

出國報告（出國類別：會議及訪問考察）

參加 2017 工程及應用科學國際研討會，  
並參訪「清溪川」生態工程案例

服務機關：國立嘉義大學

姓名職稱：李嶸泰助理教授

派赴國家：韓國首爾

出國期間：106 年 02 月 05 日至 106 年 02 月 11 日

報告日期：106 年 4 月 12 日

## 摘要

本次赴韓國主要為參加 2017 工程及應用科學國際研討會發表研究計畫之研究成果。會議中，向他國與會學者專家說明：台灣屬坡地災害極易發生區域之一，強烈地震或強烈降雨後常有災情傳出。因此對災害提出早期預警是坡地研究重要課題。因此本團隊於阿里山之坡地監測工作除使用傳統人工量測之測傾管外，同時採用自動記錄及傳輸之精巧型監測儀器，其包含坡面傾斜感應計、土壤含水量水份計、現場資料記錄器及資料處理軟體等，期可兼得計畫調查邊坡之淺層與深層變位。最後綜合試驗成果，進一步分析降雨量、土壤含水率、降雨強度、降雨延時等因素和坡面傾斜角度間之關係，並比較不同文獻中之警戒值，以選擇最適合第一分道之警戒參考依據。研究成果可應用於阿里山森林鐵路，甚至是有崩塌潛勢地區之監測，以發揮軟硬體監測系統之防災避難的最終目標。

另近年韓國對於生態工程方面有大幅的先進研究與工程措施，故亦利用此一機會參訪清溪川生態工程，對於未來的研究和教學工作有所助益。

## 目次

|                |    |
|----------------|----|
| 摘要.....        | I  |
| 一、目的.....      | 1  |
| 二、過程.....      | 4  |
| 三、心得及建議事項..... | 12 |

## 一、目的

本次出國主要目的為參加 2017 工程及應用科學國際研討會，發表接受農委會林務局嘉義林區管理處補助於阿里山的研究計畫之研究成果；另一則是參訪韓國生態工程的著名案例-清溪川，對於生態工程實例進行資料蒐集與學習，期對於未來的研究和教學工作有所助益。以下茲分為目標、主題、緣起及預期效益等四項說明如下：

### (一)目標：

1. 完成農委會林務局補助計畫之研究成果發表，希望藉由國際性會議的參與提升本研究之國際能見度並與同領域研究人之交流。
2. 研習韓國先進的生態工程設計與施工實例，期未來可應用於教學與研究計畫申請方面。

### (二)主題：

1. 2017 工程及應用科學國際研討會，發表論文題目為「The Application Research of a Low-Cost Early Warning System of Surface Failure on the Taiwan Forest Slopes」。
2. 現地參訪韓國首爾市的清溪川生態工程。

### (三)緣起：

1. 為增加國家與學校的能見度，特利用補助計畫之剩餘款前往韓國進行學術發表，而行前早已聽聞首爾市清溪川工程之規模與生態設計等方面之特色，故亦利用此次研討會後之空檔時間前去現地參訪。
2. 另因本人研究方向多為邊坡穩定之調查監測與分析及水土保持領域之根物根系力學方面，故特選擇 2017 SICEAS Seoul International Conference on Engineering and Applied Science，期能同時對於個人之研究與教學上有所成長與助益。
3. 臺灣具有豐沛的降雨量，且位於歐亞大陸板塊以及菲律賓海板塊的聚合帶，因而有頻繁的地震產生。大部分的坡地災害是由強烈降雨或強烈地震所造成。故台灣屬坡地災害之高危險群。近年來，由於經濟成長及都市化，使得土地利用增加，造成坡地災害機率上升(Uchimura et al., 2015)；再加上氣候趨向極端，每有大雨來總對坡地造成相當程度的危害。又，未來颱風強度可能增加，連續之長延時、高強度之降雨，除土砂災害外，亦可能造成河道與水庫淤積等複合型災害(李鎮洋等，2016)。因此如何減少災害發生我想是目前政府施政重視的議題。

