

出國報告（出國類別：考察）

氣候變遷衝擊下大規模坡地災害預警及 風險管控考察

服務機關： 行政院農業委員會水土保持局
姓名職稱： 傅桂霖 組長
 楊凱鈞 副工程司
派赴國家： 瑞士
出國期間： 105年5月28日至6月9日
報告日期： 105年8月30日

摘要

本次考察行程主要參加「2016 INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會」及參訪瑞士天然災害治理、風險管理與預警相關單位，透過參加前揭研討會，與世界各國專家學者共同討論如何防範及因應天然災害，對災害建立預防機制，跨學科研究來預防洪水、土石流、崩塌、雪崩、落石以及人為之影響。除在會場與各國專家交換意見外，會後參加現地勘查行程瞭解瑞士治理工程之設計理念，比較與臺灣治理工程之差異，有以下5點心得與建議：

- 1、國際研討會與在地觀光整合行銷應結合
- 2、防災體系及技術產業化應推廣
- 3、天然災害風險管理是趨勢
- 4、坡地高經濟農業及高山觀光業應合理
- 5、工程考量自然景觀是目標

目次

摘要.....	- 2 -
目次.....	- 3 -
表目錄.....	- 4 -
圖目錄.....	- 5 -
壹、考察目的與行程.....	- 7 -
一、考察目的.....	- 7 -
二、考察人員.....	- 7 -
三、考察行程.....	- 7 -
貳、考察過程與內容說明.....	- 10 -
一、2016 INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會.....	- 10 -
二、2016 INTERPRAEVENT 研討會後一日現勘.....	- 26 -
三、2016 INTERPRAEVENT 研討會後三日考察.....	- 34 -
四、參訪格林德瓦、伯恩及蘇黎世.....	- 47 -
參、考察心得及建議.....	- 52 -
一、國際研討會與在地觀光整合行銷.....	- 52 -
二、防災體系及技術產業化.....	- 52 -
三、天然災害風險管理.....	- 52 -
四、坡地高經濟農業及高山觀光業.....	- 52 -
五、工程考量自然景觀.....	- 53 -
附錄.....	- 54 -
壹、2016 INTERPRAEVENT 海報發表：大規模崩塌災害規模及機制調查—以臺灣梅花崩塌區為例.....	- 54 -
貳、2016 INTERPRAEVENT 海報發表：臺灣義興地區邊坡災害原因調查.....	- 55 -

表目錄

表 1 考察人員列表.....	- 7 -
表 2 考察行程.....	- 8 -
表 3 INTERPRAEVENT 國際會員.....	- 13 -
表 4 各屆 INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會舉辦地點及主題.....	- 15 -

圖目錄

圖 1 國際天然災害防治研究學會網頁(www.INTERPRAEVENT.at)	- 11 -
圖 2 國際天然災害防治研究學會學會組織圖	- 12 -
圖 3 第 13 屆 INTERPRAEVENT 論文集	- 18 -
圖 4 遠眺琉森湖與 KKL 中心，現代化建物與天然景觀融合典範	- 19 -
圖 5 站在琉森周邊丘陵，遠眺舊城區與 KKL 中心	- 20 -
圖 6 本次考察成員傅桂霖組長進行海報發表	- 21 -
圖 7 國立中興大學陳樹群特聘教授蒞臨指導	- 21 -
圖 8 國立中興大學陳樹群特聘教授蒞臨指導	- 22 -
圖 9 瑞士聯邦環境辦公室主任 Marc Chardonnen 致詞	- 24 -
圖 10 主題報告：2015-2030 仙台減災綱領	- 25 -
圖 11 研討會休息時間與各國學者交換意見	- 25 -
圖 12 土石流(春天融雪則發生雪崩)流動區	- 27 -
圖 13 土石流保護壩，壩體正面後續噴植以利植生	- 28 -
圖 14 壩後保全對象(約 40 人聚落及學校)，土石流保護壩與當地環境融合	- 28 -
圖 15 工法概念解說	- 29 -
圖 16 土石流沉砂滯洪池	- 30 -
圖 17 土石流破壞壩(類似丁壩型式)	- 30 -
圖 18 高達大規模崩塌(1806 年)，原崩塌發生區目前仍裸露	- 32 -
圖 19 高達動物園，該處巨石群為 1806 年大崩塌滑移至坡腳	- 33 -
圖 20 野溪山洪暴發，兩側坑溝發生土石流影響保全對象	- 34 -
圖 21 野溪兩岸坑溝整治，坑溝源頭為冰河，融化過快易導致山洪暴發	- 35 -
圖 22 布利格市消防隊徽	- 36 -
圖 23 布利格橋現已改建為自動升降(利用水壓力)	- 37 -
圖 24 布利格野溪整治與自然景觀融合	- 38 -
圖 25 河川整治計畫負責人協助說明整體計畫情形	- 40 -
圖 26 現場勘查隆河堤防工程	- 40 -
圖 27 歐陸海拔最高葡萄園種植於坡地	- 41 -
圖 28 歐陸海拔最高葡萄園，可發現農地水土保持石牆法被廣泛應用	- 41 -
圖 29 土石流流動段	- 42 -
圖 30 土石流縱橫向沖刷嚴重	- 42 -
圖 31 格柵壩滯洪沉砂池以消能	- 43 -
圖 32 大規模岩石滑移(1991 年)	- 43 -
圖 33 土石流中下游段	- 44 -
圖 34 土石流發生段及流動段	- 45 -
圖 35 遠眺圖恩市，位於圖恩湖畔	- 46 -
圖 36 圖恩市內 19 世紀操作至今水門	- 46 -

圖 37	流經瑞士首都伯恩的阿勒河.....	- 48 -
圖 38	房舍、分洪設施與自然景觀融合.....	- 48 -
圖 39	壯觀的冰蝕地形.....	- 49 -
圖 40	著名少女峰的冰蝕谷.....	- 49 -
圖 41	高山火車邊坡之防落石柵.....	- 50 -
圖 42	野溪使用木頭節制壩.....	- 50 -
圖 43	階梯與周圍景觀融合.....	- 51 -
圖 44	步道排水使用木頭資材.....	- 51 -

壹、考察目的與行程

一、考察目的

本次考察行程主要參加「2016 INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會」及參訪瑞士天然災害治理、風險管理與預警相關單位，透過參加前揭研討會，與世界各國專家學者共同討論如何防範及因應天然災害，對災害建立預防機制，跨學科研究來預防洪水、土石流、崩塌、雪崩、落石以及人為之影響。除在會場與各國專家交換意見外，會後赴瑞士各地方政府天然災害治理、風險管理與預警相關單位參訪雪崩、崩塌、洪水及土石流災害之防治工程，現地勘察各項坡地災害工程，瞭解瑞士治理工程之設計理念，比較與臺灣治理工程之差異，並從中學習其優點。

