

給學生「帶得走的能力」——以工程師專案 素養培育融入山坡地工程教學之應用

許世孟*

摘要

本文為國立臺灣海洋大學河海工程學系「山坡地工程學」之教學創新與沿革。課程除了教授既有的知識之外，其最終目標係突破考試分數取向及取得技師考照資格之既有課程內涵，以培訓「工程師專案素養」為宗旨，將專業知識結合專題式教學，培育學生之發現問題、分析並解決問題的能力，以及提早訓練學生投標簡報技能，產製人生第一本服務建議書，擁有投標簡報、擔任評審委員與計畫主持人等多重經驗，使學生提早體驗職場實戰狀況，達到讓學生知道所學為何之目的；再透過多元教學方法，豐富課程內容，打造與產業接軌的學習環境，提升學生未來職場競爭力。

關鍵詞：工程師專案素養培育、專題式教學法、換位思考訓練、團隊合作學習法



DOI : 10.6870/JTPRHE.201912_3(2).0001

投稿日期：2019年10月17日，2020年1月8日修改完畢，2020年1月10日通過採用

*許世孟，國立臺灣海洋大學河海工程系助理教授，E-mail: shihmeng@mail.ntou.edu.tw

壹、前言

在網路資訊充斥的時代，傳統知識單向傳授的教育模式已經無法滿足學生胃口；更因物聯網的發達，使得知識、商業模式、科技產業等擴張發展速度非常迅速。而面對這大數據的模式，唯有不斷地建立假設、分析、模式建構及修正才能夠成功，不同產業間的合作，結合於此模式下顯得格外重要；然而促使不同領域、不同背景的專業人才合作，並且展現專長，雖是目前企業常採用營運策略之一，但這類人才的尋找卻是企業之挑戰，而這也凸顯學校培育出非僅具備知識型人才之重要性。

為回應產業需求，世界各國高等教育興起檢視高等教育的價值與績效，並以學生學習成果作為評判大學教育品質的重要指標，包括臺灣從2006年實施的系所評鑑以及中華工程教育學會所辦理的IEET認證（中華工程教育學會，2012），皆不約而同以學習成果為導向，其目的係冀望學生出社會後能迅速與產業接軌。回到實際教學場域，大學各系所該如何採用更有效方式檢視學生的學習成果？由於各系所作法相當多元，系所評鑑未硬性規定學校實施的方式，同時未針對課程面與評量面做更細部規範；但依據作者觀察，已有愈來愈多大學嘗試在不同領域的學系推動「總整課程」（Capstone Course），該課程要讓學生以分組方式進行，透過團隊合作、領域整合、有效溝通等操作，以因應未來工作上「與不同專長或領域的人合作之趨勢」。IEET更直接修訂認證規範，要求參與認證的系所必須將「總整課程」納入大學部課程中，因為「總整課程」是體檢學生四年學習成果的最佳工具之一。因此，「總整課程」之推動，不僅可以滿足評鑑通過之所需，同時讓學生知道為何而學與如何運用所學知識。

除上述世界教學趨勢及工程認證目標，作者服務之科系辦學早已強調以訓練學生「具備數學、科學及工程知識的應用能力」、「具備實驗設計與操作及數據分析的能力」、「具備執行工程實務之技術及使用資訊科技處理工程問題的能力」、「具備工程規劃與設計的能力」、「具備溝通協調與團隊合作能力」、「具備發掘並解決問題能力」、「認識當代議題，解決工程技術對環境、生態、社會及全球之影響」、「建立終身學習的觀念與習慣」以及「瞭解工程倫理並具責任感」等九大核心

為目標，而這些核心能力，正是目前業界所希望能從新聘人才身上看到的特質。雖然作者服務之科系強調九大核心目標，但作者發現一次整合數種核心的教學模式較少見，例如：同時具備「整合執行工程實務之技術及使用資訊科技處理工程問題的能力」、「具備工程規劃與設計的能力」、「具備溝通協調與團隊合作能力」以及「具備發掘並解決問題能力」等4項核心整合能力，但此綜整能力卻為本科系工程顧問相關產業重要之謀生技能。此技能著重合作、規劃與設計等層面，亦注重呈現、表達、批判以及即時反應能力，須在執行工程專案與工程專案競標過程中表現出來，尤其工程競標的能力與手腕，更是決定個人薪水表現之關鍵。根據此產業人才需求趨勢分析，未來教育強調的，不應是如海綿般的吸收知識，而是批判式的、跨領域思維及解決問題的習慣，運用跨領域的知識與技能，透過各種媒介與他人合作，進行多樣化的策略性學習，學校藉由培育學生具備以上這些「工程師專案素養」能力，相信可以為學生、學校與業界創造出三贏之局面。

課程規劃係以「思考與合作」為主軸，並藉由建構典範課程及模組化，培育出具前瞻性、未來性之人才。典範課程兼具跨領域學習、實作教學並結合產業經驗的多元產業特色課程，讓學生以共同專業知能為基礎紮實所學，以系統性思考展延觸角，進而具備知識整合的素養與能力；同時統整學生於大學之基礎及核心知能，提供其於畢業前總整先前所學知能，為將來就業或升學做準備，進而使整體學習更加穩固及深化，並運用於課程實作部分。