### (四)預期效益：

1. 將研究成果發表於國際研討會中，可藉由國際性會議的參與提升本研究之國際能見度，同時增進計畫研究人員與同領域之國際研究人才之學術

交流，強化本職學能。

2. 研習韓國先進的生態工程設計與施工實例，期未來可應用於教學與研究。

同時，由於生態工程也是近年來國內重視與推廣的重點目標，故透過本

次參訪之經驗分享或許也可做為國內相關管理機關之參考資料。

## 二、過程

### (一) 研討會論文發表：



以海報型式進行發表

# The Application Research of a Low-Cost Early Warning System of Surface Failure on the Taiwan Forest Slopes

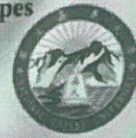
Jung-Tai Lee\*, Cheng-Kan Hsieh

Department of Forestry and Natural resources,  
National Chiayi University, Chiayi, Taiwan

\*Corresponding Author: jtlee@mail.ncyu.edu.tw

SICEAS

Seoul, South Korea



## Abstract

Taiwan is one of the slope-disasters-prone areas. There are often some hazards or calamities whenever a severe earthquake or heavy rainfall hits. Hence, to announce an early warning system beforehand is an important issue on which we need to focus. Besides an inclinometer, we use the low-cost warning system simultaneously, including a tilt sensor, a volumetric water content sensor, an in-situ data recorder and a data processing software, etc. By using the systems, we can get slope deformation data from both shallow and deep layers.

Three inclinometers (SIS-1, SIS-2, SIS-3) have been imbedded at the slope in the first lane of the Alishan Forest Railway since May, 2015 and we practice field monitoring at least once a month. Till now, the slope in our plot has a light deformation toward downhill. The accumulative deformations, less than 15 mm per month, are all under the safety standard established by Tiao *et al.* (2013). Also, six low-cost warning systems (T1-T6) are installed in the plots. The results of tilt velocity are all under the safety standard established by Uchimura *et al.* (2015). Above all, there is no tendency of slope failures in our plots, but we have to keep monitoring the plots for the safety sake.

As for the future work, we will continue to analyze the correlation among slope velocity, precipitation, soil water content, rainfall intensity, and rainfall duration. And then compare more alert values to figure out the one which is most applicable in our plots. We look forward to applying our results to monitor Alishan Forest Railway or even at other potential landslide areas. Finally, we hope the results can be the reference on disasters precaution in the future.

## Introduction

There are always abundant rainfall and frequent earthquakes in Taiwan. Recently, due to the civilization and economy rising, the needs of land use increase as well as the probability of slope disasters. Therefore, how to reduce and prevent slope disasters are very important.

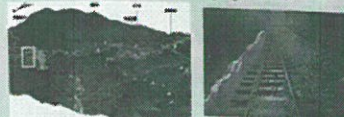
## Material & Method

Research area : Chiayi County, Taiwan

Alishan Forest Railway from 62 k+500 to 63 k, close to the first lane station of the Alishan Forest Railway.

## Background

Typhoon Morakot hit Taiwan in 2009 and caused 120ha collapsed in Erwanping, Taiwan.



The project is located in the Alishan Mountain area, close to the Erwanping and is covered with more than 100 m colluvial soil. After the typhoon hit, many slope collapse happened. The reconstruction of the slope has been completed but the stability is unsure.

## Facilities we used

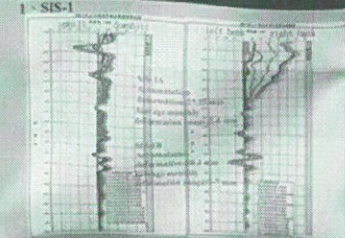
1 - The inclinometers : SIS-1 - SIS-3

2 - The low cost warning systems : T1 - T6

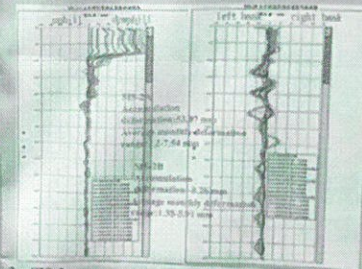
The system includes a tilt sensor, a volumetric water content sensor, an in-situ data recorder and a data processing software, etc.