二、考察人員

本次考察人員共計 2 人，其服務機關分別為行政院農業委員會水土保持局及其所屬臺北分局，考察人員職稱、姓名如表 1 所示。

表 1 考察人員列表

服務機關	職稱	姓名	性別	備註
行政院農業委員會 水土保持局	組長	傅桂霖	男	團長
行政院農業委員會 水土保持局臺北分局	副工程司	楊凱鈞	男	
合計 2 人				

三、考察行程

本次出國考察期間自 105 年 5 月 28 日至 6 月 9 日共計 13 日，主要考察地點為赴瑞士琉森州琉森(Lucerne, Canton Lucerne)參加「2016 INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會」，並參加研討會舉辦現地研習，主要考察落石、雪崩、崩塌、洪水及土石流等防治工程，本

次考察行程如表 2 所示。

表 2 考察行程

日數	日期	行程紀要
第 1 日	5 月 28 日(六)	桃園國際機場(TPE)前往蘇黎世國際機場(ZRH)
第 2 日	5 月 29 日(日)	1、參訪蘇黎世(Zürich, Canton Zürich) 2、由蘇黎世搭乘火車赴琉森
第 3 日	5 月 30 日(一)	1、參加 2016 INTERPRAEVENT 開幕式 2、2016 INTERPRAEVENT 海報張貼發表
第 4 日	5 月 31 日(二)	1、參加 2016 INTERPRAEVENT 2、2016 INTERPRAEVENT 海報張貼發表
第 5 日	6 月 1 日(三)	參加 2016 INTERPRAEVENT 一日現勘行程： 赴烏里州西斯孔(Sisikon, Canton Uri)及施維茲州高達(Goldau, Canton Schwyz)考察落石、崩塌及土石流防治工程，並參訪 1806 年發生高達大規模崩塌遺跡。
第 6 日	6 月 2 日(四)	1、參加 2016 INTERPRAEVENT 2、2016 INTERPRAEVENT 海報張貼發表
第 7 日	6 月 3 日(五)	參加 2016 INTERPRAEVENT 三日現勘行程： 赴柏恩州古坦嫩(Guttannen, Canton Bern)及瓦萊州布利格(Brig, Canton Valais) 考察瑞士土石流、山洪暴發及雪崩等災害及防治工法。
第 8 日	6 月 4 日(六)	參加 2016 INTERPRAEVENT 三日現勘行程： 赴同位於瓦萊州的菲斯普(Visp)及特施(Täsch)考察隆河(Rhone river)河川整治計畫及土石流災害防治工法，並於途經隆達(Randa)觀察 1991 年發生大規模岩石滑移(The Grossgauer Landslide)。
第 9 日	6 月 5 日(日)	參加 2016 INTERPRAEVENT 三日現勘行程： 赴伯恩州的圖恩(Thun)，考察都市區域整體防洪計畫，途經烏里州與伯恩州交會的撒斯坦隧道(Susten Pass)觀察重要交通設施邊坡防治工法。

日數	日期	行程紀要
第 10 日	6 月 6 日(一)	參訪伯恩(Bern, Canton Bern)
第 11 日	6 月 7 日(二)	參訪格林德瓦(Grindelward, Canton Bern), 考察高山觀光, 落石防治工法及冰蝕地形。
第 12 日	6 月 8 日(三)	參訪蘇黎世
第 13 日	6 月 9 日(六)	蘇黎世國際機場(ZRH)前往桃園國際機場(TPE)

貳、考察過程與內容說明

一、2016 INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會

(一) INTERPRAEVENT 國際研究學會介紹

1965 及 1966 年歐洲大陸被數次洪水災害襲擊，損失慘重。在這兩年毀滅性的洪災過後，歐陸著名土木水利學者於 1967 年在奧地利克拉根福(Klagenfurt am Wörthersee, Austria)召開論壇討論洪水災害發生原因及防治措施，以在下一次洪水侵襲時能有效控制災害。1967 年的論壇會議即是第 1 屆的 INTERPRAEVENT 研討會，當時的主題為「洪水及區域計畫」，會後於 1968 年成立“Research Association for Preventive Action against Flooding”防治洪水研究學會，主要會員為奧地利中央及地方政府、學校及私人公司等，此其為 INTERPRAEVENT 國際研究學會的前身，該學會約定每四年召開一次大型研討會，以交換最新研究成果、檢討防治工法效益及討論熱門議題。在 1990 年，該學會正式改名為 INTERPRAEVENT 國際研究學會，於 1992 年開始加入國際會員。

INTERPRAEVENT 國際研究學會為歐洲著名的跨領域防災研究學會，主要任務為保護人類生存空間以防止洪水(flooding)、土石流(debris flow)、崩塌(landslides)、雪崩(avalanches)及落石(rock fall)等天然災害及人為影響(anthropogenic, man-made)所產生災害之威脅。學會名稱即強調跨領域“INTER”、災害防治“PRA”及舉辦各種大型研討會以交換最新研究及議題資訊“EVENT”。學會主要任務有以下 8 項：

- 1、分析並評估天然坡地災害致災原因。
- 2、發展預防性減輕災害之防治工法。
- 3、組織國際性跨領域的研討會。
- 4、發表及編印科學研究成果
- 5、持續性發表及傳遞最新的有關防災決策、政府組織及經濟的科學研究成果。

- 6、聯合及彙集國際間研究活動及焦點議題。
- 7、促進常態性的交換防災資訊及知識
- 8、建立防災研究理論與實務間之連結

INTERPRAEVENT 國際研究學會發主要其網頁(如圖 1 所示) 發布國際間最新防災資訊、活動及出版品資訊等。該學會之組織架構如圖 2 所示。

The screenshot shows the website interface for INTERPRAEVENT. At the top, there are language selection options: deutsch | english | italiano | francais. Below this is a navigation menu with links for Home, Interpraevent, Service, Contemporary, Press, and Contact. A large photograph of a collapsed building is featured on the left. To the right of the image is a vertical menu with categories: Floods, Avalanches, Mountain torrents, and Mass movements. The main content area is divided into several sections: 'Events' with details for 'GeoTirol 2016' and '4th World Landslide Forum 2017'; 'Calendar / Events' listing specific dates and events; 'News' with a recent article about a book and a congress; and a 'Search' section with input fields for keywords and topics, and a search button.

