

污水下水道之緊急應變措施

羅薪又¹

劉恆昌²

1. 中興工程顧問公司環工一部工程師
2. 中興工程顧問公司環工一部技術經理

摘要

本文將提出主次幹管緊急應變措施之構想，供有關機關於辦理污水下水道規劃設計階段，將此緊急應變理念納入規劃設計參考，或者於後續管線維護工程中，針對可能有狀況或容量不足之管段，事先採取適當之因應措施。

本文所研擬之緊急應變措施包括有倒流、溢流、替代通路及紓流等四種方式，摘述如下：

1. 倒流：利用污水主次幹管沿線之污水截流站導引倒流之污水經雨水下水道排放至河川，其優點係可持續利用既有截流設施緊急排放污水，惟將造成河川暫時性污染。

2. 溢流：於次幹管與雨水下水道間適當位置設置緊急溢流管，將污水經由雨水下水道排入河川，避免溢流至地面，若雨水渠下游設有污水截流站，則可將污水截回下游污水主次幹管內繼續收集處理。惟將污水排入雨水下水道及河川將影響環境衛生，故為減少河川污染應儘量選擇下游設有污水截流站之雨水箱涵或排水幹線。

3. 替代通路：在相鄰幹管間設置替代通路，當管線須要維護修繕期間，累積於管線之污水可經由替代通路排入鄰近污水管線，再送至污水廠處理。

4. 紓流設施：於污水管線與相鄰管線之交會處設置污水紓流設施(如紓流人孔、分水井、側堰等)，其功能係將污水改道納入相鄰幹管，但保留原有銜接管線，以增加操作彈性。

一、前言

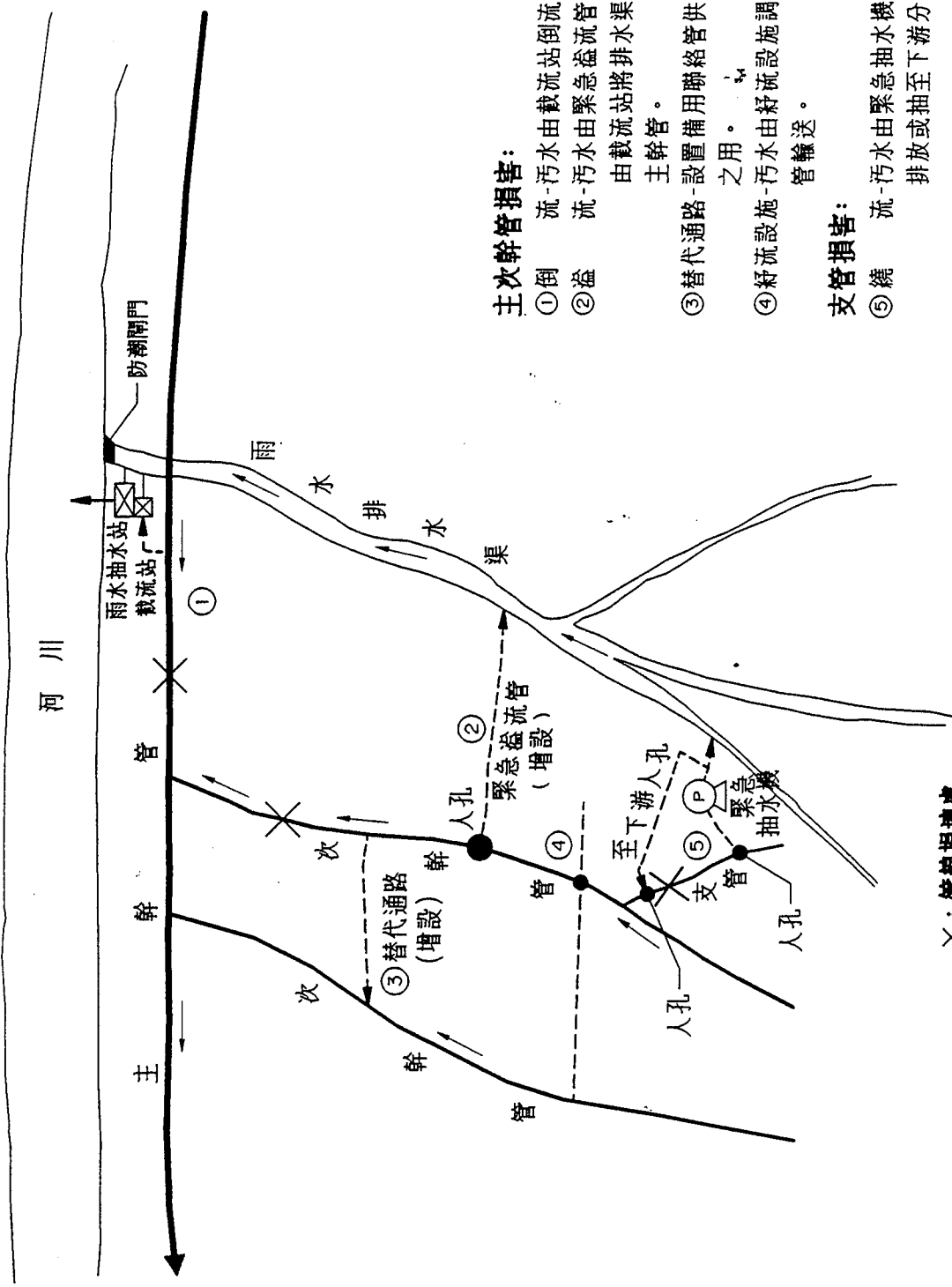
一般污水下水道規劃設計僅考慮污水收集及輸送之功能，大多採重力式、樹枝狀設計，異於自來水系統之壓力式環狀管網，當某一段污水管線因故損壞或需停水以進行維修時，在無法有效限制用戶停止污水排放情況下，污水仍會源源不絕流入下水道中，對下水道管線之維護及修繕工作造成困擾，若管線損壞發生於小管徑之分支管，則尚可利用移動式抽水機緊急繞流，但對於大管徑之主次幹管，因污水量甚大，無法以抽水機及時抽出，若自管內溢出漫流至路面或管內積水造成用戶污水無法排出時，將對民眾造成極大之不便；其次都市地區部分較早期完工之污水管線，隨著都市計畫人口急遽增加或發生用戶接管兩污水混接情況，致既有污水管線容量呈現不足，亦需考慮採取類似之應變措施。

