地工技術，第106期（民國94年12月） 第87-92頁
SINO-GEOTECHNICS， No.106 (DEC. 2005) PP. 87-92

特別報導

台東知本溪堰塞湖

陳天健、王香云、徐瑞麟、蘇群雅*

一、前言

知本的『泡湯』是來台東絕對不能錯過的觀光重點。供應溫泉水源的知本溪發源於中央山脈霧頭山，流域面積約198平方公里（如圖一所示），河川長度約39公里，平均坡度約1：20，計畫洪水量達 3000 秒立方公尺（水利署，www.wra.gov.tw）。由於上游幾由鬱鬱森林所覆蓋，清澈與純淨的溪水因此成為台東縣知本地區之主要水源，供應當地民生用水及觀光事業之所需。

二、知本溪崩塌事件記事

然於民國94年10月17日下午約4時左右，知本居民發現溪水呈現枯竭，嚴重影響當地觀光區之運作，居民緊急聯絡台東縣消防局及林務局臺東林區管理處協助處理。消防局與臺東林區管理處聯繫後，由林管處知本工作站派員連夜進入上游山區勘查，工作站人員前進至崩塌區附近時，發現空氣中灰塵滿佈一片霧茫茫，間歇崩坍之土石滑落嘶唳聲是夜不斷。據勘查人員推斷，可能於當日下午4至5時之間該區域發生了大規模崩塌，滑落之土石阻斷溪水造成下游斷水狀況。但由於交通阻斷且視線不清，工作站人員無法獲知崩塌與溪流全貌，因此再度通報台東縣消防局緊急處理。

台東縣消防局隨即請求空勤總隊支援直昇機飛往崩塌區探查。11月18日上午空勤總隊直昇機飛至崩塌區巡查及拍照，如照片一所示，除此一大型崩塌區外，巡查中亦發現上游尚有數小規模崩塌，大型崩塌區滑落之土石阻塞知本溪河道形成一堰塞湖（照片二）。台東縣政府獲知此一情況，隨即成立災害緊急應變小組會同空勤總隊、水土保持局第五工程所、林務局臺東林區管理處、水利署第八河川工程局及專家學者，召開緊急應變對策會議。由於早在民國62年10月9日娜拉颱風期間，知本溪即曾發生河道堰塞情事，大多數居民對當時事件仍記憶猶新，該堰塞湖潰決後，形成洪泛淹沒下游旅館區造成重大災害，因此此一堰塞湖之存在，引起知本地區居民相當程度之不安。

觸發崩塌原因一般歸類為豪雨與地震，為瞭解知本溪崩塌區降雨狀況，本文惠請第八河川工程局提供距崩塌區旁約150m之天鳥雨量站資料，組體圖如圖2所示。降雨資料中顯示該地區9月份月累積雨量共653mm，有兩次較大日累積雨量，分別為9月1日的日累積雨量175mm與9月22日的日累積雨量307mm；10月份至崩塌當日累積雨量為112mm；不過，事件前之10日之累積雨量僅為66mm，較大日累積雨量，為10月8日的日累積雨量29mm。再者，於地震方面，依據中央氣象局資料，10月1日起至崩塌當日止，全台發生有感地震共計19次，其中於台東地區之最大震度僅為2級（10月7日，NS:3.17 gal，EW:2.45 gal，Z:1.26 gal）。就以上兩項資料來看，於9-10月間無論降雨或地震狀況，似乎都與本崩塌事件相關性不高。

知本堰塞湖形成後，有數個單位前往勘查，本文彙整屏東科技大學（10/20、11/19日）、台東縣政府（10/20、11/19）、空勤總隊（10/18）、中央地質調查所（10/26）、成大防災中心、與逢甲大學（10/20）等團隊之調查與不同時段之影像資料，針對崩塌與堰塞湖之狀況做一報導，希能提供各界對本次事件有一概括性瞭解，亦或有助於未來堰塞湖災害防治對策之擬定。

