
地滑地搶救大作戰互動教具研發 2.0
Development of Interactive teaching tools for
learning how to remediate active deep seated
landslide sites 2.0
(成果報告書)

執行單位：國立海洋大學河海工程學系

執行期間：108年02月20日至108年12月31日

計畫主持人：許世孟 助理教授

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 108 年 12 月

(本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考)

摘要

為增添水土保持酷學校學習資源與創造學生全新的學習體驗，本計畫以『互動學習、真實感受』理念，繼去年開發出臺灣第一套大規模崩塌互動教具後，今年度開發出另一套升級版可觀測地滑地因降雨入滲坡體，造成地下水位上升與地層滑動發生之教具模型，並納入可自主操作的工法模組，引導學生學習思考配置工法設施，以減緩與防治災害的發生，讓學生體驗擔任小小工程師的成就感，落實水土保持教育扎根工作，並培育學生成為水土保持教育的種籽。新一代教具主要新增的亮點功能包含(1)可組裝以增加運輸便利性；(2)透過不同粒徑人造石展現地層樣貌，讓學生理解雨水入滲地層歷程；(3)即時地下水位監測與山崩預警系統；(4)地滑塊體滑落觸發系統改良；(5)增設排樁工法、淺層崩塌、地震與坡度因子等教育元素；(6)輔助解說螢幕。最後，本計畫共完成學生版與教師版教案編寫與兩場教具體驗活動(地點：基隆市信義國小)，並參加五場教具展覽活動，吸引超過 4500 人次的民眾參觀，達到宣揚水土保持教育之目的。

關鍵字：互動教具、地滑、地下水位、整治工法、警戒系統

Abstract

To expand learning resources for the Cool School of Soil and Water Conservation (CSSWC) and deliver novel learning experiences, this study presents a pedagogical approach of "interactive learning and touching experience" in developing another upgraded educational instrument, as compared to the first-ever educational one constructed in last year, that can observe the triggering of rainfall-induced deep-seated landslides by increasing pore water pressure rapidly. The educational instrument also contains interactive various remediation works that can engage kids to perform a brainstorming activity about how to mitigate and control the occurrence of this disaster. The interactive process is useful for gaining a problem-solving skill and giving kids opportunities to experiencing a sense of achievement while working as a little engineer. The novel pedagogical system is beneficial for foundation establishment and talent cultivation of soil and water conservation education. The latest instrument has new features, including (1) assembled in a small size to carry; (2) a function with infiltration-seepage of rainfall through subsurface formation using artificial stone with different grain sizes; (3) a real-time groundwater level monitoring and landslide early warning system; (4) improvement of the triggering system for landslide mass; (5) adding educational elements for a row of retaining piles, shallow landslides, earthquake factor and slope factor; (6) adding a supplementary monitor conveying knowledge of deep-seated landslides. Finally, two teaching instructional manuals for both kid and instructor version have been produced and used as teaching materials for two learning activities (venue: Keelung Municipal Xing-Yi Elementary School). In collaboration with SWCB, this study attended four public events to demonstrate the educational instrument. More than 4500 participants showed their interests in learning the knowledge of rainfall-induced landslides which meets the goal of promoting the soil and water conservation education.

Keywords : interactive educational instrument, deep-seated landslide, groundwater, remediation works, early warning system

目次

摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
目次.....	III
表次.....	V
圖次.....	VI
第一章 緒論.....	1-1
第一節 計畫緣起及目的	1-1
第二節 計畫目標	1-4
第三節 工作項目內容	1-8
第二章 工作執行方法與步驟	2-1
第一節 可組裝式地滑地互動式教具模型版本建置.....	2-3
第二節 教材製作	2-11
第三節 第一代教具維護與修繕	2-15
第四節 配合大局參加水保教育與推廣活動.....	2-15
第五節 辦理教具的體驗與推廣	2-18
第三章 工作執行成果	3-1
第一節 可組裝式地滑地互動式教具模型版本建置.....	3-1

第二節 教材製作	3-22
第三節 第一代教具維護與修繕	3-23
第四節 配合大局參加水保教育與推廣活動	3-25
第五節 辦理教具的體驗與推廣	3-35
第六節 執行工作檢核表	3-42
第四章 結論與建議	4-1
第一節 結論	4-1
第二節 建議	4-4
參考文獻	參-1
附錄	附錄-1
附錄一、期初委員審查意見	附錄一-1
附錄二、「108 地滑地搶救大作戰互動教具研發 2.0 計畫」第一 次工作會議紀錄	附錄二-1
附錄三、期中委員審查意見及回覆辦理方法	附錄三-1
附錄四、教師訓練手冊及教師簽到表	附錄四-1
附錄五、兒童版故事教案與海報	附錄五-1
附錄六、教具操作手冊	附錄六-1
附錄七、期末委員審查意見	附錄七-1

表次

表 1-2.1 原大規模崩塌教具之工法模組詳述表	1-5
表 1-2.2 原大規模崩塌教具之動態系統設備詳述表	1-5
表 2-1 第一、二代互動式教具版本比較表	2-8
表 2-4.1 108 年度配合大局參與展覽活動時程表	2-16
表 2-4.2 107 年度教具進行參展活動表	2-17
表 2-5 107 年度計畫舉辦針對信義國小教育訓練與體驗活動表 ..	2-19
表 3-2.1 影響地滑發生因子表	3-錯誤! 尚未定義書籤。
表 3-1.1 教具功能檢查表.....	3-7
表 3-6 執行工作檢核表	3-44

圖次

圖 1-1 計畫主要理念示意圖	1-3
圖 1-2.1 教具模型成品圖(攝於 107/10/19).....	1-7
圖 2-1.1 工作執行步驟流程圖	2-2
圖 2-1.2 可組裝式大規模崩塌教具模型設計圖(俯視圖).....	2-9
圖 2-1.3 可組裝式大規模崩塌教具模型設計圖(側視圖).....	2-10
圖 2-1.4 人造石照片(粒徑由左至右依序增大) (攝於 108/03/22) ..	2-10
圖 3-1.1 模型主坡體(左)與模型基座(右) (攝於 108/09/25)	3-8
圖 3-1.2 修繕用門(模型後方) (攝於 108/09/25)	3-9
圖 3-1.3 修繕用門(模型前方) (攝於 108/09/25)	3-9
圖 3-1.4 地滑地主坡體(正面照) (攝於 108/09/25)	3-10
圖 3-1.5 地滑地主坡體(側面照) (攝於 108/09/25)	3-10
圖 3-1.6 隱藏式儲水系統框架(攝於 108/09/25).....	3-11
圖 3-1.7 地滑地較具模型蓄水槽(攝於 108/09/25).....	3-11
圖 3-1.8 教具模型內部水槽(側面照) (攝於 108/11/01)	3-12
圖 3-1.9 教具模型內部水槽(後方照) (攝於 108/07/03)	3-12
圖 3-1.10 教具主坡體收納進入蓄水槽裝置內(攝於 108/09/20).....	3-13
圖 3-1.11 灑水槽收納進入蓄水槽裝置內(攝於 108/09/20)	3-13
圖 3-1.12 地表排水工法(如塗上紅色框線)(攝於 108/09/25).....	3-14

圖 3-1.13 排樁(攝於 108/11/01).....	3-14
圖 3-1.14 擋土牆(攝於 108/11/01)	3-15
圖 3-1.15 格樑護坡(攝於 108/11/01)	3-15
圖 3-1.16 地錨(攝於 108/11/01)	3-16
圖 3-1.17 抑制工法失效版本(攝於 108/11/01)	3-16
圖 3-1.18 地層結構模擬套組(攝於 108/09/25)	3-17
圖 3-1.19 教具外觀建置完畢(攝於 108/09/25)	3-18
圖 3-1.20 大型木箱.....	3-19
圖 3-1.21 運輸用木箱(裝置小型地滑地模型)(攝於 108/09/25).....	3-19
圖 3-1.22 運輸用木箱(收納地層模擬套組及保護對象)(攝於 108/09/25).....	3-20
圖 3-1.23 行李箱(裝置灑水槽支架及工法套組)(攝於 108/09/25)	3-21
圖 3-1.24 小型地滑地模型(左：正面，右：背面)(攝於 108/09/25)	3-21
圖 3-3.1 教具修復完成圖(第一次修繕)(攝於 108/04/19).....	3-24
圖 3-3.2 保全對象及各工法模組修復圖(第二次修繕) (攝於 108/07/08).....	3-25
圖 3-4.1 連主秘、水保局長官與計畫主持人等人合影(攝於 108/04/19).....	3-28
圖 3-4.2 本計畫主持人向花蓮縣防災教育輔導組教師講解地滑地互 動式教具(攝於 108/04/19).....	3-28

圖 3-4.3 本計畫主持人向新竹縣東光國小(水保酷學校示範基地)師生 講解地滑地互動式教具(攝於 108/04/19)	3-29
圖 3-4.4 本計畫主持人說明地滑地互動式教具操作方式與水保知 識，將其傳授於參觀民眾(攝於 108/04/20)	3-29
圖 3-4.5 本計畫主持人受邀參加大會直播，宣傳地滑地互動式教具 之水土保持相關知識(攝於 108/04/20)	3-30
圖 3-4.6 本計畫主持人受邀參加防災總動員新聞台採訪宣傳地滑地 互動式教具之水土保持相關知識(攝於 108/04/20)	3-30
圖 3-4.7 主持人向民眾傳授第一代版本互動式教具教育知識(攝於 108/07/22).....	3-31
圖 3-4.8 參觀與操作第一代版本互動式教具之學童(攝於 108/07/22).....	3-31
圖 3-4.9 主持人向學童解說新一代版本互動式教具知識(攝於 108/09/25).....	3-32
圖 3-4.10 主持人向水保酷學校教師宣傳新一代版本互動式教具(攝 於 108/09/25).....	3-32
圖 3-4.11 主持人向學童傳遞新一代版本互動式教具教育知識(攝於 108/11/03).....	3-33
圖 3-4.12 本計畫人員向學童傳遞新一代版本互動式教具教育知識 (攝於 108/11/03)	3-33
圖 3-4.13 本教具體驗活動回饋表單.....	3-34

圖 3-4.14 學習成效表(上)及作答年齡統計表(下)	3-35
圖 3-5.1 STEAM 五大精神教育理念解說及先備知識教學說明.....	3-37
圖 3-5.2 可組裝式地滑地互動式教具基本操作說明.....	3-38
圖 3-5.3 警戒水位與地滑現象關係說明.....	3-38
圖 3-5.4 工法配置與施工品質體驗操演.....	3-39
圖 3-5.5 國小教師實際操作.....	3-39
圖 3-5.6 先備知識搭配教材進行故事解說.....	3-40
圖 3-5.7 可組裝式地滑地互動式教具基本操作說明.....	3-40
圖 3-5.8 工法配置與施工品質體驗解說.....	3-41
圖 3-5.9 學生學習單.....	3-41
圖 3-6 工作時程圖	3-42

第一章 緒論

第一節 計畫緣起及目的

現階段水土保持局將水土保持推動工作，不僅僅侷限於災害調查、規劃與整治上面，而是走向往下扎根的教育層面著手。因此，水保局於2015年開始積極推動水土保持酷學校一系列嶄新的計畫，招募全臺灣有意願推動環境教育及防災教育之學校加入，截至2019年9月已歷經5代水土保持酷學校，共計102間小學的加入。同時，針對加入的學校，水土保持局免費提供水土保持系列相關課程活動與教具資源供其使用，近來更往外向各業界、學界、民眾募集水土保持相關的創意與創作教案，創造教育推動加乘效果，達到水土保持環境教育與防災教育縱向紮根與橫向拓展之目的。

對於酷學校而言，加入酷學校計畫只是播種，真正開花結果仍需要仰賴教材或是教具等資源的灌溉，才能提供酷學校學生更加完善與有用的學習機會，進而讓學生建立水土保持維護與防災教育的觀念，讓水保知識與素養如同樹一般，擁有無限向下紮根的生命力，生生不息傳衍它們的生命。藉此用心之努力，方使每一世代的學生都能學會維護環境、永續經營，為更加久遠後的世代營造完善的環境。有鑑於此，更多創新教具教材的開發將成為不可或缺的關鍵角色，藉由創新

的教具與教材能夠創造全新的教學環境，更能夠留住學生的目光，提高學生學習效果與求知慾望，因此為了能確實將此理念推動，創意與吸引力成為本計畫開發教具不可或缺的條件。

再者，因臺灣位處地震帶，屬多山坡地國家，坡短且急的環境常造成地滑現象的發生，因此水土保持教具的開發著重在地滑地現象的成因與整治部分，構思出能夠模擬降雨引致水壓水位上升導致地滑發生之互動教具模型的創作，讓水土保持酷學校學生及一般民眾，有機會於室內體驗到戶外地層滑動的現象與學習防治地滑發生之方法。

據此，歸納出教具開發之理念包含：(1)創新設計、(2)水保教育知識、(3)防災知識傳播、(4)互動性實際操作(如圖 1-1 所示)。冀望透過此理念開發出宣揚水土保持教育之互動教具模型，利用創新的思維做設計模型的起步，並將學生學習吸收的效果考量其中，將互動性的操作方式融入模型內，深耕防災與水保知識於學生心中。另外設計一系列整治工法，讓學生在學習水保知識的同時，也能夠體驗到擔任一位小小工程師的成就感。最後計畫成果可以落實水土保持酷學校理念，將水土保持知識向下紮根、水平擴散，打造創新學習環境，將「用心栽培下一代，打造水保新世代」一理念塑造成為全計畫的核心思想。



圖 1-1 計畫主要理念示意圖

資料來源：修改自孤單的大樹圖片[1]

本年度計畫遵循此理念，以 107 年度地滑地搶救大作戰互動教具研發計畫[2](行政院農委會水土保持局，2018，地滑地搶救大作戰互動教具研發)完成之成果為基礎，持續推動深耕防災與水保知識於學生心中，並吸取 107 年度教具參與推廣活動過程獲得之經驗，對教具進行功能之改善與強化，並讓所打造之互動式教具模型，同時具備實踐 DFC(Design For Children)理念與融入 STEAM 教育理念，其中 STEAM 教育理念系整合科學(Science)、技術(Technology)、工程(Engineering)、藝術(Art)、數學(Math)的跨學科教學方法，將五大領域專業知識結合，削減不同學科之間的隔閡，且將課程與真實生活中的

情境做結合，用以激發學生求知欲與好奇心。以此呼應本計畫之虛擬實境、互動學習之核心理念。藉此開發出更具吸引力與學習效果之教具，將水保所需要知識成功轉換成學童可吸收的資訊，進而強化教具防災知識教育傳播與小小工程師培養。

第二節 計畫目標

本計畫依據擬解決之問題，共規劃主要三大計畫目標：

- 一、改善教具可行動性與運輸便利性：針對107年度所開發之教具模型(如圖1-2.1所示)，保留原大規模崩塌教具模型之工法模組(如下表1-2.1所示)與動態系統設備 (如下表1-2.2所示)，重新開發可組裝式之地滑地互動式教具模型，解決儀器運輸成本問題，增進教具的教育推廣機會。
- 二、豐富地滑地互動式教具學習內容與成效：於教具內部水槽中，運用不同粒徑人造石，組構出崩塌地內部地層樣貌，讓學童看見雨水入滲至地層之歷程，為地滑的誘因之一，且其產生之滑動面因水的影響而慢慢滑動，讓學童更深刻體驗地層滑動所造成之影響，藉此強化教具模擬地滑現象的真實性。
- 三、提高現場教具教育效果：於教具上半部加設液晶螢幕，將大規模崩塌先備知識、崩塌實際影片、工法圖片、即時地下水位監測、學習單等資訊於該螢幕呈現，提升教具教育知識傳遞能力。

表 1-2.1 原大規模崩塌教具之工法模組詳述表

排序	工法模組：	原理與功能
1	地中 排水工法	於地滑地模型左側開發3個不同管徑之排水開關，用以排出內部水槽中的水，可有效降低內部水槽水位，達到減緩與控制地滑塊體的滑落。
2	地表 排水工法	於地滑地模型坡面上配置4條縱橫向排水道，用以減緩雨水滲入內部水槽，可有效降低內部水槽水位，達到減緩與控制地滑塊體的滑落。
3	擋土牆	設計3塊擋土牆模型組，用以阻止地滑塊體滑落，藉以防護保全對象。
4	地錨	設計3塊地錨模型組，用以阻止地滑塊體滑落，藉以防護保全對象。
5	格樑護坡	設計3塊格樑護坡模型組，用以阻止地滑塊體滑落，藉以防護保全對象。
6	AR科技畫面	參與民眾可下載 HP Reveal 並追蹤頻道 http://auras.ma/s/hBAUR ，利用 AR 掃描教具上方水槽圖片撥放出實際崩塌影片與工法照片，藉此步驟可讓學童知悉現實世界地滑發生的情況與工法樣態。

資料來源：本計畫整理

表 1-2.2 原大規模崩塌教具之動態系統設備詳述表

排序	動態系統設備	功能與原理
1	降雨系統	於教具上方設計灑水裝置，可藉由按鈕控制降雨強度，並於地滑地模型坡地上開挖孔洞，使雨水經由孔洞入滲內部水槽，用以模擬實際降雨與入滲土壤之情形。
2	地滑現象	設計兩種版本之塊體(如圖 2-1.8 所示)，分為重量較重者與較輕者，重量較重為模擬坡面滲水狀況，地層內水壓並不會推動此塊體滑落，用於觀察地滑發生前山壁滲水狀況，學習災害可能即將發生之意識；重量較輕者會因水壓被推動而導致滑落，直接影響保全對象安全，此方式可用於觀察地滑發生現象與機制，並可進行雨量、地下水位上升與地滑發生時間相互之間量化關係試驗。
3	水位觀測面板	於模型側邊設計一水位觀測面板，透過觀察內部水槽水位抬升與地滑現象發生時之水位高度，讓學生理解警戒水位與地滑現象的相互關係。

資料來源：本計畫整理



圖 1-2.1 教具模型成品圖(攝於 107/10/19)

資料來源：地滑地搶救大作戰互動教具研發(2018)

第三節 工作項目內容

- 一、可組裝式地滑地互動式教具模型版本建置 - 包含可組裝式裝置、可攜帶式裝置、地層組織構造模擬套組、抑制與抑止工法套組、科技螢幕等設備建置。
- 二、教材製作 - 包含教具操作手冊編撰、海報製作、學生版與教師版學習手冊編製等。
- 三、第一代教具維護與修繕 - 包含維護與修繕第一代教具之各項功能設備與外觀造型等。
- 四、辦理新教具的體驗與推廣 - 包含針對教師教育訓練與針對學生教育體驗活動。
- 五、配合大局參加水保教育與教具推廣活動。

第二章 工作執行方法與步驟

本計畫勾勒之目標：「打造互動式教具模型，同時具備實踐 DFC(Design For Children)理念、融入 STEAM 教育理念」與「增進運輸便捷性，以提升教具教育推廣機會」，並將 107 年度計畫地滑地互動式教具開發相關內容作為參考，藉此規劃今(108)年度的工作內容，本計畫共規劃五項工作項目，包括：(1)可組裝式地滑地互動式教具模型版本建置；(2)教材製作；(3)第一代教具維護與修繕；(4)配合大局參加水保教育與教具推廣；(5)辦理新教具的體驗與推廣活動。各工作實施之方法與步驟(圖 2-1.1 之工作流程圖)如下：

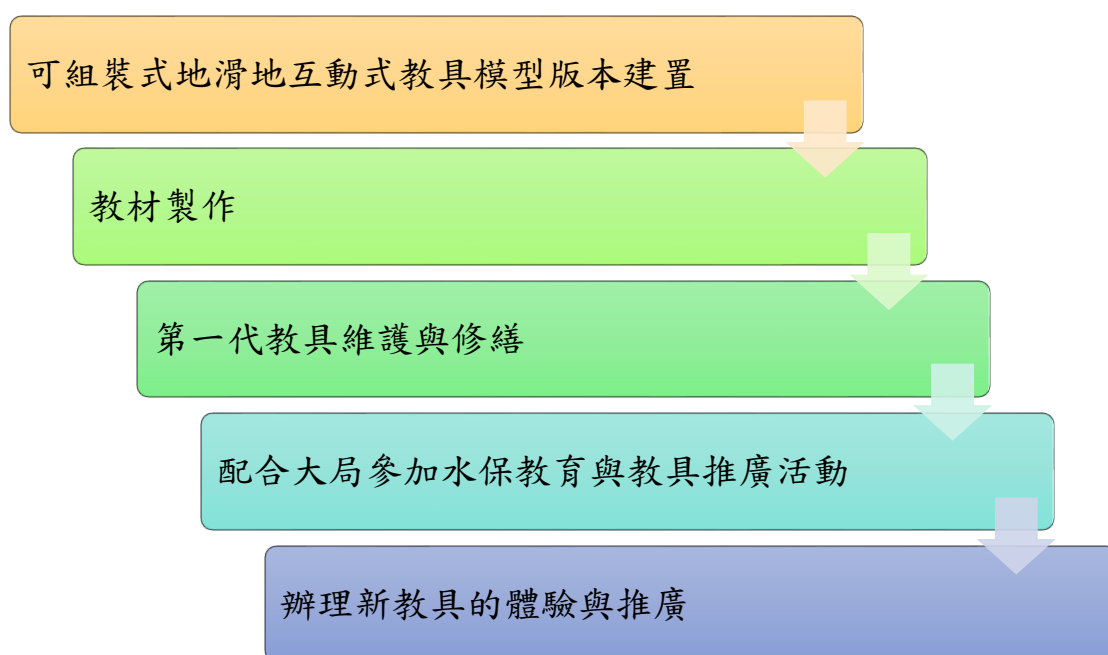


圖 2-1.1 工作執行步驟流程圖

資料來源：本計畫整理

第一節 可組裝式地滑地互動式教具模型版本建置

前一代教具設計是配合基隆市信義國小酷學校定點展示與使用所設計，教具以「一體成形」及具備輪子可推動等特性，只需裝水與插電，不需進行任何組裝即可使用，具有安裝方便與校園移動方便等特性。而計畫執行期間配合大局參與四次全國性的展覽活動，因原教具一體成形之設計，本身無法拆解，導致運輸成本較高之缺點，面對經常移動全國展示的情況，有必要針對教具運輸成本、可行動性及便利性等需求，進行改良工作。

據此，本計畫以 107 年度地滑地搶救大作戰互動教具研發計畫之教育內容為基礎，考量組合式之安裝方式，於今(108)年度開發出新一代教具。除了運輸問題外，本計畫吸收前期計畫在教具使用與知識傳遞之經驗，另改良地滑塊體滑落觸動系統，並納入地層組織構造模擬、地下水位感測器、崩塌警戒蜂鳴器、科技輔助畫面等增設教育功能，提高教具教育內涵之深度與廣度。新設功能提供學生觀察雨水滲入地層之歷程，思考地質條件如何掌控地下水位的變動，而地下水位即時監測與警戒系統，搭配蜂鳴器，讓學童更深刻體驗地層滑動所造成之影響，藉此強化教具模擬地滑現象的真實性，最後，結合先備知識、崩塌實際影片、工法圖片等資訊於科技螢幕上呈現，輔助大規模崩塌知識傳遞與學習成效之提升。第一、二代互動式教具版本比較表如表

