

淺談臺灣水庫之安全及管理

陳賜賢

台灣省水利技師公會榮譽理事長

E-Mail: wellchen@ms9.hinet.net

摘要

台灣的河川短急坡陡，降水若未貯蓄容易流失入海，因此台灣於各地的主要河川建了許多水庫，以便蓄積水源、蓄調豐枯，並供灌溉、發電、給水、觀光等的需求；近年來由於臺灣社會經濟持續快速發展，各標的需水量激增，為滿足需水成長，政府已積極興建水庫，依經濟部水利署截至至 2008 年底止資料顯示，臺灣地區包括金、馬，現有大小蓄水庫、水壩共九十四座。然蓄水庫愈多，發生安全問題之機會亦將增加，有鑑於此，經濟部於 1998 年 6 月修訂「蓄水庫安全評估規範」；復於 2003 年 12 月納入「水利建造物檢查及安全評估辦法」要求水庫之蓄水與引水關於安全評估重點，後又於 2008 年 5 月直接訂定「水利建造物檢查及安全評估技術規範蓄水與引水篇」；其目的皆為各水庫管理機關遵照規定確實辦理以維蓄水庫、水壩之安全。本文為探討國內外水庫之安全及管理問題，未來水資源面臨問題，以供今後推動水庫安全業務之參考。

關鍵字：蓄水庫安全評估、水利建造物檢查、蓄水與引水

一、水庫安全事件

依據國際大壩委員會(ICOLD)以登錄 36,000 堰壩之資料進行統計，目前世界水壩潰壩率為約 1%，另依據大紀元時報 2005 年 7 月 12 日資料顯示，從 1954 年到 2003 年中國大陸共約有 3,484 堰壩潰決，亦即每年約有 71 個堰壩潰決，其中位於河南省的板橋水庫潰壩，災害造成約 17 萬人死亡及 11 萬人失去家園；即使先進國家如美國在 1970 年代發生在各地的潰壩事故引起恐慌，據美國大壩委員會統計其全國水壩之潰壩率約為 1.5%；而臺灣近年來亦有因颱風或地震相關水庫安全事件，如 2009 年 8 月 8 日莫拉克颱風曾文水庫集水區大面積崩塌增加，水庫入流量一度接近原設計 PMF 流量，淤積土石與漂流木堆積 PRO 進水口，攔污柵遭沉木雜物阻塞進而影響發電及永久河道放水道無法正常放水如下圖 1-1，又 2007 年 9 月 18 日，位於大漢溪上游之巴陵壩因韋帕颱風，導致巴陵壩右壩座基礎沖刷淘空塌陷，造成右壩體突然崩毀沖毀約 60 公尺而潰壩，如下圖 1-2。

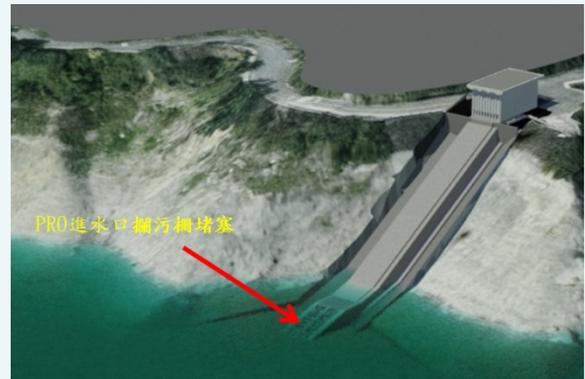


圖 1-1 土石與漂流木堆積 PRO 進水口



石門水庫集水區巴陵防砂壩損壞

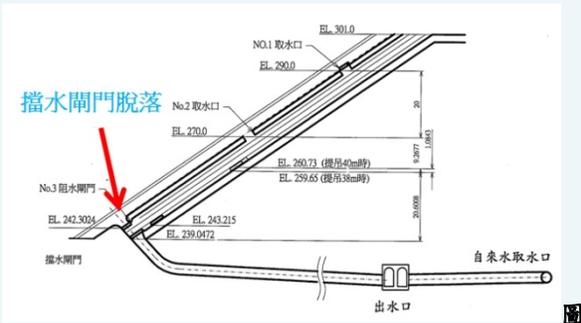
圖 1-2 巴陵壩右壩座基礎沖刷淘空

另 2004 年 9 月 18 日艾利颱風由於漂流木阻塞損害石門水庫水門操作，造成原水濁度劇增，致使桃園地區停水逾半月之久；水庫管理單位於壩頂緊急抽庫區表面清水，供應公共給水，如下圖 1-3。



