



National Cheng Kung University
Hydraulic & Ocean Engineering

水土保持局 技術研究發展小組

Weekly Seminar



計畫編號：109保發-11.1-保-01-06-001(6)

以創意實作融入防砂壩下游 保護及貯砂功能評估之教學 模組研發

執行單位：國立成功大學

執行期間：109.02.06至109.12.31

計畫主持人：賴悅仁 副教授

報告日期: 2021.04.06

一、前言

1.1 擬解決問題

「水土保持」及「土石流防災」**向下扎根**的教育有其**重要性**及**迫切性**。傳統的水土保持工程及水利工程科系正面臨著**轉型的危機**，我們迫切需要培育出，**能創新、以跨領域思維面對問題、並有勇氣將想法實踐的人才**。

大漢溪巴陵壩(非透過性防砂壩)，
2007年韋帕颱風後潰壩。

九份二山堰塞湖溢洪道之**透過性梳子壩**，
2008年卡玫基颱風豪雨後沖毀。



在水保局多年的努力下，豐富、多元又美觀的防砂壩設計**屢屢獲獎**，而這些優秀的工程設計不僅能發揮其水利及防砂功能，亦是**最佳的教學素材**。



東西坑溪五期工程 (第16屆公共工程金質獎)



蘭島溪會呼吸的防砂壩 (陳樹群教授)

研究缺口及重要性

雖然已有許多高等教育單位投入實作教學，**但針對以「創意實作」融入「水土保持」及「防災教育」的高教單位就相對較少**。因此，我們急需開發這類型有趣的實作教學模組，以點燃學生學習的熱情。更重要的是，開放學生參與、主導、形成解決問題的能力，**從「做中學」是燃起動機最有效的學習方式**。

一、前言

1.2 計畫目標

- 本計畫之主要目的即是針對「防砂壩下游沖刷保護之研究」及「透過性防砂壩貯砂功能之評估」研發創新之教學模組，在成大水利系大二下之「河工學」中執行，讓學生從模型實作中，體會水流、土砂及水工結構物三者之間的互動關係。
- 修課學生可以透過課程中的實作活動，發揮創意、測試點子、修正模型，進而產出新型態之防砂壩下游保護工法之原型，並引導學生開創實用又美觀之透過性防砂壩，以討論其貯砂功能。透過實作之教學過程，點燃學生對於「水土保持」及「土石流防災」的重視與熱情，以達到創新水土保持教育宣導之實質目的。

二、執行方法

本計畫將修課學生分成**兩群六組**，共20人，進行以下兩個核心主題探討：

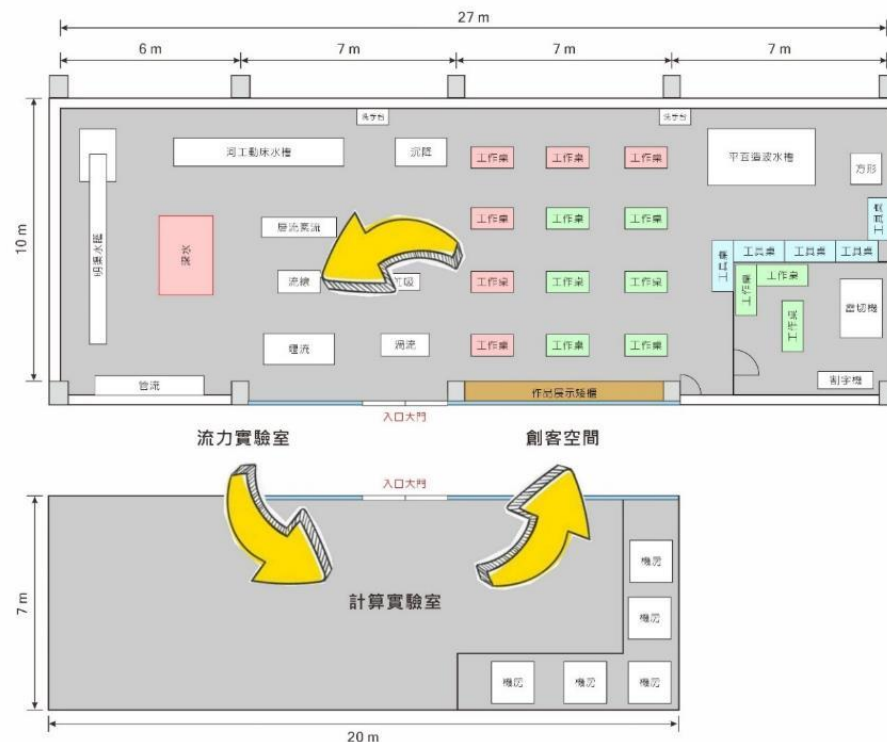
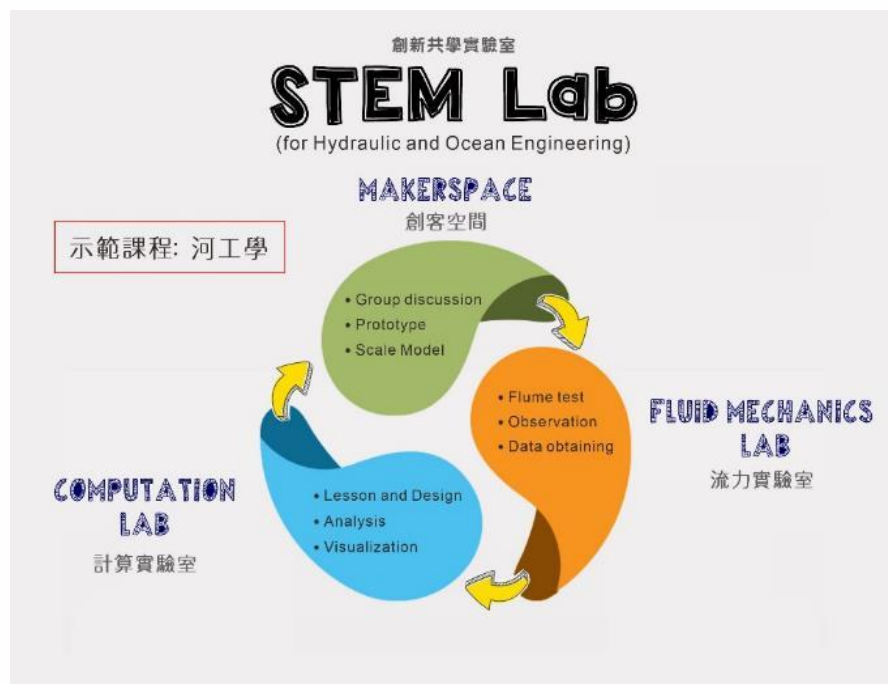
第1群 (3組學生)：以防砂壩下游沖刷保護設計為主題。

