

計畫編號：ARDSWC-114-040

大規模崩塌致災型態之學習教具研發 2.0
Development of teaching aid packages for
large-scale collapse disaster patterns 2.0
(成果報告)

執行單位：國立臺灣海洋大學河海工程學系

執行期間：114 年 02 月 18 日至 114 年 12 月 31 日

計畫主持人：許世孟 教授

行政院農業部農村發展及水土保持署 編印

中華民國 114 年 12 月

(本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本署施政參考)

|

大規模崩塌致災型態之學習教具研發 2.0

摘要

臺灣山區地形陡峭，地質構造破碎，並受強降雨事件影響，坡地發生大規模崩塌災害之風險持續存在。為提升民眾對崩塌災害、坡地防災及永續發展之認知，推動水土保持教育向下紮根，以校園為核心向地方社區擴展，達成教育推廣與防災意識提升之目標，本計畫延續前期教具研發成果，針對崩塌(崩土直擊)型、土石流型及堰塞湖型三種致災型態，開發六套具側面剖面展示與互動操作功能之模型教具，補足既有教具在呈現災害內部演化歷程與土砂運移過程面向之不足，並同步擴充電子互動式教具內容，以形塑可攜式、模組化、多場域適用之水土保持教育推廣模式。本年度開發之六套模型，分別呈現：滑動面演化過程、降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程、地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化、土石流型土砂運移過程之坡度變化分區、土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化，以及堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程。透過分段式演化呈現、手動排列組合地形演化條件、觸發災害機關等微動態模型，提供學習者理解崩塌過後地層剖面之變化，而非僅停留於表面地景觀察。為檢驗教具之教育推廣成效，本計畫於執行期間共進行四場教具推廣活動，並以前後測問卷調查教具成效，以及成對樣本 t 檢定呈現傳統教學與教具教學之學習成

效差異。結果顯示，參與者於三種大規模崩塌型態之識別、致災因子與災害演化關聯之掌握、地層剖面觀察能力及坡地災害徵兆敏感度均有明顯提升，證實本計畫教具具備有效水保知識傳遞能力。

關鍵字：大規模崩塌、滑動面演化、崩塌歷程、互動式教具、RFID、
防災教育

Development of teaching aid packages for large-scale landslide disaster patterns 2.0

Abstract

Taiwan's mountainous regions are characterized by steep terrain and fractured geological structures, and are frequently affected by intense rainfall, resulting in long-term risks of large-scale landslide disasters on sloped areas. To enhance public awareness of landslide hazards, slope disaster prevention, and sustainable land management, as well as to promote soil and water conservation education from school settings into local communities, this project continues the educational model development initiated in previous phases. Focusing on three major landslide-related disaster types—deep-seated landslide, debris flow, and landslide dam—six sets of cross-sectional interactive teaching aids were developed to address the limitations of previous teaching ones, which primarily emphasized external landscape appearance rather than internal geological evolution and sediment transport processes. In parallel, digital interactive instructional materials were also expanded to establish a portable, modular, and multi-context educational promotion model for soil and water conservation. The six model sets developed in this project respectively illustrate: the evolution of slip surfaces, rainfall-induced slip surface development and collapse progression, lithological distribution changes in strata following slope movement, slope-zone differentiation of debris-flow sediment transport, variations in sediment particle movement behavior across debris-flow zones, and the formation and breaching

processes of landslide dams. Through segmented evolution presentation, manual reconfiguration of slope and geological conditions, and small-scale dynamic mechanisms simulating disaster triggers, the models allow learners to understand subsurface deformation and stratigraphic changes resulting from collapse, rather than relying only on surface landscape observations. To evaluate the educational effectiveness of the models, four promotional teaching sessions were conducted during the project period. Pre- and post-instruction questionnaires and paired-sample t-tests were used to compare the learning outcomes of traditional instruction versus instruction incorporating the models. Results indicate significant improvement among participants in identifying the three landslide disaster types, understanding relationships between triggering factors and disaster evolution, interpreting subsurface stratigraphic changes, and recognizing early warning signs of slope failure. These findings confirm that the teaching aids developed in this project provide effective support for soil and water conservation knowledge dissemination.

Keywords: Large-scale landslides, evolution of the sliding surface, failure progression, interactive teaching aids, RFID, disaster prevention education

目次

摘要	I
Abstract	III
目次	V
表次	VII
圖次	IX
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	1-5
第三節 工作項目內容	1-6
第四節 前期計畫成果	1-8
第二章 工作執行方法與步驟.....	2-1
第一節 展示模型教具尺寸設計與外觀製作	2-2
第二節 模型機關設計與製作	2-5
第三節 水保行動學習教具外型設計	2-8
第四節 螢幕學習內容製作	2-9
第五節 教學輔助資源製作	2-9
第六節 配合農村水保署參加水保教育與教具推廣活動	2-10
第七節 水土保持教育宣傳成效蒐集	2-11
第三章 工作執行成果.....	3-1
第一節 展示模型教具尺寸設計與外觀製作	3-1
第二節 模型機關設計與製作	3-7

第三節	水保行動學習教具外型設計	3-21
第四節	螢幕學習內容製作	3-22
第五節	教學輔助資源製作	3-26
第六節	參加水保教育與教具推廣活動	3-30
第七節	水土保持教育宣傳成效蒐集	3-39
第四章	結論與建議.....	4-1
第一節	結論	4-1
第二節	建議	4-2
參考文獻		參-1
附錄		附-1
附錄一、提案委員審查意見		附-1
附錄二、期中委員審查意見		附-5
附錄三、期末委員審查意見		附-8
附錄四、教案		附-10
附錄五、教具操作說明手冊		附-20

表次

表 1-1 歷代教具擴散成效情形.....	12
表 3-1 初級問卷前測 (施測對象:國小學童)	44
表 3-2 初級問卷後測 (施測對象:國小學童)	45
表 3-3 中級問卷前測 (施測對象:國、高中生).....	45
表 3-4 中級問卷後測 (施測對象:國、高中生).....	45
表 3-5 高級問卷前測 (施測對象:一般民眾及水保教育相關人員) ...	46
表 3-6 高級問卷後測 (施測對象:一般民眾及水保教育相關人員) ...	46
表 3-7 高級問卷-海洋大學大三學生前測結果	48
表 3-8 高級問卷-海洋大學大三學生後測結果	50
表 3-9 初級問卷-東信國小 601 班學生前測結果(9/12).....	51
表 3-10 初級問卷-東信國小 601 班學生後測結果(9/12).....	53
表 3-11 初級問卷-東信國小 602 班學生前測結果(9/12).....	54
表 3-12 初級問卷-東信國小 602 班學生後測結果(9/12).....	56
表 3-13 初級問卷-東信國小 603 班學生前測結果(9/19).....	57
表 3-14 初級問卷-東信國小 603 班學生後測結果(9/19).....	59
表 3-15 初級問卷-東信國小 503 班學生前測結果(9/19).....	60
表 3-16 初級問卷-東信國小 503 班學生後測結果(9/19).....	62
表 3-17 實驗組與對照組所採用的問卷題目	63

表 3-18 實驗組與對照組分數分布(9/12)	64
表 3-19 問卷成對樣本檢定(9/12).....	64
表 3-20 實驗組與對照組分數分布(9/19)	65
表 3-21 問卷成對樣本檢定(9/19).....	65

圖次

圖 1-1 113 年度所開發之微動態意象模型教具 DM	3
圖 1-2 計畫主要理念示意圖.....	4
圖 2-1 工作執行步驟流程圖.....	1
圖 2-2 滑動面演化過程	5
圖 3-1 滑動面演化過程模型.....	4
圖 3-2 地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型	4
圖 3-3 降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型	5
圖 3-4 土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型.....	5
圖 3-5 土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型	6
圖 3-6 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型.....	6
圖 3-7 滑動面演化過程模型階梯式展示座設計	11
圖 3-8 滑動面演化過程模型展示座設計-延伸插槽	12
圖 3-9 滑動面演化過程模型展示座設計-橫向展示	12
圖 3-10 降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型機關設計-坡頂裂縫	13
圖 3-11 降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型機關設計-燈條設置	13
圖 3-12 降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型機關設計-災害發生 歷程地層剖面樣態之壓克力模板(1).....	14

圖 3-13 降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型機關設計-災害發生	
歷程地層剖面樣態之壓克力模板(2).....	14
圖 3-14 地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型機關設計-	
以磁鐵連接滑動塊體.....	15
圖 3-15 地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型機關設計	15
圖 3-16 土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型機關設計	16
圖 3-17 土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型機關設計-以磁	
鐵連接河床地形坡模組	16
圖 3-18 土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型機關設計	
.....	17
圖 3-19 土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型機關設計	
-按壓式擋板	17
圖 3-20 土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型機關設計	
-模擬土石流之仿真土石顆粒	18
圖 3-21 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型機關設計	18
圖 3-22 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型機關設計-面板	
上三個高度不同之開孔	19
圖 3-23 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型機關設計-下游	
擬真村莊兼顆粒過篩收集盒	19

圖 3-24 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型機關設計-模擬 壩體前方滲水徵兆.....	20
圖 3-25 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型機關設計-潰壩 機關啟動後造成下游村莊被沖毀	20
圖 3-26 多主題水保行動學習教具	21
圖 3-27 崩塌(崩土直擊)型之背景知識擴充學習內容	23
圖 3-28 土石流型之背景知識擴充學習內容	23
圖 3-29 堰塞湖型之背景知識擴充學習內容	24
圖 3-30 初級遊戲區之崩塌(崩土直擊)型擴充題目	24
圖 3-31 初級遊戲區之土石流型擴充題目	25
圖 3-32 初級遊戲區之堰塞湖型擴充題目	25
圖 3-33 大規模崩塌致災型態之側面展示模型教具 DM	28
圖 3-34 大規模崩塌致災型態之電子互動式教具 DM	29
圖 3-35 計畫主持人向海洋大學大三學生介紹大規模崩塌定義	33
圖 3-36 海洋大學學生體驗電子互動式教具(1).....	33
圖 3-37 海洋大學學生體驗電子互動式教具(2).....	34
圖 3-38 計畫人員向東信國小五年級學生介紹大規模崩塌定義	34
圖 3-39 計畫人員向東信國小五年級學生講述國內災害案例	35

圖 3-40 計畫人員於東信國小向學童展示堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型.....	35
圖 3-41 計畫人員向學童展示土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型	36
圖 3-42 學童體驗電子互動式教具.....	36
圖 3-43 計畫人員展示降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程之模型	37
圖 3-44 計畫人員展示滑動面演化過程之模型	37
圖 3-45 計畫主持人向北大國小教師介紹大規模崩塌定義	38
圖 3-46 計畫主持人向北大國小教師進行教具展示.....	38

第一章 緒論

第一節 計畫緣起及目的

近年來氣候變遷影響加劇，極端降雨事件頻傳，導致臺灣各地不同規模的地質災害層出不窮，其中又以大規模崩塌對環境與人民生命財產安全的危害最為嚴重。爰此，政府單位除了規劃工程整治手段外，亦積極將防災教育納入坡地災害的治理策略中，而大署的「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 183 所種子學校，提供相關課程活動與教具資源，讓水土保持防災教育深入校園，並以校園為中心擴展至地方社區。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之目的。因此，創新防災教具開發將提供防災教育知識推廣之重要助力。

盤點大署因應防災教育知識推廣所推出之各式教具資源，發現多以水土保持基本觀念與土石流災害為主題之教具教材，而針對山崩、地滑等大規模崩塌災害為主題之防災教育知識則相對較不普及，且部分教具過度著重視覺感受，其防災知識的廣度及深度則較無法全面的考慮進去；而防災知識豐富度較高之教具，則會出現缺乏互動性等問題。而近幾年來，漸漸有以大規模崩塌防災教育知識且互動性、知識完備性、真實性等面向兼備的教具為目標進行開發之作品出現，但大規模崩塌知識的層面集中在深層崩塌災害為主。當大規模崩塌發生後，依其影響範圍之堆積型態，可分為崩塌(崩土直擊)型、土石流型以及堰塞湖型等三種類型。為提高民眾對社區不同類型災害之警覺，並瞭

解各種災害影響範圍，本計畫之前期(113 年度)計畫則開始針對大規模崩塌所有可能致災類型進一步打造相關學習教具。

113 年度計畫設計一套認識大規模崩塌致災型態為主題，且涵蓋微動態意象模型與致災類型觀察等具互動性、知識完備性、真實性等面向兼備的教具，透過讓教具體驗者觀察各種致災類型之特徵，進一步理解致災類型之差異，將艱澀的大規模崩塌相關知識轉化為輕鬆易懂的情境學習，以互動的方式向民眾展示與推廣，達到學習力的開發，同時亦能培養學生自主學習的能力以及探究事物的精神。然前期計畫所開發之微動態意象模型著重在俯視觀察學習三種大規模崩塌型態的致災地形、致災過程、地形特徵以及致災因子(圖 1-1)等知識，對於從側面角度(side view)觀察所衍生而出之知識則尚未發展成具體之教具。

為補足前期大規模崩塌教具尚未考量之防災知識，本計畫延續前期計畫之教育主題，在既有「大規模崩塌三種致災型態」主題為基礎下，擴充各致災型態的地形側面相關防災知識內容，以增添原主題知識的完整性。

綜上所述，本計畫將艱澀的水保知識透過現象觀察、情境解構，轉化成輕鬆易懂的情境學習，除可應用於大規模崩塌致災型態教育之推廣外，該教具亦可於水土保持酷學校中作為科普教育之教材使用。互動式教具可激起體驗者的學習興趣，讓體驗者能在愉快的學習氛圍中獲得更加完備的水土保持知識，並培養防災及水土保持維護等教育理念，以此達到知識如同樹一般，持續向下紮根、生生不息傳遞出去的目標(圖 1-2)。

大規模崩塌致災型態 之學習教具

本教具藉由**微動態意象模型**呈現大規模崩塌發展歷程，融合**現象觀察**與**互動式教學**，增加學習的趣味性。透過教具讓體驗者瞭解三種大規模崩塌致災型態，並學習可能導致災害發生的機制。

崩塌(崩土直擊)型

- 藉由觀察崩塌(崩土直擊)型之微動態意象模型，以瞭解此大規模崩塌致災型態之**發生徵兆**。
- 觀察土砂運移樣態，以瞭解崩塌土體**如何造成生命財產損失**。
- 學習誘發崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌的三種常見致災因子。



土石流型

- 藉由觀察土石流型之微動態意象模型，以瞭解**坡面型與溪流型土石流的差異**。
- 觀察土砂運移樣態，以瞭解在不同坡度下**土砂運動與堆積情形**。
- 學習誘發土石流型大規模崩塌的三種常見致災因子。



堰塞湖型

- 藉由觀察堰塞湖型之微動態意象模型，以瞭解其**發展歷程**。
- 觀察潰壩情形，以學習導致**潰壩的原因**。
- 學習誘發堰塞湖型大規模崩塌的三種常見致災因子。



圖 1-1 113 年度所開發之微動態意象模型教具 DM

資料來源：本計畫整理



圖 1-2 計畫主要理念示意圖

資料來源：改繪自孤單的大樹[1]

第二節 計畫目標

本計畫依據擬解決之問題，共規劃四項主要工作目標：

一、 打造六組大規模崩塌致災型態側面之實體展示模型教具

從三種致災類型側面角度建置六種學習主題，藉此讓民眾更深入觀察與學習控制災害發生之內部致災因子、災害發生後地層分布變化與災害發生的運動歷程等知識。

二、 擴充電子互動式教具

延續113年計畫，將電子版教具發展為多主題行動學習教具的理念，本計畫於既有「大規模崩塌致災型態」主題中擴充各致災型態的側面防災知識內容，以增添該主題知識的完整性。

三、 增加教具橫向擴散的能力

本計畫規劃之教具考量攜帶方便及採購成本，且能因應不同的場域及族群進行展示，以此提供大署更多樣化的推廣選擇。

四、 建立可靠成效評估方法

為了直觀瞭解教具對於水土保持教育推廣之具體成效，將透過問卷調查方式蒐集教具體驗者回饋，並以統計分析方法驗證推廣成效，建立教具所帶來的真正推廣效益。

第三節 工作項目內容

一、 展示模型教具尺寸設計與外觀製作：

本計畫以大規模崩塌致災型態之側面視角打造兩套靜態模型以及四套微動態模型，靜態模型包含崩塌(崩土直擊)型之「滑動面演化過程」與「土石流型土砂運移過程之坡度變化分區」，以及微動態模型的崩塌(崩土直擊)型「降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程」、「地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化」、「土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化」以及「堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程」。將此六套模型依其功能複雜度按現實比例縮小至適當尺寸，以便於常規課桌椅或展場展示桌上進行教學及展覽推廣，同時也提升教具運送之便利性以及降低製造成本，可供各級學校與機關採購。

二、 模型機關設計與製作：

此六套大規模崩塌展示模型，除具備便於組裝、展示與收納之設計外，並針對微動態模型設計可手動操作之機關，藉以呈現大規模崩塌之形成與演化歷程，以及災害發生後地層剖面之動態變化。透過此類互動式設計，教具體驗者得以在視覺觀察基礎上結合手動操作，從而理解災害生成之內部致災因子、崩塌運動過程，以及災後地層分布變化，進一步提升對大規模崩塌的認知。

三、 水保行動學習教具外型設計：

沿用 112 與 113 年度計畫所設計之手提箱造型教具，此手提箱教具經兩個年度多場教具推廣活動，已證實具備優秀的移動能力，且可在教室或展場等多元的場域進行使用，同時手提箱造型

營造「任務中探索防災教育知識」的氛圍，對於學童自主學習之積極度有顯著的影響。

四、 螢幕學習內容製作：

延續112年度以及113年度發展之多主題水保行動學習教具，持續擴充教學內容，本年度於既有「大規模崩塌致災型態」主題中擴充各致災型態的地形側面相關防災知識內容，以增添原主題知識的完整性。透過遊戲檢測學習成效等互動的方式，向學童和民眾展示，營造輕鬆有趣的學習情境，以傳達更加完備的水土保持知識，進而提高社會大眾對於大規模崩塌災害、坡地防災等認知。

五、 教學輔助資源製作：

包含各版本功能使用手冊、推廣教育教案、推廣用海報與DM。

六、 配合農村水保署參加水保教育與教具推廣活動：

為讓教具發揮最大知識傳遞功效，配合大署參加至少三場國內水保教育與防災科普教育推廣活動，透過活動有效推廣教具之防災教育理念。

七、 水土保持教育宣傳成效蒐集：

針對教具的推廣活動進行知識傳遞成效的蒐集，並將水土保持教育宣傳的成效採著重蒐集具體的成效數據為主，而以參與人次或問卷取得的流量為輔之設計理念，再進行資料的統計分析。

第四節 前期計畫成果

本團隊自 107 年度起共執行了大署七個年度的創新研究計畫([2]~[9])，透過水土保持教育互動教具的開發，持續於各式防災教育現場及水土保持學校校園內宣揚與推廣各種的防災教育知識。其中，七個年度計畫執行成果說明如下：

- 一. 107 年度開發出國內第一套以地滑災害為主題之互動教具，教具採一體成型設計，較適合於定點展示推廣。教具特色在實際觀察到降雨情形，並縮小地滑災害尺度，於教室及參展空間展示使用，以此開啟大規模崩塌於校園與一般民眾之紮根工作。同時，教具亦開始向民眾與學生釐清土石流與地滑發生機制之差異。此外，為協助學童理解教具中地層分布與地下水位在現實世界之樣貌，於校園實際進行地層探勘工作，獲取鑽探岩芯資料與地層柱狀，並建置地下水位觀測井與開發簡易地下量測水位計，引導學生與教具模型作虛實連結，作為加深孩子對教具學習內容之理解。
- 二. 為降低教具於全國各地參展所需之運費，108 年度開發出一套可組裝式地滑地互動式教具模型，且教具再融入地層組織構造模擬套組與輔助解說螢幕設備(先備知識建置與學習單)，讓民眾更清楚瞭解教具預計傳達的知識，並提升民眾學習成效。
- 三. 109 年度開發之教具更提升了教具教學資源豐富度，包含(1)教具坡面採實際崩塌地地形，以 3D 列印方式製作出可直接觀察真實崩塌特徵之微地形；(2)增設一淺層崩塌滑動塊體，並以此帶出淺層崩塌之坡地災害類型知識；(3)增加崩塌地監測設備系統之展示。此外，科技輔助畫面整體展示內容的設計均以 108 年課綱「以

素養教育為主」的 STEAM 教育理念進行編排，並增加智慧化元素於科技輔助畫面中，教具從降雨、地下水位上升、蜂鳴器響起，到淺層與深層崩塌發生等，均可由科技輔助畫面進行手動與自動的監控。學生能透過教具，依循現象觀察、情境解構、解決問題等一連串學習歷程來理解水保教育與自主防災之概念。

- 四. 110 年度則打破大規模崩塌防災教育學習知識集中設計於單一教具上，規劃四大主題並製成四套模組，分別為「3D 拼圖式崩塌微地形觀察模組」、「現象與災害成因觀察模組」、「監測系統互動模組」、與「整治工法互動模組」，使各單一模組可在不同空間與時間被展示與推廣，營造出嶄新之展覽體驗—將豐富的大規模崩塌知識化整為零。由於強化單一主題化後各模組之互動性與學習深度—藉由設計更豐富的學習內容，讓民眾與學生在接觸各模組時能更深入且輕鬆地瞭解大規模崩塌之防災知識。此外，藉大規模崩塌知識之分解，各模組具備不同類型之教育內容，學校可針對單一模組進行採購，而教師亦能針對課程選擇單一模組進行教學，增加教具被採購彈性與能力，進而提升教具橫向擴散之能力。
- 五. 111 年度打造大規模崩塌防災教育教具包—將教具化成可組裝的材料，體積大幅縮小到一個工具箱，學生可自行組裝出不同的學習模組，建構一個共用的「順向坡基底模組」，再針對不同學習主題製成三套子模組，分別為「現象與災害成因觀察模組」、「監測系統互動模組」與「整治工法互動模組」，子模組可以共用模組搭配使用。由於教具體積縮小成為教具包，且教育知識也被拆解成不同模組，學校可針對單一模組進行採購，而教師亦能針對課程選擇單一模組進行教學，進而提升教具橫向擴散之能力。

- 六. 112 年度則從大規模崩塌教育主題轉為開發「山坡地土地可利用限度分類標準」教育主題，嘗試將生澀的山坡地土地可利用限度法規知識轉換成兩套高互動性之教具。其中，積木版教具有自己動手堆疊組合不同坡體、觀察坡體特徵等特色；而電子版教具則將教學資源電子化，並結合卡牌、RFID 等元素，打造出創新的科普教具。透過所開發之教具，民眾和學童可在操作教具的過程中，不斷地深入探索山坡地土地利用限度的密碼，進而累積土地利用分級的知識，並理解不同坡地有其適當的開發上限。
- 七. 113 年度以認識大規模崩塌的三種致災型態為主題，並以此發展兩套兼具互動性、知識完備性與真實性的教具。其中，微動態意象模型重現了現實中的大規模崩塌災害現象，教具體驗者可從中觀察不同致災型態的特徵與各自常見的致災因子，同時也可以瞭解土砂在不同坡趾運動與堆積的狀況；此外亦延續 112 年度之電子版教具設計理念，新增大規模崩塌致災型態主題，將其發展為多主題的移動式互動教具，內容上除了三種致災型態與其致災因子的介紹外，亦具備監測設備以及治理工法探索區，供不同年齡層的教具體驗者學習大規模崩塌災害知識，在發展水保觀念廣度的同時，也持續深化國民的水保素養與自主防災的能力。

此外，七個年度計畫所開發出來之教具已發揮具體之教具擴散成效，其中包含(1)計畫團隊共開發 14 套大規模崩塌防災教育教具、參加 32 場教具展覽及推廣活動、吸引超過 18200 人次參觀體驗教具、培育超過 200 位國小高年級種子學生與 140 位國小種子教師；(2)教具設計指導：指導國立科學工藝博物館依循 107 年度計畫之設計概念，製作出一台更大規模之地滑展示設備，並

