

出國報告(出國類別：進修)

美國加州大學洛杉磯分校
碩士進修報告

服務機關：國防大學理工學院

姓名職稱：莊敬攸上尉

派赴國家：美國

出國期間：108年9月21日至110年9月26日

報告日期：110年11月16日

摘要

本次進修係奉國防部 108 年 9 月 12 日國人培育字第 1080014680 號令核定赴美國加州大學洛杉磯分校(University of California Los Angeles，以下簡稱 UCLA)就讀「土木工程碩士(Master of Civil Engineering，以下簡稱 CEE)」課程，進修期程自 108 年 9 月 23 日至 110 年 9 月 23 日止。職於 2 年進修期間完成修業取得碩士學位，並於 110 年 9 月 26 日返抵國門。

目次

壹、目的	.....	5
貳、進修過程	.....	5
參、心得	.....	18
肆、建議事項	.....	20
伍、附件	.....	21

壹、目的

本報告係依「行政院及所屬各機關出國報告綜合處理要點」相關規定撰擬，旨在提供職於進修期間之學習及專案製作心得，提供相關人員參用，全案係奉國防部 108 年 9 月 12 日國人培育字第 1080014680 號辦理。

職於 108 年 9 月 21 日至 110 年 9 月 26 日止，赴美國 UCLA 進修 CEE 課程，主攻領域為 Geotechnical Engineering 大地工程中的地震工程 (Earthquake Engineering)，鑒於課程之畢業要求，職於進修期間除了完成各課程之專題作品製作外，亦於指導教授協助下完成此領域相關論文。本次進修目的在於習得相關學術知識、提升本質學能及取得碩士學位，以作為國防大學理工學院環境及資訊工程學系師資培育人員，本報告旨在分享個人進修經驗及疫情下學習所見所聞，以期能為爾後進修人員作為參考。

貳、進修過程

一、進修學校簡介

UCLA 位於美國加利福尼亞州(California，以下簡稱加州)之公立研究型大學，為美國加州系統大學之一，在美國排名網站 USNEWS 中連續五年(包含 2022 年)獲得公立大學排名第一。UCLA 位於西洛杉磯西木區 (Westwood)，學校占地 419 英畝(約 1.7 平方公里)，範圍涵蓋甚廣，部分學院也座落於洛杉磯市區中。

UCLA 為全美大學申請人數最多的學校，亦為全美入學錄取競爭最激烈的公立大學之一，據學校所提供之資訊，2022 年共計有 113,761 人申請 UCLA，其中僅有 15,971 被學校錄取，錄取率僅有 14%。此外，作為學術型研究大學，在學術領域有相當顯著的成績，畢業校友中共有 25 位諾貝爾獎得主、3 位菲爾茲獎得主及 5 位圖靈獎得主。

洛杉磯作為多元文化融合的重要國際都市，UCLA 的學生組成也相當多元，據學校公佈在大學生部分除了白人外，非裔美籍學生佔總人數 5%、亞裔學生佔 33%、西班牙裔學生佔 21%，多元的種族也促成了學校在各領域都

有相當高的建樹。除了學術領域的發展外，在藝術及體育領域也有相當亮眼的成績，著名電影教父三部曲的奧斯卡金像獎導演弗朗西斯·科波拉 (Francis Ford Coppola)、台灣著名主持人蔡康永皆畢業於電影學院；美國職業籃球聯盟(NBA)中，如雷霆隊的衛斯特布魯克 (Russell Westbrook)、騎士隊的洛夫 (Kevin Love) 還有著名傳奇球星賈霸 (Kareem Abdul-Jabbar) 也都是學校的校友。

二、進修系所介紹

本次進修於 UCLA 亨利·薩繆理工程和應用科學學院 (Samueli School of Engineering) (圖片 1) 的環境資訊及工程學系 (Department of Civil and Environmental Engineering) 並獲得理學碩士學位 (Master of Science)，CEE 涵蓋的領域相當廣泛，除了職所就讀的 Geotechnical Engineering (大地工程) 之外，還有 Environmental Engineering (環境工程)、Hydrology and Water Resource (水利工程)、Structural Engineering and Mechanics (結構工程)、Civil Engineering Material (建築材料工程)、Transportation Engineering (運輸工程) 等六大專業。



