

出國報告（出國類別：考察）

# 日本都市暴雨治水策略

服務機關：內政部營建署

姓名職稱：副工程司兼辦課長 杜鐵生

幫工程司兼分隊長 邱明祺

派赴國家：日本

出國期間：101年9月23日至27日

報告日期：101年10月

# 目 錄

	頁碼
摘 要 .....	1
壹、目的 .....	2
貳、考察成員及行程.....	3
一、考察成員 .....	3
二、行程概要 .....	3
三、重點議題 .....	4
參、考察過程紀要.....	5
一、日本及東京都下水道發展現況（室內簡報） .....	5
二、川崎市涉川雨水貯留系統及施設（工地勘查） .....	18
三、橫濱市下水道系統現況（室內簡報） .....	24
四、「新羽末廣支線」雨水貯留管工程（工地勘查） .....	34
五、水戶市貯留設施新建工程（工地簡報與勘查） .....	39
肆、心得與建議 .....	47
一、心得 .....	47
二、建議 .....	48
伍、附 錄 .....	51

## 圖目錄

圖 1、東京都總合治水對策概念圖 .....	5
圖 2、日本各地區下水道普及率圖 .....	7
圖 3、合流式及分流式下水道示意圖 .....	7
圖 4、簡易雨、污水分流示意圖 .....	8
圖 5、豪雨（時雨量超過 50mm）發生頻率有逐年增加趨勢 .....	8
圖 6、治水對策示意圖 .....	9
圖 7、東日本地震後各地處理廠受損情形 .....	10
圖 8、東日本地震後 Minami-gamo 處理廠損毀及路面人孔上浮情形 .....	10
圖 9、利用反轉工法更新下水道管線前後對照 .....	11
圖 10、下水道人孔耐震設計示意圖 1（採用撓性接頭） .....	11
圖 11、下水道人孔耐震設計示意圖 2（採用洩水壓式人孔） .....	12
圖 12、下水道污泥資源回收用途及比例 .....	13
圖 13、下水道沼氣資源數量及再利用流程圖 .....	13
圖 14、東京下水道系統處理廠分佈圖 .....	14
圖 15、東京下水道系統老舊管線更新 .....	14
圖 16、東京下水道淹水對策示意圖 .....	15
圖 17、處理廠節電示意圖（採用太陽能板發電及 NAS 電池） .....	16
圖 18、東京下水道局即時雨量、預警資訊及下水道台帳資料 .....	16
圖 19、參訪人員於日本下水道協會聽取簡報（簡報人：山田欣司課長） ..	17

圖 20、貯留管示意圖（縱斷面） .....	19
圖 21、貯留管示意圖（橫斷面） .....	20
圖 22、貯留管路線示意圖 .....	20
圖 23、川崎市潛盾機外觀之「モグラ博士館」 .....	21
圖 24、參訪人員現場勘查川崎市涉川雨水貯留系統及施設照片 .....	23
圖 25、橫濱市下水道系統圖 .....	24
圖 26、橫濱市下水道事業內容 .....	25
圖 27、橫濱市管線更新費用計畫圖 .....	25
圖 28、橫濱市一、二期管線更新範圍圖 .....	26
圖 29、橫濱市全區雨水幹線保護標準圖 .....	27
圖 30、高低地排水保護標準示意圖 .....	28
圖 31、住戶埋設雨水貯留桶示意圖 .....	28
圖 32、雨水貯留桶埋設實驗數據圖 .....	29
圖 33、防減災相關部門權責關係圖 .....	30
圖 34、淹水範圍推估及緊急避難路線圖 .....	30
圖 35、合流式下水道簡易改善污染示意圖 .....	31
圖 36、污泥及沼氣資源再利用示意圖 .....	32
圖 37、水資源回收再利用示意圖 .....	32
圖 38、參訪人員聽取橫濱市環境創造局簡報照片 .....	33
圖 39、橫濱市「新羽末廣支線」雨水貯留管工程示意圖 .....	34



圖 40、橫濱市「新羽末廣支線」雨水貯留管工程位置圖 .....	35
圖 41、「新羽末廣支線」雨水貯留管工程潛盾機構造圖 .....	35
圖 42、參訪人員現場勘查「新羽末廣支線」雨水貯留管工程照片 .....	38
圖 43、工程位置圖 .....	39
圖 44、工地位置空照圖 .....	40
圖 45、工程數量示意圖 .....	40
圖 46、本工程地質情形-大多為砂礫層 .....	41
圖 47、本工程使用推進機頭結構圖 .....	41
圖 48、本工程施工過程照片 .....	43
圖 49、參訪人員現場勘查水戶市雨水貯留管工程 .....	46

# 摘要

因應全球氣候急遽變遷所引發國土安全、水資源利用、減災防災、治水對策、雨水貯留、流域管理、綜合治水對策等議題，如何將氣候變遷的影響降至最低，同時又能提高臺灣在下水道普及率及訂定完善總合治水對策，並透過都市防災綠地系統與雨水貯留設施的建構，減少災害衝擊與損失，均為臺灣未來亟需面對的重大挑戰。

下水道工程為都市重要基盤設施，其目的在於提升生活環境品質、保護生命財產安全與衛生與健康、維護水資源及水再利用不可或缺的公共建設，同時具有降低都市熱島、孕育都市景觀、生活文化及水環境美質之功能，也是評比先進國家進步重要指標之一。因此，本署推動「污水下水道第四期建設計畫」（98 至 103 年度）為積極配合「愛台 12 建設」，已將加速下水道之建設列為重點施政項目，更以每年提升臺灣下水道普及率 3% 為其目標。

日本與臺灣有相同地理環境，地形山高水急，雨水不容易貯留於地表，保水性不佳，滯洪流域面積不足，容易形成自然災害，加上地狹人稠與河川溪流爭地，水文環境急遽改變。為因應全球氣候異常變遷，日本在下水道工程技術、防洪治水對策，已提出諸多因應對策與機制，值得臺灣學習參考。

本署於 101 年度編列出國預算，考察日本東京地區都市防洪治水對策及日本雨水下水道系統規劃、維護、管理及防災相關措施，故本次考察由本署下水道工程處 2 人及都市計畫組 1 人，透過日本下水道協會的安排，展開 101 年 9 月 23 日至 27 日為期 5 天考察及參訪。

為利瞭解日本都市地區都市暴雨治水規劃及防災體系相關作為，本次考察行程共安排會晤單位有公益社團法人日本下水道協會、公益社團法人日本推進技術協會、橫濱市環境創造局、川崎市上下水道局等，除了在會議室中交流瞭解日本各級政府、民間機構單位在雨水下水道規劃、防洪與防災及易淹水地區治水對策外，更實際參觀川崎市上下水道局涉川雨水貯留設施與管理中心、橫濱市新羽末廣幹線施工及水戶市貯留管工程現場考察。

本次行程雖短暫而匆促，但由於各受訪機關及單位精心安排與接待，使得成果相當充實而豐碩，謹將所見所學如日本下水道專業單位針對氣候變遷導致降雨極端化之挑戰、治水、存水、惜水智慧、流域綜合治水策略、法規之整合相容、下水道雨水貯留設施大管徑曲線推進及潛盾技術等，編訂成報告，希望提供給本署相關機關辦理下水道及都市防洪治水工程參考。

關鍵字：總合治水、下水道事業、易淹水地區、雨水貯留、污水處理

# 壹、目的

近年來因溫室效應造成全球氣候異常，水文極端現象明顯，全球各地受洪災範圍與程度均遠較過去為烈，地球暖化及氣候變遷反映在天氣事件有降雨頻率增高、降雨強度增強趨勢，以台灣為例，近十年來侵襲台灣的颱風有 2000 年象神及碧利斯、2001 年納莉及桃芝、2004 年艾利及敏督利、2005 年海棠、2008 年新樂克及卡玫基、2009 年莫拉克颱風、2010 年凡那比及梅姬、2011 年南瑪都颱風、2012 年 610 水災等，其頻度、降雨量、強度及損失屢創紀錄，造成台灣近 50 年來受創最嚴重的水災及損失，經統計每年因風災豪雨造成平均損失高達 190 億元。

根據瑞士洛桑管理學院的全球國家競爭力評估報告中(IMD)，將下水道普及率列為生活品質評比項目之一，故下水道建設可視為都市現代化程度的重要代表指標。因此，本署積極推動雨、污水下水道建設，執行易淹水地區水患治理計畫及雨水下水道清疏及復建工程等重大計畫，以期增加我國全球國家競爭力。

惟都市雨水下水道於建設初期即已設定保護標準，並依此標準設計建設各管線管徑及坡度，囿於集水區範圍隨地形不易變更，故一般雨水下水道建設至中後期幾乎無法改善系統管徑、高程及提高保護標準，面對近年來突如其來的異常氣候，降雨一旦超過保護標準即有淹水之虞；另經統計截至 100 年 12 月底，全國雨水下水道建設長度為 4,495 公里，實施率為 65.64%，另每提升全國 1% 實施率，約需投資 20 億元之建設經費，因此，下水道系統除了檢討新設防洪治水工程之外，考量政府財源日益困難，是否尋求災害減輕對策之非工程措施，以因應因氣候變遷頻頻發生之超大豪雨或暴雨，保障民眾身家安全，免於淹水之苦。

日本地理位置鄰近我國，與台灣有著相同地理環境，其特徵為地形山高水急，保水不佳，滯洪不足，加上地狹人稠，水文環境急遽改變。日本東京都亦為其人口最密集、都市化及下水道建設最完善的都市，故本次考察即選定日本東京地區並拜會相關單位，希冀汲取相關經驗作為我國都市防洪減災及下水道設施維護管理之借鏡。

## 貳、考察成員及行程

### 一、考察成員

本次考察係為執行 101 年度「都市暴雨治水規劃及防災體系」出國計畫，考察成員如下：

姓名	英文譯名	職稱
杜鐵生	Tu, Tieh-Sheng	內政部營建署下水道工程處 課長
邱明祺	Chiu, Ming-Chi	內政部營建署下水道工程處北區分處分隊長
陳富義	Chen, Fu-Yi	內政部營建署都市計畫組技正兼辦科長

### 二、行程概要

為利瞭解日本都市地區都市暴雨治水規劃及防災體系相關作為，本次安排下水道建設完備與都市化結構相類似之東京地區作為考察地點，並於行前積極洽詢與相關單位會面研討之可行性，本次考察行程共安排會晤單位有公益社團法人日本下水道協會、公益社團法人日本推進技術協會、橫濱市環境創造局、川崎市上下水道局等，除了在會議室中進行簡報交流瞭解日本各級政府、民間機構單位在雨水下水道規劃、防洪與減災及易淹水地區治水對策，更實際參觀川崎市上下水道局涉川雨水貯留施設與管理中心，以及橫濱市新羽末廣幹線施工及水戶市貯留管工程。本次考察日期自 100 年 9 月 23 日至 100 年 9 月 27 日，為期 5 日，案內行程表如下所示：

日期	拜會單位	考察重點
101/9/23(日)		台北→東京
101/9/24(一)	上午	日本下水道協會 與日本下水道協會訪談日本下水道建設、營運管理及資源再利用現況
	下午	川崎市上下水道局 現場勘查川崎市涉川雨水貯留系統及施設
101/9/25(二)	上午	橫濱市環境創造局 聽取橫濱市環境創造局下水道系統及貯留管系統工程之簡報
	下午	橫濱市環境創造局 竹中土木建設公司 現場勘查「新羽末廣支線」雨水貯留管工程（Φ2600mm潛盾工法）
101/9/26(三)	上午	日本推進技術協會 東京都-茨城縣水戶市 聽取日本推進技術協會水戶市貯留管系統工程之簡報
	下午	日本推進技術協會 機動建設工業公司 戶田建設公司 現場勘查水戶市貯留管工程（：Φ3000mm、L=485m曲線推進）
101/9/27(四)		資料整理 東京→台北

### 三、重點議題

本次出國承蒙日方各單位悉心解說及指導，經歸納行程中考察重點議題如下，並依參訪順序闡述考察過程及心得。

- (一) 日本及東京都下水道發展現況（室內簡報）
- (二) 川崎市涉川雨水貯留系統及施設（工地勘查）
- (三) 橫濱市下水道系統現況（室內簡報）
- (四) 橫濱市「新羽末廣支線」雨水貯留管工程（工地勘查）
- (五) 水戶市貯留管敷設工程（工地簡報與勘查）

# 參、考察過程紀要

## 一、日本及東京都下水道發展現況（室內簡報）

2012 年 9 月 24 日（星期一）本日上午與日本下水道協會技術研究部國際部係長小關真由美（翻譯）見面後，即搭乘山手線前往神田站的日本下水道協會，首先拜會協會理事長增小川久貴先生及常務理事佐伯謹吾先生，經由面談瞭解該協會在日本下水道所扮演的角色，並初步交換有關日本下水道概要及總合治水對策的理念，謹將東京都總合治水對策及下水道概要說明如下及圖 1 所示：

- （一）增加公園綠地面積：對於公園綠地進行復育，增加面積，適度調節都市微氣候。
- （二）設置雨水貯留設施及防災調節池：公共設施土地地底下設置雨水蓄存設施及防災調節池。
- （三）增加雨水幹管連接流通河川：因應都市土地取得不易，開挖雨水幹管做為河川分流設施或滯洪設施。
- （四）進行河川整治工程：以生態工法辦理整治工程，增加地下水的補注及生態復育。
- （五）自有住宅雨水貯留與增加雨水浸透面積：配合建築相關法規，要求居民於住家設置雨水存與地下水浸透。
- （六）增加道路與空地透水性鋪面：對道路及空地鋪面，要求以透水透水材料施設。
- （七）興建高架式建築：對於低窪易淹水地區透過建築法規要求以高架式建築，將建築物底層留做為雨水淹沒地區。



圖 1、東京都總合治水對策概念圖

在拜會完理事長增小川久貴及常務理事佐伯謹吾先生後，日本下水道協會安排該協會技術研究部國際課課長山田欣司簡報日本及東京都下水道建設發展現況如下：

(一) 日本下水道建設背景說明

1、基本資料：

- (1) 污水處理廠：2136 座
- (2) 年處理污水量：14,267 百萬噸
- (3) 年產污泥量：2,183,000 噸
- (4) 污水管線總長：434,305 公里
- (5) 下水道從業人員：49,715 人

2、普及率：

日本公共污水下水道普及率平均 75.8%，隨著不同區域性質而相異，其中以東京都 99.3% 普及率最高，德島縣 15.5% 最低，各地區污水下水道普及率詳圖 2，大致上普及率仍與都市人口數成正比，其中洽詢日方何以德島縣普及率僅 15.5%，係因該區域大多採行小型污水處理設施（合併處理淨化槽或聚落排水設施），故不列入公共污水下水道普及率計算。

3、財務政策：

有關下水道營運費用，政府部門負擔 63.3%，每年所需經費 24,277 億日圓（約台幣 8,983 億）；民眾負擔 36.7%，每年所需經費 4,277 億日圓（約台幣 8,983 億）。