第2群 (3組學生)：以透過性防砂壩貯砂功能之評估為主題。

於成大水利系之**創客空間**及**電腦教室**中執行。



搭上成大水利系正積極打造水利系專屬之**STEM Lab** (Science, Technology, Engineering and Mathematic Laboratory)之列車，未來將**串聯**、**整併**流體力學實驗室(Fluid Mechanics Lab)、**創客空間**(Makerspace)及**電腦教室**(將更名為計算實驗室(Computation Lab))。



三、成果報告

3.1 教案說明

- 河工學之定位為進階創意實作課程，對象為水利系大二的學生。本課程已預設修課的學生都修過本計畫主持人於大一開授之「工程圖學」(初階創意實作課程)，因此該具備基本的SketchUp 3D工程繪圖能力，並於大一時曾使用過創客空間之五金工具，也曾參與過簡單的木工實作活動。
- 因此，河工學之課程中除了介紹基本的河川水砂特色、河川型態及河川工程(堤防工程、護岸工程、丁壩工程、固床工、堰及防砂壩等)之外，最大的不同即是採小班制、專題實作及成果發表會的方式進行。課程大綱也做出大幅度的調整，過去可能18週都是授課，其中有兩週是考試。本計畫將單純授課的方式，濃縮到只有7週，剩下的10週是創意實作活動，還有1週是以期末成果發表會取代傳統的期末考試。

課 程 大 綱			
週次	授 課 綱 要	講授/實驗/實習	時數
1	河川概述、分組	講授	3
2	河川概述	講授	3
3	河川工程：堤防工程、主題發想活動	講授/實習	3
4	河川工程：護岸工程	講授	3
5	河川工程：丁壩工程	講授	3
6	河川工程：防砂壩	講授	3
7	主題實作 (一)：水泥工法	實習	3
8	SketchUp 3D 設計(一)：以里仁溪二期工程為例	講授/實習	3
9	主題實作 (二)：木工工法	實習	3
10	SketchUp 3D 設計(二)：以東西坑溪五期工程為例	講授/實習	3
11	河川工程：固床工 主題實作 (三)：各組進行 SketchUp 模型繪製與討論	講授/實習	3
12	主題實作 (四)：完成 SketchUp 設計、報告設計理念及功能	實習	3
13	主題實作 (四)：雷射切割機簡介、製作施工圖、安排施工步驟 (繳交設計檔案及施工圖)	實習	3
14	主題實作 (五)：製作防砂壩及固床工之紙板原型	實習	3
15	主題實作 (五)：混凝土灌模	實習	3
16	主題實作 (五)：脫模、打磨、修整	實習	3
17	主題實作 (六)：設計作品說明文件、美化、故事化作品	實習	3
18	期末成果發表會：口頭報告設計理念、施工圖、水槽實測	實習	3

3.2 優選作品評論與創新

在課程中，我們挑選出水保局曾獲選公共工程金質獎之作品，教導學生繪製其3D SketchUp模型，並引導學生創新設計。

「東西坑溪五期工程」



水土保持局 南投分局

105年度 (第16屆公共工程金質獎)