將其安置於科工館莫拉克風災紀念館內提供民眾參觀與學習、110~113 年度提供新北市防災教育輔導團設計教具指導、112~113 年度提供基隆市防災教育輔導團設計教具指導(3)教具複製部分：108 年度開發之教具模型授權科工館進行複製，複製後的成品進行全國防災教育特展使用、109 年度開發之教具模型授權農村水保署花蓮分署進行複製，複製後的成品進行東部防災教育推廣使用、110 年度開發之教具模型授權三峽北大國小進行複製，複製後的成品展示於國小自建的水保教室、113 年度開發之微動態模型教具已授權基隆市防災教育輔導團進行複製，預計投入基隆市防災教育推廣使用；(4)教具移交再使用部分：107 計畫開發之教具移交至基隆信義國小、108 計畫開發之教具移交至花蓮松浦國小、110 度計畫開發之教具移交給農村水保署、111 度計畫開發之教具移交給北大國小及仁愛國小，以上移交之教具皆作為水保教育之擴散工具使用。本團隊在七年計畫執行期間內已累積豐富教具設計與製作經驗，且教具推廣成效顯著，表 1-1 整理各年度教具開發之重要績效，著實達到宣揚水土保持教育之目標。

表 1-1 歷代教具擴散成效情形

年度	參觀人次	教具設計 指導	教具複製	教具移交
107 年	3500	✓		✓
108 年	4500		✓	✓
109 年	3700		✓	
110 年	72 (疫情期間有參觀人數限制)	✓	✓	✓
111 年	1350	✓		✓
112 年	2711	✓		
113 年	2367	✓	✓	

資料來源：本計畫整理

第二章 工作執行方法與步驟

本計畫之工作執行步驟如圖 2-1，並分為五小節做說明。

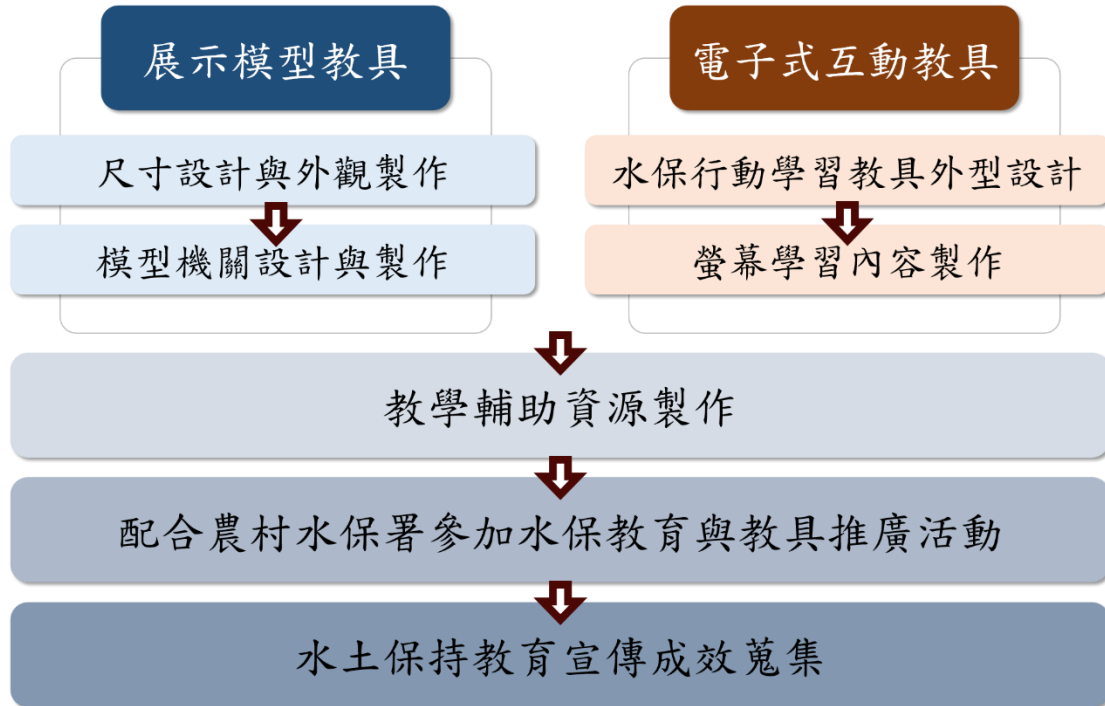


圖 2-1 工作執行步驟流程圖

資料來源：本計畫整理

第一節 展示模型教具尺寸設計與外觀製作

本計畫從大規模崩塌致災型態之側面視角切入，分別為三種大規模崩塌致災型態打造六套大規模崩塌致災型態側面之實體展示模型教具。此外，上述六套模型依其功能複雜度按現實比例縮小至適當尺寸，以便於常規課桌椅或展場展示桌上進行教學及展覽推廣，同時也提升教具運送之便利性以及降低製造成本，供各級學校及相關機關採購使用。以下針對此六套大規模崩塌致災型態之側面模型教具外觀設計進行說明：

一. 「滑動面演化過程」

本計畫參考崩塌(崩土直擊)型常見的圓弧形滑動面演化歷程(圖 2-2)，從側面視角呈現坡地因降雨侵蝕坡頂產生坡頂裂縫，並且雨水再從裂縫入滲為地下水，而地下水弱化坡地地質材料，進而產生冠部崩崖，隨冠部崩崖擴大導致坡地發生陷落，最終形成大規模崩塌災害。本計畫將其地形地貌演變及滑動面發展過程製作成五個階段的靜態展示模型。

二. 「降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程」

113 年度計畫所設計之崩塌(崩土直擊)型微動態模型透過滑動塊體邊界滲水的特徵，揭示了「地下水」為崩塌(崩土直擊)型的重要致災因子。本計畫以地層剖面方式更直觀地呈現崩塌區之

坡趾為非溪流地形，當該區域降雨產生地表逕流入滲坡頂裂縫，地表水入滲後，產生地下水集中現象，而地下水體弱化地質材料導致滑動面發展，再則因重力(土體荷重)及坡度等因素，而產生大規模的崩塌滑動現象。

三. 「地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化」

本計畫根據過往教具推廣活動經驗，小學生對於地層剖面之知識內容較為陌生，故設計此動態模型以傳遞當地層發生大規模崩塌而滑動時，地層剖面岩性分布如何發生變動以及錯位等跡象。

四. 「土石流型土砂運移過程之坡度變化分區」

113 年度計畫所設計之土石流型微動態模型透過兩種不同坡度之河道模組，揭示了「坡度」為土石流型的重要致災因子。本計畫為呈現出崩塌地坡趾為溪流地形之土石崩落到河道上游，崩落土體因坡度陡峭且伴隨水力作用形成土石流，針對此概念擴大致災因子—坡度之知識學習內涵，並根據真實坡度分別打造相對應的河道地形模組，藉此理解坡度對於土砂運移過程之影響。

五. 「土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化」

此模型為「土石流型土砂運移過程之坡度變化分區」之動態版本，將河道坡面地形調整為一體式設計，並使整體尺寸保持一致。於模型內部設置可手動操作之機關，以模擬土石流型土砂運移過程，並於下游區域呈現土砂堆積之現象，以具體呈現出災害發生機制及土砂運移過程。

六. 「堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程」

113 年度計畫所設計之堰塞湖型微動態模型是以俯視觀察堰塞湖潰壩之情況。若其坡趾溪流坡度不大，因山崩、土石流等導致土石崩落至河道，崩塌土體不但可跨越溪流且超過阻塞溪流之最小體積，此時崩塌土體即可能形成天然土石壩。當降雨造成土石壩後方水體蓄積形成堰塞湖，若有足夠之水力條件，可能會導致壩體內的土砂顆粒受到大量水體影響，產生分離、鬆動，水流從土石壩前方縫隙滲漏，最終湖水位過高乃至溢頂，進而引發壩體潰決，造成下游氾濫。本計畫則以側面的角度呈現堰塞湖後方水位與潰壩發展的過程。

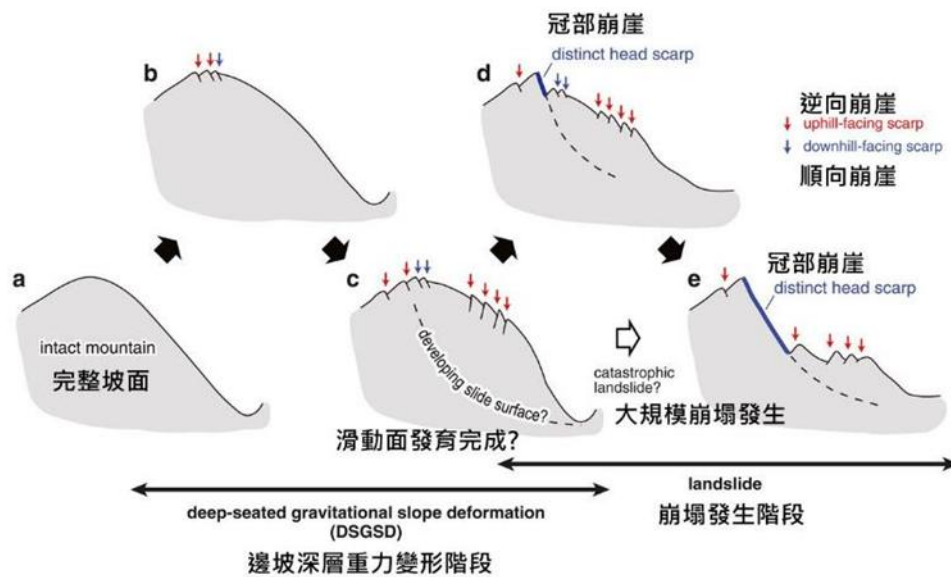


圖 2-2 滑動面演化過程

資料來源：https://246.ardswc.gov.tw/Landslide/Landslide_AlertValue[10]

第二節 模型機關設計與製作

本計畫針對此六套大規模崩塌致災型態側面之實體展示模型教具設計可手動操作機關，以模擬災害發生之動態過程。透過此互動式操作體驗，讓教具體驗者在實際操作過程中更深入理解引致災害發生的內部致災因子、災害的運動歷程，以及災害發生後的地層分布變化，進而留下深刻的學習印象。以下針對此六套大規模崩塌致災型態實體之側面展示模型教具機關設計進行說明：

一、「滑動面演化過程」

每個歷程的滑動面發展狀況及坡面特徵以雷射雕刻的方式呈現於模型剖面上，並以階梯式展示座陳列五種滑動面演化過程。此外，為了考量教具互動性與運輸的便利性，展示座與滑動面演化歷程模型為模組化設計，彼此間可拆卸，以縮減教具收納體積與提升教具運送便利性之目的。

二、「降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程」

於坡地基底模組之頂部設計控制面板，可控制坡頂處上方設置模擬降雨的藍色燈條，以及地層內部多段模擬滑動面生成的紅色燈條。於模型側邊設置旋轉軸，用以控制坡頂裂縫的張裂，使基底模組上方坡地產生坡頂裂縫。而模組外側設置可拆式卡槽，放置繪有彰顯災害發生歷程之地層剖面樣態的壓克力模板。當啟動模擬降雨的藍色燈條時，雨水開始滲入地層，啟動坡頂裂縫的開關，呈現雨水自坡頂裂縫入滲至地層。再透過控制面板分段啟動紅色燈條以模擬滑動面隨雨水入滲分階段生成之過程。另外，搭配觀察災害發生歷程之地層剖面模板，透過更換模板演示降雨入滲導致地下水位與河川水位上升、地表與地層遭破壞等發展狀況與具體發展歷程。

三、 「地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化」

將地層滑動機關設計為三個獨立塊體，且具備相同之地層岩性分布剖面，各塊體之間採用磁鐵連接，當觸發塊體滑動機關時，可觀察塊體沿滑動面產生崩落與地層岩性錯動的景象，呈現出地層剖面隨滑動後的岩性分布錯動變化。

四、 「土石流型土砂運移過程之坡度變化分區」

本計畫依據真實坡度分別打造相對應的靜態河道地形模組，並於各模組間嵌入磁鐵，使其可相互拼接組合。學童可透過自行動手組合出正確的河床地形坡模組順序，進而理解瞭解土石流運動過程分區之地形坡度條件。

五、 「土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化」

此模型為「土石流型土砂運移過程之坡度變化分區」之動態版本，河床採一體式設計，並維持尺寸一致。於各坡度分區之間設置按壓式擋板機關，並以仿真土石顆粒模擬土石流之土砂，透過按壓擋板使土石流向下游滑動，並藉此觀察土砂顆粒在不同坡度變化分區下的運移樣態差異，以此深化坡度如何影響土石流運移樣態的觀念。

六、 「堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程」

於模型中段設置一立方盒，模擬上游料源區之仿真土石顆粒堆積於河道形成土石壩，立方盒上游側之面板有較密集孔洞，使實體水滲入土石壩內部，立方盒下游側則配置可活動面板，面板上具高度不同的三個開孔，以模擬堰塞湖壩體隨著湖水水位升高之滲水現象，面板底部以活動鉸鏈與模型相連，面板兩側設計旋轉卡榫以控制潰壩時機。當對上游堰塞湖體持續供給水源，湖水水位逐漸升高，土石壩體之開孔亦會在不同水位高度產生滲水現象，最終湖水水位越過壩體形成溢頂，可啟動觸發潰壩的機關，使土石壩的仿真土石顆粒與上游水體一同崩落至下游。此外，沿用 113 年度計畫中使用成效良好的顆粒過篩收集盒，可有效區隔水體與仿真土石顆粒，提升分類效率，並大幅縮短場復所需時間。

第三節 水保行動學習教具外型設計

本計畫沿用 112 與 113 年度計畫所開發之手提箱造型教具，該手提箱教具歷經兩個年度多場教具推廣活動，已證實具備優秀的移動能力，可於教室、展場等多元的場域進行使用。此外，手提箱造型營造「任務中探索防災教育知識」的氛圍，對於學童自主學習之積極度有顯著影響。

第四節 螢幕學習內容製作

本計畫於既有「大規模崩塌致災型態」主題之背景知識說明內容中，擴充各致災型態於地層剖面的發展歷程。以手繪圖方式重新描繪崩塌(崩土直擊)型滑動面發展的五個階段，分別為完整坡面、坡頂裂縫發生、滑動面發育中、冠部崩崖發生，以及冠部崩崖擴大形成大規模崩塌等，並強調各階段演化特徵，藉此瞭解滑動面如何在地層中生成及演化，坡面上因滑動衍生之地形特徵；土石流型將河道隨坡度分為土石崩落滑動區、土石流發生區、土石流流動區與土石流堆積區，藉此呈現土石流的運動過程與各分區之地形坡度條件；堰塞湖型則分別繪製四種不同水位之堰塞湖圖面，觀察壩體在不同水位下的滲水狀況，最終導致潰壩發生。此外，於遊戲區中亦針對新增的知識內容增設新的題型，從三種大規模崩塌致災型態中隨機出題，教具體驗者須透過點擊螢幕中發展歷程的圖片，正確排列該大規模崩塌致災型態發展歷程與演化的順序，以此初步評估教具傳遞知識之成效。

第五節 教學輔助資源製作

為輔助教具展示與教學需要，本計畫針對兩套教具編輯教學輔助資源，以提升整體教具之完備性和推廣能力，進而達到大規模崩塌致災型態學習效益之最大化。本計畫規劃教學輔助資源為以下三項教材製作主軸：

一、 針對各模組的功能編輯使用手冊

手冊內容包括微動態意象模型教具與電子版教具個別功能介紹、操作方式與收納整理的流程。

二、 針對推廣教育編撰教案

本計畫以趣味性與任務導向為核心理念編寫實體教案，可配合各類推廣活動使用，增進大規模崩塌致災型態相關知識之教學深度與學習紮實度，並提升學習者參與意願。

三、 配合教具推廣製作海報、DM

本計畫製作教具海報與 DM 文宣，以配合教具推廣需要，內容呈現兩套教具之特色亮點與主要功能。除可作為展覽與推廣活動之宣傳素材外，亦能協助短暫停留之民眾快速理解教具教學重點，進而提升民眾其參與體驗之興趣。

第六節 配合農村水保署參加水保教育與教具推廣活動

本計畫規劃配合農村水保署參與水保教育及教具推廣活動，例如：教具展覽活動、國內防災科普教育活動等，以充分發揮教具知識傳遞功效。如在計畫執行期間未有適當的活動可參與，本計畫規劃與基隆市防災教育輔導團及東信國小建立合作關係，攜帶本計畫開發之教具向老師及學生進行防災教育宣導，冀望藉由推廣活動，除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外，亦會將所蒐集

教具推廣成效數據進行統計分析與成效評估。總之，本計畫預計執行至少三場教具推廣活動，透過活動有效推廣教具之防災教育理念，同時汲取參與民眾、教師與學童之回饋意見，作為後續教學模式精進與教具優化之參考，進一步擴大教具於水土保持教育推廣之深度與廣度。

第七節 水土保持教育宣傳成效蒐集

本團隊歷年執行之計畫著重於蒐集具體成效數據為主，而以參與人次或取得的流量為輔。針對展覽活動及防災科普教育活動時，參觀者時間可投入時間有限之情況下，依據不同的年齡族群設計不同之前後測問卷，以 30 秒內可完成作答為設計基準。另針對教室場域推廣活動參與者可投入較多時間，本計畫規劃與基隆市防災教育輔導團及東信國小合作，進行更深入的水保教育與教具推廣活動，並藉此蒐集資料。計畫先設計教具推廣知識相關的題目，原則為是非題，每題 1 分，採用前、後測的方式進行學習成果檢驗，以此取得分布於 0~10 分的樣本，並運用成對樣本 t 檢定(Paired Sample t test)來評估前、後測之差異，最後透過前、後測平均分數來瞭解教學成效。此外，本計畫建立實驗組與對照組兩組學習樣本，實驗組為體驗互動式教具進行學習，而對照組採傳統填鴨式教學方法進行學習，藉由前述之前、後測問卷成果檢定分析來比較兩種教學方式的學習成效差異。

第三章 工作執行成果

本計畫已完成原先規劃之工作項目，包含：(1)展示模型教具尺寸設計與外觀製作；(2)模型設計與機關製作；(3)水保行動學習教具外型設計；(4)螢幕學習內容製作；(5)教學輔助資源製作；(6)配合農村水保署參加水保教育與教具推廣活動；(7)水土保持教育宣傳成效蒐集。針對執行成果說明如下：

第一節 展示模型教具尺寸設計與外觀製作

本計畫已完成實體側面展示模型教具之外形建置工作，以下針對此六套大規模崩塌致災型態之側面模型教具外觀設計進行說明：

一、「滑動面演化過程」

每個模型尺寸設計為長 12 公分*寬 0.5 公分*高 10 公分，此尺寸大小兼顧展示與教學實用性，適用於一般課桌椅或展場展示桌面進行教學及展覽推廣，同時亦可提升教具之攜帶性以及降低運輸與製造成本。每個歷程的滑動面發展狀況與坡面特徵透過雷射雕刻的方式標註於模型剖面上，以此展示滑動面如何在地層中生成及演化歷程，如圖 3-1 所示。

二、「降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程」

模型尺寸設計為長 29 公分*寬 18.8 公分*高 21.5 公分，其尺寸相當於 A4 尺寸大小。模型主體採用以電池供電之燈箱，藉由按鈕觸發不同顏色燈條的變化以模擬降雨情形與滑動面發展狀況，並於模型側面設有模擬坡頂裂縫災害之手動機關。模型外側設置四個卡槽，並放置繪有彰顯災害發生歷程地層剖面樣態之壓克力模板，以觀察災害發生歷程之地層剖面，透過更換模板演示降雨入滲後導致地下水位與河川水位上升、地表與地層遭破壞等發展狀況，如圖 3-2 所示。

三、「地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化」

模型尺寸設計為長 29 公分*寬 15 公分*高 21 公分，模型構造分為三個獨立的滑動塊體，並於模型側面繪製地層剖面岩性分布。模型內部設計機關，當觸發塊體滑落機關時，可從側面觀察地層隨滑動所產生相對應的錯位與變化，如圖 3-3 所示。

四、「土石流型土砂運移過程之坡度變化分區」

模型尺寸設計為長 30 公分*寬 10 公分*高 20 公分，根據實際河道地形坡度打造出對應的靜態河道地形模組，模型依照土石流的運動過程劃分成四個主要區塊，分別為土石崩落區、土石流發生區、土石流流動區與土石流堆積區，並於模型側面標示各區塊

形成時常見之地形坡度條件。其中，坡度大於 30° 為土石崩落滑動區，坡度介於 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 為土石流發生區，坡度介於 $6^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 為土石流流動區，坡度介於 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 則為土石流堆積區，如圖 3-4 所示。

五、 「土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化」

此模型為「土石流型土砂運移過程之坡度變化分區」之動態版本，模型改為一體式設計連續之河床坡面，整體尺寸與「土石流型土砂運移過程之坡度變化分區」模型保持一致。模型內部利用上述運動過程四大區域設置四個可手動操作之機關，並製作仿土石大小顆粒放置於河床，以模擬土石流型土砂於不同坡度條件下之運移過程，藉此觀察土砂流動與堆積樣態。模型外側以透明壓克力擋板包圍，可有效防止土石顆粒在運移過程滑落，如圖 3-5 所示。

六、 「堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程」

模型尺寸設計為底座長 35 公分*寬 15 公分*高 10 公分，河道含壩體設計成長 25 公分*寬 5 公分*高 12 公分。於模型中段設置一立方盒，用以流入料源區之仿真土石顆粒來模擬土石崩落堆積形成土石壩，並以真實水體注入立方盒上游河道，藉此呈現降雨後堰塞湖湖水蓄積。於下游處設置土砂收集盒，將小型房屋、居民模型與植被佈置於收集盒中，以模擬河道下游沿岸之村莊。當

湖水位升高，土石壩受到大量水體作用後潰壩，土砂顆粒便沿著河道向下游移動，造成下游村莊受到嚴重衝擊(圖 3-6)。

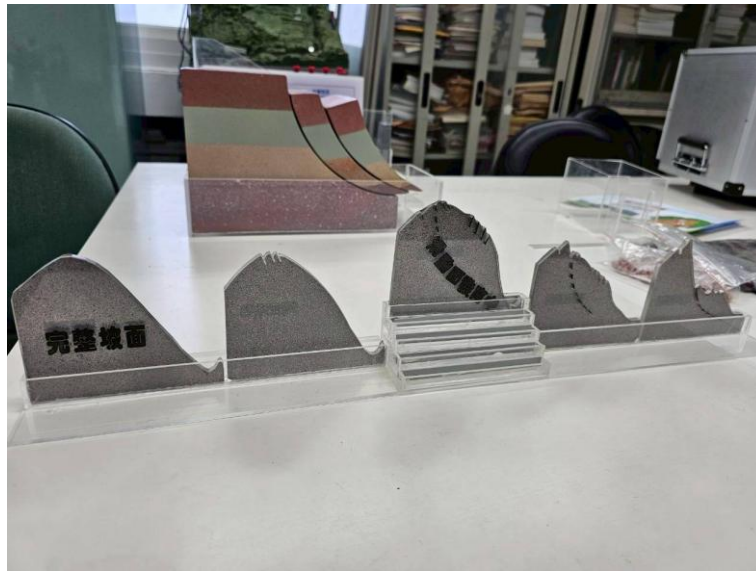


圖 3-1 滑動面演化過程模型

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)

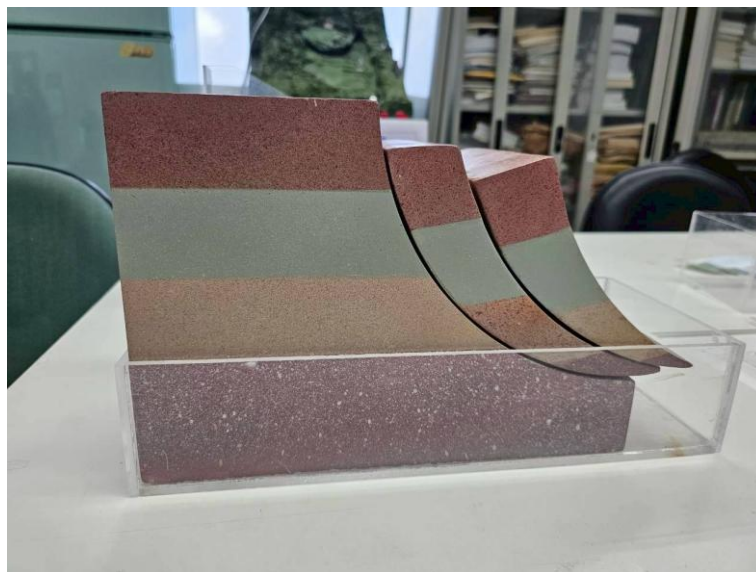


圖 3-2 地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-3 降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-4 土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-5 土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-6 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)