圖片 1—亨利·薩繆理工程和應用科學學院

本次進修之大地工程領域其學習目標在使學生能理解並學習土壤相關知識，瞭解土壤沉積物在外力作用下所產生的表現及於結構分析對建築物安全性的影響。鑒於加州與台灣同位於地震帶上，故本系所之研究著眼於在靜態及動態載重下土壤表現，研究其物理性質並分析其破壞行為，進而模擬地震循環載重下土壤所引發的破壞行為，藉由透過分析及模型建構，研究人員可

以歸納出適用的安全係數及相關數據政府做為建築準則之發展。

三、碩士課程及評分制度

根據 CEE 系所政策規定，理學碩士(Master of Science, MS)之學位需完成相關課程並完成委員會口試(方案 A)或論文(方案 B)來取得，本次進修是藉由論文方式獲取碩士學位，為滿足畢業需求，系所規定所屬學生必須完成 7 門課程(包含必修及相關領域選修)及 2 門論文課程，同時學校也另外規定國際學生若英文程度未達標準(托福成績 100 分)需另外進修學術英文課程，俾利學生能有足夠英文能力完成學業。

UCLA 學制有別於台灣大學上下兩學期制，一學年有 3 個學季(約 11 週)供學生完成學業，並採取 GPA 4.0 制方式(畢業門檻平均成績須達 3.0)，區分數個等第(A：4.0 以上；A-：3.5；B：3.0；B-：2.5；C：2.0；C-：1.5；D：1.0；D-：0.5；F：0.0)，且為維持簽證身分，所有國際學生每學季均需選擇至少 12 學分之課程。在學期間，若學生學季平均成績(GPA)低於 3.0 以下，系上派任之輔導人員(Advisor)需輔導學生並向系上提出對應做為，以避免學生怠學而遭退學。

大地工程組課程：

相關必修課程內容如下(每門課程均為 4 學分)：

1. 高等土壤力學(Advanced Soil Mechanics)
2. 基礎設計(Foundation Design)
3. 邊坡穩定及擋土牆系統(Stability of Slopes and Earth Retention Systems)
4. 進階土壤行為分析(Advanced Cyclic and Monotonic Soil Behavior)
5. 地質地震工程(Geotechnical Earthquake Engineering)

相關選修課程內容如下(每門課程均為 4 學分)：

1. 結構動力學(Structure Dynamics)
2. 工程地質學(Engineering Geology)
3. 工程管理(Introduction to Construction Management)

相關英文課程內容如下(每門課程均為 4 學分)：

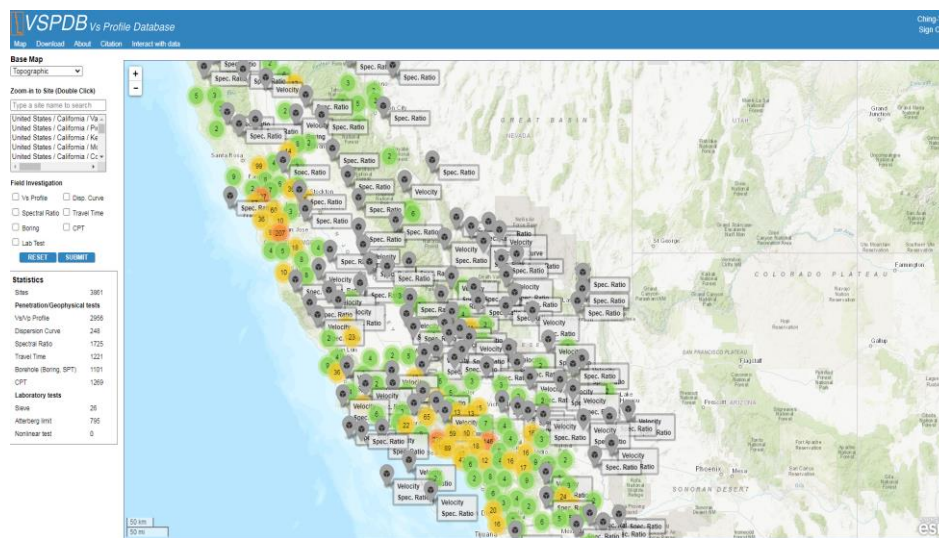
1. 中等學術英文(English as Second Language)