2-1 所示。

本計畫主教具示範降雨導致地下水位抬升引發地滑之因子，其他造成地滑因子並未展示，因此為考量教具教育全面性，本計畫另以地震、坡度變化兩觸發地滑之因子製作小型地滑地模型，藉由學生自主改變坡地與坡體下彈簧晃動來製造地滑塊體滑落現象，有效引導學生思考各種地滑成因，藉此拓寬本教具知識素養。以下針對第二代主教具全新設計之功能說明如后。

一、可組裝式模組設計概念

為了提升地滑地互動式教具之運輸便利性，本計畫設計出一套可組裝式教具模型(設計圖如圖 2-1.2、圖 2-1.3 所示)，包含原地滑地互動式教具所有功能，並等比例縮小模型(縮小後尺寸：長 80cm × 寬 50cm × 高 65cm)，以此解決運輸成本問題。此外，地滑地互動式教具增設簡易拆解、組裝功能及可攜帶式等設備，以提高教具運輸便捷性、教具展示效果等效益。

(一) 設計不鏽鋼外殼以圍繞教具模型形成長方形教具收納箱

(尺寸：長 80cm × 寬 50cm × 高 65cm))(收納箱外框如圖

2-1.2、圖 2-1.3 所示)，並且裝設攜帶裝置(攜帶裝置位置如

圖 2-1.3 所示)提供運送時使用，以此提高運輸之便捷性。

(二) 增設地滑地互動式教具模型可簡易拆解組裝功能，將教具

上方灑水裝置改為分離式設計，可拆卸後裝置於灑水裝置收納空間(置放位置如圖 2-1.3 所示)，利用此功能可收納灑水裝置收納於教具收納箱內，藉此減少運送車輛所需之空間，有效解決運輸成本問題。

(三) 增設抑制工法與抑止工法收納裝置，透過收納裝置可收納工法模組(包含：擋土牆、地錨、格樑護坡、排樁等模組)，藉此可便於管理及保護工法模組，以此降低後續維護與修繕之成本，提高互動式教具的壽命。

(四) 增設地滑塊體自動化滑落系統，取代前計畫之利用水壓推動地滑塊體使其滑落之功能，改進為一但水位觸及滑動警戒水位時，利用機械自動化方式進行滑動塊體滑落功能，能夠更精準展示滑動時機。

(五) 增設淺層崩塌塊體，於教具主坡地兩側增設較小塊之滑落塊體，此塊體會因降雨而直接被沖刷滑落，簡易模擬淺層崩塌之情形，增廣教具知識內涵。

二、地層實際狀況模擬與科技輔助畫面建置

本計畫蒐集 107 年度計畫參展與體驗活動過程中，與國小學生與一般民眾參與展覽之回饋經驗，發現大部分的老師或學生對於土石流現象較清楚瞭解，初看到前期計畫所開發出來的教具，

多會直覺式的喊出這是土石流?如能立即提供實際走山的影片、地滑地模型並配合崩塌災害、防治工程等相關影片資訊，可以使參觀者更容易吸收教具所要傳遞之內涵，並獲得坡地災害與水保工程的知識；另外，原教具模型地層內部的部分未設計可能的地層結構，無法觀察雨水滲入土壤與水位上升之過程，為讓參觀者可更深刻瞭解地層組織結構影響雨水入滲與地下水位抬升速率，有必要再精進設計此觀測模組。因此，本計畫增設：(1)崩塌地內部地層實際孔隙狀況模組；(2)科技輔助畫面，以此提高本教具之水保教育傳遞效益，詳細工作內容如下所述：

(一)設計地層結構模擬套組：

為豐富地滑地互動式教具學習內容與成效，於教具內部水槽中，運用不同粒徑人造石(如圖2-1.4所示)，組構出崩塌地內部地層樣貌(如圖2-1.3之內部水槽所示)，模擬地層之有效孔隙率，讓學童看見雨水入滲至不同地層之歷程，此為地滑的誘因之一，且其產生之滑動面因水的影響而慢慢滑動，讓學童更深刻體驗地層滑動所造成之影響，藉此強化教具模擬地滑現象的真實性。

(二)設計科技輔助畫面裝置：

本計畫為提高教具教育效果，於地滑地互動式教具上半

部加掛液晶螢幕(液晶螢幕位置如2-1.3所示)，將大規模崩塌先備知識、崩塌實際影片、工法圖片、即時地下水位監測、學習單等資訊於該螢幕呈現，結合實體教具與虛擬畫面相互輔助，以此提升教具教育知識傳遞能力。

表 2-1 第一、二代互動式教具版本比較表

排序	系統功能與工法模組	第一代教具	第二代教具
1	地中排水工法	✓	✓
2	地表排水工法	✓	✓
3	擋土牆	✓	✓
4	地錨	✓	✓
5	格樑護坡	✓	✓
6	降雨系統	✓	✓
7	地滑觸動機制	內部水槽水壓推動	機械自動化推動 滑動塊體
8	水位觀測面板	✓	✓
9	運輸便捷性		✓
10	模型拆解與組裝設備		✓
11	工法套組收納盒		✓
12	地層結構模擬套組		✓
13	科技輔助畫面	AR 掃描，並撥放 水保相關 知識影片與圖片	液晶螢幕 (含地下水位即時 監控與蜂鳴器)

資料來源：本計畫整理整理

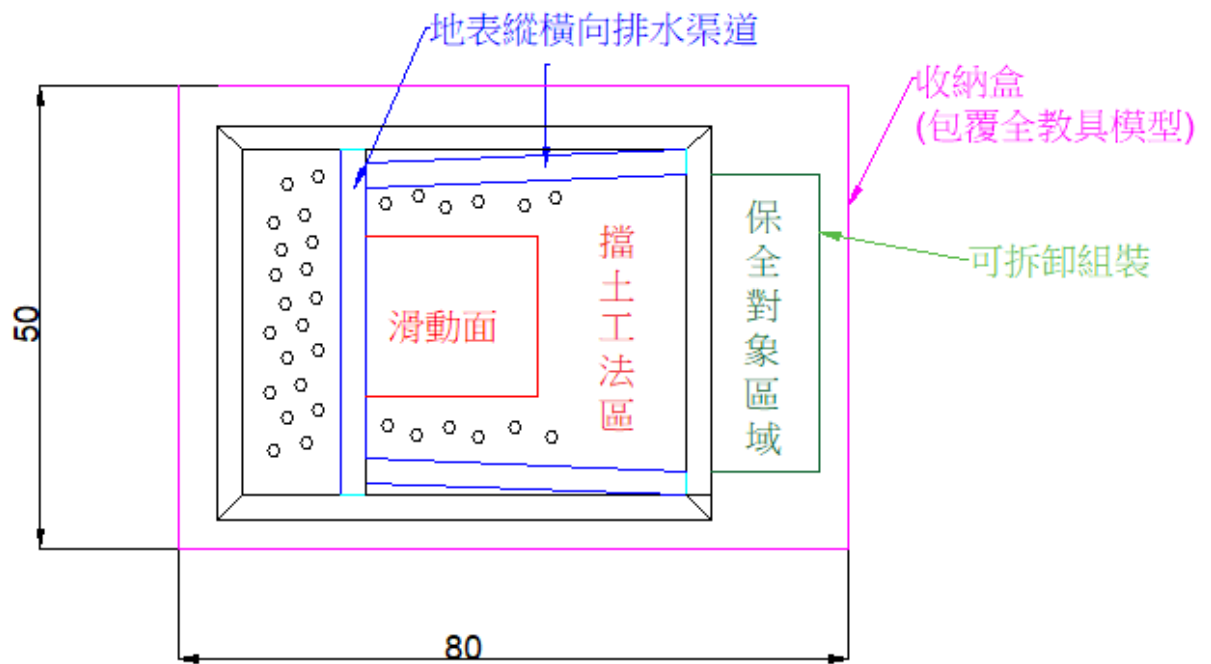


圖 2-1.2 可組裝式大規模崩塌教具模型設計圖(俯視圖)

資料來源：本計畫整理

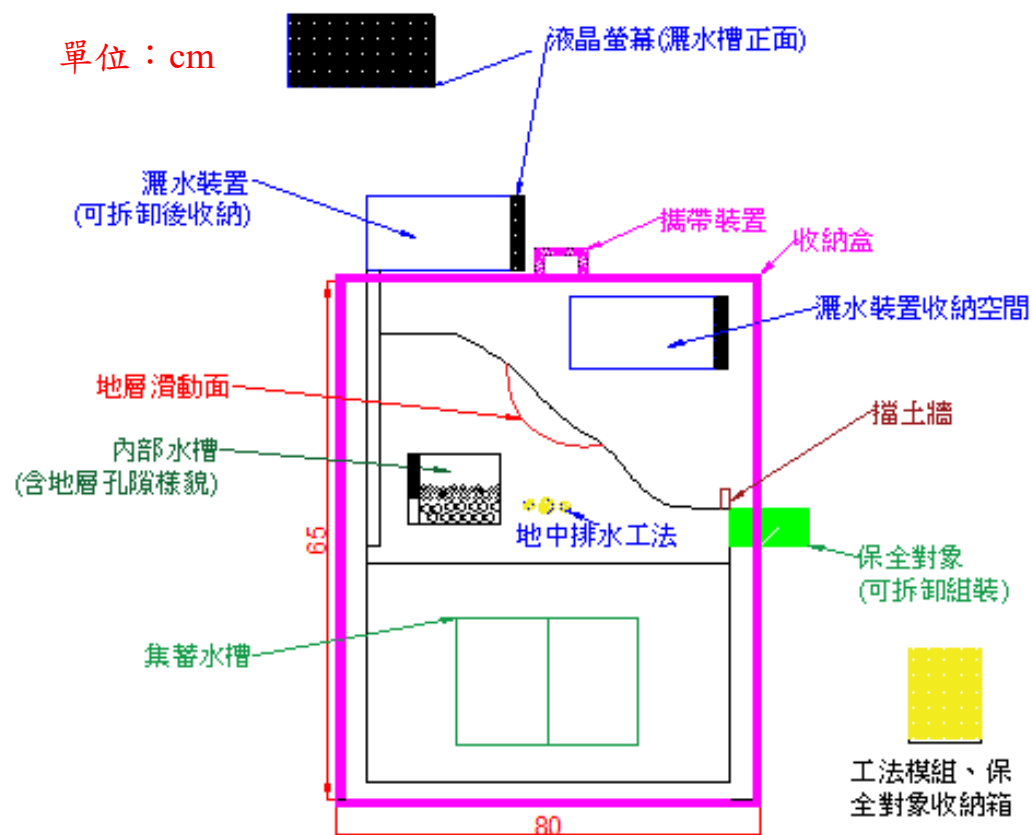


圖 2-1.3 可組裝式大規模崩塌教具模型設計圖(側視圖)

資料來源：本計畫整理



圖 2-1.4 人造石照片(粒徑由左至右依序增大) (攝於 108/03/22)

資料來源：本計畫整理

第二節 教材製作

經由第二代地滑地互動式教具模型建置成果與配合大局進行展覽活動經驗，並納入「STEAM」五大教育精神-「跨領域、動手做、生活應用、解決問題、五感學習」製作學生學習教材與老師的指導手冊，進而達成本計畫之研究目標，教材內容規劃包含地滑現象觀察、地層真實狀況與地下水之認識、整置工法配置遊戲、施工品質體驗與自主防災觀念建立、先備知識建立等五大主軸(如下圖 2-2.1 所示)。

以下針對教材製作主軸內容詳述如下：

一、地滑地現象觀察：

教具模擬降雨(模型注水)，觀察地層水壓上升，導致地層滑動的現象發生。當地層水位升至警戒水位，將會觸動崩塌塊體滑落，而為了讓學童知道地下水位隨降雨過程變動情形，於教具模型側邊製作開放式地下水位觀測視窗(或科技螢幕地下水位即時監測系統)，可讓學生易於觀察，並思考地下水位上升速率與地層滑動發生時間的關係。

二、整治工法配置：

提供各種不同整治工法套組(包含擋土牆、預力地錨、格樑護坡、排樁)，藉此讓學生去思考與規劃有效阻止地滑發生的工法配置，訓練學生解決問題能力。學生能藉由工法配置的遊戲，發現問題並自主嘗試解決，呼應未來十二年國教推動的方向：素養導向式教學-培養帶

得走之能力，來達成一個人為適應現在生活及未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度。

三、施工品質體驗與自主防災觀念建立：

由不同品質(運用輕重材質識別)教具模組配置造成的防災效益差別，體驗施工品質，建立工程師該有的素養；同時，由工法失效設計，引入自主防災觀念建立。可組裝式地滑地互動式教具模型建置包含三種施工品質體驗的套組，詳如下：

(一)擋土牆、預力地錨、格梁護坡、排樁四種實體工法模擬套組：除

原工法設計外，分別建置較輕質量之工法，使用此工法將無法阻止地滑塊體滑落，因此可讓學生體驗施工品質差異導致工法功能之失效。

(二)地表排水工法淤塞：地表縱橫向排水工法共 4 條，用於收集並導

流過量地表逕流之水量，因此如將樹木或石頭等造景物放置於排水道中，導致排水道淤塞，進而使排水工法失效。

(三)地中排水工法失效：本計畫設計3個不同孔徑之地中排水工法套

組，學生可以自由選擇排水工法的開關組合，如關閉排水工法時，代表此地中排水工法失效。藉此，學生可觀察開關不同組合之排水工法會導致排水功效的差異。

四、地層真實狀況模擬與地下水之認識：

藉由教具內部地層裝設之三種不同孔隙大小之地層結構套組，可讓學生觀察不同粒徑地層結構對地下水位上升速率之可能影響。此外，本計畫以107年度鑽孔取得之岩心樣本，裁切並製作岩心展示盒，讓學生有機會觸摸地下岩芯，藉此提供學生了解真實地質情形與模樣，達成本計畫虛實合一的目標。

五、先備知識建立：

大規模崩塌先備知識建立主要設計於科技螢幕中，作為輔助教材活動時使用。本計畫於教具上方灑水槽安裝觸控螢幕，設計操作平台撥放水保相關知識之影片、圖片等資料，於輔助互動式教具解說同時，也能夠為學童提供虛實連結的效果，藉此豐富互動式教具內容。觸控螢幕撥放之「先備知識學習內容」包括：(a.)梨山地區地滑地背景、治理及監測設備介紹 [3]、(b.)地滑地實際影片、(c.)土石流實際影片、(d.)坡地災害比較圖、(e.)豪大雨分級動畫[4]、(g.)崩塌地岩芯與地層解說圖、(h.)整治工法樣貌與功能介紹。透過鍵結真實地滑案例與虛擬實境之教具，可有效提升解說本教具之水土保持知識與防災教育的速度、深度與廣度。

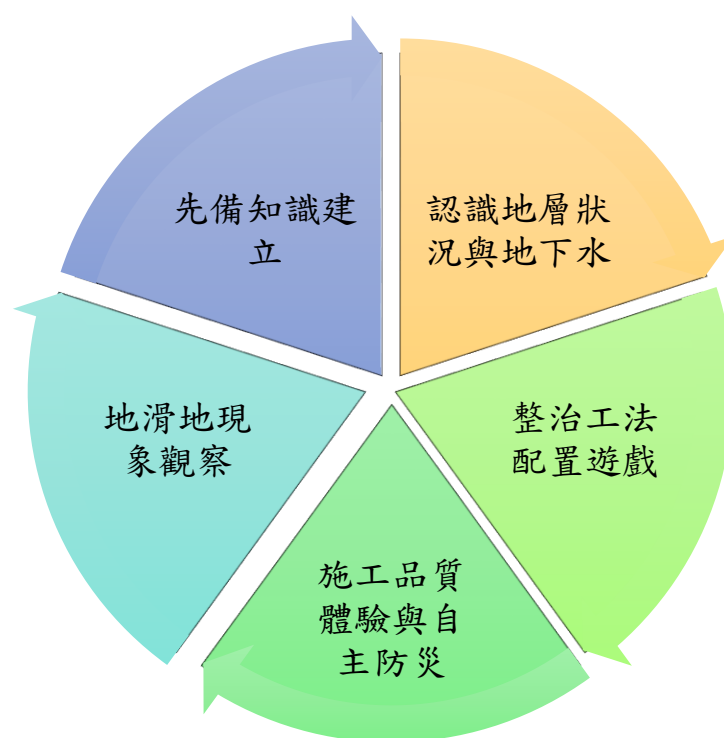


圖 2-2.1 教材規劃說明圖

資料來源：本計畫整理

第三節 第一代教具維護與修繕

第一代版本教具在 107 年度配合大局於多處進行展示活動，活動過程教具部分功能因眾多熱情參觀兒童操作後，受損情形嚴重，故本年度本計畫針對第一代教具進行維護與修繕工作，其中修繕內容包含：

(1)地滑地塊體滑落功能維修；(2)抑制與抑止工法模組功能維修與外觀造型維修；(3)地滑地表面坡地與保護區域之外觀造型維修；(4)地滑地表面雨水入滲孔洞清理；(5)降雨模擬控制按鈕修復等五項工作。此修繕完成教具，可提供新一代教具未完成前之所有參展活動。

第四節 配合大局參加水保教育與推廣活動

為讓教具發揮最大知識傳遞功效，本計畫規劃配合大局參與 5 場展覽活動(如下表 2-4.1 所示)。並將前年度(107 年度)計畫參展之經驗(如下表 2-4.2 所示)，於本年度配合大局參展時作為參考，提供更加完善之教具操作與水保教育解說內容，以此增進水土保持教育推行深度和廣度，並吸收民眾與學童參觀之回饋經驗，提供本計畫教具未來改進之方針。

表 2-4.1 108 年度配合大局參與展覽活動時程表

項次	活動名稱	時間	地點
1	教育部 921 震災 20 週年暨莫拉克風災 10 週年系列活動	108/04/19~ 108/04/20	台北車站車站大廳
2	2019 科學玩意節	108/07/13~ 108/07/14	國立臺灣科學教育館
3	中華民國第 59 屆中小學科展暨科學博覽會活動	108/07/23~ 108/07/28	高雄市高雄展覽館
4	108 年水土保持酷學校授證暨水土保持酷學校教育論壇	108/09 /25	國立臺灣科學教育館
5	2019 地質嘉年華(921 震災 20 週年暨莫拉克風災 10 週年系列活動)	108/11/03	內政部消防署消防訓練中心(南投竹山鎮)

資料來源：本計畫整理

表 2-4.2 107年度教具進行參展活動表

活動名稱	活動時間	參觀人數
第58屆全國中小學科學展覽會	107.7.23~10 7.7.29	2500人次
綠光山河High高雄-綠色博覽會	107.10.06	600人次
水土保持酷學校推廣示範基地 記者會	107.10.26	208人次
107年水土保持繪本說故事競 賽頒獎典禮暨水土保持教育推 廣成果發表會	107.11.5	300人次

資料來源：地滑地搶救大作戰互動教具研發(2018)

第五節 辦理教具的體驗與推廣

為強化水土保持酷學校國小學童與國小教師的水土保持知識及防災素養，規劃辦理新開發教具的體驗與推廣，其理念係將教具知識內涵，以學校為原點，向外擴散各地國小校園及社區。因此，本計畫參考107年度計畫於基隆信義國小舉辦教具教育訓練、體驗活動相關成果與經驗(如下表2-5)，同時整合本年度計畫所有執行成果，規劃出本計畫辦理教具的體驗與推廣活動內容，共規劃針對老師與學童各一場體驗與推廣活動，透過教導本教具的操作、遊戲方法等，讓學生與教師更加清楚理解地滑災害防治知識，以便將可組裝式地滑地互動式教具所涵蓋教育內涵傳遞出去。針對基隆市信義國小師生為對象，所辦理之新開發教具的相關教育訓練與學習體驗活動內容說明如后：

- 一、針對完成之教具與地層展示資料，辦理1場以國小高年級以上學生為對象(以50人為單位)，以說故事的方式，讓學生理解大規模崩塌相關知識。
- 二、針對完成之教具與地層展示資料，辦理 1 場以國小教師為對象(以 30 人為單位)，並將教具轉化成教案模式，針對教案內容傳授老師教案內容知識，期許老師成為種子教師，進行知識擴散。

表 2-5 107年度計畫舉辦針對信義國小教育訓練與體驗活動表

舉辦活動	針對學生辦理體驗活動	針對教師召開教具教育訓練
1	教具操作及知識講解	教具操作及崩塌相關知識講解
2	學生發問時間	教案教學
3	學生操作教具與體驗	教具操作與體驗
4	岩心觸摸與觀察	岩心觸摸、觀察及問題解答
5	地下水位量測	地下水位量測
6	學習單活動	填寫本計畫問卷調查

資料來源：本計畫整理

第三章 工作執行成果

本計畫已完成原先計畫規劃內的工作項目，並於計畫執行期間配合大局辦理教具推廣活動，項目包含：(1)可組裝式地滑地互動式教具模型版本建置；(2)教材製作；(3)第一代教具維護與修繕；(4)配合大局參加水保教育與推廣活動；(5)辦理教具的體驗與推廣。以下針對已完成之執行成果說明如下：

第一節 可組裝式地滑地互動式教具模型版本建置

本計畫為增添「水土保持酷學校」的學習資源而設計開發一個全新體驗的學習模型，納入「STEAM」五大教育精神-「跨領域、動手做、生活應用、解決問題、五感學習」，並具備十二年國教課綱之核心素養元素，將教具模型的創作以虛實兼備、自主學習及強化防災素養的教育效果為首要目標，並將教具模型勾勒出四大水土保持教育面向：(1)災害現象發生、(2)現象成因理解、(3)思考與解決問題、(4)規劃執行與創新應變。透過四個教育面向可達到國小學童對於水土保持教育的知識學習、思考能力培養、態度素養提升。

而新開發之教具所融合之「STEAM」五點教育模式為：

一、跨領域方面：防治大規模崩塌問題，需結合水文、地質、水文地

質、土壤力學、岩石力學與防災工法等不同學科領域知識，教具提供功能，讓學生體會不同領域間交互在同一實體教具上，試圖運用他來解決此災害問題。

二、動手做方面：教具提供互動式功能，其中內容包含降雨量測、不同地層結構模擬模組、各式防災工法組裝、地下水警戒水位觀察等功能，學童可自行操作，並可嘗試組合最經濟有效之解決方案。

三、生活應用方面：坡地災害與居住在坡地居民息息相關，透過教具建立崩塌發生機制、基本自主防災、監測等知識，讓學生學會應用如何辨識住家附近崩塌發生前之徵兆。

四、解決問題方面：教具提供工法操作模組，讓學生體會「阻止地下水蓄積，可以降低大規模崩塌的發生」、「擋土工法的安裝，可以抑止崩塌塊體滑落」等解決方案，使學生學習做有意義的決定，感覺自己所做的決定具影響力，驅使學童學習。