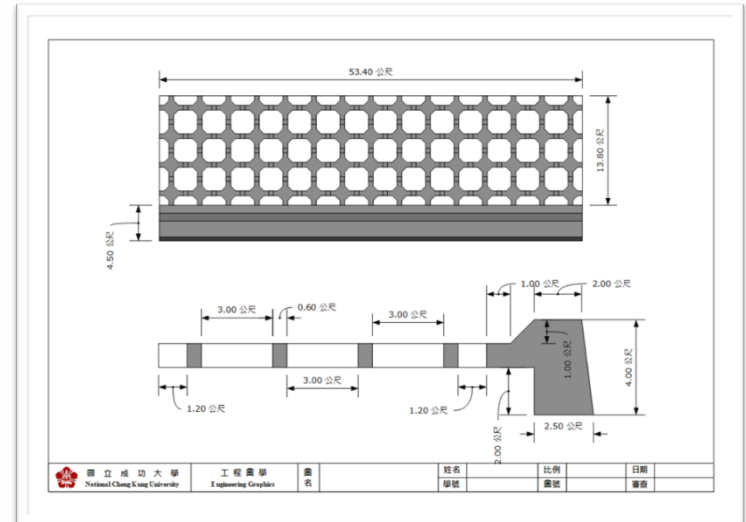
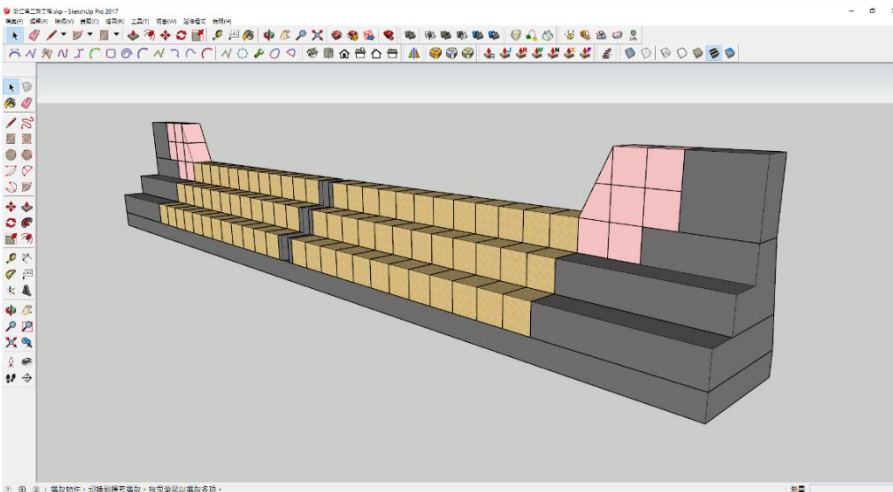
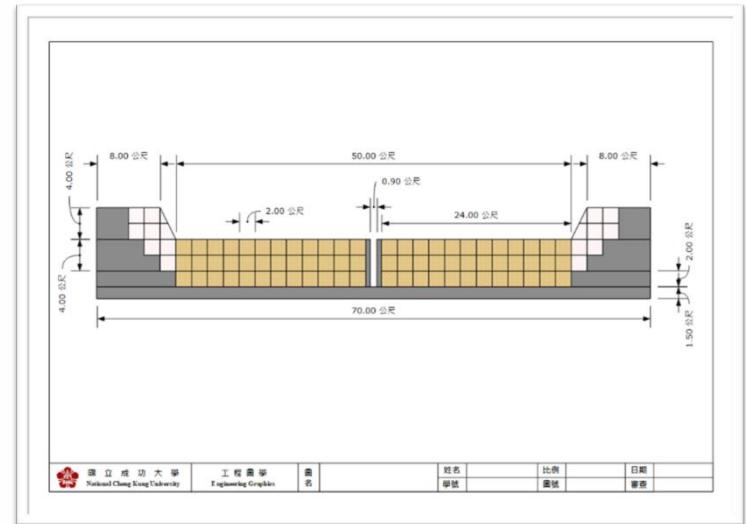
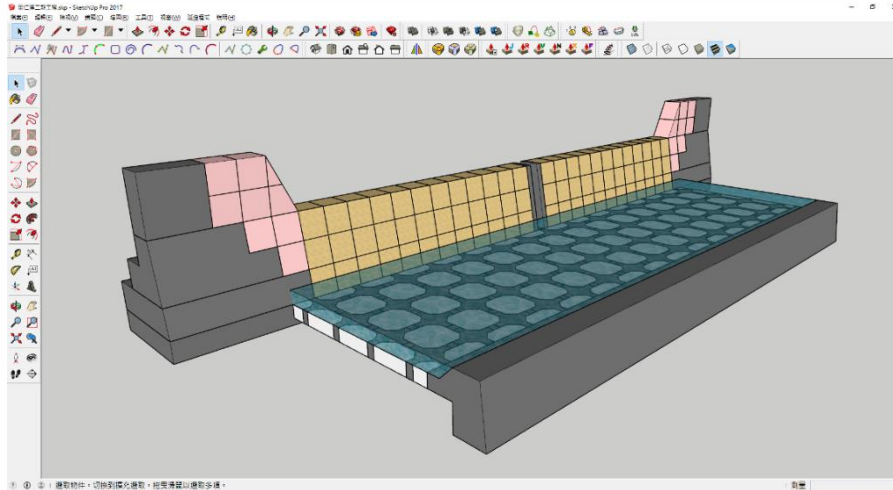
「里仁溪二期工程」