2. 進階學術英文(English as Second Language)

四、研究成果及發表

職的研究指導教授為 Johnathon P. Stewart 教授，教授主要研究領域為地質地震工程及地震表現對結構基礎影響，同時亦為太平洋地震工程研究中心(Pacific Earthquake Engineering Research Center)的委員之一，本次研究針對標準灌入試驗(SPT)對現存之加州地震波預測模型驗證。

鑒於建築規範對地震試驗結果要求逐漸提高，然而試驗所費成本難以降低，做為用以評定抗震安全的主要指標 V_s30 (地表面下 30 公尺剪力波平均值)須藉由地震試驗獲得，因此使用標準灌入試驗結果預測剪力波成為一種主要替代方法，職於此次研究中區分為兩階段，第一階段為資料蒐整：藉由蒐集加州交通部門(Caltrans)所提供之剪力波(V_s)及標準灌入試驗之報告並分析其報告結果，以資訊整合軟體(Unify)數位化可利用資訊並上傳至 UCLA 所維管之資料庫(圖片-2)。



圖片 2—UCLA 地質數據資料庫

數據蒐集為所有分析前最重要的步驟，而此資料庫之成立，目的在於整合已存在零散資訊並以系統化方式管理資訊，減少學者資料蒐集時間，進而協助其分析成果遂行。該數據庫於 2016 年設置，由數位研究室學長、姐由已發表之論文及政府機構蒐集數據，並以系統化方式轉譯紙本資料並上傳資料庫。迄今，該資料庫已蒐集 3861 處的地點，其資料包含加州、日本、台灣等地，既有資料包含 SPT/CPT(探測試驗)數據、地層分層、剪力波及壓

力波探測數據等。此資料庫開放給所有人員使用，所有學者可藉由此資料庫進行模擬分析及進階資料應用，台灣的國震中心與中央氣象局於 2000 年亦有相關項目並成立全國強震測站場址工程地址資料庫(EGDT)，論文中亦有對台灣、日本及美國等四座常用資料庫進行優、缺點及應用分析。

剪力波在地質地震工程中可做為重要的土壤評估指標，如上所述 V_{s30} 更是被廣泛視為重要地質分類指標，國際地震災害減弱計畫(NEHRP)更是利用 V_{s30} 將常見的地質環境分為 6 個類別(表格-1)，加州政府部門根據不同的探測結果製作加州地質分類地圖以作為工程人員執行建設計畫之參考評估，其中美國土木工程協會(ASCE)及加州建築規範(CBSC)更有對施工場址有嚴格要求，以確保建物不會受到地震災害而倒塌。

NEHRP Site Class	Soil Profile Name	V_{s30}
A	Hard Rock	>1,500 m/s
B	Rock	760 to 1,500 m/s
C	Very Dense Soil and Soft Rock	360 to 760 m/s
D	Stiff Soil	180 to 360 m/s
E	Soft Soil	<180 m/s
F	Soil Requiring Site	-