4、污泥再利用：

日本污泥再利用率達 77%，以年產污泥 2.18 百萬噸為例，其中作建築材料 1.31 百萬噸、農業使用 0.32 百萬噸，其餘填海造地 0.45 百萬噸。



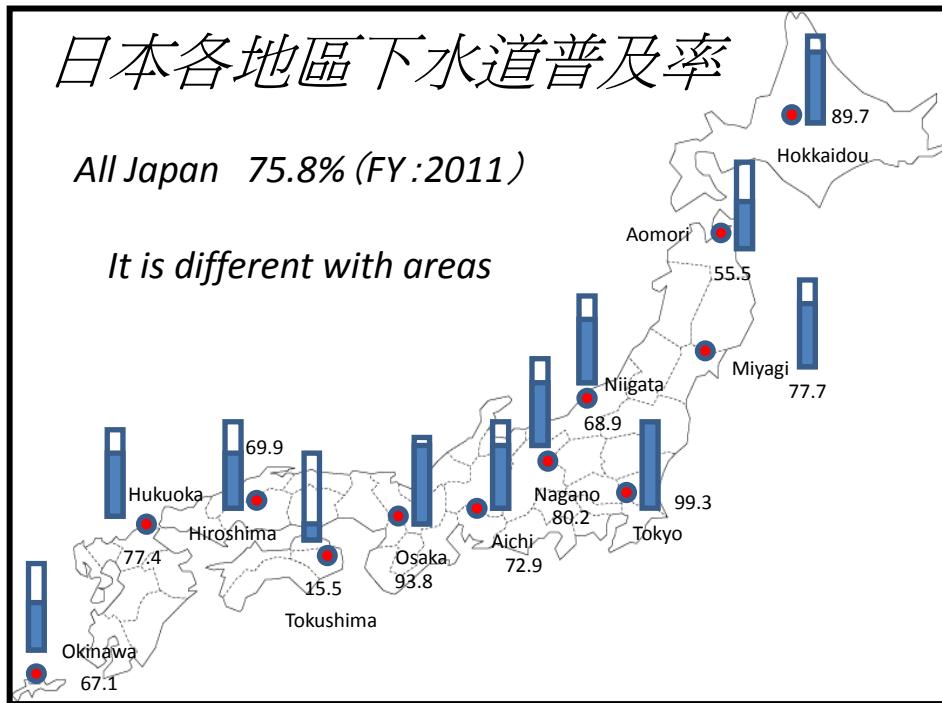


圖 2、日本各地區下水道普及率圖

(一) 合流式下水道溢流控制 (Combined Sewer Overflow Control)

- 1、由於日本下水道系統部分因早期建設，係採用雨、污水合併式下水道處理，為減輕下游排放水體污染及降低污水處理廠進流污水量，日本目前針對合併式下水道做相關溢流控制 (Combined Sewer Overflow Control，簡稱 CSO Control)。
- 2、CSO Control 藉由設置簡易的水平及垂直向阻隔塊，即可簡易達到雨、污水分流效果，提升河川水體水質，其優點為設置及維護簡易，另無須耗費成本操作，詳圖 4 所示。

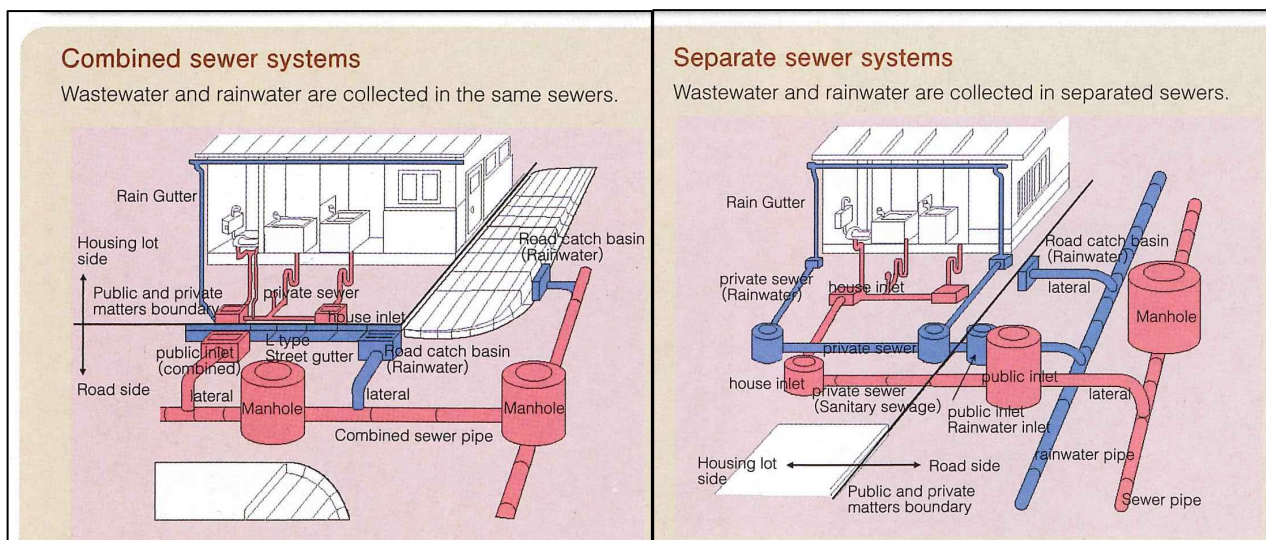


圖 3、合流式及分流式下水道示意圖



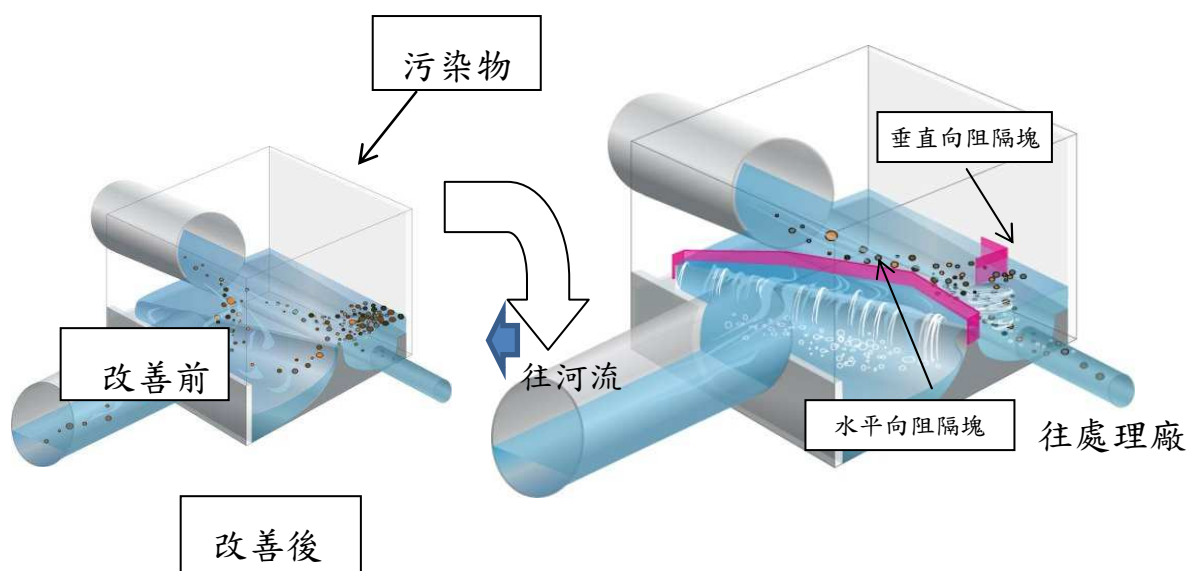


圖 4、簡易雨、污水分流示意圖

(二) 洪患管理 (Stormwater Management)

- 1、隨著全球氣候異常現象，日本近年來統計豪雨（時雨量超過 50mm）發生頻率有逐年增加趨勢，另都市化發展亦減少土地逕流入滲量，增加下水道的負荷。
- 2、有鑑於此，日本目前研議治水對策可分為工程及非工程手法，工程手法有設置調節雨水管渠及貯留設施、採用透水性鋪面，另外也在學校泳池操場及公園綠地兼作為滯洪池使用；另外在非工程手法上有災害即時警訊、災害潛勢圖及宣導民眾安裝防水閘門等。

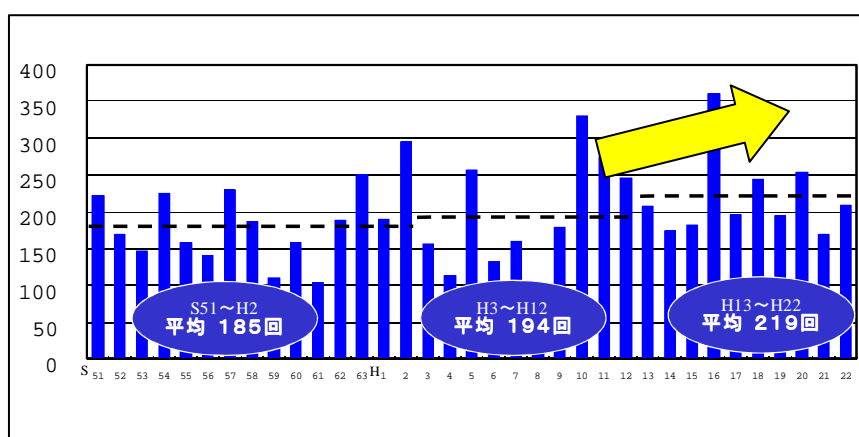


圖 5、豪雨（時雨量超過 50mm）發生頻率有逐年增加趨勢



圖 6、治水對策示意圖

(三) 311 大地震（東日本大地震）對下水道之影響及對策

- 1、 2011 年 3 月 11 日東日本發生芮氏規模 9 地震，造成污水處理廠受損嚴重，其中無法操作計 2 廠，臨時操作計 12 廠，功能確認中達 9 廠，並造成部分人孔上浮及管線破裂，目前正逐段以 TV 檢視確認受損程度，有關地震影響範圍如圖 7 所示。
- 2、 針對受損之管線之管線目前多採用免開挖內襯旋轉或反轉工法，修復情形如圖 9 所示，另經詢問日方表示修復費用較新作費用為高，或許可供借鏡佈設管線時考量管材壽命之參考；另針對人孔抵抗地震力作用造成上浮技術，目前業已研發於人孔撓性接頭與人孔壁周遭裝設洩壓孔，已抵抗突增之水壓（圖 10、11）。

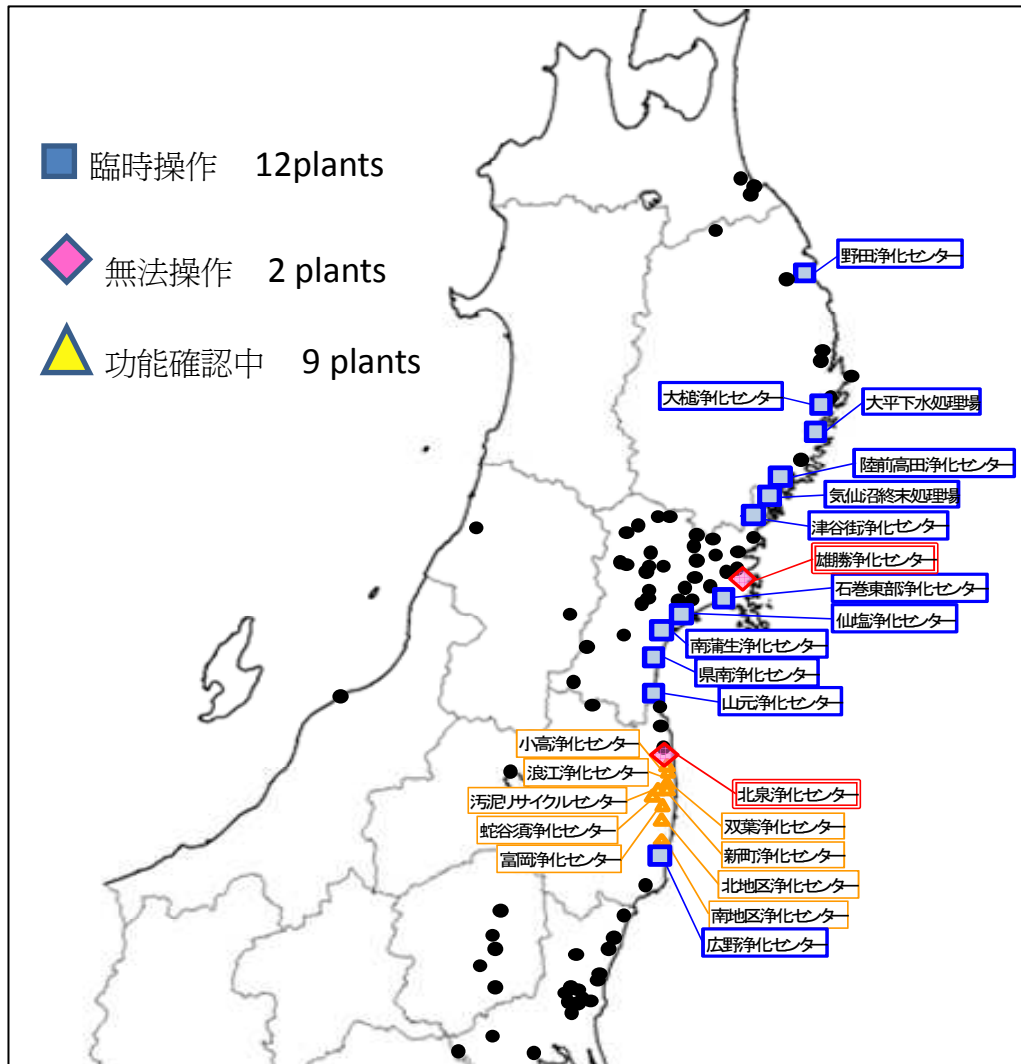


圖 7、東日本地震後各地處理廠受損情形



圖 8、東日本地震後 Minami-gamo 處理廠損毀及路面人孔上浮情形



圖 9、利用反轉工法更新下水道管線前後對照



圖 10、下水道人孔耐震設計示意圖 1（採用撓性接頭）





圖 12、下水道污泥資源回收用途及比例

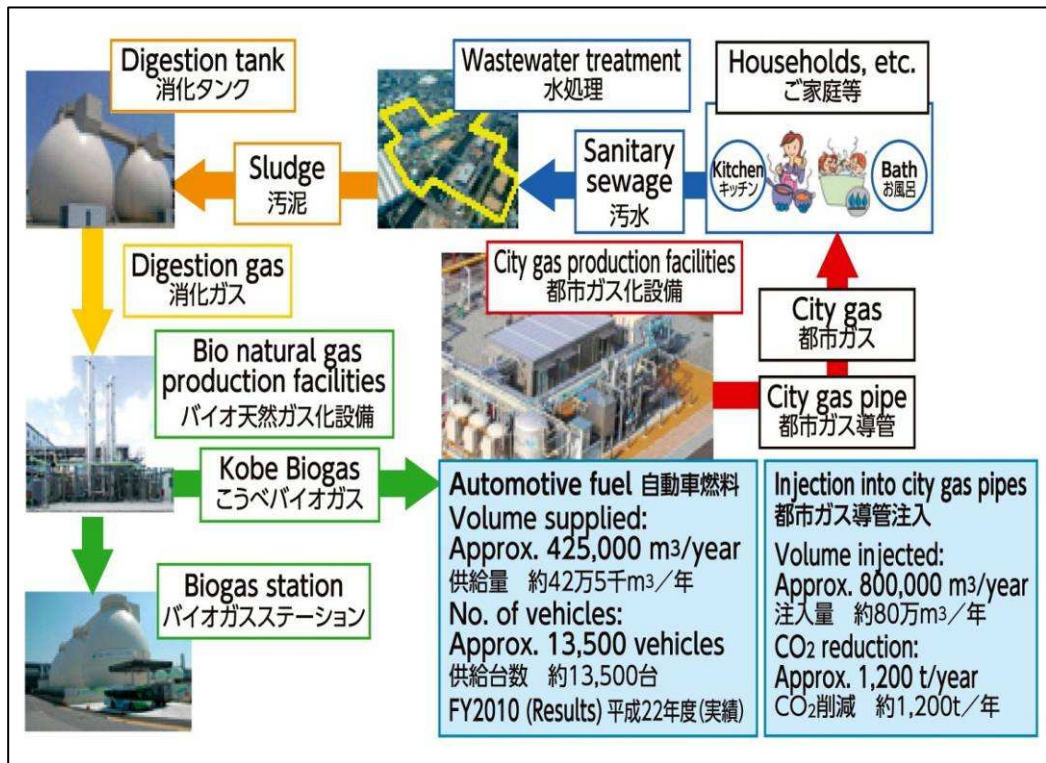


圖 13、下水道沼氣資源數量及再利用流程圖

(五) 東京都下水道簡介

1、基本資料：

- (1) 污水處理廠：13 座（其中含 5 座污泥處理設備）
- (2) 每日處理污水量：460 萬噸
- (3) 每日產污泥量：2,300 噸
- (4) 污水管線總長：15,900 公里
- (5) 合流式下水道比例：82%，分流式下水道比例：12%
- (6) 抽水站數量 84 座，平均每日揚水量 22 萬噸
- (7) 雨水收集系統中重力流佔 58%，機械排水佔 42%

