



出國報告(出國類別：考察)

## 土砂災害之風險評估與管理策略



服務機關：經濟部水利署第四河川局

姓名職稱：林蔚榮 副工程司

派赴國家：奧地利

出國期間：民國 102 年 07 月 08 日至 26 日

報告日期：民國 102 年 09 月



出國報告（出國類別：考察）

## 土砂災害之風險評估與管理策略

服務機關：經濟部水利署第四河川局

姓名職稱：林蔚榮 副工程司

派赴國家：奧地利

出國期間：民國 102 年 07 月 08 日至 26 日

報告日期：民國 102 年 09 月





# 目 錄

目 錄.....	I
表目錄.....	III
圖目錄.....	III
相片目錄.....	IV
誌 謝.....	VIII
摘 要.....	IX
<b>第一章 緒 論.....</b>	<b>1</b>
1.1 考察目的.....	1
1.2 考察行程.....	1
<b>第二章 奧地利土砂災害及管理情形 .....</b>	<b>5</b>
2.1 奧地利土砂災害概述.....	5
2.2 奧地利聯邦野溪及雪崩防治局(WLV).....	5
2.3 土砂災害防治對策.....	7
<b>第三章 參訪及研習概況 .....</b>	<b>9</b>
3.1 拜會駐奧地利台北經濟文化辦事處經濟組(Taiwan Economic Division and Cultural Office, Economic Division).....	9
3.2 參訪維也納自然資源及應用生命科學大學(University of Natural Resources and Applied Life Sciences, BOKU).....	14
3.3 參訪瓦豪(Wahau)河谷梅爾克鎮(Melk)周邊水利及邊坡防落工程設施 .	18
3.4 參訪薩爾茲堡周邊相關工程設施.....	23
3.5 參訪 WLV 於上奧地利州 Bad Ischl 分局及所轄工程設施 .....	28
3.6 參訪 WLV 於施蒂利亞州 Liezen 分局及所轄工程設施 .....	34
3.7 參訪 WLV 於福拉爾貝格州 Bregenz 分局及所轄工程設施 .....	39
3.8 參訪 BFW 於 Innsbruck 周遭之林木復育計畫 .....	46
3.9 參訪 WLV 於提絡州 Imst 周邊整治工程案例 .....	49
3.10 參訪 WLV 於提絡州 Imst 分局及所轄工程設施 .....	57

第四章 心得感想與建議 .....	65
4.1 心得感想.....	65
4.2 建議.....	67
參考文獻.....	68

## 表目錄

表 1-1 參訪行程表 .....	2
表 3-1 奧地利基本經貿資料表 .....	11

## 圖目錄

圖 2-1 奧地利聯邦野溪及雪崩防治局組織架構(資料來源：WLV 網站) .....	6
圖 2-2 奧地利聯邦野溪及雪崩防治局組織分布(資料來源：WLV 網站) .....	6



## 相片目錄

相片 2-1 攔阻砂石之攔砂壩(2013.07 攝於薩爾茲堡近郊) .....	7
相片 2-2 攔砂壩上游即為滯洪池之設計概念(2013.07 攝於薩爾茲堡近郊) .....	8
相片 3-1 與駐奧地利台北經濟文化辦事處經濟組龔組長榮男及林柏廷先生合照 (2013.07 攝於維也納) .....	10
相片 3-2 參訪 BOKU 大學土木系系館 .....	15
相片 3-3 木製的明渠水槽 .....	15
相片 3-4 研究土砂崩落特性及撞擊力試驗 .....	15
相片 3-5 多瑙河的渠道規劃(右手邊渠道為常水位時使用，洪水時才允許水流走 左邊渠道以作為疏洪作用) .....	16
相片 3-6 相片 3-5 中渠道的上游端，以溢流堰控制水位 .....	16
相片 3-7 學童校內參訪活動 .....	16
相片 3-8 研究生對學童解說河道變遷的原理 .....	17
相片 3-9 與 Prof. Sven FUCHS 合照 .....	17
相片 3-10 與 Prof. Roland KAITNA 合照 .....	17
相片 3-11 梅爾克鎮(Melk)淹水災情(2013.06.03 Prof. Sevn Fuchs 提供) .....	18
相片 3-12 格賴因鎮(Grien)淹水及防洪牆(2013.06.04 Prof. Sevn Fuchs 提供) .....	19
相片 3-13 Krem 到 Stein 間淹水及防洪牆(2013.06.04 Prof. Sevn Fuchs 提供) .....	19
相片 3-14 架設金屬構件情形(Prof. Sevn Fuchs 提供) .....	19
相片 3-15 梅爾克鎮(Melk)附近瓦豪河谷(2013.07 攝) .....	20
相片 3-16 瓦豪河谷旁的防洪牆基礎設施(2013.07 攝) .....	20
相片 3-17 防洪牆基礎與金屬構件的連結處(2013.07 攝) .....	20
相片 3-18 瓦豪河谷公路旁的落石防落網(2013.07 攝) .....	21
相片 3-19 住宅後方旁的落石防落網(2013.07 攝) .....	22
相片 3-20 防落網有減震及消能的設計概念(2013.07 攝) .....	22
相片 3-21 與 WLV 工程師 Eduard Kotzmaier 合照 .....	22
相片 3-22 與 Dr. Gernot Fiebiger 合照 .....	23
相片 3-23 人工種植方式造林使植被復育(2013.07 攝) .....	24
相片 3-24 植被復育情形近照(2013.07 攝) .....	24
相片 3-25 上游端以梳子壩初步阻攔流木及土石 .....	25
相片 3-26 再配合壩體阻攔及減緩土砂的運移 .....	25
相片 3-27 下游端再以 Dosing Dam 滯洪 .....	26
相片 3-28 左側為非汛期的通水渠道，右側為滯洪區 .....	26
相片 3-29 非汛期的通水渠道 .....	27
相片 3-30 整體滯洪區域(畫面左側) .....	27
相片 3-31 整體滯洪區域下游側搭配壩體蓄洪 .....	27
相片 3-32 與 Bad Ischl 分局局長 DI Michael Schiffer 合照 .....	28

相片 3-33 Michael Schiffer 解說該分局於山區常用的木造攔砂壩模型 .....	29
相片 3-34 鋼網施作的土砂及流木攔阻裝置(該懸崖縱深約 20m) .....	29
相片 3-35 往哈修塔特(Hallstatt)公路旁的土石流防治工程措施 .....	30
相片 3-36 Michael Schiffer 分局長帶領進入攔砂壩後方勘查 .....	30
相片 3-37 攔砂壩後方設計為蓄積土砂的區域 .....	31
相片 3-38 蓄積土砂的區域旁另設有一條排水通道 .....	31
相片 3-39 進入排水通道及其內觀 .....	31
相片 3-40 排水通道之外觀(跌水縱深約 5m，下方有塊石作為消能) .....	32
相片 3-41 湖畔小鎮哈修塔特(Hallstatt) .....	32
相片 3-42 往鹽礦途中說明相關整治工程措施的解說牌 .....	33
相片 3-43 2013.06 淹水痕跡探訪(該淹水災害於一個月內清淤完畢) .....	33
相片 3-44 哈修塔特後方坡地之復育及整治計畫 .....	33
相片 3-45 坡地之防落石裝置與監測計畫(已持續約 30 年) .....	33
相片 3-46 與 Liezen 分局(a)副局長 Markus Mayerl；(b)局長 Engelbert Schmied 合照 .....	34
相片 3-47 (a)該分局辦公室(圍牆為箱籠材料組成)；(b)機械庫房 .....	34
相片 3-48 各式該局常施做且作用不同的壩體模型 .....	35
相片 3-49 上游河段適當處設置土砂、流木攔阻壩 .....	35
相片 3-50 工程設施解說牌(含緣由、範圍、單位及相關效益) .....	36
相片 3-51 壩體上游側蓄洪、滯洪區 .....	36
相片 3-52 壩體下游側放水閘門及以塊石鋪排之消能護岸 .....	36
相片 3-53 山區公路旁之土石流潛勢溪流 .....	37
相片 3-54 由橋上往上游側拍攝(土砂來源豐富) .....	37
相片 3-55 由橋上往下游側拍攝匯入之溪流 .....	37
相片 3-56 另一座公路橋上往上游側拍攝系列式攔砂壩(斷面不足造成土砂淤積於兩側) .....	38
相片 3-57 未來規劃擴充通洪斷面及相關土砂防治措施 .....	38
相片 3-58 與 DI Gerald Jager 合照 .....	39
相片 3-59 民宅後方的邊坡整治工程 .....	40
相片 3-60 將枕木直接滑落至邊坡下方 .....	40
相片 3-61 下方機械承接枕木 .....	41
相片 3-62 Bregenz 區域之地貌 .....	42
相片 3-63 冬天為著名的滑雪景點 .....	42
相片 3-64 攔阻土砂之 Breaking Dam .....	42
相片 3-65 小型滯洪功能的 Dosing Dam .....	43
相片 3-66 聚落前可見防雪崩及土砂的土堤構造物 .....	43
相片 3-67 生態且與環境融合的土堤構造物 .....	43
相片 3-68 攔水堰向上游拍攝滯洪池區 .....	44

