



公務出國報告

(出國類別：考察)

以水環境資源保育為基礎之多目標防洪減災技術
Multi-purpose Flood and Disaster Reduction Technology
Base on Aquatic Environment Resources Protection

服務機關：經濟部水利署水利規劃試驗所

出國人職稱：工程員

姓名：張東興

出國地區：奧地利

出國期間：民國 100 年 6 月 11 日至 27 日

報告日期：民國 100 年 8 月

公務出國報告

(出國類別：考察)

以水環境資源保育為基礎之多目標防洪減災技術
Multi-purpose Flood and Disaster Reduction Technology
Base on Aquatic Environment Resources Protection

服務機關：經濟部水利署水利規劃試驗所

出國人職稱：工程員



姓名：張東興

出國地區：奧地利

出國期間：民國 100 年 6 月 11 日至 27 日

報告日期：民國 100 年 8 月

出國報告審核表

出國報告名稱：以水環境資源保育為基礎之多目標防洪減災技術		
出國人姓名（2人以上，以1人為代表）	職稱	服務單位
張東興	工程員	經濟部水利署水利規劃試驗所
出國類別	<input checked="" type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他_____（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）	
出國期間：100年6月11日至100年6月27日		報告繳交日期：100年8月
計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整（本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」） <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備 <input checked="" type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input checked="" type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input checked="" type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input checked="" type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____	
審核人	一級單位主管	機關首長或其授權人員
		

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

摘要

近年來在永續發展與環境保育意識的覺醒，同時面對全球氣候變遷日益嚴苛的降雨條件下，防洪減災不再是僅為水患治理單一目標的課題。治水由以往單純化的以工程構造物保護民眾財產或重要經濟建設，而逐漸轉變為以整個水文系統或生態系統觀念來檢視，整合流域內自然環境資源保育與社會人文發展間之關係，將水視為資源而非洪患，協調找尋全方位利益之多目標綜合治理。

因此，在整個流域系統中從流域管理策略、集水區治理、生態系統的影響、水環境的維護與涵養、水土林等環境資源的保育與永續利用，到區域社會經濟發展、災害風險管理之間的相互關係，如何融合水環境資源保育與人為的防洪減災技術仍是極需努力加強的目標。

奧地利防洪係以流域整體管理為主，以減低洪水風險為前題實施治理，再融入傳統危險地圖劃設方式減輕災害。實務上其將水砂儘量分配留蓄於上游集水區，並基於風險管理概念，將現階段無法留蓄於上游之水砂引導至危害較小區域。其以流域為單元由治理提昇至管理層面、系統性思考之防洪減災措施、規劃設計階段考量每個環節與生態之互動關係並創造更多附加價值、環境保育概念宣導與教育等值得我們學習。

此外，國內因權責分工相關部門觀測與監測系統分散，建議可仿其方式，依業務或學理上所需應用之科學模式參數，採整合型自動化監測系統進行量測，除獲取所需觀測資料外，並可結合預警系統。更應整合氣象、水土保持、水利、與農林部門之監測資料，要能即時流通供應且有專門單位保存並提供，達到資料共享與創造最大利用價值。

關鍵詞：資源保育、防洪減災、永續發展、奧地利

目次

目次	i
表目錄	ii
圖目錄	ii
第一章 目的	1
第二章 過程	2
2.1 行程	2
2.2 奧地利的防災概況	4
2.3 奧地利之防洪減災技術	5
2.4 多目標規劃思維	10
2.5 台奧治水架構比較	11
2.5.1 奧地利流域管理計畫	11
2.5.2 臺灣綜合治水對策	12
2.5.3 小結	12
2.6 案例介紹-Murbach.....	13
2.6.1Murbach集水區基本資料.....	13
2.6.2 歷史災害事件	13
2.6.3 環境概述	13
2.6.4 工程目的	13
2.6.5 工程概況	15
2.6.6 經費分擔	20
2.6.7 小結	20
第三章 心得與建議	23
3.1 心得	23
3.2 建議	25

第四章、其他相關事項	26
4.1 參考文獻	26
4.2 誌謝	27

表目錄

表 2-1 參訪行程表	2
-------------------	---

圖目錄

圖 1 奧地利天然災害危機周期循環圖	4
圖 2 在Umhausen市政廳內保存描繪1762災害前後之歷史資料 (Prof Heumadar提供)	13
圖 3 Murbach沖積扇地形, Umhausen市位於最右側(定位資料配合Google earth展現)	14

第一章 目的

以往治水皆以防洪單一目標，治理雖有成效，但往往因改變自然環境，長時期對生態環境產生不利影響，進而又威脅到人類自身的利益和安全。因此，對於在進行防洪工程時，能以生態保育與環境治理之觀點，將單純治水工程措施轉換為以保護水環境為重點的多目標綜合治理，將是未來重要課題。

近年由於全球氣候變遷的影響，使得極端降雨事件發生機會增加，其影響除降雨量、洪水量增加外、旱澇交替頻度及幅度亦增加。就水利防洪建設而言，最直接影響為原有依據歷史降雨事件計算的防洪標準所建造的防洪構造物，將無法滿足實際的防洪需求，如何由集水區上游源頭減少逕流將是重要對策之一。

此外加上臺灣地區因位於亞熱帶地區，先天上受颱風及季節性暴雨影響易生極端事件。同時亦因位處菲律賓海板塊與歐亞大陸板塊交互作用處，使地形陡峭、地質破碎，集水區常面臨嚴重土砂問題。在水土災害的交互作用下，於颱風豪雨期間極易形成複合型災害，其影響已隱然形成各項水資源環境之危機。

奧地利位處歐陸阿爾卑斯山脈北側，其面積約 1/3 為山地，野溪遍佈達 9,000 處，地形條件與臺灣頗為相似。奧地利常遭受山洪、土壤沖蝕及土石流災害之侵襲，遠自 15 世紀便已有防治山洪、土石流等之防洪、防砂工程，其工程技術及經驗堪稱世界之翹楚。近年來觀光成為奧地利重要經濟來源，其防洪減災之理念與技術，由以往工程手段轉為融和環境資源保育、風險管理之思維，值得學習。