圖 1 國際天然災害防治研究學會網頁(www.INTERPRAEVENT.at)

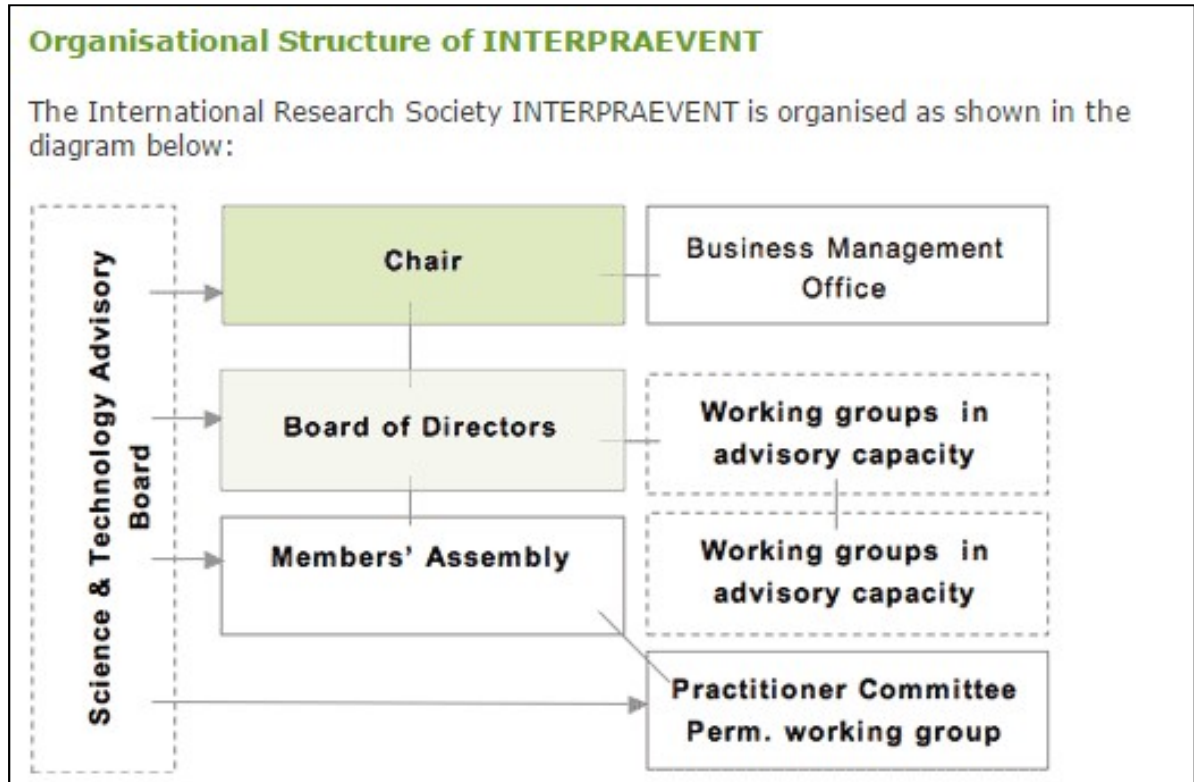


圖 2 國際天然災害防治研究學會組織圖

(二) INTERPRAEVENT 國際研究學會成員

在 1968 年成立“Research Association for Preventive Action against Flooding”防治洪水研 against Flooding”防治洪水研究學會，剛開始會員為奧地利政府(the Republic of Austria)、Republic of Austria)、奧地利克恩頓州政府(the State of Carinthia)、學校、私人公司及少學校、私人公司及少數個人會員等。在 1990 年，該學會正式改名為 INTERPRAEVENT 為 INTERPRAEVENT 國際研究學會，於 1992 年開始加入國際性的會員，亞洲環太平洋會員，亞洲環太平洋地區的日本以砂防學會為代表於 1992 年首先加入，臺灣於 2004 加入，臺灣於 2004 年以水土保持局為代表加入，截至 2016 年共有 10 個國際會員。各 10 個國際會員。各國加入 INTERPRAEVENT 國際研究學會年份如

表 3 所示。

表 3 INTERPRAEVENT 國際會員

參加年份	國名/地區名	代表組織
1992	日本(Japan)	砂防學會(Sabo Society)
1995	瑞士(Switzerland)	聯邦環境辦公室(Federal Office for the Environment FOEN)
1996	德國巴伐利亞州 (Bavaria, German)	巴伐利亞環境局 (Bavarian Environment Agency)
1996	義大利波爾察諾自治 省 (Italy, South Tyrol)	野溪整治技術專家公司 (Torrent control specialist company)
1996	義大利特倫托省 (Trento, Italy)	流域管理局 (Servizio Sistemazione montana)
1997	斯洛伐尼亞(Slovenia)	環境及區域計畫部(Ministrstvo za okolje in Prostor)
2000	義大利佛里烏利-威尼 斯朱利亞自治區 (Autonomous Region of Friuli-Venezia Giulia, Italy)	林業局 (Direzione Regionale delle Foreste)
2003	義大利瓦萊達奧斯塔 大自治區(Autonomous Region of Aosta, Italy)	土地與環境部 (Dipartimento Territorio e Ambiente)
2004	臺灣(R.O.C. Taiwan)	水土保持局 (Soil and Water Conservation Bureau of Taiwan)
2013	挪威(Norway)	能源與水資源委員會 (NWE - Norwegian Water and Energy Directorate)

(三)INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會

INTERPRAEVENT 國際研究學會主要任務之一即為計畫及主辦國際性跨領域的研討會，自 1967 年起每隔四年在歐洲不同地區舉辦一次公開研討會，截至 2016 年在歐陸共舉辦過 13 次研討會。

初期參與專家大部分來自歐洲各國，自 2002 年來已擴展至亞洲環太平洋區域成為一個國際性的大型會議(即 INTERPRAEVENT in the Pacific Rim)，INTERPRAEVENT 國際研究學會逐漸穩固其在世界天然災害防治及研究上之主流地位。亞洲環太平洋區域 INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會亦是每四年舉辦一次，2002 年首先在日本松本市(Matsumoto, Japan)舉辦，2006 年在日本新潟市(Niigata, Japan)，2010 年則在臺灣臺北市(Taipei, Taiwan)，2014 年在日本奈良市(Nara, Japan)舉行，下一屆亞洲環太平洋區域 INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會預定於 2018 年在日本富山市(Toyama, Japan)舉辦。

早期 INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會，探討主題著重洪水災害及區域計畫之研究，1988 年後主題加入雪崩、崩塌及土石流等坡地災害之探討及防治工法之研究，2008 年開始探討主題包含各種坡地災害對保全對象之威脅及其防治，加入地震對邊坡位移之影響並開始有複合型災害之概念，尤以 2010 年在臺灣臺北舉辦亞太區第 3 屆 INTERPRAEVENT 研討會最為明顯，今年 2016 年在瑞士琉森舉辦之 INTERPRAEVENT 研討會，主題則加入風險的概念，主要認為坡地災害雖能用工程手段減輕其發生機率及規模，但剩下無法用工程手段解決的部分，需要以防災保險等軟體措施協助保全對象。自 1967 年至 2016 年各屆 INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會如表 4 所示。