二、緊急應變措施之方式

本研究所建議之污水下水道管線系統緊急應變方式有污水倒流、溢流、替代通路、紓流及繞流等五種，其構想如圖 1 所示，其中分支管因管線密佈、輸送污水量較小，有狀況時可使用移動式抽水機將污水繞流至其他管線，可不需設置固定之應變措施，而較大之管線如污水主次幹管因污水量較大，在無法以抽水機繞流情況下，則可考慮採用污水倒流、溢流、替代通路及紓流等四種之緊急應變措施，分別說明如下：

1. 倒流：

設置有截流站之地區，若主次幹管上游沿線有銜接截流管線及截流站時，主次幹管因損害或維修須暫停輸水時，其污水可考慮利用主次幹管沿線之污水截流站導引倒流之污水經雨水下水道（渠道）排放至河川，其優點係用戶接管完成後仍可繼續利用既有截流設施，惟將造成河川暫時性污染。本方案之配合條件為管線損壞處附近有截流站，且截流站最好緊鄰雨水抽水站，



主幹管損害：

- ① 倒流-污水由截流站倒流至河川排放。
- ② 溢流-污水由緊急溢流管流至排水渠再由截流站將排水渠內之污水截回主幹管。
- ③ 替代通路-設置備用聯絡管供緊急輸送污水之用。
- ④ 紓流設施-污水由紓流設施調整至另一條幹管輸送。

支管損害：

- ⑤ 繞流-污水由緊急抽水機抽至雨水邊溝排放或抽至下游分支管線。

×：管線損壞處

圖1 污水下水道緊急應變措施示意圖



可將較多之污水排出。

2. 溢流：

於主次幹管中上游及雨水排水渠間適當位置設置緊急溢流管，當管線無法輸送污水時，可將污水經由雨水渠排入河川，避免溢流至地面，若雨水渠下游設有污水截流站，並可將污水截回主次幹管內繼續收集處理，其優點係工程規模小，經濟效益高。惟將污水排入雨水下水道及河川將影響環境衛生，故為減少河川污染應儘量選擇下游設有污水截流站之雨水渠，本方案之配合條件為主要幹管附近應有較大之雨水渠道或箱涵，且應設置防止雨水倒流之設施（如逆止閥或閘門）。

3. 替代通路：

在較容易滿管或損壞之相鄰幹管間設置替代通路（聯絡管），當管線須要維護修繕期間，累積於管線之污水可經由替代通路排入鄰近污水管線再送至污水廠處理，本方案之優點係污水仍侷限在污水下水道，不會有污染河川水體之虞，其配合條件為相鄰幹管之管線容量接近，可利用非尖峰時段之管線餘裕量來輸送另外增加之污水量，若相鄰幹管容量差異較大時，僅能將小管污水以替代通路接入大管。