*屏東科技大學水土保持系

註：空勤總隊是一個最近成立的單位，它納編以前的空消隊(UH－1、B234)、空警隊(A－365法製海豚機)、海巡空偵隊(無直昇機 租用民間)與前省府航空隊(S76機)等單位而組成的。

三、崩塌區及堰塞湖調查

知本溪崩塌區及堰塞湖位於知本森林遊樂區上游約2公里處，距溫泉旅館區域約4公里。崩塌地位於知本溪之右岸如圖一所示，據中央地質調查所調查成果顯示，原有之坡面略屬凹直型，坡度略緩於對岸（照片三）。崩塌區上方原有一林道經過，但此林道已於本次崩塌後中斷，崩塌區尺寸約為縱長約400m，寬約為250m（照片四），頂部至堰塞湖面高差約 300m，崩塌面積約9至10公頃間。本區域岩層為廬山層，岩性以黑色板岩與矽質千枚岩為主，構造節理與葉理發達（照片五），多組節理的交織使得岩體破碎、節理亦有張裂之現象，岩層表面因風化而多呈棕至棕黃色，表土層淺薄。崩塌之深度估計約5至10m（照片六），坡面未見地下水滲流痕跡，倒是對岸附近之河岸有一瀑布飛落知本溪中。破碎岩塊堆積坡度約於35至45度（照片七），坡腳材料主要由大顆粒之破碎岩塊所組成，細粒料含量少，粒徑分佈由0.1m至2.5m以上不等，主要約在0.2至1.5m間。崩塌材料堆積相當疏鬆，孔隙大，透水性高。由崩塌前航照（照片三）顯示，於崩塌前本區域林木蒼鬱與附近其他區域之森林並無兩樣，但有當地居民指出，於本段河道未遭崩塌阻塞前，原就已有大型岩塊散佈在溪床上。

崩塌之土石堆積成土石壩，阻塞知本溪河道形成堰塞湖。10月20日現地勘查時之狀況如照片八所示，原有河道已經遭崩塌土石完全填滿，目前之河道為堰塞湖滿水後從原河道左側通過之新河道。10月21日逢甲大學派遣無人飛機由空中拍攝堰塞河段全貌，影像如照片九所示，採由上游最靠近堰塞段之瀑布位置估計，迴水長度約達1400m，湖水深約15-20m，而湖寬度則於25~30m之間。

土石壩體長度約150至180m間（即原河道之長度），新河道之土石堵塞段因呈弧形約長250m如照片十所示。溢流河道緊靠知本溪之左岸，溪水淹過於壩體漫流的寬度約15至20m。壩體上方溢流水面至下游面河床之落差估計約20m，如照片十一、十二所示，壩體前端溢流水道寬度約6至7m。由現勘調查估計土石壩體深度達20m以上，因此推估土石壩體之長與寬、高比均大於10以上。於10月20日現地勘查時並未發現土石壩體有滲流痕跡，但於11月19日時則發現土石壩之前端已出現1處滲流，惟其流量不大，如照片十三所示。

