

淺談韓國清溪川復育計畫

陳文福* 曹 鎮** 林志憲***

摘 要

河川的功能可分為治水、利水、環境、空間、景觀與休閒，現階段河川管理主要概念在達到維護人民生命安全的情況下，設置堤防引導流水，確保安全後，才進一步探討美綠化、生態復育與休閒遊憩。韓國首爾市區清溪川是一典型都市型河川復育計畫，除可解決每年維修支出與安全維護的問題，其水路景觀規劃及清、污水分離之下水道處理，不僅可與都市景觀、經濟繁榮協調並進，並可兼顧生態復育。國內許多都市型河川與排水屢有加蓋利用的現象，未來若需處理改善，韓國清溪川復育計畫的寶貴經驗，可作為國內相似案例河川復育工作之參考。

關鍵字：水路景觀規劃、生態復育

一、前 言

南韓首爾市 Seoul (昔日漢城)中心的「清溪川」(Cheonggyecheon)，其兩岸防洪工程建設始於 1760 年，沿著河岸興築局部的砌石護岸。自 1914 年起，由於兩岸交通需要，興建跨河橋梁多達 86 座。後來由於韓國工業化的發展，對道路的需求與日俱增，清溪川遂被全面覆蓋改造成了一條高架橋，前後共費時 20 年，如圖 1 (Seoul Development Institute, 2003 & 2004)。加蓋後的清溪川全長 6 km，寬 50 ~ 80 m，被稱為清溪川路，而清溪川路上之高架橋，為寬 16 m、長 5.86 km 之四線雙向快速道路，每日車流量達 12 萬輛。兩岸有 6 個市場，聚集了 30 多萬商家攤位，形成了著名的服裝、鞋帽、日用百貨集散地。然而巍然矗立的高架橋不但破壞了市中心的美感，橋上的交通堵塞車輛所形成的噪音和空氣污染，讓兩側商家和居民不堪忍受，



圖 1 韓國首爾市清溪川復育前照片

* 國立中興大學水土保持學系教授

** 國立中興大學水土保持學系博士候選人

*** 國立成功大學水工試驗所助理研究員

間接讓市民對高架橋兩側的商家和店舖望之却步，致使該地區一片蕭條。加蓋底面之原有河川空間佈滿水管、通信線路、電力線路、瓦斯管等各式管線，隱然成為危險結構，惡臭的下水道還供應部分地區的民生用水，讓人怵目驚心。

1991年韓國土木工程學會 (Korean Society of Civil Engineering, KSCE) 花了一年的時間，對清溪川路結構安全進行評估，發現有 20% 鋼製梁柱已腐蝕，嚴重危害行車安全，因此 KSCE 建議全面補強或更新。此外，經當地健康意識問卷調查結果顯示，於清溪川附近工作之居民，可能患呼吸道疾病之機率是其它地區二倍以上。除微粒子 (PM₁₀) 污染發散物已超出首爾市平均標準值外，氮氧化物亦超過環境空氣品質標準。韓國政府有鑑於此，於 2003 年 7 月，開始進行「清溪川復育工程」，復育工程總長 5.84 公里，分三個地區同時進行，工程費用斥資 3,700 多億韓元，約合 3.6 億美元，超過 120 億新台幣，歷經 2 年 3 個月施工，於 2005 年 9 月完成。

二、復育計畫預期目的

清溪川復育計畫預期目的如下(金元載、福田健，2004)：

(一)改造首爾市成為關懷人文、尊重環境的國際化都市(建設以自然和人為中心的城市綠色空間)

早期為了經濟發展與交通運輸之需，而設置加蓋工程，以爭取空間建設道路。今日，隨著經濟發展，人民生活水準已大幅提高，民眾對於環境生態保護要求愈來愈高。復育後的清溪川可將首爾市改造成水與綠的都市新風貌，在河岸建設生態公園，提供市民清淨的河流與休憩空間，使清溪川恢復生氣。

(二)歷史文化保存(恢復 600 年古都首爾的歷史性和文化性)

透過清溪川復育計畫之施行，可協助民眾追尋早已被遺忘的歷史文化根源。如 600 年前所興築的 Gwanggyo 橋即是一座極具價值的文化遺產，過去被深埋於鋼筋水泥路面之下，經由復育計畫，將重要的文化遺產挖掘並加以妥善保存，展示於清溪川河邊步道，供民眾欣賞。

(三)根本解決清溪川高架橋和覆蓋道路安全之危險結構

原來清溪川上之高架橋多於 50、60 年代興建，就工程角度來說這些結構已逐漸老化，維修不易，甚至已超過修復能力所及。此外，加蓋後的河川污染問題將更形惡化，底泥重金屬如鉻、錳、鉛等物質含量極高，而其封閉空間內的污穢及一氧化碳、沼氣等等將加速土木結構的腐蝕，在這種不利的條件下，拆除清溪川加蓋結構以維民眾安全為勢在必行。