表 4 各屆 INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會舉辦地點及主題

年份	屆數	城市(國家)	主題
2016	第 13 屆	Lucerne (Switzerland)	Living with natural risks
2014	亞太區 第 4 屆	Nara (Japan)	Natural disaster mitigation to establish society with the resilience
2012	第 12 屆	Grenoble (France)	Protection of living spaces from natural hazards
2010	亞太區 第 3 屆	Taipei (Taiwan)	Natural Disasters Mitigation Including Floods, Storms, Debris flows, Mass movements and Earthquakes etc.
2008	第 11 屆	Dornbirn (Austria)	Protection of populated territories from floods, debris flow, mass movements, and avalanches
2006	亞太區 第 2 屆	Niigata (Japan)	Disaster mitigation of debris flows, slope failures and landslides
2004	第 10 屆	Riva del Garda (Italy)	Long-term protection against flooding, debris flow, avalanches and rock fall
2002	亞太區 第 1 屆	Matsumoto (Japan)	Protection of habitat against floods, debris flows and avalanches
2000	第 9 屆	Villach (Austria)	Long-term protection against flooding, debris flow, avalanches and rock fall
1996	第 8 屆	Garmisch Partenkirchen (German)	Protecting living space from flooding, debris flow and avalanches
1992	第 7 屆	Bern (Switzerland)	Protecting living space from flooding, debris flow and avalanches
1988	第 6 屆	Graz (Austria)	Protecting living space from flooding, debris flow and avalanches

年份	屆數	城市(國家)	主題
1984	第 5 屆	Villach (Austria)	Coordination in flood protection management
1980	第 4 屆	Bad Isch (Austria)	Analysis of natural areas for the purpose of disaster prevention in structural flood protection and spatial planning
1975	第 3 屆	Innsbruck (Austria)	Protecting Alpine living space
1971	第 2 屆	Villach (Austria)	Limits and possibilities of preventing storm-related disasters in the Alpine region
1967	第 1 屆	Klagenfurt (Austria)	Flooding and spatial planning

除自 1967 年至 2016 年共舉辦 17 次國際研討會外，INTERPRAEVENT 學會亦舉辦地區性之專家討論發表會，針對特定區域特定主題，各專家學者發表最新研究成果。另外，每兩年舉行一次的 INTERPRAEVENT 高峰會(Summit)，討論全球坡地災害學界最新議題及亟待解決的問題，2016 年高峰會臺灣是由國立中興大學農業暨自然資源學院院長陳樹群特聘教授代表出席。

(四)2016 INTERPRAEVENT 研討會主題

INTERPRAEVENT 每隔四年在歐洲不同地區舉辦一次國際性研討會，2012 年第 12 屆 INTERPRAEVENT 共有來自 15 個國家 350 以上專家學者參加，今(2016)年第 13 屆 INTERPRAEVENT 研討會更是破紀錄有來自 20 個國家超過 550 位專家學者參與研討。

本次研討會的主題是「與天災風險共存」(Living with natural risks)，又分成 5 個子題，分別是：

1、風險管理與政策(Risk governance and policies)

- 2、資料蒐集及模式應用分析(Data acquisition and modelling)
- 3、災害風險評估(Hazard and risk assessment)
- 4、災害風險減輕措施(Hazard and risk mitigation)
- 5、災中緊急應變(Emergency management)

本屆研討會共收到 370 篇長摘要，研究主題以第 3 子題(占 33%)為最多，其次依序為第 2 子題(占 29%)、第 4 子題(占 18%)、第 1 子題(占 10%)及第 5 子題(占 10%)。

若以投稿研究成果之國籍來計算，以地主國瑞士最多(占 40%)，後 3 名依序為奧地利(占 23%)、義大利(占 8%)及日本(占 8%)。

對坡地災害種類而言，各專家學者研究最多為洪水(占 44%)，餘依序為土石流(占 35%)、崩塌(占 24%)、落石(占 17%)及雪崩(占 15%)，由於部分研究為複合型災害，故以上災害種類統計超過 100%。

本屆研討會競爭頗為激烈，收到 370 篇長摘要中，僅有 175 篇被接受，接受率 47%。本屆研討會行政院農業委員會水土保持局進行相關研究投稿共 4 篇，4 篇皆被接受收錄於論文集(本屆研討會論文集如圖 3 所示)，顯見水土保持局進行坡地災害之研究亦為其他國家產官學界感興趣之議題。



INTERPRAEVENT

2016 – Lucerne, Switzerland

13th Congress

INTERPRAEVENT 2016

30 May to 2 June 2016

Lucerne, Switzerland

Extended Abstracts

www.interpraevent.at



圖 3 第 13 屆 INTERPRAEVENT 論文集

(五)2016 INTERPRAEVENT 研討會會場

本屆研討會於瑞士琉森舉辦，研討會主會場位於琉森文化與會議中心(Lucerne Culture and Congress Centre, KKL)，該中心位於琉森火車站旁，交通頗為方便，為一現代化大型展演及會議中心。值得一提的是，KKL 中心濱琉森湖畔，遠眺該建物和琉森湖，其獨特的水平延伸屋頂造型，頓覺湖天一色與深藍色的水平屋頂十分合諧，建物完美融合在環境中，完全不覺現代化建築與天然湖光山色有任何不協調處。遠眺琉森湖與 KKL 中心如圖 4 所示。



圖 4 遠眺琉森湖與 KKL 中心，現代化建物與天然景觀融合典範

研討會後續在考察瑞士各項治山防災工程設施或其他公共工程時，可以發現與世界其他各國相比，瑞士工程設施最大特點是公共工程與自然景觀環境融合性強，甚少看見過於突兀及張狂的公共工程造型，且使用資材大部分皆與周邊環境融合，可以感覺其工程設計理念較要求景觀環境美學。站在琉森周邊丘陵遠眺，現代化的

KKL 中心與周邊中世紀舊城區亦無突兀感覺，建物本體好似圍繞城市北側丘陵的延伸，如圖 5 所示。



圖 5 站在琉森周邊丘陵，遠眺舊城區與 KKL 中心

(六)2016 INTERPRAEVENT 研討會海報張貼發表

本屆研討會要求各海報張貼發表人，於報告後開幕式前先至大會規劃場地將海報張貼妥當，由於本屆參與人數破紀錄達 550 人，故在 KKL 中心大會報告處到處可看見各國專家學者排隊報到，部分手上拿著海報準備去張貼處進行張貼發表。本次考察行政院農業委員會水土保持局傅桂霖組長報到後欲進行海報張貼如圖 6 所示。國立中興大學陳樹群特聘教授蒞臨指導如圖 7 及圖 8 所示。