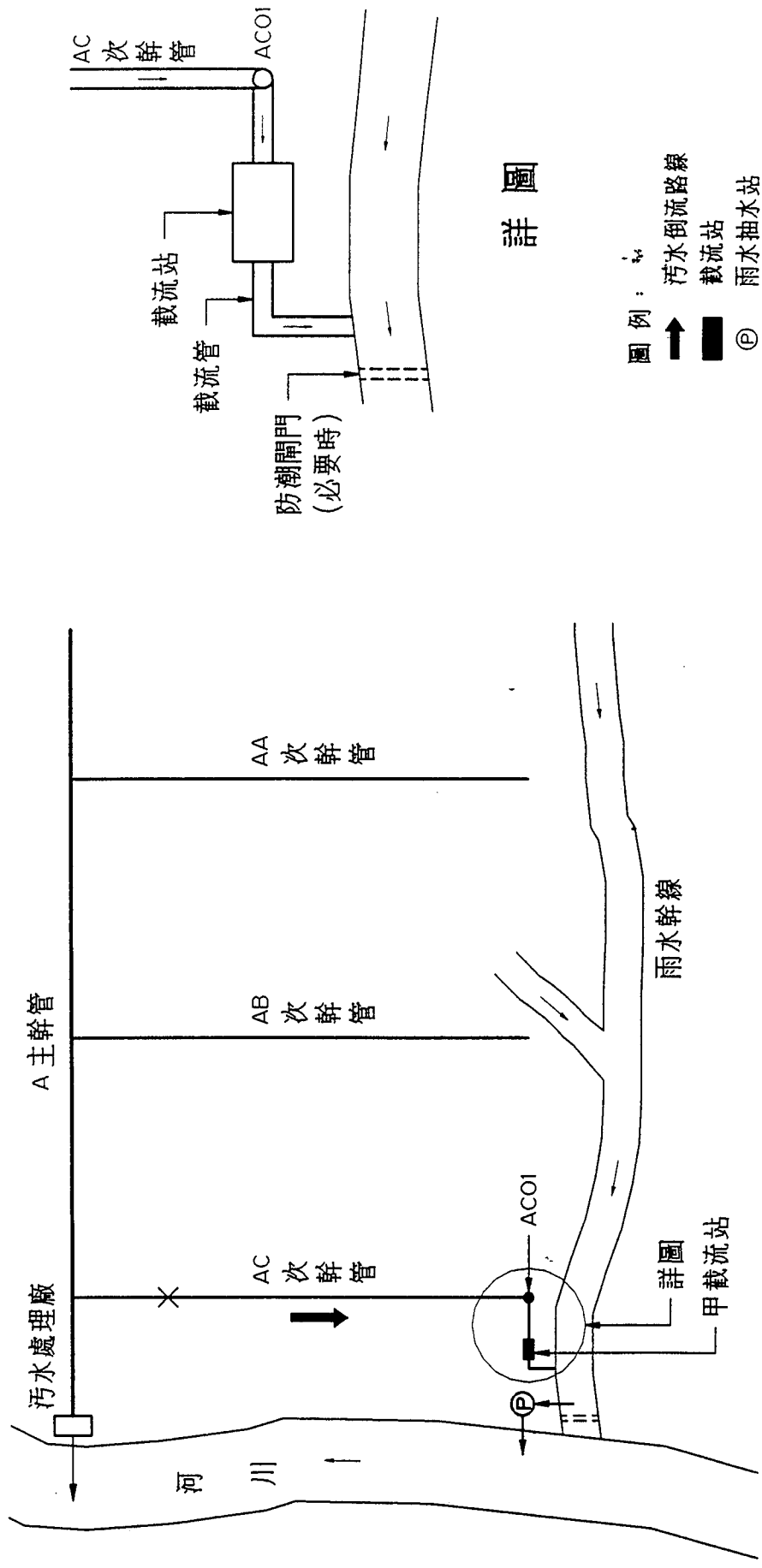
4. 紓流設施

所謂紓流設施係指污水管線與相鄰管線之交會處所設置之污水分流設施（如分水井、閘門、側堰等）。其功能係將污水改道納入相鄰幹管，但保留原有銜接管線，以增加操作彈性，本方案之優點為不必增設其他聯絡管，即可達到調整污水流向之目的地，其配合條件為兩相鄰管線交會，且管線容量差異不大，若相鄰幹管容量差異較大時，僅能在小管損壞時將污水紓流至大管。

三、參考案例

1. 倒流

以圖 2 為例，在正常情況下雨水幹線之晴天污水經甲截



詳圖

- 圖例：
- ↑ 污水倒流路線
 - 截流站
 - Ⓟ 雨水抽水站
 - × 管線損壞處

圖2 污水幹管緊急倒流路線示意圖



流站及截流管截取後，經 AC 次幹管及 A 主幹管輸送至污水處理廠處理；當 AC 次幹管下游管線某處損壞需停水時，其損壞點上游污水將蓄積於次幹管內，並逐漸回流至上游管線，由於 AC 次幹管全線管線均較地面高程低，污水應無溢出地面之情況，此時污水可經由 AC 次幹管及截流管，利用次幹管水位與雨水幹線之水位差，倒流入甲截流站（倒流量取決於水位差及截流管徑），再經由原雨水幹線排入河川。本方案僅能於晴天時實施，若雨水幹線之原有水位較高時將無法適用，因此本方案原則上僅適用於用戶接管接近完成階段，截流站已不再截流污水之情況，可算是截流站之另一種功能。細部規劃時，本方案應考慮之因素尚包括次幹管收集區域沿線是否有較低窪地區（分管網污水無法排出）、污水管線倒流時之水頭損失（若距離遠可能無法順利流至截流站）、截流站是否會淹水、雨水抽水站（若有時）能否配合抽水等條件。

