

## 評論「東京首都圈外郭放水路」

林得志

水利技師兼黎明工程顧問公司董事長

### 摘要

針對日本「東京首都圈外郭放水路」的工程規模、歷經事件所發揮的效益，及對應台灣排水系統作優劣比較，綜合評論事前防災的重要性。

### 一、前言

日本政府為了減輕東京首都圈淹水之害，於 2006 年興建完成「首都圈外郭放水路」，該工程位於埼玉縣春日部市，在江戶川與中川之間興建一條地下放水路，由中川附近流向江戶川，接近江戶川處興建滯洪池，俟江戶川低水位時抽排入江戶川。它的機制是：截流→輸水→滯洪→越域抽排放流，減輕流下至東京都的水患(見圖 1)。

日本與台灣鄰近，氣候、地形、地質、水文相似，水利事業常有往來交流。日本國土大，水利工程案件多，常是台灣觀摩學習的對象。

首都圈外郭放水路全是地下化，是一件奇特的、艱鉅的、重大的、所費不貲的、壯觀的工程，也稱為「地下神殿」，可以買票進入參觀，筆者兩次率同年輕工程師前往觀摩，參觀後總是疑惑連連？日本工程師的價值觀？政府的決策者為何能下那樣大的決定？營運後效益如何？

去年 2019 年 10 月的 19 號颱風，造成日本關東及東北地區重大水災，筆者趁著收集該次水災的資料，有機會瞭解「首都圈外郭放水路」的抽排水量及減低洪災的效果，特彙整評論供同業先進參考。



圖 1 首都圈外郭放水路位置圖

## 二、東京首都圈外郭放水路簡介

首都圈外郭放水路（見圖 2），全是地下工程，包含  $\phi 10.00\text{m}$ ，長 6.3km 的隧道，在地面下 50m 左右，中間有 5 座豎井，將大落古利根川、幸松井、倉松井、中川、第 18 號水路等之地面水導入隧道內：

第 1 豎井  $\phi 31.6\text{m}$ —深 76.5 m

第 2 豎井  $\phi 31.6\text{m}$ —深 71.4 m

第 3 豎井  $\phi 31.6\text{m}$ —深 74.8 m

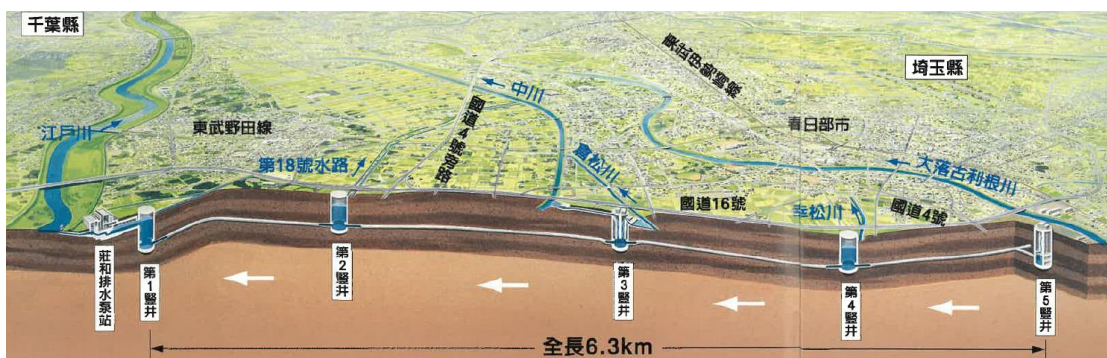
第 4 豎井  $\phi 25.1\text{m}$ —深 68.8 m

第 5 豎井  $\phi 15.0\text{m}$ —深 74.5 m

隧道的尾端，即第一豎井銜接地下滯洪池，即所謂的地下神殿（見圖 3）。地下滯洪池長 177m $\times$ 寬 78m $\times$ 高 18m，因在地下 80m 處，池內有 59 支 RC 大柱（L7m $\times$ W2m $\times$ H18m），總貯水量約 670,000m<sup>3</sup>。

滯洪池出口是抽水站，將水抽入江戶川，設計出流量 200CMS，四台超大型抽水機，每台負擔 50CMS，設計揚程 14m，排水機制是將中川至江戶川的地面水截流入地下滯洪池，俟江戶川的水位消退時，再抽入江戶川，流入東京灣，以減輕埼玉縣至東京都的水患。

該工程從 1993 年開工，至 2006 年竣工，歷時 13 年，建造費用 2,300 億日元，折合台幣約 650 億元。全部是地下結構物，工程艱鉅，工程費用龐大。