第二節 模型機關設計與製作

本計畫讓教具體驗者在體驗過程中，能夠透過視覺觀察與互動操作來模擬災害發生的情境，並深入瞭解災害發生的內部致災因子、災害發生後的地層分布變化，以及災害的運動歷程，因此設計六種不同的模型機關來達成此目的，同時也有讓教具傳遞者具方便組裝、展示與收納之設計。以下針對此六套大規模崩塌致災型態之側面模型教具機關設計進行說明：

一. 「滑動面演化過程」

將每個歷程的滑動面發展狀況以及坡面特徵以雷射雕刻的方式標註於模型剖面上。為強化展示與教學功能，採階梯式展示座設計(圖 3-7)，陳列五種滑動面演化歷程，並製作具延伸插槽的可組裝模組(插槽刻意設計左右不相同，以避免誤置，如圖 3-8 所示)，能夠橫向整體展示五個滑動面演化歷程(圖 3-9)，以便教具體驗者逐一觀察滑動面的演化過程，藉此瞭解滑動面如何在地層中生成及演化，坡面上有何特徵可供警戒。此外，為了考量教具互動性與運輸的便利性，展示座與滑動面演化歷程模型為模組化設計，彼此間可相互拆卸且自由組合，讓學童能夠藉由文字說明與坡面特徵動手排列出正確的滑動面演化歷程，加深學習印象的同時，達到縮減教具收納體積與提升教具運送便利性的目的。

二. 「降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程」

於模型側邊設置旋轉軸，用以控制坡頂裂縫張裂，使基底模組上方坡地產生坡頂裂縫(圖 3-10)。於模型頂部配置按鈕，此按鈕可控制位於模型主體基底上方所設置模擬降雨之藍色燈條，以及地層內部安裝多段模擬滑動面生成之紅色燈條(圖 3-11)，並於模組外側設置四個卡槽，用以放置繪有彰顯災害發生歷程地層剖面樣態之壓克力模板(圖 3-12~圖 3-13)。當坡頂以藍色燈條模擬降雨時，雨水開始滲入地層，接著啟動坡頂裂縫的開關，呈現雨水自坡頂裂縫入滲至地層，並產生地下水集中現象，再透過控制面板分段啟動紅色燈條，以模擬因地下水弱化地質而逐漸形成滑動面。於卡槽中放置災害地層剖面之壓克力模板，以呈現因重力(土體荷重)及坡度因素等導致大規模崩塌滑動的現象。以直觀的方式呈現出降雨導致雨水入滲坡頂裂縫後，地下水體與滑動面發展的關係，並搭配災害發生歷程之地層剖面模板教學，透過更換模板演示降雨入滲導致地下水位與河川水位上升、地表與地層遭破壞等發展狀況。

三. 「地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化」

將地層滑動模型分為三個塊體，均具備相同之地層剖面岩性分布，並分別以磁體連接兩可動塊體(圖 3-14)。將滑動塊體依序

推落，使其地層產生錯動。體驗者可從側面觀察原本連續的岩層出現錯動和位移，導致相鄰岩層的岩性出現差異和不連續性，如圖 3-15 所示。滑動塊體之間埋設的磁鐵極性不同，可有效防止滑動塊體誤置。將模型以壓克力盒包圍，可有效防止在失力不當的情況下，滑動塊體滑出模型主體。

四. 「土石流型土砂運移過程之坡度變化分區」

本計畫根據真實坡度分別打造四個不同角度的靜態河道地形模組，並於模型側面標示各區塊形成時常見之地形坡度條件(圖 3-16)。模組與模組間埋設磁鐵(圖 3-17)，供學童自行動手組合出正確的河床地形坡模組順序，於動手組合過程當中瞭解土石流的運動過程分區之地形坡度條件：坡度大於 30° 為土石崩落滑動區，坡度介於 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 為土石流發生區，坡度介於 $6^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 為土石流流動區，坡度介於 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 則為土石流堆積區，並強調「坡度」是土石流型大規模崩塌之重要致災機制。

五. 「土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化」

此模型為「土石流型土砂運移過程之坡度變化分區」之動態版本，河床改為一體式設計，整體尺寸保持一致(圖 3-18)。於上述各分區之間設置按壓式擋板(圖 3-19)，並製作仿真土石的大小顆粒以模擬土石流粒徑不同之土砂，於上游放置仿真土石顆粒，

依坡度由高至低分別按下擋板，使仿真土石顆粒隨重力自然向下游滾動，最後於河道底端呈現癱平的狀態，說明土石顆粒隨坡度減緩，逐漸失去移動的動力後停止於坡趾處。藉由觀察土砂顆粒在不同分區下的運移樣態差異(圖 3-20)，以深化坡度如何影響土石流運移樣態的觀念。此外，於模型側面分別印上模型的坡度與對應之運動過程分區名稱，供模型教學解說使用。於模型側面印有土石流主體的顆粒分布示意圖，以呈現土石流中土砂顆粒是呈現大顆粒分布頭端，細顆粒及泥流分布於下方及尾端，提供示意圖作輔助學習使用。

六. 「堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程」

於模型中段設置一立方盒，以流入料源區之仿真土石顆粒來模擬土石壩堆積(圖 3-21)，立方盒上游側之面板具較密集孔洞可使實體水滲入土石壩中，立方盒下游側則為一活動面板，以此面板上之三個高度不同之開孔(圖 3-22)模擬堰塞湖壩體隨著湖水水位升高之滲水現象，面板底部以活動鉸鏈與模型相連，面板以卡榫控制潰壩時機。於下游處設置土砂收集盒，此即沿用 113 年度計畫中使用成效良好的顆粒過篩收集盒，能夠完全區隔水體與仿真土石顆粒，以利操作後快速分類，縮短場復所需時間。將小型房屋、居民模型與植被佈置於收集盒中，使收集盒兼具模擬

河道下游沿岸村莊功能外，亦可作為協助場復之顆粒過篩收集盒使用，如圖 3-23 所示。

河道上游湖體採真實水體呈現，藉由水體注入立方盒上游河道呈現降雨後堰塞湖湖水蓄積。當對上游堰塞湖體持續供給水源，湖水水位隨著升高，在不同水位高度時，土石壩體之開孔亦會產生相對應的滲水現象(圖 3-24)，最終湖水水位越過壩體形成溢頂，即可控制卡榫觸發潰壩，構成土石壩的仿真土石顆粒將與上游水體一同崩落至下游，造成下游村莊沖毀(圖 3-25)，以此瞭解堰塞湖型大規模崩塌完整的發展歷程。



圖 3-7 滑動面演化過程模型階梯式展示座設計

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)

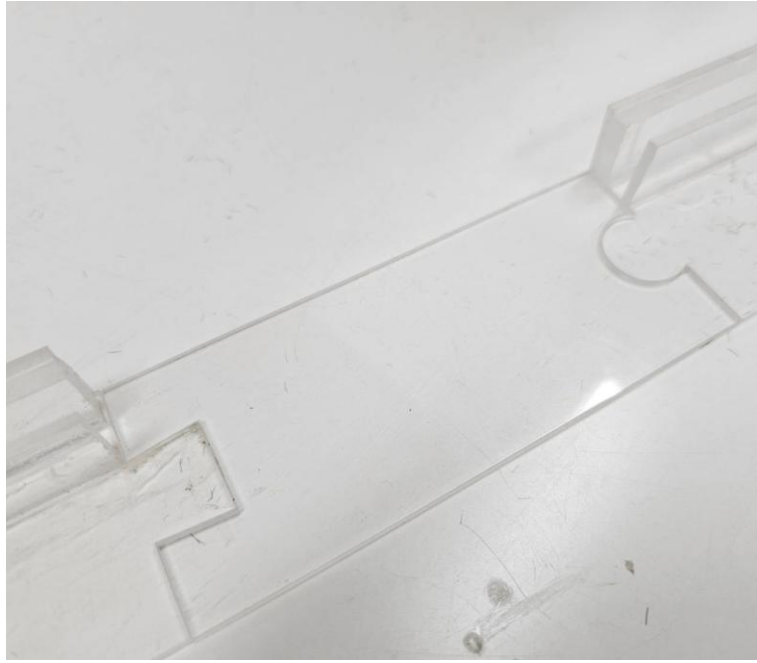


圖 3-8 滑動面演化過程模型展示座設計-延伸插槽

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)

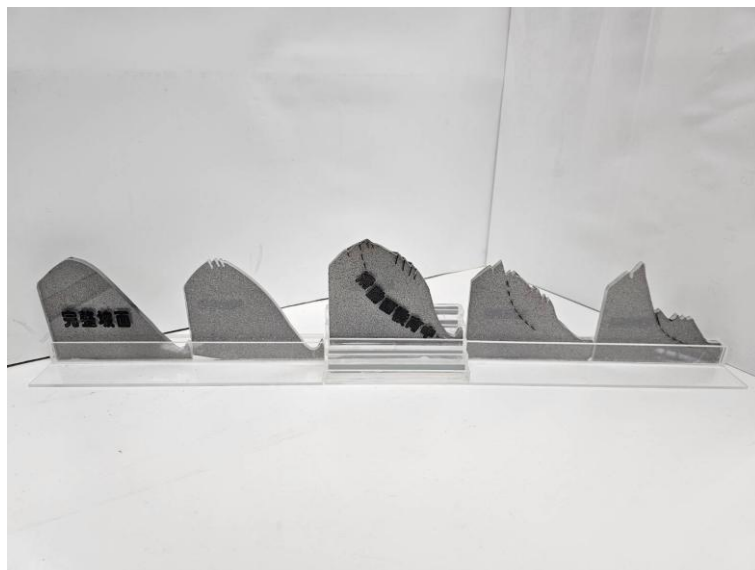


圖 3-9 滑動面演化過程模型展示座設計-橫向展示

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)

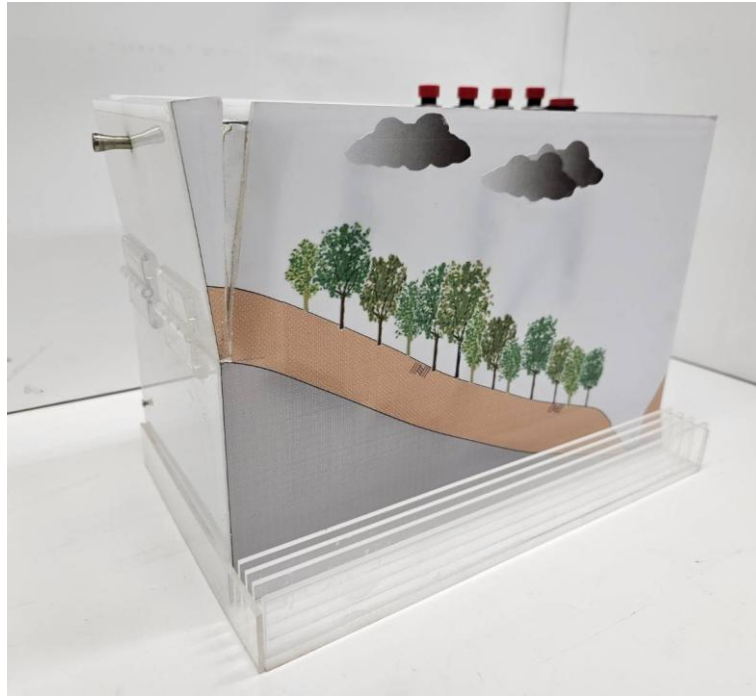


圖 3-10 降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型機關設計-坡頂裂縫

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)

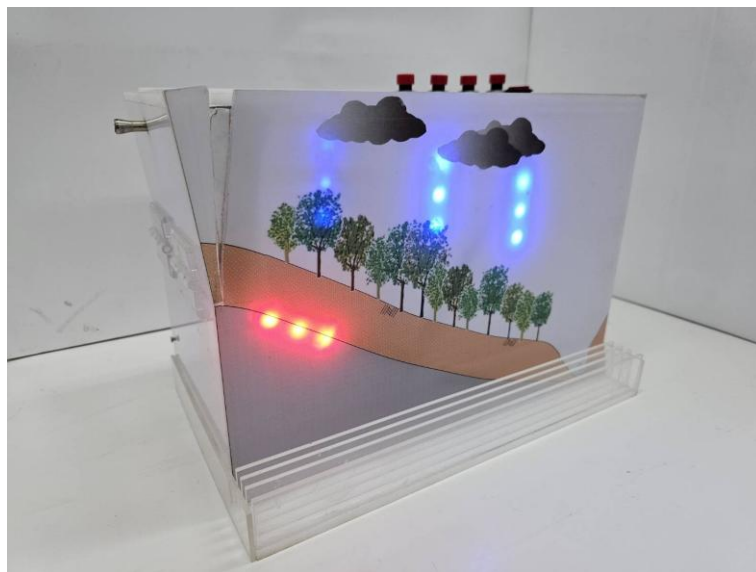


圖 3-11 降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型機關設計-燈條設置

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)

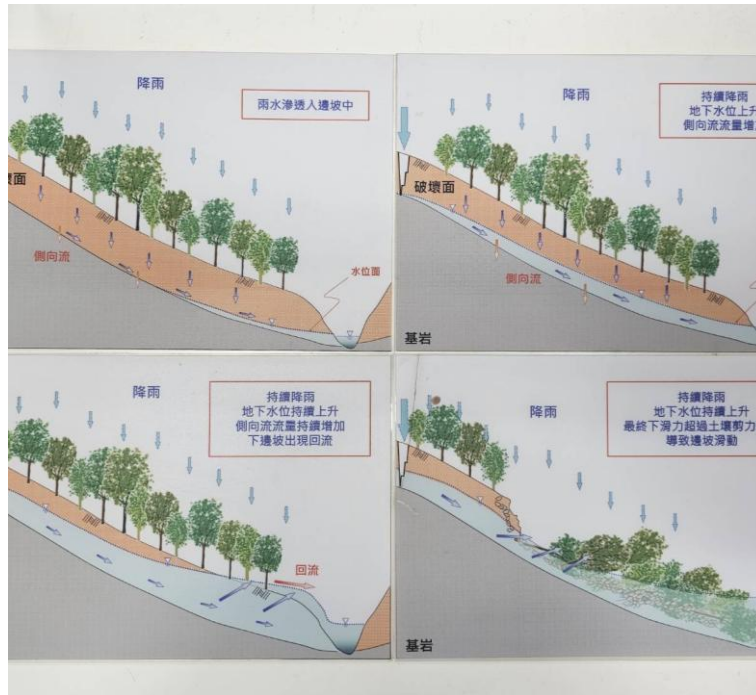


圖 3-12 降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型機關設計-災害發生

歷程地層剖面樣態之壓克力模板(1)

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)

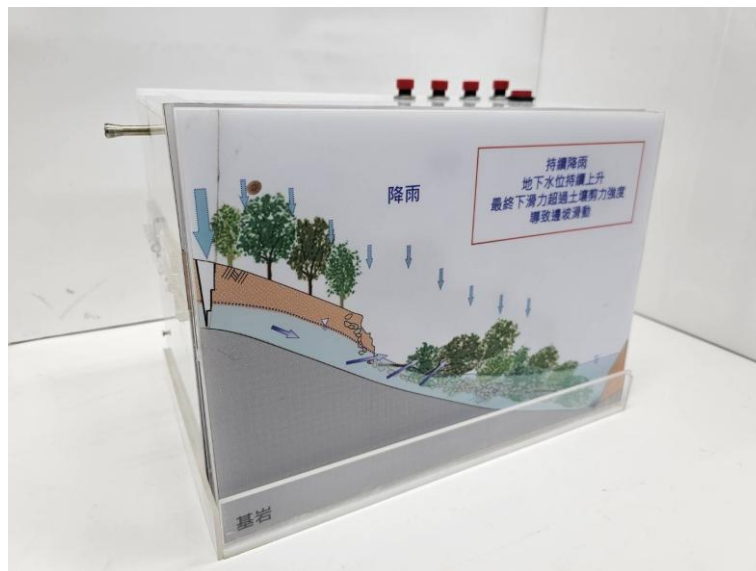


圖 3-13 降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型機關設計-災害發生

歷程地層剖面樣態之壓克力模板(2)

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-14 地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型機關設計-
以磁鐵連接滑動塊體

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)

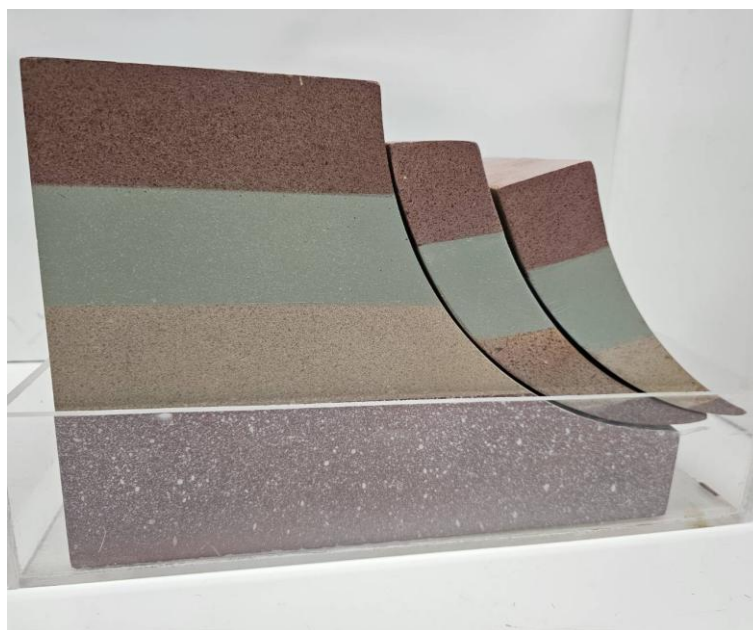


圖 3-15 地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型機關設計

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)

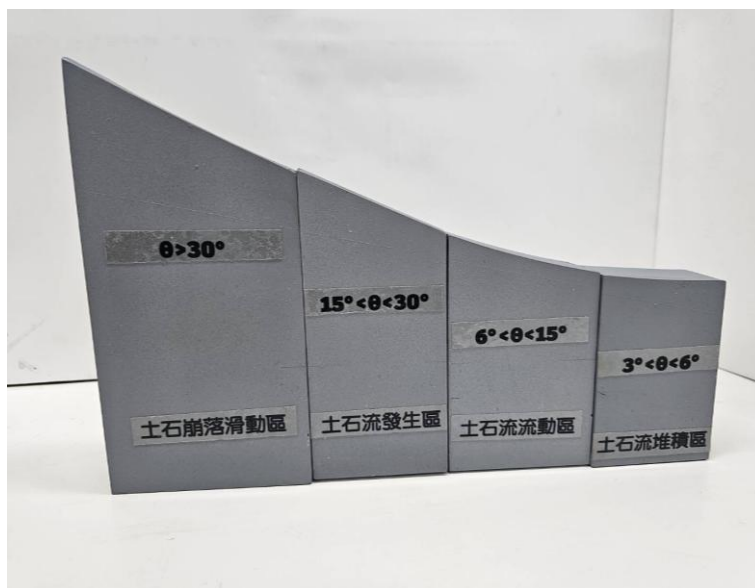


圖 3-16 土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型機關設計

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-17 土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型機關設計-以磁

鐵連接河床地形坡模組

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)

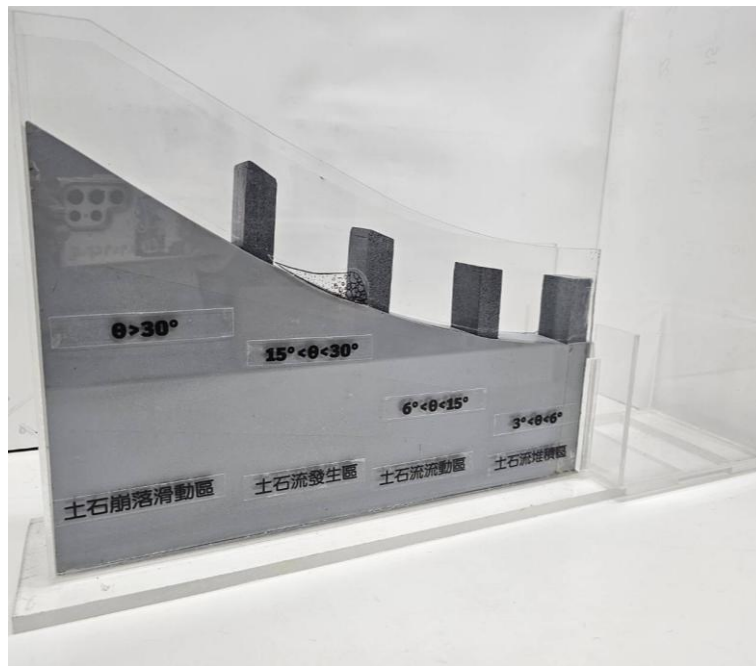


圖 3-18 土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型機關設計

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-19 土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型機關設計

-按壓式擋板

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-20 土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型機關設計

-模擬土石流之仿真土石顆粒

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-21 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型機關設計

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-22 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型機關設計-面板

上三個高度不同之開孔

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-23 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型機關設計-下游

擬真村莊兼顆粒過篩收集盒

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-24 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型機關設計-模擬

壩體前方滲水徵兆

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-25 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型機關設計-潰壩

機關啟動後造成下游村莊被沖毀

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)

第三節 水保行動學習教具外型設計

沿用 112 與 113 年度計畫所設計之手提箱造型教具(圖 3-26)，此手提箱教具經兩個年度多場教具推廣活動，已證實具備優秀的移動能力，且可在教室或展場等多元的場域進行使用，同時手提箱造型營造「任務中探索防災教育知識」的氛圍，對於學童自主學習之積極度有顯著的影響。

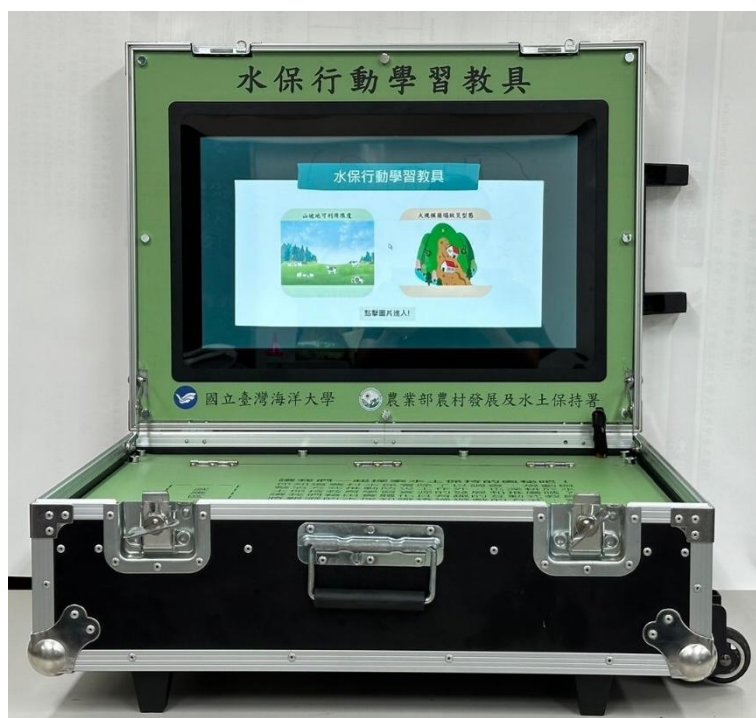


圖 3-26 多主題水保行動學習教具

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 7 月 5 日)

第四節 螢幕學習內容製作

電子互動式教具之螢幕教學內容的製作項目主要包含擴充教學內容設計與電子介面建置。教學內容於既有「大規模崩塌致災型態」主題之背景知識說明內擴充各致災型態於地層剖面的發展歷程，幫助教具體驗者建立對大規模崩塌的基本定義與認識，再透過擴充的教學內容由淺而深，循序漸進認識大規模崩塌。