四、堰塞湖是否變動

歷經10/18至11/19為期一個月的時間，堰塞湖是否有所變化？經比較各單位不同時段勘查之影像資料，結果如下：

1.堰塞湖溢流之寬度變動不大，但溢流水量似乎略為減小（照片十四）。

2.堰塞湖水位估計約下降20cm。

3.壩體前端溢流水道寬度變化約縮小1m左右。

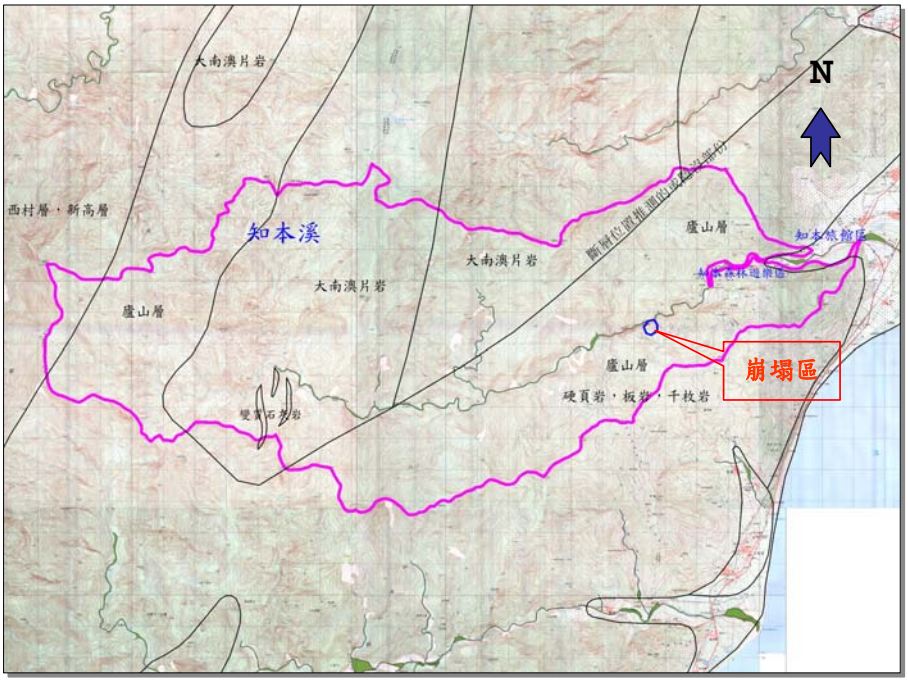
4.壩體前端溢流水量降低，以下游河床附近巨石之浸水深度作為比較，水位下降約1.5m，如照片十五所示。

五、應變對策及初步評估

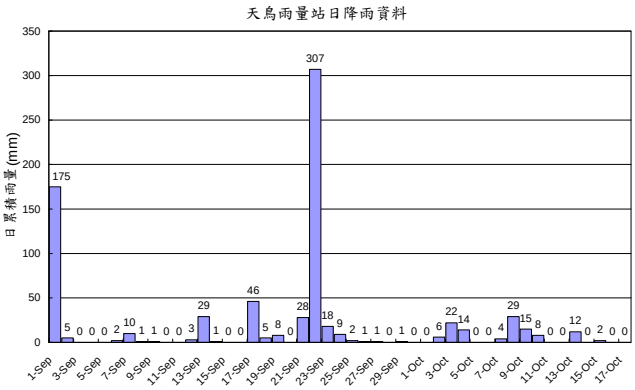
崩塌區以上知本溪之集水區域，至少仍佔全溪流集水區3/4之面積。若上游山區有大量降水發生，將會造成堰塞湖（照片十六）水位快速上昇，是否因此而導致20m深壩體的潰決，甚或形成湧浪襲向下游社區，此一可能性須再經更細緻的分析方能得知。有鑑於12月份南部已進入乾季時節，季節降雨量較少，故短期的應變對策可考慮分設的自動水位觀測儀於堰塞湖與下游河道，持續監測溪流水位之變化。當溪水水位巨變或超過警戒水位高度時，即時發出警訊通知下游居民與遊客應變與避難。