相片 3-69 滯洪池區後方之攔水堰.....	44
相片 3-70 攔水堰進水口(枯水期水量甚微).....	45
相片 3-71 攔水堰向下游拍攝.....	45
相片 3-72 攔水堰出水口.....	45
相片 3-73 Breaking Dam 上游清淤中的疏濬工程.....	46
相片 3-74 音斯布魯克附近山區樣貌.....	47
相片 3-75 冬天為雪場因此多有防雪崩落設施.....	47
相片 3-76 除了林木復育外，考量坡地承载力，也會適時砍除避免過荷.....	47
相片 3-77 除了林木砍除避免坡地過荷.....	48
相片 3-78 坡地上林木復育之林相.....	48
相片 3-79 山區多有放牧行為.....	48
相片 3-80 三、四百多年前防止土石流侵入村落的石牆.....	50
相片 3-81 石牆上說明該石牆存在的緣由及典故.....	50
相片 3-82 工程解說牌.....	51
相片 3-83 以當地石材及木材塑造 WLV 標誌.....	51
相片 3-84 日本岐阜大學考察紀念.....	51
相片 3-85 溪流上游處的攔砂壩.....	52
相片 3-86 在尋常水位時，水流流到地下涵管以利民眾交通。大水時整體河道均為通洪(土石流)斷面，道路封閉禁止民眾通行，避免造成傷亡.....	52
相片 3-87 道路下方為隱蔽之箱涵.....	53
相片 3-88 尋常水位時，水流流經之地下涵管出口。大水時整體河道均為通洪(土石流)斷面.....	53
相片 3-89 溪流下游處的攔土石壩(Breaking Dam).....	54
相片 3-90 下游河道儘量生態化及塑造親水空間.....	54
相片 3-91 提供民眾休憩及活動場所.....	54
相片 3-92 位於河道彎處之滯洪壩，並有三處洩水閘門.....	55
相片 3-93 壩址下游(藍線為常水位流向，紅色虛線為溢流時宣洩路線).....	55
相片 3-94 溢流時宣洩路線(紅色虛線所示).....	56
相片 3-95 壩體以當地塊石興築.....	56
相片 3-96 攔污柵近拍.....	56
相片 3-97 與 DI Christian Weber 局長合照.....	57
相片 3-98 工程解說牌(對各協助城市表示感謝).....	58
相片 3-99 攔砂堰近照.....	58
相片 3-100 現代感又有其含意的入口意象.....	59
相片 3-101 以箱籠作為裝置藝術.....	59
相片 3-102 以吊掛方式於陡峭山壁上施工(WLV 提供).....	60
相片 3-103 於陡峭山壁上施設防落石措施及工作平台(WLV 提供).....	61
相片 3-104 以炸藥及鑿子等工具開鑿山壁(WLV 提供).....	61

相片 3-105	完成面(上游面) .....	61
相片 3-106	完成面(下游面) .....	62
相片 3-107	由河谷中拍攝滯洪攔沙壩 .....	62
相片 3-108	冰川的冰舌及被冰川沖蝕的 U 型河谷 .....	63
相片 3-109	冰川公園(Kaunertaler Gletscher)搭乘纜車處 .....	64
相片 3-110	山頂處風景(奧地利及義大利邊界).....	64

## 誌 謝

本次研習感謝經濟部國際合作處「102年度台奧技術合作訓練計畫」經費支助。感謝經濟部水利署以及水利署第四河川局的推薦，感謝本署相關單位同仁、先進之研習經驗分享與相關資訊。感謝第四河川局各級長官與同仁們的肯定與包容，使得在正值汛期的7月間參訪奧地利得以成行。同時感謝駐奧地利代表處經濟組龔組長榮男、林柏廷兄和代表處同事的協助與聯絡，使訪奧行程更加順利、圓滿的完成。

特別感謝國立中興大學農學院院長陳教授樹群引薦，得以取得與奧方的聯繫。感謝奧地利聯邦野溪及雪崩防治局Tyrol省Imst分局長Christian Weber及其夫人協助安排整個參訪行程與連絡相關參訪單位，感謝在Vienna BOKU大學的Prof. Sven Fuchs；Salzburg的Dr.Gernot Fiebiger及其夫人安排參訪與接待；Bad Ischl的分局長Michael Schiffer；Liezen的副分局長Markus Mayerl及分局長Engelbert Schmied；Bregenz的工程師Gerald Jager；Innsbruck的Dr. Gerhard Markart；以及在Imst的Prof. Joerg Heumader安排參訪及奧方許多單位先進等陪同參訪並提供寶貴之經驗與觀念，在此一併致上由衷之謝意。

## 摘要

台灣同時位於東亞地震帶以及亞熱帶上，在歷經921大地震後山區地質及土石鬆動加以近年來颱風、豪雨侵襲，大規模的山崩及土砂災害已造成國人生命安全和經濟活動的重大威脅。

目前國內有關山崩及土砂災害風險評估與統合性的管理策略仍屬萌芽階段，尚賴學習國外的經驗。奧地利在山崩及土砂災害調查監測、砂防危險地的指定與相關管理方法上已累積了相當多的經驗與成效，防災概念上以流域整體管理為主，以減低災害風險為治理基礎，再配合危險地圖劃設方式減輕災害。以滯洪區概念將無法宣洩之土砂引導至危害較小的特定區域。其以流域整體治理及系統性的防災措施、規劃設計階段考量每個環節與環境之相結合來創造更多附加價值、環境保育概念的宣導與對社會及民眾的防災教育...等均值得我們學習。



# 第一章 緒 論

## 1.1 考察目的

台灣同時位於東亞地震帶以及亞熱帶上，在歷經921大地震後山區地質及土石鬆動加以近年來颱風、豪雨侵襲，大規模的山崩及土砂災害已造成國人生命安全和經濟活動的重大威脅。目前國內有關山崩及土砂災害風險評估與統合性的管理策略仍屬萌芽階段，尚賴學習國外的經驗。奧地利在山崩及土砂災害調查監測、砂防危險地的指定與相關管理方法上已累積了相當多的經驗與成效，可作為我國在山崩及土砂災害防治業務及政策擬訂時之參考。

本研習與考察計畫之目的，主要期望能學習奧地利在評估土砂災害之風險及管理上所採取之整體策略。藉由實地參訪奧地利聯邦野溪及雪崩防治局之各項工程設施，以獲取相關之土砂災害防治措施及經驗。

## 1.2 考察行程

本次赴奧地利研習之時程含去、返程搭機時間在內共計19日，研習地點主要包含：維也納(Vienna)、薩爾斯堡(Salzburg)、巴德伊舍(Bad Ischl)、阿德蒙(Admont)、多恩比恩(Dornbirn)、音斯布魯克(Innsbruck)、及茵斯特(Imst)等城市。相關參訪行程詳如表1-1。

表 1-1 參訪行程表

訓練進修日期及時間 (Visiting Time)	訓練進修地點(Location)	擬訓練進修機構及訪談對象 (Institutions & Persons to be visited)	訓練進修目的及討論主題 (Topics for Discussion)
7/8 ~ 7/9,2013	TPE-Vienna 桃園-維也納	Leave for Vienna 行程	(8日飛機9日抵達維也納)
7/9	Vienna 維也納	<b>University of Natural Resources and Applied Life Sciences, BOKU</b>  (Prof. Dr. Sven Fuchs, Tel:+43-1-47654/4373 Email:sevnfuchs@boku.ac.at)	Law, method, technique and policy in the Integrated Strategy of Managing flood risk and sediment 土砂及防洪減災風險、政策、法令及管理策略現況
7/10	Vienna 維也納	<b>University of Natural Resources and Applied Life Sciences, BOKU</b>  (Prof. Dr. Sven Fuchs, Tel:+43-1-47654/4373 Email:sevnfuchs@boku.ac.at)	Excutive experience in Managing flood risk and sediment 土砂及防洪風險管理之執行經驗交流
7/11	Vienna 維也納	<b>Taiwan Economic Division and Cultural Office, ECONOMIC DIVISION</b>  (龔組長榮男，林柏廷先生 Tel:+43-1-5131933 Email:edwien@taipei.at)	About the relationship between Taiwan and Austria, organizations 1.台、奧合作概況及組織 2.由 TECO 提供易付卡手機供訪奧期間聯繫使用
7/12 ~ 7/14	Salzburg 薩爾斯堡	<b>Fibiger Consulting</b>  (Mr. Gernot Fiebiger, P.E. PHD, Tel:+43-662-423065 Email:consultant@fiebigerr.at)	1.Practice in Integrated Strategy of Managing flood risk and sediment 實地觀摩土砂及防洪風險管理之成效 2.Excutive experience of Integrated Strategy of Managing flood risk and sediment in Salzburg 薩爾茲堡省土砂及防洪風險管理執行經驗交流



7/15	Bad Ischl 巴德伊舍	<b>Federal Service for Torrent and Avalanche Control, Bad Ischl</b>  (Michael Schiffer, Director Email:Michael.schiffer@die-wildbach.at)	Excutive experience of Integrated Strategy of Managing flood risk and sediment in Upper Austria (Bad Ischl, Hallstatt). 上奧地利州(巴德伊舍, 哈爾施塔特)土砂及防洪風險管理執行經驗交流
7/16	Admont 阿德蒙	<b>Federal Service for Torrent and Avalanche Control, Admont</b>  (1.Markus Mayerl, Deputy Director, 2.Engelbert Schmied, Director, Tel:+43-361226360-13 Email:markus.mayerl@die-wildbach.at)	Excutive experience of Integrated Strategy of Managing flood risk and sediment in Styria (Liezen). 施蒂利亞州(利岑)土砂及防洪風險管理執行經驗交流
7/17 ~ 7/18	Dornbirn 多恩比恩	<b>Federal Service for Torrent and Avalanche Control, Dornbirn</b>  (Gerald Jaeger Tel:+43-557474995-414 Email:Gerald.jaeger@die-wildbach.at)	Excutive experience of Integrated Strategy of Managing flood risk and sediment in Vorarlberg (Dornbirn, Bregenz ). 福拉爾貝格州(多恩比恩, 布雷根茲)土砂及防洪風險管理執行經驗交流
7/19	Innsbruck 音斯布魯克	<b>Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape (BFW)</b>  (Dr. Gerhard Markart, Head Tel:+43-512573933-5130 Email:Gerhard.markart@uibk.ac.at)	1.Practice in Integrated Strategy of Managing flood risk and sediment In Tyrol 提絡省土砂及防洪風險管理執行經驗交流 2. Forecasting, preventing and mitigation 土砂災害預測、防災及減災策略及經驗交流 3.Hazard-Zone Mapping, Examples 災害風險地圖之應用案例