(四)活化老舊社區、平衡都市發展、建立國際金融和商務中心

清溪川沿岸多是破落的社區，其人口快速流失，隨著環境的惡化，原有社區的光采逐漸黯淡。當清溪川復育計畫完成後，所建立的優質都市環境景觀配合原有地段優勢，將可吸引大量資金進場，如國際貿易業、觀光業、文化時尚業等等，活化清溪川周遭地區經濟，並可與漢江兩岸的發展相互輝

映，提升首爾市國際競爭力，使之成為東北亞商業金融中心。在橋的兩岸休閒文化設施密集，有新聞博物館、朝興金融博物館、市立美術館，及東大門跳蚤市場、各式小吃店，都是遊清溪川不可缺少的一個環節。

三、復育工程

透過生態學家、工程經費與交通動線等層層介面考量下，清溪川復育計畫考量其功能規劃包含水源補注系統、下水道系統及防洪系統，除可提供清淨水源供應，其水路景觀規劃兼具生態復育、史蹟維護及觀光等功能。復育工程說明如下(金元載、福田健，2004)：

(一)立體工程施工方法

韓國政府所擬訂之實施計畫，採建築、土木及營建管理聯合承攬方式，以兼顧施工介面協調與景觀營造需求。加蓋設施移除工程全長 5.8 km，分成三個工區施工，自 2003 年 7 月 1 日開工，於 2004 年底前完成所有拆除工作，施工步驟如下(參見圖 2)。

1. 交通處理、安全設施、施工輔助設施：高架橋底部架設臨時鷹架支撐。
2. 拆除橋面板和橫梁以及中央的覆蓋結構：橋面板分段切割、拆解、搬運。因為工區位於市中心，商家密集，施工單位採用先進的鑽石金鋸片工法(Diamond Saw Method)快速切割混凝土結構，減輕切割時的噪音、揚塵等污染。同時，將高架橋拆除後發現之文化遺蹟予以保留。
3. 拆除橋墩結構：切割和拆解橋墩後，建造臨時通道。
4. 架設載流污水管、拆除商業街一側的覆蓋結構：分段拆除二側的覆蓋結構及道路。拆除作業所產生之約 68 萬噸營建廢棄物中，100 %廢料鋼鐵及 95%的混凝土與瀝青都回收再生利用。
5. 河川及景觀工程：形成河流，建立景觀設施。

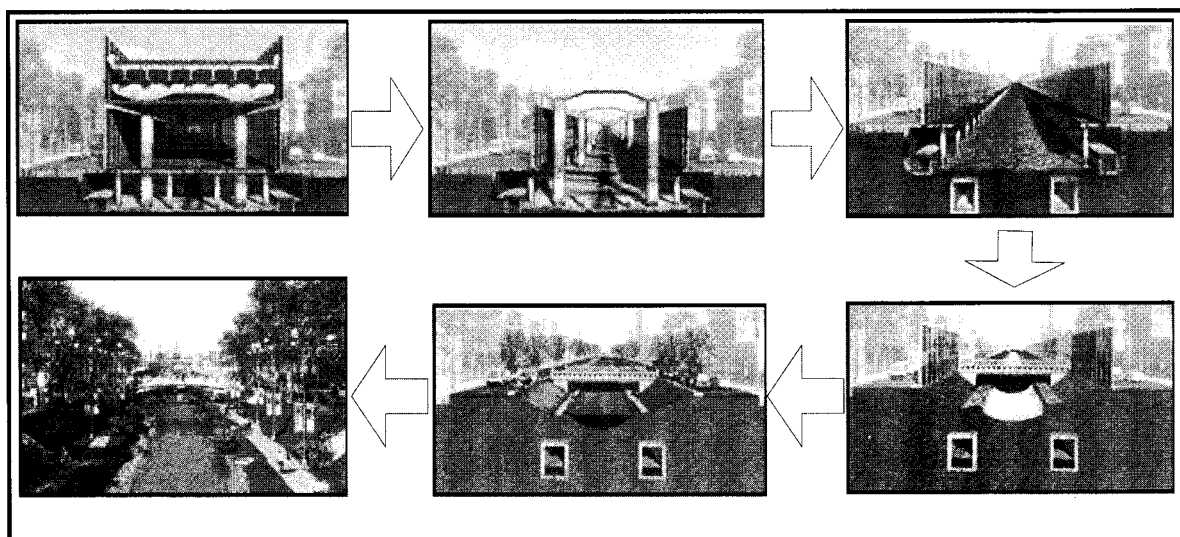


圖 2 清溪川復育工程施工步驟

(二)功能附屬工程(杉原、牧樵, 2006)