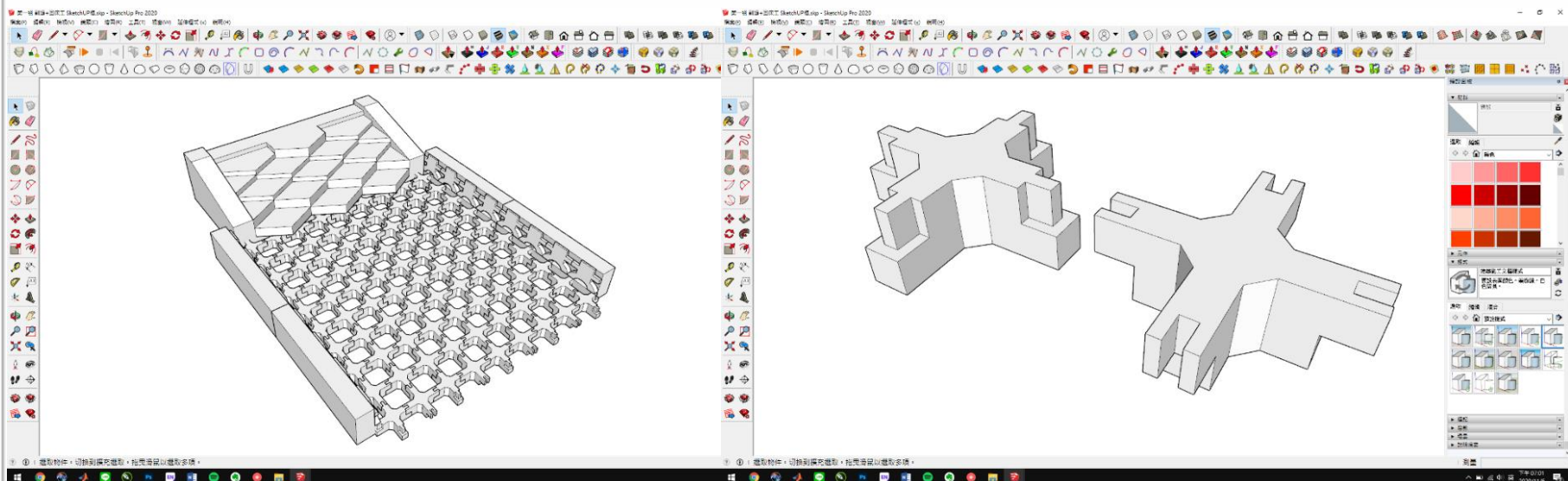
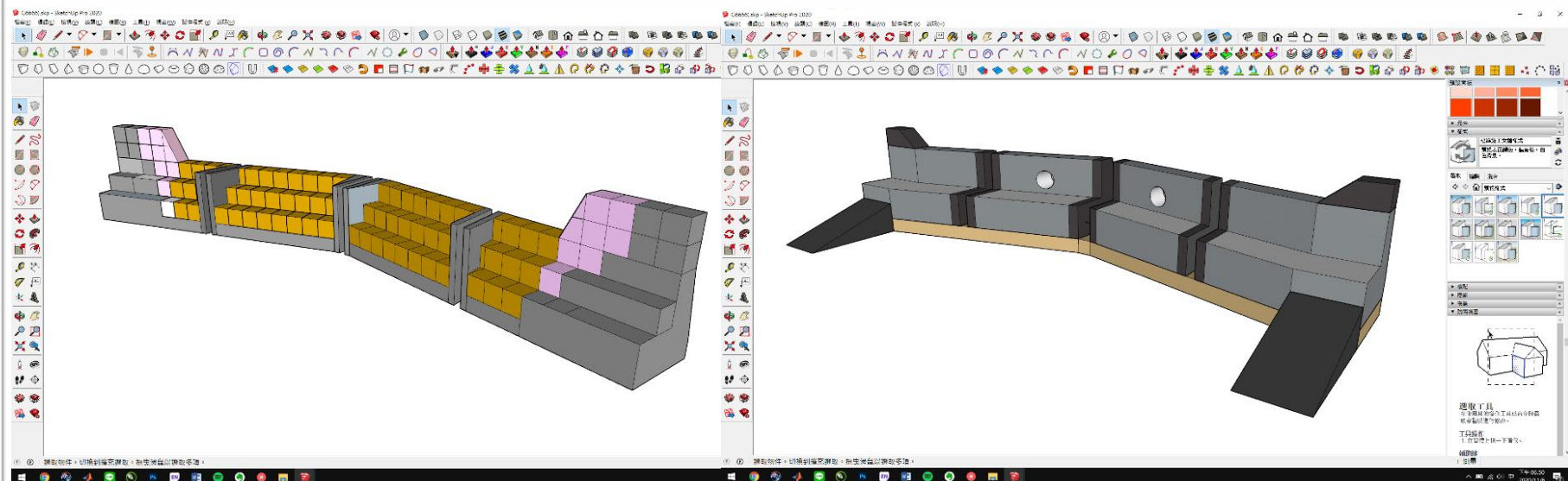
水土保持局 台南分局

