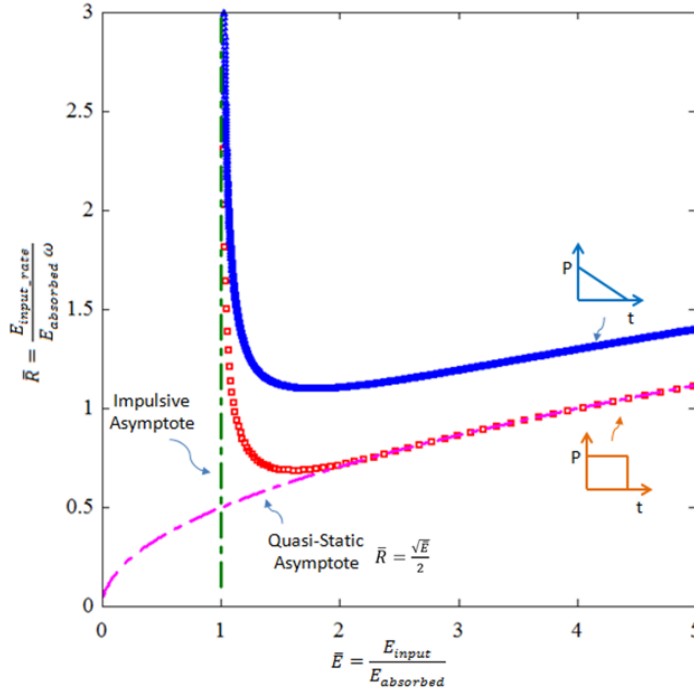


圖 6 典型之基於能量法之荷載-爆壓圖

三、心得與建議

個人在美求學期間，除了環境、飲食及生活上的適應問題之外，感受到最大的文化衝擊，在於美國指導教授給予我在學術研究上很大的自主空間，除了制式化的定期研討或繳交進度報告，更多的是不定期不定點且較為隨興的討論方式，通常這樣的討論會由指導教授表達關心開始，譬如早晨在研究室喝咖啡聊時事的空檔，或是午餐後討論週末計畫的閒暇，這樣的交流方式對我而言更像是朋友間或交談，師生如同研究夥伴一般，如此自由的學術風氣與相處交流模式，有別於國內過度強調以師為尊之氛圍，減少了師生間交流的隔閡，更容易激盪出想法與創意，這樣的風氣在美國是相當普遍的情形。此外，指導教授通常會充分地授權大膽的假設與創新，在小心的求證過程中，也能適度給予專業的指導與支持，這些都有助於強化發掘問題並找出解決方案的能力，而這正是博士生應該具備的自主研究能力。

留學，讓我能認識更多不同文化背景的人，也讓我有機會以不同的眼光看這個世界，開拓了視野之外，心胸也隨著開闊起來，對我而言，留學是一項絕對值得的人生投資，而語言能力，正是這一項投資首要的基礎。由於英語仍為世界主要溝通語言，建議國軍能自軍士官兵養成教育起，即加強提升英語溝通及交流能力，以培養具備國際觀的國軍幹部。