以手繪圖方式重新描繪崩塌(崩土直擊)型滑動面發展的五個階段，分別為完整坡面、坡頂裂縫發生、滑動面發育中、冠部崩崖發生以及冠部崩崖擴大形成大規模崩塌等，並強調各階段之特徵，搭配淺白的文字註解與生動的插圖，傳達滑動面是如何在地層中生成及演化，坡面上又有什麼特徵可供警戒，如圖 3-27 所示；土石流型將河床隨坡度分為土石崩落滑動區、土石流發生區、土石流流動區、土石流堆積區以及完整河道，如圖 3-28 所示。傳達土石崩落至河道後，土砂隨河道坡度陡至緩所呈現四種不同的運移樣態，藉此瞭解土石流的運動過程分區之地形坡度條件；堰塞湖型則分別繪製四種不同水位之堰塞湖圖面，觀察在不同水位時壩體的滲水狀況，最終導致潰壩發生，如圖 3-29 所示。傳達降雨造成土石壩後方水體蓄積，壩體內的土砂顆粒受到大量水體影響，產生分離、鬆動，水流從土石壩前方縫隙滲漏。最終湖水位過高乃致溢頂，不斷沖蝕壩體，進而引發潰壩的災害。

此外，亦針對新增的知識內容增設新的題型於遊戲區(圖 3-30~圖 3-32)，由三種大規模崩塌致災型態中隨機出題，教具體驗者須透過點擊螢幕中發展歷程的圖片，正確排列出該型態歷程演化的順序或土砂運移樣態順序所相對應之坡度條件，以此初步檢驗教具之成效。

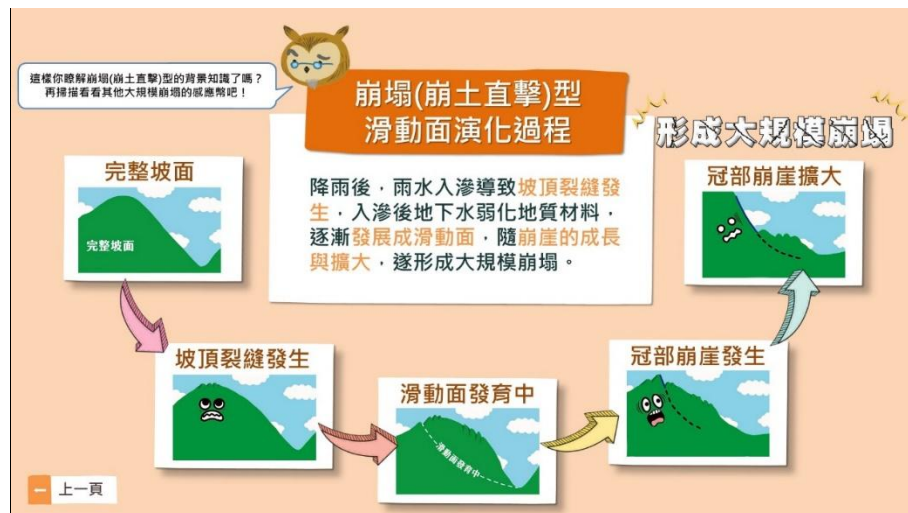


圖 3-27 崩塌(崩土直擊)型之背景知識擴充學習內容

資料來源：本計畫整理



圖 3-28 土石流型之背景知識擴充學習內容

資料來源：本計畫整理

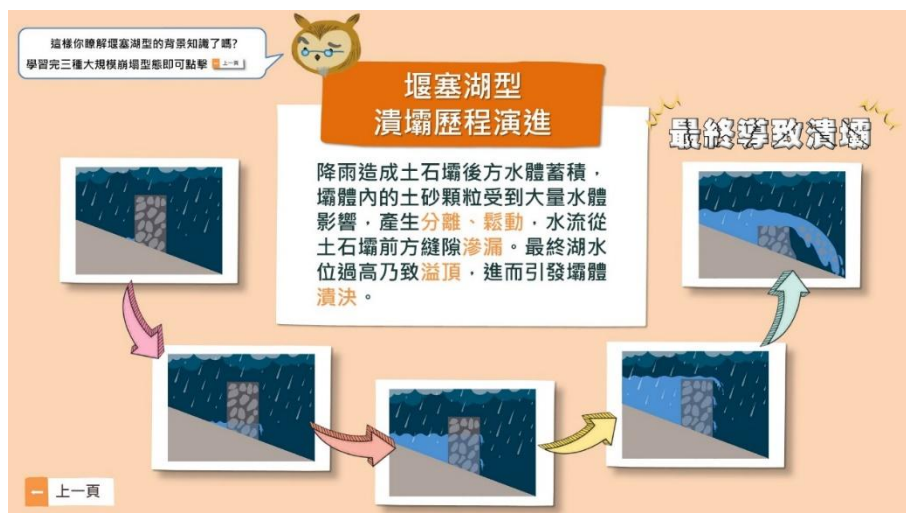


圖 3-29 堰塞湖型之背景知識擴充學習內容

資料來源：本計畫整理



圖 3-30 初級遊戲區之崩塌(崩土直擊)型擴充題目

資料來源：本計畫整理



圖 3-31 初級遊戲區之土石流型擴充題目

資料來源：本計畫整理

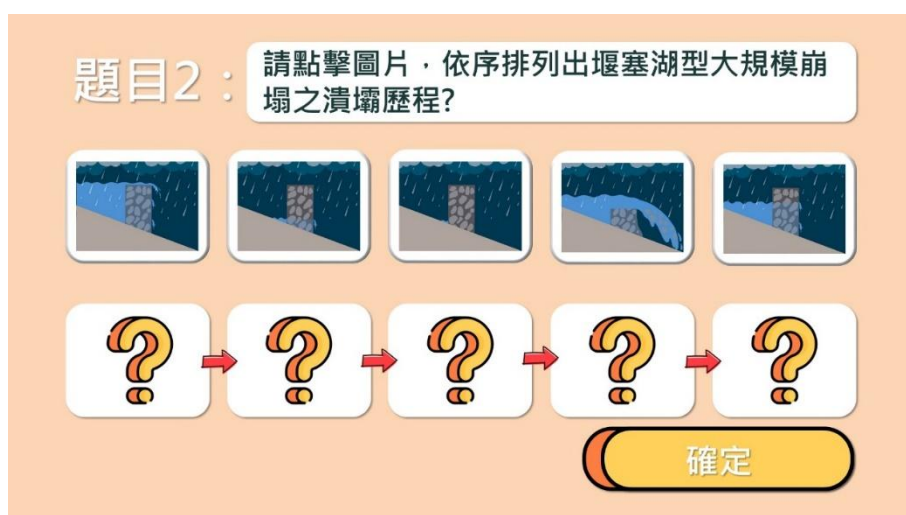


圖 3-32 初級遊戲區之堰塞湖型擴充題目

資料來源：本計畫整理

第五節 教學輔助資源製作

教學輔助資源製作工作分為三大工作項目：(1)推廣教育編撰教案、(2)各模組的功能編輯使用手冊、(3)配合教具推廣製作海報、DM。各項製作成果詳如下述：

一、 針對推廣教育編撰教案

以教師為主所編製而成之教案，其概述了教具的開發背景、理念與教學方向等，教案內詳述大規模崩塌致災型態側面之實體展示模型與電子互動式兩教具之教學目標、教學內容、教學重點、教學活動與教學建議等內容。將大規模崩塌致災型態側面之實體展示模型之教學活動分為：(1)大規模崩塌定義介紹、(2)大規模崩塌致災型態概述、(3)滑動面演化過程模型觀察與致災因子探索、(4)降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型觀察與致災因子探索、(5)土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化型觀察與致災因子探索、(6)堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程型觀察與致災因子探索、(7)自我評量；而電子互動式教具之教學活動則有：(1)認識三種大規模崩塌致災型態、(2)瞭解大規模崩塌致災型態在地層剖面下的發展歷程、(3)遊戲區體驗。此教案作為一完整的教具教學使用範例，可讓教師快速理解教具操作原理，進一步提升教具教學品質。教具推廣教案詳細內容見「附錄四、教案」。

二、 教具操作說明手冊編撰

為讓使用本教具之教師與參展人員可以更輕鬆快速地熟習教具操作方法，本計畫編製一本教具操作指南，內容包含大規模崩塌致災型態實體之側面展示模型教具與電子互動式教具，兩套教具之操作方法、功能說明與注意事項等，以圖文並列方式呈現，完整教具功能使用手冊詳見「附錄五、教具操作說明手冊」。

三、 教具 DM 製作

為增添教具於展覽活動之豐富度，本計畫分別依照實體展示模型與電子互動式版兩套教具製作 DM，藉此參觀者在短時間內迅速掌握大規模崩塌致災型態之基本概念。其中，DM 尺寸為 A4 大小，其尺寸設計可輕鬆收納至教具收納箱內，藉以保持教具運輸之便利性。教具 DM 製作成果如圖 3-33~圖 3-34 所示。



圖 3-33 大規模崩塌致災型態之側面展示模型教具 DM

資料來源：本計畫整理



- ✓ 互動式螢幕-提升教具互動性
- ✓ RFID感應幣-增加學習探索的趣味性
- ✓ 遊戲區體驗-透過輕鬆有趣的方式檢驗學習成效

本教具含豐富互動操作體驗，體驗者可透過教具探索三種大規模崩塌致災型態，以及誘發災害發生的因子、所使用的監測設備與治理工法，強調說明各致災型態於地層剖面的發展演化歷程、土砂運動過程等概念。

大規模崩塌致災型態之電子互動式教具

認識大規模崩塌致災型態

藉由大規模崩塌致災型態感應幣學習分辨三種大規模崩塌致災型態，並瞭解三種大規模崩塌致災型態的致災範圍。

大規模崩塌致災型態在地層剖面下的發展歷程

學習三種大規模崩塌致災型態於地層剖面的發展演化歷程、土砂運動過程等概念。

常見災害治理工法探索區

藉由掃描致災因子感應幣學習螢幕中呈現的知識內容，將晦澀的知識透過淺顯易懂的圖片及文字傳遞給體驗者。

常見災害監測探索區

藉由掃描監測設備感應幣學習螢幕中呈現的監測設備介紹，搭配簡單明瞭的手繪示意圖，以瞭解監測的目的與原理。

常見災害治理工法探索區

藉由掃描治理工法感應幣學習螢幕中呈現的治理工法說明，將抽象的概念具象化，幫助體驗者瞭解治理工法的目的與原理。

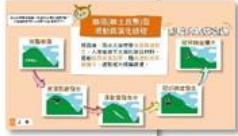






圖 3-34 大規模崩塌致災型態之電子互動式教具 DM

資料來源：本計畫整理

第六節 參加水保教育與教具推廣活動

本計畫已於計畫執行期間進行四場推廣活動，分別為：(1)國立臺灣海洋大學—學生體驗活動、(2)東信國小—第一場教具推廣活動、(3)東信國小—第二場教具推廣活動、(4)北大國小—教具設計指導與分享。各場次推廣成果詳如下述：

一、 國立臺灣海洋大學—學生體驗活動

為蒐集一般年齡層與具有高教背景族群體驗本教具之成效與回饋，本計畫將實體展示模型與電子互動式教具(圖 3-35~圖 3-37)引入大學課程中，針對大學三年級學生進行教學展示與操作體驗。雖大學生對於大規模崩塌之基本概念已有初步認知，但在教學過程中發現多數學生仍尚未明確理解大規模崩塌三種災害型態致災因子、崩塌歷程與災害特徵。經計畫主持人及團隊人員引導學生體驗教具後，學生對於大規模崩塌定義與崩塌歷程之理解程度均顯著提升。

二、 東信國小—第一場教具推廣活動

本計畫於 114 年 9 月 12 日由計畫主持人率隊至基隆市東信國小進行本年度水保行動學習教具推廣活動(圖 3-38~圖 3-40)，活動對象為該校 601 班與 602 班學生。活動期間，計畫主持人透

過問卷進行前測調查，並以口頭方式引導學童填答。填答過程中多數學童能夠明確指出臺灣曾發生大規模崩塌災害之地點，顯示農村水保署長期推動水土保持教育已初具成效。然而，多數學童對於大規模崩塌之致災型態、成因機制及其演化過程之理解仍屬有限。經由本次教具體驗與互動式教學活動後，多數學童對於大規模崩塌相關知識之理解有明顯進步，顯示本計畫所開發教具在促進學童理解災害形成機制與水土保持防災觀念上具顯著教育成效。

三、 東信國小—第二場教具推廣活動

本計畫於 114 年 9 月 19 日由計畫主持人率隊至基隆市東信國小進行本年度水保行動學習教具推廣活動(圖 3-41~圖 3-44)，活動對象為該校 503 班與 603 班學生。活動開始前，計畫主持人先以問卷進行前測調查，並口頭引導學童作答。經計畫主持人調查，有部分學童能夠指出臺灣曾發生大規模崩塌災害之地點，顯示其對防災事件已有初步認知。然而，與前一場次之推廣教育活動相同，多數學童對於大規模崩塌致災型態、成因機制及地層演化過程仍僅具片面理解。在體驗實體展示模型與電子互動式教具後，學童在學習動機、專注度及知識理解層面均明顯提升。顯示互動式教具能透過視覺化與手動操作刺激學童之學習興趣，使其

能將模型觀察與理論知識建立連結，進而強化學習印象與概念理解。綜上所述，教具體驗活動不僅顯著提升學童之學習成效，亦提供後續防災教育教案設計之參考依據，未來可據此調整教學策略與內容深度，以更有效促進水土保持教育於國小階段之深化與落實。

四、 北大國小—教具設計指導與分享

本計畫於 114 年 10 月 7 日由計畫主持人率隊至新北市北大國小進行水保行動學習教具設計指導與分享。北大國小係大署水土保持酷學校之一，且曾為 111 年推廣示範基地，藉由學校作為推廣水保教育基地，將水土保持知識與資源帶入社區，並作為在地教育推廣中心，讓學生與民眾能更貼近生活地學習水土保持及防災觀念。本次教具設計指導與分享便是以傳遞水土保持知識及大規模崩塌防災教育等概念為目的(圖 3-45~圖 3-46)，向國小教師展示有別於傳統教學的教具教學體驗，並向國小教師分享大規模崩致災型態的地形側面相關防災知識內容，以達到水土保持教育橫向拓展之目標。



圖 3-35 計畫主持人向海洋大學大三學生介紹大規模崩塌定義

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-36 海洋大學學生體驗電子互動式教具(1)

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-37 海洋大學學生體驗電子互動式教具(2)

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 10 日)



圖 3-38 計畫人員向東信國小五年級學生介紹大規模崩塌定義

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 12 日)



圖 3-39 計畫人員向東信國小五年級學生講述國內災害案例

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 12 日)



圖 3-40 計畫人員於東信國小向學童展示堰塞湖型之發展形成及潰壩

發生的歷程模型

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 12 日)



圖 3-41 計畫人員向學童展示土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣

態變化模型

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 19 日)



圖 3-42 學童體驗電子互動式教具

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 19 日)



圖 3-43 計畫人員展示降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程之模型

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 19 日)



圖 3-44 計畫人員展示滑動面演化過程之模型

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 9 月 19 日)



圖 3-45 計畫主持人向北大國小教師介紹大規模崩塌定義

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 10 月 07 日)



圖 3-46 計畫主持人向北大國小教師進行教具展示

資料來源：本計畫整理(攝於 114 年 10 月 07 日)

第七節 水土保持教育宣傳成效蒐集

本計畫透過兩種方法進行水土保持教育宣傳成效之蒐集與分析：

- 一、 針對展覽及防災科普教育推廣活動中，考量參觀者可投入之時間有限，本計畫設計可於 30 秒內完成作答之問卷。問卷內容依不同年齡層與族群分為初級、中級及高級三個等級：(1)初級：國小學童；(2)中級：國、高中學生；(3)高級：一般民眾及水保教育相關人員。透過分級設計之前、後測問卷，以蒐集並統計教具體驗之學習成效。問卷主要內容為初步檢核教具體驗者在體驗本教具後是否能夠清楚瞭解大規模崩塌定義、大規模崩塌的地表特徵、崩塌歷程等。針對不同族群設計之問卷題目數量和難易程度亦有所調整，所設計之三組問卷內容整理於表 3-1~3-6。本計畫將所進行之三場校園教具推廣活動所蒐集之問卷統計與分析成果整理如下：

1. 國立臺灣海洋大學一學生體驗活動

本計畫針對海洋大學之大三學生進行教具成效問卷蒐集，前後測問卷之答題情況如表 3-7~表 3-8 所示。由表 3-7 可看出大學生對於大規模崩塌之基本概念已有初步認知，但針對大規模崩塌三種災害型態之致災因子、崩塌歷程與災害特徵等相對專業的問題，多數學生仍尚未明確理解。經計畫主持人及團隊人員引導學

生進行教具體驗後，由後測問卷結果(表 3-8)可看出，學生經過課程後對於大規模崩塌定義與崩塌歷程之理解程度均顯著提升，顯示本計畫所開發之兩套教具能有效強化學習者對防災機制之整體認知，並提升其將理論應用於實務情境之能力，顯示本教具於高等教育層級具良好之教學推廣潛力與實質應用價值。

2. 東信國小—第一場教具推廣活動(9/12)

本計畫針對東信國小 601 班與 602 班學生進行教具成效問卷蒐集，前後測問卷之答題情況如表 3-9~表 3-12 所示。由表 3-9、表 3-11 可看出部分學童能夠指出臺灣曾發生大規模崩塌災害之地點，顯示農村水保署長期推動水土保持教育已初具成效。然而，多數學童對於大規模崩塌之致災型態、成因機制及其演化過程之理解仍屬有限。從後測問卷之統計成果可看出，藉由教具體驗與互動式教學活動後，學童對於大規模崩塌定義、大規模崩塌的地表特徵、崩塌歷程等概念之理解有所提升，如表 3-10、表 3-12 所示。

3. 東信國小—第二場教具推廣活動(9/19)

本計畫於另日前往東信國小進行教具推廣教育活動，並針對東信國小 503 班與 603 班學生進行教具成效問卷蒐集，前後測問卷之答題情況如表 3-13~表 3-16 所示。由表 3-13、表 3-15 可看出

兩班級學童幾乎都知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害，在計畫主持人詢問下學童也都能夠清楚回答臺灣曾發生大規模崩塌災害之地點，但學童對於大規模崩塌之致災型態、成因機制及其演化過程之理解仍屬有限。而從後測問卷之統計成果可看出，藉由教具體驗與互動式教學活動後，學童對於大規模崩塌定義、大規模崩塌的地表特徵、崩塌歷程等概念之理解有所提升，如表 3-14、表 3-16 所示。

二、 針對教室場域推廣活動參與者可投入較多時間之情況下，進行更深入的水保教育與教具推廣活動，並藉此蒐集資料。本計畫針對欲傳達之教學內容設計 10 題是非題(每題 1 分)，題目內容如表 3-17，並採用前、後測的方式進行學習成果檢驗，以此取得分布於 0~10 分的樣本，並運用成對樣本 T 檢定(Paired Sample T test)來評估前、後測之差異，最後透過前、後測平均分數來瞭解教學成效。此外，本計畫為進一步探討不同教學策略之學習效果，建立實驗組與對照組兩組學習樣本，實驗組為體驗互動式教具進行學習，而對照組採傳統填鴨式教學方法進行學習。透過前述之前、後測問卷之統計檢定與分析，比較兩種教學方式在學習成效上的差異，以彰顯互動式教具於水土保持教育推廣中的教學效益與應用價值，問卷統計與分析成果整理如下：

1. 東信國小—第一場教具推廣活動(9/12)

首先，針對東信國小 601 班體驗互動式教具教學，以及 602 班學生採傳統填鴨式教學後之前後測問卷進行蒐集，並將分析成果整理如表 3-18，表 3-18 顯示兩種不同教學下，每位學生前後測之差異圖像變化。接者透過 SPSS 所蒐集之前後測資料進行成對樣本 T 檢定，同時將顯著水準 α 值設定為 0.05 進行分析，分析成果(表 3-19)可看出實驗組與對照組班級之前測平均值、後測平均值及前後測平均值差，而從前後測平均值差結果顯示兩班級各自進步幅度，再比較不同教學策略之前後測平均值差，從數據中可揭露實驗組之進步幅度明顯高於對照組。

此外，分析兩班級每位同學之間前後測分數之變異數，成果顯示兩班級後測樣本變異數都小於前測樣本變異數，此數據表示各班級前測分數樣本較為離散，而後測分數整體顯著提升外，樣本較為收斂。本團隊針對分析成果推測：由於兩班級中皆存在有學習弱勢之特教生或專注度不足之過動學生，導致前測分數樣本間差距較大；而從後測分數樣本間差距較小，則可看出教具教學在一般生或特教生上是有同等的教學成效。綜合分析結果可知，本次推廣活動除有效深化學童之學習印象外，亦展現教具於國民教育階段推動防災教育之可行性與持續推廣

價值，達成水保知識向下扎根、生生不息之推廣目標。最後，本計畫檢視表 3-19 中之顯著性分析成果，兩組樣本顯著性皆遠小於原設定之 α 值，代表分析的成果在統計上是具可信度。

2. 東信國小—第二場教具推廣活動(9/19)

針對東信國小 603 班體驗互動式教具教學，以及 503 班學生採傳統填鴨式教學後之前後測問卷進行蒐集，並將分析成果整理如表 3-20，表 3-20 顯示兩種不同教學下，每位學生前後測之差異圖像變化。接者透過 SPSS 所蒐集之前後測資料進行成對樣本 T 檢定，同時將顯著水準 α 值設定為 0.05 進行分析，分析成果(表 3-21)可看出實驗組與對照組班級之前測平均值、後測平均值及前後測平均值差，而從前後測平均值差結果顯示兩班級各自進步幅度，再比較不同教學策略之前後測平均差，從數據中可揭露實驗組之進步幅度明顯高於對照組。

此外，分析兩班級每位同學之間前後測分數之變異數，成果顯示兩班級後測樣本變異數都小於前測樣本變異數，此數據表示各班級前測分數樣本較為離散，而後測分數整體顯著提升外，樣本較為收斂。本團隊針對分析成果推測：由於兩班級中皆存在有學習弱勢之特教生或專注度不足之過動學生，導致前測分數樣本間差距較大；而從後測分數樣本間差距較小，則可

看出教具教學在一般生或特教生上是有同等的教學成效。最後，本計畫檢視表 3-21 中之顯著性分析成果，兩組樣本顯著性皆遠小於原設定之 α 值，代表分析的成果在統計上是具可信度。

本團隊在分析問卷成果時發現前測成績比預期高之問題，推測可能因問卷設計選項只有是與否，導致部分學童填答問卷時可能因未充分理解題意或不確定答案而隨機作答，進而造成前測問卷分數平均偏高的情形，此問題也做為日後教學問卷改進的方向。經由本次教具體驗與互動式教學活動後，學童於後測問卷中對大規模崩塌相關知識之答題正確率明顯提升，顯示本計畫所開發之教具在促進學童理解災害形成機制與水土保持防災觀念上具顯著教育成效。

表 3-1 初級問卷前測（施測對象：國小學童）

題號	題目	是	否
1	你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害？		
2	你是否瞭解何謂大規模崩塌？		
3	你是否知道「崩塌（崩土直擊）型」大規模崩塌發生前，坡地會先出現的可能地表特徵？		
4	你是否知道土石流的運動過程，依據河道之坡度條件，區分成不同的土砂運移樣態？		
5	你是否知道堰塞湖潰壩前的徵兆？		

資料來源：本計畫整理

表 3-2 初級問卷後測 (施測對象:國小學童)

題號	題目	是	否
1	經過課程後，你是否已清楚瞭解當大規模崩塌發生後，依其影響範圍之堆積型態，可分為崩塌（崩土直擊）型、土石流型以及堰塞湖型等三種類型？		
2	經過課程後，你是否已清楚瞭解崩塌（崩土直擊）型大規模崩塌發生前，會出現坡頂裂縫或冠部崩崖等地表特徵？		
3	經過課程後，你是否已清楚瞭解土石流土石流動的過程，依照河道坡度，可分為「土石流發生區」、「土石流流動區」與「土石流堆積區」？		
4	經過課程後，你是否已清楚瞭解堰塞湖在潰壩前會出現湖水水位逐漸上升與土石壩體前方滲水等的徵兆？		

資料來源：本計畫整理

表 3-3 中級問卷前測 (施測對象:國、高中生)

題號	題目	是	否
1	你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害在哪裏？		
2	你是否知道大規模崩塌可能的災害類型？		
3	你是否知道邊坡下滑後，會對地層岩性排列產生變化？		
4	你是否知道土石流的「土石崩落滑動區」、「土石流發生區」、「土石流流動區」、「土石流堆積區」，四種不同土砂運移樣態所對應各自最常發生的坡度條件？		
5	你是否知道堰塞湖型大規模崩塌潰壩發生的歷程演進？		