圖 1-3 石門水庫原水濁度劇增壩頂緊急抽水

同年 2004 年 7 月 2 日敏督利颱風時鯉魚潭水庫取出水工運轉時發現鋼索異常抖動，又於 7 月 5 日發生擋水閘門脫落導致無法正常出水，如下圖 1-4。



1-4 鯉魚潭水庫擋水閘門脫落示意圖

在 2000 年 9 月 9 日集集大地震造成日月潭水社壩頂平行裂縫及石岡壩壩頂垂直隆起 7m 破壞，如圖 1-5~圖 1-7 所示。



圖 1-5 九二一地震水社壩壩頂平行裂縫



圖 1-6 九二一地震石岡壩壩頂升 7m 破壞



圖 1-7 九二一地震石岡壩壩右側垂直隆起 7m 破壞

綜上所述，近幾年來因颱風或地震等異常事件而發生相關水庫安全事件，整理如下表 1-1。

表 1-1 臺灣近年颱風或地震相關水庫安全事件

發生時間	水庫名稱	安全事故內容
2009 年 8 月 8 日 莫拉克颱風	曾文水庫	土石與漂流木堆積 PRO 進水口
2007 年 9 月 18 日 韋帕颱風	巴陵壩	右壩座基礎冲刷淘空
2004 年 9 月 9 日 艾利颱風	石門水庫	漂流木阻塞 PRO 進水口
2004 年 7 月 2 日 敏督利颱風	鯉魚潭水庫	出水工擋水閘門脫落
2000 年 9 月 9 日 集集大地震	石岡壩	壩右側垂直隆起
2000 年 9 月 9 日 集集大地震	日月潭水社壩	壩頂平行裂縫

整體而言，參考國內外水庫堰壩安全事件包括基礎缺陷為混凝土壩出事之主要原因；而壩頂溢流及管湧滲流問題則常見於土石壩潰損事件之主因，其中土壩或土石壩的維護工作主要在於控制滲流和侵蝕，以防止結構老化和滲漏路徑擴大。以築壩技術發展迄今，壩潰決原因整理下表 1-2，因此水壩安全度所需全理論、設計規劃等亟待加強外，對於平時之維護檢查及特別檢查、定期性之安全檢查與安全評估應注意加強辦理。現場檢查一般包括對大壩、大壩的監測儀器、放流設施、溢洪工程、水庫、水庫的監測儀器和鄰近的下游區域的檢查。

表 1-2 水庫堰壩安全事件原因統計分析

潰壩原因	潰壩百分比
基礎問題 Foundation problems	40%
洩洪能力 Inadequate spillway	23%
施工不良 Poor construction	12%
不均勻沉陷 Uneven settlement	10%
高孔隙水壓 High pore pressure	5%
戰爭事件 Acts of war	3%
壩體滑移 Embankment slips	2%
築壩材料缺失 Defective materials	2%
操作不當 Incorrect operations	2%
地震 Earthquakes	1%

二、國家掌握的水資源探討

在豐枯流量之差懸殊的臺灣河川，為全年穩定確保一定的使用水量，在過度汲取地下水而導致發生地層下陷的地區，將用水的水源從地下水轉換成水庫供水並限制地下水的汲取量後，有效抑制了地層下陷；從以往埤塘或抽地下水等的供水而支撐著臺灣農業社會的發展，慢慢轉移為主要採取蓄水方法進行河川的流態調整；目前臺灣每個水庫每年平均運轉達 2.1 次，從水利用的觀點來看，臺灣雖然年降水量甚多，但在狹窄的國土擁有二千多萬的人口，臺灣每人每年可分配降雨量僅約 4,000m³，為世界平均的 1/5，全部水庫總有效庫容 20.8 億噸，對照美國