五、五感學習方面：由於地質條件複雜，欲瞭解大規模崩塌發生機制有其困難，教具提供各種抑制工法、抑止工法、降雨量變化、地層結構組成等裝置，皆能自由配置，可創造各種災害防治組合，藉由同步創造工程之力與美之挑戰，贏得解決問題所需的成就感，將可加倍學習之動機。

此外，為有效發揮地滑地互動式教具之擴散能力、運輸便利性等

功能，本計畫將大規模崩塌互動教具模型構築為可組裝式，並以較前一代地滑地互動式教具為小之尺寸進行製作，藉此達到降低運送成本及提高擴散便利性之能力。因此，本計畫將教具建置工作主要分為八個階段：(1)基礎地滑地造型建置；(2)動態系統建置；(3)各工法模組與地層結構模擬套組建置；(4)模型外觀加工；(5)液晶螢幕展示功能；(6)搬運木箱製作；(7)小型地滑地模型製作；(8)模型測試。本計畫並於期末報告階段已完成所有階段工作。

一、第一階段主要是把初步概念設計(如圖 2-2.2 與圖 2.1.3 所示之設計圖)轉化為實際模型製作，本計畫完成教具模型之(a)基礎結構建置(如圖 3-1.1~圖 3-1.3 所示)、(b)地滑地坡體(如圖 3-1.4、圖 3-1.5 所示)、(c)隱藏式儲水系統框架(如圖 3-1.6 所示)以及(d)內部水槽(如圖 3-1.7、圖 3-1.8 所示)。各項目詳細說明如下：

(a) 模型基礎結構建置以不鏽鋼材料製作，除有效提升防水功能外，也能夠降低因運輸或參與推廣活動時造受到損傷，基礎結構包含模型基座(如圖 3-1.1 所示)、運輸用車輪、修繕用門(如圖 3-1.2、圖 3-1.3 所示)。

(b) 地滑地坡體以玻璃纖維製作，並於表面塗製防水漆(如圖 3-1.4、圖 3-1.5 所示)，可降低教具模型總重量與防止受到水流的侵蝕，增進運輸便利性與增加模型抗侵蝕損壞之能力。

(c) 隱藏式儲水系統框架建置(如圖 3-1.6 所示)，目的係提供教具降雨模擬系統所需用水，且可回收地滑地坡體之地表逕流與坡體周圍排水溝排放的水，使教具模型成為一個雨水循環系統。此外，蓄水箱內部空間(如圖 3-1.1 所示)可用以收納主坡體、灑水槽、工法模組等硬體設施，完成「提升教具運輸便利性，強化水保教育擴散」之目的。

(d) 內部水槽建置(如圖 3-1.7、圖 3-1.8 所示)，內部水槽使用壓克力材料製作，用於收集儲蓄降雨模擬導致之入滲水量。此外，本計畫真實地層結構模擬套組將裝置於內部水槽，並藉壓克力透明且防水的功能，達到讓學生易於觀察不同孔隙組合對於地下水位上升之影響，將水土保持小小工程師的「觀察與思考」理念進一步帶入，提升學生感受度與知識吸收效果。

二、 第二階段主要為動態功能建置完畢，包括：大規模崩塌教具模型可組裝式功能、降雨模擬系統之建置。教具模型可組裝式功能，此功能係將大規模崩塌教具模型主坡體拆解並收納進入教具模型下方蓄水槽(如圖 3-1.9 所示)，此外，亦可將灑水槽及其抽水管線拆解，並置入蓄水槽(如圖 3-1.10 所示)。藉由可組裝式功能的建立，能夠大幅度降低教具於運輸時所需體積，因此可有效降低教具運輸成本，以及提高教具運送便利性。

三、第三階段完成建置各工法模組與地層結構模擬套組，此階段工作涵蓋(a)抑制工法(地表和地中排水工法)、(b)抑止工法(排樁、擋土牆、格樑護坡、地錨)、(c)抑止工法保護功能失效的版本(排樁、擋土牆、格樑護坡、地錨等 4 種輕量版本)及(d)地層結構模擬套組(大、中、小三種尺寸各 3 組)等四項工作完成。

- (a) 製作地中排水工法(如圖 3-1.11 所示)和地表排水工法(如圖 3-1.12 所示)裝置，用以降低教具內水槽(如圖 3-1.7 所示)之地下水位的積累速度來達到減緩地滑發生，可藉此讓學生了解地下水位與地滑現象之關聯性。
- (b) 製作仿真之排樁(如圖 3-1.13 所示)、擋土牆(如圖 3-1.14 所示)、格樑護坡(如圖 3-1.15 所示)及地錨(如圖 3-1.16 所示)模型，用以直接阻止地滑塊體滑落，並藉由可自由搭配不同組合的工法模組，讓學生學習自主解決問題和創意思考能力。
- (c) 製作抑止工法保護功能失效版本(如圖 3-1.17 所示)，此套組無法有效地阻止地滑塊體滑落，導致保護區域受到地滑塊體的破壞，藉此讓學生理解施工確實的重要性。
- (d) 地層結構模擬套組(大、中、小三種尺寸各 3 組)(如圖所示)，製作 3 種大小模組各 3 組，總共 9 組之地層結構模擬組合，可讓學生自由或依據實際地層狀況搭配地層組合，並以此觀

察雨水入滲地層，地下水位上升速率如何受到地層孔隙不同而影響。

四、第四階段主要完成教具之外觀加工，包含淺層崩塌(如圖 3-1.19 所示)、坡地綠植(如圖 3-1.19 所示)、房舍(如圖 3-1.19 所示)及碎石(如圖 3-1.19 所示)等造景加工，並完成保護區域整體樣貌。

五、第五階段主要為液晶螢幕展示功能完成(如附件所示)，涵蓋實際地滑及土石流影片撥放、各式工法介紹、梨山地滑監測現況影片、地下水位感測與蜂鳴器功能完成，藉由聲光效果提高吸引力及學生的專注力，並作為教材提供教具展覽、教育訓練及體驗活動之講解師長輔助的使用。

六、第六階段主要為搬運木箱製作，本計畫製作 3 個木箱用於裝卸教具本體及其零件，其中最大木箱(如圖 3-1.20 所示)用於裝置教具本體，另一個木箱用於裝置小型地滑地模型(如圖 3-1.21 所示)，第三個木箱用於裝置地層結構模擬套組(如圖 3-1.22 所示)，此外，本計畫另建置一行李箱用以裝置灑水槽支架及工法套組(如圖 3-1.23 所示)，藉由上述 4 種收納箱可減少教具搬運時之高度，可讓一般箱型車運輸，較前一代教具的運送成本為低，有效提升教具擴散能力與簡便性。

七、第七階段為小型地滑地模型製作，本計畫額外製作的一獨立模

型(如圖 3-1.24 所示)，以坡度及地震兩觸發地滑之因子作為主要製作方向。此模型以螺栓機關製造坡度變化及建立彈簧裝置造成地震效果，並縮小坡地尺寸，藉本模型引導學生理解地滑並非單一觸發因子的觀念，豐富教具的教育內容，並拓展教具水土保持知識之範疇。

八、第八階段主要為測試本計畫教具之全部功能，包括：(a)地滑坡體滑落功能、(b)降雨系統、(c)液晶螢幕展示功能、(d)水位感測與蜂鳴器功能、(e)各工法套組、(f)小型地滑地模型、(g)地層結構模擬套組、(h)可組裝式功能。本階段已全部完成，並製作檢查表如下表 3-1.1 所示。

表 3-1.1 教具功能檢查表

項次	功能/裝置	是否完成
a	地滑坡體滑落功能	V
b	降雨系統	V
c	液晶螢幕展示功能	V
d	水位感測與蜂鳴器功能	V
e	各工法套組	V
f	小型地滑地模型	V
g	地層結構模擬套組	V

h	可組裝式功能	V
---	--------	---

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.1 模型主坡體(上)與模型基座(下) (攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.2 修繕用門(模型後方)(攝於 108/11/01)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.3 修繕用門(模型前方)(攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.4 地滑地主坡體(正面照) (攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.5 地滑地主坡體(側面照) (攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理

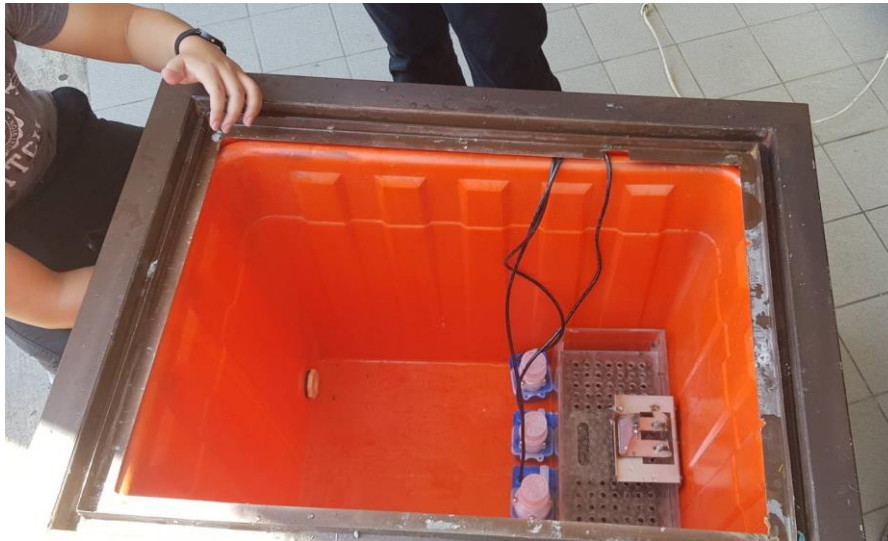


圖 3-1.6 隱藏式儲水系統框架(攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.7 教具模型內部水槽(側面照) (攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.8 教具模型內部水槽(後方照) (攝於 108/11/01)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.9 教具主坡體收納進入蓄水槽裝置內(攝於 108/07/03)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.10 灑水槽收納進入蓄水槽裝置內攝於(108/09/20)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.11 地中排水工法(攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理

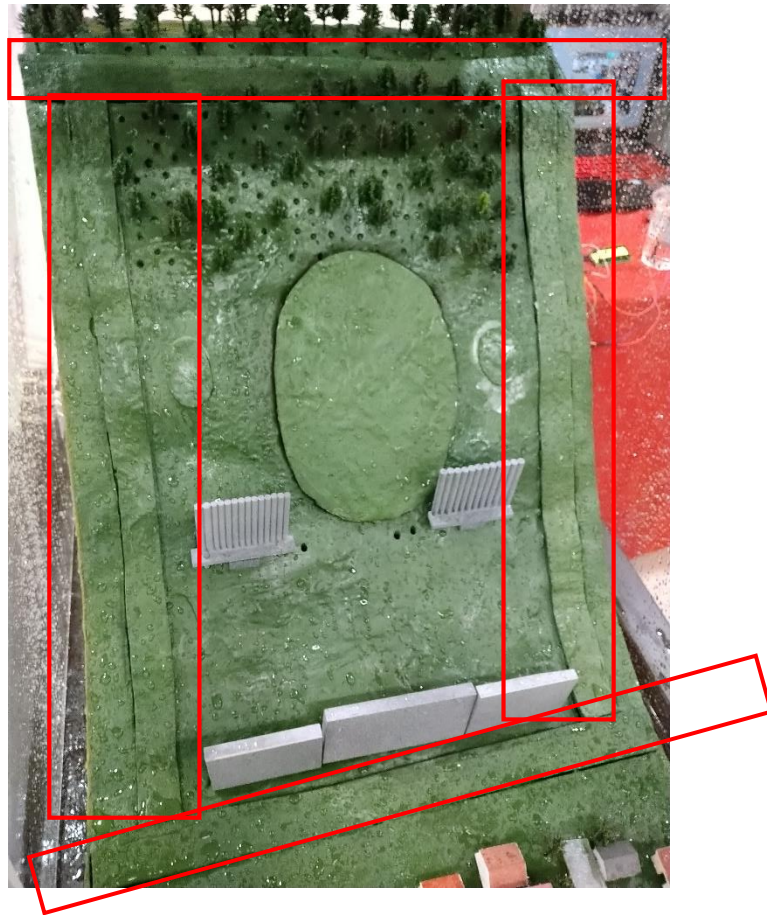


圖 3-1.12 地表排水工法(如塗上紅色框線)(攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理

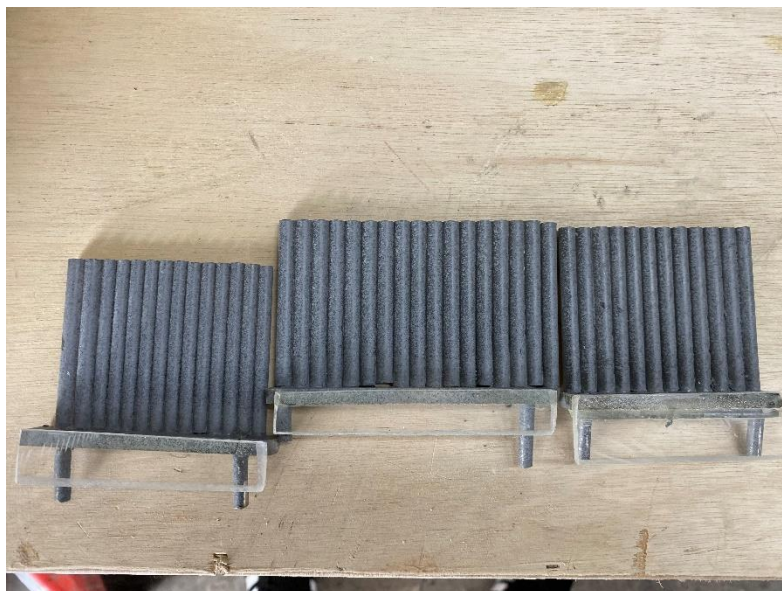


圖 3-1.13 排樁(攝於 108/11/01)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.14 擋土牆(攝於 108/11/01)

資料來源：本計畫整理

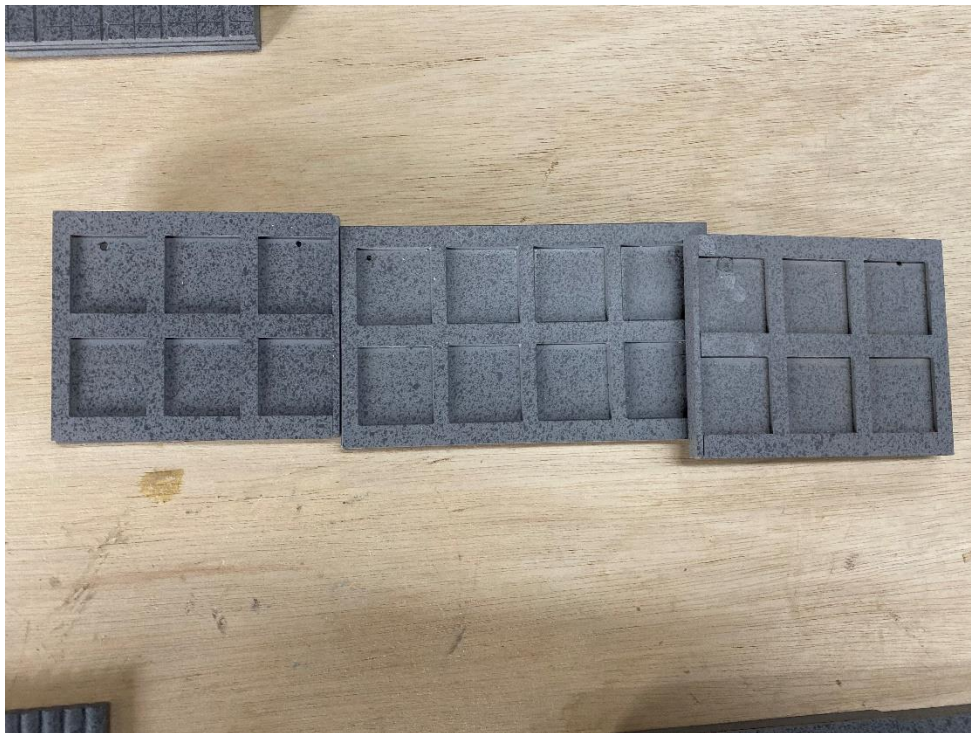


圖 3-1.15 格樑護坡(攝於 108/11/01)

資料來源：本計畫整理

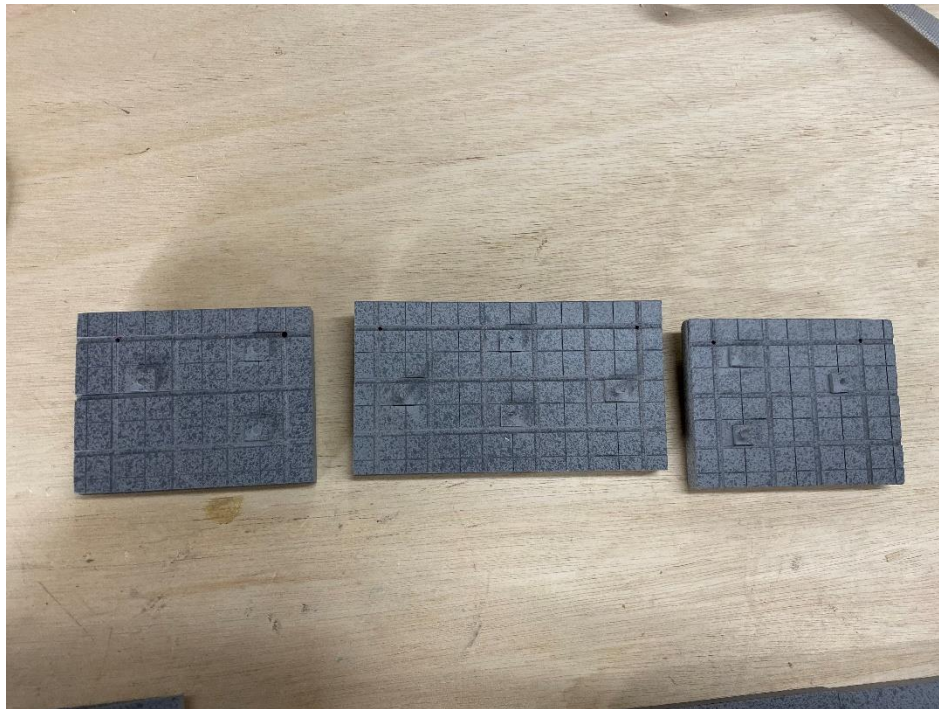


圖 3-1.16 地錨(攝於 108/11/01)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.17 抑制工法失效版本(攝於 108/11/01)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.18 地層結構模擬套組(攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.19 教具外觀建置完畢(攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.20 大型木箱

資料來源：本計畫整理

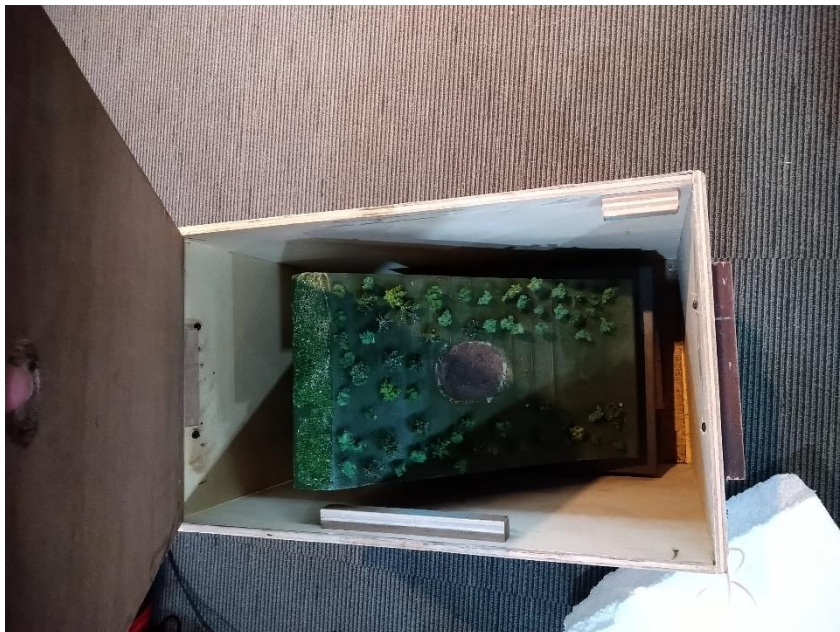


圖 3-1.21 運輸用木箱(裝置小型地滑地模型)(攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.22 運輸用木箱(收納地層模擬套組及保護對象)(攝於
108/09/25)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.23 行李箱(裝置灑水槽支架及工法套組)(攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理



圖 3-1.24 小型地滑地模模型(左：正面，右：背面)(攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理

第二節 教材製作

為了提供國小教師在操作互動式教具時能擁有完整且豐富的教學效果，本計畫蒐集前期計畫教材製作成果、配合大局參展之經驗以及大局治理梨山地滑地的歷程資料，作為本計畫製作推廣教材之參考資料，設計五大教材方向，以提供參展團隊或教師教學輔助使用，教材方向包含：(1)地滑地現象觀察；(2)整治工法配置；(3)施工品質體驗與自主防災觀念建立；(4)地層真實狀況模擬與地下水之認識；(5)實際地滑地先備知識建立(以梨山地區地滑地為例)。透過不同的教材配合互動式教具操作學習，能夠提升學生的感受度，讓互動式教具的教學活動完整且深植人心。

據此，本計畫以五大教材製作方向為基礎，並依據教育訓練的對象不同，分別為學童與教師設計兩套學習教材及一套教具操作圖文說明。第一套係為學童設計，為了讓學生在操作互動式教具時能，擁有快樂的學習體驗，內容以說故事的方式呈現，本計畫將八八風災導致地滑現象發生並將小林村滅村等史實及意象化地滑現象(上層地層如海綿般吸水，下層地層如溜滑梯)等方式編製「防災知識我最行-大規模崩塌防治」的故事，透過故事吸引學生專注，並從故事情景引導學生學習教具所欲傳達之大規模崩塌知識，並製作學生學習單，讓老師檢測學習成效。兒童版教材故事內容與學習單請詳見附錄五。

第二套則是為教師編製教學活動手冊，手冊規劃了教學目標、教材分析、教學重點、教學建議、教學準備與教學活動等內容，其中教學活動共規劃五大活動，分別是「激烈的暴雨-地滑現象觀測」、「崩塌搶救，保家衛園-防災整治工法配置」、「施工品質體驗與自主防災觀念建立」與「認識崩塌、地質與地下水之關係」、「離災優於防災-警戒水位監測」等活動。此教材可以提供教師教學輔助使用，詳細教師版教案手冊內容，請參閱附錄四。另外，為了讓教師可以快速熟習教具操作，本計畫已編製完成一本教具操作指南，從教具拆裝工作、準備項目、注意事項、功能說明等，以圖文並列方式呈現，詳見附錄六。

第三節 第一代教具維護與修繕

本計畫已進行原教具之維修工作，藉以確保原教具功能健全與外觀完整。已完成第一代教具版本維護與修繕(修復完畢圖如下圖 3-3.1 所示)，修復內容包含：(1)地滑地塊體滑落功能維修；(2)抑制與抑止工法模組功能維修與外觀造型維修；(3)地滑地表面坡地與保護區域之外觀造型維修；(4)地滑地表面雨水入滲孔洞清理；(5)降雨模擬控制按鈕修復等。