本課程除教導學生瞭解臺灣地區特殊地形、地質與水文情形下所發生之山坡地工程問題與災害，培養學生對山坡地工程與災害防治之認識外，並發揮作者過去於工程業界十餘年累積之經驗，教授與產業現況更加接近之解決實務問題的能力；同時結合數種更科學、理論的方法輔助教學，如雲端即時互動系統的應用、團隊合作訓練、破冰遊戲活動、標案實況模擬等，以及籌辦校外實地參訪使學生「看得到，摸得到」，邀請業師到班教授產業實況等方式，增加課程的豐富度與專業性，盼望將教學提升至新的層次，進而對學生進行促進更高層次思考之訓練，以激發主動學習的熱情，使教育不再是單方面知識傳遞，融入更多帶的走之隱形工程素養教育模式，藉此跳脫考試取向並邁向多元取向的教育

需求。使各種程度的學生皆能獲得一定的收穫，將普通的選修課昇華成「選修課2.0」，除了基本的專業知識外，更能學習到實用的技能，使本課程發展更加全面性。

貳、教學理念與特色

教育是立國之基礎，老師更是影響國家未來走向的重要推手。作者的教學理念即是以學生為根本，充實學生知識是基本，培養學習之熱情是希望，激發學生創意及「錢途」是目標，期盼學生未來能夠利用創意製造財富，並且具有取之於社會、用之於社會之精神，使國家能夠更加強盛，生生不息（圖1）。



圖1 教學理念

資料來源：修改自富圖網（2018）。設計元素_免費PNG_圖片素材庫_晉升階梯。取自<http://bpic.136pic.com/kpic/217/2015/7/16/4a01f6083adbca958bde56cab437d556.jpg>

一、知識就是力量——強化知識基礎

本課程教學目標在教導學生瞭解臺灣地區特殊地形、地質與水文情形下所發生之山坡地工程問題與災害，培養學生對山坡地工程與災害防治之認識，使學生瞭解山坡地災害之型態及發生時機，並擬定適當之工程整治對策（包含抑制與抑止工程，以及這些工程對邊坡穩定影響之分析），進而應用於山坡地之防災與整治課題。而以上學習內容，授課老師可安排整體課程三分之二時間進行基礎知識之建構工作。

由於課程本身的內涵與解決實務問題高度關聯，因此課程本身已具備需統整學生之前所學習之基礎及核心知能（土壤力學、水文學、地下水與工程地質等課程）的精神；而為了強化讓學生能夠彙整所有已具備知識，達成實際工程問題解決之目的，本課程提出下列相關配套措施以促進學生整體學習更加穩固及深化：

- （一）訓練學生提早具備專案計畫競標內容準備與簡報能力。
- （二）戶外崩塌地實地參訪結合小型專題研究。
- （三）辦理業師經驗傳承演講。

而以上跨域整合學習的地方，則需仰賴授課教師進行引導，學習內容之整合與運用，並鼓勵學生思考跨域整合之重要性，最終達到學生自主學習之目的。

二、上課不放空——多元教學、團隊合作學習

本課程除了基本知識教授外，課堂中以「團隊導向學習法」（team-based learning, TBL）之團隊分組方式進行課程內容，共同準備計畫提案報告書，讓學生不但學會與人共事，也訓練他們對自己與團隊的學習成效負責（史美瑤，2012）。同時，為增加課程之豐富與多元化，利用即時互動教學平臺進行E化教學，與學生進行第一時間的互動，瞭解學生知能的程度，根據學生作答適時地修正教學方向，避免教師過多單方向傳授，建立智慧（intelligence）、便利（convenience）與效能（efficiency）等ICE教學環境，協助老師實踐各種創新教學模式（梁仁楷、張奕華、吳權威，2015），課後給予課程相關之申論式作業題目，

讓學生針對相關之廣泛議題，進行資料蒐集、閱讀、討論，進而建立對該議題之論點，並延伸整合所學知能以加深學生對於課程內容之瞭解。

三、枕戈待旦——實務訓練

透過專案計畫提案內容的簡報，訓練學生臺風及口語表達之能力，課程設計小組互評機制，增加學生思考及提問之能力。為了讓學生更清楚業界現況與親自到現場瞭解實際崩塌災害現況，課程分別邀請與課程內容相關之業師到班分享工程實例、產業現況及工作經驗，並籌辦校外參訪以加深課程所提及之內容及現象，使學生提前瞭解產業所需之能力，使學習成果銜接產業實況，讓學生充分準備好進入職場前的準備。

參、課程內容與教學設計

一、教學方法

本課程設計之配套措施，主軸大綱如圖2所示，實際執行方式如下：

- (一) 團隊合作能力及培育責任心——團隊導向學習法 (TBL)。
- (二) 專案競標及簡報製作能力培養——接軌業界所需能力 (如圖3)。
- (三) 產學鏈結 (邀請業師演講)——拉近教室與產業距離。
- (四) 走出教室，學習更有感 (辦理校外參訪)。
- (五) E化教學輔助——建立ICE教學環境。
- (六) 培養思考、解決問題能力。
- (七) 訓練申論統整問題能力。
- (八) 擔任評審委員提供換位思考機會，並同時培養發問能力。