2. 溢流

以圖 3 為例，AB 次幹管上游管線附近有雨水幹線，可考慮於 AB 次幹管 AB01 人孔增設一條溢流管接入雨水幹線，溢流管出口應設置逆止閥或閘門。當 AB 次幹管管線損壞需停水或超負荷時，其下游管線內污水可經由 AB01 人孔溢流至雨水幹線，再流至河川或由雨水幹線下游之甲截流站截流後，經既有截流管、AC 次幹管接回 A 主幹管，使污水仍回流至污水處理廠處理，不致於污染河川。但本方案亦僅適用於晴天時，細部規劃應考慮之因素包括次幹管收集區域沿線是否有較低窪地區（分管網污水無法排出）、人孔溢流管之位置、管徑、高程、逆止閥之設置等條件。

3. 替代通路

以圖 4 為例，AA 次幹管及 AB 次幹管為相鄰之兩條幹管，可考慮於兩次幹管間設置一條替代通路，其埋設高程應略高於兩次幹管之埋設高程，當 AA 次幹管或 AB 次幹管下游管線損壞需停

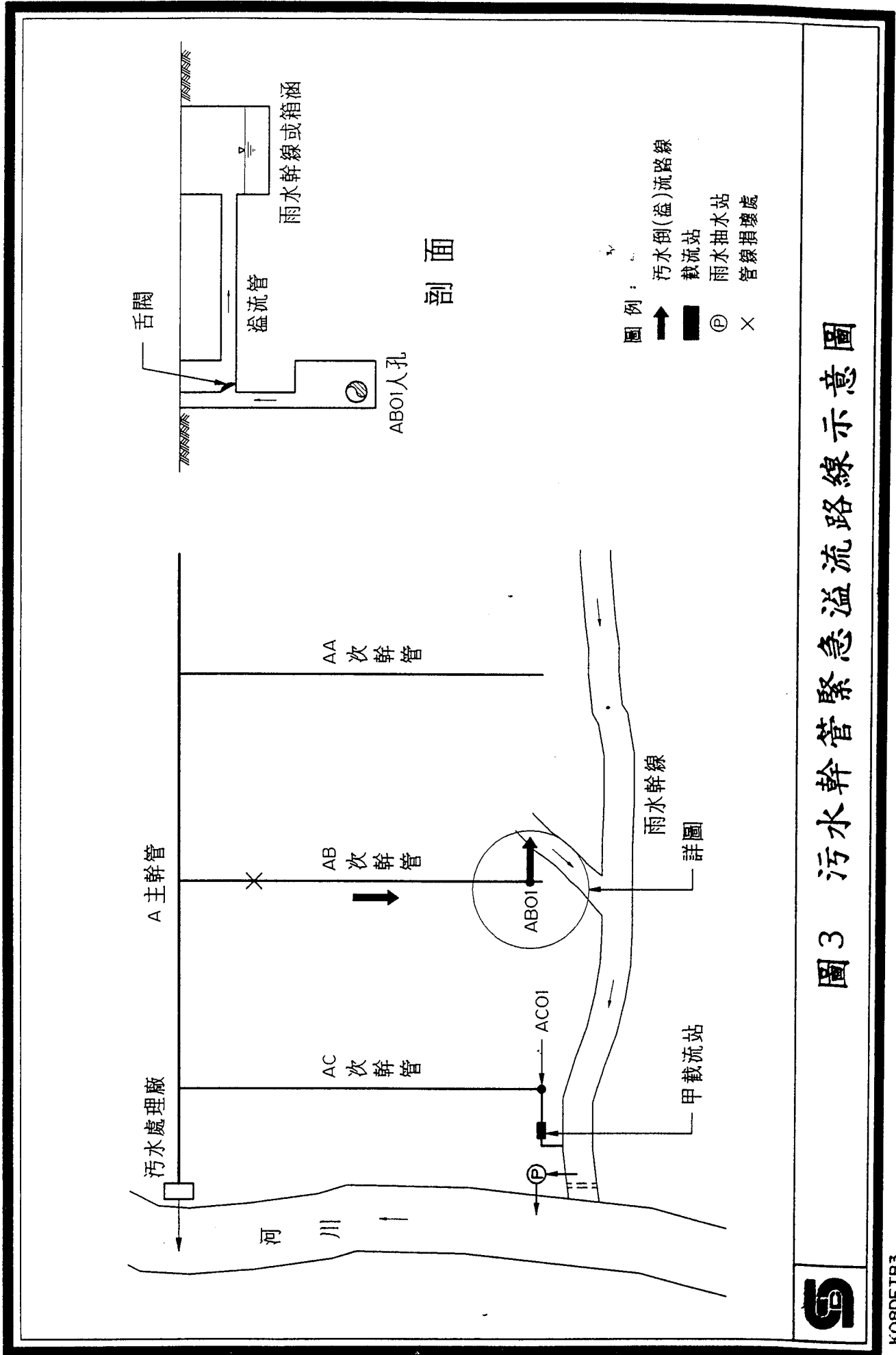


圖3 污水幹管緊急溢流路線示意圖



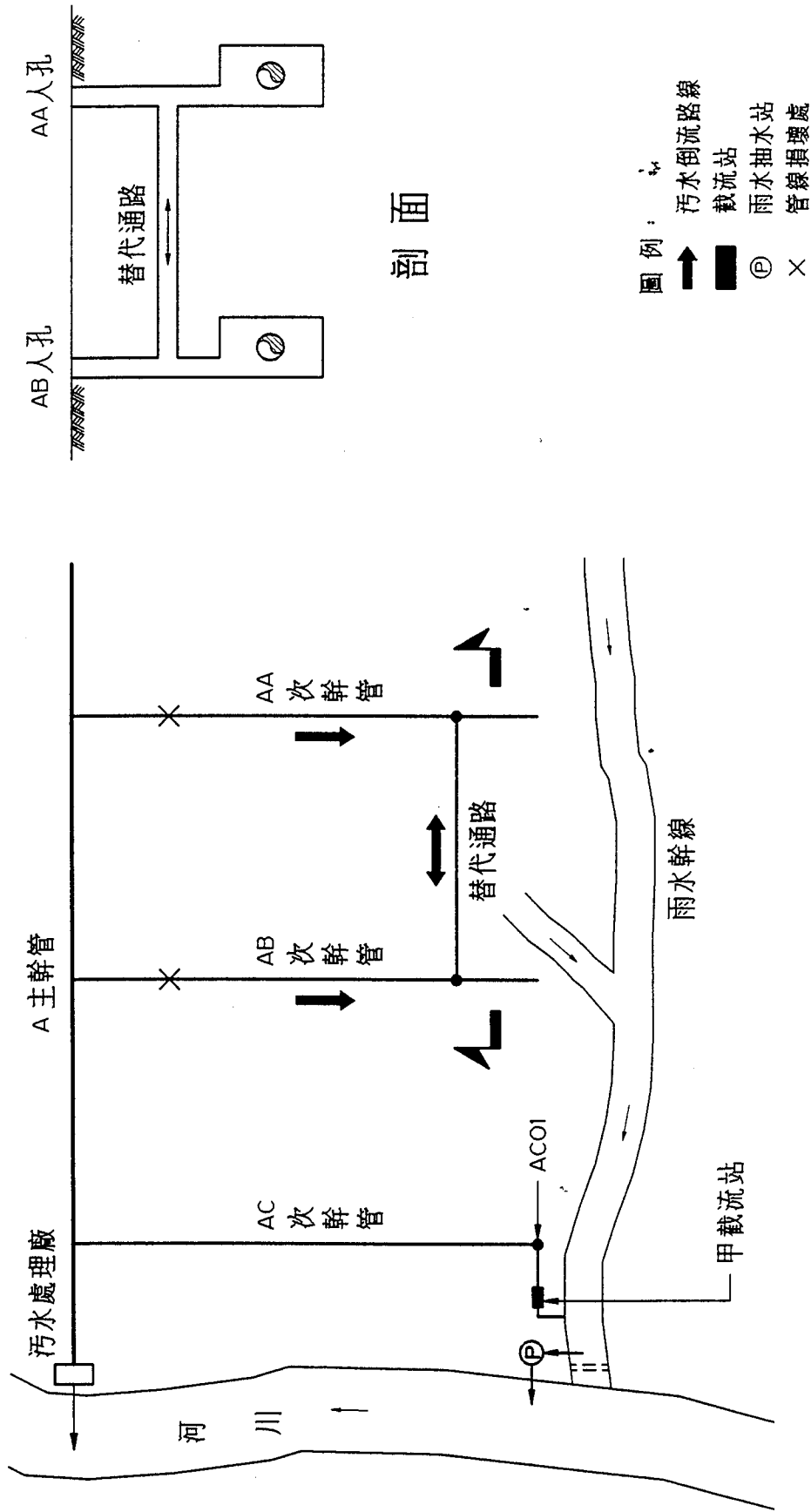


圖4 污水幹管替代通路示意圖



水時，該損壞管線污水仍可經由替代通路輸送至另一條相鄰幹管，再接回 A 主幹管，因污水管線容量均以尖峰時段污水量設計，因此一般情況下污水管線均有相當餘裕量足以容納增加之污水量。但本方案於細部規劃應考慮之因素包括次幹管收集區域沿線是否有較低窪地區（分管網污水無法排出）、替代通路之位置、管徑、高程等條件。