聯邦 4 水庫管轄機關資料其總有效庫容蓄水 3,676 億噸，而財團法人日本ダム協會調查顯示有效庫容蓄水 204 億噸，如圖 2-1 所示，以美國一座胡佛壩蓄水量遠超過日本及臺灣全國蓄水量，因此，以人均水資源佔有量進行比較，臺灣還算是水資源不足的國家，而台北市因擁有翡翠水庫蓄水量，在與世界各國主要都市蓄水量比較，尚未列入後段班，如圖 2-2 所示。

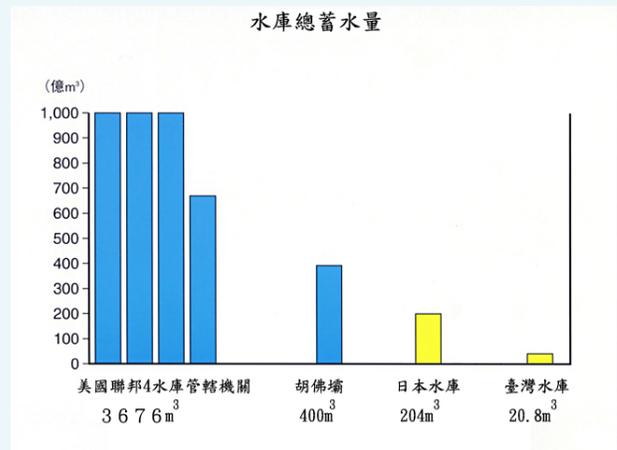


圖 2-1 臺灣與美日蓄水量比較圖

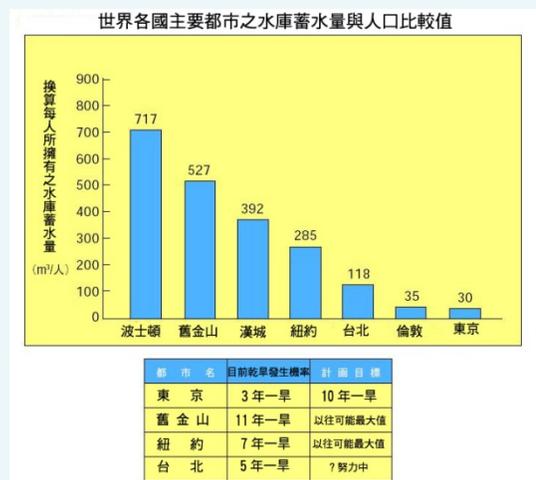


圖 2-2 臺北與世界各國主要都市蓄水量比較圖

三、水庫未來面臨問題

以艾莉風災僅缺水18天，桃園相關工業科學園區損失約48億，可見水庫供水對臺灣水資源之重要性；然未來水庫面臨颱風豪雨時放流量操作之高水管理，在乾旱降雨量不足給水分配之低水管理，而集水區平常管理又欠缺法令配套措施，以翡翠水庫而言，有集水區專責管理單位與石門水庫及曾文水庫比較即可顯示出對水質及水量控管差異，如圖3-1所示，風災過後漂流木堵塞於庫區只能依賴表層取水情況。



圖3-1 集水區漂流木堵塞於庫區情況

因重要集水區欠缺法令配套措施，人為開發加速地表侵蝕速度造成水庫水質優養化及淤積問題，如圖3-1~圖3-4所示。



原住民收入主要來源:水蜜桃及高冷蔬菜種植—造成水庫泥沙負擔

圖3-2 集水區農業種植造成水質優養化問題



圖3-3 集水區道路及工程開闢造成淤積問題



- 1.淤積降低水庫有效蓄水量(長期)
- 2.泥沙泥濁造成供水困難(短期營運困難)
- 3.水庫因挾沙冲刷使得水庫設施損壞增加壽命折半

圖3-4 泥沙淤積造成水庫設施及蓄水量折損

四、結論與建議

水庫未來水庫營運面臨問題包括如下:集水區土石崩塌問題、庫區泥砂淤積問題、水庫供水失衡問題、壩區設施損壞及漂流木問題、水質混濁問題水庫淤積及漂流木沉底;研究課題包括:泥沙問題處理、高濁度處理、水庫排沙策略、可靠分層取水工及水庫更新再生問題等為未來水庫水資源永續經營必須解決問題，包括如圖4-1~圖4-3所示；建議策略如圖4-4~圖4-6所示。