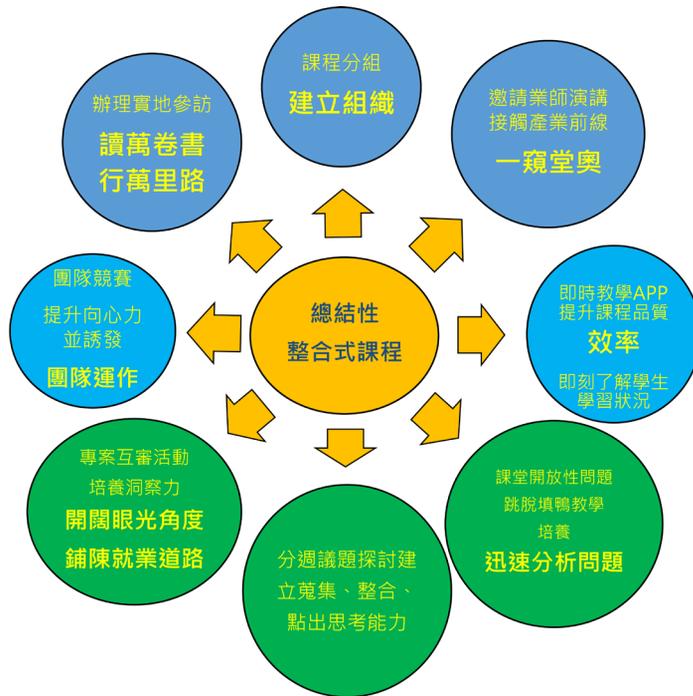


圖2 總課程執行大綱

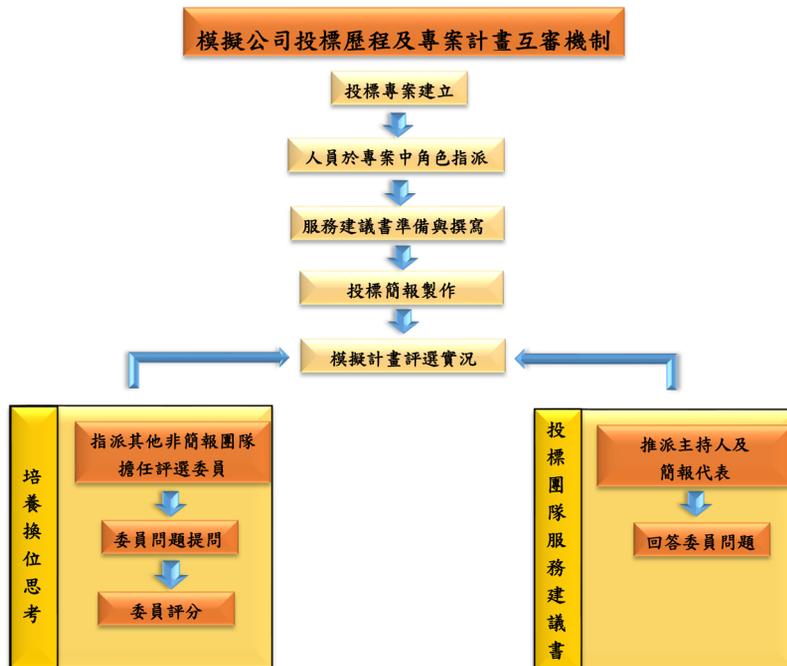


圖3 模擬公司競標歷程及專案計畫互審機制示意圖

二、評量方式

本課程評量方式之主體為個人申論式作業分數、模擬專案競標活動及參訪崩場地崩塌警戒值調查評估報告，以跳脫傳統考試作答取向之評量方式，藉此減輕學生背誦負擔，也使學生不必再「背多分」，以重思考型態作業，檢視學生學習成果，藉此使學生必須動手搜尋相關資料及吸收消化課程所教知識，並將知識內容自然地內化成學生的內涵，並且以加分方式鼓勵學生寫出對於申論式作業完成後之心得、看法、建議等回饋。最後，訂定相關作業格式需求，並訓練學生思考、整合、表達之能力。

模擬專案競標活動則為小組共同分數，並以專題式學習法（project-based learning, PBL）實施程序分為PIPER五個階段，包括準備階段（preparation）、實施階段（implementation）、發表階段（presentation）、評鑑階段（evaluation）以及修正階段（revision）（林怡玲，2015；徐新逸，2001），依照此模式應用於本專題式活動，於實施階段（implementation）要求團隊針對競標採購內容，報告團隊如何規劃完成此任務，包含：服務建議書大綱、團隊分工說明、進度等，老師針對報告內容給予建議並評分第一次團隊分數，評鑑階段（evaluation）以及修正階段（revision）則分別給予同儕互評分數（如圖4）及導師修正分數，藉此能夠更加真實呈現學生學習成果及評量公平性。本課程設計之各項評量項目及各自考核目標彙整如表1所示。

表1

山坡地工程學期成績評量項目及其考核目標

山坡地工程學期成績評量項目及其考核目標		
項目	比重 (%)	目標／能力考核
筆記	5%	培訓做重點能力
出席	10%	維持基本課堂紀律
鳳凰谷烏園邊坡 監測網調查報告	10%	觀察、分析、解決問題能力及團隊合作
專案競標活動	35%	團隊合作、產業接軌、換位思考訓練、 服務建議書撰寫、簡報訓練
申論式作業	40%	培養分析、探討問題及切入問題重點能力

肆、教學發展與實踐過程

一、團隊分組

(一) 期初意見調查

期初請學生依據過去團隊合作經驗，表達個人對團隊合作感到最困難之處（如表2），調查成果顯示：學生公認團隊合作主要遭遇困難為工作分配與協調、參與率、溝通討論等，尤其最困擾之處是部分學生有「搭便車」之心態問題。透過此調查活動與結果，除讓學生得以自省之外，並作為本學期團隊活動時避免再犯的提示。

表2

調查學生對於團隊合作困難處之意見

調查問題：What is the most difficult part of teamwork according to your past experience?