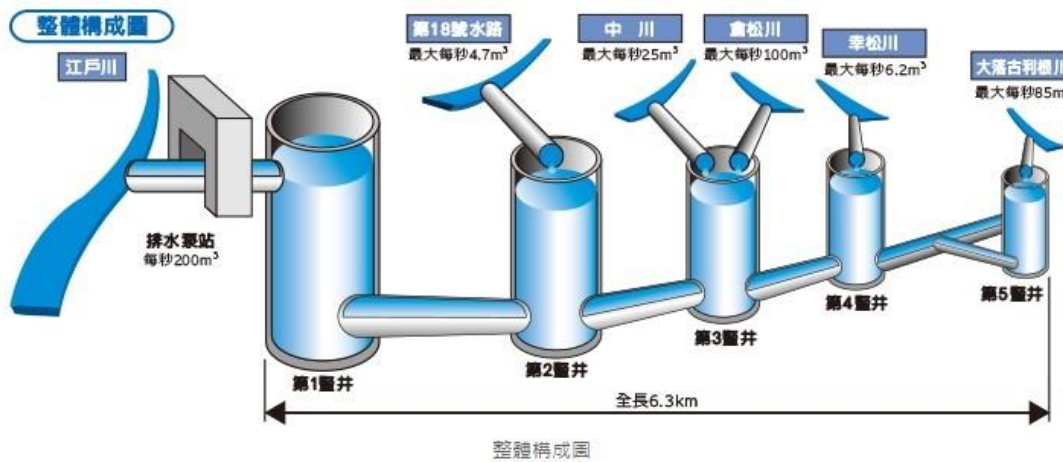


圖 2 首都圈外郭放水路系統圖



圖 3 地下滯洪池(地下神殿)

### 三、排水效益

首都圈外郭放水路終點的抽水站也稱為庄和排水機場，如圖 1 所示。以下是竣工至今洪水調節的總量，如表 1 所示。

表 1 首都圈外郭放水路 洪水調節總量順位

順位	年月日	洪水名	洪水調節總量(千 m <sup>3</sup> )
1	2016 年 9 月 9 日	台風第 17 號、第 18 號	19,031
2	2015 年 6 月 6 日	低氣壓	13,426
3	2019 年 10 月 12 日	台風第 19 號	12,180
4	2018 年 10 月 22 日	台風第 21 號	12,040
5	2009 年 8 月 28 日	低氣壓	11,720
6	2015 年 10 月 5 日	台風第 18 號	7,316
7	2014 年 10 月 16 日	台風第 26 號	6,848

順位	年月日	洪水名	洪水調節總量(千 m <sup>3</sup> )
8	2005 年 10 月 9 日	台風第 22 號	6,720
9	2013 年 5 月 3 日	低氣壓	6,678
10	2007 年 12 月 26 日	低氣壓	6,621

洪水調節總量是包含豎坑的貯留量，以上 10 項合計 102,580 千 m<sup>3</sup>，平均每年 10,258 千 m<sup>3</sup>。設備滯洪空間 670 千 m<sup>3</sup>，使用率  $10,258 \div 670 = 15.3$  次。

2019 年 10 月之 19 號颱風，中川流域總降雨量 174.5 百萬 m<sup>3</sup>，經庄和抽水站排到流域外為 12,180 千 m<sup>3</sup>，為流域總雨量之 7%。該次洪峰中川觀測實際水位 EL.4.22m，但是沒有外郭放水路時設計水位 EL.4.52m，即降低 0.30m。以興建前相類似的颱風豪雨之 1982 年 9 月之颱風 18 號，該流域平均最大 48 小時降雨量 195.5mm，造成淹水戶數 29,457 戶，和外郭放水路完成後之 2019 年 10 月之颱風 19 號流域平均最大降雨量 215.3mm，淹水戶數 1,286 戶相比，降雨量大 1.1 倍，淹水戶數減少 9 成，很明顯發揮了防洪減災的效果。

#### 四、替代方案評估

東京首都圈外郭放水路的越域排水模式：截流→輸導水→滯留→抽排放。全系統地下化，在台灣是很難實行的，因為花費太貴、工程太艱鉅、施工期太長。在台灣可能以地面開放式的規劃，以相似的排水規模，如果施作地面式的排水系統，比較如下表 2：