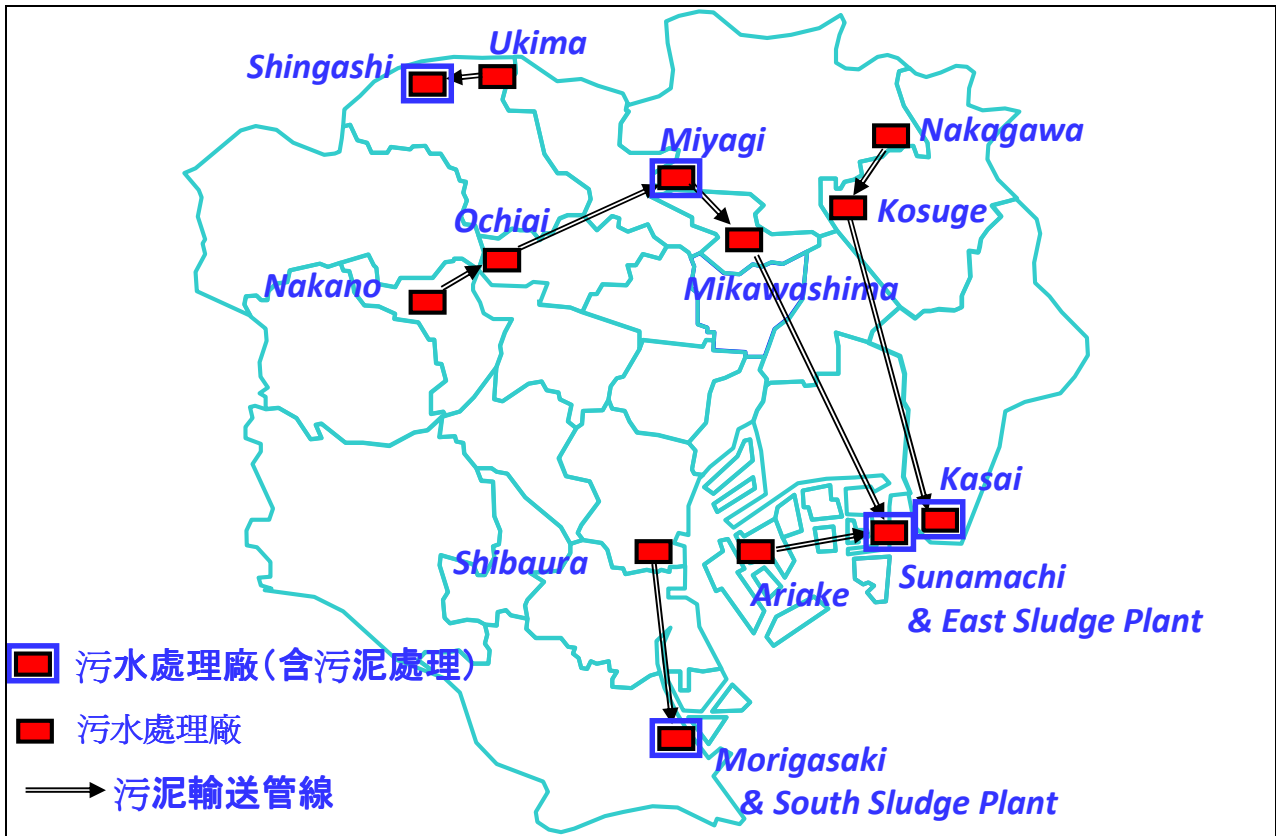


圖 14、東京下水道系統處理廠分佈圖

2、管線維護與更新：東京預計逐年更新 1955 年（昭和 30 年）前之管線，其中至 2012 年已更新完成 4584 公頃（預計全數更新面積 16,300 公頃），已更新管線長度為 47 公里（預計全數更新 120 公里）

### 下水道管の再構築

◆お客さまの生活の安全性や快適性を維持・向上させるため、将来にわたって安定的に下水道機能を発揮できるようにします。

**老朽化した幹線**

昭和30年代以前に建設された幹線

**幹線の再構築**

更生工法による幹線の再構築

**下水道管の再構築のイメージ**

**枝線の再構築**  
(老朽化した枝線や取付管の適切な取替え・更生)

**取付管対策**  
(老朽化した取付管の取替え・更生)

**幹線の再構築**  
(老朽化した幹線の更生)

**代替・増補幹線の整備**  
(老朽化した幹線から下家の流れを切替えるとともに、雨水排除能力を確保)

■3か年の到達目標(事業指標)

事業指標	単位	21年度末累計	22年度(決算)	23年度(予算)	22~24年度	24年度末累計(目標)	目標値
老朽化などかさかした幹線4処理区の枝線を再構築した面積	ha	3,370	386	400	1,214	4,584	16,300
昭和30年代以前に建設された老朽47群を再構築した延長	km	28	6	6	19	47	120

圖 15、東京下水道系統老舊管線更新

- 3、為確保首都東京之都市機能與保障民眾安全，在淹水對策上的努力則有設置大型貯留管線及設施，另外也在學校泳池操場及公園綠地兼作為滯洪池使用。

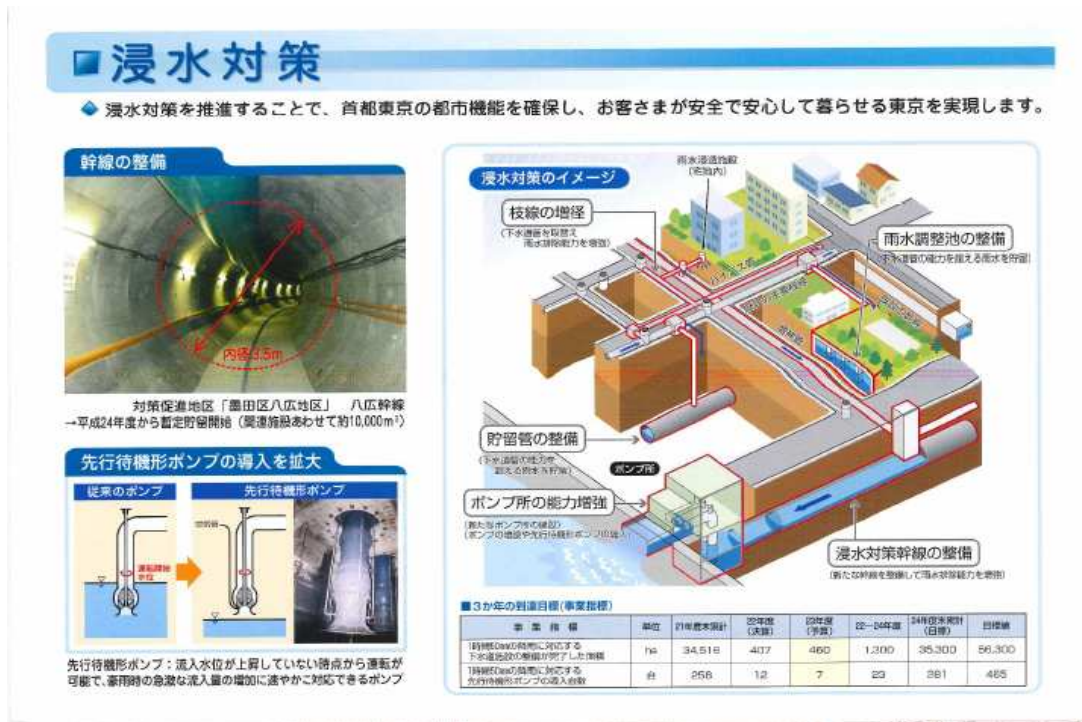


圖 16、東京下水道淹水對策示意圖

- 4、在水資源回收部分，截至 2012 年已供給再生水使用場所計 175 處，惟因日本屬不缺水國家，故相關回收水在使用率仍屬偏低（約佔放流水 2%）污水處理廠：13 座（其中含 5 座污泥處理設備）。
- 5、節能與產能對策：有鑑於下水道設施運轉時耗費大量電力，因此部分污水處理廠設施已採用太陽能板發電及 NAS 電池（鈉硫電池）蓄電提供電力，並配合日間用電尖峰時間將污水貯留於管線內，藉以降低污水鼓風機運轉台數及消耗電力。



## 節電対策・電源確保

電力消費量が大きい下水道施設の運転の工夫・効率化、非常用発電設備の活用などの緊急対策により都民生活を守る施設の安定稼働と電力不足の対応という2つの課題に取り組みます。

### 電力不足に対応するための対応

- 下水道局を含むライフライン6局総体で  
昨年度の最大使用電力に対し15%を削減
- 昼間の電力需給ピーク時間帯(13時~16時頃)に、下水を幹線内に貯留することで、汚水ポンプや送風機の運転台数を削減し、消費電力を抑制
- NaS電池を電力需要の少ない夜間に電気を充電し、電力需給が逼迫している昼間に放電することで、受電電力を抑制




NaS電池(砂町水再生センター)

### 非常時における電源の確保・多様化

- 停電時においてもポンプ運転等を行うための非常用発電設備の導入を推進



ガスタービン発電機(13,000kVA)

- 大規模な太陽光発電設備の導入による電源の多様化



豊西水再生センター  
南系処理施設上部

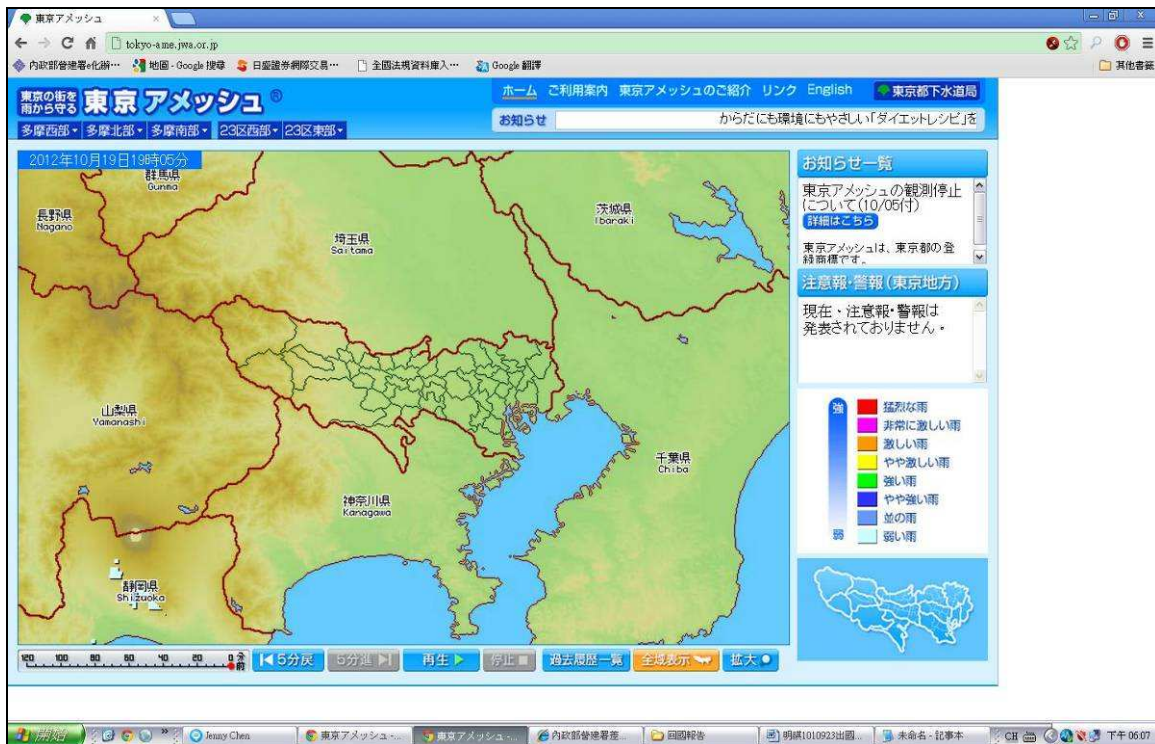


太陽の向きに合わせてパネルが動く一軸追尾タイプなどの太陽光パネルを設置し、合計490kWの太陽光発電設備を配置

東京緊急対策 2011

圖 17、處理廠節電示意圖（採用太陽能板發電及 NAS 電池）

6、下水道及時資訊：東京下水道局提供即時雨量與預警資訊、下水道台帳資料，除網頁版本以外還有手機版本可供查詢（<http://tokyo-ame.jwa.or.jp/>）。



東京アメッシュ

2012年10月19日 19時05分

お知らせ

東京アメッシュの観測停止  
(について(10/05付)  
詳細はこちら)

東京アメッシュは、東京都の登録商標です。

注意報・警報(東京地方)

現在、注意報・警報は発表されていません。

強

- 猛烈な雨
- 非常に激しい雨
- 激しい雨
- やや激しい雨
- 強い雨
- やや強い雨
- 並の雨
- 弱い雨

圖 18、東京下水道局即時雨量、預警資訊及下水道台帳資料

(六) 參訪照片

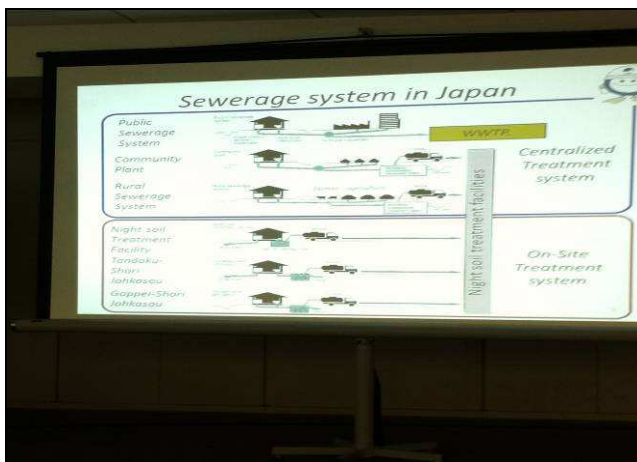


圖 19、參訪人員於日本下水道協會聽取簡報（簡報人：山田欣司課長）

## 二、川崎市涉川雨水貯留系統及施設（工地勘查）

2012 年 9 月 24 日（星期一）下午由日本下水道協會技術研究部國際課小關真由美小姐（翻譯）陪同從東京都山手線神田車站搭乘京急線電車至武藏小杉車站，轉乘公務車到川崎市上下水道局管理的涉川雨水貯留設施參訪，由該局經營管理部國際事業推廣課課長一田之倉誠先生介紹川崎市涉川雨水貯留設施概要。