修復完成之教具已配合大局於 108 年 4 月 19 日至 108 年 4 月 20 日參與『教育部 921 震災 20 週年暨莫拉克風災 10 週年系列活動[4]』，

但經過此參展活動後，教具又有部分功能，因熱情學童的操作又導致損害，截至期中報告又完成第二次維護與修繕，內容為保全對象及各工法模組修復(如圖 3-3.2)，修復完畢後已使用第一代教具配合大局參與『中華民國第 59 屆全國中小學科展』及『2019 科學玩意節』兩場展覽活動。



圖 3-3.1 教具修復完成圖(第一次修繕)(攝於 108/04/19)

資料來源：本計畫整理



圖 3-3.2 保全對象及各工法模組修復圖(第二次修繕) (攝於
108/07/08)

資料來源：本計畫整理

第四節 配合大局參加水保教育與推廣活動

為了使本計畫教具獲得最大水保教育擴散效益，本計畫將先後使用原地滑地互動式教具以及可組裝式地滑地互動式教具模型，配合大局參與各類展覽活動。本計畫已於 108 年 4 月 19 日至 108 年 4 月 20 日配合大局參與『教育部 921 震災 20 週年暨莫拉克風災 10 週年系列活動[4]』（如圖 3-4.1 所示），藉由修復完畢之第一代地滑地互動式教具參與此次活動，將原教具水保知識傳遞予花蓮縣防災教育輔導組教

師(如圖 3-4.2 所示)、水保酷學校示範基地師生(如圖 3-4.3 所示)以及一般民眾(如圖 3-4.4 所示)，本次活動經兩天展期，估計參觀原教具體驗的團體與民眾約達 1 千 2 百人次。此外，本計畫受邀參加主辦大會的直播活動(如圖 3-4.5 所示)、防災總動員新聞台採訪活動(如圖 3-4.6 所示)，有效推廣傳遞原地滑地互動式教具之水保教育內容與防災知識，並蒐集各參觀人士之回饋，藉此可改善本計畫未來工作執行內容。

另於 108 年 5 月 31 日國立臺灣海洋大學河海工程系召開工作會議(如附件二)，確認後續配合大局參展活動時間、內容及地點等事項(如表 2-4.1 所示)，規劃參與場次為：(1)2019 科學玩意節；(2)中華民國第 59 屆中小學科展暨科學博覽會活動；(3)108 年水土保持繪本故事創意表演競賽頒獎典禮暨水土保持教育推廣成果發表；(4)水土保持酷學校授證暨水土保持酷學校教育論壇；(5)2019 地質嘉年華(921 震災 20 週年暨莫拉克風災 10 週年系列活動)。

據此，本計畫已於 108 年 07 月 13 至 108 年 07 月 14 日配合大局參與「2019 科學玩意節」展覽活動(如圖 3-4.7~3-4.8 所示)及 108 年 07 月 22 至 108 年 07 月 28 日配合大局參與「中華民國第 59 屆中小學科展暨科學展覽會」展覽活動(如圖 3-4.9~3-4.10 所示)，本計畫教具因計畫時程關係於 7 月時第二代教具版本尚未完工，故此二場參展

活動皆使用第一代教具作為替代展具，便於傳遞本計畫教育理念與擴散效益。

再者，本計畫於 108 年 9 月 25 日配合大局參與「水土保持酷學校授證暨水土保持酷學校教育論壇」活動(如圖 3-4.11~3-4.12 所示)以及 108 年 11 月 02 日至 108 年 11 月 03 日配合大局參與「2019 地質嘉年華(921 震災 20 週年暨莫拉克風災 10 週年系列活動)」(如圖 3-4.13~3-4.14 所示)，此兩次將新一代之可組裝式地滑地互動式教具進行展覽，與會過程由於觸控螢幕及蜂鳴器等聲光效果，讓本教具廣受各方人士青睞。此外，本計畫為調查教具傳遞實際效益，於新一代教具開展後搭配 GOOGLE 表單製作問卷調查(如圖 3-4.15)，讓參展民眾協助填寫，以回饋教具參展實際效益。

據此，本計畫配合大局參與多次展覽，收穫教具展出之經驗，並估計出總參與人數約 4500 人次及問卷調查之量化數據(如圖 3-4.16)，量化後數據係藉參觀民眾填寫問卷及國小體驗活動填寫學習單，再經由本計畫整理後可得出：(1)填寫者 109 人中有 108 人充分清楚本教具傳達的知識(如圖 3-4.16)，其餘一人經由本計畫瞭解及深入教導後也成功學會；(2)年齡層分布(如圖 3-4.16)除了酷學校學生外，也涵蓋各年齡層人士，該數據顯示本教具推廣並非侷限於學童，更能夠擴散至全民。利用量化本教具推廣效益，讓更多民眾確實接收到水保與防

災知識，為水保教育環境添上嶄新的一筆。



圖 3-4.1 連主秘、水保局長官與計畫主持人等人合影(攝於
108/04/19)

資料來源：本計畫整理



圖 3-4.2 本計畫主持人向花蓮縣防災教育輔導組教師講解地滑
地互動式教具(攝於 108/04/19)

資料來源：本計畫整理



圖 3-4.3 本計畫主持人向新竹縣東光國小(水保酷學校示範基地)

師生講解地滑地互動式教具(攝於 108/04/19)

資料來源：本計畫整理



圖 3-4.4 本計畫主持人說明地滑地互動式教具操作方式與水保

知識，將其傳授於參觀民眾(攝於 108/04/20)

資料來源：本計畫整理



圖 3-4.5 本計畫主持人受邀參加大會直播，宣傳地滑地互動式

教具之水土保持相關知識(攝於 108/04/20)

資料來源：本計畫整理



圖 3-4.6 本計畫主持人受邀參加防災總動員新聞台採訪宣傳地

滑地互動式教具之水土保持相關知識(攝於 108/04/20)

資料來源：本計畫整理



圖 3-4.7 主持人向民眾傳授第一代版本互動式教具教育知識(攝於 108/07/22)

資料來源：本計畫整理



圖 3-4.8 參觀與操作第一代版本互動式教具之學童(攝於 108/07/22)

資料來源：本計畫整理



圖 3-4.9 主持人向學童解說新一代版本互動式教具知識(攝於
108/09/25)

資料來源：本計畫整理



圖 3-4.10 主持人向水保酷學校教師宣傳新一代版本互動式教具
(攝於 108/09/25)

資料來源：本計畫整理



圖 3-4.11 主持人向學童傳遞新一代版本互動式教具教育知識(攝於 108/11/03)

資料來源：本計畫整理



圖 3-4.12 本計畫人員向學童傳遞新一代版本互動式教具教育知識(攝於 108/11/03)

資料來源：本計畫整理

大規模崩塌搶救大作戰回饋

請參觀民眾協助我們填寫本回饋單，謝謝您的配合!!

填寫者年齡 *

簡答文字

你是否已經清楚瞭解大規模崩塌現象與發生原因? *

☐ 是

☐ 否

你是否已清楚瞭解大規模崩塌災害可透過適當工法配置減緩災害發生與衝擊? *

☐ 是

☐ 否

你是否已清楚知道自主防災作為，可減少災害發生的機率與降低災害造成的損失?

☐ 是

☐ 否

你是否認同做好水土保持的重要性?

☐ 是

☐ 否

圖 3-4.13 本教具體驗活動回饋表單

資料來源：本計畫整理

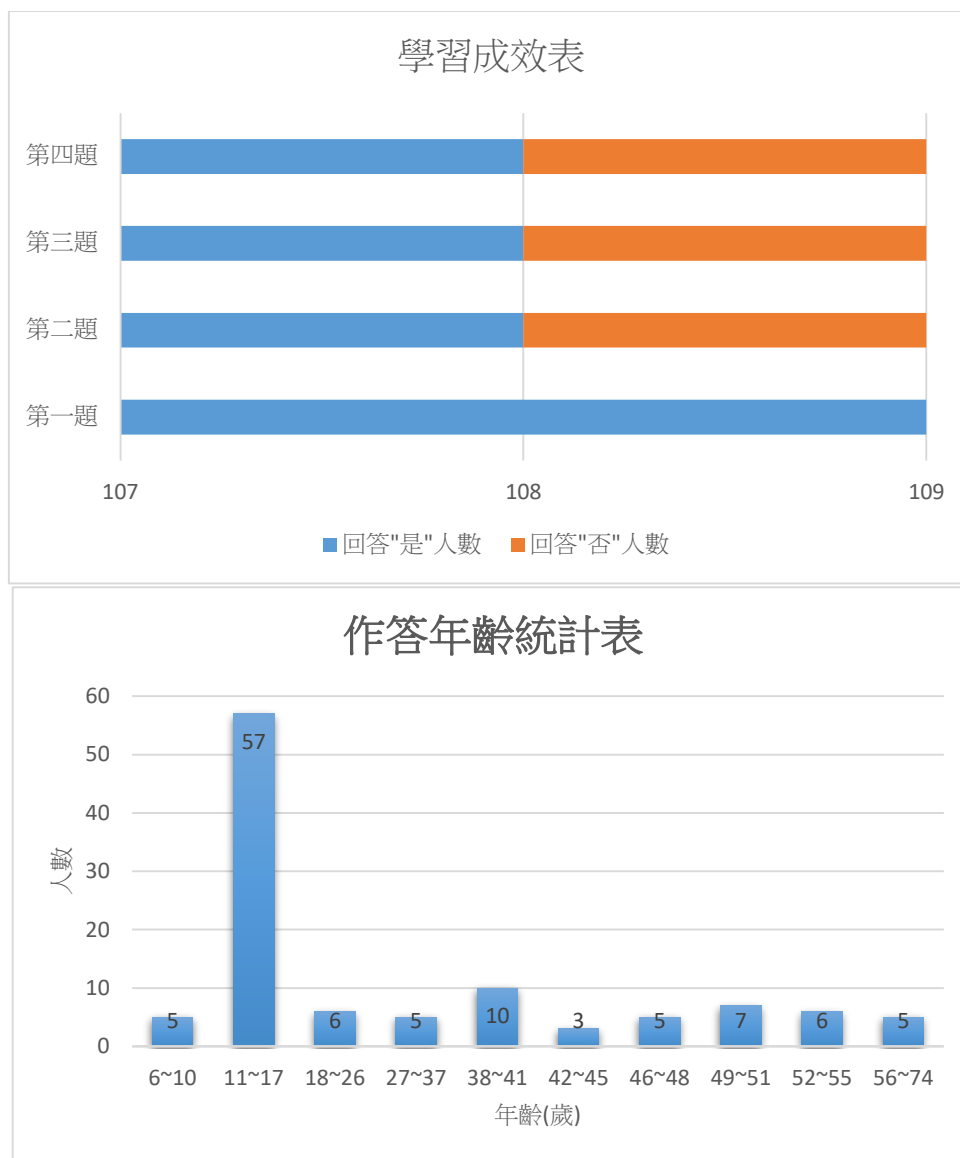


圖 3-4.14 學習成效表(上)及作答年齡統計表(下)

資料來源：本計畫整理

第五節 辦理教具的體驗與推廣

針對水土保持酷學校提供新開發教具體驗與推廣活動，讓學生與師長有機會對可組裝式互動式教具操作、玩樂，以及建立水土保持與防災知識。本計畫已於 108 年 11 月 04 日於基隆信義國小召開一場針對教師之教育訓練與一場學生體驗活動，已完成兩場教育訓練與體驗

活動詳述如下：

(一) 國小教師辦理教育訓練

針對教師進行之教育訓練，活動內容包括：(1)STEAM 五大精神融入教具解說(如圖 3-5.1 所示)；(2)先備知識教學說明；(3)可組裝式地滑地互動式教具基本操作說明(如圖 3-5.2 所示)；(4)警戒水位與地滑現象關係說明(如圖 3-5.3 所示)；(5)工法配置與施工品質體驗操演(如圖 3-5.4 所示)；(6)地層實際結構配置組合與地下水位上升關係體驗；(7)國小教師實際操作(如圖 3-5.5 所示)；(8)填寫本計畫教具效益回饋問卷。活動中本計畫團隊配合教師版教案手冊(參閱附錄四)進行展演活動，訓練國小教師作為水土保持知識扎根原點，除了向國小學生進行本教具的操作說明與教學外，也期許教師能在自然課中納入地滑地災害防治學習。最後本，次教育訓練對象係以信義國小教授自然課的教師為主，其餘有興趣累積環境教育學分教師為輔，總參與教師人數為 39 人。

(二) 國小學童辦理體驗活動

針對學生進行之體驗活動，內容包括：(1)先備知識搭配教材進行故事解說(如圖 3-5.6 所示)；(2)可組裝式地滑地互動式教具基本操作說明(如圖 3-5.7 所示)；(3)工法配置與施工品質體驗

(如圖 3-5.8 所示);(4)警戒水位觀測與地滑現象關係說明。此外，體驗活動以兒童版故事教案與海報(參閱附錄五)配合進行活動演說，且透過觸控螢幕撥放之影片與照片配合互動式教具，激發學童好奇心與提升專注力，讓學童踴躍參與回答與討論，並在演說後發放學習單(如圖 3-5.9 所示)讓學童填寫，量化本教具教學效益。本次參與活動之學生人數為 52 人，以參與學生作為水保教育橫向擴散原點，未來再擴散至社區之中，達到本計畫之「用心栽培下一代，打造水保新世代」目標。



圖 3-5.1 STEAM 五大精神教育理念解說及先備知識教學說明

資料來源：本計畫整理



圖 3-5.2 可組裝式地滑地互動式教具基本操作說明

資料來源：本計畫整理

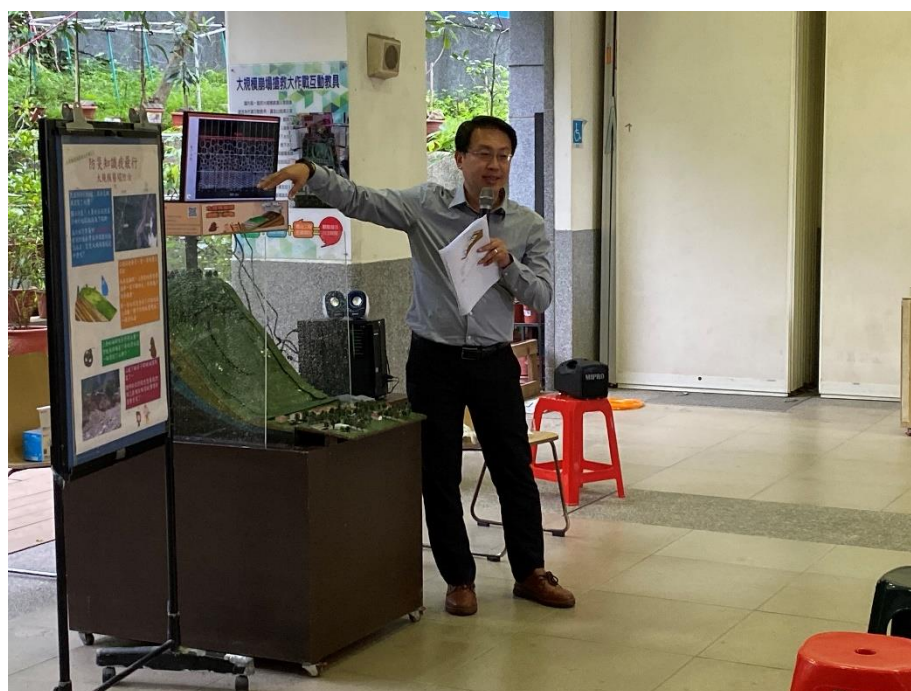


圖 3-5.3 警戒水位與地滑現象關係說明

資料來源：本計畫



圖 3-5.4 工法配置與施工品質體驗操演

資料來源：本計畫整理



圖 3-5.5 國小教師實際操作

資料來源：本計畫整理



圖 3-5.6 先備知識搭配教材進行故事解說

資料來源：本計畫整理



圖 3-5.7 可組裝式地滑地互動式教具基本操作說明

資料來源：本計畫整理



圖 3-5.8 工法配置與施工品質體驗解說

資料來源：本計畫整理

學習單

班級：五年二班 姓名：張子熙

學習單

班級：五年二班 姓名：張子熙

學習單

班級：五年二班 姓名：張子熙

1. 年齡 11 歲

2. 你是否已經清楚瞭解大規模崩塌的情形和發生原因？
是 ☒ 否 ☐

3. 你是否已經清楚瞭解大規模崩塌災害可透過各種工法降低災害的影響？
是 ☒ 否 ☐

4. 你是否已經清楚知道自主防災，可減少災害的發生與降低災害的破壞？
是 ☒ 否 ☐

5. 你是否贊成做好水土保持的重要性？
是 ☒ 否 ☐

圖 3-5.9 學生學習單

資料來源：本計畫整理

第六節 執行工作檢核表

依據本計畫契約內容，應於期末階段完成所有工作項目，工作時程如下圖 3-6 所示。此外，為確保本計畫工作項目、內容、數量期程等符合契約規定，本計畫增列執行工作檢核表(如下表 3-6 所示)，藉以提供檢核與審查各項目內容。

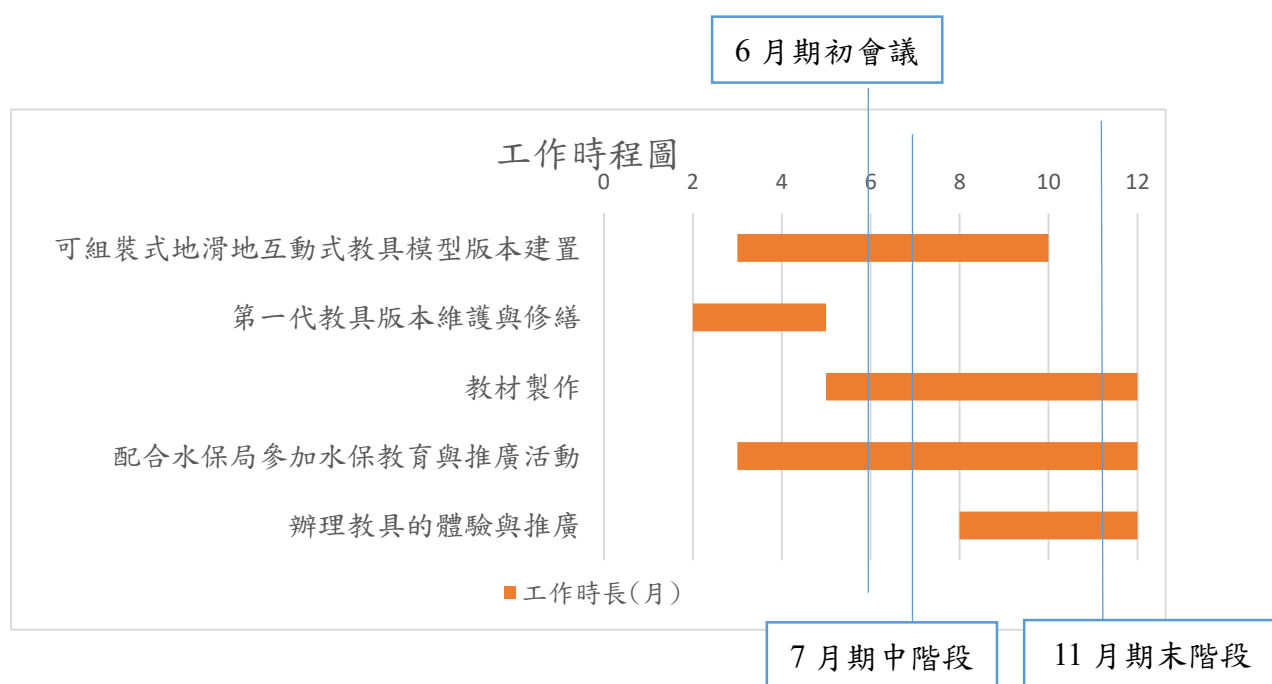


圖 3-6 工作時程圖

資料來源：本計畫整理

表 3-6 執行工作檢核表

契約規定項目	工作內容	期末預定 達成比例	是否達成
可組裝式地滑 地互動式教具 模型版本建置	(1)基礎地滑地造型建置；(2)動態系統建置；(3)各工法模組與地層結構模擬套組建置；(4)模型外觀加工；(5)模型測試、(6)液晶螢幕展示功能、(7)搬運木箱製作	100%	✓
教材製作	(1)地滑地現象觀察；(2)整治工法配置；(3)施工品質體驗與自主防災觀念建立；(4)地層真實狀況模擬與地下水之認識；(5)實際地滑地先備知識建立(以梨山地區地滑地為例)	100%	✓
第一代教具維護與修繕	(1)地滑地塊體滑落功能維修；(2)抑制與抑止工法模組功能維修與外觀造型維修；(3)地滑地表面坡地與保護區域之外觀造型維	100%	✓

	修；(4)地滑地表面雨水入滲孔洞清理；(5)降雨模擬控制按鈕修復等。		
配合大局參加 水保教育與推廣活動	(1)教育部 921 震災 20 週年暨莫拉克風災 10 週年系列活動； (2)2019 科學玩意節；(3)中華民國第 59 屆中小學科展暨科學博覽會活動；(4)108 年水土保持繪本故事創意表演競賽頒獎典禮暨水土保持教育推廣成果發表； (5)水土保持酷學校授證暨水土保持酷學校教育論壇；(6)2019 地質嘉年華(921 震災 20 週年暨莫拉克風災 10 週年系列活動)	100%	✓
辦理教具的體驗與推廣	(1)針對教師辦理教育訓練；(2)針對學童辦理體驗活動	100%	✓

資料來源：本計畫整理

第四章 結論與建議

第一節 結論

本計畫已依計畫目標，完成可組裝式地滑地互動式教具模型建置、教材製作與教具體驗推廣等工作項目，將所有工作成果整合可獲得以下幾點結論：

- 一、本計畫嘗試開發出互動式與真實性兼備之教學資源，透過連結實際的情境脈絡，讓學習產生意義，並融入「STEAM教育」五大精神-「跨領域、動手做、生活應用、解決問題、五感學習」，藉由體驗與探索的深入學習歷程，讓學生獲得參與和自我思考，可以將「工程整治、問題解決與自主防災」的種子深刻植入教師與學生心中，培育水保推廣尖兵或水保從業者。而此創新教具與資源引導之學習模式，正好也呼應未來十二年國教推動的方向：素養導向式教學-培養帶得走之能力，來達成一個人為適應現在生活及未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度。
- 二、本計畫完成升級版可組裝式大規模崩塌互動教具開發，讓走山地滑災害縮小尺度，於教室及展場當中被展示使用，教具模型包含以下模組：(1)降雨情境模擬、地層結構模擬模組與地下水位觀測模組—可觀看不同降雨強度入滲至地層，導致地下水水位升高、