2016年度 農委會 優良農建獎 佳作

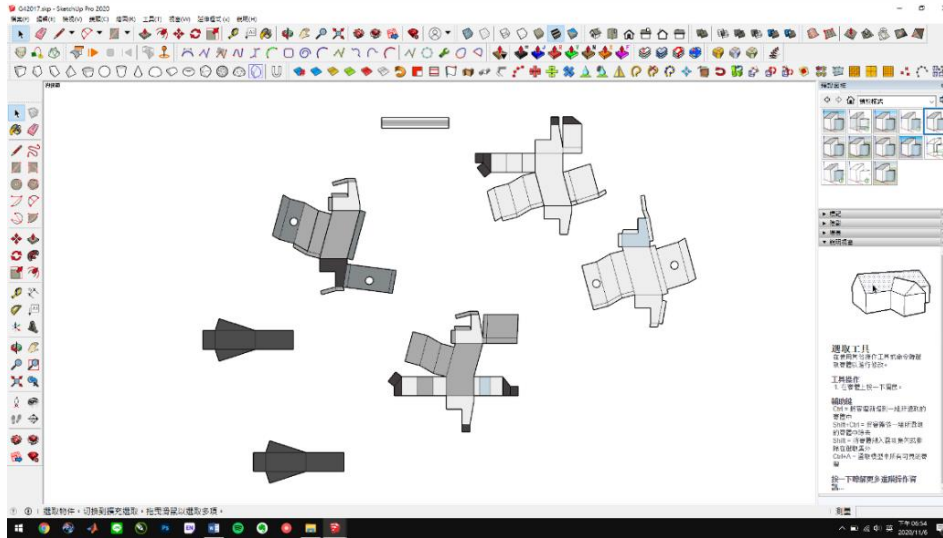
案例1: 里仁溪二期工程之3D模型及施工圖



學生設計之透過性防砂壩及下游保護工



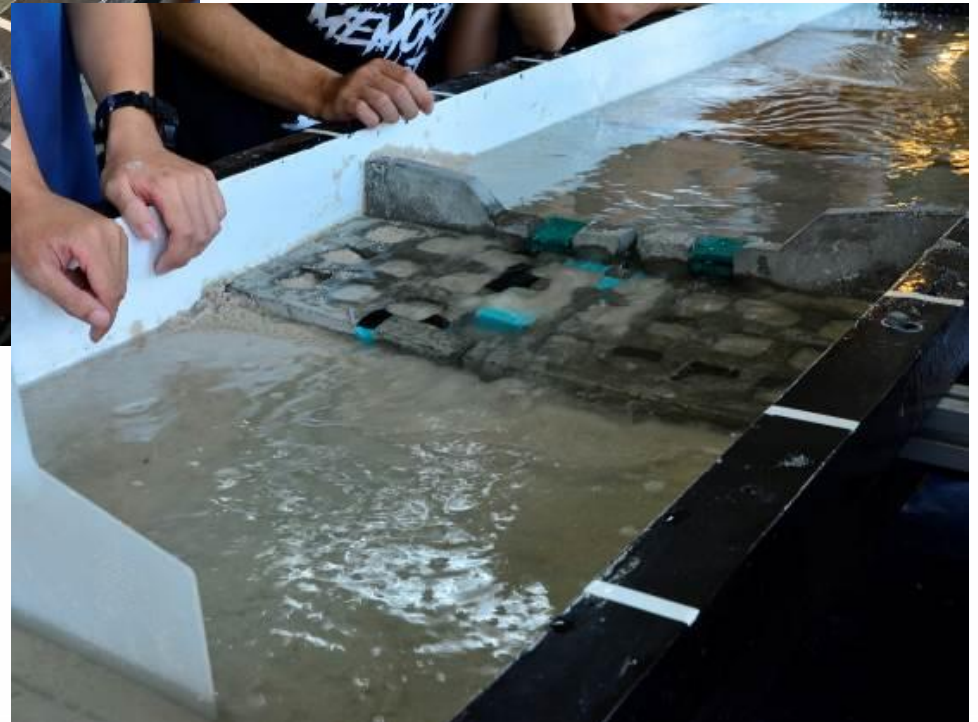
透過雷射切機製作3D厚紙板模型



經過灌漿、拆模、打磨、養護等過程，完成1:100之混凝土模型



水槽試驗，體驗水、砂、結構物互動之關係



案例2: 東西坑溪五期工程之3D模型

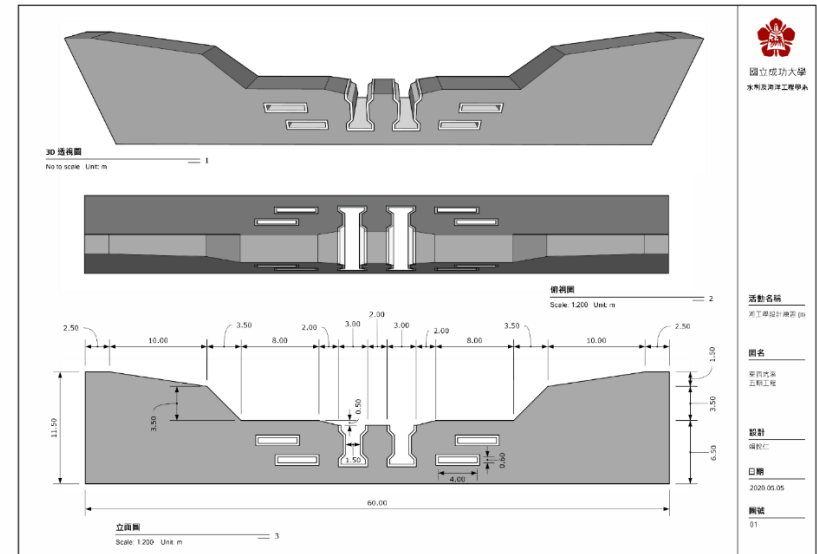
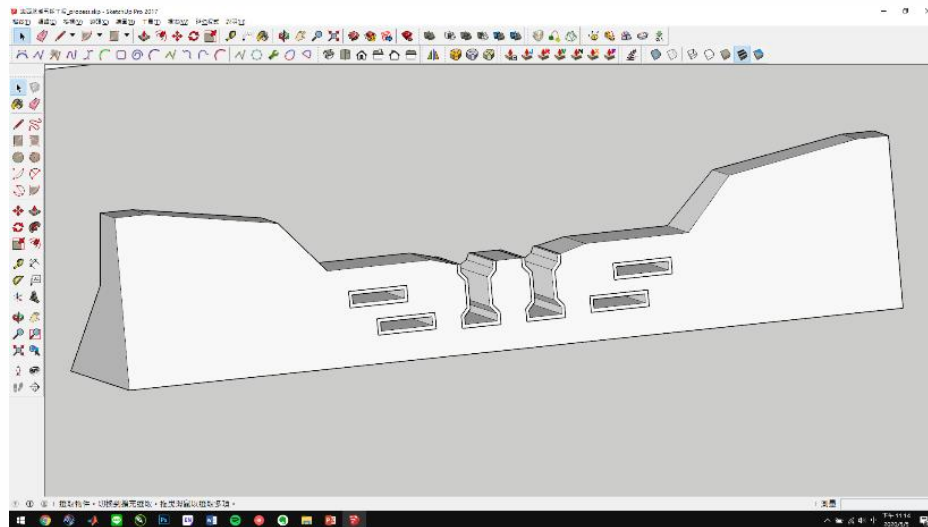