7/20 ~ 7/22	Imst, Tyrol 茵斯特,提絡省	<p align="center"><b>Federal Service for Torrent and Avalanche Control, Imst, Tyrol</b></p> <p>(1.Dr. Joerg Heumadar, Director(ret.) Tel:+43-541267611 Email:joerg.heumader@c ni.at 2.Mr. Christian Weber, Director Tel:+43-54126653117 Email:christian.weber@ die-wildbach.at)</p>	<p>1.Executive experience of Integrated Strategy of Managing flood risk and sediment in Tyrol 提絡省土砂及防洪風險管理及整合策略執行經驗交流</p> <p>2.The disaster from St. Lorenzen 2012 2012 年聖羅倫斯災害案例經驗交流</p> <p>3. Sediment-related disasters and landslide investigation, monitoring in Vorarlberg 土砂災害案例之相關研究及監控</p>
7/23	Imst -Innsbruck -Vienna 茵斯特-音斯布 魯克-維也納	<p align="center"><b>Federal Service for Torrent and Avalanche Control, Imst, Tyrol</b></p> <p>(Mr. Christian Weber, Director Tel:+43-54126653117 Email:christian.weber@ die-wildbach.at)</p>	<p>1. Organization of the Federal Service for Torrent and Avalanche Control 土砂及雪崩防治局組織說明</p> <p>2.Come back to Vienna 本日上午至土砂及雪崩防治局茵斯特辦公室，結束後由 Mr. Christian Weber 載至音斯布魯克(11:52)搭火車返回維也納(抵達時間下午約 17:00 左右)</p>
7/24	Vienna 維也納	<p align="center"><b>Taiwan Economic Division and Cultural Office, ECONOMIC DIVISION</b></p> <p align="center">(龔組長榮男、 黃秘書中兆、林柏廷先生 Tel:+43-1-5131933 Email:edwien@taipei.at)</p>	<p align="center">About the work in Austria</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>告知訪奧期間工作情況</li> <li>進一步了解奧地利政府組織及雪崩防治局組織架構</li> <li>了解駐奧單位架構、雙方合作情形及未來進一步與奧地利相關水利防災單位合作之可行性</li> <li>離奧情形說明並歸還 TECO 所提供之易付卡手機</li> </ol>
7/25 ~ 7/26	Vienna-TPE 維也納-桃園	Leave for Taiwan 返程	(25 日飛機 26 日抵達台灣)

## 第二章 奧地利土砂災害及管理情形

### 2.1 奧地利土砂災害概述

奧地利聯邦共和國土地面積為83,870平方公里，人口約849萬人(2013)，該國之政體為聯邦制並分為九個聯邦，分別為Burgenland, Carinthia, Lower Austria, Upper Austria, Salzburg, Styria, Tyrol, Vorarlberg and Vienna，其下又區分為84個行政區(district)，區下則又設置市(鎮, community)。

由於奧地利位處於中歐阿爾卑斯山脈，水資源豐富，靠地下水以及春天的溶雪即可滿足該國的民生即工業用水，並沒有水資源匱乏的問題。然而由於該國約70%以上的區域位於阿爾卑斯山脈，地形因素加上溶雪帶來大量的水量，因此受到天然災害(如：雪崩、洪水、沖蝕、土石流...等)之嚴重威脅。歷年來的天然災害亦使得奧地利政府在土砂災害防治上，以長遠且完備的思考方式，逐漸發展出藉由治理工程(硬性之工程方法)與增加民眾防災教育、危險區劃定、洪災風險管理及土地使用管制(柔性之工程手段)相互結合之防災策略。

### 2.2 奧地利聯邦野溪及雪崩防治局(WLV)

奧地利聯邦野溪及雪崩防治局(The Federal Forest Technical Service of Torrent and Avalanche Control，簡稱WLV)隸屬於奧地利農林環境及水資源經營部(Ministry of Agriculture, Forestry, Environment, and Water Managemen)所屬的第四部門-森林分部(Department IV Forestry)。WLV轄下有七個分局，包括：(1) Vienna, Lower Austria, Burgenland、(2) Upper Austria、(3) Salzburg、(4) Styria、(5) Carinthia、(6) Tyrol、及(7) Vorarlberg。各分局轄下又有工作站(包含工程師、野外工作隊及工班等)負

責執行各項危險區劃定、整體治理計畫及施工等工作。此外，WLV 另有三個所屬的獨立研究機構，分別負責地理資訊系統、數值模擬、雪崩觀測及地質等研究工作(詳圖2-1、圖2-2)。

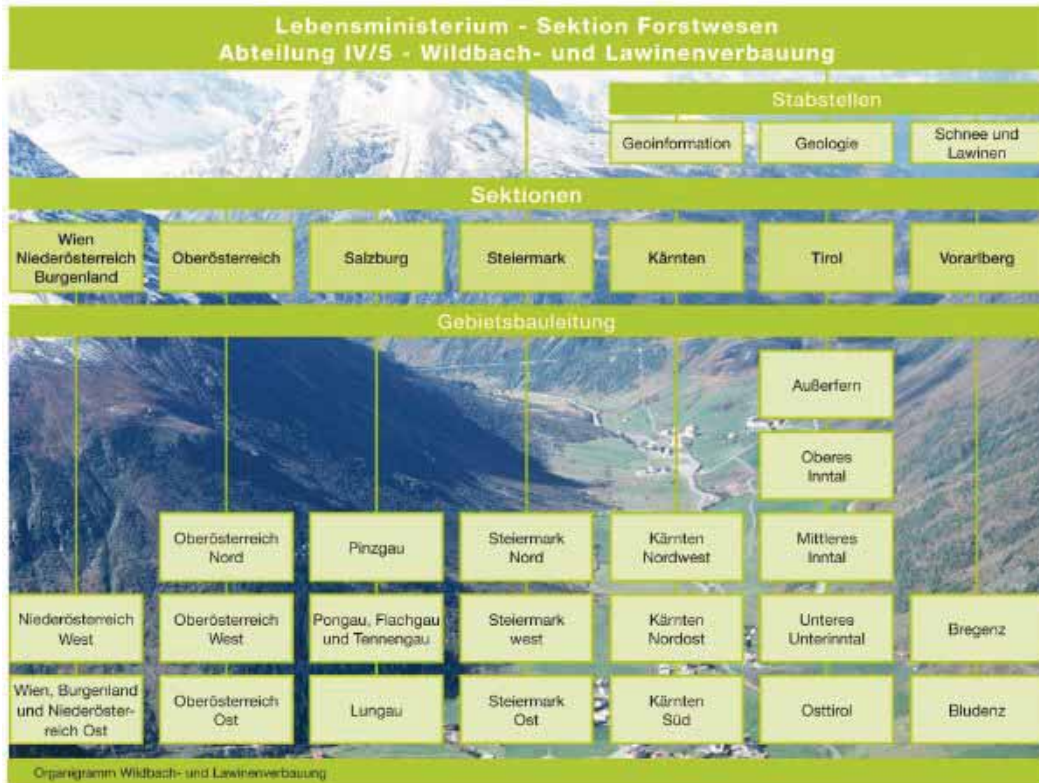


圖 2-1 奧地利聯邦野溪及雪崩防治局組織架構(資料來源：WLV 網站)



圖 2-2 奧地利聯邦野溪及雪崩防治局組織分布(資料來源：WLV 網站)



## 2.3 土砂災害防治對策

奧地利對土砂災害之防治對策可概分為剛性對策與柔性對策等二大類，剛性對策即包含防禦工程及集水區保育管理等工程手段；柔性對策主要係從災難預防、減低及防災教育等措施。

### 1. 剛性對策：

主要係對土砂崩落或土石流從上游處即以工程設施預防，避免造成下游社區或民眾之財產損害與傷亡。其工程設施之施設及其功能概述如下：

- (1) 在溪流上游集水區建造不同功能的攔砂壩或連續穩定之梳子壩，可以穩定野溪的河床、減少沖蝕、並攔阻砂石與漂流木。此外，可以減低洪峰與減少崩塌地的誘發(詳相片2-1)。
- (2) 集水區內利用原有地形，於其下游設置高地滯洪池並做好相關之保育管理，透過滯洪壩壩體開口之調節，可減低洪水流量流出，安全通過下游河道(詳相片2-2)。



相片 2-1 攔阻砂石之攔砂壩(2013.07 攝於薩爾茲堡近郊)



相片 2-2 攔砂壩上游即為滯洪池之設計概念(2013.07 攝於薩爾茲堡近郊)

## 2. 柔性對策：

主要從災難及損壞之預防、減低措施及全民之防災教育著手。

(1) 防災教育

(2) 危險區域劃定，限制土地之利用。

(3) 災害潛勢區域內災損預防的各種規劃設施及方案。

(4) 位於危險地區之建築物或設施之遷移，建造防洪及耐洪之建築。

(5) 建置監測及預警系統和疏散計畫。

(6) 土砂、洪水等自然災害保險。

(7) 災時之政府、社會及私人組織的協助計畫。

### 第三章 參訪及研習概況

本次參訪及研習行程與內容主要係針對奧地利國家東部地區之維也納(Vienna)，中部地區之薩爾茲堡(Salzburg)、巴德伊舍(Bad Ischl)及西部地區的多恩比恩(Dornbirn)、茵斯特(Imst)及音斯布魯克(Innsbruck)...等主要地區。除了拜會駐奧地利台北經濟文化辦事處經濟組，主要透過奧地利聯邦野溪及雪崩防治局位於奧地利各區的分局以及與該單位有相關合作的機構[如：維也納自然資源及應用生命科學大學(BOKU)、顧問公司(Fibiger Consulting)及研究機構(BFW)...等]進行河川及野溪土砂災害及其防治工程進行實地參訪。本節中將對此次赴奧地利研習行程及工作內容簡述如后。