(2)地層滑動觀測模組—當地下水位上升至崩塌發生之臨界水位時，地下水位將會推動崩塌塊體，進而導致崩塌塊體滑落、(3)整治工法模組—讓學童可以體驗擔任小小工程師，共開發了四種類型之整治工法，包含地表排水工法、地中排水工法與擋土工法(排樁、擋土牆、格梁護坡與地錨)、(4)施工品質體驗與自主防災觀念建立模組—模擬施工品質不佳的狀況與工法失效處置、(5)輔助解說螢幕建置—完成建置先備知識(地滑與土石流災害影片、梨山地滑地整治介紹、氣象局豪大雨分級、各種坡地災害比較等內容)、整治工法介紹與學習單等學習之操作平台。

三、為了使學生能夠充分學習地滑地相關知識，本團隊設計五大教學活動以搭配教具與觸控螢幕等資料使用，活動包含：(1)地滑地現象觀察；(2)整治工法配置；(3)施工品質體驗與自主防災觀念建立；(4)地層真實狀況模擬與地下水之認識；(5)實際地滑地先備知識建立(以梨山地區地滑地為例)。並完成學生版(附件五)與教師版(附件四)教案手冊，學生版的以說故事的方式編列教材內容並完成海報；老師版的則編製較深入的學習教案內容，提供老師未來上課講義製作之參考。

四、本計畫針對第一代教具，已完成之修復內容包含：(1)地滑地塊體滑落功能維修；(2)抑制與抑止工法模組功能維修與外觀造型維

修；(3)地滑地表面坡地與保護區域之外觀造型維修；(4)地滑地表面雨水入滲孔洞清理；(5)降雨模擬控制按鈕修復等。

五、本計畫完成一場針對國小教師之教具教育訓練及一場針對國小學童之教具體驗活動，並配合大局參與五場推廣活動。其中，教具教育訓練部分，於 108 年 11 月 04 日在水土保持酷學校-基隆信義國小完成「學生教具體驗課程」示範，共計 52 位學生參與體驗；於同日在信義國小完成「教師教育訓練」課程，共計 39 位老師完成受訓。另教具推廣的部分，配合大局所參加的全國性活動與自辦性活動，包括：1.教育部 921 震災 20 週年暨莫拉克風災 10 週年系列活動(108/04/19~108/04/20)、2. 2019 科學玩意節(108/07/13~108/07/14)、3. 中華民國第 59 屆中小學科展暨科學博覽會活動(108/07/23~108/07/28)、4. 108 年水土保持繪本故事創意表演競賽頒獎典禮暨水土保持教育推廣成果發表(108/09/25)、5. 2019 地質嘉年華(921 震災 20 週年暨莫拉克風災 10 週年系列活動)(108/11/03)讓一般民眾、國小教師與國小校長學習到大規模崩塌相關知識，總計參與教具觀摩的人次超過四千五百人次，已達成顯著宣傳效果。

六、其他相關成果包含：(1)小型地滑地模型製作，為額外製作的一獨立模型，以坡度及地震兩觸發地滑之因子作為主要製作方向，

引導學習其他影響地滑發生因子的觀念，藉此豐富教具的教育內容；(2)結合科技螢幕，教具加裝地下水位感測器與蜂鳴器，建置即時地下水位監測與山崩預警觀察畫面與聲效，使參觀民眾更有感；(3)將計畫成果以”「STEAM」理念融入大規模崩塌防災教育教具開發”為題投稿，參加清華大學舉辦之2019第十屆教育創新國際學術研討會，讓水保推廣工作更加擴散；(4)由於單純的參與場次較無法掌握參觀人員對推廣知識之學習成效，本計畫提供現場即時行動測驗調查，蒐集民眾對推廣知識瞭解的數據，更直接取得教具帶來的真正推廣效益。

第二節 建議

1. 藉由即時行動測驗調查，蒐集民眾對推廣知識瞭解的數據，更可以反應教具教育傳遞效果的績效，建議未來參展活動持續加強蒐集，再藉由統計資料瞭解教具推廣大規模崩塌教育之成效。
2. 本計畫所產製的互動教具尺寸是參考國小學童身高而設計，並考量到水保酷學校等展演活動運輸便利性問題，設計提供完善的拆解與收納裝置。雖本教具可有效降低運輸成本，但由於進退場之安裝步驟繁瑣、時程過長，因此建議未來可針對此安裝流程進行改良，減少會場布置時間。
3. 本團隊於計畫執行過程中發現教具如經常使用的情況下，需要定

期保養，例如：地表入滲孔與地下排水孔可能會有阻塞情況發生，導致入滲地下水與排水的效率降低。另外，由於安裝拆解程序較多，組裝零件容易受損、受潮或受損，因此操作人員在安裝、操作與收納時，需要特別注意上述可能毀損的因素。

參考文獻

- [1] 六一兒童網，(2017)，孤單的大樹，取自
<http://www.61ertong.com/wenxue/yuyangushi/20170118/265712.htm>
1。
- [2] 行政院農委會水土保持局，2018，地滑地搶救大作戰互動教具
研發，執行單位：國立臺灣海洋大學。
- [3] 行政院農業委員會水土保持局臺中分局，2014，103 年度大梨山
地區地滑地監測管理及系統維護資料分析，執行單位：國立中
興大學。
- [4] 行政院教育部，2019，921 震災 20 週年暨莫拉克風災 10 週年系
列活動-防災總動員暨防災校園大會師取自
http://www.djes.tyc.edu.tw/xoops/uploads/tadnews/file/nsn_15462_1.pdf。

附錄

附錄一、期初委員審查意見

開會地點：水土保持局第二會議室

開會時間：108 年 06 月 04 日(星期二)上午 10 時

主持人：徐組長森彥

項次	審查意見	回覆辦理情形
一、	地滑的成因很多如地質、雨量、地下水、坡度、地震... 等等。建議相互關連可納入。	謝謝委員建議。本計畫所開發的教具模組(降雨狀況模擬套組、雨水入滲模擬裝置、地層結構模擬套組)及相關教材資料，可以提供學童或一般民眾瞭解地滑發生的多項成因與其相互連結。
二、	建議將水保局治理梨山地滑的過程，可納入教材。	謝謝委員建議。本計畫將蒐集水保局治理梨山地滑的歷程資料，納入教具推廣教材中。
三、	與建議第三代科開發虛擬教材(AR)甚至可運用程式設計有不同現象如雨量 500mm、6 級地震... 等因子，會有何災害，然後設計何種工法可有效治理。	謝謝委員建議。虛擬教材 AR 相關設計如雨量 500mm、6 級地震... 等因子，可於將來第三代教具版本開發作為參考，將會更加豐富地滑地互動式教具水保知識與自主防災能力培養效果。
四、	圖 3-1.1 至圖 3-2.8 與內文不符宜修正。	謝謝委員建議。已修正圖文不符之處。
五、	表 2-4~表 2-5 宜修正	謝謝委員建議。已修正圖文不符之處。

六、	P2-1 STEM 教育理念宜敘明。	謝謝委員建議。STEM 教育理念系整合科學(Science)、技術(Technology)、工程(Engineering)、數學(Math)的跨學科教學方法，將四大領域專業知識結合，削減不同學科之間的隔閡，且將課程與真實生活中的情境做結合，用以激發學生求知欲與好奇心。以此呼應本計畫之虛擬實境、互動學習之核心理念。
七、	P2-11 宜敘明施工品質體驗的作為。	謝謝委員建議。可組裝式地滑地互動式教具模型建置包含 3 項施工品質體驗套組： (1)擋土牆、預力地錨、格梁護坡、排樁四種實體工法模擬套組：除原工法設計外，分別建置較輕質量之工法，使用此工法將無法阻止地滑塊體滑落，因此可讓學生體驗施工品質差異導致工法功能之失效。 (2)地表排水工法淤塞：地表縱橫向排水工法共 4 條，用於收集並導流過量地表逕流之水量，因此如將樹木或石頭等造景物放置於排水道中，導致排水道淤塞，進而使排水工法失效。 (3)地中排水工法失效：本計畫設計 3 個不同孔徑之地中排水工法套組，學生可以自由選擇排水工法的開關組合，如關閉排水工法時，代表此地中排水工法失效。藉此，學生可觀察開關不同組合之排水工法會導致排水功效的差異。
八、	照片宜顯示日期。	謝謝委員建議。已增列日期於照片。

九、	宜列檢核表，檢核工作項目、內容、數量期程是否符合契約規定	謝謝委員建議。已增列檢核表。
十、	地下水位昇降速率和地層結構之關聯性和穩定宜敘明。	謝謝委員建議。本計畫預定設計因降雨導致地下水位提升，並設定警戒水位，當地下水位上升至警戒水位時將導致地層塊體滑落。此外，地下水位上升速率將受到地層結構套組影響，本計畫預計建置3種粒徑大小之地層結構套組，可讓學生觀察不同粒徑地層結構對地下水位上升速率之可能影響。
十一、	本教具設計精巧，能貼近大自然現況，但先備知識宜加以盤點，配合十二年國教課綱，以提升教學成效。	謝謝委員肯定。本計畫預計針對委員提議的先備知識與十二年國教課綱之配合，納入教材製作規劃，藉此提升本教具之教學成效。
十二、	各項工法的說明及地質現況，宜針對不同年齡規劃解說內容，地下水位昇降，宜再加強表現。	謝謝委員建議。本計畫將地滑地互動式教具教學目標設定為國小高年級學生、國小教師、一般民眾。將國小學童、國小教師、一般成年民眾的教學內容分為三種方式進行： (1)學童教學規劃：本計畫預定製作故事教材，利用說故事的方式將水土保持教育納入其中，以此提高學童好奇心與專注度。 (2)國小教師教育訓練規劃：本計畫將製作教具操作說明手冊，除了提升國小教師水保相關知識素養外，也可利用教師作為擴散基點，向國小學童進行水保教育。 (3)一般民眾教學規劃：本計畫將

		利用配合大局參展的活動，並利用演說與操作並行的方式，將本教具相關水土保持知識傳遞予一般民眾，藉此提高民眾水土保持知識與素養。
十三、	教具中象徵地滑的危害及範圍，可有聲光、AR 模型來加強互動性，否則民眾較難感受。	謝謝委員建議。本計畫已規劃建置液晶螢幕撥放實際地滑影片與工法照片等相關聲光效果，並且可沿用第一代教具版本之 AR 功能，於本計畫教具使用時，迅速讓民眾理解教具預計傳達知識內容。
十四、	細部分解坡地災害，可以再以手牌、數位影像或立體書，模型來解說，並可拍成教學影片。	謝謝委員建議。本計畫已規劃建置液晶螢幕撥放實際地滑影片與工法照片等，並配合教材製作故事書與相關道具，加強地滑地互動式教具的吸睛度與傳達知識之效果。本計畫教具操作方式，預定於教具模型完工後進行教學影片之拍攝，藉以加強學生與一般民眾對於整體教具操作學習體驗的效果。
十五、	雨量模擬可與中央氣象局的雨量(超大豪雨...)進行比較。	謝謝委員建議。本計畫預定於地滑地互動式教具完工後，進行設備降雨強度測量工作，並與中央氣象局的雨量標準進行比對，將比對結果轉化大眾語言，使民眾更容易理解教具所模擬降雨之等級。
十六、	第一代的缺點，是否有檢討與改進？	謝謝委員建議。本計畫已於第二代教具版本將第一代教具缺失進行改善，前計畫第一代版本之缺失與改進如下： 一、第一代版本缺失 (1)教具運輸不便與成本過高。 (2)崩塌塊體易碰撞受損，導致滑落功能失常。 (3)未納入地層結構對地下水位抬

		升速率影響 二、改進方式 (1)本計畫製作可組裝式地滑地互動式教具，將原先教具尺寸縮小，並設計可拆裝功能，可降低運送成本與提高運送便利性。 (2)第二代教具之滑動塊體滑落功能將改進為自動化，當地下水位上升至警戒水位時，可自動將滑動塊體滑落，以此降低因碰撞受損導致滑動塊體功能失效。 (3)本計畫預計建置3種粒徑大小之地層結構套組，可讓學生觀察不同粒徑地層結構對地下水位上升速率之可能影響。
十七、	遊戲化更能讓學生印象深刻，例如：解說完了之後進行知識競賽搶答。	謝謝委員建議。本計畫團隊將於後續配合大局參展活動進行教具遊戲化之工作，可收集民眾之回饋與考察遊戲化的效果等經驗，以利後續進行擴散活動之效用。
十八、	岩心等坡地災害周邊知識的科普教育，相當有趣，水土保持防治工法宜再加強。	謝謝委員肯定。本計畫預計將水土保持工法模組說明，利用預計規劃建置液晶螢幕，撥放實際工法照片等進行修正，以提高宣傳效果。
十九、	本教具相當吸睛，內容豐富，值得嘉許，VR的發展可以考量。	謝謝委員肯定。VR的發展可提供另一種虛擬學習效果，但與本計畫STEAM的開發理念，動手觸摸學習思考的方式不同，不過兩者結合應可創造加乘的學習效果，可如委員所建議作為未來計畫參考。
二十、	預期成果上： (一)互動式教具水土保持教育訓練課程規劃於何時？對象是哪一階段的教師？是否有參加人數之門檻限制？	(一)互動式教具訓練課程將於可組裝式互動式教具完工後，與配合之國小商討確切時間，初步於學生暑假回來後辦理，同時申請環境教育學分。教育訓練對象為該國小

	(二)以學生為主體之教具體驗活動如上，規劃時間點？對象？參與人數？	教授自然課的教師為主，其於有興趣累積環境教育學分教師為輔，為了提升學習效果建議一次以 20 人為限。 (二)針對學生進行之教育體驗活動，時間點於可組裝式互動式教具完工後，與配合之國小商討確切時間，初步於學生暑假回來後辦理。對象設定為該國小高年級生(五、六年級生)，參與人數約為 30 至 50 人。
二十一、	降雨與地滑間的安全係數較易被定義，惟地下水位之升降與地滑之機制卻不易被判釋出，「有機會」將此因子考慮於內否？	謝謝委員建議。本計畫教具將能觸動崩塌塊體滑動時之地下水位設置警戒水位，利用地下水位升高至警戒水位發生地滑塊體滑落現象，藉以傳達地下水位升高與地滑機制的概念。
二十二、	工法模組若可以「建議」有排樁之設置。	謝謝委員建議。本計畫將排樁之裝置納入考量。
二十三、	地層滑動面可否有「層面(順向坡)」之展現？若有，則可利用臺升「滑動面」的坡度，讓使用者亦了解「坡度」、「摩擦角」的觀念。	謝謝委員建議。可組裝式互動式大規模崩塌教具由於提案經費的限制，暫無法於目前較具增設此一功能，可於下一代教具版本建置作為參考依據。
二十四、	期中、期末加入梨山地區地層滑動整治計畫相關資料。	謝謝委員建議。本計畫將蒐集梨山地區地層滑動整治計畫相關資料，納入報告中，並將此資料納入教具推廣教材一部分。

附錄二、「108 地滑地搶救大作戰互動教具研發 2.0 計畫」

第一次工作會議紀錄

壹、開會地點：國立臺灣海洋大學河海工程學系二館 509 室

貳、開會時間：108 年 05 月 31 日(星期五)下午 2 時

參、主持人：徐組長森彥

肆、出席人員：如簽到單

伍、主席致詞：無

陸、報告事項：

案由：「108 地滑地搶救大作戰互動教具研發 2.0 計畫」案執行進度規劃，提請討論。

決定：

一、配合本局參加水保教育與教具推廣活動：

(一)已辦理：防災總動員暨防災校園大會師 1 場次。

(二)辦理規劃：

1. 2019 科學玩意節 1 場次。

2. 中華民國第 59 屆中小學科展暨科學博覽會活動 1 場次。

3. 2019 地質嘉年華 1 場次。

(三)預定增加場次：

1. 108 年水土保持繪本故事創意表演競賽頒獎典禮暨水土保持教育推廣成果發表會 1 場。

2. 水土保持酷學校授證暨水土保持酷學校教育論壇 1 場。

二、可組裝式地滑地互動式教具模型規劃：請增加製作岩心展示盒，以增教學效果。

三、辦理教具的體驗與推廣：建議以種子教師營方式，運用教具實際操作培訓各校種子教師。

柒、臨時動議：無

捌、散會：下午 4 時 31 分

行政院農業委員會水土保持局
「108 地滑地搶救大作戰互動教具研發 2.0 計畫」
第一次工作會議簽到單

壹、會議日期：108 年 5 月 31 日（星期五）下午 2 時

貳、開會議地點：國立臺灣海洋大學河海工程學系二館 509 室

參、主 持 人：徐組長森彥

紀錄：林永昇

肆、出(列)席單位及人員：

出(列)席單位	簽 名 處			
	職 稱	姓 名	職 稱	姓 名
水保局	組長	徐森彥		
	工程師	林永昇		
國立臺灣海洋大學	助理教授	許世遠		
	研究生	董名家		
	研究生	邱悅善		
	研究生	陳威寧		

陸、散會：下午 4 時 3 / 分

附錄三、期中委員審查意見及回覆辦理方法

開會地點：水土保持局

項次	審查意見	回覆辦理情形
一、	教具功能部分除了深層崩塌現象之觀測外，建議可納入淺層崩塌之現象，以讓民眾對崩塌災害有更全面的認知。	謝謝委員建議。經委員建議後已於九月之例行性檢修時向教具廠商提出。經調整過後已於深層崩塌模型的主坡面兩側增加了淺層崩塌塊體，藉以讓民眾能對崩塌災害有更完整的認識。
二、	教具於地下水位視窗之觀測，建議可利用浮球等較明顯之方式，讓學員清楚地觀察到地下水位的變化。	謝謝委員建議。經委員建議後已於九月之例行性檢修時向教具廠商提出並於水位觀測管內新增了螢光橘之浮球，讓民眾能清楚的觀察水位變化。
三、	除了地下水位因素外，坡度與地震(尤其像 108/08/08 上午 5 點 28 分，宜蘭規模 6.0 之地震)亦是造成地層滑動之重要因子，若現有教具因經費有限而無法完成，建議可於下一代的教具中予以考量。	1. 本計畫於委員建議後已完成一個因坡度變化以及強烈地震所引發地滑之小型模組，將會在本計畫後續參與之展覽中展示並提供參觀民眾更全面的地滑災害知識。 2. 謝謝委員建議。下一代的教具中將會考量委員提供之建議，將坡度及地震等其他因素一併納入設計元素中。
四、	承上，若現階段欲將坡度、地震兩因子納入教具中加以推廣，建議可考慮另行製作較小、較便宜的模型教具取代之。	承上，本計畫已於委員建議後完成一個因坡度變化以及強烈地震引發地滑之小型模組。謝謝委員建議。
五、	建議液晶螢幕展示之內容可規劃讓學員較易了解之學童版劇情。	謝謝委員建議。本教具之參觀民眾主要有教師、學童以及一般民眾，三種參展民眾欲從本教具上獲取的資訊不同，如欲讓參觀民眾更加瞭解本計畫之內容，設計二至三種針對不同群體之螢幕內容是必須的，經委員建議後已增加了學童版的簡易大規模崩塌介紹投影片。相

		信透過符合個群眾吸收能力的教具內容，能使本教具的知識傳播效益達到最大化。
六、	後續可針對教師訓練活動製作出操作說明書，以方便教師使用。	謝謝委員建議。本教具歷經兩代不斷的改進、增添教育內容，操作的複雜程度也相對提高，故本計畫完成針對教師訓練活動用的訓練手冊及操作說明書各一套，以方便日後各水保酷學校之種子教師操作使用。

附錄四、教師訓練手冊及教師簽到表

教師版教案手冊：

大規模崩塌搶救大作戰 教學活動手冊



大規模崩塌搶救大作戰

背景故事：

2009 年八月九日清晨，大規模崩塌災害帶來的小林村滅村，為臺灣坡地環境的安全敲醒了警鐘，提醒國人對於防治坡地災害發生之重要性。傳統預防坡地災害發生多以調查、規劃與整治等工程手段達成，然而面對氣候變遷導致降雨集中引致之大規模崩塌災害，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，而水土保持局酷學校推廣計畫即為一例。該計畫招募有意願推動防災教育之學校加入，針對加入的種子學校，提供水土保持相關課程活動與教具資源深入校園，並逐步擴及周遭社區與鄰近學校，藉由防災知識縱向紮根與橫向拓展來達成水土保持教育普及目的，使人民有更充分的防災意識及預防準備，分擔政府災害管理工作。

為增添酷學校學習資源與創造學生全新的學習體驗，需要開發更多創新教具、教材與教學環境，留住學生的目光，提高學生學習效果與求知慾望，創造教育推動加乘效果。本教具以小林村所發生的大規模崩塌災害為教育主題，讓野外不易觀察之大規模走山現象，可以仿真重現於教室，同時注入災害防治思維，最後融合 STEAM 五大精神-「跨領域、動手做、生活應用、解決問題、五感學習」，開發出「大規模崩塌互動式教具模型」，拓展全新的水土保持教育模式。教具所涵蓋之五點教育模式為：

1. **跨領域方面：**防治大規模崩塌問題，需結合水文、地質、水文地質、土壤力學、岩石力學與防災工法等不同學科領域知識，教具提供功能，讓學生體會不同領域間交互在同一實體教具上，試圖運用他來解決此災害問題。
2. **動手做方面：**教具提供互動式功能，其中內容包含降雨量模擬、不同地層結構模擬模組、各式防災工法組裝、地下水警戒水位觀察等功能，學童可自行操作，並可嘗試組合最經濟有效之解決方案。
3. **生活應用方面：**坡地災害與居住在坡地居民息息相關，透過教具建立崩塌發生機制、基本自主防災、監測等知識，讓學生學會應用如何辨識住家附近崩塌發生前之徵兆。
4. **解決問題方面：**教具提供工法操作模組，讓學生體會「阻止地下水蓄積，可以降低大規模崩塌的發生」、「擋土工法的安裝，可以抑止崩塌塊體滑落」等解決方案，使學生學習做有意義的決定，感覺自己所做的決定具影響力，驅使學童學習。
5. **五感學習方面：**由於地質條件複雜，欲瞭解大規模崩塌發生機制有其困難，教具提供各種抑制工法、抑止工法、降雨量變化、地層結構組成等裝置，皆能自由配置，可創造各種災害防治組合，藉由同步創造工程之力與美之挑戰，贏得解決問題所需的成就感，將可加倍學習之動機。

依據以上教育理念，「大規模崩塌互動式教具模型」模擬真實降雨情境，讓學生觀察降雨入滲至坡體行為，且教具搭配液晶螢幕、即時水位監測系統及蜂鳴器等輔助系統，可從螢幕清楚觀察地下水位即時位置，當地下水位累積達「警戒水位」時，蜂鳴器將發出警報，隨後發生地層塊體滑落，學習地層滑動發生機制。再者，可配合使用排水、護坡工法的套組，讓學生學習思考如何減緩、防治坡地災害的發生。最後，本教案另外提供實際地層鑽探岩芯及岩層實際結構模組，讓學生見識與觸摸地層的組成成分與樣態，可更清楚瞭解地質、地下水與地層滑動之關係，並與教具作虛實連結，藉此深化學生於大規模崩塌教具所學之防災知識。