致　謝

本文謹此感謝台東縣政府、空勤總隊、中央地質調查所、第八河川工程局與逢甲大學團隊惠於提供豐富之資料，使得本文方得以順利完成。

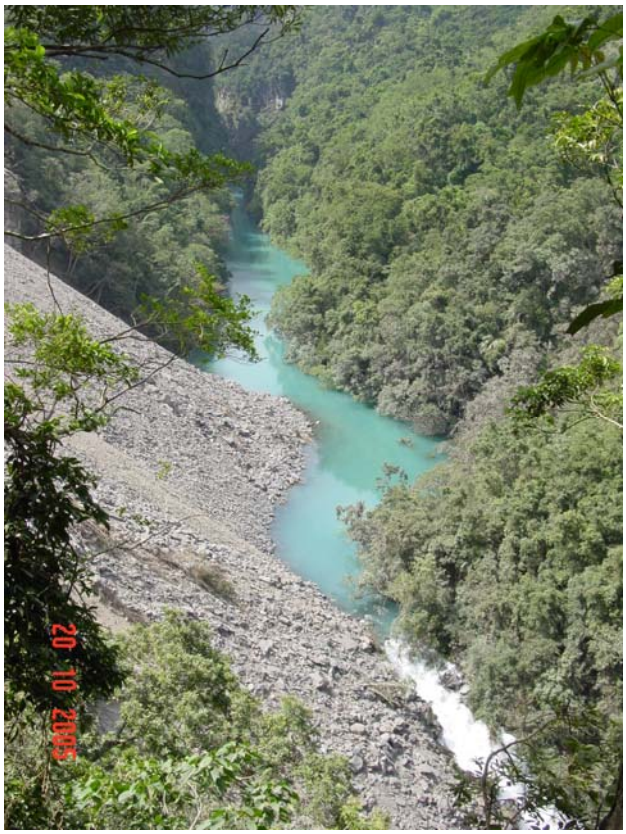


圖一　知本溪集水區與崩塌位置範圍

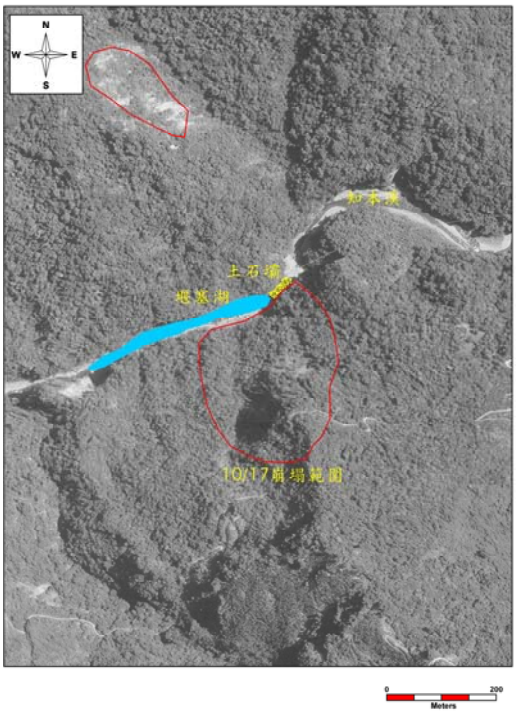


圖二　天鳥雨量站 9 月至 10 月 17 日降雨組體圖
（水利署第八河川工程局）

照片一　空勤總隊直昇機空拍（10 月 18 日上午，資料來源：台東縣政府）



照片二　崩塌土石阻塞知本溪河道形成一堰塞湖（陳天健攝）



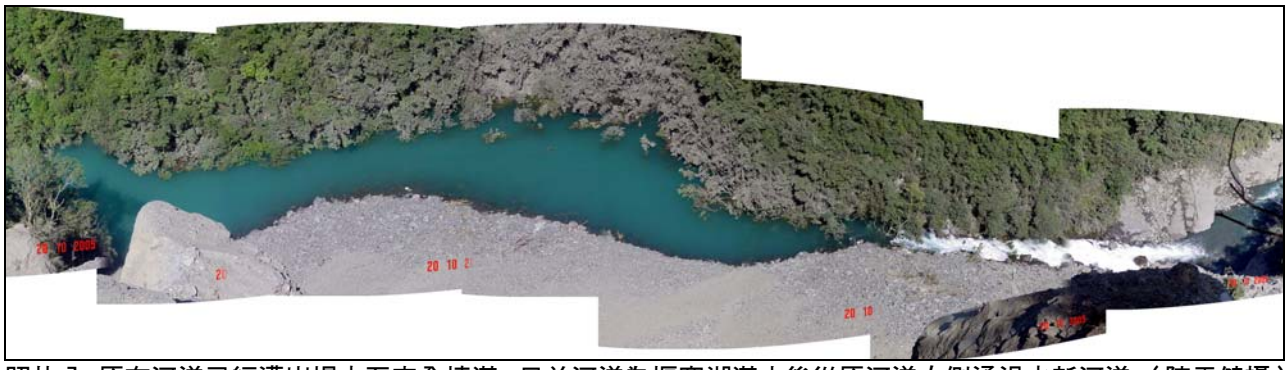
照片三　知本溪崩塌調查航照影像
（資料來源：中央地質調查所）

照片四　崩塌區無人飛機空拍影像
（資料來源：台東縣政府、逢甲大學）

照片五　崩塌區岩性以黑色板岩與矽質千枚岩為主，構造節理與葉理發達，多組節理交織使得岩體破碎資料來源：中央地質調查所）

照片六　崩滑區中間坡面，崩塌深度估計約 5 至 10m（資料來源：中央地質調查所）

照片七 破碎岩塊堆積之坡面坡度約於 35 至 45 度，崩塌坡面材料主要由大顆粒之破碎岩塊所組成（陳天健攝）