### （一）涉川雨水貯留設施工程基本資料說明

#### 1、雨水貯留管設置的目的：

- （1）水量提升：隨著都市化進展，雨水涵養、保水、貯留滲透減少，洪水尖峰流量激增，都市型水害頻繁，威脅住民生命財產安全，川崎市原有排水設計標準 50mm/hr 已不敷需求，因此藉由雨水貯留管設置提升既設下水道系統排水能力，長期計畫分三階段提昇保護標準，第一階段 5 年重現期降雨強度 52.0mm/hr，提昇至現階段 10 年重現期降雨強度 58.0mm/hr，最終提昇至 30 年重現期降雨強度 90.0mm/hr（逕流係數 0.75 計算）。
- （2）水質提升：在降雨初期或降雨強度小於 5mm/時之降雨常夾帶街道、排水管（溝）堆積之污濁物質，故降雨初期時水質較污濁，將初期雨水貯留於管中，再經初級處理或壓送至下水道處理廠處理後排放，便能提升放流水水質，改善河流域環境與生態。

#### 2、本工程設施基本資料

- （1）貯留管尺寸：內徑 10.4M，外徑 12.1M。
- （2）貯留管長度：長度 1,760M，計畫總長度 2,560M。
- （3）貯留管深度：地下 56M。
- （4）貯留管貯留量：144,000M<sup>3</sup>（大約 400 個學校泳池水量），計畫總貯留量 210,000M<sup>3</sup>。
- （5）換氣棟一座：包含取水、換氣、脫臭、洗淨用水等設備。
- （6）抽水站一座：負責貯留水之送排設備。
- （7）保護面積：556 公頃

#### 3、工程施工期間

- （1）施工期間：1992 年至 2004 年。



- (2) 營運時間：2004 年 8 月。
- 4、工程總經費：約 440 億日圓（約新台幣 163 億元）。
- 5、近年來貯留量實績
- (1) 2009 年貯留量 747,587M<sup>3</sup>。
  - (2) 2010 年貯留量 658,228M<sup>3</sup>。
  - (3) 2011 年貯留量 363,814M<sup>3</sup>。
  - (4) 2012 年貯留量 105,000M<sup>3</sup>（至 8 月底止統計值）。
- 6、教育宣導：爲了讓民眾瞭解貯留管工程與防災體系之運作，川崎市利用潛盾機外觀建造了一座「モグラ博士館」，藉由展場內模型展示及互動導覽介紹貯留管工程與宣導自助防災避難的重要性。

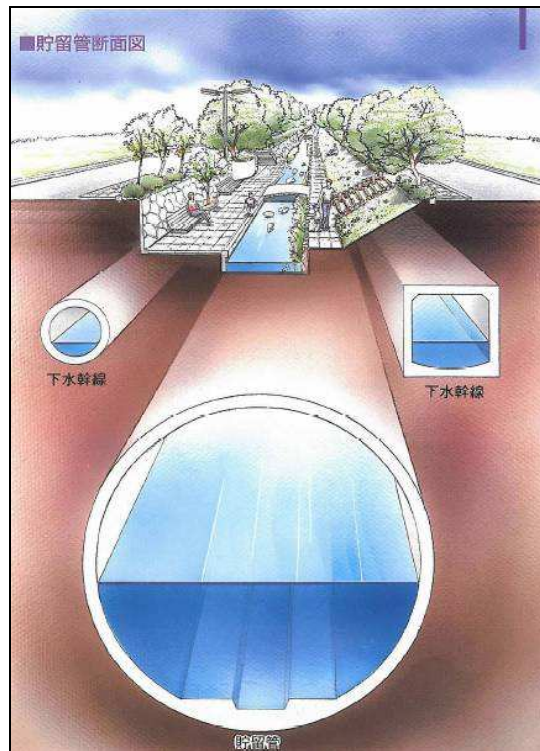


圖 20、貯留管示意圖（縱斷面）







圖 23、川崎市潛盾機外觀之「モグラ博士館」

(二) 參訪照片



室內聽取工程簡報



交換工程心得



室外設施模型



地下 60m 之樓梯間



貯留管匯流豎井



交換工程心得



抽水機房一覽



機房配電盤





參觀中央監控室



監控室監控螢幕



參訪單位合影：左起：田之倉誠、小關真由美、陳富義、管理中心職員、杜鐵生、邱明祺

圖 24、參訪人員現場勘查川崎市涉川雨水貯留系統及施設照片



### 三、橫濱市下水道系統現況（室內簡報）

101 年 9 月 25 日（星期二）上午，我們搭乘地鐵來到了關內站與橫濱市環境創造局下水道計畫調整部代表黑羽根先生會合，隨後前往位於新羽地區工地會議室簡報並交流橫濱市下水道事業概況及針對相關淹水防災等重要議題作心得交流。

#### （一）橫濱市公共下水道背景

目前橫濱市公共下水道計畫區域為 41,835 公頃，其中合流制下水道區域面積 10,862 公頃，分流制下水道面積 30,973 公頃，處理人口數為 3,650,276 人，下水道普及率 99.8%。

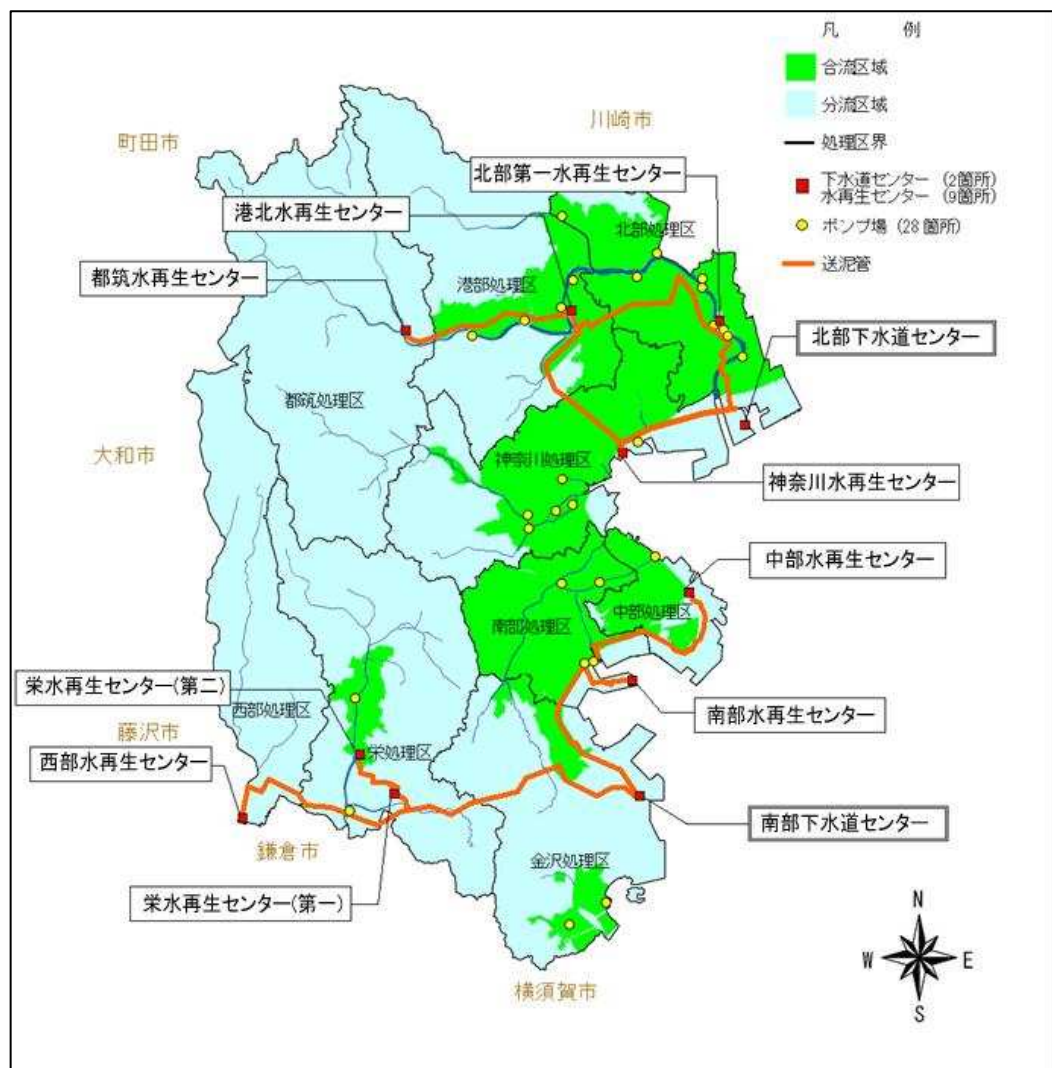


圖 25、橫濱市下水道系統圖

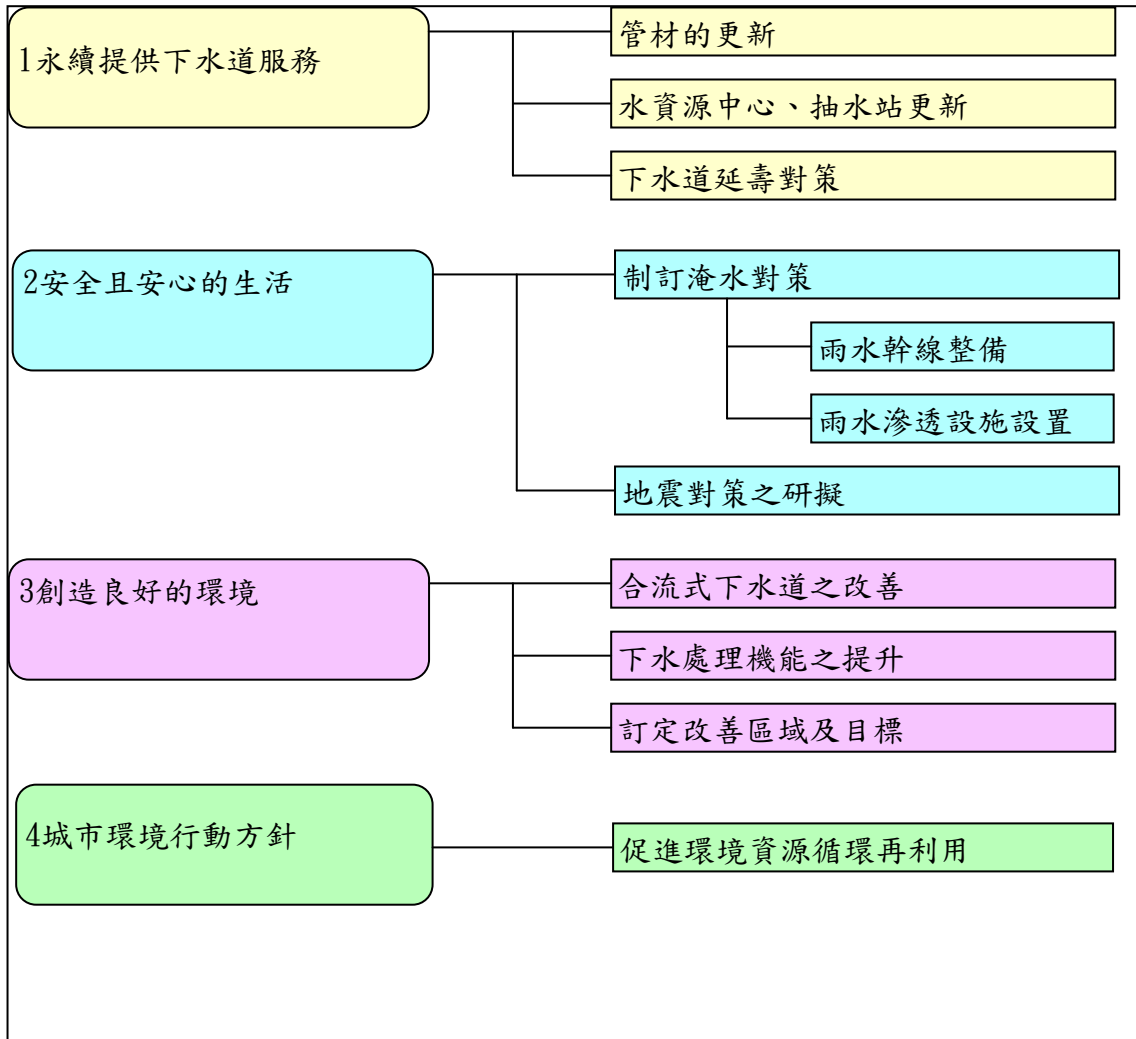


圖 26、橫濱市下水道事業內容

(二) 管線更新工作

針對使用年限超過 50 年以上之管線，橫濱市自 2001 年開始辦理第一期管線更新工作，更新目標為 1945 年以前埋設管線，預計更新區域 1,910 公頃，另第二期管線更新工程預計辦理 1970 年以前埋設之管線，預計更新區域 3,700 公頃，希望藉由管線的更新，能使下水道系統的壽命延長，並可提高服務的水準與可靠度。