#### 3.1 拜會駐奧地利台北經濟文化辦事處經濟組(Taiwan Economic Division and Cultural Office, Economic Division)

本次參訪奧地利期間總共拜會了維也納駐奧地利台北經濟文化辦事處(TECO)二次(詳表1-1)。第一次拜會時承蒙辦事處經濟組龔組長榮男與林柏廷先生提供易付卡手機以便在訪奧期間與辦事處保持聯繫及與奧地利聯邦野溪及雪崩防治局(WLV)官員聯絡使用，並提醒訪奧期間應注意事項以及簡略交流了台灣與奧地利間經濟交流之概況(詳相片3-1)。第二次拜會為訪奧期間所見對於奧地利的社會、人文與經濟等各方面與台灣情況之差異性存有疑問，因此於離奧前再度拜會TECO。

非常感謝駐奧辦事處經濟組的協助，使得整個訪奧行程不論在生活、聯絡及資訊提供上均給予了相當有用且實際的協助。相信國人不論是到奧地利短期旅遊、長期居留、洽公或是經貿生意合作，有了如此熱心且積極任事的辦事處官員協助，一定會更安心、有信心且以國家為榮。





相片 3-1 與駐奧地利台北經濟文化辦事處經濟組龔組長榮男及林柏廷先生合照(2013.07 攝於維也納)

主要的心得與感想分述如下：

### 1. 整體環境：

奧地利被認為是全世界最富有且經濟最發達的國家之一，以其富裕的經濟(基本資料詳表3-1)、健全的醫療體系、完善的教育體制、以及高水準的生活品質。除了穩定的經濟環境之外，奧地利因其地理位置及舒適的氣候環境，因此具備了非常良好的生活條件。如此的生活環境與條件，雖然讓奧地利國民習於悠閒的生活步調，卻也培養出國民處事或遭遇困難挑戰時以長遠觀點考量而非僅求一時的解決方案。這樣的觀念使得在面臨工程挑戰時，往往能思考出更加妥善的治理對策。



表 3-1 奧地利基本經貿資料表

人口	849 萬人(2013)
面積	83,870 平方公里
國內生產毛額	3,981.6 億美元(2012) 4,194 億美元(2011) 3,474.7 億美元(2010)
平均國民所得	47,075 美元(2012) 49,813 美元(2011) 41,416 美元 (2010)
經濟成長率	0.8%(2012) 3.3% (2011) 2.0% (2010)
失業率	4.3%(2012) 4.2% (2011) 4.4% (2010)
進口值	1,695.4 億美元(2012) 1,820.1 億美元(2011) 1,447.5 億美元(2010)
出口值	1,586.3 億美元(2012) 1,700.5 億美元(2011) 1,504 億美元(2010)
主要進口項目	機械及設備、機動車輛、化學產品、金屬製品、原油及衍生品、食品等
主要出口項目	機械及設備、機動車輛及零附件、紙與紙板、金屬製品、化學產品、鋼鐵、紡織品及食品等
主要進口來源	德國、義大利、瑞士、中國大陸、捷克、美國、俄羅斯、匈牙利、法國、荷蘭等
主要出口市場	德國、義大利、美國、瑞士、法國、捷克、匈牙利、波蘭、英國、俄羅斯等
匯率	€1 = US\$1.2848 (2012) ; 1 EURO = 1.3052 US\$ (2013 年 4 月 12 日)

(資料來源：駐奧地利台北經濟文化辦事處經濟組提供)

## 2.教育環境：

奧地利擁有完善的教育體系，並且強調教育制度理論與實務並重，切合企業或工作所需。針對職場需求所設計的教育體系，從技術學院、商業學校和科技大學的訓練符合實際需求，並與社會經濟需求緊密結合。

奧地利的學制相當於十二年國教，雖然奧地利實施九年義務教育。但小學至中學畢業只為八年，第九年的義務教育為高中職教育第一年(預備教育)。且由於高中以下教育為完全免費，因此幾乎所有

的國民在完成義務教育後都會繼續完成高中職教育。而未來若想要再往高等教育邁進或要直接進入社會工作時，則以奧地利高中高職會考成績單申請大學或求職。所有通識教育均在高中以下以一貫學程完成，因而奧地利的大學教育為專業學術養成教育，且不再有通識課程。由於奧地利學制非常有彈性，學生可以隨時轉換不同的知識領域(或科系)，各科系之間並非是隔離的，只要符合相關學力要求便可因自己的興趣進行轉換(詳圖3-1)。

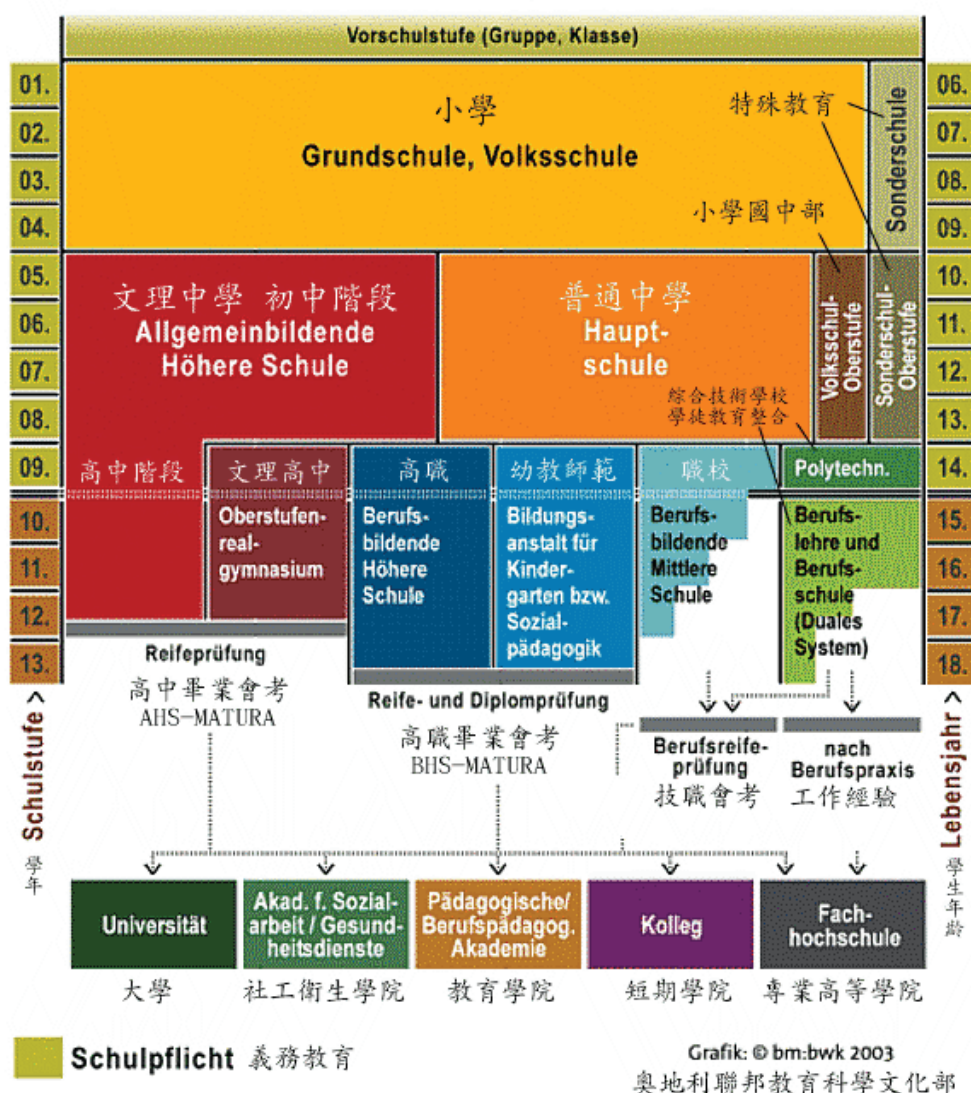


圖 3-1 奧地利教育體制圖

(資料來源：駐奧地利代表處資訊網)

而在高等教育階段，奧地利大學教育一般為4~5年，其中基礎學習階段為2年，專業學習階段為2~3年，最後完成畢業論文，在通

過之後即可畢業。傳統學制並無學士學位，修學分通過各個階段畢業考試及論文答辯後即授予碩士學位 (Magister；工科為Diplom-Ingenieur, DI)。博士班則要看個人的學術研究能力及導師是否同意，不過由於公立大學文憑非常受到重視且工作上並無非高等學歷不可的情形，大學畢業取得碩士學位後即可進入職場，而博士畢業者多成為學者進行研究。

這樣的學制有助於學生找到自己真正有興趣的科系就讀，甚至很多在出了社會工作後，發現或找尋到自己興趣後想要進一步獲取專業知識時再申請進入大學的人也很多。也因此，培養出的工程師投入職場後對自己的工作感到自豪且驕傲，再工作的表現上則會更加盡心，尋求徹底的解決問題而非只解決眼前的問題。正因如此，民眾對工程師的專業信任也在潛移默化中逐漸形成。

### 3. 尊重專業及長遠規劃：

經由上述環境下所造就的人民觀念及素質自然不低，在參訪過中屢屢對於奧地利的工程規模及其規劃期程而感嘆不已。民眾願意傾聽工程計畫案中工程師的設計理念，且相信工程確實會有所助益。一個工程本身或許只需花費2、3年的時間完成，但若工程師在經考量後認為有必要持續監測則可能持續十幾年甚至二、三十年。一個長期程的工程計畫的規劃與執行，端看其專業分析及必要性來訂定期程，並不會因政體的輪替而改變。