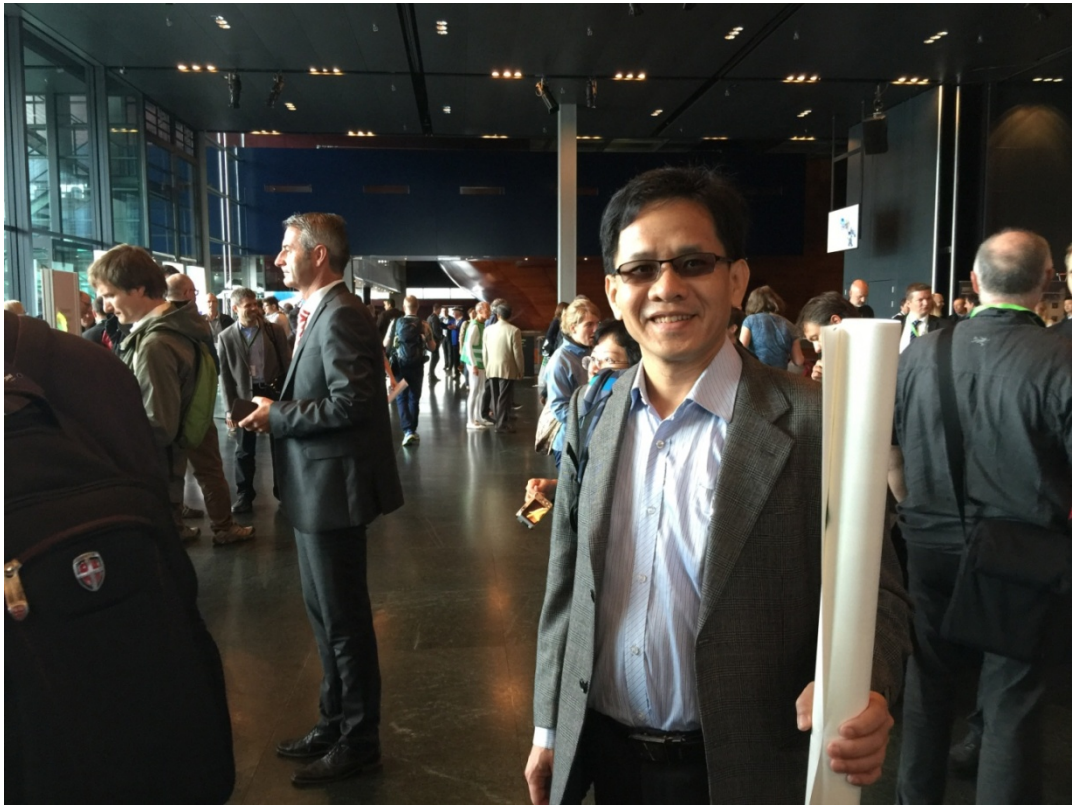


圖 6 本次考察成員傅桂霖組長進行海報發表



圖 7 國立中興大學陳樹群特聘教授蒞臨指導



圖 8 國立中興大學陳樹群特聘教授蒞臨指導

本次考察成員代表水土保持局張貼海報發表題目為「大規模崩塌災害規模及機制調查—以臺灣梅花崩塌區為例」(Investigation on disaster scale and mechanism of a deep-seated landslide –Mei-Hua area in Taiwan as an example)以及「臺灣義興地區邊坡災害原因調查」(Investigation on slope disaster and failure mechanism of Taiwan Yi-Shing)，皆是大規模崩塌相關研究，被歸類本屆研討會第 2 子題內。部分學者對前揭海報發表內容有興趣，其詢問問題歸納如下：

- 1、環境地質、降雨量及崩塌誘發因子
- 2、使用探討崩塌機制的儀器有哪些，如何布置
- 3、整體預算，後續治理工法
- 4、軟體手段，有無劃設崩塌潛勢區或限制建築等措施

以上問題皆為臺灣後續大規模崩塌防減災機制重要課題，目前國內相關機制還在發展，國外寶貴經驗相信對臺灣具重要參考價值，

尤其是崩塌潛勢區限制建築或是崩塌保險此一課題。

(七)2016 INTERPRAEVENT 研討會開幕式及主題報告

本次研討會由瑞士聯邦環境辦公室主任 Marc Chardonnen(致詞如圖 9 所示)、琉森州州議員 Robert Küng 及琉森市市議員 Adrian Borgula 分別致詞歡迎各國專家學者齊聚琉森討論如何與天災風險共處以及瑞士對於天災風險的概念與措施。接下來大會安排 3 場次主題報告，分別說明如下：

1、2015-2030 仙台減災綱領(The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction)，發表者為前聯合國減災辦公室主管(Special Representative of the United Nations Secretary General for Disaster Risk Reduction) Margareta Wahlström。本主題報告主要內容在詮釋聯合國目前強調災害「風險」以替代災害損失，強調災害「風險」管理以替代災害管理。

2、與天災風險共存：整合風險管理策略是成功關鍵(Living with natural risks: Integrated risk management as the key to success)，發表者為瑞士聯邦環境辦公室災害防治組主任(Head of the Hazard Prevention Division of the Federal Office for the Environment) Hans Peter Willi。本主題報告主要內容為說明 1848 年至今瑞士發生的幾次重大天然災害，並詮釋整合風險管理策略及目前瑞士天災風險管理策略的演進及實施。

3、風險工程：保險在整合風險管理策略的角色(Risk Engineering - The role of insurances in integrated risk management)，發表者為蘇黎世保險公司風險工程的全球主管(Head Global Risk Engineering, Zurich Insurance) Robert Gremlı。本主題報告在於私人保險公司所開辦的洪水、土石流及崩塌保險，在整合風險管理策略中所扮演的角色。

綜合以上主題報告，本次研討會著重在天然災害風險管理(risk management for natural hazard)策略是非常明顯的，相關策略需要產業界有能力分析製作出夠精確的災害風險潛勢圖，政府制定策略與

民眾充分討論後並訂定專法配合執行，學界不斷創新研發災害潛勢分析理論，才有機會訂定出可行之措施。會後水土保持局傅桂霖組長代表和來自各國學者交換意見如圖 11。

目前臺灣已有諸如土石流潛勢區或是地質敏感區等由政府機關發布之災害潛勢圖，依照災害防救法於災前整備、災中應變及災後復建等階段進行各項災害防治硬體及軟體工作，對於災害風險管理臺灣民眾似認為應由政府負擔大部分的工作，惟目前世界趨勢已然轉變為天然災害風險管理，針對住在高危險區民眾研擬強制保險辦法或其他限制土地超限利用等措施為未來趨勢。