防砂壩

防砂壩開口考量在地文化，
融入鄒族元素



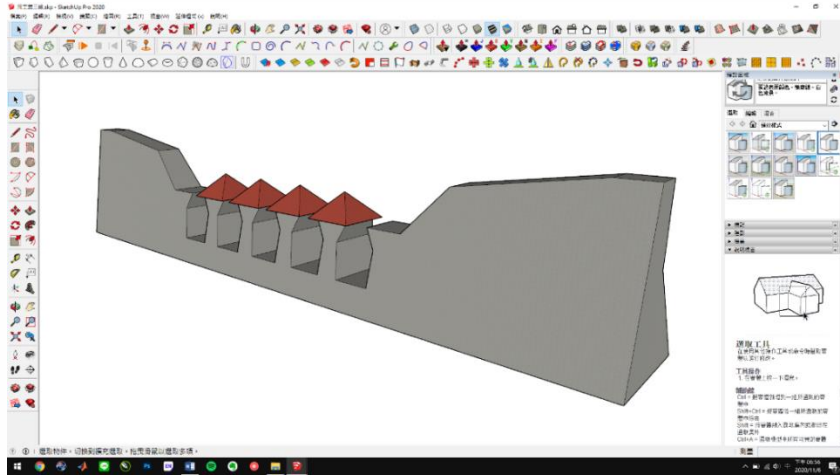
剛強果敢的鄒族勇士



東西坑溪五期工程1:100之混凝土模型



學生以台南安平古堡為意象設計之透過性防砂壩



五、結論及建議

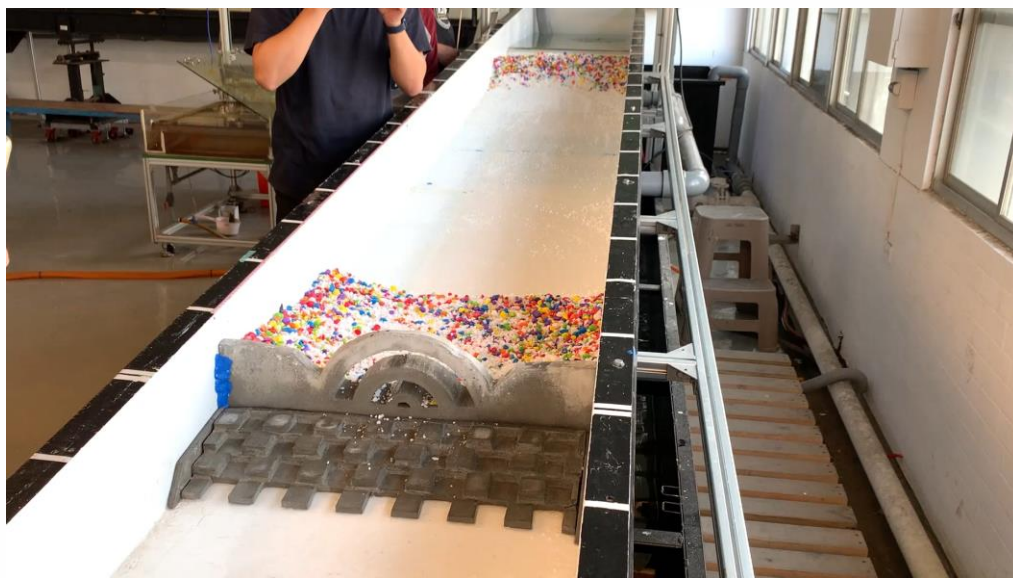
5.1 結論

- 本計畫針對「防砂壩下游冲刷保護之研究」及「透過性防砂壩貯砂功能之評估」兩大議題，**研發創新之教學模組**，讓學生從模型實作中，體會水流、土砂及水工結構物三者之間的互動關係。
- 計畫於執行過程中開發了許多混凝土縮尺模型之**三維繪圖方法**與**施工技法**，學生於期末成果展中皆能將自己設計製作的透過性防砂壩及下游保護工模型送進**動床水槽中測試**，**直接觀察水工結構物與水砂之反應**。