表格 1—NEHRP 地質分類

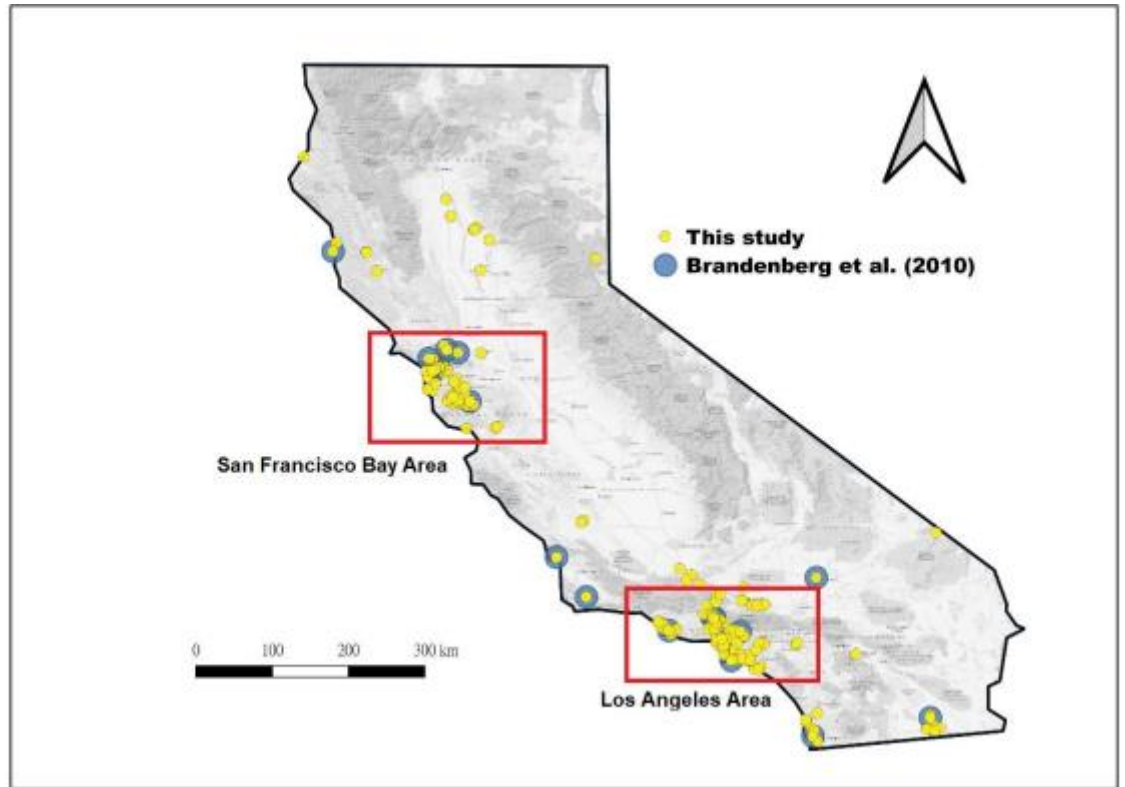
而要獲得 V_{s30} 最直觀的方式是藉由利用剪力波剖析圖(V_s Profiles)以計算平均值。然而，當剪力波剖析圖無法取得時(量測剪力波試驗相當昂貴)，利用已知地質數據推估對應剪力波數值為學術界常用方式。

而其中，最常見之地質探勘數值如相對密度(D_r)可藉由標準灌入試驗(SPT)及圓錐灌入試驗(CPT)獲得，本次研究針對標準灌入試驗結果之 N 值作為主要應變參數，並探討覆土壓力(Overburden Stress)對剪力波數值之影響。

本研究之第二階段主要針對 Brandenberg et al. (2010)提出之加州剪力波預測方程式進行驗證，此方程式為現行加州規範所應用之剪力波評估方程式，此模型藉由回歸分析法歸納出砂土(Sand)、泥土(Silt)及黏土(Clay)等三種方程式，地震安全建築委員會(BSSC)亦將此預測模型作為評估剪力波數值之重要依據。