讓學生理解地滑發生的機制與整治方法

教學年級：國小 4~6 年級

相關領域能力指標：

教學時間：90 分鐘

學習技能：水保相關知識學習、問題發現、分析問題、解決問題之能力。

相關詞彙：大規模崩塌、降雨入滲、水位觀測、警戒水位、排水工法、邊坡保護工法。

(一)教學研究：

1.教學目標

- (1)瞭解山坡地大規模崩塌中深層崩塌發生原因。
- (2)透過自行調整降雨強度，學習地下水位上升與崩塌發生時間之關係。
- (3)觀察降雨強度與地下水位上升速率之關係。
- (4)透過實際岩芯觸摸、地下水位量測與教具操作，瞭解崩塌與地下水位、地質之關係。
- (5)選擇防治工法，學習各種工法防治坡地災害發生的原理。
- (6)選擇工法組合，學習各種組合工法，防治坡地災害之成效。
- (7)體驗擋土牆施工品質優劣，對坡地下方保全對象防護之影響
- (8)透過工法失效之察覺，建立自主防災觀念。

2.教材分析

- (1) 臺灣地理環境複雜，且位於菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊之交錯帶，因此造就高山、丘陵眾多，平地相對較少(占總土地面積約 26.36%)，因而在這樣的環境下，人民居住的環境受到限制，導致不少的居民選擇住在山坡地。山坡地的居住需要一定程度的開發，且需要承擔自然災害發生的風險，如：土石流、崩塌、落石等。
- (2) 臺灣夏季好發颱風，過量的降雨常造成坡地災害的發生。例如：2009 年 8 月 8 日莫拉克風災造成人員嚴重傷亡與財產損失，而其中最為驚人的坡地災害是大規模崩塌中「深層崩塌」，其導致高雄縣甲仙鄉小林部落遭到大量土石掩埋而遭受滅村。因此，大規模崩塌的災害成因與災害防治觀念等知識傳播扎根非常重要。
- (3) 因應許多坡地災害的發生，可選擇工程的方法來處理。為此，教具提供不同的工法模型，讓學生學習工法實行後之防災效益。同時，學生可以進行不同工法搭配，嘗試何種工法組合，得到最佳防災效益。
- (4) 鑒於自主防災近年趨於重要，加強防災教育乃是相當重要的一環，本

創新教具資源，讓孩子更深入瞭解坡地災害的發生機制，培養學生建立對災害的認識與理解，同時透過教具讓學生體驗擔任工程師的操作經驗，藉此撒下培育未來水保工程師之種子。

3.教學重點

- (1) 貫徹水土保持教育深根校園的理念，讓學生可以將大規模崩塌的相關訊息透過教具操作、岩芯觸摸與地下水位觀測，加深學習印象，並藉由工法的選擇與組合，觀察大規模崩塌防治成效，提供學生可學習成為一個小小工程師的舞台。
- (2) 本課程共分**五大活動主題**，活動一「激烈的暴雨-地滑現象觀測」-明瞭強烈的降雨與雨水入滲地下水層，是造成地層滑動重要的因素；活動二「崩塌搶救，保家衛園-防災整治工法配置」-理解工程手段對於山坡的穩定產生之效益，並體驗不同工法的配置會帶來的防治效果；活動三「施工品質體驗」-宣導工程施工品質維護之重要性；活動四「認識崩塌地質與地下水之關係」-明瞭地層結構與地下水之關係，進而推升崩塌機制觀念建立；活動五「離災優於防災-警戒水位監測」-學習地下水位即時觀測，進而建立學生離災之觀念。

4.教學建議

- (1) 本課程主要目的是藉由可看見、可觸摸的實體教具模型，提供學生觀察大規模崩塌發生現象，並加入實際模擬降雨進入地層的元素來強化學生對於此大規模崩塌的印象。本教學內容之設計，係以透過實際模擬降雨進入地層的元素，強化學生對於此大規模崩塌的印象與發生機制瞭解，多讓學生動手操作，並要求學生觀察降雨強度、地下水位上升速率與滑動體觸動發生時間，思考各物理量之間關係，再透過警戒水位觀察，藉以判別山坡地受豪雨侵襲時，地層穩定度狀態。
- (2) 各種防災工法模組設計，讓學生手動學習坡地災害與防災工法的相互關係，體驗擔任水保工程師解決問題的成就感，而非傳統的僅聽述防治工法原理。
- (3) 岩芯觸摸與地下水位觀測體驗，再搭配不同土壤粒徑組成的地層模擬模組，讓學生深切知道地層的組成材料與地下水位脈動之關係，並順勢教導崩塌與地質和地下水位之關聯性。

5.教學準備

活動一：激烈的暴雨-地滑現象觀測

- (1) 教具模型底部蓄水槽注水至教具蓄水槽中(8分滿)。
- (2) 抽水馬達接上電源。
- (3) 確認抽水馬達保持在水面下，避免馬達暴露空氣中空轉，造成馬達損壞。

活動二：崩塌搶救，保家衛園-防災整治工法配置

- (1)工法套組準備：地表與地中排水工法、重力式擋土牆、格樑護坡、地錨、排樁。

活動三：施工品質體驗

- (1)工法套組準備：地中排水工法(調整排水管使用數量)、重力式擋土牆(低品質)、格樑護坡(低品質)、地錨(低品質)、排樁(低品質)。

活動四：認識崩塌、地質與地下水之關係

- (1)打開坡地內水槽門，準備全部共 9 組之地層模擬套組。
- (2)將內部水槽拿出，安裝任意組合之地層模擬套組。
- (3)準備實際岩心組(4 盒)

活動五：離災優於防災-警戒水位監測

- (1) 同活動一，將抽水馬達準備完畢。
- (2) 將水位感測系統安裝於教具坡地內之水槽側面並接上電源。
- (3) 將水位感測系統與教學螢幕連接，並將教學螢幕接上電源。

(二)教學活動

活動一：【激烈的暴雨-地滑現象觀測】

教學目標：認識地滑發生機制。

(1)引起動機

利用仿坡地的實體模型與模擬降雨之灑水系統吸引學生關注，並讓學生觀看地滑的發生將導致邊坡下方居民生命財產受嚴重威脅，使學生想進一步了解地滑發生的成因與機制。

(2)發展活動

- (a). 一開始先從此互動教具右側邊的地層剖面，解說地層分布狀況(由上而下可以概略分成崩積層、風化岩層與新鮮岩盤)、地下水位位置及滑動面可能存在位置，同時幫助學生建立降雨與地下水位變動之觀念。
- (b). 接著說明「降雨情境模擬」部分，模擬小、中、大三種不同等級降雨量，分別用綠、黃、紅按鈕區分降雨等級大小，紅色按鈕是最大降雨量，是最危險降雨情境。降雨發生後，雨水會開始滲入地層當中，地下水開始蓄積於地層中，請同學從液晶螢幕地下水位即時監測系統觀察地下水隨著降雨持續慢慢抬升情況，當水位快達到警戒水位時，蜂鳴器發出聲音，此時地層材料像海綿一樣吸滿著水，短時間增加邊坡剪應力或降低邊坡材料的抗剪強度，進而促動滑動土體滑動，而滑落土砂也對下邊坡的道路與房子造成嚴重破壞，這就是地層滑動機制的觀察。
- (c). 講述颱風豪雨引致的崩塌，會對山坡地下方的家園造成危害，讓學生體會到居住於山坡地旁可能遭遇天然災害之風險。

(3)綜合活動

- (a). 討論降雨強度、地下水位上升速率與崩塌發生時間之關係。
- (b). 引導學生思考瞭解山坡地的潛在危害。



讓學生瞭解地層剖面分布狀況、滑動面位置與地下水位位置

活動二：【對抗天災-防災整治工法】

教學目標：學習運用工法減緩、防治地滑發生，並體會擔任小小工程師。

(1)引起動機

利用【活動一】大規模崩塌的危害，老師發問：「請問各位同學，該如何預防崩塌的發生？」讓學生主動思考防災的方法，等待學生回答完畢後，再撥放液晶螢幕中「先備知識」之工法項目，並拿出各種工法模型介紹並教導學生如何使用、安裝。

(2)發展活動

- (a). 老師解說教具提供之整治工法配置套組，包含抑制工法與抑止工法兩類，抑制工法有地表縱橫向排水與地下排水兩種；抑止工法有擋土牆、格梁護坡、地錨與排樁工法，並說明各防治工法之概念與原理。

- (b). 接著老師操作操作整治工法，(1)把地表縱橫向排水打開，水就會被引導到安全之處，減緩雨水入滲至地層之水量；(2)地中排水工法打開，地下水位即可降低，教具有三個不同排水量，可以依據實際狀況進行配置，而地下排水工法相較地表排水工法，對於降低地下水位效果較顯著；(3)擋土工法的配置部份，可以直接阻止滑動土體對下邊坡造成的傷害，但是擋土法有其保護深度的限制，如果滑動面深度超過擋土設施保護深度時，擋土工法將無法發揮其作用。



擋土牆工法



地錨工法



地表排水工法



格網護坡工法



排樁

配合實際工法圖片，讓學生透過模型操作與現實工法做連結

- (c). 最後讓學生自己安裝不同的工法，親自體驗看看各種工法對於滑動體滑落的防治效果。

(3)綜合活動

老師請學生換位思考成為一個工程師，讓學生自己配置不同工法組合，對抗地滑災害的發生，並分析不同工法組合配置之效益。

活動三：【施工品質體驗與自主防災觀念建立】

教學目標：認識工程施工品質對保護坡地下方保全對象與防災自我動手建立之重要性。

(1)引起動機

外表看似正常之保護居民安全構造物，是否潛藏不為人知的危機。

(2)發展活動

- (a). 老師換上質地較輕之重力式擋土牆，看看是否能夠阻止滑動塊體滑落至下邊坡，並與正常質地之構造物所獲得之結果進行比較。
- (b). 老師調降地中排水管排水量，模擬排水管被泥砂阻塞之現象，建立學生要定期檢查工法運作的功效，並自我採取清理措施。

(3)綜合活動

- (a). 身為一個工程師，除了學會工程設計外，討論在施工品質上如何落實原設計之標準。
- (b). 教導學生配合政府進行防災工作，協助政府提升防災效果，請學生討論自主防災的好處。

活動四：【認識崩塌、地質與地下水之關係】

教學目標：真實觸摸地底下真實土壤與岩石組成與構造，並透過地層結構模擬套組自由組合，瞭解地下水在不同地層間流動能力。

(1)引起動機

老師發問：「請問各位同學，想不想知道地下有哪些東西存在?地下水位在哪裡？」，讓我們透過鑽探岩芯資料、地層結構模擬套組與地下水感測儀器一探究竟。

(2)發展活動

- (a). 準備好岩芯，讓學生用手觸摸不同岩芯的質地，學會辨識不同岩層粗細感覺，並提出滲透性的概念與粗細材質疊合成之交界面為一個可能潛在滑動面位置之觀念。
- (b). 利用地層結構模擬套組輔助解說(a)的概念
- (c). 觀察地下水感測儀器，瞭解地下水位如何監測

(3)綜合活動

- (a). 思考坡地下土壤與岩石組成與構造，如何主宰地下水在地層中分布與流動。
- (b). 思考地下水位、降雨量和崩塌發生之關係。

活動五：【離災優於防災-警戒水位監測】

教學目標：教導學童應如何使用液晶螢幕中即時水位觀測系統，可有效觀測警戒水位，進而體會離災之重要性。

(1)引起動機

災害發生前，政府從整理各地區資料到將訊息傳到各民眾耳中需要耗費一定時間，如果民眾能在第一時間就透過簡易觀測設備得知該地區的危險指數，將能大大提升民眾預備與撤離的時間，進而導出全民自主離災的重要性。

(2)發展活動

延續【活動一】，降雨發生會使地下水位開始抬升，觀察教具上方螢幕顯示之地下水位高度線，與警戒水位線距離，學生體驗當快接近警戒水位線時，將會觸發蜂鳴器發出巨響，隨後觀察導崩塌塊體滑落，並破壞山坡下之房子與道路。

(3)綜合活動

提升自主離災的能力-引導學生思考當水位接進警戒水位線時，應如何進行應對。

(三)總結與評量

(1)總結

- (a). 本課程將大規模崩塌中之深層崩塌發生現象與防治工法，搬到教室提供學生學習使用，搭配教具螢幕之數位資料、岩芯資料、地下水位感測與警戒系統，虛實整合出一套學習課程，強化學生對大規模崩塌內容與防災觀念認識與理解。
- (b). 大規模崩塌在地質脆弱與颱風豪雨頻繁的台灣是一個自然現象，在大規模崩塌問題防治上，需仰賴滑動深度調查、發生機制瞭解與工法使用限制瞭解等，如此我們將可以有效控制大規模崩塌之發生機率。
- (c). 最後，教師帶出結論：居住在山坡地的居民必須要具備大規模崩塌災害風險管理之素養，定期檢查地表是否裂縫發生、地中排水管是否受泥砂阻塞、地表排水道是否暢通、結構物是否有龜裂現象發生等崩塌前兆，貫徹自主防災工作，使之降低災害發生風險。

(2)評量

- (a). 什麼是大規模崩塌？
- (b). 大規模崩塌的預兆？

- (c). 哪些因素會造成山崩？
- (d). 如何減緩大規模崩塌的發生？
- (e). 有哪些保護坡地的工法？

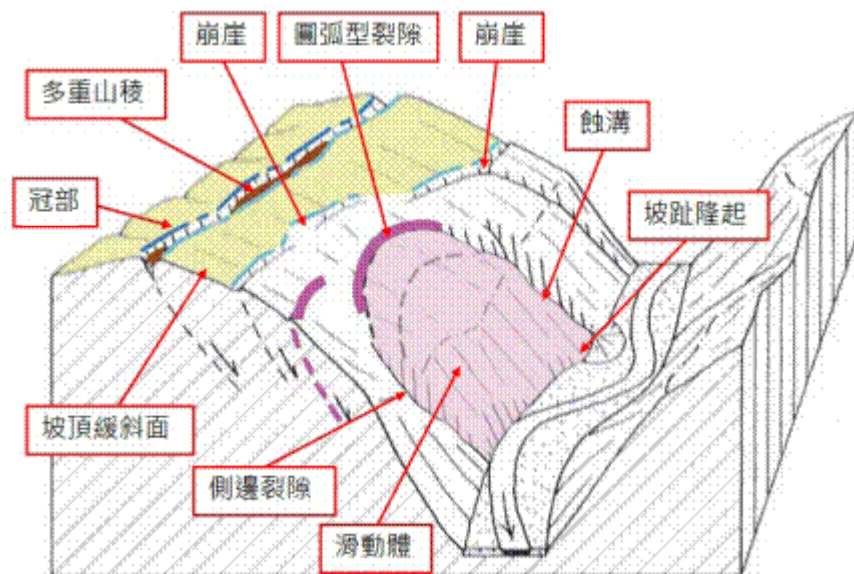
(四)延伸閱讀

1.甚麼是大規模崩塌？

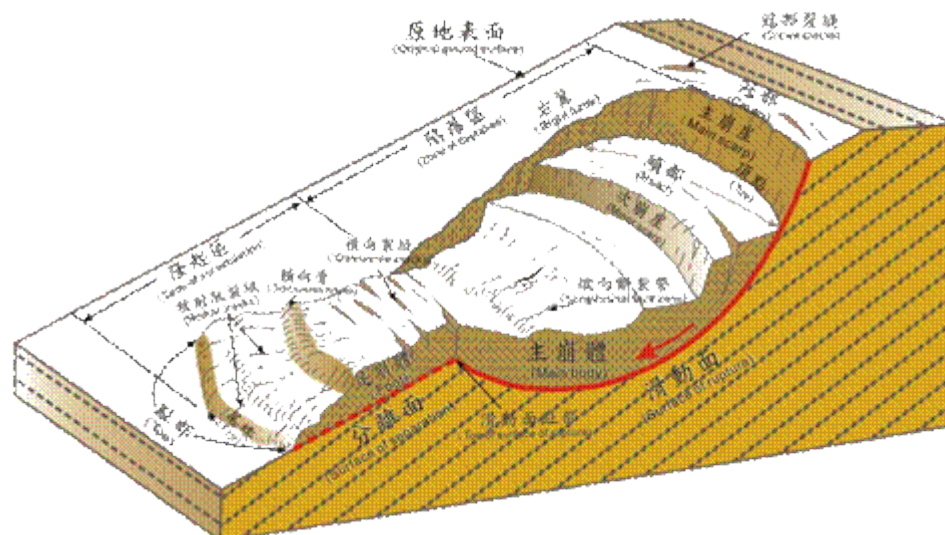
大規模崩塌的定義：指崩塌面積超過 10 公頃或土方量達十萬立方米或崩塌深度在 10 米以上的崩塌地；此類深層的崩塌，近於高速運動的地滑。

大規模崩塌可能存在之地形特徵：

- (1) 坡頂緩斜面
- (2) 崩崖、反斜崖、裂縫
- (3) 二重或多重山稜線
- (4) 線狀凹地
- (5) 圓弧形滑動體
- (6) 坡趾隆起
- (7) 坡面及側邊蝕溝、裂縫
- (8) 岩盤潛變現象
- (9) 其它老崩塌地地形



圖資來源：經濟部中央地質調查所、國家災害防救科技中心



圖資來源：經濟部中央地質調查所、國家災害防救科技中心

2. 哪些環境容易發生大規模崩塌？

容易下雨的地區

順向坡

岩層破碎

地震帶

參考資料

MOST 科技部災害管理資訊研發應用平台 <http://dmip.tw/Lone/document/qa.aspx>

教師在職專業進修研習簽到表

研習名稱： [環境教育]基隆市信義國小水土保持環教研習-「STEAM」理念融入大規模崩塌防

災教育(限信義國小參加)

研習承辦單位：基隆市 市立信義國小

研習時間： 2019/11/4 ~ 2019/11/4

☐ 上午 ☐ 中午 ☒ 下午 ☐ 夜間

編號	服務學校	教師名稱	簽到	簽退	備註
----	------	------	----	----	----

基隆市 仁愛區

1	市立信義國小	王筑翹			
2	市立信義國小	王菱玉			
3	市立信義國小	吳盈繁			
4	市立信義國小	宋文輝			
5	市立信義國小	李文儀			
6	市立信義國小	李秀欣			
7	市立信義國小	杜佩娟			
8	市立信義國小	杜嘉尹			
9	市立信義國小	周玉惠			
10	市立信義國小	林宛顏			
11	市立信義國小	林怡伶			
12	市立信義國小	林恩丞			
13	市立信義國小	林筱涵			
14	市立信義國小	林慧萍			
15	市立信義國小	邱淑霞			
16	市立信義國小	邵妃亭			
17	市立信義國小	紀慧英			
18	市立信義國小	范瑞倩			

第 1 頁 / 3 頁 11 | 2019/11/4 下午 12:11:11

研習名稱：[環境教育]基隆市信義國小水土保持研習-「STEAM」理念融入大規模崩塌防災教育(基隆信義國小參加)

編號	服務學校	教師名稱	簽到	簽退	備註
基隆市 仁愛區					
19	市立信義國小	高湘琴			
20	市立信義國小	張雲絮			
21	市立信義國小	張琦婕			
22	市立信義國小	許雅惠			
23	市立信義國小	陳立玲			
24	市立信義國小	陳桂玉			
25	市立信義國小	傅秀玲			
26	市立信義國小	黃香君			
27	市立信義國小	黃素楨			
28	市立信義國小	黃淑怡			
29	市立信義國小	廖祝娟			
30	市立信義國小	劉秀鳳			
31	市立信義國小	蔡嘉琪			
32	市立信義國小	鄭小玲			
33	市立信義國小	鄭世蘭			
34	市立信義國小	鄭伊珊			
35	市立信義國小	鄭名媛			
36	市立信義國小	賴麗雯			
37	市立信義國小	駱素秋			
38	市立信義國小	謝芬玲			
39	市立信義國小	鍾琪玲			

第 2 頁 / 共 2 頁

列印時間：2019/11/4 下午12:11:11

附錄五、兒童版故事教案與海報

主題：防災知識我最行-大規模崩塌防治

1. 解說流程：

在民國 98 年的 8 月 8 號當天，遇到了一個很恐怖的災害-莫拉克颱風侵襲了台灣。有人知道那次莫拉克颱風來時發生了什麼事嗎？那天小林村被滅村了。其實那次就是因為發生了大規模崩塌事件所以才會這麼嚴重喔！

請問各位小朋友，你們知道什麼是大規模崩塌嗎？我們來看兩段影片(從教具上方螢幕-先備知識-土石流 vs 大規模崩塌，以及坡地災害比一比進行說明)。從這兩個影片你們看到什麼？大規模崩塌與土石流發生的過程有不一樣？

為什麼會發生大規模崩塌呢？其實呢，我們的山坡會像這樣一層一層的堆疊(展示教具側面之地層圖示)，我們又可以把一個坡體大略的分成上下兩層，上層的部分是海綿，下層的部分是溜滑梯。為什麼會說是海綿跟溜滑梯呢？(從教具上方螢幕-先備知識-窺探地層秘密進行說明)我們的坡體上層其實是會吸水的，所以我們可以把坡地上層當成海綿，今天如果開始下雨了，上層的海綿會一直吸水，越來越重，但雨水並不會進入溜滑梯裡面，雨水在溜滑梯上面流，有沒有像是一個天然滑水道，當海綿吸飽水後，大雨又不斷降下，會讓海綿從

這滑水道溜下。其實大規模崩塌的原理就是這樣喔，當我們上層的土吸太多水太重的時候，它可能就會順著下層的滑水道滑下去，很重的石頭滑落造成很嚴重的災害！

(帶回教具本身)像這個山坡地，如果真的發生了大規模崩塌，你們覺得下面的房子跟人會怎樣？如果我們剛好住在像這樣比較危險的山破地下面，我們該怎麼做來保護我們的家園呢？我們可以使用保護坡地的工法！

-----介紹各工法 (從教具上方螢幕-整治工法-抑止工法進行說明)-----

排樁工法、擋土牆、格樑護坡與地錨

但有了這些工法後，就真的能保證我們家園的安全嗎？其實還有另一個很好的方法！其實每個工程措施都有自己的防護極限，所以我們應該要去想：「大規模崩塌發生的根本原因到底是什麼呢？」小朋友你們還記得我們最一開始講的是什麼原因讓坡地上的土砂滑下來的嗎？答案是水！所以我們應該要做的事是把水排掉，方法有兩種(從教具上方螢幕-整治工法-抑制工法進行說明)：第一種是地表排水，也就是排水溝，我們可以在第一時間就把水排掉，不要讓水進入山坡地，讓這塊海綿吸到太多水分；第二種是地中排水，當我們的坡地還是吸到太多水分時，我們還是得把水排掉，我們的做法是在地底挖一

個專門給水走的隧道，也就是排水廊道，這個排水廊道會一路通到我們的大型溪河內，而不會一直留在我們的坡地內。

有了地表上的那些工程措施，再加上我們有讓水排到更安全的地方，不滯留在山坡地，這樣我們的家就能更加安全了！

2. 體驗活動：

- (1) 學會如何觀測降雨量及地下水位。
- (2) 學會操作保護工地的各種工法。

3. 學生學習單

- (1) 什麼是大規模崩塌？
- (2) 大規模崩塌的預兆是什麼？
- (3) 那些因素會造成山崩？
- (4) 如何減緩大規模崩塌發生？
- (5) 有哪些保護坡地的工法？

大規模崩塌搶救大作戰2.0

防災知識我最行

民國98年8月8號，莫拉克颱風侵襲了台灣。

隔日清晨，大量的土石滑落，小林村也從此消失了蹤跡。

這次的災害屬於**大規模崩塌**，有別於過去常在新聞聽到的土石流，究竟大規模崩塌是什麼呢？

災害前

災害後



山坡的地層是一層一層堆疊出來的。

大雨來臨時，上層的地層會像海綿一樣不斷吸水，水吸越多，地層越重。

有一些水則是會在下方的地層上流動，讓下方的地層變成了一條滑水道。



上層的海綿吸水變得太重，整塊海綿順著下層的滑水道一路滑到了山腳下！



山坡下的房子都被破壞殆盡了...