資料來源：本計畫整理

表 3-4 中級問卷後測 (施測對象:國、高中生)

題號	題目	是	否
1	經過課程後，你是否已清楚瞭解當大規模崩塌發生後，依其影響範圍之堆積型態，可分為崩塌（崩土直擊）型、土石流型以及堰塞湖型等三種類型？		
2	經過課程後，你是否已清楚瞭解地層滑動後，錯動的過程會使得原本連續的岩層出現錯位和位移，導致相鄰岩層的岩性出現差異和不連續性。？		
3	經過課程後，你是否已清楚瞭解土石流的土砂運移樣態所		

	對應的坡度？ 土石崩落滑動區：坡度大於 30° 土石流發生區：坡度界於 15°~30° 土石流流動區：坡度界於 6°~15° 土石流堆積區：坡度界於 3°~6°		
4	經過課程後，你是否已清楚瞭解降雨後造成土石壩後方蓄積水體，隨湖水位上升，水流從壩體前方滲漏，最終湖水位過高乃至溢頂，進而引發堰塞湖潰壩？		

資料來源：本計畫整理

表 3-5 高級問卷前測 (施測對象:一般民眾及水保教育相關人員)

題號	題目	是	否
1	你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害？		
2	你是否知道大規模崩塌可能的災害類型？		
3	你是否知道滑動面演化的完整歷程？		
4	從報紙、電視及電腦或研習上課等，你是否真正看過土石流的流動情形？		
5	你是否知道堰塞湖天然壩導致潰壩發生之機制？		

資料來源：本計畫整理

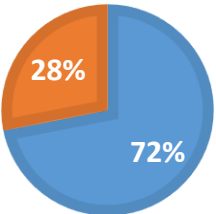
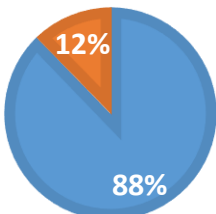
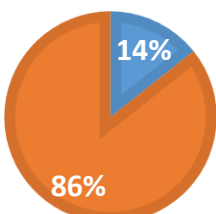
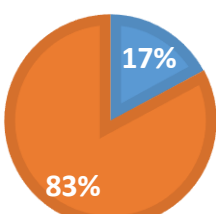
表 3-6 高級問卷後測 (施測對象:一般民眾及水保教育相關人員)

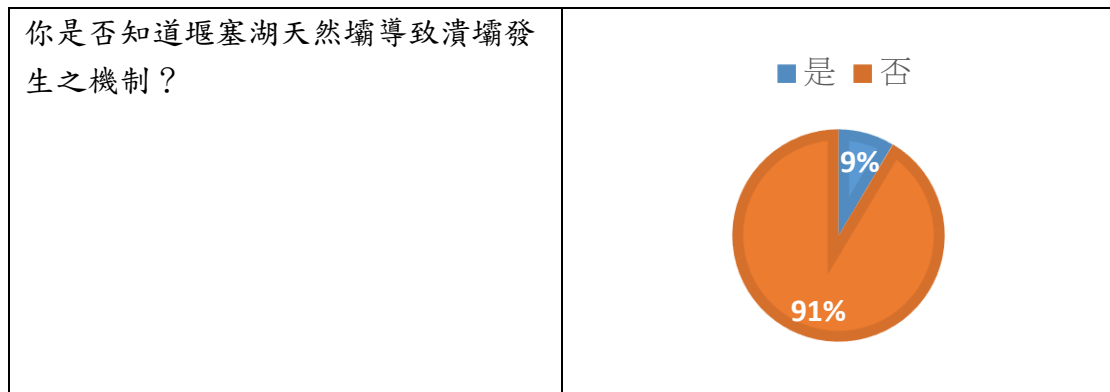
題號	題目	是	否
1	經過課程後，你是否已清楚瞭解當大規模崩塌發生後，依其影響範圍之堆積型態，可分為崩塌（崩土直擊）型、土石流型以及堰塞湖型等三種類型？		
2	經過課程後，你是否已清楚瞭解崩塌（崩土直擊）型大規模崩塌依其滑動面演化過程分為以下五個階段？ (1) 完整坡面 (2) 坡頂裂縫發生 (3) 滑動面發育中 (4) 冠部崩崖發生 (5) 冠部崩崖擴大		
3	經過課程後，你是否已清楚瞭解土石流流動時，土石流的前端隆起，巨大土石集中，且呈粗顆粒在上，細顆粒在下的分布樣態，後續的水流則多為泥流？		
4	經過課程後，你是否已清楚瞭解降雨後造成土石壩後方蓄		

	積水體快速累積，造成壩體內的土砂顆粒受到大量水體影響而產生分離、鬆動，壩體出現裂縫與滲水，隨湖水位上升，湖水位過高乃至溢頂，並逐漸沖蝕壩體，最終導致堰塞湖潰壩？		
--	--	--	--

資料來源：本計畫整理

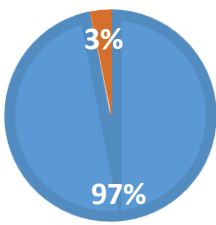
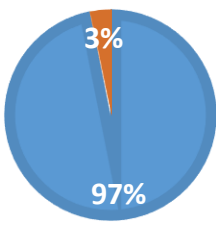
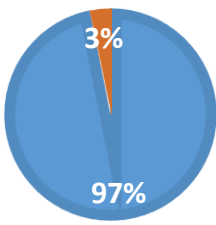
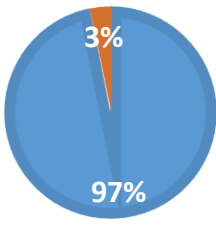
表 3-7 高級問卷-海洋大學大三學生前測結果

題目							
你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>72%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>28%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	72%	否 (No)	28%
Response	Percentage						
是 (Yes)	72%						
否 (No)	28%						
你是否知道大規模崩塌可能的災害類型？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>88%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>12%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	88%	否 (No)	12%
Response	Percentage						
是 (Yes)	88%						
否 (No)	12%						
你是否知道滑動面演化的完整歷程？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>86%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	14%	否 (No)	86%
Response	Percentage						
是 (Yes)	14%						
否 (No)	86%						
你是否知道土石流流動時，土石顆粒呈現的分布樣態？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>83%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	17%	否 (No)	83%
Response	Percentage						
是 (Yes)	17%						
否 (No)	83%						



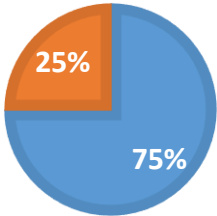
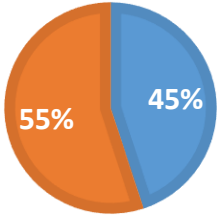
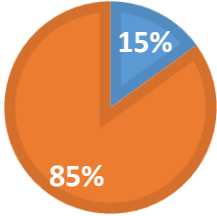
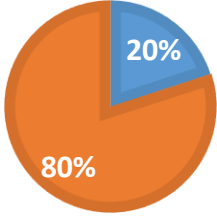
資料來源：本計畫整理

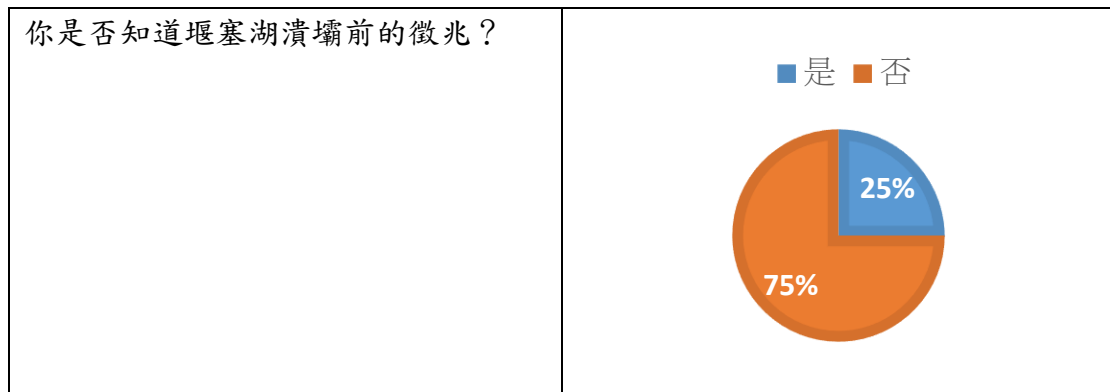
表 3-8 高級問卷-海洋大學大三學生後測結果

題目							
經過課程後，你是否已清楚瞭解當大規模崩塌發生後，依其影響範圍之堆積型態，可分為崩塌(崩土直擊)型、土石流型以及堰塞湖型等三種類型？	■是 ■否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>97%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是	97%	否	3%
Response	Percentage						
是	97%						
否	3%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌依其滑動面演化過程分為以下五個階段？ 1. 完整坡面 2. 坡頂裂縫發生 3. 滑動面發育中 4. 冠部崩崖發生 5. 冠部崩崖擴大	■是 ■否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>97%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是	97%	否	3%
Response	Percentage						
是	97%						
否	3%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解土石流流動時，土石流的前端隆起，巨大土石集中，且呈粗顆粒在上，細顆粒在下的分布樣態，後續的水流則多為泥流？	■是 ■否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>97%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是	97%	否	3%
Response	Percentage						
是	97%						
否	3%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解降雨後造成土石壩後方蓄積水體快速累積，造成壩體內的土砂顆粒受到大量水體影響而產生分離、鬆動，壩體出現裂縫與滲水，隨湖水位上升，湖水位過高乃致溢頂，並逐漸沖蝕壩體，最終導致堰塞湖潰壩？	■是 ■否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>97%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>3%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是	97%	否	3%
Response	Percentage						
是	97%						
否	3%						

資料來源：本計畫整理

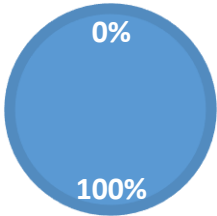
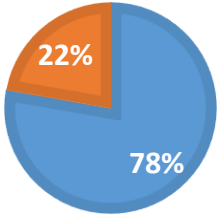
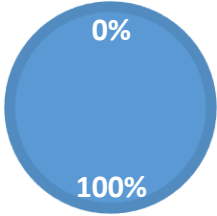
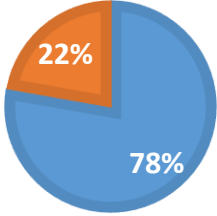
表 3-9 初級問卷-東信國小 601 班學生前測結果(9/12)

題目							
你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>75%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>25%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	75%	否 (No)	25%
Response	Percentage						
是 (Yes)	75%						
否 (No)	25%						
你是否知道大規模崩塌可能的災害類型？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>45%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>55%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	45%	否 (No)	55%
Response	Percentage						
是 (Yes)	45%						
否 (No)	55%						
你是否知道「崩塌(崩土直擊)型」大規模崩塌發生前，坡地會先出現的可能地表特徵？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>85%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	15%	否 (No)	85%
Response	Percentage						
是 (Yes)	15%						
否 (No)	85%						
你是否知道土石流的運動過程，依據河道之坡度條件，區分成不同的土砂運移樣態？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>80%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	20%	否 (No)	80%
Response	Percentage						
是 (Yes)	20%						
否 (No)	80%						



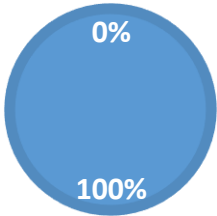
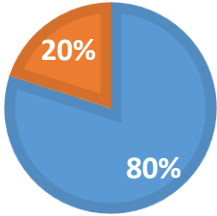
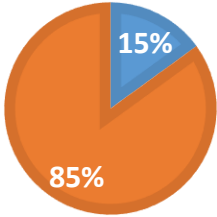
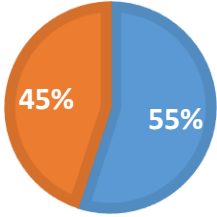
資料來源：本計畫整理

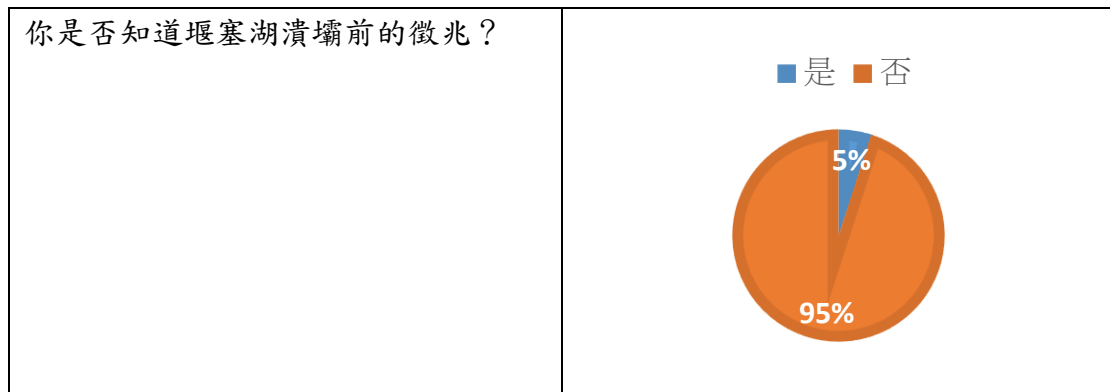
表 3-10 初級問卷-東信國小 601 班學生後測結果(9/12)

題目							
經過課程後，你是否已清楚瞭解當大規模崩塌發生後，依其影響範圍之堆積型態，可分為崩塌(崩土直擊)型、土石流型以及堰塞湖型等三種類型？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	100%	否 (No)	0%
Response	Percentage						
是 (Yes)	100%						
否 (No)	0%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌發生前，會出現坡頂裂縫或冠部崩崖等地表特徵？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>78%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>22%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	78%	否 (No)	22%
Response	Percentage						
是 (Yes)	78%						
否 (No)	22%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解土石流土石流的運動過程，依照河道坡度，可分為「土石流發生區」、「土石流流動區」與「土石流堆積區」？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	100%	否 (No)	0%
Response	Percentage						
是 (Yes)	100%						
否 (No)	0%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解堰塞湖在潰壩前會出現湖水位逐漸上升與土石壩體前方滲水等的徵兆？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>78%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>22%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	78%	否 (No)	22%
Response	Percentage						
是 (Yes)	78%						
否 (No)	22%						

資料來源：本計畫整理

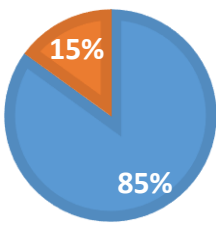
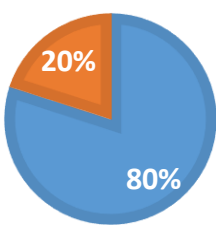
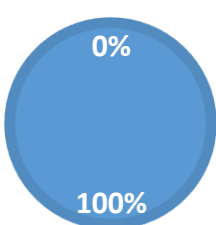
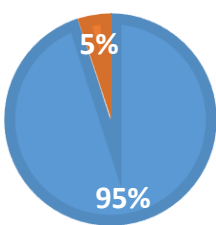
表 3-11 初級問卷-東信國小 602 班學生前測結果(9/12)

題目							
你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	100%	否 (No)	0%
Response	Percentage						
是 (Yes)	100%						
否 (No)	0%						
你是否知道大規模崩塌可能的災害類型？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	80%	否 (No)	20%
Response	Percentage						
是 (Yes)	80%						
否 (No)	20%						
你是否知道「崩塌(崩土直擊)型」大規模崩塌發生前，坡地會先出現的可能地表特徵？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>85%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	15%	否 (No)	85%
Response	Percentage						
是 (Yes)	15%						
否 (No)	85%						
你是否知道土石流的運動過程，依據河道之坡度條件，區分成不同的土砂運移樣態？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>55%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>45%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	55%	否 (No)	45%
Response	Percentage						
是 (Yes)	55%						
否 (No)	45%						



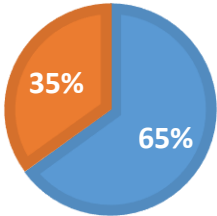
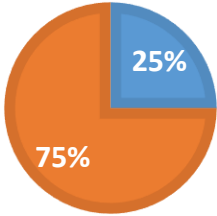
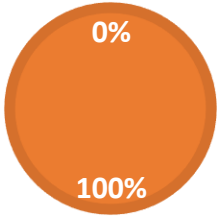
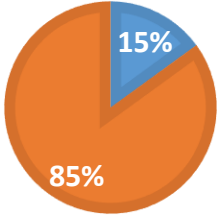
資料來源：本計畫整理

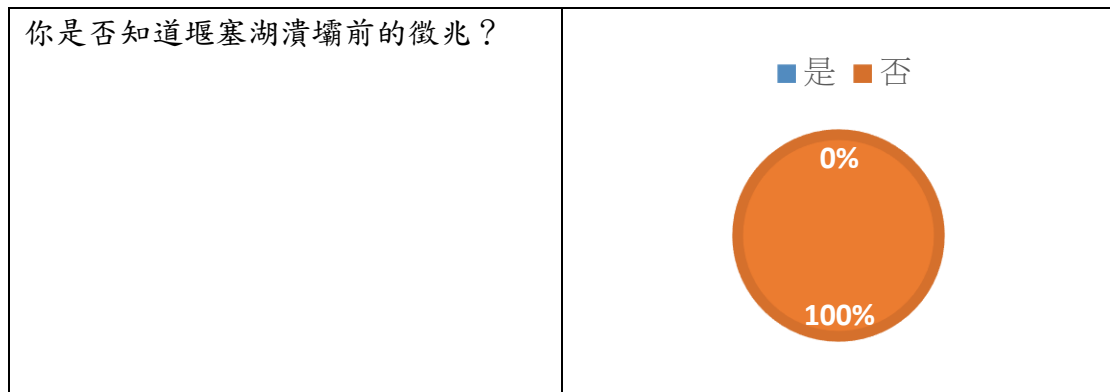
表 3-12 初級問卷-東信國小 602 班學生後測結果(9/12)

題目							
經過課程後，你是否已清楚瞭解當大規模崩塌發生後，依其影響範圍之堆積型態，可分為崩塌(崩土直擊)型、土石流型以及堰塞湖型等三種類型？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>85%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是	85%	否	15%
Response	Percentage						
是	85%						
否	15%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌發生前，會出現坡頂裂縫或冠部崩崖等地表特徵？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是	80%	否	20%
Response	Percentage						
是	80%						
否	20%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解土石流土石流的運動過程，依照河道坡度，可分為「土石流發生區」、「土石流流動區」與「土石流堆積區」？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是	100%	否	0%
Response	Percentage						
是	100%						
否	0%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解堰塞湖在潰壩前會出現湖水位逐漸上升與土石壩體前方滲水等的徵兆？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是	95%	否	5%
Response	Percentage						
是	95%						
否	5%						

資料來源：本計畫整理

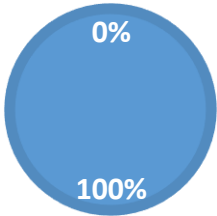
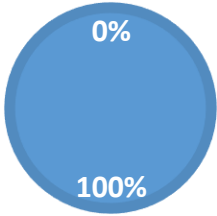
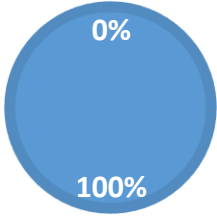
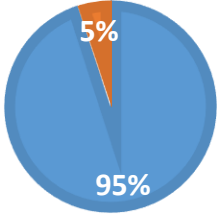
表 3-13 初級問卷-東信國小 603 班學生前測結果(9/19)

題目							
你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>65%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>35%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	65%	否 (No)	35%
Response	Percentage						
是 (Yes)	65%						
否 (No)	35%						
你是否知道大規模崩塌可能的災害類型？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>75%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	25%	否 (No)	75%
Response	Percentage						
是 (Yes)	25%						
否 (No)	75%						
你是否知道「崩塌(崩土直擊)型」大規模崩塌發生前，坡地會先出現的可能地表特徵？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	0%	否 (No)	100%
Response	Percentage						
是 (Yes)	0%						
否 (No)	100%						
你是否知道土石流的運動過程，依據河道之坡度條件，區分成不同的土砂運移樣態？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>85%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	15%	否 (No)	85%
Response	Percentage						
是 (Yes)	15%						
否 (No)	85%						



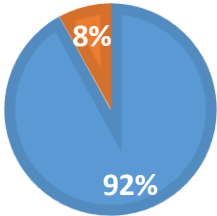
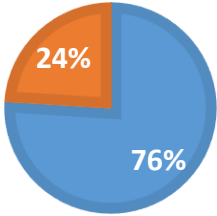
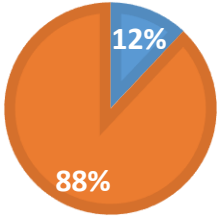
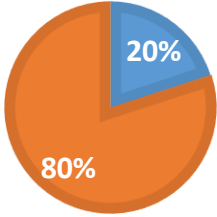
資料來源：本計畫整理

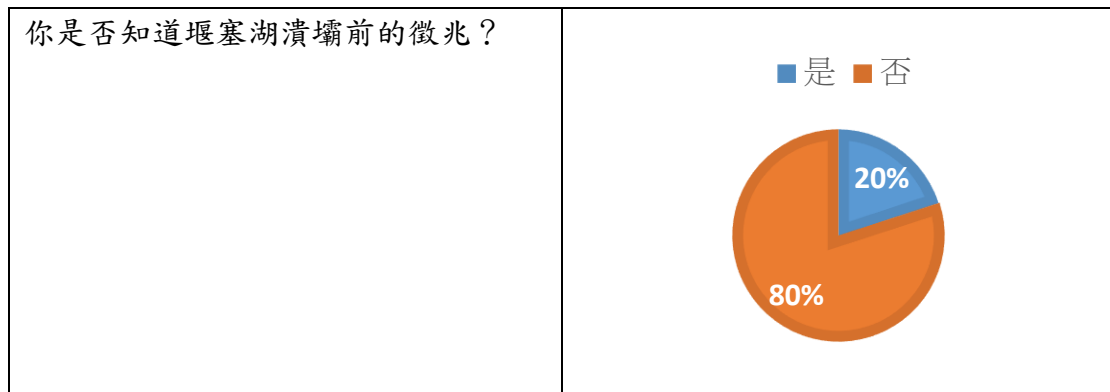
表 3-14 初級問卷-東信國小 603 班學生後測結果(9/19)

題目							
經過課程後，你是否已清楚瞭解當大規模崩塌發生後，依其影響範圍之堆積型態，可分為崩塌(崩土直擊)型、土石流型以及堰塞湖型等三種類型？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	100%	否 (No)	0%
Response	Percentage						
是 (Yes)	100%						
否 (No)	0%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌發生前，會出現坡頂裂縫或冠部崩崖等地表特徵？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	100%	否 (No)	0%
Response	Percentage						
是 (Yes)	100%						
否 (No)	0%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解土石流土石流的運動過程，依照河道坡度，可分為「土石流發生區」、「土石流流動區」與「土石流堆積區」？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	100%	否 (No)	0%
Response	Percentage						
是 (Yes)	100%						
否 (No)	0%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解堰塞湖在潰壩前會出現湖水位逐漸上升與土石壩體前方滲水等的徵兆？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	95%	否 (No)	5%
Response	Percentage						
是 (Yes)	95%						
否 (No)	5%						

資料來源：本計畫整理

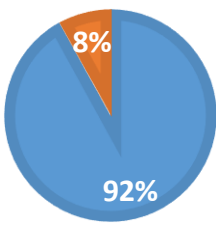
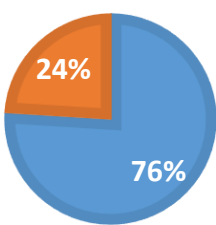
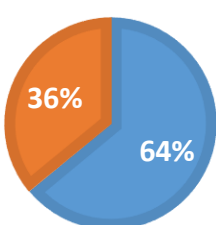
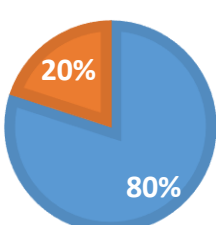
表 3-15 初級問卷-東信國小 503 班學生前測結果(9/19)