因此擬藉由本計畫赴奧地利實地觀摩研習其數百年來之防洪減災技術與實務，及環境資源保育觀念與知識，以案例提供國內未來重新檢核防洪減災需求時，能將水、土、林等環境資源保育及風險管理之多面向思維納入規劃，參考借鏡以創造資源永續環境。

第二章 過程

2.1 行程

本次赴奧地利研習之時程含去、返程搭機時間在內計 17 天，研習地點主要涵括薩爾斯堡州(Salzburg)、提絡州(Tyrol)、及上奧地利州(Upper Austria)。於飛抵維也納鄰近之國際機場後直接轉搭火車前往薩爾斯堡，先在薩爾斯堡停留 4 天，實地觀摩薩爾斯堡防洪減災相關保護措施，瞭解其在生態保護及水資源環境保育治理機制。其後，轉往提絡州之茵斯特(Imst)、音斯布魯克(Innsbruck)等地，現地參訪相關單位防洪減災工程及相關設施，最後往程順往上奧地利州連斯(Linz)市實地觀摩多瑙河沿岸防洪減災及水域環境管理成效。本次主要行程由奧地利聯邦山洪及雪崩防治局提絡州分局協助安排，參訪行程表如表 2-1。

表 2-1 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)
6/11~12 , 2011	TPE-Vienna-Salzburg 桃園－維也納－薩爾斯堡	Leave for Vienna and Salzburg 往程 (12 日夜宿薩爾斯堡)	11 日飛機 12 日抵達維也納，轉搭火車前往薩爾斯堡
6/13 ~ 6/15	Salzburg 薩爾斯堡	Mr. Gernot Fiebiger P.E. PHD Fiebiger Consulting Siebenstadterstr 23/27 A-5020 Salzburg Austria T:+43(0)662/423565 F:+43(0)662/423066 M: +43(0)664/9060105 zt@fiebigger.eu	1.Practice in flood mitigation measure with multi-purpose. 實地觀摩多目標綜合治理之防洪減災策略之成效。 2.Executive experience in flood mitigation with ecosystem protection and environment management 薩爾茲堡州生態保護及環境治理機制、防洪減災策略執行經驗交流。
6/16 ~ 6/21	Imst, Tyrol 茵斯特,提絡州	Mr. Christian Weber Director Tyrol Authority of the Austrian Service in Avalanche & Torrent Control Langgasse 88 6460 Imst T:(+43 5412) 665 31 17 F:(+43 5412) 665 31 23 M:(+43 664) 33 30 782	1.Practice in flood mitigation measure with multi-purpose. 實地觀摩以保護水環境為重點的多目標綜合治理之防洪減災成效。 2. Executive experience in flood mitigation with ecosystem protection and environment management 提絡州生態保護及環境治理機制、防洪減災策略執行經驗交流。

		christian.weber@die-wildbach.at (下午前往音斯布魯克 21 日夜宿音斯布魯克)	
6/22	Innsbruck, Tyrol 音斯布魯克, 提絡州	Dr. Bernhard Kohl PHD Federal Research Training Center for Forests, Natural Hazards and Landscape(BFW) Rennweg 1- Hofburg 6020 Innsbruck, Austria T:(+43 512) 573933-5132 F:(+43 512) 573933-5250 Bernhard.hohl@uibk.ac.at (傍晚火車回茵斯特 22 日夜宿茵斯特)	1.Practice in disaster mitigation and warning measure with multi-purpose. 實地觀摩防洪減災及預警系統。
6/23	Imst, Tyrol 茵斯特, 提絡州	Dr. Joerg Heumadar Director(ret.) Federal Service for Torrent and Avalanche Control, Imst, Tyrol Lecturer for “Afforestation near the Timberline”, University for Natural Resources and Applied Life Science, Vienna Langgasse 73/1 A-6460 Imst T:(+43) 5412 67611 M:(+43) 664 2553035 Joerg.heumader@cni.at	1.Participate in BOKU’s university High-elevation Afforestation and Disaster Reduce Measure Lecture with BOKU students. 參加 BOKU 大學高海拔地區森林復育減災措施野外教學。
6/24 ~ 6/25	Linz 連斯	Mr. Christian Weber Director Tyrol Authority of the Austrian Service in Avalanche & Torrent Control Langgasse 88 6460 Imst T:(+43 5412) 665 31 17 F:(+43 5412) 665 31 23 M:(+43 664) 33 30 782 christian.weber@die-wildbach.at	1.Practice in Danube river flood mitigation and aquatic environment resources management 實地觀摩多瑙河沿岸防洪減災與水域環境管理成效。
6/26~27	Linz -Vienna 連斯-維也納 Vienna-TPE 維也納-桃園	Leave for Taiwan 返程	(26 日飛機 27 日抵達台)

2.2 奧地利的防災概況

奧地利全國國土約 75%位於阿爾卑斯山區，阿爾卑斯山區常見主要天然災害包括山洪(山洪引發之土石流、泥砂運移問題、邊坡侵蝕)、雪崩、地滑(崩坍)、落石等。除雪崩外大部分天然災害與臺灣災害類同。

我們可由奧地利的天然災害危機周期循環圖來切入其防災思惟。奧地利各種防災措施的最終目的是減少災害發生之風險並提昇面臨災害發生時之安全性。面對天然災害其核心面向分成災害管理、復建重生、預警等三個面向。就災害事件而言，其周期由災害通報發布、相關單位介入、必要設施臨時修復、重建工作完成、重新檢覈預防措施至下一次天然災害應變準備，周而復始環環相扣。如圖 2-1 所示。



圖 1 奧地利天然災害危機周期循環圖

奧地利於 1882 年奧匈帝國時期在南方各州受大規模災害重創已非各市級政府及災民所能處理，為此於 1884 年成立奧地利

聯邦山洪及雪崩防治局，現今分為三個行政層級，隸屬於位於維也納的奧地利聯邦農林環境及水資源經營部。奧地利聯邦山洪及雪崩防治局(the Austria Service for Torrent and Avalanche Control, die Wildbach)轄下有 7 個州級分局，27 個區級辦公室，另有三個一級幕僚單位，專責地理、地質、雪與雪崩觀測等資訊。