項次	學生意見	項次	學生意見
1	組員不參與作業	15	全員都有參與討論
2	分配工作	16	Communication is the most difficult part of teamwork.
3	遇到參與率低的組員	17	Some students never join the discussion
4	工作分配及溝通協調	18	大家意見分歧的時候要找一個大家都可以接受的結果的時候
5	分配工作時最困難	19	The most difficult thing is , I have to using time to convince my teammate.
6	分到比較懶散的隊友	20	組員只願意做工作分配最輕鬆的事物
7	統合意見	21	有同學不參與時，如何取捨以及溝通
8	不知道如何工作分配	22	隊友不參與討論
9	不認真偷懶耍費	23	討論困難
10	溝通協調	24	遇到廢物隊友
11	很難全組人到齊	25	無
12	工作協調	26	都拖到最後一刻才做報告
13	組員時間不一致	27	有人消失不做事只等著領成績
14	跟組員相約討論	28	討論時組員的時間不一致

(二) 團隊組成

將選修本課程之學生進行分組，一組成員最多6位，並要求以專案人力組織架構模式，推派計畫主持人、協同主持人及各種專業小組組長及組員，以組為單位進行教學活動及分組競賽，使學生除了學習團隊合作精神，亦學會溝通及討論，並且分工合作讓具備不同能力之學生能有適當之表現機會，使團隊效能最大化，發揮「強者天下，勝者為王」之團隊合作精神；此精神在未來面對無標準答案的職場環境中，藉由團隊

成員間傳達力、對話與創造歷程，可對團隊的成就創造出無限可能。

二、建立ICE教學環境——課堂即時互動平臺運用

利用即時雲端課堂教學互動平臺Zuvio進行課堂點名、隨機抽籤、即時作答等以增加課程效率（如圖5）。統計作答情形，並針對主要問題予以解惑，再由回答狀況更加瞭解學生之學習成效。



圖5 即時互動教學平臺Zuvio可即刻反映學生作答狀況

三、培養即刻思考、團隊合作尋求解答能力

利用Zuvio教學互動平臺適時給予限時開放性之問題，跳脫出是非題、選擇題之單向式作答模式以增進學生即刻分析問題、蒐集相關資料及激發團隊討論能力，進而訓練答出「思考並討論後之最佳回應而非標準答案」。

四、訓練統整問題能力

於課後給予適當開放式議題，讓學生針對議題進行資料蒐集、閱讀、討論，進而建立對其議題之論點，順帶鼓勵學生給予當週課程之心得或建議等回饋。

五、觸發組織運作——棉花糖挑戰賽

課程以組為單位進行教學時，每組成員之成長經驗、背景、專長皆有所不同，依據以往教學經驗，學生較不善於團隊合作之上課模式，且為了因應「不同領域、不同背景的專業人才合作並且展現專長」之產業趨勢，讓小組成員能夠找尋團隊內定位及發揮所長，使團隊運作順利，本課程於期初引進「棉花糖挑戰（Marshmallow Challenge）」團隊遊戲（Wujec, 2010），促使各團隊間內部能夠迅速組成實質運作的組織，最後於競賽結束後分析各組情況並點出本遊戲意義，使學生有所反思團隊合作實質的意義及方法，以發掘己身於組織內的特點及建立榮譽心。

遊戲規則為提供義大利麵條、膠帶、棉花糖等有限材料，在有限的時間內進行結構比高大賽，其中棉花糖必須至於最頂端，以搭建出最高、最穩結構之小組為贏家，並以額外加分，以茲鼓勵。遊戲目的在於短時間內強迫來自不同背景的學生建立團隊並迅速合作，此外，最重要的即是組織的形成，當成員各自按照自己的「以為」搭建不同部位的高塔並組裝，而放上棉花糖時，倒塌是必然的，故短時間內推派「執行管理者」顯得相當重要，其任務正是這些「異中求同」的事，以形成「機制」、產生「決策」、動手「執行」，當機制形成時，就有適時修正

策略的時間與機會，而非一味地往上增加高度而忽略最後的載重（棉花糖）。

本活動進行過程中可發現，冠軍的隊伍有一明顯的管理者，有條理地主持組員間的討論，逐一推敲出最能獲勝的方法，指派人員擔任掌握不同材料的數量以及統整問題所在，於有限的時間及資源下監控任務進度；由美術天分較佳的成員負責進行建造組裝並回報實際碰到問題；由結構觀念佳的成員提出模型方向等，最後以93公分的高度成功獲勝（如圖6）。部分隊伍則是特定組員進行討論及組裝，而有閒置人員狀況，於時間內無法完成；少部分隊伍則是分部組裝最後進行組裝，但結構顯得搖搖欲墜、發生組裝困難或最後關頭忽略載重（棉花糖），較無組織方向，進而使任務失敗。由以上各種情況可知不同背景的成員初次合作實有難度，經過本遊戲啟發學生對於團隊運作及方法之所有思考，同時此遊戲作為「模擬專案競標活動」前哨站，比賽過程除可促進小組內部人員定位的產生，營造討論合作氣氛之外，亦可促進小組間良性團隊競爭，使各團隊組織進行暖身活動，激發學生創意及思考，並建立小組內情誼及團隊向心力，以活絡班級氣氛（如圖6）。