聰明的你們請想想看我們該怎麼預防相同的事情再度發生呢？



附錄六、教具操作手冊

地滑地搶救大作戰互動教具 2.0

操作手冊



用心栽培下一代，打造水保新世代

目錄

目錄.....	附錄 6-2
圖目錄.....	附錄 6-4
一、教具說明.....	附錄 6-6
(一) 教具製作背景說明	附錄 6-6
(二) 教具教學目標	附錄 6-7
(三) 教具操作前準備工作與操作後之善後工作	附錄 6-7
二、教具各模組說明.....	附錄 6-15
(一) 降雨情境模擬模組	附錄 6-15
(二) 地層水位觀測模組	附錄 6-15
(三) 地層滑動觀測模組	附錄 6-16
(五) 施工品質體驗與自主防災觀念建立模組	附錄 6-16
(六) 輔助解說螢幕與警戒水位觀測系統	附錄 6-17
三、教具操作流程.....	附錄 6-29
(一) 觸控螢幕撥放先備知識	附錄 6-29
(二) 選擇降雨強度	附錄 6-29

(三) 觀察警戒水位與地滑現象	附錄 6-29
(四) 選擇整治工法	附錄 6-29
(五) 工程品質體驗與自主防災觀念建立	附錄 6-30
(六) 體驗成為小小工程師	附錄 6-30
四、教具操作注意事項說明	附錄 6-31

圖目錄

附圖 1-1 主坡體模型.....	附錄 6-9
附圖 1-2 蓄水裝置.....	附錄 6-9
附圖 1-3 收納裝置.....	附錄 6-10
附圖 1-4 觸控螢幕系統.....	附錄 6-10
附圖 1-5 擋土工法套組.....	附錄 6-11
附圖 1-6 地層實際狀況模擬套組.....	附錄 6-11
附圖 1-7 主坡體安裝於基座上方.....	附錄 6-12
附圖 1-8 灑水裝置.....	附錄 6-12
附圖 1-9 觸控螢幕安裝完畢圖.....	附錄 6-13
附圖 1-10 蓄水槽閥門.....	附錄 6-13
附圖 1-11 各裝置收納圖.....	附錄 6-14
附圖 1-12 各裝置收納圖.....	附錄 6-14
附圖 2-1 降雨控制按鈕.....	附錄 6-18
附圖 2-2 地層內的方型蓄水槽.....	附錄 6-18
附圖 2-3 地層水位高度的觀測窗.....	附錄 6-19
附圖 2-4 地表排水工法(模型坡面凹槽溝渠)	附錄 6-19
附圖 2-5 地中排水工法.....	附錄 6-20

附圖 2-6 擋土牆工法.....	附錄 6-20
附圖 2-7 格梁護坡工法.....	附錄 6-21
附圖 2-8 排樁工法.....	附錄 6-21
附圖 2-9 地錨工法.....	附錄 6-22
附圖 2-10 工法輕量化版本.....	附錄 6-22
附圖 2-11 觸控螢幕撥放教學程式.....	附錄 6-23
附圖 2-12 整治工法.....	附錄 6-24
附圖 2-13 地中排水工法介紹.....	附錄 6-24
附圖 2-14 地表排水工法介紹.....	附錄 6-25
附圖 2-15 地錨工法介紹.....	附錄 6-25
附圖 2-16 排樁工法介紹.....	附錄 6-26
附圖 2-17 擋土牆工法介紹.....	附錄 6-26
附圖 2-18 格樑護坡工法介紹.....	附錄 6-27
附圖 2-19 課後學習單.....	附錄 6-27
附圖 2-20 警戒水位觀測系統.....	附錄 6-28
附圖 2-21 水位感測計.....	附錄 6-28

一、教具說明

(一) 教具製作背景說明

近年來由於氣候變遷，臺灣坡地災害頻傳，尤其大規模崩塌對人民生命與財產所造成損失更是巨大，因此水土保持的工作與知識傳遞紮根顯得愈加重要。本教具為增添「水土保持酷學校」的學習資源而設計開發一個全新體驗的學習模型，具備十二年國教課綱之核心素養元素，將教具模型的創作以虛實兼備、自主學習的教育效果為首要目標，並將教具模型勾勒出四大水土保持教育面向：(1)災害現象發生、(2)現象成因理解、(3)思考與解決問題、(4)規劃執行與創新應變。透過四個教育面向可達到國小學童對於水土保持教育的知識學習、思考能力培養、態度素養提升。

基於此教育理念，本教具係將大規模崩塌中之深層崩塌(地滑)發生現象與防治工法，縮小尺度搬到教室提供學生學習使用，透過互動教具提供之真實降雨情境模擬，讓學生觀察到降雨入滲坡體，造成地下水位上升與地層滑動發生的現象，並且配合排水(地中排水工法與地表排水工法)、護坡工法(格樑護坡、地錨、擋土牆、排樁)的套組，讓學生學習思考如何減緩、防治坡地災害的發生，由此達到思考與解決問題的教育內涵。

(二) 教具教學目標

本教具共規劃以下八大教學目標，提供學生一個學習平台，獲得地滑發生機制、防治工法與自主防災等知識。

1. 瞭解山坡地大規模崩塌中深層崩塌發生原因。
2. 透過自行調整降雨強度，學習地下水位上升與崩塌發生速率之關係。
3. 選擇防治工法，學習各種工法防治坡地災害發生的原理。
4. 選擇工法組合，學習各種組合工法，防治坡地災害之成效。
5. 體驗擋土牆施工品質優劣，對坡地下方保全對象防護之影響
6. 透過工法失效之察覺，建立自主防災觀念。
7. 瞭解地層結構顆粒組成大小，如何影響雨水入滲之地層的能力，藉此學習真實地層透水狀況。
8. 透過即時地下水位監測系統，觀察地下水位變動、警戒水位和山崩之關聯。

(三) 教具操作前準備工作與操作後之善後工作

本教具採分解式設計，教具進展場時須將教具組裝完畢，退場時亦須將教具拆解收納於收納箱中。本教具設有：主坡體模型(如附圖 1-1 所示)、蓄水及抽水裝置(如附圖 1-2 所示)、收納裝置(如附圖 1-3 所示)、觸控螢幕系統(如附圖 1-4 所示)、擋土工法套組(如附圖 1-5 所

示)、地層實際狀況模擬套組(如附圖 1-6 所示)。準備與善後流程如下所述：

準備階段：操作者需將主坡體由收納裝置取出，安裝於基座上方(如附圖 1-7 所示)，並將灑水裝置(如附圖 1-8 所示)及其支架、蓄水及抽水裝置適當安裝完畢，接著於底部方形蓄水槽注水約七分滿，主模型安裝完畢。再者，安裝觸控螢幕系統、連接線路、開啟主機電源，觸控螢幕安裝完畢(如附圖 1-9 所示)。隨後檢查蓄水槽內抽水馬達是否平躺於蓄水槽底部，以及抽水管路是否開通，並將抽水馬達接上電源。

善後階段：當操作完畢後之教具務必把蓄水槽之水排出，避免孳生蚊蟲，可透過蓄水槽閥門(如附圖 1-10 所示)。此外，擋土工法套組及地層實際狀況模擬套組等組件收納於收納裝置中(如附圖 1-11~12 所示)，並適當透過包裝用膠膜包覆保護。



附圖 1-1 主坡體模型



附圖 1-2 蓄水裝置



附圖 1-3 收納裝置



附圖 1-4 觸控螢幕系統



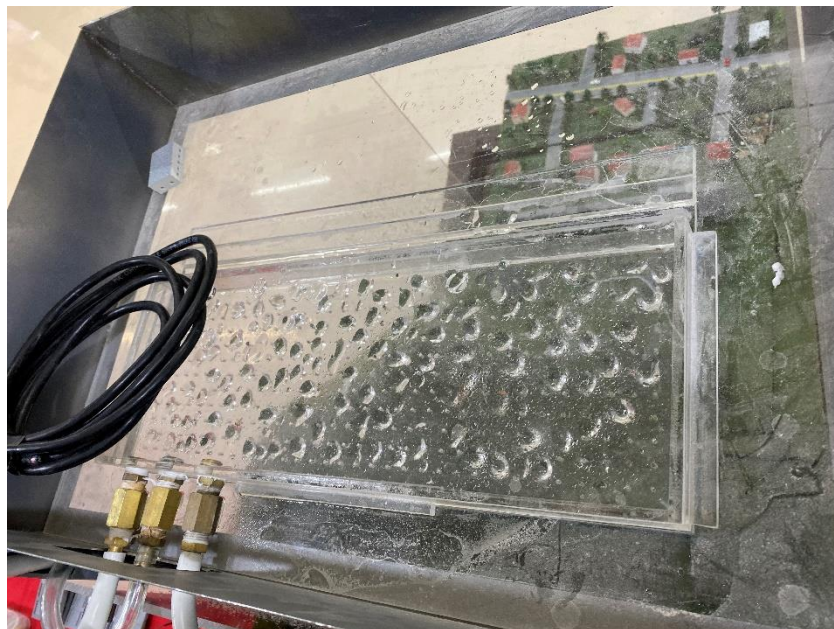
附圖 1-5 擋土工法套組



附圖 1-6 地層實際狀況模擬套組



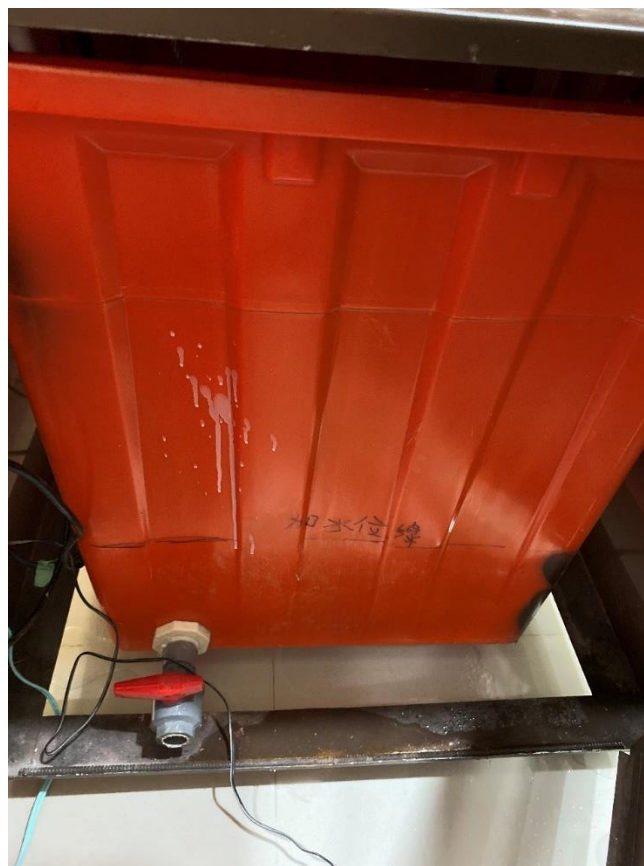
附圖 1-7 主坡體安裝於基座上方



附圖 1-8 灑水裝置



附圖 1-9 觸控螢幕安裝完畢圖



附圖 1-10 蓄水槽閥門



附圖 1-11 各裝置收納圖



附圖 1-12 各裝置收納圖

二、教具各模組說明

(一) 降雨情境模擬模組

本教具運用三顆不同馬力之沉水式馬達，模擬不同強度之降雨情境，將雨量強度區分成小、中、大三種等級，藉以模擬中央氣象局大雨、大豪雨與超大豪雨等三種不同等級降雨量。為了方便操作員清楚使用欲模擬之降雨等級，教具分別用綠、黃、紅按鈕區分降雨等級大小，如附 2-1 圖所示。紅色按鈕是最大降雨量，是最危險降雨情境，綠色按鈕則為最小降雨等級。

沉水式馬達將模型底部方形蓄水槽所蓄積的水抽到教具上方之灑水槽，灑水槽底部鑽等間距孔洞(如圖 1-8 所示)，藉此模擬降雨灑水至山坡上。而降在山坡上的水後續慢慢滲入至地層中，造成地下水位上升，增加地層滑動之風險。

(二) 地層水位觀測模組

為了讓灑水系統降下之雨水進入到山坡體內，本教具於山坡的表面打設滲水孔洞，讓雨水滲入地層中的方型蓄水槽，如附圖 2-2 所示，並藉由 3 種不同大小孔徑的地層實際狀況模組搭配，達到入滲效果的差異。而蓄水槽的水位高度觀測，則於教具的左側，設計一個透明的地下水位監測窗，如附圖 2-3 所示，並於觀測窗貼上崩塌塊體滑動時之地下水位警戒高度(如圖 2-3 藍色貼紙位置)。透過此

觀測窗，學生可以記錄不同降雨量下，地下水位上升之速率，並與地滑發生時間建立關係。

(三) 地層滑動觀測模組

當地下水位上升至崩塌發生之臨界水位時，地下水位將會觸發模型內部機關，導致崩塌塊體滑落。

(四) 整治工法模組

為了讓學童可以體驗擔任小小工程師，本教具模型開發了三種類型之整治工法，包含地表排水工法(如附圖 2-4 所示)、地中排水工法(如附圖 2-5 所示三個排水閥)與擋土工法，而擋土工法又設計四種類型，包含擋土牆(如附圖 2-6 所示)、格梁護坡(如附圖 2-7 所示)、排樁(如附圖 2-8 所示)與地錨(如附圖 2-9 所示)。學童可再搭配地層水位觀測模組瞭解地表排水與地中排水之效益。

(五) 施工品質體驗與自主防災觀念建立模組

外表看似正常之保護居民安全構造物，是否潛藏不為人知的危機？此模組主要設計讓學童認識工程施工品質對保護坡地下方保全對象之重要性，本教具開發質地較輕之重力式擋土牆、格樑護坡、地錨及排樁等構造物，看看是否能夠阻止滑動塊體滑落至下邊坡，並與正常質地之構造物所獲得之結果可。如附圖 2-10 所示工法單元係採用輕量材質，該單元可讓學童換至不同重量材質，體驗崩塌塊體滑落時，

是否能夠順利阻擋崩塌塊體對下由保全對象之影響。另外針對附圖 2-5 地中排水工法之排水閥調整打開的角度，可模擬排水量與原設計排水量之差異，藉此模擬施工品質不佳的狀況。

自主防災觀念建立模組則一樣可利用附圖 2-5 地中排水工法之排水閥調整打開的角度或數量，可模擬排水孔被泥砂堵塞情況，造成地下水壓無法宣洩，降低擋土設施之穩定度。

(六) 輔助解說螢幕與警戒水位觀測系統

透過觸控螢幕撥放教學平台(如附圖 2-11)，可讓學童觀賞並體驗：

1.先備知識、2.整治工法(如附圖 2-12~2-16)及 3.課後學習單(如附圖 2-19)，藉由現實地滑地影片、土石流影片、梨山地滑整治影片及各工法實際模樣與說明，能夠讓學童將現實生活與虛擬模型作虛實連結，達到相輔相成之成效，並於課程結束後進行學習單活動，搭配有獎徵答活動，瞭解學生學習的效果。

此外，觸控螢幕設立警戒水位觀測系統(如附圖 2-20)，透過水位感測器(如附圖 2-21)可觀測教具內部水槽的地下水位高度，並隨時間進行而繪製出水位變動高度，而其中當水位高度達到如附圖 2-19 中之紅色警戒水位線時，教具內的蜂鳴器將先發出警報，經一段時間(10~15 秒)過後，地滑塊體將滑落。因此，此功能可讓學童瞭解警戒水位與地滑發生系息息相關、密不可分，並藉此可讓學童將此觀念帶

回到日常生活中，居住在地滑地好發區域的學童要讓父母於雨季時關注地下水位變化，並於地下水位到達警戒水位時做到離災的措施。讓防災知識學習不僅限於課本知識，更可推行至日常生活。



附圖 2-1 降雨控制按鈕



附圖 2-2 地層內的方型蓄水槽



附圖 2-3 地層水位高度的觀測窗



附圖 2-4 地表排水工法(模型坡面凹槽溝渠)