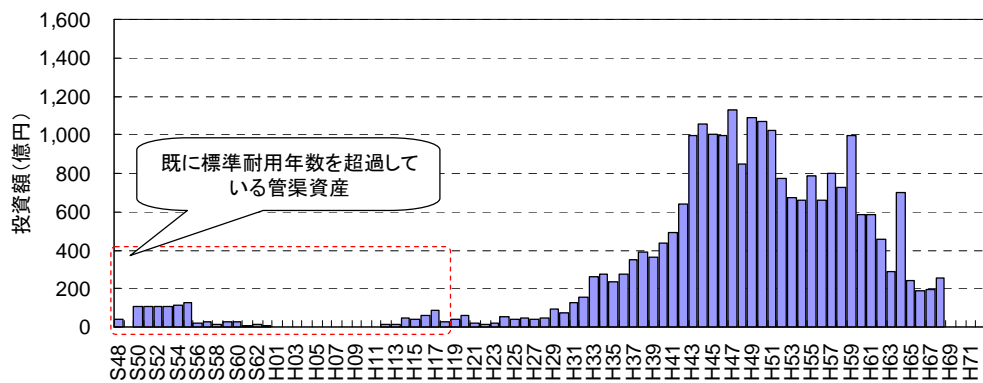


圖 27、橫濱市管線更新費用計畫圖

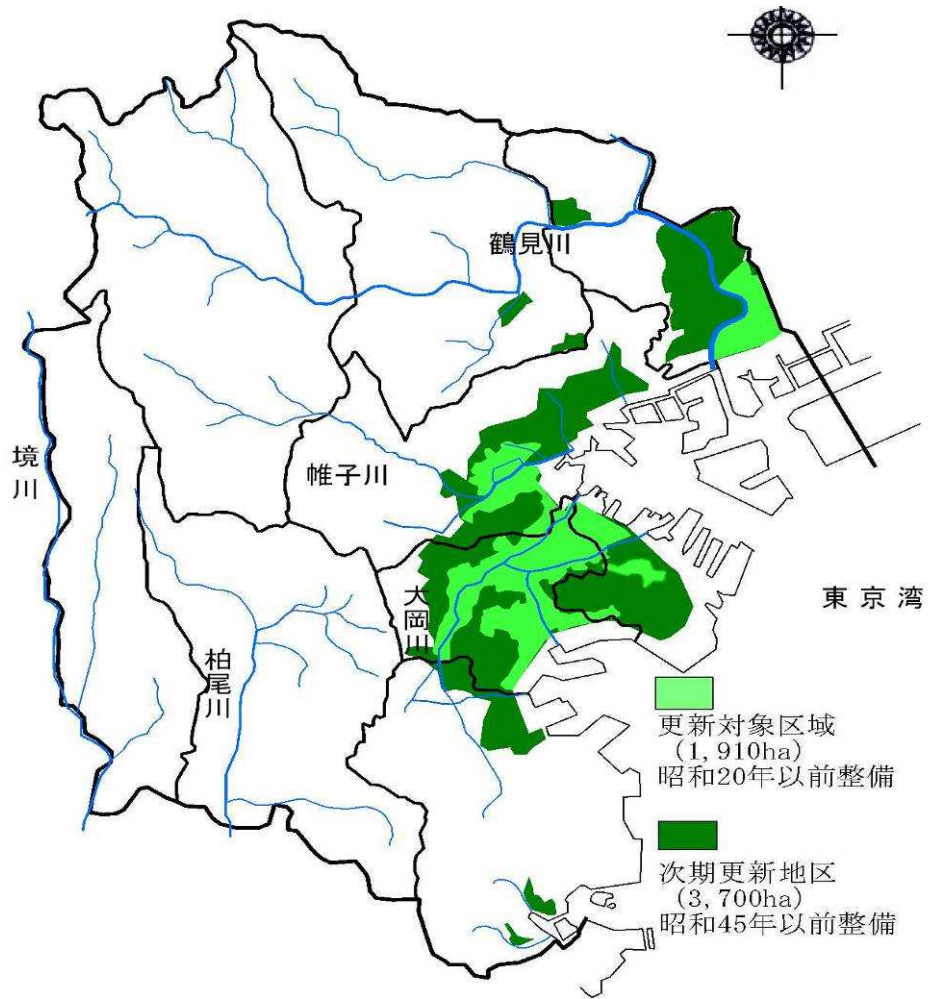


圖 28、橫濱市一、二期管線更新範圍圖

### (三) 治水規劃與減災對策

截至目前為止，橫濱市全區約有 63%區域面積可達防洪標準達降雨強度 50mm/時，另 37%區域面積可達防洪標準達降雨強度 60mm/時。未來計畫雨水對策的目標為：

- 1、能消滅降雨強度低於整備目標（設計強度）下之水患。
- 2、局部大雨超過整備目標（設計強度）時能減輕災情

## 雨水幹線整備済区域(H20末)

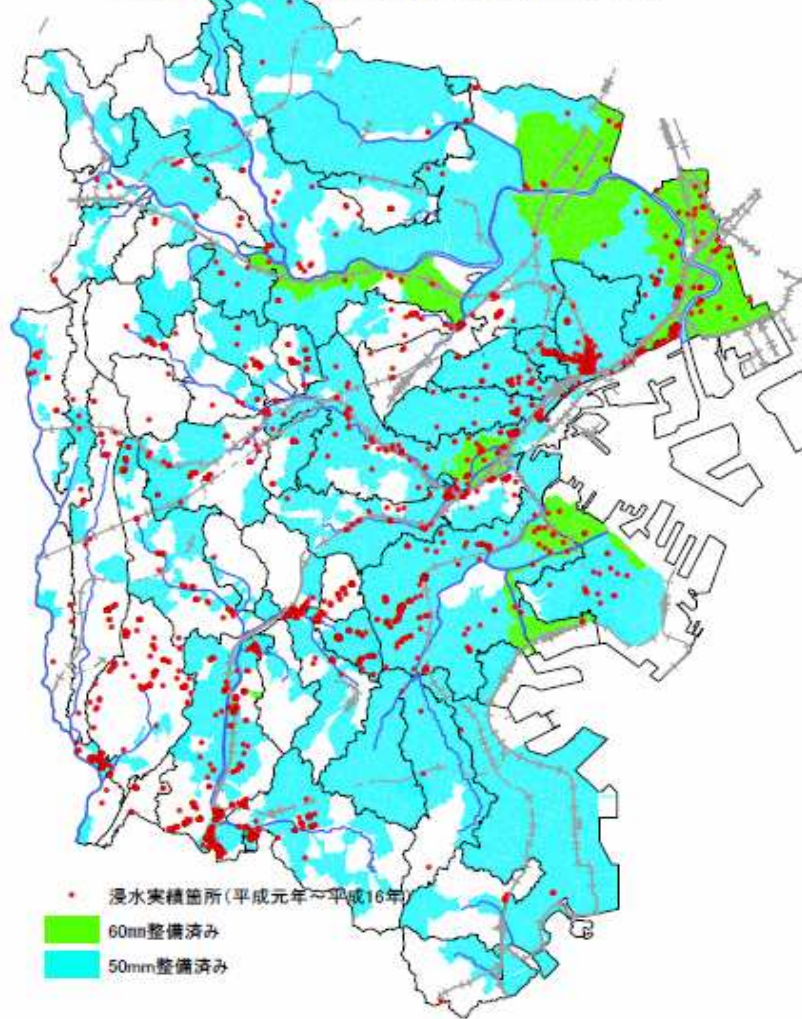


圖 29、橫濱市全區雨水幹線保護標準圖

基於上述前提，首先確認計畫範圍內之自然排水及機械排水範圍釐清以利編列分項計畫，確保重力排水區可達 5 年一次降雨保護標準，而機械排水區可達 10 年一次降雨保護標準，另外全市雨水下水道整備計畫需要龐大的經費與時間，因此，橫濱市提供了 3 項可於早期發揮效果的對策，敘明如下。

1. 選擇重點區域優先辦理設施整備
2. 抑止雨水排出
3. 建立公部門與民眾防災減災平台

### 1、選擇重點區域優先辦理設施整備：

考量機械排水區域於發生淹水災情後將較自然排水區域產生更久更嚴重的災情，因此針對先前有淹水區域及機械排水區域優先辦理雨水設施整備，排定計畫辦理老舊管線及設施之更新作業。



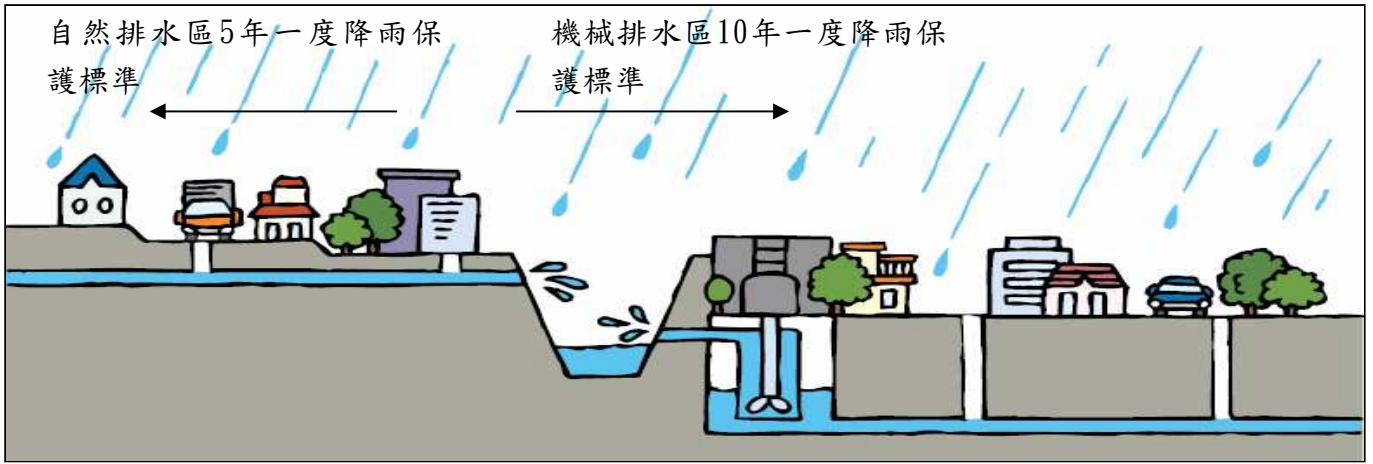


圖 30、高低地排水保護標準示意圖

## 2、抑止雨水排出：

藉由建設雨水貯留設施來減少雨水排入下水道系統，提升保護標準，例如校園與公園或其他公共設施設立雨水調節池、雨水可浸透之鋪面。

橫濱市內目前已於 6 處小學地下設立雨水調節池，各調整池容量約為 500~800m<sup>3</sup>。其中調整池中之貯留水，可利用於生活雜用水與消防用水，進而達到水回收再利用。

另外考量都市硬鋪面均為不透水或透水係數低之鋪面，為順利讓降雨時雨水能滲入地下，橫濱市宣導並補助於建築物排水管未設置了雨水貯留桶，藉由該設施貯留雨水，可達到減少雨水逕流量，減輕下水道負擔及提昇降雨保護標準，如下圖所示。

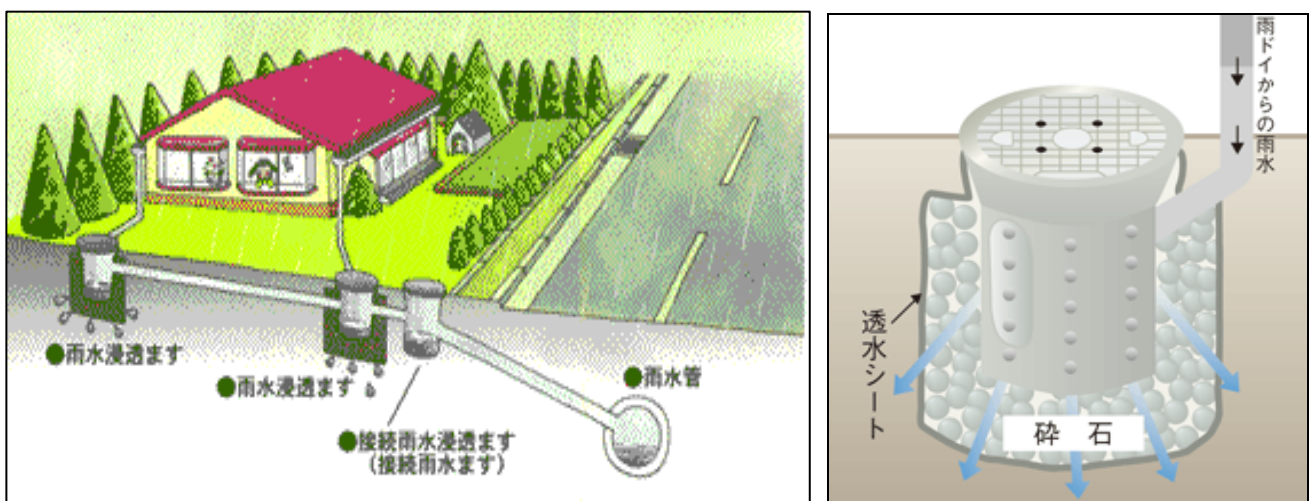


圖 31、住戶埋設雨水貯留桶示意圖

雨水貯留桶之功效經實地實驗證實，當於住宅區設置密度 25 個/公頃時，可降低下水道管內水量 4.9%，另設置密度 43 個/公頃時，可降低下水道管內水量 10.1%（以上以降雨強度 50mm/時估算），約可減少降雨時 5~10% 雨水總量流入下水道系統中，此外該雨水貯留桶所需建設費用因價格便宜及幾乎無須維護費用，目前為橫濱市所推廣，截至 2008 年，全市已設置 10,095 個貯留桶，未來更朝向每年增加 1,000 個為目標，為達成此目標及推廣民眾自助減災之觀念，橫濱市補助每戶埋設 4 個貯留桶，補助費用桶內徑 150mm 為 7,000 日幣，桶內徑 200mm 為 10,000 日幣，既設貯留桶更新部分桶內徑 150mm 為 22,000 日幣，桶內徑 200mm 為 29,000 日幣，如下所示。

實驗結果		
	旭区上白根地区	瀬谷区阿久和東地区
排水面積	12.6ha	6.8ha
設置個數	316 個	291 個
設置密度	25 個/ha	43 個/ha
下水管に流入する総流量に対する浸透量の割合 (50mm/hr のとき)	4.9%	10.1%
案内図		

圖 32、雨水貯留桶埋設實驗數據圖

### 3、建立公部門與民眾防災減災平台：

目前橫濱市除了以工程手法提升防洪標準及降低淹水災情外，另外也逐步宣導民眾自助減災的觀念，藉由建立公部門與民眾減災交流平台，提供民眾平日既存設施之檢點、正確的災情研判與災害發生時之應變對策與緊急避難場所，以期災情來民時能降低損害，相關部門權責關係圖如下所示。