運用團隊分工與溝通，以93公分高獲勝



小組結構比高大賽，場面刺激熱絡，激發小組向心力

圖6 運用遊戲觸發團隊組織運作

六、漸進式思考

同儕間的討論交流需要以個人的想法為基礎，所以在討論的機制設計上就會是「先個人思考，再團隊討論」。必須讓學生先進行自學、思考，也能讓學生先使用紙筆將想法或解題步驟寫下來，接著才進行討論（梁仁楷等人，2015）。

七、產學連結

安排業師至課堂進行經驗傳承，分享與崩場地調查整治有關之工程實例、產業現況、工作經驗與勉勵，並提出大方向趨勢，使課程與最新之產業現況連結（如圖7）。



圖7 業師傳承——邀請業師到班進行演講，使課程與最新之產業現況連結

八、模擬業界實況

模擬私人顧問公司爭取政府標案歷程，要求各團隊成立工作小組與人員任務指派（主持人、協同主持人、工作項目組長等），讓學生及早學習相關經驗，並以各組輪流派出審查委員之模式進行互評，使學生能夠於不同立場時之角色扮演提出問題、思考問題、回答問題，以達到訓練思考及互動式提問之訓練、瞭解未來產業實際遇到狀況之應對方法，並依照前文所提之專題式學習（PBL）實施程序分為PIPER五個執行階段：

（一）準備階段（preparation）

老師事先準備崩場地災害調查與整治規劃之採購內容，採購內容依課程內容進行設計，請團隊成員針對此備標任務進行內容大綱討論與意見交換。

（二）實施階段（implementation）

小組分配工作，選定計畫主持人、協同主持人、專業小組成員等角色配置，並請團隊成員派代表簡報未來執行之架構內容，最後由老師進行評論及改善建議，並給予各團隊初期分數。

（三）發表階段（presentation）

由計畫主持人主導模擬標案進行之過程，並由報告人將各組服務建議書以簡報形式呈現，把成果及投標內容規劃構想於課堂中向其餘組別派任之評審委員報告說明。

（四）評鑑階段（evaluation）

由於現實中僅有少數工程菁英有擔任業界專案競標評審委員之機會，為使學生能夠體驗評審主委以不同視角觀看問題之經驗，故於本課程中安排臺下其餘組別派任之評審委員模擬問題探討與提問，培養學生

發問及換位思考之能力（如圖8），並針對評分標準之問題給予決定分數（如圖9），作為服務建議書及簡報內容品質之評分。此訓練讓學生於未來準備服務建議書時，可以更清楚地知道該如何準備出符合審查委員所期待的內容。



圖8 模擬爭取政府標之小組互審現況

案名：「安通地區崩塌地整體調查與規劃」

籤號：3 日期：107年12月24日

優勝廠商評選表

評 選 項 目	配 分	參 與 評 選 團 隊	
		公 司	評 分
A、服務建議書內容： (1)對計畫瞭解程度？-2 (2)進行方法是否明確可行？-1 (3)內容分項及預期成果是否符合需要？-2	30	25	
B、執行能力與研究人力： (1)人力配置是否得當？-1	10	9	
C、進度規劃： (1)工作時程安排是否合宜？-2	10	7	
D、簡報內容及答詢： (1)簡報內容是否清楚傳達工作計畫書內容-2 (2)主持人簡報表現？-2 (3)主持人或團隊成員回答問題表現？-2	50	44	
評分合計（請委員加總填寫）	100	85	
評 選 委 員 意 見	<p>忽略崩塌地之因素(降雨量、水文等)說明即通過。 團隊回答時,僅兩人進行回答,有主持人分工以外的內容 其無法解釋,可能需其他成員一同上台。</p>		

註一、各評選項目之評分以其配分為上限。
 註二、請各出席委員依指定評選項目評定單項評分，加總後填入評分合計欄，並請依評分合計高低，排定序位。
 註三、評分未達70分之廠商請委員加註評核意見。

委員簽名 邱○文

圖9 評審委員評分及意見圖

（五）修正階段（revision）

由導師做總結，提出學生未看見之論點並適時給予正確流程觀念以及分享業界標案實例，使學生能夠修正觀看問題的方向；再者，因學生初次擔任評審委員之經驗不足，為不影響公平性，老師除針對互評分數成果進行審查之外，必要時再給予適當分數調正。

九、辦理校外參訪

臺灣位處颱風主要路徑及環太平洋火山地震帶，造就地質脆弱、敏感的特性，為讓學生加深山崩地及斷層等自然現象知識，安排到南投車籠埔斷層遺址及鳳凰谷鳥園實地參訪地滑地災害現況以及相關監測系統。鳳凰谷鳥園位處南投鹿谷鄉，附屬於國立自然科學博物館，部分園區因受69水災造成位移50公尺之地滑奇景，其災後安裝雨量計、孔內傾斜計、坡度計等多種監測系統，並界定警戒值以提供園方參考，但部分儀器訂定之警戒數值不符現實情況，造成超出警戒值範圍，但坡地卻未發生變動，類似「狼來了」的現象出現；故藉由瞭解此問題，安排學生實地訪查任務（如圖10），以團隊合作方式結合小型專案研究的方式，請各團隊分析園區監測資料與實際情況問題，提出解決方案與建議，以訓練學生解決實際問題能力，使學生對本課程更加感到興趣及讓本課程更具多元化，以落實「走出教室，學習更有感」之教學目標（如圖11）。