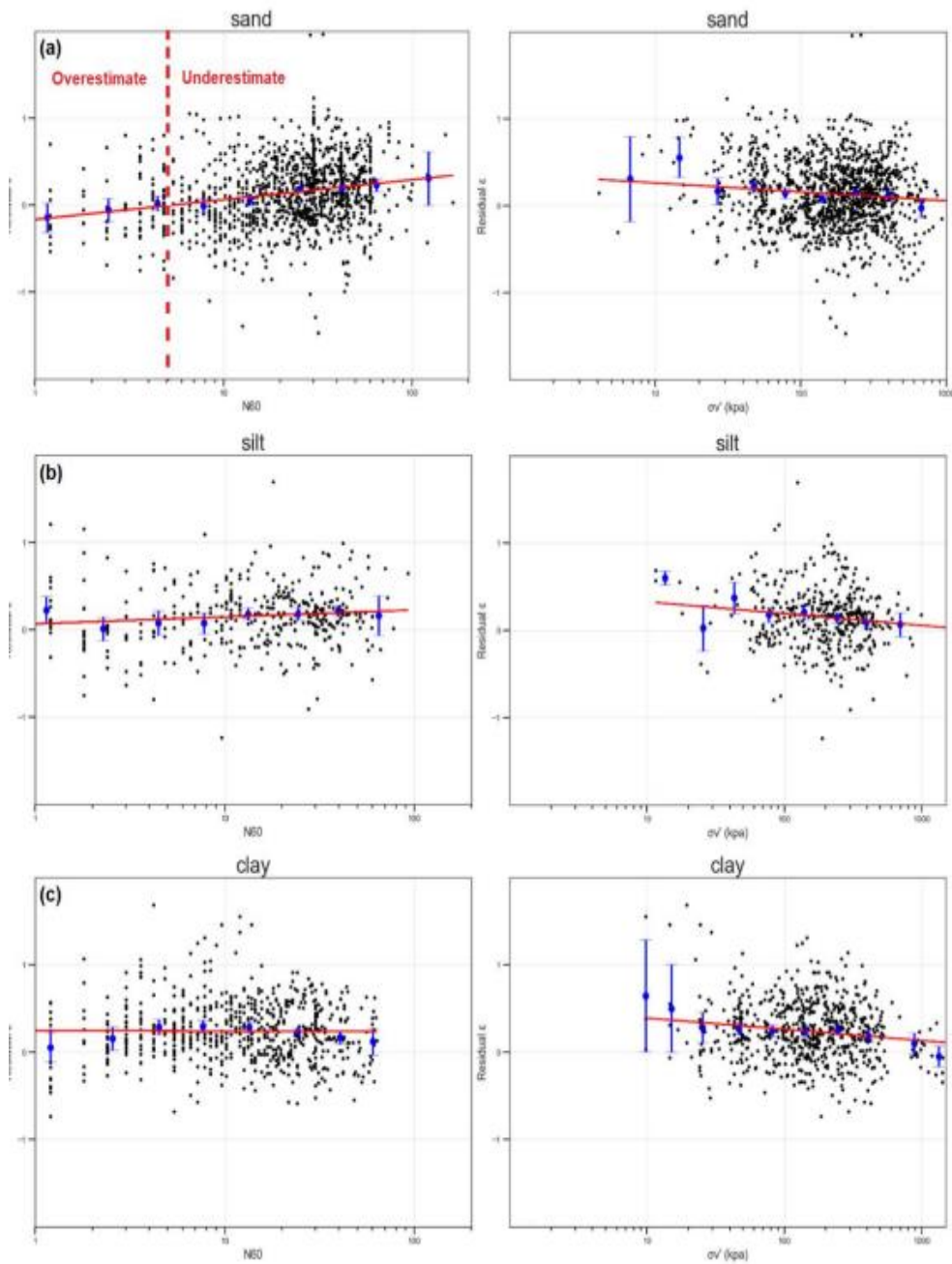
隨著資料庫的建設及數據的擴充，以往難以獲得的探測數據變得相對容

易獲取，UCLA 所建立的公共資料庫更是可作為分析應用的重要來源，因此除了先期所做的資料庫擴充外，本研究針對 Brandenberg et al. (2010) 模型做驗證，本驗證從資料庫中篩選符合條件之地點(圖片 -3)並提取所需之資訊，並應用殘差分析法(Residual Analysis)分析新增資訊與原有預測方程式之偏差。