題目							
你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>92%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	92%	否 (No)	8%
Response	Percentage						
是 (Yes)	92%						
否 (No)	8%						
你是否知道大規模崩塌可能的災害類型？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>76%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>24%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	76%	否 (No)	24%
Response	Percentage						
是 (Yes)	76%						
否 (No)	24%						
你是否知道「崩塌(崩土直擊)型」大規模崩塌發生前，坡地會先出現的可能地表特徵？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>88%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	12%	否 (No)	88%
Response	Percentage						
是 (Yes)	12%						
否 (No)	88%						
你是否知道土石流的運動過程，依據河道之坡度條件，區分成不同的土砂運移樣態？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是 (Yes)</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>否 (No)</td> <td>80%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是 (Yes)	20%	否 (No)	80%
Response	Percentage						
是 (Yes)	20%						
否 (No)	80%						



資料來源：本計畫整理

表 3-16 初級問卷-東信國小 503 班學生後測結果(9/19)

題目							
經過課程後，你是否已清楚瞭解當大規模崩塌發生後，依其影響範圍之堆積型態，可分為崩塌(崩土直擊)型、土石流型以及堰塞湖型等三種類型？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>92%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是	92%	否	8%
Response	Percentage						
是	92%						
否	8%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌發生前，會出現坡頂裂縫或冠部崩崖等地表特徵？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>76%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>24%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是	76%	否	24%
Response	Percentage						
是	76%						
否	24%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解土石流土石流的運動過程，依照河道坡度，可分為「土石流發生區」、「土石流流動區」與「土石流堆積區」？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>64%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>36%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是	64%	否	36%
Response	Percentage						
是	64%						
否	36%						
經過課程後，你是否已清楚瞭解堰塞湖在潰壩前會出現湖水位逐漸上升與土石壩體前方滲水等的徵兆？	■ 是 ■ 否  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Response</th> <th>Percentage</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>是</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>否</td> <td>20%</td> </tr> </tbody> </table>	Response	Percentage	是	80%	否	20%
Response	Percentage						
是	80%						
否	20%						

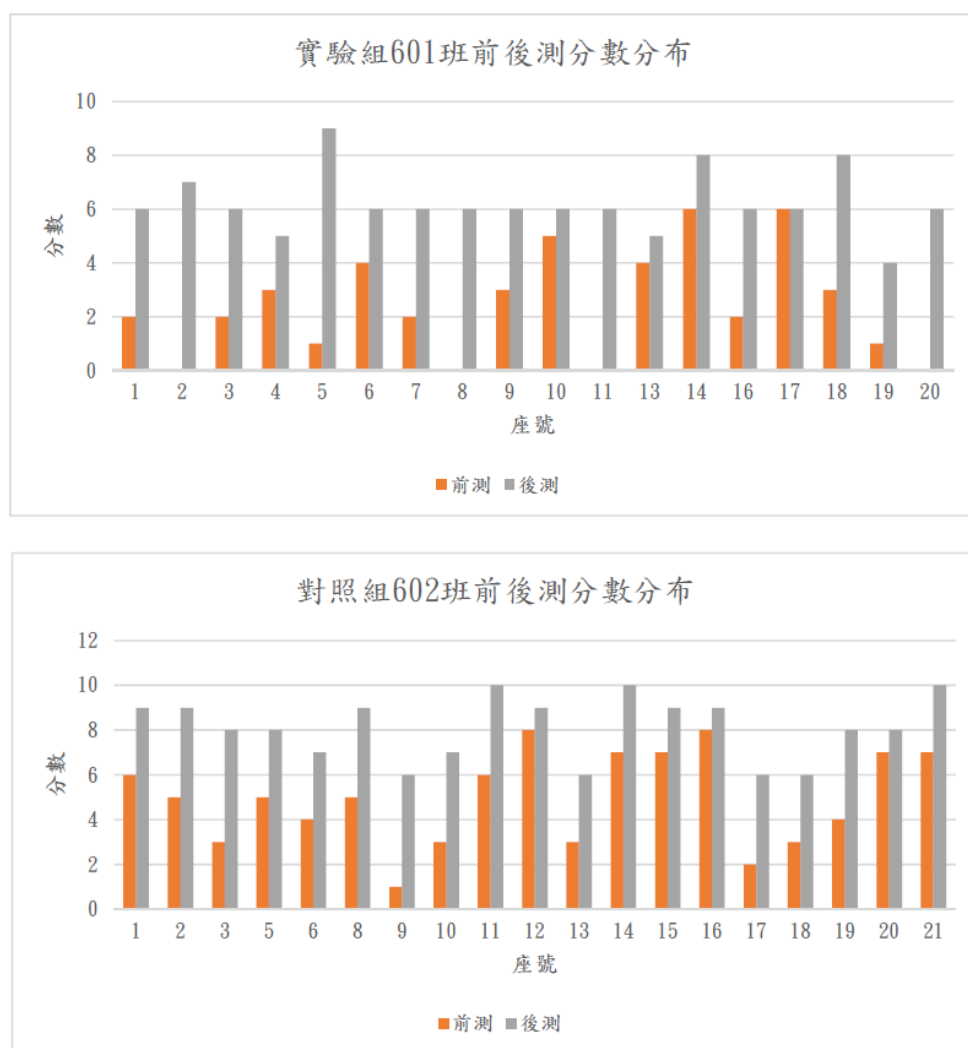
資料來源：本計畫整理

表 3-17 實驗組與對照組所採用的問卷題目

題號	題目	對	錯
1	當大規模崩塌發生後，依其影響範圍之堆積型態，可分為崩塌（崩土直擊）型、土石流型以及堰塞湖型等三種類型。		
2	雨水滲入地層導致坡頂裂縫發生，隨崩崖成長與擴大，最終將會引發「土石流型」的大規模崩塌。		
3	崩塌滑動歷程是降雨入滲導致地下水位、河川水位上升、沿滑動面之側向水流增加與土壤漸漸飽和，導致坡面土砂重量衍生的下滑力超過土砂材料之抗剪能力，最後土砂沿著滑動面產生滑移與破壞。		
4	地層剖面隨地層滑動後不會對地層岩性排列產生相對應之變動。		
5	土石流運動過程，會依照河道的高度，分成「發生區」、「流動區」與「堆積區」。		
6	土石流運動過程，土石流堆積地點之河道坡度 6° ~ 15° 間最多，且能夠觀察到土石流的扇狀堆積形態。		
7	土石流運動過程，土石流動區會觀察到土石流前端隆起且塊石較集中。		
8	當崩塌發生後土體阻斷河道，會形成堰塞湖天然壩。		
9	堰塞湖天然壩水位快速上升且壩體出現裂縫或滲水不是堰塞湖發生潰壩前的徵兆。		
10	當堰塞湖天然壩有潰決的風險，會嚴重影響下游居民生命財產安全。		

資料來源：本計畫整理

表 3-18 實驗組與對照組分數分布(9/12)



資料來源：本計畫整理

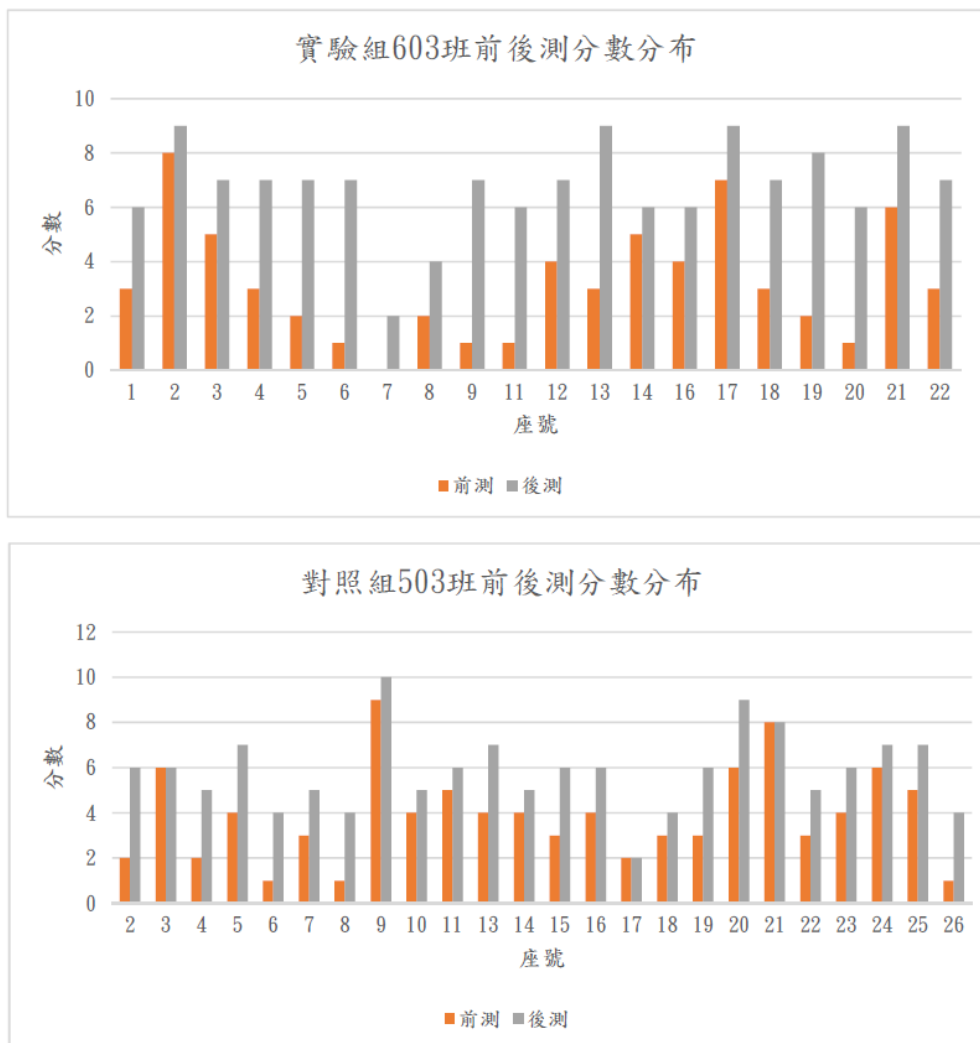
表 3-19 問卷成對樣本檢定(9/12)

成對樣本T檢定

	樣本數	前測平均	後測平均	前測變異數	後測變異數	前後測平均差	顯著性
實驗組 601班	18	2.444	6.222	3.908	1.359	3.778	0.000
對照組 602班	19	4.833	8	4.386	1.988	3.167	0.000

資料來源：本計畫整理

表 3-20 實驗組與對照組分數分布(9/19)



資料來源：本計畫整理

表 3-21 問卷成對樣本檢定(9/19)

成對樣本T檢定

	樣本數	前測平均	後測平均	前測變異數	後測變異數	前後測平均差	顯著性
實驗組 603班	20	3.056	6.667	4.589	2.905	3.611	0.000
對照組 503班	24	3.667	5.722	4.288	3.014	2.056	0.000

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，完成所有規劃之工作項目，將所有工作成果整合可獲得以下幾點結論：

- 一、本計畫已完成六套大規模崩塌致災型態之實體展示模型教具之建置，透過具互動性之展示與操作設計，將大規模崩塌之致災型態、成因機制及演化過程以具象化方式呈現，提升學童對大規模崩塌的認知。經由教具體驗與推廣活動，已能有效傳遞大規模崩塌相關之防災教育基礎知識，達成寓教於樂之教育推廣目標，對強化民眾與學童之災害認知與防災意識具有明顯助益。
- 二、本計畫係以 112 與 113 年度為延伸，成功擴充電子互動式教具內容，保留其原有模組化設計與互動操作功能，並新增「大規模崩塌致災型態」之相關學習主題，強化防災教育內容之深度與廣度。同時，結合 RFID 條碼辨識技術，開發具互動性與自主學習之新型學習模組，使電子互動式教具由單一主題延伸為多主題整合型之水保行動學習教具。此一擴充設計不僅提升系統互動性與知識延展性，亦為未來多元防災教育素材的持續開發提供更多可能與應用方向。

- 三、本計畫於執行期間辦理四場展覽及防災教育宣導活動，共蒐集109份有效問卷資料。經統計分析結果顯示，大部分教具體驗者透過本計畫開發之教具，對大規模崩塌致災型態之災害發生之內部致災因子、災害發生的演化歷程、土砂實際的運動過程與災害發生後地層分布變化等認知均有所提升，顯示本計畫開發之教具於防災知識傳遞層面具顯著教育效益。

第二節 建議

- 一、本年度計畫係以大規模崩塌致災型態為教育主題進行教具設計，未來可考慮針對大規模崩塌致災型態更深入之知識或其他坡地災害類型，來進行教學資源設計與開發，以此延伸水土保持教育的範疇。
- 二、本年度開發之電子互動式教具具備良好擴充性，未來可持續開發多元主題之學習內容，逐步豐富水保行動學習教具中教材主題與互動功能，發展為具備多面向學習主題之水保行動學習教具。透過此發展方向，期許能於水土保持教育推廣活動中，提供更全面且系統化之防災知識傳遞途徑，提升整體教育效益。
- 三、本計畫於東信國小舉辦之兩場推廣活動中，針對問卷成果進行分析，發現前測成績普遍高於預期。推測可能原因在於問卷設計僅提供「是」與「否」兩種選項，使部分學童在未充分理解題意

或不確定答案時傾向隨機作答，導致前測平均分數偏高。未來問卷設計建議於「是/否」選項之外，增設「不知道」選項，讓尚未具備水土保持相關基礎知識的學童與民眾能有更合適的回答選擇，以提升問卷結果的真實性與分析準確度。

參考文獻

- [1]六一兒童網。孤單的大樹(2017)。取自：
<http://www.61ertong.com/wenxue/yuyangushi/20170118/265712.html>
- [2]許世孟、廖逸凡、董名家、林永昇、林侑輝、簡俊發(2021)。水土保持防災教育創新研究：以大規模崩塌防災教育為例。中華水土保持學報，52卷4期，PP. 241-252。
- [3]行政院農業部農村發展及水土保持署。地滑地搶救大作戰互動教具研發(2018)。執行單位：國立臺灣海洋大學。
- [4]行政院農業部農村發展及水土保持署。地滑地搶救大作戰互動教具研發 2.0 (2019)。執行單位：國立臺灣海洋大學。
- [5]行政院農業部農村發展及水土保持署。「STEAM」理念融入大規模崩塌防災教育教具開發(2020)。執行單位：國立臺灣海洋大學。
- [6]行政院農業部農村發展及水土保持署。深層崩塌防災教育教具研發：從認識崩塌微地形、現象、成因、監測至工程治理(2021)。執行單位：國立臺灣海洋大學。
- [7]行政院農業部農村發展及水土保持署。大規模崩塌防災教育教具包研發(2022)。執行單位：國立臺灣海洋大學。
- [8]行政院農業部農村發展及水土保持署。探索山坡地可利用密碼教

具研發(2023)。執行單位：國立臺灣海洋大學。

[9] 行政院農業部農村發展及水土保持署。大規模崩塌致災型態之

學習教具研發(2024)。執行單位：國立臺灣海洋大學。

[10] 行政院農業部農村發展及水土保持署。土石流及大規模崩塌防災

資訊網(2024)。取自：<https://246.ardswc.gov.tw/>

附錄

附錄一、提案委員審查意見

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	改進教具的攜帶性與適應性，方便各年齡層教育需求。	謝謝委員建議，本計畫所設計的教具皆以過去七年計畫所累積的經驗為基礎，為節省教具搬運費用與複製時採購之經額限制，已考量可適應各種參展場域與攜帶方便性之設計理念。為實踐科普教育內容可以拓及至各年齡層，本教具設計不同年齡層之教材，搭配教具的功能，藉此完成各年齡層之教育需求。
二	增加與現實案例聯繫的模擬情境，讓教具更具實用性和教育性。	謝謝委員建議，本計畫所設計之教具皆以實際的情境，採仿真的方式以靜態與動態方式展示，而教具在推廣時會搭配電子版教具中現實案例，讓體驗者能更清楚瞭解教具所欲傳遞之內容。
三	完善效益評估方法，透過數據回饋提升教具研發和應用的成效。	謝謝委員建議，本年度計畫在教具效益的評估部分，又比前期計畫運用更深入的成對樣本t檢定等統計方法進行數據回饋之分析。
四	大規模崩塌致災型態之側面模型的重複利用性，複製開模的未來性，稍有	謝謝委員建議，本計畫所開發之「大規模崩塌致災型態」側面模

	不足，建議朝可拆解組合，可開模型製作方式來製作。	型教具中，已有部分採用模組化設計，以提升教具的靈活性與延展性。未來在教具開發構思上，亦將持續朝可拆解組合及可複製開模等方向規劃與改進。
五	電子版教具的內容為何?系統為何?如何推動應用?	謝謝委員建議，電子版教具有別於仿真的實體模型教具，採用小朋友習慣之卡牌遊戲方式進行設計，將大規模崩塌致災型態之學習知識，設計學習腳本，在 All-in-one 電腦螢幕上展示，然後搭配活潑生動之卡牌，讓學習者能夠在觸控螢幕上進行互動學習。
六	建議增加”教學設計”項目。	謝謝委員建議，本計畫已於期末報告書之附錄中編寫教具之教案與操作手冊，供未來國小老師教學設計之參考。
七	未來的使用率?教授的對象?這與計畫內容及成果高度相關性建議先定義清楚。	謝謝委員建議，本教具規劃於今年度安排之三場推廣活動進行使用，且發展出來的教具未來可依照大署之需求安排展覽或移轉給任一水土保持酷學校使用，並以該學校為基地進行知識的擴散。另外，依照本團隊以往所設計之教具，已具有多次提供給教育單位複製經驗，例如：高雄科學工藝博物館、水保酷學校及縣市政府防災團，複製後的教具更加速大規模崩塌防災知識的擴展。

		本計畫所規劃之教授對象是可以依據不同年齡層進行推廣使用，只需搭配該年齡層之學習內容即可，此論述可以從教具複製單位所接觸之各式年齡層可以得到驗證。
八	此計畫書專注於大規模崩塌致災型態學習教具的研發，透過歷史成果回顧、開發新教具、擴充電子教具、提升便攜性和建立成效評估模型，加強地方教育合作。利用模擬降雨、地層變化與土砂運移模型，結合 RFID 感應技術與互動螢幕，增強互動性與教育成效。主持人過去做過這類計畫內容已經有七年了，有相當豐富的經驗。	謝謝委員給予肯定。
九	此計畫的優點在於其創新與多元性，教具融入了 3D 列印、動態模型和 RFID 感應技術等科技，使學習變得生動，能吸引不同年齡層的學習者。此外，教具將大規模崩塌的知識拆解為多主題模組，能靈活適應不同學校的需求。過往推廣活動成果顯著，包括參展、教師培訓和教具移交，強調與地方合作，深耕教育基礎，提升水土保持素養。	謝謝委員給予肯定。
十	此計畫還考慮到成本與攜帶便利性，便於在不同場域展示，並引入前後測評估模型，以量化教學成效，提升可信度。教具設計結合靜態與動態模型，提升視覺化理解能力，並加入	謝謝委員給予肯定。

	STEAM 教育理念，結合科學與實作，增強學生的學習興趣，具有高教育價值。	
十	A. 建議使用更耐用及環保材料，以延長教具使用壽命並降低維護成本。 B. 「重力堆積型」這個翻譯與原來日文差異太大，建議改進。原日文“大規模崩塌”的文件為「崩土直擊」。水保署翻譯成「重力堆積」，意思相差甚遠，應修正。「重力堆積」未考慮地震引起的崩塌形式，必要時附上原文。	A. 謝謝委員建議，將列為未來教具規畫之參考。 B. 謝謝委員建議，本計畫已依委員建議於期末報告書中進行修改。

附錄二、期中委員審查意見

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一、	為何這些模型的照片(圖 3-1 ~ 3-21)是 113 年七月那時候拍的呢，今年沒有新的嗎？	謝謝委員建議，本計畫已於內容進行修正，已從 113 年更正為 114 年。
二、	圖 3-23 重力堆積，這個名詞不是很好，請修改為「崩塌（崩土直擊）型」。 註：1. 「重力堆積型」這個翻譯與原來日文差異太大，建議改進。 2. 原日文“大規模崩塌”的文件為「崩土直擊」。 3. 水保署翻譯成「重力堆積」，意思相差甚遠，應修正。 4. 「重力堆積」的字義不容易理解，也不會想到有地震引起的崩塌。	謝謝委員建議，本計畫已於期末報告書內依委員建議「重力堆積型」一詞修改為「崩塌（崩土直擊）型」。
三、	針對本年度的工作內容「大規模崩塌致災型態之學習教具研發+2.0」，除了實體的教具模型製作外，如何導致大規模崩塌的原因，應要在相關的配套項目中說明清楚，尤其如 P. 2-2 二. 「降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程」，應該詳細說明降雨產生地表逕流，由地表水入滲，產生地下水集中的現象，再則因重力(土體荷重)及坡度等因素，而產生大規模的崩塌滑動等現象。	謝謝委員建議，本計畫已於期末報告書內依委員建議，詳細說明並補充大規模崩塌致災型態之崩塌（崩土直擊）型、土石流型、堰塞湖型，成形原因。

四、	P. 3-23 建議： 表 3-1、第 2 題，你是否瞭解何謂大規模崩塌？ 表 3-2、第 3 題，你是否已清楚瞭解土石流土石流動的過程，依照河道坡度，可分為「土石流發生區」、「土石流流動區」與「土石流堆積區」？ P. 3-24 建議： 表 3-3、第 1 題，你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害在哪裏？ P. 3-25 建議： 表 3-5、第 4 題，從報紙、電視及電腦或研習上課等，你是否真正看過土石流的流動情形？	謝謝委員建議，本計畫已於期末報告書初級問卷前測第二題、初級問卷後測第三題、中級問卷前測第一題、高級問卷前測第四題依委員建議修改。
五、	內頁，本署全銜有誤，請修正。	謝謝委員建議，已於期末報告書內進行修正。
六、	問卷依照不同年齡層、體驗者性質分為初中高級，與前幾年的問卷有無精進的地方，與前期計畫不同的教具，是否達成更佳的教学效果？	感謝委員的建議。本團隊於歷年水保創新研究計畫所研發出各樣教學主題之教具，因應教學內容設計相應之問卷題目，以蒐集教具問卷成效。歷年計畫於問卷設計上未區分初級、中級及高級，本年度依據體驗者之年齡與背景調整問卷內容，使題目更契合不同受眾，以提升資料分析的精確度。此外，於問卷成果分析部分，本年度新增統計學分析方法，採用 SPSS 軟體進行成對樣本 t 檢定，藉由量化數據驗證教具之教學成果，以提升問卷成效之可靠性。 本團隊歷年透過參與數場教具推廣活動與教育訓練，持續精進教具互動性與教學內容，不斷拓展教學深度與廣度。此外，亦針對展場活動與教室教

		學等空間與時間限制，研發出更具收納與移動便利性之教具。
七、	歷代教具的租借、授權再製造等推廣應用情形，如有紀錄亦可以整理成果呈現，俾利了解本計畫所累積的推廣量能。	謝謝委員建議，本計畫已於期末報告書內依委員建議將歷代教具的租借、授權再製造等推廣應用情形彙整如「表 1-1 歷代教具擴散成效情形」。
八、	請簡述歷年配合本署相關活動參加水土保持教育與教具推廣活動的成效如何，以及如何反饋至本年度的計畫？	謝謝委員建議，本團隊歷年配合大署參加水土保持教育與教具推廣相關活動之教學成效已彙整於「前期計畫成果」中。 本團隊歷年參與多場教具推廣展覽與教育訓練活動，於推廣過程中積極蒐集民眾意見回饋，檢視教具尚待改進之處，並據此作為後續精進與修改方向。透過前期計畫推廣經驗，本團隊發現學童與民眾普遍具備土石流型大規模崩塌的基本概念，惟對其發展機制與運動歷程的理解仍顯不足。為補足此學習缺口，本年度以「側面觀察大規模崩塌致災型態」為主題開發新教具，使學童與民眾能進一步了解三種大規模崩塌致災型態之演化歷程與土砂運移過程。