表 2 日本與臺灣排水系統比較表

項目	日本東京首都圈外郭放水路	台灣的地面式越域排水	優劣比較
貯洪量	670,000m <sup>3</sup>	670,000m <sup>3</sup>	以相同的貯洪量做比較
排水路	φ 10m、6.3km 隧道 200 CMS	Q(200 CMS) 明渠 6.3km	相同的排水量及輸水長度
工程費	台幣 650 億元 (日幣 2,300 億元)	台幣 50 億元 (含用地費 6 億元)	台灣只是日本的 8%
抽水站	50CMS×4 台 揚程 14m	10CMS×20 台 揚程 5m	台灣沒有超大型抽水機，揚程高、耗能源
施工期	11 年	3 年	工期少 7 年
用地面積	約 10ha	約 60ha	用地面積大 6 倍
年運轉維護費用	台幣 1.12 億元 (日幣 4 億元)	台幣 0.10 億元	節省 90%

「台灣的地面式越域排水」是筆者憑經驗概估，雖然未經詳細規劃，但是與外郭放水路比較，差距太大，故認為應可供參考。

由上表得知，相似規模的越域排水，在台灣以地面型的和東京首都圈外郭放水路相比，在經濟上有非常重大的優勢，日本的工程師與政府的決策者會做這樣的計畫，應該是用地問題。用地取得困難，以及一個不破的理念：「水災造成的損失，必定大於預防措施」。

## 五、結論

1. 首都圈外郭放水路採用地下化，可以節省大面積的用地。地球上的土地是有限的，土地是供農耕、蓋工廠做為生產使用，在地面上使用大片的土地作為排水路之用，用地取得必定非常困難，因此朝地下化思維。
2. 日本號稱先進大國，治水很先進，但是近 30 年來（1988 年～2019 年），因水災死亡（含失蹤）達到 1,453 人。人命關天、人命無價，可見日本政府投入龐大的經費，長期施作艱困的工程，期望減少對人民生命財產的損害。
3. 以 2019 年 10 月（令和元年），颱風 19 號為例：2019 年 10 月 12 日颱風 19 號於伊豆半島登陸，日本關東地區和東北多個縣出現創紀錄的大雨，造成嚴重的災害。受災範圍涵蓋東京都、群馬縣、埼玉縣、神奈川縣、茨城縣、栃木縣、山梨縣、長野縣、靜岡縣、奈良縣、宮城縣、福島縣、山形縣與新潟縣，總計有 47 條河川氾濫潰堤、超過 1 萬戶房屋淹沒，死亡 68 人、失蹤 12 人、重傷 30 人、輕傷 371 人，房屋全毀 122 棟、半毀 864 棟，停電 52 萬戶、停水 15.5 萬戶。道路、橋樑、農田流失、土石流等，區域內滿目瘡痍。本次颱風首都圈外郭放水路已顯著發揮減洪減災的功效。
4. 事前的防災對策遠比災後的復舊為優，尤其是經濟上的投資效益很高，亦就是日本人認為防災的投資效益遠大於災害的損失。2005 年 8 月颶風「卡崔娜」襲擊美國路易斯安那州紐奧良港，引起巨大的災害。人口約 50 萬人的紐奧良市，80%被洪水淹沒，造成毀滅性的災害。在密西西比河的出口處，該市因地盤下陷，全市有 70%的面積是在標高 0 左右，以堤防保護全市。該次颶風造成 9m 的高潮，有 50 處堤防潰決，致 1,800 人死亡或失蹤，估計損失金額約 1,350 億美元。在該颶風發生前一年就認為有淹水的風險，編列 20 億美元計畫整修堤防，惜因預算籌措不出來，結果造成 1,350 億美元的損失。可見事前防災的重要性。

5. 2019 年日本土木學會召開國難級巨大災害對策技術檢討會，認為流經東京心臟的荒川(見圖 4)，如果發生巨大的洪水，預測將造成 64.8 兆日元(約 18 兆台幣)(含 14 個月累計經濟損失 26 兆日元，資產損失 36 兆日元及 14 個月累計財政損失 2.8 兆日元)。可見為什麼日本政府會花 650 億元台幣興建首都圈外郭放水路。



圖 4 荒川流入東京灣位置圖

### 參考文獻

1. 水害列島—土屋信行博士 2019 年 7 月 20 日出刊。
2. 2018 年日本考察報告—黎明工程顧問股份有限公司 2019 年 1 月。
3. 2019 年日本哈吉貝颱風災情報告—水規所灌排課 2019/10/21。
4. 令和元年台風第 19 号による出水速報—令和元年 10 月 17 日日本交通省關東地方整備局利根川上河河川事務所。
5. 令和元年台風第 19 号による出水速報(第 3 報)—令和元年 10 月 17 日日本交通省關東地方整備局利根川上河河川事務所。