圖10 地滑地水位觀測孔介紹及觀察



圖11 辦理校外參訪活動「走出教室，學習更有感」（參訪鳳凰谷鳥園）

伍、反思與建議

一、改良分組方式

本學期的分組方式係透過期初意見調查，以自由組隊之方式分組；但部分學生較為被動，造成某些組別成員有年級不同、身分不同（陸生、僑生等）、出席狀況不穩或個性較獨來獨往之學生被分配成一組，於需團隊合作時有部分學生固定缺席或不參與討論之情形。未來改進方向可能將剩餘學生打散分布各組，以協助這類學生學習，也希望其他組別學生能夠學習接納及以良性影響方式使上述狀況能減少；同時因團隊的任務包含了高挑戰性的作業，將不同程度背景的學生放在同一組，可以匯聚更多的資源（學生）一起學習（史美瑤，2012）。

二、建立比賽公平性

在進行合作競賽與學期成績額外加分活動時，部分進度落後之組別要求延長比賽時間，應將規則訂立的更加明確，以建立比賽公平性並激發學生的求勝心。

三、給予問題引導方向

學生首次學習擔任評審委員時常有不知如何發問或不習慣發問之情形，老師協助引導提問大方向問題，能使臺下擔任審查委員之學生有所啟發，進而想到不同面相之問題。

四、參訪地點之選擇

本課程為使學生加深山崩地及斷層等自然現象知識，安排到鳳凰谷鳥園地滑地及相關監測系統實地訪查、車籠埔斷層遺址訪查，進行一天來回之校外參訪；惟路程遙遠，無法駐足較長時間且進行更深入之觀察與探訪，未來須考量參訪地點之距離與車程時間，以安排適當教學地點。

五、加強模擬投標課程之說明

學生對於產業之人才要求特質認識薄弱，且無競標作業流程之相關經驗，對於模擬投標過程中每個角色需扮演之責任義務不熟悉，故需加強學生對專案計畫投標準備內容之理解，使團隊及各成員更清楚所需準備內容及肩負起所指派角色之責任。

六、第二領域（非工程）專長的培養

STEAM（科學、科技、工程、藝術與數學）的教育理念，是要培養學生能面對真實世界挑戰的能力，也是目前教育界大力推動的教育理念之一，其中A的部分是代表藝術。目前本文中所談論的概念，仍以偏向STEM為主，即傳統工程科系強調的框架；然而工程如能與藝術結合，將跨入工程美學的領域，因此，在安排業師到班分享的單元中，可安排具有工程美學或是藝術專長的業師，藉此提升學生的美學知識，培育另一個非工程之專長，也可讓學生在未來工程設計之作品展現更多元的面貌。

七、納入坡地防災教育內容

目前山坡地工程傳授的知識係以調查、規劃與整治等知識為主，多以工程手段方式達成災害發生；然而面對氣候變遷導致降雨集中引致之大規模崩塌災害之議題，政府除了編列工程整治預算外，新防災的思維係同時逐漸輔以教育導向的非工程手段來推動。因此，建議在課程內容中，除了傳統工程學理知識外，亦可納入坡地防災教育單元等內容。藉由此教育單元的知識授予，結合本研究的教育理念之一「實務訓練」，要求每一個分組團隊設計教育宣導內容，針對坡地災害高潛勢區的社區民眾與中小學生，選擇適當社區或教育單位，實施坡地防災教育，讓學生得以將所習得之山坡地工程知識學以致用。

八、課程安排與師資條件注意事項

本文提出之課程屬於「總整課程」，主要目的為體檢大學四年之學習成果。首先，應注意學生是否已具備土壤力學、水文學、地下水與工程地質等相關課程之專業訓練，故本課程之開設時程可安排在學生已習得這些相關領域課程之年級，或選修前須限定學生對這些相關領域課程之熟習程度，方可達成較好的學習效果。另外，由於本研究主軸之一係結合專題式教學，俾培育學生發現問題、分析並解決問題之能力，讓學生在山坡地工程教學具跨域整合、創造附加價值等面向受到訓練，故授課老師之整合能力將攸關課程之成敗。建議授課教師應具備這些專業領域的能力，如果缺乏其中某些領域，可採多個老師合作開設的方式因應。

陸、教學成果回饋

本學期跳脫傳統考試取向，避免考試數字誤判學習成果與邁向多元教育取向的需求，學習評量改以申論式作業、野外參訪調查報告及模擬專案競標活動表現等三大主軸作為評分，以瞭解學生於本學期之實際收穫及相關素養培訓成效。

由學生繳交之作業內容品質、期初到期末小組報告時臺風日益穩健以及報告內容日趨完整透徹等表現，顯示本課程創意教學效益顯卓；同時，由學生於課堂報告主動給予之心得回饋內容可知，其整體知識水平、工程素養以及個人價值內涵等皆有所昇華，尤其是對於山坡地災害的分析及防災觀念能提出相對應的策略，並且經過一系列課程介紹而對大自然的力量由衷地敬畏。以下針對三大評分主軸成果說明如後。

一、課堂作業及心得反饋

由繳交之報告發現大部分學生相當認真的思考，懂得延伸題目之意義，能主動查詢相關議題並附於報告中；同時部分學生也相當樂於主動回饋教學意見及心得，使教學品質提升，教師得以適時地修正教學內