圖片 3—原有與現有研究地點比較

經分析所獲結果與原有研究有部分落差，在砂土與泥土等兩項的驗證(圖片 -4)中於 N 值 < 5 的狀態下，剪力波的數值明顯被高估；反之在 N 值 > 5 的情況下，剪力波被低估。而在 Brandenberg et al. (2010) 所提出之覆土壓力對剪力波數值影響大於 N 值之影響，然而所驗證之結果卻顯示，兩者對剪力波有相近之影響而非前者所述之結果。本研究顯示藉由資料庫(VsPDB)能有效縮短資料蒐集時間，並簡化資料數據化流程。後續相關研究也能運用資料庫中圓錐灌入試驗之結果(能提供更高精度的結果)回歸出剪力波預測方程式。



圖片 4—殘差分析結果

參、心得及建議事項

一、學習

- 1、 美國教育體系與台灣教育體系有相當大的不同，在職所修的課程，除了當

地美國的同學外，伊朗及土耳其的同學也占了一大部分，儘管英語非主要母語，教授對於課堂上有任何觀念不清楚部分或語意不懂之詞彙都非常願意解釋，並會在課堂中提供許多補充資料以供學生於課後閱讀。所有課程除了正課之外，課程後也會有 Office Hour 以供學生於課後詢問問題，而課程中助教 TA(多為博士生擔任)也會協助學生回答課程中所遇到的任何疑問。

- 2、 由於 UCLA 為學季制，每門課程僅有 11 週，因此每週 4 小時的課程時間意味著課程進度會推進非常迅速，這也是職初到美國較不適應部分，為了使課程進度達標，在課程上常會省略許多細節，而這部分就需要學生自主學習，這也是所有學生來到美國必須學習的技能，藉由研讀論文及參考資料，能提升學生對該課程的理解，藉以提升學生自主學習之能力。
- 3、 在所有課程中，職想針對工程管理(Construction Management)此一學科做觀點分析，由於這門課為大學生(研究生)課程，且職在大學期間也有修過該門學科，因此在學期中有幸擔任本課程中的 Grader 一職，因此能有機會協助教授及 TA 批改其他學生作業。與當初在台灣所學習的經驗不同，這門課程由兩位老師合開，由美國 WEONEIL 公司的兩位工程師 Matt 及 Peter 開設，一位負責公司的人事管理；另一位為資深工程師。在課程期間，每週都會邀請公司中負責不同領域的工程師為學生講解實務經驗，有別於職在大學期間僅由一位老師授課，在業界服務的工程師更能貼近現實面的為學生深入簡出的傳授相關經驗。這也是職覺得在課程上最大差異的部分，在作業分派上，每週的工程師能精準地提出讓學生反覆思考的問題，許多題目都沒有正確答案，但需要學生解釋其撰寫答案的理由，於批改作業的過程中，也開拓了職的眼界，並了解到自由思考的重要性，這也是職認為在現今教育中最為欠缺的部份。
- 4、 2020 年是全世界動盪的一年，加州在三月份也在疫情的衝擊下從實體課程改為線上課程，許多學校都做出的課程的調整，教學方式也從實體改為線上，這對許多人或許覺得此一方式會對學生產生學習怠惰，預錄及線上授課更是會使學生分心及學習效率低下，然而，職卻覺得這一方式反而大

大提升職的學習效率。職在第一學季中因課程進度過快，常常沒辦法有效吸收課堂知識，往往需要數倍的時間做課後複習才能勉強跟上教學進度，並要使用錄音方式錄下教授的授課內容，於課後反覆聆聽。然而此方式往往會有雜訊或收音問題導致未能有效複習課程內容，而當課程採用影片方式授課，職能將同一課程反覆聆聽 2-3 次，藉由多次學習，職對於學習內容更能掌握且能確實吸收課程知識，也建議後續赴美學習的學弟妹可以以此方式學習。