### 3.2 參訪維也納自然資源及應用生命科學大學(University of Natural Resources and Applied Life Sciences, BOKU)

在維也納的行程安排，主要是參訪自然資源及應用生命科學大學(University of Natural Resources and Applied Life Sciences, BOKU)，由於奧地利聯邦野溪及雪崩防治局(WLV)在現代的防災技術發展上需結合一些公家及有相當專業水準的私人研究機構密切配合，其中之一便是維也納自然資源及應用生命科學大學。

BOKU也可以說是孕育WLV專業工程師的搖籃，WLV中大約90%以上的工程師(Engineer)是由BOKU畢業的。只要畢業後經由適當的職業訓練及檢核考試，即可進入WLV發揮所長。在學校所學的專業得以學以致用且不會有盲目追求學歷的情形，不同階層的工程人員及工程師均對於其工作感到驕傲且富有社會責任與使命感。如此的想法與態度造就出能夠根本解決問題而非治標不治本的工程師。

參訪BOKU大學的過程中，發現該校並沒有校園圍牆，且學校建築物與社區融合而形成所謂的大學社區，並且校內建築物也採取了所謂綠建築的概念(詳相片3-2)。經由校內參訪及校外的考察行程後，了解該校的研究計畫主要是針對奧地利國內可能產生的土砂災害、水患災害進行試驗，技術上運用將現場經縮小比例後研究水理之水工模型試驗，以及模擬現場水理條件的數值模式(詳相片3-3~相片3-6)。

此外，參訪時正好遇到該校的學童觀摩日，即是國小的學齡兒童參觀該校，用意是(1)讓學童了解大學中的研究項目；(2)該研究項目的物理意義；(3)該研究項目與常見災害的關係；(4)該研究項目與日常生活的關聯性。奧地利的學童從小就有機會可以觀摩大學及高等教育的內容，從而了解其內涵及與日常生活的關聯性，對日後學童探索自己的性向及興趣時，



具有極大的助益(詳相片3-7~相片3-10)。



相片 3-2 參訪 BOKU 大學土木系系館



相片 3-3 木製的明渠水槽



相片 3-4 研究土砂崩落特性及撞擊力試驗



相片 3-5 多瑙河的渠道規劃(右手邊渠道為常水位時使用，洪水時才允許水流走左邊渠道以作為疏洪作用)



相片 3-6 相片 3-5 中渠道的上游端，以溢流堰控制水位



相片 3-7 學童校內參訪活動



相片 3-8 研究生對學童解說河道變遷的原理



相片 3-9 與 Prof. Sven FUCHS 合照



相片 3-10 與 Prof. Roland KAITNA 合照



### 3.3 參訪瓦豪(Wahau)河谷梅爾克鎮(Melk)周邊水利及邊坡防落工程設施

#### 1. 防洪牆：

2013年06月歐洲發生豪大雨事件引發中、東歐等多國(德國、奧地利、捷克...等)淹大洪水的災情引發國際關注，當時在國際媒體上出現的「防洪牆」(防洪措施)便引起世人的關注(詳相片3-11 ~相片3-14)。在事件後一個多月有幸赴奧地利參訪，便多方詢問該設施的情形。雖然該防洪牆設施並非屬於奧地利聯邦野溪及雪崩防治局(WLV)所管，而是奧地利的河川局所管轄，WLV的工程師也很樂意帶我們去參觀相關的水利設施(詳相片3-15~相片3-17)。

這種臨時防洪牆概念是約十幾年前由德國工程師所提出，並逐漸推廣至多瑙河沿岸各國。此防洪牆為鋁合金構件疊加而成，各構件間使用橡膠連接防止漏水。這些金屬構件平時存放於倉庫中，一旦發生災情，才會被運送至目的地架設，安裝簡單、快速且不需大型的機械設備。但由於必須先於可能發生洪災的河岸邊構築該防洪牆的基礎且造價不菲，通常是在城鎮的人口較密集處才有裝設。



相片 3-11 梅爾克鎮(Melk)淹水災情(2013.06.03 Prof. Sevn Fuchs 提供)





相片 3-12 格賴因鎮(Grien)淹水及防洪牆(2013.06.04 Prof. Sevn Fuchs 提供)



相片 3-13 Krem 到 Stein 間淹水及防洪牆(2013.06.04 Prof. Sevn Fuchs 提供)



相片 3-14 架設金屬構件情形(Prof. Sevn Fuchs 提供)



相片 3-15 梅爾克鎮(Melk)附近瓦豪河谷(2013.07 攝)



相片 3-16 瓦豪河谷旁的防洪牆基礎設施(2013.07 攝)



相片 3-17 防洪牆基礎與金屬構件的連結處(2013.07 攝)

## 2.邊坡防落石設施：

奧地利聯邦野溪及雪崩防治局(WLV)顧名思義為野溪整治及邊坡(含土砂災害及雪崩災害...等)的權責單位，因此對於邊坡落石等防治措施也屬於該局的治理範圍。在延著瓦豪河谷旁公路行駛常可見相關的落石防落網(詳相片3-18 ~相片3-20)，甚至有可能因落石導致災害的居民住宅區也可透過社區向政府或該局反應並經評估卻有需要施設防治措施者，由社區(最少)、州政府(最多)及國家政府(次多)三方出資來興建。一方面社區(居民)可以了解自己所居住的區域為較危險的地區(並儘量勸導遷移)，另一方面若不願意遷移而需建造相關防治措施時，這種受惠者需支付較多工程款的使用者付費概念，亦值得我們學習。



相片 3-18 瓦豪河谷公路旁的落石防落網(2013.07 攝)





相片 3-19 住宅後方旁的落石防落網(2013.07 攝)



相片 3-20 防落網有減震及消能的設計概念(2013.07 攝)



相片 3-21 與 WLV 工程師 Eduard Kotzmaier 合照

### 3.4 參訪薩爾茲堡周邊相關工程設施

參訪薩爾茲堡(Salzburg)的行程由該州分局退休局長，目前為國際森林研究聯盟天然災害研究群(International Union of Forest Research Organizations, IUFRO, Research Group 8.03 Natural Disasters)的顧問及聯絡人且高齡72歲的Dr. Gernot Fiebiger 博士(詳相片3-22)及其夫人引領並安排現地參訪的行程，說明WLV相關之系統性防治土砂災害的技術與觀念。



相片 3-22 與 Dr. Gernot Fiebiger 合照

#### 1. 集水區林木及植被復育：

對於土砂或洪水災害保護中最基本且重要的策略之一就是集水區和森林的管理。包含下列各項：

- (1)降低集水區內逕流及沖蝕速率：可藉由人工種植或促進自然再生方式造林使植被復育(詳相片3-23、相片3-24)。或藉由管理手段，修改放牧規則及必要時減少蓄養甚至推廣及獎勵可減少逕流及沖蝕的土地利用型式，以達整體性集水區改善的目標。
- (2)預防漂流木或土砂來源進入中、上游河道，在有可能崩坍破壞及坡趾侵蝕的坡地藉由防災導向的森林管理方式(如：清理漂流木或



土砂...等)將漂流木及堵塞的雜物清除運移離開河道。

(3)河床載、漂流木及土石流的滯蓄保全、擴大或種植森林保護帶。

(4)下游河段護岸之保護：視洪流特性實施及維護土壤的概念，種植或管理沿岸之灌木或帶狀樹木緩衝區域。



相片 3-23 人工種植方式造林使植被復育(2013.07 攝)



相片 3-24 植被復育情形近照(2013.07 攝)

## 2.由上游至下游系列式整治概念：

Dr. Gernot Fiebiger 強調在對於控制土砂災害之整治觀念上，應藉由河道從上游至下游建立具系統性且具特定功能性目的構造物所組成。所以應整體瞭解集水區的特性及其連續功能性機制(the Chain of Functions)，而非以單一構造物來防治土砂或洪水的運移，這樣的觀念在規劃及工程設計前應特別的重視及考量(詳相片3-25～相片3-27)。



相片 3-25 上游端以梳子壩初步阻攔流木及土石



相片 3-26 再配合壩體阻攔及減緩土砂的運移





相片 3-27 下游端再以 Dosing Dam 滯洪

### 3. 整體滯洪區概念：

Dr. Gernot Fiebiger 另外在防洪管理上很重要的觀念上，提出所謂「整體滯洪區」的概念。利用城鎮周邊找尋適合作為滯洪的區域，平時非汛期的通水渠道或許不大，但在洪水來時可導引水流至整個滯洪區而不會影響到城鎮等區域，造成生命財產的損傷(詳相片3-28～相片3-31)。



相片 3-28 左側為非汛期的通水渠道，右側為滯洪區





相片 3-29 非汛期的通水渠道



相片 3-30 整體滯洪區域(畫面左側)



相片 3-31 整體滯洪區域下游側搭配壩體蓄洪

### 3.5 參訪 WLV 於上奧地利州 Bad Ischl 分局及所轄工程設施

離開薩爾茲堡後前往參訪位於奧地利中部山區WLV於上奧地利州的相關工程設施，該部分的行程由該州位於Bad Ischl分局的局長DI Michael Schiffer負責安排(詳相片3-32)。除了拜訪該分局辦公室外，亦到現場勘查不同類型的土砂防治措施，最後也到了2013.06豪雨後造成土石泥流災情的著名觀光城鎮哈修塔特(Hallstatt)尋訪當時淹水的痕跡。



相片 3-32 與 Bad Ischl 分局局長 DI Michael Schiffer 合照

#### 1.辦公室均有該分局常用的防災措施模型：

本次參訪奧地利的過程中在WLV的各分局辦公室內均可看到該分局常用的工程設施的模型(詳相片3-33)。由於奧地利的國中、小學生每年均會有參訪工程單位的課程，因此這些模型除了讓民眾了解該分局的工程內容、完成年份、工程人員的辛苦及困難外，亦能對國家未來的主人翁進行防災教育，從小培養防災觀念。除此之外，在現場的工程設施上也常見WLV的標誌及設施相關的解說牌提供民眾參考與了解結構物設施的意義。