容，並朝學生有興趣之方式「客製化」（如表3）。

表3

學生心得——課堂作業及心得反饋

項次	學生分享內容
1	<p>做了這次的作業，前半部的內容感覺與水文學有很大的關係，在一個山坡地的整治工程中，水文是一個重要的因素，山區常常因為入滲水太多導致山坡滑動，所以對水的監控顯得格外重要；後半部的作業則與水土保持很有關係，這證明了一個好的山坡地工程必然與水土保持有很大的關係，因為一旦水土保持沒做好會造成很多嚴重的災害。經過這次的作業我對於山坡地工程更加瞭解，希望於未來這方面能學習更多專業知識。</p>
2	<p>自己完成坡地坍塌類型之整理，對於山坡地之瞭解又更進一步且更加完整，對一般人來說崩塌事件最明顯的現象就是土石流，對學過山坡地工程學的我們，要具備分辨土石流及坡地崩塌之能力，進一步分析坡地崩塌之類型（順向坡、楔型或圓弧型滑動及傾翻等）。對於崩場地之周邊之民宅進行狀況審視，若具威脅則應該適當處理或撤離，以減少發生生命及財產得損失。初步治理對策:建議進行排水、減少雨量入滲、植生、邊坡保護工程、野溪兩岸保護工程與興建攔沙壩等，希望使瀨頭地區後續災害降低。</p>
3	<p>透過上網查詢高雄小林村崩塌事件空拍圖，發現大規模崩塌及順向坡滑動正好在居民住宅區，短時間內之強降雨（莫拉克颱風）加上地質上（泥質砂岩）之問題，導致此次悲劇的發生（400人以上的傷亡及失蹤）。經過此次慘痛經驗提醒我們應該特別著重下列兩項調查重點及一項水土保持觀念：</p> <ol style="list-style-type: none">(1) 加強順向坡腳穩定調查，並圈畫危險順向坡；(2) 普查各部落後山山坡之穩定性，尤其著重聚落後方是否有「高長坡」之潛勢危機；(3) 高地及稜線附近的緩坡地是山體地下水的主要入滲區，故必須加強保育，以免加重高地周圍山坡的地下水輸出負擔而致災。

二、野外參訪與業師傳承

(一) 由學生之鳳凰谷鳥園邊坡監測網調查報告內容發現，各組皆能相當認真地分析探討該區域崩塌警戒值不準確的問題，且能提出具體解決辦法。此外，雖然本次參訪旅途遙遠，但於調查報告的個人心得中得知大部分學生對於本次校外參訪相當滿意，對於監測系統、山崩地自然景觀頗有心得，實感欣慰（如表4）。

(二) 業師經驗傳承演講課程中，學生神情專注聆聽且於課中踴躍發問，課後亦有不少學生留下發問職場經驗及工作相關問題，師生互動甚歡（如表4）。

表4

學生心得——野外參訪與業師傳承

項次	學生分享內容
1	<p>上週五到鳳凰谷鳥園參訪，對我來說地滑監測儀器是十分陌生的東西，透過參訪，見到儀器實際運作的樣子，把上課的圖片實體化，對儀器有了初步的瞭解。我看到大多數的儀器接上太陽能，將資料自動回傳資料中心，當變化量超過警戒值時會主動響起撤離警報，還有一些傾度盤裝在結構物上，只能依靠人工判讀，判讀較為麻煩。儀器設置的位置也十分重要，透過專業知識瞭解各儀器特點，在有限的經費中發揮最大的效用，這是當工程師最大的價值。</p>
2	<p>這次的野外參訪是一天來回，我們要在一天內參觀鳳凰谷鳥園生態園區以及車籠埔斷層保存園區，我們最主要的是去鳳凰谷鳥園觀察邊坡不穩的現象。雖然車程比真正參訪的時間還要長，不過我在這短短的兩三個小時內認識了很多地質鑽探後所留下的孔洞和監測系統的設計，還實際看到許多的地質災害，例如：有光禿地、地層擠壓、路基掏空、地滑、建物破壞、龜裂、落石等等的地質災害。</p> <p>接下來是斷層園區，這裡有921大地震完整保留地質調查的開挖面，雖然有解說員為我們做解說，但是由於人太多，所以我聽不</p> <p style="text-align: right;">（續下頁）</p>

-
- 到解說員說話，我就自己到旁邊晃晃，我就發現到他有兩臺電腦是專門介紹斷層的，我就到那裡聽聽這裡的斷層介紹，後來還有利用投影動畫仔細介紹形成原因，最後還留了一些些的時間給我們參觀，當時真的玩的超開心的，這應該就是所謂的邊玩邊學習吧！

經過這短短的兩三個小時的參訪，讓我學到了很多很多，也發現大自然中有許多已經被破壞，以及大自然的力量是我們人類目前還無法掌握預測的，這次的參訪真的受益良多。

-
- 今天的演講雖然還是有很多地方並不完全瞭解為什麼，由於我無法在一結束就能想到問題如何問，因此我選擇留下來向演講的老師請教一些問題。問完後能夠確實感覺到他們在公司工作時他們
- 3 所做的事情，幾乎都是我們還沒學到的東西，當然也有許多新的方法是我們不知道的，經過這次演講後才真正瞭解到我現在所學的知識、技能想在外面公司存活實在有點困難，未來還有許多知識等著我去發現及學習。
-