而奧地利之山洪及雪崩的防治工作亦於憲法中明訂係聯邦政府的權責(Art. 10)。在 1975 年頒布的森林法中明文揭示山洪與雪崩防治之機構與其職責，包括危險區地圖之劃設、技術性及森林生態環境控制措施之規劃與實施、提供專業服務及諮詢、山洪及雪崩集水區管理、各分支機構的行政管理、對公眾關注的阿爾卑斯山天然災害保護議題說明展現。

由此可見，奧地利相關防災措施，除相關必要防減災治理工程外，源頭控制之集水區經營管理與民眾協調溝通產生共識亦相等重要。此外，最根本土地利用部分以危險區地圖之劃設提供資訊，避免因資訊不足而做出錯誤的開發計畫或使用行為，以避免人為造成的受災事件。

雖然在奧地利危險區地圖劃設係基於森林法中對森林土地利用規劃而訂，危險地區之劃訂係由專家意見而來，而其具約束力係因將其納入區域土地利用規劃中。因在州級法律中訂明在危險區地圖之土地利用及建築的限制，故危險區地圖使區域發展計畫能瞭解每個危險地區的風險，進而能決定適切的地方區域發展計畫。

2.3 奧地利之防洪減災技術

奧地利聯邦山洪及雪崩防治局主要權責範圍係訂為有土石流、沖積問題且集水面積 100 平方公里以上之山區溪流。本次主要行程由奧地利聯邦山洪及雪崩防治局提絡州分局協助連絡安排參訪相關現地成效，於薩爾斯堡州(Salzburg)由該州分局退休局長現為國際森林研究聯盟天然災害研究群顧問及協調者(International Union of Forest Research Organizations,

IUFRO Research Group 8.03 Natural Disasters) Dr. Gernot Fiebiger 博士帶領現地參訪並說明山洪及雪崩防治局系統性防治山洪及土石流之技術與觀念。於提絡州主要則由該州退休分局長 prof. Joerg Heumadar 及現任局長 DI Christian Weber 帶領現地參訪與說明。茲初步整理奧地利對山洪及其引發之土石流防治對策如下：

奧地利對山洪及其引發之土石流之防治對策主要分成主動對策與被動對策。主動對策係對土石流預防及控制從上游來源控制一直到下游間的傳送過程間之處置；被動對策由土地利用規劃著手，包含危險地區劃設及森林土地利用管理。(Fiebiger, 2010)

奧地利主動及被動對策其目的與相對措施可細分如下：
(Heumadar, 2009)

- 一、對洪水災害之主動保護對策-防禦工程(工程技術上的對策)
 1. 洪水峰值的削減
 - 集水區內築壩之滯洪設施
 2. 中上游河段河床深及側向沖刷的減緩或預防
 - 河床穩定連續壩
 - 關鍵土石流物質的繞道設施(輸送明渠、管路或隧道)
 3. 預防或減少具危險性土石流之物質由邊坡進入河道
 - 地滑及大量崩坍穩定工程
 - 邊坡工程
 4. 於山谷出口(the valley mouths)或舊土石流堆體頂(the apex of debris cones)滯蓄具危險性洪水土石流，河床載及漂流木
 - 土石流滯蓄壩及池(Debris retention dams and basins)，必要時結合漂流木減緩(阻)設施(woody-debris retarding constructions)。
 5. 河流中游段或舊土石流堆體頂土石流沈降壩(dosing)或篩選壩(sorting)
 - 結合鋼製構物之特殊開放壩體
 6. 河流中游段或舊土石流堆體頂阻止或及減緩土石流

特別土石流消能壩(breaking)及鋼製構物

7. 土石流堆體、河川沖積扇及河川下游段對洪水的保護

針對高水位洪水逕流設計的渠道工及一連串消能檻。

8. 河川下游段對河道偏移或側向沖蝕的保護

護岸工程(revetment)，突堤(groynes)，丁壩(spurs)

9. 對建物及設施的直接保護

導流壩或牆。

二、對洪水災害之主動保護對策-集水區和森林管理

1. 減低集水區內逕流及沖蝕速率

荒蕪地重新植被復育

藉由人工種植或促進自然再生方式造林

保安林復育經由減災導向管理，放牧規則及必要時減少蓄養
休閒性牲口(非提供農產或食物使用)

整體性集水區改善。

推廣及獎勵可減少逕流及沖蝕的土地利用型式

2. 預防漂流木或堵塞之倒木等土石流來源進入中游及上游河道

在有可能崩坍破壞及側向侵蝕的坡地以防災導向的森林管
理(如清理倒木)

將漂流木及堵塞之倒木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

防害管理導向之森林保護帶

4. 下游河段護岸保護

視洪流特性實施及維護土壤生物工程工作

沿河岸之灌木或帶狀樹木緩衝區之種植或管理

三、對洪水災害之被動防護對策-災難及損壞之預防及減低措施

1. 保持洪流危害區域不被利用

基於危險地圖規劃防災導向之土地利用

遷移位於危險地區之建築物或設施

2. 在洪流集水區之各種的規劃設施及方案的災損預防

與 SABO(日本社團法人全國治水砂防協會)專家合作規劃
及時指出負面發展

3. 在瀕臨危害地區對個人及設施之災損預防

建造防洪及耐洪之建築

建置監測及預警系統

在危險時關閉交通設施

瀕臨危害建物之人員撤離淨空

4. 減少災損

平日防災準備

自然災害保險

由政府、社會及私人組織的協助

而奧地利山洪及雪崩防治局針對土石流控制部分之流程，則可摘要整理成以下步驟：

1. 土石流區域生態環境分析
2. 土石流來源管理
3. 土石流發生運移過程控制
4. 擬定系統性的對策

Dr. Gernot Fiebiger 強調在工程技術方面針對土石流控制之構造物，係藉由系統性的一連串具特定功能性目的構造物所組成，故應整體瞭解其連續功能性機制 (the Chain of Functions)，而非以單一構造物來看，這一點在規劃及工程設計時很重要。