二、生活

- 1、 洛杉磯作為美國消費水準第三高的城市，對於日常住宿及生活消費也高出其他城市很多，就學生宿舍來說，一間房間的房價在職 2019 年入學時已高達一個月 1500 美元，對於赴美的學生來說是相當大的一筆負擔，而隨著物價水準上漲每年還會調整 4-5% 的價格，因此職在第一年的時候是由一位台灣朋友以出租客廳方式將空間給職使用，但對於要攜帶家眷的學長姊來說，每月光住宿費可能會達到 2000 美元左右。而在三餐開銷方面，若每餐都自己料理，所支付之伙食費每月大約 300-400 美元不等，由於美國外食所需支付稅金及小費，以洛杉磯來說，每餐最低消費價格大約為 15 美元。因此，職建議後續若有意願赴美的學長姐可以先學習基本烹飪技能。
- 2、 加州作為華裔人口最多的一州，種族歧視的情形其實非常少見，作為多元文化大城的洛杉磯，大部分的人都能以開放心態接受彼此差異，因此在此地生活其實相當自在。然而，社會問題如流浪漢(homeless)遊蕩卻十分常見，在街頭隨處可見推著推車衣衫襤褸的流浪漢，而其中部分的人有心理問題，在街頭常會有被襲擊或莫名被叫罵情形發生。因此，以加州而言在十點之後建議避免離開家中，而學區因為有校警進駐，對於周邊的治安會相對市區(Downtown)好，然而，盡管學區治安相對良好，遭人砸車及竊盜問題依舊層出不窮。
- 3、 與紐約交通情形不同，洛杉磯地鐵網路系統並不如紐約發達，因此大部分居住於此地的學生都有買車需求，除了日常至學校的通勤外，開車買菜也是幾乎所有學生於假日期間的待辦事項，職於第二年開學前向同學買了一

部二手車，除了假日能開車至郊區散心外，也能避免搭乘公車與他人近距離接觸，降低染疫風險。

二、個人心態

由於疫情加州的疫情爆發主要發生於三月份中旬之後，對於其他東部州(如紐約)而言已經相對緩慢，其實加州當地人對疫情警覺性相當低，而在尚未宣布相關口罩及社會距離等政策前，戴口罩仍然會被以質疑的目光檢視，因此在二、三月期間，深知疫情可怕的我們常常要在公共場合謹言慎行。疫情爆發後，幾乎所有學校設施都已經關閉，許多學生都面臨必須自己在家中上課並且無法出門的情形，學校也因此增設許多線上輔導課程可供學生諮商並談吐自己的焦慮，此外體育館也提供許多線上瑜珈及室內徒手訓練課程讓學生在學習之餘也能適當放鬆身心維持健康。

感謝國防大學能提供這次機會讓職能前往美國學習，在這短短兩年中，職體驗到了國外學校與國內學校的不同，在國外學習並沒有國內民眾所想的那麼愜意輕鬆，除了語言上的隔閡，各種科目上的作業及報告也需要我們運用每一個下課甚至整個周末的時間來完成，隨著課程推進，往往職除了煮飯的時間外，全部都要投入在閱讀資料跟報告製作上。雖然課程繁重，但也讓職深知自我學習的重要，理工學院院歌所云，跨領域專業整合，正是職在這段學習期間覺得必要的技能，儘管作為傳統土木工程學系，有同學藉由機械學習或深度學習等方式分析災害潛在可能趨勢，這些想法都是十分富有創造力且可行的，在與來自各國的同學交流中，能夠交流彼此的看法更是十分寶貴。雖然，在課程中挫折跟失敗難免，但希望往後的學弟、妹能秉持不放棄、堅持下去的理念克服種種難關，進步是一點一點累積的，這些經驗將成為在專業上的每一份累積，直至最後開花結果。



圖片 5—與校園吉祥物合影



圖片 6—九月份補辦之防疫畢業典禮



圖片 7、8—校園廣場(左)、學校大草皮(右)