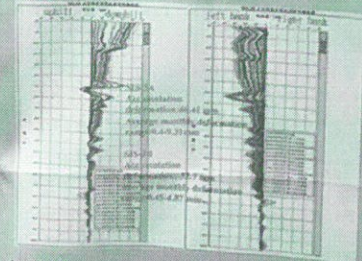
## Results



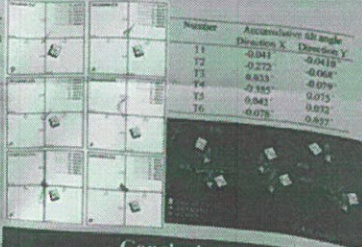
2 - SIS-2



3 - SIS-3



4 - T1-T6



## Conclusion

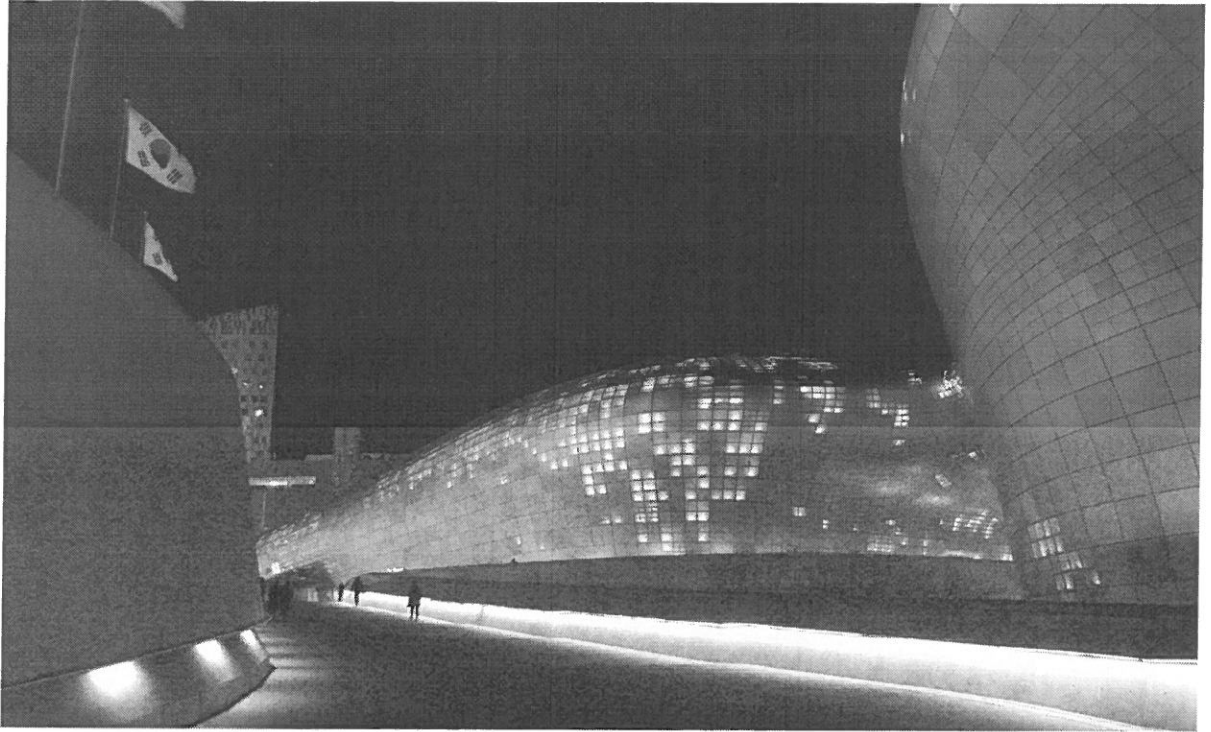
Till now, the slope in our plot has a light deformation toward downhill.

The accumulative deformations, less than 15 mm per month, are all under the safety standard established by Tiao *et al.* (2013).

The results of tilt velocity are all under the safety standard, 0.1°/yr, established by Uchimura *et al.* (2015).

Above all, there is no tendency of slope failures in our plots, but we have to keep monitoring the plots for the safety sake.