1. 水源補注系統

清溪川屬於間歇性河川，河道多數的時間處於乾涸狀態，良好的水岸景觀必須有量足質優的水體。因此復育計畫以經常保持水深 40 cm 以上及水面寬為河寬 20 % 以上的常流天然河川(每日供水量 12 萬噸)為目標。在自然河道水質未改善前，考量河川水質可能優養化而影響環境，經過比較後，決定引入漢江較佳之河水，約抽取 9.8 萬噸，其餘的 2.2 萬噸則取自附近地下鐵車站的滲水。此外，由於清溪川地表地質為砂礫層，為減少漏失量，乃在河底鋪築黏土層，並在河床兩側建立地下阻水牆，以抑制滲漏量至 3 % 以下。

2. 下水道系統

將清溪川下水道系統容量提升為計畫時段污水量的 3 倍，同時流入清溪川後在河道內設置可先處理降雨初期 2 mm 雨量的流水涵洞。水質目標被分類為二級基準，其生化需氧量(Biochemical Oxygen Demand, BOD)標準為 3 mg/L；生化需氧量為水中有機性污染狀況之量化指標，以好氧性細菌氧化分解水中有機物所消耗氧量之有機物量。未遭受污染的自然水體生化需氧量介於 0 ~ 2 mg/L，若超過 3 mg/L 則顯示此水體已遭受污染。

3. 防洪系統

復育前之水道斷面僅能應付 100 年重現期距洪水量，因此過去常因局部大雨而發生地區淹水，清溪川防洪系統將防洪標準提升至 200 年重現期距洪水量之護岸設施，在河道較窄的上游段利用兩側道路下的空間為洩洪道，並將中間河道挖深 2.0 - 2.5 m，以保持足夠的通水斷面，在護岸兩側分別設計景觀步道與污水系統(參見圖 3)，充分運用有限的河岸空間。



圖 3 景觀步道與污水系統示意圖

(三)景觀規劃

清溪川的復育工程是以恢復河川原來的天然景色為目標，以增加都市的天然美景。復育河段從接近首爾市政廳的太平路入口開始至地下河川流出地面之處為止，長約 6 km，河川寬從 20 m 開始向下游逐漸加寬至 80 m，拆除河川加蓋設施復育後的河川，也規劃設計了 22 座橋梁，以便利南北兩岸人車通行，5 座行人專用，17 座車輛專用。所有橋梁都配合當地特色加以設計，水岸道路與跨河橋梁設計可

解決原先行人與車輛交通問題，並兼具空間疏緩之舒適度，其中長通大橋還可以作為露天音樂廳。此外，設計完善的水流流速，讓清溪川維持每小時一公里的流速，在此流速下，清溪川可以終年不會結冰，除了能讓附近地區的環境溫度降低，增加空氣流通，另外可以避免滯流而影響環境衛生。基本上，其景觀營造計畫乃依據地方人文與環境特性，將全區劃分成三個河段特性：

1. 上游段以文化遺產為主題，設置瀑布與噴水設計，兩岸護岸接近垂直，雖為河川，卻大有公園的氣氛。
2. 中游段以都市景觀為主題，考量原河道兩側常淹水災害，為確保排洪功能，清溪川兩岸保留各 5 m 寬之空間，除作為洩洪亦可供為市民使用之觀景步道。所有的觀景步道與設施多規劃為便利殘障人士使用。
3. 下游段隨河川寬度增加逐漸加強天然景觀，並呈現現代藝術風格。以天然岩塊或環境護塊等築成緩坡，並設台階供人們走下河道享受天然景色，其中用石塊砌成的護坡可植生綠化。

(四)生態復育及史蹟維護

清溪川復育計畫除妥善利用有限的河川空間，並設計許多機能性景觀設施以豐富其水岸環境，依其規劃沿岸將設置雕塑、戶外舞台、階梯式步道、瀑布水流、生態公園等等，在 2005 年 7 月進行清溪川通水試驗時，發現清溪川平均氣溫要比首爾市低 3.6 度(復育前清溪川高架橋一帶的氣溫比首爾市的平均氣溫高 5 度以上)。另外，清溪川一帶的平均風速比去年同期快了 50% 左右，空氣顯得清新了許多，且河流中已有小魚游弋，白鷺、野鴨和翠鳥等生物棲息。復育後的河道也規劃設計一系列的燈光設施，最特別的是個別的燈光照明區，其位置與照明設計上均考量該區域河川生態族群習性，以環保的方式提供基本照明，降低對生物夜間行為及植生種苗的影響，同時美化首爾市夜晚視覺感受。例如，冷光色系的光源可以吸引昆蟲的趨光性，但是卻會影響種苗的生長問題，因此復育計畫採用生態照明設計以維持河川浮游生物、藻類及種苗之生態平衡，同時在清溪川自然生態復育區，規劃單位廣植各種適生植物，並設計「人工溼地」，禁止人車通行，以營造良好生物棲地環境。此外，對史蹟文物則特別予以保護，為了了解這些深埋於地下史蹟狀況，首爾市政府根據「文化資產保護委員會」之建議，擬訂開挖計畫並指定專責單位辦理文化資產保護工作，還邀集學者專家、地方人士與反對人士組織特別監督委員會。