如單就土石流產生後之運移過程對策之工程構造物特性來看其機制，主要可分為

1. 能量削減
2. 土石流沉降
3. 河床質沉降
4. 洪水的蓄滯

通常視集水區特性運用，有時會結合數種功能搭配使用，大架構上先讓能量消減接著方能將運移物質沈降及水蓄滯並結合出流控制。最後一道防線則是降低土石流損壞(馴化)，如在土石流衝擊區域將保護標的以導流堤保護。



照片 01 土石流先經過 Breaking Dam 消能 (經接圖處理)



照片 02 消能後再由 Dosing Dam 蓄滯 (經接圖處理)

2.4 多目標規劃思維

近年來歐洲先由於發生跨國嚴重水資源保育災害，歐盟於 2000 年通過水架構法(Water Framework Directive, WFD), 對水環境議題整合，後陸續發生嚴重洪災，且為因應氣候變遷之衝擊，在 WFD 的架構下，於 2007 年通過洪水法(Flood Directive)。

上述兩法使得流域管理所要達成之目標有明確的訂定，並使所有水資源相關議題得以整合，係多目標流域整體管理策略，包含淡水供應、環境保護、生態保護、生物多樣性與洪災風險管理等議題。

多目標防洪減災技術層面，屬流域整體管理之一環。在規劃階段時，不應就防洪或減災層面討論，除防災需求外應就涉及之所有自然環境保護、資源運用、社會經濟面予以整合，就整個系統存在的事實，考量個別相互關係，進行全面與系統思考，擬定策略與計畫。而在工程設計階段，則除主要標的外應思考如何創造更多附加價值。

以奧地利土砂沉降池為例，除蓄滯土石流外，其蓄沈之砂石亦成為局部地區建材來源之一，而部分較寬廣滯洪池則容許居民種植牧草，或利用空間結合靶場用途，亦有冬季成為獵鹿場地者。而經過植生或自然復育成為生物棲地，或設計期間考量地理環境及景觀，如何巧妙的融入原有環境而不突兀，讓原有景觀價值不致喪失。



照片 03 兼做靶場使用之 Muhlbach 滯洪池全景 (經接圖處理)

2.5 台奧治水架構比較

2.5.1 奧地利流域管理計畫

奧地利自 1985 年加入歐盟，因此其防洪部分亦遵循最上位的歐盟相關法規。2000 年實施之歐盟水架構法 (WFD) 雖主要係針對水環境領域各項重點，如保護標準、污染控制機制以及確保新制度施行機制之主要架構等，惟其要求所有歐盟境內河川均應以整體之河川流域區 (river basin district) 加以劃定並定義河川流域管理計畫 (river basin management plan)，除要求所有河川流域管理計畫均應公告、公告後應完成審查與修訂外並訂定相關之期程。

在 WFD 實施整體河川流域管理計畫架構下，2007 年歐盟洪水法對於洪水風險之管理，採取三階段步驟 (3-step approach)，即初步洪水風險估定 (preliminary flood risk assessment, 2011 年 12 月 22 日前完成)、洪水風險劃設 (flood risk maps, 2013 年 12 月 22 日前完成) 與洪水風險管理計畫 (flood risk management plans)。

歐盟成員國先由河川流域管理計畫之公告與修訂，明確界定範圍與管理權責 (整體流域範圍內)，再從流域整體管理架構下，以減低整體洪水風險目標之大前題下，進行由上游集水區至中游、下游整體防洪策略或治理。在此思維下，整體流域可再細分為各支流次集水區，或更細部的單元，惟不論切分到多細小單元皆是以局部流域或集水區為單元。如此一來，各單元對流域體之治理策略，或者說該負擔之責任及應有治理工作可以予以明確界定。此制度係由上而下，由歐盟至聯邦層級再至各州，有明確的目標與方式。

簡要歸納目前初步瞭解之機制，在奧地利防洪係以流域整體管理為主，而以減低洪水風險為前題基礎上實施治理，再融入其存在已久之危險地圖劃設方式減輕災害。實務上其將水砂儘量分配留蓄於上游集水區，並基於風險管理概念，將現階段無法留蓄於上游集水區之水砂引導至危害較小區域。

由於奧地利境內較大河川係屬跨國河川之上游支流(如 Inn River 與 Salbach 係多瑙河上游支流)，Inn River 先向北流入德國境內再與 Salbach 合流成為德奧邊界，最後往北匯入多瑙河再往東穿越奧地利北部平原地區進入匈牙利。因此就河川流域管理計畫而言，其屬於上游集水區，著重於集水區保育與保水策略。

2.5.2 臺灣綜合治水對策

臺灣近年治水轉變為以流域整體治理對策為主，綜合治水治理主要概念為依據流域土地自然的水循環機制，實施合理的洪水分配機制，使流域各地同時執行水道排洪、低窪地滯洪、水涵養減洪、分洪道分洪的多元化綜合治水功能，達到有效削減洪澇災害的目標。

綜合治水計畫包含集水區域治理對策、河川區域治理對策、內水區域治理對策等三個面向，其架構涵蓋工程與非工程措施。現有工程措施以主要以河川、排水、下水道等治水設施(如排水路改善、河道整理疏浚、堤防、抽水站之設置、分洪水道等)，逕流及雨水貯留設施(如蓄、滯洪池之設置、透水性鋪面)。非工程措施則以排水總量管制、土地利用管制、洪水保險、建築物耐淹水處置，淹水預警系統、疏散計畫、產業轉型等。

2.5.3 小結

- 1、流域管理計畫或綜合治水皆以流域為單元。奧地利流域管理計畫係由上而下，其管理與治理皆有上位指導綱要，即使流域內因行政劃分為不同事權單位仍有明確指導原則與目標。綜合治水對策亦可擬定流域內相關水、土、林、集水區保育相關配合事項，惟需有上位機關擔任整合與協調不同事權單位之銜接工作。
- 2、奧地利危險地圖劃設由來已久，其隱含土地管理與風險管理精神，臺灣地區治水現階段亦已開始試將其納入非工程措施中。

2.6 案例介紹-Murbach

2.6.1 Murbach 集水區基本資料

集水區面積：3.8 平方公里

年平均降水量：710 毫米

最大降水記錄：96 毫米/每小時(1966 年)