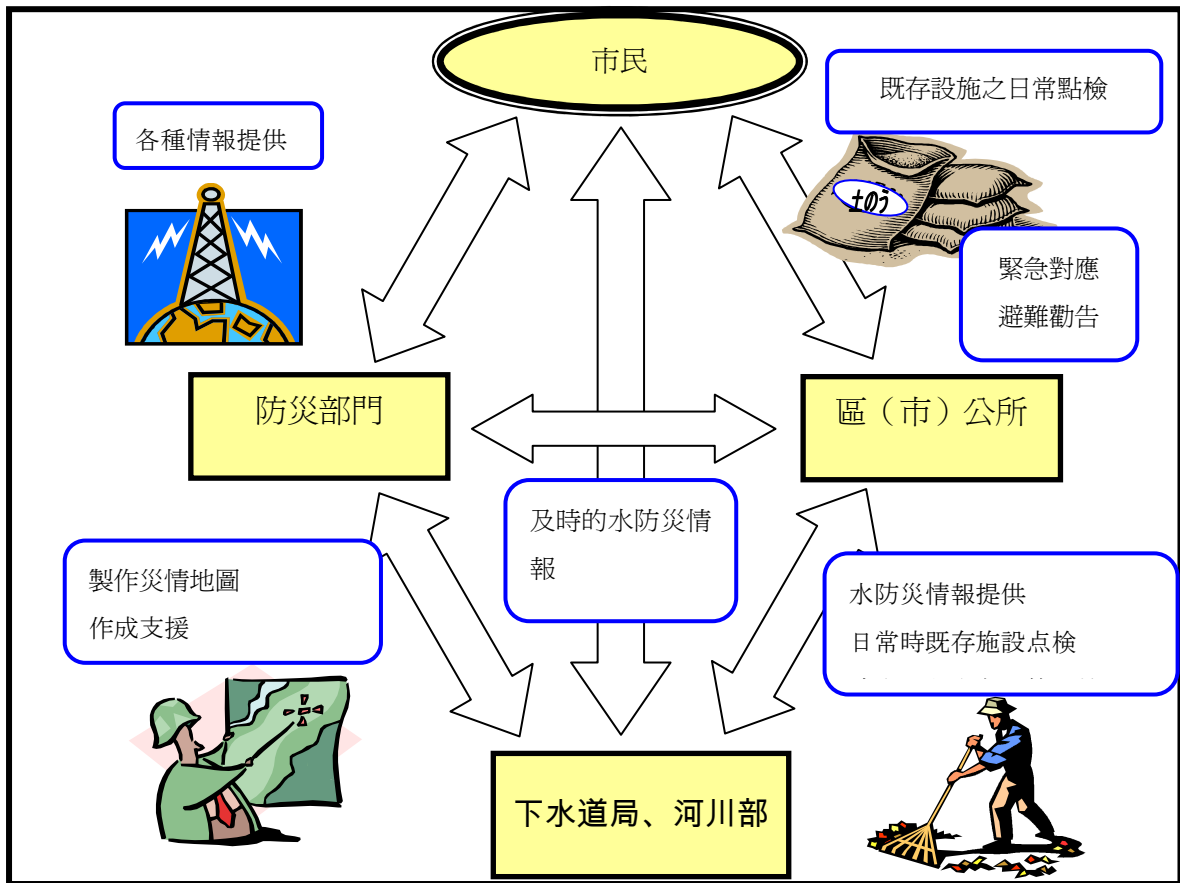


圖 33、防滅災相關部門權責關係圖

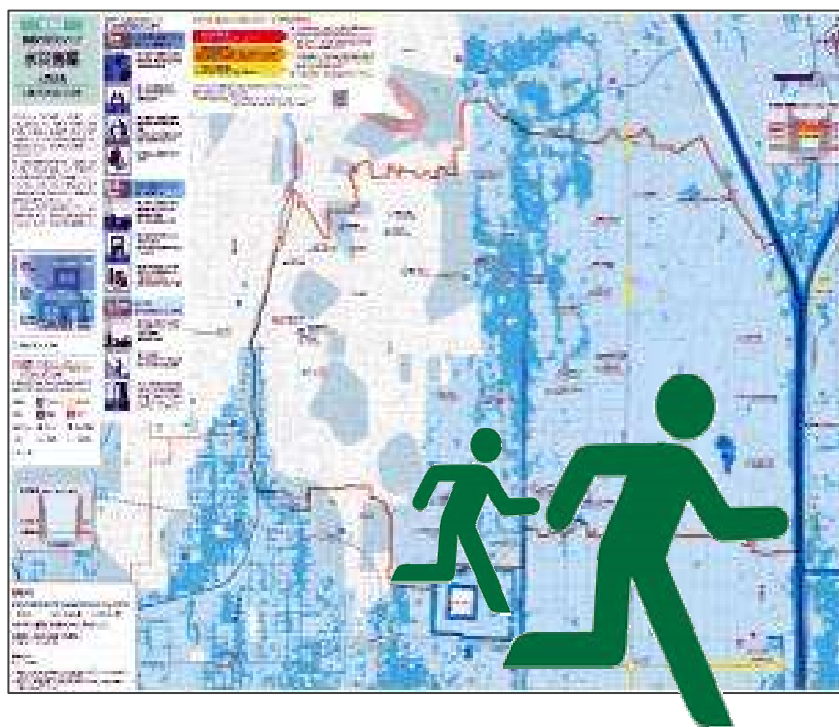


圖 34、淹水範圍推估及緊急避難路線圖

#### (四) 下水道設施之維護及改善

為確保下水道使用上之安全性，橫濱市針對市內老舊管線及人孔蓋均編列龐大經費維護及更新，針對污水管部分除大管徑外，大多採用塑化管（PVC）辦理新設及更新工作，其優點除價格便宜外，使用壽命及耐震強度均較水泥管材（RCP）為佳，此外，針對人孔蓋部分，橫濱市亦建立 GIS 系統做計畫性的更新，其更新標準為車道上孔蓋 15 年換新，人行道上孔蓋為 30 年換新，以維用路人安全。

此外，針對區內雨、污水混流之合流式下水道，藉由下水道內設置簡單的堰體，即可達成晴雨天分流之效果，進而達成改善河川水流之環境。

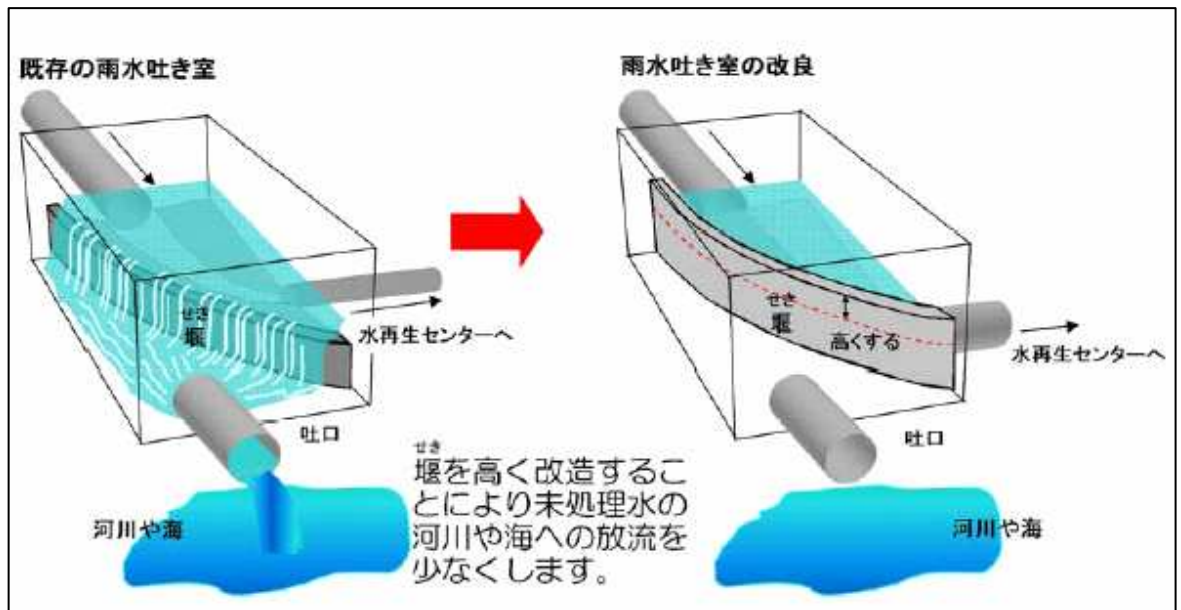


圖 35、合流式下水道簡易改善污染示意圖

#### (五) 下水道資源之再利用

為了對抗地球暖化，減少不必要的資源浪費，目前橫濱市內針對水處理廠處理過後之污泥及沼氣均有效回收再利用，其回收既用率已達 100%，其中污泥回收後作為改良土壤及建材原料，而沼氣經過處理精鍊後可提供發電及輔助燃料，另外在再生水使用率部分則偏低，約僅放流水之 2%，其原因為本市水資源充裕，無缺水問題，回收水主要利用處理廠廠區內用水及公共建築廁所用。相關處理流程示意如下。



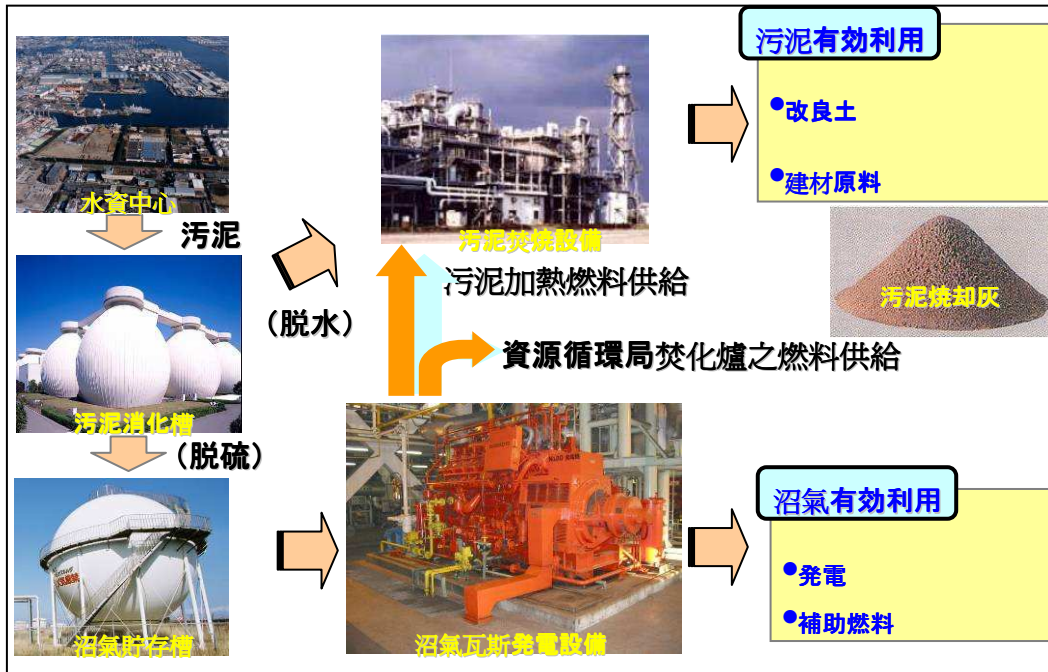


圖 36、污泥及沼氣資源再利用示意圖

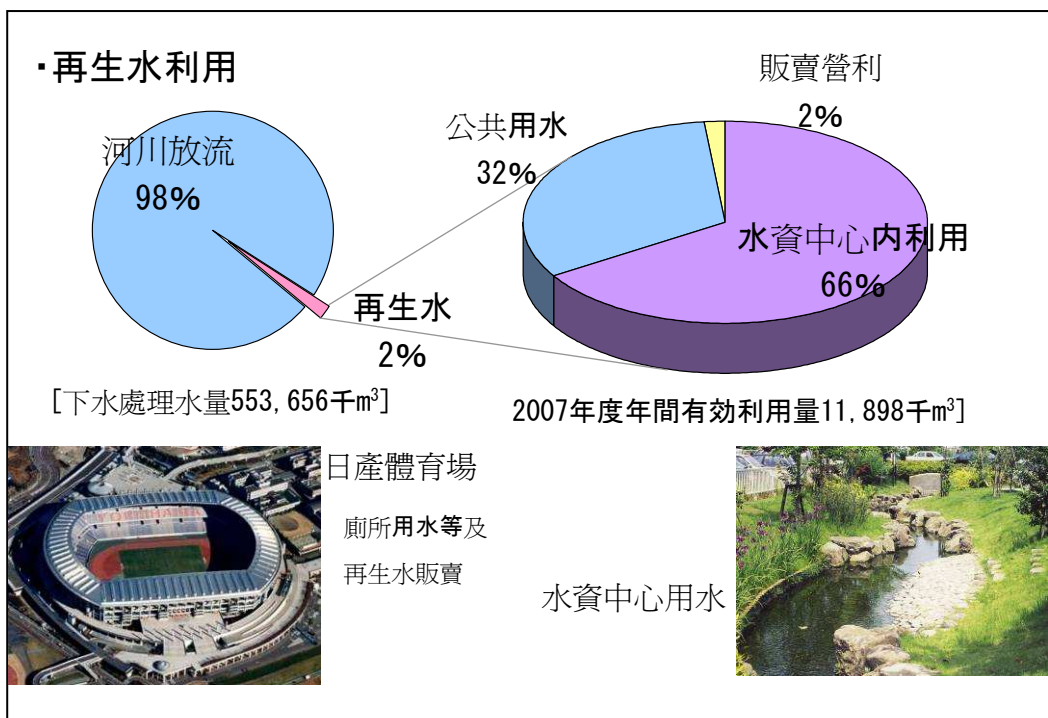


圖 37、水資源回收再利用示意圖

(六) 參訪照片



上方左起：石川泰裕、我妻秀哉、山崎祐輔、杜鐵生、陳富義、邱明祺、金子。下方左起：黑羽根能生、竹中土木的工地主任柿崎、與工作人員

圖 38、參訪人員聽取橫濱市環境創造局簡報照片



#### 四、「新羽末廣支線」雨水貯留管工程（工地勘查）

聽取完橫濱市環境創造局有關該市下水道建設現況與治水規劃措施後，隨後安排參觀該市「新羽末廣支線」雨水貯留管工程。

##### （一）「新羽末廣幹線」雨水貯留管工程概要

- 1、設置目的：鶴見川流域為橫濱市內人口密集之區域，且中下游為地勢較低窪之區域，區內雨水排出大多依賴抽水站機械排水，因此一旦降雨強度超過保護標準時（50mm/時），將對於該區域造成嚴重之災情，因此，為有效減輕水患，提升保護標準至 10 年 1 次之降雨頻率（降雨強度 60mm/時），故建設此雨水貯留管工程。
- 2、保護面積：約 4,500 公頃。
- 3、貯留容量：約 41 萬 m<sup>3</sup>。
- 4、貯留管尺寸：管內徑 3.0~8.5m。
- 5、貯留管長度：約 20 公里。
- 6、貯留管深度：地下約 50~60m。
- 7、施工期間：自 1993 年至 2014 年。（目前部分已完工啓用）
- 8、工程預算：約 1000 億日圓（約台幣 370 億）



圖 39、橫濱市「新羽末廣支線」雨水貯留管工程示意圖

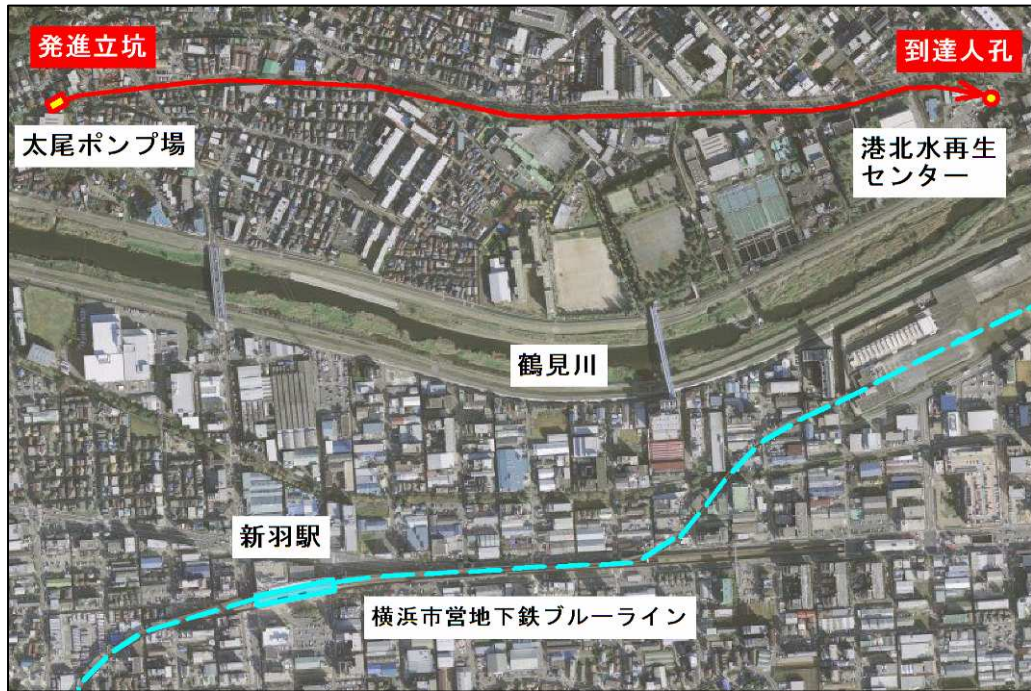


圖 40、橫濱市「新羽末廣支線」雨水貯留管工程位置圖

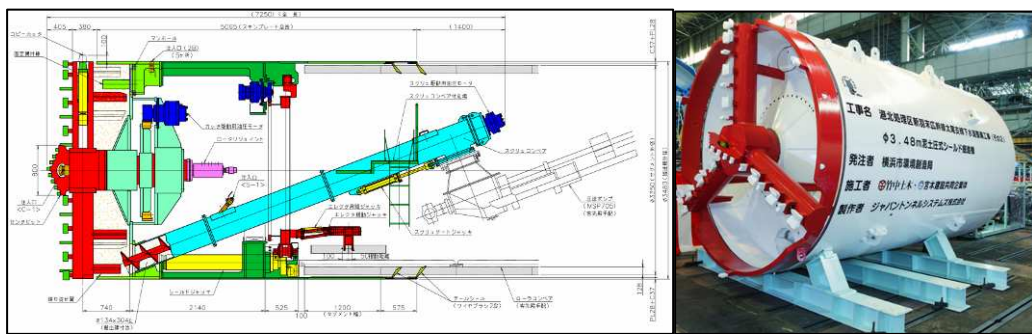
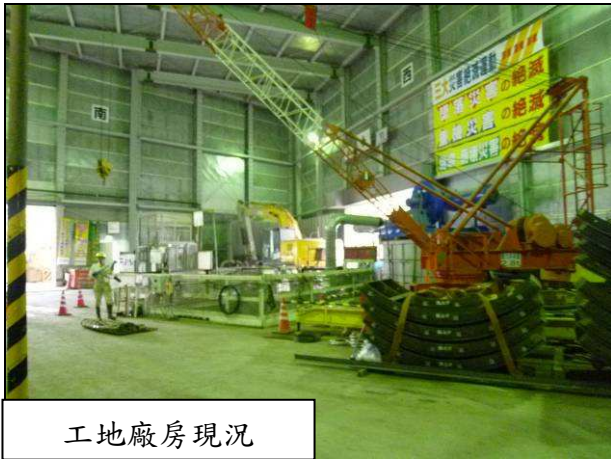