附錄三、期末委員審查意見

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一、	建議教具與教案可延續申請教育部教學實踐研究計畫，檢驗較具教案之提升學習成效程度。	謝謝委員建議，教育部教學實踐研究計畫是針對大專院校課程進行改善的研究計畫，未來如申請教育部教學實踐研究計畫是隸屬大規模崩塌主題相關的課程，確實可以搭配本計畫開發之教具成果納入計畫書中，藉此檢驗教具教案之提升學習成效程度。
二、	教具配合數位硬體設備或許可補充其推廣所需之成本。	謝謝委員建議，目前計畫所開發之教具因為在研發階段，成本相對較高且尚未針對每一個教具進行定價，後續會再針對每個教具採購的數量規模進行定價。
三、	教具前測問卷題目多以在題幹中提供完整的概念描述，受試者勾選是否的形式，這樣的設計用意為何？	謝謝委員建議，設計是否的形式乃因考量施測人員填寫問券的耐性，因此設計簡單五個小題回答形式捨棄問答題或選擇題而採回答最迅速的是非題。
四、	本案教具針對崩塌發生機制介紹，未來是否延伸至應變機制說明	謝謝委員建議，將列為未來教具主題之參考。
五、	想了解這幾種教具中哪一個在實際活動操作上最有效果？可能的原因為何？	謝謝委員建議，從目前推廣的教具當中以堰塞湖的微動態教具最具效果，因為參觀的學童可以看到水於壩體後方增加的

		歷程，接著看到壩體前方滲水現象，最後觀察到溢流後壩體潰決的過程很震撼。
六、	建議增加不同學校學程的較具實用評估。	謝謝委員建議，不同學校的學程會有不一樣的學程目標，需要依據學程目標制訂推廣的內容與方式，將把委員意見列為未來教具推廣之參考。

附錄四、教案

大規模崩塌致災型態之學習教具 2.0— 側面展示模型教具

教具背景：

近年來氣候變遷影響加劇，極端降雨事件頻傳，導致臺灣各地不同規模的崩塌事件層出不窮。爰此，農村水保署積極規劃推動各式防災工作，並深耕水土保持教育學習資源的發展和推廣，藉由實體化且有趣的教具來進行宣導，以提高民眾對於崩塌災害、坡地防災和永續發展的認知。

本教具將大規模崩塌的三種主要致災型態：崩塌(崩土直擊)型、土石流型及堰塞湖型，以六套兼具互動性、知識完整性與真實性之實體側面展示模型呈現。本教具可模擬大規模崩塌的形成與發展歷程，藉由側面展示大規模崩塌致災型態的發展歷程，從中觀察並模擬土砂運移情況、災害徵兆現象，學習控制災害發生之內部致災因子、災害發生的演化歷程、土砂實際的運動過程與災害發生後地層分布變化等知識。結合手動操作與現象觀察，以生動的模擬與直觀的展示引導體驗者探索災害背後的地質成因與致災機制，並思考如何預防與減輕災害影響。

在愉快的學習情境下培養防災及水土保持維護等水保教育概念，讓學習防災知識變得更具趣味性與啟發性，達到知識如同樹一般，持續向下紮根、生生不息傳遞出去的目標，期許普羅大眾都能建立防災減災、永續經營的概念，為往後的世代營造出更為完善的環境。

教學科目	自然	教學年級	國小中年級以上																						
教學項目	大規模崩塌致災型態	教材來源	農業部農村發展及水土保持署																						
教學研究	一、教材分析： 1. 型態：側面展示模型教具。 2. 主題：透過教具讓學童學習控制災害發生之內部致災因子、災害發生的演化歷程、土砂實際的運動過程與災害發生後地層分布變化等知識。 二、教學聯繫： 1. 本教具結合手動操作與現象觀察，以生動的模擬與直觀的展示引導學童探索災害背後的地質成因與致災機制，並思考如何預防與減輕災害影響。 三、教學難點： 1. 此為互動式教具，十分仰賴學生主動參與之積極度，才可將教學效益最大化。 2. 在教學中，如何以日常生活之案例或近期新聞案件舉例，以確保學童充分理解。																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="304 813 384 864">時長</th><th data-bbox="384 813 703 864">單元</th><th data-bbox="703 813 911 864">各單元時長</th><th data-bbox="911 813 1498 864">各節重點</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="304 864 384 1995" rowspan="6">50 分鐘</td><td data-bbox="384 864 703 916">一、大規模崩塌定義介紹</td><td data-bbox="703 864 911 916">5 分鐘</td><td data-bbox="911 864 1498 916">一、如何定義大規模崩塌？</td></tr> <tr> <td data-bbox="384 916 703 1012">二、大規模崩塌致災型態概述</td><td data-bbox="703 916 911 1012">10 分鐘</td><td data-bbox="911 916 1498 1012">二、如何區分三種大規模崩塌致災型態？</td></tr> <tr> <td data-bbox="384 1012 703 1167">三、崩塌(崩土直擊)型側面展示模型教具觀察與發展歷程解說</td><td data-bbox="703 1012 911 1167">10 分鐘</td><td data-bbox="911 1012 1498 1167">三、操作三套崩塌(崩土直擊)型側面展示模型：滑動面演化過程模型、降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型及地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型，並解說滑動面生成原因與災害發展歷程。</td></tr> <tr> <td data-bbox="384 1167 703 1319">四、土石流型側面展示模型教具觀察與土砂運移情況解說</td><td data-bbox="703 1167 911 1319">10 分鐘</td><td data-bbox="911 1167 1498 1319">四、操作二套土石流型側面展示模型：土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型、土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型，並解說土石流形成要素與土砂於各坡度下的運移變化。</td></tr> <tr> <td data-bbox="384 1319 703 1473">五、堰塞湖型側面展示模型教具觀察與潰壩歷程展示</td><td data-bbox="703 1319 911 1473">5 分鐘</td><td data-bbox="911 1319 1498 1473">五、操作堰塞湖型側面展示模型：堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型，並解說堰塞湖發生條件、潰壩徵兆與致災範圍。</td></tr> <tr> <td data-bbox="384 1473 703 1995">六、自我評量</td><td data-bbox="703 1473 911 1995"></td><td data-bbox="911 1473 1498 1995">六、回顧課程重點</td></tr> </tbody> </table>			時長	單元	各單元時長	各節重點	50 分鐘	一、大規模崩塌定義介紹	5 分鐘	一、如何定義大規模崩塌？	二、大規模崩塌致災型態概述	10 分鐘	二、如何區分三種大規模崩塌致災型態？	三、崩塌(崩土直擊)型側面展示模型教具觀察與發展歷程解說	10 分鐘	三、操作三套崩塌(崩土直擊)型側面展示模型：滑動面演化過程模型、降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型及地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型，並解說滑動面生成原因與災害發展歷程。	四、土石流型側面展示模型教具觀察與土砂運移情況解說	10 分鐘	四、操作二套土石流型側面展示模型：土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型、土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型，並解說土石流形成要素與土砂於各坡度下的運移變化。	五、堰塞湖型側面展示模型教具觀察與潰壩歷程展示	5 分鐘	五、操作堰塞湖型側面展示模型：堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型，並解說堰塞湖發生條件、潰壩徵兆與致災範圍。	六、自我評量	
時長	單元	各單元時長	各節重點																						
50 分鐘	一、大規模崩塌定義介紹	5 分鐘	一、如何定義大規模崩塌？																						
	二、大規模崩塌致災型態概述	10 分鐘	二、如何區分三種大規模崩塌致災型態？																						
	三、崩塌(崩土直擊)型側面展示模型教具觀察與發展歷程解說	10 分鐘	三、操作三套崩塌(崩土直擊)型側面展示模型：滑動面演化過程模型、降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型及地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型，並解說滑動面生成原因與災害發展歷程。																						
	四、土石流型側面展示模型教具觀察與土砂運移情況解說	10 分鐘	四、操作二套土石流型側面展示模型：土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型、土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型，並解說土石流形成要素與土砂於各坡度下的運移變化。																						
	五、堰塞湖型側面展示模型教具觀察與潰壩歷程展示	5 分鐘	五、操作堰塞湖型側面展示模型：堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型，並解說堰塞湖發生條件、潰壩徵兆與致災範圍。																						
	六、自我評量		六、回顧課程重點																						

教學目標	單元	單元目標	具體目標
	大規模崩塌定義介紹	1. 瞭解定義大規模崩塌的三項指標。	1-1 瞭解大規模崩塌的定義： 崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方公尺與崩塌深度在 10 公尺以上。
	大規模崩塌致災型態概述	2. 認識三種大規模崩塌致災型態與差異，並學習如何區分。	2-1 學習分辨三種大規模崩塌致災型態。 2-2 瞭解三種大規模崩塌致災型態形成原因與致災範圍。
	崩塌(崩土直擊)型側面展示模型教具觀察與發展歷程解說	3. 觀察崩塌(崩土直擊)型的發展歷程與災害發生後地層所產生的變動。 4. 瞭解誘發崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌的致災因子，以及致災因子如何導致滑動面生成。	3-1 觀察滑動面演化過程模型，以瞭解滑動面發展的歷程。 3-2 藉由降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型從側面角度觀察降雨後雨水入滲地層，弱化地質材料，最終引發大規模崩塌災害。藉以揭示誘發崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌的致災因子。 3-3 觀察地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型，以瞭解在災害發生後地層會產生相應變動。 4-1 學習三種常見致災因子，並反思致災因子是如何導致滑動面生成。
	土石流型側面展示模型教具觀察與土砂運移情況解說	5. 觀察在不同坡度下土砂運移的樣態。 6. 瞭解土石流的組成與土石流的致災因子。	5-1 觀察土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型，以瞭解土石流運動過程分區之地形坡度條件。 5-2 藉由土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型從側面角度觀察土砂顆粒在不同坡度下運移樣態的差異，以此深化坡度如何影響土石流運移樣態的觀念。 6-1 學習如何形成土石流，以及誘發土石流型大規模崩塌的三種常見致災因子，並強調坡度是形成土石流不可或缺的元素。
	堰塞湖型側面展示模型教具	7. 觀察堰塞湖型的發展歷程、災害發生前的徵兆與潰壩情形。 8. 瞭解誘發堰塞湖型大	7-1 藉由堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型從側面角度觀察堰塞湖土石壩中的顆粒是如何受水力作用影響，引發滲水甚至溢流，最終潰壩成災，以瞭解其發展歷程。

	觀察與潰壩歷程展示	規模崩塌的致災因子。	7-2 觀察潰壩情形，以學習導致潰壩的原因，並強調堰塞湖潰壩後衝擊力之大，屬大規模崩塌災害中最為嚴重的類型。 8-1 學習誘發堰塞湖型大規模崩塌的三種常見致災因子。
	自我評量	9. 回顧本教具欲傳遞之重點知識。	9-1 回答問卷內之問題，加深重點知識記憶。

教學目標	教學活動	教學資源	時間分配
1-1	壹、準備活動 一、教師部分 1. 閱讀教具操作手冊，預先理解本教具操作方法。 2. 將教具 DM 轉換成簡報檔案。 3. 查詢近期臺灣所發生之大規模崩塌事件，並彙整成簡報檔案。 4. 準備額外學習單，蒐集學生學習成效。 二、學生部分 1. 蒐集臺灣曾發生的大規模崩塌事件，於「大規模崩塌定義介紹」單元進行討論。	教具操作手冊、教具 DM	課前
	貳、發展活動 單元一、大規模崩塌定義介紹 1. 引起動機：詢問學生是否曾	教具 DM 的簡報檔案、教師所蒐集近期臺灣發生之大規模崩塌事件簡報檔案	10 分鐘

	在新聞報導中聽過大規模崩塌？如何定義大規模崩塌？ 2. 定義介紹：分別說明定義大規模崩塌的三項指標。 3. 實際案例分享與討論：學生依照自身經驗或課前準備的災害案例進行分享，討論各災害之間有何異同。	教具 DM 的簡報檔案	7 分鐘
2-1、2-2	單元二、大規模崩塌致災型態概述 1. 引起動機：詢問學生是否知道大規模崩塌可依其致災型態不同進行分類？ 2. 崩塌(崩土直擊)型： 說明崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌形成原因與致災範圍，搭配簡報中示意圖與新聞案例，加深學生印象。 3. 土石流型： 說明土石流型大規模崩塌形成原因與致災範圍，搭配簡報中示意圖與新聞案例，加深學生印象。。 4. 堰塞湖型： 說明堰塞湖型大規模崩塌形成原因與致災範圍，搭配簡報中示意圖與新聞案例，加深學生印象。。	滑動面演化過程模型 降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型	12 分鐘
3-1、3-2、4-1	單元三、崩塌(崩土直擊)型側面展示模型教具觀察與發展歷程解說 1. 引起動機：詢問學生什麼樣的地方會發生山崩？配合滑動面演化過程模型進行說明，讓學生從山坡剖面觀察崩崖逐漸形成，最後地層陷	地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型	

5-1、5-2、6-1	落的現象。 2. 從地層陷落切入地層結構與地下水的關聯，並透過降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型機關展示降雨過後雨水如何滲入地層，進而弱化地質材料，最終引發災害。由災害成因反推至災因子，引導學生思考其中交互作用的關係。 3. 從地質材料的組成揭示地層構造，藉由地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型機關展示災害發生後地層內部情況，側面觀察當地層剖面因滑動而產生錯動的情形。 單元四、土石流型側面展示模型教具觀察與土砂運移情況解說 1. 引起動機：詢問學生是否知道土石流是由什麼組成？強調坡度是土石流流動的動力來源。 2. 學生透過自行動手組合出土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型正確的河床地形坡度模組順序，以瞭解土石流的運動過程分區之地形坡度條件。 3. 以土石流的重要致災因子—坡度為主題，帶領學生從側面角度觀察土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型中土砂顆粒在不同坡度下運動歷程	土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型 土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型 問卷、學習單	8 分鐘 8 分鐘
--------------------	--	---	-------------------------

7-1、7-2、8-1	的差異，以此深化坡度如何影響土石流運移樣態的觀念。 單元五、堰塞湖型側面展示模型教具觀察與潰壩歷程展示 1. 引起動機：詢問學生是否從新聞上聽過堰塞湖？引導學生將課程內容與時事作連結。 2. 學生透過堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型從側面角度觀察堰塞湖土石壩中的顆粒是如何受水力作用影響，引發滲水甚至溢流，最終潰壩成災，以瞭解其發展歷程。 3. 觀察潰壩前滲水現象，以學習災害發生前的徵兆。手動操作觸發潰壩的機關，讓學生從側視和俯視，兩種視角觀察潰壩情形，學習導致潰壩的原因，並強調堰塞湖潰壩後衝擊力之大，屬大規模崩塌災害中最為嚴重的類型。		5 分鐘
9-1	單元六、自我評量 1. 引導學生複習三種大規模崩塌致災型態，並作重點知識整理。 2. 透過問卷或學習單的題目加深學生對於本教具重點知識之記憶。		

大規模崩塌致災型態之學習教具 2.0— 電子互動式教具

教具背景：

近年來氣候變遷影響加劇，極端降雨事件頻傳，導致臺灣各地不同規模的崩塌事件層出不窮。爰此，農村水保署積極規劃推動各式防災工作，並深耕水土保持教育學習資源的發展和推廣，藉由實體化且有趣的教具來進行宣導，以提高民眾對於崩塌災害、坡地防災和永續發展的認知。

本教具以大規模崩塌的三種主要致災型態：崩塌(崩土直擊)型、土石流型及堰塞湖型為背景主題，將艱澀的大規模崩塌相關知識轉化為輕鬆易懂的情境學習。以互動的方式探索三種大規模崩塌致災型態，以及各致災型態於地層剖面的發展演化歷程、土砂運動過程等概念，幫助教具體驗者建立對大規模崩塌的基本定義與初步認識，再透過教學內容由淺而深，循序漸進認識大規模崩塌的形成與發展歷程。

在愉快的學習情境下培養防災及水土保持維護等水保教育概念，讓學習防災知識變得更具趣味性與啟發性，達到知識如同樹一般，持續向下紮根、生生不息傳遞出去的目標，期許普羅大眾都能建立防災減災、永續經營的概念，為往後的世代營造出更為完善的環境。

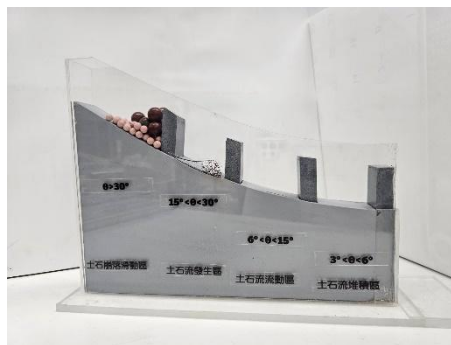
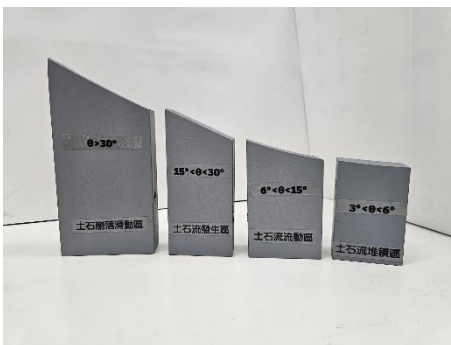
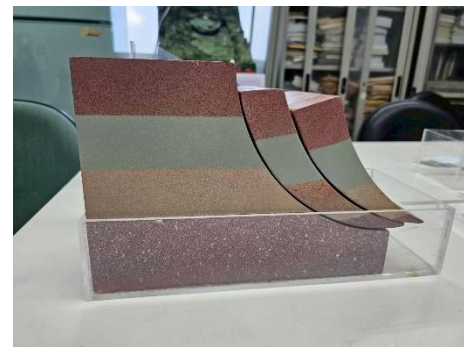
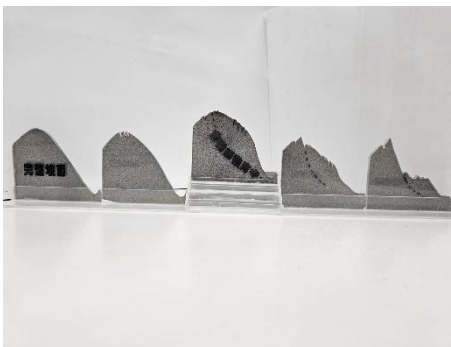
教學科目		自然		教學年級	國小中年級以上	
教學項目		大規模崩塌致災型態		教材來源	農業部農村發展及水土保持署	
教學研究	一、 教材分析： 1. 型態：電子互動式教具。 2. 主題：透過教具學習三種大規模崩塌致災型態間的差異，瞭解各致災型態於地層剖面的發展演化歷程、土砂運動過程等概念。 3. 設備：一套感應互動式電子教具；一套 RFID 感應幣。					
	二、 教學聯繫： 1. 本教材以手繪圖將抽象概念具象化，並搭配充實的大規模崩塌知識內容，營造出輕鬆有趣的學習氛圍。 2. 本教具以 RFID 感應幣作為知識探索的媒介，創造自主學習環境。					
	三、 教學難點： 1. 教學內容中，部分知識較為生澀難懂，應以日常接觸到的事物進行舉例，以確保學生充分理解。 2. 完成知識探索後，需藉由遊戲區的挑戰活動檢視學生學習的成果。					
	教學內容	時長	單元	各單元時長	各節重點	
		30 分鐘	一、認識大規模崩塌致災型態 二、大規模崩塌致災型態在地層剖面下的發展歷程 三、遊戲區體驗	10 分鐘 15 分鐘 5	一、認識大規模崩塌致災型態與差異 二、瞭解大規模崩塌致災型態在地層剖面下的發展歷程 三、學習成果檢視	
教學目標		單元目標	具體目標			
	認識三種大規模崩塌致災型態	1. 瞭解大規模崩塌的定義 2. 認識三種大規模崩塌致災型態	1-1 瞭解定義大規模崩塌的三項指標。 2-1 學習分辨三種大規模崩塌致災型態。 2-2 瞭解三種大規模崩塌致災型態的致災範圍。			
	大規模崩塌致災型態在地層剖面下的發展歷程	3. 瞭解大規模崩塌致災型態在地層剖面下的發展歷程	3-1 分別學習三種大規模崩塌致災型態在地層剖面下的發展歷程及土砂顆粒運動過程。			
	遊戲區體驗	4. 檢視學習成果	6-1 藉由完成遊戲區的題目來檢視學習成果			
教學活動			教學資源		時間分配	備註
壹、準備活動 一、教師部分 1. 閱讀教具操作手冊，預先理解本教具操作			教具操作手冊、互動式電子版教		課前	教具本體重量較重，需留

方法。 - 查詢近期臺灣所發生之大規模崩塌事件以作為舉例之用。 - 課前須先架設教具並熟悉操作方法，且預先思考學生可能遇到之問題。 二、學生部分 - 蒐集臺灣發生的大規模崩塌事件，於「認識三種大規模崩塌致災型態」單元進行討論。 貳、發展活動 單元一、認識大規模崩塌致災型態 - 引起動機： - 詢問學生是否曾在新聞報導中聽過大規模崩塌？如何定義大規模崩塌？引導學生了解定義大規模崩塌的三項指標。 - 三種大規模崩塌致災型態介紹： - 藉由手繪圖片和實際災害案例介紹，引導學生分辨三種大規模崩塌致災型態，將教學內容與真實案例作結合，以加深學生印象。 - 瞭解三種大規模崩塌致災型態的致災範圍。 單元二、瞭解大規模崩塌致災型態在地層剖面下的發展歷程 - 引起動機： - 分別詢問學生什麼樣的地方會發生山崩？是否知道土石流是由什麼組成？是否從新聞上聽過堰塞湖？ - 各大規模崩塌致災型態在地層剖面下的發展歷程介紹： - 崩塌(崩土直擊)型：從側面角度觀察滑動面演化過程，讓學生瞭解崩崖逐漸形成、擴大，最後地層陷落的現象。從地層陷落切入地層結構(地質材料)與地下水的關聯。 - 土石流型：從側面角度觀察土砂運移過程之樣態與相對應之坡度變化，讓學生瞭解土石崩落至河道後，土砂會依河道坡度不同而呈現不同運移樣態。以此深化坡度是形成土石流不可或缺的元素。 - 堰塞湖型：從側面角度觀察堰塞湖潰壩歷程演進，觀察土石壩後方水體蓄積，思考土石壩中的顆粒是如何受水力作用影響，而引發滲水甚至溢流，最終潰壩成災。 單元三、遊戲區體驗 藉由互動式遊戲增加課程的趣味性，同時也能作為學習成果的檢核。	具、一套 RFID 感應幣。	課前 10 分鐘 15 分鐘 5 分鐘	意置放之平台是否平穩及足夠支撐，搬運至平台上時盡量以兩人為主。 可提供獎品作為學生挑戰成功之獎勵，提高學生學習之意願。
---	-----------------------	---	---

附錄五、教具操作說明手冊

大規模崩塌致災型態之學習教具 2.0—側面展示模型教具

教具操作說明手冊



一、教具製作背景與教學目標

(一) 教具製作背景

近年來氣候變遷影響加劇，極端降雨事件頻傳，導致臺灣各地不同規模的崩塌事件層出不窮。爰此，農村水保署積極規劃推動各式防災工作，並深耕水土保持教育學習資源的發展和推廣，藉由實體化且有趣的教具來進行宣導，以提高民眾對於崩塌災害、坡地防災和永續發展的認知。

本教具將大規模崩塌的三種主要致災型態：崩塌(崩土直擊)型、土石流型及堰塞湖型，以六套兼具互動性、知識完整性與真實性之實體側面展示模型呈現。本教具可模擬大規模崩塌的形成與發展歷程，藉由側面展示大規模崩塌致災型態的發展歷程，從中觀察並模擬土砂運移情況、災害徵兆現象，學習控制災害發生之內部致災因子、災害發生的演化歷程與土砂實際的運動過程與災害發生後地層分布變化等知識。結合手動操作與現象觀察，以生動的模擬與直觀的展示引導體驗者探索災害背後的地質成因與致災機制，並思考如何預防與減輕災害影響。

在愉快的學習情境下培養防災及水土保持維護等水保教育概念，讓學習防災知識變得更具趣味性與啟發性，達到知識如同樹一般，持續向下紮根、生生不息傳遞出去的目標，期許普羅大眾都能建立防災減災、永續經營的概念，為往後的世代營造出更為完善的環境。

(二) 教具教學目標

為引導學生以輕鬆且具趣味性的方式學習大規模崩塌致災型態之完整知識，本教具採用側面展示設計，使學生得以清楚觀察並理解災害形成過程中之內部致災因子、崩塌演化歷程、土砂運動機制及災後地層分布變化等關鍵概念。藉由將模型模擬之動態情境與實際災害案例相互連結，強化學生之學習印象與理解深度，並據此設定以下四項教學目標：

1. 瞭解三種大規模崩塌致災型態。
2. 瞭解崩塌(崩土直擊)型的發展歷程、災害發生後地層所產生的變動，以及誘發崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌的致災因子，並反思致災因子是如何導致滑動面生成。
3. 瞭解土石流的組成與土石流的致災因子，以及土石流運動過程之地形坡度分區條件。
4. 瞭解堰塞湖型的發展歷程、潰壩發生前的災害徵兆與導致潰壩的原因。