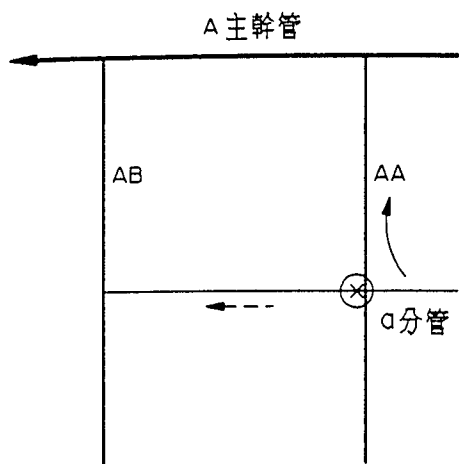
4. 紓流設施

一般污水管線很少有交會情況，除了替代通路外，有二種情況可考慮在污水管線交會處設置污水紓流設施，(1)將污水完全改道納入另一條管線，但仍保留原管線以做為緊急情況之輸水用，如紓流人孔、分水井（設閘門）等如圖 5 所示；(2)既有污水管線下游容量不足時，可利用紓流設施將部分污水導至另一條管線，其餘污水仍維持在原管線輸送，如溢流堰、側堰等。以圖 5 為例，某污水下水道系統之 a 分管污水原接入 AB 次幹管，經污水管線容量檢討後，AB 次幹管將呈滿管情況，擬將 a 分管污水改接入 AA 次幹管，因此可規劃於 a 分管與 AA 次幹管交會處設置紓流人孔（若高程無法配合則需設置分水井），正常情況 a 分管污水可經由紓流人孔（或分水井）改接入 AA 次幹管，若 AA 次幹管因故無法通水時，污水仍可經由原 a 分管下游管段接入 AB 次幹管。若部分污水平時仍需經由 a 分管下游管段輸送時，則此處之紓流設施可考慮改設置溢流堰或側堰，部分污水仍流至 AB 次幹管，僅將多餘之污水撥至 AA 次幹管。本方案要考慮的因素包括相關管線之容量、高程、紓流設施之型式及位置等。

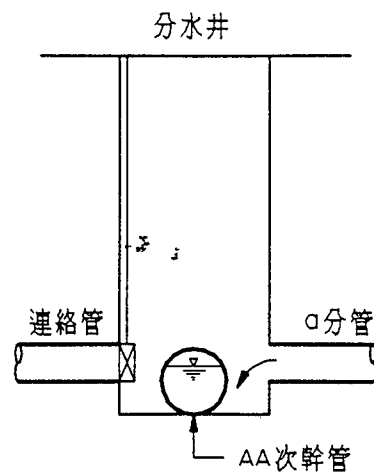
四、實際工程經驗

(一) 國外經驗

國外污水下水道管線系統均甚少考慮污水緊急應變措施，1995 年日本阪神地區發生大地震，許多污水下水道設施（含污水處理廠、抽水站、管渠及排水設備）均受到嚴重之損壞。經過

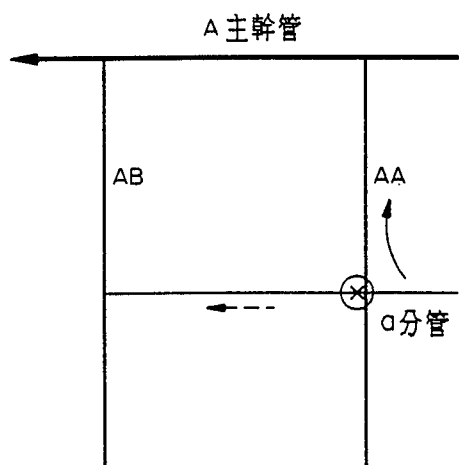


平面圖

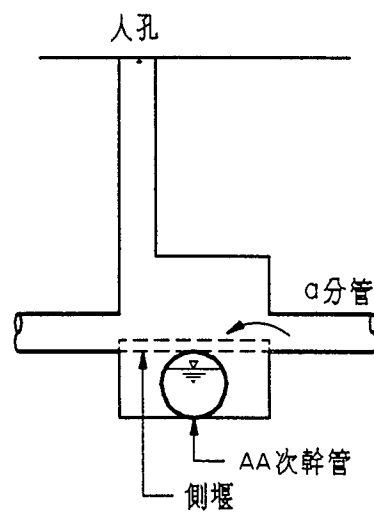


剖面圖

(a) 分水井 (增設閘門)