## (二) 東大門設計廣場：



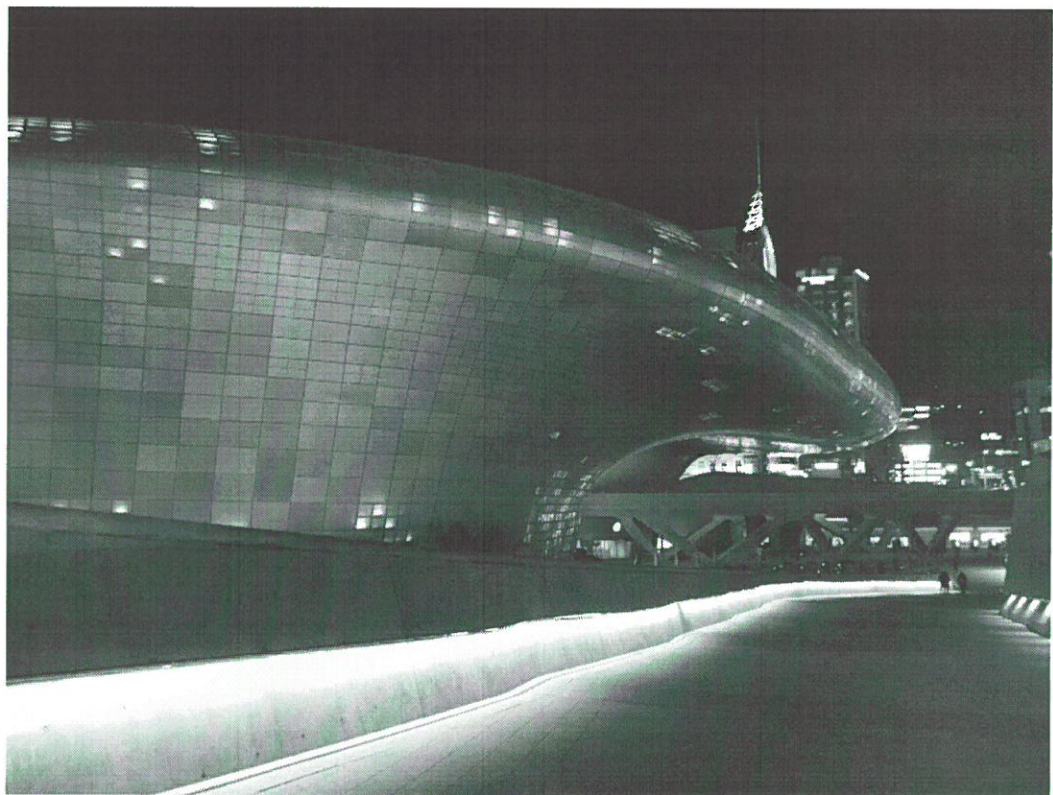
東大門設計廣場，位於韓國首爾東大門，總面積為 86,574 平方公尺，最高高度為 29 公尺，是首爾的地標建築之一。東大門設計廣場由英國著名建築師扎哈·哈迪德設計，是世界最大規模非標準建築。扎哈·哈迪德是首位獲得普利茲克建築獎的英國女建築師，在國際建築界享負盛名。哈迪德訪問首爾時曾說：「我想要打破建築與自然的界限。雖然非常難，但是我成功做到了。建築本身成為地形是東大門設計廣場的特點。」

東大門設計廣場採用了一種將二維平面圖面資訊轉換成三維立體設計的最尖端設計技法「建築資訊模型」。整個建築是毫無接縫的流水線形，外觀呈曲線形像個巨大的外星宇宙飛船，內部沒有一根柱子。

(資料來源：東大門設計廣場. (2017, April 6). Retrieved from 維基百科, 自由的百科全書: <https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E4%B8%9C%E5%A4%A7%E9%97%A8%E8%AE%BE%E8%AE%A1%E5%B9%BF%E5%9C%BA&oldid=43897013>)