(五)其它配合措施

將原本加蓋興建之道路拆除後，如何解決交通問題，勢必成為當地民眾所關心的問題，民眾將質疑未來可能造成交通混亂與不便，復育計畫透過停車場設置(例如利用 Dongdaemun 體育場為停車場)、加強宣導交通替代措施、施設公車專用道、規劃單行道等等配合措施予以因應，藉以鼓勵民眾使用大眾交通工具。此外，由於周邊即是首爾市主要商業中心，原本的經濟即已非常活絡，為了減低民眾的反對聲浪，市政府逐一於每一區辦公聽會與說明會，並派員實地訪視民眾意見後，綜合歸納各方意見，檢討解決方案。對於商圈營業之影響，市政府遂將停車費降低，同時於媒體上強力推廣本商圈，並透過低利優惠貸款、輔助改善舊市集及興建綜合購物中心等等方案，鼓勵民眾至商圈消費，期藉由振興商圈經濟之方式，減少民眾對復育計畫之抗爭。

五、結 語

清溪川是由東向西流經首爾市中心，因經濟發展及交通運輸的需要逐步將清溪川加蓋成寬度約 50~80 公尺，長 5.8 公里的清溪川道路，在該道路上又興建 16 公尺寬四線雙向之快速高架道路，每日交通運輸量高達 17 萬車次。加蓋底面之原有河川空間佈滿水管、通信、電力、瓦斯等各式管線嚴重影響生態，且每年維修與加固清溪高架橋和清溪川路、覆蓋道路地下結構等支出所費不貲。清溪川復育計畫，包括清溪川高架橋與清溪川路拆除及清、污水分離處理，從長期角度而言，改善河道景觀與水質，帶來觀光人潮，具有生態意義及前瞻性。清溪川復育工程規劃完善，在清溪川西側源頭的街廓，可以看到高樓林立，高架橋拆除後，到處生氣盎然，成功改造環境問題，平衡發展交通動線與商業之鏈結，使社經環境迅速成長，更形成觀光賣點，隱然形成一個新的都市節點，創造出的商業價值效益非常可觀。據當局估計，這項治水工程完成，將創造包括觀光收入在內，超過新台幣 6 千億的經濟效益，讓首爾市及其周邊城市創造經濟復甦機會，並形成全球具競爭力城市之一(蔡義發，2004；吳俊賢，2005)。如今的清溪川，不只是簡單的復育，而是「人與自然和諧相處」的結晶，體現歷史風貌的古橋、兩岸奇花異草襯托的小徑、水流急落的瀑布以及反映歷史的巨幅畫廊，無一不顯現著人們對自然和歷史的熱愛和嚮往；曾擔心利益受損的商家發現，絡繹不絕的人潮帶來了巨大的商機。本文介紹韓國清溪川復育工作之主要工作方向與內容，以供國內類似案例參考。

參考文獻

- 蔡義發 (2004) 第三屆亞洲土木工程國際會議(3rd CECAR)暨工程技術考察團出國報告書，經濟部水利署
- 吳俊賢 (2005) 赴韓國參加首爾市舉辦第五屆「國外公務人員訓練」出國報告，臺北市政府工務局新建工程處
- Seoul Development Institute (2003A) Feasibility Study and Master Plan of Cheonggyecheon Restoration, Mid-Term Report
- Seoul Development Institute (2003B) Forum on Downtown Development With Cheonggyecheon Restoration
- Seoul Development Institute (2003C) Feasibility Study and Master Plan of Cheonggyecheon Restoration, Non-Technical Part, Final Report
- Seoul Development Institute (2004) Restoring Cheonggyecheon Stream in the Downtown Seoul
- 台北市大安區公所 (2005) 韓國環境保護、資源回收再利用實務、科技資源整合及開發執行成效出國考察
- 笠 文彦、三宅麻衣子 (2004) 清溪川(チョンゲチョン)河川再生工事，始華 干拓見学記—官許技術学会主催韓国ツアー—，環境技術，第 33 卷，第 8 期，第 616~619 頁
- 金 元載、福田 健 (2004) 事業紹介・事業報告，清溪川復元事業，JICE，第 6 期，第 64~67 頁
- ソウル市庁 (2003) 清溪川復元事業，第 3-19 頁
- 杉原、牧樵 (2006) 恢復都市自然景觀的案例—韓國首爾市清溪川復舊工程，水利土木科技資訊，第 32 期，第 21~26 頁