平面圖



剖面圖

(b) 紓流人孔 (不設閘門)

圖例：

——> 正常夏流方向

⊗ 閘門(平常關閉,緊急打開)

- - -> 緊急狀況流向



圖5 污水幹管紓流設施示意圖

深入檢討後，神戶市研擬出下列幾項防災措施：

1. 處理廠、抽水站設施耐震對策

① 設施構造要考慮耐震設計及基礎強化。

② 改善施工接頭配置及構造，減少接頭或增加其可撓性。

③ 將配管管廊分割為數個區塊化配置，可避免災害損失擴大。

④ 重要設施地區應防止地盤液狀化及加強擋土設施。

⑤ 主要幹線設施複數化，並應考慮設置備用系統。

2. 管渠設施耐震對策

① 強化管渠本身結構耐震能力或使用可撓性管材。

② 改善人孔構造，增加水密性。

③ 加強構造物接頭處之耐震性。

④ 支管管材使用可撓管（如塑膠類）或可撓性接頭。

⑤ 重要幹線複數化或網路化。

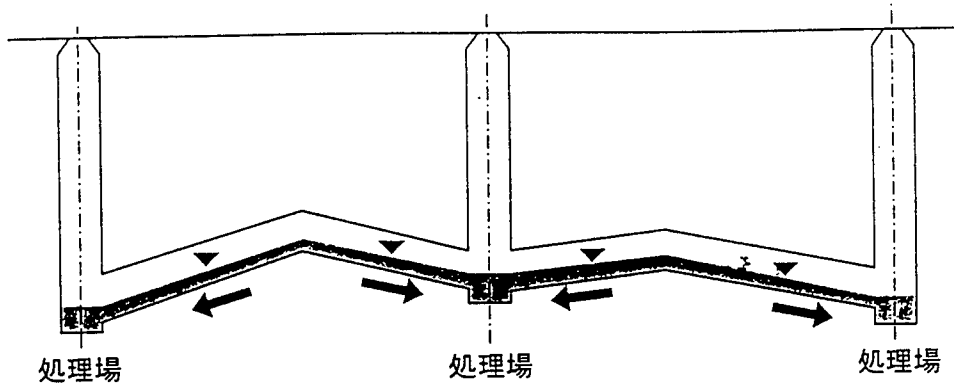
3. 處理廠網路化

各處理廠間可考慮以大深度之幹管相互連接，以因應處理廠受損時污水可由其他處理廠相互支援處理。

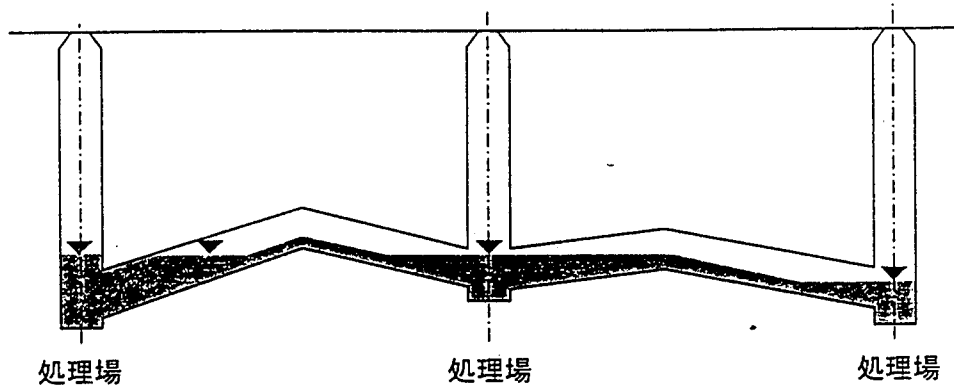
其中有一項新的觀念為污水管線網路化，打破以往重力式污水管線單一流向之做法，以神戶市為例，為避免震災發生後污水處理廠損害，污水無法處理之情況，目前計畫以 20 年約 350 億日元完成 50 公里長之 $\phi 2,000\text{mm}$ 聯絡幹管，將該市幾個主要污水處理廠加以連接(如圖 6 所示)，平常時連絡管可做為尖峰時段污水貯留及污水量調整之用，在非常狀況下，可關閉受損污水廠之入口閘門，使連絡管內污水藉水位高差（呈壓力流）流至其他處理廠處理。