2.6.2 歷史災害事件

在歷史資料中，本區最早有記載的的災害於 1762 年 7 月 9 日至 11 日一場近 40 小時嚴重降雨產生土石流，導致提絡州 Umhausen 市 68 間建物損壞及 9 人以及數量眾多之牲口喪生，大量土石使得本區域僅一間民宅倖存。其後仍有零星土石流災害發生。



圖 2 在 Umhausen 市政廳內保存描繪 1762 災害前後之歷史資料
(Prof Heumadar 提供)

2.6.3 環境概述

在歷經 1762 年大量土石流後產生之土石流沖積扇上，因體積太大無法清除，使得 Murbach 舊河道於山谷出口處沿土石流沖積扇自然漫流於其上，僅最後出口 150 公尺處於 50 年前以人工砌石渠道保護，遇較大降水事件時，山洪仍四處流竄影響市區且具有潛在危險。

2.6.4 工程目的

本區早期治理最早為二次大戰後在 Murbach 出口構築單一攔砂壩攔阻砂石及流木，其後在 80 年代為減少上游砂石來源，採用一連串固床壩使河床坡度穩定減緩兩岸邊坡沖蝕崩坍速率。

在歷經 250 年來土石流沖積扇堆積後成較穩定狀態，若因不斷沖刷崩坍，有可能引發上游更大的崩坍，為降低 Umhausen 市鎮再遭受土石流之危害風險，因此規劃將 Mubach 分流至人工開鑿渠道引流至遠離人口密集區另一河道，舊河道保留分擔部分洪流功能及做為生態用途。舊河道左岸以土石加高做第二道防線以保護市鎮。另山區出口以築堤新建蓄滯池，將山洪土石流發生時降低其破壞性並導流至危害較少區域，同時可以爭取撤離時間。

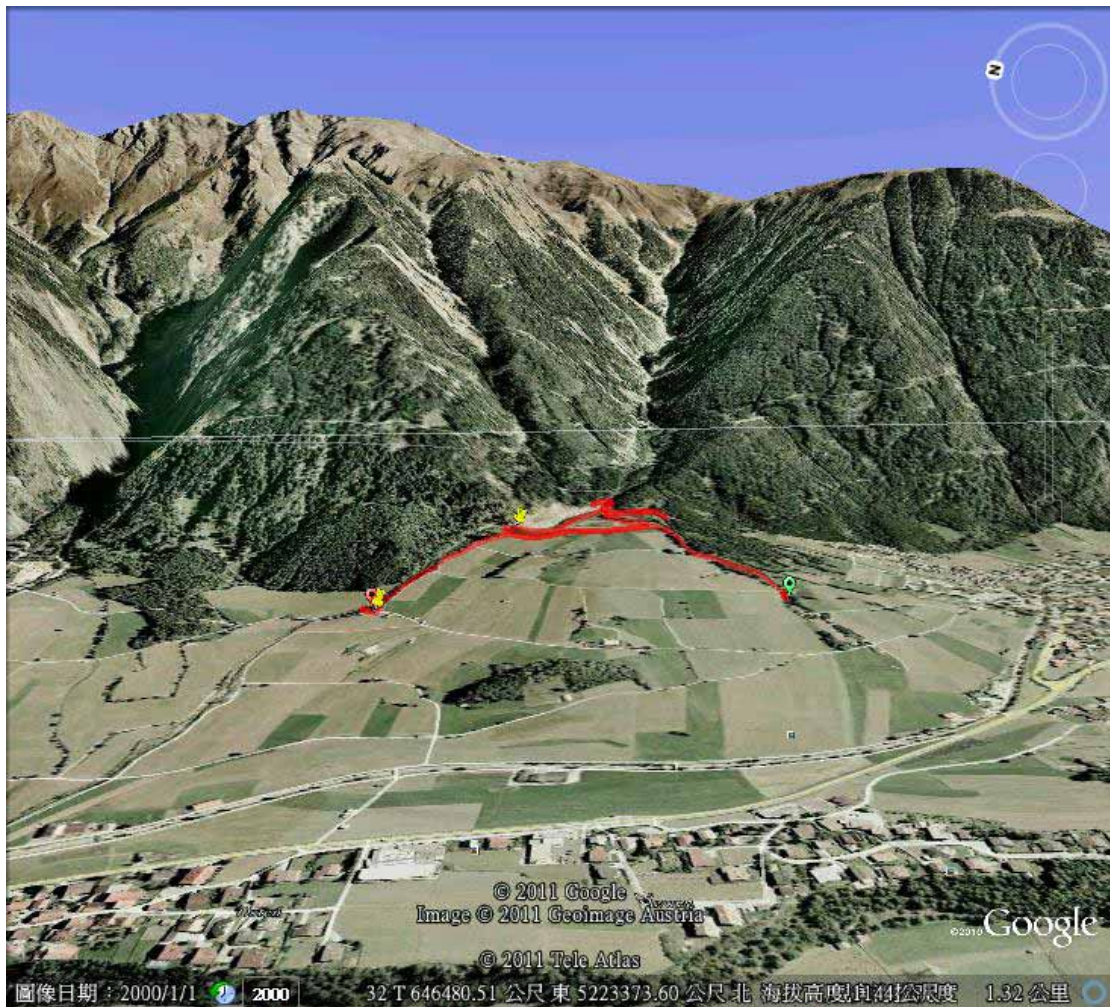


圖 3 Murbach 沖積扇地形，Umhausen 市位於最右側(定位資料配合 Google earth 展現)