二、教具操作說明

(一) 滑動面演化過程模型之操作說明：

1. 將階梯式底座與延伸展示座以插槽相互連接(左右插槽設計不相同，以避免誤置，如圖 1)，將滑動面演化過程依序陳列於展示座中，方可進行展示與教學解說。
2. 展示結束後，將滑動面演化過程收納回階梯式底座，展示座之間拆卸後以一正一反方式交疊，可大幅縮減收納體積, 如圖 2~3。

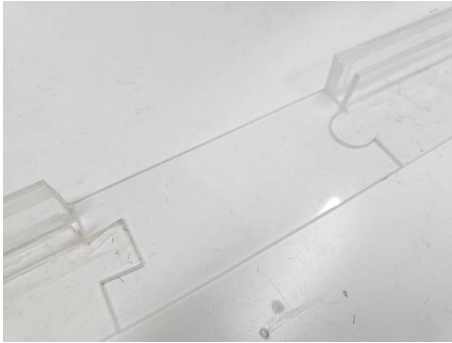


圖 1

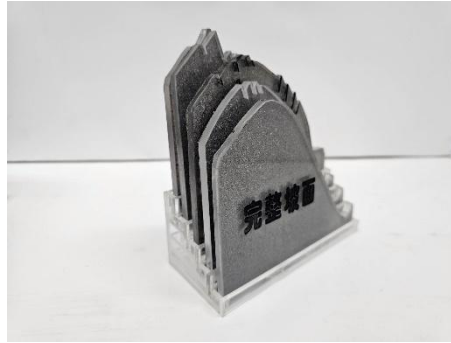


圖 2

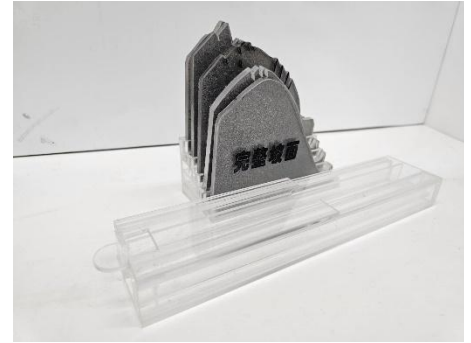


圖 3

(二) 降雨引致之滑動面發展與崩塌歷程模型之操作說明：

1. 將壓克力模板自可拆式卡槽中取出。
2. 旋轉控制坡頂裂縫的轉軸，使坡地基底模組上方產生裂縫，如圖 4~5。
3. 按下啟動降雨燈條按鈕，坡地基底模組的天空上隨即出現模擬降雨的藍色光線，如圖 6。
4. 按下啟動滑動面燈條，坡地基底模組的岩層交界面上隨即出現模擬滑動面生成的紅色光線。沿著滑動面方向由上至下依序啟動燈條，即可形成完整滑動面，如圖 7。
5. 關閉所有開關後，將壓克力模板依地下水滲入情形之先後順序放入可拆式卡槽中，以便解說時搭配展示使用，如圖 8~9。

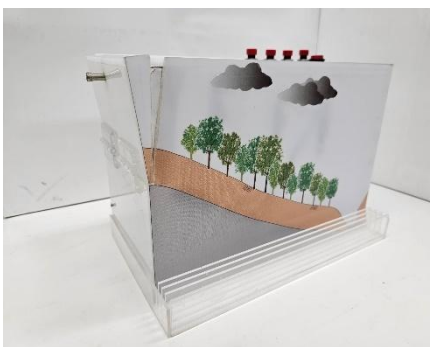


圖 4



圖 5

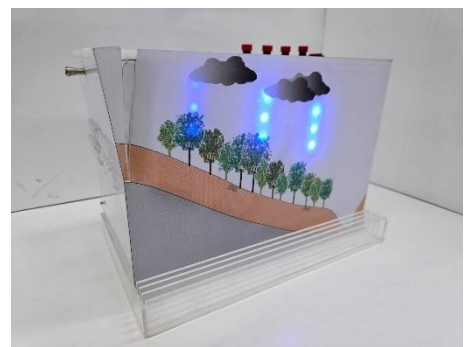


圖 6

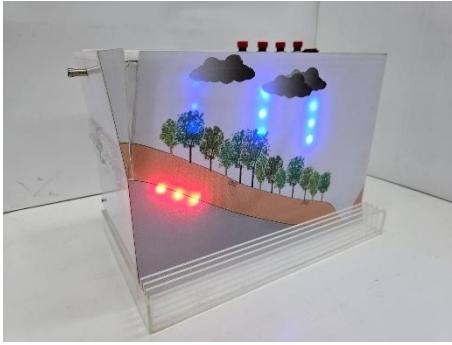


圖 7

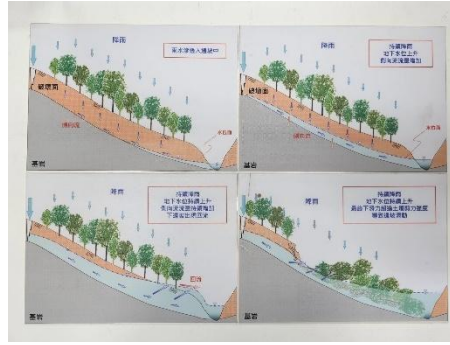


圖 8

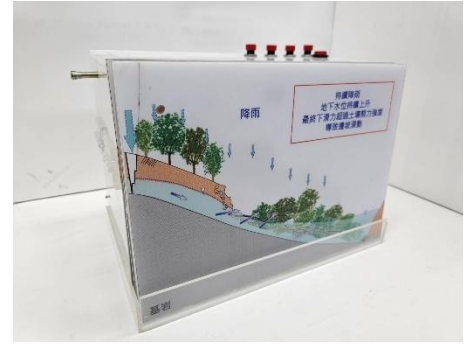


圖 9

(三) 地層剖面隨地層滑動後之地層岩性分布變化模型之操作說明：

1. 將滑動塊體依序推落，使其地層產生錯動，方可於側面觀察崩塌塊體沿滑動面位移後，地層將會產生相應變動，如圖 10~11。
2. 壓克力盒可有效防止失力不當的情況下，滑動塊體滑出模型主體。
3. 滑動塊體之間埋設的磁鐵極性不同，可有效防止滑動塊體誤置，如圖 12。
4. 展示結束後，將滑動塊體拼回模型主體即可收納。



圖 10

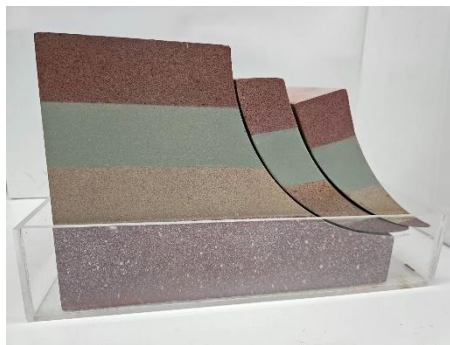


圖 11



圖 12

(四) 土石流型土砂運移過程之坡度變化分區模型之操作說明：

1. 將各河道模型依其坡度大小排列完成(各模型之間埋設高度不同的磁鐵，避免組裝錯誤，如圖 13)，方可進行展示與教學解說。
2. 各河道模型側面分別印上模型的坡度與對應之運動過程分區名稱，供模型教學解說使用，如圖 14。
3. 將各河道模型個別拆開後平放於桌面，可供體驗者自行組裝出正確的河床地形模組順序，如圖 15。



圖 13

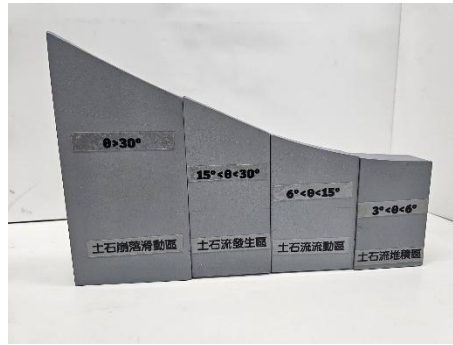


圖 14

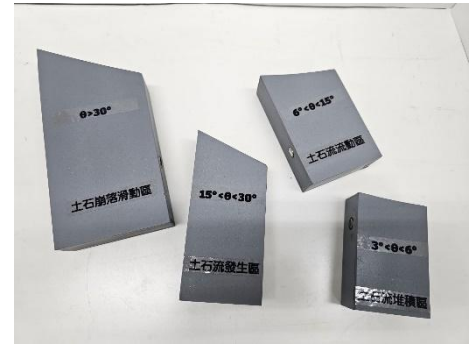


圖 15

(五) 土石流之土砂顆粒於不同分區之運移樣態變化模型之操作說明：

1. 將小土砂顆粒沿坡面鋪設於河道座上游，隨後於該處放置大土砂顆粒，如圖 16。
2. 依坡度由高至低分別按下擋板，使土砂顆粒隨重力自然向下游滾動，最後於河道底端呈現攤平的狀態。說明土砂顆粒隨坡度減緩，逐漸失去移動的動力後停止於坡趾處，如圖 17。
3. 模型側面分別印上模型的坡度與對應之運動過程分區名稱，供模型教學解說使用。此外，模型側面印有土石流主體的顆粒分布示意圖，以模型土砂顆粒呈現外，亦提供示意圖輔助教學，如圖 18~19。
4. 展示結束後，將土砂顆粒自模型底端外至收集盒放回收納袋中，並將所有擋板全部復原，即可進行收納，如圖 20~21。



圖 16



圖 17



圖 18



圖 19

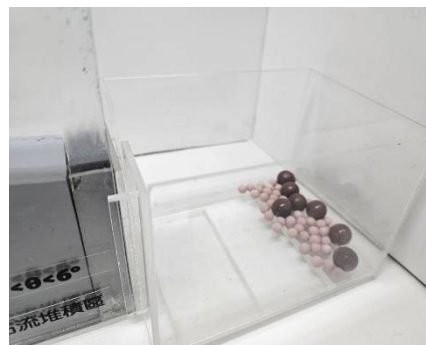


圖 20

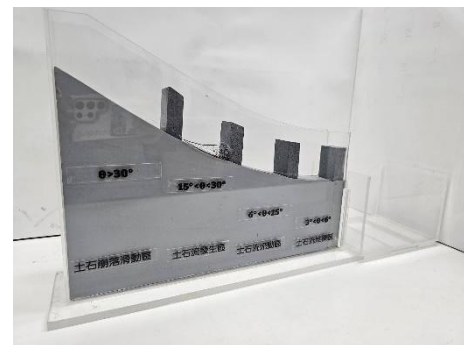


圖 21

(六) 堰塞湖型之發展形成及潰壩發生的歷程模型之操作說明：

*此模型會使用水，需預先準備水和抹布

1. 將堰塞湖型之河道上游模型(土石壩模型)與河道下游模型(擬真村落模型)組裝於底座(水體收集盒)上，如圖 22。
2. 於河道下游模型(擬真村落模型)佈設小型的房屋及居民模型，如圖 23。
3. 將土砂顆粒填入模擬土石壩之立方盒中，模擬土砂顆粒落入河道後於河道狹窄處發生堵塞。
4. 將水倒入土石壩上游，土石壩浸滿水後前方滲水口會隨水位增加由下至上開始滲水，最終水位過高發生溢流，如圖 24。
5. 將土石壩擋板開關打開，土石顆粒立刻宣洩而出，並沿河道地形向下游移動，並沖毀村落。模擬土石壩承受不住水壓導致潰壩，如圖 25~26。
6. 展示結束後，將河道下游模型取出(由於河道下游模型底部設計過濾層，作為模型展示的同時亦兼具過濾水體與土石顆粒功能)，將土石顆粒回收回收納袋後，再將底座(水體收集盒)中的水倒出後，即可收納，如圖 27。



圖 22



圖 23

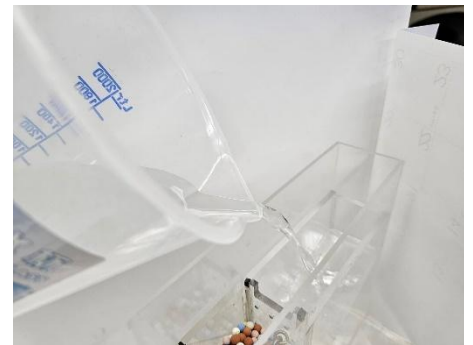


圖 24



圖 25



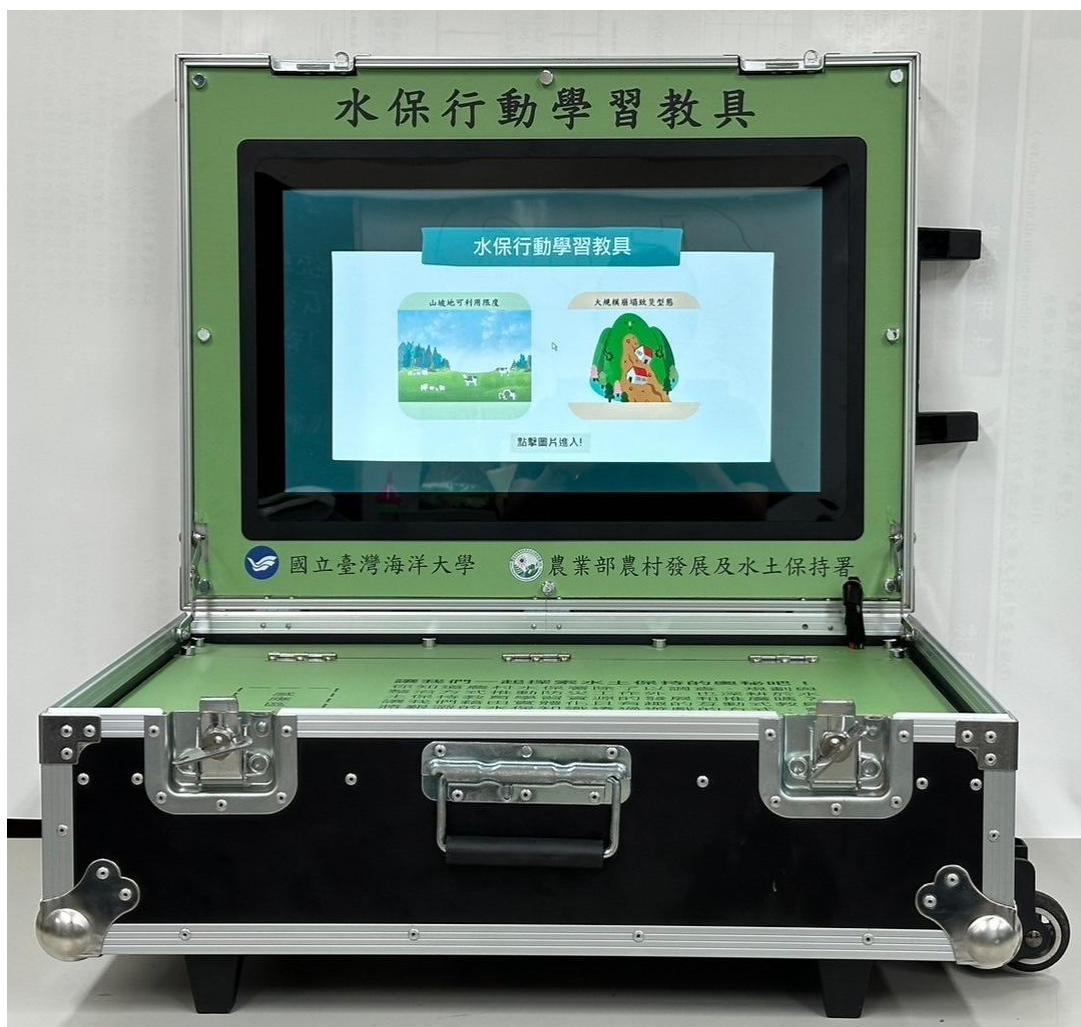
圖 26



圖 27

大規模崩塌致災型態之學習教具 2.0—電子版教具

教具操作說明手冊



一、 教具製作背景與教學目標

(一) 教具製作背景

近年來氣候變遷影響加劇，極端降雨事件頻傳，導致臺灣各地不同規模的崩塌事件層出不窮。爰此，農村水保署積極規劃推動各式防災工作，並深耕水土保持教育學習資源的發展和推廣，藉由實體化且有趣的教具來進行宣導，以提高民眾對於崩塌災害、坡地防災和永續發展的認知。

本教具以大規模崩塌的三種主要致災型態：崩塌(崩土直擊)型、土石流型及堰塞湖型為背景主題，將艱澀的大規模崩塌相關知識轉化為輕鬆易懂的情境學習，以互動方式探索三種大規模崩塌致災型態，以及各致災型態於地層剖面的發展演化歷程、土砂運動過程等概念，幫助教具體驗者建立對大規模崩塌的基本定義與初步認識，再透過教學內容由淺而深，循序漸進認識大規模崩塌的形成與發展歷程。

在愉快的學習情境下培養防災及水土保持維護等水保教育概念，讓學習防災知識變得更具趣味性與啟發性，達到知識如同樹一般，持續向下紮根、生生不息傳遞出去的目標，期許普羅大眾都能建立防災減災、永續經營的概念，為往後的世代營造出更為完善的環境。

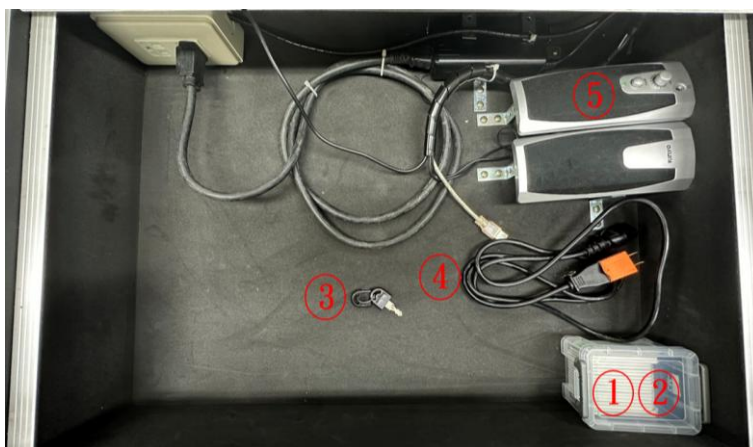
(二) 教具教學目標

為使學生以輕鬆且有趣的方式瞭解大規模崩塌致災型態，以及各致災型態於地層剖面的發展演化歷程、土砂運動過程等概念。本教具參考知名遊戲機台使用 RFID 感應幣，提高學生學習興趣，並規劃下列六項教學目標：

1. 認識崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌致災型態
2. 瞭解崩塌(崩土直擊)型滑動面演化過程
3. 認識土石流型大規模崩塌致災型態
4. 瞭解土石流型土砂運移過程之樣態與相對應之坡度變化
5. 認識堰塞湖型大規模崩塌致災型態
6. 瞭解堰塞湖型潰壩歷程演進
7. 遊戲區體驗

二、 教具內含設備

教具內包含:(1)感應幣一副；(2)感應幣收納盒一個；(3)鑰匙一副；(4)電源線一條；(5)音響一套



三、 教具啟閉說明

開機:打開教具箱，以鑰匙為手把開啟內盒，取出電源線，接上電源，開啟後方電源鍵，教具即完成開機。

關機:按壓內盒插座上的關機鍵，關閉後方電源鍵，拔除電源，將所有設備收回內盒，以鑰匙將內盒鎖上，將鑰匙置於感應區，蓋上教具箱。



四、 教具操作流程

本教具依據不同年齡層、體驗者性質分為：(1)初級：國小學生、(2)中級：國、高中學生、(3)高級：一般民眾及水保教育相關人員。

由「遊戲分級」畫面點選合適之等級進入選單，將大規模崩塌之定義與圖片呈現於畫面右側，同時在畫面左側列出選單，讓教具體驗者對大規模崩塌有初步認知後，點擊「大規模崩塌類型」進入學習內容。



(一) 認識崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌致災型態

在本區，教具體驗者可將崩塌(崩土直擊)型大規模崩塌致災型態感應幣放置於 RFID 讀取區，隨後讀取螢幕上顯示之教學內容(示意圖、實際災害照片及定義)，以瞭解崩塌(崩土直擊)型的大規模崩塌背景知識。

(二) 瞭解崩塌(崩土直擊)型滑動面演化過程

側面觀察崩塌(崩土直擊)型之五階段滑動面演化過程，瞭解其滑動面生成原因與發展歷程。

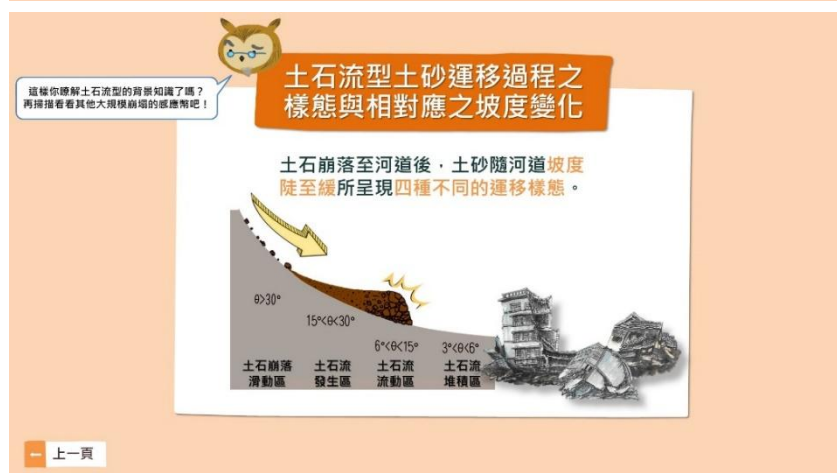


(三) 認識土石流型大規模崩塌致災型態

在本區，教具體驗者可將土石流型大規模崩塌致災型態感應幣放置於 RFID 讀取區，隨後讀取螢幕上顯示之教學內容(示意圖、實際災害照片及定義)，以瞭解崩塌土石流型的大規模崩塌背景知識。

(四) 瞭解土石流型土砂運移過程之樣態與相對應之坡度變化

側面觀察土石流型之坡度與對應之四大運動過程分區，以瞭解土石流顆粒於不同坡度下的運移樣態，並強調「坡度」為土石流之重要致災機制。

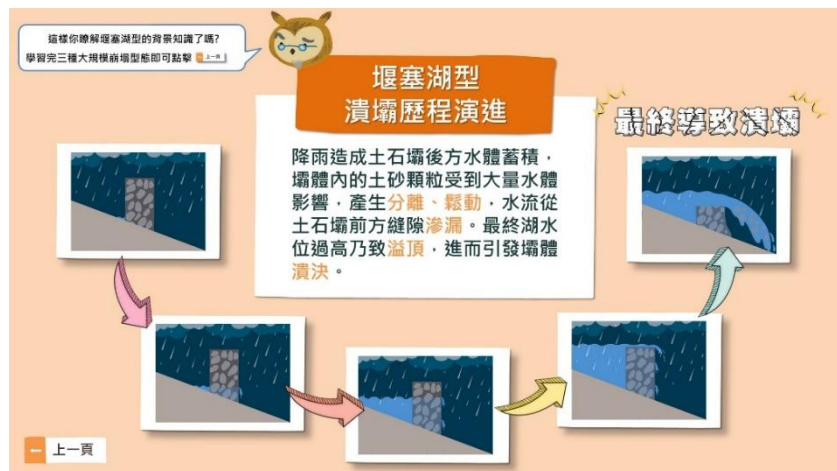


(五) 認識堰塞湖型大規模崩塌致災型態

在本區，教具體驗者可將堰塞湖型大規模崩塌致災型態感應幣放置於 RFID 讀取區，隨後讀取螢幕上顯示之教學內容(示意圖、實際災害照片及定義)，以瞭解堰塞湖型的大規模崩塌背景知識。

(六) 瞭解堰塞湖型潰壩歷程演進

側面觀察堰塞湖之潰壩歷程，瞭解湖水位隨降雨增加後，在受到大量水體影響之下的土石壩，產生滲水與溢頂等潰壩前的徵兆，最終導致堰塞湖土石壩潰壩釀災的過程。



(七) 遊戲區體驗

遊戲區內設有兩種互動遊戲，教具體驗者需活用前面所有體驗所接收之知識，透過三種大規模崩塌致災型態感應幣進行回答。遊戲難度和題目數量依照各遊戲分級之不同有所差異。