- **課後學生都有非常強烈的感受**，期望未來可以再次精進此創意實作教學模式，持續點燃學生對於「水土保持」及「土石流防災」的重視與**熱情**，以達到創新**水土保持教育宣導之實質目的**。

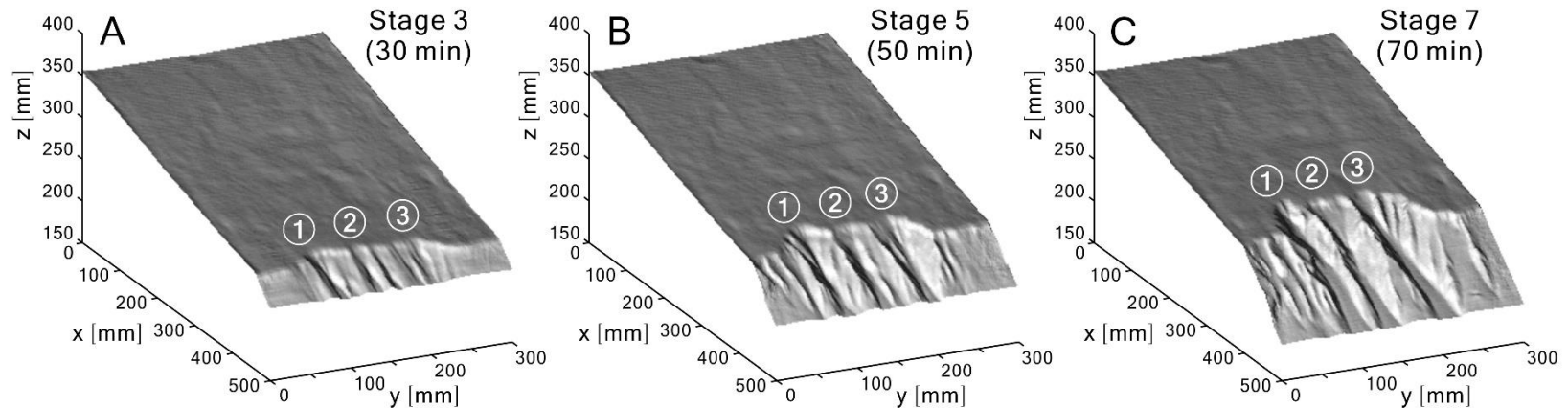
5.2 建議

- **實驗時間不足**，希望明年可以讓學生盡早執行實驗，並預留足夠多的時間讓學生好好從實驗中觀察和學習。
- 研發適合大二學生之**簡易量測系統**及**分析方法**，獲取實驗數據後，才能有效進行定量評估。

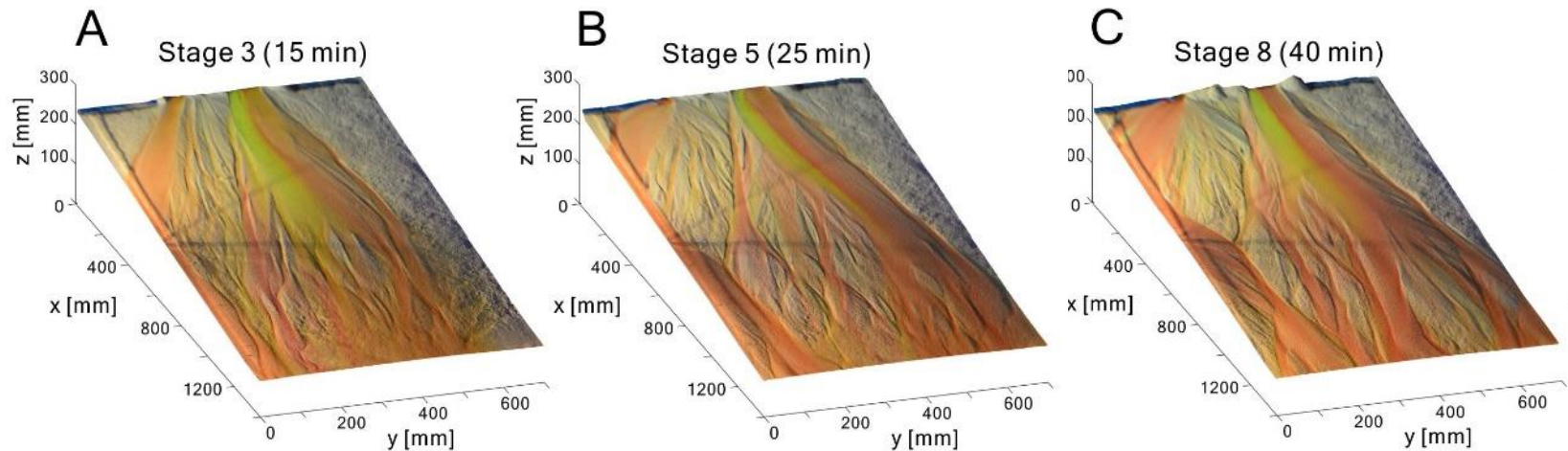
5.3 為明年精進實驗活動做準備



5.4 下放高精度DEM建置技術 (1 mm x 1 mm 解析度)