圖 41、「新羽末廣支線」雨水貯留管工程潛盾機構造圖

- (二) 本次參觀為「新羽末廣幹線」雨水貯留管工程之上游支線段，因前日該區域無下雨，所幸能進入參觀，我們循著階梯步行進入地下 60 公尺深（約 20 層樓）的貯留管中，管中並無相關照明，經詢問相關人員表示因本工程完工啓用後因無須人工操作，平日也無人員進入之需求，故無相關照明及電梯，另值得注意的是通風部分，管內空氣通風良好，並沒有異味或呼吸不適情形，貯留管支段面設計為複合式斷面，即下方中央另有設置一較深小溝渠，以利水量小時雨水能流入此溝增加流速減少淤積，及利用水量大來臨時達到自我清潔效果。
- (三) 經詢問日方何以貯留管線埋設深度需如此深之原因，除避開地下管線外，主要是因為深度超過 50 公尺以上，即便管線橫越民眾私有土地，亦無法主張其所有權，政府在貯留管路線選定上可更有彈性且無須用地取得。



(四) 參訪照片



工地廠房現況



潛盾鋼環片



坑底作業監視器



發進工作井及支撐



勞安宣導告示牌



潛盾隧道





參訪人員交流心得



參訪人員於潛盾隧道中合影



污水處理廠上部採公園設計



施工告示牌



貯留管幹線入口



貯留管換氣機房



貯留管幹線內部（複合式斷面）



參訪人員交換心得



步行於貯留管幹線內



工程解説牌

圖 42、參訪人員現場勘查「新羽末廣支線」雨水貯留管工程照片



## 五、水戶市貯留設施新建工程（工地簡報與勘查）

101 年 10 月 26 日（星期三），行程第四天，我們與下水道推進協會聯繫並由該協會安排前往茨城縣水戶市參訪常盤第 1、2 排水區貯留設施新建工程，本工程由水戶市政府發包，並委由戶田建設施工，工程特色為大管徑之長距離曲線推進，到達位於東町公園內之工務所後，由戶田建設土木工事部作業所長高橋秀太郎先生解說工程背景、施工現況及交流下水道推進作業心得，並於簡報過後進入工地實地觀摩推進作業。

### （一）工程背景說明

- 1、工程名稱：國補公共下水道常盤第 1、2 排水區貯留設施設置工程
- 2、推進工法： $\phi$  3000mm 泥土加壓式推進，長推進曲線距離 481.5m
- 3、立坑作業：推進井 9.5m（長）\*8.0m（寬）\*12.91m（深）

到達井  $\phi$  7000mm，14.055（深）

- 4、地盤改良工：藥液注入推進井口 134.6m<sup>3</sup>，到達井口 72.9m<sup>3</sup>
- 5、用地申請：水戶市政府
- 6、地質狀況：本工程地質情形大多為砂礫層
- 7、每日推進量：4m/日
- 8、工程預算：6 億日圓
- 9、工期：18 個月



圖 43、工程位置圖



瞭解地質及地下水情況，進而選用合適推進機具，方得事半功倍。

日方高橋所長說明推進作業中最重要的一環莫過於地質研判，經由詳細的鑽探資料可

圖 45、工程數量示意圖

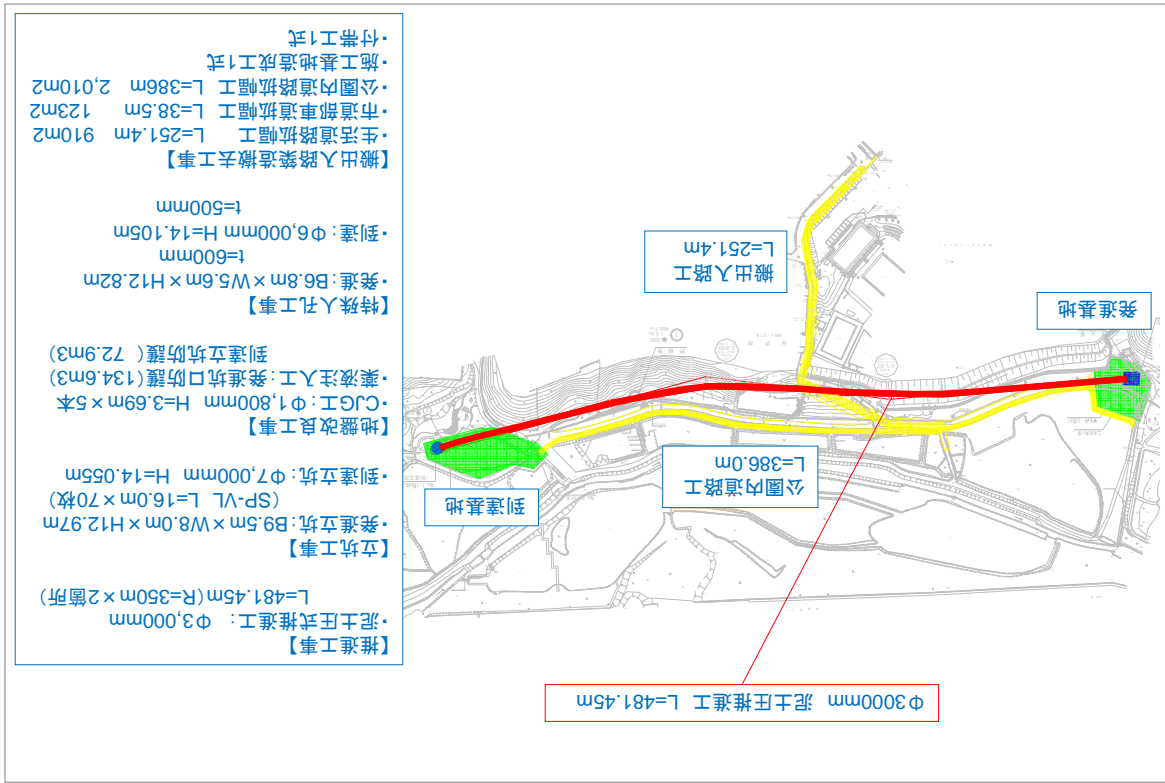


圖 44、工地位置空照圖



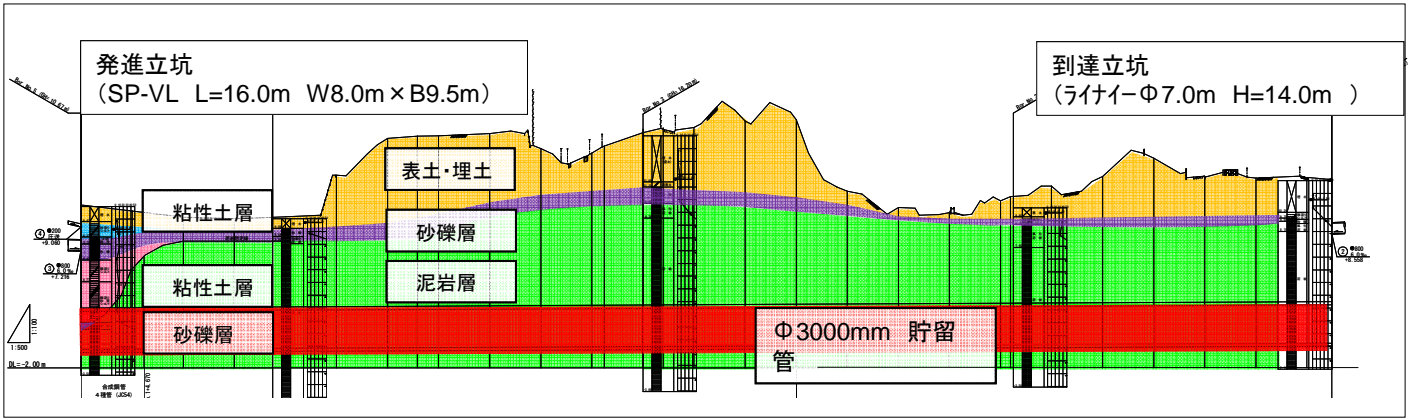


圖 46、本工程地質情形-大多為砂礫層

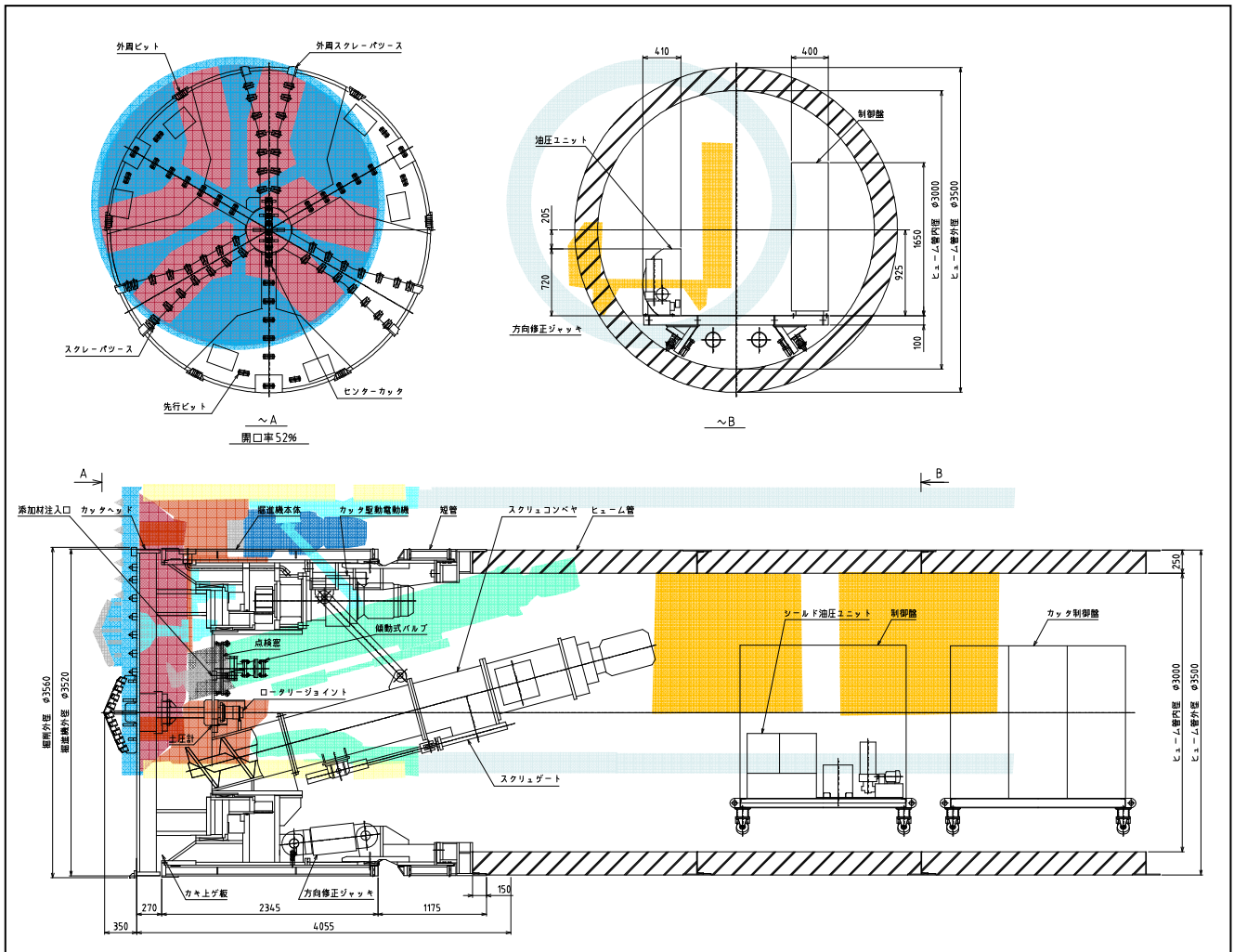
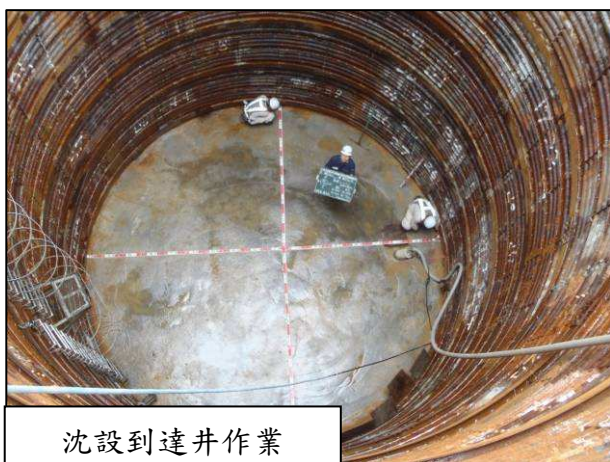