相片 3-33 Michael Schiffer 解說該分局於山區常用的木造攔砂壩模型

## 2. Bad Ischl分局所轄範圍之土砂防治措施：

由於Bad Ischl分局位於奧地利中部山區，上游的河道常為狹窄的V型峽谷。因此為了避免大量崩落的土砂一次性的運移之下游城鎮區域，在上游常施設以鋼網施作的土砂及流木攔阻裝置(詳相片3-34)，並於洪水事件後再進行清淤。



相片 3-34 鋼網施作的土砂及流木攔阻裝置(該懸崖縱深約 20m)



為了避免災害的發生，WLV對於道路旁的土石流潛勢溪流進行評估，若有必要則會提出工程設施的規劃。相片3-35～相片3-40為前往著名的觀光城鎮哈修塔特(Hallstatt)山區公路旁的土石流潛勢溪流防治工程措施。民眾在享受與家人度假的樂趣時，通常不會注意到原來危機四伏的天然災害威脅下，土木、水利工程師們已竭盡心力及其所能的避免災害於未然。



相片 3-35 往哈修塔特(Hallstatt)公路旁的土石流防治工程措施



相片 3-36 Michael Schiffer 分局長帶領進入攔砂壩後方勘查



相片 3-37 攔砂壩後方設計為蓄積土砂的區域



相片 3-38 蓄積土砂的區域旁另設有一條排水通道



相片 3-39 進入排水通道及其內觀





相片 3-40 排水通道之外觀(跌水縱深約 5m，下方有塊石作為消能)

哈修塔特(Hallstatt)是奧地利中部山區著名的觀光城鎮，當地的鹽礦也是當地具有歷史的觀光景點。2013年06月豪雨造成了此小城的嚴重淹水。Michael Schiffer分局長帶領我們參觀鹽礦及相關的土砂保護措施，而後探尋淹水災情。最後再介紹了由30年前由Dr. Gernot Fiebiger的研究而開始並持續了30年的邊坡復育、防落措施與觀測計畫。一個計畫能夠因專業分析評估有其必要性而持續30年且不因政治、時空背景而改變，這樣尊重專業的精神亦值得我們效法學習(詳相片3-41～相片3-45)。



相片 3-41 湖畔小鎮哈修塔特(Hallstatt)



相片 3-42 往鹽礦途中說明相關整治工程措施的解說牌



相片 3-43 2013.06 淹水痕跡探訪(該淹水災害於一個月內清淤完畢)



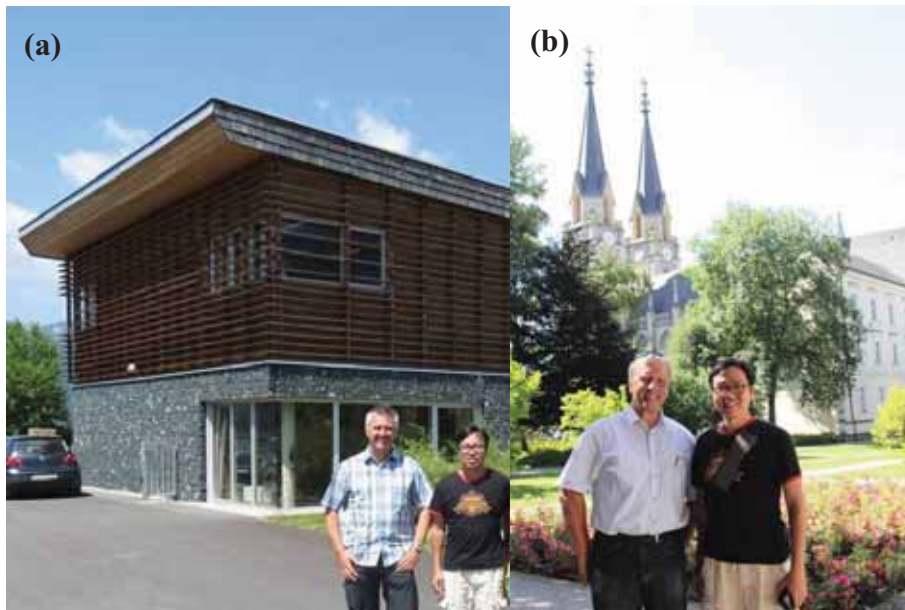
相片 3-44 哈修塔特後方坡地之復育及整治計畫



相片 3-45 坡地之防落石裝置與監測計畫(已持續約 30 年)

### 3.6 參訪 WLV 於施蒂利亞州 Liezen 分局及所轄工程設施

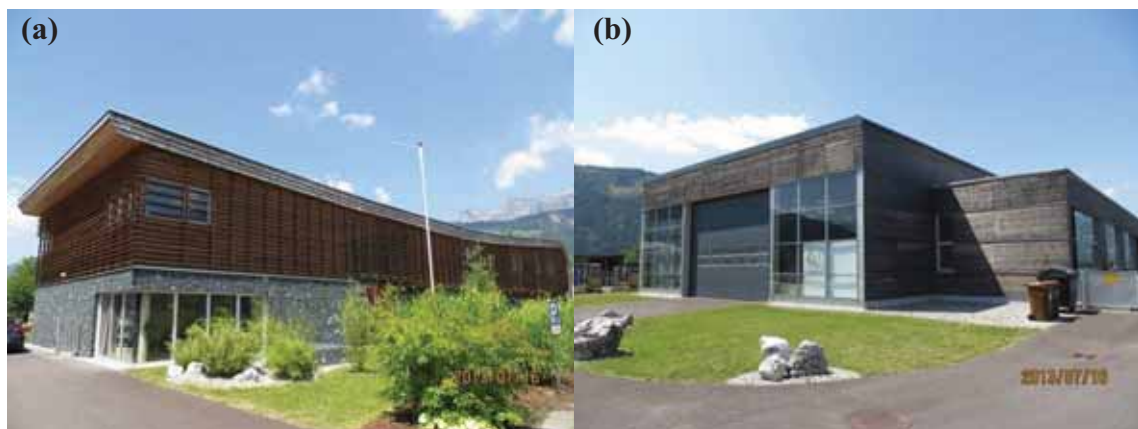
離開上奧地利州後前往參訪位於奧地利中南部山區 WLV 於施蒂里亞州的相關工程設施，該部分的行程由該州位於 Liezen 分局的副局長 DI Markus Mayerl 以及局長 DI Engelbert Schmied 負責接洽(詳相片 3-46)。



相片 3-46 與 Liezen 分局(a)副局長 Markus Mayerl；(b)局長 Engelbert Schmied 合照

#### 1. 辦公室及防災措施模型：

該分局辦公室整建後融入相關工程元素以及該分局常用的工程設施的模型(詳相片 3-47、相片 3-48)。可供民眾參考與了解結構物施設的作用以及教育的功能。



相片 3-47 (a)該分局辦公室(圍牆為箱籠材料組成)；(b)機械庫房





相片 3-48 各式該局常施做且作用不同的壩體模型

## 2. Liezen分局所轄範圍之土砂防治措施：

由於Liezen分局位於奧地利中、南部山區，上游的河道土砂來源相當豐富。該局的治理策略為採系列式的土砂整治措施，於上游適當處設置土砂、流木攔阻壩等構造物(詳相片3-49)，於洪水事件後再進行清淤。在中、下游處則設置蓄洪、滯洪等壩，並設置解說牌提供民眾了解該設施施作的緣由及其功能(詳相片3-50～相片3-52)。



相片 3-49 上游河段適當處設置土砂、流木攔阻壩





相片 3-50 工程設施解說牌(含緣由、範圍、單位及相關效益)



相片 3-51 壩體上游側蓄洪、滯洪區



相片 3-52 壩體下游側放水閘門及以塊石鋪排之消能護岸

此外，由於上游的河道土砂來源相當豐富，河道型態也為淤積型的河床，有許多山區公路橋樑原有設計的土砂通洪斷面不足。因此該局也計畫在未來逐步改善相關土砂防治措施與擴大公路橋樑之通洪斷面(詳相片3-53～相片3-57)。



相片 3-53 山區公路旁之土石流潛勢溪流



相片 3-54 由橋上往上游側拍攝(土砂來源豐富)



相片 3-55 由橋上往下游側拍攝匯入之溪流





相片 3-56 另一座公路橋上往上游側拍攝系列式攔砂壩(斷面不足造成土砂淤積於兩側)



相片 3-57 未來規劃擴充通洪斷面及相關土砂防治措施

### 3.7 參訪 WLV 於福拉爾貝格州 Bregenz 分局及所轄工程設施

離開施蒂里亞州後搭火車橫越奧地利前往參訪位於奧地利最西部山區、WLV位於福拉爾貝格州Bregenz分局的相關工程設施，該部分的行程由該分局的發言人DI Gerald Jager負責接洽(詳相片3-58)。

Bregenz分局的發言人DI Gerald Jager除了身為WLV的工程師外，本身也是一項歐盟間土砂災害防治計畫的專案經理。由於歐盟國家間常有一些跨國合作的工程研究計畫，而奧地利又屬於歐盟的成員國，因此WLV的工程師常有機會參與這些跨國際間的合作案。除了分享本國的工程經驗，也有機會吸收他國的案例經驗，這樣的國際交流，對於工程師本身專業技能與素質的培養更是顯得相當重要。



相片 3-58 與 DI Gerald Jager 合照

#### 1.社區民宅的邊坡整治工地：

在進入山區參訪大型的工程設施前，Gerald Jager 表示先去他目前正負責執行的一項小工程工地。工地位於Bregenz的住宅區內，主要的工項為民宅後方的邊坡整治工程(詳相片3-59～相片3-61)。該工程的成立式因民宅主人向社區反應後，經由WLV評估是否需施作工