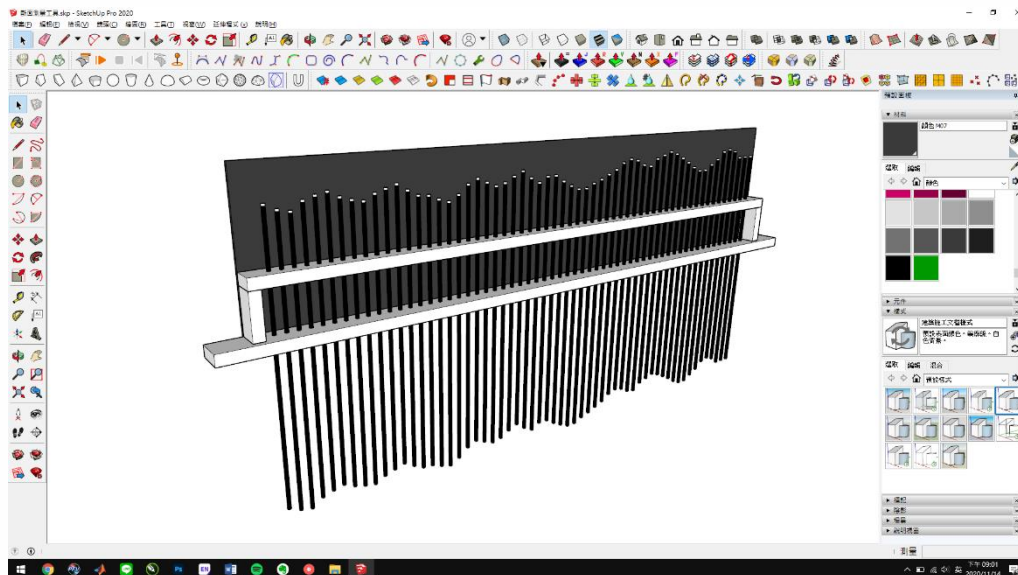
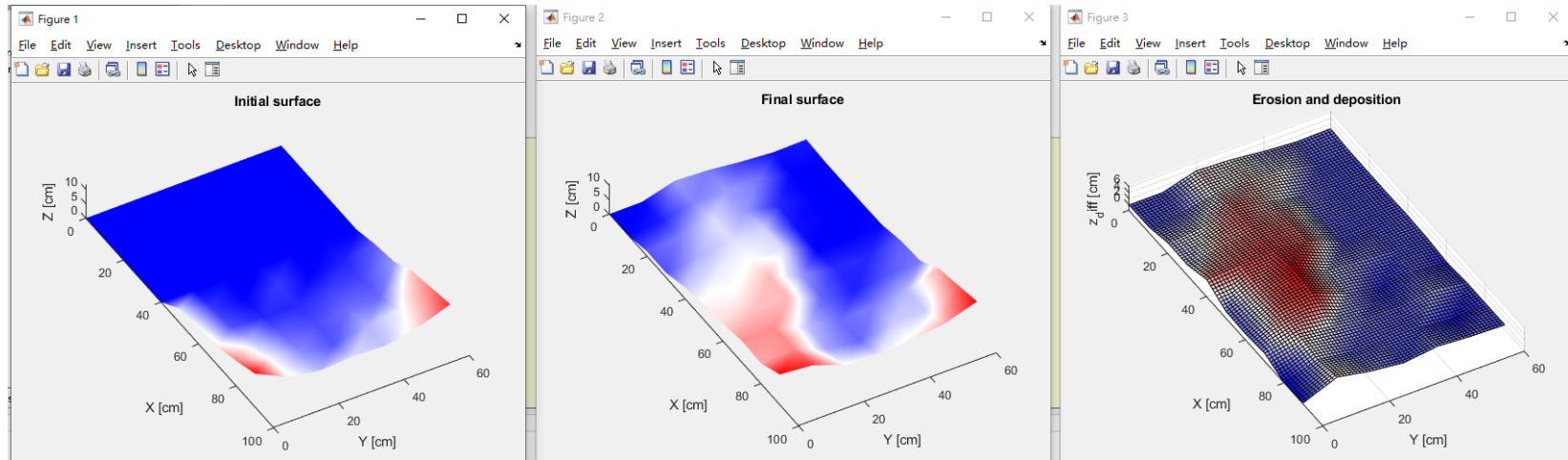
Lai et al. (2016), GRL



Lai et al. (2017), GRL

5.5 研發大學部入門之DEM建置技術

雷射筆，斷面單點測量



研發數位影像處理技術:

- 斷面自動化擷取高程資料
- 有效進行地形變化測量，可達1 cm x 1 cm網格
- 無須寫大量Matlab程式，大學生可執行