2.6.5 工程概況

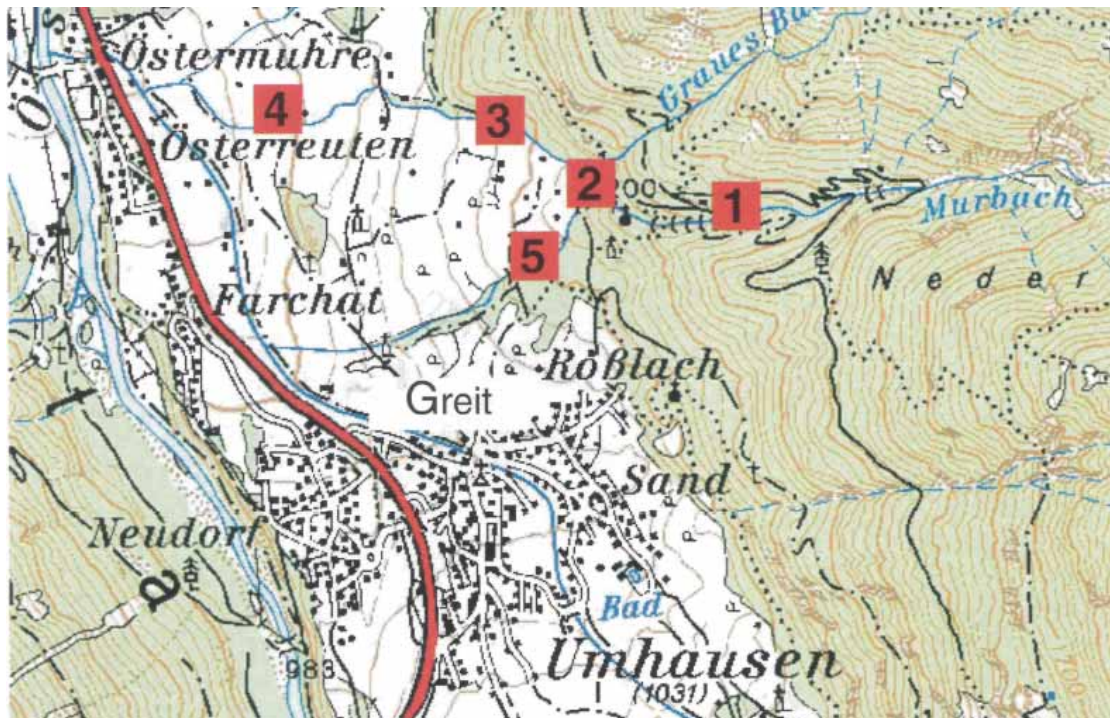


圖 4 Murbach 目前既設及新設工程位置示意(Prof Heumadar 提供)

整個集水區自 1954 年前陸續施作相關工程諸元描述如下：

1. (即設)中上游河谷束縮沖蝕處施作有 19 處以穩定河床使坡度穩定減緩崩坍為目的之固床壩。(1984-1987)。
2. (即設)Murbach 出山谷前 1954 年舊有為攔阻砂石及漂流木為目的石砌攔砂壩。
3. (新設)以人工興築土石壩堤以蓄滯山洪及土石流並導流至離市區較遠危害較小之新出口，容量為 50,000 立方公尺。
4. (新設)連接蓄滯設施出口將山洪引導至原河道出口下游農田區另一河道，並以近自然工法拓寬加固河床，兩側植栽保護。
5. (新設)保留舊有河道分擔部分流量並整理於左岸加高加固成另一道堤防，築成保護市鎮的第二道防線。



照片 01 於 1954 年興建之攔砂壩 2003 年前清淤前已淤滿
(Prof Heumadar 提供)



照片 02 清淤後之 2011 年現況



照片 03 山洪及土石流蓄滯池 2003 年剛完成時
(Prof Heumadar 提供)



照片 04 山洪及土石流蓄滯池 2011 年現況



照片 05 放流之河道原狀與加寬加固保護施工中
(Prof Heumadar 提供)



照片 06 引流河段 2011 年現況



照片 07 原河道左岸加高加固成第二道導流堤植生茂密



照片 08 原河道位於導流堤右側

2.6.6 經費分擔

在奧地利聯邦山洪及雪崩防治局規劃下整體防護工程花費 240 萬歐元，奧地利採落實受益者付費方式，經費分擔由聯邦出資 69%，提洛州出資 25%，Umhausen 市負擔 6%，工程由奧地利聯邦山洪及雪崩防治局完成。

2.6.7 小結

1. 本案例治理規劃乃整體考量且符合學理原則進行。由集水區上游集水區河床及邊坡穩定著手減少土砂來源，針對土石流特性由消能設施(breaker)降低土石流能量以減緩流速，山區出口設置蓄滯洪池調節急速山洪及土石流並兼具消能作用，採分洪導流遠離人口稠密區減少危害程度，對災害高風險區域加以徵收保全採植林方式增加保護，而未徵收區域位於危險區域則採限制使用僅以農作使用，不得施設建物。
2. 工程規劃與設計並非僅單一目標考量，仍兼顧及原有生態環境保育，如滯洪池出口為安全考量雖以鋼筋混凝土為主，但是在設計時考量現地週遭環境，使構造物巧妙的和周遭景環境融合，不會顯得突兀。
3. 為水環境資源保育雖以往無相關魚種等生物，引流渠道以近自然工法提昇保護程度並營造生物棲地環境，讓生物得以自然演化達到平衡。兩側並以柳科植生，其根部可穩定河床且植株形成帶狀緩衝區，一但土石流發生可再提供一道防線。
4. 其落實使用者付費機制，市鎮或受益者需自行負擔一定比例的配合款，一方面可避免政治人關說的影響，一方面可避免治理工程無限制過度保護的浪費。
5. 利用防災空間營造休憩空間提供社區居民活動，或提供生物自然繁衍棲地。



照片 09 為安全考量重要部分仍採用混凝土構物



照片 10 但設計時考量周遭環境構造物巧妙的和地景環境融合



照片 11 滯洪池外側遠眺現況與地景融合



照片 12 原土石流堆積扇上游側(道路左側)徵收造林，下游側(右側)劃為危險區域限制建築，目前為種植牧草使用。

第三章 心得與建議

3.1 心得

1、治水應以流域為管理單元

無論是以流域管理計畫或是綜合治水方式，兩者本質皆是以流域為管理單元，採用各種工程與非工程措施減輕各項水土災害或降低其發生風險。

2、治水應由治理提昇至流域管理層面

臺灣現階段綜合治水已包括非工程措施與土地利用管制等，主要主體是以水循環機制之洪水分配為主，可配合綜合土砂治理計畫與區域發展計畫達到與流域管理計畫相同效果，惟仍需建立有效協調銜接機制。未來可朝流域管理方式以流域為單元推動適合該流域之經營管理目標與措施，達到符合永續發展之環境。