圖 9 瑞士聯邦環境辦公室主任 Marc Chardonnen 致詞



圖 10 主題報告：2015-2030 仙台減災綱領

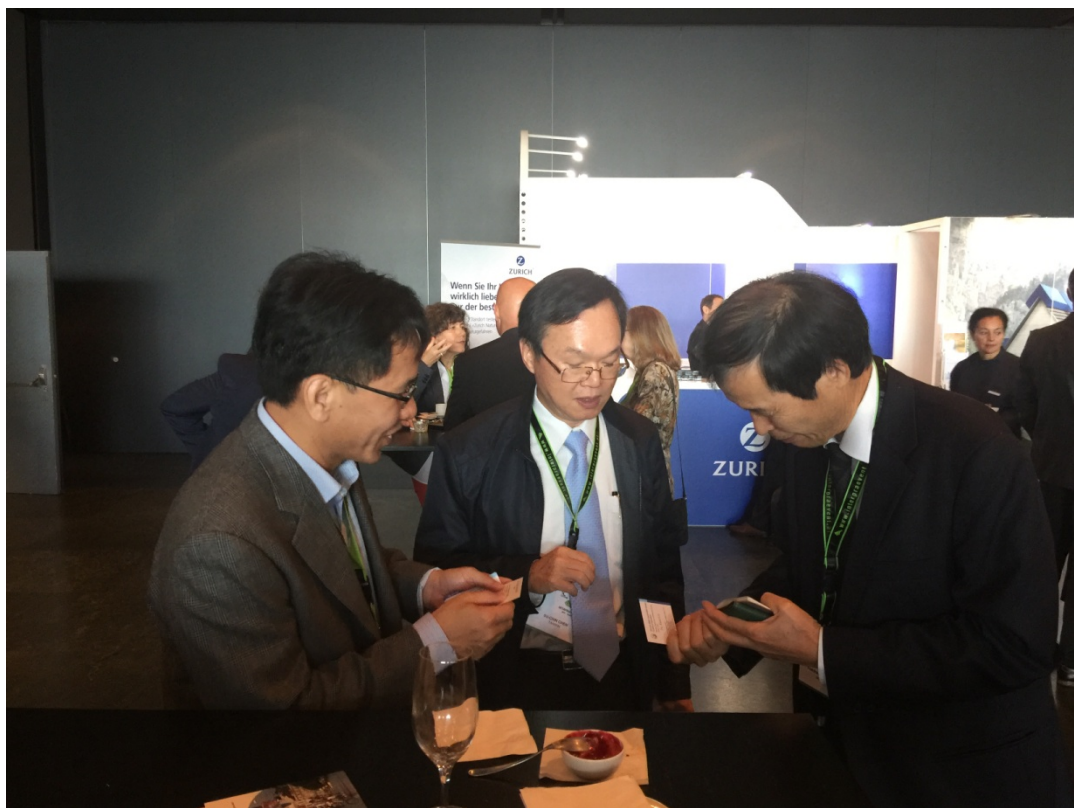


圖 11 研討會休息時間與各國學者交換意見

二、2016 INTERPRAEVENT 研討會後一日現勘

本屆研討會舉辦會後一日現勘及三日現勘等行程，為瞭解瑞士有關崩塌整治、土石流防治工程、大規模崩塌及河川整治計畫，本考察團以上現勘行程皆參加，共 4 日現勘。

研討會後一日現勘行程，主題是有關崩塌及土石流整治工法，第一站到達烏里州西斯孔山麓地區的 Riemenstalden 村，參訪土石流(春天融雪則發生雪崩)保護壩(Avalanche protection dam)，主要保護對象即是常住人口約莫 40 人的 Riemenstalden 村。圖 12 為 Riemenstalden 村土石流流動區，可發現地面能有縱向侵蝕遺跡。

圖 13 為土石流保護壩，壩體為類似加勁擋土牆工法，可發現整體工程與自然環境協調，雖為土石流保護壩，但卻未使用混凝土即可到達其強度，且後續整座壩體皆會完成植生。圖 14 為壩後聚落整體景觀，可發現土石流保護壩與環境十分融合。

本次參訪特別安排瑞士當地施作壩體廠商與現勘團員解說此工法的概念，如圖 15 所示。經詢問該工法具有瑞士專利，惟瑞士公共工程仍採用，且藉由舉辦國際研討會推廣其防災產業。



圖 12 土石流(春天融雪則發生雪崩)流動區



圖 13 土石流保護壩，壩體正面後續噴植以利植生



圖 14 壩後保全對象(約 40 人聚落及學校)，土石流保護壩與當地環境融合



圖 15 工法概念解說

第二站到達烏里州西斯孔 Dornirunse 區，該處為瑞士重要南北縱貫鐵路及歐盟國際重要快速道路，該路段邊坡 Dornirunse 山麓每逢暴雨(200~300mm/day)，即容易發生土石流，逕流與道路交會處瑞士州政府、鐵路公司即共同合資新建沉砂滯洪池(如圖 16 所示)，除出口為格柵壩以將巨礫擋在沉砂池內，以達成土石流脫水，使高含砂水流自鐵公路箱涵安全排放外，在沉砂池入口處，亦創新設計一支土石流破壞壩(類似丁壩僅在一岸，如圖 17 所示)，除將土石流引導至滯洪池中心避免直衝格柵壩，亦可將更大粒徑巨石擋在上游，達成破壞土石流直進力的效果。



圖 16 土石流沉砂滯洪池



圖 17 土石流破壞壩(類似丁壩型式)

第三站到達施維茲州高達，該處 1806 年發生歷史著名高達大崩塌，依據文獻推估，該處崩塌已達目前所謂大規模崩塌之規模(崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方米或崩塌深度在 10 公尺以上)，目前崩塌發生區附近仍有裸露面(如圖 18 所示)，山麓坡腳較為平緩處皆為當時崩積扇。

高達大崩塌坡腳，因現地甚多巨石，適合營造出當地不同種類山羊及野生動物棲地，故目前為高達動物園，圖 19 為高達動物園內山羊棲息在 1806 年大崩塌滑移至坡腳之巨石群內。



圖 18 高達大規模崩塌(1806 年)，原崩塌發生區目前仍裸露



圖 19 高達動物園，該處巨石群為 1806 年大崩塌滑移至坡腳

三、2016 INTERPRAEVENT 研討會後三日考察

第一天現勘團赴柏恩州古坦嫩，參訪因土石流而進行州際道路改道等相關計畫，古坦嫩 Hasli 山谷 Rotloui 野溪支流坑溝因兩岸高山山麓冰河雪水融化過快，逕流集中導致土石流阻塞主流河道，Rotloui 野溪亦發生山洪暴發，溪水漫流影響保全對象安全，目前仍可觀察到野溪右岸支流山麓沖積扇地形遺跡，如圖 20 所示。

在臺灣坑溝逕流集中絕大部分是因為暴雨，在瑞士山區若春天溫度上升過快，冰河融化過快，亦會造成山洪暴發情形(圖 21 坑溝源頭即為冰河)，因此全球暖化，氣候變遷在瑞士亦產生越來越多洪水問題。



圖 20 野溪山洪暴發，兩側坑溝發生土石流影響保全對象



圖 21 野溪兩岸坑溝整治，坑溝源頭為冰河，融化過快易導致山洪暴發

第一天第二站為瓦萊州布利格，當地消防隊隊長為研討會現勘團介紹防災應變體系。經詢問消防隊長，由於瑞士兵役為徵兵制，男性除服兵役外，亦需選擇一定時數社會服務役，故全消防隊僅消防隊長是全職，其餘職務皆為當地公民服役。消防隊的任務除救火外，舉凡天然災害之災前整備、災中應變等工作，皆由消防隊負責。

1993 年，流經布利格市溪流因當年冬天融雪太快，導致山洪暴發，洪峰挾帶泥砂及漂流木流經布利格橋，因通洪斷面不足導致洪水漫流，影響全市保全對象安全。災後布利格橋亟需改建，若直接抬高會影響全市景觀，故當地政府使用競圖方式，設計出洪峰來臨時因水頭壓力差會自動上升的橋梁(如圖 23 所示)，興建完成後，該自動升降橋平時整備維修，災中操作皆由當地消防隊負責。