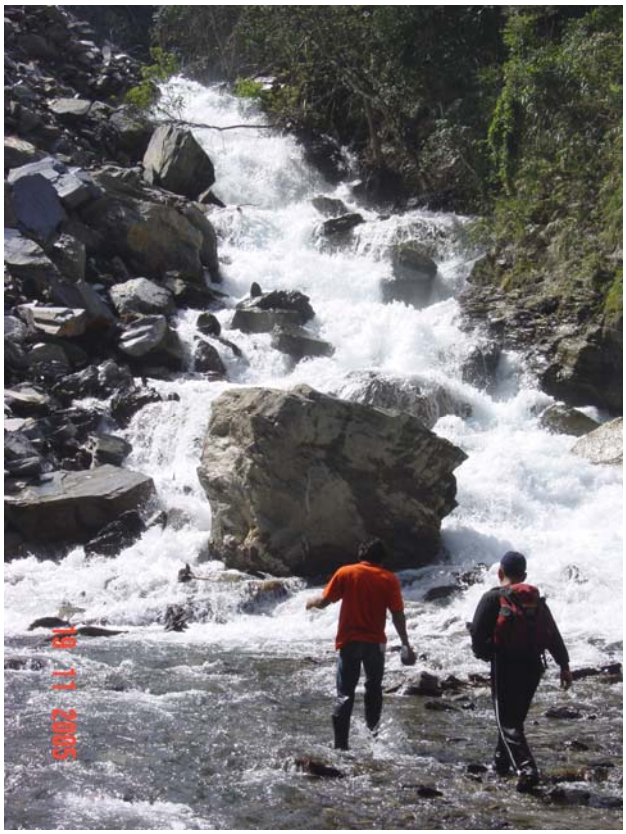


照片八 原有河道已經遭崩塌土石完全填滿，目前河道為堰塞湖滿水後從原河道左側通過之新河道。(陳天健攝)

照片九 堰塞湖全貌，由上游之瀑布位置（靠右側）估計迴水長度估計約達 1400m（上為南方，資料來源：台東縣政府、逢甲大學）

照片十 土石壩體長度由原河道長度計算約 150 至 180m 間，而河道因為土石堵塞改道而呈弧形，長約 250m。(中央地質調查所攝)

照片十一 壩體上方溢流水面至下游面河床落差估計約 20m 左右，溢流水道寬度約 6 至 7m（陳天健攝）



照片十二　土石壩體深度估計達 20m 以上，壩體材料由破碎岩塊組成，粒徑最大可達 2.5m，材料疏鬆堆積，岩塊間孔隙大。（陳天健攝）

照片十三　於 11 月 19 日勘查中發現土石壩之前端已出現滲流，惟其流量不大（陳天健攝）

照片十四　堰塞湖溢流之寬度變動不大，但溢流水量似乎略為減小。以河道中央岩塊（照片中央）露出水面之高度與月前比較，高度增加約 20cm。（陳天健攝）

照片十五　溢流水量減少，以下游河床中間之岩塊浸水深度與月前比較，水位深度下降約 1.5m（陳天健攝）

照片十六　土石壩頂之溢流河道與上游一景（拍照位置為溢流處）