建築物內部無柱子之特殊設計技法令人大開眼界



夜間之整體外形實在讓人驚豔

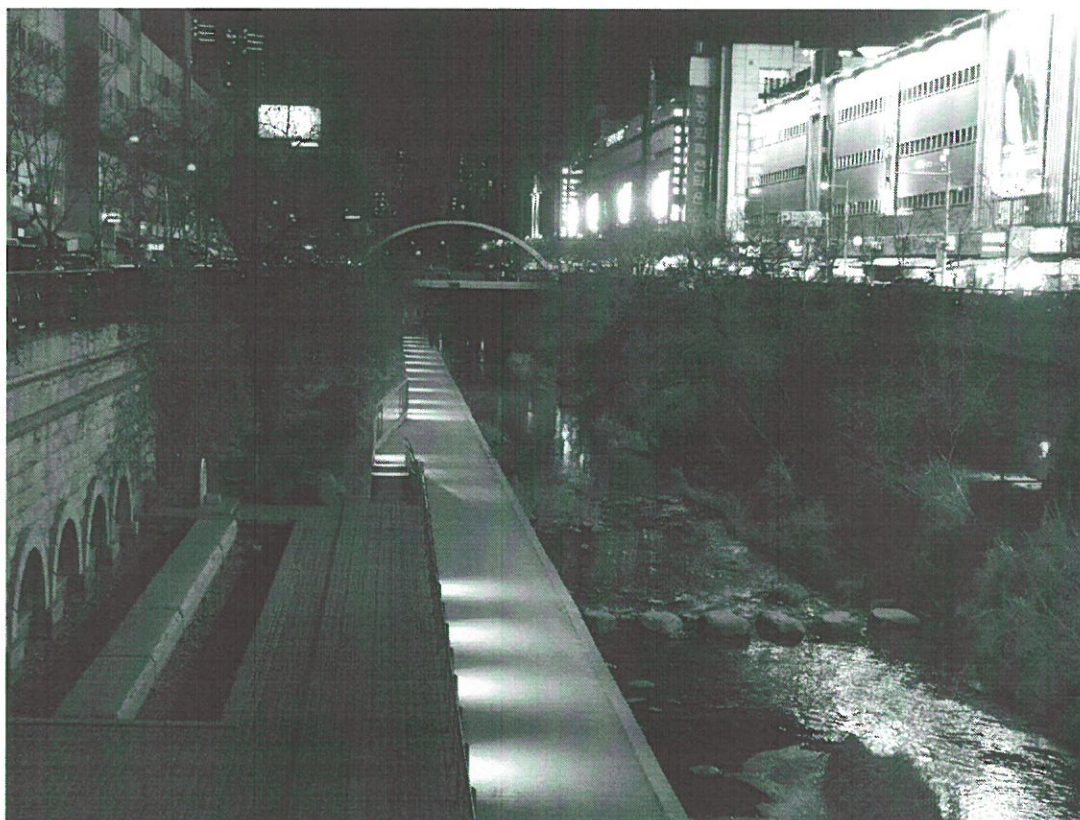
### (三) 清溪川：

清溪川為一總長約 13.7 公里的人工河流（在首爾市區部份約 5.8 公里），在朝鮮時代（1406~1407 年朝鮮太宗）為解決雨季積水無法排出市區而挖掘之下水道，然韓國在 1960 年代朴正熙時期，由於經濟增長及都市發展，清溪川被覆蓋成為暗渠，清溪川的水質亦因廢水排放而變得惡劣。1968 年更在清溪川上興建高架道路。

2005 年韓國積極推動生態城市之改造轉型，不僅將清溪高架道路拆除，並重新挖掘河道，並為河流重新美化、灌水，及種植各種植物，又徵集興建多條各種特色橋樑橫跨河道。復原廣通橋，將舊廣通橋的橋墩混合到現代橋樑中重建。修築河床以使清溪川水不易流失，在旱季時引漢江水灌清溪川，以使清溪川長年不斷流，分清水及污水兩條管道分流，以使水質保持清潔。工程總耗資 9000 億韓圓，在 2005 年 9 月完成，現已成為首爾市中心一個休憩地點。

整建前清溪高架道路四周溫度高於首爾全市平均氣溫 5°C 以上；現在則低於全市平均氣溫 3.6°C，有效調節都市高溫；平均風速比往年同期快了 50% 左右，空氣潔淨度明顯提升；清溪川與中浪川交匯處的楊柳濕地現被指定為白鷺、野鴨、翠鳥等鳥類保護區，水中生物有魚類、兩棲類多樣性生物，水生植物有溪柳、荊三稜、菖蒲等，沿岸可見狼尾草、紫芒等植物。