程，最後經社區、州政府出錢，WLV負責施作。

在工地現場與施工的工人閒聊過程中，深刻的體會到建築工人對他們的工作對社會是有幫助的感到自豪。Gerald Jager及工人們聽到台灣嚴格且有許多監督及檢測表單需填報的三級品管制度均感到不可思議。但我卻是對他們雖然沒有嚴格要求勞安及品管作業，仍能維持一定的工程水準感到訝異，也許因為對自己的職業感到驕傲，雖然並沒有監工人員隨時在旁邊監督，工人們對自己工作的品質及進度均會自我要求，毫不馬虎。



相片 3-59 民宅後方的邊坡整治工程



相片 3-60 將枕木直接滑落至邊坡下方



相片 3-61 下方機械承接枕木

## 2. Bregenz分局所轄範圍之土砂防治措施：

由於Bregenz分局位於奧地利最西部山區，與德國、瑞士、義大利等國交界，冬天為著名的滑雪勝地(詳相片3-62、相片3-63)，夏天也為風景優美的鄉村景觀。冬天為了防止雪崩，春天融雪期間及夏季豪雨期間，為了防止土砂及洪水災害侵蝕。該局的治理策略也是由上游至下游採取系列式的土砂整治措施，於上游適當處設置土砂、流木攔阻壩等構造物(詳相片3-64、相片3-65)。

此外在鄉野的聚落間也常見防止雪崩或土砂的土堤，並與當地的草皮植生配合，確實達到生態且不讓人產生硬梆梆工程設施的效果(詳相片3-66、相片3-65)。



相片 3-62 Bregenz 區域之地貌



相片 3-63 冬天為著名的滑雪景點



相片 3-64 攔阻土砂之 Breaking Dam





相片 3-65 小型滯洪功能的 Dosing Dam



相片 3-66 聚落前可見防雪崩及土砂的土堤構造物



相片 3-67 生態且與環境融合的土堤構造物



此區域平時枯水期期間的水量不多，但WLV仍然會依整體流域的降雨及洪流狀況規劃相對應的工程設計，尤其是區域性的滯洪池設計。相片3-68～相片3-72為當地滯洪工程的案例。枯水期時並不會感到危機，但在汛期時該滯洪池的確發揮作用蓄滿水而達到滯洪功能。免除下游端城鎮的危害，或許工程設施最大的成效就是與環境結合而不顯突兀，但在必要時又能發揮功能達到減災、避災的功能。



相片 3-68 攔水堰向上游拍攝滯洪池區



相片 3-69 滯洪池區後方之攔水堰



相片 3-70 攔水堰進水口(枯水期水量甚微)



相片 3-71 攔水堰向下游拍攝



相片 3-72 攔水堰出水口



### 3.8 參訪 BFW 於 Innsbruck 周遭之林木復育計畫

參訪音斯布魯克(Innsbruck)的行程由聯邦森林、天然災害及地貌研究與訓練中心BFW(Federal Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape)的天然災害及復育部的所長Dr. Gerhard Markart 博士帶領並安排現地參訪的行程，除了對土砂災害預測、防災及減災策略進行經驗交流外，也到音斯布魯克周邊的山區了解BFW的林木相關復育計畫執行情形。

相片3-73為WLV於山區攔砂壩上游河道正在清淤中的疏濬工程。相片3-74～相片3-79為BFW於音斯布魯克周邊的山區的林木相關復育計畫。計畫執行前，BFW儘量搜集到20世紀初期的航空照片，藉由當時林木及植被覆蓋的情形進行復育，執行期間藉由不同時期的衛星照片比對了解復育情形。Dr. Gerhard Markart博士感慨的說復育工作是一件相當困難的工作，由於奧地利是木材的輸出國，林木的減少相當迅速，也造成的幾十年來土砂及坡地災害的迅速擴大，經過BFW幾十年的努力，雖具成效但也比不上人為開發的破壞，未來還有相當大的努力空間。



相片 3-73 Breaking Dam 上游清淤中的疏濬工程



相片 3-74 音斯布魯克附近山區樣貌



相片 3-75 冬天為雪場因此多有防雪崩落設施



相片 3-76 除了林木復育外，考量坡地承载力，也會適時砍除避免過荷





相片 3-77 除了林木砍除避免坡地過荷



相片 3-78 坡地上林木復育之林相



相片 3-79 山區多有放牧行為

### 3.9 參訪 WLV 於提絡州 Imst 周邊整治工程案例

到達茵斯特(Imst)的行程首先由WLV於Imst分局已退休的前分局長、高齡70歲的Dr. Joerg Heumadar博士帶領參訪土砂整治工程的相關案例，也再一次體驗到WLV工程師們如何將工程融入自然環境而不顯得突兀，並且力求由既有的環境條件下思考完整且妥善的工程方案。

#### 1.與環境相融合的治理工程：

奧地利是一個極富歐洲文化且具歷史背景的國家，每個城鎮不論大小都有其歷史意涵，這也造就了奧地利得天獨厚的觀光資源。而奧地利人也充分享受居住於其中，而且樂於享受這樣歷史所帶給他們的觀光資源。正因為如此，奧地利工程師在規劃興建治理工程時便會帶入一些值得我們學習的概念及想法。

- (1)首先，利用過去該地區常發生的歷史災害教育民眾天災的可怕，同時提醒當地民眾該地區並非總如眼前所看到的安全而是過去常發生災害的區域，提高民眾防災意識(詳相片3-80、相片3-81)。
- (2)其次，以解說牌告知並教育民眾災害發生的成因，並將整治工程如何發揮作用並解決或減少、降低災害淺而易懂的進行說明(詳相片3-82)。
- (3)利用當地的材料以不突兀的方式將WLV的標誌帶入工程之中，這無疑代表了WLV工程師對於自己作品的負責與自信(詳相片3-83)。
- (4)樂於與國際交流、合作。除了學習先進國家的長處，長期的合作也間接的增進國民外交與促進觀光發展(詳相片3-84)。

- (5) 整體工程與當地環境及地形結合，箱涵或構造物儘量隱蔽或融合環境，避免硬梆梆造成突兀感(詳相片3-85～相片3-89)。
- (6) 在滿足防災功能及安全性後，儘量生態的方式促進物種發展，並且多塑造親水及供民眾休憩的空間(詳相片3-90、相片3-91)。



相片 3-80 三、四百多年前防止土石流侵入村落的石牆



相片 3-81 石牆上說明該石牆存在的緣由及典故





相片 3-82 工程解說牌



相片 3-83 以當地石材及木材塑造 WLV 標誌



相片 3-84 日本岐阜大學考察紀念





相片 3-85 溪流上游處的攔砂壩



相片 3-86 在尋常水位時，水流流到地下涵管以利民眾交通。大水時整體河道均為通洪(土石流)斷面，道路封閉禁止民眾通行，避免造成傷亡



相片 3-87 道路下方為隱蔽之箱涵



相片 3-88 尋常水位時，水流流經之地下涵管出口。大水時整體河道均為通洪(土石流)斷面





相片 3-89 溪流下游處的攔土石壩(Breaking Dam)



相片 3-90 下游河道儘量生態化及塑造親水空間



相片 3-91 提供民眾休憩及活動場所

## 2.二十世紀初期充分利用地形的傑出治理工程案例：

另一處Dr. Joerg Heumadar博士帶我們參觀的是一個在二十世紀初期且充分利用地形而興建的滯洪壩。為了避免突來的洪流侵襲下游處的村落，此滯洪壩選址處坐落於河道轉彎處(越過此處則河道突闊)，一面連結山壁，另一面與山路相接，並設置有三處洩水閘門(詳相片3-90)。設置高程由河道中央山壁往道路處逐漸降低。

常水位時水流經過洩水閘門向下游流動，洪流來時當上游滯洪庫區無法容納來流量時，洪流可由壩體左側設計之溢流處宣導過多的洪流向下游處排放(詳相片3-93、相片3-94)。此外，為了方便洪流期間觀測水位，當時設計時特別利用了河道左岸道路旁的山壁建造一座臨時木橋，並且由左岸山壁後方又有小路可通達村落聚集處。因此，該臨時木橋便可作為洪流期間可安全觀測水情的觀察站。

三處的洩水閘門為了避免阻塞，在閘門位置處以圓弧狀排列木樁(現今已改為金屬樁)作為攔污柵，避免漂流物阻塞影響水流(詳相片3-95、相片3-96)。



相片 3-92 位於河道彎處之滯洪壩，並有三處洩水閘門



相片 3-93 壩址下游(藍線為常水位流向，紅色虛線為溢流時宣洩路線)





相片 3-94 溢流時宣洩路線(紅色虛線所示)



相片 3-95 壩體以當地塊石興築



相片 3-96 攔污柵近拍

### 3.10 參訪 WLV 於提絡州 Imst 分局及所轄工程設施

本次參訪奧地利的行程主要是透過WLV於Imst分局的局長DI Christian Weber幫忙聯絡並安排所有參訪的行程(詳相片3-97)。Weber局長與台灣的淵源極深，由於與水土保持局及學術界良好的合作關係，過去曾經訪台23次之多，對台灣的環境、文化也有透徹的了解。經濟部水利署過去曾經參訪奧地利的成員，多數亦是透過他的聯繫安排相關行程。



相片 3-97 與 DI Christian Weber 局長合照

#### 1.跨城市合作並與社區意象結合之治理工程：

在參訪的過程中，Weber局長帶我們來到Imst附近的一個小鎮。這個小鎮在前幾年曾經發生洪水侵襲而造成災害，藉由軍方、社區團體、地方居民、政府各級防救災單位以及各地義工的共同合作及努力下，奧地利發生洪災的城鎮，總是能在極短的時間內(通常為一、二個月內)清理並復舊完畢。在清理後，WLV為該城鎮重新打造了通洪渠道，並結合了富現代感卻又與環境相融合的元素於其中。