(二)國內經驗

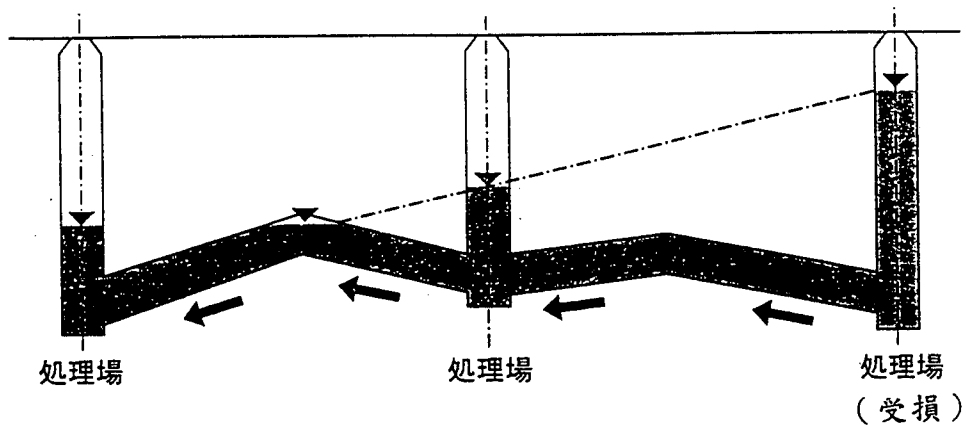
國內污水下水道建設起步較晚，除工業區外目前運轉中有高雄市及台北地區(含台北市及台北近郊)之污水下水道系統，現



平常時做為各污水處理廠之污水進流連絡管



尖峰時可做為污水暫時貯存調整設施



緊急時可利用水位差將污水送至其他污水處理廠

圖 6 污水處理廠連絡管功能示意圖⁽²⁾

有之緊急應變措施大多以污水處理廠及抽水站內部之應變計畫為主，針對污水管線之應變措施較為欠缺，目前僅有部分規劃成果，尚未實際應用，茲說明如下：

1. 高雄市

高雄市污水下水道系統目前污水收集係以截流為主，因此設置多處之截流站，若有狀況時，可關閉相關之截流站予以停水，考慮未來分流污水逐漸增加，在高雄市污水下水道系統檢討規劃報告曾研究中區污水處理廠之緊急應變方案，在未來用戶接管率提高之情況下，若污水處理廠因故無法運轉或需降低污水處理量時，污水可考慮經由污水管線上游之截流站排出，經過檢討核算，僅有七賢、新樂街及大義等三座截流站地勢較低，且鄰近雨水抽水站，可做為污水緊急排放之用，在重力情況下三截流站約可倒流 11 萬 CMD 之污水排入雨水下水道，若再配合雨水抽水站啟動抽水，緊急溢流之污水量可予增加。

2. 台北市

現有台北市污水下水道系統緊急應變方案仍以污水抽水站為主，針對污水管線系統，在「臺北市污水下水道後續發展方案先期規劃報告」中初步規劃有倒流、溢流及替代通路等各種設施，台北市衛工處未來將評估其可行性及必要性後再加以設置。

五、結論與建議

1. 有關日本污水下水道設施所採之抗震措施，值得國內污水下水道設計參考，但仍應參考設施所處地區之地震震區劃分而定，在地震頻繁區域應加強設施耐震之等級。

2. 本文所提之污水倒流設施需配合既有截流站及截流管線等設施容量，僅適用於少數有截流設施之污水管線，因此實際應用上較不易推廣。

3. 本文所研擬之溢流設施適用於容易滿管或無法通水之污水管線，只要管線附近有較大雨水管或箱涵，均可考慮加以規

劃，若雨水管線下游有截流站，則污水較無污染河川之虞，此項設施所需工程費不高，因此可行性較倒流設施高。

4. 本文所提污水管線替代通路設施與日本神戶市之污水管線網路化構想相似，建議未來有關單位可考慮將類似觀念納入污水管網設計之參考，以增加污水管線輸送之可靠性。

5. 有關紓流設施構想，目前台北市污水下水道系統之大業路次幹管及北投主幹管間、敦化路次幹管及信義路管線交會處即規劃有類似之紓流設施，建議在重要之污水管線交會處，均可考慮依需求設置不同之紓流設施，以增加污水輸送之彈性。

6. 本文僅提供各種緊急應變措施之構想，實際設計階段仍需詳細考慮地區高程、污水流向、水力損失、設施容量等因素。

六、參考資料

1. 台北市政府工務局衛生下水道工程處，臺北市污水下水道後續發展方案先期規劃報告，1999年。
2. 日本神戶市建設局下水道河川部，災害後加強下水道管網計畫，1998年。
3. 日本神戶市建設局，阪神、淡路大震災-在神戶市下水道設施之損壞復舊、復興紀錄，1998年。
4. 高雄市政府工務局下水道工程處，高雄市污水下水道系統檢討規劃報告，1998年。
5. 林丕鑫，淡水河系污水下水道獅子頭抽水站及迪化抽水緊急應變檢討報告，環境工程會刊，1999年。
6. 台北市政府工務局衛生下水道工程處，雙溪C2主幹管工程規劃報告，1980年。