3、防洪減災應以系統性思考著手

土石流防治之攔砂壩及滯洪池等設施並非單一防災設施，而是一連串具特功能性設施構造物所組成之系統，先是一連串底床穩定、消能減速、沈砂蓄洪工。廣義而言土石流與洪水皆是流體，土石流移動較為緩慢，而洪水流動較快，雖物理特性重點不同但是機制相近。我們應學習其治理之機制、設計之想法而非僅模仿表面所看到的型態。對防洪而言，我們可利用消能、減緩流速、沈砂、蓄洪機制去思考規劃。

4、規劃與設計應多思考創造更多附加價值

防洪減災考量需結合流域整體管理層面，並對自然環境資源及社會經濟面加以考量整合，尤其在規劃與設計階段，除主要目標外應思考如何創造更多附加價值。

5、規劃應儘量思考每個環節與生態之互動關係

山洪及雪崩防治局種苗場使用特製泥炭土(Torf)製做之容器盆，其不會破壞生態環境，當種苗之根部突出泥盆時，即可移植之時機。在環境保育上，他們連暫時性的容器都考慮到對環境之影響，這是我們有待加強學習的一部分。

6、環境保育觀念提昇是防洪減災的根本

在台灣在整治坡地災害時，通常為節省經費與縮短工期會採用開闢一條施工便道以進行災修，然而當災害本身處理完畢後，反而因新開闢的施工便道造成新的小災害，隨著時間慢慢擴大成另一個損害。而在奧地利他們不另外開闢施工便道，而是使用一種可以在坡地移動的瑞士製機械（Menzi Muck），雖然成本較高，操作人員需長時間訓練，但對自然環境而言可達到最小破壞性，並不因為謀求利潤而忽略。由此可見奧地利重視環境保育程度，同時亦是其環境教育成功之處。

7、環境教育應列入教學體制從小做起

在參訪過程中大多數陪同人員對周遭環境及動植物特性瞭解甚多，筆者問其何以學工程背景卻仍能如此多聞，他們回答卻是從小學起在學校就有一系列自然環境教育課程教他們認知周遭最常見生物及其特性，因為他們生活在其中，奧國環境資源教育很重視認為必需要學習周遭常見有那些植物有毒或有何用途或該保護等與環境結合之生活常識。



照片 13 可於坡地移動的特製機械（Menzi Muck）。

3.2 建議

- 1、國內因權責分工，相關部門觀測與監測系統各自分散，建議可仿奧地利方式，依業務或學理上所需應用之科學模式參數，採整合型自動化監測系統進行量測，除獲取所需觀測資料外，並可結合預警系統，此外更應整合氣象、水土保持、水利、與農林部門，監測資料要能即時流通供應且有專門單位保存並提供，而不致變成各單位自行其事疊床架屋。
- 2、奧地利六月係當地夏季開始，因其氣候於冬天受限於冰雪，各部門主要工程建設任務皆集中在五、六月積雪融化後積極展開因此異常忙碌，建議未來進行相關交流時宜注意。
- 3、新興都市連斯(Linz)捷運系統與電公車銜接方便連成路網且路線規劃良好分配均勻，票價計算容易分成三個等級, mini 短程, midi 中程與一日卷。在五個站內皆屬 mini, 超過5個站就要買 midi 但僅限搭一次，一日卷則在當日內無限搭次數。讓民眾習於利用公眾運輸系統便捷，儘量少開車而減少使用汽油燃料，達到節能省碳的目的。反觀臺灣都會區捷運與都市計畫，規劃完成至付諸實施往往超過10年以上，應多學習其與時並進規劃。

第四章、其他相關事項

4.1 參考文獻

1. Austrian Service for Torrent and Avalanche Control, 2007, Federal Ministry of Agriculture, Forestry, Environment and Water Management.
2. Protection from Torrents in Tyrol/Austria, 2009, Joerg Heumader.
3. Debris flow control by the Chain of Functions, 2011, G. Fiebiger
4. Control works in the Torrent Murbach case study on near-nature techniques, 2011, Joerg Heumader.
5. 永續治水對策之探討，2011，經濟部水利署水利規劃試驗所。
6. 洪水減災之非工程措施整體策略，2009，楊松岳，行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書，C09800407。
7. 流域整體治理規劃作業研究，2004，經濟部水利署水利規劃試驗所。

4.2 誌謝

本次研習感謝經濟部國際合作處 100 年度台奧技術合作訓練計畫提供機會與經費支助及經濟部水利署水利規劃試驗所推薦，同時特別感謝國立中興大學水土保持系陳教授樹群協助與奧地利方面取得先期連絡、本所程正工程司運達、楊副研究員松岳、賴博士益成等先進分享研習經驗及相關資訊。特別感謝奧地利聯邦山洪及雪崩防治局 Tyrol 州分局長 DI Christian Weber 協助安排整個參訪行程與連絡相關參訪單位，在 Salzburg 的 Dr. Gernot Fiebiger 及其夫人安排參訪與接待、在 Tyrol 州 Imst 及 Innsbruck 的 Prof Joerg Heumader、Dr. Wolfgang Gattermayr、Mr. Bernhard Kohl 及奧方許多各單位友人等於百忙之中陪同。使此次研習獲得許多寶貴之實地經驗與觀念，在此一併致上由衷之謝意。

附錄、參訪照片

	
<p>Salzburg 州 Putzengraben 地區 Debris Dosing Dam 下游銜接工</p>	<p>Putzengraben Debris Dosing Dam 上游側流木攔阻柵</p>
	
<p>Dosing Basin 分成上下池中間以 低堰分隔，讓泥砂沈降多一道防 線</p>	<p>山洪及土砂經由梳子壩消減能量 後沈降於此可供建材使用</p>
	
<p>下游保護區域 Urass 聚落</p>	<p>Dr. Fiebiger 與當地收割牧草之 居民</p>

	
<p>Muhlbach 滯洪池壩體以不同頻率 年流量所需高度分層設計開口</p>	<p>Muhlbach 滯洪池兼做靶場使用</p>
	
<p>上游集水區土石流消能設施 (Debris Flow Breaker)</p>	<p>上游集水區土石流滯蓄設施 (Debris Flow dosing)</p>
	