（資料來源：清溪川. (2017, February 23). Retrieved from 維基百科, 自由的百科全書: <https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=%E6%B8%85%E6%BA%AA%E5%B7%9D&ol did=43334167>)



清溪川中的植物生長與溪水流動可為城市降溫



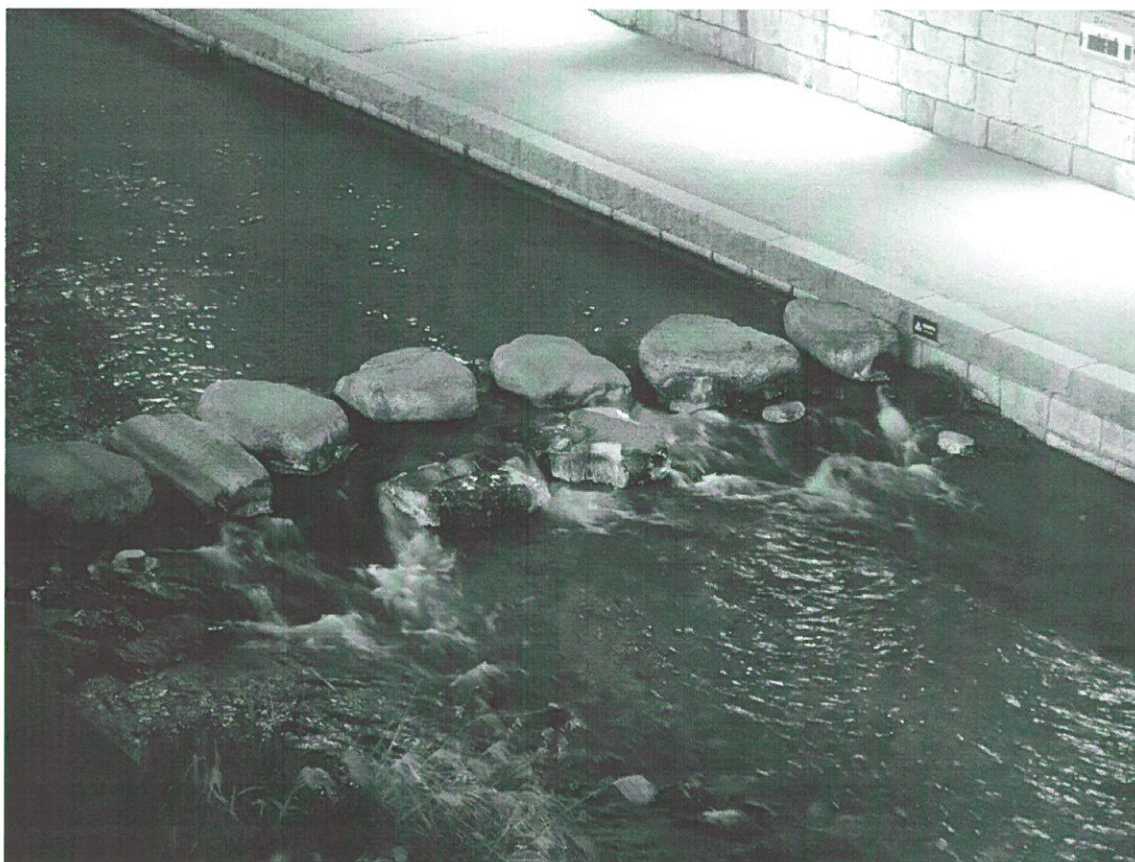
護岸也採用砌石工法以利爬藤植物著生



在繁雜的都心區營造出人民親水之空間



以圖片記錄清溪川之歷史使得工程與人文互相結合



溪中以自然石塊進行佈設營造生態棲地



營造出城市生態美學的新典範

### 三、心得及建議事項

#### (一) 心得

此行除了在國際研討會有論文發表之外，也在幾天的會議中獲得許多國際新知，讓個人在未來的研究領域上可以持續的進步與成長。

在韓國生態工程上的用心可以看出城市經營者對於城市永續生態的重要性，人們惟有捨去交通上的便利、生活上的便利...，放下身段與大自然重新認識與相處，城市生態才能有重生的機會。

#### (二) 建議事項

無。