三、模擬專案競標活動

該活動時程約為半學期，從投標專案建立、專案中角色指派、服務建議書撰寫、投標簡報製作至模擬計畫評選實況，由定期進度報告中發現各組學生之簡報內容脈絡與內涵漸趨完整明瞭、團隊核心分工運作從僅有大綱的分工到包含時程及跨專業合作之組織結構、主持人臺風口條、傳達簡報重點及即時回答問題等能力皆有顯卓之進步。由上述現象可知經過此模擬專案競標活動，學生整體表達傳遞能力、製作投標簡報技能及自信心皆有所提升，達到工程師專案素養培育融入課程之核心目標（如表5）。

表5

學生心得——模擬專案競標活動

項次	學生分享內容
1	<p>水土保持方法大致可以分為工程、農藝與植生方法，每個方法都有不同功效，但是通常需要不同的方法互相配合才有最好的效果，同時也要因地制宜，找尋最適合的方法才能達到水土保持的目的。</p> <p>臺灣地狹人稠，中間有中央山脈分隔東西部，多數的河川均為東西向，因地形險峻、河短流急，造成水資源儲存不易，洪災發生風險較其他國家高。此外，因為土地資源相當有限，所以人們在山坡地開發成為不得已之選項，而過去由於國人對於山坡地特性不夠瞭解、規劃設計的不當及防災知識的不足，常常是山坡地失去原有面貌，造成坡地自然環境系統失衡，進而釀成地滑、崩塌、水土流失等重大災害，現今我們應該去重視這樣的問題，才能與之長存。</p>
2	<p>工程沒有一定對的答案，但是有最好的答案，如果依照這次競標的題目敘述，我會希望能夠先把問題羅列出表，然後依照問題分門別類，再依照嚴重性及重要性、立即性等條件，排出優先順序；針對不同的問題，採用自己最好或是前人的經驗來選擇適當的工法並進行整治作業。整治結束後需定期監測是否有達到預定目標，以及是否有新的問題產生。</p>

致謝

本論文感謝國立臺灣海洋大學學院教學品質提升計畫經費補助。

參考文獻

- 中華工程教育學會（2012）。關於IEET認證。取自<https://www.ieet.org.tw/Info.aspx?n=whatisac>
- 史美瑤（2012）。以學生學習為中心的教學：團隊導向學習法。評鑑雙

月刊，38，29-32。

林怡玲（2015）。想培養出未來的人才，不能不認識PBL學習法。取自
<https://gfamily.cwgv.com.tw/content/index/1973>

徐新逸（2001）。如何利用網路幫助孩子成為研究高手——網路專題式
學習及教學創新。臺灣教育，307，25-34。

梁仁楷、張奕華、吳權威（2015）。「TEAM Model TBL團隊合
作學習模式」之理念與實踐案例。取自[http://www.habook.com.
tw/eteaching/habook_epaper/2015/20150115_TEAM_Model_
TBL/20150115_TEAM_Model_TBL.htm?fbclid=IwAR1RGoV3m9XP
bt0v4WextknBJk8HooVqC-EJfNKyPNf4QmiIOjqk5Uut_A](http://www.habook.com.tw/eteaching/habook_epaper/2015/20150115_TEAM_Model_TBL/20150115_TEAM_Model_TBL.htm?fbclid=IwAR1RGoV3m9XPbt0v4WextknBJk8HooVqC-EJfNKyPNf4QmiIOjqk5Uut_A)

富圖網（2018）。設計元素_免費PNG_圖片素材庫_晉升階梯。取自
[http://bpic.136pic.com/kpic/217/2015/7/16/4a01f6083adbca958bde56ca
b437d556.jpg](http://bpic.136pic.com/kpic/217/2015/7/16/4a01f6083adbca958bde56cab437d556.jpg)

Wujec, T. (2010). *Build a tower, build a team*. Retrieved from [https://www.
youtube.com/watch?v=H0_yKBitO8M](https://www.youtube.com/watch?v=H0_yKBitO8M)

Giving Students Marketable Skills: Incorporating Project Literacy of Engineers into the Slopeland Engineering Course

Shih-Meng Hsu*

Abstract

This paper outlines the innovative teaching model and evolution of the Slopeland Engineering course taught at the Department of Harbor and River Engineering at National Taiwan Ocean University. In addition to delivering basic professional knowledge, this course attempts to break through the conventional pedagogical framework, which is based on exam-oriented education, by incorporating project literacy of engineers into the curriculum. This novel teaching model consists of various techniques, including project-based learning, development of skills to identify, analyze, and solve problems, preparation of project proposals and presentations, and assumption of different roles (e.g., PI (project investigator), Co-PI, and committee members) in a competing project. Through such training, students can participate in “real world” problem-solving in advance and achieve the learning objective. The teaching process involves the preparation of a variety of teaching content to enrich the curriculum. This innovative teaching model has established a learning platform for students that helps them connect with industry and prepares them for the future job market by making them highly competitive.

Keywords: cultivation of project literacy of engineers, project-based learning, training of transposition thinking, team-based learning



DOI : 10.6870/JTPRHE.201912_3(2).0001

Received: October 17, 2019; Modified: January 8, 2020; Accepted: January 10, 2020

* Shih-Meng Hsu, Assistant Professor, Department of Harbor and River Engineering, National Taiwan Ocean University, E-mail: shihmeng@mail.ntou.edu.tw