流經布利格市溪流(如圖 24)，因坡度甚陡平時水流湍急，其河溪整治工程，無論是護岸、固床工或是溪底拋石，皆採用融合當地自然景觀之資材，營造整體河溪環境與自然景觀之調合。



圖 22 布利格市消防隊徽



圖 23 布利格橋現已改建為自動升降(利用水壓力)



圖 24 布利格野溪整治與自然景觀融合

第二天第一站為瓦萊州菲斯普(Visp)，當地位於隆河(Rhone river)中上游谷地，由於河溪周邊有人口眾多聚落及工業區，故其河川整治防洪頻率加強達 500 至 1000 防洪頻率年，河溪斷面加寬勢必會使用到私有土地，瑞士政府採以地換地等補償手段，並向工業區索取補償金，河川整治計畫負責人協助說明整體計畫情形如圖 25 所示，現場勘查堤防工程如圖 26 所示。

第二天第二站赴隆河河谷南面山麓地帶，參觀歐陸海拔最高的葡萄園(如圖 27 所示)，因該區域屬阿爾卑斯山脈背風面，氣候較為乾燥，再加上地質屬白堊土排水良好，適合種植釀酒葡萄。雖然瑞士重視坡地保育，但屬高經濟作物種植區域亦不會完全限制開發利用，而是以土地合理利用搭配水土保持設施，如圖 28 該處葡萄園採石牆法以防止土砂流失。

第二天第三站赴特施周邊現地勘查土石流整治工地現場，在土石流流動段，瑞士整治單位為保護保全對象安全，將溪流改道轉彎 90 度(如圖 29 所示)，理論上土石流具直進性，改道也許因現地土地使用限制不得不然。土石流中下游段，可發現其縱橫向淘刷仍屬嚴重如圖 30 所示，最下游興建滯洪沉沙池以消能如圖 31。

最後現勘團途經隆達(Randa)觀察 1991 年發生大規模岩石滑移(The Grossgauer Landslide, 如圖 32)，該處岩石滑崩後影響鐵路及道路安全，由於其規模量體龐大，瑞士政府採鐵公路改道方式以避開災害，而不再投入經費整治。



圖 25 河川整治計畫負責人協助說明整體計畫情形



圖 26 現場勘查隆河堤防工程



圖 27 歐陸海拔最高葡萄園種植於坡地



圖 28 歐陸海拔最高葡萄園，可發現農地水土保持石牆法被廣泛應用



圖 29 土石流流動段



圖 30 土石流縱橫向沖刷嚴重



圖 31 格柵壩滯洪沉砂池以消能



圖 32 大規模岩石滑移(1991 年)

第三天第一站為伯恩州圖恩(Thun)周邊好發土石流之野溪(如圖 33 及圖 34)，類似臺灣神木村野溪，該處因上游崩塌土砂料源供應仍多，每逢大雨易發生土石流，為研究土石流物理特性，該處壩體有各式應力計以進行研究。

第三天第二站到達位於圖恩湖畔的圖恩市(如圖 35)，圖恩湖為圖恩市重要水資源，然若湖水上漲太快，位於其下游側的圖恩市內之區排宣洩不及，即易發生洪水災害，圖恩市利用水門及水庫操作原理，自 19 世紀起及累積水庫操作的經驗，確保水資源不虞匱乏並避免洪水災害。



圖 33 土石流中下游段



圖 34 土石流發生段及流動段



圖 35 遠眺圖恩市，位於圖恩湖畔



圖 36 圖恩市內 19 世紀操作至今水門

四、參訪格林德瓦、伯恩及蘇黎世

本次考察行程，除參加研討會行程外，因路程關係亦順道參訪伯恩、蘇黎世及格林德瓦(Grindelward, Canton Bern)，考察都市河溪整治、高山觀光，冰蝕地形、落實防治工法及融合環境自然工法。

伯恩為瑞士聯邦首都，阿勒河穿越其中。由於都會區內人口集中，若要有效利用土地，部份穿越大都會的河川都被築起高高的堤防，破壞其整體的景觀，瑞士伯恩的阿勒河，房舍、公園、分洪設施與自然景觀融合成一體如圖 37 及圖 38。

格林德瓦為伯恩高地周邊高山的入口，伯恩高地周邊山脈具非常壯觀也非常陡峭的冰蝕地形(如圖 39 及圖 40)，如何有效開發高山觀光業且與自然融合，是臺灣需仔細思考的課題。例如若要去少女峰觀光，瑞士政府就不開發公路，以高山火車等大眾交通工具來替代，雖然在陡峭山地開發交通設施仍有一定風險，鐵道周邊需進行之落石或雪崩防治措施亦近可能採用自然資材(如圖 41)。

蘇黎世為瑞士第一大城，城市周邊有許多森林步道供健行者遊憩，在較為淺山緩和的山區，野溪整治、步道階梯、排水，皆採用與自然環境較為融合的資材，營造整體景觀，如圖 42、圖 43 及圖 44 所示。



圖 37 流經瑞士首都伯恩的阿勒河



圖 38 房舍、分洪設施與自然景觀融合



圖 39 壯觀的冰蝕地形



圖 40 著名少女峰的冰蝕谷



圖 41 高山火車邊坡之防落石柵



圖 42 野溪使用木頭節制壩



圖 43 階梯與周圍景觀融合



圖 44 步道排水使用木頭資材

參、考察心得及建議

一、國際研討會與在地觀光整合行銷

相較於其他國際研討會，本屆 2016 INTERPRAEVENT 國際天然災害防治研討會歷時較長，步調較慢，主辦單位想將環境、文化、觀光與防災產業進行結合，在考察各項災害防治計畫的同時，一齊將該地文化及觀光資源介紹給與會專家學者。若臺灣爭取到 2022 INTERPRAEVENT in the Pacific Rim 的主辦權，除分享最新研究成果外，亦應借此機會讓國外專家學者體會到臺灣山林環境獨特的美麗及不同族群融合的文化。

二、防災體系及技術產業化

因為臺灣獨特地理環境，每年投入大量經費進行災害防治工作及研究，也累積大量經驗及技術，但相較於其他國家，臺灣對於邀請廠商贊助國際研討會，並協助優良工程顧問公司或是材料廠商增加世界能見度仍較為保守，以這次 2016 INTERPRAEVENT 研討會為例，由於主題是災害風險管理，就邀請世界知名蘇黎世保險公司贊助研討會，除擺設廠商攤位外，還邀請其作開幕式的主題報告，可見瑞士對於推廣防災相關產業十分重視。

三、天然災害風險管理

天然災害風險管理已是未來趨勢，歐洲、美國發生災害時，災後約有 2/3 金額是保險公司進行理賠，但臺灣卻沒有這樣的觀念，民眾往往完全依靠政府進行災前整備、災中應變及災後復建等工作，造成政府莫大負擔，且由於民眾未有災害風險管理概念，在災害發生前，對於公權力進行土地使用管制往往非常排斥。以土石流災害為例，目前民眾已瞭解到人不勝天及避災的重要性，建議未來加強推廣災害風險的概念，且民眾應瞭解災害風險自身亦有責任，最後才能達成風險管理目標。