(1)將對此災害有幫助(不論是行動上的幫忙救災或是經濟上的協助)



的城市(德國、義大利...等的城市)均列入解說牌中敘述有關該城市的幫助為何，又該城市過去也曾遭遇之災害為何...等等，作為對其幫忙表示感謝(詳相片3-98)。

(2)適當的擴充渠道並設置攔砂堰(詳相片3-99)。經與社區協調，民眾也願以安全考量適當擴充通洪渠道，並以塊石作為護岸坡面營造近自然的感受。

(3)結合現代感又有其意涵的作品作為意象表達(詳相片3-100)。並適當運用工程材料(如箱籠)作為裝置藝術(詳相片3-101)。



相片 3-98 工程解說牌(對各協助城市表示感謝)



相片 3-99 攔砂堰近照





相片 3-100 現代感又有其含意的入口意象



相片 3-101 以箱籠作為裝置藝術

## 2.峽谷中的工程挑戰：

WLV的各分局中的工程人員大致分成三個部分，工程師、技工與行政人員。工程師的比例較少，一般若以70人左右的分局，工程師大約10人(含主管)、技工約50人、行政人員約10人。

每一個工程師雖也有其責任區域劃分，但需完成一項業務的每項工作都可說是瞭若指掌。因此，工程或疏濬作業的規劃、評估、

設計、監造工程師都必須要會。技工的工作主要則是負責外業工程執行及施作的部份。局內也有機械廠房主要供技工們製作相關工具(如特殊螺拴、焊接、鋼筋彎曲...等)。當然若遇到較大型或是較困難的工程，則通常工程師會先將整體工程初步規劃後外包給顧問公司做設計。

Imst分局前兩三年的重大工程則是在V型峽谷中興建大型的滯洪攔沙壩。經過工程師設計後交由顧問公司進行結構穩定等詳細分析後施作。工程中最困難的部份就是如何克服在陡峭的峽谷中鑿開山壁。WLV的技工們用吊掛的方式於陡峭山壁上施設工作面(詳相片3-102~相片3-104)，並以炸藥及鑿子等工具開鑿出壩體坎入山壁的四槽。最後在克服狹小的空間、惡劣的天候後完成工程(詳相片3-105~相片3-107)。



相片3-102 以吊掛方式於陡峭山壁上施工(WLV提供)





相片3-103 於陡峭山壁上施設防落石措施及工作平台(WLV提供)



相片3-104 以炸藥及鑿子等工具開鑿山壁(WLV提供)

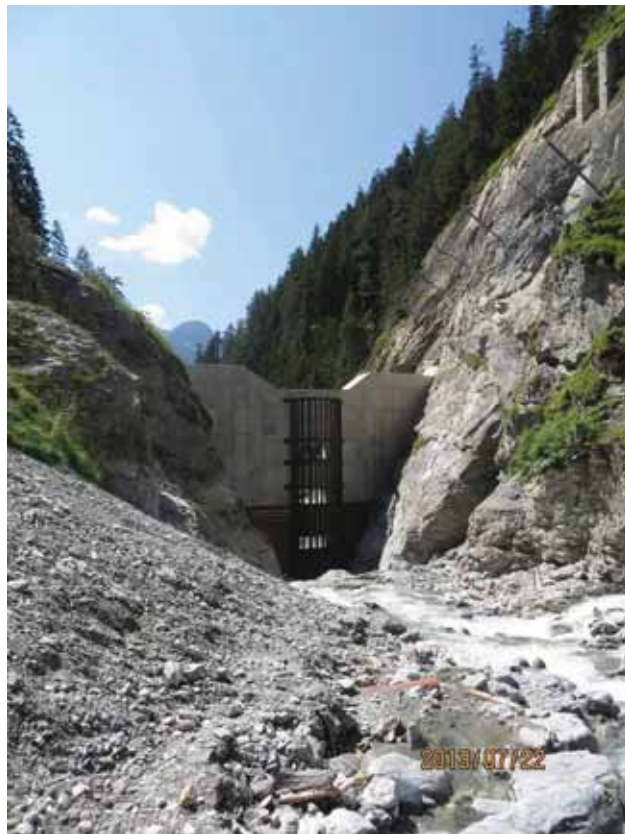


相片3-105 完成面(上游面)





相片3-106 完成面(下游面)



相片3-107 由河谷中拍攝滯洪攔沙壩

### 3.冰川及雪崩防治措施：

雖然台灣沒有雪崩的天然災害，參訪時7月也是奧地利的夏季，由於Weber局長工作需要跟當地城鎮討論該城鎮所擁有的冰川風景區及相關雪崩防治措施。因此便詢問我們是否有興趣一同前往。

在我們驅車接近冰川公園(Kaunertaler Gletscher)的山路上可以看到被冰川沖蝕U字型且表面光滑的河谷型態(詳相片3-108)。在到達Kaunertaler Gletscher搭乘纜車到達山頂(詳相片3-109、相片3-110)。防治雪崩除了設置防雪圍籬外，相關的監測系統也是相當重要的，例如：溫度感測計。這種感測計有一定的高度，因此在冬季雪層很厚時，可以量測到雪層不同厚度時之溫度，藉由溫度的變化，即可判斷或預知是否會產生雪崩危害，提早通知冬季滑雪的遊客避難。

近年來由於氣候變遷、地球暖化的影響，30年來冰川已向後退縮數公里遠的距離。如果人類再不尊重大自然，不斷的加諸傷害於賴以生存的土地，也許有一天，我們的子孫將只能課本上讀到冰川的歷史了。



相片3-108 冰川的冰舌及被冰川沖蝕的U型河谷



相片3-109 冰川公園(Kaunertaler Gletscher)搭乘纜車處



相片3-110 山頂處風景(奧地利及義大利邊界)



## 第四章 心得感想與建議

此次奧地利研習期間雖然不長，但參訪了奧地利各州的工程設施以及與當地工程師及民眾交談過程中，也學習及體驗了該國的文化及特色。謹將相關之心得與建議臚列如下，提供參考：

### 4.1 心得感想

#### 1.工程及環境等概念培養應列入教育體制中從小養成：

國小、國中、或高中的教育中應安排參訪不同行業別的學童觀摩日，使學童從小就有機會可以觀摩各行各業的內容，有助於進入大學及高等教育時依個人性向選擇適合的科系，畢業投入職場後也較能尊重自己的職業、發揮所長。

#### 2.工程單位應多方面對社會及民眾進行工程教育：

工程建設應多利用解說牌或常用之工程設施模型...等闡述該地區之災害型態、工程設計理念、工法作用...等資訊，可讓民眾了解災害概念與工程之設計緣由。工程機關也應多方接受各級學校乃至民間團體申請進行參訪或工程解說、導覽課程。

#### 3.尊重專業及長遠規劃：

一個長期程的工程計畫的規劃與執行，端看其專業分析及必要性來訂定期程，並不會因政體的輪替而改變。

#### 4.系列式整治概念：

整治觀念上，應藉由河道從上游至下游建立具系統性且具特定功能性目的構造物所組成。所以應整體瞭解集水區的特性及其連續功能性機制(the Chain of Functions)，而非以單一構造物來防治土砂或

洪水的運移，這樣的概念在規劃及工程設計前應特別的重視及考量。

#### **5.滯洪區概念：**

防洪管理上很重要的所謂「整體滯洪區」的概念。利用城鎮周邊找尋適合作為滯洪的區域，平時非汛期的通水渠道或許不大，但在洪水來時可導引水流至整個滯洪區而不會影響到城鎮等區域，造成生命財產的損傷。

#### **6.流域整體管理思考：**

防洪除了工程手段外可以流域整體管理為思考模式。以降低洪災風險為主。以工程治理手段為基礎，再配合植生復育與危險區地圖劃設方式進行管理以減輕災害。

#### **7.跨國(城市)、團體交流合作並與社區意象結合：**

結合不同單位如：軍方、社區團體、地方居民、政府各級防救災單位以及各地義工的共同合作。奧地利在發生洪災的城鎮，總是能在極短的時間內(通常為一、二個月內)清理並復舊完畢。除了可吸收不同經驗外，不同單位或與民間社區等的結合更有利於防災工程之推展。

## 4.2 建議

### 1.增加出國觀摩及學習機會：

近年來國人出國留學人數銳減，公務出國觀摩的機會也減少很多。本國學子及工程人員較缺少國際合作經驗與國際觀。應多增加出國觀摩及學習的機會，特別是基層的工程人員，若能多吸收不同經驗，除增加經驗及拓展視野外，潛移默化中也會對於自己的工作產生榮譽感而問題的解決也將更盡善盡美。

### 2.增加國際交流與組織化的工程合作管道：

奧地利因為是歐盟國家的關係，其工程師常有機會參與跨國間合作的工程案件，其他國家若有遇到較棘手的工程困難時，也會求助於較有經驗國家之工程團隊來解決。

我國在大型工程建設時雖然也會尋求國際工程或研究機構(如：美國墾務局...等)，但這樣的合作機制往往對我國工程師的經驗及成長有限。且我國因地理位置因素，颱風、豪雨、地震等天災頻繁，本土工程師在防災工程及措施上也有相當豐富且不輸國際之經驗與技術。若能透過國際交流甚至是跨國間的工程合作，定能大幅增加本國工程師的素質及專業技能，同時也能將本國防災技術與經驗推向國際，邁向雙贏的局面。



## 參考文獻

1. <http://www.taiwanembassy.org/AT/mp.asp?mp=161>
2. <http://www.lebensministerium.at/>
3. 柯勇全，奧地利危險區劃定與管理，行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書No.: 484C04 - 40318，2004。