<p>Neubach 上游集水區滯洪池</p>	<p>Neubach 上游梳子壩</p>



Russbach 以兩道開口式攔砂壩方式攔蓄上游來砂



Russbach 蓄洪池上游兩支流匯入處



Russbach 攔砂壩讓生物通道動線連貫生態良好



上游預警系統監測儀器



Pillsteinbach 上游高地蓄洪池



Pillsteinbach 上游高地蓄洪池



防流木與消能用梳子壩



下游出口控制貼近原河床不造成高差以避免沖刷



滯洪池上游庫區




滯洪池下游防沖刷翼牆及護檻構物



滯洪池現況已成為良好生物棲地環境



滯洪池及臨近保護工程解說牌

	
<p>Schwarzaubach 滯洪池</p>	<p>Schwarzaubach 滯洪池</p>
	
<p>Schwarzaubach 滯洪池內平時兼 做牧草種植場</p>	<p>Schwarzaubach 滯洪池</p>
	
<p>Schwarzaubach 下游 Ebenau 鎮私 人小型水力發電廠</p>	<p>Ebenau 鎮私人小型水力發電廠使 用卡普蘭式發電機，發電 15kw 自 用，多餘電力轉賣電力公司</p>



Ebenau 鎮私人小型水力發電廠共
二組機組其調節池出口



Ebenau 鎮私人小型水力發電廠附
近河岸整治後設立之告示牌



Salbach 優美的水岸環境



Salbach 水岸環境現況



Salbach 流量水位量測站外水位
尺



Salbach 流量水位量測站



由 DI Weber 帶領拜會 DI Schuler



配合機場跑道延伸茵河河道往南
移後環境解說牌



茵河河道南移後居民要求保留之
沙洲



茵河河道南移後復育情形



保留之河中沙洲生態良好



經人為復育之生態環境

	
<p>由 Weber 局長帶領拜會 Innsbruck 市總工 Mr. Gernard Deridl</p>	<p>參訪 Inn River 與支流銜接口改 善工程</p>
	
<p>為解決河道淤砂與後方冬季奧運 選手村污水處理問題而改建</p>	<p>出口為泛舟運動而做不同設計</p>
	
<p>原河道空間平時提供市民安全親 水空間</p>	<p>原河道保留以水閘控制做為排砂 用途</p>



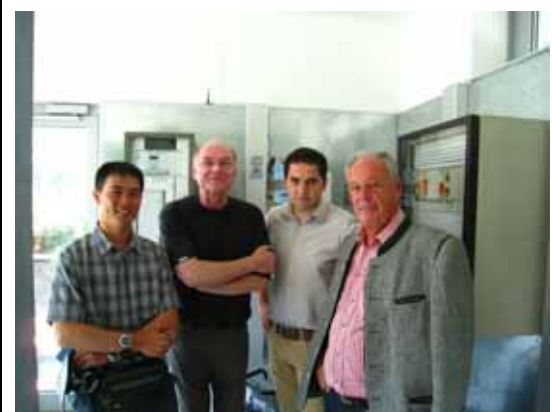
逕流預測之全自動觀測站，完整預測模式所需用到參數皆有相對應觀測儀器提供即時數據



土壤入滲速率量測，係直接連結於測站下方，直接量測真實的土壤當時降雨入滲速率。



資料讀取與傳輸設備



拜會提絡州政府水文及水力部門
Dr. Gattermayr



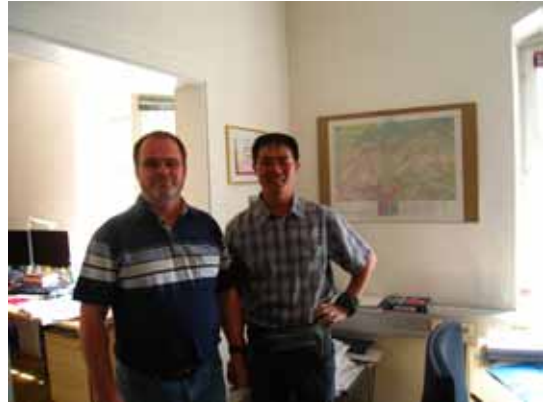
輔助觀測儀器可做校正比對使用



示範流量及斷面量測操作



BFW 內實驗儀器



拜會聯邦森林、自然災害及地景
研究及訓練中心(BFW)



奧地利聯邦政府相關工程告示及
解說牌



由 BFW 研究員 Mr. Kohl 陪同位於
集水區最上游之全自動監測預警
系統



Mr. Kohl 帶領參觀以自然工法植
生處理之崩坍地



BFW 位於集水區中游之自動水位
觀測儀



FISH 地區雪崩防治工程之格柵



Prof Heumader 解說其施作及功用



與 BOKU 學生一同參加戶外教學



與 BOKU 學生一同參加戶外教學



Prof Heumader 解說造林後林木生長情形



Prof Heumader 帶領參訪 WLV 雪崩防治人工造林區域



人為砍伐之雪崩導流通路，以斜向方式將雪崩導往不致造成傷亡或設施損壞區域



第二道阻雪保護堤，後方為纜車中途站



以泥炭土做成的苗木培養盒



第一道阻雪保護堤



WLV 的造林種苗培育場



當種苗的根突破泥炭土盒即是可用於造林植生之時



流經 Linz 市的多瑙(Danub River)河段可兼具航運功能



Linz 市多能通航主要橋梁皆高於多瑙河水面甚多，其水岸自行車道之銜接



Linz 市多瑙河水岸環境營造現況



由高處遠瞰流經新興都市 Linz 市的多瑙河



Linz 市多瑙河水岸環境營造現況



Linz 市成功的多瑙河水岸環境營造，提供市民親近自然與生物的空間



Weber 局長帶領拜會 HALL 市技術局局長 DI Artur Egger.



參訪 HALL 市兼具發電功能多目標使用之自來水廠



以隧道技術深入山脈底層引取純淨深層地下水供給民生用水，毋須額外再處理同時水源穩定



1500 公尺深入山脈地底，其內部天然溫度維持在僅攝 5 度



事前經過完整的評估與地質鑽探，充分水源與取用後之影響



自來水廠之發電機組