四、坡地高經濟農業及高山觀光業

臺灣和瑞士一樣是多山的小國，坡地農牧用地的使用勢在必行。

以這次考察為例，高經濟價值之釀酒葡萄園，瑞士政府並不限制開發，但要做好水土保持設施。壯觀陡峭的高山觀光，瑞士政府減少開設道路，改用對環境破壞較少的纜車、高山火車等大眾交通工具，還是可有效開發高山觀光資源。合理土地使用分區管制，是臺灣應更努力的目標。

五、工程考量自然景觀

以這次考察行程觀察到的研討會場 KKL 中心與琉森湖、Riemenstalden 村土石流保護壩、布利格橋的改建及蘇黎世健行步道使用大量自然資材為例，瑞士在興建公共工程時，將工程與自然景觀融合視為設計的重點，即使是要花費比較多的工程經費，也是如此，這是未來值得臺灣努力的方向。


附錄

壹、2016 INTERPRAEVENT 海報發表：大規模崩塌災害規模及機制調查—以臺灣梅花崩塌區為例

Investigation on disaster scale and mechanism of a deep-seated landslide - Mei-Hua area in Taiwan as an example

INTERPRAEVENT
2016 - Lucerne, Switzerland

Living with natural risks

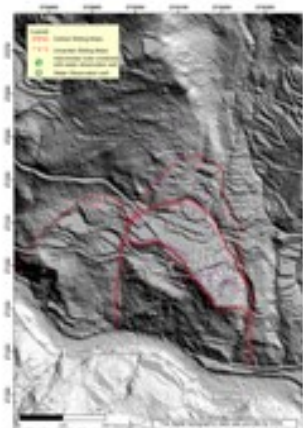


Introduction


Mei-Hua landslide area is located in Hsinchu county, Taiwan. Which with colluvium thickness of 50m. This area include household with a population of about 400, Mei-Hua elementary school and only one access road. During the Typhoon Haitang in 2005(accumulated rainfall obtain 600mm), lots landslide disasters include cracks of house, retaining wall and roads has been occurred, and partial site of this area recently still shows unstable symptoms.

Method

- Compare the Digital topographic map of LIDAR with the surface geological investigation results to verify the interpretation result of LIDAR.
- Perform geology drillings to study the geologic structure.
- Installed Water observation well and Inclinator to investigate the ground water table and slope stability situation.

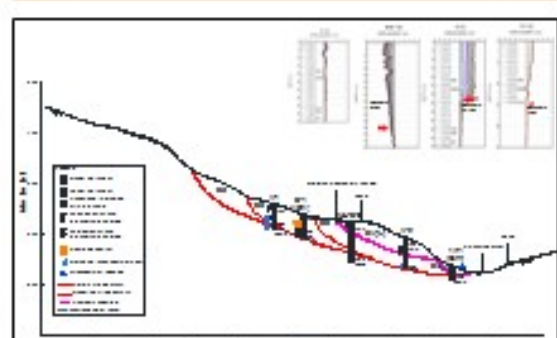


Digital topographic map of LIDAR

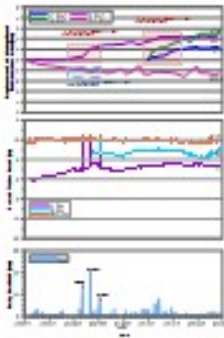


Plan view of the distribution of sliding masses


Results



Cross section of sliding masses



Rainfall, Ground Water Level and Displacement



Ground water flow paths

Discussion

- Groundwater is the main cause of disaster on the slope. It is possible to happen slope failure if groundwater cannot be discharge out during the period of typhoon.
- the raise margin of groundwater and quantities of slope displacement is less at the similar rainfall condition after surface drainage systems and middle depth of groundwater discharge finished in 2014. To reduce the risk of slope disaster, the overall improved engineer to control groundwater table below the sliding plane is still necessary.

Congress Office INTERPRAEVENT 2016
Bundesamt für Umwelt BAFU
Bühlerstrasse 27
CH-3000 Bern

貳、2016 INTERPRAEVENT 海報發表：臺灣義興地區邊坡災害原因調查

Investigation on slope disaster and failure mechanism of Yi-Shing area in Taiwan


Introduction

Yi-Shing area is a river terrace located in elevation of about 100~120m near the Da-Han river in Taoyuan Taiwan, the mainly protected targets are Yi-Shing community with 20~40 habitants and Yi-Shing dam the important hydraulic structure in Da-Han river. Under the influence of river erosion of Da-Han river for a long time, the disasters of slope collapse and agricultural land subsidence often occurred in Yi-Shing region in the past years especially in 2001 and 2004. September 2001, a strong typhoon named Nari struck this area and brought heavy rain with accumulated rainfall of 1,580mm to cause collapse with 200m long and 20~35m wide and bring about road subsidence with 0.5~1m. In August 2004, typhoon Avery in attacked this area and brought heavy rain to cause collapse in Yi-Shing tribe and lead to Yi-Shing power plant damaged.


Method

- Collect Yi-Shing aerial images at different times in the past to know the disaster history of in this area.
- Yi-Shing dam located on the toe of this area with river erosion for a long time, these problems including mentioned above could be the key issues to the stability of slope.
- Site survey, geological exploration including 5 geological drilling wells with 230m long and 2 ground resistance survey with 600m long, groundwater investigation and observation from 2014 were executed.


Results



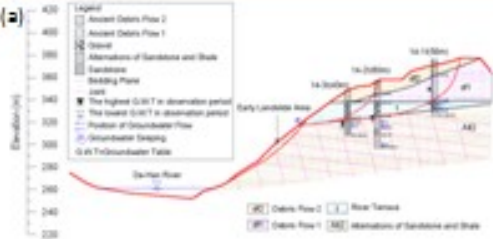
Collapse zone of survey area II

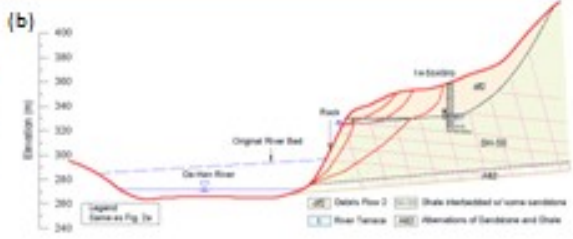


The downstream river bank collapse Auxiliary dam



Plan view of the landslide range






Cross section of landslide mechanism (a) survey Area I and (b) Survey Area II



Discussion




- This paper has preliminary determined disaster type and disaster cause by in-site geological and groundwater investigations. However, due to less rainfall and not apparently movement of the slope during short term period of investigation, the relationships between rainfall and groundwater rising and the movement of slope caused by it are still unknown.
- For further understanding the depth of collapse, the scale of impact and the entire mechanism, inclinometer, water observation wells, piezometers and rain gauge had been installed to sustained monitor the slope.




INTERPRAEVENT
2016 – Lucerne, Switzerland

Living with natural risks



- 56 -