圖 47、本工程使用推進機頭結構圖



(二) 工程施工照片





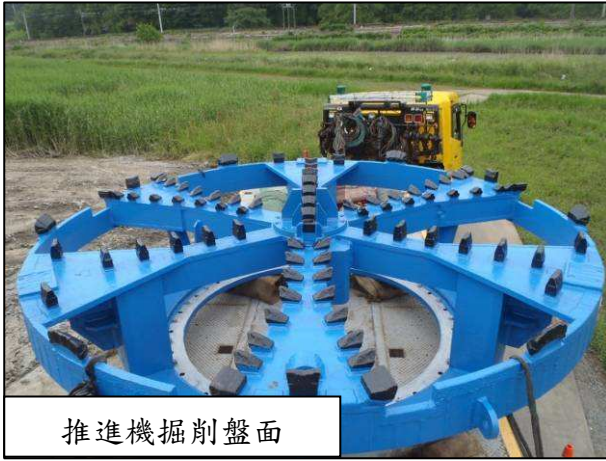


圖 48、本工程施工過程照片

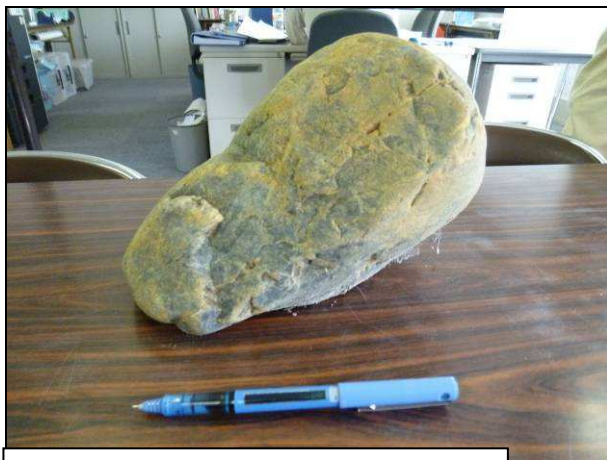
(三) 參訪照片



聽取工地簡報



現場簡報內容



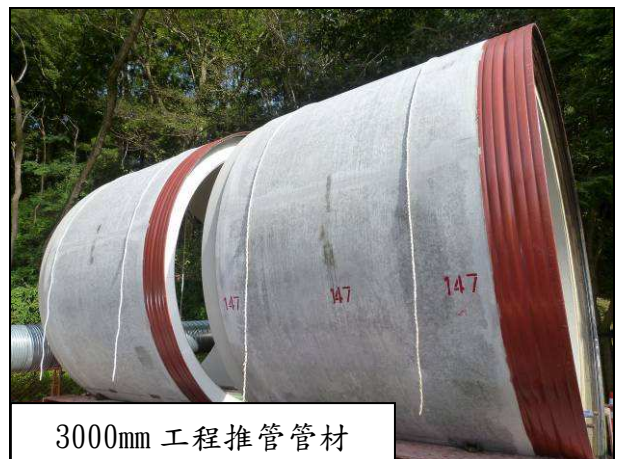
推進過程中取出卵石(約 30 公分)



致贈戶田建設高橋所長禮品



工地勞工安全衛生宣導看板



3000mm 工程推管管材





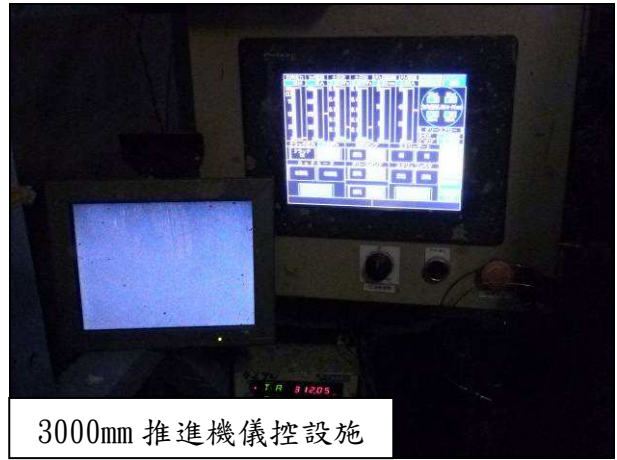
發進井立坑及支撐



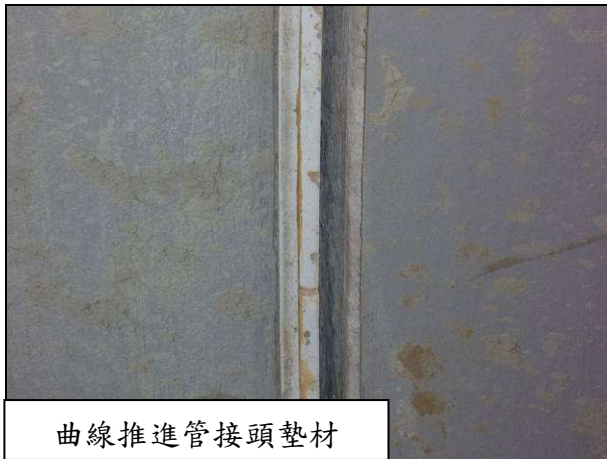
3000mm 推進機內部設施



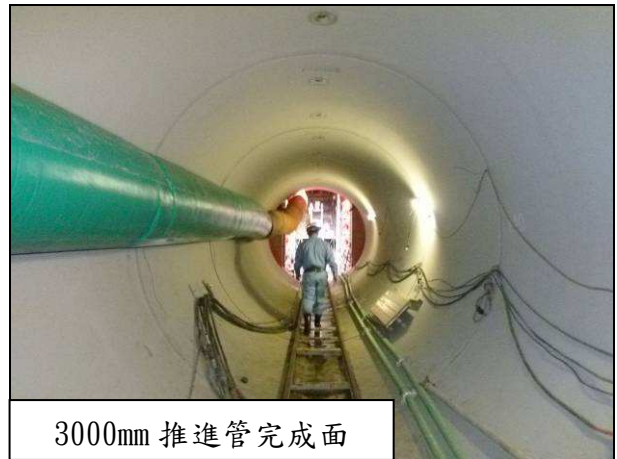
3000mm 推進機排土設施



3000mm 推進機儀控設施



曲線推進管接頭墊材



3000mm 推進管完成面





進出工作井人員管制版



致贈推進協會石川先生禮品

圖 49、參訪人員現場勘查水戶市雨水貯留管工程

## 肆、心得與建議

### 一、心得

- (一) 日本於早期 1977 年提出「綜合治水對策」，除針對治理河川及興建下水道外，並運用流域上游保水、中游滯洪、下游排水及雨水貯留及降低低地土地使用強度等策略，改善易淹水地區之淹水潛勢。近年，為因應氣候變遷衝擊，體認防洪治水工程之極限性，積極加強被害減輕對策之非工程措施，包括運用氣象雷達站提供更細緻之防災資訊、中央輔導地方編製警戒及疏散避難圖等作為，落實防災減災及整備工作；他山之石可以攻錯，我國目前治水多參考日本政策編定推動，採工程與非工程手段並行方式，改善淹水問題，如行政院推動之易淹水水地區水患治理計畫、北中南氣象雷達站設置及內政部編製防災地圖，並進行災害防救演練，以減少洪氾所帶來的損失，上述作為已陸續發揮其功能。
- (二) 國內部分直轄市及縣市政府，考量行車安全陸續推動「路平專案」，所有路面上人孔均需下地，本次參訪日本東京、橫濱及川崎路面上下水道人孔均無下地，經詢政府機關人員表示為維護管方便，且路平部分技術上可以克服，日本已研發相關技術及訂定人孔表面摩擦係數相關規範，值得我們深思學習。
- (三) 日本建築物雨水貯留設施成效良好，建築達成暴雨儲水、地底排水與基地保水等功能，雖然雨水貯留量不是很大，惟積少成多，小兵立大功，勿以善小而不為。
- (四) 現地觀摩下水道推進工程時，為維持工區衛生環境整潔及降低噪音，於工作井位置設置建築物，不注意看完全不知道有工程在進行，所需經費約佔總工程費 4 至 6%，我們台灣推進工程也可嘗試於預算書內編列，民眾的感受應可改觀。
- (五) 於考察期間，曾詢問日本官員如地區淹水，民眾反應如何？是否會遭受強烈抗爭？得到答案是：不會，因為都市淹水在日本是律定為天然災害，降雨強度超過設計保護標準即有淹水機率，民眾普遍均能接受，且住家淹水沒有補助，視情況減稅。這應該是教育及宣導的成效，值得借鏡學習。
- (六) 日本興建地下首都圈外郭放水路及雨水貯留設施計畫，推動初期曾被質疑為何不針對原有排水系統疏濬，恢復原有排水斷面，及修改法規來達到防洪的目的，惟日本都市計畫區皆已高度開發，且捷運、地下鐵及地下管線密佈，經評估要克服解決困

難須花費更多預算，檢討分析後結果興建地下首都圈外郭放水路及雨水貯留設施，結果成效良好，積淹問題大幅改善，目前政府持續推動雨水貯留設施計畫，台灣地文水文及地下管線情形類似建議我們台灣亦可將雨水貯留管之興建列為規劃設計，作為防災減災及整備一環。

(七) 日本雷達雨量站降雨資料傳送及各抽水站之遠端操作皆可利用光纖網路來完成，在最短時間即能掌握最新訊息，台灣都市計畫區內抽水站 180 座以上，尚未運用光纖網路操作，未來應朝此方向推動辦理維護管理工作。

## 二、建議

### (一) 落實水患治理—工程與非工程手段並重

水患治理應體認工程手段投入金額計設計標準均有其極限，降雨超過其保護標準即有淹水機率，屏除人定勝天觀念，加強非工程措施，建立預警機制、疏散撤離、避災離災、風險管理等相關作業機制，並落實執行。

### (二) 推動都市總合治水綱要計畫

強化都市防汛能力，確保民眾生命財產安全，且本部部長於上任後揭示十大施政重點內提及之「總合治水」概念，擬建請由本部營建署推動「都市總合治水綱要計畫」，藉此引進國內外相關治水先進理念編訂「總合治水綱要計畫」，並於編定完成簽奉核定後做為上位方針，據以辦理後續治水工作，提供全國各直轄市、縣(市)政府運用，有效改善都市計畫區的水患。

### (三) 穩定下水道建設財源

自 92 年雨水下水道經費改列一般性補助款後，本署仍持續執行各項專案計畫，然因執行時多集中於改善下水道排水瓶頸，缺乏區域之整體改善計畫，本署雖已於「振興經濟擴大公共建設投資計畫—加速都市雨水下水道建設計畫」中補助縣市政府重新檢討雨水下水道規畫，惟「振興經濟擴大公共建設投資計畫—加速都市雨水下水道建設計畫」於 100 年結束，易淹水地區水患治理計劃即將於 102 年結束，如何將已完成之規畫（包含重新檢討規劃）完成，實為重要課題，未來可朝下列方面進行：

#### 1、一般性補助款明訂雨水下水道建設經費比例

本署於 92 年雨水下水道建設經費補助制度改列為一般性補助之初，曾建議於

一般性補助款之基本設施經費內明訂 2%應用於雨水下水道建設，惟行政院主計處以有違一般性補助係交由地方政府統籌之原意予以駁覆，93 年又要求台灣省各縣（市）政府基本設施經費應有 5%用於水利及雨水下水道工程，並作為該處一般性補助款查核評分之項目，其作法雖已作修正，惟經本署派赴各縣（市）查核了解，部分縣（市）將基本設施 5%之額度多數用於水利工程，實際編於雨水下水道額度較少，且該額度尚包含維護管理，相形之下，建設經費更少，因此建議若以現行制度，應更明確將專用於雨水下水道與水利工程之比例分開，並要求專用於建設，不宜與清疏維護費用同列。

## 2、補助制度考量恢復為計畫型補助

由於雨水下水道補助制度自 92 年改為一般性補助後，建設經費減少，建設長度減少，實施率成長遲緩，專案計畫不斷，本署為應雨水下水道所需人力不減反增。近兩年來，基於對補助制度的不了解，本署派員會同民眾、立法委員等民意代表現勘，當表達無法補助時常未獲諒解，實造成本署相當之困擾，各縣（市）基層人員建議雨水下水道補助制度恢復為計畫型補助之聲浪頗高，爰建議應考量將雨水下水道補助制度恢復為計畫型補助。

## 3、提報長期性的專案計畫

由現況建設經費多為特別預算，除「易淹水地區水患治理計畫」以防洪為主要訴求外，其餘多屬附帶性質，建議比照「易淹水地區水患治理計畫」研提 8 至 10 年之長期性雨水下水道建設計畫，將都市地區之保護標準提升至一定程度，並透過計畫執行時強化縣市政府對下水道建設之重視及專業能力，另依下水道法本署執行之雨水下水道建設計畫仍以實施都市計畫區域為限，然現況仍存在許多地區未實施都市計畫，且人口密集聚居地區，就現行制度而言，此類區域多由縣市政府自行施設排水設施，然多未有區域整體規畫，未來可於政府組織再造後，視中央下水道主管單位之人力編制，考量將之納入計畫辦理。

### （四）法令面修訂方向之建議—讓都市變成吸水大海綿

近來行政院屢次召開治水研商會議，對於 97 年 7 月卡玫基颱風造成都會區大淹水召集各部會及學者專家共同研商診斷，由於都市主要街廓發展均已成型，雨水下水道排水幹支線多以施設道路下方多年，伴隨著道路下方電信、瓦斯等維生管線密佈，若欲從拓寬排水斷面等工程手段著手，管線遷移、交通維持等因素所耗工程及社會成本將更形龐大，因此，行政院各級長官及學者專家均建議參考國外先進國家作法，由都市及國土開發管制進行都會區排水總量管制，且要求愈趨強烈，由於

都市計畫區域計畫及國土計畫均為本署主管業務，爰建議在相關法規應朝下列方向修訂：

#### 1、都市計畫面

公園綠地之劃設應強制多目標設置雨水滯洪貯留設施，學校操場下方亦可透過法令之要求設置貯留設施。

#### 2、區域計畫及國土計畫面

建議應規劃都會區外圍之大型滯洪池，各開發案透過非都市土地相關規則嚴格要求各開發區雨水逕流量於大雨時儘量不外排，均由開發區內之滯洪設施予以貯留，雨停再慢慢排除。

#### 3、建築法規

各項建照執照、雜項執照之申請必須會知下水道單位，由執照核發要求及管制雨水貯留之設置；另新建物亦可要求家戶自設雨水貯留系統，始核發建造執照及使用執照。

### （五）建立全民防災觀念

加強民眾防災整備應變教育宣導，明確告知每次災害風險性，本部目前已完成防災地圖製作，並發送直轄市及縣市政府使用，建議刻依每次災害不同性質人事地物變遷修正防災地圖。

### （六）經常性舉辦國際水患治理策略及技術交流研討會

以都市內水防治及技術交流策略為主題，邀請世界各國產、官、學界進行對話，技術交流，與世界接軌增長治水宏觀思維。如日本東京都推動地下水道排水系統—暴雨地下放水路，以解決東京都因瞬間暴雨所造成之水患問題。而我國員山子分洪工程計畫，則藉由舒緩基隆河中下游水量功能，解決基隆河在臺北縣、市之水患問題。此外，荷蘭則以整體國土規劃觀點於 2008 年提出水資源政策白皮書「與水共生」，其中「還地於河」計畫為該國都會區發展必須考量之核心基礎之一。上述各國成果或策略或其他創新的想法均可納列交流研討議題分享及討論。



## 伍、附 錄

一、101 年 9 月 24 日日本下水道協會簡報資料

二、101 年 9 月 24 日川崎市上下水道局簡報資料

三、101 年 9 月 25 日橫濱市環境創造局簡報資料

四、101 年 9 月 26 日水戶市貯留設施新建工程簡報資料

五、東京都都市整備局網頁

<http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/>

六、川崎市上下水道局網頁

<http://www.city.kawasaki.jp/800/cmsfiles/contents/0000035/35839/linnk.html>

七、橫濱市環境創造局網頁

<http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/gesui>