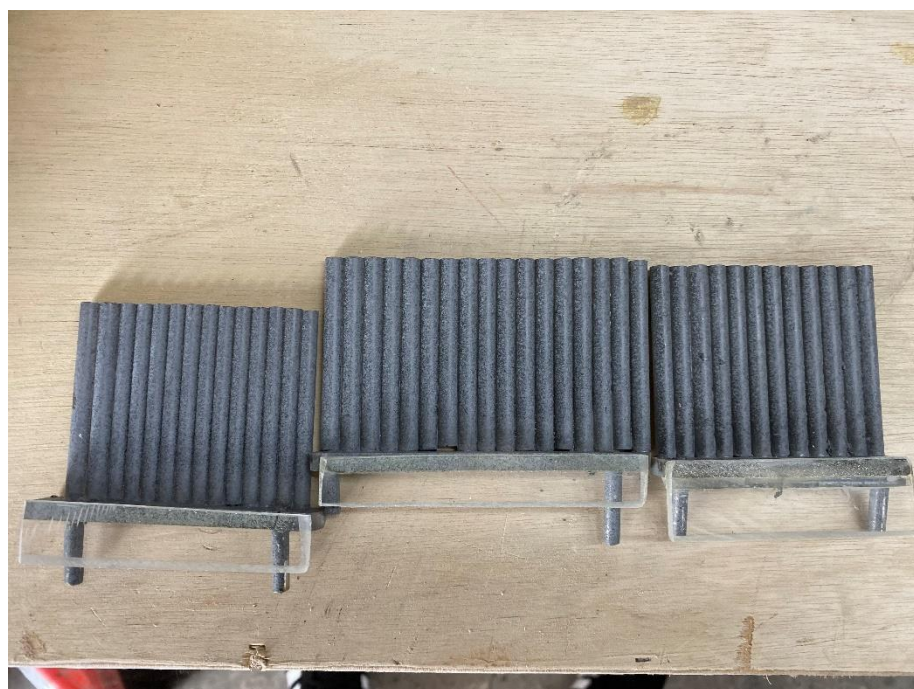
附圖 2-5 地中排水工法



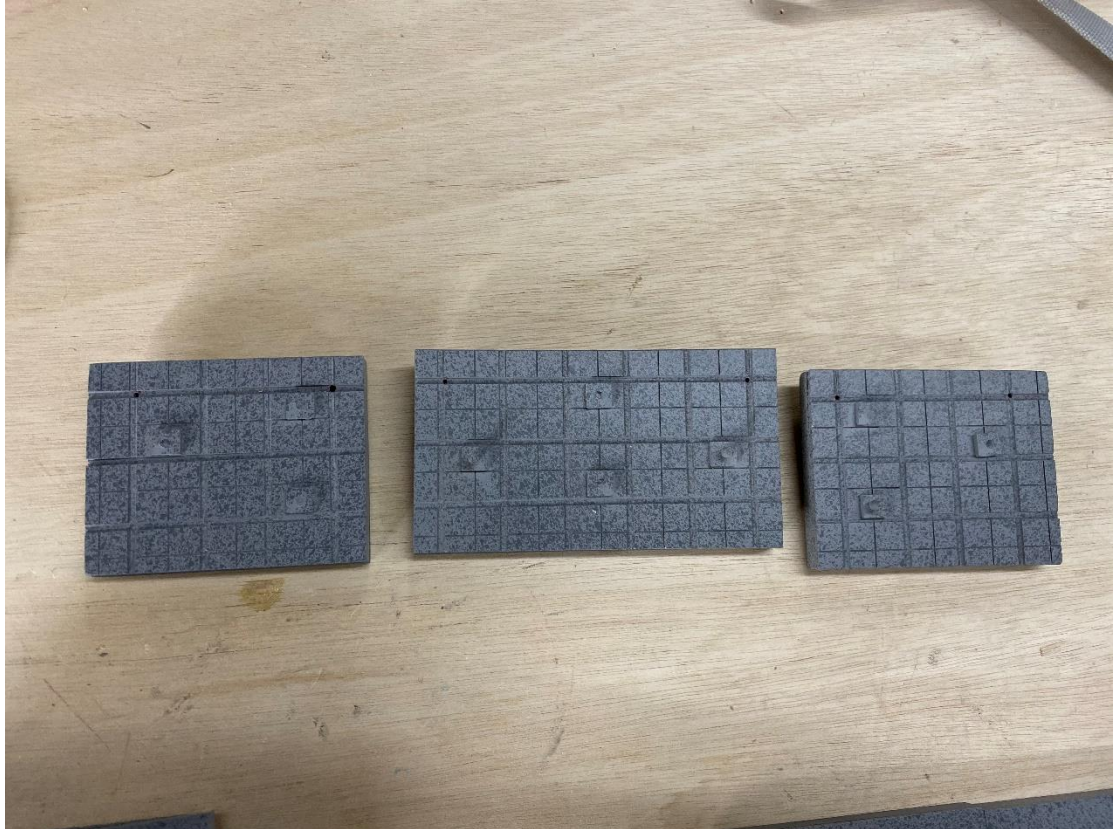
附圖 2-6 擋土牆工法



附圖 2-7 格梁護坡工法



附圖 2-8 排樁工法



附圖 2-9 地錨工法



附圖 2-10 工法輕量化版本



大規模崩塌搶救大作戰

先備知識

即時監測

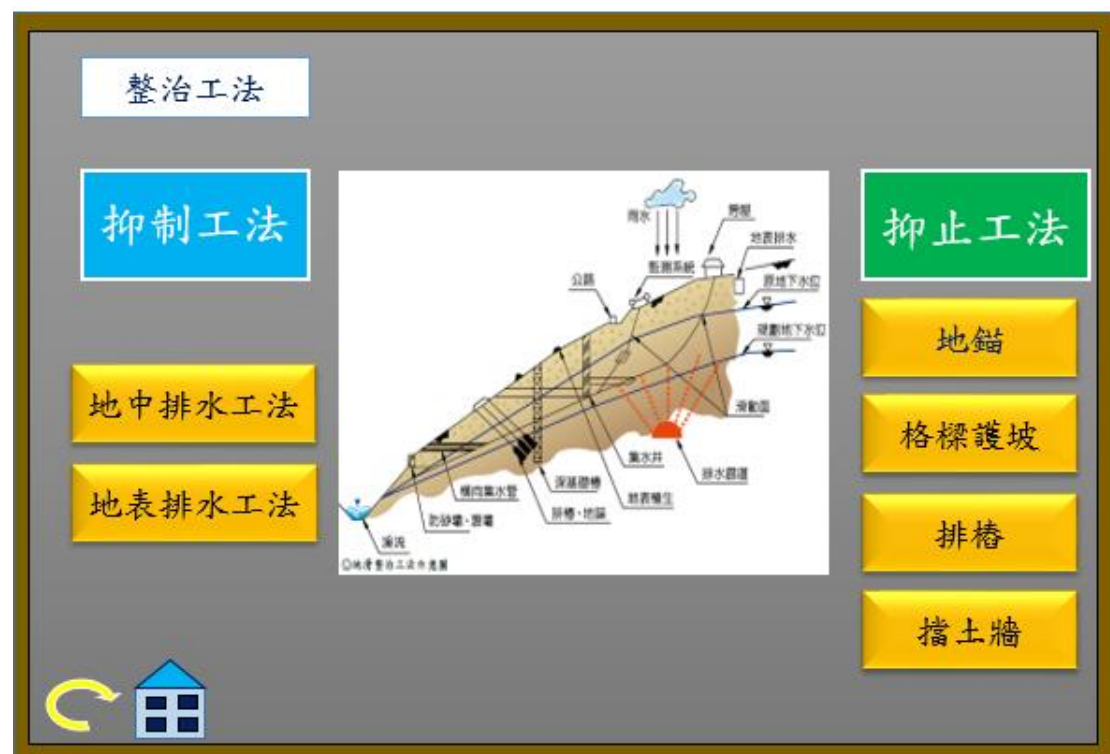
整治工法

學習單



強化全民自主防災行動力

附圖 2-11 觸控螢幕撥放教學程式



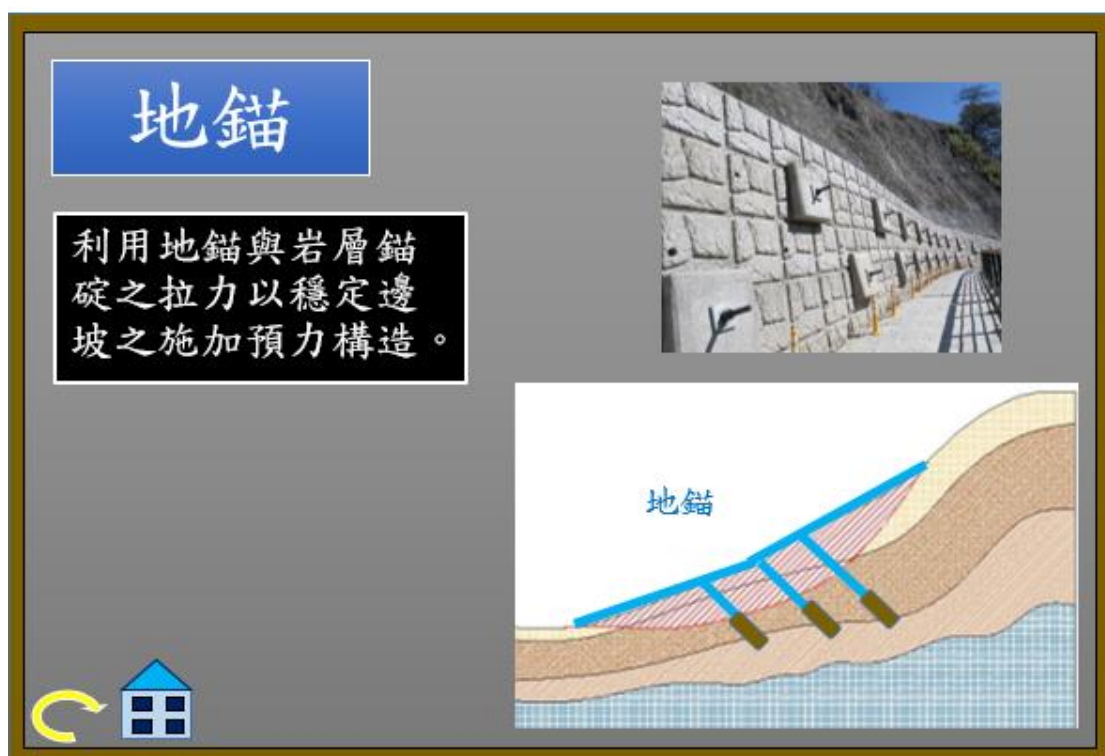
附圖 2-12 整治工法



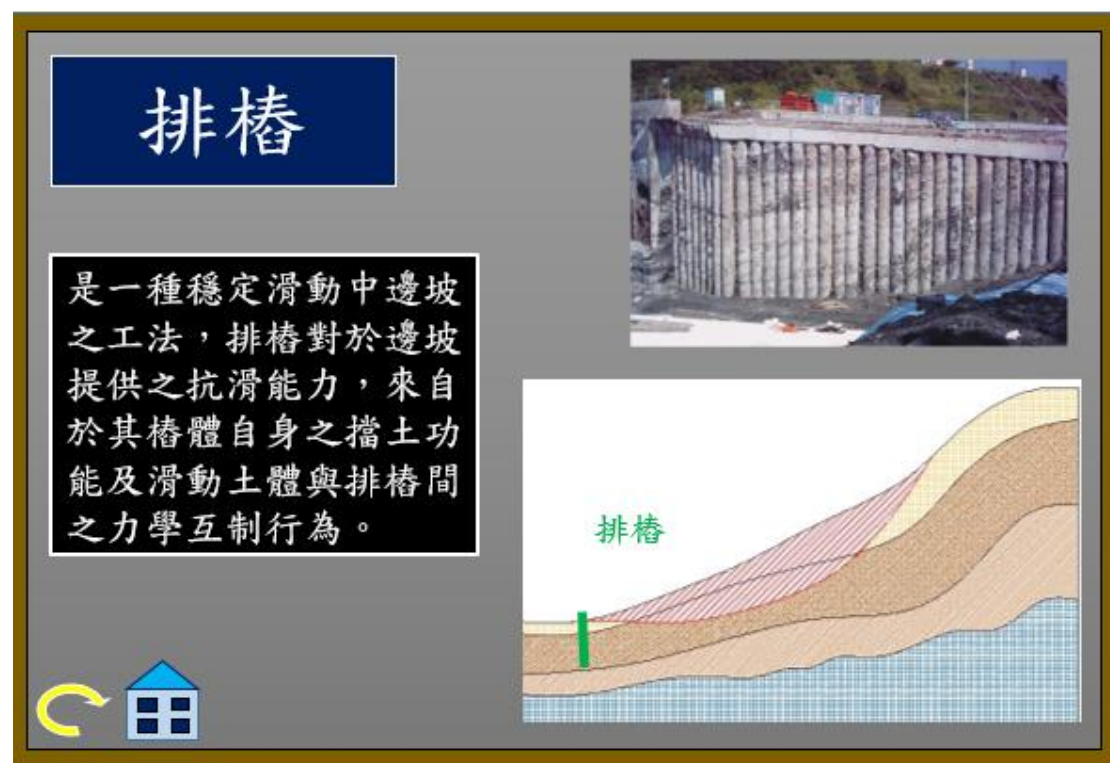
附圖 2-13 地中排水工法介紹



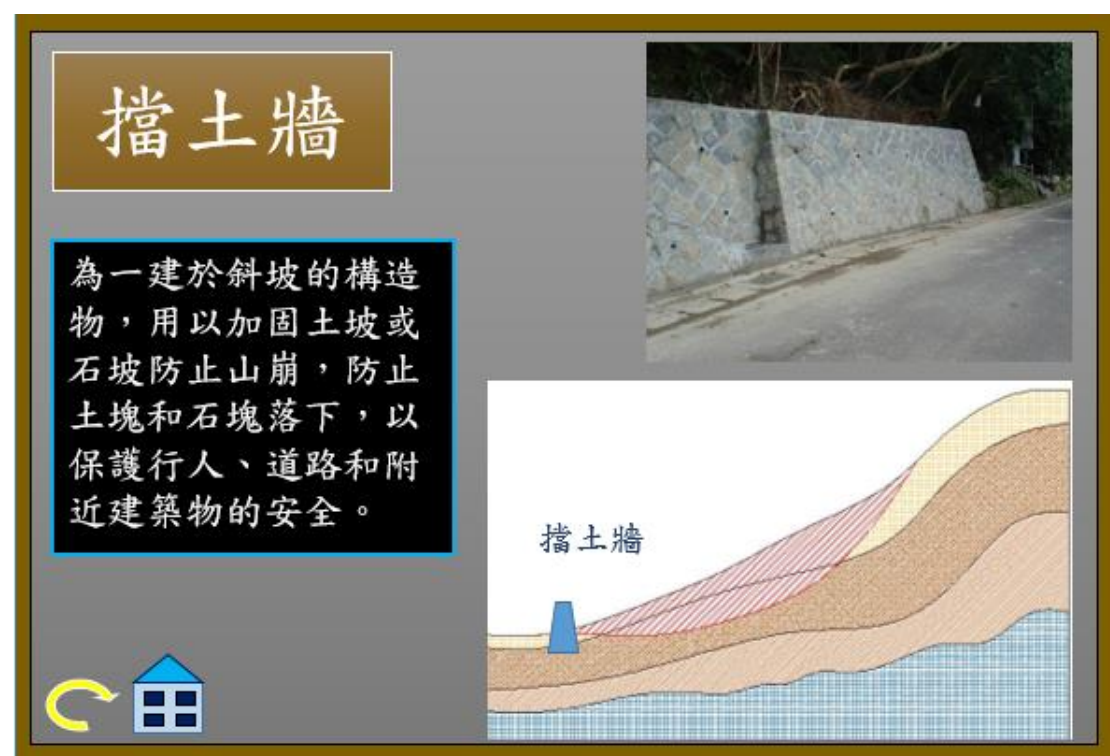
附圖 2-14 地表排水工法介紹



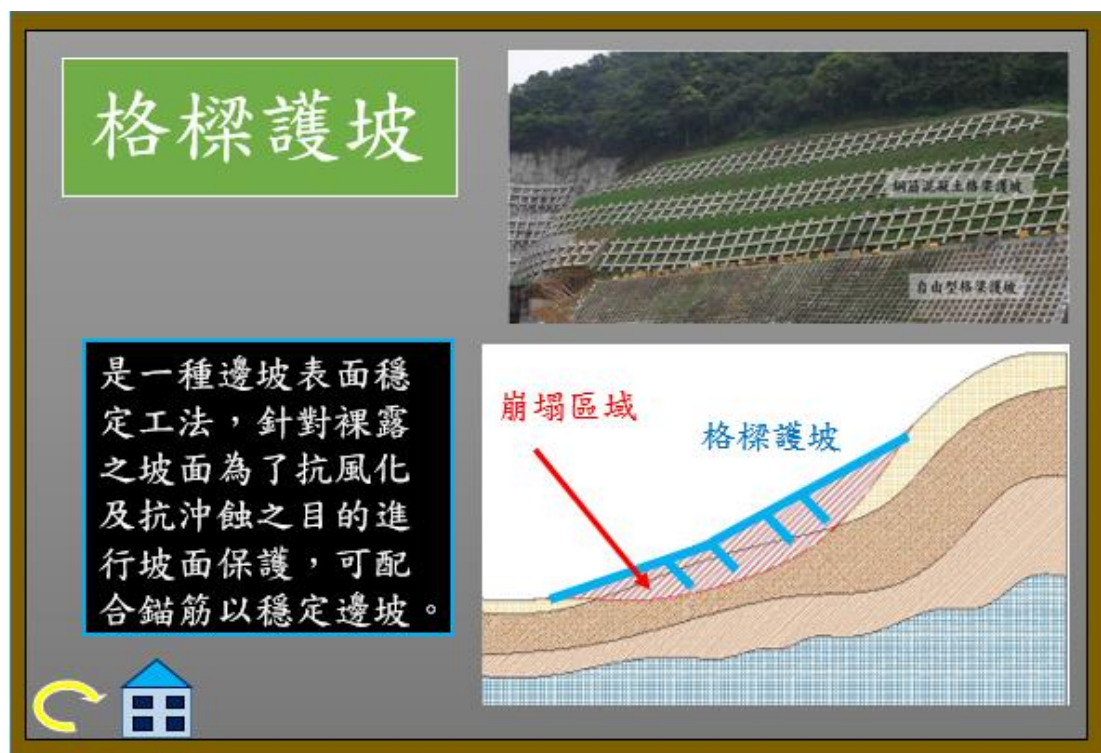
附圖 2-15 地錨工法介紹



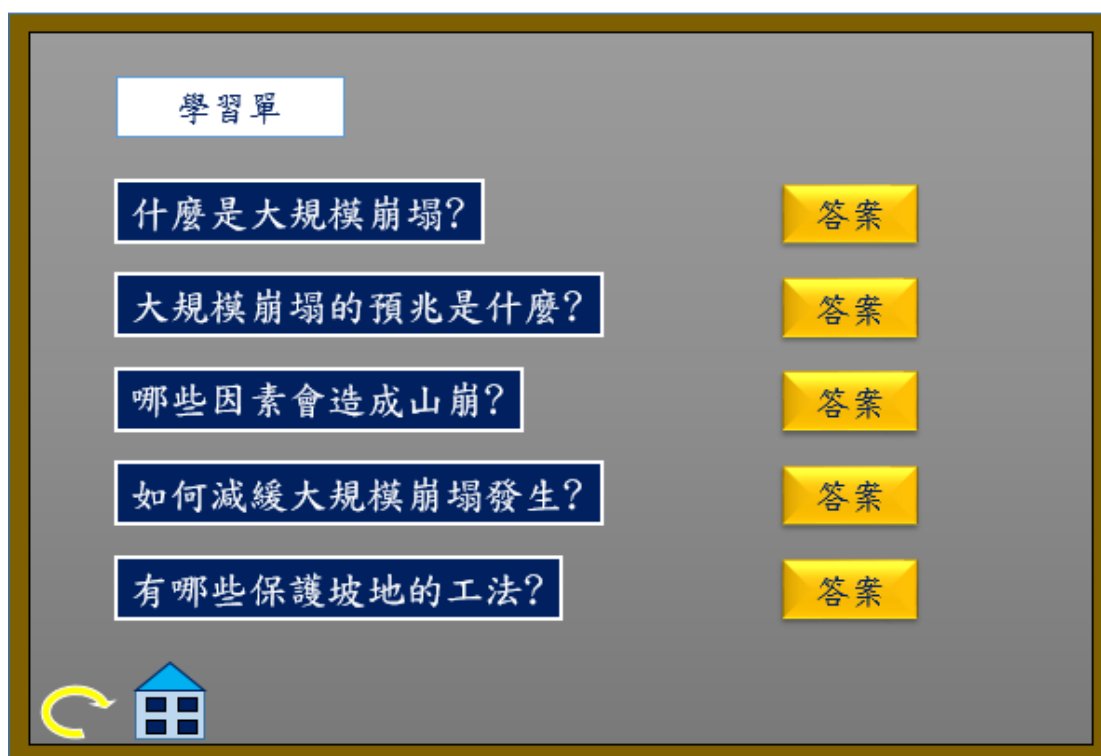
附圖 2-16 排樁工法介紹



附圖 2-17 擋土牆工法介紹



附圖 2-18 格樑護坡工法介紹



附圖 2-19 課後學習單



附圖 2-20 警戒水位觀測系統



附圖 2-21 水位感測計

三、教具操作流程

本教具實際操作流程如以下操作步驟：

(一) 觸控螢幕撥放先備知識

利用觸控螢幕撥放設定好之解說平台，可使用內部影片吸引學童注意力、使用補充說明讓學童更易瞭解，並將內容帶入到地滑地互動式教具。

(二) 選擇降雨強度

選擇不同顏色按鈕(紅、黃、綠)來給定預計模擬之雨量強度(如附圖 2-1)。

(三) 觀察警戒水位與地滑現象

觀察模型觸控螢幕之警戒水位觀測畫面，可藉此觀察水位上升接近警戒水位位置(如附圖 2-20)之歷程，當水位到達警戒水位時，將觸動蜂鳴器發生巨響，並關注崩塌塊體發生滑動現象。

(四) 選擇整治工法

自行動手配置工法(地表排水、地下排水與擋土工法等設施)，觀察相同降雨強度下，因不同工法配置後，地下水位之變動與對保全對象之保護狀態。

1. 擋土牆工法(如附圖 2-6)：可安裝在如下圖 2-6 位置，用以阻擋地滑塊體破壞下方保護區。

2. 格樑護坡、地錨及排樁工法(如附圖 2-7~2-9)：可安裝在如附圖 2-6 上方孔洞位置，用以阻擋地滑塊體破壞下方保護區。
3. 地中排水工法(如附圖 2-5)：自行選擇打開紅色排水閥數量，可直接排出地中水槽內的水量至教具下方方型橘色水槽，藉此可降低地下水位或減緩地下水位上升的速度，並可從液晶螢幕即時地下水位監控畫面觀察。
4. 地表排水工法(如附圖 2-5)：可將地表縱橫向之排水道長條形覆蓋條打開，形成排水渠道，藉此蒐集雨水引導地表水直接排放至下方水槽，讓進入地中水槽之雨量減少。

(五) 工程品質體驗與自主防災觀念建立

- (1)替換與原工法較輕之材質模型作為邊坡保護之構造，體驗與原材質抵擋崩塌塊體之成效；(2)地中排水工法之排水閥調整打開的角度，模擬排水量與原設計排水量之差異，藉此模擬施工品質不佳的狀況；(3)自主防災觀念建立模組則一樣可利用地中排水工法之排水閥調整打開的角度或數量，可模擬排水孔被泥砂堵塞情況，造成地下水壓無法宣洩，透過自主觀察於汛期前進行清除堵塞之泥砂。

(六) 體驗成為小小工程師

測試不同降雨強度下，如何組合適當整治工法，防止地下水位抬升，搶救地滑發生，再從中學習各種工法組合之效益。

四、教具操作注意事項說明

本教具係運用沉水式馬達，模擬降雨情境，此過程會將教具底部方形橘色蓄水桶的水抽至地層中，蓄水桶的水因而減少，此會造成沉水式馬達暴露於空氣中造成空轉，導致抽水馬達因而燒壞。此外，由於本教具使用較多管線及電子設備輔佐解說，為維護學童安全，當使用本教具進行說明時，須留意以下幾點狀況：

1. 操作前需先確認蓄水桶之水位是否足夠。
2. 操作過程，需隨時觀察馬達是否暴露於空氣當中。
3. 當模擬超大降雨量時，雨水可能較易濺出於地表，造成水源流失，馬達暴露於空氣當中的風險會大大提高，必要時再補充水於蓄水桶中。
4. 馬達之插座較易被水濺到，使用上需多加小心觸電之發生。
5. 觸控螢幕應由師長或解說員使用，並留意學童不能觸碰各種線路。

附錄七、期末委員審查意見

一、計畫編號：108 保發-10.1-保-01-06-001(1)

二、計畫名稱：108 地滑地搶救大作戰互動教具研發 2.0

三、計畫執行機關：國立臺灣海洋大學

四、計畫主持人：許世孟

項次	審查意見	回覆辦理情形
一、	報告中多處所提到「施工(工程)品質」係指何意？請補充說明。	謝謝委員意見。施工(工程)品質主要向參觀學童傳遞工程設施建造時，不能偷工減料，需要多加注意品質問題，而本計畫於教具設備中提供輕與重質量之兩種不同擋土工法模型，藉此讓參觀之學童可以體驗品質不好(輕質量模型)時，擋土設施無法抵擋崩塌土石滑落，反之，品質良好者(重質量模型)，擋土設施可抵擋崩塌土石滑落。本計畫成果報告第二章第二節第三點中有詳細施工品質體驗說明。
二、	附錄 4-13~4-14 簽名個資請進行遮蔽。	謝謝委員建議。已於成果報告書中修正。
三、	教學手冊內容建議可再淺顯易懂一點，不要有太多專業術語，或是圖形化，以利學童可易吸收。	謝謝委員意見。成果報告書內之教學手冊為提供各種子校園之教師教具使用之教學建議，因此會編製成較專業之版本；本計畫亦有設計給兒童及一般民眾之學習內容，詳細內容請參考本計畫成果報告書附錄五之兒童版故事教案與海報。
四、	延續 STEAM 教育理念開發大規模崩塌互動教具升級版，透過此教具宣揚地滑災害教育，配合局內大型科普推廣和酷學校之推行推廣，共 4,500 人次以	謝謝委員肯定。

	上之觀賞，達顯著宣傳效果，將水土保持知識向下扎根，水平擴散，創造新一代教育模式。	
五、	教具操作流程建議可製作影片教學，以利使用人員更容易上手，並於影片內強調使用安全注意事項，以維護學童安全。	謝謝委員建議，未來納入計畫執行參考。
六、	目前若互動教具搭配到地滑地等知識的串聯，其意義性蠻高的，建議可以遴選出地滑潛勢區域等國小先行試驗其效益，並再搭配防災避難等知識傳遞，可以使計畫成效更加完備。	謝謝委員建議，未來納入計畫執行參考。
七、	若互動式教具無實體物，建議可將解說影片上網或出版，以利資訊傳達，水平擴散。	謝謝委員建議，未來納入計畫執行參考。
八、	建議可與生活化水土保持推廣案計畫結合。	謝謝委員建議，未來納入計畫執行參考。
九、	建議將教具提供給各分局進行推廣，增加水保教育宣導場次與人數。	謝謝委員建議，未來納入計畫執行參考。
十、	經費允許下，亦可提供酷學校推廣運用，增加教師訓練活動的場次，提高教具的使用率。	謝謝委員建議，未來納入計畫執行參考。

十一、	希望有方式取得相關體驗？或方式分享？	本計畫開發之教具依計畫內容配合大局參與各大展覽並舉辦教具體驗活動，如各別學校體驗可以直接與計畫主持人洽談分享方式。
十二、	完成度/具體度極高，製作方式之說明是否提供？	謝謝委員建議，本計畫之期末成果報告第二章第一、二節與第三章第一、二節內均有詳述教具與教材之建製與方法。
十三、	大規模崩塌與地滑用字應統一，以免混淆。	謝謝委員建議。地滑屬大規模崩塌範疇之一，有鑑於近年大規模崩塌之議題較受重視，因此本計畫為宣傳目的，文中多會使用「大規模崩塌」之用字，來代表地滑或深層崩塌滑動問題，但在敘述滑動機制則採用地滑用字。但地滑地互動式教具統一改成大規模崩塌互動式教具。
十四、	外單位如有意願引進教具宣導，是否可無償授權使用？	本計畫所開發出之教具如外單位要借用進行宣導，可直接洽大局進行借用；如果是要針對教具進行複製，則可與本計畫之計畫主持人聯繫進行無償授權複製。